

Лекция 14. Сараптамалық жүйелермен жұмыс істеу технологиясы. Сараптамалық жүйелердің құрылымы және жіктеуі.

1. Лекция мақсаты мен міндеттері: Сараптамалық жүйелер және олардың құрылымы және жіктеуі жайлы мәлімет беру.

2. Лекция мазмұны:

1. Сараптамалық жүйелермен жұмыс істеу технологиясы.

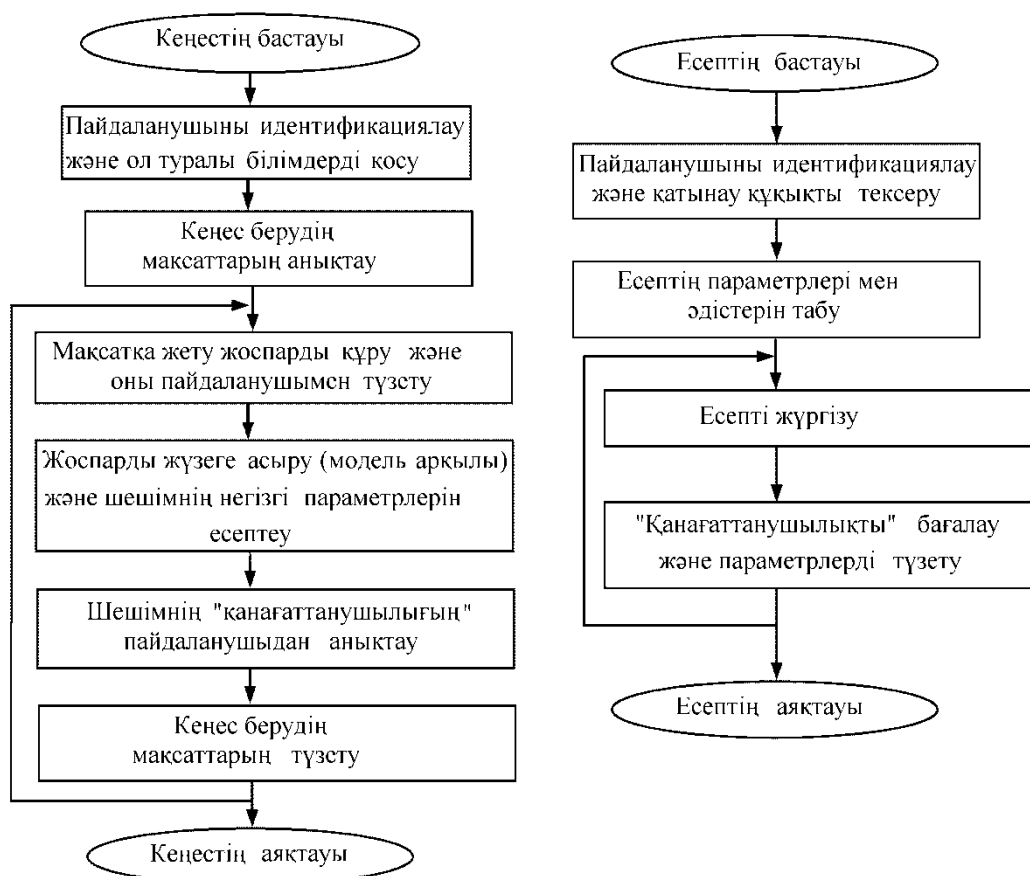
2. Сараптамалық жүйелердің құрылымы және жіктеуі.

3. Оқытудың техникалық құралдары: Zoom онлайн оқыту платформасы

4. Лекция оқудың тәртібі, оқыту әдістері мен түрлері: баяндау, сұрақ – жауап, түсіндіру, кіріспе лекция

Жасанды интеллект әдістерінің кең тәжірибелік мәлімі «Сараптамалық жүйе» деп аталатын ерекше бағдарлама жасауымен өмірге келді.

Осындай бағдарламалар өткен ғасырдың 60 жылдары бірінші пайда болып, белгілі бір заттық саласы үшін жасанды «ақыл-ойды» жасауға арналған болатын. Мысалы, MYCIN бағдарламасы гематология саласында «дәрігер» ретінде ойланған, CASNET – көз аурулар саласында; ELIZA бағдарламасы «психолог» рөлін атқаруға арналған болатын және т.б.



14.1-сурет. Сараптамалық жүйенің пайдалануымен әрекеттесу технологиялары және дәстүрлі сызба

60-70 жылдары сараптамалық жүйелердің көбі ең жақсы сарапшылардың (кейбір заттық салада) тәжірибесін жинауға мүмкіндік

беретін бағдарламалық механизмі болып ойланатын. Сол кезеңдегі жасақталған деректер қорылары бұл рөльді атқаруға келмеген, өйткені олардың іздестіру тілі аса икемді емес; одан басқа ДҚ арналған іздестіру тілінің рекурсивтігі (яғни өзін өзі шақыру мүмкіндігі) болмаған.

Сараптамалық жүйенің қазіргі түсінуі – бұл тар мамандандырылған бағдарламалық кешен. Ол не өте тез стандартты шешімдерді (көбінесе, техникалық объектілерді басқару үшін) қабылдауға, не пайдаланушымен сұхбат негізінде, кейбір шешімнің таңдауына көмектесуге мүмкіндік береді (пайдаланушы ұсынатын варианттарға баға беру жолымен және өзінің шешу варианттарын ұсынуы мен оларды түзету (14.1-сурет)).

Сараптамалық жүйелермен жұмыс істеу технологиясы

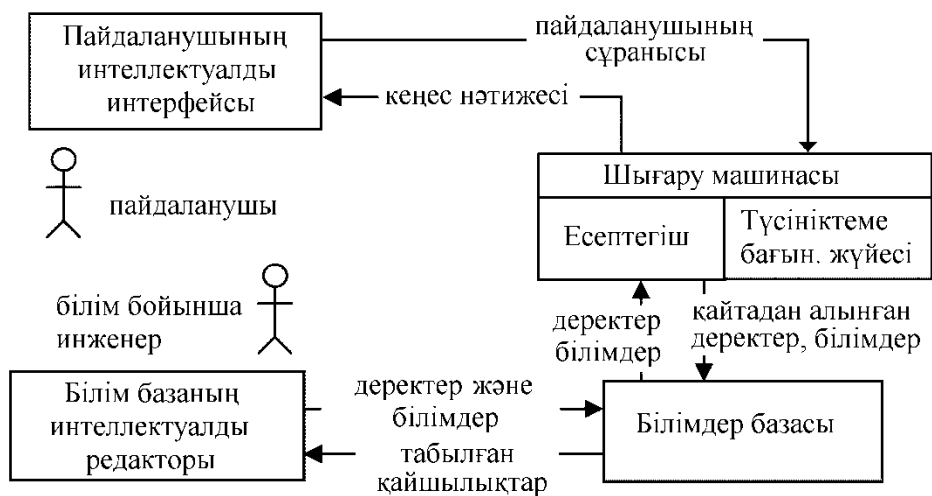
Сараптамалық жүйенің көмегімен қолданбалы есептің шешуі бұл әрқашан мақсатқа бейімділік итеративті процесс (14.1-сурет), себебі оның белгілі бір көзқарасына сәйкес ең жақсы шешімді табу мақсаты бар.

Егер сараптамалық жүйені қолданбай (басқа бағдарламалық құралдар арқылы) шешімді табатын болсақ, онда бұл бір реттік есеп болып табылады.

Сараптамалық жүйемен «сараптамалық емес» жүйелерінің арасындағы негізгі айырмашылығы – біріншісі әрбір итерациясында заттық салада жаңа алгоритм пайдаланады, бұл алдағы қадамның алгоритмның параметрлерімен ғана емес, құрылымымен де ерекшеленеді. Яғни қойылған мақсатқа жету кезінде мақсат және оның параметрлері де өзгеру мүмкін. 14.1-суретте сараптамалық жүйесі және оларсыз жұмыс кезеңдерінің салыстырмалы сызбалары көрсетілген.

Сараптамалық жүйелердің құрылымы

14.2-суретте абстрактты сараптамалық жүйенің жалпы құрылымы берілген. Нақты сараптамалық жүйелер осындай құрылымға көбінесе, толық сай бола алмайды, себебі нақты сараптамалық жүйеде, әрбір заттық саласы үшін сипатты, қосымша блоктар өте көп болады. Сонда да жұмыстың жалпы технологиясы және СЖ негізгі құрылым элементтерінің міндеті түсінікті болу мүмкін.



14.2-сурет. Абстрактты сараптамалық жүйенің жалпы құрылымы

Сараптамалық жүйенің басқа бағдарламалардан басты құрылымдық айырмашылығы – бұл білімдер қорының бар болуы және оқып үйрену мен өзін үйрету қабілетінде. Оның нақты түрі таңдалған ұсыну моделіне қатты тәуелді, бірақ жалпы түрде оған әрқашан фактілі және алгоритмды бөліктер кіреді.

Енді өнімдер ережелері жүйесі үшін біз фактілер және ережелер (логикалық, көбінесе дедуктивті қорытынды) туралы айтып отырамыз.

Мысал. Айтып салу: крокодил (табандары, тістері, құйрығы, түсі).

Ереже. крокодил (X, Y, Z, U), егер X = «қысқа», Y = «үлкен», Z = «ұзын», U = «жасыл».

Білімдерді ұсынудың фреймды моделіне негізделген, жасанды интеллект жүйесі үшін фактілер мен әдістер (қосылған процедуралар) туралы әңгіме жүргізіледі.

Мысал. Фрейм «экрандағы сызық»:

- басының координатасы 100, 100;
- аяғының координатасы 200, 200;
- көрші сызықтың координатасы белгісіз.

Әдістер:

- орта арқылы саздылы айналу;
- жоқ болу;
- көріну.

Бұл жағдайда сұрақ шығу мүмкін: «Экранда салынған сызықтың қандай интеллектуалдығы бар?». Жауабы мұндай: жасанды интеллектте фреймдер көбінесе, кейбір процесті немесе құбылысты модельдеу құралы ретінде пайдалынады, сондықтан экрандағы сызық тірі организмнің және т.б. моделі болуы мүмкін. Айналу кезінде ол басқа сызықтармен соғысады, нәтижесінде, мысалы «көрші сызықтың координатасы» алаңы толтырылады және т.с.с. (жүйе үйренеді).

Желілік моделі үшін жалпы жағдайда білімдер қоры: жүйенің күйін (мысалы, желі түйінділеріндегі кейбір параметрдің мәнін), таңдалған белсенді бағыныңқы желіні және шығару ережелерді ұстайды (оларға кіреді желі ішіндегі қатынастар сипаттамасы).

Шығару машинасы – БҚ алгоритмдық бөлігін өзектіктіру ретіне және әдісіне жауапты бағдарлама. Әртүрлі білімдерді ұсыну моделі үшін ол, әрине әртүрлі.

Логикалық моделі үшін оның түрі қарапайым тізбекті автомат болып табылады. Бұл модельде әрбір уақыт сайын барлық логикалық теңдеулердің іріктеуі толық өткізіледі.

Өнімдер жүйесі (логикалық шығару машина) үшін оның жағдайға тәуелді, детерминдық немесе ықтималдық бағаға негізделген артық көру жүйесі бар. Бұл модельде кезекті өзектіктіретін ереженің таңдауы бір мәнді болмайды.

Фреймды моделі үшін шығару машинасы екі бөліктен тұрады. Жалпы бөлігі фреймдер жүйесінде өтетін оқиғалар барлық фреймдерге бір уақытта немесе тізбекті түрде белгілі болсын дегеніне жауапты. Екінші бөлігі – бұл

фреймдер өзінің оқиғаларын өңдеуші. Олар болған оқиға туралы алынған хабарға қандай әдістің қосу қажетін шешеді.

Түсініктеме бағыныңқы жүйесі – бұл сараптамалық жүйенің маңызды элементтерінің біреуі, ол оның тәжірибелік пайдалану тиімділігін анықтайды. Түсініктеме бағыныңқы жүйесін жүзеге асыруда есептегіш қолдайтын процедураларды пайдаландықтан (бірақ, басқа ретте), шығару машина есептегіштен және түсіндіру бағыныңқы жүйесінен тұрады деп санауға болады. Машина не адам алған шешім өзі емес, ал шешімнің жолы – процесі жиі бағалы болады. Түсініктеме бағыныңқы жүйесі – бұл «Неге осылай?» немесе «Неге осылай, неге былай?» сұраққа жауап алатын бағдарламалық механизм.

Мұндай қабілет (түсініктеме бағыныңқы жүйесінің бар болуы) интеллектуалды жүйелердің барлығында бола алмайды. Бұл бағдарламау күрделігіне және білімдерді ұсыну моделінің кемшіліктеріне байланысты. Түсініктеме бағыныңқы жүйесі тек өнімдер ережелеріне және семантикалық желіге негізделген жүйелерде болады.

Мысал. Интеллектуалды жүйеге қойылған пайдаланушының (интерфейс арқылы шығару машинаға) сұранысы: «Ертеңге доллар курсы қандай болады?».

Жүйе диалогы.

1. Саяси тұрақтылығы қандай? Оператордың жауабы: «Жоғары».
2. Экономикалық болжам қандай? Оператордың жауабы: «Қолайлы».
3. Биржада белсенділік қандай? Оператордың жауабы: «Төмен».

Жүйенің жауабы: «Болжалды курс 145,7 тнг.»

Жүйе түсініктемесі.

1 ереже: Саяси тұрақтылығы жоғары және болжам қолайлы болғандықтан, 1 параметр = тұрақтылық.

2 ереже: 1 параметр тұрақты және биржадағы белсенділік төмен болғандықтан, 2 параметр = өсуі төмен.

3 ереже: 2 параметр = өсуі төмен болғандықтан, курс = бүгінгі курс + кішкене кездейсоқ ауытқуы.

Білімдер қорының *интеллектуалды редакторы* – бұл білімдер қорынындағы фактілер мен ережелерді қосу, жою және өзгертуге мүмкіндік беретін бағдарлама. «*Интеллектуалды*» дегеніміз, білімдер қорының тұтастығын, дұрыстығын және қайшылықсыздығын қамтамасыз ететін қабілет.

Жеке алынған білімдер элементінің мағынасы жоқ, сондықтан білімдер қорына қандайда операцияны (жазыларды қосу, жою, өзгерту) жасау үшін бүкіл білімдер қорының тұтастығын, дұрыстығын және қайшылықсыздығын берілген тереңдікке тексеру қажет.

Мұны мысал арқылы түсіндірейік. Телефон анықтамалық деген кесте бар болсын. Бастапқы кілт «Тегі, аты + телефон» (14.1-кесте).

14.1-кесте

Тегі, аты	Телефон	Мекенжай
Аманов С.	31-05-85	Абай к., 45-60
Сарсенов Қ.	65-78-41	Ауэзов к., 71-23
...	...	...
Тастенов А.	45-17-80	Желтоқсан к., 12-84

Енді жаңа жазуды енгізейік «Аманов С. / 31-05-86 / Абай к., 45-60». Егер енгізуде қателік (мысалы, телефон 31-05-85) шықса ДҚБЖ (СУБД) қабыл алынбайды – себебі бастапқы кілт бұзылған. Ал егер он әртүрлі тектерді терген кезде қателісіп отырсақ (мысалы, бәрін бір телефонға жазайық «31-05-85»), онда ешқандай хабар алмаймыз, бір пәтерде 11 адам тұрмайды ғой! Білімдер қорына жаңа мәлімет қосқанда, «қосылған» деп аталатын процедура белсенділі болу керек, ол жүйедегі бар болған ақпаратпен салыстырып, енгізілген ақпараттың дұрыстығын тексереді.

«Берілген тереңдік» дегенді толығырақ қарастырайық. Себебі, өзінің табиғаты бойынша білімдердің рекурсивтігі («ішке салуы») бар болады. Білімдер қорында болғанда, білім элементтері таң ғаларлық және адамға түсініксіз мағыналық тізбектер жасайды. Қандайда қосылған жаңа элемент олардың арасында «көпір» сияқты бола алады, сол себептен одан үлкен жаңа тізбектердің пайда болуына әкеледі. Осындай тізбектің шетінде заттық сала туралы кейбір жаңа қорытынды болады. Бұл жаңа қорытынды бұрынғы қорытындымен қайшы болып шығу мүмкін. Осындай қайшылықтар интеллектуалды жүйенің негізгі жұмыс тәртібі, себебі олардың пайда болуы фактілер мен ережелерді тексеруге және дәлдеуге мәжбүр етеді. Және де жүйеге енгізген жаңа білімнің (көпірдің) дұрыстығын және дәлдігін бағалауға келтіреді.

Мысал 1. Жүйеде жазулар бар болсын:

«Қайрат Майраның әкесі»;

«Майра Болаттың шешесі».

Сіз «Болат Төкеннің немересі» жазуды енгізуге тырысасыз. Жүйе 2 тереңдікте қайшылықты табады, өйткені бар болған мәлімет бойынша «Болат Қайраттың немересі»! Жүйе дәлдеуді қажет етеді: «бұл сол Болат па». Егер олар әртүрлі болса, онда жүйе білімдер қорын өзгертеді:

«Қайрат Майраның әкесі»;

«Майра Болат Амановтың шешесі»;

«Болат Қасенов Төкеннің немересі».

Немесе қателікті түзетеді:

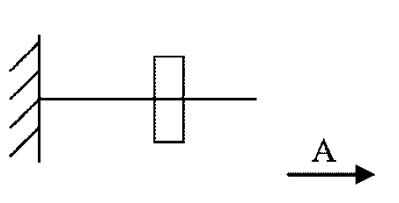
«Қайрат Майраның әкесі»;

«Майра Болаттың шешесі»;

«Болат Қайраттың немересі».

2-мысал. Сызбада көрсетілген (9.3-сурет) техникалық объект бар.

Қатты бітеуде гайкасы бар штанга орнатылған. Сіз «Апаттан кейін «А» бетінде цилиндрлық пішіні бар бірнеше фрагменттер табылған, мүмкін – үзілген гайкалар» деген жазуды енгізуге тырысасыз.



14.3-сурет. Сараптамалық жүйеде бейнеленген объект сызбасы

Жүйеде сызба шамамен былайша сипатталған:

- қосылған (қатты бітеу №1, штанга №1);
- қосылған (штанга №1, гайка №1);
- кішкентай (гайка №1);
- алты бұрышты (гайка №1);
- цилиндрлық (штанга №1);
- ұзын (штанга №1);
- іші қуыс (штанга №1);
- қасында (штанга №1, «А»).

Жаңа жазу қайшылықты шақырады.

1. «Бір қираған гайканың ұсақ фрагменттері аса көп болмау керек». Дұрыс па?
2. Әйтпесе «фрагменттер қираған штанганікі».
3. Әйтпесе «фрагменттер сырттан түскен».

Қорытындылары сөзсіз шығады деп ойлап қалуға болады, бірақ олай емес. Мысалы, автомобиль туралы әңгіме болсын. Майын ауыстырған кезде бөлшектердің қандай фрагменттері табылғаның айталасыз ба?

Қаралған мысалдарда қатынастардың транзитивті қасиеті бар болды.

Пайдаланушының интеллектуалды интерфейсы – бұл оптималды түрде мақсатқа жету үшін пайдаланушымен сұхбатты ұйымдастыруға жауап беретін бағдарлама.

Сұхбат барысында жүйе пайдаланушыға сараптамалық жүйемен кеңесудің мақсатын дәлдеуге немесе өзгертуге көмектеседі, сондықтан ол интерфейс «интеллектуалды» деп аталады. Осындай қажеттілік болу керек, өйткені сараптамалық жүйе көмегімен модельденетін қазіргі объектілер, процестер, құбылыстар өте үлкен және күрделі болғандықтан, пайдаланушы олардың аттарын (атауларын) да параметрлерін де есте сақтай алмайды, сондықтан сұранысты сауатты қою және жауапты алу мүмкін емес.

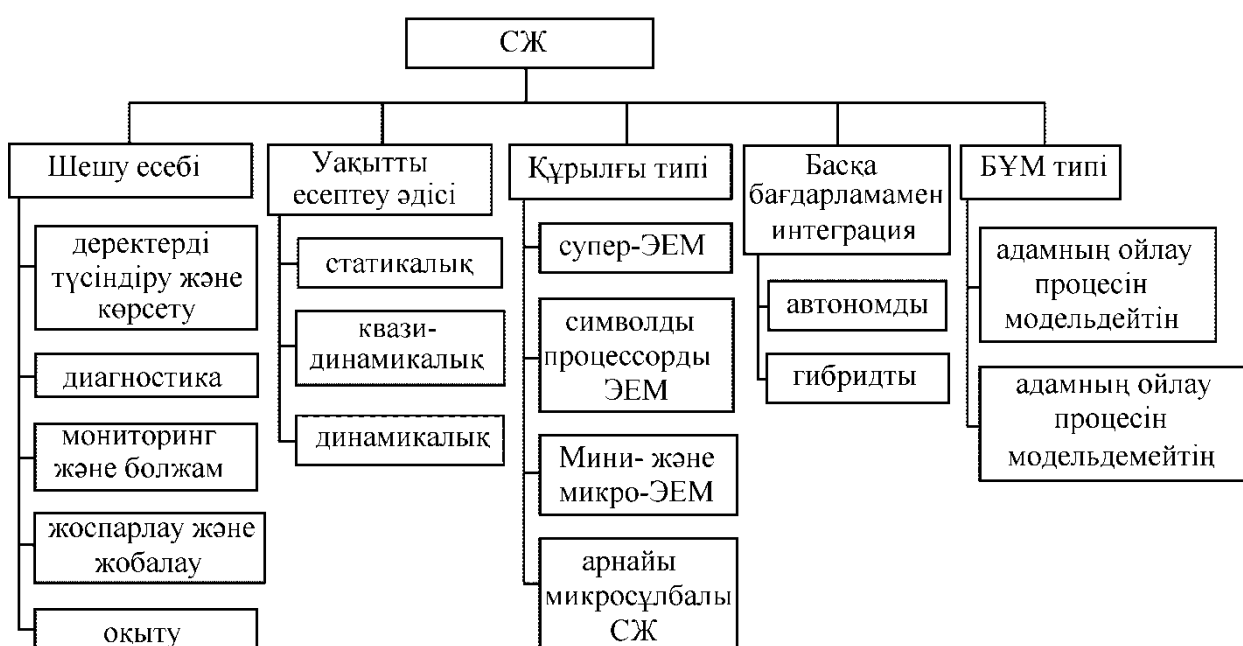
Сараптамалық жүйелердің жіктеуі

Сараптамалық жүйелерді әртүрлі негізі бойынша топтастыруға болады: пайдалынатын білімдер ұсыну моделінің типі бойынша, қолдану саласы, міндеті, тиімділік көрсеткіштері бойынша және басқа (9.2- кесте, 9.4-сурет).

Өзінің қорытындыларын дәйекті дәлдеуге мүмкіндік беретін модель *тереңдік* деп аталады. Тереңдік білімдерге: абстракциялар, бейнелер, аналогиялар жатады. Оларда заттық сала құрылымының ұғынуы, жеке

ұғымдардың міндеті мен өзара байланысы, белгілі заңдар және теориялық негіздер ұсынылады.

Шалағай (сыртқы) білімдер көбінесе, зерттеу объектінің сыртқы шығуына жатады. Олар кейбір (көбінесе, өте ықтималды) жорамалдарды жасауға мүмкіндік береді. Шалағай білімдерге негізделген қорытындылар, тереңдік білімдер көмегімен алынған қорытындылар сияқты, берікті және бағалы болу мүмкін, бірақ олар дәйекті емес. Шалағай білімдер, әдетте, заттық салалар ұғымдарының арасындағы эмпириялық ассоцияларға және себепті салдар қатынастарға тиеді. Көп жағдайда жасанды интеллекттің моделі шалағай болып туады, сосын өзінің «пайдалығын» дәлелдегеннен кейін математикалық негіздемесін, интерпретация әдісін және модель жұмысының нәтижелер түсіндірмесін алады.



14.4-сурет. Сараптамалық жүйенің жіктеу варианттары

Мысал. Телефонды пайдаланған кезде біз шалағай білімдерге негізделеміз, яғни трубканы алып нөмірді теріп керекті абонетпен қосылуға болады. Сол кезде телефон иесіне телефонды байланыс құрылымы және телефон аппараттың сызбасы туралы терең білімдердің қажеті жоқ.

14.2-кесте

Білімдер ұсыну моделінің типі бойынша СЖ жіктеуі

Білімдер ұсыну моделі	Білімдер			
	Тереңдік бойынша жіктеу		Қаттылық бойынша жіктеу	
	тереңдік	шалағай	жұмсақ	қатты
Логика	-	+	-	+
Өнімдер	-	+	+	+
Фреймдер	+	-	+	+
Семантикалық желілер	+	-	+	+
Объекті бағытталған тілдер	+	-	+	+

Стохастикалық модельдер	Бұл модельдер ойлау процесті модельдемейді
Критериялды таңдау тілдер	
Нейронды желілер	

Сараптамалық жүйелердің көбінде, қазір шалағай білімдер пайдалынады. Тереңдік ұсыныстардың енгізуі үлкен қуатты БҚ жасауға мүмкіндік береді, өйткені тереңдік білімдер қатты шалағай білімдерге қарағанда икемділеу және адаптивті келеді. Классикалық мысал – медицина, мұнда тәжірибелі дәрігерлердің тереңдік білімдері бір аурудың әртүрлі емдеу әдістерін тудыруға мүмкіндік ашады (аурудың жағдайына, оның жасына, дәрінің бар болуына және т.б. байланысты). Ал жас немесе тәжірибесі төмен дәрігер шалағай моделі бойынша жұмыс істейді: «Егер жөтел – онда жөтелден таблетка ішу керек, егер ангина – онда эритромицин ішу керек» және т.с.с.

Тереңдік білімдер заттық саланың бастапқы ұғымдарын кейбір абстракты құрылымға жинақтау арқылы пайда болады.

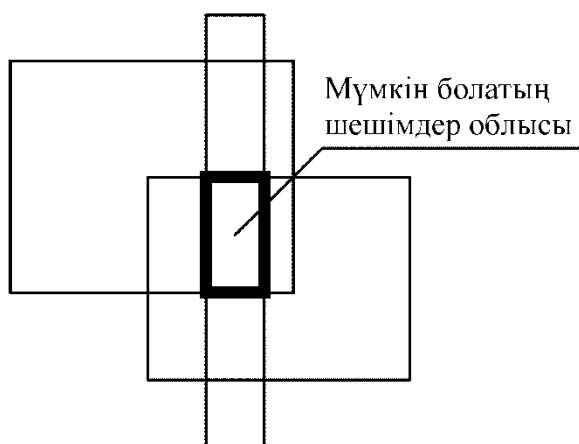
Білімдердің «қаттылығы» және «жұмсақтығы» берілген бастапқы жағдайларда бірімәнді, айқын ұсыныстарды алу мүмкіндікті немесе көптік, бұлдыр шешімдер мен ұсыныстарды алуды көрсетеді. Осы жіктеуге сәйкес заттық саланың өзін де қатты мен жұмсаққа жатқызуға болады. СЖ дамуының қазіргі тенденциясы - қатты шалағай модельдерден жұмсақ тереңдік модельдерге ауысу.

Шешілетін міндеті бойынша жіктеу

Интерпретациялау және көзбен шолу сараптамалық жүйелер көбінесе, экономикалық жүйелерде қолданылады. Себебі, кәсіпорынды басқару барысында пайдалынатын есептеуіш коэффициенттерді талдау да, есте сақтауға да өте қиын. Ал коэффициенттер мәндерінің талдауы аса күрделі емес, өйткені кейбір коэффициенті мәні берілген шектен аспау керек және олар бір-бірімен өзара байланысты болады.

Осындай жағдайда мәліметтерді көрнекті түрде ұсыну өте маңызды, яғни көзбен шолу. Ең қарапайым вариант – диаграммалар (діңгекті, дөңгелекті, нүктелі және т.б.) жасау.

Бірақ, егер коэффициенттер белгілі тәуелділікте болса, одан күрделіден көзбен шолуды пайдалану қажет (9.5-сурет). Егер 9.5-сурет үш баған цифрлерден тұрса, онда шешімді тез қабылдауға қиын болар еді.



14.5-сурет. Бірнеше шектеулерге қанағаттанған шешімді таңдау

Көзбен шолу әрқашан бола бермейді. Ең қарапайым вариант – кеңістіктің өлшемдігі үштен артық болса. Мысалы, цифрлердің төрт бағаны болсын, бірақ егер бағандардың арасында өзара тәуелділері болса, онда бұл төрт өлшемді кеңістік емес. Тәжірибеде бастапқы мәліметтердің көбі «тәуелсіз мәнді» болмайды.

Бұл жағдайда цифрлер бағандарды толық түсініктемемен ауыстыру қажет, мысалы, мәтіндік түрде. Түсініктемелер қысқа болу керек және олардың ішінде себеп пен салдар, байланыстар, мүмкін шешімдер туралы қорытындылыр болу қажет. Интерпретациялау есептерді шешу үшін математикалық және статистикалық мәліметтерді талдау теориясы бар.

Ең бірінші жасалынған сараптамалық жүйелер - диагностика жасайтын жүйелер. Мониторинг жүргізетін СЖ бірге, олар техникалық объектілердің үздіксіз диагностикасын жасау үшін арналған, мысалы, ракеталарды іске қосуда және ұшу барысында. Жалпы айтқанда, осындай СЖ объекті кейбір класқа келтіру және ақаулықтың орын мен түрін табуды орындайды. Ақаулық – бұл нормадан ауытқу. Сондықтан осындай баян ету техникалық жүйедегі жабдықтың ақаулығын, тірі организмнің ауруын және әртүрлі табиғи аномалияларды бірыңғай теориялық көзқараспен қарауға мүмкіндік береді.

Мониторинг жүргізетін СЖ ерекшелігі - жүздеген не мыңдаған датчиктерден үздіксіз түсіп тұратын көп параметрлерді еске алуда. Осындай жағдайда уақыттың нақты масштабында көбінесе, жұмыс істеу керек, сонда дабыл сигналын дәл кезінде беруге болады.

Жоспарлау және жобалау СЖ көзбен шолу және интерпретация жүйелермен көп ортағы бар. Мысалы, жаңа автокөліктің электржабдықтарының сызбасын талдап, осындай жүйе сымдардың механикалық бұзылу орындарын көрсете алады. Осы есепті шешу үшін арнайы «когнитивті» графика, варианттарды таңдау әдістері және ерекше әдістемелер пайдаланылады, оған тәжірибелі инженерлер жүйені үйретеді. Қазіргі СЖ мұны сценарийлер моделі көмегімен орындайды. Егер жоба экономика саласында жүзеге асырылса, онда сызбалар орнына біз бизнес-жоспарды қолдаймыз.

Болжам жасайтын СЖ берілген жағдайдан ықтимал салдарды шығарады. Болжамдайтын жүйеде әдетте, параметрлік динамикалық модель пайдалынады, онда параметрлердің мәндері берілген жағдайға «сыналастырылады».

Оқыту СЖ қандай да пәнді оқып үйрену кезінде ЭЕМ көмегімен қателіктерді анықтайды және дұрыс шешімдерді көрсетеді. Олар оқушы туралы білімдерді жинайды (сипатты қателерін, нашар мағлұматын) және оларды жоятын сәйкес құраларды табады.

Жалпы жағдайда білімдерге негізделген жүйелерді екі топқа: *талдау* есептерді шешетін және *синтез* есептерді шешетін жүйелерге бөлуге болады. Олардың арасындағы негізгі айырмашылығы мынадай - талдау есептерде шешімдердің көптігін атап өтіп, жүйеге қосуға болады, ал синтез есептерде шешімдердің көптігі потенциалды және компонент немесе проблема шешімдерінен құрылады. Талдау есептеріне: мәліметтерді интерпретациялау, диагностика; синтез есептері: жобалау, жоспарлау жатады.

Құрастырылған есептер: оқыту, мониторинг, болжам жасау. Автономды СЖ пайдаланушымен кеңес беру тәртібінде тек «сарапшылық» есептер үшін жұмыс істейді, оларды шешу үшін мәліметтерді өндеу дәстүрлі әдістерді (есептеу, модельдеу және т.б.) қолдамауға болады.

Гибридты СЖ бұл бағдарламалық кешен, олар стандартты қолданбалы бағдарламалардың пакеттерін (мысалы, математикалық статистика, сызықты бағдарламалау немесе мәліметтер қорын басқару жүйелер) құрастырады. Бірақ, осындай жүйелерді жасау өте күрделі.

Сараптамалық жүйелердің жасауының қазіргі күйі мұндай: диагностика есептері, интерпретация, жобалау —> мониторинг, оқыту; статикалық —> динамикалық; автономды —> гибридты.

Статикалық СЖ, есепті шешу кезінде білімдер қоры және мәліметтер өзгермейтін, заттық салада жасалынады. Олар тұрақты болады. Мысалы, автокөліктің ақаулықтарың диагностикалау.

Квазидинамикалық СЖ, кейбір қойылған уақыт барысында өзгеретін жағдайды интерпретациялайды (түсіндіреді). Мысалы, микробиологиялық СЖ. Зертханалық өлшемдер технологиялық процесс барысында 4-5 сағатта бір рет алынады және алынған көрсеткіштердің динамикасы талданады.

Динамикалық СЖ, есепті шешу кезінде өзгеретін мәліметтермен, кейде нақты уақыт тәртібінде жұмыс істейді. Мысалы, икемді өндірістік жүйелер, аурухана палатасында мониторинг және тағы басқалар.

Кейбір жақсы танымал СЖ 9.3-кестеде көрсетілген.

14.3-кесте

Кейбір жақсы танымал интеллектуалды жүйелер

Жасау орыны	Атауы	Міндеті	Жұмыс істеу принципі	Ерекшеліктері
Стэнфорд университеті, 1965-1983	DENDRAL	Химиялық құрылымдарды тану	Ережелер	Қазіргі түрі GENOA деп аталады

Стэнфорд университеті, 1972-1980	MYCIN	Қан ауруларды емдеуде кеңес беру	Өнімдер ережелері (500-дей). Дұрыс диагнозы - 70%	LISP тілі
Стэнфорд университеті, 1977-1980	CENTAUR	Тыныс бұзуын талдау	Гибридты модель: өнімдер ережелері және фреймдер	Фреймды және өнімді әдістемелерді салыстыру үшін жасалынған. Екі бөліктен тұрады
Стэнфорд университеті, 1975-1984	MOLGEN	Молекулярлы биологияда зерттеу	Фреймды модель	Ең күрделі жүйелердің біреуі
Корпорация DEC, 1985	XCON	Компьютердің кескін үйлесімін таңдауға көмектеседі	Бірнеше мыңдаған ережелер. Тура қорытынды	Қазір де пайдаланылады, өйткені компьютердің бөлшектер саны өте көп
Рэдиан корпорейшн, АҚШ	WILLARD	Ауа райын болжау	Өнімдік модель	Ауа райы туралы көп жылғы мәліметтерге негізделген ережелер
Intelligent Applications Ltd.	AMETHYST	Айналмалы бөлшектері бар машиналардың ақаулықтарын диагностикалау	Өнімдік модель	Дірілдеу датчиктармен интерфейс
Compaq	SMART	Тәжірибелі емес клиенттердің телефон арқылы сұрақтарына жауап беруге көмектеседі	Өнеге моделіне негізделген	Жағдайларды (өнегелер) жүйеге келтіру арнайы жүйесі бар
Португалия, гидроэлектрстанция	CONTROL OF PLANT (Alarm system)	Автоматты хабар беру жүйеден ақпаратты талдайды (100 астам әртүрлі қауіп-қатерлер)	Өнімдік модель + арнайы математикалық модель	Нақты уақыт жүйесі.
GTE Labs inc.	COMPASS	Телефон жабдықтарында ақаулықтарды анықтау	Өнімдік модель + өнеге	Телефон станциясының жабдықтарына қосылған.

5. Деңгейлік тапсырмалар:

1-деңгей.

- Сараптамалық жүйе анықтамасы;

2-деңгей.

- Сараптамалық жүйелермен жұмыс істеу технологиясы;

3-деңгей.

- Сараптамалық жүйелердің құрылымы;
- Сараптамалық жүйелердің жіктеуі;

6. БОӨЖ тапсырмалары:

Байес классификаторы. Белгілердің таралуын бағалау түрлері (Gaussian, Bernoulli, Multinomial). Em алгоритмі.

7. БӨЖ тапсырмалары:

Сызықтық бөліну және сызықтық бөлінудің болмауы жағдайлары.

Реттелетін эмпирикалық тәуекелді азайтумен байланыс. Сызықтық жоғалту функциясы.

8. Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Ғ. Айғараева, Қ. Асанова, М. Нысанов. Сандық қондырғылар және микропроцессорлық жүйелер. Оқулық. 2010
2. Д. С. Козен. Есептеу теориясы. Сандық. Оқулық Алматы. 2013.
3. Асамбаев А.Ж. Жасанды интеллект негіздері.- Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011-135б. Оқу құралы.
4. Рассел С., Норвиг П. Жасанды интеллект: Жаңашыл әдіс -Алматы, 2014.. Оқу құралы.
5. К. Пол. Цифровое искусство. Учебник. Москва , 2017, 220
6. Андреас Мюллер, Сара Гвидо. Введение в машинное обучение с помощью Python. –Москва. 2016.
7. В.Н.Негода. Машинно-ориентированное программирование. Учебное пособие Ульяновск 2015.