ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра Інженерії програмного забезпечення

Пояснювальна записка

до магістерської роботи
на ступінь вищої освіти магістр

на тему**: «АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД В РОЗРОБЦІ ФІЗИЧНОЇ СИМВОЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ПОБУДОВІ СЕМАНТИЧНИХ МЕРЕЖ»**

Виконав: студент 7 курсу, групи ППЗМ–71
спеціальності
127 __ Інженерія програмного забезпечення
(шифр і назва спеціальності)
_____Маілян А.С._____
(прізвище та ініціали)
Керівник Негоденко О.В.._____
(прізвище та ініціали)
Рецензент_____
(прізвище та ініціали)

Київ 2021

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра Інженерії програмного забезпечення
Ступінь вищої освіти – Магістр
Спеціальність – 127 Інженерія програмного забезпечення

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач Кафедри
Інженерія програмного забезпечення
_____ **О.В.Негоденко**
«____» _____ 202__ року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Маілян Армен Самвелович
(прізвище, ім'я по батькові)

Тема роботи Агентно-орієнтований підхід в розробці фізичної символьної системи при побудові семантичних мереж
Керівник роботи Негоденко Олена Василівна, кандидат технічних наук, доцент
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «____» _____202__ року № _____
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні данні по роботі:
3.1 Вимоги до кваліфікаційних роботи магістра з актуальних завдань спеціальності;
3.2 Нормативні матеріали (стандарти, Гості);
3.3 Технічні вимоги;
3.4. Науково-технічна література з питань пов'язаних з темою роботи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
4.1 Порівняльний аналіз результатів, отриманих іншими авторами;
4.2 Методика дослідження;
4.3. Результати дослідження;
4.4 Висновки
5. Перелік графічного
5.1 Титульний аркуш
5.2 Мета, об'єкт, предмет магістерської роботи .
5.3 Поширеність агентів як інструменту взаємодії з інфраструктурою .
5.4 Приклади проектів з агентним підходом .
5.5 Класифікація методів навчання баз знань .
5.6 Використані інструменти .
5.7 Приклади вирішення типового питання класифікації .
5.8 Порівняння результатів використання різних методів навчання бази знань .
5.9 Переваги та недоліки агентно-орієнтованого підходу .
5.10 Висновки магістерської роботи .
6. Дата видачі завдання

РЕФЕРАТ

Текстова частина магістерської роботи : 72 с. 37 рис., 1 дод., 75 джерел.

ФІЗИЧНА СИМВОЛЬНА СИСТЕМА, СЕМАНТИЧНА МЕРЕЖА, БАЗА ЗНАНЬ, АГЕНТ, АГЕНТНИЙ ПІДХІД, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ПИТАЛЬНО-ВІДПОВІДНА СИСТЕМА, МАШИННЕ НАВЧАННЯ.

Об`єкт дослідження – доцільність використання агентно-орієнтованого підходу при побудові семантичних мереж, що формують базу знань фізичної символьної системи.

Предмет дослідження – семантичні мережі та методи їх побудови.

Мета роботи – дослідження використання агентно-орієнтованого підходу у навчанні семантичних мереж що являють собою базу знань при формуванні фізичної символьної системи.

Методи дослідження — методи теорії інформації, аналіз літератури, методи порівняння, методи моделювання.

Розглянуто базові принципи, необхідні для формування фізичної символьної системи. Розглянуто приклади існуючих методів навчання баз знань, що існують у форматі семантичних мереж. Проведено дослідження агентного підходу у формуванні баз знань, як елементу фізичної символьної системи, що представлена у вигляді семантичної мережі. Побудовано моделі відносин між вузлами семантичної мережі, що виникають під час її навчання. Розглянуті приклади алгоритмів виконання символьних розрахунків на наявній частині семантичної мережі. Розглянута можливість навчання семантичної мережі за участю експертів різного рівня компетентності у певній онтологічній сфері з використанням агентного інтерфейсу питально-відповідної системи. Розглянута можливість донавчання та перенавчання існуючих зв’язків семантичної мережі бази знань. Виконано порівняння автоматизованих та агентно-орієнтованого методів навчання семантичної мережі фізичної символьної системи. Надано рекомендації до можливих та доцільних сфер застосування агентно-орієнтованого підходу у навчанні семантичної мережі.

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 СИМВОЛІЧНИЙ ПІДХІД В ПОБУДОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ…..... …9
1.1 Історичні передумови формування поняття фізичної символьної системи……9
1.2 Фізична символьна система як модель інтелектуальної системи…….. …13
1.3 Експертні системи, як приклад інтелектуальної системи……..17
1.4 Семантичні мережі як засіб представлення знань.....22
1.5 Огляд способів побудови семантичної мережі як бази знань…….36
1.6 Інтелектуальний агент та агентно-орієнтований підхід…….42
1.7 Існуючі експертні системи з агентно-орієнтованим механізмом навчання…… …52
2 РОЗГЛЯД ПРАКТИЧНОЇ МОДЕЛІ ФІЗИЧНОЇ СИМВОЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ СЕМАНТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ……..…….. 55
2.1 Розгляд первинних припущень, щодо налаштування агентно-орієнтованих механізмів навчання бази знань……..55
2.2 Демонстрація навчання семантичної мережі гіпонімно-гіперонімним зв’язкам для формування верхньої онтології та виконання простих символьно-логічних розрахунків…….59
2.3 Демонстрація навчання семантичної мережі фактам виконаних дій за допомогою агенту……64
2.4 Виконання символьних розрахунків та формування висновків при побудові верхньої ієрархії семантичної мережі……67
2.5 Побудова персоналізованих зв’язків володіння…….69
3 ПОРІВНЯННЯ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ В ПОБУДОВІ СЕМАНТИЧНИХ МЕРЕЖ З ОГЛЯДУ НА МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АГЕНТНОГО ПІДХОДУ……71
3.1 Характеристика методів автоматизованого текстологічного навчання семантичних мереж……..71
3.2 Характеристика агентно-орієнтованого підходу в розробці фізичної символьної системи при формуванні семантичної мережі…….....…74
3.3 Огляд сфер та проектів, в яких є перспективним впровадження агентно-орієнтованого підходу при побудові семантичних мереж ……...78
ВИСНОВКИ..... 79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ……81

ВСТУП

На сьогодні технології штучного інтелекту та машинного навчання вже перестали бути частиною модного тренду і жорстко закріпилися як важлива, або інколи навіть обов'язкова частина промислових та побутових технологій. Дуже часто сучасний користувач певного інструменту або технології навить не уявляє якій рівень використання технологій, що об'єднуються загальним поняттям штучного інтелекту, знаходиться на бекенді цієї технології.

Інтелектуальні агенти Siri, Аліса, Google Assistant, Cortana – це інструменти, які кожна сучасна людина носить у своєї кишені, або має на своєму робочому столі. Інтелектуальні системи пошуку та рекомендацій відстежують та аналізують кожен запит до мережі Internet кожного користувача. Системи на кшталт електронних чатботів-консултантів економлять мільйони та мільярди доларів вирішуючи прості питання клієнтів без втручання людини оператора.

В найбільш технологічно розвинутих країнах світу інвестування тільки однієї сфери штучного інтелекту перевищую бюджет багатьох країн - в 2020 році у США інвестиції до сфери ШІ склали близько 6 млрд $, а у Китаї - близько 14,3 млрд $ США[69].

За таких умов логічним є розгляд будь-яких можливостей покращення роботи існуючих інтелектуальних систем та вдосконалення алгоритмів роботи тих, що тільки проектуються.

Розвиток мікропроцесорів та інших високотехнологічних елементів, які становлять «залізну» частину усіх сучасних технологій призвів до значної популярності методів машинного навчання, що сукупно називають конекціоністським підходом: побудова нейронних мереж, імітація роботи біологічних клітин шляхом емуляції їх біохімічного існування та ін.

За таких обставин підхід до інтелектуальних систем, за яким розумова діяльність розглядається як процес символічних обчислювань у певній фізичній

символьній мережі лишається не популярним. Але існує ряд можливостей, впровадження яких сьогодні, на сучасному технологічному рівні, здатне покращити загальні результати роботи інтелектуальних систем, що певними частинами включають і нейронні мережі, і інші інструменти і технології того, що на сьогодні розуміється під загальним терміном штучного інтелекту.

У даній роботі розглядається спосіб та методи формування фізичної символьної системи у вигляді семантичної мережі та механізмів роботи з мережею у вигляді агенту. Передбачається що за таких умов інтелектуальна система зможе проводити певні символічні обчислювання, що зможуть імітувати певні методи міркування людини та надавати завдяки цьому вірні, логічно та символічно обраховані відповіді.

1 СИМВОЛІЧНИЙ ПІДХІД В ПОБУДОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

1.1 Історичні передумови формування «Фізичної символьної системи»

Одне з визначень поняття інтелекту, виглядає таким чином: «Інтелект – це здатність вчитися, здатність набувати, адаптувати, модифікувати і поповнювати знання з метою вирішення завдань».[2]

Ще за часів XVIII сторіччя Девід Юм в своїй книзі Трактат про людську природу запропонував метод, відомий тепер під назвою принципу індукції, який полягає в тому, що загальні правила виробляються шляхом вивчення повторюваних асоціацій між елементами, які розглядаються в цих правилах.[3]

Ґрунтуючись на роботі Людвіга Віттгенштейна (1889-1951) і Бертрана Рассела (1872-1970), відомий Віденський гурток, під головуванням Рудольфа Карнапа (1891-1970), розробив доктрину логічного позитивізму. Згідно з цією доктриною Карнапом і Карлом Хемпель (1905-1997) зроблена спроба зрозуміти, як знання можуть бути отримані з досвіду. У книзі Карнапа The Logical Structure of the World [4] визначена явно задана обчислювальна процедура для здобуття знань які можуть бути охарактеризовані за допомогою логічних теорій, пов'язаних в кінцевому підсумку з констатуючими пропозиціями, які відповідають вхідним сенсорним даним.У теорії підтвердження Рудольфа Карнапа і Карла Хемпель зроблена спроба зрозуміти, як знання можуть бути отримані з досвіду. Вочевидь це перша теорія мислення як обчислювального процесу. [5]

Заключним елементом в цій картині досліджень філософського питання і проблеми поняття розуму постає зв'язок між іншими поняттями - між знанням і дією. Це питання є життєво важливим для самої ідеї штучного інтелекту, зважаючи на те, що інтелектуальність вимагає не тільки певних роздумів, а й

конкретних дій за цими роздумами. Також, тільки зрозумівши шлях міркування і способи обґрунтування дій, можна зрозуміти, як створити такого агента, дії якого будуть обґрунтованими (або раціональними).

Аристотель стверджував, що розумні дії, базуються на логічному обґрунтуванні зв'язку між цілями і знаннями про результати даної конкретної дії. Але в такому випадку метою розумової діяльності виявляється умоглядне судження, тоді як висновком, який випливає з даних двох передумов, є дія.

1. «Мені потрібен захист від дощу».
2. «Захистом може послужити плащ».
3. «Мені потрібен плащ».
4. «Я повинен сам виготовити те, у чому маю потребу».
5. «Я потребую плащ»
6. «Я повинен виготовити плащ.»

І похідний з такого ланцюгу міркувань висновок - "Я повинен виготовити плащ " стає певною дією. [6]

У книзі Нікомахова етика (книга III.) Аристотеля можна знайти більш детальніші міркування на цю тему, де також є запропонований алгоритм. [7] що був реалізований через 2300 років Ньюеллом і Саймоном в програмі GPS. [8] Тепер те, що створено на його базі, прийнято називати регресивної системою планування.[5]

Історичні процеси у міркуванні та філософії призвели до з’явлення нового наукового напрямку, як когнітологія. Існує така думка, що зародження цього напрямку сталося на одному з семінарів в Массачусетському технологічному інституті у вересні 1956 року. На цьому семінарі Джордж Міллер представив доповідь The Magic Number Seven, Ноам Хомський прочитав доповідь Three Models of Language, а Аллен Ньюелл і Герберт Саймон представили свою роботу The Logic Theory Machine.

У цих трьох роботах, що здобули широку популярність, було показано, як можна використовувати комп'ютерні моделі для вирішення задач в області психології, запам’ятання інформації, обробки природної мови і логічного мислення.

Дартмутський семінар не привів до появи будь-яких нових великих відкриттів, але дозволив познайомитися усім найбільш важливим діячам у цій науковій області. Вони, а також їхні студенти і колеги з Массачусетського технологічного інститутів, Університету Карнегі-Меллона, Станфордського університету і компанії IBM займали провідне становище в цій галузі протягом наступних 20 років.

Можливо, найдовшим який зберігся, результатом даного семінару була угода прийняти нову назву для цієї області, запропонована Маккарті, - штучний інтелект.[5]

В 1956 році Алленом Ньюеллом, Гербертом А. Саймоном та Кліффом Шоу була написана комп’ютерна програма Logic Theorist. Це була перша програма, навмисно спроектована для виконання автоматизованих міркувань і, цитуючи Daniel Crevier, вона вважається «першою програмою штучного інтелекту».

Першими успішними розробками Ньюелла і Саймона було створення програми Загального Вирішувача Завдань (General Problem Solver - GPS). На відміну від програми Logic Theorist, GPS з самого початку була призначена для моделювання процедури вирішення завдань людиною.

Як виявилося, в межах того обмеженого класу головоломок, які була здатна вирішувати ця програма, порядок, в якому вона розглядала підцілі і можливі дії, був аналогічний тому підходу, який застосовується людьми для вирішення таких самих проблем. Тому програма GPS була, скоріш за все, найпершою програмою, в якій був втілено підхід до " організації мислення за таким же принципом, як і у людини ".[5]

Одним з найбільш значних результатів, продемонстрованих Ньюеллом і Саймоном у роботі програми General Problem Solver, виявилося те, що значна частина людського розуміння, або пізнання, можна представити у вигляді продукційних правил IF-THEN (ЯКЩО-ТО). Наприклад, IF "створюється враження, що піде дощ" THEN "візьміть з собою парасольку" або IF "ваша дружина в поганому настрої" THEN «не показуйте, що ви надзвичайно задоволені життям". Правило відповідає маленькій модульній колекції знань, що можна назвати фрагментом. Фрагменти організовані у вільній формі і забезпечені зв'язками, які ведуть до фрагментів знань, що належать ним. В одній з теорій так і затверджується, що вся людська пам'ять організована у вигляді фрагментів.[11]

1.2 Фізична символьна система як модель інтелектуальної системи

Представляючи лауреатів, Бернард А. Галлер, голова Комітету з присудження Премії ім. Тюрінга, заявив:

«Я радий, що можу сьогодні нагородити Тюрінговською премією двох моїх давніх друзів, професорів Аллена Ньюелла і Херберта Саймона, з Університету Карнегі – Меллона…

…В області штучного інтелекту вони сприяли становленню цієї дисципліни, як арени інтенсивної наукової роботи, розвитку евристичного програмування взагалі і евристичного пошуку, аналізу засобів і цілей, а також методів індукції особливо, продемонструвавши достатність цих механізмів для вирішення цікавих завдань.…»[12].

Ці науковці безсумнівно є винахідниками обробки списків, внесли важливий внесок, як в технологію розробки програмного забезпечення, так і в створення концепції комп'ютера як системи для маніпулювання символьними структурами, а не тільки процесора для обробки числових даних.

Одним з найважливіших вкладів в розуміння інформатики стало пояснення, причому на досить фундаментальному рівні, що уявляють з собою символи. Це пояснення є науковим твердженням про те, що таке Природа. Воно виведено дослідним шляхом в ході тривалого і поступового розвитку. Саме символи лежать в основі розумних дій, які звичайно є головним предметом вивчення штучного інтелекту.[12]

Розуміння того, яким вимогам повинна задовольняти система, щоб її дії були розумними, виникає не відразу. Одна з таких необхідних властивостей - здатність зберігати символи і маніпулювати ними.

У своїй роботі автори виводять фундаментальні неподільні елементи, комбінації і відносини яких у вигляді систем і повинні представляти собою предмет дослідження тієї чи іншої науки. В рамках біології система з

неподільних елементів творить клітинну теорію будови організмів, в рамках геології такими елементами є - тектонічні плити, в рамках інфектології створюється бактеріальна теорія інфекційних захворювань, вчення про атомну будову речовини в хімії. Такими ж основними і неподільними елементом системи автори виділяють і символи.

Символи стають «атомами» нової абстракції, яку автори називають – «фізична символьна система». Прикметник «фізична» означає дві важливі характеристики. По-перше, такі системи явно підпадають під дію законів фізики - вони можуть бути реалізовані інженерними системами, сконструйованими з технічно реалізованих елементів. По-друге, хоча застосований нами термін “символ” передбачає ту його інтерпретацію, яку ми маємо на увазі, але це відноситься не тільки до символьних систем, що використовують люди рис. 1.1.

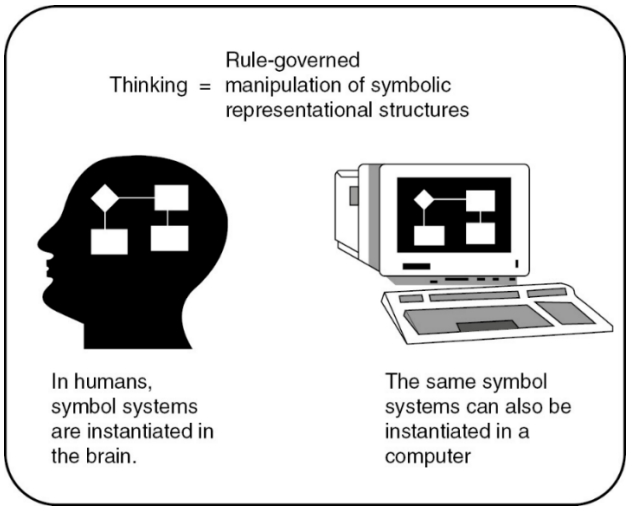


Рисунок 1.1 Символьна структура у голові людини та у машині.

Фізично, символьна система складається з набору елементів, що отримали назву «символи», які представляють собою фізичні конфігурації, що входять в якості компонент в елементи іншого типу - у вирази (або символьні структури). Так, символьна структура складається з деякого числа позицій, зайнятих символами і пов'язаних між собою деякими фізичними співвідношеннями (наприклад, одна позиція знаходиться поруч з попередньою). У будь-який момент часу система містить певний набір таких символьних структур.

Крім цих структур, система також містить набір процесів, що діють на вираження і породжують нові вирази: процеси створення, модифікації, відтворення і знищення.

Фізична символьна система - це машина, яка породжує набір символьних структур що змінюється та розвивається в часі. Ця система існує в світі об'єктів, більш широкому, ніж самі ці символьні вирази.[12]

Система, що буде здатна до позначення і інтерпретації в вищевказаному сенсі, повинна також задовольняти ряду додаткових вимог повноти і замкнутості.

1) Символ може використовуватися для позначення будь-якого виразу. Тим самим, якщо у нас є символ, заздалегідь невідомо, які вислови він може позначати. Ця довільність відноситься тільки до символів; позиції для символів і їх взаємини визначають, який об'єкт позначається складним виразом.

2) Для кожного процесу, який може бути здійснений машиною, існує принаймні один вираз, що означає цей процес.

3) Існують процеси для створення будь-якого виразу і для модифікації будь-якого виразу довільним чином.

4) Вирази стійкі: будучи одного разу створені, вони продовжують існувати, поки не будуть явно модифіковані або знищені.

5) Число виразів, які система може зберігати і використовувати, по суті необмежена.

Вводячи нову абстракцію фізичної символьної системи автори передбачають і можливість виконання певних символьних обчислень.

Символічні обчислення за своєю суттю означають виконання таких нечислових операцій, в яких можуть бути створені нові символи та символьні структури для представлення різних концепцій та відносин між ними, або використані вже наявні символьні структури .[13]

Сформулювавши певні ознаки, яким ФСС повинна відповідати Ньюел та Саймон йдуть далі і формулюють гіпотезу про фізичну символьну систему:

Фізична символьна система володіє необхідними і достатніми засобами для інтелектуальної поведінки загального характеру.

Необхідність означає, що будь-яка система, що володіє ознаками універсального інтелекту, при її аналізі виявиться фізичною символьною системою. Такою символьною системою на певному рівні є людський мозок, що оперує символами та образами. Достатність означає, що будь-яка фізична символьна система достатнього розміру може бути організована таким чином, щоб виявляти інтелектуальну поведінку загального характеру.

Формулюванням «інтелектуальна поведінка загального характеру» автори і вказують на той же діапазон застосовності інтелекту, який ми спостерігаємо в поведінці людини: що в будь-якій реальній ситуації поведінка відповідає цілям системи і адаптивна до вимог, що пред'являються навколишнім світом, в межах деяких обмежень, які стосуються швидкості і складності.[12]

Іншими словами, без символічних обчислень неможливо виконувати осмислені дії, а здатність виконувати символічні обчислення цілком достатня для того, щоб бути здатним виконувати осмислені дії. Таким чином, якщо ми вважаємо що людина, або машина діють осмисллено, то значить, вони якимось чином виконують символічні обчислення.[13]

У 1982 Сміт висунув гіпотезу уявлення знань (Knowledge Representation Hypothesis), в якій мовиться [14]: "Кожна інтелектуальна фізична символічна система включає символічні структури, які ми, як зовнішні спостерігачі, можемо розцінювати як пропозицію, ґрунтовану на знаннях, якими володіє система". Ця гіпотеза нічого не говорить про те, як ці знання можуть бути представлені в дійсності. Єдине, що зовнішнім спостерігачам доступно - це висновки, які система робить на підставі своїх знань, але вони не дають можливості з'ясувати, на підставі якої схеми представлення знань висновки зроблені[13].

1.3 Експертні системи, як приклад інтелектуальної системи

При розгляді поняття концепції інтелектуальних систем традиційно виникає питання - що саме являють собою знання і у чому полягають їх відмінності від звичайних даних, що вже багато років обробляються різними електронно-обчислювальними машинами. Можна запропонувати кілька робочих визначень, в рамках яких це стає очевидним.

Дані - це окремі факти, що характеризують об'єкти, процеси і явища предметної області, а також їх властивості.

Знання - це закономірності предметної області (принципи, зв'язки, закони), отримані в результаті практичної діяльності і професійного досвіду, що дозволяють фахівцям ставити і вирішувати завдання а цій галузі.

Знання базуються на даних, що були отримані емпіричним шляхом. Вони являють собою результат розумової діяльності людини, спрямованої на узагальнення його досвіду, отриманого в результаті практичної діяльності.

Знання - це добре структуровані дані, або дані про дані (або метадані).[15]

В рамках різних напрямків досліджень і розробки систем штучного інтелекту одним з основних напрямків вважаються способи представлення знань шляхом створенням так званих «баз знань», які становлять ядро експертних систем, що включає в себе моделі і методи добування та структурування знань і зливається з інженерією знань.

Логічно, що певна комп’ютерна програма, що маніпулює великою кількістю даних, повертаючи до користувача певну відповідь на запит може бути названа експертом у якійсь предметній галузі.

Знання, якими володіє програма, мають бути зосереджені на певній предметній області. Випадковий набір слів та чисел - імен, дат і місць подій, сентенцій з класиків і т.п. - аж ніяк не можуть бути основою для програми, яка

претендує на здатність виконати експертний аналіз. Знання припускають певну організацію і інтеграцію - тобто окремі відомості повинні співвідноситися один з одним і утворювати щось на зразок ланцюжка, в якій одна ланка "тягне" за собою наступну.

З цих знань має безпосередньо випливати рішення проблем, шо можуть бути поставлені перед системою.

Таким чином ми приходимо до визначення поняття експертної системи.

Експертна система - це програма для комп'ютера, яка оперує з знаннями в певній предметній області з метою вироблення рекомендацій або вирішення проблем [13].

Сьогодні концентрація уваги при проведені досліджень в галузі експертних систем знаходиться на розробці і впровадженні комп'ютерних програм, що здатні емулювати (імітувати, відтворювати) ті сфери діяльності людини, які потребують мислення, потребують наявності певного роду майстерності і накопиченого досвіду. До таких сфер відносяться задачі прийняття рішень, розпізнавання візуальних образів і розуміння людської мови.

Експертні системи були розроблені як науково-дослідницькі інструментальні засоби і починаючи з 1960-х років розглядалися в якості штучного інтелекту спеціального типу, що за призначенням мав успішне вирішення складних завдань у вузькій предметній області, такий як медична діагностика захворювань. Класична задача створення програми штучного інтелекту загального призначення, яка була б здатна вирішити будь-яку проблему без конкретних знань в предметній області (наприклад, медичної діагностики захворювань), виявилася занадто складною. Комерційне впровадження експертних систем сталося на початку 1980-х років, і з того часу експертні системи отримали дуже широке поширення.

Експертні системи являють собою дуже успішний додаток технології штучного інтелекту. Існує також багато гібридних підходів, що дозволяють

застосовувати методи експертних систем в поєднанні з іншими методами, такими як генетичні алгоритми і штучні нейронні мережі. Для позначення систем, в яких використовується штучний інтелект (рис 1.2), склався загальний термін - автоматизована система, або інтелектуальна система.[11]

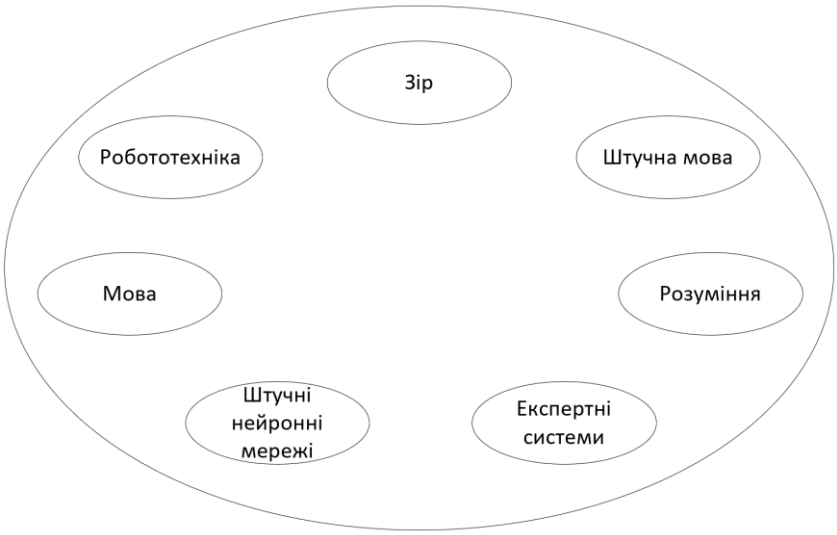


Рисунок 1.2 Деякі галузі штучного інтелекту

Принципи роботи експертної системи, заснованої на знаннях, ілюструються на рис. 1.3. Користувач надає експертній системі факти ті іншу інформацію і отримує в якості результату експертну пораду чи нові експертні знання. За своєю структурою експертна система підрозділяється на два основних компоненти - базу знань і машину логічного висновку. База знань містить знання, на підставі яких машина логічного висновку формує висновку. Ці висновки є відповідями експертної системи на запити користувача, який бажає отримати експертні знання.[11]

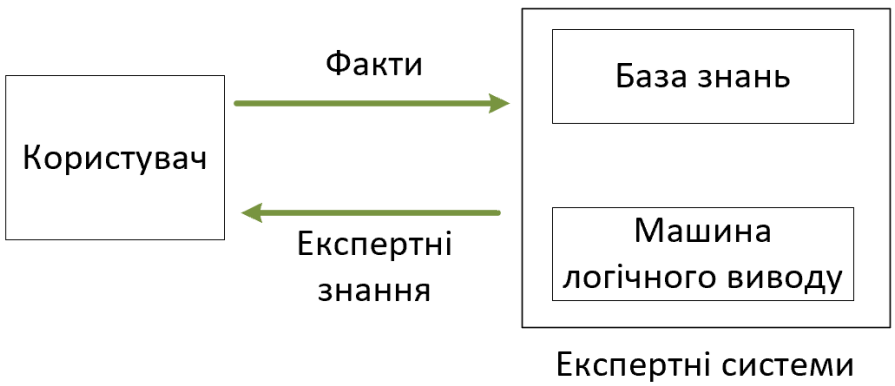


Рисунок 1.3 Основні принципи функціонування експертної системи

Чим більше знань буде введено в базу знань інтелектуального помічника – експертної системи, тим більшою мірою його дії будуть нагадувати дії експерта-людини.

Знання експерта відносяться тільки до однієї предметної області, і в цьому полягає відмінність методів, заснованих на використанні експертних систем, від загальних методів вирішення завдань. Предметна область - це спеціальна проблемна область, така як медицина, фінанси, наука і техніка, в якій лише певний експерт може дуже добре вирішувати завдання.

В області знань, відомостями з якої має в своєму розпорядженні експертна система, ця експертна система проводить міркування або робить логічні висновки за таким же принципом, як міркував би експерт-людина або приходив логічним шляхом до вирішення завдання. Це означає, що на підставі певних фактів шляхом міркувань формується логічне, виправдане висновок, який випливає з цих фактів.

Процес розробки експертної системи певним чином відрізняється від розробки звичайних програм. Наприклад у частині створення бази знань створення експертної системи може бути схоже з веденням діалогу (рис. 1.4) та навчанням людини певним новим знанням.[11]

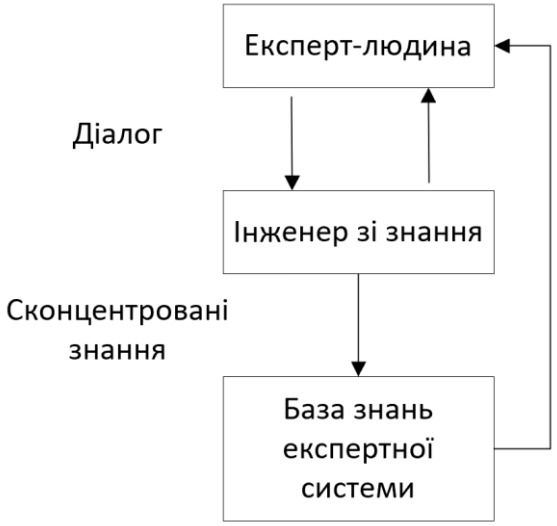


Рисунок 1.4 Процес розробки експертної системи

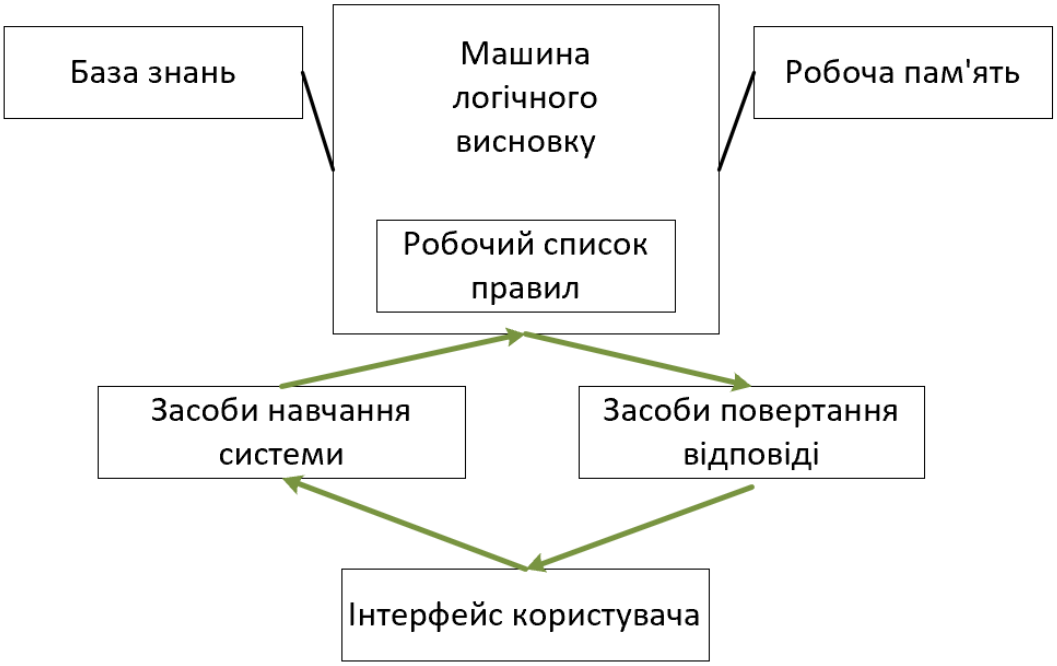


Рисунок 1.5 Структура експертної системи, основаної на правилах[11]

Експертна система (рис 1.5) складається з описаних нижче компонентів[11]:

- Інтерфейс користувача. Механізм, за допомогою якого відбувається спілкування користувача і експертної системи.
- Засіб передачі відповіді від експертної системи до користувача. Компонент, що дозволяє користувачу отримати відповідь від системи.
- Машина логічного висновку. Програмний компонент, який забезпечує формування логічного висновку за певними правилами.
- Робочий список правил. Створений машиною логічного висновку і розташований за пріоритетами список правил, шаблони яких задовольняють фактам або об'єктам, що перебувають в робочій пам'яті.
- Засіб придбання знань. Автоматизований спосіб, що дозволяє користувачеві вводити знання в систему, а не залучати до вирішення завдання явного кодування знань інженера по знаннях.

1.4 Семантичні мережі як засіб представлення знань

Семантика від грец. semantikos - 1) Значення, зміст мовної одиниці (морфеми, словосполучення і т.п.). 2) Розділ мовознавства, що вивчає смислову сторону мови. 3) Розділ семіотики, що предметом вивчання має знакові системи як засоби вираження сенсу. 4) Розділ логіки, що вивчає відносини логічних знаків до понять.[16]

СЕМАНТИКА - дисципліна, що вивчає знаки і знакові системи з точки зору їхнього змісту; як правило, розглядається в рамках семіотики (науки про знакові системи). Найбільш важливим предметом вивчення для семантики є мова, а тому вона входить в якості складової частини в лінгвістику (як семантика природної мови) і в логіку (як семантика формальних мов).[17, 18]

Слова та поняття в природній мові мають певний зміст та значення, які можуть пов’язувати ці слова певними асоціативними та змістовними зв’язками, що можуть бути зображені як граф у якому вершинами э слова (або поняття), а ребра цього графа – зв’язки між словами.

Якщо використовувати такий принцип побудови моделі зв'язків елементів мови, то знання про світ виражаються у вигляді семантичної мережі (рис. 1.6).

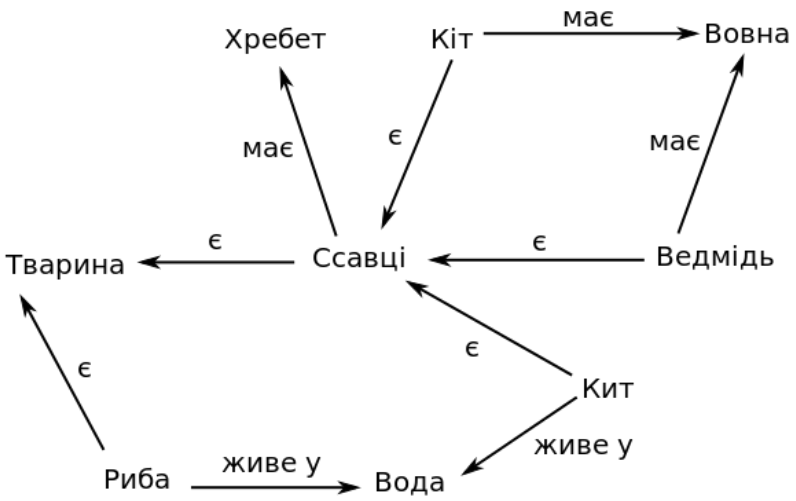


Рисунок 1.6 Приклад семантичної мережі[71]

Семантична мережа - це орієнтований граф, в якому вершини відповідають певним фактам або загальних понять, а дуги означають відносини або асоціацію між різними фактами або поняттями.[19]

Пропозиційним твердженням (або висловлюванням) називається твердження, яке може бути або істинним, або хибним, таке як "усі собаки - ссавці" і "трикутник має три сторони". Висловлювання мають форму декларативних знань, оскільки в них затверджуються факти.[11]

Семантичні мережі - це класичний спосіб представлення пропозіційної інформації, що використовується в штучним інтелекті, тому семантичні мережі іноді називають пропозіційними мережами.

Семантичні мережі вперше були розроблені для досліджень в області штучного інтелекту і використовувалися як спосіб опису людської пам'яті і мови психологом Квілліаном (Quillian) в 1968 році. Квілліан використовував семантичні мережі для аналізу змісту слів у реченнях.[11]

Квілліан припустив, що людська здатність розуміти звичну мову може бути охарактеризована, хоча б в принципі, деякою множиною правил. Він припустив, що процес сприйняття тексту включає в себе "створення певного роду уявного символічного представлення". Виходячи з цього, він зайнявся вивченням питання, як сенс окремих слів може бути збережений в комп'ютері, щоб комп'ютер зміг використовувати їх за тим же принципом, що і людина.[13]

В оригінальній роботі Квілліана людська пам'ять моделювалася як асоціативна мережа, в якій поняття були представлені у вигляді вузлів, а зв'язку показували, як з'єднані ці поняття одне з одним. Відповідно до зазначеної моделі, якщо відбувається стимуляція одного вузла в результаті читання слів у реченні, то відбувається активізація зв'язків цього вузла з іншими вузлами, і така активність поширюється по мережі. У разі, якщо ж достатню активізацію отримує інший вузол, то в свідомості, що володіє розумом спливає концепція,

представлена цим вузлом. Наприклад, очевидно, що людина знає тисячі слів, але в його свідомості відбиваються тільки слова того конкретного речення, яке він читає.[11]

Основна частина вистави знань, на яку часто навіть не звертають особливої уваги, полягає в тому, що подання має якимось чином "стандартизувати" семантичну різноманітність людської мови. Ось кілька пропозицій:

"Іван - батько Миколи". "Іван - Миколів батько". "Миколів батько - Іван". "Батьком Миколи є Іван".

Всі вказані фрази виражають одну і ту ж саму думку (ідентичні за своєю семантикою). При машинному поданні змісту цієї думки (знання) ми намагаємося знайти більш простий метод зіставлення форми і змісту, ніж в звичайній людській мові, тобто домогтися того, щоб вирази з однаковим (або схожим) змістом були однаковими і за формою. Наприклад, всі наведені вище фрази можуть бути зведені до вираження в такій формі: батько (Іван, Микола).

Можна також зауважити, що пропозиції "Іван - батько Сергія" ,"Батьком Миколи є Іван" мають схожий зміст, але більш очевидно ранжувати їх в такій формі: батько(іван, микола). батько(іван, сергій).[13]

Одна з проблем, пов'язаних із застосуванням семантичних мереж, полягає в тому, що для існуючих зв’язків не передбачені певні стандартні визначення. Наприклад, в деяких книгах зв'язки IS-A (рис. 1.7) використовуються для подання і загальних, і індивідуальних відносин. Це означає, що зв'язок IS-A застосовується для подання такого ж змісту, який представляють звичайні слова "is a" (є), а також може застосовуватися замість зв'язку АКО (рис. 1.8)[11].

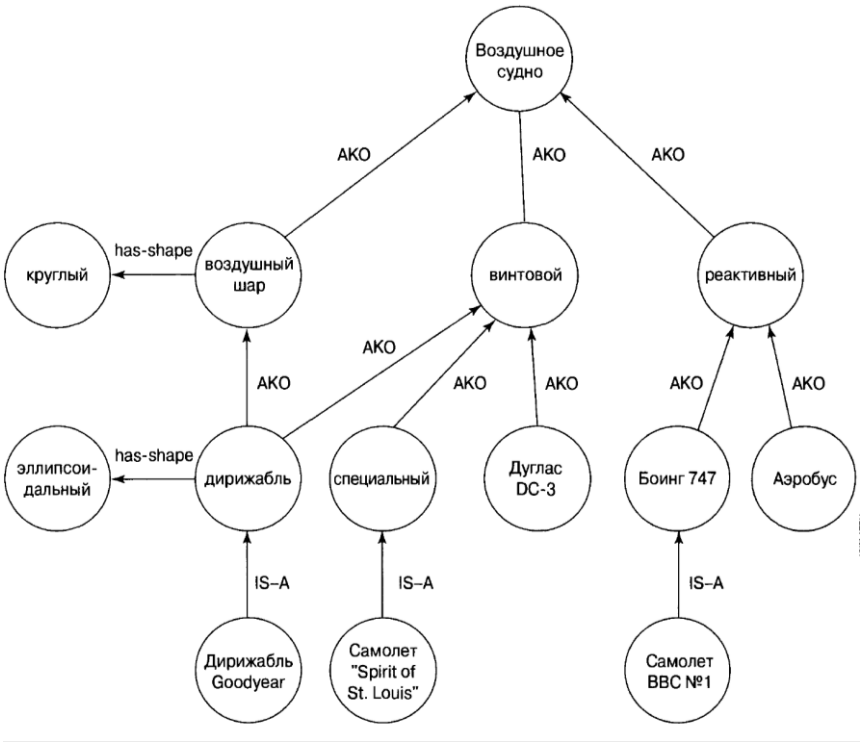


Рисунок 1.7 Семантична мережа із зв'язками IS-A і A-KIND-OF (AKO)

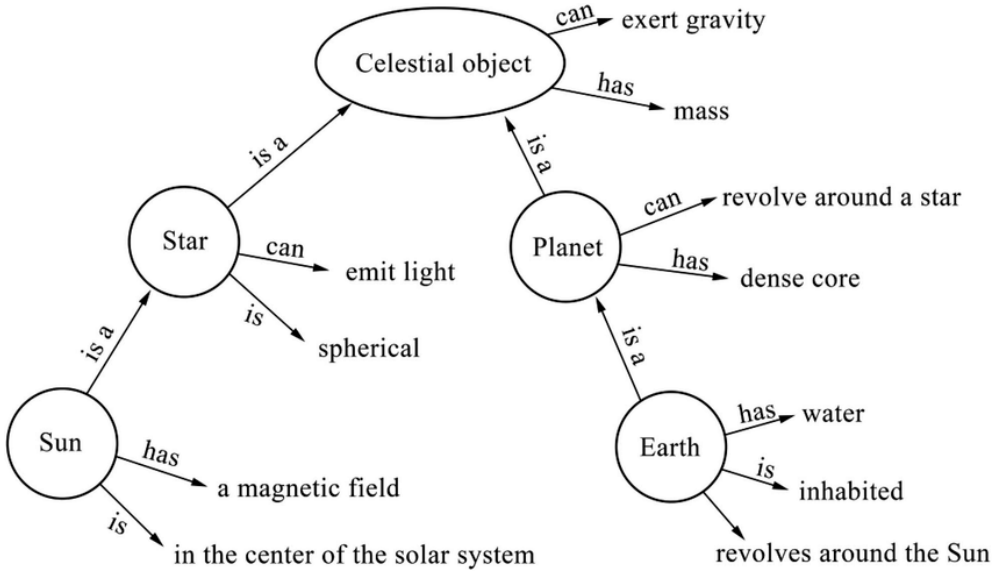


Рисунок 1.8 Ілюстрація семантичної моделі за Коллінзом та Квілліаном [48, 49]

Взагалі певні автори виділяють набагато більше видів зв’язку між елементами в семантичних мережах (рис 1.9).[20]

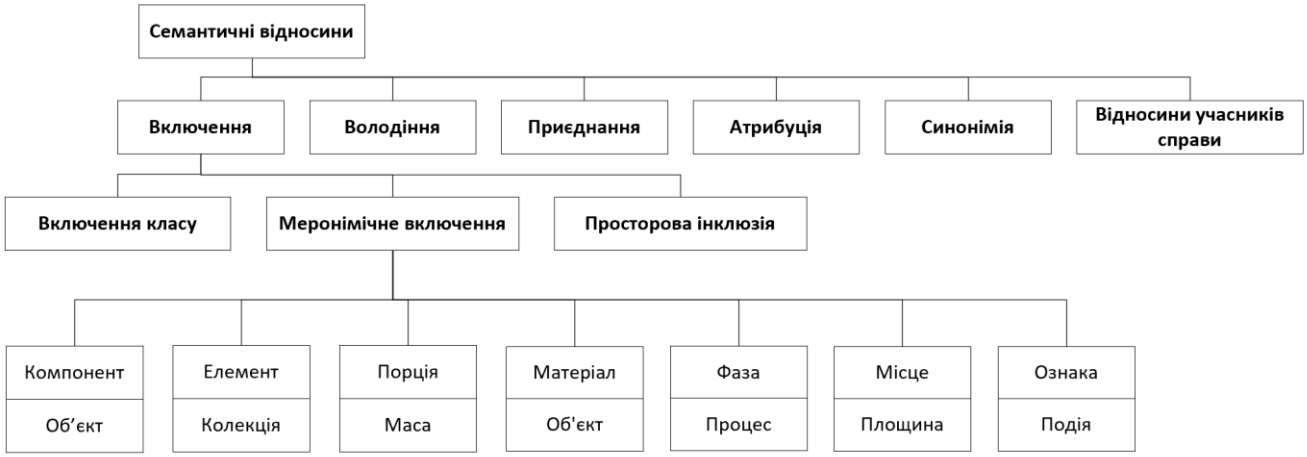


Рисунок 1.9 Класифікація семантичних зав’язків-відносин [71, 72, 73].

Включення класу.

Включення класу (гіпонімно-гіперонімні відносини [50]) - це стандартний зв’язок підтип/надтип, який часто з’являється при моделюванні даних і часто виражається як A is-a B, де A позначається як конкретний тип сутності, а B загальний тип сутності (наприклад, Manager is-an Employee.) Включення класу є ієрархічним і може бути виражене як: X - це тип Y, усі X-и - це Y-и; X - це різновид Y, а X - це Y [21].

Прикладом можуть бути: автомобілі - це тип транспортного засобу; троянди - це квіти; крадіжка - це вид злочину; а працівник - це людина.

Меронімічне включення.

Меронімічні (від грецького слова «meros» - частина) стосунки, що виникають між чимось та його частинами [21].

Сім різних типів меронімічних відносин, заснованих на Storey Meronymic relationships [22], розглядаються нижче:

1. Компонент-Об’єкт. Відносини компонент-об'єкт мають місце між компонентом і об'єктом, частиною якого він є (наприклад, компонент двигуна автомобіля).

2. Ознака-подія. Основна частина подієвих відносин ілюструється частиною Circus Act Trapeze Act [23]. Події нагадують об'єкти (у взаємозв'язку

компонент-об'єкт) у тому сенсі, що вони мають заздалегідь визначену структуру або розташування частин. Події відрізняються від об’єктів тим, що подія може мати частини (ознаки), які відбуваються в різні моменти часу, тоді як частини об’єкта, як правило, відбуваються одночасно.

3. Член-колекція. Цей взаємозв'язок - це абстракція асоціації (також її називають приналежністю та групуванням або розділенням), коли набір членів розглядається як власний об'єкт (наприклад, член комітету - комітет).

4. Порція-Маса. У відношенні порція-маса частина подібна до всіх інших частин і до цілого, наприклад, порція торту або пирога. Кожна порція пирога є "пирогом" і схожа з будь-якою іншою порцією пирогу, а також схожа на весь пиріг [24]. Цей зв'язок відрізняється від взаємозв'язку компонент-об'єкт та колекція членів, коли частини можуть відрізнятися одна від одної та відрізнятися від цілих, які вони складають.[20]

5. Фаза-процес. Зв'язок типу «фаза процесу – процес» пов'язує певну фазу з діяльністю (або процесом) і подібний до взаємозв'язку ознака-подія, за винятком того, що фази не можна відокремити від діяльності (тоді як функцію можна відокремити від події). Приклади: Підлітковий вік - частина процесу зростання, оплата – частина процесу купування товару (Покупки).

6. Місце-Площа. Взаємозв'язок Aplace-area відбувається між певною областю та особливими місцями цієї області або місцями в межах неї; наприклад, місце Everglades у Флориді та приймальня в деякому офісі. Це схоже на відношення порцій і маси, за винятком того, що частини не можна відокремити від цілого. Частина (місце) подібна до цілої (площі), як у відношенні порція-маса.

7. Матеріал-Об'єкт. Відносини матеріал-об'єкт мають справу зі складовою об'єкта, але відрізняються від відносин компонент-об'єкт тим, що речовина не може бути фізично відокремлена від об'єкта без зміни його ідентичності (коли компонент - може). «Велосипед - це частково алюміній» - це взаємозв’язок матеріал-предмет.

Просторова інклюзія.

Просторові включення описують ситуації, коли один об’єкт оточений іншим, але не є частиною того, що його оточує. Наприклад: Клієнт знаходиться на території магазину, але не є його частиною.

Відносини, схожі на меронімічні.

Володіння. Це відносини власності. Особа має посвідчення водія.

Приєднання.

У відносинах приєднання один тип сутності підключається або приєднується до іншого: (Штепсель приєднан до Розетки, Жувальна гумка приєднана до столу).

Атрибуція.

Атрибуція - це взаємозв'язок між об'єктом та його атрибутом, наприклад, автівка має певний колір.

Відносини між учасниками справи.

1. Відносини між частинами події, що залучають агентів.

   Три типи відносин, що стосуються агентів, - це дія-агент, агент-інструмент та агент-об'єкт. Відносини між агент-дія мають місце між агентом та дією, яку він зазвичай виконує (наприклад, консультант виконує консультування, а програміст - програмування).
2. Відносини між справами, що включають дії.

   Два типи відносин, що включають дії: дія-реципієнт; та дія-інструмент дії. Відносини між дією та одержувачем відбуваються між дією та тим, хто отримує цю дію (наприклад, клієнт-вексель та супервізор-працівник).
3. Відношення справ, що включають запрошені атрибути.

Запрошені відносини атрибуції мають місце між річчю (суттю) та атрибутом, який, ймовірно, буде з нею пов’язаний (наприклад, працівник кваліфікований, а керівник авторитетний).

Антоніми

Антоніми (протилежності) можуть виникати в атрибутах, сутностях або відносинах. Наприклад, атрибут "статус роботи" може мати лише значення "повний робочий день" або "неповний робочий день". Два типи об’єктів будуть взаємовиключними, якщо вони є антонімами (наприклад, Чоловік-Працівник та Жінка-Працівник).

Синоніми

Як і у випадку з антонімами, синоніми (однакові або майже однакові поняття) можуть зустрічатися серед атрибутів, сутностей або відносин. Наприклад, атрибути "робота" та "функція" працівника можуть бути синонімами.[20]

Семантичні мережі спочатку використовувалися для подання сенсу виразів природної мови людини, звідки і з'явилася назва цього класу мереж. Тепер же вони використовуються в якості структури, придатної для подання інформації загального вигляду, - вузли представляють деякі концепти (поняття), а зв'язки - відносини між концептами.

На рис. 1.10 представлені два фрагменти семантичної мережі, що може зберігати зміст певної дії. Перший фрагмент являє дієслово «давати» і показує, що це дієслово може мати три види взаємодії з іншими членами речення: з донором (від кого), реципієнтом/акцептором (кому) і з об'єктом (що саме), який повинен бути переданий. Написи в вузлах, до яких підходять зв'язки, відповідають класам сутностей, які можуть виступати в якості суб'єктів зв'язку. Так, донор і реципієнт, як правило, -люди, а то, що потрібно передати, - річ. [13]

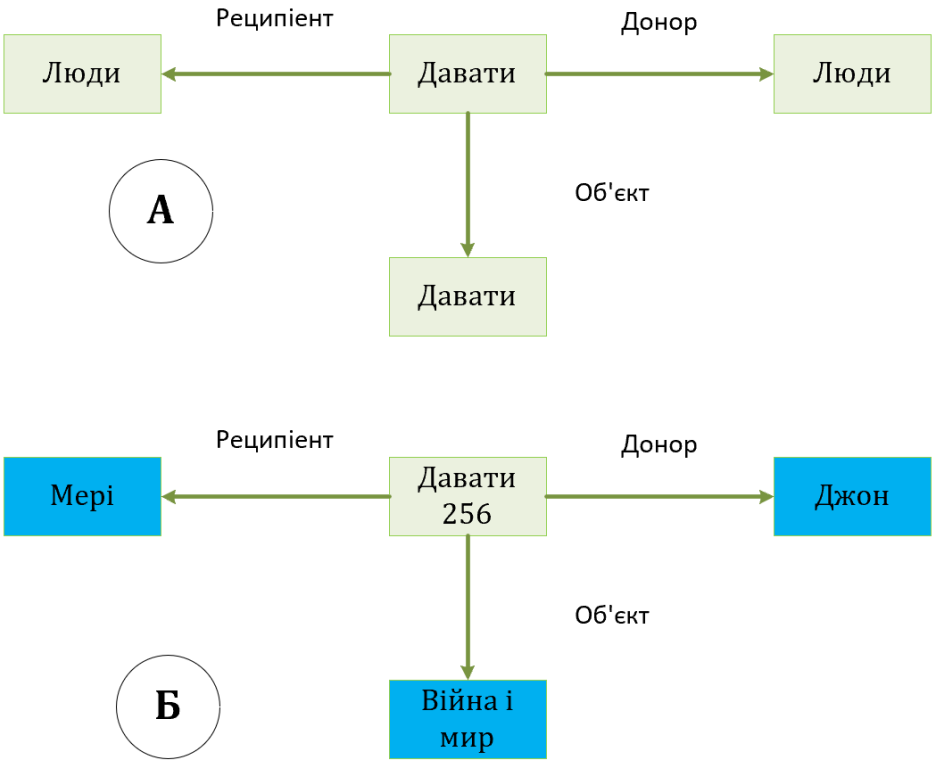


Рисунок 1.10. Фрагменти семантичної мережі: а) подання дієслова «давати»; б) подання конкретної дії

Другий фрагмент відповідає конкретній фразі або конкретної реалізації дії, зазначеній цим дієсловом. Ця реалізація отримала назву «давати-256». Таким чином конкретна дія «давати-256» є реалізацією більш загального поняття «давати». Сенс фрази полягає в тому, що Джон передає Мері книгу "Війна і мир", і цей конкретний випадок «давання» у системі зазначається за номером 256. Фразу можна вважати допустимою, оскільки всі її члени задовольняють обмеженням, специфікованим відповідними вузлами мережі. Джон і Мері належать до класу «люди», а "Війна і мир" - до класу книга, який, в свою чергу, є одним з видів класу «речі».

Зазвичай вузол «давати-256» зв'язується з вузлом «давати» зв'язком, який вказує, що «давати-256» - це одна з конкретних реалізацій концепту (в даному випадку дії) давати. Такого роду спеціальні зв'язки часто називають ISA-зв'язками (зв'язками типу "це є ...")[13].

Вище було зазначено, що семантичні мережі це класичний спосіб представлення пропозіційної інформації і семантичні мережі іноді називають пропозіційними мережами.

Таким чином можна виділити пропозиційну логіку або логіку нульового порядку, як один з інструментів побудови бази знань. За такою логікою ми вдало можемо представити записи таких висловів як "усі собаки - ссавці" і "трикутник має три сторони", тобто висловів де після їх запису до бази знань, або запитання до неї, ми отримаємо у відповідь лише TRUE або FALSE. Відповідно цьому в нас є й можливості маніпулювання виразами.

Основна відмінність між пропозиційною логікою і логікою першого порядку полягає в тому, що кожна з цих мов вносить різний онтологічний внесок в опис дійсності, тобто вони по різному уявляють характер дійсності. Наприклад, в пропозиційній логиці передбачається, що існують лише факти, які відносяться або не належать до даного світу. Кожен факт може перебувати в одному з двох станів: бути істинним або хибним[5].

За логікою першого порядку прийняті більш широкі припущення, а саме, що світ складається з об'єктів, між якими можуть бути чи не бути деякі відносини. Деякі варіанти логіки спеціального призначення дозволяють зробити ще більший онтологічний внесок; наприклад, в тимчасовій логиці передбачається, що факти мають місце в конкретні проміжки часу і що ці інтервали (які можуть розглядатися як нескінченно малі або кінцеві) є впорядкованими.

Вводячи додатково до пропозиційної логіки таких механізм як квантори загальності ∀ та існування ∃ ми отримаємо можливість побудови більш складних висловів та виводів.

Візьмемо міркування «Кожна людина смертна. Сократ - людина. Отже, Сократ смертний». Позначимо «х є людина» через ЛЮДИНА(х) і «х смертний» через СМЕРТНИЙ(х).[25] Тоді твердження «кожна людина смертна» може бути

представлено формулою: ∀x(ЛЮДИНА(x) → СМЕРТЕН(x)), твердження «Сократ - людина» формулою ЛЮДИНА(Сократ), і «Сократ смертний» - формулою СМЕРТЕН(Сократ). Затвердження в цілому тепер може бути записано формулою:

(∀x (ЛЮДИНА(x) → СМЕРТЕН(x)) ∧ ЛЮДИНА(Сократ)) → СМЕРТЕН(Сократ)

За наведеними віще прикладами мі можемо винести деякі попередні висновки.

Семантична мережа - це орієнтований граф, вершини якого - поняття, а дуги - відносини між ними. У ролі поняття виступають зазвичай абстрактні або конкретні об'єкти, а відносини - це зв'язки різних типів, наприклад: «являє собою» (ISA), «це» («АКО - A-Kind-Of», «is»), «має частиною» («has part»), «належить» , «любить».

Характерною особливістю семантичних мереж є обов'язкова наявність трьох типів відносин: клас - елемент класу (квітка - троянда); властивість - значення (колір - жовтий); приклад елемента класу (троянда - чайна).

Можна запропонувати кілька класифікацій семантичних мереж, пов'язаних з типами відносин між поняттями.

За кількістю типів відносин: Однорідні (з єдиним типом відносин). Неоднорідні (з різними типами відносин).

За типами відносин: Бінарні (в яких відносини пов'язують два об'єкти). N-арні (в яких є спеціальні відносини, що зв'язують більше двох понять).

Найчастіше в семантичних мережах використовуються наступні відносини:

- зв'язку типу «частина - ціле» («клас - підклас», «елемент-безліч», і т. п.);

- функціональні зв'язки (визначені зазвичай дієсловами «виробляє», «впливає» ...);
- кількісні (більше, менше, дорівнює ...);
- просторові (далеко від, близько від, за, під, над ...);
- тимчасові (раніше, пізніше, протягом ...);
- атрибутивні зв'язку (мати властивість, мати значення);
- логічні зв'язки (І, АБО, НЕ); лінгвістичні зв'язки і ін.

Конкретний вибір та формалізація видів зв’язків суттєво залежить від конкретної реалізації семантичної мережі та її ланок-вузлів.

Проблема пошуку рішення в базі знань, що представлена семантичною мережею, зводиться до задачі пошуку фрагмента мережі, відповідного деякої підмережі, що відбиває поставлений запит до бази.

Приклад. На рис. 1.11 зображена семантична мережа. В якості вершин тут виступають поняття «людина», «Іванов», «Волга», «автомобіль», «вид транспорту», «двигун».

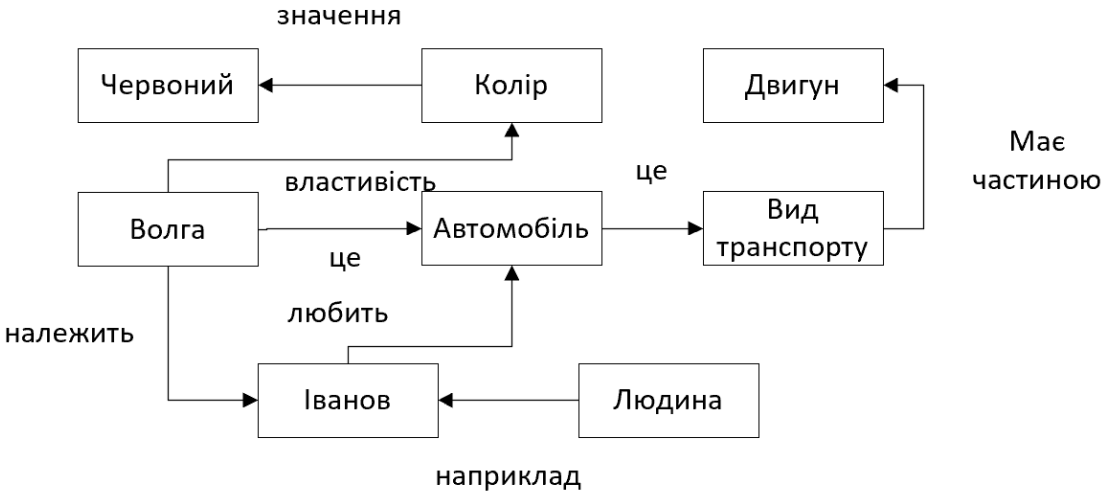


Рисунок 1.11 Приклад семантичної мережі за Квілліаном

Це знову приклад моделі подання знань, що була запропонована Квілліаном, і має основною перевагою те, що вона більше за інших відповідає сучасним уявленням про організацію довготривалої пам'яті людини. Недоліком

цієї моделі є складність організації процедури пошуку виведення на семантичній мережі [15].

Імовірно, саме семантичні мережі є кандидатами на роль внутрішнього семантичного представлення - тобто позначення, що використовується для зберігання знань всередині голови.

Основна характеристика семантичних мереж, що відрізняє їх, є поняття посилання або вказівника, який пов'язує окремі факти в тотальній структурі.[26]

У літературі слова «семантична мережа» і «онтологія» зустрічаються у достатньо близьких контекстах, пов'язаних з областю інженерії знань або різними розділами штучного інтелекту як наукової дисципліни [15]

Дослідники виділяють різні використовувані види онтології за ступенями формальності [28]:

- словник — список однозначних термінів;
- глосарій — словник багатозначних термінів із зазначенням їх значень;
- тезаурус — глосарій із заданою систематичною семантичною святою;
- формальна таксономія — тезаурус з строгим дотриманням транзитивності родо-видової зв'язку;
- формальні екземпляри — формальна таксономія з наявністю екземплярів класів.

Основна задача, в якій широко використовуються семантичні мережі — розв’язання лексичної багатозначності. Задача розв’язання лексичної багатозначності полягає у визначенні конкретних значень кожного багатозначного слова в заданому тексті. У цьому випадку семантичні мережі, такі як WordNet, використовуються як інвентар розумних змістів (англ. sense inventory) [31, 32, 33].

Найбільш відомою широкою публікою прикладу семантичної мережі є завдання побудови систем питання-відповідь (англ. Question answering). Система IBM Watson, відома тим, що перемогла професійного гравця в Jeopardy! об'єднує велику кількість різних семантичних мереж предметної області для пошуку відповідей на питання [34].

Семантичні мережі використовуються в сучасних методах машинного перекладу використовуються як інвентар розумних змістів. Семантичні мережі застосовуються для вирішення завдань автоматичної рубрикації текстових документів. В цьому випадку використовуються знання о синонімах і лексичних відносинах, описаних в семантичних мережах.

Важливішим прикладом високоякісних семантичних мереж є оцінка системи автоматичної обробки природної мови та різних мовних ресурсів. [35]

У цьому випадку використовуються семантичні мережі у якості «золотого стандарту» - загально прийнятого еталону, за допомогою якого виконується співставлення нового методу або мовного ресурсу на основі кількох заданих кількісних показників.

Як правило, високоякісні семантичні мережі, що застосовуються для вирішення завдань обробки природної мови, створюються колективами експертів-лексикографів. Процес створення семантичної мережі займає тривалий час, що в свою чергу виправдовується високою якістю результату. Відомими прикладами семантичних ресурсів, побудованих традиційним шляхом, є тезаурус Роже [36] і семантична мережа WordNet [31].

Процес роботи експертів є важко формалізуємим, проте можна виділити його загальні етапи [37]:

- відбираються різні приклади вживання слова в текстах;
- значення слів поділяються і групуються в поняття;
- будуються семантичні відносини між поняттями.

1.5 Огляд способів побудови семантичної мережі як бази знань

Існують різні класифікації методів роботи з даними при навчанні експертних систем. За однією з таких класифікацій[15] первинну обробку можна поділити на дві великі групи – Комунікативні методи та Текстологічні методи.

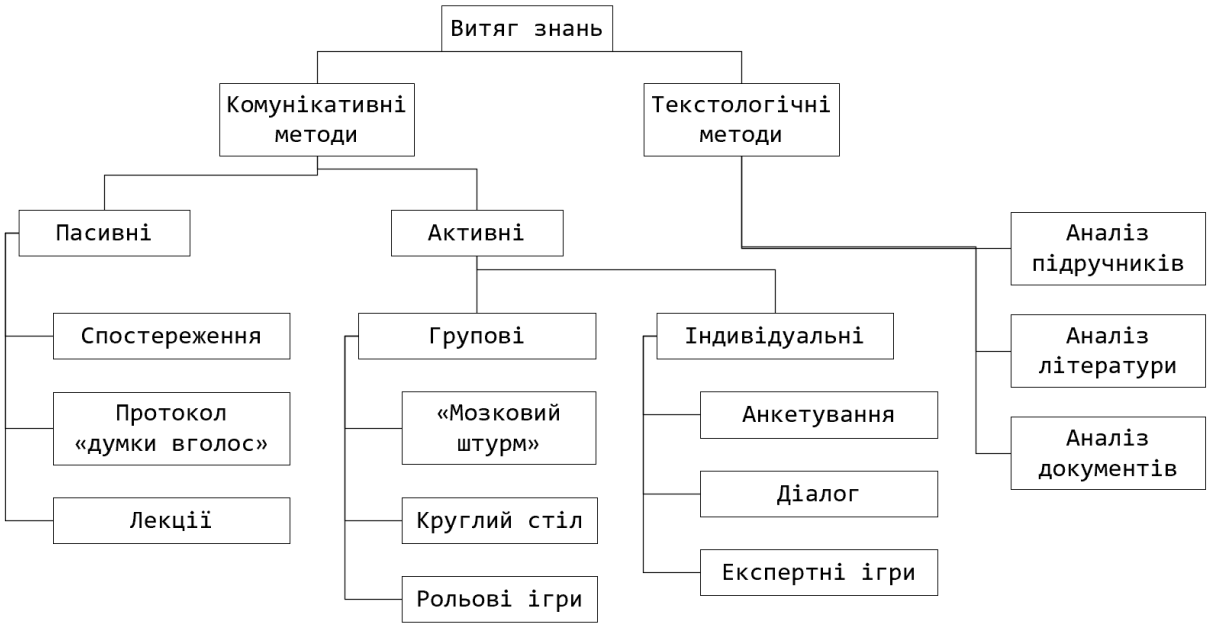


Рисунок 1.12 Класифікація методів отримання знань

За наявною класифікацією комунікативні методи видобування знань включають до себе методи роботи інженера зі знань в особистому контакті з безпосереднім джерелом знань - експертом, а текстологічні - включають методи здобуття знань з документів у текстовому вигляді і спеціальної літератури (статей, монографій, підручників). До текстового методу можна віднести і роботу з підготовленими текстами, що можуть містити твердження, пояснення, визначення у зручній і стандартизованій для обробки формі.

Пасивними методами приймаються такі, за якими провідна роль у процедурі вилучення як би передається експерту, а інженер зі знань тільки веде протокол відповідей та міркувань експерта під час його реальної роботи по прийняттю рішень або записує те, що експерт вважає за потрібне самостійно

розповісти в формі лекції. В активних методах, навпаки, ініціатива повністю в руках інженера зі знань, який активно контактує з експертом різними способами.

Така класифікація не виключає певної комбінації методів з різних груп за необхідністю формування конкретного плану дій по навчанню бази знань.

Текстологічні методи - це методи здобуття знань, засновані на вивченні спеціальних текстів з підручників, монографій, статей, методичних посібників та інших носіїв професійних знань. Задачу вилучити знання з текстів можна сформулювати як задачу розуміння і виділення сенсу тексту.

Основними моментами процесу розуміння тексту є [15]:

- Висування попередньої гіпотези про сенс всього тексту (передбачення).
- Визначення значень незрозумілих слів (спеціальної термінології).
- Створення загальної гіпотези про зміст тексту (про знання).
- Уточнення значення термінів і інтерпретація окремих фрагментів тексту під впливом загальної гіпотези (від цілого до частин).
- Формування певної смислової структури тексту за рахунок встановлення внутрішніх зв'язків між окремими важливими (ключовими) словами і фрагментами, а також за рахунок утворення абстрактних понять, узагальнюючих конкретні фрагменти знань.
- Коригування загальної гіпотези щодо фрагментів знань, які містяться в тексті (від частин до цілого).
- Ухвалення основної гіпотези.

За таких умов саме текстологічні методи частіше за все намагаються автоматизувати. Адже саме вони дають більший об’єм знань на одиницю тексту, також вони можуть працювати з підготовленим текстом – розміченим та ін. І в нас є певні етапи для автоматизації.

Автоматизовані методи навчання семантичних мереж є традиційними і звичними для використання. При цьому автоматична побудова семантичних зв'язків для бази знань є важкою задачею через брак даних і відмінності в

лексичному покритті доступних мовних ресурсів. Різні ресурси часто використовують різну термінологію, різні інструменті, різний спосіб класифікацій тощо.

Розглянемо декілька методів, що використовуються для побудови семантичних мереж.

Для реалізації методу [62] побудови елементів семантичної мережі було запропоновано використовувати наступний алгоритм. Кожна структурна одиниця тлумачного словника записується в базу даних, представлену полем терміну і полем його визначення. На наступному етапі виконується лінгвістична обробка вихідного тексту визначень з бази даних, яка полягає в фільтрації та нормалізації. Вручну аналізуються типи відносин в тлумачному словнику і класифікуються за певною ознакою. Далі типи відносин формалізуються і для кожного типу формується база даних. Для визначення типу відносин синонімії застосовується метод відстаней. Обчислюється ступінь семантичної близькості у відсотках, величина якої задається відношенням кількості спільних слів до кількості всіх слів у визначеннях [63]. Формується база даних з типом відносини синонімії. Далі проводиться редагування результатів з метою видалення некоректних записів з бази даних. Після введення користувачем запиту у вигляді терміну словника виконується його пошук в базу даних, терміни ідентифікуються на наявність в базі даних типів відносин. Реалізація всіх кроків дозволяє створити елемент семантичної мережі, який буде представлений графом, що складається з концептів і зв'язків між ними.

Інший метод [64] використовувався для більш деталізованого тлумачення елементів Wiki-словнику.

За цим методом автоматичної побудови семантичної мережі будується модель, що представляє собою детермінований кінцевий автомат, переключення станів якого здійснюється по заданим ним правилам, що враховує поточний стан автомата і вхідні сигнали. Метод є, простим у реалізації, не вимагає додаткового часу на навчання системи і має обчислювальну складність O (1) [65].

Результатом формалізації набору правил є алгоритм (рис 1.13), за яким з вихідного коду сторінки Wiktionary формується деревоподібна структура, яка містить секції сторінки в логічно вірному порядку. Вихідним сигналом спроектованого кінцевого автомата є рівень вкладеності для поточної оброблюваної секції, вхідним - чергова обробляється секція з усім необхідним набором параметрів. Результатом практичної реалізації запропонованого алгоритму став додаток що здійснює перетворення статей Wiktionary в процесі їх імпорту в семантичну мережу. Приклад перебудови структури словарної статті за допомогою розробленого модуля наведено на рис 1.14.

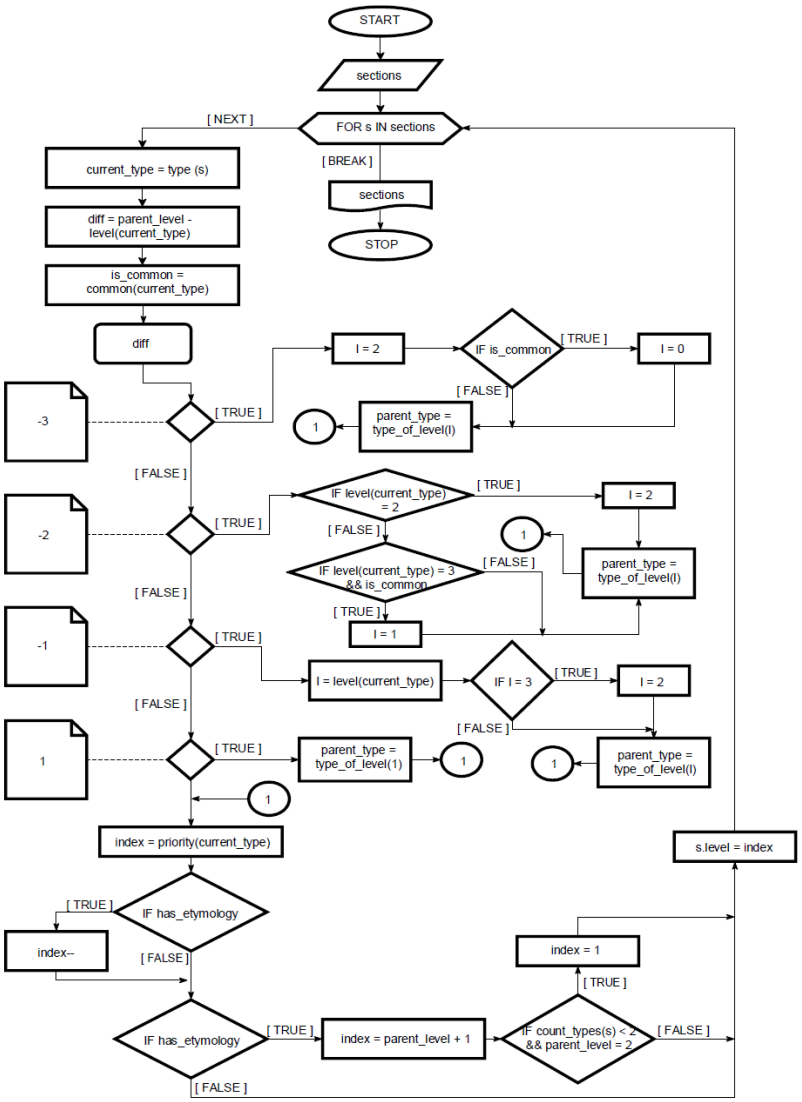


Рисунок 1.13 Алгоритм уточнення елементів статті у Wiki

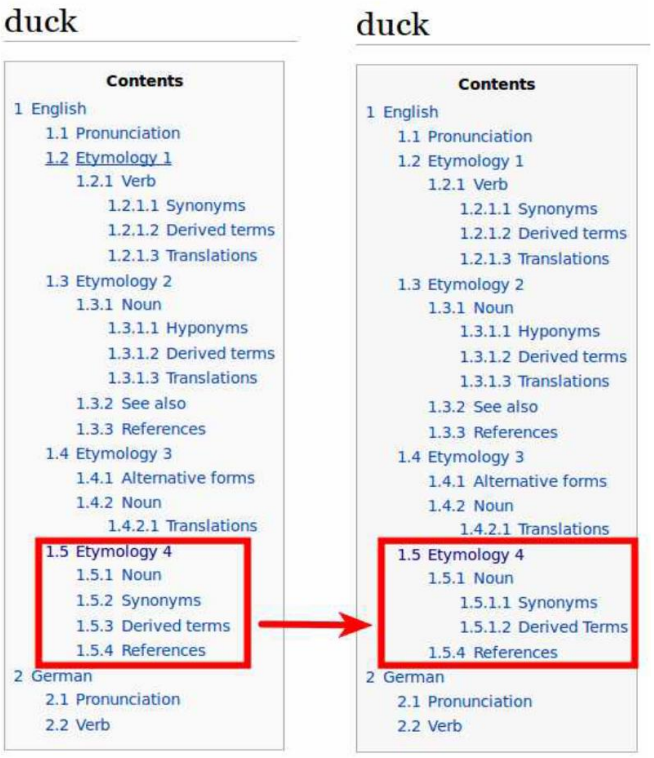


Рисунок 1.14 Зміна елементів статті, за автоматизованим алгоритмом

Ще один спосіб [66] побудови семантичної мережі слів на основі лексичних значень. При чому для зв’язків елементів мережі розглядається лише єдиний клас семантичних відносин - родо-видові відносини, а саме відносини між менш загальним словом (гіпонімом) і більш загальним словом (гіперонімом) або між певним екземпляром, та об’єктом. Наприклад, упорядкована пара слів (кошеня - ссавець) є коректною родо-видової парою слів. Загальна схема методу побудови семантичної мережі представлена на рис. 1.15. Цей спосіб ґрунтується на використанні таких ресурсів, як словники синонімів, колекції документів, корпуси текстів. Джерелами даних для такого методу є матеріали Вікісловника як словника відносин між словами і неструктуровані тексти електронної бібліотеки lib.rus.ec як корпусу текстів, що має у своєму складі більш ніж 13 млрд слововживань. На першому етапі проводиться виділення значень слів і об'єднання їх в групи близьких слів за допомогою кластеризації графа синонімів [67], після чого здійснюється зв'язування-формування семантичних відносин між

лексичними значеннями слів. Крім того, на етапі зв'язування проводиться розширення матеріалів існуючих словників, але ця операція не є обов'язковою.

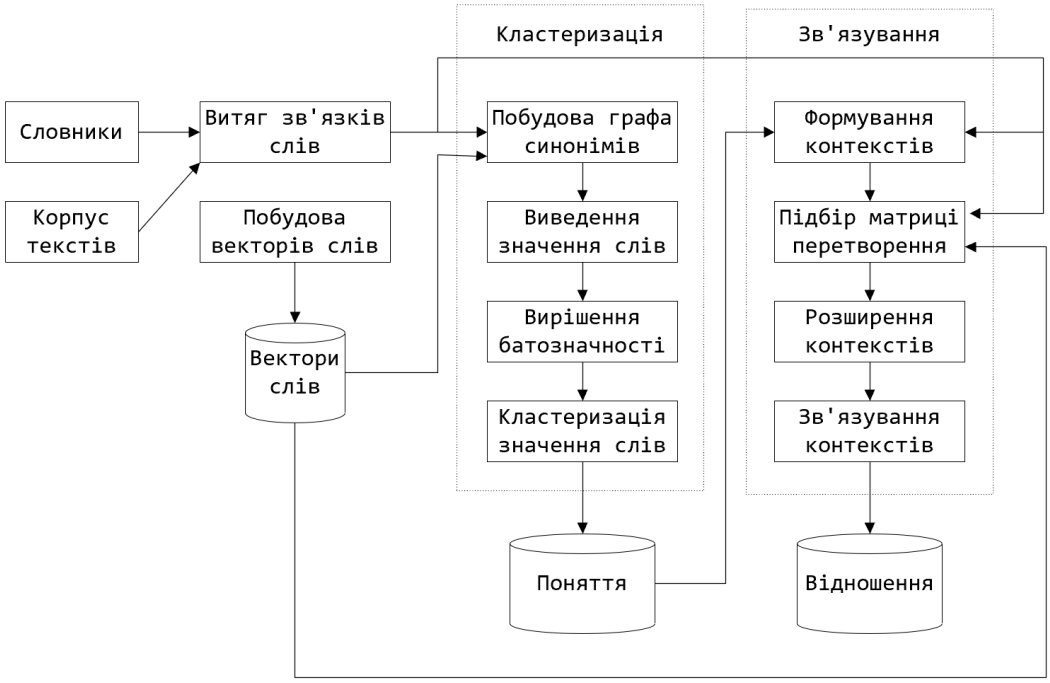


Рисунок 1.15 Схема побудови семантичної мережі

Як можна побачити з наведених прикладів хоча методи, вживані у прикладах виконують задачу максимально автоматизувати процес навчання, вони з одного боку потребують певної мірою підготовлені тексти – словники, корпуси тощо, а з іншого боку ці методи можуть потребувати втручання людини для ручного контролю, розв’язання спірних питань, аналізу типів відносин в тлумачному словнику та ін. Таким чином навіть автоматизація процесу навчання потребує наявності певних експертів до, підчас і після процесу навчання семантичної мережі.

У певних випадках використання агентного підходу може зменшити необхідність постійного контролю за процесом побудови бази знань у вигляді семантичної мережі.

1.6. Інтелектуальний агент та агентно-орієнтований підхід

У своїй знаменитій ранній статті Тюрінг [38] проаналізував ідею про те, як фактично має здійснюватися програмування запропонованих ним інтелектуальних машин вручну. Він оцінив обсяг роботи, який для цього буде потрібно, і прийшов до такого висновку: "Бажано було б мати якийсь більш продуктивний метод". Запропонований ним метод полягав в тому, що необхідно створювати машини що навчаються, а потім проводити їх навчання. Тепер цей метод став домінуючим методом створення найбільш сучасних систем у багатьох областях штучного інтелекту.

Наприкінці 80х у 90х та у 00х роках концепція агентно-орієнтованої моделі побудови штучного інтелекту та комп'ютерних наук взагалі була значно поширена у науковому середовищі.

Британська національна газета у 1992 році передбачила, що: "Обчислення, що базуються на агентах (Agent-based computing), ймовірно, стануть наступним значним проривом у розробці програмного забезпечення".

Деякі вчені поділяли питання цієї концепції комп'ютерних наук на три певні напрямки. Так Ніколас Дженінгс та Майкл Вулдрідж розділяють ці питання на три сфери - теорія агента, агентські архітектури та мови агентів [39].

- Теорія агента займається питанням, що таке агент і використанням математичного формалізму для представлення та міркування про властивості агентів.
- Агентські архітектури можна розглядати як моделі програмної інженерії агентів. Дослідників у цій галузі в першу чергу турбує проблема проектування програмних чи апаратних систем, які задовільнять властивості, визначені теоретиками-агентами.

- Нарешті, мови агентів - це програмні системи для програмування та експериментів з агентами. Ці мови можуть втілювати принципи, запропоновані теоретиками.

Майкл Вулдрідж та Ніколас Дженінгс проводили певний розділ загальновживаного поняття «агент» на два, що мають певні схожі на відмінні риси: перше – «слабке» поняття «агенту»; друге - сильніше і потенційно більш спірне.

«Слабке» поняття агенту.

Слабке поняття "Агент" використовується для позначення апаратної або (частіше) програмної комп'ютерної системи, яка має такі властивості:

- автономія, агенти діють без безпосереднього втручання людей чи інших осіб і мають певний контроль над своїми діями та внутрішнім станом;
- соціальні здібності, агенти взаємодіють з іншими агентами (і, можливо, з людьми) за допомогою якоїсь мови комунікації агентів;
- реактивність: агенти сприймають своє середовище (це може бути фізичний світ, користувач за допомогою графічного інтерфейсу користувача, колекція інших агентів, Інтернет або, можливо, всі вони разом), і своєчасно реагують на зміни, це;
- активність: агенти не просто діють у відповідь на своє оточення, вони можуть виявляти цілеспрямовану поведінку, проявляючи ініціативу.

Таким чином, згідно авторів простий спосіб концептуалізації агента - це свого роду UNIX-подібний програмний процес, який має властивості, перераховані вище. [39]

«Сильніше» поняття "агенту"

Таке поняття має більш сильне та конкретне значення, ніж наведене вище. Як правило за такими поясненнями, термін агент, є комп’ютерною системою, яка, крім того, що має властивості, визначені вище, або концептуалізується, або

реалізується з використанням концепцій, які частіше застосовуються до людей. Наприклад, в розумінні штучного інтелекту досить часто характеризують агента, використовуючи менталістичні поняття, такі як знання, переконання, наміри та обов'язки [40].

Деякі дослідники штучного інтелекту пішли далі і вважали його емоційним агентом. Інший спосіб надання агентам подібних до людей атрибутів полягає у їх візуальному представленні, можливо, за допомогою графічного значка, схожого на мультфільм, або анімованого обличчя (рис 1.16) - із зрозумілих причин такі агенти мають особливе значення для тих, хто цікавиться інтерфейсом людина-комп’ютер. [39,]

Рисунок 1.16 Приклад емоційного чатботу Xiaoice [74]

Проблеми проектування агента наступні. Враховуючи середовище, разом із специфікацією завдання, чи можна сконструювати агент, якому можна гарантувати успішне виконання завдання в середовищі?[41]

Адаптуючи таке достатньо широке тлумачення поняття інтелектуального агента, Вулдрідж наводить таке визначення:

Агент - це комп’ютерна система, яка знаходиться в певному середовищі і здатна до самостійних дій у цьому середовищі для досягнення своїх цілей проектування.

Визначення не говорить нічого про те, який тип середовища займає агент. Знову ж таки, це навмисно: агенти можуть займати багато різних типів середовища, як ми побачимо нижче. По-третє, ми не визначили автономії. Як і саме поняття агенту, автономія є дещо хитрим поняттям, яке потрібно точно закріпити.

На рис 1.17 на діаграмі ми можемо бачити вихідні дані дії, генеровані агентом для того, щоб вплинути на його оточення. У більшості доменів розумної складності агент не матиме повного контролю над своїм середовищем. Він матиме в кращому випадку частковий контроль, оскільки може впливати на нього. З точки зору агента, це означає, що може відбутися одна і та ж дія. Виконані двічі за очевидно однакових обставин дії мають абсолютно різні ефекти, зокрема, це може призводити до не отримання бажаного ефекту від роботи агенту.

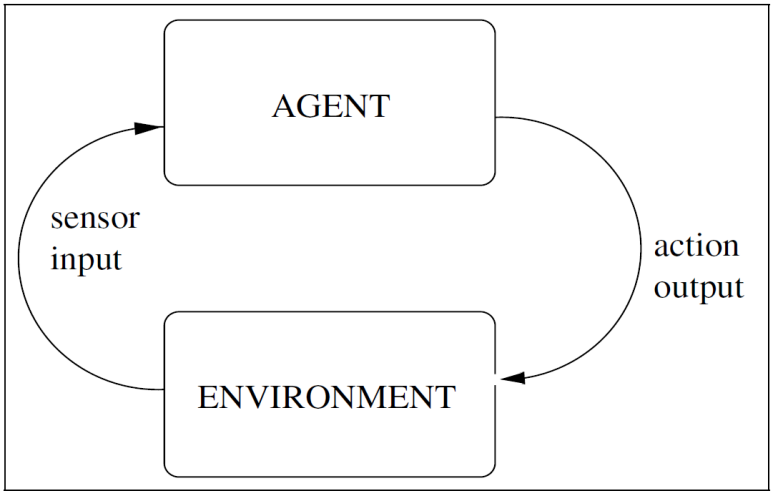


Рисунок 1.17 Агент у своєму середовищі. Агент приймає сенсорні дані з навколишнього середовища і виробляє як вихідні дії, які впливають на нього.

Зазвичай у агента буде певний обмежений репертуар дій. Цей набір можливих дій представляє агента за його здатністю модифікувати свої середовища.

Агент - це апаратна або програмна сутність, здатна діяти в інтересах досягнення цілей, поставлених перед ним власником та/або користувачем [39].

Іноді агенти визначають властивості, які вони повинні мати. Враховуючи те, що нас цій роботі розглядається агентний підхід до формування елементів Фізичної символьної системи, нас цікавлять інтелектуальні агенти. Для такого типу агентів Вулдрідж виводить типовий список властивостей, які такі агенти повинні мати [42]:

- автономність (autonomy, autonomious functioning) - здатність функціонувати без втручання з боку свого власника та здійснювати контроль внутрішнього стану та своїх дій;
- соціальна поведінка (social ability, social behaviour) - можливість взаємодії та комунікації з іншими агентами;
- реактивність (reactivity) - адекватне відновлення середовища та відповідні реакції на її зміни;
- активність (pro-activity) - здатність генерувати цілі та діяти раціональним чином для їх досягнення;
- базові знання (basic knowledge) - знання агента про себе, навколишнього середовища, включаючи інших агентів, які не змінюються, в рамках життєвого циклу агента;
- переконання (beliefs) - перемінна частина базових знань, які можуть бути змінені у часі, хоча агент може про це не знати і продовжувати їх використовувати для своїх цілей;
- цели (goals) - сукупність стану, на досягнення яких зроблено поточне введення агента;
- бажання (desires) - стан і / або ситуація, досягнення яких для агента важливо;

- зобов'язання (зобов'язання) - завдання, які бере на себе агент по за проханням і/або дорученню інших агентів;
- наміри (intentions) - те, що агент повинен робити в силу своїх зобов'язань та / або бажань;
- В залежності від концепції, обраної для організації мультиагентних систем, зазвичай виділяються три базових класи архітектури [42, 43];
- архітектури, які базуються на принципах та методах роботи за знаннями (дорадча архітектура агентів);
- архітектури, основані на поведінкових моделях типу «стимул-реакція» (архітектури реактивних речовин);
- гібридні архітектури (гібридні архітектури).

Найбільш «складними» термінологічно в цьому триаді є архітектури першого типу.

Архітектура або агенти, які використовують тільки точне уявлення картин світу в символьній формі, рішення за цим (наприклад, за дії) приймаються на основі формальних розробок та використання методів порівнянь за зображенням, прийнятих для визначення як деліберативні. Сам термін був введений в роботі [44, 15] при обговоренні архітектурних агентів.

Спочатку ідея інтелектуальних агентів пов'язувалася практично повністю з класичної логічної парадигмою штучного інтелекту. Однак у міру розвитку досліджень в цій області стало ясно, що такі «ментальні» властивості агентів, як, наприклад, переконання, бажання, наміри, зобов'язання по відношенню до інших агентам і т. п. невимовні в термінах числення предикатів першого порядку. Тому для представлення знань агентів в рамках даної архітектури були використані спеціальні розширення відповідних логічних обчислень [45, 15], а також розроблені нові архітектури, зокрема архітектури типу BDI (Belief-Desire-Intention).

Основна модель агентів, що взаємодіють із своїм середовищем, така. Середовище починається в якомусь стані, а агент починає з вибору дії, яку потрібно виконати в цьому стані. В результаті цієї дії середовище може відповісти низкою можливих станів.[41]

Таким чином агентно-середовищна модель за Вулдріджем представлена певною машиною станів, коли саме середовище змінює свій стан, після впливу агенту.

Починаючи з 1980-х років, програмні агенти та мультиагентні системи переросли в те, що зараз є однією з найактивніших сфер дослідження та розробки у галузі обчислювальної техніки загалом. Існує багато причин для поточної інтенсивності зацікавленості, але, безумовно, однією з найважливіших є те, що концепція агента як автономної системи, здатної взаємодіяти з іншими агентами для досягнення своїх цілей проектування, є природною для дизайну програмного забезпечення.[46]

Йоав Шохам запропонував "нову парадигму програмування, засновану на суспільному погляді на обчислення" [40]. Ключова ідея, яка інформує про цю парадигму агентно-орієнтованого програмування, полягає в ідеї безпосередньо програмуючих агентів з точки зору менталістичних, навмисних уявлень, які теоретики агентів розробили для представлення властивостей агентів.

Шохам пропонує, щоб повністю розроблена агентно-орієнтована система мала три компоненти:

- логічна система визначення психічного стану агентів;
- інтерпретована мова програмування для програмних агентів;
- процес "агентифікації" для компіляції агентських програм у виконувані системи низького рівня.

На момент написання статті Шохам опублікував результати лише щодо перших двох компонентів. У 1990 він писав, що «третій для мене все ще дещо загадковий». Першою спробою Шохама використовувати агентно-орієнтований

підхід на практиці була система AGENTO. Логічною складовою цієї системи є кількісна мультимодальна логіка, що дозволяє безпосередньо посилатися на час. Семантика не подана, але логіка, містить три способи: переконання, прихильність та здатність.

Такій логиці відповідає мова програмування AGENTO. Цією мовою агент визначається з точки зору набору можливостей (дій, які може робити агент), набору початкових переконань та зобов'язань та набору правил зобов'язань. Ключовим компонентом, який визначає, як діє агент, є набір правил зобов'язань. Кожне правило зобов’язань містить стан повідомлення, психічний стан та дію. Щоб визначити, чи запускається таке правило, умова повідомлення відповідає повідомленням, які отримав агент; психічний стан відповідає переконанням агента. Якщо правило спрацьовує, тоді агент стає відданим дії. Дії можуть бути приватними, що відповідають внутрішньо виконуваній підпрограмі, або комунікативними, тобто надсиланням повідомлень. Повідомлення обмежуються одним із трьох типів: "прохання" або "запити" на виконання або утримання від дій, а також "інформаційні" повідомлення, які передають інформацію - Шохам вказує, що надихнувся на ці типи повідомлень з теорії мовленнєвих актів. Повідомлення запитів та незапитів зазвичай призводять до зміни зобов’язань агента; інформування повідомлень призводить до зміни переконань агента [39, 47].

До побудови агентно-орієнтованої системи можна вказати два підходи: реалізація єдиного автономного агенту або розробка мультиагентної системи.

Автономний агент взаємодіє лише з користувачем і реалізує увесь спектр функціональних можливостей, необхідних в рамках агентно-орієнтованої програми.

Мультиагентні системи, на противагу цьому, є програмно-обчислювальними комплексами, у яких взаємодіють різні агенти для вирішення завдань, які працюють або недоступні в силу своєї складності для одного агента. Часто такі мультиагентні системи називають агенціями (agencies), в рамках яких

агенти спілкуються, кооперуються та домовляються між собою для пошуку рішень, поставлених перед ними завданнями. Агентні технології зазвичай передбачають використання певних типологій агентів та їх моделей, архітектури мультиагентних систем (МАС) та спираються на відповідні агентські бібліотеки та засоби підтримки розробки різних типів мультиагентних систем. [15]

Значного розвитку теорія агентів та агентно-орієнтовного напрямку у розробці інтелектуальних систем отримала за роботами Стюарта Рассела та Питера Норвига. Саме вони надають наступне визначення:

«Агентом є все, що може розглядатися як те, що сприймає своє середовище за допомогою датчиків і впливає на це середовище за допомогою виконавчих механізмів.» [5] (рис 1.18).

Термін «сприйняття» використовується для позначення отриманих агентом сенсорних даних в будь-який конкретний момент часу. Послідовністю актів сприйняття агента називається повна історія всього, що було коли-небудь сприйняте агентом. Вибір агентом дії в будь-який конкретний момент часу може залежати від всієї послідовності актів сприйняття, що спостерігалися до цього моменту часу [5].

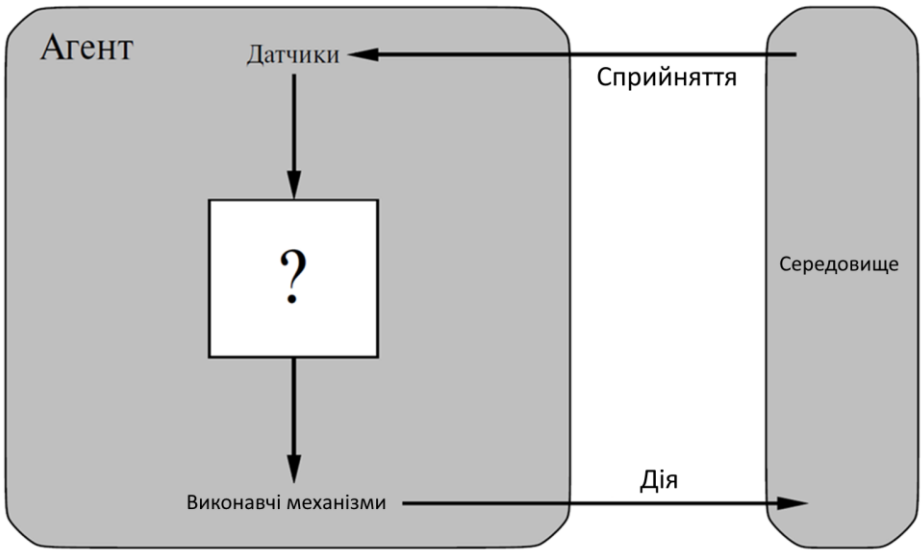


Рисунок 1.18 Агент взаємодіє з середою за допомогою датчиків та виконуючих механізмів

Стюарт Рассел та Питер Норвіг виділяють поняття раціональності, та раціонального агента.

Раціональність.

У будь-який конкретний момент часу оцінка раціональності дій агента залежить від чотирьох перерахованих нижче факторів:

- Показники продуктивності, які визначають критерії успіху.
- Знання агента про середовище, придбані раніше.
- Дії, які можуть бути виконані агентом.
- Послідовність актів сприйняття агента, які відбулися до теперішнього ного часу.

З урахуванням цих чинників можна сформулювати наступне визначення раціонального агента. Для кожної можливої послідовності актів сприйняття раціональний агент повинен обрати дію, яка, як очікується, максимізує його показники продуктивності, з урахуванням фактів, наданих даної послідовністю актів сприйняття і всіх вбудованих знань, якими володіє агент.[5]

1.7 Існуючі експертні системи з агентно-орієнтованим механізмом навчання

Прикладом системи, що взаємодіє з користувачем через браузер, та використовуючи агента що взаємодіє з багатьма користувачами і навчає базу знань використовуючи Байєсовську інтерпретацію теорії ймовірностей, є «Акінатор» (рис1.19) [56].

Особливістю цієї системи є спеціалізація на персонажах (як реальних, так і героїв книг, кіно, шоу-бізнесу і т.п.), барвистий інтерфейс і пророблена ігрова легенда. Так, користувачеві пропонується грати проти таємничого джина - «інтернет-генія». Зростанню популярності даного сервісу сприяла досить висока точність рішень, прийнятих експертної системою. Це означає, що «джин» практично в 95% випадків вгадує задуманого користувачем персонажа. Подібний показник є наслідком великої, повної і точної базою знань.[57]

Рисунок 1.19 Перша сторінка браузерного агенту «Акінатор»

Іншим прикладом агентно-орієнтованої системи є програма submemory [59], що функціонує за допомогою як браузерного інтерфейсу, так і використовуючи функціонал Telegram чатботу (рис.1.20).

submemory - це програма-співрозмовник, яка допомагає запам'ятовувати, пам'ятати і згадувати.

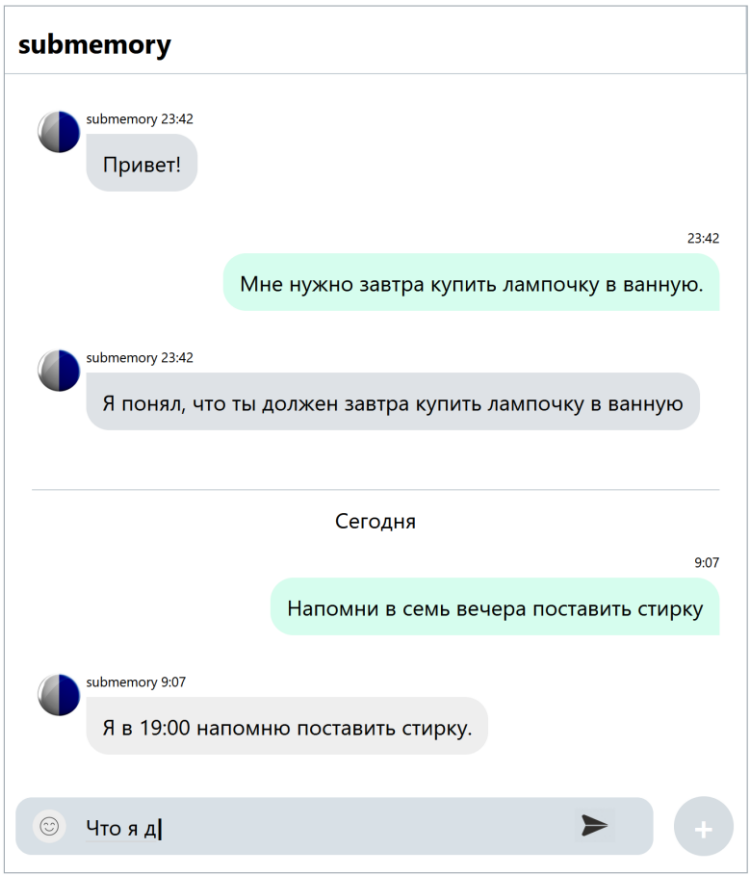


Рисунок 1.20 Приклади можливої взаємодії з агентом submemory за допомогою інтерфейсу чатботу.

IBM Watson Assistant (рис 1.21) - це віртуальний агент на основі штучного інтелекту, який забезпечує клієнтам швидкі, послідовні та точні відповіді на будь-якій платформі обміну повідомленнями, програмі, пристрої чи каналі. Використовуючи штучний інтелект та обробку природних мов, Watson Assistant навчається на розмовах із клієнтами, покращуючи свою здатність вирішувати проблеми вперше, одночасно усуваючи розчарування довгими часами очікування, нудними пошуками та непомітними чат-ботами

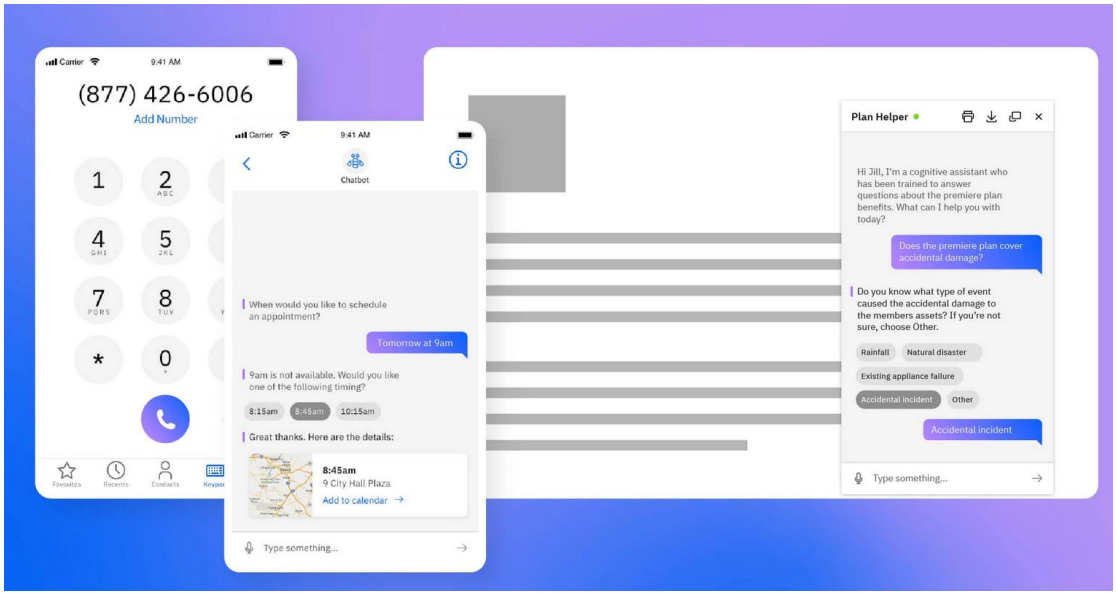


Рисунок 1.21 Приклади можливих взаємодій з агентом IBM Watson Assistant

2 РОЗГЛЯД ПРАКТИЧНОЇ МОДЕЛІ ФІЗИЧНОЇ СИМВОЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ СЕМАНТИЧНОЇ МЕРЕЖІ

2.1 Розгляд первинних припущень, щодо налаштування агентно-орієнтованих механізмів навчання бази знань

Для проведення наявного дослідження нам потрібно провести певні припущення та налаштування.

Виходячи з гіпотези про фізичну символьну систему, під інтелектуальною системою ми будемо розуміти сукупність певних програмно-логічних модулів, що маніпулюють символами-вузлами мережі, які знаходяться у певному зв’язку. За цією моделлю агентом в нас є сукупність модулів, що формують інтерфейс користувача, список певних правил, модулі що виконують навчання бази знань та повернення відповіді до користувача.

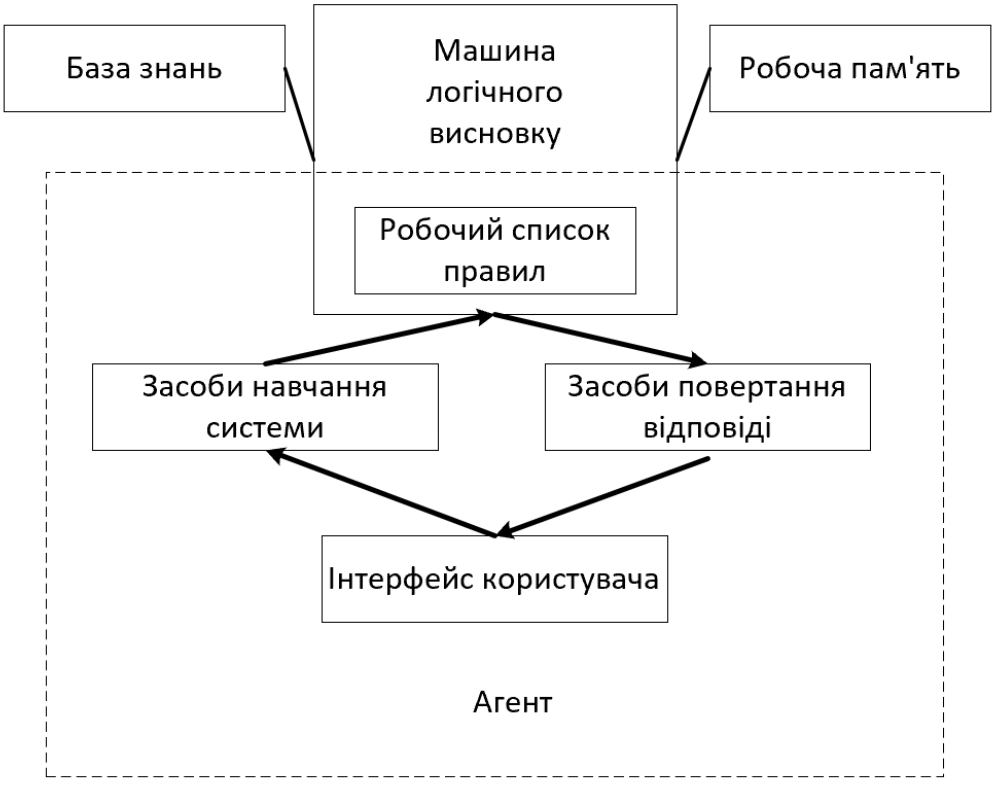


Рисунок 2.1 Структура інтелектуальної агентно-орієнтованої системи

За схемою рис 2.1 в нас будуть такі частини агента. Перша – «Засіб відповіді» - частина, шо повертає відповіді користувачеві, відповідно наявним фактам, записаним у базі знань, та певним символічним обчислюванням над наявними записами фактів. Ця частина повинна використовувати певний набір правил, що відповідають алгоритмам надання відповіді, згідно отриманого запиту та записам у базі знань. Друга частина – «Засіб навчання бази знань» - виконує роботу по формуванню нових знань, виконуючи необхідні символічні обчислювання і містить відповідні правила. Обидві частини агента працюють з предикативними твердженнями та повертають значення TRUE або FALSE, у залежності від результату запиту та результату навчання. Така інформація має конвертуватися за відповідними правилами у текст, зрозумілий людині. Також може бути повернена певна інформація, що додатково розкриває відповідь. Приклади такої інформації будуть надані нижче.

За темою роботи розглядається можливість побудови певної частини фізичної символьної системи. Як можна зрозуміти з розділу 1.2 цієї роботи така система повинна демонструвати певну інтелектуальну діяльність, схожу на таку у людини, або імітувати її. За таких умов зручно використовувати текстовий інтерфейс спілкування з системою, що присутній в багатьох інструментах зв’язку: чатах, месенджерах, інтерфейсах чатботів та загальних питально-відповідних систем[68]. Звертання користувача до системи відбувається через агента, що сприймає інформацію у вигляді тексту розмовною людською мовою (у певних розумних межах) і повертає відповіді також у вигляді тексту, у зрозумілій простому користувачеві формі.

Стосовно середовища, в якому існує агент. Є дві точки зору на це питання. З одного боку середою існування агента є семантична мережа, що будується агентом згідно отриманих запитів від користувача, та певних правил. Агент взаємодіє з нею як павук зі своїм павутинням. Датчиками та інструментами для взаємодії з середою є програмні компоненти що працюють в об’єктно-орієнтованому коді програми та роблять забити до бази даних, отримуючи

записи та роблячи нові. З іншої точки зору середою існування агенту є мережа Internet та безліч користувачів, з якими агент взаємодіє за допомогою інтерфейсів користувача, та на який він впливає своїми відповідями як експертної питально-відповідної системи.

В рамках даної роботи не має сенсу зосереджуватися на механізмах первинної обробки природної мови, що саме трансформує людську мову в усній, або письменній формі у набір логічних висловлювань, елементи яких далі можуть бути трансформовані у символьні структури. Таких інструментів, що виконують роботу по лематизації, синтаксичному та морфологічному аналізу існує багато у вигляді програмних продуктів, бібліотек, сервісів. В роботі розглянуто наступний етап обробки запитів, коли система має текст вже в розміченому стані.

За наведених припущень, отримуючи в систему речення «Яблуко це фрукт», ми вже будемо розглядати по факту зміст та сенс твердження «Яблуко являє собою фрукт», та отримані з цього значення «Яблуко»-підмет, «Фрукт»-доповнення, «Являє собою»-присудок. Також після певного лексичного аналізу твердження буде отримана певна кількість метаданих, що характеризують кожне слово з цього твердження. Така мета інформація може використовуватися за необхідністю при формуванні вузлів мережі «Яблуко» та «Фрукт», та певного зв’язку між ними.

Згідно розглянутих в першій частині роботи матеріалів, отримавши предикативний вираз «Яблуко це фрукт» ми будуємо вузли мережі - «Яблуко» та «Фрукт», та гіпонімно-гіперонімний [50] зв’язок підтип/надтип, що частіше за все називається ISA.

Рисунок 2.2 Формування вузлів семантичної мережі

Продовжуючи навчання певним набором предикативних виразів зі зв'язками такого ISA типу ми отримаємо те, що Стюарт Рассел та Пітер Норвіг називають поняттям «верхня онтологія»[5] рис 2.3. Така частина семантичної мережі може бути певним осьовим прошарком, виконуючим роль формулювання ендоцентричних рядів за типом клас/надклас або гіпонім-гіперонім. Крім такого набору зв'язків, можуть існувати й інші, за іншими типами та засобами.

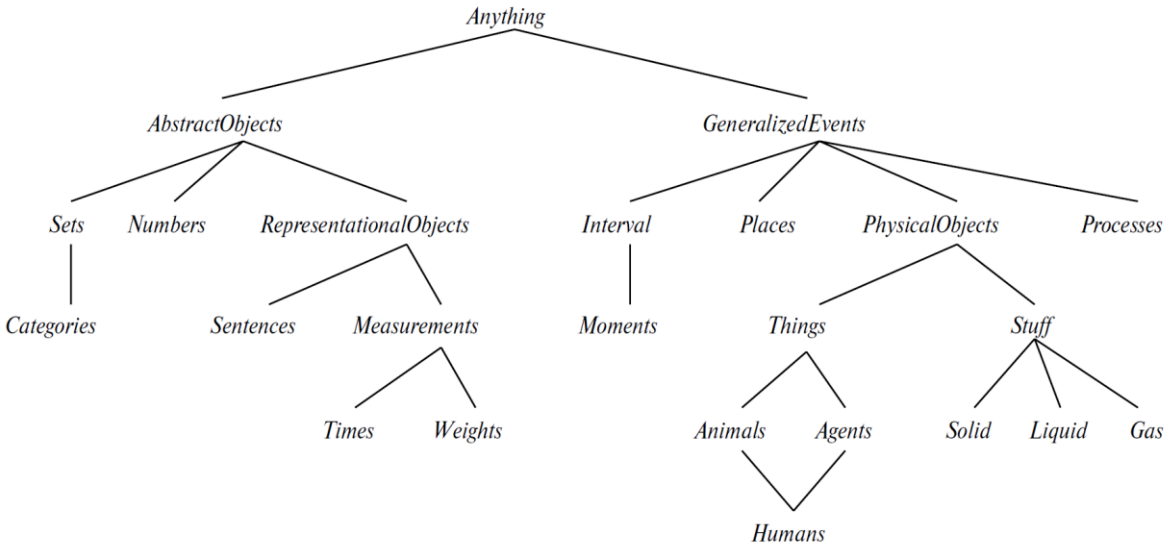


Рисунок 2.3 Верхня онтологія світу

Для навчання верхньої онтології нашої семантичної мережі раціональним є використовувати експертів, адже така частина мережі не потребує частих змін та потребує точних визначень, які раціонально отримувати від авторитетних експертів у певній галузі-онтології. Так експерти можуть або спілкуватися з агентом особисто (що не є раціональним у більшості випадків на першому етапі навчання), або підключатися потім, в активних методах навчання [15], за яких у ролі інженера з навчання, що задає експерту питання виступає сам агент навчання та певний набір правил, що входять до нього.

Для зручності побудови моделі, та у зв'язку з значною перевагою лексичного та лексикологічного матеріалу на російській мові ніж на українській, саме російські слова, словники, корпуси та ін. будуть використовуватися для даної роботи.

2.2 Демонстрація навчання семантичної мережі гіпонімно-гіперонімним зв'язкам для формування верхньої онтології та виконання простих символьно-логічних розрахунків

Навчання семантичної бази знань, що являє собою елемент фізичної символьної системи, будемо проводити за допомогою інтерфейсу чатботу (рис 2.4) [52].

Проведемо певний експеримент (рис 2.4), по формуванню (гіпонімно-гіперонімного) ендоцентричного ряду в семантичної мережі з використанням механізмів машинного навчання символьної системи. За таким рядом кожне наступне поняття у ряді являє собою гіпонім до попереднього та гіперонім до наступного, наприклад: людина-ссавець-тварина [60].

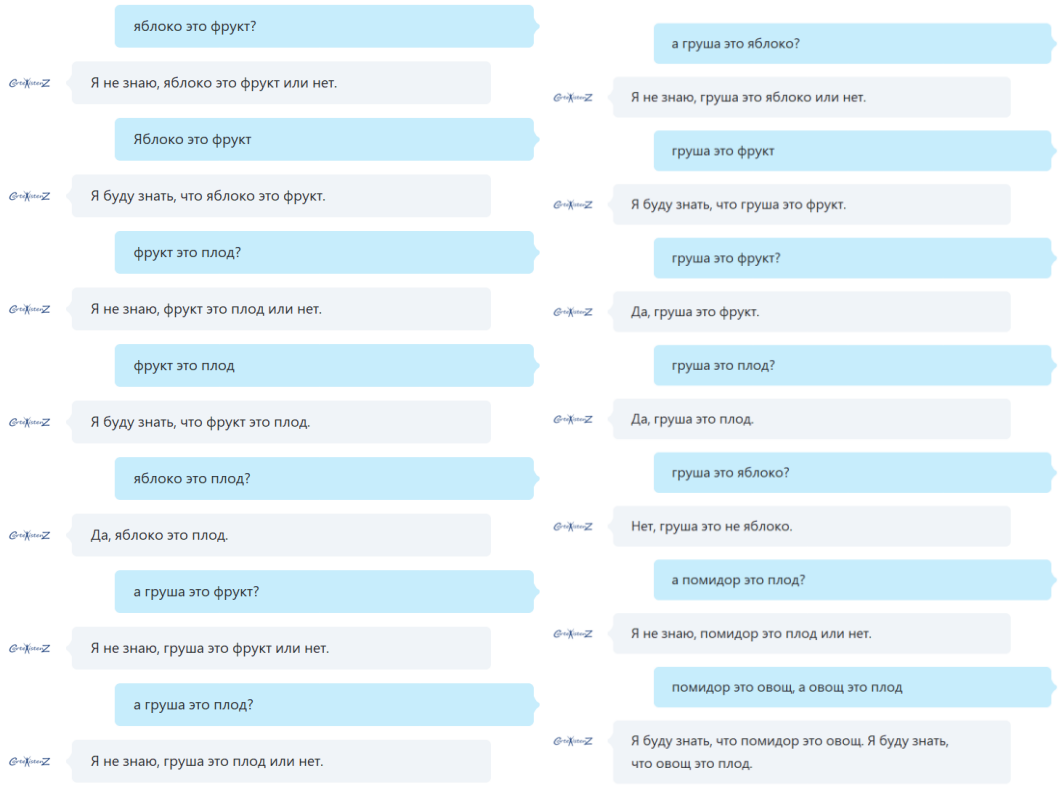


Рисунок 2.4 Приклад заповнення семантичної мережі та запити до системи.

Приймемо, що до початку діалогу користувача з фізичною символьною системою дані ендоцентричні ряди відсутні. Як можна побачити, для зручності

виразам навчання передують вирази запитів, відповіді агента на які демонструють відсутність зв'язків до початку навчання. Праворуч в діалозі показана фраза експерта-людини, зліва – агент.

За лінгвістичним аналізом ми отримали, що жодне з використаних слів не є власним ім'ям. Відповідно у тих зв'язках типу ISA, що формуються, усі вузли-учасники є десигнатами [53], або прототипами.

«Яблуко це фрукт». «Яблуко» - A, «Фрукт» - B. $A \subseteq B$

«Фрукт це плід». «Плід» - C. $B \subseteq C$

«Груша це фрукт». «Груша» - D. $D \subseteq B$

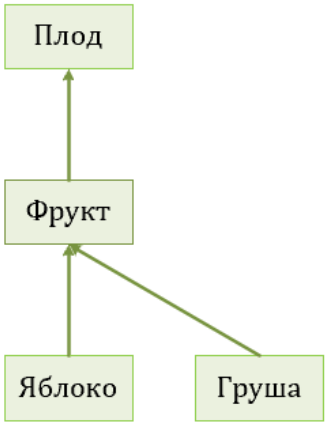


Рисунок 2.5 Первинна ділянка семантичної мережі

Результатом частини такого навчання є ділянка, зображена на рис 2.5, яку вже можна використовувати для певних обчислювань.

Так отримавши запит «Груша це яблуко?» ми маємо певний запит до системи, який при розгляді агентом зв'язків трансформується у вираз:

$$(A \subseteq B) \,\&\, (B \subseteq C) \,\&\, (D \subseteq B) \Rightarrow (D \subseteq A)$$

Такий вираз є хибним і агент поверне FALSE до користувача.

Якщо розглядати певну ділянку такої верхньої онтології, побудованої за допомогою набору предикативних висловів[61], отримується частина

семантичної мережі, що вже може використовуватися для символічних обчислень, та надання вірних відповідей.

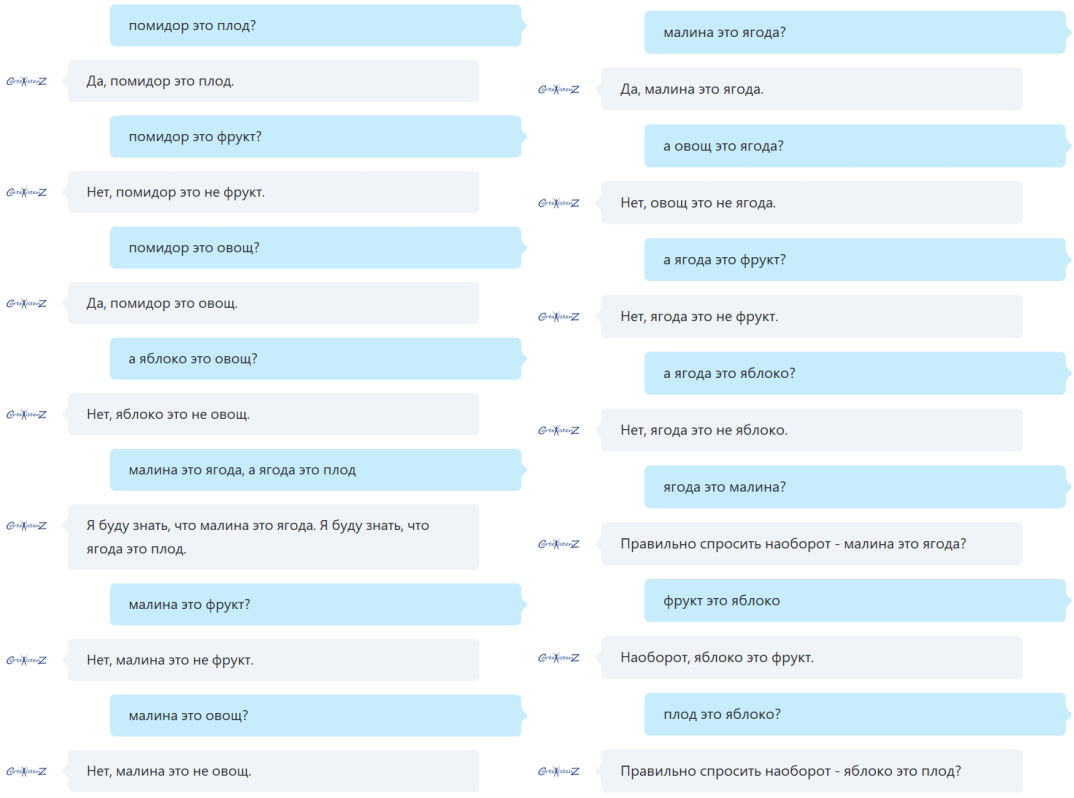


Рисунок 2.6. Продовження заповнення семантичної мережі, за використанням чатботу, та запити до системи.

В процесі такого навчання (рис 2.5, 2.6) ми отримаємо певну послідовність етапів формування вузлів та зв’язків, що показані на рис. 2.7.

Маючи такий орієнтовний граф з символьних елементів та ISA зв’язків між ними ми отримуємо можливість проводити пошук в висоту, за нашими висловами, відповіді по результатам з якого можна бачити на рис. 2.6.

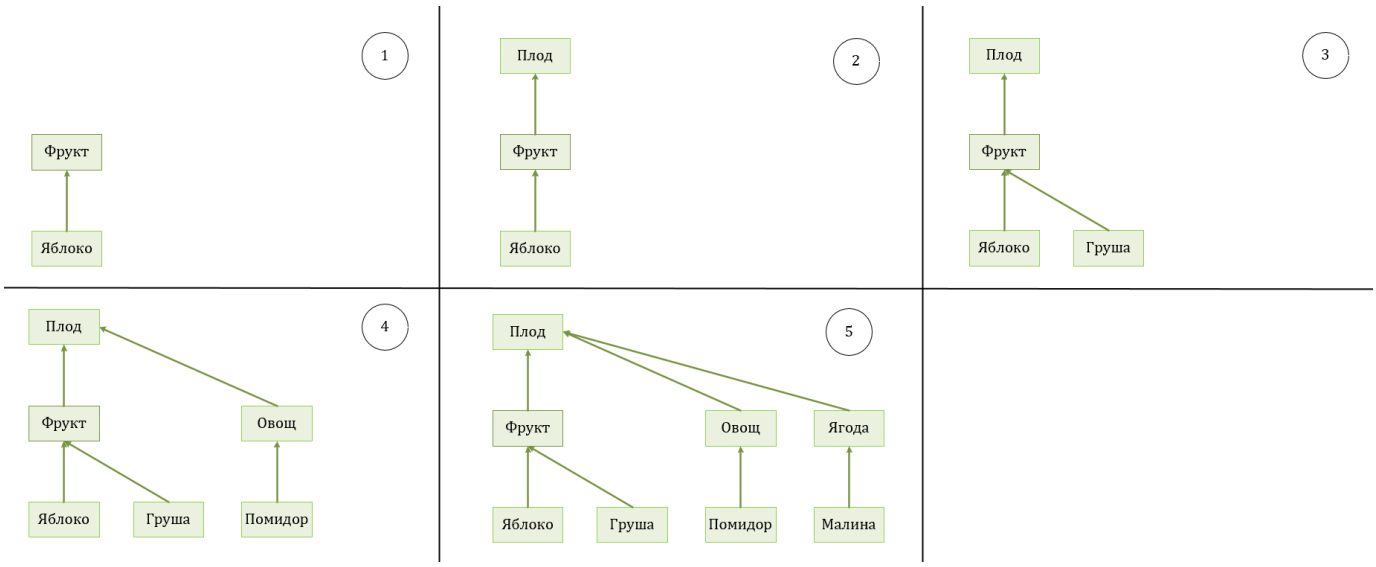


Рисунок 2.7. Результати продовження навчання семантичної мережі, за використанням чатботу.

Розглянемо алгоритм пошуку відповіді питання «Малина це фрукт?». Маємо твердження «Малина це фрукт», «Малина» - А, «Фрукт» - В. Потрібно перевірити що множина А входить до множини В. Відповідно, розглянемо варіанти:

$(A \subset B)\&(A \neq B)\&(A \neq \emptyset) = TRUE$ ⇒ «Так, малина це фрукт».

$(B \subset A)\&(B \neq A)\&(B \neq \emptyset) = TRUE$ ⇒ «Ні, навпаки, фрукт це малина».

$(A \not\subset B)\&(B \not\subset A)\&(B \neq \emptyset)\&(A \neq \emptyset) = TRUE$ ⇒ «Я не знаю малина це фрукт чи ні».

$(A \subseteq B)\&(B \subseteq A)\&(B \neq \emptyset)\&(A \neq \emptyset) = TRUE$ ⇒ «Так, малина це фрукт». (Синоніми)

Існує множина гіперонімів Z, де :

$(A \subseteq Z)\&(B \subseteq Z)\&(A \neq B)\&(B \neq \emptyset)\&(A \neq \emptyset) = TRUE$ ⇒ «Ні, малина не фрукт»

За таких умов наш алгоритм пошуку виглядає так (рис 2.8):

1. Рекурсивний пошук послідовно усіх гіперонімів фрейму «Малина» - A, та додавання їх до колекції гіперонімів X. Включення A до X.
2. Рекурсивний пошук усіх послідовно гіперонімів фрейму «Фрукт» - B, та додавання їх до колекції гіперонімів Y. Включення B до Y.
3. Перевіряємо дійсність $(B \subseteq X)$ та $(A \subseteq Y)$.
4. Якщо $(B \subseteq X)\&(A \subseteq Y) = TRUE$ - відповідь «Так, малина це фрукт».
   Якщо $(B \not\subseteq X)\&(A \subseteq Y) = TRUE$ - відповідь «Ні, навпаки, фрукт це малина».
   Якщо $(B \subseteq X)\&(A \not\subseteq Y) = TRUE$ - відповідь «Так, малина це фрукт».
   Якщо $(B \not\subseteq X)\&(A \not\subseteq Y) = TRUE$ - відповідь «Я не знаю малина це фрукт чи ні».
   Якщо $(X \cap Y)\&(X \neq Y) = TRUE$ - відповідь «Ні, малина не фрукт».

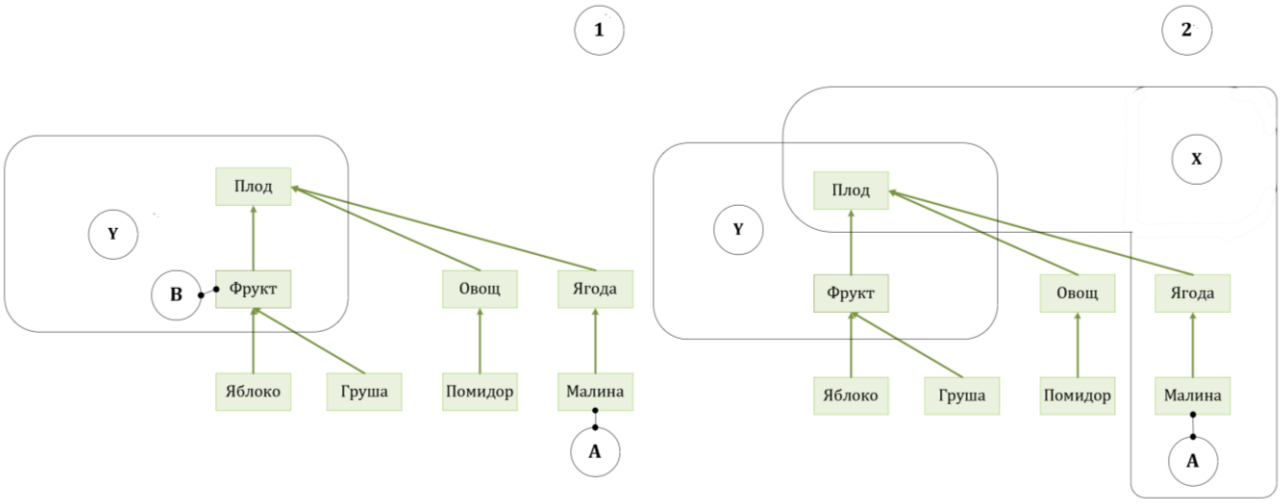


Рисунок 2.8. Пошук відповіді на питання «Малина це фрукт?».

Як ми бачимо з проведених шагів обчислювання відповідь «Ні, малина це не фрукт» цілком логічна і випливає з наявних зв’язків мережі.

2.3 Демонстрація навчання семантичної мережі фактам виконаних дій за допомогою агенту

Систему можна навчати іншими типами зв’язків та з використанням іншого типу вузлів. А саме, використовуючи згадані в першій частині роботи екземплярні фрейми, або денотати - як лексичне поняття [53].

У прикладі на рис 2.9 проводиться формування (гіпонімно-гіперонімного) ендоцентричного ряду в семантичної мережі з використанням механізмів машинного навчання символьних систем. До початку діалогу користувача з фізичної символьної системою дані ендоцентричні ряди відсутні.

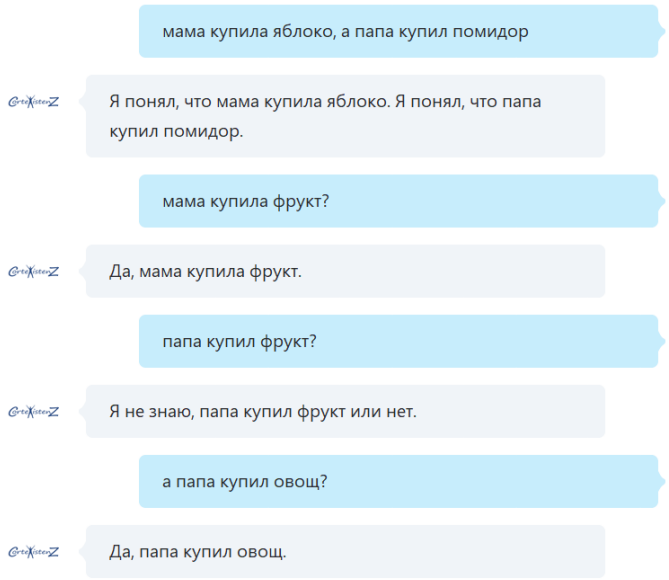


Рисунок 2.9 Навчання системи з використанням екземплярних вузлів.

При навчанні система отримує твердження про дію у минулому (дієслово у минулому часі). Оскільки дія була виконана у минулому часі, система розуміє що учасники дії не є абстракціями, а є певними екземплярами. Наприклад, фраза на звичайній людській мові «дельфін пливе» може свідчити про певну властивість «плити», що притаманна «дельфіну» як класу об’єктів, та у іншому випадку такий самий вираз може свідчити про те, що певний екземпляр «дельфіну» виконує дію «літати» прямо зараз. У той самий час фраза «дельфін ходив по землі» у звичайній мові призводить до висновків про екземпляр

«дельфіну» та описує факт виконання ним певних дій у минулому часі. Щоб описати факт еволюційних змін ми кажемо «дельфін» у множені - «дельфіни ходили по землі», або «дельфіни колись могли ходити». Це приклад попереднього аналізу, який за певних обставин має бути глибшим.

Розглянемо перелік зв'язків та вузлів, що створюються в мережі після навчання за рис. 2.9, тримаючи на увазі, що лексичну обробку, та інший досемантичний аналіз елементів ми не розглядаємо.

Після наведеного набору тверджень для навчання мережі агентом, мережа отримає два різних шару семантичних відносин, що мають різний зміст та застосовність.

Розглянемо фразу «Мама купила яблуко», що поступила до мережі за допомогою агента. Відповідно «Мама» є екземпляром певного прототипу, «Яблуко» є також екземпляром певного прототипу, конкретна дія «купування» - є екземпляром загального прототипу купування. В рамках нашої моделі ми маємо можливість або ввести новий тип зв'язку, що зображає відносини між об'єктом та його певним екземпляром, або продовжити використовувати зв'язок ISA, тримаючи на увазі (у певних правилах обробки запитів) різницю між типами вузлів екземплярів та об'єктів-прототипів. Продовжимо з ISA.

Шар мережі, що зображено на рис. 2.10, описує відносини, що були утворені між екземплярними вузлами мережі (денотатами) та прототипами (десигнатами [53]) - ISA. Відносини між «Мама 1» та «Покупка 1» є відносинами іншого типу ніж ISA. У цих відносинах «Мама 1» є денотатом-екземпляром-агенсом [54] (суб'єкт дії), «Покупка 1» є денотатом-екземпляром-предикатом (дією), «Яблуко 1» є денотатом-екземпляром-пациенсом [55] (об'єкт дії).

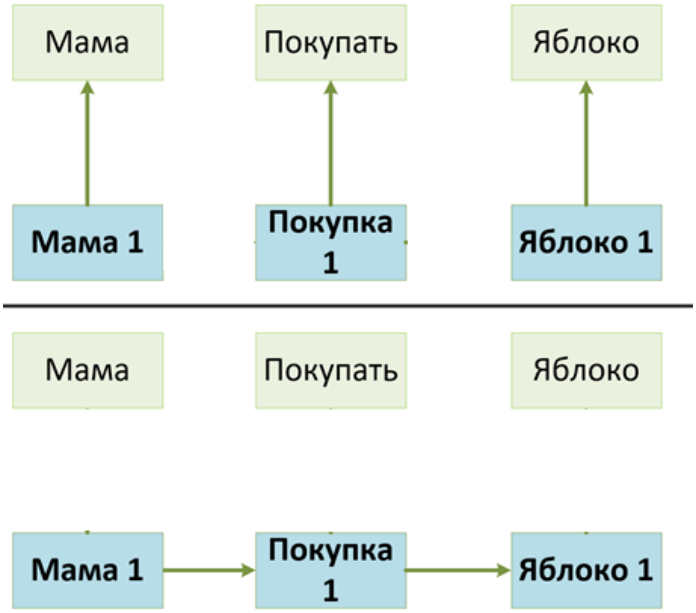


Рисунок 2.10 Два шари відносин семантичної мережі, один - що описує відносини екземплярів, інший – що описує відносини між екземплярами та прототипами.

Якщо ми продовжимо навчання мережі твердженнями, що «Мама це людина», а «Яблуко це фрукт», ми отримаємо додатково нові відносини, зображені на рис 2.11.

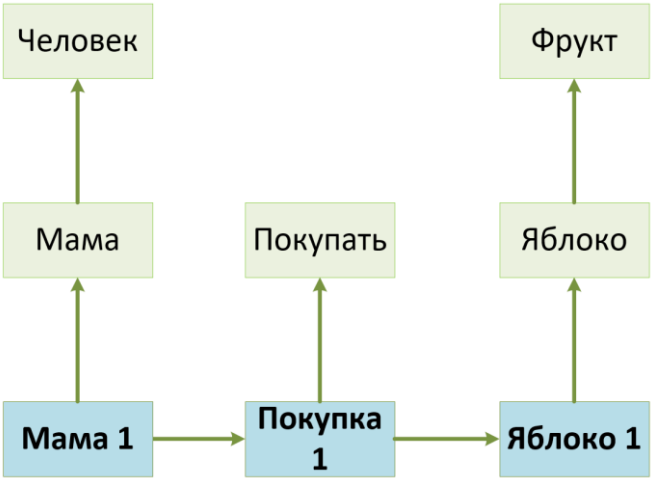


Рисунок 2.11. Прошарок семантичної мережі, що описує відносини екземплярів.

2.4 Виконання символьних розрахунків та формування висновків при побудові верхньої ієрархії семантичної мережі

Після отримання стану частини мережі, що зображена на рис 2.11 виконуючи символічні розрахунки над отриманою часткою мережі можливо скласти новий шар відносин за новим типом CAN - «може виконати дію» (рис 2.12). За рахунок існування екземпляру «Мама 1» - m, що виконала дію купування, ми можемо зробити висновок щодо існування прототипу «Мама» - M (лексичний аналіз, що відсутній у роботі, здатен показати, що слово «мама» не є власним ім'ям і відповідно є словом, що вказує на певний об'єкт). Проводячи аналіз далі ми отримаємо висновки - що існують «Мами», які можуть виконувати дію «Купувати» -A, та існують «Яблука» - Y, що над ними можна використовувати операцію «Купівлі».

$$A(m, y) \Leftrightarrow \text{Мама 1 купила Яблоко 1}$$

$$m \in M \ \wedge \ y \in Y \ \wedge \ A(m, y) \rightarrow \exists M \exists Y \, A(M, Y)$$

Проводячи наступні символічні розрахунки за рахунок відносин «Мама» ISA «Людина» - L та «Яблуко» ISA «Фрукт» - F ми можемо зробити висновки що «Люди» можуть «Купувати» (Існують люди що можуть купувати, та деякі фрукти можна купувати.).

$$M \subset L \ \wedge \ Y \subset F \wedge \left(\exists M \exists Y \, A(M, Y)\right) \rightarrow \exists L \exists F \, A(M, Y)$$

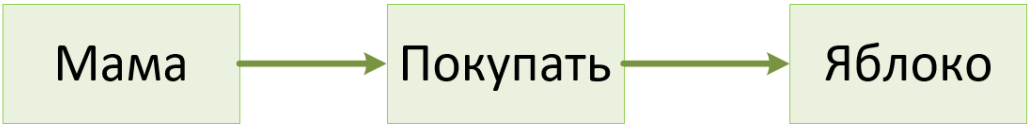


Рисунок 2.12 Прошарок семантичної мережі, що описує відносини прототипів за зв'язками CAN.

Використовуючи агентний підхід до навчання фізичної символьної системи за великої кількості користувачів що взаємодіють з агентом ми

отримуємо можливість робити статистичні розрахунки та давати експертні висновки з певною вірогідністю. Така ситуація більш зручна у разі, коли екземпляри зв'язків що не формують головну онтологію та створені твердженнями одного користувача не видні іншому користувачеві.

Якщо в нас вже є такі зв'язки верхньої онтології, що ми їм довіряємо: «Овоч це плід», та «Ягода це плід» і ми проводимо спілкування агента з десятьма користувачами, що не є експертами. Наприклад, ми отримаємо від восьми з десяти користувачів твердження, що «Кавун це овоч», а від двох «Кавун це ягода». Система може зробити висновок:

«Кавун вірогідніше є овочем».

За певної кількості подібного роду тверджень, або за заявкою клієнту агент може звернутися за роз'ясненням до людини-експерту у галузі «Кавунів», та запитати в нього «Кавун це овоч?», «Кавун це ягода?» отримати відповідь, шо переформує існуючі зв'язки (рис. 2.13).

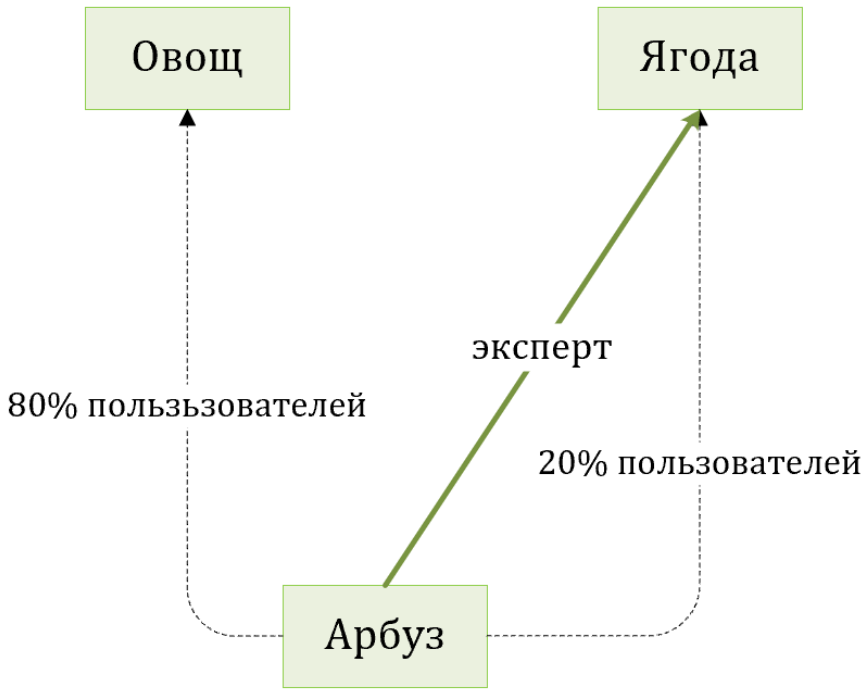


Рисунок 2.13 Переформування зв'язків за експертним висновком.

2.5 Побудова персоналізованих зв’язків володіння

За практичним використанням семантичної мережі її загальна верхня онтологія вже буде сформована певними (вірогідніше автоматизованими) методами. Відповідно в рамках такої побудови для агента розробниками постійно формуються правила, що на певному рівні показують як і які саме зв’язки потрібно будувати для вузлів, в залежності від їх значення.

Наприклад фрази «Мій телефон» і «Мій вчитель» не є рівнозначними, оскільки поняття «володіння» в них носить різний характер – володіння в якості власності для телефону як речі (зв'язок OWN) і «володіння» в якості певних соціальних відносин для людини (OWN AS). Додатково може існувати уточнення – «Мій раб», що дозволить формувати зв’язки власності для екземплярного вузлу, що є людиною.

В рамках системи, яку постійно використовує певний користувач як інструмент для записів (щоденник) або команд, будуть з’являтися твердження, що сформують певну персоналізовану онтологію оточення користувача набором екземплярних вузлами мережі.

Розглянемо приклад навчання мережі рядом тверджень.

«Мій терапевт – Андрій».

«Мій вчитель – Василь»

«Телефон мого вчителя зелений».

«Автомобіль мого терапевта – червоний».

За таким завчанням у нас буде побудована ділянка мережі, що зод=бражена на рис. 2.14 та дозволить виконання певних символічних обчислювань для надання відповіді.

Наприклад відповідь на питання «Якого кольору телефон Василя?», «У кого є червоне авто?».

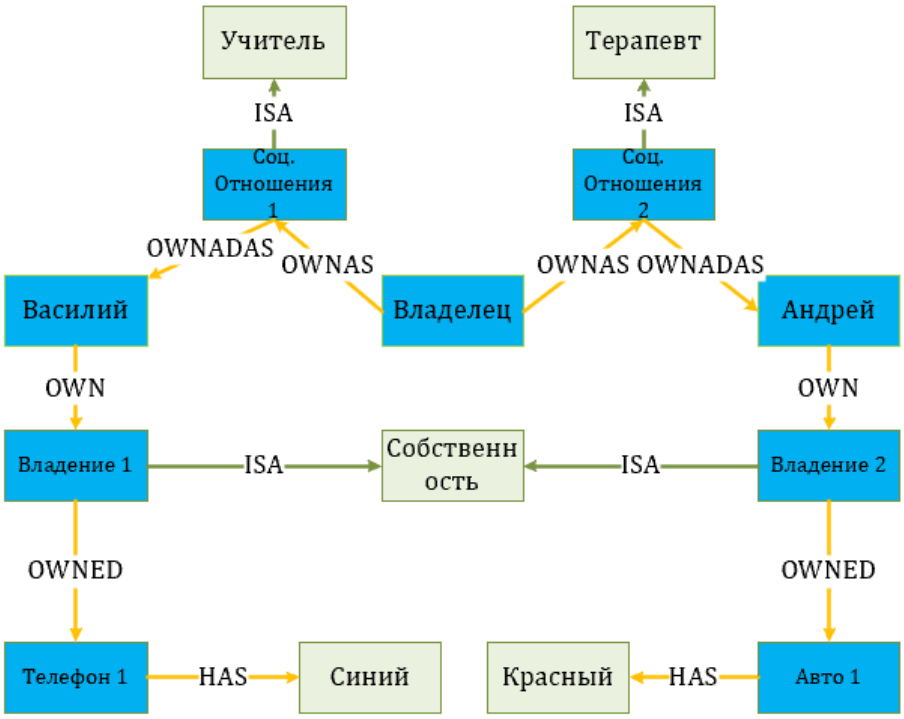


Рисунок 2.14 Формування деталізованих зв’язків володіння.

Такий набір тверджень кожного з користувачів агенту, що функціонує у якості сервісу, дозволяє формувати фрейми із соціальних зв’язків між користувачами та зв’язків володіння певними предметами. Такі фрейми становлять суцільну картину, що характеризує певну особу – користувача, або його контрагента і дозволяє проводити певні припущення щодо політичних, соціальних, споживчих характеристик особи, за наявності певних алгоритмів-правил діяльності агенту, що аналізуватиме запит.

Таку картину світу, навколо особи дуже важко побудувати іншими методами, адже саме агентний підхід робить цю картину актуальною у теперішньому часі.

21 ПОРІВНЯННЯ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ В ПОБУДОВІ СЕМАНТИЧНИХ МЕРЕЖ

3.1 Характеристика методів автоматизованого текстологічного навчання семантичних мереж.

Надані в розділі 1.5 приклади існуючих методів навчання семантичних мереж мають певні характеристики, які слід зазначити до подальшого розгляду.

Такі методи є або повністю автоматичні, або автоматизовані більшою частиною. Пряме порівняння продуктивності наведених методів не раціональне, адже мережі, що ними будуються мають різну структуру і виконують різні задачі, хоча і в рамках семантичної бази знань. Відповідно побудова бази знань у вигляді Wiki-сторінки, у вигляді суто гіпонімно-гіперонімних рядів, та у вигляді проекції визначень тлумачного словника суттєво відрізняються у своєму наборі вимог: наявність розмічених словників, корпусів, експертів спеціалістів у вільному доступі та ін.

Спробуємо виділити загальні риси що характеризують наведені методи, та інші автоматизовані текстологічні методи.

Від’ємні риси автоматизованих текстологічних методів:

- Потребують значної підготовки базового об’єму матеріалів та правил.
- Суттєво залежать від певної редакції корпусів, або словників з власними методами позначення елементів та атрибутів.
- Неповнота корпусів, словників та інших заздалегідь розмічених текстових даних первинного навчання призводить до необхідності одночасного вживання декількох редакцій корпусів/словників, при чому відбувається певний перетин вживаних онтології з різними позначеннями. За таких обставин вимагає додаткових методів адаптації елементів перетину.

- Незважаючи на автоматизацію можуть часто потребувати наявності експерта з певної онтологічної сфери та ручного вводу певних значень. Така наявність вчасно не може гарантуватися, особливо, якщо база знань передбачає існування не в межах однієї онтології – потрібно багато експертів у різних сферах.
- Використання може призводити до запису помилкових зв'язків, деякі з яких буде важко відслідкувати.
- Навчання є умовно одноразовим. Тобто, навіть за умови отримання найповніших словників та корпусів мови такий засіб не передбачає зміну у мові через декілька років, або навіть у самий момент навчання. Нові змісти слів та нові слова не потрапляють автоматично до мережі і потребують додаткових механізмів втручання. Частіше за все – ручного.
- Семантичні мережі, що будуються автоматичним шляхом на основі загальних текстів погано підходять для виконання символічних обчислювань, що є основою фізичної символьної системи, як тої, що може виконувати певні міркування та надавати раціональні відповіді, навіть у питаннях класифікації (рис 3.1).

Рисунок 3.1 Семантична модель тексту, побудована за використання системи TexTerra [75]

Відповідно позитивними рисами автоматизованих текстологічних методів навчання є:

- Велика швидкість навчання великим об’ємам фактологічного матеріалу.
- Швидкість тестування результатів за певних умов (проведені тести не гарантують вірність результатів по парам питання-відповідь що не потрапили до тесту).
- За стандартних обставин не потребує великої кількості експертів при звуженні онтології та великої кількості користувачів.

За таких умов переліку позитивних і негативних рис використання суто автоматизованих методів навчання семантичних мереж, що є базою знань та чатиною фізичної символьної системи стає недоцільним. Такі методи не передбачають можливості зручної модифікації зв’язків у майбутньому. Не відповідають вони і зазначеним у 1.2 потребам, за якими «в будь-якій реальній ситуації поведінка відповідає цілям системи і адаптивна до вимог, що пред'являються навколишнім світом, в межах деяких обмежень, які стосуються швидкості і складності».[12]

3.2 Характеристика агентно-орієнтованого підходу в розробці фізичної символьної системи при формуванні семантичної мережі

З огляду на теоретичні моменти, розглянуті у частині 1 даної роботи та огляд практики побудови семантичної мережі з використанням агентного підходу у вигляді агенту-чатботу питання-відповідної системи мі можемо зробити наступні висновки стосовно використання даного методу побудови баз знань.

Від'ємні риси агентно-орієнтованого підходу:

- Значний термін виконання запитів по формуванню зв'язку та надання відповіді. Існуючий агент[59], що працює за таким підходом, на питання «Яблуко це фрукт?» дає відповідь приблизно 20 секунд. У даному випадку такий великий термін має за причини дешеві тарифи на хостинг та відсутність оптимізації. Але у найкращому випадку залишиться лаг часу самої мережі Internet та інфраструктури обробки повідомлення під час його пересилання. Така методика навчання одним користувачем великої кількості зв'язків не доцільна.
- Для повноцінної максимізації продуктивності такого підходу потребує значної кількості користувачів, що будуть виконувати явно або неявно роль експертів з певним рівнем компетенції.
- Потребує значної роботи по формулюванню механізмів лінгвістичної обробки запитів користувачів.

Позитивні риси агентно-орієнтованого підходу:

- Пряма відповідність внутрішнього стану усім змінам зовнішнього світу. У реальному часі такий підхід надає можливість відстежувати лексичні та семантичні зміни. Агентний підхід дозволяє проводити навчання бази знань у поточному режимі. Результати такого навчання будуть відповідати реальній картині світу у кожен момент часу.

- Можливість гнучко масштабувати процес навчання на велику кількість експертів з різних сфер. Практично кожен і усі разом з потенційних мільярдів користувачів може виступати у ролі експерта з певним рівнем довіри.
- Рівень довіри експертів можливо гнучко налаштовувати. Відповідно експерт з великим рівнем довіри у одній сфері може мати найнижчий рівень довіри у інших.
- Можливість комбінувати агентний підхід з методами автоматизованого текстологічного навчання. Фактично використання агентного підходу доцільно після проведення первинного навчання системи набагато скорішими методами.
- Можливість гнучкого налаштування системи до певної онтології за рахунок встановлення певних прав доступу користувача, до конкретних зв'язків, що будуть розглядатися агентом при обробці запиту користувача. Також для певної організації можливо є доцільним персональне навчання системи своїй власній онтології. Для цього надається звичний для нефахівця інструмент чатботу.
- Використання агентного підходу дозволяє не готувати велику складну базу знань відразу. Проводити навчання постійно, відповідно до звернень користувачів.
- Агентно-орієнтований підхід дозволяє агенту виділяти проблемні питання – ділянки семантичної мережі зі спірними зв'язками та звертатися до користувачів з рангом експертів за роз'ясненням таких зв'язків.
- Система, що побудована за таким підходом може давати розумні висновки за рахунок навчання її тими ж самими методами, як і людину – надання певних тверджень, що описують дійсність від людини-експерта.
- Зручний та звичний інтерфейс взаємодії знижує поріг входження для користувача системи.

- Якість зв’язків, що побудовані за використання агентно-орієнтованого підходу, становить значно вищий рівень.

Система що працює використовуючи агентний підхід за наявності великої кількості одночасно існуючих користувачів значно сильніше і точніше відображає станом своєї семантичної мережі певну «колективну дійсність» цих користувачів, ніж інша система, що побудована на основі суто аналізу певного словнику. Хоча такий словник може бути наслідком глибокого синтезу понять з різних джерел він у будь-якому випадку буд е відображати лише дійсність у розумінні певної групи людей. Так з’явлення у лексичному просторі нового слова, або нового змісту вже існуючого слова не буде вчасно відстежено та опубліковано групою лінгвістів. Навпаки таке явище буде своєчасно відстежено агентно-орієнтованою системою у зв’язку з новим контекстом використання такої конструкції. Наприклад слово «бомбити» дуже довго мало одне певне конкретне значення – виконувати бомбометання на певній території. За декілька останніх років з’явився новий сенс цього слова – хвилюватися, нервувати з певного приводу, агресивно реагувати на щось. За такими умовами фраза «Мене бомбить» адресована до агента дозволить системі вірно відслідкувати емоційний стан користувача. У іншому випадку – система не зможе зв’язати сенс слів і зробити висновок. Так само «грати в шахи на дорозі», «шнурки в стакані», «відпустка – це клас!» - такі фрази для вірного розуміння контексту потрібно відслідковувати завчасно при їх появі у мовному просторі, за інших випадків фізична символьна система не зможе вірно відстежувати зміст.

База знань, що будується без використання агентного підходу не зможе забезпечити для користувачів певного денотативного рівня знань. Іншими словами система, що навчалася лише за словниками та математичними методами аналізу якогось загального тексту не зможе робити вірних персоналізованих висновків за схемою символічних обчислювань. Наприклад, бази знань, що будуються за іншими принципами, не зможуть надати такої рекомендації як на рис 3.1.

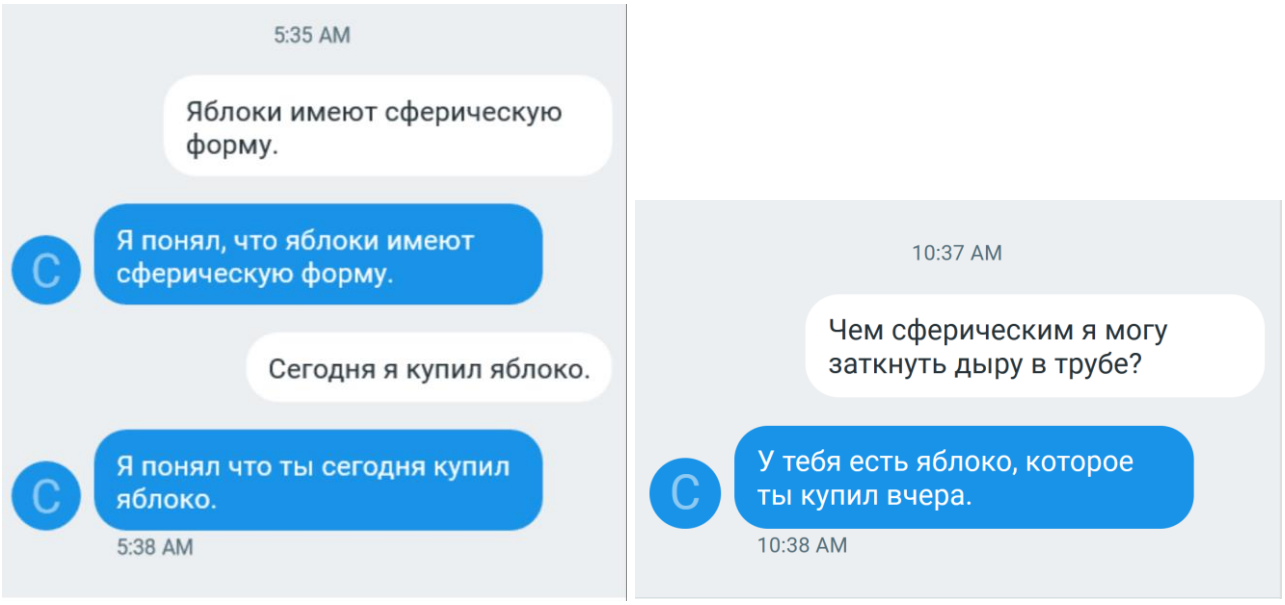


Рисунок 3.2 Приклад діалогу з отриманням рекомендації від агента

3.3 Огляд сфер та проектів, в яких є перспективним впровадження агентно-орієнтованого підходу при побудові семантичних мереж

Сфери та проекти для використання агентного підходу прямо випливають з його характерних рис та позитивних моментів.

Для вдалого використання агентного підходу при навчанні семантичних мереж фізичної символьної системи необхідна велика база користувачів. Така база постійних користувачів існує у популярних інтелектуальних агентів, що найчастіше вбудовані у звичні побутові пристрої - Siri, Алiса, Google Assistant, Cortana, Xiaoice. Інтелектуальні можливості для проведення символьних обчислювань, що можуть давати розумні висновки на базі тверджень самих клієнтів, на 2021 рік відсутні (не демонструються цими системами).

Також базою для використання агентно-орієнтованого підходу до навчання семантики можуть виступати компанії, що надають послуги з чатботів-консультантів. Для впровадження таких чатботів часто проводять певні дослідження по клієнтами фразам, словам та ін. що використовують клієнти. Це може суттєво допомогти як формуванню галузево-залежної частини верхньої онтології семантичної мережі, так і налаштуванням первинної обробки людської мови.

ВИСНОВКИ

У даній магістерській роботі було проведено розгляд базових принципів побудови фізичної символьної системи, як інтелектуальної системи, що здатна робити раціональні висновки, використовуючи символьні обчислювання. Розглянуто механізми зберігання та використання інформації у вигляді баз знань та спосіб зберігання інформації у символьній формі з використанням баз знань у форматі семантичних мереж.

Оскільки семантичні мережі у спрощеному вигляді являють собою вузли-символи-поняття та зв'язки між цими вузлами, значної уваги потребує розгляд видів таких зв'язків, що можуть мати сенс для практичної реалізації. Зважаючи на те, що не існує єдиної класифікації видів зв'язків у семантичних мережах - було зроблено огляд найбільш повної класифікації із знайдених. У подальшому розгляді використовувалися переважною більшістю гіпонімно-гіперонімні зв'язки, що формують ендоцентричні ряди виду клас/надклас. У рамках загального огляду були розглянуті приклади не агентно-орієнтованих способів побудови семантичних мереж, що технічно являють собою методи автоматизованої обробки великих об'ємів певною мірою розмічених текстових даних. Такі методи потребують значної первинної підготовки даних та втручання експертів з певних онтологій.

Також було зроблено теоретичний огляд поняття інтелектуального агенту та агентно-орієнтованого підходу у розробці програмного забезпечення. Було розглянуто певні різновиди агентів та можливість їх класифікації.

У останньому пункті першого розділу було наведено декілька прикладів існуючих проектів, що використовуючи агентний підхід формують свої власні бази знань.

У другому розділі розглянуто модель бази знань системи, що за своїми ознаками може бути прийнята як основа фізичної-символьної системи і на основі

якої можуть бути проведені певні символьні обчислення, що демонструють можливість виробляти раціональні інтелектуальні відповіді. Було надано ряд прикладів навчання частини системи та приклади роботи алгоритму, що може дати раціональну, логічну і вірну відповідь.

За наявної моделі було виконано порівняння можливостей, а також сильних і слабких сторін традиційних автоматизованих методів навчання семантичних мереж та агентно-орієнтованого, приклад якого надано у другому розділі.

Було зроблено певні висновки, одним із з головних у тому числі є те, що на практиці необхідно комбінувати автоматизовані методи побудови мережі з використанням словників, корпусів та інших видів розміченого та іншим чином підготовленого тексту із агентним підходом. Саме така комбінація здатна надати процесу навчання фізичної символьної системи усіх позитивних рис обох типів методів, та нівелювати або зменшити негативні риси кожного з них.

За отриманих висновків було надано рекомендацій по типам проектів, в яких є доцільним використання агентного підходу на постійному рівні. Показано, що такі проекти для своєї практичної ефективності мають працювати з великою кількістю окремих користувачів, що будуть виступати у ролі колективного експерту для навчання системи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 ДСТУ 8302:2015. БІБЛІОГРАФІЧНЕ ПОСИЛАННЯ. Загальні положення та правила складання / Нац. стандарт України. Вид. офіц. [Уведено вперше; чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 17 с. (Інформація та документація).

2 de Silva C. W. *Intelligent Machines: Myths and Realities,* CRC Press, (Ed.) (2000) p. 13

3 L.A. Selby-Bigge, M.A. - A Treatise of Human Nature by David Hume, reprinted from the Original Edition in three volumes and edited, with an analytical index, (Oxford: Clarendon Press, 1896). PLL v6.0 (generated September, 2011) http://oll.libertyfund.org/title/342

4 Rudolf Carnap - The Logical Structure of the World and Pseudoproblems in Philosophy Original German edition first published in 1928 as Der Logische Aufbau der Welt Copyright © 1967 The Regents of the University of California Copyright © 2003 Carus Publishing Company

5 Стюарт Рассел, Питер Норвиг - Искусственный интеллект Современный поход,-2-е изд.: Пер.с анг.-М.:ООО « И.Д.Вильяимс», 2007.- 1408 с

6 Aristotle's ‘‘De Motu Animalium’’ Nussbaum M. C. (1978. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. c. 40)

7 Арістотель Нікомахова етика Переклад з давньогрецької Віктор Ставнюк. - К. «Аквілон-Плюс», 2002. - 480 с

8 Newell, A.; Shaw, J.C.; Simon, H.A. (1959). – Report On A General Problem-Solving Program

9 Crevier, Daniel (1993), AI The Tumultuous Search for Artificial Intelligence, New York, NY BasicBooks, ISBN 0-465-02997-3

10 https://en.wikipedia.org/wiki/Logic_Theorist

11 Джарратано Джозеф, Райли, Гари . Д40 Экспертные системы: принципы разработки и программирование, 4-е издание. : Пер. с англ. — М. : ООО “И.Д. Вильямс”, 2007. — 1152 с.

12 Ньюэл А., Г. Саймон Информатика. ФСС. 1975 - с.1

13 Питер Джексон. Введение в экспертные системы, 3-е издание.-М.: ООО “И.Д. Вильямс”, 2001.- 624 с

14 Smith B. C. (1982). Reflection and Semantics in a Procedural Language. MIT-TR-272, Massachusetts Institute of Technology. Also in Readings in Knowledge Representation (Brachman R. J. and Levesque H. J., eds.), 1985. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann.

15 Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем, учебник.-П. Изд. «Питер», 2000. 443с.

16 Ефремова Т. Ф. Современный толковый словарь русского языка: В 3 т. — М. : АСТ, Астрель, Харвест, 2012.- 1168с

17 Г. Б. Гутнер. Новая философская энциклопедия : в 4 т. / пред. науч.-ред. совета В. С. Стёпин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Мысль, 2010. — 2816 с.

18 https://iphlib.ru/library/collection/newphilenc/document/HASH2f2794c678afbd2def7e2f

19 Бабкин, Э.А. Принципы и алгоритмы искусственного интеллекта: Монография / Э.А. Бабкин, О.Р. Козырев, И.В. Куркина. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т. 2006. 132 с.

20 Storey, V. C. (1993). Understanding semantic relationships. The VLDB Journal, 2(4), 455–488. 1993

21 Winston, M.E., Chaffin, R., and Herrmann, D. A taxonomy of part-whole relations. Cognitive Science, 11:417-444, 1987.

22 Storey, V.C. Meronymic relationships. Journal of Database Administration, 2(3)22-35, 1991.

23 Chaffin, R., Herrmann, D.J., and Winston, M. An empirical taxonomy of part-whole relations: Effects of part-whole type on relation identification Language and Cognitive Processes, 3(1): 1988.-17-48с

24 Winston, M.E., Chaffin, R., and Herrmann, D. A taxonomy of part-whole relations. Cognitive Science, 11:417-444, 1987.

25 https://ru.wikipedia.org/wiki/Логика_первого_порядка

26 W.A.Woods - What's in a link - foundations for semantic networks - 1975

27 Minsky M. (1975). A framework for representing knowledge. In The Psychology of Computer Vision (Winston P. H., eds.) p. 211-277. New York: McGraw-Hill. (Русский перевод: Минский М. Структура для представления знания. — В сб. Психология машинного зрения. Под. ред. П. Уинстона. М.: Мир, 1978.)

28 Lassila O., McGuinness D. The Role of Frame-Based Representation on the Semantic Web // Linköping Electronic Articles in Computer and Information Science. 2001. Vol. 6, no. 005

29 Шенк Р., Хантер Л. Сборник научно-популярных статей «Реальность и прогнозы искусственного интеллекта», серия «В мире науки и техники», Познать механизмы мышления. - М.: Мир, 1987.

30 Patrick J. Hayes, "The Logic of Frames", in D. Metzing (ed.),Frame Conceptionsand Text Understanding, 46-61, Walter de Gruyter and Co., Berlin, 1979

31 Fellbaum C. WordNet: An Electronic Database. MIT Press, 1998. 449 pp

32 Navigli R., Ponzetto S. P. BabelNet: The automatic construction, evaluation and application of a wide-coverage multilingual semantic network // Artificial Intelligence. 2012. Vol. 193. P. 217–250.

33 Allan K. Concise Encyclopedia of Semantics. Oxford, UK: Elsevier Science, 2009. 1104 pp.36

34 Ferrucci D., Brown E., Chu-Carroll J. et al. Building Watson: An Overview of the DeepQA Project // AI Magazine. 2010. Vol. 31, no. 3. P. 59–79.

35 https://uk.wikipedia.org/wiki/Обробка_природної_мови

36 Roget P.M. Roget’s Thesaurus of English Wordsand Phrases Ed. By S.M.Lloyd. Harlow, Essex: Longman, 1982. 1247 pp

37 Константинова Н.С., Митрофанова О.А. Онтологии как системы хранения знаний // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы». 2008. 54 с. URL: http://www.ict.edu.ru/ft/005706/68352e2-st08.pdf

38 Turing A. (1950) Computing machinery and intelligence. Mind, 59, p. 433-460.

39 Michael Wooldridge and Nicholas R. Jennings - The Knowledge Engineering Review, Vol. 10_2, 1995, 115-152 Intelligen agents theory and practice

40 Yoav Shoham - Agent-oriented programming . Artificial Intelligence (1993) 51-92 51 Elsevier ARTINT 931 Robotics Laboratory Computer Science Department, Stanford University Stanford, CA 94305, USA

41 Michael Wooldridge, Paul E. Dunne (auth.), Cristiano Castelfranchi, Yves Lespérance (eds.) - Lecture Notes in Computer Science 1986 - - Intelligent Agents VII Agent Theories Architectures and Languages_ 7th In

42 Wooldridge, M. 1995. Intelligent Agents: Theory and Practice // Knowledge Engineering Review. No. 10 (2). (2002). Intelligent Agents The Key Concepts. Lecture Notes in Computer Science, 3–43.

43 Nwana H. S., 1996. Software Agents: An Overview // Knowledge Engineering Review. Vol.ll, №3. Cambridge University Press. P. 1-40.

44 Genesereth M. R., Fikes R. E,, 1987. Knowledge interchange format, version 3.0. Reference manual // Technical report, Logic-92-1. Computer Science Dept., Stanford University

45 Д.А. Поспелов - Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. Москва «Радиоисвязь» 1989г.

46 Paolo Ciancarini Michael J. Wooldridge (Eds.) Agent-OrientedSoftware Engineering 2000

47 John R. Searle - Speech Acts - An Essay in the Philosophy of Language. Cambridge University Press, 1969.

48 Collins, A. M., & Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 8,240–247. http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371(69)80069-1

49 Vencislav Popov, Pennsylvania Penka Hristova - The Relational Luring Effect: Retrieval of Relational Information During Associative Recognition Articlein Journal of Experimental Psychology General -

50 Кочерган М. П. Вступ до мовознавства: Підручник. — Вид.2-ге.-К.: ВЦ «Академія», 2008. — 368 с. (Альма-матер).

51 David E.Rumelhart and Peter M.Todd - Learning and Connectionist Representations.

52 http://cortexistenz.com/article/expiriment_6

53 Фреге Г. Смысл и денотат // Семиотика и информатика. Opera selecta: Сб. науч. статей. — М., 1997. — № 35. — С. 352-379.

54 https://vue.gov.ua/Агенс

55 https://gufo.me/dict/bse/Пациенс

56 https://ru.akinator.com/

57 Е. В. Нестерова, Т. В. Зайцева, Н. Н. Смородина, Р. А. Маматов and А. А. Слободюк О некоторых подходах к построению самообучающихся экспертных систем

58 https://www.ibm.com/cloud/watson-assistanth

59 https://submemory.com/

60 Корреляции семантического поля: гипонимия. — Текст : электронный // Myfilology.ru – информационный филологический ресурс : [сайт]. – URL: https://myfilology.ru//semantika/korrelyaczii-semanticheskogo-polya-giponimiya/

61 Сусов И. П., «Введение в теоретическое языкознание», Пропозициональная структура предложения [сайт]. – URL: http://homepages.tversu.ru/~ips/5_02.htm

62 Петрасова С.В - Автоматическое построение элементов семантической сети на базе толкового словаря предметной области (2013)

63 Федорченко Л. А. - Метод автоматизированного построения семантической сети терминов учебной дисциплины / Л. А. Федорченко, Н. Ф. Хайрова, А. И. Довнарь, С. О. Булгаков // Радіоелектронні і комп’ютерні системи. - 2011. - № 4. - С. 115–120.

64 Письмак А.Е. - Метод автоматического формирования семантической сети из слабоструктурированных источников. Программные продукты и

системы - Международный научно-практический журнал № 3, 2016 [на стр. 74-78]

65 Kowalski T.J., Levy L.S. Rule-based programming. Springer Science & Business Media, 2012, 306 p.

66 Д.А.Усталов, А.В.Созыкин - Комплекс программ автоматического построения семантической сети слов 2017г.

67 Ustalov D.A. Concept Discovery from Synonymy Graphs. Vychislitel'nye tekhnologii [Computational Technologies]. 2017. vol. 22, Special Issue 1. pp. 99–112. Available at: http: //depot.nlpub.ru/ustalov.jct2017.pdf (accessed: 25.04.2017).

68 https://uk.wikipedia.org/wiki/Питально-відповідна_система

69 Аналитический сборник. Альманах. Искусственный интеллект. Центр компетенций Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект», апрель 2021 г. http://www.aiReport.ru

70 https://www.ibm.com/blogs/watson/2020/12/watson-assistant-improves-intent-detection-accuracy-leads-against-ai-vendors-cited-in-published-study/

71 https://uk.wikipedia.org/wiki/Семантична_мережа

71 Landis, T.Y., Herrmann, D.J., and Chaffin, R. Development differences in the comprehension of semantic relations. ZeitschriftfarPsychologie, 195(2):129-139, 1987.

72 Winston, M.E., Chaffin, R., and Herrmann, D. A taxonomy of part-whole relations. Cognitive Science, 11:417-444, 1987.

73 Chaffin, R., Herrmann, D.J., and Winston, M. An empirical taxonomy of part-whole relations: Effects of part-whole type on relation identification. Language and Cognitive Processes, 3(1): 17-48, 1988.

74 https://en.wikipedia.org/wiki/Xiaoice

75 Турдаков Д. Ю., Андрианов И. А., Астраханцев Н. А., Майоров В. Д., Недумов Я. Р., Сысоев А. А., Федоренко Д. Г. - Семантический анализ текстов с использованием системы TexTerra

ДОДАТОК 1

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра Інженерії програмного забезпечення

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:
«АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД В РОЗРОБЦІ ФІЗИЧНОЇ СИМВОЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ПОБУДОВІ СЕМАНТИЧНИХ МЕРЕЖ»

Виконав: студент 7 курсу, групи ІПЗМ-71
Маілян А.С.
Керівник: к.т.н,., доцент каф. ІПЗ
Негоденко О.В.

ДУТ, Україна, м Київ 2021р.

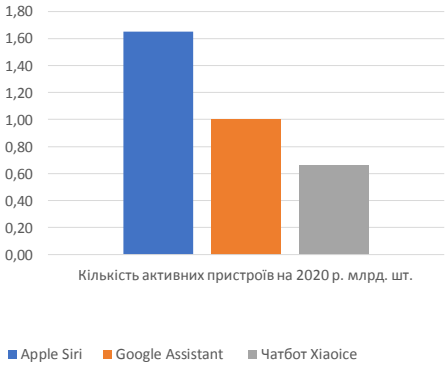
Слайд 2 МЕТА, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Мета роботи – дослідження використання агентно-орієнтованого підходу у навчанні семантичних мереж що являють базу знань при формуванні фізичної символьної системи.

Об'єкт дослідження – доцільність використання агентно-орієнтованого підходу при побудові семантичних мереж, що формують базу знань фізичної символьної системи.

Предмет дослідження – семантичні мережі та методи їх побудови.

Слайд 3 ПОШИРЕНІСТЬ АГЕНТІВ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ВЗАЄМОДІЇ З ІНФРАСТРУКТУРОЮ



Діаграма 1. Розповсюдження найбільш популярних агентів

- До кінця 2021 очікується, що близько чверті населення Землі будуть користуватися месенджерами.
- Світовий ринок чат-ботів в сфері охорони здоров'я зросте до $ 594,8 млн до 2027 року (середнє зростання в рік перевищить 20%), з прогнозу Emergen Research.
- Ринок охорони здоров'я має потенціал заощадити до $ 150 млрд за рахунок інтеграції чат-ботів.

Слайд 4 ПРИКЛАДИ ПРОЕКТІВ З АГЕНТНИМ ПІДХОДОМ

Рис.1 Акінатор - интернет-игра

Рис.2 IBM Watson Assistant

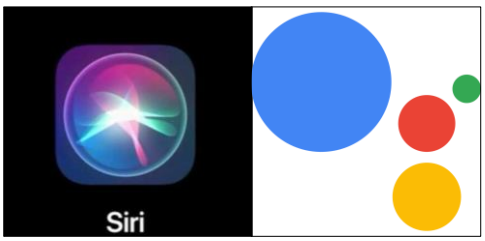


Рис.3 Агенти Siri та Google Assistant

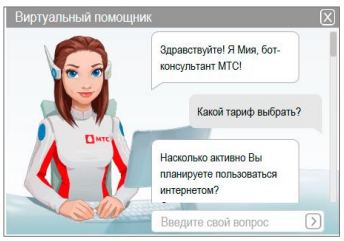


Рис.4 Агенти-чатботи, що вбудовані до різних сервісів

Слайд 5 КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ БАЗ ЗНАНЬ

Рис.5 Методи отримання знань

Рис.7. Навчання бази знань за використання агентного підходу з діалогом

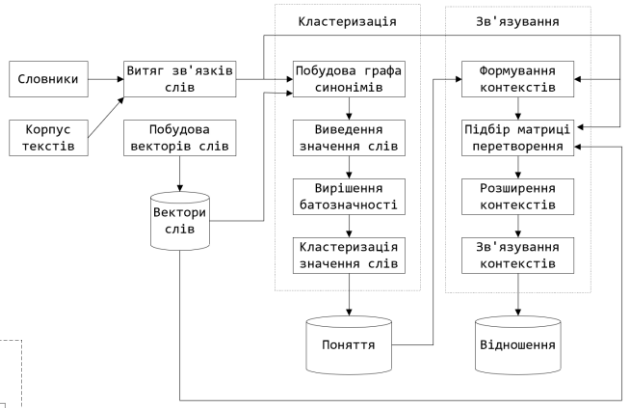


Рис.6. Загальна схема типового метода автоматизованого навчання бази знань

Традиційним методом отримання знань для бази знань є автоматизовані текстологічні методи обробки великих масивів текстових даних на розмічених словниках, корпусах та ін.

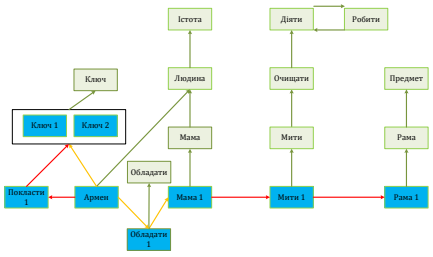
Слайд 6 ВИКОРИСТАНІ ІНСТРУМЕНТИ

Використані інструменти

- IDE Visual Studio 2019
- Microsoft SQL Server 2019
- Microsoft Visio
- Telegram Messenger

- Розмічений словник opencorpora.org
- Примірники «Русский семантический словарь. Толковый словарь, систематизированный по классам слов и значений» Н. Ю. Шведової

Програмна модель



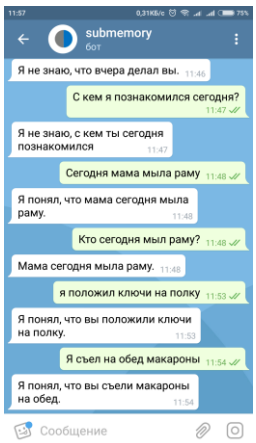


Рис.8 Інтерфейс взаємодії та результати побудови частини семантичної мережі

Слайд 7 ПРИКЛАД ВИРІШЕННЯ ТИПОВОГО ПИТАННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ

$(A \subset B)\&(A \neq B)\&(A \neq \emptyset) = TRUE \Rightarrow$ «Так, малина це фрукт».

$(B \subset A)\&(B \neq A)\&(B \neq \emptyset) = TRUE \Rightarrow$ «Ні, навпаки, фрукт це малина».

$(A \not\subset B)\&(B \not\subset A)\&(B \neq \emptyset)\&(A \neq \emptyset) = TRUE \Rightarrow$ «Я не знаю малина це фрукт чи ні».

$(A \subseteq B)\&(B \subseteq A)\&(B \neq \emptyset)\&(A \neq \emptyset) = TRUE \Rightarrow$ «Так, малина це фрукт». (Синоніми)

Існує множина гіперонімів Z, де :

$(A \subseteq Z)\&(B \subseteq Z)\&(A \neq B)\&(B \neq \emptyset)\&(A \neq \emptyset) = TRUE \Rightarrow$ «Ні, малина не фрукт»

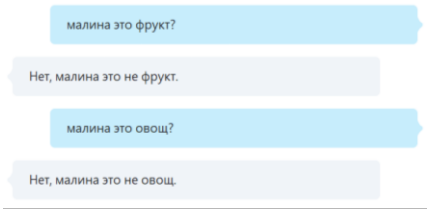


Рис.9 Запит користувача агенту, що призвів до пошуку відповіді

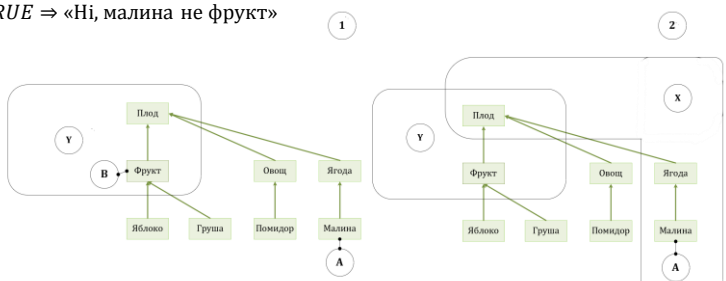
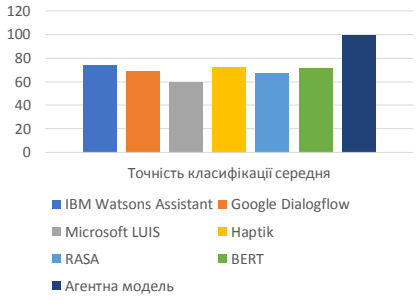


Рис.10 Вирішення питань гіпонімно-гіперонімних відносин за символічних обчислювань

Слайд 8 ПОРІВНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ

Діаграма 2. Швидкість побудови зв'язків під час навчання мережі



Діаграма 3. Точність класифікації слів на навченій системі

Рис.11 Ділянка семантичної мережі за агентним підходом

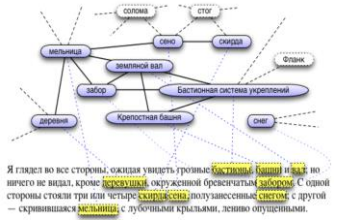


Рис.12 Ділянка семантичної мережі за автоматизованим методом навчання

Слайд 9 ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

Переваги використання

- Можливість використання в символьних обчислювань у фізичній символьній системі для надання раціональних висновків та відповідей.
- Висока точність побудови зв'язків.
- Можливість побудови персональної онтології клієнта-користувача з описом його картини світу за принципом фреймів.
- Широка розповсюдженість агентів, що вбудовані в пристрої та сервіси.
- Можливість поєднання з класичними автоматизованими методами навчання мереж.

Недоліки використання

- Низька швидкість навчання мережі.
- Потребує значної попередньої роботи з текстом.
- Потребує значної проробки лінгвістичних аналізаторів.
- Велика залежність від магістрального рівня передачі повідомлень та певних провайдерів послуг месенджерів та ін.
- Для якісної роботи потребує велику кількість абонентів-користувачів.

Слайд 10 ВИСНОВКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

При виконанні роботи було виконано наступні задачі.

1. Розглянуто базові принципи, необхідні для формування фізичної символьної системи.
2. Розглянуто приклади існуючих методів навчання баз знань, що існують у форматі семантичних мереж.
3. Проведено дослідження агентного підходу у формуванні баз знань, як елементу фізичної символьної системи, що представлена у вигляді семантичної мережі.
4. Побудовано моделі відносин між вузлами семантичної мережі, що виникають під час її навчання.
5. Розглянуті приклади алгоритмів виконання символьних розрахунків на наявній частині семантичної мережі.
6. Розглянута можливість навчання семантичної мережі за участю експертів різного рівня компетентності у певній онтологічній сфері з використанням агентного інтерфейсу питально-відповідної системи.
7. Виконано порівняння автоматизованих та агентно-орієнтованого методів навчання семантичної мережі фізичної символьної системи.
8. Надано рекомендації до можливих та доцільних сфер застосування агентно-орієнтованого підходу у навчанні семантичної мережі.