

4-Дәріс. Жасанды интеллектің негізгі ұғымдары мен даму тенденциялары

Жасанды интеллект (ЖИ, ағылш. Artificial intelligence, AI) - интеллектуалды машиналарды, әсіресе интеллектуалды компьютерлік бағдарламаларды жасау ғылымы мен технологиясы. ЖИ адам интеллектін түсіну үшін компьютерлерді пайдаланудың ұқсас міндетіне байланысты, бірақ биологиялық шындыққа ұқсас әдістермен міндетті түрде шектелмейді [4].

Интеллект (лат. intellectus-сезім, қабылдау, ақыл-ой, түсіну, түсінік, ақыл-ой), немесе ақыл — психиканың сапасы, жаңа жағдайларға бейімделу қабілеттілігінен, тәжірибе негізінде оқыту және есте сақтау қабілеттілігінен, абстрактілі концепцияларды түсіну және қолдану және қоршаған ортаны басқару үшін өз білімін пайдаланудан тұрады [5]. Интеллект-бұл адамның барлық танымдық қабілеттерін білдіреді: сезім, қабылдау, есте сақтау, елестету, ойлау, елестету.

Адамдарды олардың өздерінің ойлау механизмі әрқашан қызықтырған. Адамды ақыл иесі ретінде ерекшелендіріп тұратын олардың интеллектісінің бар болуы. Адам интеллектісі көптеген компоненттерде тұрады, оның ішінде сыртқы ортамен байланысты болатын сезім мүшелері, үйренуге икемдігі, бағалауға келмейтін білімдер жиынтығы. Есептерді шешу барысында байқалатын интеллектінің өзіндік белгілері болып үйренуге икемділік, жалпылау, тәжірибені (білімді) жинау және өзгерістерге бейімделу болып табылады. Интеллектінің осы қасиеттерінің арқасында ми әртүрлі есептерді шеше алады, сонымен қатар бір есептен екіншісін шешуге оп-оңай ауыса алды. Осылай, интеллектісі бар ми алуан түрлі есептерді шығаруға арналған әмбебап құрал болып табылады, оның ішінде формалданбаған, стандартты, алдын-ала шешу әдістері жоқ есептер.

Интеллектісі бар ми интеллектуалды есептерді шешуге бағытталған болса, бұл процесті ойлау немесе интеллектуалды іс-әрекет деп атаймыз. Интеллект және ойлау органикалық түрде теоремаларды дәлелдеу, логикалық талдау, жағдайларды ажырату, іс-әрекетті, ойынды болжау және белгісіздік жағдайында басқару сияқты тапсырмалармен байланысты.

Осылайша, интеллект деп мидың қабылдау, еске сақтау және бағытталған түрде білімді оқу барысында түрлендіруді пайдалана отырып тәжірибе және түрлі жағдайларға байланысты адаптациялану негізінде интеллектуалды есептерді шешу мүмкіндігін атаймыз.

Интеллект (*intelligence*) терминінің өзі латынның *intellectus* – білім, ойлау, адамның ойлау мүмкіндігі деген сөздерінен шыққан.

40-жылдары есептеуіш машиналардың және кибернетикадағы зерттеулер пайда болысымен адамның ойлау табиғаты туралы сұрақ кибернетикалық аспектіге ие болды. Адамда интеллектуалды деп атайтын іс-әрекеттерді машинада құруға ғалымдар барлық күштерін салды. Бұл зерттеу бағыты «жасанды интеллект» деген атауға ие болды.

Жасанды интеллект (*artificial intelligence*) – ЖИ (AI) автоматты жүйелердің адам интеллектісінің бөлек бір функцияларын атқаруын айтады. Мысалы, ертерек алынған тәжірибе және сыртқы әсерлерді рационалды талдау негізінде тиімді шешімдерді таңдау және қабылдау.

ЖИ өзінің пайда болуы және дамуымен есептеуіш машиналарға тәуелді, әдетте бұл бағытты информатика және есептеуіш техника аймақтарына жатқызады. Бұның бәрі

Екінші Дүниежүзілік Соғыс аяқталған соң барлық ойын есептерді және жұмбақтарды компьютер көмегімен шешуден басталды. Осы алғашқы тәжірибелер негізінде туған фундаменталды идея күйлер кеңістігінде іздеу деген атқа ие.

Сонымен, интеллект деп мидың қабылдау, еске сақтау және бағытталған түрде білімді оқу барысында түрлендіруді пайдалана отырып тәжірибе және түрлі жағдайларға байланысты адаптациялану негізінде интеллектуалды есептерді шешу мүмкіндігін атайтын боламыз.

Бұндай типті білім, әрине, өте маңызды, алайда интеллектуалды іс-әрекет үшін жеткіліксіз. Қоршаған орта объектілері сезім мүшелеріне тек әсер етіп қана қоймайды, сонымен өзара белгілі бір қатынастарда болады. Қоршаған ортада интеллектуалды әс-әрекетті іске асыру үшін, білім жүйесінде сол ортаның моделіне ие болу керек. Қоршаған ортаның бұл ақпараттық моделінде реалды объектілер орналасқан, олардың қасиеттері және қатынастары тек көрсетіліп және есте сақталып қоймайды, сонымен қатар ойша «бағытталған түрде түрлендіріледі». Бұнымен қоса, маңыздысы – сыртқы орта моделін құру «тәжірибе және түрлі жағдайларға бейімделу негізіндегі үйрену» арқылы іске асады.

Интеллект және ойлау есептердің белгілі кластарын шешумен байланысты

Есепті шешу барысында байқалатын интеллектуалдың өзіндік белгілері –

оқуға, жалпылауға, тәжірибе жинауға және есепті шешу барысында өзгерістерге адаптациялануға бейімділік. Интеллектінің осы қасиеттерінің арқасында ми түрлі есептерді шеше алады, сонымен қатар бір есептің шешуінен екіншісіне оңай ауысады. Осылай интеллектісі бар ми көптеген алдын-ала шығарылу әдістері, стандартты шығарылуы жоқ есептерді шеше алатын әмбебап құрал.

Басқа да анықтамалар да бар. Колмогоров бойынша ғылым, әдебиет, мәдениет мәселелерін талқылауға болатын кез-келген материалды жүйе интелектіге ие. Тьюринг былай түсіндірген: әр түрлі бөлмелерде машина және адамдар бар. Олар бір-бірін көрмейді, бірақ ақпарат алмаса алады(мысалы, электронды пошта арқылы). Егер диалог барысында адамдар машиналармен сөйлесіп отырғандарын байқамаса, онда машинаны интелектіге ие деп айтуға болады.

Тьюринг берген ойлауды имитациялау жобасы қызығушылық тудырады: «Ересек адам интеллектісін имитациялауға талпынып, біз адам миы қазіргі күйге қалай жеткені туралы көп ойлануымыз керек...Неге біз ересек адам интеллектісін имитациялайтын программа жазғанша, кішкене бала интеллектісін имитациялайтын программа жазбасқа? Егер баланың интеллектісі дұрыс тәрбие алатын болса, ол ересек адамның интеллектісі болмай ма? Біздің есептеу бойынша оған сәйкес келетін құрылғы оңай программаланып қойла алады... Осылай, біз мәселені екі бөлікке бөлеміз: «бала-программа» және осы программаны «тәрбиелеу» программасы.»

Жасанды интеллект жүйесін әр жағынан зерттеу

ЖИ(Жасанды интеллекті) әр жағынан зерттеу тарихи түрде қалыптасты, олар бір бірінен тәуелсіз түрде дамыды, тек ақырғы кезде ғана олардың жақындасуына жол ашылды:

- құрылымдық
- имитациялық,
- логикалық,
- эволюциялық.

ЖИ(Жасанды интеллекті) жүйелеріндегі барлық нейрондық зерттеулер спектрі құрылымдық деп аталды. Құрылымдық деп ЖИ-ні адам миының құрылымын модельдеу арқылы құру. Бейнелерді ажырату есептерінде көп қолданылады.

Адам миы негізінде құрылған модельдер үшін айқындылық қасиеті тән емес. Бұл желілерді адам миымен жақындастыратын тағы бір қасиеті – нейронды желілер қоршаған орта туралы толық мәліметсіз болса да жұмыс істей береді, яғни адам тәрізді, қойылған

сұрақтарға тек «иә», «жоқтан» басқа, «нақты білмеймін, бірақ иә сияқты» деген жауаптар бере алады.

Келесі зерттеу жанды мидың құрылымдық және функционады ерекшеліктерін имитационды модельдеумен байланысты, яғни нәтижесі бойынша.

Бұл зерттеулерді тағы «қара жәшік» немесе «нәтижесі бойынша сәйкес келу» деп атайды. Оның мәні келесіде: зерттеуші интеллектінің құрылу және жұмыс істеу принциптерін білмейді, яғни оны «қара жәшік» ретінде қарастырады. Бұл оқулықтың негізгі мақсаты адам интеллектісінің жұмысын ақырғы нәтиже бойынша имитациялайтын кейбір эвристикалық компьютерлік программаларды құру болып табылады. Мұнда адамдар қандай әдістерді қолданатыны ескерілмейді. ЖИ жүйелерін құрудың мұндай түрі имитациялық деп аталады. Және кибернетика үшін классикалық зерттеу болып табылады.

Осылай, мұнда адамның басқа қасиеті моделденеді – басқалар не істейді, соны ол не үшін керектігіне назар аудармай көшіру. Көп жағдайда бұл мүмкіндік көп уақытты үнемдейді, өмірінің басында – ақ.

Эвристикалық программалау Карнеги университетінің А.Ньюэлл және Г.Саймон аттарымен байланысты, және келесі принципке негізделген, адам миы нәтиже бойынша символдарды басқару туралы қарапайым есептер жиынтығына келуі мүмкін, яғни компьютер орындай алатын операциялар. Есептердің шешімі мүмкін болатын шешімдер жиыны кеңістігінен эвристикалық ережелер бойынша іздестіріледі, олар іздестіруді, белгілі бір бағыт бойынша жүруді тездетеді. Эвристикалық іздестіру көлемінде шығарылған типтік есептерге теоремаларды дәлелдеу, түрлі ойындар, жұмбақтарды шешу, геометриялық және шахматтық есептер, әуендерді құру, химиялық құрылымдарды анықтау, т.б.

Саймон компьютерлер 90 жылдан соң әлем чемпионы болады деген болжам жасаған болатын, иә ол толығымен орындалды. Эвристикалық іздестіру көлемінде машиналар тек примитивті шектелген есептерді шеше алатын.

ЖИ(Жасанды интеллекті) имитациялық программаларының келесі қол жеткізулері, атап айтсақ шахматтық компьютер *Deep Blue* 1997 жылы әлем чемпионы Г.Каспаровты жеңуі, тек эвристикалық іздестірумен ғана байланысты емес, ЖИ-нің басқа синтетикалық салаларының пайда болуымен де. Оларға мықты көпроцессорлы параллельді жүйелерге және нейронды акселераторларға негізделген эвристикалық программаларды қолдайтын аппаратты жабдықтау жатады. Мысалы, аталған компьютерде жүрістер генераторы 256 параллельді процессорлар негізінде жүзеге асырылған.

Имитациялық зерттеудің негізгі кемшілігі көптеген модельдердің төмен ақпараттық мүмкіндігі.

Келесі зерттеу логикалық деген атқа ие. Ол неге пайда болды? Адам тек логикалық қана ойлаумен ғана айналыспайды емес пе? Бұл дұрыс, бірақ адамды жануардан тек оның ойлау қабілеті ғана ерекшелендіреді.

Логикалық зерттеудің негізі болып булеандық алгебра есептелінеді. Әр программист олармен if операторын біле бастағанымен таныс. Өзінің келесі дамуын булеандық алгебра предикаттар есептеуінің негізінде жалғастырды, онда ол символдарды, олардың арасындағы қатынастарды қолдану арқылы кеңейтілді. Кез-келген ЖИ жүйесі логикалық принципке негізделген деуге болады, және теоремаларды дәлелдейтін машина ретінде қарастырылады. Сонымен қатар мәліметтер деректер қорында аксиомалар, логикалық нәтижелер ережелері түрінде сақталады. Бұған қоса, әр осындай машина мақсатты генерациялау блогына ие, ал жүйе берілген мақсатты теорема ретінде дәлелдеуге тырысады. Егер мақсат дәлелденген болса, онда қолданылған ережелер трассировкасы қойылған мақсатқа жеткізетін әрекеттер тізбегін алуға көмектеседі. Мұндай жүйенің

қуаты мақсат генераторының және теоремаларды дәлелдеу машинасының мүмкіндіктерімен анықталады.

ЖИ толық көрсету үшін алгебраның мүмкіндіктері жеткіліксіз, осында ЭЕМ-лардың негізі бит-0 және1 мәндерін қабылдайтын жады ұяшығы екенін еске түсірейік. Осылай, компьютерде жасауға болатынның бәрін предикаттар логикасында жүзеге асыруға болады деген болжам жасауға болады.

Логикалық зерттеу нақтырақ болуы үшін нақты емес логика көмектеседі. Оның негізгі ерекшелігі «иә», «жоқтан» (1/0) басқа «білмеймін» (0.5) сияқты аралық мәндерді қабылдауға болады. Бұл зерттеу адам ойлауына көбірек ұқсайды, себебі иә, жоққа қарағанда білмеймін деген жауап жиі қолданылады. Көптеген логикалық әдістер үшін зор еңбек керек, дәлелдеуді іздестіру кезінде нұсқалар бәрі толық қарастырылады. Сондықтан бұл зерттеу есептеу процесінің эффективті жүзеге асырылуын қажет ететді, және жұмыс спасының жоғары болуына деректер қорының көлемі үлкен болмаса кепіл беріледі.

Эволюциялық жағынан зерттеу үлкен қарқын алды. Бұл зерттеу бойынша ЖИ жүйелерін құрғанда, бастапқы моделді құруға және қандай ережелер бойынша өзгеретініне аса назар аударылады.

Барлық аталған зерттеулер бір-бірінен тәуелсіз дамыған, тек ақырғы кезде ған олардың жақындасуына дол ашылғандай. Өте жиі аралас жүйелер кездеседі, мұнда жұмыстың бір бөлігі бір тип бойынша, екіншісі басқа тип бойынша орындалады.

Машиналық оқыту

Машиналық оқыту (Machine Learning) — жасанды интеллекттің кең ауқымды бөлімшесі, алгоритмдерді құру әдістерін зерттейді, оқуға қабілетті [8]. Оқытудың екі түрі бар. Прецеденттер бойынша оқыту немесе индуктивті оқыту жеке эмпирикалық деректер бойынша жалпы заңдылықтарды анықтауға негізделген. Дедуктивтік оқыту сарапшылардың білімін формалдауды және оларды білім базасы түрінде компьютерге көшіруді көздейді. Сондықтан Машиналық оқыту және прецеденттер бойынша оқыту терминдерін синонимдер деп есептеуге болады.

Машиналық оқыту математикалық статистиканың, оңтайландыру әдістері мен классикалық математикалық пәндердің түйіскен жерінде орналасқан, бірақ есептеу тиімділігі мен қайта оқыту проблемаларымен байланысты өзіндік ерекшелігі бар. Индуктивті оқытудың көптеген әдістері классикалық статистикалық тәсілдерге балама ретінде әзірленген. Көптеген әдістер ақпаратты алумен және деректерді интеллектуалды талдаумен тығыз байланысты (Data Mining).

Машиналық оқытудың теориялық бөлімдері жеке бағытқа, есептеу оқыту теориясына (Computational Learning Theory, COLT) біріктірілген.

Машиналық оқыту-математикалық ғана емес, практикалық, инженерлік пән. Таза теория, әдетте, практикада қолданылатын әдістер мен алгоритмдерге бірден әкелмейді. Оларды жақсы жұмыс істеуге мәжбүр ету үшін теорияда жасалған болжамдардың нақты есептер шарттарына сәйкес еместігін өтейтін қосымша эвристиканы ойлап табуға тура келеді. Машиналық оқытудағы бірде-бір зерттеу әдістің практикалық жұмысқа қабілеттілігін растайтын модельдік немесе нақты деректерде экспериментсіз өтпейді.

Көптеген прецеденттер (объектілер, жағдайлар) берілген, олардың әрқайсысы бойынша кейбір деректер жинақталған (өлшенген). Прецедент туралы деректер оның сипаттамасы деп аталады. Прецеденттердің барлық сипаттамаларының жиынтығы оқыту үлгісі деп аталады. Осы жеке деректер бойынша осы нақты іріктемеге ғана тән жалпы тәуелділікті, заңдылықтарды, өзара байланысты анықтау талап етіледі, бірақ жалпы барлық прецеденттерге, соның ішінде әлі байқалмаған прецеденттерге. Сондай — ак эмпирикалық деректер бойынша тәуелділікті қалпына келтіру туралы айтады-бұл термин Вапник пен Червоненкис жұмыстарында енгізілді [9].

Прецеденттерді сипаттаудың ең көп таралған жолы белгі болып табылады. Барлық прецеденттерде өлшенетін көрсеткіштердің N жиынтығы тіркеледі. Прецеденттер уақытша қатармен немесе сигналдармен, суреттермен, бейнетіректермен, мәтіндермен, ұқсастықтың қосарланған қатынастарымен немесе өзара іс-қимыл қарқындылығымен сипатталған және т. б. неғұрлым күрделі жағдайлар болуы мүмкін.

Прецеденттер бойынша оқыту міндеттерін шешу үшін бірінші кезекте қалпына келтірілетін тәуелділік моделі тіркеледі. Содан кейін сапа функционалы енгізіледі, оның мәні модель байқалатын деректерді қаншалықты жақсы сипаттайтынын көрсетеді. Оқыту алгоритмі (learning algorithm) берілген оқыту үлгісінде сапа функционалы оңтайлы мәнге ие модель параметрлерінің жиынтығын іздейді. Деректерді таңдау бойынша модельді реттеу процесі (fitting) көп жағдайда Сандық оңтайландыру әдістерін қолдануға әкеледі.

Терминология туралы ескерту. Шетелдік басылымдарда алгоритм термині тек жоғарыда көрсетілген мағынада қолданылады, яғни есептеу үлгісі бойынша, оқу үлгісіне сәйкес модельді баптайды. Оқыту алгоритмінің нәтижесі белгісіз (қалпына келтірілген) тәуелділікті жақындататын функция болып табылады. Жіктеу есептерінде жақын функция әдетте классификатор, тұжырымдама немесе гипотеза деп аталады; регрессия функциясы бойынша регрессияны қалпына келтіру проблемаларында; кейде жай функция. Орыс тіліндегі әдебиеттерде алгоритм деп те аталатын функция, ол сонымен бірге компьютерді тиімді түрде іске асыруға мүмкіндік беруі керек.

Мұғаліммен оқыту (supervised learning) — ең көп таралған жағдай. Әрбір прецедент "объект, жауап" жұбын білдіреді. Жауаптардың объектілердің сипаттамаларына функционалдық тәуелділігін табу және кіріс кезінде объектінің сипаттамасын қабылдайтын және шығу кезінде жауап беретін алгоритм құру талап етіледі. Сапа функционалы әдетте іріктеудің барлық объектілері бойынша Алгоритммен берілген жауаптардың орташа қатесі ретінде анықталады.

Жіктеу міндеті (classification), әрине, көптеген рұқсат етілген жауаптармен ерекшеленеді. Олар класс белгілері деп аталады (class label). Класс-бұл белгі мәні бар барлық объектілер.

Регрессия есебі (regression) жарамды жауап-бұл нақты Сан немесе сандық вектор.

Ранжирлеу міндеті (learning to rank) жауаптарды бірден көптеген объектілерден алу керек, содан кейін оларды жауаптардың мәндеріне қарай сұрыптау керек. Жіктелу немесе регрессия міндеттеріне әкелуі мүмкін. Мәтіндерді ақпараттық іздеу мен талдауда жиі қолданылады.

Болжамдау міндеті (forecasting) объектілер болашаққа болжам жасау қажет болған кезде үзілетін уақытша қатарлардың кесінділері болып табылатындығымен ерекшеленеді. Болжамдау есептерін шешу үшін регрессия немесе жіктеу әдістерін жиі бейімдеуге болады, екінші жағдайда шешім қабылдау міндеттері туралы сөз болып отыр.

Мұғалімсіз оқыту (unsupervised learning). Бұл жағдайда жауаптар берілмейді және объектілер арасында тәуелділікті іздеу қажет.

Кластерлеу міндеті (clustering) объектілерді кластерлерге топтастыру, объектілердің Қос ұқсастығы туралы деректерді пайдалана отырып. Сапа функционалдары әртүрлі, мысалы, кластераралық және кластерішілік қашықтықтардың қатынасы ретінде анықталуы мүмкін.

Ассоциативті ережелерді іздеу міндеті (association rules learning). Бастапқы деректер белгі сипаттамасы түрінде ұсынылады. Мұндай белгілер жиынтығын табу қажет, және осы белгілердің мәндері, әсіресе жиі (кездейсоқ жиі емес) объектілердің белгілерінде кездеседі.

Шығарындыларды сүзу міндеті (outliers detection) — оқыту үлгісінде типтік емес объектілердің шағын санын табу. Кейбір қолданбаларда оларды іздеу-бұл алаяқтық (мысалы, алаяқтық). Басқа қолданбаларда бұл нысандар деректер қателерінің немесе модельдің дәлсіздігінің салдары болып табылады, яғни үлгіні баптауға кедергі келтіретін Шу, және іріктеуден алынып тасталуы тиіс, сондай-ақ робастық әдістер мен сыныптас жіктеуді қараңыз.

Сенімді аймақты құру міндеті (quantile estimation) — іріктеудің берілген үлесі бар жеткілікті тегіс шекарасы бар ең аз көлем аймағы.

Өлшемдік қысқарту міндеті (dimensionality reduction) кейбір түрлендіру функциялары арқылы бастапқы белгілері бойынша таңдау объектілері туралы ешқандай маңызды ақпаратты жоғалтпастан жаңа белгілердің ең аз санына өту болып табылады. Сызықтық түрлендірулер класында ең танымал мысал-басты компонент әдісі.

Қалған мәндерді толтыру міндеті (missing values) — матрицадағы жетіспейтін мәндерді объектілер-олардың болжамды мәндерімен ауыстыру.

Ішінара оқыту (semi-supervised learning) мұғаліммен және мұғалімсіз оқыту арасында аралық орын алады. Әрбір прецедент "объект, жауап" жұбын білдіреді, бірақ жауаптар тек прецеденттердің бөлігіне ғана белгілі. Қолданбалы тапсырманың мысалы-кейбір айдарларға жатқызылған жағдайда мәтіндердің көп санын автоматты түрде айдауылдау.

Трансдуктивтік оқыту (transductive learning). Прецеденттердің соңғы оқыту үлгісі берілді. Осы жеке деректер бойынша басқа жеке деректерді — тестілік іріктеуді болжау талап етіледі. Стандартты қойылымға қарағанда, мұнда жалпы заңдылықты анықтау қажет емес, өйткені жаңа тест прецеденттері болмайды. Екінші жағынан, барлық тестілік іріктеуді тұтастай

талдау есебінен болжамдардың сапасын жақсарту мүмкіндігі пайда болады, мысалы, оны кластерлеу арқылы. Көптеген қосымшаларда трансдуктивтік оқыту ішінара оқытудан айырмашылығы жоқ.

Бекітумен оқыту (reinforcement learning). Объектілердің рөлін "жағдай, қабылданған шешім" жұбы ойнайды, жауаптары қабылданған шешімдердің дұрыстығын (ортаның реакциясын) сипаттайтын сапа функционалының мәні болып табылады. Болжамдау міндеттеріндегі сияқты, мұнда уақыт факторы маңызды рөл атқарады. Қолданбалы есептер мысалдары: инвестициялық стратегияларды қалыптастыру, Технологиялық үдерістерді автоматты басқару, роботтарды өзін-өзі оқыту және т. б..

Динамикалық оқыту (online learning) мұғаліммен де, мұғалімсіз де оқытылуы мүмкін. Ерекшелігі-прецеденттер ағынға түседі. Әрбір прецедент бойынша дереу шешім қабылдау және бір мезгілде жаңа прецеденттерді ескере отырып, тәуелділік моделін жете үйрену талап етіледі. Болжамдау міндеттеріндегі сияқты, мұнда уақыт факторы маңызды рөл атқарады.

Белсенді оқыту (active learning) білім алушының белгілі болатын келесі прецедентті өз бетінше тағайындау мүмкіндігіне ие болуымен ерекшеленеді. Эксперименттерді жоспарлауды да қараңыз.

Мета оқу (meta-learning немесе learning-to-learn) прецеденттер оқытудың бұрын шешілген міндеттері болып табылатындығымен ерекшеленеді. Онда қолданылатын эвристиканың қайсысы неғұрлым тиімді жұмыс істейтінін анықтау қажет. Соңғы мақсат — уақыт өте келе оқыту алгоритмін үнемі автоматты түрде жетілдіруді қамтамасыз ету.

Көп пайдалы оқыту (multi-task learning). Оқытудың өзара байланысты немесе ұқсас міндеттерінің жиынтығы бір мезгілде, ішкі көрінісі ұқсас оқытудың әртүрлі алгоритмдерінің көмегімен шешіледі. Міндеттердің өзара ұқсастығы туралы ақпарат оқыту алгоритмін неғұрлым тиімді жетілдіруге және негізгі міндетті шешудің сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Индуктивті тасымалдау (inductive transfer). Прецеденттер бойынша жекелеген жеке оқыту міндеттерін шешу тәжірибесі келесі жеке оқыту міндеттерін шешуге көшіріледі. Осы тәжірибені қалыптастыру және сақтау үшін білім берудің реляциялық немесе иерархиялық құрылымы қолданылады.

Кейде метаоқуға алгоритмдік композицияларды құру, атап айтқанда, бустинг қате жатады; алайда композицияларда бірнеше Алгоритмдер бір есепті шешеді, ал метаоқу әртүрлі міндеттердің көп шешілуін болжайды.

Қолданбалы салаларда пайда болатын кейбір есептер бірден бірнеше стандартты есептер түрлерінің сипаттарына ие, сондықтан оларды бір түрге бір түрге жатқызу қиын.

Инвестициялық портфельді қалыптастыру (portfolio selection) - бұл ақпараттық белгілерді іріктеу өте маңызды нығайтумен динамикалық оқыту. Белгілердің рөлі қаржы құралдары. Белгілердің (портфельдің) оңтайлы жиынтығының құрамы уақыт өте келе өзгеруі мүмкін. Сапа функционалы осы портфельді басқару стратегиясына инвестициялаудан түсетін ұзақ мерзімді пайда болып табылады.

Коллаборативті сүзгілеу — (collaborative filtering) - бұл ұқсас пайдаланушылардың бұрынғы қалаулары мен қалаулары негізінде пайдаланушылардың қалауын болжау. Классификация, кластерлеу және өткізіп алған деректердің орнын толтыру элементтері қолданылады. Клиенттік орталарды дербестендіру және талдау.

Оқыту міндеттеріне деген көзқарас-бұл тұжырымдама, парадигма, базалық болжамдар, гипотезалар, эвристик жиынтығына әкелетін оқыту үдерісіне көзқарас, соның негізінде модель, сапа функционалы және оны оңтайландыру әдістері құрылады.

"Амалдар бойынша" әдістерін бөлу шартты түрде. Әр түрлі тәсілдер бір модельге, бірақ оны оқытудың әртүрлі әдістеріне әкелуі мүмкін. Кейбір жағдайларда бұл әдістер өте қатты ерекшеленеді, басқаларында - өте аз және шамалы модификациялар жолымен бір-біріне "бірқалыпты өзгереді".

Статистикада жіктеме мәселелерін шешу дискриминанттық талдау деп аталады.

Байесов классификациясы оңтайлы байесов классификаторын қолдануға және оқыту үлгісі бойынша сыныптарды бөлу тығыздығын бағалауға негізделген. Тығыздықты бағалаудың әртүрлі әдістері байесов сыныптаушының алуан түрлілігін тудырады. Олардың ішінде әдістердің үш тобын бөлуге болады:

Тығыздықты параметрлік бағалау

- шаршы дискриминант;
- Фишердің сызықтық дискриминанты.

Тығыздықты параметрлік емес бағалау

- парзендік терезе әдісі;

Өлшемдік тығыздықтың қоспасы ретінде тығыздықты бағалау.

- үлестіру қоспасын бөлу, ЕМ-алгоритм;
- радиалды базистік функциялар әдісі.

Ол параметрлік және параметрлік емес болуы мүмкін. Ол белгілердің статистикалық тәуелсіздігі туралы болжамға негізделген. Осы әдіс арқасында өте қарапайым.

Басқа теориялық-ықтималдық және статистикалық тәсілдер:

- жасырын Марков тізбегі;
- байесов желісі.

Классификацияның метрикалық алгоритмдері объектілерді табиғи түрде олардың белгілері емес, объектілер арасындағы қосарланған қашықтықтың матрицасы етіп қою мүмкін болатын есептерде қолданылады. Олардың ұқсастығы бойынша объектілерді жіктеу ықшамдық гипотезасына негізделген, ол "жақсы тапсырмада" ұқсас объектілер әр түрлі санаттарға қарағанда бір сыныпта жиі жататынын айтады. Жіктеудің ең танымал метрикалық алгоритмдері:

- жақын көршілер әдісі;
- парзендік терезе әдісі;
- ықтимал функциялар әдісі;
- радиалды базистік функциялар әдісі;

- эталондық объектілерді іріктеу.

Классификация әдістерінің үлкен тобы объектілер кеңістігіндегі бөлуші бетті анық құруға негізделген. Олардың ішінен жиі желілік жіктеуіштер қолданылады:

- Фишердің сызықтық дискриминанты;
- бір қабатты персептрон;
- логистикалық регрессия;
- негізгі векторлар машинасы = негізгі векторлар әдісі = SVM.

Машиналық оқытудың мақсаты адам қызметінің түрлі салаларында күрделі кәсіби міндеттерді шешуді ішінара немесе толық автоматтандыру болып табылады. Машина оқыту кең спектрлі қосымшалар бар:

- сөйлеуді тану;
- қимылдарды тану;
- қолжазба енгізуін тану;
- бейнелерді тану;
- техникалық диагностика;
- медициналық диагностика;
- уақытша қатарларды болжау;
- биоинформатика;
- алаяқтықты анықтау;
- спамды анықтау;
- құжаттарды санаттау;
- биржалық техникалық талдау;
- қаржылық қадағалау;
- кредиттік скоринг;
- клиенттердің күтуін болжау;
- хемоинформатика;
- ақпараттық іздестіруде ранжирлеуге оқыту.

Машиналық оқытуды қолдану саласы үнемі кеңейуде. Жаппай ақпараттандыру ғылымда, өндірісте, бизнесте, көлікте, денсаулық сақтауда үлкен көлемнің жинақталуына алып келеді. Бұл ретте пайда болатын болжау, басқару және шешімдер қабылдау міндеттері жиі прецеденттер бойынша оқуға түседі. Бұрын мұндай деректер болмаған жағдайда, бұл міндеттер мүлдем қойылмаған немесе мүлдем басқа әдістермен шешілген.