

004  
X98

T.A.XO'JAQULOV, N.T.MALIKOVA

# SUN'IY INTELLEKT



993  
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT TEXNOLOGIYALARI  
VA KOMMUNIKATSIYALARINI RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI

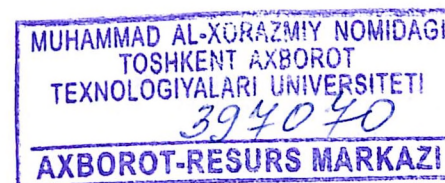
MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI  
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

T.A.XO'JAQULOV, N.T.MALIKOVA

# SUN'IY INTELLEKT

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan  
o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan.

5330500 -"Kompyuter injiniringi" ("Kompyuter injiniringi", "AT-servis",  
"Multimediya texnologiyalari" ta'lim yo'nalishlari)



TOSHKENT – 2019

UO'K: 004.8(075.8)  
KBK: 32.973

T.A.Xo'jaqulov., N.T.Malikova. Sun'iy intellekt. (O'quv qo'llanma). – T.: «Aloqachi», 2019, 192 b.

ISBN 978-9943-5898-3-4

Muhammad Al – Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universitetining "Axborot texnologiyalari" kafedrasida o'qituvchisi T.Xo'jaqulov hamda dotsent vazifasini bajaruvchi N.Malikovalar tomonidan tayyorlangan bo'lib, unda Sun'iy intellekt sohasidagi ishlar rivojlanishining tarixiy sharhi, ekspert tizimlar, sun'iy intellekt rivojlanishining yo'nalishlari, modellar, ifodalar mantiqi va predikatlari mantiqi, Bayes ehtimolligi; mantiq cheklovlari; qaror qabul qilishning Markov jarayonlari, neyron to'rlar hamda Sun'iy intellekt tizimlarining rivojlanish istiqbollari me'yoriy hujjatlar keltirilgan.

O'quv qo'llanma oliy o'quv yurtining 5330500 - "Kompyuter injiniringi" ("AT-servis", "Kompyuter injiniringi", "Multimediya texnologiyalari"), fakulteti ta'lim yo'nalishi, hamda oliy o'quv yurtlarining texnika, axborot kommunikatsiya texnologiyalari talabalari va keng ommaga mo'jallangan.

В учебном пособии рассматриваются исторические комментарии развития сферы искусственного интеллекта; экспертные системы; направления развития искусственного интеллекта, модели, логика выражений и предикатов, вероятность Bayes, ограничения логики, процесс принятия решений Маркова, нейронные сети а также спективы развития сетей искусственного интеллекта.

Учебное пособие предназначено для студентов факультета 5330500 «Компьютер инженеринг», а также для студентов высших учебных заведений направлений информационно коммуникационных технологий.

The textbook on "Artificial Intelligence" was prepared by the teacher of "Information Technology" department at the Tashkent University of Information Technology named after Muhammad Khorazmiy T.Hojakulov and acting docent N. Malikov, in which the historical commentary on the development of artificial intelligence, expert systems; Artificial Intellectual Development Trends; models; Logic of logic and predicate of expressions; Bayes Probability; logic limits; Markov processes of decision making; neural networks and prospects for the development of artificial intelligence systems.

The curriculum was developed by the students of 5330500 - "Computer Engineering" ("IT Service", "Computer Engineering", "Multimedia Technologies"), faculties of education, as well as technical and information communication technologies of higher educational institutions.

UO'K: 004.8(075.8)  
KBK: 32.973

**Taqrizchilar:**

A.Ne'matov – TTYESI "Chizma geometriya va axborot texnologiyalari" kafedrasida dotsenti f.-m.f.n.

M.S.Yakubov – TATU "Axborot texnologiyalari" kafedrasida professori. t.f.d

ISBN 978-9943-5898-3-4

## KIRISH

Kompyuter injiniringining tadqiqotlaridan biri sun'iy intellektdir. Sun'iy intellektning asosiy maqsadi intellektni tushunish va intellektual tizimlari yaratishdir. Bu sohada tadqiqotlar Ikkinchi jahon urushidan keyin boshlab, 1956 yilda shakllantirilgan. Bugungi kunda, sun'iy intellekt bir nechta bo'limlarni qamrab oladi (ta'lim, tushuncha) va o'ziga xos o'yin shaxmat, matematik teoremlar, yozish, she'r, kasalliklar tashxisi va boshqalarni o'z ichiga oladi.

Ushbu o'quv qo'llanmada talabalarni sun'iy intellekt haqidagi ma'lumot bilan tanishtirish va zamonaviy dunyoda undan foydalanishni o'rgatishdan iborat. Kursni o'rganish davomida turli axborot tizimlarida: sanoat, ijtimoiy, moliyaviy, robototexnika va boshqalarda qarorlar qabul qilish uchun (ayrim hollarda eng optimal) kompyuter injiniringining zamonaviy texnikalari ko'rib chiqiladi. Sun'iy intellekt kursi turli sohalarda va jamiyatda sun'iy intellektning tutgan o'rnini haqidagi savollarni o'z ichiga oladi. Shuningdek o'quv qo'llanma qidiruv tizimida, evristikada va agentga yo'naltirilgan tizimlarda nazariy va amaliy jihatlarni qamrab oladi. Bular:

- talabalarda sun'iy intellekt bilimini shakllantirish;
- sun'iy intellekt ma'lumotlar modellari tashkilanishi haqida talabalar bilimini shakllantirish;
- talabalarda birinchi tartibli mantiqdan foydalanish ko'nikmalarini rivojlantirish;
- markov jarayonlari haqida o'quvchilar bilimini shakllantirish;
- mashina ta'lim o'quvchilar bilimini shakllantirish;
- talabalarda ehtimollar modellarini foydalanish ko'nikmalarini shakllantirish.

## I Bob. Sun'iy intellekt faniga kirish

Sun'iy intellekt (SI) - hisoblash mashinalari (HM) ning insonlarga intellektli bo'lib ko'rinadigan narsalarni qilishiga imkon beradigan kontseptsiyalar haqidagi fan. Inson intellekti o'zi nima? U fikrlash qobiliyatiga egami? U bilimlarni o'zlashtirish va qo'llash qobiliyatiga egami? U g'oyalarni almashish va ular bilan ishlash qobiliyatiga egami? Shubhasiz, bu barcha qobiliyatlar intellektning qismini tashkil etadi. Lekin bu so'zga oddiy ma'noda ta'rif berib bo'lmaydi. Chunki intellekt - bu ma'lumotlarni qayta ishlash va tasvirlash sohasidagi bilimlarning qorishmasidir.

«Sun'iy intellekt» tushunchasi dastlab AQSHda paydo bo'ldi va sekin-asta boshqa davlatlarda ham keng qo'llanila boshlandi.

1956 yil AQSHda komp'yuter va dasturlash sohasidagi 10 nafar amerikalik etakchi mutaxassisning birinchi uchrashuvi bo'lib o'tdi. O'sha paytda mutaxassislardan ko'pchiligi yaqin o'n yil ichida Sun'iy aql yaratilishi mumkinligini taxmin qilardi. Chorak asrdan keyin, ya'ni 1981 yili Sun'iy intellekt bo'yicha Kanadada bo'lib o'tgan xalqaro konferentsiyada birinchi uchrashuvning o'nta qatnashchisidan beshtasi qilingan bashoratlar o'ta optimistik bo'lganligini, muammolar esa anchagina murakkab ekanligini tan olishdi. Shunday bo'lsa-da bu yo'nalishda ko'pgina ilmiy va amaliy natijalarga erishilgani qayd etildi. Hozirgi kunda Sun'iy intellektni yaratish bo'yicha ilmiy ishlar ko'pgina davlatlarda olib borilyapti.

**Intellekt** — insonning tafakkur yuritish qobiliyati.

Sun'iy intellekt — inson intellektining ba'zi vazifalarini o'zida mujassamlashtirgan avtomatik va avtomatlashtirilgan tizimlar xususiyati.

Sun'iy intellekt shaxsning nisbatan barqaror bo'lgan, masalan, axborotni qabul qilish va undan ma'lum masalalarni hal qilishda foydalana olishi kabi aqliy qobiliyatini ifodalaydi.

Kompyuterda hal etilayotgan masalalar, hatto ayrimlari anchagina murakkab bo'lsada, intellektual hisoblanmaydi. Bu o'rinda maktabda bajariladigan arifmetik amallar intellektual emasmi, degan savol tug'iladi. Bu ifodada masalaga tegishli qandaydir noaniq element mavjud. Bu masalani yechishning aniq algoritmi noma'lumligi yoki mavjud emasligidadir. Qandaydir standart materiallar masalani yechish metodini bilmaydigan o'quvchi uchun javobni izlash, aniq aqliy mehnatni talab qiladigan intellektual amal hisoblanadi. Uslubni bilgan o'quvchi, ushbu turdagi masalani avtomatik ravishda echadi.

Lektsiyalar kursining asosiy mazmuniga kirishishdan avval «Sun'iy intellekt» (SI), umuman «intellekt» haqidagi tushunchani aniqlab olishimiz kerak. Bu tushunchani oddiy qoida asosida tushuntirish mumkindek tuyuladi, lekin biz buni qila olmaymiz. Chunki, hozircha «intellekt va SI haqida biron-bir aniq fikr yo'q. Bu tushunchani turli fan sohalarida ijod qiluvchi olimlarning talqin qilishlari turlicha, fikrlashlarida yakdillik yo'q. Shu sababli bu tushunchalarning mazmunini o'quvchiga tushuntirib berishga harakat qilamiz.

«Intellekt» so'zi lotincha «intellestuz» so'zidan kelib chiqkan bo'lib, u bilish (aniqlash), tushunish yoki fahmlash (aql) ma'nosini beradi.

«Intellekt» so'zini aniqlovchi, psixologlar to'zgan uchta tushunchani (katta sovet entsiklopediyasi va Vesterning amerika lug'atidan olingan) keltiramiz. Bu tushunchalar «intellekt» tushunchasi mazmunini aniqlash uchun yordam beradi.

Intellekt - fikrlash qobiliyati, ratsional bilish va shunga o'xshash. Umumiy holda esa fikrlash, shaxsni aqliy rivojlanishi sinonimi bo'lib xizmat qiladi. Intellekt (aql) - o'z xulqini sozlash yo'li bilan har qanday (ayniqsa yangi) holatga yetarli baho berish qobiliyati.

Intellekt - turmushdagi dalillar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tushunish qobiliyati. Bu qobiliyat belgilangan maqsadga erishishga olib boruvchi harakatlarni ishlab chiqish uchun kerak bo'ladi.

Yuqorida aniqlangan «intellekt» tushunchasidan shunday xulosa chiqarish mumkinki, ya'ni intellekt faqat insonlarga tegishli va odam aqliy qobiliyatining o'ziga xos o'lchovidir. Psixologlar shunday maxsus usullar yaratdilar, bu usullar yordamida tajriba orqali odamning intellektual (aqliy) darajasini aniqlash mumkin bo'ldi. Natijada shu narsa aniqlandiki, intellektning individual darajasi o'rtasidan surilishi (og'ishi) odamning fizik imkoniyatlari darajasi kabidir.

Agar o'rtacha aqliy qobiliyat 100 ball deb qabul qilinsa, u holda o'ta qobiliyatli insonlarda bu ko'rsatkich 150, 180; hattoki 200 ballga yetish mumkin. Shuni qayd qilish lozimki, evolyutsiya davrida intellekt birmuncha bir tekis, inqilobiy rivojlanish davridan toki zamonaviy inson intellekti paydo bo'lgunga qadar bo'lgan davrni bosib o'tgan.

Sun'iy intellekt tushunchasiga turlicha ma'no kiritish mumkin. Turli mantiq va hisoblash masalalarini yechuvchi EHMdagi intellektni e'tirof etishdan tortib, to insonlar yoki ularning ko'pchilik qismi orqali yechila oladigan masalalar majmuasini yechadigan intellektual tizimlarga olib boradigan tushunchagacha kiritish mumkin. SI tushunchasi boshidan va

shu kunga qadar olimlarning bu tushunchaga bo'lgan munosabati va ularning «sun'iy» so'ziga nisbatan kelishmovchiligi tufayli qarshiliklarga uchramokda. Masalan, Ukraina FA Kibernetika institutining sobiq direktori, marhum akademik V. M. Glushkov «Sun'iy idrok» so'zini qo'shtiraksiz ishlatgan. SSSR FA SI masalalari bo'yicha ilmiy yig'ilish raisi akademik G. S. Pospelov fikricha, SI haqida hech kanday so'z bo'lishi mumkin emas, ya'ni hozir ham, yaqin kelajakda ham «o'ylaydigan mashina» bo'lmaydi. SI tushunchasini o'zgartirish kech bo'ldi, - deb yozadi u. Bu narsa injener, matematik, EHM va elektronika bo'yicha mutaxassislar, psixolog, faylasuflarni birlashtiruvchi juda katta ahamiyatga ega bo'lgan ilmiy yo'nalish ekanligiga hech kimda shubha yo'q. U odamlarning maqsadi - kompyuterlarning maxsus programmali va apparatli vositalarini yaratish. Kompyuterning qobiliyati ijodiy natijalarni berib turishdan iborat.

SI tushunchasini aniq ta'riflash shuni taqozo qiladiki, bu ilmiy yo'nalish oyoqqa turish va rivojlanish bosqichidir. Bugungi kunga kelib, shu narsa ma'lum bo'ldiki, SI terminiga tabiatdagi jarayon va hodisalarni o'rganish (tadqiqot qilish) da insondagi ayrim intellektual qobiliyatlarni texnik jihatdan mujassamlashtirgan umumiy tushuncha deb qaramoq lozim.

SI ning asosiy masalasi HM larni foydaliroq qilish va intellekt asosida yotadigan printsiplarni tushunishdan iborat. Modomiki asosiy masalalardan biri HM larni foydaliroq qilish ekan, hisoblash texnikasi sohasidagi olim va injenerlar SI qiyin masalalarni hal qilishda ularga qanday yordam berishi mumkinligini bilishlari kerak.

Shunday qilib, masala qanday murakkab bo'lmasin, agar uni yechish cning aniq, uslubi (algoritmi) topilgan va mos dasturi ishlab chiqilgan bo'lsa, u ishni intellektual yoki haqiqatdan ijodiy hal qilingan deb hisoblasa bo'ladi. Komp'yuter uchun esa odatda bu ishning faqat mexanik amallarni bajarish qismi qoladi. Lekin bu barcha masalalarda ham emas.

Shunday vaziyatlar bo'ladiki, masalani yechish c algoritmi umuman topilmagan bo'lib, anchagina vaqt sarflaganda ham uni komp'yuterda yechib bo'lmaydi. Bunday masalalar kam emas. Bular qatoriga obrazlarni topish, shaxmat o'ynash dasturlarini yaratish, tarjimalarni avtomatlashtirish kabilarni kiritish mumkin.

Inson shunday masalalarga duch kelganda, u qandaydir yagona yechimni yoki samarali uslubni topishga intilmaydi, balki masalani yechish c jarayonida turli uslub va yo'l, axborot manbalaridan

foydalanishga harakat qiladi. U mantiqi, qonunlarini, matematik munosabatlar, murakkab masalani maydaroq masalalarga ajratish yo'llaridan yoki avval uchragan masalalarga o'xshash muloxaza qilishdan foydalanadi. Bir so'z bilan aytganda, bu o'rinda inson fikrlashining moslashuvchanligi va ko'p tomonlamaligi namoyon bo'ladi.

Sun'iy intellekt sohasidagi ishlar, asosan, Komp'yuterni hozircha kam egallagan uslub va usullardan samaraliroq foydalanishga «o'rgatish»dan iborat.

Hozirgi kunda bu sohada anchagina ishlar qilingan, ya'ni intellektual vazifalarni hal qiladigan dasturlar yaratilgan. Mutaxassislar yaratilgan dasturlarni aniqroq, bexato ishlaydigan qilib yaxshilash va ularni takomillashtirish ustida qizg'in ish olib borishmoqda.

Komp'yuterda muammoni echishning optimal varianti tanlanadi. Chunki optimal variant tanlanmasa va masala to'g'ridan-to'g'ri echiladigan bo'lsa, unga juda ko'p vaqt sarflashga to'g'ri keladi. Masalan, uyingizdan litseyga borishning bir necha varianti bo'lishi mumkin. Birinchi bor litseyga borayotganingizda eng yaqin yo'lni topish uchun, albatta, yordamga muxtoj bo'lasiz.

Bunday masalalarda umumiy o'xshashlik bor — ularni tasodifiy izlash uslugi yordamida yechiladi. Yechish cning variantlari esa, eksponentsial ravishda ortib boradi. Demak, ko'p sondagi yechimlar ichidan eng qulayini topish asosiy muammo bo'lib qoladi va bu masalaning yechimi optimal variantni tanlashni taqozo etadi.

Komp'yuterlarning paydo bo'lishi va dasturlar yordamida masalalarni yechish bilishni yangi turlarining kelib chiqishiga sabab bo'ldi. Intellektual tizimni bunday turlardan biri sifatida ko'rsatish mumkin. Intellektual tizimning asosiy printsiipi shundaki, biror masalani yechishda insonning mantiqiy fikrlash usulidan foydalaniladi.

Murakkab masalalarning yechimini izlashda inson ma'lum qonuniyatlarni bilishga asoslanadi. U matematik teoremlar yoki amaliyotdan olingan qoidalardan foydalanadi, murakkab masalalarni sodda masalalarga ajratadi va boshqa usullarni tatbiq etadi.

Umuman, intellektual tizimning asosiy vazifasiga to'plangan bilimlar omborini tatbiq etish va undan foydalangan holda murakkab masalalarni echishning optimal yo'llarini izlash hamda yechimini topish kiradi.

Bilimlar omborini unda qo'llaniladigan interfeysga ko'ra shartli ravishda uchga ajratish mumkin.

*Birinchi*—intellektual axborotli izlash tizimlari. Bu tizim orqali ish joyidan turib bilimlar omboridan kerakli axborotni izlash va tarmoq kutubxonalaridan foydalanishi mumkin.

*Ikkinchi. si* — hisoblash - mantiqiy tizimlar. Ular yordamida modellarning murakkabligiga qaramasdan boshlang'ch ma'lumotlar asosida boshqarishning ilmiy masalalarini rejalashtirish va loyihalashtirish masalalarini hal qilish mumkin.

*Uchinchi* — ekspert tizimlar.

### 1.1. Ekspert tizimlar

**Ekspert tizimlar** — xulosa chiqarish qoida va mexanizmlari yig'indisiga ega bo'lgan bilimlar omborini o'z ichiga olgan Sun'iy intellekt tizimi.

Intellektual axborotli izlash tizimlari muloqotni tabiiy tilga juda yaqin ko'rinishda olib borish imkonini beradi.

Hisoblash - mantiqiy tizimlar esa dasturlarni to'plashni tashkillashtirish printsipiga asoslangan.

Intellektual interfeysning asosiy yutuqlariga bilimlar omborining keng tarqalishi, ma'lumotlarning dasturlardan ajratilishi va komp'yuter bilan ishlashda muloqotning yangi tartibi hosil bo'lganligi kiradi.

Intellektual interfeysni boshqacha nom bilan ham atash mumkin. Masalan, foydalanuvchi interfeysi YOKI foydalanuvchi muhiti (vositasi).

#### Qo'llanilish sohasi

SI ning qo'llanilish sohaslariga quyidagilar kiradi:

1. Teoremlarni isbotlash;
2. O'yinlar;
3. Tasvirlarni tanish;
4. Qaror qabul qilish;
5. Adaptiv (moslashuvchan) dasturlash;
6. Mashinada musiqalarini bastalash;
7. Tabiiy tilda ma'lumotlarni qayta ishlash;
8. O'qituvchi to'rlar (neyroto'rlar);
9. Og'zaki kontseptual o'qitish.

Kamchiliklari;

1. Barqaror emas
2. Qiyin o'tkazuvchi (ifodalovchi)
3. Qiyin hujjatlashtiriluvchi
4. Oldindan aytib bo'lmaydigan
5. Qimmatli

Ustunliklari;

1. Doimiy
2. Oson ifodalanuvchi
3. Oson hujjatlashtiriluvchi
4. Doim bir xil
5. Maqbul

Sun'iy intellektni kelajakda qo'llash sohasidagi rejalar: qishloq xo'jaligida kompyuterlar ekinlarni zararkunandalardan himoya qilishi, daraxtlarni kesish va tanlash xususiyatiga asoslanib parvarishlashni ta'minlashi kerak. Tog' sanoatida kompyuterlar insonlar uchun o'ta xavfli bo'lgan sharoitlarda ishlashi kerak. Ishlab chiqarish sohasida HM lari yig'ish va texnik nazoratning turli xil masalalarini bajarishi kerak. Tashkilotlarda HM lari jamoa va alohida xodimlar uchun jadval tuzish, yangiliklar haqida ma'lumot berish bilan shug'ullanishi kerak. O'quv yurtlarida HM lari talabalar yechadigan masalalarni ko'rish, undagi xatolarni izlash va ularni bartaraf qilish masalalarini hal qilishi kerak. Ular talabalarni hisoblash tizimlarining xotirasida saqlanadigan superdarsliklar bilan ta'minlashlari kerak. Kasalxonalarda HM lari be'morlarga tashxis qo'yish, ularni kerakli bo'linga yuborish va davolash davomida ularni nazorat qilishlari kerak. Uy ishlarida HMLari ovqat tayyorlash, mahsulot harid qilish bo'yicha maslahatlar berish, uyning va bog'dagi gazonlarning holatini nazorat qilishi kerak. Albatta ayni vaqtda bularning hech qaysisini amalga oshirish imkoni yo'q, lekin SI sohasidagi tadqiqotlar ularni amalga oshirish imkonini berishi mumkin.

### 1.2. Sun'iy intellekt sohasidagi ishlar rivojlanishining qisqacha tarixiy sharhi

XX asrning 90 yillari bir qancha fan sohalari bo'yicha maxsus dasturlarni yaratish uchun katta xajmli yuqori sifatli maxsus bilimlarni qo'llanishi bilan harakterlanadi.

XX asrning 90-yillari boshlarida butunlay yangi konsepsiya qabul qilindi. Intellektual dasturni tuzish uchun, izlanish fan sohasining yuqori sifatli maxsus bilimlari bilan ta'minlash kerak. SHuning uchun loyihalashtirilaëtgan SI tizimi yuqori bosqisdagi bilimlari bazasiga ega bo'lishi kerak. Hozirgi vaqtda eng ko'p tarqalgan konsepsiya bu ekspert tizimlarini (ET) loyihalashtirishdir.

SI sohasidagi tadqiqotlarning boshlanishini (50 yillar oxiri) Nyuell, Sayman va shoularning turli xil masalalarni yechish jarayonlarini tadqiq qilish ishlari bilan bog'lashadi. Ular ishining natijasi mulohazalar

hisobidagi teoremlarni isbotlashga mo'ljallangan «MANTIQCCHI-NAZARIYOTCHI» va «UMUMIY MASALA YECHUVCHI» dasturlari bo'ldi. Bu ishlar SI sohasidagi tadqiqotlarning birinchi bosqichini boshlab berdi. Bu tadqiqotlar masalalarni yechish cda turli xil evristik usullarni qo'llashga asoslangan dasturlarni ishlab chiqish bilan bog'liq bo'lgan.

Evristik usul bu holda insonning fikrlashiga umuman xos bo'lgan, ya'ni masalani yechish c yo'lini uni keyinchalik tekshirishga o'xshash holda qaralgan. EHMlarda qo'llanilgan algoritmik usul unga qarshi qo'yilgan bo'lib, bu usul deterministik tarzda natijaga olib keluvchi berilgan qadamlarning mexanik tarzda bajarilishini amalga oshirgan. Evristik usullarning alohida inson faoliyati kabi talqin etilishi SI terminining paydo bo'lishi va tarqalishiga sabab bo'ldi. Suhnday qilib o'zlarining dasturlarini tavsiflashda N'yuell va Sayman dalil sifatida shuni ta'kidlashdiki, ularning dasturlari inson fikrlashini (tafakkurini) modellashtirar ekan. 70 yillar boshida ular bunga o'xshash ko'plab ma'lumotlarni chop etishdi va fikrlashni (tafakkurni) modellashtiradigan dastur tuzishning umumiy metodikasini taklif etishdi. N'yuell va Saymanning ishlari ko'pchilikni jalb qilgan bir paytda Massachusets texnologiya instituti, Stenford universiteti va Stenford tadqiqotlar institutida SI sohasidagi tadqiqotchilar guruhi shakllandi. Nyuell va Saymanning oldingi ishlariga qarshi ravishda bu tadqiqotlar formal matematik tushunchalarga tegishli edi. Bu tadqiqotlarda masalani yechish yo'li matematik va belgilar mantiqi asosida rivojlandi. Inson tafakkurini modellashtirishga ikkinchi darajadagi kabi ahamiyat berildi.

SI sohasini tadqiq etishda Robinsonning rezolyutsiyalar usuli katta ta'sir etdi. Bu usul predikatlar mantiqidagi teoremlarni isbotlashga asoslangan va isbotlashning mukammal usuli hisoblangan. Bunda SI iborasini tavsiflash muhim o'zgarishga uchradi. SI sohasidagi tadqiqotlarning maqsadi «Inson masalalari»ni yechadigan dasturlarni yaratish bo'ldi. O'sha davrning SI sohasidagi ko'zga ko'ringan tadqiqotchilaridan biri R. Benerdji 1969 yil Suhnday yozgan:

«Odatda Sun'iy intellekt deb nomlangan tadqiqot sohasini, yaqin kunlarga faqat inson hal qila oladigan masalalarni yecha oladigan mashinalarni analiz va konstruktsiya qilishning usul va vositalari yig'indisi sifatida qarash mumkin. Bunda tezlik va samaradorligi bo'yicha mashinalar inson bilan tenglasha olishi kerak».

SI usullarini rivojlantirishning birinchi bosqichida turli xil o'yinlar, boshqotirmalar va matematik masalalar tadqiqot maydoni hisoblangan. SI to'g'risidagi adabiyotlarda bu masalalarning ba'zilar klassik masalalar

bo'lib qoldi. Bunday masalalarni tanlash ularning oddiyligi, masalaning aniq qo'yilishi, ularning unchalik murakkab emasligi va masalani yechish c uchun «qism usul» ni tanlash, hattoki, Sun'iy ravishda qurish mumkinligi bilan bog'liq. 60-yillar oxiriga kelib bunday tadqiqotlar juda rivojlandi. Shu davrga kelib bu tadqiqotlarni Sun'iy muhitlarda emas, balki real muammoli muhitlarda qo'llashga harakatlar qilingan. SI tizimlarining real dunyoda ishlashini tadqiq qilish integral robotlarni yaratish masalasiga olib keldi. Bunday ishlarning o'tkazilishini SI ustidagi tadqiqotlarning ikkinchi bosqichi deyish mumkin. Stenford universiteti, Stenford tadqiqotlar instituti va boshqa bir qancha joylarda laboratoriya sharoitida ishlaydigan robotlar yaratilgan. Bunday tajribalarning o'tkazilishi bir qancha muammolarni hal qilishni talab qildi. Bunday muammolarga bilimlarni tasvirlash, ko'rish orqali idrok etish, robotlar bilan tabiiy tilda muloqot qilish mummolari kiradi. Bu muammolar 70 yillar o'rtalarida tadqiqotchilar oldiga yanada aniqroq ifodalangan muammolarni qo'ydi. Bu davr SI tizimlarini tadqiq etishning uchinchi bosqichi edi. Uning karakterli tomoni tadqiqotchilarning diqqat markazini oldiga qo'yilgan masalani real muhitda o'zi yechadigan, avtonom (alohida) ishlaydigan tizimni yaratishdan, inson intellektini va HM ning imkoniyatlarini birlashtiradigan inson-mashina tizimlarini yaratishga ko'chirish va buning natijasida umumiy maqsadga erishish - integrallari inson-mashina yechuvchi tizimining oldiga qo'yilgan masalani yechish edi.

Bunday ko'chirish ikkita sababga ko'ra kelib chiqdi:

1. Bu vaqtda shu narsa aniqlandiki, integral robot real vaqtda ishlaganda hatto eng oddiy ko'ringan masalani ham maxsus shakllangan muammoli muhitda tajribaviy masalalarni yechish uchun yaratilgan usullar yordamida yechib bo'lmas edi;

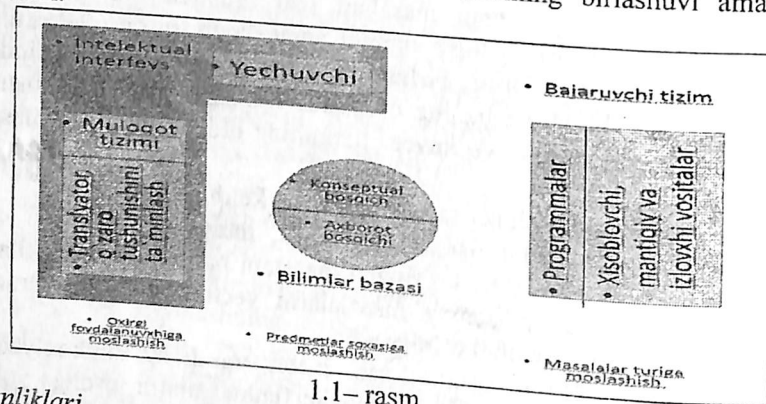
2. Bir - birini to'ldiradigan inson va EHM imkoniyatlarini birlashtirish, EHMga mumkin bo'lmagan funktsiyalarni insonga yuklash orqali murakkab tomonlarni chetlab o'tish mumkinligi aniq bo'ldi. Mashina yordamida yechish c usullarini yaratish emas, balki butun masalani yechish c jarayonida inson va HM ning birgalikdagi harakatini ta'minlaydigan usullar va vositalarni yaratish oldingi o'ringa chiqdi.

Sun'iy intellekt tizimlarining bu yo'nalishda rivojlanishiga hisoblash texnikalarini ishlab chiqarishning o'sishi va ularning arzonlashishi sabab bo'ldi.

### 1.3. Sun'iy intellekt tizimlarini qo'llashning funksional strukturasi

Bu struktura uchta hisoblash vositalari majmuasidan tashkil topgan. Birinchi majmua masalani samarali yechish nuqtai nazaridan loyihalangan dasturni bajaruvchi vositalar majmuidan tashkil topgan, ba'zi hollarda muammoli yo'nalishga ega. Ikkinchi majmua - keng doiradagi foydalanuvchilar talablariga tez moslashuvchi strukturaga ega bo'lgan intellektli interfeys vositalari majmui. Uchinchi vositalar majmui birinchi ikki majmuaning o'zaro aloqasini ta'minlaydigan bilimlar bazasi hisoblanadi. Bajaruvchi tizim shakllangan dasturni bajarishni ta'minlaydigan barcha vositalar majmuini birlashtiradi. Intellektli interfeys - dasturiy va qurilmaviy vositalar tizimi bo'lib, foydalanuvchilar uchun ularning kasbiy faoliyatida vujudga keladigan masalalarni hal qilishda kompyuterni qo'llashni ta'minlaydi.

Bilimlar bazasi - boshqa komponentalarga nisbatan markaziy o'rinni egallaydi. Chunki bilimlar bazasi orqali masalani yechish cda ishtirok etadigan hisoblash tizimlari vositalarining birlashuvi amalga oshiriladi.



1.1- rasm

#### Ustunliklari

1. Ijod qiluvchi
2. Moslashuvchan
3. Hissiy idrokdan foydalanadi
4. Har tomonlama
5. Keng qamrovli bilimdan foydalanadi

#### Kamchiliklari

1. Sun'iyoldindan dasturlashtirilgan
2. Aytib turish kerak

3. Belgili idrokdan foydalanadi

4. Tor yo'nalishli

5. Maxsus bilimdan foydalanadi

Bu tizimlarni afzalliklari va kamchiliklarini tahlil qilib, inson ekspert asosiy afzalliklari, u ko'p sohada, masalan, ijodkorlikda, topqirlikda, ma'lumot uzatishda va umuman mazmunan SI dan ustunlikka ega.

Intelekt - bu maqsadga erishishda zarur bo'ladigan faktlar va metodlar to'plamidan iborat. Maqsadga erishish - bu faktlarga zaruriy qoidalarni qo'llashdan iborat.

Misol. Fakt 1. Yonayotgan plita - issiq.

Qoida 1. Agar qo'lni yonayotgan plitaga tekkizilsa, u holda kuyish mumkin.

Sun'iyintelekt tizimi rivojlanishining quyidagi bosqichlarini ko'rib chiqishimiz mumkin:

1. XX asrning 70 yillari masalalarni echish metodlarini izlash va ularni universal dasturlarni qurishda foydalanish bilan karakterlanadi.

2. XX asrning 80 yillari axborotlarni tasavvur qilishning umumiy metodlarini izlashga va ularni maxsus dasturlarga qo'llash usullarini qidirish bilan karakterlanadi.

3. XX asrning 90 yillari bir qancha fan sohalari bo'yicha maxsus dasturlarni yaratish uchun katta hajmli yuqori sifatli maxsus bilimlarni qo'llanishi bilan karakterlanadi.

XX asrning 90-yillari boshlarida butunlay yangi konsepsiya qabul qilindi. Intellektual dasturni tuzish uchun, izlanish fan sohasining yuqori sifatli maxsus bilimlari bilan ta'minlash kerak. Shuning uchun loyihalashtirilayotgan SI tizimi yuqori bosqisdagi bilimlari bazasiga ega bo'lishi kerak. Hozirgi vaqtda eng ko'p tarqalgan konsepsiya bu ekspert tizimlarini (ET) loyihalashtirishdir.

Ta'rif. Ma'lum fan sohasidagi sun'iy intellekt tizimi ekspert deb ataladi.

ET - bu aniq fan sohasidagi mutaxassislarning bilimlari to'plovchi va kam ixtisoslashgan foydalanuvchilarga konsultatsiya uchun empirik tajribasini tirajlashtiruvchi (nuxsasi yozish) murakkab dasturlar kompleksi.

ET uchun bilimlarni qabul qilishda shu fan sohasidagi ekspertlar xizmat qiladi.

Ularning asosiy xususiyatlari:

1. ET masalani echish uchun yuqori sifatli tajriba va bilimni qabul qiladi;



2. ETdagi bilimlar doim to'planib va yangilanib boriladi;
3. ET oldindan aytib berish qobiliyatiga ega bo'ladi.
4. ET ishchilarga va mutaxassislariga o'quv qo'llanmasi sifatida foydalanilishi mumkin.

ETni loyihalashda va ishlab chiqish jarayonida quyidagi qatnashuvchilarni aytib o'tish mumkin:

1. ETni loyihalash instrumental muhitini ishlab chiquvchilar;
2. ETni yaratishdagi instrumental muhit(IM);
3. ETning o'zi;
4. Ekspert;
5. Bilimlar injeneri va bilimlar bazasi(BB) administratori;
6. Foydalanuvchi.

Bilimlar injeneri – bu SI tizimini ishlab chiqishdagi ko'nikmaga ega va ETni qanday tuzishni biladigan odam. U ekspertdan so'raydi va BBdagi bilimlarni tashkillashtiradi.

Instrumental muhitni loyihalashga ET dasturlash tili va qo'llab quvvatlovchi muhit(u orqali foydalanuvchi ET bilan o'zaro ta'sirlashadi)dan iborat.

ET qatnashuvchilarining o'zaro aloqasi.

ET asosligini qarab chiqamiz, inson tafakkurini va SI tizimini solishtirish.

Inson tafakkur tizimi;

SI tizimi;

Kamchiliklari:

1. Barqaror emas;
2. Qiyin o'tkazuvchi (ifodalovchi);
3. Qiyin hujjatlashtiriluvchi;
4. Oldindan aytib bo'lmaydigan;
5. Qimmatli;

Ustunliklari

1. Doimiy;
2. Oson ifodalanuvchi;
3. Oson hujjatlashtiriluvchi;
4. Doim bir xil;
5. Maqbul;

Ustunliklari

1. Ijod qiluvchi;
2. Moslashuvchan;
3. Hissiy idrokdan foydalanadi;

4. Har tomonlama;

5. Keng qamrovli bilimdan foydalanadi;

Kamchiliklari

1. Sun'iyoldindan dasturlashtirilgan;
2. Aytib turish kerak;
3. Belgili idrokdan foydalanadi;
4. Tor yo'nalishli;
5. Maxsus bilimdan foydalanadi;

Bu tizimlarni afzalliklari va kamchiliklarini tahlil qilib, inson ekspert asosiy afzalliklari, u ko'p sohada, masalan, ijodkorlikda, topqirlikda, ma'lumot uzatishda va umuman mazmunan SIDan ustunlikka ega.

Ishlab chiqaruvchi;

Ekspert IT loyihalashtirish injener bilimi ET foydalanuvchi qurish;

Foydalanyapti, so'rayapti, ishlab chiqish aniqlashtirish;

ET terminologiyasi

ETda ishlatiladigan asosiy atamalarni ko'rib chiqamiz:

Algorit – bu optimal echim olishni ta'minlaydigan formal protsedura.

Bilimlar bazasi – bu ETning soha bilimidan iborat qismi.

Dispatcher – bu bilimlar bazasidan qachon va qay tartibda qoidalarni qabul qilishni boshqarib turadigan mexanizm qismi.

Bilim – bu dasturda ishlatiladigan intellektual axborot.

Interpreter – bu soha bilimini qaysi shaklda qabul qilishni boshqaradigan mexanizm qismi.

Qaror mexanizmi – bu masalalarni echish jarayonlarini umumiy sxemasini o'zida mujassamlashtirgan ETning qismi.

Ishonchlilik koeffitsienti – bu berilgan faktlar va qoidalarni aniq hisoblash ehtimoli yoki ishonchlilik darajasi belgilaydigan son.

Qoida – bu bilimni quyidagi formal shaklda berilishi: AGAR <shart>, U holda <harakat>.

Ekspert tizim – bu oldidan mo'ljallab qo'yilgan va boshqa bilimlardan ajratilgan soha bilimlariga asoslangan dastur.

Evrastika – fan sohasidagi echim izlashni cheklaydi yoki soddalashtiradigan qoida.

Semantik tarmoq – bu bilimlarni graf shaklida ko'rsatuvchi metod, unda uch qismlari ob'ektlarni, yo'lar esa uning xususiyatlarini bildiradi.

Slot – bu ob'ekt xususiyati atributi tavsifi.

ETni tashkillashtirilgan strukturasi.

ET asosida BB yotadi. Bu erda bilim faktlar va qoidalarning o'zaro bog'liq shaklda qabul qilinadi, xoh ular to'g'ri bo'lsin, xoh noto'g'ri yoki qaysidir darajada ishonchlilikka ega bo'lsin.

ETda ko'p qoidalar, masalan, empirik yoki tajribali qoidalar yoki soddalashtirish, evristika bo'ladi.

ET evristikani ishlatishga majbur, chunki bu erda echiladigan masalalar odatda qiyin bo'ladi va oxirigacha tushunib bo'lmazligi, matematik yozuvga tushmasligi mumkin.

Fan sohasi haqida saralab olingan bilimlar bazaviy bilimlar, masalani echishda qaror qabul qilishda ishlatiladiganlari esa umumiy bilimlar deyiladi. Shunday qilib, ETdagi BB faktlar va qoidalardan iborat bo'ladi, qaror qabul qilish mexanizmida esa yangi bilimlar uchun qoidani qanday shaklda qabul qilishni aniqlashtiruvchi interpretator va bu qoidalarni qanday tartibda qabul qilishni o'rnatuvchi dispatcher bo'ladi.

ETning tashkillashtirilgan sxemasini quyidagi shaklda tasvirlash mumkin:

BB (fan sohasidagi bilimlar);

Faktlar;

Qoidalar;

Interpretator;

Dispatcher;

Chigari mexanizmi (masala echilishidagi umumiy bilimlar);

Oddiy axborotni qayta ishlovchi dasturlardan ETning farqli tomonlari:

1. An'anaviy komp'yuter dasturlari – ixtiyoriy qo'yilgan masalaga ular doim bir xil jarayonlar ketma-ketligida yondashishadi; ET har bir qo'yilgan masalaga xususiy echim daraxtini quradi.

2. ET ixtiyoriy simvulli ifodani (masalan, konseptual, makon va zamon munosabatlari) qayta ishlaydi. Agar oddiy dasturlarda maqsad – sonli qiymatlarni hisoblash, o'zgarishlarni to'plash va xotiradan chiqarish bo'lsa, ET uchun maqsad – ob'ektlar va hodisalar oqimini kuzatishda oldindan asosli ko'rsatmalar va tavsiyalar berishdan iborat.

3. Agar an'anaviy dasturlar matematik qoidalardan kelib chiqsa, ET ishlashi esa belgilarni qayta ishlashga va evristik mulohazalarga asoslanadi.

ET inson tafakkurini, aniqlangan muammolarning faraz qilingan echimlarini imitatsiya qiladi, keyin ulardan eng mos, to'g'ri keladiganini tanlaydi. Bunda eng oldin keraksiz echimlarni tashlab yuboriladi. Bundanda ko'proq, u egallangan sub'ektiv bilimlarga bog'liq bo'lmagan

tarkibiy tuzilishidan foydalanadi, tadqiq qilingan inson tizimini hayotiy muammolar echimiga ekspertiza o'tkazilishini qabul qilinadi. Muammolarni turli tomondan qarashni tizimli tahlili tufayli, u shundaygina to'g'ri keladigan emas, balki eng yaxshi echimni beradi. ET butunlay insoniy ekspertizaga bog'liq.

#### Takrorlash uchun savollar:

1. Sun'iyintelektni ta'riflang?
2. Ekspert tizimi nima?
3. Bilimlar muhandisining vazifalari?
4. ET loyihalashining instrumental muhitiga nimalar kiradi?
5. Ekspert tizimlarining oddiy dasturlardan farqlari?

## II Bob. «Sun'iy intellekt» faninig mazmuni, predmeti va metodi.

### Sun'iy intellekt haqida umumiy tushunchalar

Sun'iy intellekt haqidagi tasavvur va bu sohadagi izlanishlar — «aqliy mashinalar» ishlab chiqarishga ilmiy yondoshish birinchi bo'lib Stanford universitetining (AQSH) professori Djon Makkarti tashabbusi asosida 1956 yili tashkil topgan ilmiy tugarakda paydo bo'ldi [24,34].

Bu tugarak tarkibiga Massa Chuset (AQSH) texnologiya oliygohi «Elektronika va hisoblash texnikasi» kulliyotining faxriy professori Marvin Minskiy, «masalalarni universal hal qiluvchi» va «mantiqiy nazariyotchi» intellektual (aqliy) programmalar bunyodkori — kibernetik Allen Nbyuell va Karnegi-Mellen dorilfununining (AQSH) mashhur psixologi Gerbert Seyman, hisoblash texnikasining ko'zga ko'ringan mutaxassisleri Artur Semuelb, Oliver Selfridj, Manshenon va boshqalar kirar edilar. Aynan shu tugarakda «Sun'iy intellekt» tushunchasi paydo bo'ldi.

Ma'ruzaning asosiy mazmuniga kirishishdan avval «Sun'iy intellekt» (SI), umuman «intellekt» haqidagi tushunchani aniqlab olishimiz kerak. Bu tushunchani oddiy qoida asosida tushuntirish mumkindek tuyuladi, lekin biz buni qila olmaymiz. Chunki, hozircha «intellekt» va «SI» haqida biron-bir aniq fikr yo'q. Bu tushunchani turli fan sohalarida ijod qiluvchi olimlarning talqin qilishlari turlicha, fikrlashlarida yakdillik yo'q. Shu sababli bu tushunchalarning mazmunini o'quvchiga tushuntirib berishga harakat qilamiz.

«Intellekt» so'zi lotincha «intellectus» so'zidan kelib chiqqan bo'lib, u bilish (aniqlash), tushunish yoki fahmlash (aql) ma'nosini beradi.

«Intellekt» so'zini aniqlovchi, psixologlar to'zgan uchta tushunchani (Katta sovet entsiklopediyasi va Vesterning amerika lug'atidan olingan) keltiramiz. Bu tushunchalar «intellekt» tushunchasi mazmunini aniqlash uchun yordam beradi.

Intellekt — fikrlash qobiliyati, ratsional bilish va shunga o'xshash. Umumiy holda esa fikrlash, shaxsni aqliy rivojlanishi sinonimi bo'lib xizmat qiladi.

Intellekt (aql) — uz xulqini sozlash yo'li bilan har qanday (ayniksa yangi) holatga etarli baho berish qobiliyati.

Intellekt — turmushdagi dalillar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tushunish qobiliyati. Bu qobiliyat belgilangan maqsadga erishishga olib boruvchi harakatlarni ishlab chiqish uchun kerak bo'ladi.

Yuqorida aniqlangan «intellekt» tushunchasidan suhnday xulosa chiqarish mumkinki, ya'ni intellekt faqat insonlarga tegishli va odam aqliy qobiliyatining o'ziga xos o'lchovidir. Psihxologlar shunday maxsus usullar yaratdilar, bu usullar yordamida tajriba orqali odamning intellektual (aqliy) darajasini aniqlash mumkin bo'ldi. Natijada shu narsa aniqlandiki, intellektning individual darajasi o'rtasidan surilishi (og'ishi) odamning fizik imkoniyatlari darajasi kabidir.

Agar o'rtacha aqliy qobiliyat 100 ball deb qabul qilinsa, u holda o'ta qobiliyatli insonlarda bu ko'rsatkich 150, 180, hattoki 200 ballga etish mumkin. Amerikalik shahmatchi, jahon eks-chempioni Robert Fisherning bu ko'rsatkichi 187 ball bo'lgan, XIX asr yarmida yashagan angliyalik mantiqchi Djon Styuart Mill uch yoshidayoq qadimgi yunon tilida gapira olgan va uning ko'rsatkichi 190 ballgacha borgan.

Shuni qayd qilish lozimki, evolyutsiya davrida intellekt birmuncha bir tekis, inqilobiy rivojlanish davridan toki zamonaviy inson intellekti paydo bulgunga qadar bo'lgan davrni bosib o'tgan.

Intellektning evolyutsion rivojlanishi berilgan bosqichdan birmuncha yuqori printsipial, a'lo darajadagi tashkil topgan bosqichga o'tish bilan davom etadi. Shuning uchun jamiyatning turli rivojlanish bosqichlarida yashagan insonlarning intellektini bir-biriga solishtirib bo'lmaydi.

«Sun'iy intellekt» tushunchasiga turlicha ma'no kiritish mumkin. Turli mantiq va hisoblash masalalarini echuvchi kompyuterdagi intellektni e'tirof etishdan tortib, to insonlar yoki ularning ko'pchilik qismi orqali echiladigan masalalar majmuasini echadigan intellektual tizimlarga olib boradigan tushunchagacha kiritish mumkin.

«SI» tushunchasi boshidan va shu kunga qadar olimlarning bu tushunchaga bo'lgan munosabati va ularning «sun'iy» so'ziga nisbatan kelishmovchiligi tufayli qarshiliklarga uchramoqda. Masalan, USSR FA Kibernetika institutining sobiq direktori, marhum akademik V. M. Glushkov «Sun'iy idrok» so'zini qo'shtirnoqsiz ishlatgan. Rossiya FA «SI» masalalari bo'yicha ilmiy yig'ilish raisi akademik G. S.Pospelov fikricha, «SI» haqida hech qanday so'z bo'lishi mumkin emas, ya'ni hozir ham, yaqin kelajakda ham «uylaydigan mashina» bo'lmaydi. «SI» tushunchasini o'zgartirish kech bo'ldi, - deb yozadi u. Bu narsa injener, matematik, kompyuter bo'yicha mutaxassislar, psixolog, faylasuflarni birlashtiruvchi juda katta ahamiyatga ega bo'lgan ilmiy yo'nalish ekanligiga xech kimda shubha yo'q. U odamlarning maqsadi —

kompyuterlarning maxsus programmali va apparatli vositalarini yaratish. Kompyuterning qobiliyati ijodiy natijalarni berib turishdan iborat».

«SI» tushunchasini aniq ta'riflash shuni taqozo qiladiki, bu ilmiy yo'nalish oyoqqa turish va rivojlanish bosqichidir. Bugungi kunga kelib, shu narsa ma'lum bo'ldiki, «SI» terminiga tabiatdagi jarayon va hodisalarni o'rganish (tadqiqot qilish) da insondagi ayrim intellektual qobiliyatlarni texnik jihatdan mujassamlashtirgan umumiy tushuncha deb qaramoq lozim.

Sun'iy intellekt borasida ohirgi 30 yil ichida olib borilayotgan tadqiqotlarni shartli ravishda uch bosqichga bo'lish mumkin. Birinchi bosqichda (50-yillarning oxiri) olimlarning harakati evristik (mutaxassisning tajribasi asosida) izlash nazariyasini yaratishga va faoliyat yoki intellekt darajasiga tegishli bo'lgan «masala echuvchilar»ni yaratish bo'yicha muammoni hal qilishga qaratilgan. Tadqiqot uchun instrument (asbob) bo'lib EHM xizmat qilgan, har xil o'yinlar, oddiy musiqa asarlari, matematik masalalar o'ylab topilgan. Shunga o'hshash masalalarni tadqiqot uchun tanlash, muammo muhit (bunday muhitda masalani echish tarmoqlanadi)ning oddiyligi va aniqligini, etarli darajada oson tanlab olish imkoniyatini va «usulga qarab » Sun'iy konstruksiyani tuzishni talab qiladi. Bu yo'nalishda bir qancha yutuqlarga erishildi. Xususan shahmat programmalar hozir juda yuqori takomilga etkazildi.

Bu programmalar uchun tanlab olish karakterli bo'lib, odatda teoremlarni isbotlash jarayoni, uyinning ketishi va hokazolar juda katta sonli imkoniyatlardan tanlanadi. Har bir masalani echish — maqsadga erishishda istiqboli bo'lmagan imkoniyatlarni shartta olib tashlash va istiqbollilarini ajratib olish evristik usul (algoritm) larning takomillashganiga bog'liq. Lekin bunday mohiyat asosida A. Nbyuell va G. Saymon tomonidan yaratilgan «universal masalalar echuvchi»ni yaratishga bo'lgan urinish bexuda ketdi, chunki evristik algoritmlar har bir masalaning xususiyatiga kuchli darajada bog'liq.

Asosiy qiyinchiliklar masalani echish uchun yaratilgan usullarni Sun'iy muhitlarda emas, balki xaqqoniy muhitda qo'llashga urinish jarayonida sodir bo'ldi. Bu qiyinchiliklar tashki dunyo to'g'risidagi bilimlarni ifodalash muammolari bilan, bu bilimlarni saqlashni tashkil qilish va ularni etarli darajada izlash, EHM xotirasiga yangi bilimlarni kiritish hamda eskirib kolganlarini olib tashlash, bilimlarning to'laligi va bir-biriga zidligini tekshirish va shunga o'hshash lar bilan bog'liq. Ko'rsatilgan muammolar bugungi kunda ham to'la echilmagan, lekin

hozirgi paytga kelib shu narsa ravshan bo'lib qoldiki, muammolarni echish — samarali Sun'iy intellekt tizimsini yaratishning kaliti ekan.

Ikkinchi bosqichda asosiy e'tibor (60-yillarning oxiridan to 70 yilgacha) intellektual robotlar (real uch o'lchovli muhitda mustakil xolda harakat qiladigan va yangi masalalarni echadigan robotlar) ko'rishga qaratildi.

Bu borada «intellektual» funktsiyalarning kerakli doirasi: maqsadga yo'naltirilgan hulq (holat)ni ta'minlash, tashki muhit to'g'risidagi axborotlarni qabul qilish, harakatlarni tashkil etish, o'qitish, odam va boshqa robotlar bilan muloqotni uyushtirish tadqiq qilindi va amalga oshirildi. Masalan, robotlarda maqsadga yo'naltirilgan hulq (holat)ni ta'minlash uchun ular atrof-muhit haqida bilimlar majmuasiga ega bo'lishi zarur. Bu bilimlar robotga tashki muhit modeli ko'rinishida kiritib quyilishi lozim. Robotning tashki muhit modeli — bu o'zaro boglangan ma'lumotlar yigindisi bo'lib, bu ma'lumotlar moe sinfdagi masalalarni echish uchun kerak. Robotning bilimlar tizimiga muhitning «fikrdagi» o'zgarishini qayta ishlab chiqarish va shu asosda navbatdagi masalani echishga imkon beruvchi algoritmlar hamda bu rejani bajarilishini va oldindan rejalashtirilgan harakatlarning kutilayotgan natijalarini nazorat qiluvchi algoritmlar kiritilishi kerak. Demak, intellektual robotlar bilimlar manbaiga ega bo'lishi shart. Bu bilimlar manbaida bilimlar va maxsus blok («reja tuzuvchi») saqlanadi. «Reja tuzuvchi» blokning zimmasiga robotning harakati programmasini tuzish yuklangan. Bu harakat programmasi robot tomonidan qabul qilinadi va robotning sensor (kurish vositasi) tizimi orqali kuzatiladi. Robotning ish jarayonida «echuvchi blok» bo'lishi kerak. Bu blok robotning harakati to'g'risidagi echimni qabul qiladi. Har ikkala blok bilimlar manbaida saqlanuvchi bilimlar asosida ishlaydi.

Bu bosqichda ayrim muammolar aniqlandiki, intellektual robotlar yaratishda ularni hal etish zarur. Suhnday muammolarga faoliyat kursatadigan muhit haqidagi bilimlarni tasavvur etish, ko'z bilan ko'rganlarni o'zlashtirish, o'zgaruvchan muhitda robotlar hulqi (holati)ning murakkab rejalarini tuzish va robotlar bilan tabiiy tilda muloqotda bo'lish kiradi.

Uchinchi bosqichda (70- yillarning oxiridan boshlab) tadqiqotchilarning e'tibori amaliy masalalarni echish uchun mo'ljallangan intellektual tizimlarni yaratish muammolariga qaratildi.

Har qanday intellektual tizim, uning qaerda qo'llanishiga bog'liq bo'lmagan xolda, odam-mashina tizimidir. Mashina sifatida EHM

ishlatiladi. Tizimning vazifasi — oxirgi foydalanuvchiga u yoki bu masalani echish da uning kasbi faoliyati doirasida malakali mutaxassis (ekspert)larning yillar davomida orttirgan bilimlaridan foydalanish uchun imkoniyat yaratishdan iborat. Buning uchun EHM tarkibiga bilimlar manbai va intellektual interfeys kirishi kerak. Bilimlar manbaida harakterli bo'lgan masalalarni echish usullari haqidagi axborotlar saqlanadi. Intellektual interfeys masalani echish jarayonida ohirgi foydalanuvchi va tizim o'rtasidagi o'zaro munosabatni (harakatni, ishlashni) ta'minlaydigan so'nggi foydalanuvchining hamma vositalarini uz ichiga oladi.

Intellektual interfeysda «echuvchi» va muloqot tizimsini kursatish mumkin. «Echuvchi» bilimlar manbaidan keladigan ma'lumotlar asosida foydalanuvchi uchun kerakli programmalarni avtomatik tarzda birlashtiradi. Muloqot tizimi — bu bilimlar manbaida foydalanuvchi tilidan bilimlarni tasavvur qilish tiliga o'tkazishni hamda teskari jarayonni amalga oshiradigan translyator («tarjimon»)lar majmuasidir.

Sun'iy intellektli tizimlarga: axborot-qidiruv tizimlari (savol-javob tizimlari), hisob-mantiq tizimlari va ekspert tizimlari kiradi. Intellektual axborot-qidiruv tizimlari EHM bilan muloqot jarayonida foydalanuvchilarning tabiiy tilga yaqin bo'lgan kasb tillarida sunggi foydalanuvchilar (programma tuzmaydiganlar) bilan ma'lumotlar, bilimlar manbalari o'rtasida o'zaro muloqotni ta'minlaydi. Bu tizimlar Sun'iy intellekt tizimlarining dastlabkilaridan bo'lib, ular ustida olib borilgan tadqiqotlar hisoblash texnikasi rivojlanishi bilan uzviy bogliq bo'lgan.

Hisob-mantiq tizimlari, amaliy matematika va programmalashtirish sohasida mutahassis bo'lmagan sunggi foydalanuvchilarni, murakkab matematik usullar va shunga mos amaliy programmalardan foydalanib, o'zaro muloqot shaqlida uzlarining masalalarini EHMda echishni ta'minlaydi.

### 2.1. Sun'iy intellekt rivojlanishining yo'nalishlari

Hozirgi vaqtda sanoat sohalari gurkirab rivojlangan mamlakatlarda (bu mamlakatlar uchun «ilm-hajmiy mahsulotlar» katta solishtirma ogirlikka egaligi bilan harakterlanadi) kompyuterlarini intellektuallashtirish bo'yicha yaratishlarning yuqori darajada ekanligi ko'zatilmoqda. 80-yillarning boshigacha EHMlarni intellektuallashtirish, asosan tadqiqot, tajriba harakteriga ega edi. Dunyoda bu tadqiqotlarni olib borish uchun EHMlarning intellektual imkoniyatlarini kengaytirish bo'yicha muammolarni echish yo'li belgilandi, bu yo'ldagi qiyinchiliklar

aniqlandi va ularni engib o'tish usullari ko'rsatildi. 1985 yilda jahon bozorida (Rossiyadan tashqari) intellektual tizimlar 350 million dollarni (ularni yaratish narhini ham qushib hisoblaganda) tashkil etdi. 1990 yilda esa bu hisob 19 milliard dollarga chikishi kuzatildi, ya'ni misli kurilmagan usishga erishildi. Bunday katta mablag'ni faqat iqtisodning turli sohalari (xujalik ishlab chiqarish, harbiy)ga intellektual tizimlarni keng qo'llash orqaligina sarflash mumkin.

Intellektual tizimlar (aniqrog'i, amaliy Sun'iy intellekt tizimlar) ichida ekspert tizimlar muam-mosi ETlarni yaratish tehnologiyasini va bilimlar injeneriyasini o'zida mujassamlashtirgan alohida yo'nalish bo'lib tashkil topdi. Gartner Group Inc (AQSH) firmasining ma'lumotlariga ko'ra tayyor ETlarning bozor hajmi 1986 yilda 12 million dollarni, ETni yaratishning instrumental vositalariniki 15 million dollarni tashkil etgan, 1990 yilda esa bu ko'rsatkichlar 350—275 million dollarga etdi.

IBM (AQSH) firmasi 1986 yilda har xil bosqichda yaratilayotgan 70 ta ETga ega edi. Yirik amerika firmalari uzlarining korxonalari (Apolo Computer, Data General Sperry, DEC) da mehnat unumdorligini kutarish uchun ETlarni keng mikyosda yaratib qo'llay boshladilar. DEC firmasi mutahassislarning ma'lumo-tiga ko'ra, yaqin orada bu firmada yaratiladigan tizimlarning 30%iga yaqinini Sun'iy intellekt tizimlari tashkil qiladi. Yapon mutahassislari taqlif qilgan, 5-avlod EHMlari loyihasiga ko'ra ETlar bu yangi xisoblash texnikasining asosiy qo'llanish sohasiga aylanadi. 1984 yilda Buyuk Britaniyada Sun'iy intellekt muammosini xal qilishga yunaltirilgan Tbyuring instituta ishga tushdi. Evropa o'zaro yordam komissiyasi bu muammoni xal qilish «Esprit» loyihasini ishlab chiqayap-ti. Bu loiyxa doirasida uchta yirik kombpyuter firmalari bo'lgan Compagnie Machines Bull (Frantsiya), ICh (Buyuk Britaniya) va Siemens AG (GFR)lar bilimlar bazasiga asoslangan tizimlarni yaratishga yunaltirilgan birlashgan tadqiqot institutini tuzdilar.

Muammoni hal qilishga qaratilgan, ohirgi yillarda yaratilgan ETlarning tahlili shuni ko'rsatadiki, yaratuvchilarning asosiy kuch-gayrati, sanoat va konstruktor- texnologik korhonalarda samarali qo'llanuvchi sistemalar yaratishga qaratilgan. Bunday qo'llanuvchi ET lar nafaqat an'anaviy tizimlar (I avlod ETlari) masalalarini, balki boshqaruv masalalarini, berilgan axborotni, apparat va mahsulot parametrlarining xisobini echadi.

Shuning uchun ishlab chiqarish texnologik qo'llanishga mo'ljallangan ET (II avlod ET)larni loyihalovchilarning e'tibori katta bilimlar bazasini, xususan metabilimlar va ularni qo'llovchi vositalarni,

fikr (mulohaza) ning induktiv va haqiqatga o'hashash sxemalarini amalga oshirish yordamida ekspertdan bilimlarni ajratib olish jarayonini avtomatlashtiruvchi; echiladigan masalaga bog'lik ravishda strategiyani tanlash jarayonini avtomatlashtiruvchi; an'anaviy ETlar imkoniyatlarini birlashtiruvchi integrallangan ETlarni, ma'lumotlar va bilimlar bazalarini boshqaruvchi tizimlar hamda intellektual amaliy programmalar paketlarini yaratish uchun samarali vositalarni yaratishga qaratilgan.

II-avlod ETlarida yuqorida sanab o'tilgan vazifalarni amalga oshirish sanoat ET lari yaratishga omil bo'ladi va ularning qo'llanish sohalari kengaytiradi.

ET larning keng ommalashuviga sabab, ularning formallashtirilmagan, an'anaviy programmalash uchun qiyin yoki bajarib bo'lmaydigan masalalarni echish da qo'lla-nishidir. Bundan tashqari u (ET) quyidagi xarakterli xususiyatlarga — bilimlarni to'plash, qayta ishlash, umumlashtirish hamda takliflarni kiritish va bu takliflarni tushuntirib berish qobiliyatiga ega.

ETlarning amalda keng qo'llanishiga erishilgan (AQSH, Yaponiya va Evropada) bo'lishiga qaramay, ularni ommaviy ishlab chiqarish va yoyishga to'sqinlik qiluvchi bir qator hal bo'lmagan quyidagi muammolar ham bor. ET larni yaratish shu paytgacha uzoq va qiyin jarayon bo'lib qolayotganligi;

- bilimlar qabul qilish (olish): saralash, strukturalash, tasvirlash, sozlash va bilimlarni ko'zatib borish;

- hayotda ko'pincha echiladigan masalalar vaqt o'tishi bilan turlicha echilishi takozo etiladi, ko'pgina ETlar asosan o'zgarmas masalalar echish ga mo'ljallanganligi uchun ularni yuqoridagi kabi masalalarga qo'llab bo'lmaydi;

Demak, ET larni yaratish va ulardan natijalar olish uchun hali ko'p ishlar qilinishi kerak.

Ma'lumotlar va bilimlar, har qanday sun'iy intellekt tizimining asosi bilimlar modeli va uning asosida yaratilgan bilimlar bazasidan iborat bo'lib, u xam ma'lumotlar, xam bilimlar bilan ishlashga yunaltilgan. Shuning uchun bilimlar nimasi bilan ma'lumotlardan farq qilishini tushunib olishimiz kerak.

Ma'lumotlar — bu xabarlar bo'lib, ular aniq masalani echayotganda xulosa chiqarish va shu masalani echish usulini aniqlash uchun kerak. Ma'lumotlar bilan bilimlar orasida aniq bir chegara bor deb bo'lmaydi, chunki ma'lumotlarda xam ma'lum bir bilimlar bo'lishi mumkin va aksincha.

Ma'lumotlar maxsus dasturlar yordamida ishlanuvchi matematik modellarning rakamli parametrlarini aks ettirishi yoki biron bir sanoat tarmori sohasidagi korxonalar rejalari bajarilishining hozirgi xolatini aks ettirishi mumkin. Bu ma'lumotlar qayta ishlangandan sungina kurilayotgan tarmoq buyicha reja bajarilishining umumlashgan sonli Harakteristikasini berish, muxim joylarini aniqlash, kurilayotgan tarmoq kelajagini oldindan aytish mumkin. Bir so'z bilan aytganda, yangi bilimga ega bulinadi. Ta'kidlash kerakki, ma'lumotlar ishlab chiqarish jarayonlariga bevosita ta'sir kursatmaganligi uchun ularni «sust», shu ma'lumotlardan foydalanuvchi dasturlarni esa «faol» (aktiv) deyish mumkin.

Bilim — hayotda sinalgan xakikatni bilish maxsuli, uning inson ongida to'g'ri aks ettirilishi. Ilmiy bilimlar moyiyati uning utmishdagi, hozirgi va kelajakdagi xakikatni tushunishidadir, dalillarni to'g'ri asoslay bilib, umumlashtirishidadir. Odamning fikrlashi har doim bilmaslikdan bilishga, yuzakilikdan borgan sari chukurrok va har tomonlama bilishga tomon harakat qiladi.

Sun'iy intellektli tizimlarda kurilayotgan soha to'g'risidagi bilimlar bilimlar manbaida tuziladi. Bu manba ma'lumotlari bilimlarni va kurilayotgan sohani uzida aks ettiradi. Shuning uchun xam ma'lumotlar bilan bilimlar o'rtasida kat'iy tafovut yuk. Shunga karamay bilimlarni ma'lumotlardan farklaydigan maxsus alomatlar bor. Quyida biz shu alomatlarining ayrimlarini ko'rib chiqamiz.

1. Interpretatsiya. Bu so'z lotincha «interpretatio» so'zidan kelib chiqqan bo'lib, sharxlash, tushuntirish, oydinlashtirish singari ma'nolarni anglatadi. kompyuterda joylashtirilgan ma'lumotlar faqat moe dastur orqali mazmunli talkin kilinishi mumkin. Programmalarsiz ma'lumotlar hech qanday mazmunga ega emas. Bilimlar shu bilan farkdanadiki, bunda mazmunli izoxlash imkoniyati har doim bo'ladi.

2. Strukturalanganlik yoki munosabatlar sinflarining mav-judligi. Ma'lumotlarni saqlash usullarining Har xilligiga karamasdan, ularning bittasi ham ma'lumotlar orasidagi aloqalarni ixcham yozish imkoniyatini ta'minlamaydi. Masalan, ma'lumotlar bilan ishlayotganda umuman elementlar va tupamlar uchun umumiy bir xil xabarlarini ko'p marta ifodalashga (yozishga) to'g'ri keladi. Bilimlarga utilganda, bilimlarning ayrim birliklari o'rtasida shunday munosabat urnatish mumkin: «element-ayrim birliklari o'rtasida shunday munosabat urnatish mumkin: «element-tuplam», «tip-tip bulagi», «kism- butun», «sinf-sinf bulagi». Bu tuplamning barcha elementlari uchun bir xil bo'lgan ma'lumotni alohida yozib va saqlab quyishga imkon yaratadi. Bu ma'lumotni, agar kerak

bulsa, tuplamning xoxlagan elementini ifodalash uchun keraqli joyga avtomatik ravishda berish mumkin. Bunday uzatish jarayonini ma'lumotlarning «vorislik qilish» jarayoni deyiladi.

3. Holat aloqalarining mavjudligi. Bu aloqalar xotirada saqlanadigan yoki kiritiladigan ayrim hodisa yoki dalillarning bir-biriga (holat) mosligini xamda o'zaro munosabatini aniqlaydi.

4. Aktivlik (faollik). Bilish aktivligi inson uchun xosdir, ya'ni insonning bilimlari faoldir. Bu esa bilimni ma'lumotlardan umuman farklaydi. Masalan, bilimlarda qarama-qarshilikni payqash - ularni engib o'tishga va yangi bilimlarni paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Aktivlikning rag'batlantiruvchi omillaridan biri bilimlarning tulik bo'lmasligidir. Bu rag'batlantiruvchi omil bilimlarni tuldirish zarurligi bilan ifodalanadi. Kompyuterdan foydalanilganda dastlabki yangi bilimlar bo'lib dasturlar xisoblanadi, ma'lumotlar esa kompyuter xotirasida sust ravishda (Harakatsiz) saqlanadi.

Ma'lumotlar va ma'lumotlar tuzilishi predmet sohalarining xususiyatlarini to'la o'lchamda ifodalamaydi. Yuqorida biz har doim ma'lumotlar bilan bilimlar o'rtasida aniq chegara quyish mumkin emasligini ta'kidlab o'tgan bo'lsak ham, lekin bular o'rtasida farklar bor. Bu farklar bilimlarni karakterlaydigan hamma to'rt belgini biror darajada ifodalovchi, kompyuterdagi bilimlarni modellar ko'rinishida tasvirlovchi rasmiyatchilikning paydo bo'lishiga olib keldi.

#### **Bilimlarni taqdim etishning modellari.**

Bizni o'rab turgan olam to'g'risidagi bilimlar deklarativ va protsedurali bilimlarga bulinadi. Deklarativ bilimlar bu biror bir tizimda o'zaro bog'langan dalillardir. Haqiqatdan ham ruy bergan biror bir hodisa, voqea dalilga misol bo'la oladi [24,34].

Protsedurali bilimlar — dalillar ustida bajarilgan amallarni (algoritmlar, dasturlar, analitik o'zgartirishlar, empirik qoidalar va shu kabilarni) amalga oshirish natijasida hosil bo'ladigan bilimlardir. Bilimlarning bunday bulinishi shartli harakterga ega, chunki bilimlarni ifodalash (tasvirlash) ning aniq modellari har xil maqsadda tasvirlashning deklarativ va protsedurali shaqlarini ishlatadi.

Kompyuterning boshlanrich uchta avlodida protsedurali tasvirlash yagona, u xam masalalarni echishda qo'llaniladi. Kompyuterlar uchun dasturlar bu bilimlarning saqlovchilari bo'ladi, deklarativ bilimlar har doim tobe bilimlardir. Intellektual tizimlar buyicha mutaxassislarni har ikki bilim turi bir xilda kiziktiradi.

Ekspert tizimlar sohasidagi tadqiqotlar shuni kursatadiki, bilimlarni tasvirlash uchun kupincha semantiq tarmoqlar, freymlar va mahsulot qoidalarining modellari ishlatiladi. Shuning uchun bu modellarni tularok ko'rib chiqamiz.

1. Semantiq tarmoqlar. Semantiq tarmoqlar apparati yordamida bilimlarni tasvirlash biror bir muxitni tashkil etuvchi ob'ektlar va ular orasidagi aloqalar majmuasidir.

Har xil avtorlar semantiq tarmoqlarning turli xil turlari tuzilishini taqlif kilmokdalar. Bu turlarning umumiy, asosiy funksional elementi bo'lib, ikki kiem («tugunlar» va «yoylar»)dan iborat bo'lgan struktura xizmat qiladi. Har bir tugun biror bir tushunchani, ey esa ixtiyoriy ikkita tushuncha orasidagi munosabatni bildiradi. Munosabatlarning har bir jufti oddiy dalilni bildiradi. Tugunlar moe munosabatning nomi bilan belgilanadi, yoy yo'nalishiga ega bo'ladi. Bunga ko'ra aniq dalil tushunchalari orasidagi «sub'ekt yoki ob'ekt» munosabatini tasvirlaydi. Masalan «Rustamov institutda ishlaydi». Bu erda «Rustamov» sub'ekt, «institut» esa ob'ekt sifatida tasvirlanadi, ular («ob'ekt» va «sub'ekt»)lar «ishlaydi» munosabati bilan borlangan. U holda «Rustamov institutda ishlaydi» dalilini aks ettiradigan semantiq tarmoqning funksional elementi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

Rustamov institutda ishlaydi. Bu tarmoqda sub'ekt va ob'ektni boglovchi faqat binar aloqa (munosabat) ishlatilgan. Semantiq tarmoqlarni tuzishda tugunlar orasidagi munosabatlar sonini cheklab bo'lmaydi, ya'ni biror bir tugun boshqa ixtiyoriy tugunlar bilan munosabatda bo'lishi mumkin. Bu ixtiyoriylik natijasida dalillar tarmogini tuzish ta'minlanadi. Masalan, tarmoq, quyidagi tekstni tasvirlaydi:

«Rustamov institutda ishlaydi. U institut direktori. Rustamov texnika fanlari doktori ilmiy darajaga ega, ilmiy unvoni — akademik. U institut ilmiy kengashining raisi. Bugun soat 9da Rustamov institut metodik kengashida, soat 16 da esa institut ilmiy kengashida ma'ruza qiladi». Bu tarmoqda vaqtli bog'lanishlar yoylar, fe'llarga mos boglanishlar esa tugunlar yordamida tasvirlangan.

Semantiq tarmoqlar ko'rinishidagi bilimlar tasvirlanishining yaxshi tomoni shu bilan karakterlanadiki, bunday tarmoqlar bilan kompyuterda ishlash oson kechadi. Chunki bunday tarmoqlarda ob'ektlar orasidagi aloqalar aniq kursatiladi, dasturlar tuzish engillashadi.

Masalan, tarmoq buyicha Rustamov qaerda, kim bo'lib ishlashini va aniq vaqtlarda qaerda bo'lishi va nima qilishini bilish mumkin.

Shuningdek, boshqa murakkabroq savollarga ham javob topish mumkin. Masalan, «Bugun institut ilmiy kengashi bo'ladimi va soat nechada?»

Semantiq tarmoqlar va ularning modullari bilimlar buyicha muhandis tomonidan yaratiladi, boshqacha so'z bilan aytganda hisob-mantiq tizimlarning yaratuvchilari tomonidan tuziladi. Shundan sung tizim sungi foydalanuvchilarga xavola etiladi. Semantiq tarmoqlar kurilishiga bunday yondoshish foydalanuvchilarni, masalan, texnologik jarayonlarni loyihalash va boshqarish sohasida ishlovchilarni kanoatlantirmaydi. Amaliy dastur tuzuvchi o'zaro munosabat (aloqa) bosqichida texnologik jarayonning Har bir ko'rinishi uchun alohida bu tizimning semantiq tarmorini tuzadi. So'ngi foydalanuvchi tomonidan texnologik jarayon o'zgartirilsa, bilimlar muxandisiga semantiq tarmoqni o'zgartirishga to'g'ri keladi.

## 2.2. Androidlar va elektromexanik robotlar

Android deb Sun'iy(mexanik) odamchalarga aytiladi. «Android» so'zi lotincha «andros» so'zidan kelib chiqqan bo'lib, erkak, er ma'nolarini beradi. Inson yoki boshqa tirik mavjudotlarning tashqi ko'rinishi va funksional imkoniyatlari bo'yicha mexanik mavjudotlarni loyihalash va tayyorlash XVIII asrda boshlangan. Bu davr mexanikaning «oltin asri» bo'lgan. Chunki o'sha davrda har xil kichkina (miniatyura) va mohirona yasalgan (murakkab) asboblar, musiqa qutichalari, mexanik odamchalar va ajoyib «tirik» mavjudotlar ixtiro qilingan. Bu mahsulotlarning ijodkorlari odatda soatsoz bo'lganlar. Ular bu vaqtga kelib o'z mutaxassisliklari bo'yicha hamma nozik tomonlarni o'zlashtirib, o'zlarining bor bilimlarini androidlar tayyorlash (yaratish)ga bag'ishlaganlar.

XVIII-XIX asrlarga oid yigirmaga yaqin androidlar ma'lum. Eng mashhurlari frantsuz mexanigi Jak de Vokanson va Shveysariya ustalari - ota-bola Per va Anri Drolar tomonidan yaratilgan androidlardir. P'er Droning «nusxa ko'chiruvchi» va Jak de Vokansonning «naychi» ijodlari juda yuksak mahorat bilan ishlangan. Jak de Vokansonning «naycha» si tashqi ko'rinishidan oddiy odam singari ko'rinishda bo'lib, nay (fleyta) ni ohista lablariga olib kelgan holda instrumentning har xil teshiklarini barmoqlari bilan tanlab bosib o'z repertuaridagi o'n ikki ohangdan birini chalar edi.

P'er Droning «nusxa ko'chiruvchi» si tashqi tomondan stolni oldida o'tiruvchi olti yoshli qizchaga o'xshar edi. U «g'oz pero»sini siyohdonga tirishqoq holda botirar va chiroyli qilib harflar, so'zlar yozardi va hatto itni rasmini ham chizar edi. Bunda u boshini bir tekis sarak-sarak qilar va

qo'l harakatiga mos ravishda ko'z - qovog'ini tushirar edi. O'sha asrning tomoshabinlari inson qo'li bilan yaratilgan bu «tirik mavjudot»ni ko'rib lol qolganlar.

1774 yili Parijdagi ko'rgazmada P'er va Anri Drolarning uch androidi: «no'sha ko'chiruvchi», «rasm chizuvchi» va «musiqashunos»i namoyish qilinadi. Keyinrok Anri Dro Ispaniyaga ketadi, u yerda unga zafar bilan birga havf ham bor edi. Ota-bola Drolarning «afsunkor tajribalari»dan ispan sud - politsiyasi ko'pdan beri norozi bo'lib yurgan edi. Uni ushlaydilar va qamaydilar. Anri Droning androidi hozirgi vaqtda Frantsiyaning Nevshatel shahridagi nafis san'at muzeyida saqlanmokda.

XIX asrning boshiga kelib androidlar o'rmini yuqori texnik imkoniyatlarga ega bo'lgan elektromexanik robotlar egalladi.

«Robot» termini birinchi bo'lib chex yozuvchisi Karel Chapekning 1920 yilda yozgan R.U.R. («Rassum universal robotlari») p'esasida qo'llangan. Bu so'z «gobot» degan chex so'zidan olingan bo'lib, odamzodga o'hshab harakat qiluvchi mashinani anglatadi. P'esaning qahramonlari tashqi ko'rinishi bo'yicha odamga o'hshagan mexanik odamlar bo'lib, fizik va intellektual tomondan odamdan ustun edi. Q. Chapek ularni «robotlar» deb atadi. Bu so'z «android» atamasini siqib chiqarib («android» so'zi faqat o'tgan zamon mexanik ko'g'irchoqlarining atalishida saqlanib qolgan), dunyoning hamma tillariga singib ketdi.

Dunyoda birinchi robot 1927 yilda yaratilgan. Bu amerikalik muhandis Dj. Vensli tomonidan loyihalashtirilgan va butun dunyo ko'rgazmasida namoyish qilingan «Televoks» roboti edi. «Televoks» robot qo'llari bilan harakat qila olar, oyoqqa tura olar va magnitofon yordamida bir nechta iboralarni ayta olar edi. Bularning hammasini androidlar harakatidan farqli o'laroq, qat'iy (o'zgarmas) programma bo'yicha emas, balki o'zining konstruktori ko'rsatmasi bo'yicha bajarar edi. Robotga topshiriqlar hushtak yordamida kiritilgan. «Televoks» ommaviy tarzda namoyish qilinganidan so'ng «ishga» solib yuborildi, ya'ni uni Nyu-Yorkdagi osmon o'par uylardan birining vodoprovod shohobchasiga navbatchi vazifasiga «tayinlashdi». Uning zimmasiga tizimdagi suvning sathi va nasoslar ishini kuzatib turish yuklandi.

Shundan so'ng qiziqarli texnik yechimlarga ega bo'lgan elektromexanik robotlarning bir butun avlodi paydo bo'ldi. Lekin biz bu robotlar to'g'risida gapirmaymiz, chunki maqsadimiz «Sun'iy intellekt»ning fan bo'lib oyoqqa turish yo'lini qarab chiqishdan iborat.



Keyinchalik mikroprotessor texnologiyaning rivojlanishi natijasida elektromexanik robotlar o'rnini elektron robotlar egalladi. Suhnday robotlardan ikkitasi xususida so'z yuritamiz. Birinchi robot «Universal» Osaka shahrida (Yaponiya) butun dunyo ko'rgazmasida namoyish qilindi. Robot radio orqali beriladigan 27 topshiriqni bajarardi: u yuradi, boshi va qo'llari harakat qiladi, musiqani tushunadi va uning ohangiga o'ynaydi va hokazo. Ikkinchi robot «Demonstrator» («namoyish qiluvchi») Ukraina fanlar akademiyasi institutlaridan birida bor. Bu robotning ichiga Sun'iyolmos ishlab chiqaruvchi laboratoriya qurilmasi joylashtirilgan. Robot oddiy grafitdan Sun'iyolmos ishlab chiqarish texnologiyasini ommabop qilib tushuntirib bera olgan. Ma'ruza paytida robotning og'ziga grafit parchalari solingan, robot esa jag'i bilan uni ezgan va ko'p o'tmay uning o'zi maxsus teshigidan tayyor bo'lgan olmos kristallni olib bergan. Bu namoyish katta samara bergan.

Yuqorida aytilgan fikrlarni umumlashtirib, shuni tasdiqlashimiz mumkinki, android va birinchi robotlar insonning harakat va ta'sir qilish sohasidagi imkoniyatlarini modellashtirishda birinchi urinish bo'lgan. Ular hozirgi zamon robotlarining asoschisi bo'la olmadi. Bunga eng oddiy intellektning yo'qligi sababdir. Bu nimada ifodalangan?

Bu, birinchidan, tashqi muhit bilan android (robot)lar harakati o'rtasida teskari aloqaning yo'qligi hamda bu tashqi o'zgaruvchan muhitga moslanish qobiliyatining yo'qligi bilan ifodalanadi. Bular mahorat bilan yasalgan o'yinchoqlar edi, ularning harakati qat'iy programmashtirilgan edi. Masalan, «Nusxa ko'chiruvchi» android hamma vaqt oldindan belgilangan jumlar to'plamidan birini yozardi. Agar uning siyohdonida siyoh bo'lmasa ham u siyohdonga perosini tiqishni va qog'ozga pero bilan (perosida siyoh bo'lmasa ham) yozishni davom ettirar edi. «Naychi» android esa, agar, uning nayi o'rniga xuddi nayga o'xshash o'lchamda dumaloq yog'och qo'yilsa ham o'zining ohangini o'ynay berardi. Birinchi robotlar androidlardan deyarli farqlanmasdi. Ular o'zlariga xos harakatlarni (tashqi muhit ta'sirida bo'ladigan harakatlarni emas, balki topshiriq signallari yordamidagi har xil ketma-ketlikdagi harakatlarni) bajarardilar. Suhnday bo'lsa ham, android va elektromexanik robotlarni yaratishga ketgan urinishlar zo'r ketmadi. Bunday o'yinchoqlarni yaratuvchilar antropomorf(odamga xos) harakatlarga mexanik o'xshatish imkoniyati to'g'risidagi masalani ijobiy hal qilganlar. Bu ishlarning natijalari biomexanika (odam harakati nazariyasi) rivojlanishida katta rol o'ynagan, ya'ni insonlar uchun protezlar yaratishga imkon bergan. Androidlar qo'li inson tomonidan

yaratilgan birinchi manipulyatorlar sanalgan. Hozirgi paytdagi manipulyatorlar qanchalik mukammal bo'lmasin, ular bilan mexaniklarning «oltin asri»ning ajoyib ijodkorlari tomonidan yaratilgan manipulyatorlar orasida genetik o'xshashlikni oson ko'rish mumkin. Shuni alohida qayd qilish kerakki, robot-androidlarning ijodkorlari hozirgi zamon robotlari paydo bo'lishi uchun imkon yaratganlar.

### Robotlar.

Hozirgi zamon robotlari rivojlanishning uch bosqichini bosib o'tdi. Ularning birinchi avlodi programmali robotlar, ikkinchi avlodi - «his qiluvchi» robotlar yoki moslangan (adaptiv) robotlar, uchinchi avlodi esa intellektual robotlar deb ataladi.

Programmali robotlarning harakterli belgisi - bu uning oldindan berilgan aniq harakatlarni bir xil tarzda takrorlay olishi. Bunday robotlar manipulyatorlar deb ham ataladi. Birinchi avlod robotlari turli xil sanoat tarmoqlarida qo'llaniladi. Xususan, payvandchi robot AQSHdagi Ford avtomobil zavodida va «Djeneral motors» firmasida, Yaponiya, AQSH, Frantsiya, Rossiya (Tolyatti shahri)dagi avtomobil zavodlarining konveyerlarida ishlayapti. Moskvada suhnday kompleks ishlayaptiki, unda robotlar metall qirqadigan stanoklarga massasi 160 tonnagacha bo'lgan tayyor hom ashyolarni yetkazib beradi. Robotlar Rigada tele-radio apparaturani, Saratovda - xolodilniklarni, Leningradda - asboblari (pribor)larni, Toshkentda - qishloq xo'jalik texnikasini tayyorlashda yordam berayapti. Sanoat robotlarining kuchini odamzod kuchidan yuz martalab ko'p qilib yaratish mumkin. Bunday robotlar uchun zaharli bug'lanish, radiatsiya, yuqori bosim havfli emas. Ular na issiqdan, na sovuqdan qo'rqadilar. Robot charchashni bilmaydi va o'z vazifasini anik bajaradi, u kecha-kunduz davomida ishlay olishga kodir. Robotlarni ishlab chiqarishga joriy qilish qo'shimcha harajatlar talab kilsa ham, u o'z-o'zini to'la oqlaydi. Sanoat roboti bir-ikki odamni almashtirib, uch smenada ishlay oladi va ishning sifatini o'zgarimasligiga kafolat beradi. Sanoat robotlari sha'niga qanchadan-qancha yomon gaplar aytildi, ularni «ko'r», «kar» va «kallasi ishlamaydi» ham deyildi. Bu gaplar haq, chunki ular faqat o'zgarimas muhitda ishlashga qodirdir. Misol: agar konveyerda detal tamom bo'lsa ham u (robot) bari bir ishlay beradi. Agar uning yo'lida begona ob'ekt bo'lsa, Suhnday holatda u bu ob'ektga urilishi tabiiy hol. Shuning uchun tadbiri choralar ko'rib ko'yish lozim. Buning uchun robot ishlayotgan stanok yig'uvchi, fiksator va orientir (yo'nalishni aniqlovchi) detallari bilan qo'shimcha ta'minlanadi.

Birinchi avlod robotlaridan farqli o'laroq ikkinchi avlod robotlari, his qilish texnik a'zolar bilan (bularning ichida odamzodnikiga o'xshashlari ham bor, ya'ni sezish, eshitish, ko'rish) jihozlangan. Buning uchun robot aniq to'plamli (naborli) qabul qiluvchi va uzatuvchi qurilmalar bilan ta'minlanadi, shu qurilmalardan olingan axborotlar robotlar uchun o'z harakatini to'g'irlashga imkon beradi. Bu, axborotlar shuningdek robotlarning tashqi olamni (ayrim hollarda odamlarga nisbatan juda to'laroq) idrok etishini ta'minlaydi.

Ikkinchi avlod robotlari «his qiluvchi» robotlar yoki moslangan robotlar deyiladi. Bunday robotlarning yechadigan asosiy masalasi - tashqi muhitdan kelayotgan axborotlar hajmini tezda qayta ishlash hamda izohlab berishdir. Ma'lumki, odamning his qilish a'zolari - bu miyaning qo'shimcha qismi hisoblanadi. Ular yordamida na faqat har xil axborotlar yig'iladi, balki qayta ishlanadi, filtrlanadi va shundan so'ng miya qobig'i bo'limlariga uzatiladi. Xulosa qilib aytganda, «his qilish» qobiliyatiga ega bo'lgan robot (tashqi dunyoni sezadigan a'zolari bilan birga) intellekt (aql)ning ayrim elementlarini olishi aniq.

Bu avlod robotlarining birinchi vakillaridan biri o'ziyurar «Lunoxod - 1» apparatidir. Bu apparat avtomatik planetalararo «Luna - 17» stantsiyasi orqali Oyga olib berildi. «Luna-17» stantsiyasi Yerdan 1970 yil 10 noyabrda uchirilib, 1970 yil 17 noyabrda Oyning «Yomg'irlar dengizi» rayoniga (koordinatlari: 350 harbiy uzoqlik va 380 17' shimoliy kenglik) qo'ndi. «Lunoxod- 1» ning o'zi ilmiy asboblardan jihozlangan harakat qiluvchi laboratoriya edi. Ko'rish organi sifatida ikkita televizion kamera xizmat qilgan. Bu kameralar yurayotgan robotning oldidagi ko'rinadigan o'yning sathi uchastkasi (bir bo'laki) tasvirini tinimsiz yerga berib turgan. U 10,5 oyda 10540 metr masofani bosib o'tgan va Yerga juda ko'p oy ponoramasini hamda boshqa ilmiy axborotlarni bergan. «Lunoxod - 1»dagi Frantsiyada yaratilgan yorug'lik qaytaruvchi asbob lazer nuri yordamida Yer - Oy oralig'ini metrnig mayda ulushlari aniqligida o'ichay olishga imkon berdi. «Lunoxod - 1»ning ketidan boshqa lunoxod-robotlarimiz uchirildi. 1975 yilda Marsga amerika kosmik roboti «Viking» qo'ndirildi. Taxmin qilish mumkinki, uzoq planetalarga ham birinchi bo'lib robotlar (turgan gap takomillashganlari) qadam qo'yadi.

«Lunoxod-1» va «Viking» yerdan boshqarilgan. Bu robotlardan yuz ming va millionlab kilometr narida operatorlar bo'lgan, ularning signallari orqali robotlar harakat qilganlar.

Yer - Oy va Yer - Mars oraliqlari uzoq bo'lgani sababli boshqarish signallari birmuncha ushlanib qolar, bunga mos ravishda yerdagi operatorlarning reaksiyasi ham shuncha vaqtga kech qolar edi. Ular televizor ekranida robotlarning joy o'zgartirishi (harakati)ni xuddi oldin bo'lgan voqea kabi ko'rar edi. Shuning uchun ularning ishi juda og'ir edi.

Ikkinchi avlod robotlari asosan inson hayotiga xavfli bo'lgan ishlarni bajarish uchun qo'llaniladi. Masalan, atom reaktorlari atrofida, kosmik bo'shlikda, okean chuqurliklarida va shunga o'xshash joylarda.

Bu robotlar texnik sezish a'zolari bilan ta'minlangan bo'lishiga qaramay, ularni intellektual (aqli) robotlar qatoriga qo'shib bo'lmaydi. Robot sezish a'zolari yordamida olingan axborotlarni odamga uzatadi, odam esa olingan axborotlar asosida robotning keyingi harakatlarini boshqaradi. Masalan, yerdan turib operatorlar «Lunoxod - 1» va «Viking» larning harakatini boshqarishgan.

Robot intellektual bo'lishi uchun u murakkab va doimiy o'zgarib turuvchi olamda o'z holati va yo'nalishini doimiy ravishda aniqlab turishi kerak. Arastu yaratgan mantiq nazariyasi ikkinchi avlod robotlari xulqi (yurish-turishi)ga yetarlicha javob bera olmaydi. Bu yerda haqiqiy hayotning murakkab konuniyatlarini (vaqt qonuniyatlari, makon qonuniyatlari, holat qonuniyatlari, sabab va oqibat konuniyatlarini) o'zida aks ettiradigan maxsus mantiq nazariyasi kerak. Faqat shu nazariya tufayli robotga ong kiritish va boshqarish mumkin.

Uchinchi avlod robotlari (intellektual robotlar deb ataladi), birinchi va ikkinchi avlod robotlaridan farqli o'laroq, ular anglash va o'zini anglashga Suhnday ega bo'lishi kerakki, murakkab, chigal tuzilgan tashqi dunyoda ularning xulqi ma'lum bir maqsadga yo'nalgan karakterda bo'lmog'i lozim. Robotning anglashi deganda uning modellashtira olish qobiliyati tushuniladi, ya'ni dunyoni o'zining xotirasida aks ettirishi, tashqi muhit qonuniyatlarini tahlil qilish va hokazo. Robotning o'zini anglashi deganda, uning o'zini-o'zi muhit modelida aks ettirish qobiliyati hamda o'zining (xususiy) tuzilishiga va ishlashiga muhit ta'siri qonuniyatlarini tahlil qilishi tushuniladi.

Uchinchi avlod robotlari quyidagi tizimlar, ya'ni idrok qilish (qabul qilish), bilimlarni berish (ya'ni ularning ifodasi shaklini), harakatini rejalashtirish va amalga oshirish tizimlari bilan jihozlanishi kerak. Robotning markaziy zvenosi bo'lib bilimlar taklif qilish tizimi hisoblanadi. Bu tizim masalalarni yechish cda bilimlarni to'plash, sozlash va ishlatishni amalga oshiradi. Bilimlarni tasvirlash robot qaysi sinf masalalarini yechishiga qarab tanlanadi.

Robot tashqi muhit bilan aloqani o'zining qabul qilish tizimi orqali amalga oshiradi. Bu tizimning pirovard maqsadi - robotni o'rab olgan muhitning holati modelini tuzishdir.

Harakatni rejalashtirish va amalga oshirish tizimining asosiy maqsadi -qo'yilgan maqsadga erishish uchun tashqi muhitga ta'sir qiluvchi programmalarini tuzish va ishlatishdir. Robot harakatini rejalashtirish, bu qo'yilgan masalani yechish c jarayoni kabidir. Reja yoki masalani yechish bu harakatlarning ket-ketligi bo'lib, robotning hozirgi holatini (o'zaro bog'langan muhit bilan) istalgan holatga o'tkazishdan iborat.

Hozirgi vaqtda intellektual robotlar yaratilish bosqichida. Yaratilishning yuqori bosqichi yuksak rivojlangan sanoat tarmoqlariga ega bo'lgan mamlakatlarda (AQSH, G'arbiy Yevropa, Yaponiya hamda Rossiyada) kuzatilmoqda. Bu yuksak rivojlangan sanoat tarmoqlarida «ilmiy mahsulot» kata salmoqqa ega. Rossiya Fanlar akademiyasining hisoblash markazida o'ta harakatchan (chaqqon) robot yaratish ustida ish olib borilmoqda. Bu robot harita yordamida aniq joylarda «trassa o'tkazish» qobiliyatiga ega. Robotning rejalashtirish tizimi bir necha bosqichlarga ega. Birinchi bosqich haritada marshrutni belgilaydi, keyin bu marshrut ikkinchi bosqichda (harakat vaqtida, ya'ni ko'rish tizimidan axborot kelayotgan paytda) oydinlashtiriladi va so'nggi uchinchi bosqichda to'siqlarni aylanib o'tish bo'yicha aniq yechimlar qabul qilinadi. Bir necha shunday robotlar yordamida katta masofada marshrut o'tkazish mumkin. Robotning yurishi jarayonida begona to'siqlarni o'tish tajribasi ortib boradi va bu tajribani u radio orqali o'zining hamkasblariga uzatadi.

Har xil qo'llanishga mo'ljallangan intellektual robotlarni yaratish borasida jumladan Ukraina, Belorussiya va O'zbekiston fanlar akademiyalarida va boshqa korxonalarda tadqiqotlar olib borilmoqda.

Intellektual robotlar yaratish g'oyasini amalda qo'llash uchun umuman Sun'iy intellekt rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan ancha murakkab nazariy muammolarni yechish kerak.

#### Intellektual tizimlar

Sun'iy intellekt borasida oxirgi 30 yil ichida olib borilayotgan tadqiqotlarni shartli ravishda uch bosqichga bo'lish mumkin. Birinchi bosqichda (50-yillarning oxiri) olimlarning harakati evristik (mutaxassisning tajribasi natijasida) izlash nazariyasini yaratishga va faoliyat yoki intellekt darajasiga tegishli bo'lgan «masala yechuvchilar»ni yaratish bo'yicha muammoni hal qilishga qaratilgan. Tadqiqot uchun

instrument (asbob) bo'lib EHM xizmat qilgan, har xil, o'yinlar, oddiy musiqa asarlari, matematik masalalar o'ylab topilgan. Shunga o'hshash masalalarni tadqiqot uchun tanlash, muammo muhitning oddiyligi va aniqligini, yetarli darajada oson tanlab olish imkoniyatini va usulga qarab Sun'iy konstruksiyani tuzishni talab qiladi. Bu yo'nalishda bir qancha yutuqlarga erishildi. Xususan shaxmat programmaları hozir juda yuqori takomilga yetkazildi.

Bu programmalar uchun tanlab olish karakterli bo'lib, odatda teoremlarni isbotlash jarayoni, o'yinning ketishi va hokazolar juda katta sonli imkoniyatlardan tanlanadi. Har bir masalani yechish maqsadga erishishda istiqboli bo'lmagan imkoniyatlarni shartta olib tashlash va istiqbollilarini ajratib olish evristik usul (algoritm)larning takomillashganligiga bog'liq. Lekin bunday mohiyat asosida A. Nyuell va G. Saymon tomonidan yaratilgan «universal masalalar yechuvchi»ni yaratishga bo'lgan urinish behuda ketdi, chunki evristik algoritmlar har bir masalaning xususiyatiga kuchli darajada bog'liq. Asosiy qiyinchiliklar masalani yechish c uchun yaratilgan usullarni Sun'iy muhitlarda emas, balki haqqoniy muhitda qo'llashga urinish jarayonida sodir bo'ldi. Bu qiyinchiliklar tashqi dunyo to'g'risidagi bilimlarni ifodalash muammolari bilan, bu bilimlarni saqlashni tashkil qilish va ularni yetarli darajada izlash, EHM xotirasiga yangi bilimlarni kiritish hamda eskirib qolganlarini olib tashlash, bilimlarning to'laligi va bir-biriga zidligini tekshirish va shunga o'xshashlar bilan bog'liq. Ko'rsatilgan muammolar bugungi kunda ham to'la yechilmagan, lekin hozirgi paytga kelib shu narsa ravshan bo'lib qoldiki, muammolarni yechish samarali Sun'iy intellekt tizimini yaratishning kaliti ekan.

Ikkinchi bosqichda asosiy e'tibor (60-yillarning oxiridan to 70 yilgacha) intellektual robotlar (real uch o'lchovli muhitda mustaqil holda harakat kiladigan va yangi masalalarni yechadigan robotlar) qurishga qaratildi.

Bu borada intellektual funktsiyalarning kerakli doirasi: maqsadga yo'naltirilgan xulq (holat)ni ta'minlash, tashqi muhit to'g'risidagi axborotlarni qabul qilish, harakatlarni tashkil etish, o'qitish, odam va boshqa robotlar bilan muloqotni uyushtirish tadqiq kilindi va amalga oshirildi. Masalan, robotlarda maqsadga yo'naltirilgan xulq (holat)ni ta'minlash uchun ular atrof-muhit haqida bilimlar majmuasiga ega bo'lishi zarur. Bu bilimlar robotga tashqi muhit modeli ko'rinishida kiritib qo'yilishi lozim. Robotning tashqi muhit modeli - bu o'zaro bog'langan ma'lumotlar yig'indisi bo'lib, bu ma'lumotlar mos sinfdagi

masalalarni yechish c uchun kerak. Robotning bilimlar tizimiga muhitning «fikrdagi» o'zgarishini qayta ishlab chiqarish va shu asosda navbatdagi masalani yechish ega imkon beruvchi algoritmlar hamda bu rejaning bajarilishini va oldindan rejalashtirilgan harakatlarning kutilayotgan natijalarini nazorat qiluvchi algoritmlar kiritilishi kerak. Demak, intellektual robotlar bilimlar manbaiga ega bo'lishi shart. Bu bilimlar manbaida bilimlar va maxsus blok («reja tuzuvchi») saqlanadi, «Reja tuzuvchi» blokning zimmasiga robotning harakati programmasini tuzish yuklangan. Bu harakat programmasi robot tomonidan kabul qilinadi va robotning sensor (ko'rish vositasi) tizimi orqali kuzatiladi. Robotning ish jarayonida «echuvchi blok» bo'lishi kerak. Bu blok robotning harakati to'g'risidagi yechimni qabul qiladi. Har ikkala blok bilimlar manbaida saqlanuvchi bilimlar asosida ishlaydi. Bu bosqichda ayrim muammolar aniqlandiki, intellektual robotlar yaratishda ularni hal etish zarur. Suhnday muammolarga faoliyat ko'rsatadigan muhit hakidagi bilimlarni tasavvur etish, ko'z bilan ko'rganlarni o'zlashtirish, o'zgaruvchan muhitda robotlar xulqi (holati)ning murakkab rejalarini tuzish va robotlar bilan tabiiy tilda muloqotda bo'lish kiradi.

Uchinchi bosqichda (70-yillarning oxiridan boshlab) tadqiqotchilarning e'tibori amaliy masalalarni yechish c uchun mo'ljallangan intellektual tizimlarni yaratish muammolariga qaratildi. Har kandy intellektual tizim, uning kaerda qo'llanishiga bog'liq bo'lmagan holda, odam-mashina tizimidir. Mashina sifatida EHM ishlatiladi. Tizimning vazifasi - ohirgi foydalanuvchiga u yoki bu masalani yechish cda uning kasbi faoliyati doirasida malakali mutaxassis (ekspert) larning yillar davomida orttirgan bilimlaridan foydalanish uchun imkoniyat yaratishdan iborat. Buning uchun EHM tarkibiga bilimlar manbai va intellektual interfeys kirishi kerak. Bilimlar manbaida karakterli bo'lgan masalalarni yechish usullari haqidagi axborotlar saqlanadi. Intellektual interfeys masalani yechish jarayonida oxirgi foydalanuvchi va tizim o'rtasidagi o'zaro munosabatni (harakatni, ishlashni) ta'minlaydigan so'nggi foydalanuvchining hamma vositalarini o'z ichiga oladi.

Intellektual interfeysda «echuvchi» va muloqot tizimini ko'rsatish mumkin. «Echuvchi» bilimlar manбайдan keladigan ma'lumotlar asosida foydalanuvchi uchun kerakli programmalarni avtomatik tarzda birlashtiradi. Muloqot tizimi - bu bilimlar manbaida foydalanuvchi tilidan bilimlarni tasavvur qilish tiliga o'tkazishni hamda teskari jarayonni amalga oshiradigan translyator (tarjimon)lar majmuasidir. Yechuvchi va

muloqot tizimlarining vazifalari va ishlash printsipi xususida risolaning keyingi kismlarida so'z yuritiladi.

Sun'iy intellektli tizimlarga: axborot - qidiruv tizimlari (savol-javob tizimlari), hisob - mantiq tizimlari va ekspert tizimlari kiradi.

Intellektual axborot - qidiruv tizimlari EHM bilan muloqot jarayonida foydalanuvchilarning tabiiy tilga yaqin bo'lgan kasb tillarida so'nggi foydalanuvchilar (programma tuzmaydiganlar) bilan ma'lumotlar, bilimlar manbalari o'rtasida o'zaro muloqotni ta'minlaydi. Bu tizimlar Sun'iy intellekt tizimlarining dastlabkilaridan bo'lib, ular ustida olib borilgan tadqiqotlar hisoblash texnikasi rivojlanishi bilan uzviy bog'liq bo'lgan. Hisob-mantiq tizimlari, amaliy matematika va programmalashtirish sohasida mutaxassis bo'lmagan so'nggi foydalanuvchilarni murakkab matematik usullar va shunga mos amaliy programmalardan foydalanib o'zaro muloqot shaklida o'zlarining masalalarini EHMda yechish cni ta'minlaydi.

### 2.3. Mantiqiy modellar

Mantiqiy modellar predikatlarini hisoblash tilidan foydalanadilar. Birinchi predikatga *munosabatlar nomi* mos tushadi, dalillar terminiga esa *ob'ektlar*. Barcha predikatlarining mantiqida ishlatiluvchi mantiqiy fikrlar haqiqiy yoki yolg'on mazmunga ega.

Misol: Djon axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassis fikrini ko'rib chiqamiz. Ushbu fikr quyidagicha tasvirlanishi mumkin: hisoblanadi (Djon, axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassislik). Keling X-ob'ekt (Djon), axborot texnologiyalar bo'yicha mutaxassis bo'lib hisoblanayotgan bo'lsin. Unda quyida forma ishlatiladi: hisoblanadi (X, axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassis). *Smit IBM firmasida mutaxassis sifatida ishlaydi fikri uchta dalilli predikat ko'rinishida berilishi mumkin: ishlaydi (Smit, IBM firmasi, mutaxassis).*

Har qanday masalaning qo'yilishi va yechimi har doim uning mos predmet sohaga mos kelishi bilan bog'liq. Metall kesuvchi stanokning detallarni qayta ishlash jadvalini tuzish masalasini yechar ekanmiz, biz predmet sohaga stanoklar, detallar, vaqt oralig'i kabi bir qancha ob'ektlarni va «stanok», «detall», «stanok turi» kabi umumiy tushunchalarni jalb qilamiz. Masalani yechish uchun kerak bo'ladigan axborotlarni tushunishning umumiy asosini tashkil etadigan barcha predmet va hodisalar predmet soha deyiladi. Mazmunan predmet soha real va abstrakt ob'ektlardan tashkil topgan mohiyatni ifodalaydi.

Predmet sohaning mohiyati bir-biri bilan muayyan munosabatda turadi. Mohiyatlar orasida o'xshash munosabatlar kuzatiladi. Bunga o'xshash mohiyatlarning majmuasi predmet sohaning yangi mohiyati hisoblangan mohiyatlar sinfini tashkil etadi.

Mohiyatlar orasidagi munosabatlar mulohazalar yordamida ifodalanadi. Mulohaza - ko'rsatilgan mohiyatlarda o'ringa ega bo'lgan yoki bo'lmagan xayoliy mumkin bo'lgan vaziyat. Tilda (formal yoki tabiiy) mulohazalarga gaplar javob beradi. Mulohaza va gapni ham mohiyat deb qarash va uni predmet sohaga qo'shish mumkin.

Predmet sohalarni tavsiflash uchun mo'ljallangan tillar bilimlarni tasvirlash tillari deyiladi. Tabiiy til bilimlarni tasvirlashning universal tili hisoblanadi. Lekin tabiiy tilni mashinada bilimlarni tasvirash uchun qo'llashda ularning nomuntazamligi, ikkima'noliligi va h.k. ko'ra ko'p qiyinchiliklarga duch keladi. Asosiy to'siq tabiiy tilda formal semantikaning mavjud emasligidadir. Matematik bilimlarni tasvirlashda matematik mantiqda qadimdan mantiqiy formalizmlardan - asosan aniq formal semantika va operatsion ko'makka ega predikatlar hisobidan foydalaniladi. Shuning uchun predikatlar hisobi birinchi mantiqiy til bo'lgan. Bu tilni amaliy masalalarni yechish c bilan bog'liq bo'lgan predmet sohani formal tavsiflashda ishlatishgan.

Mantiqiy modellar bilan ishlashda quydagi qoidalarga amal qilish zarur:

1. Dalillar tartibi har doim berilgan predmet sohasiga qabul qilingan predikatlar izohi bilan mos holda berilishi kerak. Dasturchi dalillarning fiksirlangan tartibi haqidagi qarorni qabul qiladi va boshidan ohirigacha unga amal qiladi.

2. Predikat dalillarning istalgan miqdoriga ega bo'lishi mumkin.

3. Predikatdan tashkil topgan va u bilan dalillar orqali bog'langan alohida fikrlar, murakkab fikrlarga mantiqiy bog'lamlar orqali bog'lanishi mumkin: VA (END,  $\cap$ ), YOKI (or,  $\cup$ ), YO'Q (not,  $\sim$ ),  $\rightarrow$  AGAR..., UNDA formasini yo'naltirish uchun foydalaniladigan implikatsiyalar.

Mantiqiy tillarda bajarilgan predmet sohalarni tavsiflash mantiqiy modellar deyiladi.

#### 2.4. To'rli modellar

Bir qancha ta'riflarni kiritamiz. Mohiyat deganda ixtiyoriy tabiatga ega bo'lgan ob'ektni tushunamiz. Bu ob'ekt real olamda mavjud bo'lishi mumkin. Bu holda u P-mohiyat deb ataladi. Bilimlar bazasida unga qandaydir tavsif mos keladi. Bu tavsifning to'liqligi P-mohiyat haqida

intellektual tizim ega bo'lgan axborot bilan aniqlanadi. Bunday tasvirlash bilimlar bazasida M-mohiyat deyiladi. Shuni ta'kidlash joizki, Suhnday M-mohiyat mavjud bo'lishi mumkinki, unga mos P-mohiyat mavjud bo'lmashligi mumkin. Bunday M-mohiyatlar bilimlar bazasi ichida umumlashtirish amallariga o'xshash amallar yordamida hosil qilingan abstrakt ob'ektlarni o'zida ifodalaydi.

Mohiyatlarni ikki qismga ajratish birinchi marta semiopik modellarda shakllangan va ularga asoslangan vaziyatli boshqarish g'oyalarini to'rli modellarda qo'llashga imkon beradi. Muammoli sohaning semiopik modeli deganda bilimlar bazasida P-mohiyatlar va ular orasidagi bog'lanishlarni tasvirlash imkonini beradigan protseduralar kompleksi tushuniladi. O'zaro bog'langan P-mohiyatlarni interpretatsiya qilish usuli denotativ semantika, o'zaro bog'langan M-mohiyatlarni interpretatsiya qilish usuli konnotativ semantika deyiladi. P-mohiyat bilimlar bazasidagi unga mos M-mohiyatga nisbatan M-mohiyatning denotati yoki referenti deyiladi, M-mohiyat esa P-mohiyatga nisbatan uning degistanti, nomi, nishoni, identifikatori va sh.k. deyiladi. Degistant to'rli modeldagi oddiyroq element. U to'rli modeldagi terminal ob'ektlar sinfiga kiradi. Terminal ob'ekt deb oddiyroq mohiyatlarga ajratib bo'lmaydigan M-mohiyatga aytiladi. Qolgan M-mohiyatlar xosilaviy ob'ektlar yoki xosilaviy M-mohiyatlar deyiladi. Sinf yoki turlarni tashkil etadigan terminal ob'ektlar ro'yxati intellektual tizimlarni tashkil etishda beriladi. Ular butun, haqiqiy sonlar, identifikatorlar, satrlar, ro'yxatlar va h.k. bo'lishi mumkin. Terminal ob'ektlarning semantikasi ular bilan ishlatiladigan mumkin bo'lgan protseduralar to'plami bilan aniqlanadi. Masalan: sonlar ustida arifmetik amallar bajarish, satrlar yoki identifikatorlarni o'zaro taqqoslash, kiritish-chiqarish amallari va h.k.

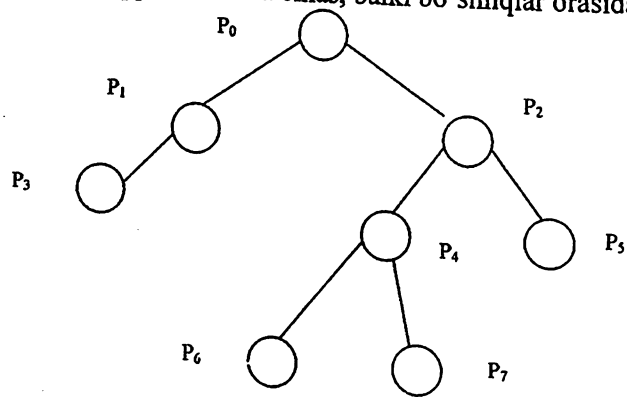
Ushbu modellar asosida *tarmoqlar*, *cho'qqilari*, *yoylar* tushunchalari yotadi. Tarmoqlar sodda va ierarxik bo'ladi, cho'qqilari esa mohiyat, ob'ektlar, hodisalar, jarayonlar yoki mavjudlik tushunchalaridir. Ushbu mohiyatlar orasidagi munosabatlar yoylar orqali tasvirlanadi. Tushuncha sifatida odatda abstrakt va konkret ob'ektlar turadi, munosabatlar esa *bu*, *qismiga ega*, *tegishli*, *sevadi* kabi aloqalardir.

Sodda tarmoqlar ichki strukturaga ega bo'lmaydi, ierarxik tarmoqlarda esa ayrim cho'qqilari ichki strukturaga ega bo'ladi.

Semantik tarmoqlarning harakterli xususiyati bo'lib uch tur munosabatning mavjudligi hisoblanadi:

1. Sinfning sinf-elementi
2. Xossa-mazmun

3. Sinf element andozasi  
 Ierarxik semantik tarmoqlarda tarmoqlarni  
 tarmoqosti(bo'shliq)larga bo'linishi nazarda tutiladi va munosabatlar  
 faqat cho'qqilari orasida emas, balki bo'shliqlar orasida ham o'rnatiladi.



*Bo'shliqlar daraxti*

$P_6$  bo'shlig'i uchun bo'shliqning barcha cho'qqilari  $P_4, P_2, P_0$ , bo'shliqlar ajdodlarida yotganlari ko'rinadi, qolganlari ko'rinmaydi. «Ko'rinish» munosabati ko'pgina «imkoniyatlar»ni tartiblashda bo'shliqlarni guruxlash imkonini beradi.

Ierarxik tarmoqlarni grafik ko'rinishini qoidalari yoki kelishuvlarini ko'rib chiqamiz:

Bir bo'shliqda yotgan cho'qqilari va yo'lar to'g'ri yoki ko'pburchak bilan cheklanadi;

YO uning ismi joylashgan bo'shliqqa tegishli bo'ladi

$P_j$ , bo'shliq ichida joylashan  $P_i$  bo'shliq avlod hisoblanadi.

Ma'lumotlar bazasidan qarorni topish muammosi semantik tarmoqni qo'yilgan tarmoqqa javob beruvchi, ayrim tarmoqostiga mos keluvchi tarmoq fragmentini izlash vazifasiga olib keladi.

Semantik tarmoq modelining asosiy yutug'i - insonning uzoqmuqaddatli xotirasini tashkil etish haqidagi zamonaviy tushunchalardan kelib chiqadi. Modelning kamchiligi - semantik tarmoqqa chiqishning izlashni murakkabligi.

### 2.5. Maxsuliy modellar

Mahsulotlar freymalar bilan bir qatorda intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlashning mashxur vositalari hisoblanadi. Mahsulotlar bir

tomondan mantiqiy modellarga yaqin bo'lib, maxsuliy chiqarish protseduralarini tashkil etish imkonini bersa, boshqa tomondan klassik mantiqiy modellarga qaraganda bilimlarni ko'rgazmaliroq tarzda aks ettiradi. Ularda mantiqiy hisoblarga xos bo'lgan qat'iy chegaranishlar yo'q. Bu esa mahsulot elementlarini interpretatsiyasini o'zgartirish imkonini beradi. Umumiy holda mahsulot deganda quyidagi ifoda tushuniladi:

(i); Q; P;  $A \Rightarrow B$ ; N.

Bu yerda i-mahsulot nomi bo'lib, bu nom yordamida mazkur mahsulot mahsulotlar to'plamidan ajratib olinadi. Nom sifatida mahsulotning mazmunini aks ettiruvchi qandaydir leksema(masalan, «kitoblar xaridi» yoki «qulfning kodlari to'plami») yoki tizim xotirasida saqlanuvchi mahsulotlar to'plamidagi mahsulotning tartib raqami olinishi mumkin.

Q element mahsulotning qo'llanilish sohasini harakterlaydi. Bunday sohalari inson kognitiv strukturalaridan oson ajratiladi. Bizning bilimlarimiz «tayoqchalar bo'yicha ajratilgan». Bir «tayoqcha»da ovqatni qanday tayyorlash haqidagi bilimlar saqlansa, boshqasida ishga qanday yetib borish haqidagi bilimlar saqlanadi va h.k. Bilimlarni alohida sohalarga ajratish kerakli bilimni izlash vaqtini tejashga imkon beradi. Intellektual tizimlarning bilimlar bazasida bunday sohalarga ajratish maxsuliy modellarda bilimlarni tasvirlash uchun maqsadga movofiq.

Mahsulotning asosiy elementi uning yadrosi  $A \Rightarrow B$  hisoblanadi. Mahsulot yadrosini interpretatsiya qilish  $\Rightarrow$  sekvensiya ishiorasining chap va o'ng tomonida nima turganligiga bog'liq holda turli xil bo'lishi mumkin. Mahsulot yadrosini oddiy o'qish quyidagicha ko'rishida bo'ladi: AGAR A, U HOLDA B. Yadroning murakkabroq konstruksiyalari o'ng tomonda alternativ tanlovlarga ruxsat beradi. Masalan, AGAR A, U HOLDA V1, AKS HOLDA V2. Sekvensiya oddiy mantiqiy ma'noda A ning rostligidan V kelib Chiqishiga o'xshash mantiqiy ishiora sifatida izoxlanishi mumkin. Mahsulot yadrosini boshqa interpretatsiyalari ham bo'lishi mumkin. Masalan, A V harakatni amalga oshirish uchun kerak bo'ladigan biror bir shartni tavsiflashi mumkin.

P element mahsulot yadrosining qo'llanilish sharti xisoblanadi. Odatda P mantiqiy ifoda bo'ladi (qoidaga ko'ra predikat). R «rost» qiymat qabul qilganda mahsulot yadrosi faollashadi. Agar R yolg'on bo'lsa mahsulot yadrosini ishlatib bo'lmaydi.

N element mahsulotning keyingi shartini tavsiflaydi. Ular faqat mahsulot yadrosi amalga oshgandagina aktuallashtiriladi. Mahsulot

keyingi sharti V ni amalga oshirgandan keyin bajarish kerak bo'ladigan harakat va protseduralarni tavsiflaydi. Masalan, magazinda biror mahsulot harid qilingandan keyin mahsulotlar ro'yxatidan Suhnday turdagi mahsulotning sonini bittaga kamaytirish kerak.

Agar tizim xotirasida qandaydir mahsulotlar to'plami saqlansa, u xolda ular mahsulotlar tizimini tashkil etadi. Mahsulotlar tizimida mahsulotlarni boshqarish uchun maxsus protseduralar berilgan bo'lishi kerak. Bu protseduralar yordamida mahsulotlarni aktuallashtirish va aktuallashtirish mahsulotlar orasidan u yoki bu mahsulotni bajarish uchun tanlash amalga oshiriladi.

Bir qator intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlashning to'ri va maxsuliy modellarining kombinatsiyasi ishlatiladi. Bunday modellarda deklarativ bilimlar modelning to'ri komponentida, protsedurali bilimlar maxsuliy komponentida tavsiflanadi. Bunday xolda semantik to'r ustidan maxsuliy tizimning ishlashi haqida gapirishadi.

#### Stsenariylar

Bilimlarni ifodalash tizimlarida real hayotdagi ma'lum standart vaziyatlarni tavsiflaydigan stereotip bilimlar asosiy rol o'ynaydi. Bunday bilimlar vaziyatlarni tavsiflashda tushirib qoldirilgan ma'lumotlarni tiklashga, bu vaziyatda kutilishi mumkin bo'lgan yangi faktlarning paydo bo'lishini oldindan aytishga, vaziyatning kelib chiqish mohiyatini o'rnatishga imkon beradi.

Stereotip bilimlarni tavsiflashda turli xil modellardan foydalaniladi. Ular ichida eng ko'p tarqalgani stsenariylar hisoblanadi. Stsenariy deb predmet sohaning tipik vaziyatini aniqlaydigan, o'zaro bog'langan faktlar standart ketma-ketligining formal tavsifiga aytiladi. Bu stsenariyda ishtirok etadigan shaxslarning maqsadga erishish usulini tavsiflaydigan protsedura yoki harakatlar ketma-ketligi bo'lishi mumkin. Intellektual tizimlarda stsenariylar tabiiy-tilli matnlarni tushunish protseduralarida, hatti - harakatlarni rejalashtirishda, o'qitishda, qaror qabul qilishda, atrof muhit o'zgarishlarini boshqarishda ishlatiladi.

#### Intellektual interfeys

Faraz qilaylik intellektual tizimga matn kiritilyapti. Matnda berilgan ixtiyoriy savollarga inson nuqtai nazaridan u to'g'ri javob beryotgan bo'lsa, intellektual tizim matnini tushunyapti deymiz. «Inson» deganda tizimning tushunish qobiliyatini baholovchi muayyan ekspert-inson tushuniladi. Bu sub'ektivlikka hissa qo'shadi, chunki turli xil kishilar bir xil matnini turlicha tushunishadi.

#### Tushunish darajalarini sinflash

Mavjud intellektual tizimlarda beshta asosiy tushunish darajalarini va ikkita metatushunish darajalarini ajratish mumkin.

Birinchi daraja matndan kiritilgan savollarga javobni tizim to'g'ridan-to'g'ri ma'nosiga asoslanib shakllantirish sxemasi bilan harakterlanadi. Masalan, tizimga «Nonushtadan keyin, soat sakkizda, Petya maktabga ketdi. Soat ikkida u uyga qaytdi. Tushlikdan keyin u sayr qilishga ketdi» matni kiritilgan bo'lsa, u xolda birinchi tushunish darajasida tizim «Petya qachon maktabga ketdi?», «Tushdan keyin Petya nima qildi?» kabi savollarga javob bera olishi kerak. Lingvistik protsessorda matn va unga taaluqli savollarning morfologik, sintaktik va semantik analizlari sodir bo'ladi. Lingvistik protsessorning chiqishida matn va savollarning chiqarish bloki ishlay oladigan ichki ifodalari hosil bo'ladi. Maxsus protseduralardan foydalanib bu blok javobni hosil qiladi. Boshqacha aytganda, birinchi darajali tushunishning allaqachon intellektual tizimdan ma'lumotlarni ifodalash va bu ma'lumotlarga xulosa chiqarishning ma'lum vositalarini talab qiladi.

Ikkinchi daraja: Ikkinchi darajada matndagi ma'lumotlarga asoslangan mantiqiy xulosa qilish vositalari qo'shiladi. Bular matnda yaqqol mavjud bo'lmagan axborotlarni tug'dirish imkoniga ega bo'lgan matndagi turli xil mantiqlardir (vaqtli, fazoli, kauzual va sh.k.). Bizning misolda ikkinchi darajada «Nima oldin bo'ldi: Petyaning maktabga ketishimi yoki uning tushlik qilishimi?» yoki «Petya maktabdan kelgandan keyin sayr qildimi?» kabi savollarga to'g'ri javob hosil qilish mumkin. Intellektual tizim matnning vaqt strukturasi tuzibgina qolmay, bu kabi savollarga javob berishi mumkin.

Ikkinchi darajali tushunish yordamida tashkil qilish mumkin bo'lgan intellektual tizim sxemasi yana bir bilimlar bazasiga ega bo'ladi. Unda voqealarning strukturasi tegishli qonuniyatlar, ularning fazoviy tashkil etilish mumkinligi, kauzual bog'liqliklar va sh.k. qonuniyatlar saqlanadi. Mantiqiy blok esa psevdofizik mantiqlar bilan ishlash uchun barcha kerakli vositalarga ega bo'ladi.

Uchinchi daraja: Ikkinchi daraja vositalariga atrof - muhit haqidagi tizimlar bilimlari bilan matnini to'ldirish qoidalari qo'shiladi. Intellektual tizimda bu bilimlar mantiqiy harakterga ega bo'ladi va boshqa turdagi protsedura va stsenariyalar ko'rinishida qayd qilinadi. Uchinchi tushunish darajasida intellektual tizim «Petya ertalab soat sakkizda qaerda bo'lgan?» yoki «Soat ikkida Petya qaerda keldi?» kabi savollarga javob bera olishi kerak. Buning uchun «maktabda bo'lish» jarayoni nimani

bildirishini, xususan, bu jarayon uzluksiz va unda ishtirok etuvchi sub'ekt hamma vaqt «maktabda» bo'lishini bilish kerak.

Uchinchi darajali tushunish amalga oshiriladigan intellektual tizim strukturasi tashqi tomondan ikkinchi daraja sxemasidan farq qilmaydi. Biroq mantiqiy blokda nafaqat sof deduktiv xulosalash vositalari, balki stsenariylar bo'yicha xulosalash vositalari ham ko'zda tutilishi kerak.

Sanab o'tilgan uchta tushunish darajalari amalda ishlayotgan barcha intellektual tizimlarda amalga oshirilgan. Birinchi daraja va qisman ikkinchi daraja turli xil tabiiy tilda muloqot qilish tizimlariga kiradi.

Tushunishning keyingi ikkita darajasi mavjud intellektual tizimlarda qisman amalga oshirilgan. To'rtinchi daraja: Matn o'rniga unda ma'lumotlarni olishning ikkita kanali mavjud bo'lgandagina kelib chiqadigan kengaytirilgan matn ishlatiladi. Birinchi kanal orqali tizimga matn uzatiladi, ikkinchi si orqali matnda mavjud bo'lmagan qo'shimcha axborotlar uzatiladi. Insonlar o'rtasidagi aloqada ko'rish ikkinchi kanal rolini o'ynaydi. Birdan ortiq aloqa kanallariga ko'rish imkoniyatiga ega bo'lgan intellektual robotlar ega bo'ladi.

Aloqaning ko'rish kanali atrof muhitning «shu yerda va hozir» holatini qayd qilish va matnga kuzatilayotgan axborotni kiritish imkonini beradi. Tizim matn yuzaga keladigan vaziyat bilan to'g'ridan to'g'ri bog'langan so'zlar kiritilgan matnlarni tushunish qobiliyatiga ega bo'ladi. Quyiroq tushunish darajalarida masalan, «Qaranglar Petya nima qildi! U buni olmasligi kerak edi!» matnini tushunish mumkin emas. Ko'rish kanali mavjud bo'lsa tushunish jarayoni bunga ega bo'ladi.

To'rtinchi darajali tushunish bo'lgan xolda intellektual tizim «Nima uchun Petya buni olmasligi kerak edi?» yoki «Petya nima qildi?» kabi savollarga javob bera oladi. Tizimga kirayotgan savol uchun qo'shimcha mos kelsa, tizim kerakli javobni beradi. Javob uchun qo'shimcha axborotlarni («ekzegetik») jalb qilish kerak bo'lsa, u holda matn va savolning ichki ko'rinishi matn bilan intellektual tizimga ko'rish yoki boshqa qandaydir kanal orqali hosil bo'lgan real vaziyat o'rtasidagi munosabatni aniqlashni amalga oshiradigan blokka uzatiladi.

Beshinchi daraja: Javob uchun bu darajada intellektual tizim matndan tashqari matn manbai bo'lgan va tizim xotirasida aloqaga taalluqli umumiy axborotlarni saqlaydigan muayyan sub'ekt haqidagi axborotdan foydalanadi. Beshinchi darajaga mos nazariya - nutqiy aktlar nazariyasidir.

Shunga e'tibor berilganki, har qanday ibora nafaqat voqelikning qandaydir hodisasini bildiradi, balki o'zida uchta harakatni birlashtiradi:

lokutsiya, illokutsiya va perlokutsiya. Lokutsiya - bu o'z holicha gapirish, ya'ni so'zlovchi o'zining fikrini aytish uchun qilgan harakati. Illokutsiya - bu gapirish yordamida harakat: savol, istak(buyruq yoki iltimos) va tasdiq. Perlokutsiya - so'zlovchining tinglovchiga qandaydir ta'sir o'tkazishiga qaratilgan harakati: «xushomad qilish», «ajablantirish», «ko'ndirish» va x.k. Nutqiy aktning nutqiy harakatlarning ongli minimal birligi sifatida aniqlash mumkin. Har bir nutqiy akt lokutiv, illokutiv va perlokutiv aktlardan tashkil topgan.

To'rtinchi va beshinchi tushunish darajalari uchun muloqot asosida yotgan muloqotning nutqsiz komponentalari va psixologik printsiplari bo'yicha natijalari qiziqarli. Bundan tashqari, matnning to'ldirish qoidalariga muloqotning muayyan sub'ekti haqidagi bilimlarga tayanadigan (agar tizimda bu bilimlar mavjud bo'lsa) xulosa chiqarish qoidalari kiradi. Masalan tizim mazkur sub'ektga u tomonidan xosil qilingan matnning to'g'ri deb hisoblab ishonishi mumkin. Lekin unga ishonmasligi va matnning sub'ekt haqidagi o'zining bilimlari bilan to'g'rilab tushunishi mumkin. Bu turdagi bilimlar hali yetarlicha rivojlanmagan muloqotning psixologik nazariyalariga tayanishi kerak.

Masalan tizimga quyidagi matn kiriyapti: «Nina darrov kelishga va'da berdi». Agar tizimda Nina haqida hech qanday ma'lumot bo'lmasa, u bilimlar bazasiga murojaat qilishi va «darrov» vaqt ko'rsatkichini baholash uchun qandaydir normativ ma'lumotdan foydalanishi mumkin. Bu ma'lumotdan «darrov» yarim soatdan oshmasligini bilish mumkin. Lekin tizimga kiritilayotgan matnda so'z borayotgan Nina haqida maxsus ma'lumot bo'lishi mumkin. Bu holda tizim, bilimlar bazasidan kerakli bilimlarni olib, masalan, Ninaning bir soatdan oldinroq kelmasligiga tayyorlanishi mumkin.

Birinchi metadaraja: Bu darajada bilimlar bazasi tarkibida o'zgarishlar sodir bo'ladi. U tizimga ma'lum va tizimga kiritilgan matnlarda mavjud bo'lgan faktlar bilan to'ldiriladi. Turli intellektual tizimlar bir biridan bilimlardan faktlarni xosil qilish qoidalarining xarakterini bilan farq qiladi. Masalan farmakologik ekspertiza uchun mo'ljallangan tizimlarda bu qoidalar induktiv xulosa qilish va tasvirlarni tanish usullariga tayanadi. Qoidalar ehtimollar printsipligiga, xulosalarga va x.k. asoslangan bo'lishi mumkin. Barcha hollarda bilimlar bazasi aprior to'liqmas bo'lib ko'rinadi va bunday intellektual tizimlarda savollarga javob qidirishda qiyinchiliklar yuzaga keladi. Xususan, bilimlar bazasida nomonoton xulosa kerak bo'lib qoladi.



Ikkinchi metadaraja: Bu darajada metaforik bilimlarning paydo bo'lishi sodir bo'ladi. Bu maqsadlar uchun foydalaniladigan metaforik darajadagi bilimlarni hosil qilish qoidalari analoglar va assotsiatsiyalar bo'yicha xulosa qilishga tayanadigan maxsus protseduralarni o'zida ifodalaydi. Hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan analoglar bo'yicha xulosalash sxemasi Leybnits diagrammasidan foydalanadi. Bu diagramma analoglar bo'yicha fikrlashning faqat xususiy hollarini aks ettiradi. Assotsiativ fikrlash sxemalari bundan ham sayoz.

Tushunish darajalari va metadarajalari intellektual tizim arxitekturasi nuqtai nazaridan qaralsa ketma-ket yangi bloklarni qo'shish va ular amalga oshiradigan protseduralarning murakkablashuvini kuzatish mumkin. Birinchi darajada faqat matnning o'ziga tegishli bo'lgan bilimlar bazasi bilan lingvistik protsessor yetarli bo'ladi. Ikkinchi darajada bu protsessor mantiqiy xulosalash protsedurasi paydo bo'ladi. Uchinchi darajada bilimlar bazasi kerak bo'ladi. Dastlabki ma'lumot kanalidan mustaqil holda ishlaydigan yangi ma'lumot kanalining paydo bo'lishi to'rtinchi daraja bilan karakterlanadi. Bu kanalning ishlashi bilan bog'liq bo'lgan protseduradan tashqari har bir kanaldan olingan ma'lumotlarning integratsiyasini amalga oshiruvchi ikkala kanal ishlash natijalarini o'zaro ko'rsatib turuvchi protsedura paydo bo'ladi. Rivojlanishning beshinchi darajasida bilimlar va ma'lumotlarni xulosalashning turli xil usullari olinadi. Bu darajada individual va guruxli hatti harakatlar modeli muhim bo'ladi. Metadarajalarda bilimlarni boshqarish uchun quyiroq tushunish darajalarida mavjud bo'lmagan yangi protseduralar paydo bo'ladi. To'liq hajmda tushunish - ko'rinishidan qandaydir erishib bo'lmaydigan orzu. Tushunish fenomenining boshqacha interpretatsiyalari ham mavjud. Masalan, tushunish darajasini tizimning olingan natijani tushuntirish qobiliyatiga ko'ra baholash mumkin. Bu yerda tizim unga kiritilgan matnga asosan nima qilganini tushuntirayotganda nafaqat tushuntirish darajasi, balki tizim o'zining natijalarini asoslayotganda asoslash darajasi ham bo'lishi mumkin. Tushuntirishdan farqli o'laroq asoslash har doim tizimning joriy vaqtdagi mavjudligi bilan aniqlanadigan faktlar va bilimlarning yig'indisi bilan bog'liq. Tushunish uchun kiritiladigan matn bir xolatda tizim tomonidan rost deb qabul qilinsa, boshqa holatda yolg'on deb qabul qilinishi mumkin. Tushuntirish va asoslashdan tashqari matn tushunish bilan bog'liq yana bir funktsiya - oqlash ham bo'lishi mumkin. Biror narsani oqlash chiqarilgan tasdiqlar intellektual tizimda o'rnatilgan norma va qiymatlar tizimiga qarama - qarshi emasligini tasdiqlashni bildiradi.

Ekspert tizimlarga o'xshash Suhnday intellektual tizimlar borki, ular tushuntirish va qisman izohlar berish imkoniyatiga ega. Asoslash va oqlash protseduralari to'liq hajmda hali amalga oshirilmagan.

## 2.6. Masalani yechish usullari

Ko'pgina intellektual tizimlar (IT)ning ishlashi maqsadga yo'naltirilgan bo'ladi (misol sifatida alohida vazifani bajaruvchi intellektual robotlar bo'lishi mumkin). Bunday ishlashning tipik akti rejalashtirish masalasini yechish c, belgilangan qandaydir boshlang'ch vaziyatdan kerakli maqsadga erishish yo'llari hisoblanadi. Masala yechish c natijasi - harakatlar rejasi - qisman-tartiblangan harakatlar majmuasi bo'lishi kerak. Bunday reja uchlar o'rtasidagi munosabat sifatida «maqsad-qism maqsad» «maqsad-harakat» «harakat-natija» va h.k. turdagi munosabatlar ishtirok etadigan stsenariyni eslatadi. Bu stsenariydagi joriy holatga mos keluvchi uchdan ixtiyoriy maqsadli uchga olib boradigan ixtiyoriy yo'l harakat rejasini aniqlaydi. ITlarda harakatlar rejasini izlash faqatgina IT kerakli maqsadga olib borish uchun oldindan ma'lum harakatlar to'plami bo'lmagan standart bo'lmagan holat bilan to'qnash kelganda yuzaga keladi. Harakatlar rejasini qurishning barcha masalalarini turli xil modellarga mos keladigan ikki turga ajratish mumkin: holatlar fazosida rejalashtirish (SS - muammo), masalalar fazosida rejalashtirish (RR - muammo)

Birinchi holatda qandaydir holatlar fazosi berilgan deb hisoblanadi. Holatning tavsifi tashqi olamning holati va bir qator parametrlari bilan karakterlanadigan ITning holatini o'z ichiga oladi. Vaziyatlar qandaydir umumlashgan holatlarni tashkil qiladi, ITning harakati yoki tashqi olamdagi o'zgarish esa hozirgi paytdagi aktual holatning o'zgarishiga olib keladi. Umumlashgan holatlar orasida boshlang'ch (odatda bitta) holatlar va oxirgi (maqsadli) holatlar ajratilgan. SS-muammo boshlang'ch holatdan oxirgi holatlarning biriga olib boruvchi yo'lni qidirishdan iborat. Agar masalan IT shaxmat o'ynashga moslashgan bo'lsa, u holda shaxmat doskasida joylashgan pozitsiyalar umumlashgan holatlar bo'ladi. Boshlang'ch holat sifatida mazkur o'yin vaqtida qayd qilingan pozitsiyani, maqsadli pozitsiyalar sifatida durang pozitsiyalar to'plamini qarash mumkin. Shuni qayd etib o'tamizki, shaxmat holatida maqsadli pozitsiyalarni to'g'ridan-to'g'ri sanab o'tish mumkin emas. Mot va durang pozitsiyalar holatlarni tavsiflash tilidan farq qiluvchi, doska maydonlarida figuralarning joylashishi bilan karakterlanadigan tilda

tavsiflangan. Aynan shu shaxmat o'yinida harakatlar rejasini izlashni qiyinlashtiradi.

Masalalar fazosida rejalashtirishda vaziyat biroz boshqacha. Fazo masalalar to'plamiga «qism-butun», «masala-qism masala», «umumiy hol-xususiy hol» va sh.k. turdagi munosabatlarni kiritish natijasida hosil qilinadi. Boshqacha aytganda masalalar fazosi masalani qism masalalarga (maqsadlarni qism maqsadlarga) dekompozitsiya qilishni aks ettiradi. PR-muammo berilgan masalani yechimi tizimga noma'lum bo'lgan masalaga olib keladigan qism masalalarga dekompozitsiyasini izlashdan iborat. Masalan, ITga qanday qilib  $\sin x$  va  $\cos x$  ni argumentning ixtiyoriy qiymatida hisoblash va qanday qilib bo'lish amalini bajarish ma'lum. Agar ITga  $\tan x$  ni hisoblash zarur bo'lsa, u holda RP-muammoning yechimi bu masalani  $\tan x = \sin x / \cos x$  dekompozitsiya ko'rinishida tasvirlash bo'ladi.

### Holatlar fazosida qidirish usuli bilan masalani yechish.

Masalani holatlar fazosida tasvirlash holatlar, operatorlar to'plami va ularning holatlar o'rtasidagi o'tishlardagi ta'siri, maqsadli holatlar kabi bir qator tushunchalarni taqozo etadi. Holatlarning tavsifi belgilar satri, vektorlar, ikki o'l chovli massivlar, daraxtlar, ro'yxatlar va sh.k.larni o'zida aks ettirishi mumkin. Operatorlar bir holatni boshqasiga o'tkazadi. Ba'zan ular A holatning V holatga almashtirilishini (o'tishini) bildiradigan  $A \Rightarrow B$  mahsulotlar ko'rinishida tasvirlanadi.

Holatlar fazosini uchlari holatlar bilan, yoylari esa operatorlar bilan belgilangan graf ko'rinishida tasvirlash mumkin.

Holatlar bo'yicha rejalashtirishda  $\langle A, B \rangle$  masala yechimini topish muammosi grafda A dan B ga yo'lni topish masalasi kabi tasvirlanadi. Odatda graflar berilmaydi, kerak bo'lganda generatsiya qilinadi.

Yo'lni topishning noaniq va yo'naltirilgan usullari farqlanadi. Noaniq usul ikki xil ko'rinishga ega: chuqur izlash va keng izlash. chuqur izlashda har bir alternativa boshqa alternativalarini hisobga olmagan xolda ohirigacha tekshiriladi. Bu usul «baland» daraxtlar uchun yomon, chunki kerakli shox yonidan oson o'tib ketib qolish va «bo'sh» alternativalarini tekshirishga ko'p kuch sarflash mumkin. Keng izlashda belgilangan (qayd qilingan) darajadagi barcha alternativalar tekshiriladi va shundan so'nggina keyingi darajaga o'tish amalga oshiriladi. Bu usul chuqur izlash usulidan yomonroq bo'lishi mumkin, qachonki grafda maqsadli uchga olib boruvchi barcha yo'llar deyarli bir xil chuqurlikda joylashgan bo'lsa.

**Shoxlar va chegaralar usuli.** Qidirish jarayonida tugamagan yo'llardan eng qisqasi tanlab olinadi va bir qadamga uzaytiriladi. Hosil qilingan yangi tugamagan yo'llar (mazkur uchda qancha shox bo'lsa ularning soni ham shuncha) eskilari bilan bir qatorda ko'riladi va yana ulardan eng qisqasi bir qadamga uzaytiriladi. Jarayon birinchi maqsadli uchga yetguncha takrorlanadi va yechim saqlanadi. So'ngra qolgan tugamagan yo'llardan tugagan yo'lga nisbatan uzunroq yoki unga teng yo'llar olib tashlanadi, qolganlari esa xuddi Suhnday algoritmi bo'yicha ularning uzunligi tugagan yo'lnikidan katta bo'lguncha uzaytiriladi. Natijada yo barcha tugamagan yo'llar olib tashlanadi, yo ular orasidan oldingi olingan yo'ldan qisqaroq bo'lgan yo'l shakllanadi. Oxirgi yo'l etalon rolini o'ynay boshlaydi va h.k.

**Murning qisqaroq yo'llar algoritmi.** Boshlang'ch  $X_0$  uch 0 soni bilan belgilanadi. Algoritmi ishlash jarayonining joriy qadamida xi uchning tarmoq uchlari to'plami  $X(x_i)$  olingan bo'lsin. U holda oldin olingan barcha uchlardan undan o'chiriladi, qolganlari esa xi uchning nishoniga qaraganda bir birlikka oshirilgan nishon bilan belgilanadi va ulardan  $X_i$  ga tomon ko'rsatkichlar o'tkiziladi. Keyin hali ko'rsatkichlar manzili sifatida qatnashmaydigan belgilangan uchlari to'plamida eng kichik nishonli uch olinadi va u uchun tarmoqlanuvchi uchlari quriladi. Uchlarni belgilab chiqish maqsadli uch hosil qilinguncha takrorlanadi.

Minimal qiymat bilan yo'lni aniqlashning **Deykstr algoritmi** o'zgaruvchan uzunlikdagi yoyni kiritish hisobiga Mur algoritmining umumlashmasi hisoblanadi.

**Doran va Mitchining past baho bilan qidirish algoritmi.** Qidirish bahosi optimal yechimning bahosiga nisbatan katta bo'lgan holda ishlatiladi. Bu holda Mur va Deykstr algoritmlaridagidey boshidan eng kam uzoqlikda joylashgan uchni tanlash o'rniga maqsadgacha bo'lgan masofaning evristik bahosi eng kam bo'lgan uch tanlanadi. Yaxshi baholashda yechimni tez hosil qilish mumkin, ammo yo'lning minimalligiga kafolat yo'q.

**Hart, Nilson va Rafael algoritmi.** Algoritmda ikkala kriteriya birlashtirilgan:  $g(x)$  uchgacha bo'lgan yo'l narxi (bahosi) va  $h(x)$  uchdan additiv baholanadigan  $f\{x\} = g(x) + h(x)$  funktsiyagacha bo'lgan yo'l narxi.  $h(x) < h_p(x)$  shartda (bu yerda  $h_p(x)$  maqsadgacha bo'lgan haqiqiy masofa) algoritmi optimal yo'lni topishga kafolat beradi.

Grafda yo'llarni qidirish algoritmlari qidirish yo'nalishi bilan ham farq qiladi. To'g'ri, teskari va ikki tomonga yo'nalgan qidirish usullari mavjud. To'g'ri izlash boshlang'ch holatdan ketadi va maqsad holat

oshkormas holda berilganda qo'llaniladi. Teskari qidirish maqsadli holatdan ketadi va boshlang'ch holat oshkor berilmagan, maqsadli holat oshkor berilgan holda qo'llaniladi. Ikki tomonga yo'nalgan qidirish ikkita muammoning qoniqarli yechimini talab qiladi: qidirish yo'nalishining almashishi va «uchrashuv nuqta»sini optimallashtirish. Birinchi muammoni yechish c kriteriyalardan biri qidirish «kengligi»ni ikkala yo'nalishda taqqoslashdan iborat. Qidirishni toraytiradigan yo'nalish tanlanadi. Ikkinchi muammoning yuzaga kelishiga sabab to'g'ri va teskari yo'llar ajralib ketishi mumkin va qidirish qancha tor bo'lsa uning ehtimoli ko'proq bo'ladi.

### Masalani reduksiya usulida yechish

Bu usul yaxshi natijalarga olib keladi, chunki ko'pincha masalani yechish c ierarxik strukturaga ega bo'ladi. Ammo asosiy masala va uning barcha qism masalalari bir xil usul bilan yechilishini talab etish shart emas. Reduksiya masalaning global aspektlarini tasvirlash uchun foydali, maxsus masalalarni yechish cda esa holatlar bo'yicha rejalashtirish usuli maqsadga muvofiq. Holatlar bo'yicha rejalashtirish usulini reduksiya yordamida rejalashtirish usulining xususiy holi deb qarash mumkin, chunki holatlar fazosida operatorning har bir qo'llanilishi boshlang'ch masalani ulardan hech bo'lmaganda bittasi elementar bo'ladigan ikkita soddaroq masalaga keltirishni bildiradi. Umumiy holda boshlang'ch masalani reduksiya usulidan ulardan hech bo'lmaganda bittasi elementar masala bo'ladigan ikkita qism masalani shakllantirishga olib kelinmaydi.

Masalalar fazosida rejalashtirishni izlash boshlang'ch masalani ketma - ket osonroq masalalarga keltirishdan iborat. Bu jarayon elementar masalalar hosil bo'lguncha davom ettiriladi. Bunday masalalarning qisman tartiblangan majmuasi boshlang'ch masalaning yechimini tashkil etadi. Masalani alternativ qism masalalar to'plamiga ajratishni VA/YOKI graf ko'rinishida tasvirlash oson. Bunday grafda oxirgi uchdan tashqari barcha uchlar yo kon'yunktiv bog'langan (VA uchlar) yo diz'yunktiv bog'langan (YOKI uchlar) tarmoqlanuvchi uchlar ega bo'ladi. Xususiy holda VA uchlar bo'lmaganda holatlar fazosi grafi sodir bo'ladi. Oxirgi uchlar YOKI yakunlovchi (ularga elementar masalalar mos keladi) YOKI tupikli bo'ladi. Boshlang'ch uch (VA/YOKI grafning ildizi) boshlang'ch masalani tasvirlaydi. VA/YOKI grafda qidirishning maqsadi boshlang'ch uchning yechilishini ko'rsatish. Yechiladigan uchlar barcha tarmoqlanuvchi uchlar yechiladigan yakunlovchi uchlar va hech bo'lmaganda bitta tarmoq uchi yechiladigan yoki uchlar hisoblanadi. Yechiladigan graf yechib bo'ladigan uchlardan tashkil topgan va

boshlang'ch masalaning yechilish usulini ko'rsatadi. Tupikli uchlarning bo'lishi yechilmaydigan uchlar olib keladi. Tupikli uchlar, hech bo'lmaganda bitta tarmoq uchi yechilmaydigan VA uchlar, har bir tarmoq uchi yechilmaydigan YOKI uchlar yechib bo'lmaydigan hisoblanadi.

**Cheng va Sleyg algoritmi.** Ixtiyoriy VA/YOKI grafni har bir YOKI shoxi faqat oxirida VA uchga ega maxsus YOKI grafga aylantirishga asoslangan. Ixtiyoriy VA/YOKI grafni muloxazalar mantiqining ixtiyoriy formulasiga aylantirish va keyin bu formulani dizyunktiv normal shaklga keltirishdan foydalanib aylantirish amalga oshiriladi. Bunday aylantirish keyinchalik Hart, Nilson va Rafael algoritmlaridan foydalanishga imkon beradi.

**Kalit operatorlar usuli.**  $\langle A, B \rangle$  masala berilgan bo'lsin va  $f$  operator albatta bu masalaning yechimiga kirishi ma'lum bo'lsin. Bunday operator kalit operator deb ataladi.  $f$  ni qo'llash uchun  $S$  holat kerak bo'lsin, uni qo'llash natijasi esa  $I(c)$  bo'lsin. U holda VA uch uchta tarmoq uchlarini keltirib Chiqaradi:  $\langle A, C \rangle$ ,  $\langle C, f(c) \rangle$  va  $\langle f(c), B \rangle$ . Ulardan o'rtadagisi elementar masala hisoblanadi.  $\langle A, C \rangle$  va  $\langle f(c), B \rangle$  masalalar uchun ham kalit operatorlar tanlanadi va ko'rsatilgan reduksiya protsedurasi mumkin bo'lgunga qadar takrorlanadi. Natijada  $\langle A, B \rangle$  boshlang'ch masala har biri holatlar fazosida rejalashtirish usuli bilan yechiladigan qism masalalarning tartiblangan majmuiga ajratiladi. Kalit operatorlarni tanlashda alternativlar bo'lishi mumkin, shuning uchun umumiy holda VA/YOKI graf sodir bo'ladi. Ko'pgina masalalarda kalit operatorni ajratishga erishilmaydi, faqatgina uni o'z ichiga oladigan to'plamni ko'rsatishga erishiladi. Bu holda  $\langle A, B \rangle$  masala uchun  $A$  va  $V$  ning farqi hisoblanadi. Oxirgisi kalit operator bo'ladi.

**Umumiy masala yechuvchini rejalashtirish usuli (UME).** UME rejalashtiruvchining eng mashhur modeli sifatida paydo bo'lgan. U integral hisob, mantiqiy xulosa, grammatik tahlil va shu kabi boshqa masalalarni yechish c uchun ishlatilgan. UME qidirishning ikkita asosiy printsiplarini birlashtiradi: maqsadlarni va vositalarni tahlil qilish va masalani rekursiv yechish. Qidirishning har bir siklida UME uchta turdagi standart masalalarni qat'iy ketma-ketlikda yechadi:  $A$  ob'ektni  $B$  ob'ektga almashtirish,  $A$  va  $B$  orasidagi  $D$  farqni kamaytirish,  $f$  operatorni  $A$  ob'ektga qo'llash. Birinchi masalani yechimi  $D$  farqni aniqlaydi, ikkinchi sinning yechimi mos keladigan  $f$  operatorni, uchinchisining  $C$  ning talab qilingan qo'llanilishi. Agar  $C$ ,  $A$  dan farq qilmasa,  $f$  operator qo'llaniladi, aks holda  $C$  navbatdagi maqsad ko'rinishida tasvirlanadi va

«Ani Cga aylantirish» masalasidan boshlab tsikl takrorlanadi. Umumiy holda UME strategiyasi berilgan B maqsaddan unga erishish vositasi Cga tomon teskari qidirishni  $\langle A, B \rangle$  boshlang'ch masalaning reduksiyasini  $\langle A, C \rangle$  va  $\langle C, B \rangle$  masalalarda foydalanib amalga oshiradi.

Shuni ta'kidlab o'tamizki, UME da bir - biridan farqlarning mustaqilligi faraz qilinadi, bu esa bitta farqning kamaytirilishi boshqasining ko'payishiga olib kelmasligiga kafolat bo'ladi.

**Mantiqiy xulosa asosida rejalashtirish.** Bunday rejalashtirish holatlarni qandaydir mantiqiy hisobning to'g'ri qurilgan formulalari (TQF) ko'rinishida tavsiflashni; operatorlarni yoki TQF ko'rinishda yoki bir TQFni boshqasiga o'girish qoidalari ko'rinishida tavsiflashni taqozo etadi. Operatorlarni TQF ko'rinishida tasvirlash rejalashtirishning deduktiv usullarini yaratishga imkon beradi, operatorlarni o'girish qoidalari ko'rinishida tasvirlash esa deduktiv xulosa elementlari bilan rejalashtirish usullarini yaratishga imkon beradi.

**QA3 tizimining deduktiv rejalashtirish usuli.** UME unga qo'yilgan ishonchlarni oqlamadi. Bunga asosiy sabab masalani qoniqarsiz tasvirlash edi. Vaziyatni to'g'irlashga urinishlar QA3 savol-javob tizimining yaratilishiga olib keldi. Tizim ixtiyoriy predmet sohaga mo'ljallangan bo'lib mantiqiy xulosa asosida «A dan B holatga erishish mumkinmi?» savoliga javob berishga qodir. Avtomatik xulosa chiqarish usuli sifatida rezolyutsiyalar printsiplari ishlatiladi. Mantiqiy xulosani yo'naltirish uchun QA3 turli xil strategiyalarni qo'llaydi, asosan rezolyutsiyalar printsiplarining formalizm xususiyatlarini hisobga oladigan sintaktik harakterdagi strategiyalarni. QA3 ni ekspluatatsiya qilish shuni ko'rsatdiki bunday tizimda xulosa sekin hosil bo'ladi. Bu esa inson fikrlashiga xos emas.

**STRIPS tizimining mahsulotlar usuli.** Bu usulda operator  $P, A \Rightarrow B$  mahsulotni (produksiyani) tasvirlaydi. Bu yerda  $P, A$  va  $B$  - birinchi darajali predikatlar hisobidagi TQFlar to'plami.  $P$  mahsulotning yadrosi  $A \Rightarrow B$  ning qo'llanilish shartini ifodalaydi, bu yerda  $B$  - qo'shiladigan TQFlar ro'yxatini va olib tashlanadigan TQFlar ro'yxatini o'z ichiga oladi, ya'ni keyingi shartlarni. Bu usul UME usulini farqlarni aniqlash va mos operatorlarni qo'llashning standart masalalarini rezolyutsiyalar printsiplari asosida yechish c farqi bilan takrorlaydi. Mos operator UME dagi kabi «vosita va maqsadlarni analiz qilish» printsiplari asosida tanlanadi. Rejalashtirishning kombinatsiyalashgan usulining borligi mantiqiy xulosa jaryonini dunyoning holatini tavsiflash orqali Chegaralashga imkon berdi, yangi bunday tavsiflarni yuzaga keltirish

jaryonini esa «maqsaddan unga erishish vositasiga» evristikasiga qoldirishga imkon berdi.

**Makrooperatorlarni qo'llaydigan mahsulotlar usuli.** Makrooperatorlar - STRIPS usuli yordamida olinadigan masalaning umumlashgan yechimi. Makrooperatorlarni qo'llash yechimni qidirishni qisqartiradi, ammo bunda foydalaniladigan makrooperatorlarni soddalashtirish muammosi yuzaga keladi. Soddalashtirishning mohiyati berilgan farqlar bo'yicha uning talab etilgan qismini ajratish va oxirgisidan keraksiz operatorlarni olib tashlashdan iborat.

### Deduktiv tanlash masalasini yechish

Bilimlarni tasvirlash va qayta ishlashning deduktiv modellarida muammo formal tizim tasdiqlari ko'rinishida, maqsad esa aksiomalar (umumiy qoidalar) asosida rostligi o'rnatiladigan YOKI rad etiladigan tasdiqlar va formal tizimning xulosa qoidalari ko'rinishida yoziladi. Formal tizim sifatida birinchi darajali predikatlar hisobidan foydalaniladi.

Formal tizimda o'rnatilgan qoidalar mos holda boshlang'ch tasdiqlar tizimidan (aksiomalar, asos bo'la oladigan hukmlar) hosil qilingan yakuniy tasdiq-teoremaga, agar har bir hukmlar, aksiomalarga ROST qiymat yozilgan bo'lsa ROST qiymat yoziladi.

Xulosa protsedurasi berilgan ifodalar guruhidan ulardan farq qiladigan xulosa chiqaruvchi protsedurani o'zida aks ettiradi.

Odatda predikatlar mantiqida mashina yordamida amalga oshirishga imkon beradigan teoremlarni isbotlashning formal usuli qo'llaniladi, biroq aksiomatik bo'lmagan to'g'ri xulosa chiqarish va teskari xulosa chiqarish yo'llari bilan isbotlash imkoniyatlari ham mavjud. Rezolyutsiyalar usuli teoremlarni isbotlashning mukammal (formal) usuli sifatida foydalaniladi.

Bu usulni qo'llash uchun berilgan mantiqiy formulalarning boshlang'ch guruhini qandaydir normal shaklga aylantirish talab etiladi. Bu aylantirish xulosa mashinasini tashkil etadigan bir necha bosqichlarda amalga oshiriladi.

### Monotan bo'lmagan mantiq, ehtimoliy mantiqdan foydalanib masalani yechish

ITlarda ishlashga to'g'ri keladigan ma'lumotlar va bilimlar kam hollarda absolyut aniq va ishonarli bo'ladi. Bilimlarga xos noaniqlik turli xil harakterga ega bo'lishi mumkin va uni tavsiflash uchun formalizmlarning keng spektri foydalaniladi. Ma'lumotlar va bilimlardagi noaniqliklarning turlaridan biri ularning noaniqligini (noto'g'riligini) ko'rib o'tamiz. Mulohazani noaniq deymiz, agar uning rostligini (YOKI

yolg'onligini) aniq o'ratish mumkin bo'lmasa. Noaniq xulosa chiqarish modellarini qurishda ehtimollik tushunchasi asos tushuncha hisoblanadi. Shuning uchun barcha keyingi tavsiflanadigan usullar ehtimollik kontsepsiyalari bilan bog'liq.

Noaniq ma'lumotlar va bilimlar bilan ishlash modellari ikkita tashkil etuvchilarni o'z ichiga oladi: noaniqlikni tasvirlash tili va noaniq bilimlarda xulosa chiqarish mexanizmi. Tilni qurish uchun noaniqlikni tasvirlash shaklini tanlash (masalan, skalyar, interval, taqsimlash, lingvistik ifoda, to'plam) va barcha mulohazalarga noaniqlik me'yorlarini qo'shimcha ravishda yozish imkoniyatlarini ko'rish kerak.

Noaniq tasdiqlar bilan ishlash mexanizmlarini ikki turga bo'lish mumkin. Birinchi turga «bog'langan» harakterga ega mexanizmlar kiradi. Noaniqlik me'yorlarini hisoblash aniq tasdiqlarga olib boradigan xulosa chiqarish jarayonini kuzatib boradi. Noaniq xulosaning bog'langan modelini ishlab chiqarish uchun xulosa chiqarish qoidalariga asoslangan tizimda quyidagilarni hisoblashga imkon beradigan qayta xisoblaydigan funktsiyalarini berish kerak:

- a) qoidani tashkil etadigan mulohazalarning noaniqlik o'lchoviga ko'ra qoida antetsedentining noaniqlik o'lchovi;
- b) qoida va qoida jo'natmalarining noaniqligiga ko'ra qoida konsekvantining noaniqlik o'lchovi;
- c) qoidalardan olingan o'lchovlarga ko'ra mulohazalar noaniqligining birlashgan o'lchovi.

Noaniqlik o'lchovlarining kiritilishi xulosa chiqarish jarayonida o'sha gipotezani tasdiqlaydigan yoki inkor etidigan bir qancha guvohlarning kuchlarini birlashtirish imkonini beradi. Boshqacha aytganda noaniqlik o'lchovidan foydalanilganda birgina tasdiqni turli yo'llar bilan chiqarish maqsadga muvofiq, bu esa an'anaviy deduktiv mantiqda umuman ma'nosiz. guvohlarni birlashtirish uchun qayta xisoblashda markaziy o'rinni egallaydigan qayta xisoblash funktsiyasi talab qilinadi. Bu turdagi xulosa chiqarish mexanizmlarining «birlashganligi»ga qaramasdan, ularni bilimlar bazasida qo'llanilishi xulosa chiqarishning umumiy strategiyasiga ta'sir etadi: bir tomondan bu gipotezaga relevant bo'lgan barcha guvohlarni hisobga olish uchun gipotezani barcha mumkin bo'lgan yo'llar bilan chiqarish kerak, boshqa tomondan esa bitta guvohning ko'p marta ta'sirini bartaraf qilish uchun. Ikkinchi tur noaniq tasdiqlar bilan ishlash mexanizmlari uchun noaniqlikni tasvirlashda ishlatiladigan tilga maxsus yo'naltirilgan xulosa sxemasining bo'lishi harakterli. Xulosaning har bir qadamiga

mulohazalar to'plamida munosabatlar bilan shartlashilgan noaniqlik o'lchovining qayta xisobi mos keladi. Shuning uchun ikkinchi tur mexanizmlar faqatgina qoidalar shaklida ifodalangan bilimlar uchun qo'llanilmaydi. Shu bilan birga «bog'langan» turdagi mexanizmlar kabi ular uchun ham guvohlarni birlashtirish muammosi asosiy hisoblanadi.

## 2.7. Intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlash

«Bilimlarni tasvirlash» yo'nalishi doirasida IT xotirasidagi bilimlarni formallashtirish va tasvirlash bilan bog'liq masalalar yechiladi. Buning uchun bilimlarni tasvirlashning maxsus modellari va bilimlarni tavsiflash tillari ishlab chiqariladi, turli xil bilimlar ajratiladi. IT bilim olishi mumkin bo'lgan manbalar o'rganiladi, IT uchun bilim olish mumkin bo'lgan protseduralar yaratiladi. ITlar uchun bilimlarni tasvirlash masalasi juda aktual hisoblanadi, chunki IT Suhnday tizimki, uning ishlashi tizim xotirasida saqlanayotgan muammoli sohaga oid bilimlarga tayanadi.

### Ma'lumotlar va bilimlar. Asosiy ta'riflar

EHM ish ko'radigan axborot protsedurali va deklarativga ajratiladi. Protseurali axborot masalani yechish jarayonida bajariladigan dasturlarda moddiylashtirilgan, deklarativ axborot bu dasturlar ishlatadigan ma'lumotlarda moddiylashtirilgan. EHMda axborotlarni tasvirlashning standart shakli mashina so'zi hisoblanadi. Mashina so'zi mazkur EHM turi uchun aniqlangan ikkilik razryadlar - bitlardan tashkil topgan. Ma'lumotlarni tasvirlash uchun mo'ljallangan mashina so'zi va buyruqlarni tasvirlash uchun mo'ljallangan mashina so'zlari bir xil yoki har xil razryadlar soniga ega bo'lishi mumkin. Keyingi paytlarda ma'lumotlar va buyruqlarni tasvirlash uchun razryadlar soni bo'yicha bir xil bo'lgan mashina so'zlari ishlatilmoqda. Ammo bir qator hollarda mashina so'zi baytlar deb nomlangan 8 ta ikkilik razryadlar bo'yicha guruhlarga ajratilmoqda.

Mashina so'zida buyruqlar va ma'lumotlar uchun razryadlar sonining bir xilligi ularni EHMda bir xil axborot birlik sifatida qarashga va buyruqlar ustida xuddi ma'lumotlar ustida bajarilganday amal bajarish imkonini beradi. Xotiraning tarkibi axborot bazani tashkil etadi.

Hozirda mavjud ko'pgina EHMlarda axborotni mashina so'zining ixtiyoriy razryadlar to'plamidan to bir bitgacha olish mumkin. Ko'pgina EHMlarda ikki YOKI undan ortiq mashina so'zlarini katta uzunlikdagi bitta so'zga birlashtirish mumkin. Ammo mashina so'zi axborot bazaning asosiy harakteristikasi hisoblanadi, shuning uchun uning uzunligi

Suhndayki, har bir mashina so'zi xotiraning bitta standart yacheykasida saqlanadi. Bu yacheyka individual nomga - yacheyka manziliga ega. Bu nom bo'yicha EHM xotirasidan axborotni olish va unga yozish amalga oshiriladi.

EHM strukturasi rivojlanishi bilan parallel ravishda ma'lumotlarni tasvirlash uchun axborot strukturalarning rivojlanishi sodir bo'ldi. Ma'lumotlarni vektor va matritsa ko'rinishida tavsiflash usullari paydo bo'ldi, ro'yxat va ierarxik strukturalar vujudga keldi. Hozirda yuqori darajali dasturlash tillarida abstrakt ma'lumot turlari qo'llaniladi. Ularning strukturasi Dasturchi tomonidan beriladi. Ma'lumotlar bazasi(MB)ning paydo bo'lishi deklarativ axborotlar bilan ishlash yo'lida yana bir qadamni o'zida ko'rsatdi. Ma'lumotlar bazasida bir vaqtning o'zida katta hajmdagi ma'lumotlar saqlanishi mumkin, ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimlarini tashkil etuvchi maxsus vositalar esa ma'lumotlarni samarali manipulyatsiya qilishga, kerak bo'lganda bazadan ma'lumotlarni olish va ularni kerakli tartibda bazaga yozishga imkon beradi.

IT sohasidagi tadqiqotlarning rivojlanishi bilan protsedurali va deklarativ axborotlarning ko'pgina xususiyatlarini o'zida birlashtirgan bilimlar kontseptsiyasi vujudga keldi.

EHMda bilimlar ma'lumotlar kabi belgili ko'rinishda - formulalar, matnlar, fayllar, axborot massivlar va sh.k. ko'rinishida tasvirlanadi. SHuning uchun bilimlarni maxsus shaklda tashkil etilgan ma'lumotlar deyish mumkin. Lekin bu juda tor tushuncha bo'lardi. SHu bilan birga Sun'iy intellekt (SI) tizimlarida bilimlarni shakllantirish va qayta ishlash tadqiqotning asosiy ob'ekti hisoblanadi. Bilimlar bazasi ma'lumotlar bazasi bilan bir qatorda SI dasturiy kompleksining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. SI algoritmlarini ifoda qiladigan mashinalar bilimlarga asoslangan mashinalar deyiladi, SI nazariyasining ekspert tizimlarni qurish bilan bog'liq bo'lgan bo'limi bilimlar injineriyasi deyiladi.

### Bilimlarning xususiyatlari. Ma'lumotlar bazasidan bilimlar bazasiga o'tish

#### Bilimlarning xususiyatlari

1. *Ichki izohlanuvchanlik.* Har bir axborot birlik yagona nomga ega bo'lishi lozim. Intellektual tizim bu nomga ko'ra axborotni topadi, hamda bu nom zikr etilgan so'rovlarga javob beradi. Xotirada saqlanuvchi ma'lumotlar nomlardan forig' qilinganda edi, ularni tizim tomonidan identifikatsiya qilish imkoniyati bo'lmas edi. Ma'lumotlarni faqatgina

dasturni yozgan Dasturchi ko'rsatmasiga ko'ra xotiradan oladigan dastur identifikatsiya qila olardi.

Mashina so'zining u yoki bu ikkilik kodi ortida nima yashiringani tizimga noma'lum edi.

3.1 jadval

Familiya	Tug'ilgan yili	Mutaxassisligi	Staji, yillar
Papov	1965	Slesar	5yil
Sidorov	1946	Tokar	20yil
Ivanov	1925	Tokar	30yil
Petrov	1937	Santexnik	25yil

Agar masalan EHM xotirasida 3.1 jadvalda ko'rsatilgan muassasa xodimlari haqida ma'lumotlari yozishi kerak bo'lganda, u holda ichki izohlarsiz EHM xotirasiga bu jadval satrlariga mos keluvchi to'rtta mishina so'zidan iborat majmua yozilgan bo'lardi. Bu holda bu mashina so'zlarida ikkilik razryadlarning qanday guruhlarida xodimlar haqidagi ma'lumotlar kodlanganligi haqidagi axborot mavjud emas. Ular faqatgina 3.1 jadvaldagi ma'lumotlardan yuzaga kelgan muammoni yechish uchun foydalanadigan Dasturchiga ma'lum. Tizim «Petrov haqida senga nima ma'lum?» yoki «Mutaxassislar orasida santexnik bormi?» turdagi savollarga javob berish holatida emas.

Bilimlarga o'tishda EHM xotirasiga axborot birlikning qandaydir protostrukturasi haqidagi axborot kiritiladi. Qaralayotgan misolda u o'zida qaysi razryadlarda familiyalar, tug'ilgan yillar, mutaxassisliklar va stajlar haqidagi ma'lumotlar saqlanishini ko'rsatuvchi maxsus mashina so'zini aks ettiradi. Bunda tizim xotirasida mavjud bo'lgan familiyalar, tug'ilgan yillar, mutaxassisliklar va stajlar sanab o'tilgan maxsus lug'atlar berilgan bo'lishi kerak. Bu barcha atributlar jadval satrlariga mos keladigan mashina so'zlari uchun nom rolini o'ynashi mumkin. Ular asosida kerakli ma'lumotlarni qidirish amalga oshirilishi mumkin. Jadvalning har bir satri protostrukturaning nusxasi bo'ladi. Hozirgi vaqtda MBBT ma'lumotlar bazasida saqlanadigan barcha axborot birliklarning ichki izohlanishlarining ifodalanishini ta'minlaydi.

**Strukturaviylik.** Axborot birliklar qat'iy strukturaga ega bo'lishi lozim. Ular uchun «ichkima - ichlik printsipti» bajarilishi zarur, ya'ni bir axborot birlikning boshqasiga rekursiv ichma - ichligi. Har bir axborot birlik boshqa ixtiyoriy birining tarkibiga kiritilishi mumkin va hir bir axborot birlikdan uni tashkil etadigan qandaydir axborot birlikni ajratish

mumkin. Boshqacha aytganda alohida axborot birliklar orasida «qism-butun», «tur-xil» yoki «element-sinf» kabi munosabatlarni ixtiyoriy o'rnatish imkoniyati mavjud bo'lishi kerak.

**Bog'langanlik.** Axborot bazada axborot birliklar orasida har xil turdagi bog'lanishlarni o'rnatish imkoniyati ko'rilgan bo'lishi kerak. Avvalo bu bog'lanishlar axborot birliklar orasidagi munosabatlarni xarakterlashi mumkin. Munosabatlar semantikasi deklarativ yoki protsedurali harakterga ega bo'lishi mumkin. Masalan ikki yoki undan ortiq axborot birliklar «bir vaqtning o'zida» munosabati orqali, ikkita axborot birliklar «sabab-natija» yoki «yonma - yon bo'lish» munosabatlari orqali bog'langan bo'lishi mumkin. Keltirilgan munosabatlar deklarativ bilimlarni harakterlaydi. Agar ikki axborot birliklar o'rtasida «argument - funktsiya» munosabati o'rnatilgan bo'lsa, u holda u aniq funktsiyalarni hisoblash bilan bog'liq bo'lgan protsedurali bilimlarni harakterlaydi. Bundan keyin strukturalashtirish munosabatlari, funktsional munosabatlar, kauzual munosabatlar va semantik munosabatlarni farqlaymiz. Birinchisi yordamida axborot birliklarning ierarxiyasi beriladi, ikkinchi si bir axborot birlik yordamida boshqasini topishga(hisoblashga) yordam beradigan protsedurali axborotdan dalolat beradi, uchinchi sabab-natija bog'lanishlarni beradi, to'rtinchisi boshqa barcha munosabatlarga mos keladi. Axborot birliklar o'rtasida boshqa xil bog'lanishlar ham o'rnatilishi mumkin, masalan, xotiradagi axborot birliklarning olinish tartibini aniqlaydigan yoki bitta tavsifda ikkita axborot birliklarning bir-biriga mos kelmasligini ko'rsatuvchi munosabatlar.

Bilimlarning sanab o'tilgan uchta xususiyatlari semantik to'r deb nomlangan bilimlarni tasvirlashning umumiy modelini kiritishga imkon beradi. Semantik to'r uchlarida axborot birliklar joylashgan ierarxik to'rni o'zida aks ettiradi. Bu uchlar individual nomlar bilan ta'minlangan. Semantik to'rning yoylari axborot birliklar orasidagi turli xil bog'lanishlarga mos keladi. Bunda ierarxik bog'lanishlar strukturalashtirish munosabati orqali, ierarxik bo'lmagan bog'lanishlar boshqa turdagi munosabatlar orqali aniqlanadi.

**Semantik metrika.** Ba'zi hollarda axborot birliklar to'plamida axborot birliklarning holatliy yaqinligini harakterlovchi munosabatini, ya'ni axborot birliklar orasidagi assotsiativ bog'lanish kuchini berish foydali. Uni axborot birliklar uchun relevantlik munosabati deyish mumkin. Bunday munosabat axborot bazada qandaydir namunaviy vaziyatni ajratish imkonini beradi(masalan, «harid», «chorrahada

harakatni boshqarish»). Relevantlik munosabatlari axborot birliklar bilan ishlaganda topilgan bilimlarga yaqin bilimlarni topishga imkon beradi.

**Faollik.** EHM larning paydo bo'lishi va ularda ishlatiladigan axborot birliklarning ma'lumotlarga va buyruqlarga ajratilishidan boshlab ma'lumotlar passiv, buyruqlar esa aktiv vaziyat yuzaga keldi. EHMda sodir bo'ladigan barcha jarayonlar buyruqlar yordamida amal qilinadi, ma'lumotlar esa bu buyruqlar tomonidan kerak bo'lganda foydalaniladi. ITlar uchun bu vaziyat yaroqli emas. Insondagi kabi ITlarda u yoki bu harakatni aktuallashtirishga tizimda mavjud bilimlar yordam beradi. Bazada faktlar yoki voqealar tavsiflarining paydo bo'lishi, bog'lanishlarni o'rnatish tizim faolligining manbai bo'lishi mumkin.

Axborot birliklarning sanab o'tilgan beshta xususiyatlari Suhnday qirralarini aniqlaydiki, qaysikim ma'lumotlar bilimlarga aylanadi, ma'lumotlar bazasi esa bilimlar bazasigacha o'sadi. Bilimlar bilan ishlashni ta'minlaydigan vositalar majmuasi bilimlar bazasini boshqarish tizimlarini xosil qiladi. Hozirgi paytda ichki izohlanishlar, strukturalashtirish, bog'liqliklar to'liq ifoda qilingan bilimlar bazasi mavjud emas, semantik o'lchov kiritilgan va bilimlarning faolligi ta'minlangan.

### **Bilimlarni tasvirlash modellari. Formal bo'lmagan(semantik) modellar.**

Bilimlarni tasvirlashning ikki turi mavjud:

1. Bilimlarni tasvirlashning formal modellari.
2. Bilimlarni tasvirlashning formal bo'lmagan(semantik, relyatsion) modellari.

Ma'lumki, yuqorida ko'rilgan bilimlarni tasvirlashning barcha usullari mahsulotlar(produktsiyalar) bilan birga formal bo'lmagan modellarga kiradi. Qat'iy matematik nazariyaga asoslangan formal modellardan farqli ravishda, formal bo'lmagan modellar bunday nazariyaga asoslanmaydi. Har bir formal bo'lmagan model faqat aniq bir predmet soha uchun yaroqli bo'ladi va shuning uchun formal modellarga xos bo'lgan universallikka ega emas. SI tizimlaridagi asosiy operatsiya - mantiqiy xulosa - formal tizimlarda qat'iy va to'g'ri, chunki qat'iy aksiomatik qoidalarga bo'ysunadi. Formal bo'lmagan tizimlarda xulosa chiqarish ko'p hollarda uni to'g'riligiga javob beradigan tadqiqotchi tomonidan aniqlanadi. Bilimlarni tasvirlashning har bir usuliga bilimlarni tavsiflashning o'ziga xos usuli mos keladi.

**Mantiqiy modellar.** Bu turdagi modellar asosida formal tizim yotadi. Bu tizim turlar to'rtligi bilan beriladi:  $M = \langle T, P, A, B \rangle$ .

T to'plam turli xil tabiatdagi bazaviy elementlar to'plami hisoblanadi, masalan, qandaydir cheklangan lug'atdagi so'z, qandaydir to'plamga kiradigan bolalar konstruktore detallari va h.k. T to'plam uchun ixtiyoriy elementning bu to'plamga tegishligini yoki tegishli emasligini aniqlashning qandaydir usuli mavjudligi muhim. Bunday tekshirishning protsedurasi ixtiyoriy bulishi mumkin, ammo chekli qadamlardan so'ng, u x T to'plamning elementimi degan savolga ijobiy yoki salbiy javob berishi kerak. Bu protsedurani P(T) bilan belgilaymiz.

R to'plam sintaktik qoidalar to'plami hisoblanadi. Ular yordamida T to'plam elementlaridan sintaktik to'g'ri majmualar shakllantiriladi. Masalan cheklangan lug'atdagi so'zlardan sintaktik to'g'ri iboralar quriladi, bolalar konstruktore detallaridagi bolt va gaykalar yordamida yangi konstruksiyalar quriladi. chekli sondagi qadamlardan so'ng «X majmua sintaktik to'g'rimi» degan savolga javob olish mumkin bo'lgan P(R) protseduraning mavjudligi e'lon qilinadi.

Sintaktik to'g'ri majmualar to'plamida qandaydir A qism to'plam ajratiladi. A to'plam elementlari *aksiomalar* deyiladi. Formal tizimning boshqa tashkil etuvchilaridagi kabi ixtiyoriy sintaktik to'g'ri majmualar uchun ularning A to'plamga tegishligi haqidagi savolga javob olish mumkin bo'lgan P(A) protsedura mavjud bo'lishi kerak.

V to'plam *xulosa qoidalari* to'plamidir. Ularni A to'plam elementlariga qo'llab yangi to'g'ri sintaktik majmualarni olish mumkin va ularga yana V dagi qoidalarni qo'llash mumkin. Suhnday qilib mazkur formal tizimda *olimadigan majmualar to'plami* shakllantiriladi. Bu narsa aynan xulosa qoidalari formal tizimning eng murakkab tashkil etuvchisi ekanligini ko'rsatadi.

Bilimlar bazasiga kiradigan bilimlar uchun A to'plam bilimlar bazasiga tashqaridan kiritilgan barcha axborot birliklarni tashkil etadi deb hisoblash mumkin, xulosa chiqarish qoidalari yordamida esa ulardan yangi hosilaviy bilimlar chiqariladi. Boshqacha aytganda formal tizim yangi bilimlarni hosil qiluvchi generatorni o'zida kasb etadi. Mantiqiy modellarning bu xususiyati ularni bilimlar bazasi uchun qo'llashga jalb etadi. Ular bazada faqatgina A to'plam taqshil etadigan bilimlarni saqlashga, boshqa barcha bilimlarni esa ulardan xulosa qoidalari yordamida olishga imkon beradi.

**To'rli modellar.** Bu turdagi model asosida ilgari semantik to'r deb nomlangan konstruksiya yotadi. To'rli modellarni formal tarzda quyidagi ko'rinishda berish mumkin:  $H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, G \rangle$ . Bu yerda I axborot birliklar to'plami;  $C_1, C_2, \dots, C_n$  axborot birliklar orasidagi bog'lanish

turlari to'plami. G tasvir berilgan bog'lanish turlari to'plamidan I ga kiradigan axborot birliklar orasidagi bog'lanishlarni beradi.

Modellarda ishlatiladigan bog'lanishlarning turlariga bog'liq holda sinflashtiruvchi to'rlar, funktsional to'rlar va stsenariylar farqlanadi. Sinflashtiruvchi to'rlarda strukturalashtirish munosabati qo'llaniladi. Bunday to'rlar bilimlar bazasida axborot birliklar o'rtasida turli xil ierarxik munosabatlarni kiritishga imkon beradi. Funktsional to'rlar funktsional munosabatlarning mavjudligi bilan karakterlanadi. Ularni ko'pincha hisoblovchi modellar deb atashadi, chunki ular bir axborot birliklarni boshqalari orqali «hisoblash» protseduralarini tavsiflashga imkon beradi. Stsenariylarda kauzal munosabatlar, «vosita-natija», «asbob - harakat» va h.k. turdagi munosabatlar ishlatiladi. Agar to'rli modelda turli xil bog'lanishlar ruxsat etilsa, u holda ularni odatda semantik to'rlar deb atashadi.

**Maxsuliy(Produksionnie) modellar.** Bu turdagi modellarda mantiqiy va to'rli modellarning qandaydir elementlari ishlatiladi. Mantiqiy modellardan xulosa qoidalari g'oyasi o'zlashtirilgan. Bu yerda ular mahsulotlar deb ataladi. To'rli modellardan esa bilimlarni semantik to'rlar ko'rinishida tavsiflash o'zlashtirilgan. Xulosa qoidalarni to'rli tavsif fragmentlariga qo'llash natijasiga fragmentlarning o'zgarishi, to'rni o'stirish va ulardan keraksiz elementlarni olib tashlash hisobiga semantik to'rning transformatsiyasi sodir bo'ladi. Suhnday qilib, maxsuliy modellarda protsedurali axborot aniq ajratilgan va deklarativ axborotga qaraganda boshqacha vositalar yordamida tavsiflanadi. mantiqiy modellarga xos bo'lgan mantiqiy xulosa o'rni maxsuliy modellarda bilimlarga asoslanib xulosa chiqarish paydo bo'ladi.

**Freyimli modellar.** Boshqa turdagi modellardan farqli ravishda freymli modellarda profreyim deb ataladigan axborot birliklarning qat'iy strukturasi qayd qilinadi. Umumiy holda u quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

(Freyim nomi:

- 1- slot nomi (1- slot qiymati)
- 2- 2- slot nomi (2- slot qiymati)
- 3- K- slot nomi (K- slot qiymati))

Slotning qiymati ixtiyoriy narsa bo'lishi mumkin (son yoki matematik munosabatlar, tabiiy tildagi matnlar yoki dasturlar, xulosa qoidalari yoki mazkur freym yoki boshqa freymning boshqa slotlariga murojaat). Slotning qiymati sifatida quyiroq darajadagi slotlar to'plami



bo'lishi mumkin, bu esa freymli tasvirlashlarda «ichkima-ichki printsiptini» amalga oshirishga imkon beradi.

Freymni aniqlashtirishda unga va slotlarga aniq nomlar beriladi va slotlarni to'ldirish sodir bo'ladi. Suhnday qilib, protofreymlardan freym-ekzemplarlar hosil qilinadi. Boshlang'ch protofreymdan freym-ekzemplariga o'tish slot qiymatini asta-sekin aniqlashtirish hisobiga ko'p qadamli bo'lishi mumkin.

Masalan, protostruktura ko'rinishida yozilgan jadvalning strukturasi quyidagi ko'rinishga ega:

(Ishchilar ro'yxati:

Familiyasi(1- slot qiymati)

Tug'ilgan yili(2- slot qiymati)

Mutaxassisligi(3- slot qiymati)

Staji(4- slot qiymati))

Agar slot qiymatlari sifatida 5.1 jadvaldagi ma'lumotlardan foydalansak, u holda

reym-ekzemplarlar hosil bo'ladi:

Ishchilar ro'yxati:

Familiyasi(Popov-Sidorov-Ivanov-Petrov)

Tug'ilgan yili(1965-1946-1925-1937)

Mutaxassisligi(slesar-tokar-tokar-santexnik)

Staji(5-20-30-25))

Freymlar orasidagi bog'lanish «aloqa» nomli maxsus slotning qiymatlari orqali beriladi. IT sohasidagi mutaxassislarning bir qismi bilimlarni tasvirlashda freymli modellarni maxsus ajratishga ehtiyoj yo'q deb hisoblashadi, chunki ularda boshqa turdagi modellarning barcha asosiy xususiyatlari birlashtirilgan.

### Bilimlarni tasvirlashning formal modellari.

SI tizimlari ma'lum ma'noda insonning intellektual faoliyatini, xususiyl holda uning mulohaza mantiqini modellashtiradi. Qo'pol soddalashtirilgan shaklda bizning mantiqiy mulohazalar tizimimiz bu holda quyidagi sxemaga keltiriladi: bir YOKI bir nechta jo'natmalardan(to'g'ri deb hisoblangan) «mantiqiy to'g'ri» xulosalar chiqarish kerak. Ma'lumki, buning uchun jo'natmalar ham, xulosalar ham predmet sohani adekvat aks ettiradigan tushunarli tilda tasvirlangan bo'lishi kerak. Odatiy hayotimizda bu biz muloqot qiladigan tabiiy til, matematikada ma'lum formulalar tili va h.k. Tilning mavjudligi birinchidan, alfavit(lug'atning) bo'lishini taqozo etadi va ular bazaviy tushunchalarning(elementlarning) barcha to'plamlarini belgili ko'rinishda

aks ettiradi. Ikkinchi dan, alfavitdan foydalangan holda sintaktik qoidalar to'plami asosida ma'lum ifodalarni qurish mumkin.

Mazkur tilda qurilgan mantiqiy ifodalar rost yoki yolg'on bo'lishi mumkin. Har doim rost bo'ladigan qandaydir ifodalar *aksiomalar(yoki postulatlar)* deb e'lon qilinadi. Ulardan va ma'lum xulosa qoidalaridan foydalangan holda yangi ifodalar ko'rinishidagi rost bo'lgan xulosalarni olish mumkin.

Agar sanab o'tilgan shartlar bajarilsa, u holda tizim *formal nazariya* talablarini qondiradi deb hisoblanadi. Uni *formal tizim(FT)* deb ham atashadi. Formal nazariya asosida qurilgan tizim *aksiomatik tizim* deb ham ataladi. Suhnday qilib formal nazariya, quyidagini qanoatlantirishi kerak: qandaydir aksiomatik tizimni aniqlaydigan har qanday  $F=(A, V, W, R)$  formal nazariya quyidagicha harakterlanadi:

Alfavitning(lug'at) mavjudligi, **A**

Sintaktik qoidalar to'plami, **V**

Nazariya asosida yotadigan aksiomalar to'plami, **W**

Xulosa qoidalari to'plami, **R**

Mulohazalar hisobi va predikatlar hisobi aksiomatik tizimlarning klassik misollari hisoblanadi. Bu FTlar yaxshi tadqiq etilgan va yaxshi ishlab Chiqarilgan mantiqiy xulosa modellari - ITlardagi asosiy metaprotseduraga ega.

FTlar kamchiliklarga ham ega. Ular tasvirlashning boshqa shakllarini izlashga majbur qiladi. Asosiy kamchiligi FTlarning yopiqligi, mustahkam emasligi. Bu yerda modifikatsiya va kengaytirish butun FTni qayta qurish bilan bog'liq. Bu amaliy tizimlar uchun murakkab va qiyin. Ularda sodir bo'ladigan o'zgarishlarni hisobga olish juda qiyin. Shuning uchun FTlar bilimlarni tasvirlash modeli sifatida yaxshi lokalizatsiyalanadigan va tashqi faktorlarga kam bog'liq bo'lgan predmet sohalarda qo'llaniladi.

### 2.8.Maxsuliy tizimlar

Mahsulotlar freymlar qatorida Sun'iy intellekt (SI) da bilimlarni namoyon etishda yanada mashhur vosita bo'lib hisoblanadi. Mahsulotlar, bir tomondan mantiqiy modellarga yaqin hisoblanadi. Bu ularda xulosaning samarali protseduralarini tashkil etishga imkoniyat yaratadi, boshqa tomondan esa klassik mantiqiy modellarga nisbatan bilimlarni ko'rgazmaliroq aks ettiradi. Ularda mantiqiy hisoblashlarga xos bo'lgan qat'iy cheklanishlar mavjud bo'lmaydi, bu esa mahsulotlar elementlarining interpretatsiyasini o'zgartirishga imkon beradi.

### Maxsuliy tizimlarning komponentalari

Umumiy holda mahsulot deganda quyidagi ko'rinishdagi ifoda tushuniladi: (i); Q; P; A B; N.

Bu yerda i - mahsulot nomi, uning yordamida mahsulotning barcha to'plamidan berilgan mahsulot ajratiladi. Nom sifatida berilgan mahsulot maqsadi namoyon bo'ladigan qandaydir leksema o'zini (masalan, «kitoblarni sotib olish») YOKI xotira tizimida saqlanuvchi uning to'plamida mahsulotning tartib nomerini ko'rsatadi.

Q - element mahsulotni qo'llash soha sferasini harakterlaydi. Bunday sohalar insonning kognitiv strukturalarida oson belgilanadi. Bizlarning bilimlarimiz xuddi javonlarga taxlangan kabi ko'rinishga ega. Har bir javondagi saqlanuvchi bilimlarning birisida ovqatni qanday tayyorlash haqida, ikkinchi sida ishga qanday borish va shunga o'xshash bilimlar saqlanadi. Bilimlarni alohida sohalarga bo'lish, kerakli bilimlarni izlashga ketadigan vaqtni tejashga imkon beradi.

Mahsulotning asosiy elementi bo'lib uning yadrosi A B hisoblanadi. Mahsulot yadrosining interpretatsiyasi turli xil bo'lishi mumkin va sekvensiya belgisining o'ng yoki chap tomonida turganligiga bog'liq.. Mahsulot yadrosining oddiy o'qilishi quyidagi ko'rinishda: Agar A bo'lsa, u holda V bo'ladi. Yadro konstruksiyasining qiyinroqlari o'ng tomonda alternativni tanlashga ruhsat beradi, masalan, agar A bo'lsa, u holda V1 bo'ladi, aks holda V2 bo'ladi. Sekvensiya oddiy mantiqiy tilda chin A dan V kelib chiqadi (agar A chin ifoda bo'lmasa, u holda V haqida hech narsa aytish mumkin emas) ma'nosida ham ishlatilishi mumkin. Mahsulot yadrosining boshqa interpretatsiyalari ham bo'lishi mumkin, masalan V sodir bo'lishi uchun kerak bo'lgan

A qandaydir shartni ifodalaydi.

R - mahsulot yadrosining qo'llanilish shartini bildiruvchi element.

Odatda R ning o'zi mantiqiy ifodani ko'rsatadi (predikatni). Agar R «chin» qiymatini qabul qilganda mahsulot yadrosi aktivlashadi. Agar R «yolg'on» qiymat qabul qilsa, u holda mahsulot yadrosini ishlatib bo'lmaydi.

N element mahsulotning holatini tavsiflaydi. Agar mahsulot yadrosi amal qilinsa, u holda ular faollashadi. Mahsulot holati V amalga oshirilgandan keyin bajarilishi kerak bo'lgan holat va protseduralarni tavsiflaydi. N mahsulot yadrosi amalga oshirilgandan keyin sodir etilishi mumkin.

Agar tizim xotirasida qandaydir mahsulotlar nabori saqlansa, u holda ular mahsulotlar tizimini tashkil qilishadi. Mahsulotlar tizimida mahsulotlarni boshqarishning maxsus protseduralari berilgan bo'lish

kerak. Ular yordamida mahsulotlar aktuallashishi sodir bo'ladi va aktuallashgan sonidan u yoki bu mahsulot bajarilishi uchun tanlanadi. Bir qator SI tizimlar qatorida bilimlarni namoyon etishning tarmoqli va maxsuliy modellari majmuasi ishlatiladi. Bunday modellarda deklarativ bilimlar modelning tarmoqli komponentida, protsedurali bilimlarning maxsuliy modelida tavsiflanadi. Bu holda semantik tarmoq ustida maxsuliy tizim ishi haqida gapiriladi.

### Maxsuliy yadrolarning klassifikatsiyasi

Mahsulot yadrosini turli asoslari bo'yicha klassifikatsiyalash mumkin. Avvalo barcha yadrolar ikkita katta turga bo'linadi: determinallashgan va determinallashmagan. Determinallashgan yadrolarda yadro aktuallashganda va A bajarilganda yadroning o'ng qismi albatta bajariladi. Determinallashmagan yadrolarda V bajarilishi va bajarilmasligi ham mumkin. Suhnday qilib, determinallashgan yadrolarda sekvensiya zaruriyat bilan, determinallashmagan yadrolarda esa ehtimollik bilan ifoda qilinadi. Masalan u quyidagi ko'rinishda bo'lishi mumkin. Agar A bo'lsa, u holda V bo'lish ehtimoli mavjud.

Imkoniyat yadroni ifodalashning ba'zi bir baholari bilan aniqlanadi. Masalan, A aktual bo'lganda agar V bajarilish ehtimoli bo'lsa, u holda mahsulot quyidagicha bo'lishi mumkin: Agar A bo'lsa, u holda R ehtimollik bilan V ni amalga oshirish mumkin. Yadroni amalga oshirish bahosi lingvistik o'zgaruvchi term-to'plam tushunchasi bilan bog'liq. Lingvistik bo'lishi mumkin, masalan: Agar A bo'lsa, u holda katta qism ishonchlilik bilan V bo'ladi. Yadroni amalga oshirishning boshqa usullari ham bo'lishi mumkin.

Determinallashgan mahsulotlar bir qiymatli va alternativ bo'lishi mumkin. Ikkinchi holatda, yadroning o'ng kismida tanlashning maxsus og'irligi bilan baholanuvchi tanlashning alternativ imkoniyati ko'rsatiladi. Bunday og'irliklar sifatida ehtimolli baholar, lingvistik baxolar, ekspert baxolar va shunga o'xshash baxolar ishlatilishi mumkin. A aktuallashgan xolda kutilayotgan oqibatlarini tasvirlovchi bashorat qiluvchi mahsulotlar alohida tip hisoblanadi. Masalan: Agar A bo'lsa, u holda R ehtimollik bilan V ni kutish mumkin.

Mahsulot yadrosining navbatdagi klassifikatsiyasini Sun'iy intellektning tipik sxemasiga tayangan holda amalga oshirish mumkin. Agar x va u keltirilgan (O, D, Z, L) larning ixtiyoriy blokini ifodalasa, u holda Ax Vu yadro A xaqidagi ma'lumot x blokdan olinishini, V intellekt nuqtai nazaridan x va u kombinatsiyalari ko'p uchrovchi A3 V3

mahsulot tipini qarab chiqamiz. Bu holda A3 va V3 lar bilimlar bazasida saqlanuvchi ma'lumotlarning bir qancha fragmentlarini namoyon etadi. Tarmoqli namoyishda bu fragmentlar semantik tarmoq bo'lishi, mantiqiy modellarda esa hisoblashning u yoki bu formulasi bo'lishi mumkin. U holda A3 V3 mahsulot bilimlar bazasidagi bir fragmentni ikkinchi si bilan almashtirish ma'nosini bildiradi. Bu mahsulotni aktualashtirish uchun bilimlar bazasida A bilan mos tushuvchi fragment mavjud bo'lishi kerak. Bilimlar bazasida izlashda A namuna rolini, bunday izlash protsedurasida esa namuna bo'yicha izlash deb ataladi.

Izlashni tashkillashtirishni yechish strategiyalari. Bilimlar bazasida bilimlarni namoyon etish uchun semantik tarmoq va mahsulot ishlatiladi. Bilimlar bazasida A ni izlash turli xil usullar bilan tashkil qilinadi. Masalan, avvalo a uchni izlash mumkin. Agar bilimlar bazasida bunday uch bo'lmasa, izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi. Agar a uch topilsa, u holda undan chiquvchi barcha yo'ylar (R3 munosabat bilan belgilangan) izlanadi, negaki namunada yoydan o'ng tomonda x uch turgan bo'ladi, (uning joyida bilimlar bazasida ixtiyoriy uch turgan bo'ladi). Agar a dan R3 munosabat bilan belgilangan biror bir yoy chiqmasa, u holda izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi. Agar bunday yo'ylar bo'lsa, u xolda a uch R3 munosabat bilan bog'lagan barcha uchlariga o'tish sodir bo'ladi, ya'ni izlashning paralel jarayoni sodir bo'ladi. Misolda a uchlardan v va f uchlariga o'tish sodir bo'ladi, ulardan chiquvchi yo'ylarni izlash boshlanadi. Ular R1 munosabat bilan ixtiyoriy uchlariga borish belgilanadi, chunki namunada ozod u o'zgaruvchiga mos uch turibdi. Keyingi jarayonlar xuddi Suhnday tarzda davom ettiriladi. Misolda izlash muvaffaqiyatli tugallangan. Semantik tarmokda A topilgandan keyin namunaning o'ng qismi bilan aniqlanuvchi almashtirish bajariladi. Natijada transformirlangan tarmoq yuzaga keladi (2v - rasm). Ad V3 ma'sulot empirik ma'lumotlar bo'yicha qonuniyatni topish protsedurasiga mos kelishi mumkin. Ma'lumotlarni ko'rish va analiz qilish asosida mantiqiy blok gepotezalar va mavjud qonuniyatlarni ularning qabul qilinishiga va yetarlicha asoslanganligiga ishonch hosil qilib yuzaga keltiradi, ularni bilimlar bazasiga yozib boradi. Suhnday interpretatsiya qilish mumkin.

#### **Izlashni tashkillashtirishni yechish strategiyalari**

Bilimlar bazasida bilimlarni namoyon etish uchun semantik tarmoq va ma'sulot ishlatiladi. Bilimlar bazasida A ni izlash turli xil usullar bilan tashkil qilinadi. Masalan, avvalo a uchni izlash mumkin. Agar bilimlar bazasida bunday uch bo'lmasa, izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi.

Agar a uch topilsa, u holda undan chiquvchi barcha yo'ylar (R3 munosabat bilan belgilangan) izlanadi, negaki namunada yoydan o'ng tomonda x uch turgan bo'ladi, (uning joyida bilimlar bazasida ixtiyoriy uch turgan bo'ladi).

Agar a dan R3 munosabat bilan belgilangan biror bir yoy chiqmasa, u holda izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi. Agarda bunday yo'ylar bo'lsa, u xolda a uch R3 munosabat bilan bog'lagan barcha uchlariga o'tish sodir bo'ladi, ya'ni izlashning paralel jarayoni sodir bo'ladi. Misolda a uchlardan v va f uchlariga o'tish sodir bo'ladi, ulardan chiquvchi yo'ylarni izlash boshlanadi. Ular R1 munosabat bilan ixtiyoriy uchlariga borish belgilanadi, chunki namunada ozod u o'zgaruvchiga mos uch turibdi. Keyingi jarayonlar xuddi Suhnday tarzda davom ettiriladi. Misolda izlash muvaffaqiyatli tugallangan. Semantik tarmokda A topilgandan keyin namunaning o'ng qismi bilan aniqlanuvchi almashtirish bajariladi. Natijada transformirlangan tarmoq yuzaga keladi.

Ad V3 ma'sulot empirik ma'lumotlar bo'yicha qonuniyatni topish protsedurasiga mos kelishi mumkin. Ma'lumotlarni ko'rish va analiz qilish asosida mantiqiy blok gepotezalar va mavjud qonuniyatlarni ularning qabul qilinishiga va yetarlicha asoslanganligiga ishonch hosil qilib yuzaga keltiradi, ularni bilimlar bazasiga yozib boradi.

#### **Mantiqiy yondoshish. Mantiqiy tizimlarda oddiy faktlarni tasvirlash**

Tasvirlash - bu qandaydir tushunchani figura, yozuv, til yoki formal shaklda qabul qilinadigan amal hisoblanadi. Bilimlar nazariyasi sub'ekt (o'rganuvchi) va ob'ekt orasidagi bog'liqlikni o'rganadi. Ob'ektiv ma'noda bilim - bu o'rganishdan keyingi olgan bilimimiz.

Bilimlarni tasvirlash - bu figuralar, yozuvlar va tillar asosida chin muloxazalarni formallashtirishdir. Bizni asosan EHM qabul qiluvchi (tanuvchi) formallashtirishlar qiziqtiradi. EHM xotirasida bilimlarni tasvirlash haqida savol kelib chiqadi, ya'ni bilimlarni tasvirlashda tillar va tasavvurlarimizni nutq orqali, tasvir bilan, tabiiy til asosida tuzilgan ingliz h.k lar asosida EHM ga kiritish va qayta ishlash imkonini yaratadi. Formallashtirishning natijasi dasturlash tilining qismini tashkil etuvchi ko'rsatmalar to'plamidan iborat bo'lishi kerak.

Bilimlarni tasvirlashga taalluqli passiv aspektga kitob, jadval, ma'lumot bilan to'ldirilgan xotira kiradi. Sun'iy intellektda tasvirlashning quyidagi aspektlari belgilanadi: bilish faol (aktiv) operatsiyalardan biri

mahsulot tipini qarab chiqamiz. Bu holda A3 va V3 lar bilimlar bazasida saqlanuvchi ma'lumotlarning bir qancha fragmentlarini namoyon etadi. Tarmoqli namoyishda bu fragmentlar semantik tarmoq bo'lishi, mantiqiy modellarda esa hisoblashning u yoki bu formulasi bo'lishi mumkin. U holda A3 V3 mahsulot bilimlar bazasidagi bir fragmentni ikkinchi si bilan almashtirish ma'nosini bildiradi. Bu mahsulotni aktuallashtirish uchun bilimlar bazasida A bilan mos tushuvchi fragment mavjud bo'lishi kerak. Bilimlar bazasida izlashda A namuna rolini, bunday izlash protsedurasi esa namuna bo'yicha izlash deb ataladi.

Izlashni tashkillashtirishni yechish strategiyalari. Bilimlar bazasida bilimlarni namoyon etish uchun semantik tarmoq va mahsulot ishlatiladi. Bilimlar bazasida A ni izlash turli xil usullar bilan tashkil qilinadi. Masalan, avvalo a uchni izlash mumkin. Agar bilimlar bazasida bunday uch bo'lmasa, izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi. Agar a uch topilsa, u holda undan chiquvchi barcha yo'lar (R3 munosabat bilan belgilangan) izlanadi, negaki namunada yoydan o'ng tomonda x uch turgan bo'ladi, (uning joyida bilimlar bazasida ixtiyoriy uch turgan bo'ladi). Agar a dan R3 munosabat bilan belgilangan biror bir yoy chiqmasa, u holda izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi. Agarda bunday yo'lar bo'lsa, u xolda a uch R3 munosabat bilan bog'lagan barcha uchlariga o'tish sodir bo'ladi, ya'ni izlashning paralel jarayoni sodir bo'ladi. Misolda a uchlardan v va f uchlariga o'tish sodir bo'ladi, ulardan chiquvchi yo'ylarni izlash boshlanadi. Ular R1 munosabat bilan ixtiyoriy uchlariga borish belgilanadi, chunki namunada ozod u o'zgaruvchiga mos uch turibdi. Keyingi jarayonlar xuddi Suhnday tarzda davom ettiriladi. Misolda izlash muvaffaqiyatli tugallangan. Semantik tarmokda A topilgandan keyin namunaning o'ng qismi bilan aniqlanuvchi almashtirish bajariladi. Natijada transformirlangan tarmoq yuzaga keladi (2v - rasm). Ad V3 mahsulot empirik ma'lumotlar bo'yicha qonuniyatni topish protsedurasiga mos kelishi mumkin. Ma'lumotlarni ko'rish va analiz qilish asosida mantiqiy blok gepotezalar va mavjud qonuniyatlarni ularning qabul qilinishiga va yetarlicha asoslanganligiga ishonch hosil qilib yuzaga keltiradi, ularni bilimlar bazasiga yozib boradi. Suhnday interpretatsiya qilish mumkin.

#### **Izlashni tashkillashtirishni yechish strategiyalari**

Bilimlar bazasida bilimlarni namoyon etish uchun semantik tarmoq va mahsulot ishlatiladi. Bilimlar bazasida A ni izlash turli xil usullar bilan tashkil qilinadi. Masalan, avvalo a uchni izlash mumkin. Agar bilimlar bazasida bunday uch bo'lmasa, izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi.

Agar a uch topilsa, u holda undan chiquvchi barcha yo'lar (R3 munosabat bilan belgilangan) izlanadi, negaki namunada yoydan o'ng tomonda x uch turgan bo'ladi, (uning joyida bilimlar bazasida ixtiyoriy uch turgan bo'ladi).

Agar a dan R3 munosabat bilan belgilangan biror bir yoy chiqmasa, u holda izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi. Agarda bunday yo'lar bo'lsa, u xolda a uch R3 munosabat bilan bog'lagan barcha uchlariga o'tish sodir bo'ladi, ya'ni izlashning paralel jarayoni sodir bo'ladi. Misolda a uchlardan v va f uchlariga o'tish sodir bo'ladi, ulardan chiquvchi yo'ylarni izlash boshlanadi. Ular R1 munosabat bilan ixtiyoriy uchlariga borish belgilanadi, chunki namunada ozod u o'zgaruvchiga mos uch turibdi. Keyingi jarayonlar xuddi Suhnday tarzda davom ettiriladi. Misolda izlash muvaffaqiyatli tugallangan. Semantik tarmokda A topilgandan keyin namunaning o'ng qismi bilan aniqlanuvchi almashtirish bajariladi. Natijada transformirlangan tarmoq yuzaga keladi.

Ad V3 mahsulot empirik ma'lumotlar bo'yicha qonuniyatni topish protsedurasiga mos kelishi mumkin. Ma'lumotlarni ko'rish va analiz qilish asosida mantiqiy blok gepotezalar va mavjud qonuniyatlarni ularning qabul qilinishiga va yetarlicha asoslanganligiga ishonch hosil qilib yuzaga keltiradi, ularni bilimlar bazasiga yozib boradi.

#### **Mantiqiy yondoshish. Mantiqiy tizimlarda oddiy faktlarni tasvirlash**

Tasvirlash - bu qandaydir tushunchani figura, yozuv, til yoki formal shaklda qabul qilinadigan amal hisoblanadi. Bilimlar nazariyasi sub'ekt (o'rganuvchi) va ob'ekt orasidagi bog'liqlikni o'rganadi. Ob'ektiv ma'noda bilim - bu o'rganishdan keyingi olgan bilimimiz.

Bilimlarni tasvirlash - bu figuralar, yozuvlar va tillar asosida chin muloxazalarni formallashtirishdir. Bizni asosan EHM qabul qiluvchi (tanuvchi) formallashtirishlar qiziqtiradi. EHM xotirasida bilimlarni tasvirlash haqida savol kelib chiqadi, ya'ni bilimlarni tasvirlashda tillar va formallashtirishlarni yaratish haqida savollar kelib chiqadi. Ular bu tasavvurlarimizni nutq orqali, tasvir bilan, tabiiy til asosida tuzilgan ingliz yoki nemis tili bilan, formal til bilan, algebra yoki mantiq, mulohaza va h.k lar asosida EHM ga kiritish va qayta ishlash imkonini yaratadi. Formallashtirishning natijasi dasturlash tilining qismini tashkil etuvchi ko'rsatmalar to'plamidan iborat bo'lishi kerak.

Bilimlarni tasvirlashga taalluqli passiv aspektga kitob, jadval, ma'lumot bilan to'ldirilgan xotira kiradi. Sun'iy intellektda tasvirlashning quyidagi aspektlari belgilanadi: bilish faol (aktiv) operatsiyalardan biri

bo'lib, nafaqat bilimlarni saqlash, balki olingan bilimlar asosida fikr yuritish imkonini beradi. SHuningdek, bilimlarni tasvirlash manbai - fanda anglashni, uning oxirgi maqsadi esa - informatikaning dasturiy vositalari hisoblanadi. Bilimlarni tasvirlashga taalluqli ko'pgina holatlar juda ham chegaralangan sohalarga qarashli bo'ladi, masalan:

- inson holatini tasvirlab berish;
- o'yindagi holatlarni tasvirlash (masalan, shaxmatda figuralarning joylashishi);
- korxonalar ishchilarining joylashishini tasvirlash;
- peyzajni tasvirlash.

Qaysidir sohaning karakteristikasida «fikrlash sohalari» yoki «ekspertiza sohalari» haqida gapiriladi. Umumiy holda bunday tasvirlashning sonli formalizatsiyasi ham unchalik maxsuliy emas. Aksincha, matematik mantiq tili kabi simvolik tilning ishlatilishi tasvirlashni bir vaqtning o'zida ham oddiy tilga ham dasturlash tiliga yaqinroq ifodalaydi. Xullas, matematik mantiq olingan bilimlarga asoslangan holda fikr yuritishga imkon yaratadi, ya'ni mantiqiy xulosalar haqiqatdan ham o'zlashtirilgan bilimlardan yangi bilimlarni olishning aktiv operatsiyalari bo'lib hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan sabablar ko'ra SI da bilimlarni turlicha tasvirlashda matematik mantiq asosni tashkil etadi. Mazkur bo'lim oddiy faktlarni predikatlar mantiqi yordamida tasvirlashga bag'ishlangan: Mantiqiy tasvirlash shuningdek, SI da ishlatiladigan boshqa tasvirlashlar («tarmoqli») va «ob'ektivli» kabilar) uchun Tayanch hisoblanadi.

Predikatlar mantiqi sintaksisi. Predikatlar mantiqi tili sintaksis bilan beriladi. Bilimlarni tasvirlashda tilning bazisli sintaksik kategoriyalari Suhnday simvollar bilan tasvirlanadiki, bu simvollar fikr yuritish sohasi xaqida yetarlicha to'g'ri va aniq ma'lumotlarni beradi.

Predikatlar mantiqi, shuningdek, birinchi tartibli mantiq deb nomlanadi va u to'rt tipdagi ifodani o'z ichiga oladi.

1. O'zgarmaslar. Ular ob'ektlar, insonlar va hodisa individuallarining ismlari bo'lib xizmat qiladi. Masalan, o'zgarmaslar go'yo Ahmad - 2 simvolini tasvirlaydi (Axmad so'ziga 2 ning qo'shilishi Suhnday ismli kishilar orasida aniq bir odamni ko'rsatadi), Kitob-22, Jo'natma - 8.

2. O'zgaruvchilar. Inson, kitob, jo'natma, hodisani bildiradigan to'plamlar nomini bildiradi. Kitob-22 simvoli aniq ekzemplyarni bildiradi, kitob simvoli esa «barcha - kitoblar» to'plamini, yo «kitoblar

tushuncha» siga ishora qiladi. x, u, z simvollar bilan to'plamlarning ismlarini (aniq to'plam yoki tushuncha) tasvirlanadi.

3. Predikatli nomlar. Ular o'zgarmaslar va o'zgaruvchilarning birlashishi qoidalarini beradi. Masalan, grammatika qoidasi, protseduralar, matematik operatsiyalar. Predikativ nom uchun quyidagi o'xshash simvollar: Jumla, Yubormoq, Yozmoq, Qo'shish, Bo'lish. Predikatli nom boshqacha aytganda predikatli o'zgarmaslar deb ataladi.

4. Funktsional nomlar predikatlar kabi qoidalarni tasvirlaydi. Funktsional nomlar predikatli nomlardan farqli o'laroq kichik harflar bilan yoziladi. jumla, yubormoq, yozmoq, qo'shish, bo'lish kabi. Ular ham funktsional o'zgarmaslar deb ataladi. O'zgarmaslar, o'zgaruvchilar, predikatlar va funktsiyalarni tasvirlash uchun qo'llaniladigan simvollar «biror (rus, o'zbek va x.k.) tilidagi so'zlar» hisoblanmaydi. Ular «ob'ekt tili» (bizning holatimizda predikatlar tili) qandaydir tasvirlash simvolining mohiyatidir.

Tasvirlash har qanday tilning ikkitomonlamaligini chiqarib tashlashi kerak. Shuning uchun individual nomlari ( to'plamlar nomiga qo'shiladigan) sonlarni o'zida aks ettiradi. Axmad-1 va Axmad-2 bir xil nomli ikkita odamni tasvirlaydi. Bu tasvirlashlar «Axmad» ismlar to'plamini oydinlatirishni anglatadi. Predikat bu predikat nomi bilan mos keluvchi termlar soni. Predikat, shuningdek predikatli shakl deb ham ataladi.

**Bilimlarni tasvirlash uchun mantiqni qo'llashga doir misollar.**

Predikatlar mantiqi sintaksisini bir qancha o'zbek tilidagi jumalar bilan taqqoslab, ularning tarjimasini formal mantiq tiliga qo'yib illyustratsiya qilamiz.

- O'zbek tili bo'yicha: Ahmad Toshmatga kitobni yuborayapti.
- Mantiq bo'yicha: Jo'natma (Ahmad-2, Toshmat-4, Kitob-22).
- O'zbek tilida: Har bir inson dam oladi.
- Mantiqda:  $V \times (\text{Inson } (x) \text{ Dam oladi } (x))$ .
- O'zbek tilida: Qaysidir insonlar dam olishadi.
- Mantiqda  $x (\text{Inson } (x) \text{ Dam olishadi } (x))$ .

Oxirgi ikkita misolni taqqoslab «Har bir» so'zining «qaysidir» so'ziga almashshishi nafaqat ni kvantorga almashtiradi, bog'liqlikni bog'liqlikka almashtiradi. Bu Suhnday fakti keltirib chiqaradiki, tabiiy tildagi jumalarni mantiqiy tilga tarjima qilish, trafaret operatsiya hisoblanmaydi.

- O'zbek tilida: Hech bir odam dam olmaydi.
- Mantiqda:  $(X (\text{Inson } (x) \text{ Dam olmaydi } (x)))$ .

### Takrorlash uchun savollar:

1. Ma'lumotlar va bilimlar haqida nima bilasiz?
2. Bilimlarni taqdim etishning modellarini tushintiring?
3. Protsedurali bilimlarga ta'rif bering?
4. Agentlar tushunchasini tushuntiring?
5. Ish muhiti xususiyatlari qanday?
6. Oddiy reflex agentlar xususiyati qanday?

### III Bob. Ifodalar mantiqi va predikatlar mantiqi

#### 3.1. Mantiq tarifi. Tafakkur xususiyatlari

Mantiq arabcha so'zdan olingan bo'lib so'z, fikr, aql ma'nolarini bildiradi (yoki logika, yunoncha – *logike, deb ham ataladi*). U ikki xil ma'noda qo'llaniladi: agar so'z narsalarning tarkibi, bog'lanishi ustida borsa - ob'ektiv fikrlar bog'lanishi haqida boradigan bo'lsa – su'bektiv mantiq bo'ladi. Mantiq tafakkur qonunlari, narsalar mantiq'i yoki obektiv mantiq inkorisidir.

Qator predmetlar hodisalarga xos bo'lgan umumiy xususiyatlarni, ular o'rtasidagi aloqalarni aks ettirar ekan, tafakkur bir hodisa xaqidagi bilimlardan kelib chiqarish imkoniatiga egadir. Masalan ishlab chiqarishga texnika yutuqlarining qanday qo'llanilishiga qarab mexnat unumdorligining darajasi xaqida fikr yuritish mumkin. Tafakkurning yana bir xususiyatlaridan biri uning til orqali ifoda qilinishidir. Tafakkur o'z mazmuni va formasiga (shakliga) ega. Tafakkurformasi fikr mazmuninitashkil qiluvchi elementlarning bog'lanish usulidan iborat. Tafakkur uch xil shakilda: tushuncha, hukum, xulosa chiqarish formalarida mavjud.

#### <<Mantiq>> termini.

Mantiq termeni bir biridam mustaqil uchta fanni formal mantiq, dialektik mantiq, matematik mantiqni ifoda qiladi.

*Dialektik mantiq* tafakkurning vujudga kelishi va taraqqiy etishining eng umumiy qonunlari va ular asosida yaratiladigan metadologik prinsiplarni o'rganadi.

*Formal mantiq* tafakkurning aniq mazmunidan Chetlanib etiborini uning tuzilishini tekshirishga qaratadi. Shu jumladan tafakkur formalari o'rtasidagi bog'lanishlarni ham ularning tuzilishi nuqtai nazaridan o'rganadi.

Matematik (simvolik) mantiq XIX asirning ikkinchi yarimida vujudga kelgan bo'lib matematika fanining muxim yo'nalishlaridan birini tashkil qiladi. Matematik mantiqqa matematik metodlardan foydalanuvchi mantiq deb tarif berish mumkin.

#### Mantiq qonunlari.

Qonun predmet va hodisalar o'rtasidagi obektiv, muhim, zaruriy, takrorlanuvchi, nisbatan o'zgarmas bog'lanishlardir. Hamma tabiiy va ijtimoiy hodisalar va boshqa hodisalar ma'lum qonunlar asosida mavjud bo'ladi va o'zgaradi.

Mantiqiy tafakkur qonunlari, tafakkur formalari kabi umuminsoniydir. Tafakkur qonunlari ob'ektiv voqealarni inson miyasida uzoq vaqt

davomida aks etirishi natijasida vujudga kelgan holda shakillanga. Tafakkur qonunlari amal qilish to'g'iri, tushunarli, aniq, izchil, ziddiatsiz asoslangan fikr yuritish demakdir. **Mantiq qonunlari quyidagi turlarga bo'lnadi:**

- **Ayniyat qonuni.**
- **Ziddiyat qonuni.**
- **Mustasno qonuni.**

**Ayniyat qonuni.** Ob'ekt voqeadagi pretmed va hodisaning doimo o'zgarib turishiga qaramay, ularda nisbiy barqarorlik mavjud, u o'z ifodasini ayniyat qonunida topadi. Masalan bizga tanish insonni biroz vaqt o'tgandan so'ng ko'rsag ham uni tanib olamiz. Ayniyat qonuni fikirlash jarayonida fikrning aniqligi, muayyan ekanligini ifodalaydi.

**Ziddiyat qonuni.** Kishilar o'z faoliyatida predmet va hodisalar bir vaqtda, bir sharoitda biror xususiyatga ega bo'lishi, ham ega bo'lmasligi mumkin emasligini bilganlar. Bu hodisa bilimlarimizda ziddiyat qonuni sifatida shakillanib qolgan. Ziddiyat qonunini quyidagicha ifodalash mumkun: ayni bir predmet yoki hodisa haqida aytaylik ikki zid fikr bir vaqtda bir nisbatda chin bo'lishi mumkin emas. Bu qonun  $\langle\langle A \text{ ham } V, \text{ ham } V \text{ esa bo'la olmaydi} \rangle\rangle$  formulasi orqali beriladi.

**Mustasno qonuni.** Ziddiyat qonuni bilan uzviy bog'liq bo'lib u ikki o'zaro zid fikrning munosabatini bildiradi. Bilish jarayonida biz, fikrimizda obektiv olamdagi predmet va hodisaning ayni bir vaqtda mavjud emasligini, ularga biror xususiyatga xos emasligini aks ettiramiz.

Bu qonun quyidagicha ifodalanadi ayni bir predmet yoki hodisa haqida bir – birini inkor etuvchi ikki zid fikr ayni bir muxokama doirasida ayni bir vaqtda, ayni bir nisbatda xato bolishi mumkin emas, ularning biri albatta xato boladi, uchinchi holatning bolishi mumkin emas. Uchinchi mustasno qonuni  $\langle\langle AV \text{ YOKI } V \text{ emasdr} \rangle\rangle$  formulasi orqali beriladi.

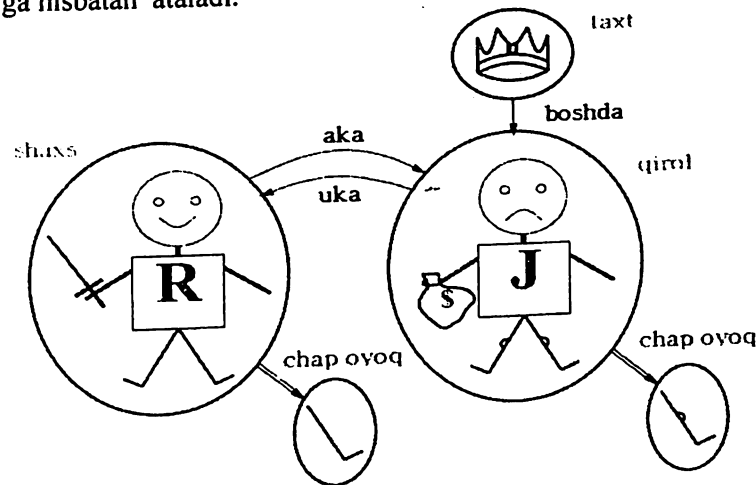
**Etarli asos qonuni.** Tabiat va jamiyatdagi predmet va hodisalar bir-biri bilan bog'liq holda rivojlanadi. Ular o'rtasidagi salbir bog'lanishlar eng muhim bog'lanishlardir. Predmet va hodisalardan birining mavjudligi taqazo etadi.

Har bir predmet va hodisaning real asosi bo'lgani kabi, ularni inqirozi bo'lgan fikrimiz ham asoslangan bolishi kerak. Bu o'z navbatida etarli asos qonunining talabiga binoan, har qanday predmet va hodisa haqida aytilgan fikr asoslangan bo'lishi kerak. Etarli asos qonuni  $\langle\langle \text{Agar } V \text{ mavjud bo'lsa uning asosi sifatida } A \text{ ham mavjud} \rangle\rangle$  formulasi orqali beriladi.

Hukm model va talqinga nisbatan to'g'ridir. Model  $> = 1$  ob'ektini (domen elementlar) va ular orasida munosabatlarni o'z ichiga oladi. Og'zaki bo'lgani uchun doimiy belgilar  $\rightarrow$  ob'ektlardir.

Predikat ramzlar  $\rightarrow$  munosabatlari, funktsiya ramzlar  $\rightarrow$  funksional munosabatlarni bildiradi.

Atom hukm predikate (term1, ..., termn) ob'ektlari IFF haqdir term lga nisbatan ataladi.



**Bo'sh yilda Logikalar**

<u>til</u>	<u>ontologik Majburiyat</u>	<u>epistemologik Majburiyat</u>
taklif etish mantiq	faktlar	noma'lum / to'g'ri / noto'g'ri
Birinchi tartibi mantiq	Fakt, ob'ektlar, munosabatlar	noma'lum / to'g'ri / noto'g'ri
vaqtinchalik mantiq	Faktlar, ob'ektlar, munosabatlar, marta	noma'lum / to'g'ri / noto'g'ri
Ehtimollar nazariyasi	faktlar	e'tiqod darajasi $\hat{I}$ [0,1]
Fuzzy mantig'i	Haqiqat darajasi $\hat{I}$ [0,1]	Ma'lum interval qiymati

### Taklif etish Mantiqi.

Taklif etish mantiqi deklarativ bo'ladi:

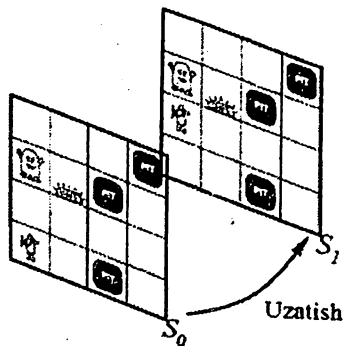
sintaksisga mos taklif etish mantiqiy (qisman / bo'ladigan / rad ma'lumot olish uchun imkon beradi ma'lumotlar tuzilmalari JB dan farqli o'laroq taklif etish mantiq tuzilish bo'ladi:

$B11 \wedge P12$  ma'nosi B11 va P12 ma'nosi taklif etish mantiq ma'nosi kontekst mustaqil( farqli o'laroq tabiiy til ma'nosi doirasida):

- Taklif etish mantig'i juda cheklangan ifodali qoidadir(tabiiy tildan farqli o'laroq):

O'zgarish yo'l tutilishi:

Vaziyatlar natija vazifasi, natija (a, s) tomonidan ulangan s bir qilishdan natijalar vaziyatidir.



Ta'rif: *Evristik qoida* - ekspert tomonidan ishlab chiqilgan qoidadir.

Ko'pgina evrestik qoidalar asosida bo'lishi kutilayotgan voki ehtimolligi mavjud, bu ehtimolligni faqatgina ekspert aniqlashi mumkin, yani ekspert muamoli mintaqa doirasida asoslangan taxmin qiladi. Aslida bu taxminlarni qilish uchun bazi bir statistik ma'lumotlarni asos qilib olishini anglatadi. Misol uchun bu shifokorning kuzatuvlari asosida bemorga qo'yilgan tibbiy tashxiz. Shifokor malakasi ko'pgina holatlarda aniq tashxiz qo'yishga imkon beradi. Albatta shifokorning adashishi inobatga olinadi, shuning uchun boshqa tashxislar ham hisobga olinadi.

Bayesning ehtimollik metodikasi asosida bir hodisa amalga oshadi, chunki undan avval boshqa bir hodisa sodir bo'lgan. Ekspert tizimlarda Bayes nazariyasiga asoslangan statistik echimlar keng ishlatiladi. Ehtimollik nazariyasi tasodifiy hodisalarni o'rganiladi. Ko'p holatlarda inson o'zi sezmaganda ehtimollik nazariyasining terminlaridan foydalanib taxmin yoki xulosa qiladi.

Ehtimollikni qo'yidagicha aniklash mumkin:

umumiy eksperimentlar sonidan ro'y bergan hodisalar soni  $< <$  eksperimen larning umumiy sonidir.

### 3.2. Bayes ehtimolligi

Bayes shartli ehtimollik nazariyasi bilan ishlagan. Shartli ehtimollik avvaldan sodir bo'lgan eksperimentlarni inobatga oladi.

Shartli ehtimollik - bir S hodisa amalga oshadi, chunki undan avval boshqa bir hodisa L sodir bo'lgan.

Shartli ehtimollik  $-P(S|L)$  shaklida belgilanadi. Ikki hodisani ro'y berish ehtimolligi qo'yidagicha ishlanadi:

$P(L|S) = P(S|L)P(L)$ , yani S va L hodisalarining yuz berishi ehtimolligi hodisasini yuz berishiga teng, agar L birinchi bo'lsa, va agar L hodisasining yuz berishi ehtimolligiga ko'paytirilganda S hodisasining yuz berishi ma'lum bo'ladi.

Misol. I I O O harflar yigimidan tasodifiy I yoki O tanlansin. Shartli ehtimollik tenglamasi yordamida O harfi birinchi ikki urinishda va so'ngra I harfi chiqishini aniqlaymiz.

$$r(o i l) = p \langle c \rangle j \langle pc \rangle ]$$

$$R(0) = \text{turt O dan ikkita}$$

EHTIMOLLIK  $R \langle /OU \rangle / "z, POO$  olingan O dan so'ng I tanlandi.

$$R \% / i I = - x - = -3 4 3$$

Ekspert tuzimlarda shartli ehtimollikning boshqa tenglamasi:

$$P(S) = P(S/I) \times P(I) + P(S/NOT I) \times P(NOT I) (1)$$

S hodisasining yuz berishi ehtimolligi S hodisasini yuz berishiga teng, agar I ( $P(S/L)$ ) hodisasining yuz berishi ehtimolligiga ko'paytirilgan I ( $P(I)$ ) unga S hodisasining yuz berishi ehtimolligi, agar I ( $P(S/NOT I)$ ) hodisasining yuz bermasligi va I hodisasi yuz bermasligi ehtimolligiga ko'paytirilgan  $P(S/NOT I)$ ga qushilganligi kelib chiqadi.

Misol. Fond birjasi ekspert tizimining ishlashini tafsivlovchi ehtimollik nazariyasini ko'rib chiqamiz.

M1: AGAR prots\_stavkalari==TUSHMOQDA U HOLDA narxlar ==KO'TARILMOQDA

M2: AGAR prots\_stavkalari==KO'TARILMOQDA U HOLDA narxlar == TUSHMOQDA

M3: AGAR yalpi\_dolkursi==TUSHMOQDA U HOLDA narxlar == KO'TARILMOQDA

M4: AGAR yalpi\_dol\_kursi==KO'TARILMOQDA



U HOLDA narxlar = TUSHMOQDA

Narxlar ko'tarilishining ehtimolligini aniqlash kerak.

Misoldan maqsad real holatni ko'rsatish emas, balki echimga olib keluvchi yo'llarni ko'rsatishdir. Teskari xulosa ishlatuvchi tizim qoidalarining U HOLDA qismida narxlar = KO'TARILMOQDA xulosani qidiradi.  $prots\_stavkalar_i = TUSHMOQDA$  sharti bajarilsa 1-qoida to'g'ri keladi. 1-qoida yordamida shartlarni ehtimolligini aniqlash mumkin.

S ni STOCK ga = KO'TARILMOQDA va I ni SHT = TUSHMOQDA ga almashtirib quyidagilarni hosil qilamiz:

$$R(STOCK = KO'TARILMOQDA) = P(STOCK = KO'TARILMOQDA / INT = TUSHMOQDA) + P(STOCK = KO'TARILMOQDA / INT = TUSHMOQDAMA S) \times P(INT = TUSHMOQDAMA S)$$

(2) INT ga TUSHMOQDA qiymati berilganini aniqlash uchun 4-qoidagi qaytishimiz shart.

AGAR dol\_kursi = KO'TARILMOQDA

U HOLDA narxlar = TUSHMOQDA

4-qoida 3-qoidaga o'zgaradi

$$P(INT = TUSHMOQDA) = 1 - P(INT = TUSHMOQDA / DOLLAR = KO'TARILMOQDA) \times P(DOLLAR = KO'TARILMOQDA)$$

$$+ P(INT = TUSHMOQDA / DOLLAR = KO'TARILMOQDAMAS) \times R(DOLLAR = KO'TARILMOQDAMAS)$$

Qoidalarning birortasida U HOLDA qismida DOLLAR o'zgaruvchisi yo'qligi sababidan R ehtimollik qiymatini aniqlashning iloji yo'q shuning uchun, u qiymatni foydalanuvchini o'zi kiritadi. Shu sababdan quyidagi shartli ehtimollik belgilanishi kerak.

$$P(DOLLAR = O'SMOQDA) = v, 6$$

Ehtimollik nazariyasiga asosan sodir bo'lgan va bo'lmagan hodisalar yigindisi 1 ga teng.

$$P(DOLLAR = O'SMOQDAMAS) = 1 -$$

$$P(DOLLAR = O'SMOQDA) = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ Barcha shartli ehtimolliklarga qiymatlarni beramiz.}$$

$$R(t = TUSHMOQDA / VOLYA = O'SMOQDA) = 0,8$$

$$R(t = TUSHMOQDA / VOLYA = O'SMOQDAMAS) = 0,1 \text{ (shartli ehtimolliklarga teskari hodisalarning yigindisi 1 ga teng emas)}$$

(3) ga qiymatlarni qo'yamiz

$$P(INT = TUSHMOQDA) = 0,8 * 0,6 + 0,1 * 0,4 = 0,52$$

$$P(INT = TUSHMOQDAMAS) = 1 - P(INT = TUSHMOQDA) = 1 - 0,52 = 0,48$$

$P(STOCK = O'SMOQDA)$  ni topish uchun foydalanuvchi tomonidan shartli ehtimollikning qiymatlari berilishi kerak.

$$P(STOCK = O'SMOQDA / INT = TUSHMOQDA) = 0,85$$

$$P(STOCK = O'SMOQDA / INT = TUSHMOQDAMAS) = 0,1$$

Unda (2) ga asosan

$$P(STOCK = O'SMOQDA) = 0,85 * 0,52 + 0,1 * 0,48 = 0,49 \text{ YOKI } 49\%$$

Ehtimollik ning barcha qiymatlariga ega bo'lib, foydalanuvchi birjada o'zining siyosatini o'tkazadi.

### 3.3. Noaniq mantiq

Ehtimollik nazariyasining o'zga aspektini ko'rib chiqamiz. Aniq belgilangan qoidalar orqali hodisani tariflash har doim ham mumkin emas. Insonlar har doim ham savollarga aniq javob bera olmaydilar.

Engil kasal bo'lgan insonning tana haroratini aniqlash mumkinmi?

Suhnday "baland", "issik", "engil", "KO'TARILMOQDA" yoki "TUSHMOQDA", kabi so'zlar bir qiymat orqali aniqlab bo'lmaydigan lingvistik o'zgaruvchidir. Suhnday tushinchalar orqali qoidalar ishlab chiqish noaniq mantiq deyiladi.

TUSHMOQDA tushinchasi - fond birjasi tariflovchi qoidalarda ham ishlatiluvchi lingvistik o'zgaruvchidir. Lingvistik o'zgaruvchini qo'llash orqali foydalanuvchidan keraksiz savollarsiz bazi bir ehtimolliklarni qiymatini aniqlash mumkin. Buning uchun lingvistik o'zgaruvchilarni umumiy lashtirish kerak. Ekspert tizim foydalanuvchisiga o'sha o'zgaruvchilarga aniqlovchilarni qo'shish imkonini berish kerak. Foydalanuvchi dollar kursining kichik o'sishini kiritishi mumkin ekspert tizimi esa uning tub manosini aniqlay olishi kerak. Ehtimolliklar jadvali.

Birjadagi narxlarning ko'tarilishini aniqlash uchun ikki qoidadan foydalanamiz:

$$M1: \text{AGAR } INT = TUSHMOQDA,$$

$$U \text{ HOLDA } STOCK = KAMAYMOQDA$$

$$M4: \text{AGAR } DOLLAR = KO'TARILMOQDA,$$

$$U \text{ HOLDA } INT = TUSHMOQDA,$$

Va ularga taaluqli shartli ehtimolliklar (2) va (3).

Bu tenglamalar echimida foydalanuvchi uchun ehtimollik jadvalini ko'ra oladigan ekspert ishtiroki shartdir. Bu jadval o'zida foydalanuvchiga kerak bo'ladigan tushinchalarni aniqlashtiruvchi

so'zlarni o'z ichiga oladi. Aniqlashtiruvchi so'zlar bilan lingvistik o'zgaruvchining o'zgarishlik foizi va o'zgarish sodir bo'lishi ehtimollik va shartli ehtimolliklari mavjud buladi.

	Ustun 1	Ustun 2	Ustun 3
Lingvistik o'zgaruvchi	Dollar kursi jadval qiymatlarigi monand KO'TARILMOQDA	$P(INT = TUSHMOQDA / DOLLAR = KO'TARILMOQDA)$	$P(DOLLAR = KO'TARILMOQDA)$
Kichik	1-2%	0,2	0,5
O'rta	3-4%	0,5	0,3
Katta	4% baland	0,8	0,1

Ekspert dollar kursini birinchi jadval asosida ko'tarilayotganini yoki umuman ko'tarilmayotgan deb o'ylasin. Boshqa variant yo'k. Bundan kelib chikadiki ekspert ikki holat uchun ehtimollikni aniqlashi kerak. Birinchi holatda dollar kursi KO'TARILMOQDA, ehtimollik to'g'ri jadvalga yoziladi. Ikkinchi holatda dollar kursi kutarilmayotganligi sharti bilan ekspert foiz stavkalarini tushishi shartli ehtimollikligini yozib qo'yadi.

$$R(INT = TUSHMOQDA / DOLLAR = KO'TARILMOQDA) = 0,07$$

Foiz stavkalarining o'zgarishligida narxlarning o'sish ehtimollikligini ekspert  $R^{SHSK} = KO'TARILMOQDA / INT = TUSHMOQDA) = 0,2$  ko'rinishida yozadi, agar foiz stavkalari tushmasa bu ehtimollik quyidagicha:

$$P(STOCK = KO'TARILMOQDA / INT = TUSHMOQDA EMAS) = 0,1.$$

Bunday jadvallar ekspert tomonidan ishlab chiqiladi. Ular MO ning qismiga aylanadi va vaqti-vaqti bilan o'zgarishi mumkin. Ekspert o'zgarishlarni dollar kursi yoki foiz stavkasi o'zgarishida kiritishi shart. O'zgarishlarni inson o'rniga ekspert tizim kiritishi mumkin.

Foydalanuvchi birjadagi narxlarni ko'tarilish ehtimollikligini aniqlashi mobaynida ekspert tizim unga savol beradi:

Agar dollar kursi

1- Kichik

2- O'rta

3- Katta

Bo'lsa -? raqamni kiriting.

Faraz qilaylik foydalanuvchi 2 raqamini kiritdi yani - o'rta. Jadvaldan malumki foydalanuvchi dollar kursini 3-4% ga ko'tarilishini kutmoqda. Echimi uchun kerak bo'lgan barcha ma'lumotlarni jadvaldan

Ehtimollik	Manba
$R(DOLLAR = KO'TARILMOQDA) = 0.3$ $P(DOLLAR = KO'TARILMOQDAMAS) = 1 - 0.3 = 0.7$ $R(INT = TUSHMOQDA   DOLLAR = KO'TARILMOQDA) = 0.5 R(INT = TUSHMOQDA   DOLLAR = KO'TARILMOQDAMAS) = 0.07$ $P(INT = TUSHMOQDA) = 0.5 * 0.3 + 0.07 * 0.7$	Qator 2, ustun 3, asosiy qoida qator 2, ustun 2, Ekspert tenglama 3 = 0.199

topsa bo'ladi:

$P(STOCK = KO'TARILMOQDA)$ . Buning uchun avvalgi natijadan foydalanish kerak:

Ehtimollik	Manba
$R(INT = TUSHMOQDA) = 0.199 R(INT = TUSHMOQDAMAS) = 1 - 0.199 = 0.811$ $R(STOCK = KO'TARILMOQDA   INT = TUSHMOQDA) = 0.2$ $R(STOCK = KO'TARILMOQDA   INT = TUSHMOQDAMAS) = 0.1$	Avvalgi hisob asosiy qoida Ekspert

3 - tenglamadan narxlar ko'tarilishi ehtimollikligini aniqlash mumkin:  
 $R(STOCK = KO'TARILMOQDA) = 0.2 * 0.199 + 0.1 * 0.811 = 0.121$   
 Yani ehtimollik 12.1% teng. Foydalanuvchi jadval ishlab chiqish va uni to'ldirish kabi ishdan ozod, bu qiyin vazifani ekspert bajaradi.

### 3.4. Ish muhitlarining xususiyatlari

Muhitning keyingi holati to'liqligicha joriy holat bilan aniqlanadi va harakatlar agent tomonidan amalga oshiriladi va bunday holatda muhit aniqlovchidir (deterministic) aksincha holatda bu tasodifiy (stochastic).

Tozalovchi va taksi haydovchilar:  
 • Bir qancha ko'zga tashlanmaydigan aspektlari tufayli tasodifiy (stochastic) → shovqin yoki nomalum.

Epizodik va izchillik:

- Epizodik = agentning tushuncha + harakatining yolg'iz juftligi;
- Agent harakatining sifati uning boshqa epizodlariga bog'liq emas;
  - Har bir epizod bir biridan mustaqil;
- Epizod muhiti soddarog;
  - Agent oldindan o'ylashga muhtoj emas;
- Izchillik;
  - Hozirdagi harakat kelajakdagi qarorlarga ta'sir qilishi mumkin.

Masalan, Taksi haydovchisi va shahmat.

Turg'un va faol:

- Faol muhit vaqt o'tgan sari doim o'zgarib turadi;
- Masalan, ko'chadagi odamlar soni;
- Turg'un muhit esa
  - masalan, Manzil;

Yarimfaol:

- Muhit vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi lekin agentning ish bajarishi qayd etiladi.

Alohida va Davomiy:

- Agar aniq holatlar soni cheklangan bo'lsa persepsiya va harakatlar tushunarli izohlangan bo'lgan holatda muhit alohida ko'rsatiladi;
- Misol., Shaxmat o'yini;
- Davomiy: Taksi haydash.

Yolg'iz agent va ko'p sonli agent:

- Krossvord jumbog'ini yechish c – yolg'iz agent
- Shaxmat o'ynash– ikkita agentlar
- Raqobatdosh ko'p sonli agent muhiti
  - Sahaxmat o'ynash
- Hamkorlikdagi ko'p sonli agent muhiti;
  - Avtomatlashtirilgan taksi haydovchisi
  - To'qnashuvdan saqlanish

**Ma'lum va noma'lumlar**

Bu aniqlik muhitning o'zini ifodalamaydi lekin agentning muhit haqidagi holati va bilimni ifodalaydi. Ma'lum muhitda hamma harakatning natijalari berilgan (masalan soliter karta o'yini). Agarda

muhit noma'lum bo'lsa agent yaxshi qaror chiqarish uchun uni qanday ishlashini o'rganishi kerak (masalan yangi video o'yin).

**Agent strukturasi**

Agent = arxitektura + dastur

- Arxitektura = ma'lum bir hisoblash qurilmalari (sensorlar datchiklar + ijrochi elementlar)
- (Agent) Dasturlar = bir nechta funktsiyalar ya'ni agent xaritalashni amalga oshiradi = “?”
- Agent Dastur= SI ning vazifasi

Agent dasturlar uchun ma'lumot kiritish:

- Faqatgina joriy persepsiya
- Agent funktsiyasi uchun ma'lumot kiritish
- Butun persepsiya ketma -ketligi
- Agent ularning barini eslab qolishi zarur.

Agent dasturini qo'ydagicha amalga oshirish mumkin, so'rovnoma jadvali (agent funktsiyasi).

**Agent Dasturlar**

P = jamlanmasi muvofiq persepsiyalar;

T= agentning amal qilish muddati;

Qabul qiladigan persepsiyalarining umumiy soni:

- Sorovnoma tablitsaning hajmi;
- Shaxmat o'yini misolida ko'rsak;

$$\sum_{i=1}^r |P_i|$$

- P = 10, T = 150

- Kamida  $10^{150}$  yozuvli tablitsa so'raladi.

Katta hajmga qaramasdan, sorovnoma jadvali istaganimizni amalga oshiradi. Sun'iy intellektning asosiy topshirig'i:

-ratsional xulq-atvorni ishlab chiqish uchun qanday qilib imkoniyatlarini keng bo'lgan dasturlar yozishni aniqlab olish kerak. Jadvaldagi ko'p miqdordagi yozuvlar o'miga kam miqdordagi kod kiritgan afzal:

- Masalan: Nyuton metodining 5 qatorli dasturi;
- V.s. Kvadrat ildizi sinus kosinusli kata tablitsa.

Agent dasturning turlari To'rtta turi mavjud

- Oddiy refleks agentlar;
- Namunaga asoslangan refleks agentlar;
- Maqsadga asoslangan agentlar;
- Utilitga asoslangan agentlar;

**Oddiy reflex agentlar**

U faqatgina holat harakat qoidasidan foydalanadi;

- qoidalar "agar ... keyin ..." shakliga o'xshaydi;
- samarali lekin, foydalanish imkoniyati chegaralangan;
- chunki bilim ba'zida aniq ifodalanmagan bo'ladi;
- faqat ish;

Agarda atrof-muhit to'liq ko'zga tashlanadigan bo'lsa u holda qo'yidagicha ketma - ketlik yoziladi.

**Function** Simple-Reflex-Agent(percept) returns action

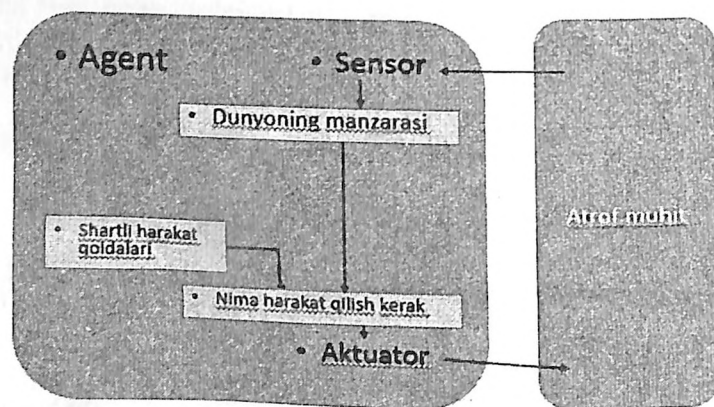
**Static:** rules, a set of condition action rules

State-interpret input(percept)

Rule-rule match(state, rules)

Action-rule-action(rule)

**Return** action



Agent programlashtirilgandan so'ng, u tezda ishlay oladimi?

-yo'q, u haliham o'qitilishi kerak.

SI da esa,

- agent tanlangandan keyin o'qitiladi.

Misollar jamlanmasi berish orqali uni o'qitish va boshqa misollar jamlanmasi berish orqali tekshirish zarur, bu agent o'rganuvchi agent deyilishi mumkin.

### Mantiqiy modellar.

Mantiqiy modellar predikatlarni hisoblash tilidan foydalanadilar. Birinchi predikatga munosabatlar nomi mos to'shadi, dalillar terminiga esa bu ob'ektlardir. Barcha predikatlarning mantiqida ishlatiluvchi mantiqiy fikrlar haqiqiy yoki yolg'on mazmunga ega.

Misol: Djon axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassis fikrini ko'rib chiqamiz. Ushbu fikr qo'yidagicha tasvirlanishi mumkin:

- hisoblanadi (Djon, axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassislik).

Keling X-ob'ekt (Djon), axborot texnologiyalar bo'yicha mutaxassis bo'lib hisoblanayotgan bo'lsin. Unda qo'yidagi forma ishlatiladi:

hisoblanadi (X, axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassis).

Smit IBM firmasida mutaxassis sifatida ishlaydi fikri uchta dalilli predikat ko'rinishida berilishi mumkin:

ishlaydi (Smit, IBM firmasi, mutaxassis).

Har qanday masalaning qo'yilishi va yechimi har doim uning mos predmet sohaga mos kelishi bilan bog'liq. Metall kesuvchi stanokning detallarni qayta ishlash jadvalini tuzish masalasini yechar ekanmiz, biz predmet sohaga stanoklar, detallar, vaqt oralig'i kabi bir qancha ob'ektlarni va «stanok», «detall», «stanok turi» kabi umumiy tushunchalarni jalb qilamiz. Masalani yechish uchun kerak bo'ladigan axborotlarni tushunishning umumiy asosini tashkil etadigan barcha predmet va hodisalar predmet soha deyiladi. Mazmunan predmet soha real va abstrakt ob'ektlardan tashkil topgan mohiyatni ifodalaydi. Predmet sohaning mohiyati bir-biri bilan muayyan munosabatda turadi. Mohiyatlar orasida o'xshash munosabatlar kuzatiladi. Bunga o'xshash mohiyatlarning majmuasi predmet sohaning yangi mohiyati hisoblangan mohiyatlar sinfini tashkil etadi.

Mohiyatlar orasidagi munosabatlar mulohazalar yordamida ifodalanadi. Mulohaza - ko'rsatilgan mohiyatlarda o'ringa ega bo'lgan yoki bo'lmagan xayoliy mumkin bo'lgan vaziyat. Tilda (formal yoki tabiiy) mulohazalarga gaplar javob beradi. Mulohaza va gapni ham mohiyat deb qarash va uni predmet sohaga qo'shish mumkin.

Predmet sohalarni tavsiflash uchun mo'ljallangan tillar bilimlarni tasvirlash tillari deyiladi. Tabiiy til bilimlarni tasvirlashning universal tili hisoblanadi. Lekin tabiiy tilni mashinada bilimlarni tasvirlash uchun qo'llashda ularning nomuntazamligi, ikkima'noliligi va h.k. ko'ra ko'p qiyinchiliklarga duch keladi. Asosiy to'siq tabiiy tilda formal semantikaning mavjud emasligidadir. Matematik bilimlarni tasvirlashda matematik mantiqda qadimdan mantiqiy formalizmlardan - asosan aniq formal semantika va операция ko'makka ega predikatlar hisobidan foydalaniladi. SHuning uchun predikatlar hisobi birinchi mantiqiy til

bo'lgan. Bu tilni amaliy masalalarni yechish c bilan bog'liq bo'lgan predmet sohani formal tavsiflashda ishlatishgan.

Mantiqiy modellar bilan ishlashda quydagi qoidalarga amal qilish zarur:

1. Dalillar tartibi har doim berilgan predmet sohasiga qabul qilingan predikatlar izohi bilan mos holda berilishi kerak. Dasturchi dalillarning fiksirlangan tartibi haqidagi qarorni qabul qiladi va boshidan ohirigacha unga amal qiladi.

2. Predikat dalillarning istalgan miqdoriga ega bo'lishi mumkin.

3. Predikatdan tashkil topgan va u bilan dalillar orqali bog'langan alohida fikrlar, murakkab fikrlarga mantiqiy bog'lamalar orqali bog'lanishi mumkin: VA(END, ), YOKI (or, ), YO'Q (not, ~), →-AGAR..., UNDA formasini yo'naltirish uchun foydalaniladigan implikasiyalar.

Mantiqiy tillarda bajarilgan predmet sohalarni tavsiflash mantiqiy modellar deyiladi.

#### To'rli modellar.

Bir qancha ta'riflarni kiritamiz. Mohiyat deganda ixtiyoriy tabiatga ega bo'lgan ob'ektning tushunamiz. Bu ob'ekt real olamda mavjud bo'lishi mumkin. Bu holda u P-mohiyat deb ataladi. Bilimlar bazasida unga qandaydir tavsif mos keladi. Bu tavsifning to'liqligi P-mohiyat haqida intellektual tizim ega bo'lgan axborot bilan aniqlanadi. Bunday tasvirlash bilimlar bazasida M-mohiyat deyiladi. Shuni ta'kidlash joizki, shunday M-mohiyat mavjud bo'lishi mumkinki, unga mos P-mohiyat mavjud bo'lmayligi mumkin. Bunday M-mohiyatlar bilimlar bazasi ichida umumlashtirish amallariga o'xshash amallar yordamida hosil qilingan abstrakt ob'ektlarni o'zida ifodalaydi.

Mohiyatlarni ikki qismga ajratish birinchi marta semiopik modellarda shakllangan va ularga asoslangan vaziyatli boshqarish g'oyalarini to'rli modellarda qo'llashga imkon beradi. Muammoli sohaning semiopik modeli deganda bilimlar bazasida P-mohiyatlar va ular orasidagi bog'lanishlarni tasvirlash imkonini beradigan protseduralar kompleksi tushuniladi. O'zaro bog'langan P-mohiyatlarni interpretatsiya qilish usuli denotativ semantika, o'zaro bog'langan M-mohiyatlarni interpretatsiya qilish usuli konnotativ semantika deyiladi. P-mohiyat bilimlar bazasidagi unga mos M-mohiyatga nisbatan M-mohiyatning denotati yoki referenti deyiladi, M-mohiyat esa P-mohiyatga nisbatan uning degistanti, nomi, nishoni, identifikatori va sh.k. deyiladi. Degistant to'rli modeldagi oddiyroq element. U to'rli modeldagi terminal ob'ektlar sinfiga kiradi. Terminal ob'ekt deb oddiyroq mohiyatlarga ajratib

bo'lmaydigan M-mohiyatga aytiladi. Qolgan M-mohiyatlar xosilaviy ob'ektlar yoki xosilaviy M-mohiyatlar deyiladi. Sinf yoki turlarni tashkil etadigan terminal ob'ektlar ro'yxati intellektual tizimlarni tashkil etishda beriladi. Ular butun, haqiqiy sonlar, identifikatorlar, satrlar, ro'yxatlar va h.k. bo'lishi mumkin. Terminal ob'ektlarning semantikasi ular bilan ishlatiladigan mumkin bo'lgan protseduralar to'plami bilan aniqlanadi. Masalan: sonlar ustida arifmetik amallar bajarish, satrlar yoki identifikatorlarni o'zaro taqqoslash, kiritish-chiqarish amallari va h.k.

Ushbu modellar asosida tarmoqlar, cho'qqilari, yo'ylar tushunchalari yotadi. Tarmoqlar sodda va ierarxik bo'ladi, cho'qqilari esa mohiyat, ob'ektlar, hodisalar, jarayonlar yoki mavjudlik tushunchalaridir. Ushbu mohiyatlar orasidagi munosabatlar yo'ylar orqali tasvirlanadi. Tushuncha sifatida odatda abstrakt va konkret ob'ektlar turadi, munosabatlar esa bu qismiga ega, tegishli, sevadi kabi aloqalardir.

Sodda tarmoqlar ichki strukturaga ega bo'lmaydi, ierarxik tarmoqlarda esa ayrim cho'qqilari ichki strukturaga ega bo'ladi.

Semantik tarmoqlarning harakterli xususiyati bo'lib uch tur munosabatning mavjudligi hisoblanadi:

1. Sinfning sinf-elementi
2. Hossa-mazmun
3. Sinf element andozasi

Ierarxik semantik tarmoqlarda tarmoqlarni tarmoqosti (bo'shliq)larga bo'linishi nazarda tutiladi va munosabatlar faqat cho'qqilari orasida emas, balki bo'shliqlar orasida ham o'rnatiladi.

#### 3.5. Bo'shliqlar daraxti

P6 bo'shlig'i uchun bo'shliqning barcha cho'qqilari P4, P2, P0, bo'shliqlar ajdodlarida yotganlari ko'rinadi, qolganlari ko'rinmaydi. «Ko'rinish» munosabati ko'pgina «imkoniyatlar»ni tartiblashda bo'shliqlarni guruhlash imkonini beradi.

Ierarxik tarmoqlarni grafik ko'rinishini qoidalari yoki kelishuvlarini ko'rib chiqamiz:

Bir bo'shliqda yotgan cho'qqilari va yo'ylar to'g'ri yoki ko'pburchak bilan cheklanadi;

YO uning ismi joylashgan bo'shliqqa tegishli bo'ladi;

Pj, bo'shliq ichida joylashgan Pi, bo'shliq avlod hisoblanadi.

Ma'lumotlar bazasidan qarorni topish muammosi semantik tarmoqni qo'yilgan tarmoqqa javob beruvchi, ayrim tarmoqostiga mos keluvchi tarmoq fragmentini izlash vazifasiga olib keladi.

Semantik tarmoq modelining asosiy yutug'i - insonning uzoqmuddatli xotirasini tashkil etish haqidagi zamonaviy tushunchalardan kelib chiqadi. Modelning kamchiligi— semantik tarmoqqa chiqishning izlashni murakkabligi.

#### Maxsuliy modellar

Mahsulotlar freymlar bilan bir qatorda intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlashning mashxur vositalari hisoblanadi. Mahsulotlar bir tomondan mantiqiy modellarga yaqin bo'lib, maxsuliy chiqarish protseduralarini tashkil etish imkonini bersa, boshqa tomondan klassik mantiqiy modellarga qaraganda bilimlarni ko'rgazmaliroq tarzda aks ettiradi. Ularda mantiqiy hisoblarga xos bo'lgan qat'iy chegaranishlar yo'q. Bu esa mahsulot elementlarini interpretatsiyasini o'zgartirish imkonini beradi. Umumiy holda mahsulot deganda quyidagi ifoda tushuniladi:

(i); Q; P;  $A \Rightarrow B$ ; N.

Bu yerda i-mahsulot nomi bo'lib, bu nom yordamida mazkur mahsulot mahsulotlar to'plamidan ajratib olinadi. Nom sifatida mahsulotning mazmunini aks ettiruvchi qandaydir leksema(masalan, «kitoblar haridi» yoki «qulfnig kodlari to'plami») yoki tizim xotirasida saqlanuvchi mahsulotlar to'plamidagi mahsulotning tartib raqami olinishi mumkin.

Q element mahsulotning qo'llanilish sohasini karakterlaydi. Bunday sohalarda inson kognitiv strukturalaridan oson ajratiladi. Bizning bilimlarimiz «tayoqchalar bo'yicha ajratilgan». Bir «tayoqcha»da ovqatni qanday tayyorlash haqidagi bilimlar saqlansa, boshqasida ishga qanday yetib borish haqidagi bilimlar saqlanadi va h.k. Bilimlarni alohida sohalarga ajratish kerakli bilimni izlash vaqtini tejashga imkon beradi. Intellektual tizimlarning bilimlar bazasida bunday sohalarga ajratish maxsuliy modellarda bilimlarni tasvirlash uchun maqsadga movofiq.

Mahsulotning asosiy elementi uning yadrosi  $A \Rightarrow B$  hisoblanadi. Mahsulot yadrosini interpretatsiya qilish  $\Rightarrow$  sekvensiya ishorasining chap va o'ng tomonida nima turganligiga bog'liq holda turli xil bo'lishi mumkin. Mahsulot yadrosini oddiy o'qish quyidagicha ko'rishda bo'ladi: AGAR A, UHOLDA B. Yadroning murakkabroq konstruksiyalari o'ng tomonda alternativ tanlovlarga ruxsat beradi. Masalan, AGAR A, U HOLDA V1, AKS HOLDA V2. Sekvensiya oddiy mantiqiy ma'noda A ning rostligidan V kelib chiqishiga o'xshash mantiqiy ishora sifatida izoxlanishi mumkin. Mahsulot yadrosini boshqa

interpretatsiyalari ham bo'lishi mumkin. Masalan, A V harakatni amalga oshirish uchun kerak bo'ladigan biror bir shartni tavsiflashi mumkin.

P element mahsulot yadrosining qo'llanilish sharti hisoblanadi. Odatda P mantiqiy ifoda bo'ladi (qoidaga ko'ra predikat). R «rost» qiymat qabul qilganda mahsulot yadrosi faollashadi. Agar R yolg'on bo'lsa mahsulot yadrosini ishlatib bo'lmaydi.

N element mahsulotning keyingi shartini tavsiflaydi. Ular faqat mahsulot yadrosi amalga oshgandagina aktuallashtiriladi. Mahsulot keyingi sharti V ni amalga oshirgandan keyin bajarish kerak bo'ladigan harakat va protseduralarni tavsiflaydi. Masalan, magazinda biror mahsulot harid qilingandan keyin mahsulotlar ro'yxatidan Suhnday turdagi mahsulotning sonini bittaga kamaytirish kerak.

Agar tizim xotirasida qandaydir mahsulotlar to'plami saqlansa, u xolda ular mahsulotlar tizimini tashkil etadi. Mahsulotlar tizimida mahsulotlarni boshqarish uchun maxsus protseduralar berilgan bo'lishi kerak. Bu protseduralar yordamida mahsulotlarni aktuallashtirish va aktuallashtirish mahsulotlar orasidan u yoki bu mahsulotni bajarish uchun tanlash amalga oshiriladi.

Bir qator intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlashning to'rtli va maxsuliy modellarining kombinatsiyasi ishlatiladi. Bunday modellarda deklarativ bilimlar modelning to'rtli komponentida, protsedurali bilimlar maxsuliy komponentida tavsiflanadi. Bunday xolda semantik to'rt ustidan maxsuliy tizimning ishlashi haqida gapirishadi.

#### Stsenariylar

Bilimlarni ifodalash tizimlarida real xayotdagi ma'lum standart vaziyatlarni tavsiflaydigan stereotip bilimlar asosiy rol o'ynaydi. Bunday bilimlar vaziyatlarni tavsiflashda tushirib qoldirilgan ma'lumotlarni tiklashga, bu vaziyatda kutilishi mumkin bo'lgan yangi faktlarning paydo bo'lishini oldindan aytishga, vaziyatning kelib chiqish mohiyatini o'rnatishga imkon beradi.

Stereotip bilimlarni tavsiflashda turli xil modellardan foydalaniladi. Ular ichida eng ko'p tarqalgani stsenariylar hisoblanadi. Stsenariy deb predmet sohaning tipik vaziyatini aniqlaydigan, o'zaro bog'langan faktlar standart ketma-ketligining formal tavsifiga aytiladi. Bu stsenariyda ishtirok etadigan shaxslarning maqsadga erishish usulini tavsiflaydigan protsedura yoki harakatlar ketma-ketligi bo'lishi mumkin. Intellektual tizimlarda stsenariylar tabiiy-tilli matnlarni tushunish protseduralarida, hatti - harakatlarni rejalashtirishda, o'qitishda, qaror qabul qilishda, atrof muhit o'zgarishlarini boshqarishda ishlatiladi.

### **Intellektual interfeys**

Faraz qilaylik intellektual tizimga matn kiritilyapti. Matnda berilgan ixtiyoriy savollarga inson nuqtai nazaridan u to'g'ri javob beryotgan bo'lsa, intellektual tizim matnini tushunyapti deymiz. «Inson» deganda tizimning tushunish qobiliyatini baxolovchi muayyan ekspert-inson tushuniladi. Bu sub'ektivlikka hissa qo'shadi, chunki turli xil kishilar bir xil matnini turlicha tushunishadi.

### **Tushunish darajalarini sinflash.**

Mavjud intellektual tizimlarda beshta asosiy tushunish darajalarini va ikkita metatushunish darajalarini ajratish mumkin.

Birinchi daraja matndan kiritilgan savollarga javobni tizim to'g'ridan-to'g'ri ma'nosiga asoslanib shakllantirish sxemasi bilan harakterlanadi. Masalan, tizimga «Nonushtadan keyin, soat sakkizda, Petya maktabga ketdi. Soat ikkida u uyga qaytdi. Tushlikdan keyin u sayr qilishga ketdi» matni kiritilgan bo'lsa, u xolda birinchi tushunish darajasida tizim «Petya qachon maktabga ketdi?», «Tushdan keyin Petya nima qildi?» kabi savollarga javob bera olishi kerak. Lingvistik protsessorda matn va unga taaluqli savollarning morfologik, sintaktik va semantik analizlari sodir bo'ladi. Lingvistik protsessorning chiqishida matn va savollarning chiqarish bloki ishlay oladigan ichki ifodalari hosil bo'ladi. Maxsus protseduralardan foydalanib bu blok javobni hosil qiladi. Boshqacha aytganda, birinchi darajali tushunishning allaqachon intellektual tizimdan ma'lumotlarni ifodalash va bu ma'lumotlarga xulosa chiqarishning ma'lum vositalarini talab qiladi.

Ikkinchi daraja: Ikkinchi darajada matndagi ma'lumotlarga asoslangan mantiqiy xulosa qilish vositalari qo'shiladi. Bular matnda yaqqol mavjud bo'lmagan axborotlarni tug'dirish imkoniga ega bo'lgan matndagi turli xil mantiqlardir (vaqtli, fazoli, kauzual va sh.k.). Bizning misolda ikkinchi darajada «Nima oldin bo'ldi: Petyaning maktabga ketishimi yoki uning tushlik qilishimi?» YOKI «Petya maktabdan kelgandan keyin sayr qildimi?» kabi savollarga to'g'ri javob hosil qilish mumkin. Intellektual tizim matnning vaqt strukturasi tuzibgina qolmay, bu kabi savollarga javob berishi mumkin.

Ikkinchi darajali tushunish yordamida tashkil qilish mumkin bo'lgan intellektual tizim sxemasi yana bir bilimlar bazasiga ega bo'ladi. Unda voqealarning strukturasi tegishli qonuniyatlar, ularning fazoviy tashkil etilish mumkinligi, kauzual bog'liqliklar va sh.k. qonuniyatlar saqlanadi. Mantiqiy blok esa psevdofizik mantiqlar bilan ishlash uchun barcha kerakli vositalarga ega bo'ladi.

Uchinchi daraja: Ikkinchi daraja vositalariga atrof - muhit haqidagi tizimlar bilimlari bilan matnini to'ldirish qoidalari qo'shiladi. Intellektual tizimda bu bilimlar mantiqiy harakterga ega bo'ladi va boshqa turdagi protsedura va stsensariyalar ko'rinishida qayd qilinadi. Uchinchi tushunish darajasida intellektual tizim «Petya ertalab soat sakkizda qaerda bo'lgan?» yoki «Soat ikkida Petya qaerdan keldi?» kabi savollarga javob bera olishi kerak. Buning uchun «maktabda bo'lish» jarayoni nimani bildirishini, xususan, bu jarayon uzluksiz va unda ishtirok etuvchi sub'ekt hamma vaqt «maktabda» bo'lishini bilish kerak.

Uchinchi darajali tushunish amalga oshiriladigan intellektual tizim strukturasi tashqi tomondan ikkinchi daraja sxemasidan farq qilmaydi. Biroq mantiqiy blokda nafaqat sof deduktiv xulosalash vositalari, balki stsensariyalar bo'yicha xulosalash vositalari ham ko'zda tutilishi kerak.

Sanab o'tilgan uchta tushunish darajalari amalda ishlayotgan barcha Intellektual tizimlarda amalga oshirilgan. Birinchi daraja va qisman ikkinchi daraja turli xil tabiiy tilda muloqot qilish tizimlariga kiradi.

Tushunishning keyingi ikkita darajasi mavjud intellektual tizimlarda qisman amalga oshirilgan. To'rtinchi daraja: Matn o'rniga unda ma'lumotlarni olishning ikkita kanali mavjud bo'lgandagina kelib chiqadigan kengaytirilgan matn ishlatiladi. Birinchi kanal orqali tizimga matn uzatiladi, ikkinchi si orqali matnda mavjud bo'lmagan qo'shimcha axborotlar uzatiladi. Insonlar o'rtasidagi aloqada ko'rish ikkinchi kanal rolini o'ynaydi. Birdan ortiq aloqa kanallariga ko'rish imkoniyatiga ega bo'lgan intellektual robotlar ega bo'ladi.

Aloqaning ko'rish kanali atrof muhitning «shu yerda va hozir» holatini qayd qilish va matnga kuzatilayotgan axborotni kiritish imkonini beradi. Tizim matn yuzaga keladigan vaziyat bilan to'g'ridan to'g'ri bog'langan so'zlar kiritilgan matnlarni tushunish qobiliyatiga ega bo'ladi. Quyiroq tushunish darajalarida masalan, «Qaranglar Petya nima qildi! U buni olmasligi kerak edi!» matnini tushunish mumkin emas. Ko'rish kanali mavjud bo'lsa tushunish jarayoni bunga ega bo'ladi.

To'rtinchi darajali tushunish bo'lgan holda intellektual tizim «Nima uchun Petya buni olmasligi kerak edi?» yoki «Petya nima qildi?» kabi savollarga javob bera oladi. Tizimga kirayotgan savol uchun darajaga mos kelsa, tizim kerakli javobni beradi. Javob uchun qo'shimcha axborotlarni («ekzegetik») jalb qilish kerak bo'lsa, u holda matn va savolning ichki ko'rinishi matn bilan intellektual tizimga ko'rish yoki boshqa qandaydir kanal orqali hosil bo'lgan real vaziyat o'rtasidagi munosabatni aniqlashni amalga oshiradigan blokka uzatiladi.

Beshinchi daraja: Javob uchun bu darajada intellektual tizim matndan tashqari matn manbai bo'lgan va tizim xotirasida aloqaga taalluqli umumiy axborotlarni saqlaydigan muayyan sub'ekt haqidagi axborotdan foydalanadi. Beshinchi darajaga mos nazariya - nutqiy aktlar nazariyasidir.

Shunga e'tibor berilganki, har qanday ibora nafaqat voqelikning qandaydir hodisasini bildiradi, balki o'zida uchta harakatni birlashtiradi: lokutsiya, illokutsiya va perlokutsiya. Lokutsiya - bu o'z holicha gapirish, ya'ni so'zlovchi o'zining fikrini aytish uchun qilgan harakati. Illokutsiya - bu gapirish yordamida harakat: savol, istak(buyruq yoki iltimos) va tasdiq. Perlokutsiya - so'zlovchining tinglovchiga qandaydir ta'sir o'tkazishiga qaratilgan harakati: «xushomad qilish», «ajablantirish», «ko'ndirish» va x.k. Nutqiy akti nutqiy harakatlarning ongli minimal birligi sifatida aniqlash mumkin. Har bir nutqiy akt lokutiv, illokutiv va perlokutiv aktlardan tashkil topgan.

To'rtinchi va beshinchi tushunish darajalari uchun muloqot asosida yotgan muloqotning nutqsiz komponentalari va psixologik printsiplari bo'yicha natijalari qiziqarli. Bundan tashqari, matnni to'ldirish qoidalariga muloqotning muayyan sub'ekti haqidagi bilimlarga tayanadigan (agar tizimda bu bilimlar mavjud bo'lsa) xulosa chiqarish qoidalaridir. Masalan tizim mazkur sub'ektga u tomonidan xosil qilingan matnni to'g'ri deb hisoblab ishonishi mumkin. Lekin unga ishonmasligi va matnni sub'ekt haqidagi o'zining bilimlari bilan to'g'rilab tushunishi mumkin. Bu turdagi bilimlar hali yetarlicha rivojlanmagan muloqotning psixologik nazariyalariga tayanishi kerak.

Masalan tizimga quyidagi matn kiriyapti: «Nina darrov kelishga va'da berdi». Agar tizimda Nina haqida hech qanday ma'lumot bo'lmasa, u bilimlar bazasiga murojaat qilishi va «darrov» vaqt ko'rsatkichini baholash uchun qandaydir normativ ma'lumotdan foydalanishi mumkin. Bu ma'lumotdan «darrov» yarim soatdan oshmasligini bilish mumkin. Lekin tizimga kiritilayotgan matnda so'z borayotgan Nina haqida maxsus ma'lumot bo'lishi mumkin. Bu holda tizim, bilimlar bazasidan kerakli bilimlarni olib, masalan, Ninaning bir soatdan oldinroq kelmasligiga tayyorlanishi mumkin.

Birinchi metadaraja: Bu darajada bilimlar bazasi tarkibida o'zgarishlar sodir bo'ladi. U tizimga ma'lum va tizimga kiritilgan matnlarda mavjud bo'lgan faktlar bilan to'ldiriladi. Turli intellektual tizimlar bir biridan bilimlardan faktlarni xosil qilish qoidalarining xarakteri bilan farq qiladi. Masalan farmokologik ekspertiza uchun

mo'ljallangan tizimlarda bu qoidalar induktiv xulosa qilish va tasvirlarni tanish usullariga tayanadi. Qoidalar ehtimollar printsiplariga, xulosalarga va h.k. asoslangan bo'lishi mumkin. Barcha hollarda bilimlar bazasi aprior to'liqmas bo'lib ko'rinadi va bunday intellektual tizimlarda savollarga javob qidirishda qiyinchiliklar yuzaga keladi. Xususan, bilimlar bazasida nomonoton xulosa kerak bo'lib qoladi.

Ikkinchi metadaraja: Bu darajada metaforik bilimlarning paydo bo'lishi sodir bo'ladi. Bu maqsadlar uchun foydalaniladigan metaforik darajadagi bilimlarni hosil qilish qoidalaridir analoglar va assotsiatsiyalar bo'yicha xulosa qilishga tayanadigan maxsus protseduralarni o'zida ifodalaydi. Hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan analoglar bo'yicha xulosalash sxemasi Leybnits diagrammasidan foydalanadi. Bu diagramma analoglar bo'yicha fikrlashning faqat xususiy-hollarini aks ettiradi. Assotsiativ fikrlash sxemalari bundan ham sayoz.

Tushunish darajalari va metadarajalari intellektual tizim arxitekturasi nuqtai nazaridan qaralsa ketma-ket yangi bloklarni qo'shish va ular amalga oshiradigan protseduralarning murakkablashuvini kuzatish mumkin. Birinchi darajada faqat matnning o'ziga tegishli bo'lgan bilimlar bazasi bilan lingvistik protsessor yetarli bo'ladi. Ikkinchi darajada bu protsessor mantiqiy xulosalash protsedurasi paydo bo'ladi. Uchinchi darajada bilimlar bazasi kerak bo'ladi. Dastlabki ma'lumot kanalidan mustaqil holda ishlaydigan yangi ma'lumot kanalining paydo bo'lishi to'rtinchi daraja bilan xarakterlanadi. Bu kanalning ishlashi bilan bog'liq bo'lgan protseduradan tashqari har bir kanaldan olingan ma'lumotlarning integratsiyasini amalga oshiruvchi ikkala kanal ishlash natijalarini o'zaro ko'rsatib turuvchi protsedura paydo bo'ladi. Rivojlanishning beshinchi darajasida bilimlar va ma'lumotlarni xulosalashning turli xil usullari olinadi. Bu darajada individual va guruxli xatti harakatlar modeli muhim bo'ladi. Metadarajalarda bilimlarni boshqarish uchun quyiroq tushunish darajalarida mavjud bo'lmagan yangi protseduralar paydo bo'ladi. To'liq hajmda tushunish - ko'rinishidan qandaydir erishib bo'lmaydigan orzu. Tushunish fenomenining boshqacha interpretatsiyalari ham mavjud. Masalan, tushunish darajasini tizimning olingan natijani tushuntirish qobiliyatiga ko'ra baholash mumkin. Bu yerda tizim unga kiritilgan matnga asosan nima qilganini tushuntirayotganda nafaqat tushuntirish darajasi, balki tizim o'zining natijalarini asoslayotganda asoslash darajasi ham bo'lishi mumkin. Tushuntirishdan farqli o'laroq asoslash har doim tizimning joriy vaqtdagi mavjudligi bilan aniqlanadigan faktlar va bilimlarning yig'indisi

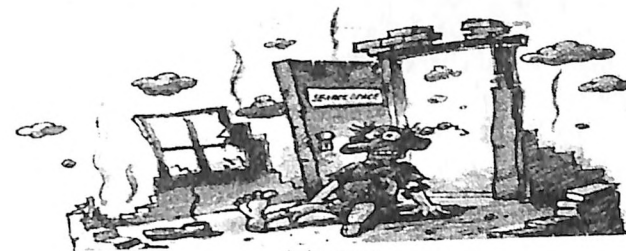


bilan bog'liq. Tushunish uchun kiritiladigan matn bir xolatda tizim tomonidan rost deb qabul qilinsa, boshqa holatda yolg'on deb qabul qilinishi mumkin. Tushuntirish va asoslashdan tashqari matnni tushunish bilan bog'liq yana bir funktsiya - oqlash ham bo'lishi mumkin. Biror narsani oqlash chiqarilgan tasdiqlar intellektual tizimda o'rnatilgan norma va qiymatlar tizimiga qarama - qarshi emasligini tasdiqlashni bildiradi. Ekspert tizimlarga o'xshash Suhnday intellektual tizimlar borki, ular tushuntirish va qisman izohlar berish imkoniyatiga ega. Asoslash va oqlash protseduralari to'liq hajmda hali amalga oshirilmagan.

**Takrorlash uchun savollar:**

1. Mantiq tarifi?
2. Tafakkur xususiyatlari?
3. Mantiq termini?
4. Mantiq qonunlari?
5. Ish muhitlarining xususiyatlari?

**IV Bob. Mantiq cheklovlari**



4.1-rasm

Avtomatlashtirilgan isbotlovchilar bir sekundda 20000 xulosani namoyish eta oladilar. Inson esa faqat 1 sekundta 1 xulosaningina namoyish eta oladilar.

- Sabablar:

- Insonlar yuqori darajada ishlaydigan intuitive(sezgir) hisobdan foydalanadilar. Insonlar g'oya, fikrlar bilan ishlaydilar. Odamlar intuitive ilm haqidagi bilimlarni og'zaki tarzda ifoda eta olmaydilar. Insonlar evristikani tajriba orqali o'rganadilar. Yechim:

- Evristikani mexanizm o'rganish texnikasi, ya'ni Ertel/Shuman/Sutner/Sutner/Ertel kabilar orqali o'rganiladi.

Misol:qaror Daliliy yo'nalish moduli turli xil alternativlarni keyingi qadam uchun evriskit tarzda baholaydi.

Alternativlarni eng zo'r, a'lo darajadagi baholash bilan tanlaydi. Mavjud gaplarni baholanishi xatolar raqami orqali, ijobiy xatolar raqami vaqt murakkabligi orqali baholanadi. Ba'zilar mexanizm o'rganish algoritmini muvaffaqiyatli dalillar Ertel/Shuman/Sutner; Sutner/Ertellarni o'rganish uchun qo'llaydi. Muvaffaqiyat bu qaror qadamlari ijobiydek saqlanadi. Muvaffaqiyatsiz qaror odimlari salbiydek saqlanadi. Mexanizm o'rganish tizimi gaplarning baholanishi uchun programma yaratadi. Notugallik va qaror qabul qila olishlik, bu yerda to'g'ri va to'liq hisob va teorema isbotlovchilari mavjud.

**Notugallik va qaror qabul qila olishlik.**

Har qanday teorema aniq bir vaqtda isbot qilinishi mumkin. Agar gap yolg'on bo'lsa nima bo'ladi?

**4.1.Qaror qila olishlik va notugallik**

Agar til kuchayib boyib ketsa, til notugallikka yuz tutadi.

Misol: buteoriy aparati do'slar(hammaning fikriga zid g'oya)ga yo'l qo'yadi. O'zining soqolini olmaydiganlarning soqolini oladigan barbenlar to'plami.

Taajjub: yetarlicha kuchli bo'lgan til qisqartirishlarga olib keladi. Uchadigan pingvinni misol tariqasida ko'rish mumkin.

1. Tvitiy bu pingvin.
2. Pingvin bu qush.
3. Qush ucha oladi.

Pingvin(Tvitiy)  
 $Pingvin(x) \Rightarrow qush(x)$   
 $Qush(x) \Rightarrow uchish(x)$   
 $Pingvin(Tvitiy) \Rightarrow uchish(Tvitiy)$



4.2 – rasm

Yangi shart: pingvinlar ucmaydi

$Pingvin(x) \neq uchish(x),$   
 $\neq uchish(Tvitiy).$

Ammo:

- bilimlar bazasi mos emas;
- monoton logika(yangi qobiliyat eskisini o'zgartira olmaydi).

Gavda muammolari monoton bo'lmagan mantiq bilimni bilimlar omboridan olib tashlash mumkin. Yanglish mantig'I, obyektlar boyligi, boshqa qonunlar amalga kiritilmasa saqlanib qolinadi. Misolda, qushlarning ucha olmaslik qonuni xato qoidalar bo'lishi mumkin.

- $P(qish(X))Y(X)=0:99$
- $P(YJqush)=0:99$  bilan ishlash osonroq
- Noaniq bilimlarining modellashtirilishi
- Noaniq bilimlarning modellashtirilishi uchun turli xil rasmiylikning taqqoslanishidir.

G'oyaviy mantiq	2	—
Diskret ehtimolli mantiq	$\infty$	—
Davomiy ehtimolli mantiq	n	Ha
	$\infty$	Ha

Ko'pgina intellektual tizimlar (IT)ning ishlashi maqsadga yo'naltirilgan bo'ladi (misol sifatida alohida vazifani bajaruvchi intellektual robotlar bo'lishi mumkin). Bunday ishlashning tipik akti rejalashtirish masalasini yechish, belgilangan qandaydir boshlang'ch vaziyatdan kerakli maqsadga erishish yo'llari hisoblanadi. Masala yechish natijasi - harakatlar rejasi - qisman-tartiblangan harakatlar majmuasi bo'lishi kerak. Bunday reja uchlar o'rtasidagi munosabat sifatida «maqsad-qism maqsad» «maqsad-harakat» «harakat-natija» va h.k. turdagi munosabatlar ishtirok etadigan stsenariyni eslatadi. Bu stsenariydagi joriy holatga mos keluvchi uchdan ixtiyoriy maqsadli uchga olib boradigan ixtiyoriy yo'l harakat rejasini aniqlaydi. ITlarda harakatlar rejasini izlash faqatgina IT kerakli maqsadga olib borish uchun oldindan ma'lum harakatlar to'plami bo'lmagan standart bo'lmagan holat bilan to'qnash kelganda yuzaga keladi. Harakatlar rejasini qurishning barcha masalalarini turli xil modellarga mos keladigan ikki turga ajratish mumkin: holatlar fazosida rejalashtirish (SS - muammo), masalalar fazosida rejalashtirish (RR - muammo)

Birinchi holatda qandaydir holatlar fazosi berilgan deb hisoblanadi. Holatning tavsifi tashqi olamning holati va bir qator parametrlari bilan karakterlanadigan ITning holatini o'z ichiga oladi. Vaziyatlar qandaydir umumlashgan holatlarni tashkil qiladi, ITning harakati yoki tashqi olamdagi o'zgarish esa hozirgi paytdagi aktual holatning o'zgarishiga olib keladi. Umumlashgan holatlar orasida boshlang'ch (odatda bitta) holatlar va oxirgi (maqsadli) holatlar ajratilgan. SS-muammo boshlang'ch holatdan oxirgi holatlarning biriga olib boruvchi yo'lni qidirishdan iborat. Agar masalan IT shaxmat o'ynashga moslashgan bo'lsa, u holda shaxmat doskasida joylashgan pozitsiyalar umumlashgan holatlar bo'ladi. Boshlang'ch holat sifatida mazkur o'yin vaqtida qayd qilingan pozitsiyani, maqsadli pozitsiyalar sifatida durang pozitsiyalar to'plamini

qarash mumkin. Shuni qayd etib o'tamizki, shaxmat holatida maqsadli pozitsiyalarni to'g'ridan-to'g'ri sanab o'tish mumkin emas. Mot va durang pozitsiyalar holatlarni tavsiflash tilidan farq qiluvchi, doska maydonlarida figuralarning joylashishi bilan harakterlanadigan tilda tavsiflangan. Aynan shu shaxmat o'yinida harakatlar rejasini izlashni qiyinlashtiradi.

Masalalar fazosida rejalashtirishda vaziyat biroz boshqacha. Fazo masalalar to'plamiga «qism-butun», «masala-qism masala», «umumiy hol-xususiy hol» va sh.k. turdagi munosabatlarni kiritish natijasida hosil qilinadi. Boshqacha aytganda masalalar fazosi masalani qism masalalarga (maqsadlarni qism maqsadlarga) dekompozitsiya qilishni aks ettiradi. PR-muammo berilgan masalani yechimi tizimga noma'lum bo'lgan masalaga olib keladigan qism masalalarga dekompozitsiyasini izlashdan iborat. Masalan, ITga qanday qilib  $\sin x$  va  $\cos x$  ni argumentning ixtiyoriy qiymatida hisoblash va qanday qilib bo'lish amalini bajarish ma'lum. Agar ITga  $\tan x$  ni hisoblash zarur bo'lsa, u holda RP-muammoning yechimi bu masalani  $\tan x = \sin x / \cos x$  dekompozitsiya ko'rinishida tasvirlash bo'ladi.

#### 4.2. Holatlar fazosida qidirish usuli bilan masalani yechish

Masalani holatlar fazosida tasvirlash holatlar, operatorlar to'plami va ularning holatlar o'rtasidagi o'tishlardagi ta'siri, maqsadli holatlar kabi bir qator tushunchalarni taqozo etadi. Holatlarning tavsifi belgilar satri, vektorlar, ikki o'lchovli massivlar, daraxtlar, ro'yxatlar va sh.k.larni o'zida aks ettirishi mumkin. Operatorlar bir holatni boshqasiga o'tkazadi. Ba'zan ular A holatning V holatga almashtirilishini (o'tishini) bildiradigan  $A \Rightarrow B$  mahsulotlar ko'rinishida tasvirlanadi.

Holatlar fazosini uchlari holatlar bilan, yoylari esa operatorlar bilan belgilangan graf ko'rinishida tasvirlash mumkin.

Holatlar bo'yicha rejalashtirishda  $\langle A, B \rangle$  masala yechimini topish muammosi grafda A dan B ga yo'lni topish masalasi kabi tasvirlanadi. Odatda graflar berilmaydi, kerak bo'lganda generatsiya qilinadi.

Yo'lni topishning noaniq va yo'naltirilgan usullari farqlanadi. Noaniq usul ikki xil ko'rinishga ega: chuqur izlash va keng izlash. chuqur izlashda har bir alternativa boshqa alternativalarini hisobga olmagan xolda ohirigacha tekshiriladi. Bu usul «baland» daraxtlar uchun yomon, chunki kerakli shox yonidan oson o'tib ketib qolish va «bo'sh» alternativalarini tekshirishga ko'p kuch sarflash mumkin. Keng izlashda belgilangan (qayd qilingan) darajadagi barcha alternativalar tekshiriladi va shundan so'nggina keyingi darajaga o'tish amalga oshiriladi. Bu usul chuqur

izlash usulidan yomonroq bo'lishi mumkin, qachonki grafda maqsadli uchga olib boruvchi barcha yo'llar deyarli bir xil chuqurlikda joylashgan bo'lsa.

**Shoxlar va chegaralar usuli.** Qidirish jarayonida tugamagan yo'llardan eng qisqasi tanlab olinadi va bir qadamga uzaytiriladi. Hosil qilingan yangi tugamagan yo'llar (mazkur uchda qancha shox bo'lsa ularning soni ham shuncha) eskilari bilan bir qatorda ko'riladi va yana ulardan eng qisqasi bir qadamga uzaytiriladi. Jarayon birinchi maqsadli uchga yetguncha takrorlanadi va yechim saqlanadi. So'ngra qolgan tugamagan yo'llardan tugagan yo'lga nisbatan uzunroq yoki unga teng yo'llar olib tashlanadi, qolganlari esa xuddi Suhnday algoritmi bo'yicha ularning uzunligi tugagan yo'lnikidan katta bo'lguncha uzaytiriladi. Natijada yo barcha tugamagan yo'llar olib tashlanadi, yo ular orasidan oldingi olingan yo'ldan qisqaroq bo'lgan yo'l shakllanadi. Oxirgi yo'l etalon rolini o'ynay boshlaydi va h.k.

**Murning qisqaroq yo'llar algoritmi.** Boshlang'ch  $X_0$  uch 0 soni bilan belgilanadi. Algoritmi ishlash jarayonining joriy qadamida xi uchning tarmoq uchlari to'plami  $X(x_i)$  olingan bo'lsin. U holda oldin olingan barcha uchlari undan o'chiriladi, qolganlari esa xi uchning nishoniga qaraganda bir birlikka oshirilgan nishon bilan belgilanadi va ulardan  $X_i$  ga tomon ko'rsatkichlar o'tkiziladi. Keyin hali ko'rsatkichlar manzili sifatida qatnashmaydigan belgilangan uchlari to'plamida eng kichik nishonli uch olinadi va u uchun tarmoqlanuvchi uchlari quriladi. Uchlarni belgilab chiqish maqsadli uch hosil qilinguncha takrorlanadi.

Minimal qiymat bilan yo'lni aniqlashning **Deykstr algoritmi** o'zgaruvchan uzunlikdagi yoyni kiritish hisobiga Mur algoritmining umumlashmasi hisoblanadi.

**Doran va Mitchining past baho bilan qidirish algoritmi.** Qidirish bahosi optimal yechimning bahosiga nisbatan katta bo'lgan holda ishlatiladi. Bu holda Mur va Deykstr algoritmlaridagiday boshidan eng kam uzoqlikda joylashgan uchni tanlash o'rniga maqsadgacha bo'lgan masofaning evristik bahosi eng kam bo'lgan uch tanlanadi. Yaxshi baholashda yechimni tez hosil qilish mumkin, ammo yo'lning minimalligiga kafolat yo'q.

**Hart, Nilson va Rafael algoritmi.** Algoritmda ikkala kriteriya birlashtirilgan:  $g(x)$  uchgacha bo'lgan yo'l narxi (bahosi) va  $h(x)$  uchdan additiv baholanadigan  $f\{x\} = g(x) + h(x)$  funktsiyagacha bo'lgan yo'l narxi.  $h(x) < hp(x)$  shartda (bu yerda  $hp(x)$  maqsadgacha bo'lgan haqiqiy masofa) algoritmi optimal yo'lni topishga kafolat beradi.

Grafda yo'llarni qidirish algoritmlari qidirish yo'nalishi bilan ham farq qiladi. To'g'ri, teskari va ikki tomonga yo'nalgan qidirish usullari mavjud. To'g'ri izlash boshlang'ch holatdan ketadi va maqsad holat oshkormas holda berilganda qo'llaniladi. Teskari qidirish maqsadli holatdan ketadi va boshlang'ch holat oshkor berilmagan, maqsadli holat oshkor berilgan holda qo'llaniladi. Ikki tomonga yo'nalgan qidirish ikkita muammoning qoniqarli yechimini talab qiladi: qidirish yo'nalishining almashishi va «uchrashuv nuqta»sini optimallashtirish. Birinchi muammoni yechish c kriteriyalardan biri qidirish «kengligi»ni ikkala yo'nalishda taqqoslashdan iborat. Qidirishni toraytiradigan yo'nalish tanlanadi. Ikkinchi muammoning yuzaga kelishiga sabab to'g'ri va teskari yo'llar ajralib ketishi mumkin va qidirish qancha tor bo'lsa uning ehtimoli ko'proq bo'ladi.

### 4.3. Masalani reduksiya usulida yechish

Bu usul yaxshi natijalarga olib keladi, chunki ko'pincha masalani yechish c ierarxik strukturaga ega bo'ladi. Ammo asosiy masala va uning barcha qism masalalari bir xil usul bilan yechilishini talab etish shart emas. Reduksiya masalaning global aspektlarini tasvirlash uchun foydali, maxsus masalalarni yechish cda esa holatlar bo'yicha rejalashtirish usuli maqsadga muvofiq. Holatlar bo'yicha rejalashtirish usulini reduksiyalar yordamida rejalashtirish usulining xususiy holi deb qarash mumkin, chunki holatlar fazosida operatorning har bir qo'llanilishi boshlang'ch masalani ulardan hech bo'lmaganda bittasi elementar bo'ladigan ikkita soddarok masalaga keltirishni bildiradi. Umumiy holda boshlang'ch masalani reduksiyasi ulardan hech bo'lmaganda bittasi elementar masala bo'ladigan ikkita qism masalani shakllantirishga olib kelinmaydi.

Masalalar fazosida rejalashtirishni izlash boshlang'ch masalani ketma - ket osonroq masalalarga keltirishdan iborat. Bu jarayon elementar masalalar hosil bo'lguncha davom ettiriladi. Bunday masalalarning qisman tartiblangan majmuasi boshlang'ch masalaning yechimini tashkil etadi. Masalani alternativ qism masalalar to'plamiga ajratishni VA/YOKI graf ko'rinishida tasvirlash oson. Bunday grafda oxirgi uchdan tashqari barcha uchlar yo kon'yunktiv bog'langan (VA uchlar) yo diz'yunktiv bog'langan (YOKI uchlar) tarmoqlanuvchi uchlar ega bo'ladi. Xususiy holda VA uchlar bo'lmaganda holatlar fazosi grafi sodir bo'ladi. Oxirgi uchlar yoki yakunlovchi (ular ega elementar masalalar mos keladi) yoki tupikli bo'ladi. Boshlang'ch uch (VA/YOKI grafning ildizi) boshlang'ch masalani tasvirlaydi. VA/YOKI grafda qidirishning maqsadi boshlang'ch uchning yechilishini ko'rsatish. Yechiladigan uchlar barcha

tarmoqlanuvchi uchlar yechiladigan yakunlovchi uchlar va hech bo'lmaganda bitta tarmoq uchi yechiladigan yoki uchlar hisoblanadi. Yechiladigan graf yechib bo'ladigan uchlardan tashkil topgan va boshlang'ch masalaning yechilish usulini ko'rsatadi. Tupikli uchlar, hech bo'lishi yechilmaydigan uchlar olib keladi. Tupikli uchlar, hech bo'lmaganda bitta tarmoq uchi yechilmaydigan VA uchlar, har bir tarmoq uchi yechilmaydigan yoki uchlar yechib bo'lmaydigan hisoblanadi.

**Cheng va Sleyg algoritmi.** Ixtiyoriy VA/YOKI grafni har bir YOKI shoxi faqat oxirida VA uchga ega maxsus YOKI grafga aylantirishga asoslangan. Ixtiyoriy VA/YOKI grafni muloxazalar mantiqining ixtiyoriy formulasiga aylantirish va keyin bu formulani diz'yunktiv normal shaklga keltirishdan foydalanib aylantirish amalga oshiriladi. Bunday aylantirish keyinchalik Hart, Nilson va Rafael algoritmlaridan foydalanishga imkon beradi.

**Kalit operatorlar usuli.**  $\langle A, B \rangle$  masala berilgan bo'lsin va  $f$  operator albatta bu masalaning yechimiga kirishi ma'lum bo'lsin. Bunday operator kalit operator deb ataladi.  $f$  ni qo'llash uchun  $S$  holat kerak bo'lsin, uni qo'llash natijasi esa  $I(c)$  bo'lsin. U holda VA uch uchta tarmoq uchlarini keltirib Chiqaradi:  $\langle A, C \rangle$ ,  $\langle C, f(c) \rangle$  va  $\langle f(c), B \rangle$ . Ulardan o'rtadagisi elementar masala hisoblanadi.  $\langle A, C \rangle$  va  $\langle f(c), B \rangle$  masalalar uchun ham kalit operatorlar tanlanadi va ko'rsatilgan reduksiyalash protsedurasi mumkin bo'lgunga qadar takrorlanadi. Natijada  $\langle A, B \rangle$  boshlang'ch masala har biri holatlar fazosida rejalashtirish usuli bilan yechiladigan qism masalalarning tartiblangan majmuiga ajratiladi. Kalit operatorlarni tanlashda alternativlar bo'lishi mumkin, shuning uchun umumiy holda VA/YOKI graf sodir bo'ladi. Ko'pgina masalalarda kalit operatorni ajratishga erishilmaydi, faqatgina uni o'z ichiga oladigan to'plamni ko'rsatishga erishiladi. Bu holda  $\langle A, B \rangle$  masala uchun A va V ning farqi hisoblanadi. Oxirgisi kalit operator bo'ladi.

**Umumiy masala yechuvchini rejalashtirish usuli (UME).** UME rejalashtiruvchining eng mashxur modeli sifatida paydo bo'lgan. U integral hisob, mantiqiy xulosa, grammatik tahlil va shu kabi boshqa masalalarni yechish c uchun ishlatilgan. UME qidirishning ikkita asosiy printsipini birlashtiradi: maqsadlarni va vositalarni tahlil qilish va qidirishning har bir siklida UME uchta masalani rekursiv yechish . Qidirishning har bir siklida UME uchta masalani rekursiv yechish . Qidirishning har bir siklida UME uchta turdagi standart masalalarni qat'iy ketma-ketlikda yechadi: A ob'ektni B turdagi standart masalalarni qat'iy ketma-ketlikda yechadi: A ob'ektga almashtirish, A va B orasidagi D farqni kamaytirish,  $f$  operatorni A ob'ektga qo'llash. Birinchi masalani yechimi D farqni aniqlaydi, A ob'ektga qo'llash.

ikkinchi sining yechimi mos keladigan f operatorni, uchinchisidiki C ning talab qilingan qo'llanilishi. Agar C, A dan farq qilmasa, f operator qo'llaniladi, aks holda C navbatdagi maqsad ko'rinishida tasvirlanadi va «Ani Cga aylantirish» masalasidan boshlab tsikl takrorlanadi. Umumiy holda UME strategiyasi berilgan B maqsaddan unga erishish vositasi Cga tomon teskari qidirishni  $\langle A, B \rangle$  boshlang'ch masalaning reduktsiyasini  $\langle A, C \rangle$  va  $\langle C, B \rangle$  masalalarda foydalanib amalga oshiradi.

Shuni ta'kidlab o'tamizki, UME da bir - biridan farqlarning mustaqilligi faraz qilinadi, bu esa bitta farqning kamaytirilishi boshqasining ko'payishiga olib kelmasligiga kafolat bo'ladi.

**Mantiqiy xulosa asosida rejalashtirish.** Bunday rejalashtirish holatlarni qandaydir mantiqiy hisobning to'g'ri qurilgan formulalari (TQF) ko'rinishida tavsiflashni; operatorlarni yoki TQF ko'rinishida yoki bir TQFni boshqasiga o'girish qoidalari ko'rinishida tavsiflashni taqozo etadi. Operatorlarni TQF ko'rinishida tasvirlash rejalashtirishning deduktiv usullarini yaratishga imkon beradi, operatorlarni o'girish qoidalari ko'rinishida tasvirlash esa deduktiv xulosa elementlari bilan rejalashtirish usullarini yaratishga imkon beradi.

**QA3 tizimining deduktiv rejalashtirish usuli.** UME unga qo'yilgan ishonchlarni oqlamadi. Bunga asosiy sabab masalani qoniqarsiz tasvirlash edi. Vaziyatni to'g'irlashga urinishlar QA3 savol-javob tizimining yaratilishiga olib keldi. Tizim ixtiyoriy predmet sohaga mo'ljallangan bo'lib mantiqiy xulosa asosida «A dan B holatga erishish mumkinmi?» savoliga javob berishga qodir. Avtomatik xulosa chiqarish usuli sifatida rezolyutsiyalar printsiplari ishlatiladi. Mantiqiy xulosani yo'naltirish uchun QA3 turli xil strategiyalarni qo'llaydi, asosan rezolyutsiyalar printsiplarining formalizm xususiyatlarini hisobga oladigan sintaktik harakterdagi strategiyalarni. QA3 ni ekspluatatsiya qilish shuni ko'rsatdiki bunday tizimda xulosa sekin hosil bo'ladi. Bu esa inson fikrlashiga xos emas.

**STRIPS tizimining mahsulotlar usuli.** Bu usulda operator  $P, A \Rightarrow B$  mahsulotni (produktsiyani) tasvirlaydi. Bu yerda P, A va B - birinchi darajali predikatlar hisobidagi TQFlar to'plami. P mahsulotning yadrosi  $A \Rightarrow B$  ning qo'llanilish shartini ifodalaydi, bu yerda B - qo'shiladigan TQFlar ro'yxatini va olib tashlanadigan TQFlar ro'yxatini o'z ichiga oladi, ya'ni keyingi shartlarni. Bu usul UME usulini farqlarni aniqlash va mos operatorlarni qo'llashning standart masalalarini rezolyutsiyalar printsiplari asosida yechish c farqi bilan takrorlaydi. Mos operator UME dagi kabi «vosita va maqsadlarni analiz qilish» printsiplari

asosida tanlanadi. Rejalashtirishning kombinatsiyalashgan usulining borligi mantiqiy xulosa jaryonini dunyoning holatini tavsiflash orqali Chegaralashga imkon berdi, yangi bunday tavsiflarni yuzaga keltirish jarayonini esa «maqsaddan unga erishish vositasiga» evristikasiga qoldirishga imkon berdi.

**Makrooperatorlarni qo'llaydigan mahsulotlar usuli.** Makrooperatorlar - STRIPS usuli yordamida olinadigan masalaning umumlashgan yechimi. Makrooperatorlarni qo'lash yechimni qidirishni qisqartiradi, ammo bunda foydalaniladigan makrooperatorlarni soddalashtirish muammosi yuzaga keladi. Soddalashtirishning mohiyati berilgan farqlar bo'yicha uning talab etilgan qismini ajratish va oxirigisidan keraksiz operatorlarni olib tashlashdan iborat.

#### **Deduktiv tanlash masalasini yechish.**

Bilimlarni tasvirlash va qayta ishlashning deduktiv modellarida muammo formal tizim tasdiqlari ko'rinishida, maqsad esa aksiomalar (umumiy qoidalar) asosida rostligi o'rnatiladigan yoki rad etiladigan tasdiqlar va formal tizimning xulosa qoidalari ko'rinishida yoziladi. Formal tizim sifatida birinchi darajali predikatlar hisobidan foydalaniladi.

Formal tizimda o'rnatilgan qoidalarga mos holda boshlang'ch tasdiqlar tizimidan (aksiomalar, asos bo'la oladigan hukmlar) hosil qilingan yakuniy tasdiq-teoremaga, agar har bir hukmlar, aksiomalarga ROST qiymat yozilgan bo'lsa ROST qiymat yoziladi.

Xulosa protsedurasi berilgan ifodalar guruhidan ulardan farq qiladigan xulosa chiqaruvchi protsedurani o'zida aks ettiradi.

Odatda predikatlar mantiqida mashina yordamida amalga oshirishga imkon beradigan teoremlarni isbotlashning formal usuli qo'llaniladi, biroq aksiomatik bo'lmagan to'g'ri xulosa chiqarish va teskari xulosa chiqarish yo'llari bilan isbotlash imkoniyatlari ham mavjud. Rezolyutsiyalar usuli teoremlarni isbotlashning mukammal (formal) usuli sifatida foydalaniladi.

Bu usulni qo'llash uchun berilgan mantiqiy formulalarning boshlang'ch guruhini qandaydir normal shaklga aylantirish talab etiladi. Bu aylantirish xulosa mashinasini tashkil etadigan bir necha bosqichlarda amalga oshiriladi.

#### **Takrorlash uchun savollar:**

1. Qanday qidiruv algoritmlarini bilasiz?
2. Qidiruvda algoritmlarning ahamiyati nimada?
3. Qaror qabul qilishda qidiruv algoritmlari roli?
4. Notugallik va qaror qabul qilish?

**V Bob. Qidiruv yordamida muammoni echish**

Qidiruv yordamida muammoni echishda reja asosida ko'rib chiqiladi. Misol uchun ta'tilni rejalashtirish; Ruminiyadagi tatil; joylashgan joyi Arad. Buharestdan ertaga parvoz qiladi. Maqsadni formulalashtirish:

Buharestda bo'lish;

Muammoni formulalashtirish;

Shtatlar:

Turli shaharlar;

Harakatlar:

Shaharlar orasida qatnov;

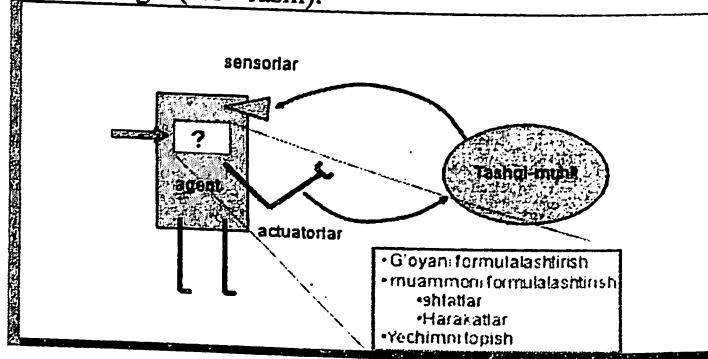
Yechimni topish;

Shaharlar ketma-ketligi:

Arad, Sibiu, Fagaras, Bucharest.

**5.1. Muammoni hal qilish agenti**

Muammoni hal qilish agenti quyida keltirilgan rasm orqali tushintirib berilgan(5.1 - rasm).



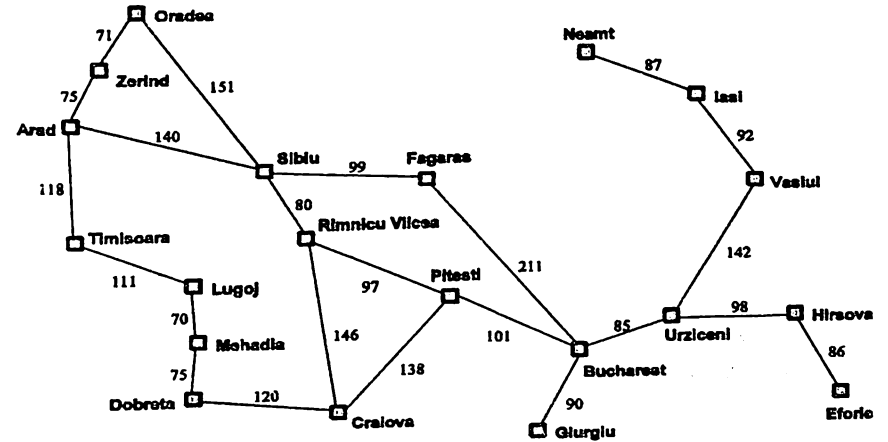
5.1-rasm.

Misol: Marshrut topish



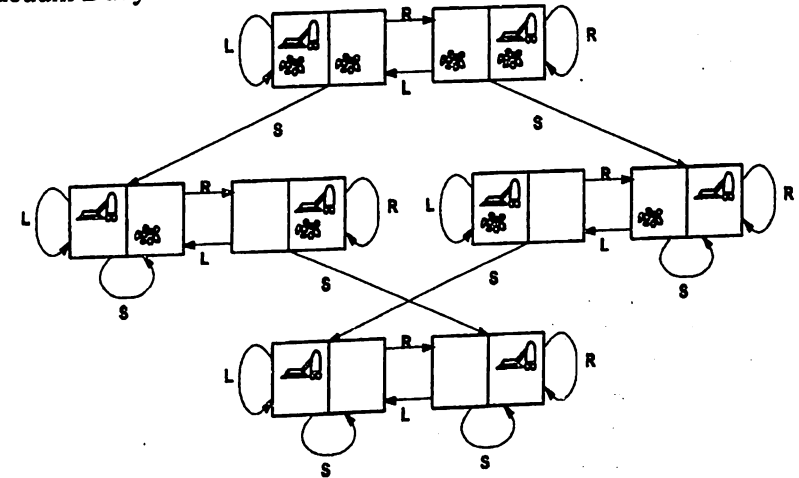
5.2-rasm

**Muammo yechimi**



5.3-rasm

**Vacuum Dunyosi**



5.4-rasm

**Muammoni hal qilish agenti:**

Muammoni hal qilishning 4 ta asosiy bosqichi bor:

- Maqsadni formulalashtirish
  - Qaysi biri kerakli yo'nalish;
- Muammo formulasi
  - Qaysi yo'nalish va shtatlar orqali boriladi;
- Qidirish

- Yo'nalishlarning ehtimoliy ketma-ketliklari ichidan Eng optimal yo'nalishni tanlash.
- Amalga oshirish
- So'nggi qarorni chiqarish.

Yuqoridagi ma'lumotga qarab quyidagi dasturni yoziladi.

**function** SIMPLE-PROBLEM-SOLVING-AGENT(*percept*) **return** an action

**static:** *seq*, an action sequence  
*state*, some description of the current world state  
*goal*, a goal  
*problem*, a problem formulation  
*state* ← UPDATE-STATE(*state*, *percept*)  
**if** *seq* is empty **then**  
*goal* ← FORMULATE-GOAL(*state*)  
*problem* ← FORMULATE-PROBLEM(*state*, *goal*)  
*seq* ← SEARCH(*problem*)  
*action* ← FIRST(*seq*)  
*seq* ← REST(*seq*)  
**return** *action*

**Qilingan taxminlar:**

- Muhit static
- Muhit tarifga ega
- Kuzatiladigan muhit
- Harakatlar deterministic

**Muammoni formulalashtirish:**

- Muammo aniqlashtiriladi
  - Boshlang'ch nuqta, Arad;
  - Vorislik funksiyasi  $S(X) = \text{shtatlar yo'nalishlari tarmoqlari juftliklari};$
- $S(\text{Arad}) = \{ \langle \text{Arad} \rightarrow \text{Zerind}, \text{Zerind} \rangle, \dots \}$

Boshlanuvchi shtat + vorislik funksiyasi = shtatlar fazosi

- Maqsadni testlash,
- Aniq malumot,  $x = \text{'buharestda bo'lish'}$ 
  - Nazarda tutiladi, *checkmate(x)*
- Yo'l narxi (qo'shimcha)
  - Yo'nalishlarning orasidagi masofa
  - $c(x, a, y)$  bosqich narxi, tahminiy  $\geq 0$

'Qaror - bu boshlang'ich holatdan maqsadga yo'naltirilgan harakatlar ketma-ketligidir. Eng maqbul echim yo'lining eng kam narxiga ega. Shtat yo'nalishlarini tanlash:

Real dunyo haddan tashqari murakkab.  
 Shtatlar fazosidan muammo yechimi uchun abstrakti kerak:

• Shtat = Ko'chmas mulk majmuasi.

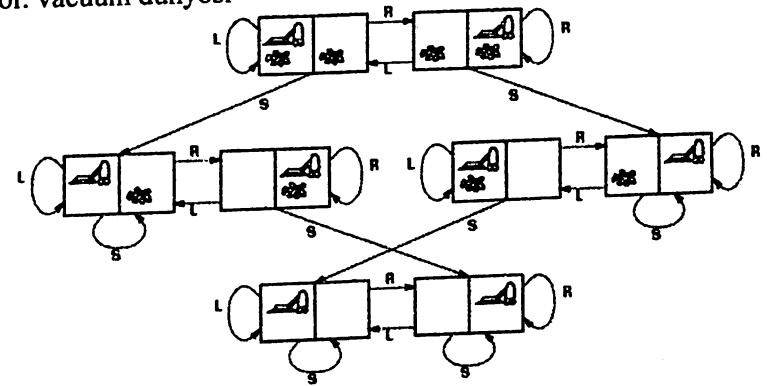
Yo'nalish = real harakatlar kompleks birikmasi:

- e.g. Arad → Z erind mumkin bo'lgan murakkabliklarni ifodalaydi, yo'nalishlarni chetlab o'tish orqali to'xtaydi.

Ikki davlat o'rtasidagi yo'lni real dunyodagi aksi bo'lsa ajralmaslikka amal qiladi.

Yechim = real dunyoda yechimning real yo'llari belgilangan. Har bir real muammoga qaraganda mavhum harakatlardan osonroq.

Misol: vacuum dunyosi



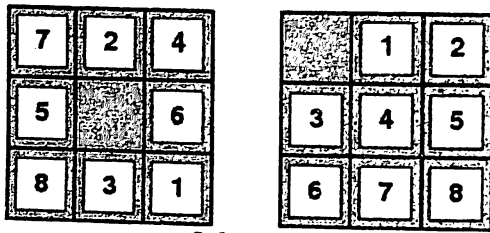
5.5-rasm

- Shtatlar ??
- Boshlang'ch Shtat ??
- Harakatlari ??
- Maqsad test ??
- Yo'l qiymati ??
- Shtatlar?? Quruqlikdan tashqari ikki yo'naish bor:  $2 \times 2^2=8$

Shtatlar.

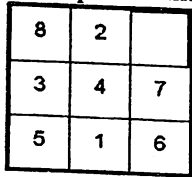
- Boshlang'ch shtat?? Biror shtat boshlang'ch deb olinadi
- Harakatlari?? {Chap, o'ng, to'g'ri}
- Maqsad test?? maydonlar toza yoki yo'qligini tekshirish.
- Yo'l qiymati?? maqsadga erishish uchun harakatlar soni.

Misol: 8-puzzle

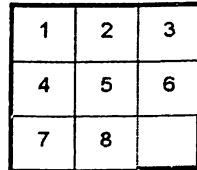


5.6 -rasm

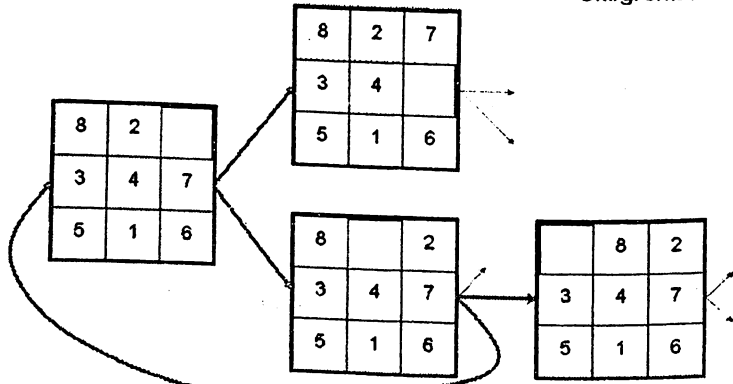
- Shtatlar ??
- Boshlang'ch shtat ??
- Harakatlari ??
- Maqsad test ??
- Yo'l qiymati ??
- Shtatlar?? Har bir g'isht butun son Manzil
- Boshlang'ch shtat?? Har qanday shtat boshlang'ch bo'lishi mumkin
- Harakatlari?? {chap, o'ng, tepa, past}
- Maqsad test?? maqsad konfiguratsiyasiga erishilganligini tekshiring
- Yo'l miqdori?? maqsadga erishish uchun harakatlar soni



Boshlang'ich shtat



Oxirgi shtat



5.7-rasm

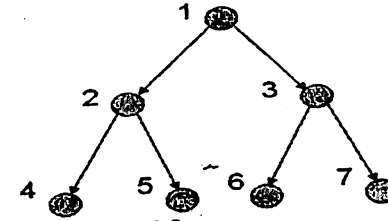
Shtat fazosining o'lchami =  $9!/2 = 181.440$

15 - jumboq =  $65 \times 10^{12}$

24 - jumboq =  $5 \times 10^{25}$

### Kengligi-birinchi strategiyasi.

- ◆ Pastedagi yoyilmagan belgilarga yoyish;
- ◆ Amalga oshirish: *boshlanishi* FIFO navbati bo'yicha ;
- ◆ Yangi belgilarni navbat oxirida kiritish;



5.8-rasm.

### 5.2. Sezuvchan qidiruv

Evrestika ko'p hollarda tezroq echim topadigan muammoni hal qilish strategiyasidir. Biroq, bu kafolatlangan emas. Sezuvchan qidirish mumkin juda ko'p vaqt talab qiladi va hatto hal bo'lmasligi mumkin. Biz odamlar har qanday narsalar uchun evristik jarayonlarni muvaffaqiyatli ishlatamiz. Qachon supermarketdan sabzavot sotib olish, masalan, biz turli variantlarni ko'rib chiqamiz narxiga, tashqi ko'rinishiga, ishlab chiqarish manbai va sotuvchiga ishonch, keyin biz eng yaxshi variantni ong hissi bilan hal qilamiz. Nazariy jihatdan qulupnayni berish yaxshi bo'lishi mumkin, kimyoviy tahlilni qabul qilishdan oldin. Misol uchun, qulupnay zaharlanishi mumkin. Agar shunday bo'lsa, bu tahlilga arziydi.

HEURISTICSEARCH(Start, Goal)

NodeList = [Start]

While True

If NodeList =  $\emptyset$  Return("No solution")

Node = First(NodeList)

NodeList = Rest(NodeList)

If GoalReached(Node, Goal) Return("Solution found", Node)

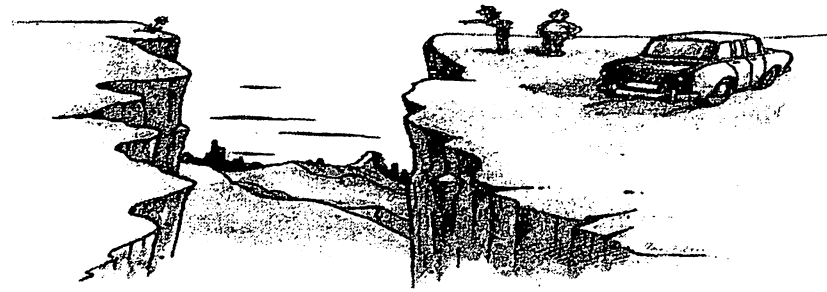
NodeList = SortIn(Successors(Node),NodeList)

Ammo, biz bunday tahlilni amalga oshirmayapmiz, chunki juda ko'p narsa bor. Bizning intuitiv tanlovimiz muvaffaqiyatli bo'lishini va bizni tezda qo'lga kiritadigan yuqori ehtimoli mazali qulupnay eyish



maqsadimizdir. Sezuvchan qarorlar haqiqiy vaqtda qaror qabul qilish kerakligi chambarchas bog'liq bo'lgan resurslar bilan cheklangan. Amalda optimallashtiruvchiga tezda yaxshi yechim topiladi, lekin juda qimmat bo'lgan echimdir. Matematik modellashtirish davlatlar uchun  $f(s)$  ni baho berish funksiyasi ishlatiladi. Maqsad, minimal umumiy xarajat bilan ma'lum bir qidirish muammosini hal qilishda ozgina harakatni topishdir. Misol, bu Google Xaritalar, shahar hokimiyatidan marshrutni topish uchun yarim soniyalik kuchga ega, San-Frantsiskodan Yosemite milliy bog'idagi Tuolumne Meadowsga boringlar, lekin bu erdan chiqishingiz mumkin, San-Frantsiskodan Tuolumne-ga yo'l olgan Meadows avtoulavi to'rt soat davom etishi mumkin Keyinchalik, baholashni qo'shib, kengligi birinchi qidiruv algoritmini o'zgartiramiz. Hozirgi vaqtda ochiq tugunlar ularning evristik reytingiga ko'ra endi chapdan o'ng tomonga kengaytirilmaydi. Ochiq tugunlar to'plamidan, tugun minimal reyting doimo kengaytiriladi. Bunga darhol erishiladi tugunlarni kengaytirganda va ularni ochiq tugunlar ro'yxatiga ajratish orqali baholanadi. Keyin ro'yxat daraxtdagi turli chuqurliklardan tugunlarni o'z ichiga olishi mumkin. Chunki davlatlarning evristik baholashi juda muhim, biz davlatlar va ular bilan bog'liq tugunlar o'rtasidagi masofani izlaymiz bu farq qiladi. Tugun davlat va qidiruvga tegishli qo'shimcha ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

Natijada "Murabbiylar" funksiyasi, bu tugunning vorislari (bolalari) ni yaratadi, bu hal qiluvchi tugunlar uchun ularning har birining komponenti sifatida ularning bahslashish darajalarini hisoblash tugunni tanlanadi. Umumiy qidiruv algoritmini aniqlab olamiz. Tugun ro'yxati boshlang'ich boshlanadi. Keyin, birinchi ro'yxatdagi tugun o'chiriladi va u eritma tugunmi bo'lmagani uchun sinovdan o'tkaziladi. Agar yo'q bo'lsa, u "Murabbiylar" funksiyasi va uning vorislari ro'yxatga kiritilgan funksiya bilan kengaytiriladi.



5.9-rasm

U: "Aziz, yoqilg'ining narxi haqida o'ylang! Men sizga boshqa joydan olib kelaman.

"U:" Yo'q, Men u yerda istayman! "

"SortIn" funktsiyasi "SortIn (X, Y)" elementlari ajratilmagan ro'yxatdan qo'shiladi. X, ko'tarilgan tartibda ro'yxatga kiritilgan. Yuridik baholash saralash tartibi sifatida ishlatiladi. Shunday qilib, eng yaxshi tugun (ya'ni, eng kichik evristik bo'lgan kishi) qiymati har doim ro'yxatning boshida chuqurlik-birinchi va kenglik-birinchi qidiruv funktsiyaning alohida holatlari ham bo'ladi, bu evrestik qidiruv deyiladi. Ularni osongina moslashtira olishi bu baholash funktsiyasidir.

Eng yaxshi taraqqiyotning har biri haqiqiy xarajatlarni hisoblaydigan funktsiya bo'ladi bu maqsad tugunni deyiladi. Buni amalga oshirish uchun esa, butun izlanishni o'tkazish kerak bo'ladi, bu aniq predmetni oldini olish kerak. Shuning uchun biz tez va oddiy hisoblash uchun sezgirlikni talab qilamiz. Biz qanday qilib bunday hissiyotlarni topamiz?

Muayyan masalalarni echish uchun qiziqarli g'oya - bu muammolarning soddalashtirilishidir. Ushbu asl vazifasi kichik hisoblash bilan hal qilinishi mumkin bo'lgan darajada soddalashtirilgan harajatidir. Dolzarb muammoni baholash uchun, soddalashtirilgan masalada davlatdan maqsadga sarflanadigan xarajatlar keyinchalik xizmat qiladi. Ushbu xarajat smetasi funksiyasini anglatadi.

Informatizatsiya qilinmagan qidirish uchun turli xil qidiruv algoritmlaridan vinerativ chuqurlashish faqat amaliy, chunki u to'liq va kam xotiraga ega bo'lishi mumkin. Biroq, qiyin kombinatorlar qidirish muammolari uchun odatda interaktiv chuqurlashishi mumkin qidiruv maydonining kattaligi tufayli bajarilmaydi. Samarali parchalanish omilining kamayishida sezar qidiruvi bu erda yordam beradi. IDA? - algoritmi, interaktiv kabi chuqurlashtirish, to'liq va kam xotira talab qiladi. Evristik "yaxshi" bo'lsa, tabiatan faqat tabiiy ustunlik beradi.

Qiyin qidiruv muammolarini hal qilishda, ishlab chiquvchi vazifasi loyihalashdan iborat effektiv dalillovchi omillarni sezilarli darajada kamaytiradigan sezgirlikdir. Bu bo'limda biz bu muammoni hal qilamiz va shuningdek, mashinani o'rganish texnikasi qanday ishlashini ko'rsatamiz. Avtomatik ravishda evristikani yaratish uchun foydalaniladi. To'liq qidiruv daraxtini yopish jarayonida, evristikada ishlash afzalligi yo'qligini ta'kidlash kerak, muammoni hal etishga imkon beradigan muammolarni hal qilish mumkinligi tekshiriladi. Halokatli muammolar

uchun masalan, 8-jumboq bu butun daraxtni kesish kerak degan ma'noni anglatadi.

Bir evristik mavjudmi yoki yo'qligi maksimal chuqurligi har doim ushbu holatni baholashning hisoblash xarajatlariga tegishli bo'lgan kamchilikdir. Bu muammoning kattaligi ahvolni odatda mustaqil omil sifatida baholash mumkin. PLning isbotlanishi kabi nosamimiy muammolar uchun formulalar, qidiruv daraxti chuqur bo'lishi mumkin. Bu shuni anglatadiki, hodisalar hal qilinmaydi, qidiruv potentsiali hech qachon tugamaydi. Xulosa qilib quyidagilarni aytamiz:

Ruxsat berish muammolarni sezuvchanligi ko'pincha hisoblash vaqtini sezilarli darajada pasaytiradi.

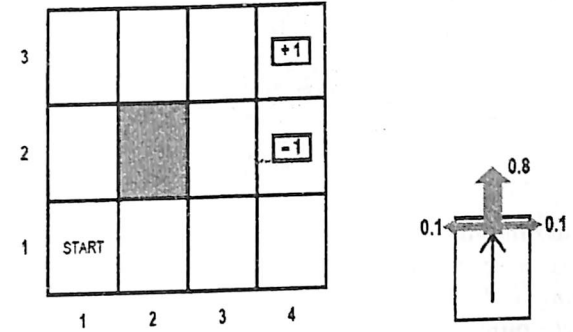
### Takrorlash uchun savollar:

1. Muammoni hal qilishda masofani aniqlash xususiyatlari?
2. Vacuum dunyosi agenti algoritmi?
3. Muammoni hal qilishda strategiyalar ahamiyati?

## VI Bob. Qaror qabul qilishning Markov jarayonlari va o'yinlar nazariyasi

Taxminiy ehtimolli rejalashtirish, Markov qaror qabul qilish jarayonlarida ko'rib chiqiladi (MDP):

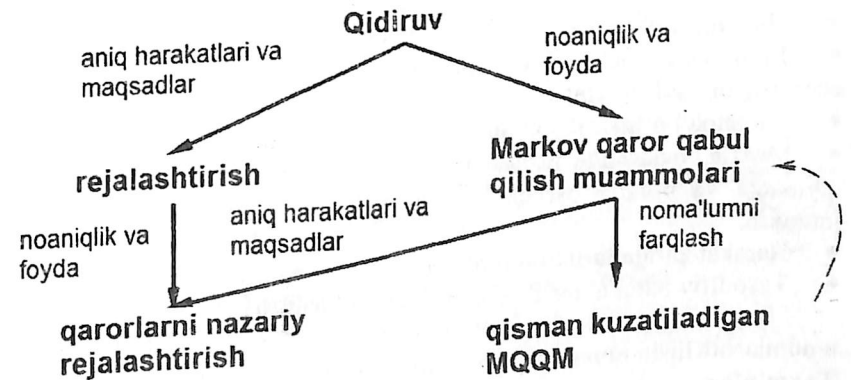
- Atom modeli: chizma qidiruv
- Proportsional modellar: biz muhokama qilgan PDDL rejalashtirish



6.1-rasm

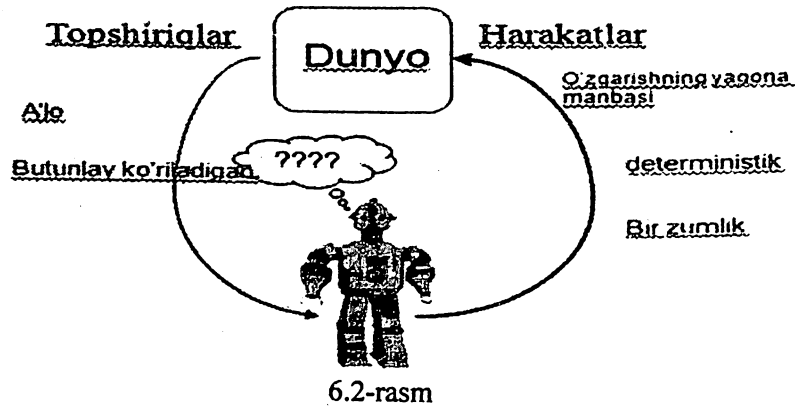
Ma'lum ehtimolliklar bilan harakat sizni ko'plab holatlardan biriga olib borishi mumkin.

- Har bir holatga o'tganda siz qiymatga ega bo'lasiz.
- Maqsad: sizning umumiy (Kulminativ) qiymatingizni oshirishdir
- Yechim qanday?



Klassik rejalashtirish farazlari quyidagicha:

## Klassik rejalashtirish farazlari



6.2-rasm

Noaniqlikning turlari.

Didaktiv (Deterministik bo'lmagan rejalashtirishda foydalaniladi);

keyingi holat holatlar majmuyining biri bo'lishi mumkin.

Taxminiy/ Ehtimolli holatlar:

keyigi holat holatlar majmuyidan taqsimlangan ehtimollikdan olinadi.

Bu modellar qanday bog'langan?

### 6.1. Markov qaror qabul qilish jarayoni

MQQQ ning to'rtta komponenti bor: S, A, R, T:

- (chekli) S holat majmuyi ( $|S| = n$ )
- (chekli) A harakat majmuyi ( $|A| = m$ )
- (Markov) o'tish funksiyasi  $T(s, a, s') = \Pr(s' | s, a)$
- s holatda a harakatni bajarganda s' holatga o'tish ehtimolligi
- Taqdim etish uchun nechta parametr zarur?

cheklangan, real-qadrlanadigan (Markov) qiymat funksiyasi R(s)

- s holatda bo'lganlik uchun biz tezkor qiymatni olamiz
- Masala, maqsadga asoslangan domen R(s) maqsad holati uchun 1 qiymatga va qolgan barcha boshqa holatlar uchun 0ga teng bo'lishi mumkin.

- Harakat xarajatlarini umumlashtirish mumkin:  $R(s, a)$
- Tasodifiy harakat bo'lishi uchun umumlashtirilishi mumkin.

Sanaladigan va davomli holat va harakat joylariga osongina umumlashtirilishi mumkin (ammo algoritmlar turlicha bo'ladi).

**Taxminlar.**

Birinchi darajali Markov dinamikasi (tarix mustaqilligi):

$$\Pr(S_{t+1}|A_t, S_t, A_{t-1}, S_{t-1}, \dots, S_0) = \Pr(S_{t+1}|A_t, S_t)$$

Keyingi holat faqatgina hozirgi holat va harakatga bog'liq bo'ladi.

Birinchi darajali Markov qiymat jarayoni:

$$\Pr(R_t|A_t, S_t) = \Pr(R_t|A_t, S_t)$$

Qiymat faqatgina hozirgi holat va harakatga bog'liq bo'ladi. Oldinroq tasvirlanganidek, qiymat R(s) determinallashgan funksiya orqali beriladi deb hisoblaymiz.

$$\text{i.e. } \Pr(R_t = R(S_t) | A_t, S_t) = 1$$

Statsionar dinamikalar va qiymat

$$\Pr(S_{t+1}|A_t, S_t) = \Pr(S_{k+1}|A_k, S_k) \text{ barcha } t, k \text{ uchun}$$

Jahon dinamikasi mutlaq vaqtga bog'liq emas.

To'liq tahlil:

Garchi biz harakatni amalga oshirganimizda qaysii holatga erishishimizni ayto'lmasakda, u aniqlanganda nimaligini bilamiz.

**Siyosatlar (MQQlar uchun "planlar**

- Statsionar bo'lmagan siyosat [garchi statsionar dinamikalar va qiymatimiz bo'lsa ham]

- $\pi: S \times T \rightarrow A$ , bu yerda T manfiy bo'magan butun sonlar
- $\pi(s, t)$  bu s holatda t qadam bilan bajarish
- Nima bo'aldi agar biz buni cheksiz bajarishni

davom ettirsak?

- Stationary siyosat
  - $\pi: S \rightarrow A$
  - $\pi(s)$  bu s holatda bajarish (vaqtga bog'liq bo'magan holda)
  - Davomiy reaktiv kontrol qiluvchilarni anglatadi
- Bu quyidagi qiymatlarni tahmin qiladis:
  - To'liq tahlil
  - Tarix mustaqilligi
  - Deterministik harakat tanlovi

Agar sen 20 yoshda bo'lsang va liberal bo'lmasang, sen yuraksizsan. Agar sen 40 yoshda bo'lsang va konservativ bo'lmasang sen aqlsizsan (Cherchill).

Nimaga harakatlar ketma-ketligini hisobga olish kerak emas? Nimaga boshqatdan planlashtirish kerak emas?

**Siyosatli qiymat**

- $\Pi$  siyosati qanchalar yaxshi?
- "yig'ilgan" yig'ilgan mukofotni qanday qilib o'ichaymiz?

- qiymat funksiyasi  $V: S \rightarrow \mathbb{R}$  qiymatini har bir holat bilan bog'lash (yoki statsionar bo'lmagan har qanday holat va vaqt);
- $V$  (lar) lar davlat siyosatining qiymatini bildiradi;
- zudlik bilan mukofotga tayanadi, lekin keyinchalik nimaga erishganingizdan qat'iy nazar,  $p$ -ga amal qilinadi;
- Tegishli siyosat har qanday davlatning boshqa siyosatlaridan ko'ra yomonroq emas;

MDP rejalashtirishning maqsadi maqbul siyosatni hisoblashdir (usul uskuna qanday qilib biz belgilaganimizga bog'liq).

### 6.2. Markov zanjirlarining keng klassi

Biz muhokama qilganimizdek, MZ usullaridan foydalanish Markov zanjiri qurilishiga asoslanadi istalgan xususiyatlarga ega: muntazamlik va maqsadli statsionar taqsimotdir. Avvalgi bo'limda ba'zi bir taxminlarga asoslangan xususiyatlar asosida Gibbs zanjiri, oddiy Markov zanjiri haqida tushintirdik. Ammo, Gibbsning shartlari namunalarini olish faqat ma'lum bo'lgan hollarda qo'llaniladi. Xususan, biz  $R(X_i | x_{-i})$  taqsimotidan namuna olishimiz kerak. Ushbu namuna olish bosqichi alohida grafik modellar uchun oson bo'lsa-da, doimiy modellarda shartli tarqatish, namuna olish imkonini beruvchi parametrik shaklga ega bo'lishi mumkin emas. Bundan ham muhimi, Gibbs zanjiri davlat maydonida faqat mahalliy harakatlardan foydalanadi:

□ Argumentlar qattiq bog'langan modellarda bir vaqtning o'zida bir o'zgaruvchini o'zgartiradi.

Bunday harakatlar ko'p hollarda vaziyatlardan yuqori bo'lgan davlatlardan kelib chiqadi ehtimolligi juda past. Bunday holatda yuqori ehtimoliy holatlar kuchli havzalarni hosil qiladi va bunday zanjir bunday holatdan uzoqlashishi mumkin emas. Bunday holatda keng doiradagi harakatlar, shu jumladan, maydonda juda katta qadamlarga tez-tez ruxsat beradigan zanjirlarni ko'rib chiqmoqchimiz. Ushbu bo'limda kerakli statsionar tarqatish keng zanjirlar oilasini kafolatlash usuli bilan qurishga imkon beradi.

Markov zanjiri qanday qilib stantsiyani qurish haqida savol berishdan oldin istalgan barqaror taqsimotni tarqatish orqali biz Markov zanjirining osongina qanday tekshirilishini savolga tutamiz. Yaxshiyamki, biz mahalliy va oson tekshirishni sinab ko'rishimiz mumkin, va bu statsionar taqsimotni xarakterlash uchun kifoya qiladi. Ko'rib turganimizdek, bizni to'g'ri zanjir qurish uchun oddiy usul bilan bu sinov ham taqdim etiladi.

**Ta'rif:** Agar sonli davlat Markov zanjiri  $T$  noyob taqsimoti mavjud bo'lsa, u teskari bo'lib qoladi, shunday qilib, barcha uchun ushbu tenglama batafsil muvozanat deyiladi.

$$x, x \in \text{Val}(X): p(x) T(x \rightarrow x?) = p(x?) T(x? \rightarrow x). \quad (6.2.1)$$

$P(x) T(x \rightarrow xu)$  mahsuloti tasodifiy boshlang'ich holatni tanlash jarayonini ifodalaydi  $P$  ga ko'ra o'tish modeli, tanlangan davlatdan tasodifiy o'tishni qabul qilinadi. Muvozanat tenglama, bu jarayonni ishlatish ehtimolligini ta'kidlaydi  $x$  dan  $x$  ga o'tishning  $x$  ga o'tish ehtimoli bilan bir xilmi?  $P$  ning zanjiri sobit bo'lgan taqsimoti (6.2.1). Biroq, agar zanjir muntazam bo'lsa, unda aylanma vaziyat noyob statsionar taqsimotning soddta tavsifini beradi:

Proporsional 6.2.1 agar  $T$  ning barqaror tarqalishi muntazam bo'lsa va  $u$   $p$ -ga nisbatan batafsil muvozanat tenglamasini qondirsa, unda  $p$  noyobdir.

6.2.1 ushbu taklifni Markovning 6.2.2 shaklidagi zanjirida sinab ko'rishimiz mumkin. Biz uchun batafsil muvozanat tenglamasi  $x_1$  va  $x_3$  ikki davlat buni tasdiqlaydi

$$p(x_1) T(x_1 \rightarrow x_3) = p(x_3) t(x_3 \rightarrow x_1) \quad (6.2.2)$$

Ushbu tenglamani namunasi 12.7 formulada tasvirlangan sobit taqsimlanish uchun test qilib, biz quyidagilarga egamiz:

$$0.2 \cdot 0.75 = 0.3 \cdot 0.5 = 0.15.$$

Batafsil muvozanat tenglamasi ko'p yadrolarga ham qo'llanilishi mumkin. Agar har bir yadrosi  $T_i$  batafsil muvozanat tenglamasini ba'zi sobit taqsimotlarga nisbatan qondirilsa, keyin shunday bo'ladi. Aralashmaning o'tish modeli  $T$  (qarang mashq 12.16).

### Markov zanjiri.

Hozircha Markov zanjirlarini belgilash usullarini muhokama qildik. Biz o'zgacha statsionar taqsimotga ega bo'lgan zanjirni qurdik,  $p$ , biz namuna olishni istagan narsadir. Bu zanjirni so'rovlarga javob berish uchun qanday foydalanamiz?

Javob oddiy. Zanjirni 12.5 gacha algoritmidan foydalanamiz,  $u$  (yoki unga yaqin) statsionar tarqatishga yaqinlashadi. Keyinchalik,  $p$  dan bir namunani to'playmiz. Biz ushbu jarayonni to'plashni istagan har bir zarraga bir marta takrorlaymiz. Natijada  $D$  to'plamidir ularning har biri stantsiyadan (taxminan) namuna olinadigan mustaqil zarrachalardan iborat bo'ladi.

### 6.3. O'yinlar nazariyasi

Chuqurligi 14 m daraxt ildizini qidirish. Juda katta qidirish, daraxti ichida yechim qidirish uchun muammo tug'diradi. Boshlang'ich davlatdan ko'plab imkoniyatlar mavjud;

birinchi chiqish bosqichi, ushbu imkoniyatlarning har biri uchun yana ko'p imkoniyatlar mavjud;

keyingi bosqichma – boshqalar, hatto juda sodda formuladan dalolat beradi [Ert93] uchta shoxli uchburchaklari bilan, ularning har biri eng ko'p uchta matnli, qidiruv daraxti SLD piksellar sonini quyidagi shaklga ega:

Daraxt 14 ta chuqurlikda kesilgan va bargli tugunda \* bilan belgilanadigan eritma bor. Faqat kichik eng ko'p va chuqurlikdagi kesilish qo'llanma faktori sababli uni ko'rsatish mumkin. Haqiqiy muammolarni hal qilish uchun dalillar omili va birinchi eritmaning chuqurligi sezilarli darajada oshishi mumkin. Qo'llanadigan omil 30 foizga teng bo'lgan va birinchi eritmani hisoblash qidiruv daraxti  $3050 \approx 7.2 \times 10^{73}$  bargli tugunlarga ega. Biroq, ularning soni faqatgina har bir barg tuguniga emas, chunki bu tashabbus qadamlar ham katta daraxtning tuguniga bitta chiqish bosqichiga to'g'ri keladi. Shuning uchun barcha darajalardagi tugunlarni qidirish daraxti tugunlarining umumiy sonini olishimiz mumkin.

Misol: Shaxmat

gal omili  $b = 30$ , chuqurlik  $d = 50$ :

$30^{50} = 7.2 \times 10^{73}$  qoldiradi.

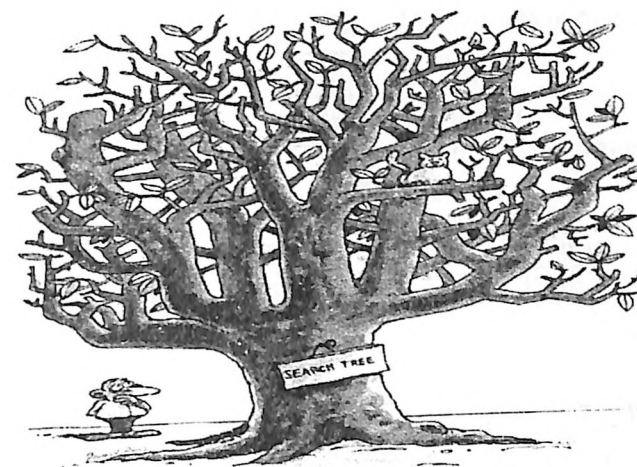
xulosa qadamlar soni 10000, kompyuter har soniyada yo'qotishsiz paralell olib borish natijasida milliard amallar bajaradi.

$$\sum_{d=0}^{50} 30^d = \frac{1 - 30^{51}}{1 - 30} = 7.4 \times 10^{73}$$

Hisoblash vaqti:

$$\frac{7.4 \times 10^{73} \text{ qadam}}{10000 \times 10^9 \text{ qadam/sek}} = 7.4 \times 10^{60} \text{ sek} = 2.3 \times 10^{53} \text{ yil}$$

A og'ir kesilgan qidiruv daraxti {YOKI: Qaerda, mening mushugim bor?}



6.3-rasm

Savollar:

Nima uchun yaxshi shaxmatchilar ham bugungi kunda kelib kompyuterlarday yaxshi shaxmat o'ynolmaydi?

Nima uchun taklif uchun hujjatlar matematik hal qilayotgan bo'sh joy izlashga katta hatto qiladi?

Misol:

8 ta jumboq:

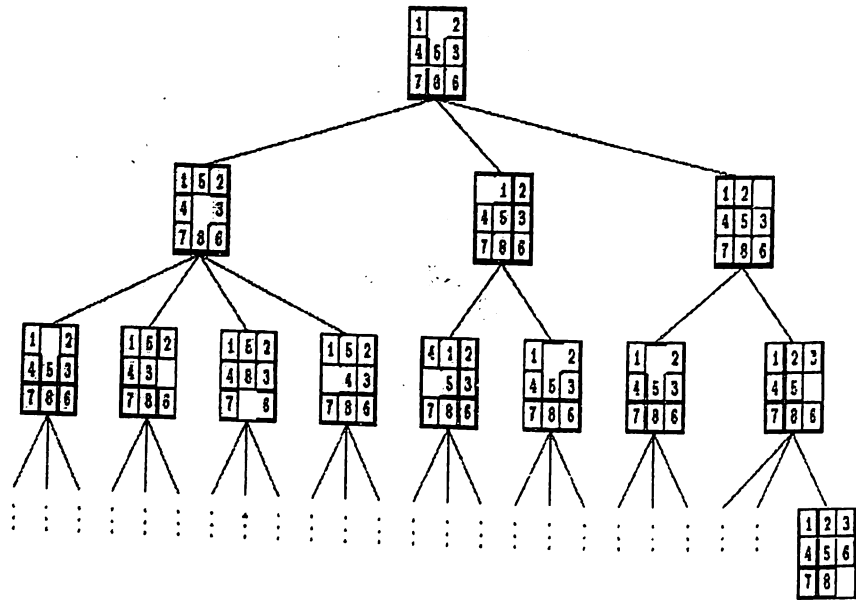
2	5	
1	4	8
7	3	6

→

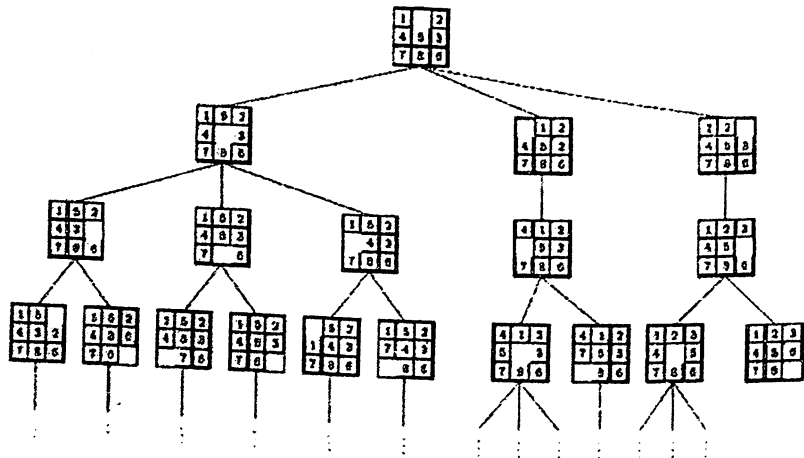
1	2	3
4	5	6
7	8	

6.4-rasm

O'rtacha shoxlangan omil =  $\sqrt{8} \approx 2.83$



6.5-rasm



6.6-rasm

De tanituvchi 6,1 A qidiruv muammo ham emas?

Dunyo davlatlarning tavsifi qaysi agent NDS o'zi?.

Davlat bo'ylab: a gent boshlang'ch davlat bo'lganni izlay boshladi.

Davlatning maqsadi : maqsad agent davlatni sotgan bo'lsa, u yakun yasaydi va eziladi.

Amallar: agentlari barcha harakatlarini berdi.

Qarori: maqsadga muvofiq davlat qidiruv daraxt yo'li.

Ahamiyatli vazifasi: har bir harakat, bir iqtisodiy qiymatini soladi.

A tugaydigan iqtisodiy optimal yechim.

Davlat maydoni: barcha davlatlar belgilangan.

Daraxt qidiruv : Shtatlari barglari, harakatlari tomonlarining 8 jumboqni qo'llaniladigannini bilib olish;

Davlat: 3 (Bir marta har bir) qadriyatlar 1,2,3,4,5,6,7,8 va biri bilan 3 marta S muloqot qiladi. Davlatning bo'sh masohati. Davlatni boshlab, A va n o'zboshimchalik davlat qurolmaydi.

Davlat maqsad: A va n o'zboshimchalik qurilgan davlat, masalan 6.1 rasmda huquqi berilgan davlatlar ko'rsatilgan;

Amallar: bo'sh kvadrat zij harakati chapga (agar  $j = 1$ ) o'ng, (agar  $j = 3$ ), (agar pastga  $i = 1$ ), (agar  $i = 3$ ).

Ahamiyatli funktsiyasi: doimiy vazifasi 1, barcha harakatlar teng narxli, Davlat maydoni: davlat kosmik o'zaro bo'lgan domen ham bo'ladi.

Suhnday qilib 8 jumboqda muammolar bor. Qidiruv algoritmlari tahlil qilish uchun, quyidagi shartlar talab qilinadi:

D tanituvchi 6,2 teoremaga asosan davlatlar s vorisi, davlatlar soni d, omili deb ataladi(Engl. Dal omil) b (lar), yoki b va d omil doimiy bo'lsa. e va n umumiy tugunlari, chuqurligi d daraxt omili, d aktiv D omili ham?

N deb doimiy d omil bilan daraxtga teng chuqurligi va n ga teng bo'ladi. A qidiruv algoritm unga, to'liq deb ataladi?

NDS hal bo'ladigan bir yechim, muammo to'liq qidiruv algoritmi yechimga muhtoj holda yasaydigan bo'lsa, keyin muammo ishonsiz hisoblanadi.

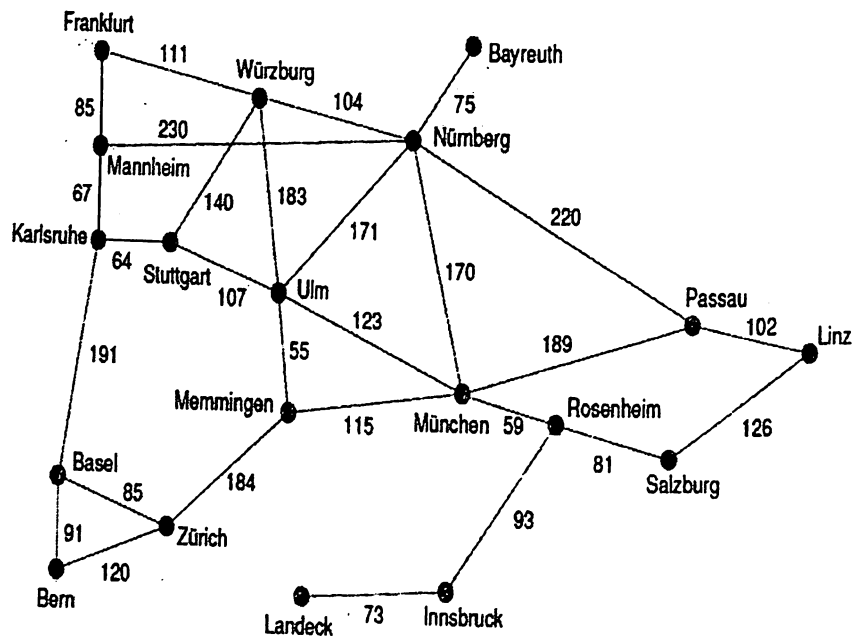
■ tenglamani yechish

$$n = \sum_{i=0}^d b^i = \frac{b^{d+1} - 1}{b - 1}$$

b ni beradi, omil aktiv og'ir uchun 6,1 teoremasi keng konstantasi bilan n qidiruv daraxtlar omili, deyarli barcha tugunlari so'ngi darajada bo'ladi.

Isbot:

Misol. B shahardan A shaharga eng qisqa yo'l iqtisodiy funktsiyasi bilan janubiy Germaniya chizmasi ko'rib o'tilgan.



6.7-rasm.

Davlat: bir shahar sayyohi joriy holati bo'lib.

Davlat bo'ylab: A va n o'zboshimchalik shahar.

Amallar: qo'shni shaharga joriy shahardan sayohat.

Ahamiyati funktsiyasi: shaharlar o'rtasidagi masofa.

Davlat maydoni: Barcha shaharlar, grafik, ya'ni tugunlar.

Unda bir yechim bor, agar 6,3 A bo'lsa ham tanituvchi qidiruv algoritmi, optimal deb ataladi har doim.

NDS eng kam harajat bilan hal qiladi. 8 jumboq deterministik muammo hisoblanadi. Har bir harakat noyob vorisi davlatga bir davlatdan olib keladi. Kuzatiladigan agent har doim u bilan bo'lgan davlatni biladi deb atalmish O foydalanish algoritmlarni, optimal echimlar topish mumkin.

#### 6.4. Eristik qidiruv

Evrastika ko'p hollarda bir yechimni topish muammoni hal qilish strategiyasi tezroq qidiruvdir. Kundalik hayotda hech qanday kafolat yo'q!, evrastik usullari muhim ahamiyatga ega. Cheklangan resurslardan haqiqiy vaqt-qarorlari ostida tez topiladi, A yaxshi yechim optimal

bo'lgani afzal, lekin olmoq uchun juda qimmat, davlatlar uchun evrastik baholash funksiyasi f (bo'ladi)

Node = davlat + evrastik baholash

- HeuristicSearch(Start, Goal)
- NodeList = [Start]
- While True
- If NodeList= ; Return(\No solution")
- Node = First(NodeList)
- NodeList = Rest(NodeList)
- If Goal Reached(Node,Goal) Return(\Solution found", Node)
- NodeList = SortIn(Successors(Node),NodeList)

Depth- RST va birinchi qidirish breadth- funktsiyasi maxsus holatlari

- Evrastik qidiruv. (Mashq ??)

8-jumboqli muammoni deterministik noyob voris davlatga davlat bo'lib, har bir harakatdan kelib chiqadi. Bundan tashqari, ya'ni agent har qanday holatni har doim ham kuzatilishini biladi. "Muyunhendan Ulmgga olib ketish" aksiyasi, mayda misol uchun, voqea sodir bo'lganligi sababli, "Muyunhen" ning vorisi bo'lgan davlatga olib keladi. U ham bo'lishi mumkin, sayyoh yo'qolganligi sababli u qaerda ekanligini bilmaydi. Biz istaymiz birinchi navbatda bu kabi asoratlarga e'tibor bermaylik. Shuning uchun bu bobda biz faqatgina deterministik va kuzatish mumkin bo'lgan muammolarga qarashimaiz kerak. Deterministik va kuzatish mumkin bo'lgan 8 jumboq kabi muammolar harakatlar qiladi rejalashtirish juda oddiy, chunki mavhum modelga ega bo'lishi mumkin muammoni echish uchun amaliyotni bajarasdan harakat tartibini topish haqiqiy dunyodagi harakatlardir. 8 jumboq bo'lsa, aslida bunga ehtiyoj qolmaydi hal qilish uchun haqiqiy dunyodagi kvadratlarni harakatlantirish hisoblanadi. Biz uchun haqiqiy dunyodagi kvadratlarni harakatlantirish hisoblanadi. Biz oflayn algoritmlar bilan maqbul echimlar yaratish. Bu erda harakatlarning futbol o'ynashi kerak bo'lgan robotlar yaratish. Bu erda harakatlarning mutlaq mavhum modeli hech qachon bo'lmaydi. Misol uchun, to'pni urgan robot to'pni muayyan yo'nalishini to'pish harakatlantiradigan joyida aniqlik bilan bashorat qila olmaydi, chunki, boshqa narsalar bilan bir qatorda, raqibning qo'lga olishi yoki urinishini bilmaydi. Bu erda onlayn algoritmlar kerak bo'ladi, ular sensorga asoslangan qaror qabul qiladi. Har qanday vaziyatda signallar, tavsiflangan takomillashtirishni o'rganishda 10 da ishlaydi, ushbu qarorlarni tajribaga asoslangan holda optimallashtirishga qaratilgan.

### **Opponentlar bilan o'yinlar.**

Shaxmat, shashka, Othello va Go kabi ikkita o'yinchi uchun o'yinlar deterministikdir. Bunga javoban, tavern non-deterministik emas, chunki bolaning holatiga bog'liq zar zarrachalari natijasidir. Bu o'yinlar har bir o'yinchining kuzatilishi mumkin, har doim to'liq o'yin holatini biladi. Poker kabi ko'p karta o'yinlari, masalan, faqatgina qisman kuzatilishi mumkin, chunki futbolchi boshqa narsani bilmaydi futbolchilarning kartalari yoki ular haqida qisman ma'lumoti bor.

Quyida biz ham xuddi deterministik va kuzatiladigan o'yinlar ko'rib chiqamiz. Bundan tashqari, biz o'zimizni nolga teng o'yinlar bilan cheklaymiz. Bu o'yinlar. Har bir daromad bitta o'yinchi raqib uchun bir xil qiymatni yo'qotishni anglatadi. Ushbu daromad va yo'qotish summasi har doim nolga teng. Bu shaxmat o'yinlari, dama, Othello va GO yuqorida qayd etilgan.

### **Minimax qidiruvi.**

Har bir futbolchining maqsadi g'alaba bilan yakunlangan optimal harakatlar qilishdir. Amalda qidiruv daraxtini qurish va uni butunlay qidirish (masalan 8-jumboq) g'alabaga olib keladigan bir qator harakatlar uchundir. Biroq, bor quyidagi xususiyatlarga e'tibor berish kerak:

Shaxmatda samarali tarmoqlashtiruvchi omil 30-35 orasida. Odatda o'yinda har bir futbolchi uchun 50 ta harakat, qidiruv daraxti 30100 dan ortiq  $\approx 10148$  bargli tugunlarga ega. Shunday qilib, qidiruv daraxtini to'liq o'rganish uchun hech qanday imkoniyat yo'q. Bundan tashqari, shaxmat ham bor odatda vaqt chegarasi bilan o'ynaydi. Ushbu real vaqt talabi tufayli, qidiruv daraxtdagi tegishli chuqurlik bilan cheklanishi kerak, masalan, sakkiz yarim qadam.

Ushbu chuqurlikdagi cheklangan daraxtning bargli tugunlari orasida odatda echimi yo'q tugunlarni (ya'ni o'yinni tugatadigan tugunlarni) egulikni baholashni o'z ichiga oladi. B lavozimlari uchun B funktsiyasi ishlatiladi. Dasturning o'ynash darajasi kuchli. Bu baholash funktsiyasi sifatiga bog'liq. Shuning uchun biz yana davom etamiz.

Quyidagi o'yinda Maksni optimallashtirishni istagan o'yinchini chaqiramiz, va uning raqibi Min. Raqibning (Minning) harakatlari oldindan ma'lum emas, shuning uchun haqiqiy qidiruv daraxti ham yo'q. Bu muammoni chiroyli hal qilish mumkin, raqib har doim eng yaxshi harakatni amalga oshirishi mumkinligini taxmin qilmoqda. Juda yuqori b-pozitsiyasi uchun B (lar) ni baholash uchun, Maks va Maks. Eng yomoni raqib Min uchun. Max uning bahosini maksimal darajada oshirishga harakat qilmoqda, harakatlansa Min minimal darajada baholanadi.

To'rt yarim bosqichli va barglarning bahosi bo'lgan qidiruv daraxti - keltirilgan. Ichki tugunni baholash maksimal ravishda o'z-o'zidan chiqariladi yoki tugunning darajasiga qarab, uning kichik tugmachalari baholanadi.

### **Takrorlash uchun savollar:**

1. Qaror qabul qilish algoritmlari?
2. Markov siyosati mohiyati?
3. Markov qaror qabul qilish jarayoni ahamiyati?
4. Qaror qabul qilishda taxminlar va qiymatlar?
5. O'yinlar nazariyasining mohiyati?
6. Qanday o'yin turlarini bilasiz?
7. O'yinlarni strategiyasi nima? ~



## VII Bob. Mashinali o'qitishi va ma'lumotlarning intellektual tahlili

Tweety bir pingvin bo'ladi. Penguins qushlar bor. Barcha qushlar u bo'lishi mumkin. PL1 yilda rasmiy bilimlar bazasi WEB 1 dan iborat.

pingvin (tweety)

pingvin (x) qush (x)

qush (x) y (x)

Bu olingan natija bo'lishi mumkin: y (tweety)

Yangi sinov:

Penguins bo'lishi mumkin y emas;

pingvin (x): y (x);

Bu olingan natija bo'lishi mumkin: y (tweety).

Lekin: Bundan tashqari, olingan natija bo'lishi mumkin: y (tweety) bilimlar bazasi barqaror emas.

Mantiq, bir xillik: yangi bilim eski bilim bekor bo'lishi mumkin emas.

### 7.1. Probabilistic logika

- Noaniqlik: barcha qushlarning 99% u bo'lishi mumkin

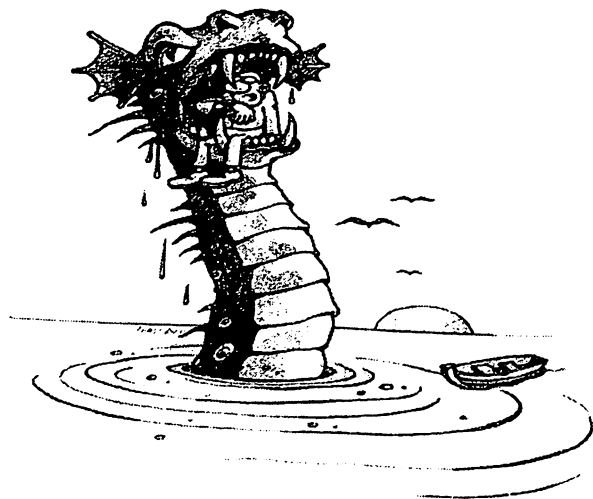
- To'liq: Agent holati haqida to'liq ma'lumot

- jahon (real vaqt qarorlari)

- evristik qidiruv

- noma'lum yoki to'liq bilim bilan fikr.

Kelinglar faqat orqaga o'tirib nimadir haqida o'ylab ko'raylik!



7.1-rasm

Misol:

- Agar bemorga o'ng og'riq hissi bo'lsa pastki qorin qismi ko'tariladi
- Hujayra (Leykotsitlar) soni, bu shubhali appenditsit bo'lishi mumkin.
- Oshqozon og'riq o'ng pastki  $\wedge$  Leykotsitlar  $> 10000!$  Appenditsit.
- Oshqozon og'riq o'ng pastki  $\wedge$  Leykotsitlar  $< 10000!$  Appenditsit emas.
- Biz appenditsit olmoq uchun modus ponensdan foydalanishimiz mumkin.

1976 yilda Shortlie va Buchananlar tomonidan ishonch omillar, faktlar va qoidalar aniq ifodalaganlar. A! shartli ehtimollik orqali Bni oladi.

Misol:

Oshqozonda og'riq o'ng pastki leykotsitlar 10000: 0!, 6chi appendikulyar qoidalarini uchun omillar ulash formulalari bo'yicha analiz noto'g'ri. Zid natijalar olingan bo'lishi mumkin. Default, Logik, Default mantiq, Dempster-Shafer nazariyasi mantiqiy muddatga e'tiqod vazifasini Bel (A)ga soladi.

### Shartli ehtimolliklar bilan fikr.

O'rniga ahamiyatga ega bo'lgan shartli ehtimolliklar(material, ma'no) *sub'ektiv ehtimolliklar* deyiladi. Ehtimollar nazariyasi to'liq bilim bilan fikrni yaxshi tashkil qilinadi. Bu esa Maksimal entropiya usuli (*Maxent*) deyiladi.

### ▪ Bayes tarmoqlari

Misol: Ehtimollik aforizmlari o'yinlari, ehtimolliги "a olti", olti b1 = 6 ehtimoli bo'lgan "Toq" dan olti b1 = 27,1 belgilar yakunlari majmui bo'lsin. Har bir ! 2 eksperiment mumkin bo'lgan natija uchun beriladi. Wii 2 istisno bo'lsa bir-biriga, lekin barcha mumkin bo'lgan natijalarini qamrab, ular elementar hodisalari deyiladi. Bir marta olti namunasi b = F1; 2; 3; 4; 5; 6g soni f2 olti b; 4; 6g belgilangan bo'lsin.

5 F1 boshlang'ich voqea emas;

F2 boshlang'ich voqea emas, sababi: 4; 6g \ F1; 2; 3; 4g = F2; 4g 6

=; ikki tadbirlar A va B, A bilan [B voqea hisoblanadi]. ishonch hosili bo'sh majmui imkonsiz voqeadir.

Buning o'rniga A \ B, chunki A  $\wedge$  B yozish x 2 A \ B, 2 A  $\wedge$  x 2 B, x: A, B, etc. : tasodifiy o'zgaruvchilar. Biz n qiymati qator bilan faqat diskret tasodifiy o'zgaruvchilar ko'rib, d da qadriyatlar 1,2,3,4,5,6 soni bilan ajralgan bo'ladi. Ehtimollik, 5 yoki 6, 1 = 3ga o'tish:

P (2-sonli F5; 6g) = P (soni = 5 \_ soni = 6) = 1 = 3:

Belgilar 7,2 Let = f 1; ! 2; :::; ! Ng bo'lsin. Nol boshlang'ich voqeadir, olishma chastotasi bilan bog'liq nosimmetrik taxminni anglatadi. Barcha elementar hodisalar tadbiri A ehtimoli P (A), P (A) = JAJ, j =A qulay natijalari soni bo'ladi.

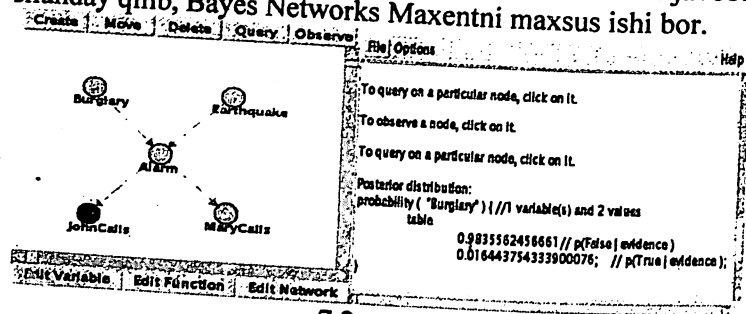
Bayes formulasi:

$$P\left(\frac{A}{B}\right) = \frac{P(A \wedge B)}{P(B)} \text{ yoki } P\left(\frac{B}{A}\right) = \frac{P(A \wedge B)}{P(A)}$$

### 7.2. Bayes tarmoqlari va Maxent

Shartli mustaqillik yoki teng qoidalarini xotima, Maxent tamoyili shu demakdir:

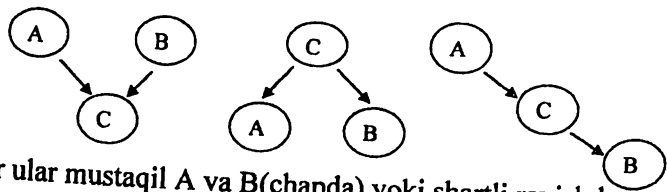
- shartli mustaqillik va Bayes tarmoq sababli ham bir xil javob.
- shunday qilib, Bayes Networks Maxentni maxsus ishi bor.



7.2-rasm

Batafsil kuchli va qulay professional vositasi huquqi bo'ladi. Bunda uzluksiz o'zgaruvchilar ishlashi mumkin. Bundan tashqari, Bayes tarmoqlarini o'rganishimiz mumkin, ya'ni, to'la avtomatik ravishda tarmoq hosil qilish mumkin. Unda statistik ma'lumotlarga ishlatiladi.

### Bayes tarmoqlari semantikasi



Agar ular mustaqil A va B(chapda) yoki shartli ravishda mustaqil bo'lsa (o'rta, o'ng)

Bayes tarmoq n o'zgaruvchan, uni oldin hech qanday o'zgaruvchining ancha past raqami bor yo'qligiga ega talablar bilan tutadi.

$$P(X_n 1; :::; X_n \square 1) = P(X_j \text{ Ota-onalar } (X_n)):$$

Bugungi kunda, Bayes xulosasi juda muhim va Bayes tarmoqlari manzilsiz, Bayes tarmoqlari adabiyot cheklovlar ostida sababiyatni uzluksiz argumentlarni tashishishini puxta ishlab chiqilgan bo'lib hisoblanadi.

Bizning maqsadimiz R = tasodifiy o'zgaruvchilarning bir necha to'plami bo'yicha umumiy tarqalish P ni ifodalashdir{X1 ,. . . , Xn}. Hatto eng oddiy holatda bu o'zgaruvchilar ikkitomonlama qiymatga ega, bu qo'shma tarqatish uchun 2n-1 sonining spetsifikatsiyasi talab qilinadi, - 2n farqli ehtimoli qiymatlari tayinlash x1 ,. . . , xn. Eng kichik n-dan boshqa barcha uchun - qo'shma taqsimot har tomonlama boshqarilmaydi. Hisob-kitoblarga ko'ra, u juda ko'p xotirada saqlash uchun juda qimmat va odatda juda katta. Bilishimcha, bu inson ekspertidan juda ko'p sonlarni olish imkoni yo'q; Bundan tashqari, raqamlar juda kichikdir va odamlar aqlga asoslanadigan voqealarga mos kelmaydi. Statistik ma'lumotlarga qaraganda, ma'lumotlarning taqsimlanishini o'rganish zarur bo'lsa, biz kulgiga muhtoj bo'lamiz;

bu juda ko'p parametrlarni ishonchli tarzda baholash uchun katta hajmdagi ma'lumotlardir. Bu muammolar tajriba tizimlari uchun probabilistik usullarni qabul qilish uchun asosiy to'siqdir.

Ushbu bobda, birinchi navbatda, taqsimotdagi mustaqillik xususiyatlaridan qanday foydalanish mumkinligini ko'rsatamiz.

### 7.3. Mustaqillikning xususiyatlarini ekspluatatsiya qilish

Ushbu bobda o'rgangan ixcham tasavvurlar ikkita asosiy g'oyaga asoslangan: vakillik taqsimlanishning mustaqillik xususiyatlari va muqobil parametrlashni qo'llash bu bizga nozik taneli mustaqillikni ishlatishga imkon beradi.

Muhokamani maqsadli bo'lishi uchun, har bir Xi ni anglatishini bilib olamiz.

Tanga zarbasi natijasi i, bunday holatda, odatda, biz turli xil tanga silkitishni nazarda tutamiz, shuning uchun bizning tarqatishimiz R (Xi ⊥ Xj) har qanday i, j uchun, keyinchalik umuman (X ⊥ Y) x va Y o'zgaruvchilarining har qanday ajratilmagan subkliniklari uchun qondiriladi. Shuning uchun, bizda shunday:

$$P(X_1, \dots, X_n) = P(X_1) P(X_2) \cdot \dots \cdot P(X_n), (7.2) \text{ kelib chiqadi.}$$

Agar birgalikdagi taqsimotning standart parametrizatsiyasidan foydalansak, ushbu mustaqillik tuzilishi taqiqlangan va tarqatish vakili 2n parametrlarini talab qiladi. Ammo, biz bu taqsimotni aniqlash uchun

ko'proq tabiiy parametrlar to'plamidan foydalanishlari mumkin: agar e u ehtimollik bo'lsa Parametrlarni tanga boshlari parametrlari bilan birgalikda tarqatish P parametrlari yordamida aniqlanishi mumkin st1, . . . , tnn. Ushbu parametrlar qo'shma taqsimotdagi 2n ehtimolligini aniq belgilab beradi.

Misol uchun, barcha tangalar erning boshini siljitish ehtimoli soddalikka k1 k2 ni ehtimolli. . . . Znn. Ko'proq odatda, xi = xli bo'lganda xxxi = 0i qo'yamiz va xi = x0i bo'lganida x xxi = 1- chi bo'ladi, biz quyidagilarni aniqlaymiz:

$$P(x_1, \dots, x_n)$$

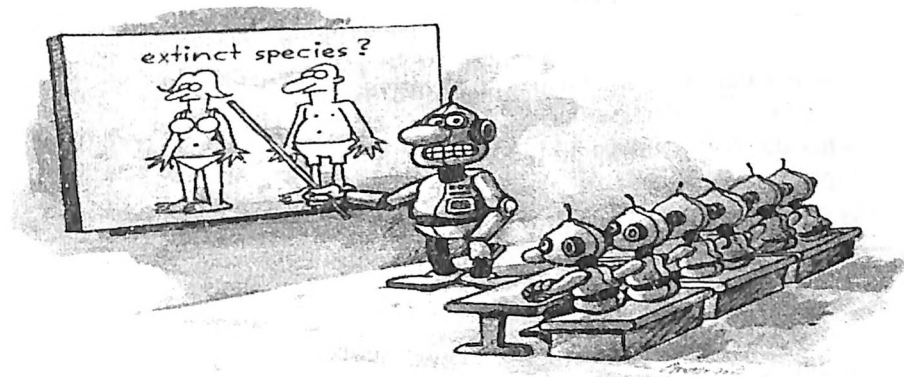
Ushbu vakolat cheklangan va ko'plab taqsimotlarni qo'lga kiritish mumkin emas chi qiymatlari uchun tanlangan parametrlar. . . , tnn. Bu fakt nafaqat sezgidan, balki a bir oz ko'proq rasmiy kuzatasiz. Barcha birgalikdagi taqsimotlarning maydoni 2n - 1 o'lchamli IR2nning pastki bo'shlig'i - to'shiq  $\{(p_1, \dots, p_{2n}) \in \mathbb{R}^{2n} : p_1 + \dots + p_{2n} = 1\}$ . Boshqa tomondan Tenglama (7.2) da ko'rsatilganidek, barcha qo'shma taqsimotlarning ajratilgan maydoni bir xildir.

IR2n ichida n-o'lchamli manifold. Mustaqil parametrlarning asosiy tushunchasi mustaqil parametrlarning - bu qadriyatlarining parametrlari boshqalar tomonidan aniqlanmagan parametrlaridir. Masalan, o'zboshimchalik bilan ko'pkinom taqsimotini belgilayotganda k dimensional kosmosdan k - 1 mustaqil parametrlari mavjud: oxirgi ehtimollik to'liq birinchi k - 1 tomonidan belgilanadi. Biz o'zboshimchalik bilan birgalikda taqsimlangan holda n ikkilik tasodifiy o'zgaruvchilar, mustaqil parametrlar soni 2n - 1 ni tashkil qiladigan mustaqil ravishda ifodalanadigan distributsiyalar uchun mustaqil parametrlar soni Binomiyali tanga n ga teng. Shuning uchun, taqsimotning ikki bo'shlig'i bir xil bo'lishi mumkin emas. (While bu oddiy argument bu oddiy holatda ahamiyatsiz ko'rinishi mumkin, bu muhim vosita bo'lib chiqadi turli vakolatlarni ifodalash kuchini taqqoslash). Ushbu oddiy misolga ko'ra, muayyan tarqalish oilalari - bu holda taqsimotlar n mustaqil tasodifiy o'zgaruvchilar tomonidan ishlab chiqarilgan - muqobil parametrlashni ruxsat etishi mumkin aniq qo'shma taqsimot sifatida zaif vakillikka nisbatan sezilarli darajada kichikroqdir. Albatta, haqiqiy dunyoning ilovalarida, tasodifiy o'zgaruvchilar chekka mustaqil emas. Biroq, ushbu yondashuvning umumlashtirilishi bizning echimimiz uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Endi moliyaviy razvedka kompyuterlar yaratish uchun qanday o'rganish hisoblanadi. Hozir, unday narsadan, odamlar yaxshiroqdir, va

odamlar kompyuterlardan ko'ra yaxshiroq o'rganishadi. Mashina ta'limi AI uchun juda muhim, Rich dasturiy ta'minot ishlab chiqish murakkabligi avtonom robot o'zini tutish, ekspert tizimlari spam filtri dasturlashtirilgan va o'rgangan komponentlar bilan gibrid dasturi bo'ladi. Bunda:

- chet tilida so'z o'rganish?
- bir she'r yodlashga?
- matematik ko'nikmalarini o'zlashtirish?
- tosh o'rganish?



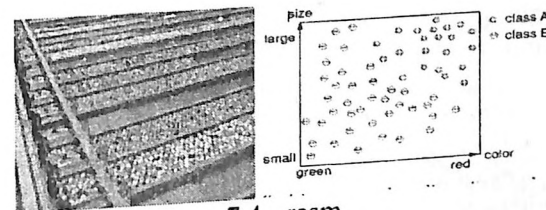
7.3 - rasm.

Misol: olma uchun qurilmani tartiblash;

Xususiyatlar: Hajmi va rangi;

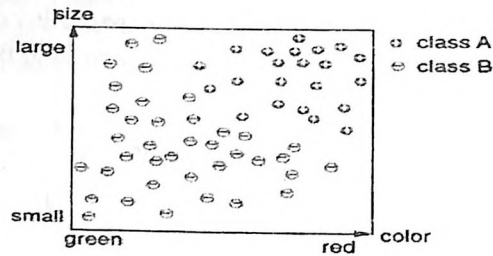
tasnifi vazifa: tovarlar sinflar A va B ichiga Divide olma (tasnifi A A Biflagichi) olma saralash agenti uchun training ma'lumotlardir.

Hajmi [sm] 8 8 6 3. . . Rang [0: yashil, 1: qizil] 0,1 0,3 0,9 0,8. . .sinf B  
Olma saralash uskunalari va tovarlar sinflari A, ba'zi olma va xususiyati kosmosda B tasniflanadi.



7.4 - rasm.

## Curve darslari satrga



7.5 - rasm

Amalda: 30 yoki undan ko'p xususiyatlar!

n xususiyatlar: n-o'lchovli fazoda xususiyati esa, bir (n - 1) - dimensional alt boricha ikki guruhga ajratib, qaysi guruhlarning birini topishi uchun bajariladi.

### Shartlari.

Siniflanish: a sinf qiymatiga bir xususiyatli vektor xaritalar.

Misol: olmani saralash. Yondashish: haqiqiy raqamiga xususiyatiga qarab vektor xaritalarni amalga oshiradi.

Misol: Berilgan xususiyati qadriyatlardan chiqib prognozlashtirish ulushi narxlarni tanlaydi.

### Approksimatsion metodlar.

Oliy o'lchovda muammolarni hal qilish uchun, bizga model-bepul taxminan qadriyatlari kerak, asab tarmoqlari k-NN imkoniyatlar muammolarni tahlili quyidai formula asosida topiladi.

$$f(x) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k f(x_i)$$

Bu erda, oddiy yodlash bilan o'rganish, shuning uchun, bu juda tez o'rganish hisoblanadi. A vektor x siniflanish hamjihatlikni juda qimmatli bo'ladi. N o'quv ma'lumotlar bilan, k -ga yaqin qo'shni topish uchun xizmat qiladi. Umumiy hisoblash vaqti (N + k) ga tengdir.

Eng yaqin qo'shni usullariga javob berish, yuqori qiymatga yaxshi mahalliy taxminiy qiymat kerak, lekin muammolarni hal qilish uchun tizimining tezligiga talabni eng yaqin qo'shni usullari mos emas, ma'lumotlar olingan bilim bayoni kerak bo'lsa, qaysi insonlar (ma'lumotlar ko'pchilik) tomonidan tushunarli bo'lishi kerak.

Ta'lim vositachisi, biz ta'lim agentini funktsiya sifatida rasmiy ravishda tasvirlay olamiz bu alohida vektorni alohida sinf qiymatiga yoki umuman haqiqiy songa tenglashtiradi. Bu funktsiya dasturlashtirilmagan,

balki u o'z-o'zidan paydo bo'ladi yoki o'zgaradi o'quv mashg'uloti davomida, o'quv ma'lumotlarining ta'siri 7.5-rasmda shunday agent mavjudligini ko'rsatadi. Olma ajratish misolida keltirilgan. O'qish jarayonida agent agentlik bilan ta'minlanadi, ma'lumotlar allaqachon mavjud. Keyinchalik agentni tashkil etadi xususan, vektordan funktsiyaning qiymatiga mos holda topiladi.

"Mashinani o'rganish" atamasi ta'rifiga yaqinlashishga harakat qilamiz. Tom Mitchell [Mit97] bu ta'rifni beradi:

Mashinani o'rganish avtomatik ravishda yaxshilanadigan kompyuter algoritmlarini tajriba orqali o'rganishdir. Bunga biz bu ta'rifga tayanib, unda quyidagicha ta'rif beramiz.

Ta'rif 7.1 Agar agent, uning ishlashini yaxshilasa, ta'lim agenti hisoblanadi (tegishli mezon bo'yicha o'lchanadigan) yangi noma'lum ma'lumotlarga vaqt bo'yicha (undan keyin) ko'plab ta'lim misollarini ko'rgan bo'ladi.

Ta'lim algoritmining umumlashtirish imkoniyatini sinab ko'rish muhimdir, noma'lum ma'lumotlar, test ma'lumotlari kabi ishlatiladi. Aks holda, ta'limni saqlab qolgan har bir tizim ma'lumotlar saqlangan ma'lumotlarni chaqirib, faqat optimal tarzda ishlashi mumkin.

Ta'lim agenti quyidagi shartlar bilan tavsiflanadi:

Vazifa: ta'lim algoritmining vazifasi xaritalashni o'rganishdir. Bu misol bo'lishi mumkin, olma o'lchami va rangi mahsulot malakasiga mos kelishi, lekin

shuningdek, bemorning 15 ta simptomidan qaram yoki yo'qligiga qaror qabul qilish uning appendikasini olib tashlashini ko'rsatadi.



7.6-rasm

## 7.4. Ma'lumotlar bilan ishlash

O'zgaruvchan razvedka (aniqroq, agentlar klassi): bu erda qaysi qarorga algoritmi o'rganish kerakligi ishlatiladi. Agar bu tanlangan bo'lsa, demak, bu sinf barcha o'rganiladigan vazifalarni aniqlanadi.

Ma'lumotlar tayyorlash (tajriba): o'quv ma'lumotlari (namunaviy) qaysi ma'lumotni o'z ichiga oladi o'rganish algoritmini olish va o'rganish kerak. Treningni tanlash bilan ma'lumotlarni o'rganish vazifasi uchun

vakolatli namuna ekanligiga ishonch hosil qilish kerak. Sinov ma'lumotlari: malakali agentning yaxshi umumlashtirilishi mumkinligini baholash uchun, o'quv ma'lumotidan yangi ma'lumotlarga qadar o'rganish muhimdir. Ishlash o'lchovi: olma sortirovka qurilmasi uchun to'g'ri tasniflangan raqam bu olmalardir. Bizga agentning sifatini tekshirish kerak. Ishlashni bilish odatda agentning funksiyasini bilishdan ko'ra ancha oson. Masalan, u 10.000 metrlik yuguruvchining ishlashini (vaqtini) o'lchash oson. Biroq, bu vaqtni o'lchaydigan hakam tezkor ishlashi mumkinligini anglatmaydi. Ushbu hakam faqat ishlashni qanday o'lchashni biladi, lekin "funksiyasi" ni emas uning o'lchovi bo'lgan agentdir.

Ma'lumot koni nima? Bilim olish uchun kompyuterdan vazifa ma'lumotlarni tayyorlash hisoblanadi. Ko'pincha ishlab chiquvchi yoki foydalanuvchi o'rganish mashinasini yaratishni istaydi, olingan ma'lumotni odamlar uchun ham o'qiydi. Ishlab chiquvchi bo'lsa, yana yaxshi hatto ma'lumotni o'zgartirishi mumkin. Sektadagi qaror daraxtlarini induksiya qilish jarayoni, shunga o'xshash muammolar elektron biznes va axborot boshqaruvidan kelib chiqadi. Klassik muammoni esa bu erda o'z ichiga oladi: mehmonlarning harakatlaridan uning veb-portaliga Internet-biznesning egasi bilan mijozga va uning uchun qiziqarli bo'lgan mahsulotlar sinfiga xos xususiyatlari mijozlar, keyin sotuvchi xaridorga xos reklama joylashtirishi mumkin. Bu www.amazon.com saytida, mijozning maslahati oldingi tashriflari bilan ko'rsatiladi. Juda ko'p reklama va marketing sohalarida, shuningdek, mijozlar bilan munosabatlarni boshqarishda (CRM), ma'lumotlar konida metodlari foydalanish uchun keladi. Har qancha katta miqdorda ma'lumotlarning mavjudligi, mijozning tahlil qilish uchun ushbu ma'lumotlardan foydalanishga urinishi mumkin mijozlarga xos reklamalarni ko'rsatish uchun afzalliklaridir. Rivojlanayotgan soha imtiyozli ta'limni bu maqsadga yo'naltiradi.

Ma'lumotlardan bilim olish jarayoni, shuningdek, uning vakili va dastur, ma'lumotlar omborida deb ataladi. Amaldagi usullar odatda olinadi statistika yoki kompyuterni o'rganishdan foydalanishi mumkin va juda katta hajmda ma'lumotlarning miqdori o'rtacha narxlarda qo'llanilishi kerak.

Ma'lumot olish, masalan, Internet yoki intranetda, matn ombori tobora muhim rol o'ynaydi. Odatda vazifalar topishni o'z ichiga oladi masalan, qidiruv tizimidagi o'xshash matn yoki matnlarning tasnifi elektron pochta uchun spam-filtrlarda qo'llaniladi. Biz keng tarqalamiz

matnni tasniflash uchun Bayes algoritmi ishlatiladi. Bu nisbatan qiyin. Ma'lumotlar koni - bu tizimli, statik va dinamik ma'lumotlarni ijtimoiy tarmoqlardan olishdir, transport tarmoqlari yoki Internet trafigi kabi grafik tuzilmalardan tashkil topadi.

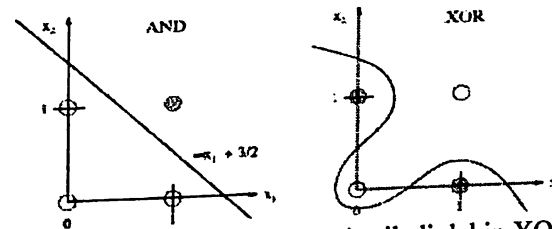
Mashinani o'rganish va ma'lumotlarni yig'ishning ikkita vazifasi rasman shakllanganligi sababli juda o'xshash, har ikki sohada ishlatiladigan asosiy usullar ko'pincha bir xil bo'ladi. Shuning uchun o'rganish algoritmlarining tavsifida hech qanday farq bo'lmaydi. Mashinani o'rganish va ma'lumotlar konstruksiyasi o'rtasida amalga oshirilgan. Ma'lumotni yig'ish texnikasining katta tijoriy ta'siri tufayli, juda murakkab optimallashtirish va kuchli ma'lumotlar konida tizimlari butun bir qator endi mavjud, bu esa o'z navbatida ilm olish uchun qulay vositalarning katta paletini taqdim etadi.

Perceptron, chiziqli tasnifi olma tasniflash tasnifidagi misolda qavisli ajratish chizig'i orasiga to'shadi. Ikkala sinf Ikki o'lchovli o'quv misollari to'g'ri chiziq bilan ajralib turishi mumkin, ta'lim ma'lumotlarining to'plamini lineer ajratish mumkin. Bu n-1 o'lchamining lineer subfedrasini ifodalaydi.

Rndagi har bir (n - 1) o'lchovli tenglama giperplana a bilan tasvirlangan bo'lishi mumkin;

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i = \theta$$

lineer ajralib chiqishni quyidagicha belgilash mantiqan to'g'ri keladi.



Boolean funksiyasi va lineer sifatida ajratiladi, lekin XOR (= rost, = false)

VA funksiyasi lineer ravishda ajratilishi mumkin, ammo XOR funksiya emas. Va, masalan, AND- $x_1 + 3/2$  satrlari haqiqiy va noto'g'ri ekanligini  $x_1 \wedge x_2$  formula bo'yicha sharhlar ajratadi. Buning aksiga XOR funksiyasi yo'q tekis chiziq bo'ladi. Shubhasiz, XOR funksiyasi murakkab tuzilishga ega bu borada VA funksiyasi esa soddadir.

Perceptron bilan biz alohida ajratish mumkin bo'lgan juda oddiy o'rganish algoritmini taqdim etamiz bunda lineer sifatida ajratiladigan silsilasini ko'rsatiladi.

Ikki sinf, ko'plab sinflar, taxminan eng yaqin qo'shni klassifikatsiya ikki toifadan ortiq sinflarga ham qo'llanilishi mumkin. Faqatgina ikkita sinfdagidek, klassifikatsiya qilinishi kerak bo'lgan vektorning klassi oddiy eng yaqin qo'shni sinf sifatida belgilangan. K eng yaqin qo'shni usul uchun eng yaqin k kategoriyasida eng ko'p a'zolari bo'lgan sinf sifatida aniqlanadi.

Agar sinflar soni katta bo'lsa, odatda tasniflardan foydalanish mantiqan qolmaydi algoritmlar kerak, chunki sinflar soni bilan kerakli ma'lumotlarning hajmi tezda o'sib boradi. Bundan tashqari, ba'zi hollarda muhim ma'lumotlar ko'plab sinflarni tasniflash vaqtida yo'qoladi. Bu tushunarli bo'ladi.

Quyidagi misol:

Misol 8.5 Braitenbergga o'xshash oddiy sensorli avtonom robot 2-sahifadagi -rasmda ko'rsatilgan transport vositalaridan uzoqlashishni yorug'lik asosida o'rganish kerak. Buning ma'nosi sensorli qadriyatlarini xaritada ko'rsatish uchun iloji boricha optimal tarzda o'rganish kerakligini anglatadi, haydash yo'nalishini boshqaruvchi rulda signaliga, Robot jihozlangan uning old tomonida ikkita oddiy yorug'lik sensori mavjud. Ikkala sensor signalidan (chap va sr uchun o'ng sensor uchun),  $x = sr / sl$  munosabati hisoblanadi.

Ikkala g'ildirakning elektr motorlarini ushbu qiymatdan harakat qilish uchun farqi  $v = O$  'ng va o'ng motorlarning Ur va Ul kuchlanishlarini Ur-Ul bilan tavsiflanadi.

Ta'lim agentining vazifasi yorug'likdan qochishdir. Shuning uchun "to'g'ri" qiymatini  $v = f(x)$  deb hisoblaydigan f haritalash o'rganish kerak. Buning uchun biz bir necha o'lchov qiymatlari uchun x, biz imkon qadar maqbul qiymat sifatida v ni topamiz. Ushbu qiymatlar ma'lumotlar nuqtalari sifatida tasvirlanadi, rasmda va ta'lim agenti uchun o'quv ma'lumoti sifatida xizmat qiladi. Yaqin vaqt ichida qo'shni tasniflash funktsional kosmosdagi har bir nuqta (ya'ni, x o'qi) tasniflanadi o'quv ma'lumotlarining eng yaqin qo'shnisi kabi, vazifasi motorlarni boshqarishi katta zarbalar bilan bir qadam funktsiyasidir. Agar biz nozik qadamlarni istasak, keyinchalik shunga mos ravishda qo'shimcha ma'lumot berishimiz kerak.

Boshqacha qilib aytganda, silliq siljishlar bo'lsa, biz doimo funksiya olishimiz mumkin, besh nuqtaga funktsiyasi mos keladi. Funktsiyani talab

qilish doimiy uzluksiz bo'lishiga qaramasdan, hech qanday qo'shimcha ma'lumotlar yo'q bo'lganda ham juda yaxshi natijalarga olib keladi.

Ma'lumotlarni nuqtalari bo'yicha funksiyalarning yaqinlashuvi uchun matematik juda ko'p polinom interpolatsiyasi, spline interpolatsiyasi yoki usul sifatida eng kichkina kvadratlar qo'llaniladi. Ushbu usullarni qo'llash yanada yuqori bosqichlarda muammoli bo'lib qoladi.

A.I.ning maxsus qiyinchiliklari modellashtirilmagan yondashuv usullari hisoblanishi kerak edi. Ya'ni ma'lumotlarning yaxshi taqsimlanishi bilimsiz amalga oshirilishi kerak, ma'lumotlar yoki ilovaning maxsus xususiyatlari haqida juda yaxshi natijalarga erishildi bu erda neyron tarmoqlari va boshqa noaniq funksiyali yondoshuvlar bilan erishiladi. Chunki eng yaqin qo'shnini o'rganish bosqichida hech narsa sodir bo'lmaydi, bu kabi algoritmlarni ham talabchan o'rganishni farqli o'laroq, unda o'quv jarayoni qimmat bo'lishi mumkin, ammo yangi misollarni qo'llash juda samarali bo'jishi mumkin. Perceptron va boshqa barcha neyron tarmoqlari, qaror daraxti o'rganish, Bayesiyadagi tarmoqlarni o'rganishi esa o'rganish uslublarini o'rganishdir. Bu yildan beri dangasa o'qitish usullari taxminan taxmin qilish uchun barcha ta'lim ma'lumotlarini xotiraga kirishga muhtoj, yangi yozuvlar, ularni xotira asosida o'rganish deb ham atashadi.

Ushbu ikkita o'quv jarayonini taqqoslash uchun biz misol sifatida foydalanamiz uchun yangi miqdordan hozirgi ko'chki xavfini aniqlash vazifasi Shveysariyaning muayyan hududida qor yog'ayotgani kuzatiladi. Mutaxassislar kiritilib, biz ushbu ma'lumotlardan foydalanishni istaymiz. Qo'llash paytida ma'lumotlarning chiziqli foydalanishini amalga oshiruvchi istagan o'rganish algoritmi rasmda yondashuvini amalga oshiruvchi istagan o'rganish algoritmi rasmda ko'rsatilgan chiziqni aniqlanadi. To'g'ri chiziqni cheklash tufayli, bu xato taxminan 1,5dan ortiq xavf darajasiga ega bo'lgan katta tarkibida o'rganish, hozirgi xavf darajasiga erishish uchun so'rovdan oldin hech narsa hisoblanmaydi. Keyin javob bir necha yaqin qo'shnilar, ya'ni mahalliy darajada hisoblab chiqiladi. Bu mumkin chiziqli segmentlardan ajratilgan rasmda ko'rsatilgan egri chiziqqa olib keladi juda kamroq xatolarni ko'rsatadi.

Lazy uslubning afzalligi - uning joylashuvidir, ushbu yondashuv mahalliy miqyosda emas, balki global miqyosda bo'ladi. Shunday qilib funktsiyalarning teng asoslari (masalan, lineer funktsiyalar) uchun, dangasa algoritmlar yaxshi o'rganishi kerak bo'ladi.

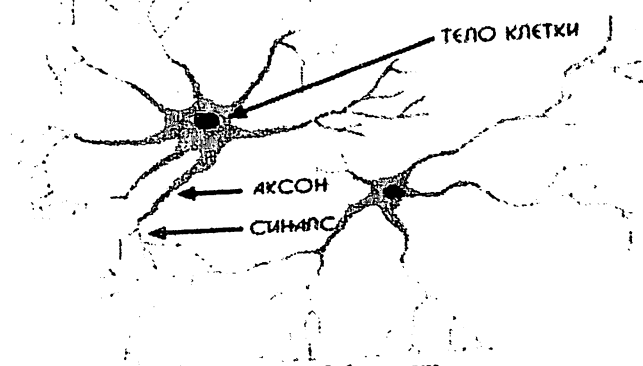
**Takrorlash uchun savollar:**

1. Bayes to'rlari tahlili.
2. Bayes tarmoqlari semantikasining mohiyati.
3. Shartli ehtimolliklar.
4. Mashinali o'qitishda ma'lumitlar o'rni.
5. Mashinali o'qitishda approksimation usullarni qo'llash.
6. Mashinali o'qitishda shartlar va usullar xilma -- xilligi.

### VIII Bob. Neyron to'rlari va tabiiy tilga ishlov berish

Odam miyasi juda murakkab tuzulishga ega. Uning qanday ishlashini o'rganish maqsadida juda ko'p ilmiy izlanishlar olib borilgan va borilmoqda. Ma'lumki inson miyasi katta hajmdagi axborotni tez qayta ishlay oladi. Bunga sabab millionlab miya nerv xujayralari - neyronlarning parallel ishlashidir [4,8].

Sun'iy neyronlarning g'oyaviy asosi ham biologik neyron xujayralari hisoblanadi. Bugungi kunda miyaning ishlashini o'rganish yo'lida fan erishgan yutuqlardan kelib chiqib biologik neyron quyidagicha ishlashini aytish mumkin. Nerv hujayrasi - neyron bo'lib, u ma'lumotlarni qayta ishlovchi eng kichik birlikdir. O'z o'rnida har bir neyronda ko'plab o'simtalar bo'ladi. Bu o'simtalarning bittasidan boshqa barchalari akson deb nomlanadi va aksonlar orqali neyronga tashqi signallar keladi. Bitta o'simta dendrid deb nomlanadi va u orqali neyron tashqariga signal beradi. Ko'plab neyronlar bir birlari bilan ma'lum arxitekturada bog'langan bo'ladi. Bir neyronning aksoni boshqa bir neyronning dendridiga bog'langan nuqtalari sinaps deyiladi.



8.1 – rasm.

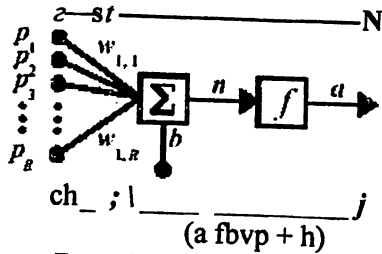
Shu tariqa millionlab neyronlar bir-birlari bilan bog'lanib ma'lum bir arxitekturadagi neyron to'rlarini tashkil qiladi. Bitta oldingi qatlamdagi neyron chiqish o'simtasi - dendrid orqali signalni keyingi qatlamdagi neyronlarga ularning aksonlari orqali beradi. Eng birinchi qatlamdagi neyronlar signallarni ma'lum organlarning retseptorlari orqali oladi. Masalan ko'z, burun, teri va xokazolar. Eng oxirgi qatlamdagi neyronlar esa signallarni ma'lum organlarning muskullariga uzatadi. Masalan qo'l, oyoq, yuz, tovush pardalari va xokazolar. Ana shu kabi miya tuzulishini o'rganishlardan kelib chiqib biologik

neyronlarning funksional analogi Sun'iyneyronlarni yaratishga Harakatlar qilinmoqda. Albatta, bugun erishilgan natijalar inson miyasiga nisbatan juda primitiv, lekin shilliqurt, chuvalchang miyasi darajasida deyish mumkin.

Sun'iyneuron tabiiy neyronning funksiyasini bajara oladigan matematik modelb, apparat yoki kompyuter dasturidir. Bunda signallarning qiymati (ya'ni amplitudasi)gina xisobga olinadi. Tabiiy neyronda esa nafaqat signalning qiymati, balki chastotasi xam xal qiluvchi axamiyatga ega bo'lishi mumkin. Ammo organizmlar miyasini bugungi o'rganilganlik darajasi juda past bo'lib, xozirgacha bu borada ilmiy natijalarga erishilmagan.

Neuron deyilganda Sun'iy neyron aniqrog'i, kompyuter dasturini nazarda tutiladi.

Oddiy neyronni ko'rib chiqaylik:



- Bu erda:  $p$  - kirish vektori (input vector);
- $R$  - kirish elementlari soni (number of input elements);
- $w$  - og'irliklar vektori (weight vector);
- $b$  - surilish (bias);
- $n$  - kirishning og'irliklarga ko'paytirilgan va surilgan qiymati ( $wpq$ );
- $f$  - transfer funktsiya (transfer function);
- $a$  - chiqish (output).

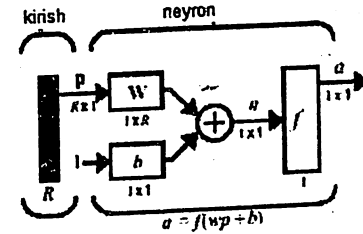
Neyronga kirish vektori  $p$  beriladi. Kirishlarning barchasi bir xil ta'sir kuchiga ega bo'lmaydi. Shuning uchun ma'lum kirishning ta'sir kuchini boshqarish maqsadida og'irlik  $w$  tushunchasi kiritilgan. Har bir kirish qiymati  $p$  og'irliklar vektori  $w$  ning mos elementiga ko'paytirilib natijalar jamlanadi (ya'ni  $wp+p_1w_{11}+p_2w_{12}+\dots+p_Rw_{1R}$ ).

Summaga surilish qiymati  $b$  qo'shiladi.  $b$  ham og'irlik  $w$  ga juda o'xshash, ammo uning «kirish» qiymati o'zgaras 1 (bir) konstantadir (ya'ni  $b$  kirish qiymati emas). Natijada transfer funktsiyaning kirish

qiymati  $n$  hosil bo'ladi (ya'ni  $n=wp+b$ ).

Bu qiymat transfer funktsiya (uzatish funktsiyasi)ga parametr sifatida berilib neyronning chiqishi a topiladi.

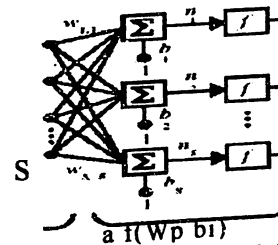
$W$  va  $b$  neyronning sozlanadigan parametrlaridir. Ana shu parametrlar o'zgartirilib neyron ma'lum bir funktsiyani bajaradigan holga keltiriladi. Shu jarayon neyronni o'rgatish deb yuritiladi. Neuron to'rlarning markaziy g'oyasi ham ana shunda: neyronlarning  $w$  va  $b$  qiymatlarini o'zgartirib, ya'ni o'rgatib ixtiyoriy vazifani bajaradigan holga keltirish mumkin. Neyronni sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:



Neyron kirish qiymatlarini og'irliklarga ko'paytmasini jamlabgina qolmasdan ma'lum bir funktsiya - transfer funktsiyada ham qayta ishlaydi. Transfer funktsiya sifatida chiziqli, zinali, logarifmik-sigmoida, tangensoida funktsiyalaridan foydalaniladi. Qanday funktsiyadan foydalanish aniq masalaga bog'liq.

Bitta neyronning funksional quvvati juda past, lekin uning afzalliklaridan biri - ko'plab neyronlar birlashtirilib, quvvati oshirilib ishlatilishi mumkin.

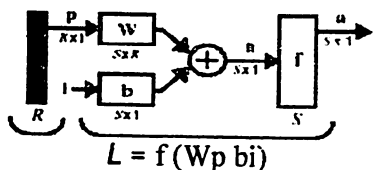
Quyida  $S$  dona neyrondan tashkil topgan 1 qatlam(layer)li neyron to'r keltirilgan: kirish neyronlar 1 qatlami



- $R$  - kirish elementlari soni;
- $S$  - birinchi qatlamdagi neyronlar soni;
- Og'irliklar vektori  $W$  matritsasining qatorlari neyronlarning indeksini, ustunlari esa kirish indekslarini ifodalaydi, ya'ni:
- $w_{11}$  - birinchi neyronning birinchi kirishga og'irligi;  $w_{1,2}$  - birinchi neyronning ikkinchi kirishga og'irligi;  $w_{21}$  - ikkinchi neyronning birinchi



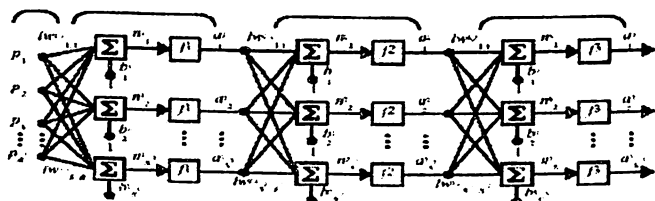
kirishga og'irligi;



Neyronlarning bunday tarzda qatlamga biriktirilishi kirish signallarini barcha neyronlarga uzatilishi, neyronlar har biri o'zi mustaqil ishlashi va har bir neyronning chiqishini alohida-alohida olish imkononi beradi. Bundan tashqari ko'plab sondagi neyronlarni bitta setga birlashtirganda qo'yilgan masalani echish uchun yaroqli arxitekturani hosil qilish mumkin bo'ladi.

Odatda uchraydigan masalalarni echish uchun bir emas ko'p qatlamli neyron to'rlar talab qilinadi. Ko'p qatlamli neyron to'rlarda birinchi qatlam kirish qatlami (input layer), oxirgi qatlam chiqish qatlami (xutput layer) va boshqa barcha ichki qatlamlar berkitilgan qatlamlar (hidden layers) deb nomlanadi.

Quyida ko'p qatlamli neyron to'rga misol tariqasida 3 qatlamli neyron to'r keltirilgan:



$$a_i = f_1(IW_{i,ip} + b_i)$$

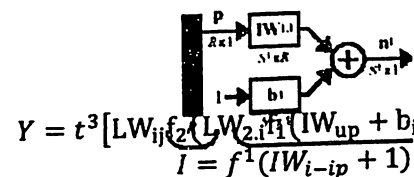
$$Y = P(LW_{ia,i} + b_2)$$

$$P(LW_{if^2}(LW_{nf^1}(IW_{i,ip} + b_1))) = b - ia$$

Birinchi qatlamdagi neyronlarning og'irlik matritsasi IW (Input Weights) sifatida belgilangan. Keyingi barcha qatlamlarda esa LW (Layer Weights) tarzida belgilangan.

Sxemadan ko'rish mumkin birinchi qatlamning chiqishi  $a^1$  ikkinchi qatlamga kirish sifatida berilmoqda va mos ravishda ikkinchi qatlamning chiqishi  $a$  uchinchi qatlamning kirishiga berilmoqda. Butun setning chiqishi - oxirgi qatlamning chiqishi  $a^3$  dir.

Bu sxemani soddalashtirilgan holda quyidagicha ifodalash mumkin:



$$Y = t^3[LW_{ij}f_2(LW_{2,i}f_1(IW_{up} + b_i) + b_2)br - y],$$

$$I = f^1(IW_{i-ip} + 1)1,$$

$$a_i = f_2(LW_{zi,a}I + b_g), \quad a_j = f(LW_{j,sl} + I).$$

Ko'p qatlamli neyron to'rlar o'ta kuchli funktsional quvvatga ega bo'lib, murakkab funktsiyalarni approksimatsiya(ifoda)lay olishi mumkin. Xususan birinchi qatlamli sigmoida va ikkinchi qatlamli chiqizli transfer funktsiya bo'lgan ikki qatlamli neyron to'r ixtiyoriy funktsiyani approksimatsiyalay oladi. Albatta, buning uchun approksimatsiyalanishi kerak bo'lgan funktsiyaning murakkabligiga qarab har ikkala qatlamdagi neyronlar soni etarli bo'lishi va ko'p, lekin chekli sondagi o'rgatish amalga oshirilishi kerak.

Neyron to'rlarda quyidagi transfer funktsiyalar ishlatiladi:

Zinali transfer funktsiya barcha transfer funktsiyalar ichida eng funktsional kuchsizi, ammo birinchi neyron to'r(perseptron)da aynan mana shu funktsiyadan foydalanilgan. Chiziqli transfer funktsiyaning boshqa transfer funktsiyalardan afzalligi - chiqish doirasi katta, ammo shu bilan birga eng katta kamchiligi ixtiyoriy ko'p qatlamli chiziqli neyron to'rni bir qatlamli chiziqli neyron to'r bilan almashtirish mumkin. Ya'ni faqat chiziqli transfer funktsiyalardan foydalanib neyronlarni ko'p qatlamlarga biriktirish ularning funktsional quvvatini oshirmaydi. Chiziqli transfer funktsiyaning aksini sigmoida transfer funktsiyasida ko'rishii mumkin. Sigmoida transfer funktsiyali neyronning chiqishi kirishiga mos ravishda 0 va 1 oralig'ida joylashadi. Shuning uchun ham bunday funktsiyalarni siquvchi funktsiyalar deb ham yuritiladi. Sigmoida transfer funktsiyali neyronlarni ko'p qatlamlarga biriktirish ularning funktsional quvvatini juda oshiradi.

### 8.1. Neyron to'rlarining tarixi

Neyron to'rlarning nazariy asoslari dastlab 1943 yilda U.Makkalox va uning shogirdi U.Pitts olib borgan tadqiqotlarga borib taqaladi. Neyron tushinchasi va og'irlik tushinchasi shu olimlarning ilmiy izlanishlaridan qolgan.

Makkalox modelining asosiy kamchiligi transfer funktsiya (o'tish funktsiyasi) sifatida faqatgina zinali funktsiyadan foydalanilgan. Bu ham

aslida Makkaloxning ilmiy qarashlaridan biri edi. Olim transfer funktsiya faqat ikki holatdagina bo'la olishi kerakligini, neyron ham kirish signallariga qarab ikki holatning birida - ishlagan yoki ishlagan holda o'z natijasini setning keyingi neyronlariga uzatishi lozimligini aytgan.

Ammo keyingi tadqiqotchilarning ilmiy izlanishlari natijasida shu narsa ma'lum bo'ldiki, transfer funktsiya sifatida faqatgina zinali funktsiya emas, balki boshqa funktsiyalardan, masalan chiziqli, logarifmik-sigmoida, tangens-sigmoida kabi funktsiyalardan foydalanish ham yaxshi natijalar beradi (qaysi transfer funktsiyadan foydalanish aniq holatlarga, muammolarga bog'liq).

Makkaloxning ishlarida ba'zi kamchiliklarga ham yo'l qo'yilgan bo'lishiga qaramasdan neyron to'rlarning nazariyasi negizi hali ham o'shandayligicha qolmoqda.

Neyron to'rlarning rivojlanishiga bo'lgan katta turtkilardan biri neyrofiziolog olim F.Rozenblat taklif qilgan modelb - perseptron bo'ldi. Perseptronning Makkalox modelidan farqi neyronlar orasidagi aloqalardagi og'irliklarning o'zgaruvchanligi edi. O'zgaruvchanlik imkoniyatining mavjudligi neyron to'rlarni turli muammolarni echishga «o'rgana oladigan» qildi.

Keyinchalik Xopfield, Verbos, Koxorien, Fukushima kabi olimlar neyron to'rlar ustida ilmiy izlanishlar olib bordilar va katta natijalarga erishdilar.

Neyron to'rlarni o'rganish natijasida ularning bir qancha xususiyatlari ma'lum bo'ldi. Neyron to'rlardan prognozlashda, jarayonlarni boshqarishda, immitatsiya qilish va tahlil qilishda foydalanish yuqori samara beradi. Neyron to'rlarni boshqa usullarni tadbiq qilish qiyin bo'lgan sharoitlarda - muammoni hal qilish algoritmi mavhum bo'lganda, ma'lumotlar noaniqligida, etishmasligida, juda katta yoki juda kichik hajmdaligida, qarama-qarshiliklar mavjud sharoitlarda tadbiq qilish oson va samarali.

Bunga asosiy sabab boshqa usullardagi kabi kerakli jarayonni qonuniyatlarini aniqlab, matematik tenglamalar tuzib, echish algoritmlari ishlab chiqishning zaruriyati yo'q. Neyron to'rlar arxitekturasi, transfer funktsiyalar va o'rgatish algoritmlari to'g'ri tanlansa neyron to'ri tayyor ma'lumotlarda o'rgatish natijasida, u foydalanishga tayyor bo'ladi.

Neyron to'rlarni o'rgatish deyilganda neyron to'ring o'zi o'z ichki parametrlarini hisoblab topib o'zgartirishi tushiniladi. Buning uchun tarmoqqa tanlangan kirish qiymatlari beriladi va hosil bo'lgan natijalarni

haqiqiy natijalar bilan solishtirib farqi(xatolik) topiladi. Shu farq neyron to'r uchun parametrlarini to'g'rilashiga asos va ma'lumot bo'ladi.

Neyron to'rlarini ishlab chiqarishning turli sohalariga tadbiq bugun neyron to'rlar o'ta chuqur o'rganilmagan bo'lishiga qaramasdan quyidagi sohalarga qo'llanilib ijobiy natijalarga erishilmoqda:

- biznes - neyron to'rlarning bu sohaga tadbiq 1984 yilda adaptiv kanal ekvalayzeri yaratilishi bilan boshlandi. Bu qurilma juda sodda bo'lib, bitta neyron tashkil topgan. U uzoq masofadagi telefon liniyalarida ovozni stabillashtirib sifatini oshirganligi sababli katta iqtisodiy muvafaqiyat qozongan;
- bank moliya - ko'chmas mulkni baholashda, kredit berishda risklarni xisoblab mijoz tanlashda, qarzlarni baxolashda, kreditlarning ishlatilishini analiz qilishda, savdo portfeli programmalarida, moliyaviy analiz qilishda, valyuta qiymatini prognozlashda;
- birja - valyuta va aktsiya kurslarini prognozlashda, bozorni prognozlashda, korxonalar kelajagini baholashda;
- ishlab chiqarish - jarayonlarni boshqarishda, mahsulotlar dizayni va analizida;
- meditsina - o'pka raki hujayralarini analiz qilishda, DNK analizida, protez loyilashda, transplantatsiya vaqtlarini optimizatsiyalashda, shifoxona xarajatlarini kamaytirishda va sifatini oshirishda, shoshilinch yordam xonalarini tekshirishda;
- robototexnika - traektoriya qurishda, harakatni boshqarishda, manipulyatorlarni boshqarishda, tasvir analizi va ko'rishda, shakllar va figuralarni tanishda, ovoz analizi va sintezida;
- transport - marshrutlarni optimal loyihalashda, vaqt jadvallarini rejalashtirishda, yuk mashinalari tormoz sistemalarining analizida;
- avtomobil - avtomatik boshqarish tizimlarida, avtomatik xarita tizimlarida, kafolat bilan bog'liq ishlar tekshiruvda;
- kosmos - yuqori samarali avtopilotlar yaratishda, uchish traektoriyasi immitatsiyasi tizimlarida, uchar jismlarni boshqarish tizimlarida, uchar jismlarining kamchilik va buzuqliklarini topish va bartaraf qilishda;
- mudofaa - tovush, radar, infraqizil signallarni tahlil qilishda, axborotlarni umumlashtirishda, avtomatik qurilmalarni boshqarishda;
- telekommunikatsiya - tasvir va ovozni zichlash, shifrlash va boshqacha qayta ishlash jarayonlarida, avtomatlashtirilgan

axboratlashtirishda, turli tillarga sinxron tarjima tizimlarida va hokazolarda.

Neyron to'rlarning afzalliklarini va mavjud kompyuter dastur paketlarining qulaylik va samaradorligini hisobga olib uni innovatsiya jarayonlarida qo'llash istiqbolli ekanligini xulosa qilish qiyin emas.

#### *Neyron to'rlarini kompyuter dasturi sifatida namoyon bo'lishi*

Neyron to'rlarni loyihalash va yaratish borasida ko'plab kompyuter dasturlari ishlab chiqarilgan. Ular orasida MathWorks firmasi tomonidan yaratilgan MatLab kompyuter dasturi paketi ustunliklari bilan alohida ajralib turadi. Chunki aynan shu dastur matematik yadroga va neyron to'rlar qism paketiga ega. Unda eng sodda neyron modelidan tortib, ixtiyoriy transfer funktsiyali ixtiyoriy arxitekturadagi murakkab neyron to'rlarni oson va tez yaratish mumkin.

Bundan tashqari paket tarkibiga teskari aloqali chiziqli boshqaruvchi, zavod kelajagini prognozlovchi va baxolovchi, funktsiyalarni approksimatsiyalovchi vositalar xam kiradi. Neyron to'rlarni o'rgatishning bir qancha algoritmlari ham paketda amalga oshirilgan.

MatLab dasturida neyron to'r modeli tuzilgach bu modelb ustida virtual laboratoriya sifatida foydalanib, jarayonni imitatsiya qilish mumkin.

MATLAB dasturi matritsaviy amallarni qo'llashga asoslangan. Bu tizimni nomi MATrix LABoratory matritsaviy laboratoriyada o'z aksini topgan. MATLAB - kengayuvchi tizim, uni har xil turdagi masalalarni echishga oson moslashtirish mumkin.

Simulink -dinamik tizimlarni modellashtirish, imitatsiya va tahlil qilish uchun interaktiv vositadir. U grafik blok-diagrammalarni qurish, dinamik tizimlarning ishlashini tekshirish va loyihalarni mukammalashtirish imkoniyatlarini beradi. Simulink yuzdan ortiq biriktirilgan bloklarga ega. Bloklar vazifalariga mos holda guruxlarga bo'lib chiqilgan. Bular: signallar manbalari, qabul qilgichlar, diskret, uzluksiz, chiziqli bo'lmagan, matematik funktsiyalar, signallar va tizimlar. Simulink MATLAB bilan to'la integrallashgan.

### **8.2. Tabiiy tilga ishlov berish**

Inson va kompyuter muloqoti bu ko'pgina tadkikotchilar ish olib borayotgan masaladir. Bu ishlardan yakuniy maqsad foydalanuvchi va kompyuter o'zaro tabiiy tilda suhbat ko'ra olishidir misol uchun rus tilida Yoki kompyuter ularga shu tilda javobbera olishi.

Tashki ko'ranishdan bu vazifa engil tuyulishi mumkin, buning sababi biz yoshligimizdan inson muloqotini eshitib kelganligimizda kompyuterlarning aqli ularni ishlab chiqqan insonlarning mahorati bilan o'lchanadi, shuning sababidan ular uzguzidan fikrlashga qodir bo'lmaganliklari uchun ularga o'ta aniq yullanmalarni berish orqali nimani qilish kerakligini tushuntirish mumkin. Inson tugilganidanoq tilni o'rganishga moyillik bilan tugiladi, lekin kompyuter inson tilini tushunishi uchun tilni avvalo asosiy elementlarga bulish va shu axborotlarni kompyuterga u tushunadigan tarzda kiritish zarur. Inson va kompyuter muloqoti tushunarli bulishi uchun tabiiy tilni kayta ishlash tizimini ishlab chikish zarur.

Keling, bu vazifa qanchalik mushkul ekanligini ko'ramiz. Tasavvur qiling Sun'iy tafakkurga ega bo'lgan robot avtoulavlarni tamir lay oladi.

Unga quyidagi ikki topshiriklarni berish mumkin.

1. Gildiragi teshilgan uy yonidagi avtoulavni tamirla.
2. Uy yonidagi qizil pardali avtoulavni tamirla.

Birinchi jumlani ikki xil izohlash mumkinligiga qaramay har bir inson uyning yonida tushirilgan gildirak bo'lmashligini tushunadi. Inson bu jumladagi noaniqlikni darhol sezadi va undan ham muhimrogi ongida bu notugri jumlani tugri laydi Chunki malumki teshilgan gildirak avtoulavda uy yonina emas. Robot suzlarni boglashdan va ularni ma'nosini tushunishdan ko'proq qila olishi kerak aks holda u teshilgan gildirakni qidirishiga tugri kelar edi. Ikkala jumla ham bir xil tuzilishga ega bo'lganligi uchun robot grammatikani va obektlarni ularning manosini takkoslay olishi kerak. Inson tilining qoidalari faqatgina inson uchun manogo ega, kompyuter uchun esa gap manosini anglash uchun maxsus qoidalar darkor.

Bizning robotimiz ega bulgan sunniy intellekt jumlar va ularning orasidagi boglikdikni tahlil qila olishi kerak. Misol uchun quyudagi ikki gapni olamiz.

1. Sarvar sut ichmoqda.
2. So'ngra u palto kiymoqda.

Ikkinchi gapdagi u suzi birinchi gapdagi Savarga taaluqli. Birinchi jumlasiz ikkinchi manosiz bular edi. Barcha tabiiy tillar kontekstual tillardir. Boshqacha qilib aytganda ikkinchi jumlaning tushinish uchun birinchi jumlaning bilish shart. Birgina jumla orqali izohlash mumkin bo'lgan tillar kontekstual mustakil deyiladi. Kompyuter insonni tushina olishi uchun tabiiy til tahlilatorini ishlab chikish zarur. Taxlilning asosiy funksiyalari quyidagicha:

1. Leksik tahlil (suzlar tahlili).
2. Sintaktik tahlil (grammatik qoidalar asosida suzlar tahlili).
3. Semantik tahlil.

### Leksik tahlil

Leksik tahlil jumla suzlarning tovush yoki to'xtash belgilari asosida bulish. Bundan tashkari jumlada uzoqni va qo'shimchalarni ajratib olish mumkin. Misol uchun qo'shimcha so'z qo'yidagicha bo'lish mumkin:

Qushimcha (so'z) qo'shish (uzoq) cha (qo'shimcha)

Suzlarni lugatdan olish mumkin lekin ularning umumiy manosini kompyuterga tushintirish qiyin masala.

### Sintaktik tahlil

Inson tilini kompbuter tushinishi uchun avvalam bor kompyuterni so'zlarni ajrata olishni o'rgatish kerak. Grammatika va sintaksis qoidalarini kompyuter tushunadigan shaklga keltirish kerak.

Odatda jumla (J) otlar gurixi (OG) va fellar gurihi (FG) dan tashkil topgan bo'ladi va ularni kuyidagi kurinishda buladi:

JOG, FG

Ot gurihi kuyidagicha bo'linishi mumkin: (atoqli ot, olmosh va x.k.z).

OG->AO.

Grafik tarzda jumlaning sintaksik ko'rinishi "daraxt" shaklida bo'lishi mumkin. Misol uchun: "qari o'tinchi daraxt chopmoqda" jumlasini ko'rsatilgandek tuzilishga ega. Jumla so'zlarga bo'linadi so'zlar esa siniflarga bo'linadi. Qari so'zi - aniklovchi (A), sifat orqali ifodalangan, o'tinchi- so'zi - ot (O), Chopmoqda - fe'l (F) va daraxt -ot (O).

### Semantik tahlil

So'zni tarkibiy qismlarga bo'lgandan so'ng kompyuter uning semantik tahlil qilmokda yani uning manosini tushinmoqchi. Sunniy aql tizimida jumlaning manosini anglash uchun qoidalar umumiyliigi ishlatiladi.

AO FO

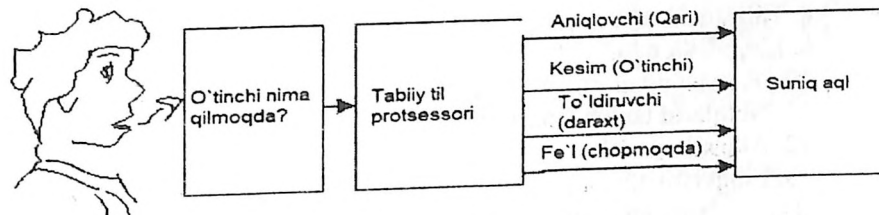
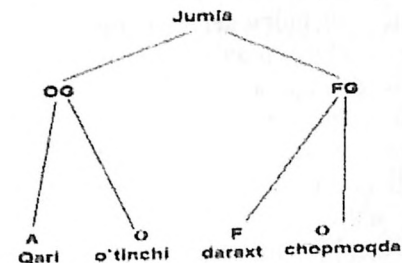
Qari o'tinchi daraxt chopmoqda.

Jumlaning izohlash uchun simantik tahlilchining bilimlar omborida qo'yidagi qoidalar mavjud bo'lishi lozim.

- 1- qoida: AGAR aniklovchi birinchi bulib kelsa va undan keyin ot kelsa u holda ot egadir.
- 2- qoida: AGAR egadan keyin fe'l kelsa u holda fe'l sifatdir va kesimdir.
- 3- qoida: AGAR egadan so'ng kesim kelsa va undan so'ng ot

u holda ot to'ldiruvchidir.

4- qoida: AGAR jumla qo'yidagicha ketma-ketlikda bulsa: ega fe'l, to'ldiruvchi u holda butin jumla egasi to'ldiruvchiga nisbatan kesimdir.



### Tabiiy til protsessori

#### Jumlaning sintaksik daraxti

Yuqorida aytilganni misolda tushintiramiz. Faraz qilaylik Sun'iy tizimi qo'yidagi masalani echishi kerak: qari o'tinchi nima qilayotganini va uning faoliyat ob'ektini aniqlash. Semantik tahlilchi birinchi qoidaga murojat qiladi, uning yordamida u "o'tinchi" so'zi ega ekanligini aniqlaydi. 2-qoida yordamida "Chopmoq" kesimligini. Harakat ob'ekti aniqlaydi. 3,4-qoidalar orqali "daraxt" so'zi ekanligi, qo'yidagi misol tabiiy til protsessori uning semantik, leksik va sintaktik qoidalar orqali jumlaning qanday qilib tushinishini ko'rsatadi. Insonga kompyuter bilan og'zaki muloqot uchun tabiiy til protsessori foydalanuvchi va sunniy aql tizimi orasidagi bog'lovchi zanjir bo'la oladi. Umuman olganda tabiiy tilni qayta ishlash foydalanuvchidan qiyin dasturlash tillarini o'rganishdan ozod etadi. Agar kompyuter va inson tabiiy tilda so'zlashishini vujudga keltira oladigan dastur ishlab chiqilsa bu haqiqiy Sun'iy kompyuter bo'ladi.

### 8.3. Tabiiy tilni tushunish tizimi

Tabiiy tilni tushunish tizimlarining vujudga kelish sabablari.

Muloqotda tushunish.

Tabiiy tilni qayta ishlash tizimlariga doir misollar.

Nutqqa ovoz berish usullari.

Nutqni sintez qilishning keng tarqalgan tizimlari.

Axborotlarni nutqiy chiqarish.

Matn bo'yicha nutqni avtomatik kompyuterli sintez qilish.

1. Nutqni sintez qilish usullari;
2. Sintezatorning umumlashgan funksional tuzilishi.
3. Lingvistik qayta ishlash moduli.
4. Linvistik tahlil.
5. Prosodik haraktistikalarning hosil qilish;
6. Ruscha nutqlar sintezatori;
7. Sintez qoidalarini yozishning formal tili;
8. Talaffuzni ta'minlash;
9. Lingvistik tahlil;
10. Ruscha nutqlarni sintez qilish vositalari;
11. Nutqlarni tanish tizimlari.
12. Akustik model;
13. Lingvistik model;
14. Nutqlarni tanish tizimlarini sinflashtirish.

Mashina bilan muomala qilish jarayoni ko'p vaqtgacha mutaxassislar uchun qiyin masala bo'lgandi va oddiy kishilarning tushunishi umuman mumkin bo'lmagandi. Xuddi shu «oddiy kishilar», umuman aytganda ular kompyuter talabgorlaridir. Texnologlar EHMni o'z ko'zlari bilan ko'rishmagan, mashina bilan esa yordamchi dasturchi orqali muomala qilishgan. Hisoblash texnikasining 1-bosqicharida kompyuter interfeysida kerakli element sifatida albatta mutaxassis kishini qo'shgan (bizning mamlakatimizda esa bunday holat 90-yillarning boshlariga qadar saqlanib kelgan; Aynan shuning uchun bizda haligacha turli korxonalarda klaviaturaning bir qancha klavishalarini farq qila oluvchilarni ham dasturlovchi deb atash an'anasi mavjud). Bu albatta, ko'pgina foydalanuvchilarni qanoatlantirmagan. Qani endi, boshni turli xil texnik ma'lumotlar bilan tyaldirmasdan, to'g'ridan - to'g'ri muloqot qila olsa edi.

**Tabiiy tilni tushunish tizimlarining vujudga kelish sabablari**

Kam kishilar birinchi hisoblash mashinalari bilan muloqot qilishni bilganlar. Bu quyidagicha ro'y bergandi: operator uchlarida raz'yomli

simlarni qo'llab, o'zaro triggerlarni (ulash shulardan tashkil topgandi) Suhnday ulardiki, natijada mashinani qo'shganda kerakli buyruklar ketma-ketligi bajarilardi. Tashqaridan asr boshidagi telefon ATS manipulyatsiyasini eslatardi, aslida esa bu juda kalakali ish edi. Aytish mumkinki, o'tadigan dasturlash mashina buyruqlarida emas, balki apparatli darajasida hosil bo'ladi. Keyin masala osonlashtiriladi: Kerakli buyruqlar ketma - ketligi to'g'ridan - to'g'ri mashina xotirasiga yozishni boshlashdi. Axborotni kiritish uchun yana boshqa qurilmalar qo'llanila boshlandi. Boshlanishda bu tumblerlar guruxi edi, bunda operator (YOKI Dasturchi bular yasha davrda bir xil tushuncha edi). Tumblerlar guruxini o'zgartirib (yashirib YOKI kerakli buyruqlarni terishi va mashina xotirasiga uni kiritishi mumkin. Keyin perfokartalar paydo bo'ldi. Undan keyin - perfolenta). Mashina bilan muloqot qilish tezligi oshdi, kiritishda paydo bo'luvchi xatolar tezda kamaydi. Lekin bu muloqotning mazmuni, ya'ni uning harakterini o'zgartirmadi.

To'g'ridan - to'g'ri birinchi muloqot kichik deb nomlangan mashinalarda imkoniyat paydo bo'lgan. Muloqotli interfeys bilan tanishuv unutilmas taassurotlar qoldirdi. Bu paytda klaviaturada mashinaga adreslangan buyruqlarni terish va undan javob olish g'aroyib hodisa hisoblanardi.

Ixtiyoriy foydalanuvchi kompyuterda texnik qiyinchiliklarsiz va operatsion tizimning bir necha o'nta buyruqlarini yodlab olib, yordamchilarsiz kompyuter bilan muloqot qilishi mumkin. SHunda birinchi marta "yuzer" tushunchasi paydo bo'ldi va muloqotli rejimning paydo bo'lishi tarixda ko'pgina kompyuter kompaniyalarning cho'qqiga chiqishi va gullab yashnashiga sabab bo'aldi. Masalan: DEC kabi. Keyin esa grafikli interfeys paydo bo'ldi. Umuman qandaydir buyruqlarni bilish majburiyati qolmadi, va "yuzer" o'zining temir do'sti bilan intuitiv tushunarli tilida muloqot qilishni boshladi. Yaponiyada esa ovozli interfes belgilari o'zini ko'rsata boshladi.

#### Muloqotda tushunish

Qanday bo'lmasin, hammani qiziqtiradigan interfeysni qo'llash davom etdi. Bu yo'nalishda nutqiy interfeys vujudga kela boshladi. Umuman olganda insoniyat hamma vaqt kompyuter bilan muloqotda bo'lishga intilar edi. Hali perfokartalar yaratilgan davrda ilmiy - fantastik romanlarda inson kompyuter bilan o'z tengi kabi gaplashar edi. O'sha davrda, ya'ni perfokartalar yaratilgan davrda YOKI undan ham oldinrok davrda, nutqiy interfeys yaratish uchun birinchi qadamlar qo'yilgan edi. Bu yo'nalish bo'yicha ishlar olib borilganda hali grafikli interfeys haqida

hech kim tasavvur qilmas edi. Juda ham qisqa vaqt mobaynida nazariy bazis ishlab chiqildi, va amaliy masalalarni yechish faqat kompyuter texnikasini ishlab chiqishga bog'liq bo'lib qoldi. Izlanuvchilar bir necha o'n yil oldinga qarab ketishganligi, bir qancha mutaxassislarni yaqin kelajakda nutqiy interfeysni ro'yobga chiqarish munosabatiga salbiy munosabatda bo'lmoqda. Boshqalar esa masala amaliy yechilgan deb hisoblanadi. Umuman, hammasi bu masalaning yechimi nima ekanligiga bog'liq. Nutqiy interfeysni qurish 3 ta masalani hal qilishdan iborat.

**Birinchi masala** shundan iboratki, inson kompyuterga gapirganda u tushunishi, ya'ni inson nutqidan foydali axborotni ajrata bilish kerak. Hozircha bu masala nutqdan ma'noli qism, matn (bunday tashkil etuvchilarni tushunish, masalan: intonatsiya hozircha umuman qaralmaydi) ajratib olinadi, ya'ni bu masala klaviaturani mikrofonga almashtirishga keltiriladi.

**Ikkinchi masala** - aytilgan fikrni kompyuter qabul qilishdan iborat bo'ladi. Nutqiy axborot kompyuter tushunuvchi buyruqlarning standart naboridan iborat bo'lar ekan, bunda uni amalga oshirish qiyinchilik tug'dirmaydi. Lekin bunday yaqinlashish xuddi shu buyruqlarni klaviaturadan YOKI sichqoncha yordamida kiritishdan osonroq bo'lmasa kerak. Balkim, sichqoncha bilan ilova - tugmachani bosish, atrofda qilarga halaqit bermasdan aniq qilib: «Start! Asosiy menyu! Vord!» deb aytishga qaraganda osonroqdir. Kompyuter insonning haqiqiy nutqini aniq anglashi va tushunishi, masalan, «Etadi!» va «Ishni to'htat!» so'zlari bir va undan ziyodda turli tushunchalarni anglatadi, boshqasida bir xil tushunchani anglatadi.

**Uchinchi masala** - shundan iboratki, kompyuter axborotni o'zi qo'llaydigan inson tushunadigan nutqiy tushunchaga almashtira olishi kerak. Hozircha yakuniy natija faqat uchinchi masala uchun mavjud. Mazmuni quyidagicha: nutq sintezi - bu aniq matematik masala, hozirda u eng yaxshi darajada yechilgan, va yaqin kelajakda uning texnik amalga oshirilishi yaxshilanadi. Allaqachon matnli faylni muloqotli oynada ovoz chiqarib o'qish, menyu punktlarida ovoz beruvchi turli turdagi dasturlar mavjud.

**Ikkinchi masalaga kelsak**, bu masala mutaxassislar fikricha, Sun'iy intellekt tizimi yordamisiz yechilmaydi. Kvant kompyuterlari deb nomlanuvchi kompyuterlar yaratilishiga katta umid bor. Agar bunaqa qurilmalar yaratilgan taqdirda ham, bu hisoblash texnologiyalarida sifatiy to'ntarilish yuz berishini anglatadi. SHuning uchun nutqiy interfeys faqatgina ovozi buyruqlarni takrorlashdan iborat va ular klaviatura YOKI

sichqoncha yordamida kiritilishlari mumkin. Bu yerda esa uning imkoniyatlari shubhalidir. Lekin ko'pchilikni o'ziga jalb qiluvchi bir soha mavjud. Bu kompyuterga matnlarni nutqiy kiritish. Haqiqatdan ham, klaviatura orqali kiritilgandan ko'ra kompyuterga hamma narsani aytib turish qulayrokdir, u eshitganlarini matn fayliga yozish kerak. Bu yerda kompyuter eshitganlarini anglashi talab qilinmaydi, nutqni matnga almashtirish masalasi esa ozmi yoki ko'pmi yechilgan. Hozirda ishlab chiqariluvchi ko'pgina «nutqiy interfeys» li dasturlar ovoz kiritishga mo'ljallangan.

Nutqiy interfeys bir tomondan yangi emas, boshqa tomondan esa bu texnologiyaning faol rivojlanishi va uni qo'llash endi boshlanmoqda (nechanchi bor boshlanmokda). Bir tomondan nutqiy interfeysda ma'lum siljishlar amalga oshirildi, boshqa tomondan esa - yarim asr davomidagi qat'iy harakatlar qilingan bo'lsa ham nutqiy kiritish masalasi bosh mutaxassislar oldiga qo'ygan kontseptual savollar o'z yechimini topgani yo'q.

Fazodagi harakatlar bilan bog'liq buyruqlar berish uchun inson doimo tushuntirish harakatlaridan, ya'ni «qo'l-ko'z» tizimidan foydalanadi va kelajakda ham foydalanadi. Bu printsip asosida zamonaviy grafikli interfeys qurilgan.

Nutqni tanish texnologiyasining rivojlanishini ob'ektiv baholash uchun 1976-yildagi loyihalar tizimining karakteristikalarini va bugungi kunda bozorga chiqarilayotgan tizimlarni solishtirish kerak. Ikki savol tug'iladi. Nima uchun 20-yil oldingi ishlanmalarga mos qo'llanma yo'q va nima uchun Suhnday cho'zilgan davr mobaynida konkret tizim karakteristikasida ko'zga ko'ringan sifatiy o'zgarish yuz bermaydi? Birinchi savolga javob yuqorida ham aytib o'tilgan edi: asosiy muammo qo'llash sohasida. Shuni qo'shish mumkinki, marketing maqsadli qat'iy fikrga qarshi. Hisoblash resurslariga berilgan texnologiyaning yuqori talablari uning keng tarqalishiga muhim qarshilik emas. Grafik tizim yaratuvchilarida bir xil muammolarning paydo bo'lishi grafik apparatli tezlatgichlarni yaratilishiga va keng qo'llanishiga olib keldi, oynali interfeysdan voz kechilishiga olib kelmadi. SHu bilan birga ishlab chiqarilgan nutq adapterlari grafik adapterlardan oshib tushmaydi. Agar texnologiya amaliyda qo'llanilmas ekan, u o'zini boqa olmaydi va o'sa olmaydi. 1969-yilda Bell Laboratories firmasi xodimi Dj. Piesning Amerikani Akustik jamiyati jurnaliga yozgan mashxur xatida yaqin kelajakda nutqni tanish texnologiyasida biror bir yengillik (progress) yuz berishi mumkin emasligi haqida yozgandi, chunki bu yaqin kelajakda

kompyuterlarni aytib o'tilganlarni o'zida mujassamlashtirgan axborotni sintaktik, semantik va progmatik(ma'noviy) taxlil qila olmasligi bilan bog'liq. Mavjud tyasiq faqatgina Sun'iy intellekt tizimining rivojlanishi bilan xal etilishi mumkin. 1970-yillarda yana bir qiyinchilikka uchrangani va hozirgi vaqtda to'liq amaliy bog'lanishga to'qnashgani bilan bog'liq. Kelajakda nutqni kiritish qurilmalarning xususiyatlarini yaxshilanishiga ishonish qiyin. Sababi allaqachon 1970 - yillarda nutqni, ovozni tanib olish insonlardan ilgari ketgan edi. Berilgan vaqt bir qancha tajribalar seriyalari inson va kompyuterning xorijiy tilda aytilgan so'zlar va tushunarsiz tovushlar zanjirlarini tanishini taqqoslab, tasdiqlangan edi. Inson progmatik (ma'noviy), semantik va boshqa taxlil qiluvchilarni qo'shish imkoniyati bo'lmasa, u yutqazishi muqarrar. Yuqorida ko'rsatilganlarning muxokamasi uchun bir qancha mulohazalarni ko'rib o'tamiz va matnni nutqiy kiritish tizimini qo'llashning asosiy muammolari, ayniqsa, oxirgi vaqtda faol oldinga yunaltirilmogda. Nutqiy interfeys inson uchun haqiqiydir va matnning naborida qo'shimcha qulayliklar yaratadi. Lekin professional diktorni ham bir necha soat davomida kam tushunuvchi va gung kompyuterga aytib turish unchalik xursand qilmasa kerak. Bundan tashqari, Suhnday o'xshash tizimlarni eksplutatsiya qila oladigan orperatorlarda ovoz tugunlarining og'rishi ehtimoli yuqoriligi qayd qilinadi, bu esa kompyuterga monotonli nutqda diktoevka qilish bilan bog'liq.

Matnni nutqiy kiritishning qulayliklariga odatda oldindan o'rgatish zarurati yo'qligi kiradi. Biroq, nutqni tanish zamonaviy tizimlari eng zaif tomonlaridan biri - bu nutqning aniqligini sezuvchanligi - bunday qulaylikni yo'qolishiga olib keladi. Klaviaturada chop etishni operator o'rtacha 1-2 oyda o'rganadi. To'g'ri talaffus ko'nikmasini hosil qilish uchun esa bir necha yil ketishi mumkin. Bundan tashqari qo'shimcha hayajonlanish yuqoriroq aniqlanishga erishish uchun yangli va ong osti kuchlanishlar natijasi operatorning nutq aparatining normal ish rejasini saqlanishiga yo'l qo'ymaydi va kasbiy kasallik kelib chiqish tahdidi bor. Nutqiy kiritish tizimlari yaratuvchilari tomonidan atayin tilga olinmaydigan nohush cheklanishlardan yana biri bor.

Kompyuter bilan nutqiy interfeys orqali ishlovchi operator alohida ovoz o'tmaydigan xonada ishlashi kerak YOKI ovoz o'tkazmaydigan gilamdan foydalanishi kerak. Aks holda u, shu offisda ishlaydigan hamkasabalari faoliyatiga xalaqit beradi. Suhnday qilib, nutqiy interfeys jamoa mehnatiga mo'ljallangan korxonalarining zamonaviy tashkiliy tuzilmasiga zid chiqadi. Ish jarayonining masofaviy shakllarining

rivojlanishi bilan ahvol yengillashadi. Biroq hali ancha muddat inson uchun foydalanuvchi interfeysining eng tabiiy va potentsial ommaviy shakli tor doirada qo'llanishga mahkum etilgan.

### Tabiiy tilni qayta ishlash tizimlariga doir misollar

Bugungi kunda nutqni tanishni tijoratda qo'llanish loyihalaridan eng muvoffaqqiyatli AT& firmasining telefon tarmog'idir. Mijoz ixtiyoriy so'zlardan foydalanib, xizmatning 5 toifasidan birini so'rashi mumkin. U iboralarida 5 ta kalit so'zlardan biri uchraganча gapiradi. Hozirgi kunda ushbu tizim bir yilda milliardga yaqin qo'ng'iroqlarni qabul qiladi. Bunday xulosa turib qolgan hamda keng tarqalgan stereotiplar va kutilishlar bilan qarama - qarshi tomonda. Shunga qaramay, kompyuter o'yinlari sohasi, invalidlar uchun maxsus dasturlar, telefon va axborot tizimlari nutqni tanish tizimlarini qo'llash uchun kelajakdagi yo'nalishlardan hisoblanadi. Shu bilan birga bu ilovalar dastlabki o'zgartirishlarga qo'yilgan qattiq cheklanishlar bilan birga tinish lug'atining kengayishi juda past talablarni ko'rsatadi. Hattoki nomi ideal pragmatizm ma'nosini anglatuvchi Bill Geyts ham yig'ilgan tarixiy stereotiplardan holi bo'lmadi. 95-96 yillardan boshlab, u nutqni tanishning xususiy universal tizimini ishlab chiqarishni boshladi va nutqiy interfeysni qo'llashning mahalliy erasi boshlanganligini e'lon qildi. Nutq xom ashyosi toza offis operatsion tizimini kiritishni rejalashtirishmogda. Lekin Microsoft boshqaruvchisi bir iborani takrorlashda charchamayapti: "Yaqinda klaviatura va sichqoncha" ni esdan chiqarish mumkin bo'ladi. U Windows NT qutisi bilan birga harbiy uchuvchilar va "Formula 1" pilotlari qo'llovchi akustik shlemlar qo'shib sotishni rejalashtirayotgan bo'lsa ajab emas. Bundan tashqari, nahot Micrisoft yaqinda Word, Excel va boshqa dasturlarni ishlab chiqarishni to'xtatsa?

Ovoz bilan qo'l yordamisiz ekrandagi grafik ob'ektlarni boshqarish qiyin ishdir.

Nutqiy interfeys haqida gapirganda, faqat nutqni tanishda to'xtalib, uning nutqiy sintezi haqida esidan chiqarib qo'yishadi. Bu yo'nalishda eng asosiy masalalardan biri hodisalarga mo'ljallangan tizimlarning, ya'ni komp'yuterga mo'ljallangan muloqit tizimining rivojlanishidir. Hali yaqin o'tmishda (30 yillar muqaddam) tanish tizimostilari va nutq tizimlari nutqiy interfeysning yagona kompleks qismi bo'lib hisoblanardi. Biroq sintezga qiziqish tez yo'qoldi. Birinchidan, ishlab chiqaruvchilar tanish tizimlarini yaratishdagi kabi qiyinchiliklarga uchramadilar. Ikkinchi dan, nutq sintezi tanishdan farqli ravishda kompyuterdan axborot

chiqarishning boshqa vositalaridan unchalik farq qilmaydi. Amaliy jihatdan uning qimmatligi nutqni kiritishni ko'paytirishdadir. Inson uchun monolog emas, muloqot tabiiy va ko'nikarliroq hisoblanadi.

Nutqiy interfeysning kelajagi zamonaviy ishlab chiqaruvchilarning nafaqat nutqni kiritishning texnologik asosini yarata olishiga, texnologik topilmalarni yagona mantiqan tugallangan "inson - kompyuter" tizimini garmonik birlashtirishiga ham bog'liq.

#### 8.4. Nutqqa ovoz berish usullari

Endi keng tarqalgan ovoz berish usullari haqida gapirib o'tsak, ya'ni yaratilgan ovoz signali parametrlarini boshqaradigan axborotni qabul qilish usullari va o'sha ovoz signalini yaratish usullari haqida gap yuritsak. Nutqqa ovoz berishda qo'llaniladigan strategiyaning keng bo'linishi - bu birinchi yondashish artikulyar sintez nomi ostida ma'lum. Ikkinchi yondashish bugungi kunda eng sodda hisoblanadi. Shuning uchun u yaxshiroq o'rganilgan va amaliyotda qo'llanilgan. Uning ichida 2 ta asosiy yo'nalish - qoidalar bo'yicha formantli sintez va kompilyativ sintez ko'zga tashlanadi.

**Formantli sintezatorlar** hayajonlantiruvchi signallarni qo'llashadi, ular ovoz trakti rezonanslariga o'xshashi bir qancha rezonanslarga qo'shilgan raqamli filtr orqali o'tadi. Hayajonlantiruvchi signallarga bo'linish va ovoz traktini uzatuvchi funktsiyalar nutq hosil bo'lishining klassik akustik teoriyasining asosini tashkil qiladi.

**Kompilyativ sintez** mavjud inventardan kerakli kompilyatsiya birliklarini yelimplash yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu printsip asosida ko'pgina tizimlar qurilgan, ular turli tipdagi birliklar va inventar hosil qilishning turli usullarini qo'llashadi. Bunday tizimlarda albatta signalni qayta ishlashni qo'llash kerak, bu asosiy tonning chastotasini, energiya va davomiylik birliklarini sintezlanayotgan nutq xususiyatlariga moslashtirilishi lozim.

Bundan tashqari signalni qayta ishlash algoritmi segment chegaralaridagi formatli strukturada bo'linishlarni tekislashi talab qilinadi. Kompilyativ sintez tizimlarida signalni qayta ishlashning ikki tur algoritmi qo'llaniladi: LP(inglizcha Linear Preduction (chiziqli bashorat)) va PSOLA(inglizcha Pitch Synchronous Overlap and Add). LP - sintez asosan nutq shakllanishining akustik nazariyasiga asoslangan. PSOLA sintezi kompilyatsiya birligini tashkil etadigan ovoz to'lqinlarini vaqtincha oynalarda oddiy bo'lishga va ularni almashtirishga asoslanib ishlaydi. PSOLA algoritmlari boshlang'ch tovush to'lqinlarini

modifikatsiya qilishda tabiiy tovushni yaxshi saqlanishiga erishishga imkon beradi.

#### Nutqni sintez qilishning keng tarqalgan tizimlari

Hozirgi paytda nutqni sintez qilishning keng tarqalgan tizimlari ovoz platalari majmuasiga kiradigan tizimlar hisoblanadi. Agar sizning kompyuteringiz bu tizimlarning birortasi bilan ta'minlangan bo'lsa, u xolda unda nutqni sintez qilish tizimi o'rnatilgan. Bu tizimlar ingliz tilining amerikancha variantidagi nutqlarni sintez qilishga mo'ljallangan. Ko'pgina mukammal Sound Blaster ovoz platalarida Creative Text-Assist tizimlari mavjud, boshqa ishlab chiqaruvchilarning ovoz platalarida ko'pincha First Byte firmasining Monologue programmasi mavjud.

**Text Assist** formatli sintezatorning qoidalar bo'yicha ifodalanishini o'zida aks ettiradi va Digital Equipment korporatsiyasida mashhur amerikalik fonetist Dennis Klan ishtirokida ishlab chiqarilgan DECTalk tizimiga asoslanadi. DECTalk hozirgacha ingliz tilining amerikancha variantidagi nutqni sintez qilish uchun sifat standarti bo'lib hisoblanadi. Creative Technologies kompaniyasi foydalanuvchilarga o'zlarining dasturlarida Text Assist ni maxsus Text Assist Api daturi yordamida ishlatishni taklif etadi. Bu dastur Windows ga mo'ljallangan. Assotiative Computing inc firmasi tomonidan e'lon qilingan Text Assist ning yangi versiyasi ko'p tilli sintez qilish tizimi hisoblanadi. Bu tizim ingliz, nemis, ispan va frantsuz tillaridagi nutqlarni sintez qilishga mo'ljallangan. Bu avvalo mos lingvistik modullarni qo'llash orqali amalga oshiriladi. Bu modullar Lernout&Hauspie Speech Products firmasi tomonidan ishlab chiqariladi. Yangi versiyasida ichki lug'at va maxsus qurilma TextReader mavjud.

**Monologue** programmasi MS Windowsning almashinuv buferida joylashgan matnni o'qish uchun Pro Voice tizimidan foydalaniladi. Pro Voice kompilyativ sintezator bo'lib nutqni siqish va saqlashning optimal tanlovini qo'llaydi. U ingliz tilining amerika va britaniya variantlari, nemis, frantsuz, ispan va italyan tillari uchun mo'ljallangan. Bundan tashqari bu firma kuchli kompyuterlarga mo'ljallangan artikulyar sintez tizimi Primo Vox ni taklif etadi.

#### Axborotlarni nutqiy chiqarish

Kompyuterdan ma'lumotlarni nutqiy chiqarish muammosi, uni nutqiy kiritish kabi muxim muammolardan sanaladi. Bu nutqiy interfeysning ikkinchi qismi hisoblanib, kompyuter bilan bo'ladigan muloqat bu qisimsiz amalga oshmaydi. Bu yerda oldindan yozib olingan ovozi faylni qo'yish emas, balki matnli ma'lumotni ovoz chiqarib o'qish



nazarda tutiladi, ya'ni oldindan ma'lum bo'lmagan axborotni nutqiy shaklda berish tushiniladi. Bu xolda matn bo'yicha nutqni sintezi yordamida kompyuterdan insonga axborotlarni uzatishning yana bir yo'li ochiladi. Bu esa monitor yordamida axborotlarni uzatishning analogi xisoblanadi. Albatta, rasmni ovoz yordamida uzatish qiyinroqdir. Lekin ayniqsa, siz boshqa biror ish bilan band bo'lganingizda, elektron shaklda YOKI ma'lumotlar bazasida izlash natijasini eshitish qulayliroqdir.

Foydalanuvchi nuqtai - nazariga ko'ra, nutqni sintez qilish muammosining yanada yaxshiroq yechimi, bu - nutqiy funktsiyalarni operatsion tizim tarkibiga qo'shishdir. Biz PRINT buyrug'ini qanday qo'llasak, TALK YOKI SPEAK buyruqlarni xuddi Suhnday qo'llaymiz. Bunday buyruqlar umumfoydalanuvchi kompyuter ilovalari menyusi va dasturlash tillarida paydo bo'ladi. Kompyuter menyular xaqida ovoz beradi, ekrandagi yangiliklar, fayllar, kataloglarni va h.k. larni ovozli o'qiydi. Bunda foydalanuvchi kompyuter ovozini sozlash bo'yicha kerakli imkoniyatga ega bo'lishi, shu bilan birga hohishiga ko'ra ovozi umuman o'chirib qo'yishni bilishi kerak.

Yuqorida aytib o'tilgan funktsiyalar hozir ham kœz bilan ko'rish qobiliyatida muammoga ega bo'lgan kishilar uchun ortiqcha hisoblanmaydi. Qolgan boshqa kishilar uchun esa kompyuterdan foydalanishda yangi qulayliklar yaratadi, asab tizimiga hamda ko'rish qobiliyatiga ortiqcha yuklamalarni pasaytiradi. Bizning fikrimizcha, xozir eng muximi komp'yuterda nutq sintezatorlarining kerakligi YOKI kerakmasligida emas, balki ularning qachon har bir kompyuterga o'rnatilishidadir.

### 8.5. Matn bo'yicha nutqni avtomatik kompyuterli sintez qilish

**1. Nutqni sintez qilish usullari.** Endi yaqin kelajakda nutqni sintez qilish texnologiyasiga murojaat qilaylik. Biror bir minimal fikrlangan matni qarab chiqaylik. Matn bœshliqlar va tinish belgilar bilan ajratilgan so'zlardan tashkil topgan. So'zlarni aytish uning gapda turgan o'rniga, jumla talaffuzi (talaffuz) esa tinish belgilarga bog'liq. Bundan tashqari, ko'pincha qo'llanilayotgan grammatik konstruktsiya turiga ko'ra: hech qanday tinish belgisi bo'lmasa ham bir qator xolatlarda matnni talaffuz qilishda bœshliq eshitaladi. Nixoyat, talaffuz qilish so'z ma'nosiga ham bog'liq.

Muammoning boshlang'ch tahlili uning qiyinligini ko'rsatadi. Umuman olganda, bu mavzuga bir necha o'nlab monografiyalar va har

oyda ko'p miqdordagi ilmiy maqolalar yozilgan. Shuning uchun biz faqatgina umumiy, eng asosiy tushunchalarni ko'rib o'tamiz.

**Sintezatorning umumlashgan funktsional tuzilishi.** Nutqni avtomatik sintez qilishning mukammallashtirilgan tizimi quyidagi bo'limlardan iborat:

- Matn tilini aniqlash;
- Matnni normallashtirish;
- Lingvistik tahlil(sintaktik, morfemli tahlil va h.k.)
- Prosodik karakteristikalarni hosil qilish;
- Fonemli transkriptor;
- Boshqariluvchi axborotlarni hosil qilish;
- Ovozli signal hosil qilish.

U biror bir aniq mavjud bir tizimni ta'riflamaydi, lekin ko'pgina tizimlarda uchratish mumkin bo'lgan komponentlarni o'zida mujassamlashtiradi. Xaqiqiy tizimlarning mualliflari bu tizimlarni amaliy talablarga muvofiq turlicha qo'llashadi.

**Lingvistik qayta ishlash moduli.** Avvalo, o'qishga beriladigan matn lingvistik qayta ishlash moduliga kelib to'shadi. Unda til aniqlaniladi (sintezning ko'p tillilik tizimida), keyin talaffuz etilmaydigan simvollar filtrlanadi. Ayrim hollarda "spel - cheker" lar (orfografik va punktuatsiya(oldbelgilar - tartiblash belgilar) xatolarini tuzatish modullari) qo'llaniladi. Keyin matn normallashtiriladi, ya'ni kiritilgan matnni so'zlarga va simvollarning boshqa ketma-ketliklarga bo'linishi sodir bo'ladi. Simvollarga, shuningdek, tinish belgilari va abzatsning boshlanish simvollari kiradi. Barcha punktuatsiya belgilari juda informativ hisoblanadi. Raqamlarni talaffuz qilish uchun alohida qism bo'limlar ishlab chiqiladi. Raqamlarni so'z ketma - ketligiga almashtirish yetarlicha oson masala hisoblanadi (agar raqamlarni son sifatida emas, raqam sifatida o'qilsa, u grammatik to'g'ri shakllanadi), lekin turli qiymat va funktsiyalarga ega bœlgan raqamlar turlicha talaffuz qilinadi. Ko'pgina tillar uchun, masalan, telefon raqamlarning alohida talaffuz qilish qism tizimi mavjudligini aytish mumkin. Alohida raqamlarning to'g'ri identifikatsiyasi va talaffuz etilishiga e'tibor qaratish kerak, masalan, oy, yil, vaqt, telefon raqami, pul summasi va hokazolarini bildiruvchi sonlarga alohida e'tibor berish kerak (turli tillar uchun ro'yxat turlicha bo'lishi mumkin).

**Lingvistik tahlil.** Normallashtirish protsedurasidan so'ng matnning har bir so'ziga (so'z shakliga) uning talaffuzi to'g'risida ma'lumot yozish

kerak, ya'ni fonemlar zanjiriga aylantirish yoki boshqacha aytganda, uning fonem(tovush)li transkripsiyasini yaratish kerak. Ko'pgina tillarda, shuningdek, rus tilida ham o'qishning yetarlicha doimiy qoidalari mavjud - harflar va fonemlar orasidagi moslashuv qoidasi, lekin ular so'zlarga urg'u berishning dastlabki joylashishini talab etishi mumkin. Uning tilida o'qish qoidalari o'zgaruvchan va ingliz tili sintezi uchun bu masala ancha qiyinlashadi. Lug'at xajmining kattaligi va iborada bir so'z talaffuzining kontekstli o'zgarishi barcha so'zlarning transkripsiyasini saqlash mumkin emasligini ko'rsatadi. Ko'pincha bunday muammoni grammatik tahlil yo'li bilan yechsa bo'ladi, lekin ayrim hollarda faqat yanada kengroq semantik ma'lumotni qo'llash ham yordam beradi.

Morfemli tahlil shu bilan qulayki, uning yordamida so'zlarda nutqning qaysi bo'limiga tegishli ekanligini aniqlash mumkin. Bu matnning grammatik tahlili va uning prosodik karakteristikalarini berish uchun juda muhim. Sintezning inglizcha tizimlarida morfemli tahlil MITalk tizimida qo'llanilgan, uning uchun transkriptorning xatolar foizi 5% ga teng.

**Prosodik karakteristikalarining shakllanishi.** Prosodik haraktiristikalarga talaffuz qilishning tonli, aktsentli va ritmikli haraktiristikalari kiradi. Ularning fizik analoglari: asosiy tonning chastotasi, energiyasi va davomiyligi hisoblanadi. Nutqda talaffuz qilishning prosodik haraktiristikalari nafaqat uni tashkil etuvchi so'zlari bilan, balki u qanday ma'noni anglatayapdi va qaysi turdagi eshituvchilar uchun mo'ljallanganligini, gapiruvchining emotsional va fizik holati hamda boshqa ko'pgina faktlari bilan aniqlanadi. Bu faktlarning ko'pchiligi ovoz chiqarib o'qish davomida ham o'zining qiymatini saqlab turadi, negaki inson odatda o'qish jarayonida matnni interpretatsiyalaydi va qabul qiladi.

Matnga ovoz berish uchun kerak bo'lgan prosodik karakteristikalarining shakllanishi uchta asosiy bloklar bilan amalga oshiriladi:

- sintegmatik chegaralarni (to'xtashlarni) joylashtirish bloki;
- ritmik va aktsent karakteristikalarini yozish bloki (davomiyligi va energiya);
- tonli karakteristikalarini yig'ish bloki (asosiy ton chastotasi).

Sintagmatik chegaralarni qo'yishda talaffuz qilishning bo'limlari (sintagmalar) aniqlanadi, uning tarkibidagi energetik va tonli karakteristikalar o'zini bir turda ko'rsatadi va ularni inson bir nafas olgancha talaffuz qilinishi mumkin. Bundan tashqari, matnni fonemli

transkripsiyasida ham sintagmatik chegaralarni qo'yish mavjud. Bunda eng oson yechim punktuatsiyali diktovka qilganda chegaralarni qo'yishdan iboratdir. Yanada oddiyroq holatlar uchun, agar punktuatsiya belgilari mavjud bo'lmasa, u holda hizmatchi so'zlarni qo'llashga asoslangan usulni qo'llash mumkin. Aynan bu usullar Pro-Se-2000, Infovox - 5A - 101 va DECTalk sintez qilish tizimlarida qo'llaniladi, yana oxirgi prosodik mo'ljallangan lug'at hizmatchi so'zlardan tashqari, fe'l shakllarini o'zida mujassamlashtirgan.

Tonli karakteristikalarini yozish masalasi odatda yetarlicha qisqa qilib qo'yiladi. Nutqni sintez qilish tizimlarida qoidadagidek gapga o'rtacha talaffuz yoziladi. Yanada balandroq darajadagi talaffuzlarni modellashtirishga urinishlar qilinmagan, ya'ni nutqni emotsional bezash (okraska), negaki bu ma'lumotlarni matndan ajratib olish qiyin, ayrim hollarda esa umuman mumkin emas.

### Ruscha nutqlar sinteztori

Misol tariqasida, Moskva Davlat Universitetida yaratilgan "Gapiradigan sichqoncha" ovozli qurilmasini ko'rib chiqamiz. Nutqiy sintez asosida qoida bo'yicha konkatenatsiya va sintez usullarini moslashtirish g'oyasi yotadi. Konkatenatsiya usuli kompilyatsiyani bazali elementlarining adekvatli naborida nutqiy signalning sifatli spektral karakteristikalarining talaffuzini ta'minlaydi. Sintezning boshqa usullari ham mavjud, ular yanada egiluvchan, lekin hozircha matnga tabiiy ovoz berishmoqda. Bu avvalo qoidalar bo'yicha nutqning parametrik (formantli) sintezi yoki chet el mutaxassislariga qator rivojlanayotgan tillar kompilyatsiyasi asosidagi usullar kiradi. Lekin bu usullarni amalga oshirish uchun statistik ko'rsatmali akustik - fonetik ma'lumotlar bazasi va unga mos kompyuter texnologiyasi (hozirda hammaning bunga erishish imkoniyati mavjud emas) zarur.

**Sintez qoidalarni yozishning formal tili.** O'zgaruvchilar rejimi va verifikatsiya qoidalarning qulay va tez rejimini yaratish uchun formallashgan va shu vaqtning o'zida mantiqan shaffof va tushunarli qoidalar yozuvi tili ishlab chiqildi, va ular dasturlarning boshlang'ch matnlariga osongina kompilyarlanadi. Hozirgi vaqtda avtomatik transkriptor bloki qoidalarni tasvirlovchi formallangan tilda yozilgan 1000 ga yaqin qatorini sanab o'tmoqda.

**Talaffuzni ta'minlash.** Ishlab chiqilgan qoidalarning vazifasi shundan iboratki, kutubxonadan kerakli ketma-ketlikda maxsus protsessor (kodlangan blokli) bilan sintagmalarni qayta ishlash jarayonida kompilyatsiyaning bazali elementlarining vaqtinchalik va tonli

harakteristikalari aniqlanadi. Sintez qilinayotgan matn ustida qilinadigan dastlabki operatsiyalar: sintagmalarni belgilash, talaffuz tipini tanlash, unlilarning belgilanish darajasini aniqlash va avtomatik transkriptor bloki yordamida bo'g'inli komplekslarni, simvulli ovozli to'ldirish amalga oshiriladi.

Tonli prtsessor 11 ta talaffuz modellarning shakllanish qoidalarini o'zida mujassamlashtiradi:

- betaraf (neytral) darakli talaffuz (nuqta);
- turtkili talaffuz;
- tipik savollarga fokuslanuvchi javoblar;
- gaplardan ajratib olingan alohida so'z talaffuzi;
- maxsus va umumiy savollar talaffuzi;
- qarama-qarshi yoki taqqoslanuvchi asosiy savollar talaffuzi;
- ba'zi bir undov va buyruq shaklidagi murojat talaffuzi;
- ikki xil tugallanmagan, qayta sanash talaffuzi;
- qeshimcha konstruksiyalar talaffuzi.

**Allofonli ma'lumotlar bazasi.** Kerak bo'lgan nutqiy material quyidagi kodlashtirish rejimida yozilgan: diskretlashtirish chastotasi 22 kGts bo'lib, u 16 bit razryadlilikga ega.

Kompilyatsiyaning bazaviy elementlari sifatida allofonlar tanlangan, ularning optimal nabori akustik-fonetik sintez bazasini namoyon etadi. Kompilyatsiyaning bazaviy birliklari inventari o'zida 1200 ta elementni saqlaydi va xotirada 7 MBayt joyni egallaydi. Ko'pgina holatlarda kompilyatsiya elementlari o'zida nutqiy to'lqin segmentlarining fonemli o'lchamini namoyon etadi. Kompilyatsiyaning kerakli bo'lgan boshlang'ch birliklar bazasini olish uchun maxsus lug'at tuzilgan edi, u barcha kontekstlarda allofonli so'z va so'z birikmalaridan tashkil topgan. U 1130 ta ishlatiladigan so'zlardan iborat.

**Lingvistik tahlil.** Nutqni sintez qilishning qolgan modullaridan va allofonli bazadan olingan ma'lumotlar asosida akustik signalni shakllantirish dasturi unli va undoshlarning davomiyligi modifikatsiyasini amalga oshirishga imkon yaratadi. U tanlashning ikki yoki uch nuqtasida vokal tovushlarda alohida davrlarda davomiylikni modifikatsiyalash imkonini beradi. U segmentning energetik harakteristikalarini modifikatsiyalanilishini amalga oshiradi va odifikatsiyalangan allofonlarni yagona silliq nutqqa birlashtiradi. Akustik signalni sintez qilish bosqichida dastur turli akustik(sado va sh.k.) samaralarni olishga imkon beradi.

Tayyor akustik signal ovozli axborot chiqarishi uchun qabul qilingan ma'lumot formatiga aylantiriladi. Ikkita format ishlatiladi: asosiy hisoblanadigan WAV (Waveform Audio File Format) yoki kompyuter telefon aloqasi uchun keng qo'llaniladigan VOX (Voice File Format). SHuningdek, ovozli haritaga ham chiqarilishi mumkin.

**RusCha nutqlarni sintez qilish vositalari.** Yuqorida qayd etilgan ruscha nutqni sintez qilish vositalari matn bo'yicha ruscha - inglizcha matnlarni ovoz chiqarib o'qish imkonini beradi. Texnik qurilma dinamik kutubxnalarni naborini o'zida aks ettiradi, unga: rus va ingliz tili sintezining modullari, rus tilining urg'uli lug'ati, inglizcha so'zlarni talaffuz qilish qoidalar moduli kiradi. Texnik qurilmaga kirishda talaffuz qilinuvchi so'z yoki gap beriladi, natijada xotiraga yoki qattaq diskka yoziladigan WAV YOKI VOX formatidagi ovozli fayl chiqadi.

#### **Nutqlarni tanish tizimi.**

Nutqni tanish tizimi ikki qismdan iborat. Bu qismlar bloklarga yoki qism dasturlarga ajratilishi mumkin. Soddalik uchun, nutqni tanish tizimi akustik va lingvistik qismlardan iborat deb aytamiz. Lingvistik qism o'zida tilning fonetik, fonologik, morfologik, sintaktik va semantik modellarini saqlashi mumkin. Akustik model nutqiy signalni tasvirlash uchun javob beradi. Lingvistik model akustik modeldan oluvchi axborotni interpretatsiyalaydi va talabgorga tanish natijasini tasvirlash uchun javob beradi.

**1. Akustik model.** Ikkala yondashuv ham o'zining qulayliklariga va kamchiliklariga ega. Akustik model qurishning ikki yondashuvi mavjud: kashf etiladigan va bionik. Birinchisi akustik model faollashuvining natijalarini izlash mexanizmidan iborat bo'ladi. Ikkinchi yondashuvda ishlab chiquvchi tabiiy tizimlar ishini tushunishga va modellashtirishga intiladi.

**2. Lingvistik model.** Lingvistik blok quyidagi oltita qismlar(qatlamlar, darajalar) ga bo'linadi: **fonetik, fonologik, morfologik, leksik, sintaktik, semantik.** Asos uchun rus tilini olamiz. Ma'lumki, biror predmet haqidagi ixtiyoriy apriorli axborot aniq qaror qabul qilish uchun imkoniyatlarni ko'paytiradi.

Lingvistik blokning birinchi - **fonetik** darajasida kiruvchi (lingvistik blok uchun) nutq tasaavvuri fonemlar ketma - ketligida, tilning kichikroq birligi sifatida almashtiriladi. Keyingi **fonologik** darajada cheklanishlar qo'yiladi. cheklanishlar - bu teskari qoidadir, ya'ni yana foydali apriorli axborot mavjud: barcha fonemalar (allofonlar) birliklar uchrashmaydilar, uchraganlari ham tabiatga bog'liq ravishda turlicha ehtimoliy paydo

bo'lishlarga ega. Bu jarayonni ta'riflash uchun Markovning matematik zanjir apparatidan foydalaniladi.

Keyinchalik, *morfologik* darajada fonemadan yuqoriroq darajada turadigan nutqning bo'g'inli birliklaridan foydalaniladi. Gohida ular *morfemalar* deb ham ataladi. Ular so'z tuzilishiga, modellashtirilayotgan tabiiy til qoidalariga bo'ysungan holda cheklanishlar qo'yadi. *Leksik* qism u YOKI bu tabiiy tilning so'z YOKI so'z birikmalarini biriktiradi, ya'ni til lug'ati, shuningdek, berilgan tabiiy til uchun (qaysi tillar) kerakligi haqida zarur apriorli axborotni kiritish mumkin. *Semantika* haqiqiy ob'ektlar va so'zlar o'rtasida, ularni anglatuvchilari orasida moslik o'rnatadi. U tilning eng yuqori darajasi hisoblanadi. *Semantik munosabatlar* yordamida inson intellekti obrazlar tizimi tushunchalarni xuddi nutqiy xabardek amalga oshiradi. Bu nutqiy xabarning ma'nosini ko'rsatadi. Bundan xulosa qilish kerakki, tizim intellektli bo'lishi kerak. Unda semantik alqalar modeli qanchalik yaxshiroq qurilsa, nutqni to'g'ri tanish ehtimoli shunchalik yuqoriroq bo'ladi.

#### Nutqlarni tanish tizimlarini sinflashtirish.

Mo'ljall bo'yicha sinflashtirish:

1. buyruqli tizimlar;
2. matnni aytib turish tizimlari.

Talabgorlarning sifati bo'yicha:

diktorga mo'ljallangan (aniq diktorga bilan shug'ullanadiganlar uchun);  
diktordan bog'liq bo'lmagan;  
alohida so'zlarni tanuvchi;  
silliq nutqni tanuvchi.

Maxsus vazifalarni bajarish (funktsionirovaniya) mexanizmi bo'yicha:

1. sodda (korrelyatsionnie) detektorlar;
2. bilimlar bazasini turli usullar bilan qayta ishlashni va xosil qilishni shakllantiruvchi ekspert tizimlar;
3. qaror qabul qilishning ehtimolli - tarmoqli modeli, shu qatorda neyronli tarmoqlar.

#### O'z-o'zini tekshirish uchun nazorat savollari.

1. Inson birinchi hisoblash mashinalari bilan qanday muloqot qilgan?
2. Inson gapiradigan gaplarni kompyuter tushunadigan bo'lishi uchun birinchi masala nimadan iborat?
3. Nutq sintezi nima?

4. Nutqiy interfeys tushunchasini tushuntirib bering?
5. Nutqni tanishning qaysi loyihasi muvaffaqiyatli hisoblanadi?
6. Formatli sintezatorlar tushunchasini tavsiflab bering?
7. Matnga ovoz berish uchun kerak bo'lgan prosodik harakteristikalarning shakllanishi nechta blok bilan amalga oshiriladi

#### Takrorlash uchun savollar:

1. Neyron to'rlarini kompyuter dasturi sifatida namoyon bo'lishi nimaga bo'g'liq?
2. Sun'iy neyronlarning g'oyaviy asosida nimalar yotadi?
3. Neyron to'rlarini ishlab chiqarishning turli sohalariga tadbqiqini tushintiring?
4. Tilga ishlov berishning qanday mexanizmi mavjud?
5. Leksik taxlil mohoyati?
6. Sintaktik taxlil bilan semantik taxlil ning hususiyatlari?

## **XIX Bob. Sun'iy intellekt tizimlarining rivojlanish istiqbollari**

«Intellektli kishi o'rab turgan dunyoga o'zini moslaydi, intellektsiz kishi esa bu dunyoni astoydil o'ziga moslashga intiladi. Shuning uchun butun rivojlanish intellektsiz kishilarga tayanadi.» Bernard Shou.

Bernard Shouning o'rinli mulohazasi ma'ruzaning matniga to'g'ridan to'g'ri aloqador. Nima uchun inson o'zini mashinalarga qul qilishga intiladi? Ularning insonlar ustidan hukmronligi qay darajada?

Bu ma'ruzada Sun'iy hayot va Sun'iy intellekt sohasidagi eng oxirgi ilmiy ishlarning ba'zilariga to'xtalib o'tamiz.

Sun'iy intellekt va umuman ETlar uzoq va mashaqqatli yo'lni bosib o'tdilar: birinchi qiziqishlar(1960 yil), sohta fan(1960-65 yillar), o'yin va boshqotirmalarni yechishdagi muvaffaqiyatlar(1965-75 yillar), amaliy masalalarni yechishdagi umidsizliklar(1970-85 yillar), bir qator amaliy masalalarni yechishdagi birinchi muvaffaqiyatlar(1962-1992 yillar), amaliy masalalarni yechishda ommaviy foydalanish(1993-1995 yillar). Ammo tijorat muvaffaqiyatlarning asosini ETlar va birinchi o'rinda real vaqt rejimida ishlaydigan ETlari tashkil etadi. Aynan ular Sun'iy intellektni o'yin va boshqotirmalardan amaliy ahamiyatga ega bo'lgan masalalarni yechish cda ommaviy ravishda foydalanishga imkon berdi.

### **9.1. Sun'iy intellektning rivojlanish holati va yo'nalishi**

Sun'iy intellekt(SI) usullari va texnologiyalariga asoslangan dasturiy vositalar dunyoda ommalashib ketdi. Ularning, birinchi o'rinda ETlar va neyron to'rlarning muhimligi shundan iboratki, bu texnologiyalar kompyuterda yechish c mumkin bo'lgan amaliy ahamiyatga ega masalalar doirasini jiddiy ravishda kengaytiradi, ularning yechilishi esa muhim iqtisodiy samaralarga olib keladi. Bir vaqtning o'zida ETlar texnologiyasi an'anaviy dasturlashning global muammolarini hal qilishda muhim vosita hisoblanadi. Bu muammolar: dasturlarni ishlab chiqarish bahosining yuqoriligi va uzoq davom etishi; murakkab tizimlar bahosining yuqoriligi; dasturlardan takroriy foydalanish va h.k. Bundan tashqari ETlar va neyron to'rlar texnologiyasi bilan an'anaviy dasturlash texnologiyasining birlashtirilishi dasturlarning Dasturchilar tomonidan emas, foydalanuvchilar tomonidan dinamik modifikatsiya qilinishi hisobiga tijorat mahsulotlariga yangi sifatlar qo'shmoqda: ilovalar tiniqligining yuqoriligi, foydalanuvchi interfeysining eng yaxshi grafik vositalari va o'zaro harakati. Mutaxassislar fikricha yaqin kelajakda ETlar loyihalash, ishlab chiqarish, taqsimlash, sotish, qo'llab quvvatlash va xizmat ko'rsatishning

barcha jabxalarida yetakchi rol o'ynaydi. Ularning texnologiyasi tijorat ommalashuvini olib tayyor, ongli o'zaro bog'liq modullardan iborat ilovalar birlashuvining inqilobiy burilishini ta'minlaydi. Dunyo bo'yicha SI mahsulotlari 1993 yilda tijorat bozorida qariyb 0,9 mlrd dollarga baholangan, ularning 600 mln dollari AQSH hissasiga to'g'ri keladi. Bu bozorning bir nechta asosiy yo'nalishlarini ajratishadi:

1) ETlar - hozir ularni ko'pincha bilimlarga asoslangan tizim deb nomlashadi;

2) neyron to'rlar va mantiq;

3) tabiiy tilli tizimlar.

1993 yil AQSHda bu yo'nalishlar o'rtasidagi bozor quyidagicha taqsimlangan: ETlar - 62%, neyron to'rlar - 26%, tabiiy tilli tizimlar - 12%. Bu bozorni boshqacharoq taqsimlash ham mumkin: SI tizimlar va ilovalar mavjudligining barcha bosqichlarini avtomatlashtirishga mo'ljallangan texnik vositalar. 1993 yil AQSHda ilovalar bozorning 2/3 ulushini, texnik vositalar 1/3 ulushini tashkil etgan. Oxirgi 5 yil ichida keng ommalashgan yo'nalishlardan biri alohida agent tushunchasi bilan bog'liq. Ularni «qism dastur» sifatida qaramaslik kerak, to'g'rirog'i bu xizmatkor, hatto sherikdir. Chunki ularning ajralib turadigan muhim tomonlaridan biri ularning foydalanuvchidan mustaqilligi, alohidaligidir. Agentlar g'oyasi shundan iboratki, foydalanuvchi ma'lum masalani yoki masalalar sinfini bajarishda agentga ishonishi kerak. Agentning biror narsani chalkashtirishi, biror narsani boshqacha qilishi xavfi hamma vaqt mavjud. Suhnday ekan, ishonch va xavf muvozanatda bo'lishi lozim. Alohida agentlar insonga yuklatilgan turli xil harakatlarni boshqarishi, asosiy vazifalarni bajarishda ish unumdorligini jiddiy ravishda oshirishga imkon beradi.

Alohida intellektli agentlarga kelsak, bir pragmatik loyihani qayd qilib o'tish lozim. Bu loyiha hozir MIT Media laboratoriyasida professor Genri Liberman rahbarligida olib borilmoqda. Bu yerda texnik xujjatlarni avtomatik genertsiya qilishga javobgar agentlar haqida gap ketyapti. Bu masalani yechish cda akademik Andrey Petrovich Yershov o'z davrida ko'p ishlarni amalga oshirgan. Professor Liberman rahbarligidagi guruh alohida agentlar asosida bu masalani hal qilishda yangi yondashuvning imkoniyatini tadqiq etishmoqda.

Sun'iy hayot sohasidagi keyingi yo'nalish - genetik dasturlash(genetic programming) - turli xil algoritmlarni tavsiflash uchun gen injeneriyasi metaforasidan foydalanishga urinish hisoblanadi. Sun'iy «genetik» tizimlardagi satrlar biologik tizimlardagi xromosomalarga

o'xshash. Tugallangan satrlar to'plami struktura (structure) deb nomlanadi. Strukturalar parametrlar to'plami, yechimlar alternativi yoki yechimlar fazosidagi nuqtalarda strukturalarning kodlari qayta ochiladi. Satrlar turli xil qiymat qabul qiladigan karakteristikaga yoki detektorlardan iborat. Detektorlar satrda turli xil xolatlarda joylashishi mumkin. Bularning barchasi xaqiqiy dunyoga o'xshatib qilingan. Tabiiy tizimlarda to'liq genetik paket genotip deb nomlanadi. Genotip bilan atrof muhitning o'zaro munosabati tufayli vujudga keladigan organizm fenotip deb nomlanadi. Xromosomalar turli xil qiymat qabul qila oladigan genlardan tashkil topgan. (Masalan, hayvon ko'zi uchun rang geni «yashil» qiymat va 10 xolatga ega bo'lishi mumkin). Genetik algoritmlarda fiksirlangan uzunlikdagi satrlar asosiy qilish bloklari rolini o'ynaydi. Genetik dasturlashda bu satrlar daraxtga sohib tashlanadi. Masalan  $a+b*c$  ifoda quyidagi ko'rinishga ega:

Hozirgi paytda Stendford Universitetida professori Djon Koza rahbarligida ishlayotgan tadqiqotchilar guruhi genetik dasturlash sohasidagi liderlardan biri hisoblanadi.

Genetik dasturlash ro'yxatlarini qayta ishlash va funktsional dasturlash uchun yaratilgan va allaqachon unutilgan LISP(List Programming) tiliga yangi hayot bag'ishladi. Aynan shu til AQSHda SI masalalari uchun keng tarqalgan dasturlash tillaridan biri bo'lgan va bo'lib qolmoqda.

### Sun'iy intellektli tizimlarning muvaffaqiyatlari va ularning sabablari

ETlar va neyron to'rlarni qo'llash muhim iqtisodiy samaraga olib keladi. Masalan, American Express u yoki bu firmaga kredit berish YOKI bermaslikning maqsadga muvofiqligini aniqlaydigan ET tufayli o'zining yo'qotishlarini yiliga 27 mln dollarga qisqartirdi; DEC haridorning buyurtmasiga ko'ra VAX hisoblash tizimining konfiguratsiyasini tashkil etadigan XCON/XSEL tizimmi tufayli yiliga 70 mln dollarni tejaydi, uning qo'llanilishi xatolar sonini 30% dan 1% ga qisqartirdi; Sira kompaniyasi truboprovodni boshqaradigan ET hisobiga Avstraliyadagi truboprovod qurilishi harajatlarini 40 mln dollarga qisqartirdi. ETlar va neyron to'rlarning tijorat muvaffaqiyatlari birdaniga sodir bo'lmadi. Bir necha yillar mobaynida (1960 yillardan boshlab) muvaffaqiyatlar asosan SI tizimlarni amalda qo'llashga yaroqligini namoyish etadigan tadqiqot ishlaridan iborat edi. Taxminan 1985 yildan boshlab (ommaviy ravishda 1988-90 yillar) birinchi navbatda ETlar keyingi ikki yilda neyron to'rlar xaqiqiy ilovalarda faol qo'llanila boshlandi.

SI tizimlarni *tijorat muvaffaqiyatlariga* olib kelgan sabablar quyidagilar:

1. *Ixtisoslashtirish*. Umumiy mo'ljallangan texnik vositalarni yaratishdan muammoli/predmetli ixtisoslashgan vositalarni yaratishga o'tish ilovalarni ishlab chiqish muddatining kamayishini ta'minladi, texnik vositalardan foydalanish samaradorligini oshirdi, ekspertning ishini tezlashtirdi va soddalashtirdi, axborot va dasturiy ta'minotdan (ob'ektlar, sinflar, qoidalar, protseduralar) qayta foydalanishga imkon berdi.

2. *An'anaviy dasturlash tillari va ishchi stantsiyalardan foydalanish*. SI tillariga (Lisp, Logos) asoslangan tizimlardan an'anaviy dasturlash tillariga o'tish (C, C++) «integrallashganlik»ni soddalashtirdi hamda ilovalarning tezlik va xotira hajmiga bo'lgan talablarini kamaytirdi. Shaxsiy kompyuter o'miga ishchi stantsiyalardan foydalanish SI usullarining mumkin bo'lgan ilovalari doirasini birdaniga oshirdi.

3. *Integrallashganlik*. Boshqa axborot texnologiyalar va vositalar bilan oson integrallashadigan SIning texnik vositalari yaratildi.

4. *Ochiqlik va ko'chuvchanlik*. Ishlab chiqarish mazkur karakteristikalarini ta'minlaydigan standartlarga rioya qilgan holda olib borilmoqda.

5. *Mijoz/server arxitekturasi*. Mazkur arxitekturada taqsimlangan axborot tizimlarini ishlab chiqarish ilovada ishlatiladigan qurilmalar bahosini pasaytirishga, ilovalarni markazlashgan tizimdan markazlashmagan tizimga o'tkazishga, umumiy samaradorlik va ishonchlilikning oshishiga imkon berdi. chunki EHM lar o'rtasida yuboriladigan axborot hajmi qisqaradi va ilovaning har bir moduli adekvat (o'xshash) qurilmalarda bajariladi. Keltirilgan sabablarni SIning yaratishning texnik vositalariga qo'yiladigan umumiy talablar sifatida qarash mumkin. Rivojlangan mamlakatlarda ularning muvaffaqiyatlarini ta'minlaydigan 5 faktorning 4, 5 tasi Rossiyada to'liq amalga oshirilmagan. Bundan tashqari Rossiya va MDH da bir qator yo'nalishlarda tadqiqotlar olib borilmayapti. Suhnday ekan, bu mamlakatlardan tijorat mahsulotlarini kutish kerak emas.

Suhnday qilib SI sohasida ETlar va ularni ishlab chiqarish vositalari eng ko'p tijorat muvaffaqiyatlariga erishdi. O'z navbatida bu yo'nalishda muammoli/predmetli ixtisoslashgan vositalar eng ko'p muvaffaqiyatlarga erishdi. 1988 yilda ulardan olingan daromad 3 mln dollarni tashkil etgan bo'lsa, 1993 yilda 55 mln dollarni tashkil etgan.

## 9.2. Real vaqt ekspert tizimlari. Sun'iy intellektning asosiy yo'nalishi

Bilimlarga asoslangan ixtisoslashgan tizimlar o'rtasida real vaqt ETLari yoki dinamik ETLar katta ahamiyatga ega. Bozorning 70% ularning ulushiga to'g'ri keladi. Real vaqt texnik vositalarining ahamiyati ularning shiddatli tijorat muvaffaqiyatlari bilan emas, balki birinchi navbatda, faqatgina bunday vositalar yordamida strategik ahamiyatga ega ilovalar yaratish mumkinligi bilan aniqlanadi.

### Bunday ilovalar:

- ximiya, farmokologiya sohaslarida uzluksiz ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishda;
- tsement, oziq - ovqat mahsulotlari va sh.k. larni ishlab chiqarishda;
- aerokosmik tadqiqotlarda; - - neft va gazni qayta ishlash va tashishda;
- atom va issiqlik elektr stantsiyalarni boshqarishda;
- moliyaviy operatsiyalar va boshqa ko'plab sohalarda qo'llaniladi.

Real vaqt ETLari yechadigan *masalalar sinfi* quyidagicha:

- 1) real vaqt masshtabida monitoring;
- 2) yuqori darajalarni boshqarish tizimlari; xatoliklarni aniqlash tizimlari;
- 3) tashxislash;
- 4) optimallashtirish;
- 5) maslahatchi tizimlar;
- 6) loyihalash tizimlari.

Statik ETLar bunday masalalarni yechish ega qodir emas, chunki ular real vaqtda ishlaydigan tizimlarga qo'yiladigan talablarni bajara olmaydilar.

Bu *talablar* quyidagilar:

1. Tashqi manbaalardan keladigan vaqt bo'yicha o'zgaradigan ma'lumotlarni aks ettirish, o'zgaruvchan ma'lumotlarning sintezi va taxlilini ta'minlash;
2. Bir vaqtning o'zida bir qancha asinxron jarayonlarni vaqt bo'yicha muhokama qilish;
3. Chegaralangan resurslarga (vaqt, xotira) ko'ra mulohaza mexanizmini ta'minlash. Bu mexanizmni amalga oshirish tizim tezligining yuqoriligini va bir qancha masalalarni bir vaqtda yechish c imkoniyatini talab qiladi.

4. Tizim holatining «Bashoratchilik» ini ta'minlash, ya'ni har bir masalaning qati'y vaqt chegaralariga mos holda ishga tushishi va tugallanish kafolatini ta'minlashi;

5. Mazkur ilovada qaralayotgan «atrof olam» ni modellashtirish, uning turli holatlarini yaratishni ta'minlash;

6. O'zining va shaxs harakatlarining protokolini tuzish, to'xtab qolishdan so'ng qayta tiklashni ta'minlash;

7. Real murakkablik darajasidagi ilovalar uchun minimal vaqt va mexnat sarflari bilan bilimlar bazasining to'ldirilishini ta'minlash (ob'ektga yo'naltirilgan texnologiya, umumiy qoidalar, modullik va sh.k. lardan foydalanish)

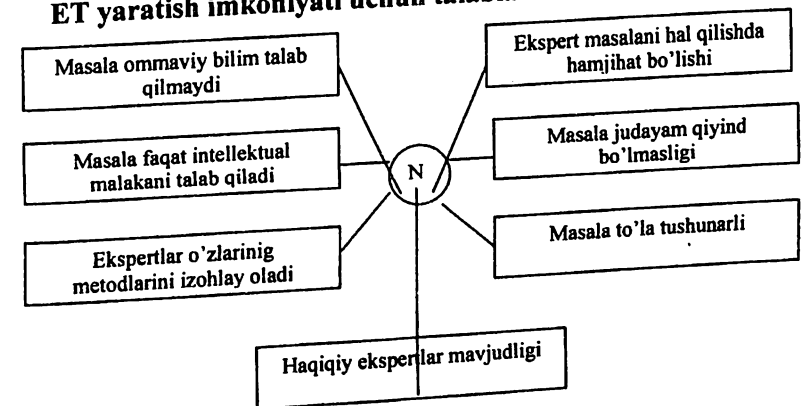
8. Tizimning yechiladigan masalalarga moslanishini ta'minlash (muammoli/ predmetli yo'nalganlik);

9. Turli xil kategoriyadagi foydalanuvchilar uchun foydalanuvchi interfeysini yaratish va qo'llab - quvvatlash;

10. Axborotlarning himoyalash darajasini ta'minlash (foydalanuvchilar kategoriyasi bo'yicha) va ruxsatsiz murojaatni bartaraf etish.

Bu 10 ta talabdan tashqari real vaqt ETLarini yaratish vositalari yuqorida sanab o'tilgan umumiy talablarga ham javob berishi kerligini ta'kidlab o'tamiz.

### ET yaratish imkoniyati uchun talablar

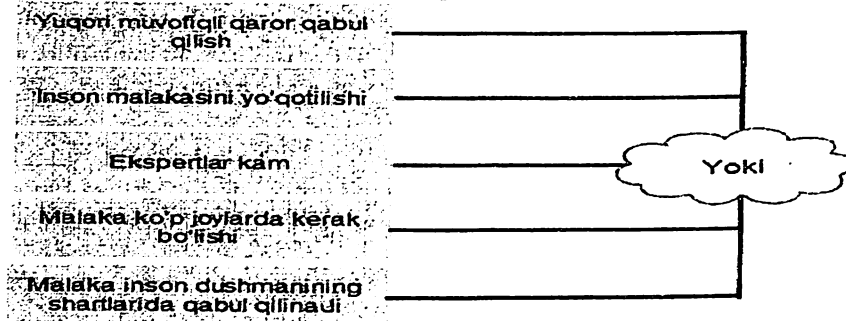


### ET effektivligi kriteriyalari

Taqsimlanadi:

- ET yaratish imkoniyatlari uchun talab;
- Qachonki ET yaratilishi haqli deb topilsa, talab qo'yish;
- Qachonki, ET ishlab chiqish muvofiq deb topilsa, talab qo'yiladi.

## ET ishlab chiqilishi haqli deb topilishi uchun talablar



### Asosiy ishlab chiqaruvchilar

Real vaqt ETLarini yaratish uchun texnik vositani birinchi bo'lib 1985 yil Lisp Machine Inc firmasi ishlab chiqargan. Bu mahsulot Symbolics belgili EHM lar uchun mo'ljallangan bo'lib Picon deb nom olgan. Uning muvafaqiyatlari shu narsaga olib keldiki, uning yetakchi ishlab chiqaruvchilari guruhi Gensym firmasini tashkil qilishdi. Ular Picon ga qo'yilgan g'oyani rivojlantirib 1988 yil G2 deb nomlangan texnik vositani ishlab chiqarishdi. Hozirgi vaqtda uning uchinchi versiyasi ishlab turibdi, to'rtinchi versiyasi ham tayyor. Gensym dan 3-4 yil orqada qolib bir qator boshqa firmalar o'zlarining texnik vositalarini yarata boshladilar. Ulardan bir nechtasini aytib o'tamiz: RT Works (Talarian firmasi, AQSH), COMDALE/C (Comdale Tech., Kanada), COGSYS(SC, AQSH), ILOG Rules (ILOG, Frantsiya).

Ancha rivojlangan G2 va RT Works tizimlarining NASA (AQSH) va Storm Integration (AQSH) tashkilotlari tomonidan bir xil ilovani yaratish orqali taqqoslanishi G2 tizimining ancha ustunligini ko'rsatadi.

### Real vaqt ETLarining arxitekturasi

Real vaqt ETLariga qo'yiladigan maxsus talablar ularning arxitekturasi statik tizimlar arxitekturasidan farq qilishiga olib keladi. Ikki - chikirlarga berilmasdan ikki qism tizimning paydo bo'lganligini ta'kidlab o'tamiz: tashqi muhitni modellashtirish va tashqi muhit bilan bog'lanish (datchiklar, kontrollerlar, MBBT va h.k.).

Real vaqt ETLarini yaratish vositasi o'zida nimani aks ettirishini tushunish uchun quyida bunday tizimning hayot siklini va uning asosiy komponentlarini tavsiflab o'tamiz. Real vaqt ETLari qobig'ini tavsiflashni G2 tizimi misolida olib boramiz, chunki bunday dasturiy mahsulotlar

uchun zarur va o'rinli xisoblangan barcha imkoniyatlar unda to'liq amalga oshirilgan.

### 9.3. Ilovaning hayot sikli

G2 tizimda ilovaning hayot sikli bir qator bosqichlardan iborat.

1.1. *Ilovaning yaxshashini ishlab chiqish.* Ishlab chiqaruvchi odatda muayyan bilim sohasidagi mutaxassis bo'ladi. U asosiy foydalanuvchi bilan muhokama davomida yaxshashning bajaradigan funksiyasini aniqlaydi. O'xshashni ishlab chiqishda an'anaviy dasturlash ishlatilmaydi. O'xshashni yaratish uchun odatda bir haftadan ikki haftagacha vaqt sarflanadi (ishlab chiqaruvchi bu muhitda ilova yaratish tajribasiga ega bo'lsa). Ilova singari yaxshash ob'ekti grafika, ob'ekt sinflari ierarxiyasi, qoidalar, tashqi olamning dinamik modellaridan foydalangan holda strukturalashtirilgan tabiiy tilda yaratiladi.

1.2. *O'xshashni ilovagacha kengaytirish.* Asosiy foydalanuvchi ishni bosqichma-bosqich olib borishni taklif etadi, unga hujjatlarni ko'rsatadi. Ishlab chiqaruvchi hatto ilova ishlayotganda ham foydalanuvchi ishtirokida bilimlar bazasini kengaytirishi va modifikatsiya qilishi mumkin. Bu ish jarayonida yaxshash Suhnday holatgaha rivojlanishi mumkinki, asosiy foydalanuvchi tasavvurini qondira boshlaydi. Katta ilovalarda ishlab chiqaruvchilar guruhi ilovani yagona bilimlar bazasiga integrallashadigan alohida modularga bo'lishi mumkin.

Ilovani yaratishning alternativ yondashuvi ham mavjud. Bu yondashuvga ko'ra har bir ishlab chiqaruvchi odatda mijoz kompyuterida joylashgan Telewindow vositasi yordamida serverda joylashgan bilimlar bazasiga murojaatga ega bo'ladi. Bu holda ishlab chiqaruvchilar ilovaga murojaatning turli xil ma'qullangan darajasiga ega bo'lishi mumkin. Ilova nafaqat turli xil EHMlarda, balki bir nechta o'zaro bog'langan G2 qobiqlarida ham amalga oshirilishi mumkin.

1.3. *Ilovani xatoliklar mavjudligi byayicha testdan yatkazish.* G2 da sintaksis xatolar ma'lumotlar bazasiga konstruktsiyalarni (ma'lumotlar strukturasini va bajariladigan tasdiqlar) kiritish jarayonida to'g'ridan - to'g'ri ko'rsatiladi. Faqat hech qanday xatolarga ega bo'lmagan konstruktsiyalar kiritilishi mumkin. SHu tarzda butun ilovani sozlash fazasi tushib qoladi va ilovani ishlab chiqarishni tezlashtiradi. Ishlab chiqaruvchi G2 tilining sintaksisini mukammal bilishi shart emas. Chunki bilimlar bazasiga biror konstruktsiyani kiritish jarayonida unga yo'l -



yo'riq sifatida barcha mumkin bo'lgan to'g'ri sintaksis ilovalari ro'yxati chiqariladi.

Xatolar va noaniqliklarni aniqlash uchun "Inspect" imkoniyati amalga oshirilgan. Bu bilimlar bazasining turli xil jixatlarini ko'rishga imkon beradi. Masalan, «noaniq mohiyatlardagi barcha tasdiqlarni murojaatlari bilan ko'rsatish»(ob'ektlar, aloqalar, atributlar), «berilgan ob'ektlar sinfining grafik ierarxiasini ko'rsatish», «Notes atributining qiymati OK bo'lmagan barcha mohiyatlarni ko'rsatish»(bu atribut G2 tilida tasvirlanadigan barcha mohiyatlarda mavjud, uning qiymati yo mohiyatga shikoyat bo'lmaganda OK, yo xaqiqiy yoki potentsial muammolarni tavsiflashdir, masalan, mavjud bo'lmagan ob'ektga murojaat, bir xil ismli bir nechta ob'ektlar va h.k).

**1.4. Ilova va chegaralanishlarni (vaqt va xotira bo'yicha) mantiqan testdan o'tkazish.** Dinamik modellashtirish bloki tekshirish davomida tashqi olamga adekvat bo'lgan turli xil holatlarni tikashga imkon beradi. Shu tarzda ilova mantiqi u yaratilgan sharoitda tekshiriladi. Asosiy foydalanuvchi sinash jarayoniga ranglarni (ya'ni berilgan holat talab qilinganda YOKI shart bajarilganda rangning o'zgarishi) va animatsiyalarni (ya'ni holat/shart talab qilganda mohiyatni siljitish/burish) boshqarish tufayli to'g'ridan - to'g'ri ishtirok etishi mumkin. SHu tufayli qoida va protseduralarni taxlil qilmay shunchaki texnik inshoot, boshqariluvchi jarayon va h.k. larning grafik tasvirini ko'rib, ilova ishining mantiqini tushunish va baholash mumkin.

Chegaralanishlar bajarilishini tekshirish uchun tezlik va foydalanilgan xotira bo'yicha statistikani hisoblaydigan "Meters" imkoniyatidan foydalaniladi.

Olingan ilova turli xil qatlamlarga mos keladi: UNIX(SUN, DEC, IBM), VMS(DEC, VAX) va Wndows (Intel, DEC) bilimlar bazasi ixtiyoriy qatlamda bir xil interpretatsiya qilinadigan ASCII faylida saqlanadi. Ilovani ko'chirish uni qayta kompilyatsiya qilishni talab qilmaydi va fayllarni oddiy ko'chirish bilan amalga oshiriladi. Bu holda ilovaning funktsional imkoniyatlari va tashqi ko'rinishi hech qanday o'zgarishlarga uchramaydi. Ilova to'liq muhitda yoki bilimlar bazasini modifikatsiya qilishga imkon bermaydigan runtime muhitida ishlashi mumkin.

Ilovani kuzatish. Mazkur ilovani nafaqat ishlab chiqaruvchi, balki ixtiyoriy foydalanuvchi osongina tushunishi va kuzatishi mumkin. Chunki barcha ob'ektlar, sinflar, qoidalar, protseduralar, funktsiyalar, formulalar, modellar bilimlar bazasida strukturalashtirilgan tabiiy tilda

grafikli ob'ektlar ko'rinishida saqlanadi. Uni ko'rish uchun "Inspect" imkoniyatidan foydalaniladi.

### Asosiy komponentlar

Real vaqt ekspert tizimlari bilimlar bazasi, chiqarish mashinasi, modellashtirish va rejalashtirish tizimostidan iborat.

### Bilimlar bazasi

G2 da bilimlar ikki turdagi fayllarda saqlanadi: bilimlar bazasi va bilimlar kutubxonasi. Birinchi turdagi fayllarda ilova haqidagi bilimlar saqlanadi: barcha ob'ektlarni tavsiflash, ob'ektlar, qoidalar, protseduralar va h.k. Kutubxona faylida umumiy bilimlar saqlanadi. Bu bilimlar birdan ortiq ilovalarda ishlatilishi mumkin. Masalan, standart ob'ektlarni aniqlash. Bilimlar bazasi bilimlar kutubxonasiga aylantirilishi mumkin va aksincha.

Ilovalarni qayta ishlatish imkoniyatini ta'minlash maqsadida joriy ilova bilan oldin yaratilgan bilimlar bazasi va kutubxonasini birlashtirishga imkon beradigan vosita amalga oshirilgan. Bunda birlashtirilgan bilimlardagi kelishmovchiliklar aniqlanadi va displeyda aks etadi. Bilimlar sinflar ierarxiyasi, modullar ierarxiyasi, ishchi fazolar ierarxiyasiga strukturalashtiriladi. Ularning har birini displeyda ko'rsatish mumkin.

**Mohiyatlar va sinflar ierarxiyasi.** Sinf - ob'ektga yo'naltirilgan texnologiyaning bazaviy tushunchasi bo'lib, G2 da bilimlarni tasvirlashning asosi. Bu yondashuv umuman dasturlashda rivojlanish yo'nalishining asosini tashkil etadi, chunki u ortiqchalikni kamaytiradi va sinflarni tavsiflashni soddalashtiradi(to'liq sinf emas, faqat uning supersinfdan farqi tavsiflanadi), umumiy qoidalar, protseduralar, formulalarni qo'llashga imkon beradi, ularning sonini kamaytiradi, mohiyatlarni tavsiflashda inson uchun oddiy usul hisoblanadi. Bunday yondashuvda ma'lumotlar strukturasi ma'lum atributlarga ega ob'ektlar sinflari(YOKI ob'ektlar aniqlovchisi) ko'rinishida tasvirlanadi. Sinflar supersinflardan atributlarni meros qilib oladi va o'zlarining atributlarini qism sinflarga beradi. Har bir sinf(o'zak sinfdan tashqari) sinfning aniq nusxasiga ega bo'lishi mumkin.

Ma'lumotlar bazasida saqlanadigan va tizim foydalanadigan barcha narsa u YOKI bu sinfning nusxasi hisoblanadi. G2 da barcha sintaksik konstruktsiyalar sinf hisoblanadi. Umumiylikni saqlash uchun hatto ma'lumotlarning bazaviy turlari - belgili, sonli, mantiqiy va noaniq mantiqning rost qiymati - mos sinflar bilan tasvirlangan. Sinflarni

tavsiflash supersinflarga murojaatni o'z ichiga oladi va sinfga xos bo'lgan atributlar ro'yhatiga ega.

**Modullar va ishchi fazolar ierarxiyasi.** G2 ilovani strukturalashtirish uchun «modul» va «ishchi fazo» lar qo'llaniladi. Bu konstruksiyalarning funktsiyalari o'xshash bo'lishiga qaramasdan ular o'rtasida muhim farqlar bor. Ilova modullar deb nomlangan bir yoki bir nechta bilimlar bazasi ko'rinishida tashkil etilgan bo'lishi mumkin. Bu holda ilova modullar strukturasi (ierarxiyasi) orqali tasvirlangan deyiladi. Yuqori darajada - bitta yuqori darajadagi modul. Keyingi darajadagi modullar oldingi darajadagi modullar ularsiz ishlay olmaydigan modullardan tashkil topgan. Ilovani strukturalashtirish ilovani bir vaqtning o'zida bir nechta guruhlar tomonidan ishlab chiqishga imkon beradi, ishlab chiqarish, sozlash va sinashni soddalashtiradi, bir - biriga bog'liq bo'lmagan holda modullarni o'zgartirishga imkon beradi, bilimlar bazasidan qayta foydalanishni soddalashtiradi.

Ishchi fazolar boshqa sinflar va ularning nusxalari, masalan, ob'ektlar, aloqalar, qoidalar, va h.k. joylashadigan sinflar majmuasi hisoblanadi. Har bir modul (bilimlar bazasi) ixtiyoriy sondagi ishchi fazolarga ega bo'lishi mumkin. Ishchi fazolar "is-a-part-of" («qismi hisoblanadi») munosabati bilan bir yoki bir nechta daraxt ko'rinishidagi ierarxiyani tashkil etadi. Har bir modul bilan yuqori (nolinchi) darajadagi bir yoki bir nechta ishchi fazolar birlashtiriladi. Ularning har biri - mos ierarxiyaning ildizi. O'z navbatida nolinchi darajada joylashgan har bir ob'ekt bilan «uning qismi hisoblangan» birinchi darajadagi ishchi fazo birlashtirilishi mumkin va h.k.

«Modullar» va «ishchi fazolar» o'rtasidagi farq quyidagidan iborat. Modullar ilovani turli ilovalarda birgalikda ishlatiladigan alohida bilimlar bazasiga ajratadi. Ular ilovadan ishlash jarayonida emas, uni ishlab chiqarish jarayonida foydalanadi. Aksincha ishchi fazo ilova bajarilayotganda o'zining rolini bajaradi. Ular turli xil mexaniqlarni o'z ichiga oladi va ilovani tushunish va qayta ishlash oson bo'ladigan kattaroq qismlarga ajratishni ta'minlaydi.

Bundan tashqari ishchi fazo turli kategoriyadagi foydalanuvchilar uchun ilovaning har xil ishlashini aniqlaydigan foydalanuvchi cheklanishlarini aniqlash uchun ishlatiladi.

**Ma'lumotlar strukturasi.** Bilimlar bazasidagi mohiyatlarni ularni ishlatish nuqtai nazaridan ma'lumotlar strukturasi va bajariladigan tasdiqlarga ajratish mumkin. Ma'lumotlar strukturasi ob'ektlar va ularning sinflari, aloqalar (connection), munosabatlar (relation),

o'zgaruvchilar, parametrlar, ro'yxatlar, massivlar ishchi fazolar misol bo'ladi. Bajariladigan tasdiqlarga qoidalar, protseduralar, formulalar, funktsiyalar misol bo'ladi.

Tizimga o'rnatilgan va foydalanuvchi tomonidan kiritiladigan ob'ektlar farqlanadi. Ilovani ishlab chiqarishda ushbu ilovaning o'ziga xos xususiyatini aks ettiradigan qism sinflar yaratiladi. O'rnatilgan ob'ektlar qism sinflari orasida o'zgaruvchilar, parametrlar ro'yxatlar va massivlar qism sinflarini o'z ichiga olgan ma'lumotlar qism sinflari o'ziga eng ko'p qiziqish uyg'otadi.

Asosiy rol o'zgaruvchilarga ajratiladi. Statik tizimlardan farqli o'laroq o'zgaruvchilar uch turga ajratiladi: o'ziga xos o'zgaruvchilar, parametrlar va oddiy atributlar. Parametrlar chiqarish mashinasining ishlashi yoki biror bir protseduraning bajarilishi natijasida qiymatlar oladi. O'zgaruvchilar xaqiqiy dunyodagi ob'ektlarning karakteristikalarini aks ettiradi va shuning uchun maxsus jixatlarga ega: ma'lumotlar manbai va qiymati. O'zgaruvchi qiymatining hayot vaqti bu qiymat dolzarb bo'ladigan vaqt oralig'ini aniqlaydi, bu oraliqning tugashi bilan o'zgaruvchi qiymatga ega emas deb hisoblanadi.

**Bajariladigan tasdiqlar.** Bilimlar bazasidagi bajariladigan tasdiqlarning asosini qoidalar va protseduralar tashkil etadi. Bundan tashqari formulalar, funktsiyalar, harakatlar va h.k. lar mavjud. G2 da qoidalar an'anaviy ko'rinishga ega: chap qism (antetsendent) va o'ng qism (konsekvent). If-qoidalardan tashqari yana to'rt turdagi qoidalar ishlatiladi: initially, unconditionally, when va where. Har bir tur qoidalar barcha sinflarga taalluqli umumiy va aniq bir sinf nusxasiga taalluqli maxsus bo'lishi mumkin. Bilimlarni faqat maxsus qoidalar ko'rinishida emas umumiy qoidalar ko'rinishida ham tasvirlash bilimlar bazasidagi ortiqchalikni minimallashtirishga imkon beradi, uning to'ldirilishi va kuzatilishini soddalashtiradi, xatolar sonini qisqartiradi, bilimlardan qayta foydalanishga yordam beradi (umumiy qoidalar kutubxonada saqlanib qolinadi va o'xshash ilovalarda ishlatilishi mumkin).

Samarali qoidalar tizimning atrof - muhit o'zgarishlariga munosabatini tavsiflash uchun yetarlicha moslashuvchanligini ta'minlashiga qaramasdan ba'zi hollarda qat'iy harakatlar ketma-ketligini bajarishda, masalan, qurilmalar kompleksini ishga tushirish va to'xtatishda protsedurali yondashuv afzalroqdir. Protседurali tasvirlash uchun G2 da ishlatiladigan dasturlash tili Paskal tiliga yaqin hisoblanadi. Til standart boshqaruvchi konstruksiyalardan tashqari protseduralarni real vaqtda ishlashini hisobga oladigan elementlar bilan kengaytirilgan:

hodosalarning kirishini kutish, boshqa masalalarga uning bajarilishini ta'minlash, operatorlarning paralel va ketma - ket bajarilishini ta'minlaydigan direktivalar. Tilning yana bir qiziq jihati - ular sinflar nusxalari to'plami ustida tsiklni tashkil etish imkonini beradi.

### **Chiqarish mashinasi, modellashtirish va rejalashtirish tizimosti**

Statik ET larda ishlatiladigan to'g'ri va teskari chiqarishning asosiy kamchiligi ularni bajarishga ketadigan vaqtni oldindan bilib bo'lmalik. Dinamik tizim nuqtai nazaridan foydalanish mumkin bo'lgan qoidalar - ruxsat etilmaydigan ortiqchalik. G2 ning real vaqtda ishlaydigan ilovalarga mo'ljallanganligiga bog'liq holda chiqarish mashinasida ko'zda tutilmagan hodisalar va h.k.larga munosabat uchun birma-bir qisqartiradigan vosita bo'lishi kerak. G2 dagi chiqarish mashinasi uchun qoidalarni uyg'otish usulining boy to'plami harakterli hisoblanadi. O'nta holat ko'zda tutilgan:

1. Chap qism qoidalarga kiradigan ma'lumotlar o'zgargan(to'g'ridan to'g'ri chiqarish - forward chaining).

2. Qoida boshqa qoida yoki protseduraga kerak bo'ladigan o'zgaruvchining qiymatini aniqlaydi(obratniy vivod - backward chaining).

3. Har bir n sekund, bu yerda n- mazkur qoida uchun aniqlangan son (skanerlash - scan).

4. Fokuslash va uyg'otish harakatlarini qo'llash yo'li bilan boshqa qoidalarni oshkor YOKI oshkormas holda uyg'otash (focus va invoke).

5. Ilova har safar ishga tushganda.

6. Chap qismga kiruvchi o'zgaruvchiga u o'zgargan yoki o'zgaruvchidan qat'iy nazar qiymat ta'minlangan.

7. Ekranida muayyan ob'ekt foydalanuvchi yoki boshqa qoida yordamida siljtilgan.

8. Ob'ektlar o'rtasida ma'lum munosabat o'rnatilgan yoki yo'qotilgan.

9. O'zining ma'lumotlar manbaiga murojaat qilishi natijasida o'zgaruvchi qiymat qabul qiladi.

Birinchi ikkita usul statik tizimlarda yetarlicha tarqalgan bo'lib, uchinchisi demon protseduralarni ishga tushiruvchi mexanizm sifatida ma'lum bo'lsa ham qolganlari G2 tizimining muxim noyob xususiyati hisoblanadi. G2 ilova bir vaqtda bajariladigan masalalar to'plamini boshqarishi uchun rejalashtiruvchi kerak. Foydalanuvchi u bilan hech qachon aloqada bo'lmada, rejalashtiruvchi foydalanuvchiga ko'rinadigan barcha faollikni va fon masalalari faolligini nazorat qiladi.

Rejalashtiruvchi masalalarni qayta ishlab tartibini aniqlaydi, ma'lumotlar manbai va foydalanuvchi bilan aloqada bo'ladi, jarayonlarni ishga tushiradi va tarmoqdagi boshqa jarayonlar bilan aloqani amalga oshiradi.

G2 ning modellashtirish qism tizimi yetarlicha alohida(avtonom), ammo tizimning muhim qismidir. Amaliy tizim hayot siklining turli bosqichlarida u turli xil maqsadlarga erishishga xizmat qiladi. Ishlab chiqarish vaqtida modellashtirish qism tizimi imitatsiya uchun xaqiqiy dunyo ob'ektlari o'rniga datchiklarning ko'rsatkichlaridan foydalanadi. Xaqiqiy ob'ektlarda sozlashni olib borish juda qimmatga tushishi mumkin, ba'zi hollarda esa xavfli bo'lishi ham mumkin.

Amaliy tizimni ekpluatatsiya qilish bosqichida modellashtirish protseduralari monitoring va jarayonlarni boshqarish funktsiyalari bilan parallel bajariladi va shuning uchun quyidagi imkoniyatlarni ta'minlaydi:

1 ilova bajarilishi davomida datchiklar ko'rsatkiChini nazorat qilish;

2 xaqiqiy qiymatlarni olish imkoni bo'lmaganda o'zgaruvchilarning modelli qiymatlarini almashtirish(datchikning ishdan chiqishi yoki so'rovga munosabatining uzoq cho'zilishi).

Ko'rib turibmizki bilimlarning mustaqil agenti rolini o'ynab modellashtirish qism tizimi ilovaning yashash qobiliyati va ishonchliligini oshiradi. Tashqi dunyoni tavsiflash uchun modellashtirish qism tizimi uch turdagi tenglamalardan foydalanadi: algebraik, ayirmali va differentsial(birinchi tartibli).

### **Takrorlash uchun savollar:**

1. Real vaqt ETlarining arxitekturasi?
2. ET yaratish imkoniyatlari uchun talab?
3. Qachonki ET yaratilishi haqli deb topilsa, talab qo'yish?
4. Qachonki, ET ishlab chiqish mufoviq deb topilsa, talab qo'yiladi?

## GLOSSARIY

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
bilim	kompyuter ilm-fan - muayyan mavzu sohada mutaxassis (ekspert) tajribasini aks ettiradi axborot turdagi, joriy vaziyatni majmui va uning tushuncha bir ob'ektga boshqasiga o'tishni bayon qilish uchun.	in computer science - the kind of information that reflects the experience of the specialist (expert) in a particular subject area, its understanding of the set of the current situation and how to describe the transition from one object to another.
bilim	axborot yig'ish, izchil tavsifi shakllantirish tasvirlangan masala, mavzu, muammo xabardorligini ma'lum bir darajasiga mos keladigan, va hokazo	collection of information, forming a coherent description, corresponding to a certain level of awareness of the described issue, the subject, problem, etc.
deklarativ bilim	Ular mos keladigan xotira maydoniga konvertatsiya keyin foydalanish uchun mavjud, shunday qilib, aqlli tizimi xotirasida saqlanadi faktlar haqida, odatda, yozilgan ma'lumotlar ma'lumotlar. Taqdimot lazzati shakli protsessual bilim qarshi turish	knowledge which is stored in the intelligent system memory so that they are immediately available for use after conversion to the corresponding memory field. In a ZD usually written information about the domain property, the facts that have a place in it, etc. information. The form of presentation ZD opposed to procedural knowledge.
Accending order	Eng past va eng yuqori uchun sanada asoslangan matn sohasida alifbo tartibi	In order from lowest to highest. Also called alphabetical order, when a sort is based on a text field, and chronological, when a sort is based on a date field

Autonumber field	Yozishga qaraganda katta maydonga qo'shimcha ravishda avtomatik saqlash	A field that automatically stores a numeric value ,that is one greater than that in the last record added
Database	Tegishli ma'lumotlarni yig'ish	An organized collection of related data
Database schema	Ma'lumotlar bazasida jadvallar yacheykasiga ma'lumotlarning bayoni va ma'lumotlarni uzatishni tashkil etish	A description of the data, and the organization of the data, into tables in a relational database
Datasheet	Ma'lumotlar uchun satrlar ustunlar sohalarda va yozuvlar bilan tashkil etish	The data for a table organized with fields in columns and records in rows
pragmatik bilim	Berilgan domen muammolarni hal qilish haqida bilim.	knowledge about how to solve problems in a given domain.
intuitiv algoritmlarni ilmi	bilim faoliyati, shuningdek, unda bir o'ringa mujassam bilim davomida intellektual tizimi to'plangan, lekin bu notinch mintaqada mutlaq haqiqat maqomiga ega emas. Ko'pincha Ze muammolarni hal qilish inson bilim bazasi (norasmiy) tajriba aks ettirish bilan bog'liq.	knowledge accumulated intellectual system during its operation, as well as the knowledge embodied in it a priori, but do not have the status of absolute truth in this troubled region. Often ZE associated with the reflection in the human knowledge base (informal) experience in solving problems.
Decending order	Oliy maqsadidan eng past uchun	In order from highest to lowest
Sun'iy aql	dastur jarayonining qobiliyati bir oqilona inson xatti bilan bog'liq xususiyatlarini aniqlash uchun.	the ability of the application process to detect the properties associated with a reasonable human behavior.

Sun'iy aql	oqilona fikrlash va inson xatti xil xususiyatlarini aniqlash qodir gipotetik texnik tizimi.	hypothetical technical system capable of detecting properties identical to rational thinking and human behavior.
Field	Jadvaldagi maydonlarni belgilaydi	A column in a table. Used to store data
OLAP	Haqiqiy vaqtda ma'lumotlarga analitik ishlov berish	On-Line Analytical Processing
OLTP	Haqiqiy vaqtda tranzaksiyalarga ishlov berish	On-Line Transaction Processing
Form	So'rovlar yordamida ma'lumotlarni ko'rishda ishlatiladi	A database object used for entering records into a table, and for viewing existing records
Long integer	Uzun butun toifa	A field size that indicates a whole number
Lookup field	Maydondagi ma'lumotlarni saqlaydi	A field that stores data; retrieved from a field in another table
Name	Jadval nomi bo'lib, soz orqali ifodalanadi	Word or words, used to describe the data stored in a field
Primary key	Birlamchi kalit hisoblanadi	A field in a table that is designated to contain unique data.
RDBMS	Relation ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimi	(Relational Database Management System) A software application that contains tools to manage data, answer queries, create user-friendly forms for data entry, and generate printed reports.
Record	Jadvaldagi maydonlarni uchun ma'lumotlar majmui	A set of data for fields in a table

Machine xulosa	Dastur fikrlashning mexanizmi modellashtirish va bilim va ish xotirasida mavjud boshqa ma'lumotlar yangi ma'lumotlarni olish uchun bilim va ma'lumotlarni faoliyat ko'rsatmoqda. Odatda, xulosa Dvigatel semantik tarmoq doirasida yoki tarmog'ida tumdengelimli chiqaman yoki qaror qidiruvi bir dasturiy asoslangan mexanizmi foydalanadi.	program simulating the mechanism of reasoning and operate knowledge and data in order to obtain new data from knowledge and other data available in the working memory. Typically, the inference engine uses a software-based mechanism of deductive inference or decision search engine in the frame of the semantic network, or the network.
Text field	belgilar (harflar, belgilar, so'zlar, harflar va raqamlar kombinatsiyasini) hisob talab qilmaydigan va sonlar saqlaydi	A field that stores characters (letters, symbols, words, a combination of letters and numbers) and numbers that do not require calculations.
Yes/No field	ha / yo'q, to'g'ri / noto'g'ri, yoki / off vakillik qilish.	A field that is either selected or not selected to represent yes/no, true/false, or on/off.
ERP	Korxonalar resurslarini rejalashtirish	Enterprise Resource Planning
CRM	Mijozlar bilan o'zaro munosabatlarni boshqarish	Customer Relations Management
LAN	Lokal hisoblash tarmog'i	Local Area Network
MAN	Maxalliy hisoblash tarmog'i	Metropolitan Area Network
WAN	Hududiy hisoblash tarmog'i	Wide Area Network
ISO	Halqaro standartlashtirish tashkiloti.	International Organization for Standardization
WWW	Umumjahon o'rgamchak to'ri	World Wide Web
ASCII	Axborot almashishning Amerika standarti	American Standard Code for Information Interchange
ekspert tizimi	muayyan oz tuzilgan va murakkab bilimlarini o'z	artificial intelligence system that includes knowledge of

	ichiga oladi Sun'iy aql tizimi tor mavzu maydoni va oqilona hal taklif va foydalanuvchiga bayon qobiliyatini rasmiylashtirishda. Ekspert tizimi bilim bazasi va xulosa Dvigatel quyi tushuntirish o'z ichiga oladi.	certain poorly structured and difficult to formalize a narrow subject area and the ability to offer and explain to the user a reasonable solution. The expert system comprises a knowledge base and inference engine subsystem explanation.
Mantiq dasturlash tillari	asoslangan tillar deb atalmish ekspert tizimlari uchun, xususan, mumtoz va mantiq xulosa tizimlari uchun amal.	Languages based on classical and applicable for logic inference systems, in particular, for the so-called expert systems.

Test savollari

Shaxmat gal omili $b = 30$ , chuqurlik $d = 50$ : qadamlar sonini toping?	$30^{50} \approx 7.2 \cdot 10^{73}$	$7.2 \cdot 10^7$	$72 \cdot 10^7$	$7.02 \cdot 10^7$
Nima uchun yaxshi shaxmatchilar ham bugungi kunda kelib kompyuterlarday yaxshi shaxmat o'ynolmaydi	Inson aqli qabul qilish va tahlil qilish ko'p vaqtini oladai	Inson aqli qabul qilish va tahlil qilish kam vaqtini oladai	Inson aqli qabul qilish murakkab	Inson aqli qabul oddiy
Nima uchun taklif uchun hujjatlar matematik hal qilayotgan bo'sh joy izlashga katta hatto?	Har bir bo'shliq xato bo'lganligi uchun	Har bir bo'shliq to'g'ri bo'lganligi uchun	Har bir bo'shliq nol bo'lganligi uchun	Har bir bo'shliq bir bo'lganligi uchun
Evristik qidiruv bu... ?	Evristika ko'p hollarda bir yechim topish muammo hal qilish strategiyasi tezroq qidiruv.	Evristika kam hollarda bir yechim topish muammo hal qilish strategiyasi tezroq qidiruv.	Evristika ko'p hollarda bir necha yechim topish muammo hal qilish strategiyasi tezroq qidiruv.	Evristika ko'p hollarda bir yechim topish muammo hal qilish strategiyasi oson qidiruv.
Bexabar qidiruv uchun, faqat interaktiv chuqurlashtirish deyarli foydalidir. Nima uchun?	to'liq, tez va xotira	to'liq, sekin va xotira	to'liq, tez	tez va xotira
Probabilistic logika noaniqlik: barcha qushlarning нечи фоиизи бўлиши мумкин?	99	100	98	101

Agar bemorga o'ng og'riq hissi bo'lsa pastki qorin ko'tardi. Bu qaysi to'rdan foydalinganinin ko'rsatadi?	Bayez	Neyron	Markov	Kill
Tasodifiy muhitlar uchun umumlashtirilgan qiymatlarga ega atom modelini k'rsatding?	Atom modeli: chizma qidiruv Proportsional modellar: biz muhokama qilgan PDDL rejalashtirish	Atom modeli: qidiruv Proportsional modellar: biz muhokama qilgan PDDL rejalashtirish	Atom modeli: t'g'ri qidiruv Proportsional modellar: biz muhokama qilgan PDDL rejalashtirish	Atom modeli: chizma qidiruv Proportsional modellar: biz muhokama qilgan rejalashtirish
Klassik rejalashtirish farazlari to'g'ri ko'rsatilgan javobni toping?	Topshiriqlar Harakatlar	Harakatlar	Topshiriqlar	Modellar
Noaniqlikning turlari to'g'ri ko'rsatilgan javobni toping?	Dizyunaktiv Tahminiy Ehtimolli	Tahminiy Harakatlar	Dizyunaktiv Моделлар	Ehtimolli Topshiriqlar
Markov qaror qabul qilish jarayoni nechta komponenta bor?	4	5	3	6
Markov qaror qabul qilish jarayonida raqdim etish uchun nechta parametr zarur?	2	3	4	5
Birinchi darajali Markov dinamikasini toping?	$Pr(St+1 At,St, At-1,St-1, \dots, S0) = Pr(St+1 At,St)$	$Pr(Rt At,St, At-1,St-1, \dots, S0) = Pr(Rt At,St)$	$Pr(R^t=R(S^t)   A^t, S^t) = 1$	$Pr(S^{t+1} A^t, S^t) = Pr(S^{k+1} A^k, S^k)$

Birinchi darajali Markov qiymat jarayonini ko'rsating?	$Pr(Rt At,St, At-1,St-1, \dots, S0) = Pr(Rt At,St)$	$Pr(St+1 At, St, At-1, St-1, \dots, S0) = Pr(St+1 At, St)$	$Pr(S^{t+1} A^t, S^t) = Pr(S^{k+1} A^k, S^k)$	$Pr(R^t=R(S^t)   A^t, S^t) = 1$
Statsionar dinamikalar va qiymatini ko'rsating ?	$Pr(St+1 At,St) = Pr(Sk+1 Ak,Sk)$	$Pr(S^{t+1} A^t, S^t) = Pr(S^{k+1} A^k, S^k)$	$Pr(R^t=R(S^t)   A^t, S^t) = 1$	$Pr(St+1 At, St, At-1, St-1, \dots, S0) = Pr(St+1 At, St)$
Garchi biz harakatni amalga oshirganimizda qaysii holatga erishishimizni aytolmasakda, u aniqlanganda nimaligini bilamiz. bu nima?	To'liq tahlil	Noto'liq tahlil	To'liq shart	Noto'liq shartl
Markov qaror qabul qilishlari uchun "planlar" Statsionar bo'lmagan siyosat [garchi statsionar dinamikalar va qiymatimiz bo'lsa ham] ni toping?	$\pi: S \times T \rightarrow A$ , bu yerda T manfiy bo'magan butun sonlar $\pi(s,t)$ bu s holatda t qadam bilan bajarish	$\pi: S \times T \rightarrow A$ , bu yerda T манбар bo'magan butun sonlar $\pi(s,t)$ bu s holatda t qadam bilan bajarish	$\pi: S \times T \rightarrow A$ , bu yerda T manfiy bo'magan butun sonlar $\pi(t)$ bu s holatda t qadam bilan bajarish	$\pi: S \times T \rightarrow A$ , bu yerda T manfiy bo'magan butun sonlar $\pi(s,t)$ bu s holatda t qadam siz bilan bajarish
Nimaga harakatlar ketma-ketligini hisobga olish kerak emas?	0 ga teng bo'lgan uchun	-1 ra teng bo'lgan uchun	2 ra teng bo'lgan uchun	1 ra teng bo'lgan uchun
Nimaga boshqatdan planlashtirish kerak emas?	Javob to'g'ri chiqilgan uchun	Javob noto'g'ri chiqilgan uchun	Javob to'g'ri chiqilmagani uchun	Javob to'g'ri chiqilmagani uchun

Siyosatli qiymat bu ... ?	II	B	C	H
ET ishlab chiqishdagi eng nozik bosqichlardan biri bu... ?	<b>Bilimni egallash</b>	Imitatsiyalash	o'rganish	Tushintirish
Bilimlarning yagona asosiy manbasi -nima hisoblanado?	<b>mutaxassis-ekspert</b>	Bilimni egallash	Imitatsiyalash	O'rganish
Bilimlar muhandisi kim bilan ishlashi zarur?	<b>ekspert bilan</b>	Diller bilan	Mendjer bilan	Banklar bilan
O'z navbatida, kommunikativ metodlarni hechiga bo'lish mumkin?	2	3	4	5
ET qurishdagi eng muhim masalalardan biri bu.. ?	<b>Ekspertdan bilimni olish va uni qulay shakldagi tuzilmaga keltirish</b>	Ekspertda bilimni berish va uni qulay shakldagi tuzilmaga keltirish	Ekspertdan bilimni olish va uni shakldagi tuzilmaga keltirish	Ekspertdan bilimni olish va uni qulay shakldagi tuzilmadan olib tashlash
ET da Intervyu bu ?	<b>shunchaki suhbat emas, ekspert ayni sohadagi muammoni qanday hal etishini kuzatish hamdir</b>	Ekspertdan bilimni olish va uni qulay shakldagi tuzilmaga keltirish	shunchaki suhbat emas, ekspert ayni sohadagi muammoni qanday hal etishini olib tashlash hamdir	Ekspertda bilimni berishva uni qulay shakldagi tuzilmaga keltirish

ET da muhokama maqsadini ko'rsating ?	<b>ekspert qanday qilib muammo haqidagi bilimlarni tashkil qilmoqda, tushuncha va gipotezalarni qanday taqdim etmoqda, noto'liq, noaniq, qarama-qarshi fikrlarga qanday murojaat qilmoqda ekanligini aniqlash</b>	ekspert qanday qilib muammo haqidagi bilimlarni tashkil qilmoqda, tushuncha va gipotezalarni qanday taqdim etmoqda, noto'liq, noaniq, qarama-qarshi fikrlarga qanday murojaat qilmaslik ekanligini aniqlash	ekspert qanday qilib muammo haqidagi bilimlarni tashkil qilmoqda, tushuncha va gipotezalarni taqdim etmoqda, noto'liq, noaniq, qarama-qarshi fikrlarga qanday murojaat qilmoqda ekanligini aniqlash	ekspert qanday qilib muammo haqidagi bilimlarni tashkil qilmoqda, tushuncha va gipotezalarni qanday taqdim etmoqda, to'liq, noaniq, qarama-qarshi fikrlarga qanday murojaat qilmoqda ekanligini aniqlash
---------------------------------------	---	---	---	--



## FOYDALANGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF – 4947 – son farmoni. Toshkent, 2017 yil 7 fevral.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2010 yil 2 noyabrdagi "Oliy malakali ilmiy va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-1426-sonli Qarori.
3. Kadrlar tayyorlash milliy dasturi. O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining Axborotnomasi, 1997 yil. 11-12-son, 295-modda.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2012 yil 24 iyuldagi "Oliy malakali ilmiy va ilmiy-pedagog kadrlar tayyorlash va attestasiyadan o'tkazish tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida"gi PF-4456-son Farmoni.
5. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelejagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. 2017.
6. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. 2017.
7. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini barpo etamiz. 2017.
8. Mirziyoev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib – intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollariga bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so'zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, № 11.
9. Qosimov S.S. Axborot texnologiyalari. – T.: Aloqachi, 2006 – 369 b.
10. Q.A.Bekmuratov. Sun'iy intellect. Oliy ta'lim muassasasi talabalari uchun o'quv qo'llanma. – T.«Aloqachi», 2019. -312 bet
11. Искусственный интеллект: Современные подходы – А Рассел и Норвиг. – из. Пирсон Prentice Hall – 2009 – 1132p.
12. Вероятностные графические модели: Принципы и техники – Дафни Коллер, Нир Фидман изд. MIT Press – 2009 – 1231p.
13. Введение в Python – Guido Van Россум, Фрэд Л Дрейк изд. Network theory – 2003-1120 с.

14. Искусственный интеллект. Основы вычислительных агентов – Давид Пул, Алан Макворф изд. Cambridge University Press – 2010 – 682 стр.

15. Машинное обучение, нейронная и статистическая классификация Д. Мичи, Д.Ж. Спигелхалтер, С.С. Тэйлор 1994г. 290 стр.

16. Хачатурова Е.М., Кимизбаева О.Э. Учебное пособие по курсу «Экспертные системы» - ТУИТ НММ Алоқачи, Ташкент 2006.- 105 с Andreychikov A.V., Andreychikova O.N. Intellektualnie informatsionnie sistemi: Uchebnik. — М.: Finansi i statistika, 2004.

17. Искусственный интеллект: Современные подходы – А Рассел и Норвиг. – из. Пирсон Prentice Hall – 2009 – 1132p.

18. Введение в искусственный интеллект – Вольфганг Эртел изд. Шпрингер – 2011 – 316 p

19. Гушин А.Н., Радченко И.А. Экспертные системы: учебное пособие. Балт. гос. техн. ун-т. — СПб., 2007.

20. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. — М.: ДМК Пресс, 2004.

21. Искусственный интеллект. Кн.2. Модели и методы: Справ. / Под ред. Д.А. Поспелова. — М.: радио и связь, 1990.

### Internet saytlar

[www.Ziyonet.uz](http://www.Ziyonet.uz)

[www.library.tuit.uz](http://www.library.tuit.uz)

[www.intuit.ru](http://www.intuit.ru)

<http://pitbooks.ru>

<http://www.torrentino.ru>

<http://www.google.com>

MUNDARIJA

	Kirish .....	3
I Bob.	Sun'iy intellekt faniga kirish .....	4
	1.1. Ekspert tizimlar.....	8
	1.2. Sun'iy intellekt sohasidagi ishlar rivojlanishining qisqacha tarixiy sharhi.....	9
	1.3. Sun'iy intellekt tizimlarini qo'llashning funksional strukturasi.....	12
II Bob.	“Sun'iy intellekt” faninig mazmuni, predmeti va metodi. Sun'iy intellekt haqida umumiy tushunchalar .....	18
	2.1. Sun'iy intellekt rivojlanishining yo'nalishlari.....	22
	2.2. Androidlar va elektromexanik robotlar.....	28
	2.3. Mantiqiy modellar.....	37
	2.4. To'rli modellar.....	38
	2.5. Maxsuliy modellar.....	40
	2.6. Masalani yechish usullari.....	47
	2.7. Intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlash.....	55
	2.8. Maxsuliy tizimlar.....	63
III Bob.	Ifodalar mantiqi va predikatlar mantiqi.....	71
	3.1. Mantiq tarifi. Taffakur xususiyatlari.....	71
	3.2. Bayes ehtimolligi.....	75
	3.3. Noaniq mantiq.....	77
	3.4. Ish muhitlarining xususiyatlari.....	79
	3.5. Bo'shliqlar daraxti.....	85
IV Bob.	Mantiq cheklovlari .....	93
	4.1. Qaror qila olishlik va notugallik.....	93
	4.2. Holatlar fazosida qidirish usuli bilan masalani yechish.....	96
	4.3. Masalani reduksiya usulida yechish.....	98
V Bob.	Qidiruv yordamida muammoni echish.....	102
	5.1. Muammoni hal qilish agenti.....	102
	5.2. Sezuvchan qidiruv.....	107
VI Bob.	Qaror qabul qilishning Markov jarayonlari va o'yinlar nazariyasi.....	111
	6.1. Markov qaror qabul qilish jarayoni.....	112
	6.2. Markov zanjirlarining keng klassi.....	114
	6.3. O'yinlar nazariyasi.....	116
	6.4. Eristik qidiruv.....	120

VII Bob	Mashinali o'qitishi va ma'lumotlarning intellektual tahlili.....	124
	7.1. Probabilistic logika.....	124
	7.2. Bayes tarmoqlari va Maxent.....	126
	7.3. Mustaqillikning xususiyatlarini ekspluatatsiya qilish.....	127
	7.4. Ma'lumotlar bilan ishlash.....	131
VIII Bob.	Neyron to'rlar va tabiiy tilga ishlov berish.....	137
	8.1. Neyron to'rlarining tarixi.....	141
	8.2. Tabiiy tilga ishlov berish.....	144
	8.3. Tabiiy tilni tushunish tizimi.....	148
	8.4. Nutqqa ovoz berish usullari.....	154
	8.5. Matn bo'yicha nutqni avtomatik kompyuterli sintez qilish.....	156
XI Bob.	Sun'iy intellekt tizimlarining rivojlanish istiqbollari .....	164
	9.1. Sun'iy intellektning rivojlanish holati va yo'nalishi.....	164
	9.2. Real vaqt ekspert tizimlari. Sun'iy intellektning asosiy yo'nalishi.....	168
	9.3. Ilovaning hayot sikli.....	171
	Golossariy.....	178
	Test savollari.....	183
	Foydalanilgan adabiyotlar.....	188

**T.A.XO‘JAQULOV,  
N.T.MALIKOVA**

# **SUN‘IY INTELLEKT**

**Toshkent – «Aloqachi» – 2019**

**Muharrir: Q.Matqurbonov  
Tex. muharrir: A.Tog‘ayev  
Musavvir: B.Esanov  
Musahhiha: F.Tog‘ayeva  
Kompyuterda  
sahifalovchi: B.Berdimurodov**

**Nashr.lits. AI №176. 11.06.11.**

**Bosishga ruxsat etildi: 20.11.2019. Bichimi 60x841 /16.**

**Shartli bosma tabog‘i 12,5. Nashr bosma tabog‘i 12,0.**

**Adadi 100. Buyurtma № .**

**«Nihol print» Ok da chop etildi.**

**Toshkent sh., M. Ashrafiy ko‘chasi, 99/101.**