

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет іноземної філології
Кафедра прикладної лінгвістики

**Крестьянполь Л. Ю.
Розвод Е.В.**

Експертні системи та штучний інтелект

**методичні вказівки
для студентів спеціальності
035 Філологія
ОПП «Прикладна лінгвістика. Переклад і комп'ютерна
лінгвістика»
денної і заочної форм навчання**

ЛУЦЬК 2023

УДК 004.8

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Волинського національного університету ім. Лесі Українки

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри прикладної лінгвістики Волинського національного університету імені Лесі Українки протокол № 1 від 30.08.2023р.

Укладачі:

Л. Ю. Крестьянполь, кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної лінгвістики Волинського національного університету імені Лесі Українки

Е. В. Розвод, кандидат філологічних наук, старший викладач кафедри прикладної лінгвістики Волинського національного університету імені Лесі Українки

Рецензенти:

Ю. М. Линник, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри прикладної лінгвістики Волинського національного університету ім. Лесі Українки.

Б. О. Пальчевський доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Луцького національного технічного університету.

К-22186 **Експертні системи та штучний інтелект** [Текст]: методичні вказівки для студентів спеціальності 035 Філологія ОПП «Прикладна лінгвістика. Переклад і комп'ютерна лінгвістика денної і заочної форм навчання /Крестьянполь Л. Ю., Розвод Е. В. – Луцьк: 2023. – 48с.

Методичні рекомендації містять лекційний матеріал, перелік тем для практичної роботи студентів, їх зміст, рекомендовану літературу. Призначені для студентів спеціальності 035 Філологія ОПП «Прикладна лінгвістика. Переклад і комп'ютерна лінгвістика» денної і заочної форм навчання.

© Л. Ю. Крестьянполь, Е.В. Розвод, 2023

ЗМІСТ

Лекційний матеріал	4
<i>Лекція № 1</i> Поняття інтелекту	4
<i>Лекція № 2.</i> Поняття експертної системи її характеристика та функції. Зміст експертного аналізу	9
<i>Лекція № 3.</i> Способи подання знань у експертних системах	16
<i>Лекція № 4.</i> Логіка числення предикатів	20
<i>Лекція № 5.</i> Штучний інтелект. Початок.	22
<i>Лекція № 6.</i> Представлення знань: семантичні мережі, фрейми.	25
<i>Лекція № 7.</i> Онтологічний підхід до подання та інтеграції знань	29
<i>Лекція № 8.</i> Нейронні мережі	32
<i>Лекція № 9.</i> Штучне життя	33
<i>Лекція № 10.</i> Обробка природної мови	39
Завдання до практичних занять	44
Рекомендована література	47

Лекційний матеріал

Лекція 1

Тема ПОНЯТТЯ ІНТЕЛЕКТУ

1. Поняття інтелекту.

2. Система пізнавальних відчуттів людини.

3. Модель Гілфорда

1. За походженням інтелект є сконцентрованим досвідом розв'язання проблем, надбаним людиною впродовж життя і успадкованим від попередніх поколінь.

Пізнавальні здібності - це розвиток інтелекту і процесів оволодіння знаннями. Вони виявляють себе в процесі успішного вирішення різних завдань і проблем. Такі здібності мають властивість розвиватися, що визначає ступінь засвоєння людиною нових знань.

Пізнавальна діяльність людини можлива в силу того, що вона має здатність відображати для себе в свідомості реальність. Пізнавальні здібності - це наслідок як біологічної, так і соціальної еволюції людини. Як у молодшому, так і старшому віці вони базуються на допитливості. Це своєрідна мотивація мислення.

Розумові здібності людини беруть участь як у пізнавальній діяльності, так і в переробці інформації, отриманої нашою свідомістю. Мислення - ідеальний інструмент для цього. Пізнання і перетворення інформації є різними процесами, які відбуваються на психічному рівні. Мислення здійснює їх взаємодію.

Мотивацією до здійснення пізнавальної діяльності є допитливість. Це тяга до отримання нової інформації. Допитливість - вияв пізнавального інтересу. З її допомогою відбувається як спонтанне, так і впорядковане пізнання світу.

Так, наприклад, пізнавальні здібності дітей дошкільного віку переважно спонтанні. Дитина прагне нових об'єктів і способів дії, які згодом вона реалізує, бажає потрапити в новий простір. Це часом призводить до проблем і труднощів, може бути небезпечним. Тому дорослі починають забороняти для дитини цей вид діяльності.

Батьки можуть суперечливо реагувати на допитливість дитини. Це накладає відбиток на поведінку малюка.

2. Система пізнавальних здібностей людини.

Пізнавальна діяльність людини можлива в силу того, що він має здатність відображати для себе у свідомості реальність. Пізнавальні здібності – це наслідок як біологічної, так і соціальної еволюції людини. Як в молодшому так і старшому віці вони базуються на допитливості. Це своєрідна мотивація мислення.

Розумові здібності людини беруть участь як у пізнавальній діяльності, так і в переробці інформації, отриманої нашою свідомістю. Мислення – ідеальний інструмент для цього. Пізнання і перетворення інформації є різними процесами, які відбуваються на психічному рівні. Мислення здійснює їх взаємодію.

Пізнавальні здібності вивчали багато філософи, педагоги минулого і теперішнього часу. У результаті було виділено три типи розвитку таких навичок:

- Конкретно-чуттєве пізнання.
- Абстрактне (раціональне) мислення.
- Інтуїція.

У ході розвитку пізнавально-творчих здібностей відбувається отримання навичок конкретно-чуттєвого характеру. Вони властиві також і представникам тваринного світу. Але в ході еволюції у людини розвинулися специфічні чуттєво-сенситивні навички. Органи почуттів людей пристосовані для здійснення діяльності у макросвіті. З цієї причини мікро – і мегамири недоступні при чуттєвому пізнанні. Чоловік отримав три форми відображення навколишньої реальності за допомогою такого пізнання:

- відчуття;
- сприйняття;
- подання

Відчуття є формою чуттєвого відображення окремих властивостей предметів, їх складових частин.

Під сприйняттям розуміється отримання інформації про властивості предмета. Як і відчуття, воно виникає в процесі взаємодії з досліджуваним об'єктом.

Відчуття і сприйняття дозволяє сформуванню образу. Причому у кожного з цих підходів існують певні підходи до його створення. Необразотворчий образ створює відчуття, а образотворчий – сприйняття. Причому образ не завжди збігається з початковим об'єктом дослідження, але він завжди йому відповідає. Образ не може бути точним відображенням предмета. Але він не є і знаком. Образ узгоджується і відповідає об'єкту. Чуттєвий досвід з цієї причини обмежений ситуативним і особистим сприйняттям.

Щоб розширити межі, пізнання проходить стадію подання. Ця форма чуттєвого відображення дозволяє комбінувати образи, а також їх окремі елементи. При цьому здійснювати безпосередню дію з предметами не потрібно.

Пізнавальними здібностями є чуттєві відображення реальності, які дозволяють створити наочний образ. Це і є уявлення, яке дозволяє зберегти і при необхідності відтворити у свідомості людини об'єкт без безпосереднього контакту з ним. Першим пунктом у становленні і розвитку пізнавальних здібностей є саме чуттєве пізнання. З його допомогою людина може оволодіти поданням про об'єкт на практиці (*Слайд 5*).

3. Модель Гілфорда

ГИЛФОРД (Guilford) Джой Пол (1897—1987) — американський психолог, спеціаліст в області психології освіти, преподавания психологии,

Він виділив 120 факторів інтелекту виходячи з того, для яких розумових операцій вони потрібні, до яких результатів наводять і яке їх зміст (воно може бути образним, символічним, семантичним, поведінковим).

Під операцією Гілфорд розуміє вміння людини, вірніше психічний процес: поняття, пам'ять, дивергентна продуктивність, конвергентна продуктивність, оцінювання.

Результати - це форма, в якій інформація обробляється випробуванним: елемент, класи, відносини, системи, типи

перетворень та висновки. В даний час підібрано відповідні тести для діагностики понад 100 зазначених Гілфорд факторів.

Модель ґрунтується на припущенні про три виміри, комбінації яких визначають різні типи інтелектуальних здібностей.

Кожен чинник інтелекту утворюється поєднанням однієї з типів інтелектуальних операцій, області, де вона виробляється (зміст), і одержуваного результату.

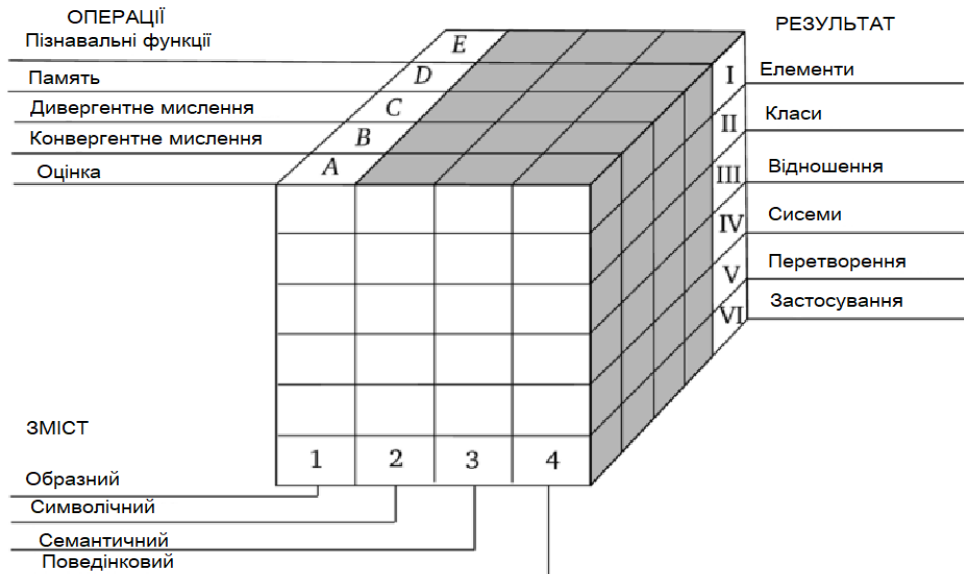


Рис. 1. Модель Гілфорда

Перший вимір визначається у термінах змісту чи форм пред'явлення інформації. Інформація, що пред'являється, згідно з Гілфордом, може бути образною (1), символічною (2), семантичною (3) і поведінковою (4).

Другий вимір. Гілфорд розрізняє п'ять типів операцій, що становлять вимір моделі: пізнання (E), запам'ятовування (D), дивергентне мислення, або виробництво логічних альтернатив, пов'язаних з інформацією (C), конвергентне мислення, або виробництво логічно обґрунтованих висновків (D) і оцінювання - порівняння та оцінка інформаційних одиниць за певним критерієм (A).

Приклади образного пізнання (рис. 2).

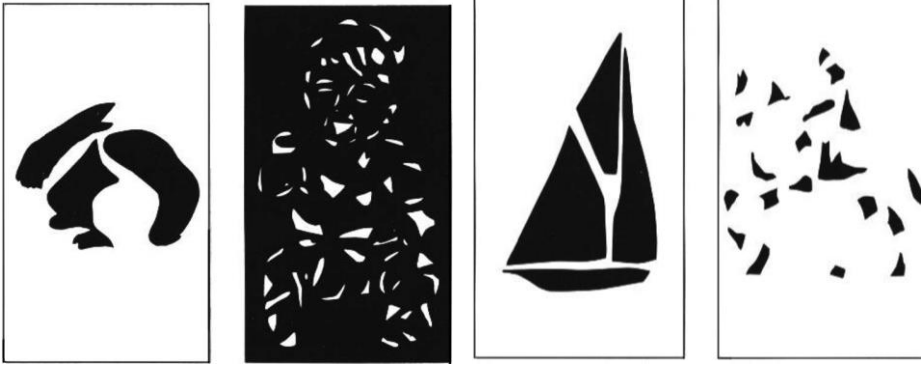


Рис. 2. Приклади образного пізнання

Л * С;

толі

Н * С;

йчаник

М * С;

озмор

Рис. 3. Приклади символічного пізнання

Дивергентне мислення передбачає варіантність дій у процесі пошуку вирішення завдання. Особливістю кінцевого розумового продукту, що отримується за допомогою дивергентного мислення, є різноманітність можливих відповідей.

Конвергентним називається тип мислення, спрямований на вирішення завдань за допомогою чіткого алгоритму дій. Конвергентне мислення – це лінійне мислення, яке ґрунтується на поетапному виконанні завдання, дотримання алгоритмів. Сам термін походить від латинського слова «convergere», що означає «сходитися». Конвергентне мислення базується на стратегії використання інструкцій з виконання завдань на застосування елементарних операцій. Найчастіше саме ця стратегія є основною в

тестах на IQ. Також вона використовується в класичних педагогічних методиках.

Оцінка (які судження виносяться щодо правильності запропонованої ситуації).

Третій вимір результат. Застосовуючи до змісту ту чи іншу операцію, можна виявити шість результатів, що представляють собою кінцевий розумовий продукт. Цими результатами є:

- Елементи;
- Класи;
- Відносини;
- Системи;
- Перетворення;
- Застосування.

Дуже важливо сказати про те, що, незважаючи на те, що модель опрацьована досить глибоко, вона все ж залишається відкритою системою. Про це говорить і сам Гілфорд, вказуючи на те, що до тих 50 факторам, які вже є, і які були отримані в процесі створення моделі, можна додати ще 120 факторів. Однак на сьогоднішній день їх виділяють вже понад 150.

Лекція 2

Тема Поняття експертної системи її характеристика та функції.

Зміст експертного аналізу

1.Визначення експертної системи (ЕС).

2. Історія створення.

3. Структура та класифікація ЕС.

4. ANP-process

1. Експертні системи були введені в рамках Стенфордського проекту з евристичного програмування на чолі з Фейгенбаумом, якого іноді називають «батьком експертних систем». Стенфордські дослідники намагалися визначити області, в яких досвід був би високо оцінений і комплексний, такі як діагностика інфекційних захворювань (Mycin) та ідентифікація невідомих органічних молекул (Dendral). Разом з Фейгенбаумом першими зробили свій

внесок Едвард Шортліф, Брюс Б'юкенен і Рендалл Девіс. Експертні системи були одними із перших по-справжньому успішних форм програмного забезпечення для штучного інтелекту.

2. Дослідження експертних систем також набуло активного розвитку у Франції. У США в центрі уваги, як правило, були системи, засновані на правилах, в першу чергу системи закодовані на середовищах програмування LISP, а потім на експертних оболонках, розроблених такими виробниками, такими як IntelliCorp^[en]. У Франції дослідження були зосереджені більше на системах, розроблених в Prolog. Перевагою експертних оболонок системи було те, що вони були дещо легші для використання не-програмістам. Перевага Prolog середовищ полягала в тому, що вони не були зосереджені тільки на правилах ЯКЩО — ТО. Prolog середовища забезпечували значно повнішу реалізацію логіки першого порядку.

У 1980-х роках експертні системи набули поширення. Університети пропонували курси експертних систем і дві третини компаній списку Fortune 1000 застосовували технології в повсякденній діяльності. Міжнародний інтерес був викликаний проектом розроблення комп'ютерів п'ятого покоління в Японії і фінансуванням наукових досліджень в Європі.

Комп'ютери п'ятого покоління — відповідно до ідеології розвитку комп'ютерних технологій, після четвертого покоління, побудованого на надвеликих інтегральних схемах, очікувалося створення наступного покоління, орієнтованого на розподілені обчислення, одночасно вважалося, що п'яте покоління стане базою для створення пристроїв, здатних до імітації мислення.

Йшлося про комп'ютер з паралельними процесорами, що працюють з даними, що зберігаються у великій базі даних, а не в файльовій системі. При цьому, доступ до даних повинен був здійснюватися за допомогою мови логічного програмування.

Очікувалося домогтися істотного прориву в області вирішення прикладних завдань штучного інтелекту. Зокрема, повинні були бути вирішені наступні завдання:

- друкарська машинка, що працює під диктування, яка відразу усунула б проблему введення ієрогліфічного тексту, яка в той час стояла в Японії дуже гостро;
- автоматичний портативний перекладач з мови на мову (зрозуміло, безпосередньо з голосу), який відразу б усунув мовний бар'єр японських підприємців на міжнародній арені;
- автоматичне реферування статей, пошук сенсу і категоризація;
- інші завдання розпізнавання образів - пошук характерних ознак, дешифрування, аналіз дефектів і т. п.

З будь-якої точки зору проєкт можна вважати абсолютним провалом. За десять років на розробки було витрачено понад 50 млрд ¥, і програма завершилася, не досягнувши мети.

Перша проблема полягала в тому, що мова Пролог, обрана за основу проєкту, не підтримувала паралельних обчислень, і довелося розробляти власну мову, здатну працювати в мультипроцесорному середовищі. Це виявилось важким - було запропоновано кілька мов, кожна з яких мала власні обмеження.

Крім цього, проєкт «Комп'ютери п'ятого покоління» виявився помилковим з точки зору технології виробництва програмного забезпечення. Ще до початку розробки цього проєкту фірма Херох розробила експериментальний графічний інтерфейс (GUI). А пізніше з'явився Інтернет, і виникла нова концепція розподілу і зберігання даних, при цьому пошукові машини привели до нової якості зберігання і доступу різномірної інформації. Надії на розвиток логічного програмування, які були в проєкті «Комп'ютери п'ятого покоління», виявилися ілюзорними, переважно через обмеженість ресурсів та ненадійність технологій.

3 1 серпня 2017 року Facebook вимкнув систему штучного інтелекту через те, що боти винайшли свою мову, якою вони почали спілкуватися між собою. Випробувачі алгоритму схильні вважати,

що фрази і навіть самі повторення представляли собою спроби ботів самостійно «зрозуміти» принципи спілкування Facebook розробляє спеціальний сервіс TL; DR, який буде робити короткі конспекти новин, щоб користувачам було зручніше і швидше їх читати. В основі цієї технології штучний інтелект.

Соцмережа Facebook запускає функцію, під назвою Photo Review, яка дозволяє відстежувати фотографії з обличчями зареєстрованих користувачів.

3. Виконавча система поєднає усю сукупність засобів, які забезпечують виконання сформованої програми. До них належать:

- програми обчислення;
- програми пошуку інформації у базі знань;
- програми логічного виводу;
- апаратні засоби, що забезпечують роботу системи.

База знань займає центральне місце по відношенню до інших засобів обчислювальної системи. Через базу знань здійснюється інтеграція засобів обчислювальної системи, які беруть участь у вирішенні завдання.

Знання, що містяться у базі знань, є незалежними від програм, які їх опрацьовують, і утворюють цілісну структуру.

Інтелектуальний інтерфейс являє собою систему програмних та апаратних засобів, що забезпечують користувачу, який не має спеціальної підготовки у галузі обчислювальної техніки, використання ЕОМ при вирішенні ним своїх професійних завдань.

Класифікація ЕС

За метою створення

- для навчання фахівців
- для вирішення задач
- для автоматизації рутинних робіт
- для тиражування знань експертів

За ступенем складності структури

- поверхневі
- глибокі

За зв'язком з реальним часом

- статичні
- квазідинамічні
- динамічні

За ступенем інтеграції з іншими програмами

- автономні
- гібридні

За завданням, що вирішується

- інтерпретація даних
- діагностика
- моніторинг
- проективання
- прогнозування
- планування
- навчання
- керування
- підтримка прийняття рішень

Інтерпретація даних. Під інтерпретацією розуміється визначення значення даних, результати якого повинні бути узгодженими і коректними. Звичайно передбачається багатоваріантний аналіз даних. Це одна з традиційних задач для ЕС.

Діагностика. Під діагностикою розуміється виявлення несправності деякої системи. Несправність – це відхилення від норми. Таке трактування дозволяє з єдиних теоретичних позицій розглядати інесправність устаткування в технічних системах, і захворювання живих організмів і всілякі природні аномалії. Важливою специфікою є необхідність розуміння функціональної структури системи діагностування.

Основна задача моніторингу – безперервна інтерпретація даних в реальному масштабі часу і сигналізація про вихід тих чи інших параметрів за допустимі межі. Головні проблеми – пропуск тривожної ситуації і інверсна задача помилкового спрацьовування.

Проективання. Підготовка специфікацій на створення об'єктів з наперед визначеними властивостями. Під специфікацією розуміється весь набір необхідних документів: креслення, записка пояснення і т.д. Основні проблеми тут – отримання чіткого структурного опису знань про об'єкт. Для організації ефективного проектування необхідно формувати не тільки самі проектні рішення, але і мотиви їх ухвалення. Таким чином, в задачах

проектування тісно пов'язуються два основні процеси: процес виведення рішення і процес пояснення.

Прогнозування. Системи прогнозування логічно виводять вірогідні наслідки із заданих ситуацій. У системі прогнозування звичайно використовується параметрична динамічна модель, в якій значення параметрів підганяються під задану ситуацію. Наслідки, що виводяться з цієї моделі, складають основу для прогнозів з оцінками вірогідності.

Планування. Під плануванням розуміється знаходження планів дій, що відносяться до об'єктів, здатних виконувати деякі функції. У таких ЕС використовуються моделі поведінки реальних об'єктів з тим, щоб логічно вивести наслідки планованої діяльності.

Навчання. Системи навчання діагностують помилки при вивченні будь-якої дисципліни за допомогою ЕОМ і підказують правильні рішення. Вони акумулюють знання про гіпотетичного учня і його характерні помилки, потім в роботі здатні діагностувати слабкості в знаннях тих, кого навчають, і знаходити відповідні способи для їх ліквідації. Такі системи планують процес спілкування з учнем залежно від успіхів учня, з метою передачі знань.

Статичні ЕС – розробляються в предметних областях, в яких БЗ і дані, що інтерпретуються, не змінюються в часі, вони стабільні. 5 Квасидинамічні ЕС – інтерпретують ситуацію, яка змінюється з деяким фіксованим інтервалом часу.

Динамічні ЕС – працюють в поєднанні з датчиками об'єктів в режимі реального часу з безперервною інтерпретацією даних, що надходять.

Автономні ЕС – працюють безпосередньо в режимі консультацій з користувачем для специфічних експертних задач при рішенні яких не вимагається залучати традиційні методи обробки даних. Гібридні ЕС – програмний комплекс, що агрегує стандартні прикладні програми (наприклад, математичну статистику, лінійне програмування, СУБД) і засоби маніпулювання знаннями. Це може бути інтелектуальна надбудова над прикладними програмами або інтегроване середовище для вирішення складної задачі з

елементами експертних знань. Не дивлячись на зовнішню привабливість гібридного підходу, розробка таких систем є надзвичайно складною задачею. Компонування не просто різних програм, а різних методологій породжує цілий комплекс і теоретичних, і практичних труднощів.

Слабкі місця ЕС:

- Більшість експертних систем не цілком придатні для широкого використання. Якщо користувач не має деякого досвіду роботи з цими системами, у нього можуть виникнути серйозні труднощі. Багато експертних систем доступні лише тим експертам, які створювали їх бази знань. Тому потрібно паралельно розробляти відповідний користувацький інтерфейс, який би забезпечив кінцевому користувачу властивий йому режим роботи;
- «Навички» системи не завжди «зростають» після сеансу експертизи, навіть коли проявляються нові знання;
- Все ще залишається проблемою приведення знань, отриманих від експерта, до вигляду, який забезпечував би їх ефективне використання;
- Експертні системи, як правило, не можуть набувати якісно нових знань, не передбачених під час розробки, і тим більше не володіють здоровим глуздом. Людина-експерт при розв'язанні задач звичайно звертається до своєї інтуїції або здорового глузду, якщо відсутні формальні методи рішення або аналоги розв'язування даної проблеми.

4. Аналітичний мережевий процес - це більш загальна форма процесу аналітичної ієрархії, яка використовується в багатокритеріальних аналізі рішень. АНР структурує проблему рішення в ієрархію з метою, критеріями рішення і альтернативами, в той час як АНР структурує її як мережу.

Багато проблем прийняття рішень не можна уявити ієрархічними структурами, тому що в них існують залежності та взаємодії між елементами різних рівнів ієрархії. Досить часто виникають завдання, у яких як важливість критеріїв впливає пріоритети альтернатив (як ієрархія), але й важливість альтернатив впливає пріоритети критеріїв. Не завжди можна говорити і про альтернативи у прямому значенні цього слова. Так, при оцінці заходів щодо інноваційного розвитку фірми різні напрями цього розвитку вже не є суто альтернативними і можуть реалізовуватися одночасно (так звані «мультипроекти»), хоч і з різною інтенсивністю. Взаємодіяти можуть також критерії оцінки альтернатив.

Лекція 3

Тема Способи подання знань у експертних системах

1. Знання та моделі подання знань у системах штучного інтелекту.

2. Логіка числення висловлювань.

3. Закони числення висловлювань.

1. Дані (Data) – це те, що може реєструватися в тій або іншій формі органами чуття людини або приладами. Тиск, вологість, яскравість, радіаційний фон тощо.

База даних – це певним чином організована сукупність даних, що дозволяє забезпечити ефективний пошук, розміщення і модифікацію даних.

Знання (Knowledge) – це зафіксована закономірність щодо фактів, процесів, явищ і причинно-наслідкових відносин між ними.

- знання в пам'яті людини як результат мислення;
- матеріальні носії знань (підручники, методичні посібники);
- поле знань - умовний опис основних об'єктів наочної області, їх атрибутів і закономірностей, що їх зв'язують;
- знання, описані на мовах подання знань (продуційні мови, семантичні мережі, фрейми);
- бази знань.

База знань (Knowledge Base) – організована певним чином сукупність знань, що дозволяє забезпечити ефективний логічний вивід рішення поставленої задачі, розміщення, модифікації і поповнення знань.

Існує декілька стратегій здобуття знань. Найбільш поширені:

- Придбання- спосіб автоматизованої побудови бази знань за допомогою діалогу експерта і спеціальної програми.
- Витягання - живий контакт інженера по знаннях і джерела знань.
- Формування - індуктивні моделі формування гіпотез на основі повчальних вибірок.

Глибинні знання – це категорії, абстракції та аналогії, за допомогою яких експерт приходять до розуміння структури та призначення поточних уявлень. Ці знання використовуються переважно в нестандартних.

Поверхневі знання (експертні знання) – це навички, відповідні знання на рівні рефлекторних реакцій, відпрацьованих дій. Сюди ж можна віднести правила та асоціації для стандартних міркувань і ситуацій.



Рис. 4 Схема моделі представлення знань

В основі логічного методу подання знань у СШІ лежить формальна система – логіка предикатів першого порядку, яка мовою теорії множин описується наступною четвіркою:

$$M = \langle T, P, A, B \rangle$$

$M =$, де T – множина базових елементів;

P – множина синтаксичних правил, за допомогою яких із елементів множини T утворюють синтаксично правильні сукупності;

A – елементи цієї множини утворюють аксіоми, визначені на множині P ; $P(A)$ – процедура, що визначає приналежність до A ;

B – множина правил виводу, які застосовуються до елементів множини A .

Моделі на основі нечіткої логіки Л. Заде дозволяють оперувати розмитими поняттями, проте такі результати інтерпретувати важче і навіть не завжди можливо.

Семантичні сітки дозволяють описувати властивості й відношення об'єктів, подій, понять, ситуацій або дій за допомогою направленого графа, що складається з вершин і помічених ребер.

Продукційні моделі використовують найчастіше. У БЗ містяться правила продукції, а в базі даних (БД) міститься інформація, яка відображає поточний стан розв'язуваної задачі. Ініціалізацію необхідного правила здійснює інтерпретатор або блок керування. «Якщо (умова) то (дія)»

У системах продукції знання представляються за допомогою наборів правил виду: «якщо A , то B ». Тут A і B можуть розумітися як «ситуація – дія», «причина – наслідок», «умова – виведення» і т.п. Часто правило-продукцію записують з використанням знака логічного проходження.

2. Числення висловлювань (його також називають пропозиціональним численням – від лат. *propositio* – пропозиція, думка, вислів) – найпростіший розділ математичної логіки, що лежить в основі решти її розділів.

Основними об'єктами розгляду є висловлювання – це речення (вислів), про яке можна сказати одне з двох: істинне воно або помилкове.

Позначаються: І (істина – true) і Н (неправда – false); або числа 1 і 0.

Із елементарних висловів будуються складніші вислови за допомогою логічних зв'язок і правил. Таким чином отримують правильно побудовані формули.

Основні операції логіки числення висловлювань

Назва операції	Зв'язка	Позначення	Відповідна математична операція
Заперечення	НІ	\neg	
Кон'юнкція	І	$\&$ \wedge \cdot	множення
Диз'юнкція	АБО	\vee $+$	складання
Імплікація	ЯКЩО – ТО	\rightarrow \supset	слідування
Тотожність (еквівалентність)	ТОДІ-І-ТІЛЬКИ-ТОДІ	\leftrightarrow \equiv	

3. Закони числення висловлювань.

Комутативний закон (закон переміщення):

$$a \& b = b \& a;$$

$$a \vee b = b \vee a.$$

Асоціативний закон (сполучний):

$$a \& (b \& c) = (a \& b) \& c;$$

$$a \vee (b \vee c) = (a \vee b) \vee c.$$

Дистрибутивний закон (розділення):

$$a \& (b \vee c) = a \& b \vee a \& c;$$

$$a \vee (b \& c) = (a \vee b) \& (a \vee c).$$

Закони де Моргана

$$\neg(a \vee b) = \neg a \& \neg b;$$

$$\neg(a \& b) = \neg a \vee \neg b;$$

$$\neg(\neg a) = a.$$

Лекція 4

Тема: Логіка числення предикатів

1. Поняття предиката.

2. Квантори спільності й існування.

3. Операції з кванторами.

1. Предикат (лат. praedicatum – сказане) – те, що висловлюється (стверджується або заперечується) в судженні про об'єкт.

Предикат відображає наявність або відсутність тієї чи іншої ознаки у предмета.

Функція P , яка набуває одного зі значень, 0 або 1, аргументи якої набувають значення із довільної множини M , називається предикатом P у предметній області M .

Кількість аргументів предиката $P(x_1, x_2, \dots, x_k)$ називається його порядком.

Множина M , на якій визначено предикат, називається предметною областю.

Підмножина $Q \subseteq M$, для якої $P(x)$ істинно, називається екстенсіоналом.

Розрізняють предикати:

унарні (наприклад, чоловік (X)),

бінарні (наприклад, батько (X, Y)),

тернарні (наприклад, громадянин (f, dr, mr)),

n -арні предикати.

Предикат n -го порядку $P(x_1, x_2, \dots, x_k)$ визначає n -арне відношення R у M : якщо $P(c_1, c_2, \dots, c_k) = 1$, то (c_1, c_2, \dots, c_k) знаходиться у відношенні R , що визначається цим предикатом.

Якщо значення предиката в цій точці дорівнює 0, то ці елементи не знаходяться у відношенні R .

Предикат називають *тотожно-істинним* якщо він за будь-яких значень аргументів набуває значення 1.

$$P(x_1, \dots, x_n) \equiv 1,$$

Предикат називають *тотожно-хибним* якщо він за будь-яких значень аргументів набуває значення 0.

$$P(x_1, \dots, x_n) \equiv 0,$$

2. Квантори (лат. quantum – скільки) – логічні оператори, які несуть інформацію про кількісну характеристику логічного висловлювання, перед якими вони поставлені.

Квантор спільності. Знак \forall називається квантором спільності та ставиться при спільних судженнях. Символом квантора спільності взято перевернуту букву A (перша літера німецького слова alle – всі). Вислів «для будь-якого елемента x приналежного M властивість R здійснена» умовились позначати як:

$$(\forall x \in M) (R(x)=1).$$

Знак квантора ставиться перед висловлюванням. Праворуч від знака ставиться літера, яка називається кванторною змінною та є неодмінною складовою частиною написання квантора. Квантор спільності можна розглядати як узагальнення кон'юнкції. Якщо предметна область скінченна і складається з елементів c_1, c_2, \dots, c_k , то формула $(\forall x)(F(x))$ рівносильна кон'юнкції:

$$F(c_1) \& F(c_2) \& \dots \& F(c_k).$$

Квантор існування. Знак \exists називається квантором існування і застосовується при поодиноких судженнях. Символом квантора існування взято перевернуту літеру E (перша літера німецького слова Existieren – існувати). Висловлювання «існує принаймні один елемент $x \in M$, якому притаманна властивість R » позначають як:

$$(\exists x \in M) (R(x)=1).$$

3. Операції з квантрами

Закон заперечення кванторів.

Закон заперечення квантора спільності:

«Неправильно, що кожен предмет має якість x тоді, і тільки тоді, коли існують предмети, що не мають цієї якості». Символічно цей закон записують так:

$$\neg \forall x \varphi(x) = \exists x \neg \varphi(x).$$

Перед квантором ставиться знак логічного заперечення і записується це так: $\neg \exists x$, що означає «Не існує такого x , що ...».

$$\neg \exists x A(x) = \forall x \neg A(x).$$

Комутативний закон – це закон, за яким можна квантори, що стоять перед висловлюваннями, міняти місцями:

$$\forall x \forall y P(x, y) = \forall y \forall x P(x, y); \quad \text{або} \quad \exists x \exists y P(x, y) = \exists y \exists x P(x, y).$$

Лекція 5

Тема: Штучний інтелект

1. ШІ початок

2. Підходи в моделюванні ШІ

1. У 1936 році вийшла робота Тьюрінга “Про обчислювані числа”, в тексті якої Алан ввів поняття універсальної машини (пізніше названої “Машиною Тьюрінга”). “Машина Тьюрінга” обчислювала все, що тільки можливо. До слова, концепція сучасного персонального комп’ютера базується на проекті, розробленому Тьюрінгом. Конкретна машина Тьюрінга задається перерахуванням елементів множини літер алфавіту a , множини станів q і набором правил, за якими працює машина. Вони мають вигляд:

$$q_i a_j \rightarrow q_{i1} a_{j1} d_k$$

У 1956 р відбувся семінар в Стенфордському університеті (США), де був вперше запропонований термін штучний інтелект – artificial intelligence.

1956 р. – першою програмою штучного інтелекту стала програма «Логік-Теоретик», призначена для доведення теорем в численні висловів.

1958 р. - з'являється перша мова програмування штучного інтелекту – Лісп.

1957 р. – створено програму для гри в шахи NSS (Ньюел, Шо, Саймон), яка надалі привела до концепції Універсального вирішувача задач. Ця програма, аналізуючи відмінності між

ситуаціями і конструюючи цілі, добре вирішувала головоломки типу «Ханойська башта» або обчислювала невизначені інтеграли.

Евристичний метод вирішення задачі, властивому людському мисленню «взагалі», для якого характерне виникнення припущень про шлях вирішення задачі з подальшою їх перевіркою.

Алгоритмічний метод, який інтерпретувався як механічне здійснення заданої послідовності кроків, що детерміновано приводить до правильної відповіді.

Проведення експериментів довело необхідність вирішення таких проблем:

- представлення знань про середовище функціонування;
- зорове сприйняття;
- побудова складних планів поведінки в динамічних середовищах;
- спілкування з роботами природною мовою.

2. Підходи в моделюванні ШІ.

Перший підхід об'єктом досліджень є структура і механізми роботи мозку людини, а кінцева мета полягає в розкритті таємниць мислення.

Другий підхід як об'єкт дослідження розглядає ШІ. Тут йдеться про моделювання інтелектуальної діяльності за допомогою обчислювальних машини.

Третій підхід орієнтований на створення змішаних людиномашинних, або, як ще говорять, інтерактивних інтелектуальних систем, на симбіоз можливостей природного і штучного інтелекту.

Системи ШІ повинні володіти перерахованими нижче засобами:

1) обробки текстів природними мовами, що дозволяють успішно спілкуватися з комп'ютером, наприклад, англійською мовою;

2) подання знань, за допомогою яких комп'ютер може записати в пам'ять те, що він дізнається або прочитає;

3) автоматичного формування логічних висновків, що забезпечують можливість використовувати інформацію, що

зберігається для пошуку відповідей на запитання і виведення нових висновків;

4) машинного навчання, які дозволяють пристосовуватися до нових обставин, а також знаходити й екстраполювати ознаки стандартних ситуацій.

Галузі застосування ШІ з прикладами реалізації

1. Системи, що імітують творчі процеси:

- доведення теорем на основі дедукції;
- автоматичний синтез програм,
- доведення їх правильності;
- ігрові програми: хрестики-нулі, шахи. Розвиток теорії пошуку в просторі вирішення;
- програми генерації прозаїчних і поетичних текстів, музичних творів;

інтелектуальні навчальні системи (т'ютори).

2. Сприйняття і розпізнавання образів:

- розпізнавання мови;
- розпізнавання тексту машинописного і рукописного (ABBYY FineReader);
- розпізнавання образів, сцен.

3. Системи спілкування з обчислювальними машинами природою мовою – системи типу запитання-відповідь, синтезатори мови.

4. Робототехніка

5. Інформаційні системи, що ґрунтуються на знаннях:

- експертні системи;
- системи машинного перекладу;
- системи автоматичного реферування – перетворення первинної інформації з метою її стиснення із збереженням головної ідеї документа;
- індуктивні системи – виведення закономірностей на основі даних спостереження або експериментальних даних.

Лекція 6

Тема: Семантичні мережі. Фрейми

1. Види мереж.
2. Типи об'єктів у семантичних мережах.
3. Фрейми.

1. Семантична мережа – це орієнтований граф, вершини якого – поняття, а дуги – відношення між ними. Така конструкція може бути описана мовою теорії множин:

$$H = \{I, C_1, C_2, \dots, C_n, \Gamma\},$$

де I – множина інформаційних одиниць; C_1, C_2, \dots, C_n – множина типів зв'язків між інформаційними одиницями; Γ – множина відображення між інформаційними одиницями.

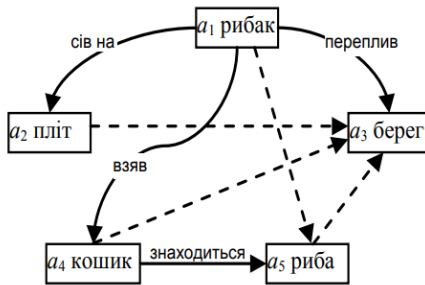


Рис. 5. Приклад семантичної мережі

Рибак сів на пліт, переплив на інший берег і взяв кошик із рибою». У реченні йдеться про об'єкти, зв'язані відношеннями.

Залежно від типів зв'язків, між інформаційними одиницями, які використовуються в моделі, розрізняють такі типи мереж. *Класифікуючі мережі* – застосовують відношення структуризації. Дозволяють у базах знань вводити різні ієрархічні відношення між інформаційними одиницями. *Функціональні мережі* – функціональні відношення між інформаційною одиницею. Прикладом є обчислення, тому можуть виступати ще як обчислювальні. Дозволяють описувати процедури «обчислень» одних інформаційних одиниць через інші.

Сценарії – часто використовуються казуальні (причиннонаслідкові) відношення між інформаційними одиницями. Крім того, можуть зустрічатися відношення типів: «засіб – результат», «знаряддя – дія».

2. У сучасних семантичних сітках використовуються три основні типи об'єктів: поняття, події та властивості.

Поняття є константами або параметрами предметної області, описуваної семантичною сіткою, і зазвичай вказують *предмети й абстракції*.

Події представляють собою дії, які можуть відбутися. Методи подання подій:

- глибинно-відмінникові семантичні відносини, які вказують характеристики та діючих осіб даної події;
- зміни, які може спричинити подія.

Результатом події є також деяка ситуація, яку можна визначити як зразок у деякій процедурі, що описує таким чином послідовність дій, що приводить до цієї ситуації.

Властивості використовуються для уточнення або модифікації понять, подій та інших властивостей.

У понятті властивості можуть бути *особливостями, рисами або характеристиками*.

У події властивості описують деякі загальні, універсальні, постійні характеристики, наприклад, *місце, час, тривалість тощо*.

Властивість є бінарним відношенням, яке відображає область свого визначення, тобто вершини, до яких властивість застосовується, в область значень, тобто значення, якого властивість може набувати.

Можливе розширення поняття властивості від бінарного до тернарного і багатомісного відношення. При цьому додаткові характеристики властивості пов'язуються з вершиною властивості дугами, поміченими «щодо».

Вершини, що входять до семантичної сітки, незалежно від їх типу розділені на два класи:

- загальні – поняття, події та властивості загального характеру, що описують у сукупності закони, які діють в предметній області;

– фактуальні – окремі випадки загальних об'єктів, які описують конкретні прояви зазначених вище законів, або просто деякі факти.

Іноді для підвищення ефективності виведення вводяться процедурні вершини.

Сценарії – це формалізований опис стандартної послідовності взаємопов'язаних фактів, що визначають типovu ситуацію предметної області.

Сценарій включає такі компоненти:

- *початкові умови*, які мають бути істинними при виклику сценарію;
- *результати або факти*, які є істинними, коли сценарій завершується;
- *припущення*, які підтримують контекст сценарію;
- *ролі* є діями, які виконують окремі учасники;
- *сцени*, які є часовими аспектами сценарію.

3.Фрейм (англ. frame – каркас або рамка) запропонований М. Мінським у 70-ті рр. ХХ ст. як структура знань для сприйняття просторових сцен. Ця модель, як і семантична сітка, має глибоке психологічне обґрунтування. Фрейм – одиниця подання знань, деталі якої можуть змінюватися відповідно до поточної ситуації. Фрейми часто використовують як структуру для подання стереотипних ситуацій.

Структура фрейму така, що він складається з характеристик описуваних ситуацій та їх значень, які називаються відповідно слотом та заповнювачем слоту.

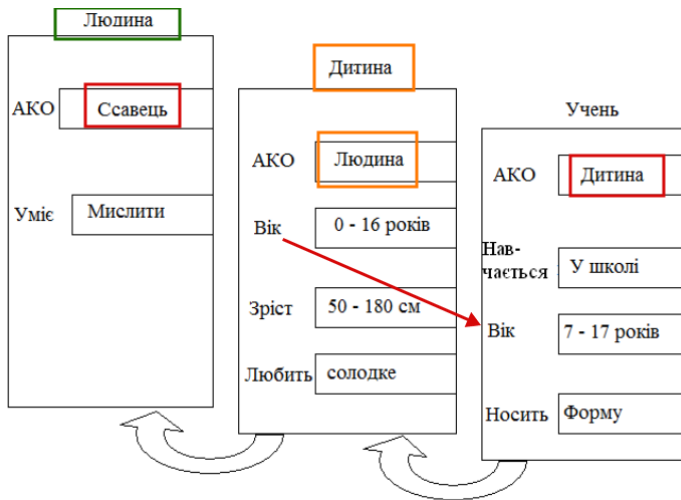


Рис. 6. Зразок фреймів

Фрейми утворюють ієрархію. Ієрархія у фреймових моделях породжує єдину багаторівневу структуру, що описує або об'єкт, якщо слоти описують лише властивості об'єкта, або ситуацію чи процес, якщо окремі слоти є іменами процедур, приєднаних до фрейму і спричинених при його актуалізації. Формально фрейм – це тип даних виду:

$$F = \langle N, S_1, S_2, S_3 \rangle,$$

де N – ім'я об'єкта; S_1 – множина слотів, що містять факти, які визначають декларативну семантику фрейму; S_2 – множина слотів, що забезпечують зв'язки з іншими фреймами, S_3 – множина слотів, яка забезпечує перетворення, що визначають процедурну семантику фрейму.

Фрейми поділяються на:

- фрейм-екземпляр – конкретна реалізація фрейму, яка описує поточний стан у предметній області;
- фрейм-зразок – шаблон для опису об'єктів або допустимих ситуацій предметної області;
- фрейм-клас – фрейм верхнього рівня для подання сукупності фреймів-зразків.

Переваги фреймових систем:

1. Дозволяють маніпулювати як декларативними, так і процедурними знаннями, тобто значення будь-якого слоту може бути обчислене за допомогою відповідних процедур або визначене евристичним методом.
2. Економне розміщення бази знань у пам'яті комп'ютера.

Недоліки фреймових систем:

1. Відносно висока складність цих систем, що призводить до зменшення швидкості роботи механізму виведення.
2. Доцільна область застосування там, де родо-видові зв'язки змінюються нечасто та предметна область має небагато виключень.

Лекція 7

Тема: Онтологічний підхід до подання та інтеграції знань

1. Поняття онтології

2. Побудова онтологій

1. Середовища типу Інтернет становлять собою велике інформаційне поле, величезну базу знань, яка не містить семантики і тому пошук інформації, релевантний запитам користувача, а також інтеграція в рамках конкретної предметної області утруднені. Для забезпечення ефективного пошуку необхідно чітко розуміти семантику документів, поданих у мережі. Для подання предметних областей в інформаційних системах використовуються онтології і словники. Онтологічний підхід передбачає використання онтології предметної області.

Онтологія – це формальний опис результатів концептуального моделювання предметної області, поданий у формі, яка сприймається людиною і комп'ютерною системою. У загальному вигляді формальна модель онтології може бути описана так:

$$O = \{L, C, F, G, H, R, A\}$$

де $L = LC \cup LR$ – словник онтології, що містить набір лексичних одиниць (знаків) для понять LC і набір знаків для відношень LR ; C – набір понять онтології, причому для кожного поняття $c \in C$ в

онтології існує принаймні одне твердження. Поняття (або класи) є загальними категоріями, які можуть бути впорядковані ієрархічно. Кожен клас описує групу індивідуальних сутностей, об'єднаних загальною властивістю; F і G – функції посилок, такі, що $F: FLC \rightarrow 2C$ і $G: FLR \rightarrow 2R$. Тобто F і G пов'язують набори лексичних одиниць $\{L_j\} \subset L$ з наборами понять і відношень, на які вони відповідно посилаються в даній онтології. При цьому одна лексична одиниця може посилатися на декілька понять або відношень і одне поняття або відношення може посилатися на декілька лексичних одиниць. Інверсіями функцій посилок є F^{-1} і G^{-1} ; H – фіксує таксономічний характер відношень (зв'язків), за якого поняття онтології пов'язані нереклексивними, ациклічними, транзитивними відношеннями $H \subset C \times C$. Вираз $H(C_1, C_2)$ означає, що поняття C_1 є підпоняттям C_2 ; R – позначає бінарний характер відношень між поняттями онтології, що фіксують пари області застосування (domain) / області значень (range), тобто пари (DR) з $D, R \in C$; A – набір аксіом онтології. Аксіоми задають умови співставлення категорій і відношень, вони виражають очевидні твердження, які пов'язують поняття і відношення. Аксіомою можна вважати твердження, що вводиться в онтологію у готовому вигляді, з якого можна виводити інші твердження. Наприклад, аксіомою є твердження: «Якщо X смертний, то X коли-небудь помре». Аксіоми можуть становити собою деякі обмеження. Наприклад, понятійні обмеження вказують на те, який тип понять може виражати дане відношення. Тобто властивість «Колір» може виражатися лише поняттями категорії «Колір». Запозичаючи принципи об'єктно-орієнтованого підходу, онтологія містить у собі класи та їх екземпляри, яким притаманні деякі властивості (на властивості можуть накладатися логічні обмеження). Основу кожної онтології становить множина термінів, поданих у ній. Крім того, будь-яка онтологія припускає наявність пов'язаних один із одним компонентів. Ними є таксономії термінів, описів сенсу термінів, а також правил їх використання та обробки. Онтологія використовується для структурування інформації [11].

2. При формуванні онтологій можуть залучатися фахівці різних галузей, і для кожної галузі є свої базові методи роботи. Філософи використовують абстракцію і комбінування властивостей, когнітивісти схильні покладатися на інтуїтивні відмінності, фахівці в комп'ютерній галузі оперують логічними теоріями і використовують структури, побудовані на умовиводах, а лінгвісти приділяють велику увагу описам міжмовних відповідників. Загальним же методом для всіх є використання класифікацій. Варто згадати, що побудова онтології не завжди очевидна, не завжди легко зібрати поняття, виділити диференціальні ознаки. Існує декілька варіантів дій, що залежать від конкретних завдань і вихідного матеріалу.

1. Безпосередній збір елементів для онтології. При такому підході спочатку збираються і класифікуються поняття, підбираються слова, потім проводиться відповідність між поняттями і лексиконом. Проблемою є близький, але не ідентичний перетин значень у словах різних мов.

2. Використання мікротеорій. За такого підходу спочатку треба зрозуміти явище, потім формуються примітиви теорії, елементи лексикону визначаються з точки зору примітивів, після цього лексикон ускладнюється. Проблема даного методу полягає у виборі мікротеорії, а також у необхідності окремої теорії для кожного комплексу значень.

Алгоритм переходу від слів до значень, а потім до понять викладено нижче.

1. Ініціалізація. Для певного слова необхідно зібрати декілька десятків речень, що його містять. Підібрати визначення з різних словників.

2. Розподілити значення слова в попередні, грубо схожі групи.

3. Диференціація. Почати будувати дерево, розташувавши всі групи в корені.

4. Розглядаючи всі групи, визначити групу, найбільш відмінну від інших. Якщо можна знайти одну групу, що чітко виділяється, необхідно виписати її найбільш яскраву відмінність у явній формі – вона слугуватиме відмінною ознакою і буде формалізована у

вигляді аксіоми. Якщо відмінності, за якими можна далі поділити групу, не виявляються, перейти на іншу гілку. Якщо буде виявлено декілька відмінностей, що дозволяють розділити групу декількома рівнозначними способами, роботу з цією гілкою також припинити і перейти на іншу гілку.

5. У структурі дерева створити дві нові гілки та розташувати нову групу під однією гілкою, а решту – під іншою.

6. Повторити дії з кроку 4, досліджуючи окремо групу/групи під кожною гілкою.

7. Формування понять. Коли розгалуження припиняється, кінцевим результатом є дерево дедалі більш дрібних відмінних ознак, які в явному вигляді перераховані на кожному рівні дерева. Кожен лист стає окремим поняттям, яке в цій задачі.

8. Додавання поняття в онтологію. Починаючи з вершини, необхідно пройти кожен вузол із розгалуженням. Перевірити, чи мають створена гілка і гілка, що додається, приблизно однакове значення [11].

Лекція 8

Тема: Нейронні мережі

Нейронна мережа (біологічна нейронна мережа, БНМ) — сукупність нейронів головного і спинного мозку центральної нервової системи (ЦНС) і ганглій периферичної нервової системи (ПНС), які пов'язані або функціонально об'єднані за допомогою синапсів в нейронні ланцюги, що утворюють ансамблі, які об'єднуються в системи та виконують специфічні фізіологічні функції.

Штучні нейронні мережі (ШНМ, англ. artificial neural network), які зазвичай просто називають нейронними мережами (НМ, англ. neural networks, NN) або нейромережами (англ. neural nets) це обчислювальні системи, натхнені біологічними нейронними мережами, які складають мозок тварин.

Принцип роботи ШН

Принцип роботи біологічного нейрона моделюється за допомогою штучного нейрона, який становить собою пристрій, що має декілька входів (дендрити), і один вихід (аксон).

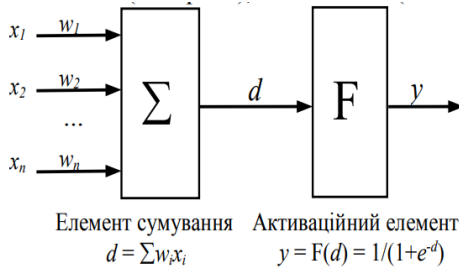


Рис. 7. Схема роботи штучного нейрона

Штучні НМ є групуванням штучних нейронів, у вигляді з'єднаних між собою шарів. Три типи прошарків – вхідний, прихований та вихідний. Напрямок зв'язку від одного нейрона до іншого є важливим аспектом нейромереж. У більшості мереж кожен нейрон прихованого прошарку отримує сигнали від всіх нейронів попереднього прошарку і зазвичай від нейронів вхідного прошарку.

Робота мережі розділяється на навчання та адаптацію. Під навчанням розуміється процес адаптації мережі до пропонованих еталонних зразків шляхом модифікації (відповідно до тих чи інших алгоритмів) вагових коефіцієнтів зв'язків між нейронами.

Існують три види навчання НМ:

- «із учителем»;
- «без учителя»;
- змішане.

Лекція 9

Тема: Штучне життя

1. Філософія та технології.
2. Клітинні автомати
3. Еволюційні алгоритми для задач оптимізації.
4. Еволюційне мистецтво.

1. Штучне життя — вивчення життя, живих систем і їх еволюції за допомогою створених людиною моделей і пристроїв. Дана область науки вивчає механізм процесів, які характерні всім живим системам, незважаючи на їх природу. Хоча цей термін частіше всього застосовується в комп'ютерному моделюванні життєвих процесів.

Штучне життя має справу з еволюцією агентів або популяцій організмів, які існують лише у вигляді комп'ютерних моделей, в штучних умовах.

Його метою є вивчення еволюції в реальному світі і можливості впливу на її протікання, наприклад, щоб уникнути деяких спадкових обмежень.

Моделі організмів також дозволяють проводити раніше неможливі експерименти.

У природі білки вирішують практично всі проблеми життя, починаючи від збирання енергії сонячного світла і закінчуючи створенням молекул. Все в біології походить з білків. Вони розвивалися під час еволюції, щоб вирішувати проблеми, з якими організми зіштовхувалися під час еволюції. Білки складаються з десятків тисяч амінокислот, які зв'язуються у довгі ланцюги, утворюючи тривимірні структури.



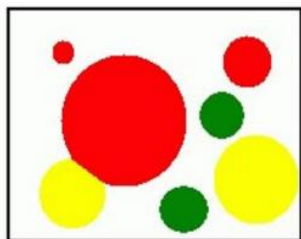
Рис. 8. Приклад моделювання білків алгоритмом ProteinMPNN

AlphaFold, який був представлений у 2020 році, допомагає дослідникам прогнозувати структуру, даючи уявлення про те, як вона поводитиметься. Новий алгоритм отримав назву ProteinMPNN. Зазвичай вчені створюють нові білки, модифікуючи ті, що зустрічаються у природі. Але створення ProteinMPNN

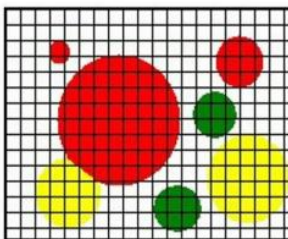
відкриває перед дослідниками перспективу створення з'єднань з нуля.

2.Клітинний автомат (КА) — дискретна математична модель, яка визначає сукупність та описується набором клітинок, що утворюють періодичну решітку, та заданими правилами переходу, що визначають стан клітини за теперішнім станом самої клітинки та тих її сусідів, що знаходяться від неї на певній відстані, яка не перевищує максимальну. При вирішенні задач моделювання решітка стає простором для подання деякого середовища або речовини. Припустимо що схематично зображено якусь речовину. Зони, що володіють однаковим значенням деякого істотного параметра, виділені одним і тим же кольором.

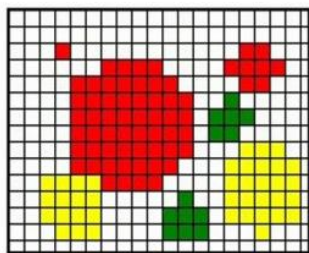
Припустимо, що при вирішенні завдання ніякі інші характеристики речовини не істотні.



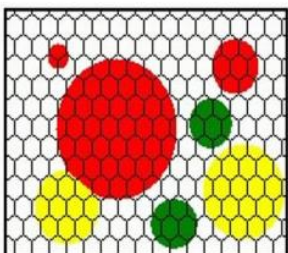
а. Деяка речовина



б. Квадратна решітка на речовині



в. Результат дискретизації речовини за допомогою квадратної решітки



с. Гексагональна решітка на речовині

(-2,2)	(-1,2)	(0,2)	(1,2)	(2,2)
(-2,1)	(-1,1)	(0,1)	(1,1)	(2,1)
(-2,0)	(-1,0)	(0,0)	(1,0)	(2,0)
(-2,-1)	(-1,-1)	(0,-1)	(1,-1)	(2,-1)
(-2,-2)	(-1,-2)	(0,-2)	(1,-2)	(2,-2)

Рис. 9. Приклад дискретизації об'єкта для побудови клітинного автомата

Для чисельного моделювання необхідно описати речовину для обчислювальної машини, визначити просторовий розподіл значень

параметра. Для цього слід провести дискретизацію, замінити реальний набір даних кінцевим числом інформативних значень. У кожному клітинку помістимо значення, відповідне тій зоні матеріалу, яку вона охоплює. Якщо це - якийсь числовий параметр, то клітці можна привласнити його середнє значення по всіх точках, охоплених кліткою, значення з її центру або, як в даному прикладі, значення, яким володіє більшість точок. На практиці часто використовуються клітинні автомати з двовимірними решітками з правильних багатокутників. У більшості випадків, як околиці клітини використовують підмножина набору її безпосередніх сусідів. Околиця, що складається з клітинок, що мають спільну сторону з даною, називається околицею фон Неймана або множиною головних сусідів. Околиця, що складається з клітинок, що мають хоча б загальну вершину з даною, називається околицею Мура або множиною безпосередніх сусідів.

Клітинний автомат працює наступним чином:

1. Нумерація всіх чорних крапок послідовними натуральними числами, починаючи з одиниці. Білі пікселі позначаємо нулем.

2. Заміна в циклі значення номера кожного пікселя на максимальний з сусідніх. Після того, як зображення стало інваріантним щодо цього перетворення, отримаємо замкнуті області, всередині кожної з яких всі пікселі мають однаковий номер.

3. Виділяємо області, знаходимо їх границі та площу.

4. Підраховуємо їх кількість.

Моделювання на мережах клітинних автоматів

Загальні правила побудови клітинних автоматів:

1. Стан клітин є дискретним (зазвичай, 0 і 1, хоча можуть бути автомати і з більшим числом станів).

2. Сусідами є обмежене число клітин, переважно це найближчі клітини.

3. Правила, що задають динаміку розвитку клітинного автомата, зазвичай мають просту функціональну форму і залежать від розв'язуваної проблеми.

4. Клітинний автомат є системою з тактом, тобто зміна станів клітин відбувається одночасно.

5. Клітинні автомати надають велику свободу у виборі структури і правил розвитку системи. Це дозволяє моделювати на їх основі або вирішувати з їх допомогою різноманітні завдання.

3. Еволюційні алгоритми (моделювання загальних закономірностей еволюції) використовують лише еволюційні принципи. Вони успішно використовувалися для завдань типу функціональної оптимізації і можуть легко бути описані математичною мовою.

Еволюційні моделі. Це системи, які відтворюють біологічні популяції чи системи і не є корисними в прикладному сенсі. Еволюційні моделі більше схожі на біологічні системи, мають складну поведінку, мало спрямовані на вирішення технічних завдань. До цих систем відносять так зване «штучне життя».

До еволюційних алгоритмів відносяться:

- Генетичні алгоритми.
- Генетичне програмування.
- Еволюційні стратегії.
- Еволюційне програмування.
- Системи класифікаторів.

Генетичний алгоритм - це евристичний алгоритм пошуку, який застосовується для вирішення завдань оптимізації та моделювання шляхом випадкового підбору, комбінування і модифікації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічну еволюцію.

Задачі оптимізації з генетичними алгоритмами

Відомо два основні шляхи рішення таких задач - переборний та градієнтний. Розглянемо класичну задачу комівояжера.

Суть задачі полягає у знаходженні короткого шляху проходження всіх міст.

Переборний метод є найпростішим. Для пошуку оптимального рішення (максимум цільової функції) потрібно послідовно обчислити значення функції у всіх точках. Недоліком є велика кількість обчислень.

Іншим способом є градієнтний спуск. Обираємо випадкові значення параметрів, а потім значення поступово змінюють,

досягаючи найбільшої швидкості зросту цільової функції. Алгоритм може зупинитись, досягнувши локального максимуму. Градієнтні методи швидкі, але не гарантують оптимального рішення (оскільки цільова функція має декілька максимумів).

Генетичний алгоритм являє собою комбінацію переборного та градієнтного методів. Механізми кросоверу (схрещування) та мутації реалізують переборну частину, а відбір кращих рішень - градієнтний спуск.

В генетичному алгоритмі хромосома - це числовий вектор, що рішенням задачі. Які саме вектори варто розглядати в конкретній задачі, вирішує користувач. Кожна з позицій вектора хромосоми називається геном. Ген відповідає за певний вхідний параметр.

Простий генетичний алгоритм випадковим образом генерує початкову популяцію рішень. Робота генетичного алгоритму є ітераційним процесом, що продовжується доти, поки не виконається задане число поколінь або інший критерій зупинки. В кожному поколінні генетичного алгоритму реалізується відбір пропорційно до пристосованості, одноточковий кросинговер і мутація.

Еволюційне програмування

Система "вирощує" кілька генетичних ліній програм, що конкурують між собою в точності знаходження шуканої залежності. Спеціальний транслюючий модуль перекладає знайдені залежності з внутрішньої мови системи на зрозумілу користувачеві мову (математичні формули, таблиці тощо), роблячи їх легкодоступними. Для того, щоб зробити отримані результати більш зрозумілими для користувача-нематематика, існує великий арсенал різноманітних засобів візуалізації виявлених залежностей.

4. Еволюційне мистецтво

Гілка генеративного мистецтва, в якій система генерує мистецтво з процесом вибору художника і модифікацією, що повторює зображення, створене з використанням еволюційного алгоритму.

Еволюційне мистецтво - це галузь генеративного мистецтва, в якому художник не виконує роботу з побудови твору мистецтва, а швидше дозволяє системі виконувати побудову. В еволюційному

мистецтві спочатку згенероване мистецтво піддається процесу вибору і модифікації, що повторюється, щоб отримати кінцевий продукт, де саме художник є агентом відбору.

Лекція 10

Тема: Обробка природної мови

- 1. Поняття NLP.**
- 2. Синтез мови.**
- 3. Системи електронного перекладу**

1. Обробка природної мови (NLP – Natural Language Processing) – це підрозділ інформаційних технологій, штучного інтелекту та лінгвістики, метою якого є вивчення проблем комп'ютерного аналізу та синтезу природної мови.

Людська мова – це спеціально сконструйована система передачі сенсу сказаного або написаного, якій притаманні дискретні, категоріальні або символні властивості. Така система володіє особливим кодуванням та усвідомленою передачею інформації, що відрізняється стійкістю та надійністю.

Категоріальні символи мови кодуються як сигнали для спілкування по декількох каналах: звук, жести, лист, зображення, інше. При цьому мова здатна виражатися будь-яким способом.

В основі систем обробки природної мови лежить лінгвістичний аналіз, до якого входять:

- Синтаксис - яка частина поданого тексту є граматично правильною?
- Семантика - у чому сенс поданого тексту?
- Прагматика - яка мета тексту?

Технології NLP мають справу з різними аспектами мови, такими як:

- Фонологія - це систематична організація звуків у мові.
- Морфологія - це дослідження словотворення та їх взаємозв'язку між собою.

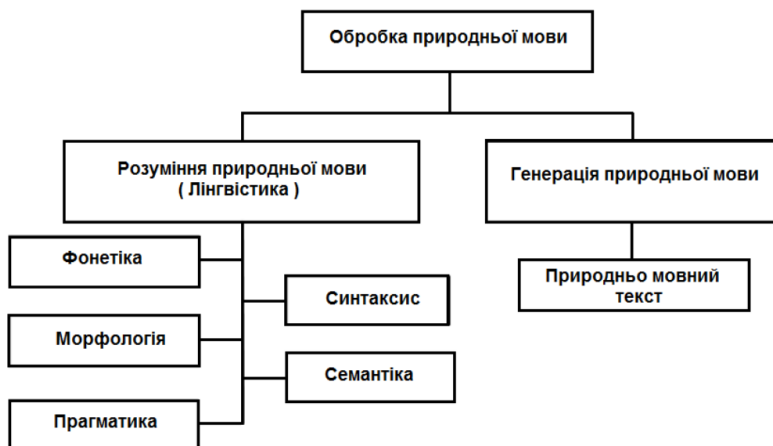


Рис.10. Схема елементів обробки природної мови

Інтерактивне навчання - прагматичний підхід, при якому користувач відповідає за навчання комп'ютера поетапному вивченню мови в інтерактивному навчальному середовищі.

Механізм обробки природної мови включає наступні процеси:

- Розуміння природної мови.
- Генерацію природної мови.

Розуміння природної мови. NLU або Natural Language Understanding намагається зрозуміти значення даного тексту. Характер та структура кожного слова в тексті повинна бути відома для NLU. Для розуміння структури NLU намагається вирішити неоднозначності присутні в природній мові. Сенс кожного слова розуміється за допомогою лексикон (лексики) та набору граматичних правил. Однак деякі слова мають схоже значення (синоніми), або слова, що мають більше одного значення (полісемія).

Генерація природної мови - це процес автоматичного створення тексту зі структурованих даних у зручному для читання форматі із значущими фразами та реченнями. Проблема генерації природних мов важко вирішити. Це підмножина NLP.

Розпізнавання мови процес перетворення мовленнєвого сигналу в текстовий потік. Не варто плутати із визначенням розпізнавання

мови, оскільки «розпізнати мову» безпосередньо означає лише дати відповідь на питання, до якої мови належить сегмент мовленнєвого сигналу. Часто використовується у наборі технологій, що дають змогу керувати комп'ютером, використовуючи людський голос, вводити інформацію голосом, диктувати, транскрибувати (стенографувати) фонограми.

Основні сфери застосування машинного розпізнавання мови:

Системи голосового обслуговування та інтерактивні автовідповідачі. Найбільшого поширення набули в контакт-центрах, сервісах самообслуговування, онлайн-банкінгу: привітання, голосове меню, озвучення стану рахунків тощо.

Ідентифікація особи. Використовується великими банками для підтвердження особи користувача за голосовим відбитком, для голосового підпису, а також в системах безпеки.

Аналітика дзвінків і переговорів. Призначена для оцінки відгуків клієнтів, підвищення якості роботи операторів, виявлення трендів при зверненнях до служби підтримки або відділів з продажу.

Голосове управління. Застосовується в багатьох сферах людської діяльності: в Інтернеті для пошуку інформації.

Загальний термін «розуміння природної мови» можуть застосовувати до різноманітного набору комп'ютерних застосунків, починаючи від невеликих, відносно простих задач, таких як короткі команди, що видаються роботам, і закінчуючи дуже складними, такими як повне розуміння газетних статей або віршованих уривків.

Мовні технології:

- Розпізнавання мови (STT - Speech-to-Text).
- Синтез мови (TTS - Text-to-Speech).
- Голосова біометрія (Voice Biometry).

Розуміння природної мови (NLU – Natural Language Understanding).

- Голосовий інтерфейс (Voice User Interface).
- Діалогові системи, голосові помічники, чат-боти, системи «Питання-Відповідь».
- Машинний переклад (Machine Translation).
- Інші сфери взаємодії «людина-машина».

2. Етапи створення системи синтезу

Нормалізація тексту. Спочатку спеціальний алгоритм готує текст, щоб роботу було зручно його читати: розгорнути всі скорочення, перевести числа і дати в текст. «50-ті роки ХХ століття» має перетворитися в «п'ятдесяті роки двадцятого століття», а «м. Київ, просп. Т.Шевченка» в «місто Київ, проспект Тараса Шевченка». Це повинно відбуватися природно, як якщо б людину попросили прочитати написане.

Далі текст поділяється на фрази, тобто на словосполучення з безперервною інтонацією - для цього комп'ютер орієнтується на знаки пунктуації та стійкі конструкції. Для всіх слів складається фонетична транскрипція.

Зняття омографів. Омографи - це слова, які збігаються в написанні, але різняться в вимові. Носій мови легко розставить наголоси: «дверний замок» і «замок на горі». А «ключ від замка» є значно складнішим завданням. Повністю зняти омографів без врахування контексту неможливо.

Автопунктуація. Диктуючи що-небудь, в отриманому тексті варто, щоб автоматично розставлялися знаки пунктуації. Роль розділових знаків у мові грають інтонаційні паузи. Тому створюються алгоритми для їх розпізнавання.

Паузи між словами отримують одну з міток: пробіл, точка, кома, знак питання, знак оклику, двокрапка. Щоб передбачити, яка мітка відповідає конкретній паузі, використовується контекст та враховуються три попередніх і два наступні слова.

Визначення типу інтонації. Вираз завершеності, питання і вигуки - найпростіші інтонації. А висловити іронію, сумнів або насагу є складнішим завданням. Дослідження голосових характеристик надають можливість використовувати ці особливості для синтезу голосу. Синтезатор через характеристики звукових хвиль спроможний розпізнати емоційне забарвлення: сум, розпач, радість, подив тощо. Для цього тексти позначають мітками з відповідною емоцією.

3. Системи електронного перекладу – системи призначені для синтезу інформацію, з використання таблиць посилань. Існують два основні типи систем перекладу - словники та перекладачі.

Словники дозволяють шукати слово та знаходити його еквівалент іншою мовою. Вони не дають уявлення про структуру чи правила мови, тому, функціональні можливості їх обмежені.

Перекладачі в свою чергу організують слова навколо контексту, що допомагає краще розуміти слова та дозволяє бачити. Сучасні перекладачі мають три основні конфігурації на основі того, як користувач вводить запит і як пристрій повертає результати.

До них входять:

Немовні перекладачі.

Перекладачі тексту в мову.

Перекладачі з мови в мову.

Завдання до практичних занять

Практичне заняття № 1

1. Поняття інтелекту.

2. Система пізнавальних здібностей людини.
3. Інтелект та мислення. Психологія мислення.
4. Інформаційні системи. Способи оцінки складових елементів.

Практичне заняття № 2

1. Штучний інтелект: дефініції.
2. Алгоритми та методи ШІ.
3. Основні підходи в моделюванні ШІ.
4. Поняття інтелектуальної системи та інтелектуальної задачі.
5. Штучний інтелект: галузі застосування та приклади реалізації.

Практичне заняття № 3

1. Класифікація знань у системах штучного інтелекту.
Порівняння моделей подання знань.
2. Логіка числення висловлювань.
3. Закони числення висловлювань.

Практичне заняття № 4

1. Поняття предиката: типологія.
2. Квантори спільності та існування.
3. Формули обчислення предикатів.

Практичне заняття № 5

1. Семантичні мережі. Види мереж.
2. Типи об'єктів у семантичних мережах.
3. Фрейми та фреймові системи.
4. Табличне подання фрейму.

Практичне заняття № 6

1. Експертні системи (ЕС): визначення.
2. Історія створення.
3. Огляд видів ЕС та їх класифікація.
4. Структура та алгоритм роботи.

5. Етапи розробки ЕС.
6. ANP-process.
7. ЕС: особливості застосування.

Практичне заняття № 7

Представлення проєкту (аналіз обраної ЕС)

Практичне заняття № 8

Комп'ютерний практикум

Практичне заняття № 9

1. Штучне життя. Філософія та технології.
2. Клітинні автомати.
3. Еволюційні алгоритми для задач оптимізації.
4. Еволюційне мистецтво.

Практичне заняття № 10

1. Обробка природної мови. Поняття NLP.
2. Синтез мови.
3. Системи електронного перекладу

Завдання для самостійного опрацювання

- ✓ Правове забезпечення. Класифікація ІС за ознакою структурованості завдань

- ✓ Типи ІС, які використовуються для вирішення частково-структурованих задач
- ✓ Функціональні ознаки. Типи ІС оперативного (Операційного) рівня
- ✓ Продукційна модель і правила їх обробки
- ✓ Модель дошки оголошень. Модель представлення знань у вигляді сценарію
- ✓ База знань, правила, машина виведення, інтерфейс користувача, засоби роботи з файлами
- ✓ Поняття про нечітких множин та їх зв'язок з теорією побудови експертних систем. Коефіцієнти впевненості
- ✓ Бази даних, орієнтовані на штучний інтелект
- ✓ Таксономічна класифікаційна схема. Онтологічний підхід до подання проблемної інформації
- ✓ Організація прийняття рішень в експертних системах
- ✓ Організація логічного висновку в експертних системах
- ✓ Ієрархічна побудова та перевірка гіпотез
- ✓ Небезпеки та обмеження ШІ
- ✓ Синтез і розпізнавання мовлення
- ✓ Інтелектуальні агенти
- ✓ Робототехніка

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Баклан І.В. Експертні системи. Курс лекцій / І.В. Баклан. – Київ.: НАУ, 2012. 132 с.

2. Гаврилова Т.А. Бази знань інтелектуальних систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевський. – СПб, 2000. 384 с.
3. Джексон П. Введення в експертні системи / Пітер Джексон. – СПб.: Вільямс, 2001. 393 с.
4. Іванченко Г. Ф. Система штучного інтелекту: навч. посіб / Г. Ф. Іванченко. – Київ. : КНЕУ, 2011. 382 с.
5. Козлов О.М. Інтелектуальні інформаційні системи: навч., 2013. 278 с.
6. Леженка А.І. Використання експертних систем для інтелектуального аналізу даних / А.І. Леженка, І.А. Кузнецов, С.К. Кузнецов // Інформаційні технології та обчислювальні системи. – 2012. – № 1. С. 60-64.
7. Литвин В.В. Модель представлення знань за допомогою об'єктів для побудови інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень / В.В. Литвин, Д.Г. Досін, Р.Р. Даревич // Известия Південного федерального університету. Технічні науки. – 2004. – № 9. С. 128-134
8. Осадчий В.В. Аналіз програмних засобів для створення інтелектуальних систем в освітніх цілях / В.В. Осадчий, К.П. Осадча // Науково-педагогічний журнал «Молодь і ринок». – №8 (127). – Дрогобич: ДДПУ ім. І. Франка, 2015. С. 37-42.
9. Савченко, А.С., Синельников О. О. Методи та системи штучного інтелекту: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» / Уклад. : А.С. Савченко, О. О. Синельников. – К. : НАУ, 2017. 190 с
10. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навч. посібник / С. О. Субботін. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2008. 431 с.
11. Федорчук Є.Н. Програмування систем штучного інтелекту. Експертні системи / Є.Н.Федорчук, Вид-во Львівської політехніки, 2012. 168 с.

Додаткова література

1. Хандецький В.С. та інші. Нечітка логіка. Рекомендовано МОН України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за спеціальностями інформаційних напрямів. Дніпропетровськ, 2005. 230 с.
2. Старух А.І. Конспект лекцій з навчальної дисципліни Експертні системи. Електронний ресурс. Режим доступу: https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/10/ES_konspekt-lektsiy.pdf