Дәріс 2. «Интеллектуалды ақпараттық жүйелердің архитектурасы»

Лекцияның мақсаты: Интеллектуалды ақпараттық жүйелердің (ИАЖ) классикалық ақпараттық жүйелерден түбегейлі айырмашылығын, олардың құрамдас құрылымын және тұжырымдау механизмдерінің жұмыс логикасын түсінуді қалыптастыру.

Кіріспе және тақырыптың өзектілігі

Фундаменталды сұрақтан бастайық: неліктен классикалық бағдарламалау тәсілі заманауи міндеттерге төтеп бере алмайды? Никлаус Вирт ұсынған стандартты формуланы еске түсіріңдер: Алгоритм + Мәліметтер құрылымы = Бағдарлама. Бұл парадигмада бағдарламашы - іс-әрекеттердің барлық нұсқаларын алдын ала біліп, оларды шартты операторлар (`if-then-else`) арқылы кодта міндетті түрде қатаң сипаттауға тиіс «демиург» рөлін атқарады.

Бірақ нақты әлемге шыққанда не болады? Мәліметтер толымсыз, қайшылықты немесе бұрмаланған болуы мүмкін. Мысалы, медициналық диагностика, несиелік тәуекелдерді бағалау немесе ұшқышсыз көліктерді басқару міндеттерінде. Егер біз ауруларды диагностикалау үшін классикалық бағдарлама жазсақ, `if` шарттарының тармақталуы миллиондаған жолдарға жетіп, код оқылмайтын болады, ал логикадағы кез келген қате бүкіл жүйені құлатады.

Дәл осындай міндеттерді шешу үшін Интеллектуалды Ақпараттық Жүйелер құрылған. Олардың басты ерекшелігі - императивті емес, декларативті тәсіл. Біз енді қадамдық алгоритм жазбаймыз. Оның орнына пәндік саланың моделін (фактілер мен ережелер) сипаттаймыз, ал шешім іздестіру алгоритмін жүйе өзі құрастырады. ИАЖ формуласы: Білім + Тұжырымдау механизмі = Нәтиже

«Білім» ұғымы және Білім базасының архитектурасы

Әдістемелік ескерту: Мәліметтер мен білім арасындағы айырмашылыққа назар аударыңыз. Бұл архитектураның іргетасы. Енді ИАЖ архитектурасының бірінші және ең маңызды құрамдас бөлігі — Білім базасына (ББ көшейік. Білім базасының бізге таныс дерекқордан (ДҚ) айырмашылығы неде деген сұрақ жиі туындайды. Қатаң аражігін белгілейік:

- Мәліметтер - бұл оқшауланған, шикі фактілер. Мысалы: «Науқастың температурасы: 39°C», «Қан қысымы: 140/90». Дерекқордың өзі бұл көрсеткіштердің көп немесе аз екенін, олардың бір-бірімен қалай байланысатынын түсінбейді.

- Білім — бұл мәліметтерге контекст, өзара байланыстар және интерпретациялау ережелері қосылған түрі. Білім — мәліметтермен не істеу керектігін түсіну. Мысалы: «ЕГЕР температура > 38°C ЖӘНЕ өткір жөтел бар БОЛСА, ОНДА жоғары ықтималдықпен бұл қабыну процесі».

ИАЖ архитектурасында Білім базасы бағдарламалық кодтан оқшауланған. Бұл жүйе жұмысының логикасын (мысалы, жаңа заңдар немесе бизнес-ережелер қосу) қолданбаны қайта компиляцияламай, тек ББ-ны өңдеу арқылы өзгертуге мүмкіндік береді.

Білім базасының ішкі құрылымына қарай, білімді ұсыну моделінің үш классикалық архитектуралық түрі ажыратылады:

Продукциялық модель (ережелер моделі) | Білім: ЕГЕР <Шарт>, ОНДА <Әрекет/Қорытынды> түрінде сақталады. Қарапайымдылығы мен модульділігі арқасында ең танымал формат. | ЕГЕР қысым жоғарыласа ЖӘНЕ температура нормадан жоғары БОЛСА, ОНДА авариялық клапанды іске қосу
2. Фреймдік модель және Семантикалық желілер | Білім бағытталған граф түрінде ұсынылады. Түйіндер — объектілер немесе ұғымдар, доғалар — қатынастар. Фрейм — стереотиптік жағдайларды сипаттауға арналған мәліметтер құрылымы. «Автокөлік» → (құрамында) → «Қозғалтқыш» |
3. Онтологиялар Пәндік саланы сипаттаудың ең қатаң, математикалық тұрғыдан формальданған тәсілі. Кластар, қасиеттер, аксиомалар анықталады. «Адам» классы → «есімі», «туған жылы»; аксиома: «Әрбір адамның бір анасы бар» |

Білім базасымен қатар архитектурада Жұмыс жады (немесе Фактілер базасы) әрқашан орналасады. Егер Білім базасы — жүйенің ұзақ мерзімді жады болса, Жұмыс жады — қысқа мерзімді жады. Мұнда нақты ағымдағы міндет туралы мәліметтер (мысалы, қабылдауға келген нақты науқастың талдаулары) және жүйенің «ойлау» процесінде жасайтын аралық қорытындылары сақталады.

3-блок. Жүйенің «Қозғалтқышы»: Логикалық тұжырымдау механизмі
Әдістемелік ескерту: Ең күрделі техникалық блок. Тақтада немесе слайдта тұжырымдау тізбектерін визуализациялау қажет.

Ендеше, бізде ББ-да статикалық білім және Жұмыс жадында ағымдағы фактілер бар. Жүйені қалай «жандандырып», оның шешім шығаруына қол жеткіземіз? Бұл үшін екінші маңызды құрамдас бөлік — Логикалық тұжырымдау механизмі (Инференс-движок, шешім шығарушы) жауап береді.

Бұл — Жұмыс жадын сканерлейтін, ондағы фактілерді Білім базасындағы ережелермен салыстырып, жаңа фактілер тудыратын бағдарламалық модуль. Осы механизмнің екі фундаменталды стратегиясы бар. Мұқият жазып алыңдар.

Стратегия 1. Тура тұжырымдау (Мәліметтерден мақсатқа қарай қозғалыс)
Тура тұжырымдауда жүйе Жұмыс жадынан бастапқы фактілерді алады да, Білім базасынан ЕГЕР бөлігі ақиқат болатын ережелерді іздей бастайды. Осындай ережені тапқаннан кейін, жүйе ОНДА бөлігін орындап, жаңа факт тудырады және оны Жұмыс жадына жазады. Бұл процесс мақсатқа жеткенше немесе ережелер таусылғанша қайталанады.

Мысал: Зауытты бақылау жүйесі.

- Жадтағы фактілер: «Қазандағы қысым артып келеді» және «Температура нормадан жоғары».
- Движок ережені табады: ЕГЕР қысым артады ЖӘНЕ температура нормадан жоғары, ОНДА авариялық клапанды іске қосу.
- Нәтиже: Жүйе басқару командасын шығарады.

Тура тұжырымдау нақты уақыттағы автоматты басқару, болжау және мониторинг жүйелері үшін өте қолайлы.
Стратегия 2. Кері тұжырымдау (Мақсаттан мәліметтерге қарай қозғалыс)
Мұнда жүйе детектив сияқты әрекет етеді. Ол соңынан бастайды — гипотеза (мақсат) ұсынып, оны дәлелдеуге тырысады. Движок ББ-дан ОНДАбөлігінде біздің мақсат жазылған ережелерді іздейді. Осындай ереже табылды ма? Керемет. Енді жүйе оның ЕГЕР бөлігіндегі шарттарын қарап, оларды дәлелдеу қажет жаңа кіші-мақсаттар етіп белгілейді. Егер қажетті фактілер Жұмыс жадында болмаса, жүйе пайдаланушымен диалогты бастайды.
Мысал: Медициналық диагностикалық жүйе.
- Жүйенің гипотезасы: «Науқаста тұмау бар ма?»
- Жүйе ережені іздейді: ЕГЕР температура > 38°C ЖӘНЕ денедегі сырқырау бар БОЛСА, ОНДА бұл тұмау.
- Мақсат кіші-мақсаттарға бөлінеді: температура мен сырқырауды тексеру.
- Движок бұл мәліметтерді дәрігерден сұрайды.
- Расталса — гипотеза дұрыс. Жоқ болса — келесі гипотеза тексеріледі.
Кері тұжырымдау — сараптамалық диагностикалық жүйелер үшін стандартты тәсіл.
Тура және кері тұжырымдауды салыстыру кестесі

Сипаттама	Тура тұжырымдау	Кері тұжырымдау
Қозғалыс бағыты	Мәліметтер → Мақсат	Мақсат → Мәліметтер
Қолдану саласы	Мониторинг, басқару, болжау	Диагностика, сараптамалық жүйелер
Пайдаланушымен диалог	Сирек	Жиі (мәліметтерді сұратады)

4-блок. Интеллектуалды интерфейс және түсіндіру ішкі жүйесі
Әдістемелік ескерту: ИАЖ-ға деген сенімнің осы блокқа байланысты екенін түсіндіріңіз.
Банктегі сараптамалық жүйе 10 миллион теңге көлеміндегі несиелік өтінімді талдап, қысқа жауап берді делік: «Бас тарту». Бұл несие комитеті үшін жеткілікті ме? Әрине, жоқ. Интеллектуалды жүйенің «қара жәшік» болуға құқығы жоқ. Маман қабылданған шешімнің қандай негізде шығарылғанын түсінуі тиіс.
Бұл міндетті Интеллектуалды интерфейс шешеді.
Интеллектуалды интерфейстің құрамдас бөліктері:
1. Түсіндіру ішкі жүйесі — шешімнің қалай қабылданғанын көрсетеді:
   - Қандай ережелер қолданылды?
   - Қандай фактілер анықтаушы болды?
   - Қандай аралық қорытындылар жасалды?

   Түсіндірудің екі негізгі түрі:
   - Қалай (how): жүйе шешімге қалай келгенін түсіндіреді.
   - Неге (why): белгілі бір сұрақтың неге қойылғанын түсіндіреді.

2. Пайдаланушымен диалогты басқару — жетіспейтін мәліметтерді сұрайды.

3. Нәтижелерді визуализациялау — шешімдерді графиктер, кестелер, диаграммалар түрінде көрсету.

Түсіндіру мүмкіндігі — ИАЖ-дың өміршеңдігінің кілті. Егер пайдаланушы жүйенің шешімін түсінбесе, ол оған сенбейді және оны пайдаланбайды.
Қорытынды
Әдістемелік ескерту:Дәрісті қорытындылап, негізгі түйінді ойларды бекітіңіз.
Бүгінгі дәрісті қорытындылай келе, Интеллектуалды ақпараттық жүйелер архитектурасының негізгі төрт құрамдас бөлігін бөліп көрсетуге болады:

№	Құрамдас бөлік	Қызметі
1	Білім базасы	Ұзақ мерзімді білімді сақтау (ережелер, фреймдер, онтологиялар)
2	Жұмыс жады (Фактілер базасы)	Ағымдағы міндет бойынша фактілер мен аралық қорытындыларды сақтау
3	Тұжырымдау механизмі	Ережелер мен фактілерді сәйкестендіріп, жаңа білім тудыру
4	Интеллектуалды интерфейс	Пайдаланушымен байланыс, шешімдерді түсіндіру және визуализациялау

Естеріңде сақтаңдар:
- ИАЖ классикалық жүйелерден декларативті тәсілімен ерекшеленеді.
- Білім — бұл мәліметтер + контекст + интерпретациялау ережелері.
- Тура тұжырымдау — мәліметтерден мақсатқа, кері тұжырымдау — мақсаттан мәліметтерге қарай жүреді.
- Түсіндіру ішкі жүйесі — ИАЖ-ға деген сенімнің негізі.

Әдебиеттер тізімі:
1. Рассел С., Норвиг П. «Жасанды интеллект: заманауи тәсіл», 4-басылым, 2022.
2. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. «Интеллектуальные системы: базы знаний», 2020.
3. Jackson P. «Introduction to Expert Systems», 3rd ed., 2019.
4. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «Ақпараттық жүйелер» мамандығы бойынша оқу-әдістемелік кешен, 2025.