

Міністерство освіти і науки України  
Національний авіаційний університет  
Факультет кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Домашнє завдання  
з дисципліни «Системи штучного інтелекту»  
на тему «Прикладні системи штучного інтелекту — системи, засновані  
на знаннях. Поняття інженерії знань»

Виконав:  
студент ФККПІ  
групи СП-425  
Клокун В. Д.  
Перевірила:  
Росінська Г. П.

Київ 2019

## **ЗМІСТ**

<b>1</b>	<b>Системи, засновані на знаннях</b>	<b>3</b>
1.1	Загальні відомості про системи, засновані на знаннях . . . . .	3
1.2	База знань . . . . .	4
1.3	Машина логічних виведень . . . . .	4
1.3.1	Компоненти машини логічних виведень . . . . .	4
1.3.2	Стратегії керування виведенням . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Поняття інженерії знань</b>	<b>6</b>
2.1	Методи витягу знань . . . . .	7
2.2	Принципи представлення знань . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Висновок</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Список використаної літератури</b>	<b>11</b>

## 1. СИСТЕМИ, ЗАСНОВАНІ НА ЗНАННЯХ

### 1.1. Загальні відомості про системи, засновані на знаннях

В контексті систем штучного інтелекту, *система, заснована на знаннях* — це програма, яка намагається вирішувати складні задачі, міркуючи за допомогою бази знань. Термін «система, заснована на знаннях» широкий і може позначати багато різних систем, але усі системи, засновані на знаннях, об'єднує одна спільна тема: спроба явно представити знання, а також наявність системи міркування, яка дозволяє виводити нові знання. Отже, у системи, заснованої на знаннях, є дві визначаючі складові: база знань (англ. *knowledge base*) та машина логічних виведень (англ. *inference engine*).

Крім бази знань та машини логічних виведень, система, заснована на знаннях, може містити модулі: підсистему набуття знань, підсистему пояснень та інтерфейсну підсистему.

Загалом, систему, засновану на знаннях, можна описати такою ієрархією рівнів від найвищого до найнижчого:

1. Рівень знань (англ. *knowledge level*).
2. Рівень символів (англ. *symbol level*).
3. Рівень алгоритмів і структур даних.
4. Рівень мов програмування.
5. Рівень компонування.
6. Рівень апаратних засобів.

Рівень знань пов'язаний зі змістом інформації, а також способами її використання і визначає можливості інтелектуальної системи. Самі знання не залежать від формалізмів, використовуваних для їхнього подання, а також виразності обраної мови програмування. На рівні знань зважаються питання про те, які запити є припустимими в системі, які об'єкти і відношення відіграють важливу роль у даній предметній області, як додати в систему нові знання, чи будуть факти згодом змінюватися, як у системі будуть реалізовані розсуди про знання, чи має дана предметна область добре зрозумілу систематику, чи є в ній незрозуміла або неповна інформація.

Рівень символів пов'язаний з конкретними формалізмами, застосовуваними для подання знань у процесі вирішення задач. На цьому рівні здійснюється вибір конкретного способу подання знань і визначається мова подання для бази знань, зокрема, логічні або продукційні правила. Відділення рівня символів від рівня знань дозволяє програмісту вирішувати проблеми виразності, ефективності і простоти програмування, що не відносяться до більш високих рівнів поводження системи.

Рівень алгоритмів і структур даних визначає структури даних для подання знань і алгоритми їхньої обробки.

Рівень мов програмування визначає використовуваний стиль програмування. Хоча гарний стиль програмування припускає поділ конкретних властивостей мови програмування і вищестоящих рівнів, специфіка задач штучного інтелекту вимагає їхнього глибокого взаємозв'язку.

Рівень компонування визначає архітектуру і функціональність операційної системи.

Рівень апаратних засобів визначає архітектуру апаратних засобів, обсяг пам'яті і швидкодію процесора.

Багаторівневий підхід дозволяє програмісту відволіктися від складності, що відноситься до нижніх рівнів, і сконцентрувати свої зусилля на питаннях, що відповідають даному рівню абстракції. Такий підхід дозволяє виділити теоретичні основи штучного інтелекту й абстрагуватися від деталей конкретної реалізації або мови програмування. Він дозволяє модифікувати реалізацію, підвищуючи її ефективність, або перенести її на іншу платформу, не торкаючись поводження системи на більш високих рівнях.

## **1.2. База знань**

У базі знань зберігаються факти про світ, часто представлені за допомогою категоризації, тобто визначення відношень «є», на кшталт «яблуко є фрукт», або за допомогою фреймів, графів концепцій чи логічних міркувань. Ці підходи представляють знання у явній формі, на відміну від традиційного неявного представлення знань в імперативних програмах, де програміст неявно вкладає свої знання в програму, вказуючи їй, що робити. Використання бази знань дозволяє легко визначати нові знання, або модифікувати і поповнювати існуючі.

## **1.3. Машина логічних виведень**

Знання, представлені у базі, використовуються для виведення нових знань або висновків. Для цього машина логічних виведень застосовує логічні правила до знань, що зберігаються у базі, і на їх основі отримує результат — розв'язок задачі. Саме вибір методів подання та одержання знань визначає архітектуру системи знань.

### **1.3.1. Компоненти машини логічних виведень**

Машина логічних виведень складається з двох компонентів:

1. Компонент висновування — реалізує власний дедуктивний висновок. Тобто якщо в базі фактів є факт  $A$ , а в базі правил є правило  $\text{If } A \text{ then } B$ , то робиться висновок про необхідність застосування дії  $B$ .
2. Компонент керування, або інтерпретатор правил — керує процесом перебирання

фактів і застосування правил.

Інтерпретатор правил працює за таким алгоритмом:

1. Зіставлення. Здійснюється пошук множини правил, посилки яких зіставляються хоча б з одним фактом із бази фактів. Усі правила з цієї множини є застосовними до поточної бази фактів. Якщо правил у цій множині більше одного, то кажуть, що множина правил є конфліктною (у тому розумінні, що будь-яке з правил можна застосувати і невідомо, яке саме).
2. Вибір. Алгоритм роботи інтерпретатора є циклічним. На кожній ітерації циклу може бути застосовано лише одне правило. Якщо правил більше одного, інтерпретатор має вирішити конфлікт, тобто обрати з правил найвідповідніше. Вибір здійснюється на основі критерію, який може встановлюватися ззовні.
3. Виконання. Відібране правило запускається на виконання (спрацьовує). Суть спрацьовування полягає у виконанні дії, описаної у висновку правила. Такими діями можуть бути:
  - коректування критерію вибору правил;
  - запис, видалення або коректування фактів у базі фактів;
  - запис, видалення або коректування фактів у базі правил;
  - виконання інших дій (ведення діалогу з людиною, перевірка цілісності тощо).

### **1.3.2. Стратегії керування виведенням**

Машина логічних виведень має вирішувати, як перебирати факти і правила бази знань, а також на підставі якого критерію слід вибирати правила з конфліктної множини. Відповідні рішення приймаються згідно з обраною стратегією керування виведенням. Зазвичай основні складові цієї стратегії вбудовані в машину виведення і їх не можна змінити.

Розробляючи стратегію керування виведенням, слід вирішити такі питання:

- Яку точку в просторі станів обрати як початкову? Від вибору цієї точки залежить спосіб виконання пошуку — в прямому чи зворотному напрямку.
- Якою має бути стратегія перебирання правил — углибину чи вшир?

Існує декілька стратегій виведення. У системах з прямим виведенням за відомими фактами відшукується факт, який з них впливає. Якщо такий факт вдається знайти, то він записується в базу фактів. Пряме виведення називають також виведенням, керованим даними, або виведенням, керованим посилками правил.

Під час зворотного виведення спочатку висувається гіпотеза, а потім механізм виведення ніби повертається назад, переходячи до фактів і намагаючись знайти в базі фактів ті, які підтверджують гіпотезу. Якщо гіпотеза не підтверджується фактами з бази фактів, одна з її можливих посилок вважається гіпотезою, що деталізує початкову і є стосовно неї підциллю. Далі відшуковуються факти, які могли б підтвердити дану підциль, тобто процес рекурсивно повторюється.

Виведення цього типу називається також виведенням, керованим цілями.

Під час пошуку вглиб черговою підділлю стає та, що відповідає детальнішому рівню опису задачі. Виконуючи пошук ушир, машина виведення спочатку спробує знайти розв'язок серед можливих варіантів одного рівня і потім, за необхідності, перейде на наступний рівень деталізації.

Продукційна модель знімає обмеження, характерні для логіки, проте з нею пов'язані інші проблеми: нескінченні цикли, можлива суперечність знань і непрозорість поведінки машини виведення. Нескінченні цикли виникають у тому випадку, коли машина виведення повертається до правил, які вже були переглянуті. Це можливо, наприклад, за наявності таких правил:

If A then B; If B then C; If C then A.

Суперечливі знання з'являються тоді, коли додавання нових правил призводить до суперечності тим фактам, які можна було отримати раніше.

Непрозорість поведінки обумовлена тим, що немає жодних принципів, які б встановлювали порядок перегляду правил і їхнього застосування в тому випадку, коли може бути застосовано кілька правил. Унаслідок цього досить важко обробляти всі продукційні бази знань великого обсягу, оскільки навіть за умов коректності всіх наявних правил хибний порядок їхнього виконання може привести до помилок, які важко виявити.

Частково зняти обмеження, характерні для формально-логічної та продукційної моделей, можна шляхом структуризації бази знань. Названі моделі допускають зображення в базі знань лише елементарних фактів. Структуризація фактів приводить до створення груп взаємопов'язаних фактів, тобто певних абстракцій. Структурні абстракції можуть мати свою семантику, щодо якої застосовуються правила виведення. Семантичні мережі та фрейми, найчастіше використовуються у моделях, які підтримують структурні абстракції.

## **2. ПОНЯТТЯ ІНЖЕНЕРІЇ ЗНАНЬ**

Як видно з назви, ключовим елементом систем, заснованих на знаннях, є знання, тому при розробці і дослідженні таких систем з'являється потреба у дослідженні знань. Цим займається *інженерія знань* — розділ теорії штучного інтелекту, який вивчає процеси і методи одержання, подання і формалізації знань для розробки систем, заснованих на знаннях, зокрема, експертних систем.

*Набуття знань* — це передача потенційного досвіду рішення проблеми від певного джерела знань і перетворення його у вигляд, що дозволяє використовувати ці знання. Джерелами знань можуть бути книги, архівні документи, вміст інших баз знань і тому подібне, тобто деякі об'єктивізовані знання, переведені у форму, що робить їх доступними для споживача. Іншим типом знань є *експертні знання*, які є у фахівців, але не зафіксовані у зовнішніх стосовно

нього сховищах. Експертні знання є суб'єктивними. *Емпіричні знання*, отримані шляхом спостереження за навколишнім середовищем, є ще одним видом суб'єктивних знань.

## **2.1. Методи витягу знань**

Введення в базу знань об'єктивізованих знань не є проблемою, однак виявлення і введення суб'єктивних експертних знань є досить важким.

Щоб витягнути і формалізувати експертні знання, розробили багато стратегій опитування експертів і моделей подання знань. Загалом виділяють такі методи витягу знань:

1. *Комунікативні методи* — охоплюють методи і процедури контактів інженера зі знань з безпосереднім джерелом знань — експертом. Комунікативні методи поділяються на:
  - 1.1. *Пасивні методи* включають такі методи, де ведуча роль у процедурі витягу фактично передається експерту, а інженер зі знань тільки фіксує судження експерта під час роботи з прийняття рішень. До цієї групи відносяться:
    - 1.1.1. *Метод спостереження* полягає в тому, що інженер зі знань знаходиться безпосередньо поруч з експертом під час його професійної діяльності або імітації цієї діяльності. При підготовці до сеансу експерту необхідно пояснити мету спостережень і попросити його максимально коментувати свої дії; під час сеансу аналітик записує всі дії експерта і його пояснення. Рекомендується використовувати магнітофонний запис і відеозапис у реальному масштабі часу. Протоколи спостережень після сеансу ретельно розшифровуються, а потім обговорюються з експертом.
    - 1.1.2. *Метод протоколювання «думок уголос»* полягає в тому, що експерта просять не тільки прокоментувати свої дії і рішення але й пояснити, як це рішення було знайдено. Іноді цей метод називають «вербальні звіти». Основними труднощами при протоколюванні «думок уголос» є принципова складність для людини пояснити, як вона думає, оскільки відомо, що люди не завжди здатні достовірно описувати розумові процеси.
    - 1.1.3. *Метод витягу знань у формі лекцій* використовується при розробці бази знань як ефективний метод швидкого занурення інженера зі знань у предметну область. Курс лекцій звичайно дуже короткий і не перевищує 2–5 лекцій тривалістю до 1,5 години кожна.
  - 1.2. *Активні методи* витягу знань припускають, що ініціатива знаходиться цілком у руках інженера зі знань, який активно контактує з експертом різними способами. Активні методи поділяють на:
    - 1.2.1. *Індивідуальні активні методи*, а саме:
      - 1.2.1.1. *Анкетування* передбачає, що інженер зі знань заздалегідь складає запитальник або анкету, розмножує її і використовує для опитування декількох експертів.

Експерт самостійно заповнює анкету після попереднього інструктування.

- 1.2.1.2. *Інтерв'ю* — специфічна форма спілкування інженера зі знань і експерта, у якій інженер зі знань задає експерту серію заздалегідь підготовлених питань з метою витягу знань про предметну область. На якість проведення інтерв'ю впливають три основних характеристики питання: мова питання (зрозумілість, лаконічність, термінологія), порядок питань (логічна послідовність і немонотонність), доречність питань (етика, увічливість).
- 1.2.1.3. *Вільний діалог* — метод витягу знань у формі бесіди інженера зі знань і експерта, у якій немає твердого регламентованого плану і запитальника.
- 1.2.2. *Групові методи*, які дають можливість одночасно використати знання декількох експертів, які, взаємодіючи, генерують нову інформацію завдяки тому, що їх погляди і позиції переплітаються. До групових методів відносяться:
  - 1.2.2.1. *Метод «круглого столу»* передбачає обговорення якої-небудь проблеми з обраної предметної області, у якому беруть участь з рівними правами кілька експертів. Задача дискусії – колективно, з різних точок зору, під різними кутами досліджувати спірні гіпотези предметної області. Спочатку учасники висловлюються у визначеному порядку, а потім переходять до вільного обговорення.
  - 1.2.2.2. *«Мозковий штурм»* — один з найбільш розповсюджених методів розкріпачення й активізації творчого мислення. Основна ідея штурму — це відділення процедури генерування ідей у замкнутій групі фахівців від процесу аналізу й оцінювання висловлених ідей. Тривалість «штурму» до 40 хвилин. Учасникам (до 10 осіб) пропонується висловити будь-які ідеї на задану тему (критику заборонено). Регламент – до 2 хвилин на виступ. При аналізі відповідей лише 10–15 % ідей виявляються розумними, але серед них можуть бути дуже оригінальні. Оцінює результати група експертів, що не брала участь в генерації ідей.
  - 1.2.2.3. *Гра* — такий вид людської діяльності, що відбиває (відтворює) інші її види. Експертні ігри включають ділові ігри (експеримент, де учасникам пропонується виробнича ситуація, а вони на основі знань і життєвого досвіду приймають рішення, що потім аналізуються), діагностичні ігри (вид ділових ігор, застосовуваний для діагностики методів прийняття рішень у медицині) і комп'ютерні ігри (ігри-дії, симулятори, стратегічні ігри, пригодницькі ігри, рольові ігри).

## **2.2. Принципи представлення знань**

Знання, які були отримані певним способом, необхідно представити, щоб система могла їх використовувати. Для цього три експерти з представлення знань Рендал Дейвіс, Говард Шроуб та Пітер Соловіц розглянули та проаналізували існуючі передові методи. Вони підсумували свої висновки у п'яти базових принципах представлення знань та їх ролі в штучному інтелекті:

1. Представлення знань — це сурогат. Фізичні об'єкти, події та відносини, які не можна зберігати у комп'ютері напряду, представляються символами, які є суро-



гатами зовнішніх речей. Ці символи та зв'язки між ними формують модель зовнішньої системи. Маніпулюючи внутрішніми сурогатами, комп'ютерна програма може симулювати зовнішню систему та робити висновки про неї.

2. Представлення знань — це набір онтологічних схильностей. Онтологія — це наука про існування. Для бази даних або бази знань онтологія визначає категорії речей, які існують або можуть існувати у предметній області. Ці категорії відображають онтологічні схильності розробника або інженера знань.
3. Представлення знань є середою для ефективних обчислень. Крім представлення знань, система штучного інтелекту має закодувати знання у формі, яку може ефективно обробити наявне обчислювальне обладнання. Як зрозумів Лейбніц, деякі найцікавіші задачі можна представити досить просто, але щоб їх вирішити, може знадобитись величезна кількість часу та зусиль. Нові досягнення в областях апаратного забезпечення та теорії програмування сильно впливали на розробку та використання мов представлення знань.
4. Представлення знань — це середа людського вираження. Хороша мова представлення знань повинна сприяти комунікації інженерів представлення знань, які розуміються на штучному інтелекті, та експертів предметної області, які розуміють застосування системи. Незважаючи на те, що інженери представлення знань створюють визначення та правила, експерти предметної області повинні мати змогу читати їх та перевіряти, чи дійсно вони представляють реалістичну теорію предметної області.

### 3. ВИСНОВОК

Виконуючи дане домашнє завдання, були досліджені системи штучного інтелекту, засновані на знаннях — системи, які намагаються логічно міркувати, використовуючи внесені в неї знання, щоб вирішувати поставлені перед ними задачі. Так як система покладається на внесені в неї знання, щоб робити логічні виведення, перш за все необхідно наповнити її знаннями з предметної області. Для цього треба представити їх у формі, зрозумілій цій системі. Представленням знань займається спеціальна галузь досліджень штучного інтелекту — інженерія знань, яка визначає методи витягнення знань з предметної області, а також принципи і форми їх представлення.

Після витягнення і представлення знань у певній формі, вони заносяться в один з двох найважливіших компонентів систем, заснованих на знаннях, — базу даних. Саме на базу даних покладається другий найважливіший компонент — машина логічних виведень, яка відповідає за обробку існуючих знань таким чином, щоб з їх допомогою вирішити поставлену задачу. Вона шукає в базі даних релевантну інформацію за допомогою однієї з декількох описаних стратегій, аналізує її та представляє розв'язок поставленої задачі.

Крім двох вищезазначених визначальних компонентів систем, заснованих на знаннях, вони можуть містити такі модулі як підсистему набуття знань, підсистему пояснень та інтерфейсну підсистему.

Підсистема набуття знань дає можливість системі набувати нові знання за допомогою власних інструментів на кшталт навчання під наглядом, тобто машинного або глибокого навчання, або ж звичайного додавання нових знань у базу даних.

Підсистема пояснень дозволяє визначати, як і чому машина логічних виведень прийшла до отриманого рішення. Це корисно для налагодження системи, а також дозволяє експертам предметної області звернути увагу на досі не знайдені зв'язки між знаннями, які були внесені у базу даних.

Інтерфейсна підсистема відповідає за обмін інформацією між системою та її користувачам або оператором. Оскільки головна система найбільше спирається на внесені в неї знання, то для пошуку правильного розв'язку або прийняття оптимального рішення важливо, щоб у систему надходила якісна і доступно представлена інформація про задачу, які необхідно вирішити. Тому інтерфейсна система намагається зробити введення даних задачі якомога зручнішим.

Отже, завдяки виконанню домашнього завдання, ми детальніше ознайомились із системами штучного інтелекту, зокрема з системами, заснованими на знаннях, а також ознайомились із поняттям та основними відомостями інженерії знань.

#### **4. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. *Субботін С. О.* Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. — Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. — 341 с.
2. *Sowa, John F.* Knowledge Representation. Logical, Philosophical and Computational Foundations. — Pacific Grove: Brooks/Cole, 2000. — 594 с.