

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Інтелектуальна система підтримки та супроводу
користувача на основі агентів ШІ

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи СНм-61
спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Пановик Н.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Сверстюк А.С.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Никитюк В.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

"17" листопада 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

студенту Пановик Назарій Сепанович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інтелектуальна система підтримки та супроводу користувача на основі агентів ШІ.

Керівник роботи д.т.н., проф. Сверстюк А.С.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від "27" листопада 2025 року № 4/7-1042

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Літературні джерела з тематики роботи

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

ВСТУП; 1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ШІ АГЕНТІВ; 1.1 Типи задач, для вирішення яких використовуються ШІ агенти; 1.2 Агентські проти неагентних чат-ботів ШІ; 1.3 Принципи роботи ШІ агентів; 1.4 Типи агентів штучного інтелекту; 1.5 Варіанти використання агентів штучного інтелекту та переваги їх використання; 1.6 Асистенти зі штучним інтелектом як об'єкт дослідницької роботи; 2 АНАЛІЗ ШІ АГЕНТІВ ЯК АСИСТЕНТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ; 2.1 Огляд можливостей агентів штучного інтелекту в задачах обслуговування клієнтів; 2.2 Варіанти використання агентів штучного інтелекту; 2.3 Варіанти використання агентів ШІ в обслуговуванні клієнтів; 2.4 Інтеграція штучного інтелекту в ширшу стратегію взаємодії з клієнтами; 3 Опис ПРОЄКТУ ПРОПОНОВАНОЇ СИСТЕМИ; 3.1 Типи архітектур ШІ агентів; 3.2 Типи агентів архітектури; 3.3 Реактивні, деліберативні та когнітивні архітектури; 3.4 Принцип взаємодії агентів в мультиагентній архітектурі; 3.5 Приклад побудови ШІ агента супроводу користувача; 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ; ВИСНОВКИ; СПИСОК ДЖЕРЕЛ; ДОДАТКИ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сенчишин В.С., к.т.н., доц. каф. МТ		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Теслюк В.М., проректор з адміністративно-господарської роботи та будівництва		

7. Дата видачі завдання 17 листопада 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	17.11.25-18.11.25	Виконано
2.	Підбір наукових джерел за темою роботи	19.11.25-20.11.25	Виконано
3.	Переклад та опрацювання наукових джерел за темою кваліфікаційної роботи	20.11.25-23.11.25	Виконано
4.	Виконання дослідження щодо теми кваліфікаційної роботи	24.11.25-10.12.25	Виконано
5.	Оформлення першого розділу	11.12.25-12.10.25	Виконано
6.	Оформлення другого розділу	12.12.25-13.12.25	Виконано
7.	Оформлення третього розділу	13.12.25-14.12.25	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу "Охорона праці"	08.12.25-09.11.25	Виконано
9.	Виконання завдання до підрозділу "Безпека в надзвичайних ситуаціях"	10.12.25-12.12.25	Виконано
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	12.12.25-31.12.25	Виконано
11.	Нормоконтроль	14.12.25-15.12.25	Виконано
12.	Перевірка на плагіат	15.12.25	Виконано
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	18.12.25	Виконано
14.	Захист кваліфікаційної роботи	22.12.2025	

Студент

(підпис)

Пановик Н.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Сверстюк А.С.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

"Інтелектуальна система підтримки та супроводу користувача на основі агентів ШІ" // Кваліфікаційна робота освітнього рівня "Магістр" // Пановик Назарій Мирославович // Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНм-61 // Тернопіль, 2025 // с. – 64, рис. – 8, табл. – 0, джерел – 10.

Ключові слова: штучний інтелект, агенти ШІ, супровід користувача, чат-бот, Python

Агенти штучного інтелекту (ШІ) – це програмне рішення, котре виконує завдання в автономному режимі для реалізації виробничих процесів з використанням наданих цій системі інструментів.

Агенти штучного інтелекту здатні реалізовувати різноманітні функції а саме прийняття рішень, вирішення задач управління, опрацювання природної мови та релевантні до них.

Складні корпоративні додатки, що призначені для застосування при розробці програмного забезпечення включно з генерацією програмного коду, автоматизації процесів ІТ, використовують агенти на основі ШІ. Для коректної та оперативної відповіді на дії користувача вони використовують великі мовні моделі (LLM) на основі передових технологій в цій галузі.

ANNOTATION

“Development of a Recommendation System for Online Streaming Platforms”
// Master’s degree qualification paper // Panovyk Nazarii // Ternopil Ivan Puluj
National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and
Software Engineering, Computer Science Department, group CHM-61 // Ternopil,
2025 // p. – 65, fig. – 8, tables – 0, references – 10.

Key words: artificial intelligence, AI agents, user support, chatbot, Python

Artificial Intelligence (AI) agents are software solutions that perform tasks in an autonomous mode to implement production processes using the tools provided by this system.

Artificial Intelligence agents are capable of implementing various functions, namely decision-making, solving management problems, natural language processing and related ones.

Complex corporate applications that are intended for use in software development, including code generation, IT process automation, use AI-based agents. For correct and prompt response to user actions, they use large language models (LLM) based on advanced technologies in this field.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ІІІ АГЕНТІВ	8
1.1 Типи задач, для вирішення яких використовуються ІІІ агенти	8
1.2 Агентські проти неагентних чат-ботів ІІІ.....	10
1.3 Принципи роботи ІІІ агентів.....	11
1.4 Типи агентів штучного інтелекту	12
1.5 Варіанти використання агентів штучного інтелекту та переваги їх використання.....	18
1.6 Асистенти зі штучним інтелектом як об'єкт дослідницької роботи	23
2 АНАЛІЗ ІІІ АГЕНТІВ ЯК АСИСТЕНТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС- ПРОЦЕСІВ	26
2.1 Огляд можливостей агентів штучного інтелекту в задачах обслуговування клієнтів	26
2.2 Варіанти використання агентів штучного інтелекту	28
2.3 Варіанти використання агентів ІІІ в обслуговуванні клієнтів	36
2.4 Інтеграція штучного інтелекту в ширшу стратегію взаємодії з клієнтами...	38
3 Опис ПРОЄКТУ ПРОПОНОВАНОЇ СИСТЕМИ	40
3.1 Типи архітектур ІІІ агентів	40
3.2 Типи агентів архітектури.....	42
3.3 Реактивні, деліберативні та когнітивні архітектури.....	47
3.4 Принцип взаємодії агентів в мультиагентній архітектурі	47
3.5 Приклад побудови ІІІ агента супроводу користувача	53
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
4.1 Питання щодо охорони праці в ІТ-галузі	56
4.2 Питання щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях	58
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63
ДОДАТКИ.....	65

ВСТУП

Актуальність задачі.

Агенти ШІ відіграють вирішальну роль у сучасному технологічному ландшафті завдяки своїй здатності автоматизувати складні завдання, приймати обґрунтовані рішення та постійно вдосконалюватися завдяки навчанню. Їхня важливість проявляється в кількох ключових сферах.

Агенти ШІ можуть автоматизувати повторювані та трудомісткі завдання, звільняючи людські ресурси для більш стратегічної та творчої роботи. Це підвищує ефективність та продуктивність у різних галузях [3].

Агенти ШІ можуть обробляти масштабні операції та процеси, що робить їх ідеальними для програм, які потребують обробки величезних обсягів даних та одночасного виконання завдань [2], [4].

Агенти ШІ можуть обробляти інформацію та приймати рішення в режимі реального часу, що має вирішальне значення для таких програм, як автономне водіння, фінансова торгівля та підтримка клієнтів у режимі реального часу [1].

Завдяки машинному навчанню та навчанню з підкріпленням, агенти ШІ можуть адаптуватися до нових середовищ та ситуацій, покращуючи свою продуктивність та можливості прийняття рішень з часом.

Агенти ШІ можуть аналізувати поведінку та вподобання окремих користувачів, щоб забезпечити персоналізований досвід у таких програмах, як системи рекомендацій, персональні помічники та цільовий маркетинг.

Мета роботи.

Метою роботи є дослідження технологій штучного інтелекту для створення програмного ШІ агента для вирішення задач щоденної діяльності користувача. Тобто створення особистого ШІ асистента.

Для досягнення цієї мети варто вирішити такі задачі:

1. Дослідити предметну область ШІ агентів.
2. Дослідити типові задачі, де ШІ агенти застосовуються для їх рішення.
3. Дослідити програмні архітектури для побудови ШІ агентів.

4. Розробити демонстраційний програмний продукт для створення ІІІ агента – асистента користувача

Об’єкт дослідження: процеси розробки ІІІ агентів для вирішення задач особистого супроводу.

Предмет дослідження: системи та засоби ІІІ для задач супроводу клієнтів та автоматизації виконання завдань.

Наукова новизна отриманих результатів.

- Здійснено огляд предметної області та літературних джерел в галузі побудови ІІІ агентів.
- Виконано систематизацію задач, де застосовуються ІІІ агенти.
- Здійснено аналіз архітектурних програмних рішень для побудови ІІІ агентів.
- Запропоновано практичне рішення для створення ІІІ агента – особистого асистента.

Практичне значення отриманих результатів.

Результати роботи містять цінність з точки зору використання в навчальному процесі з предметів "Технології ІІІ", "Системи підтримки прийняття рішень". Також можна скористатись розробленим ІІІ агентом для побудови аналогічних програмних рішень в галузі освіти чи щоденного життя.

Апробація результатів та особистий внесок здобувача.

Основні положення роботи доповідались, розглядались та обговорювались на науковій конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Результати кваліфікаційної роботи опубліковані у тезах студентської наукової конференції "Актуальні задачі сучасних технологій – 2025", яка проходила у ТНТУ.

1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ШІ АГЕНТІВ

1.1 Типи задач, для вирішення яких використовуються ШІ агенти

В основі агентів штучного інтелекту лежать великі мовні моделі (LLM). З цієї причини агентів штучного інтелекту часто називають агентами LLM. Традиційні LLM, генерують свої відповіді на основі даних, що використовуються для їх навчання, і обмежені знаннями. На противагу цьому, агентна технологія використовує виклики інструментів на серверній частині для отримання актуальної інформації, оптимізації робочих процесів та автономного створення підзавдань для досягнення складних цілей.

У цьому процесі автономний агент навчається з часом адаптуватися до очікувань користувача. Здатність агента зберігати минулі взаємодії в пам'яті та планувати майбутні дії сприяє персоналізованому досвіду та комплексним відповідям. Цей виклик інструментів може бути здійснений без втручання людини та розширює можливості для реального застосування цих систем штучного інтелекту. Ці три етапи або агентні компоненти визначають, як працюють агенти. Перерахуємо їх основні завдання.

1. Ініціалізація та планування цілей.

Хоча агенти ШІ є автономними у своїх процесах прийняття рішень, їм потрібні цілі та заздалегідь визначені правила, визначені людьми. Існує три основні фактори, що впливають на поведінку автономних агентів:

- Команда розробників, які проєктують та навчають агентну систему штучного інтелекту.
- Команда, яка розгортає агента та надає користувачеві доступ до нього.
- Користувач, який надає агенту штучного інтелекту конкретні цілі для досягнення та встановлює доступні інструменти для використання.

Враховуючи цілі користувача та доступні інструменти агента, агент зі штучним інтелектом виконує декомпозицію завдань для покращення

продуктивності. По суті, агент створює план конкретних завдань та підзадач для досягнення складної мети.

Для простих завдань планування не є необхідним кроком. Натомість агент може ітеративно розмірковувати над своїми відповідями та покращувати їх, не плануючи наступних кроків.

2. Міркування за допомогою доступних інструментів.

Агенти штучного інтелекту базують свої дії на інформації, яку вони сприймають. Однак їм часто бракує повних знань, необхідних для виконання кожного підзавдання в рамках складної мети. Щоб подолати цю прогалину, вони звертаються до доступних інструментів, таких як зовнішні набори даних, веб-пошук, API та навіть інші агенти.

Після того, як відсутня інформація зібрана, агент оновлює свою базу знань та починає агентне мислення. Цей процес включає постійну переоцінку плану дій та внесення самокорекції, що дозволяє приймати більш обґрунтовані та адаптивні рішення.

Наприклад при вирішенні задачі планування відпустки для користувача використовується модель LLM для збору інформації про сезони, маршрути, визначні місця тощо. Оскільки модель LLM, що лежить в основі агента, не спеціалізується на погодних моделях, він не може покладатися виключно на свої внутрішні знання. Тому агент збирає інформацію із зовнішньої бази даних, яка містить щоденні звіти про погоду для пропонованої локації за останні кілька років.

Незважаючи на отримання цієї нової інформації, агент все ще не може визначити оптимальні погодні умови для відпочинку, тому створюється наступне підзавдання. Для цього підзавдання агент взаємодіє із зовнішнім агентом, який спеціалізується на конкретному типі відпочинку, наприклад, для походу в гори. Припустимо, що при цьому агент дізнається, що грози та сонячна погода з невеликою кількістю дощу або його відсутністю забезпечують найкращі умови для такого типу відпустки.

Тепер агент може поєднувати інформацію, отриману за допомогою своїх інструментів, для виявлення закономірностей. Він може передбачити, який тиждень наступного року в обраній локації, ймовірно, буде високим з грозами, сонячною погодою та низькою ймовірністю дощу. Потім ці результати представляють користувачеві. Такий обмін інформацією між інструментами дозволяє агентам ШІ бути більш універсальними, ніж традиційні моделі ШІ.

3. Навчання та рефлексія.

Агенти ШІ використовують механізми зворотного зв'язку, такі як інші агенти ШІ та людина в циклі (HITL), для підвищення точності своїх відповідей. Повернімося до нашого попереднього прикладу відпочинку в горах, щоб проілюструвати цей процес. Після того, як агент формує свою відповідь користувачеві, він зберігає отриману інформацію разом із відгуком користувача, щоб покращити продуктивність та адаптуватися до вподобань користувача для майбутніх цілей.

Для досягнення мети використовувалися інші агенти, їхній зворотний зв'язок також міг би бути використаний. Багатоагентний зворотний зв'язок може бути особливо корисним для мінімізації часу, який користувачі-люди витрачають на надання вказівок. Однак користувачі також можуть надавати зворотний зв'язок щодо дій агента та внутрішніх міркувань, щоб краще узгодити результати з поставленою метою.

Механізми зворотного зв'язку покращують міркування та точність агента ШІ, що зазвичай називають ітеративним уточненням. Щоб уникнути повторення тих самих помилок, агенти ШІ також можуть зберігати дані про рішення попередніх перешкод у базі знань.

1.2 Агентські проти неагентних чат-ботів ШІ

Чат-боти зі штучним інтелектом використовують методи розмовного штучного інтелекту, такі як обробка природної мови (NLP), щоб розуміти

запитання користувачів та автоматизувати відповіді на них. Ці чат-боти є лише модальністю, тоді як агенти – це технологічна основа.

Неагентні чат-боти зі штучним інтелектом – це ті, що не мають доступних інструментів, пам'яті чи можливості "міркувати". Вони можуть досягати лише короткострокових цілей і не можуть планувати наперед. Неагентні чат-боти потребують постійного втручання користувача для реагування.

Вони можуть давати відповіді на поширені запитання, які, найімовірніше, відповідають очікуванням користувачів, але погано реагують на запитання, унікальні для користувача та його даних. Оскільки ці чат-боти не мають пам'яті, вони не можуть вчитися на своїх помилках, якщо їхні відповіді незадовільні.

На відміну від цього, агентні чат-боти зі штучним інтелектом з часом навчаються адаптуватися до очікувань користувачів, забезпечуючи більш персоналізований досвід та вичерпні відповіді. Вони можуть виконувати складні завдання, створюючи підзадачі без втручання людини та розглядаючи різні плани. Ці плани також можна самостійно коригувати та оновлювати за потреби. Агентні чат-боти зі штучним інтелектом, на відміну від неагентних, оцінюють свої інструменти та використовують доступні ресурси для заповнення прогалин в інформації.

1.3 Принципи роботи ШІ агентів

Не існує єдиної стандартної архітектури для створення агентів штучного інтелекту. Існує кілька парадигм для вирішення багатоетапних задач.

ReAct (міркування та дія – reasoning and action).

За допомогою парадигми ReAct ми можемо доручити агентам «думати» та планувати після кожної виконаної дії, а також з кожною реакцією на інструмент вирішувати, який інструмент використовувати далі. Ці цикли «Думай-Дій-Спостерігай» використовуються для покрокового вирішення проблем та ітеративного покращення відповідей.

Завдяки структурі підказок агентам можна дати інструкції міркувати повільно та відображати кожен «думку». Вербальне мислення агента дає уявлення про те, як формуються відповіді. У цій структурі агенти постійно оновлюють свій контекст новими міркуваннями. Цей підхід можна інтерпретувати як форму підказок «Ланцюг думок».

ReWOO (міркування без спостереження – (reasoning without observation)).

Метод ReWOO, на відміну від ReAct, усуває залежність від виходів інструментів для планування дій. Натомість агенти планують заздалегідь. Надлишкового використання інструментів уникають, оскільки передбачається, які інструменти використовувати, після отримання початкового запиту від користувача. Такий підхід є бажаним з точки зору людиноорієнтованості, оскільки користувач може підтвердити план до його виконання.

Робочий процес ReWOO складається з трьох модулів. У модулі планування агент передбачає свої наступні кроки, враховуючи підказку користувача. Наступний етап передбачає збір результатів, отриманих в результаті виклику цих інструментів. Нарешті, агент поєднує початковий план з результатами інструменту, щоб сформулювати відповідь. Таке попереднє планування може значно зменшити використання токенів та обчислювальну складність, а також наслідки проміжного збою інструменту.

1.4 Типи агентів штучного інтелекту

Перерахуємо типів агентів у порядку від найпростішого до найскладнішого:

1. Прості рефлекторні агенти.

Прості рефлекторні агенти – це найпростіша форма агента, дії якого базуються на сприйнятті.

Сприйняття агента ШІ стосується здатності агента штучного інтелекту (ШІ) збирати, інтерпретувати та обробляти дані з навколишнього середовища для прийняття обґрунтованих рішень. Це включає використання датчиків,

вхідних даних або зовнішніх джерел для розуміння поточного стану системи, в якій він працює.

Процес сприйняття дозволяє агенту на базі ШІ реагувати на зміни реального світу, адаптуватися до динамічного середовища та ефективно виконувати складні завдання.

Спочатку агенти сприймають своє середовище, а потім обробляють зібрані дані, щоб виконати дію. Агент ШІ без сприйняття був би системою, заснованою на правилах, або логічно керованою програмою, яка працює виключно на основі попередньо визначених вхідних даних та внутрішніх станів, а не динамічно взаємодіє з середовищем (див. рис. 1.1).

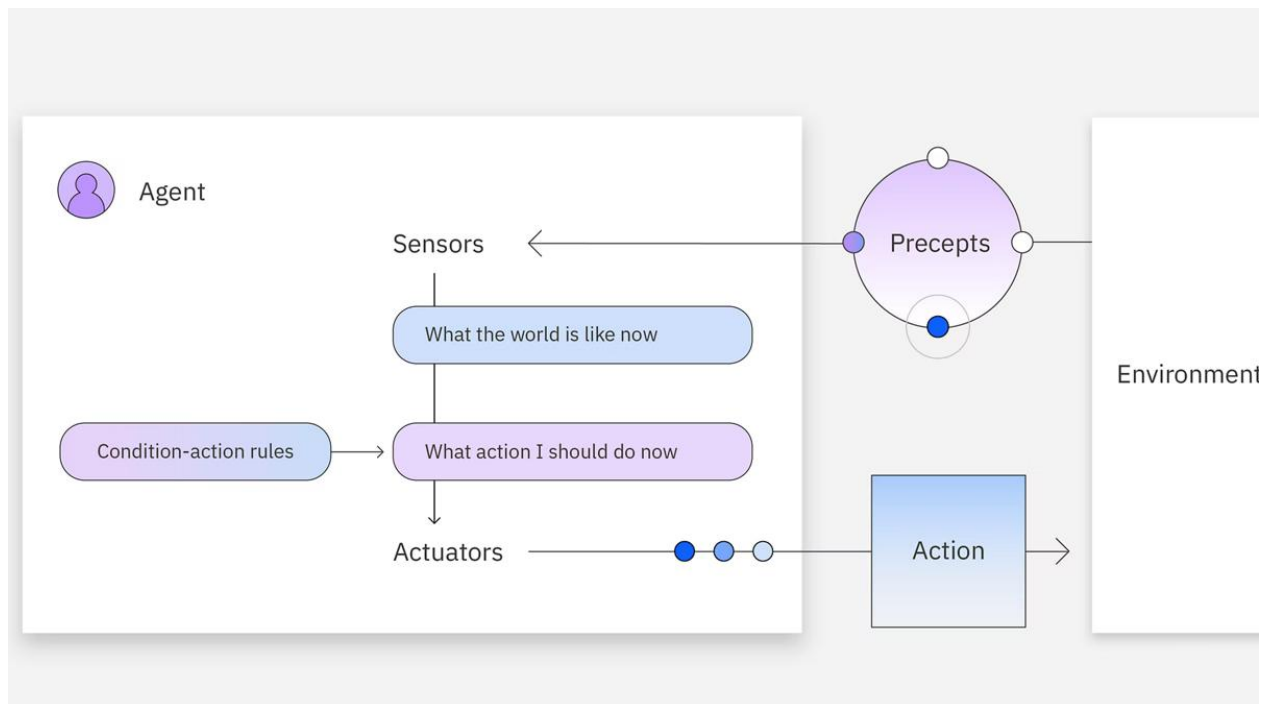


Рисунок 1.1 – Проста діаграма рефлекторного агента

Іншими словами, це не був би агент. Сприйняття є ключовою частиною того, що робить агентів ШІ справді розумними та корисними в реальних додатках. Цей агент не має жодної пам'яті та не взаємодіє з іншими агентами, якщо йому бракує інформації. Ці агенти функціонують на основі набору так званих рефлексів або правил. Така поведінка означає, що агент попередньо запрограмований на виконання дій, що відповідають певним умовам.

Якщо агент стикається з ситуацією, до якої він не готовий, він не може належним чином відреагувати. Агенти ефективні в середовищах, які повністю спостережувані, надаючи доступ до всієї необхідної інформації.

Приклад: Якщо зараз 20:00, тоді опалення активується – наприклад, термостат вмикає систему опалення у встановлений час щоночі.

2. Рефлекторні агенти на основі моделей.

Рефлекторні агенти на основі моделей використовують як своє поточне сприйняття, так і пам'ять для підтримки внутрішньої моделі світу. У міру того, як агент продовжує отримувати нову інформацію, модель оновлюється. Дії агента залежать від його моделі, рефлексів, попередніх настанов та поточного стану (див. рис. 1.2).

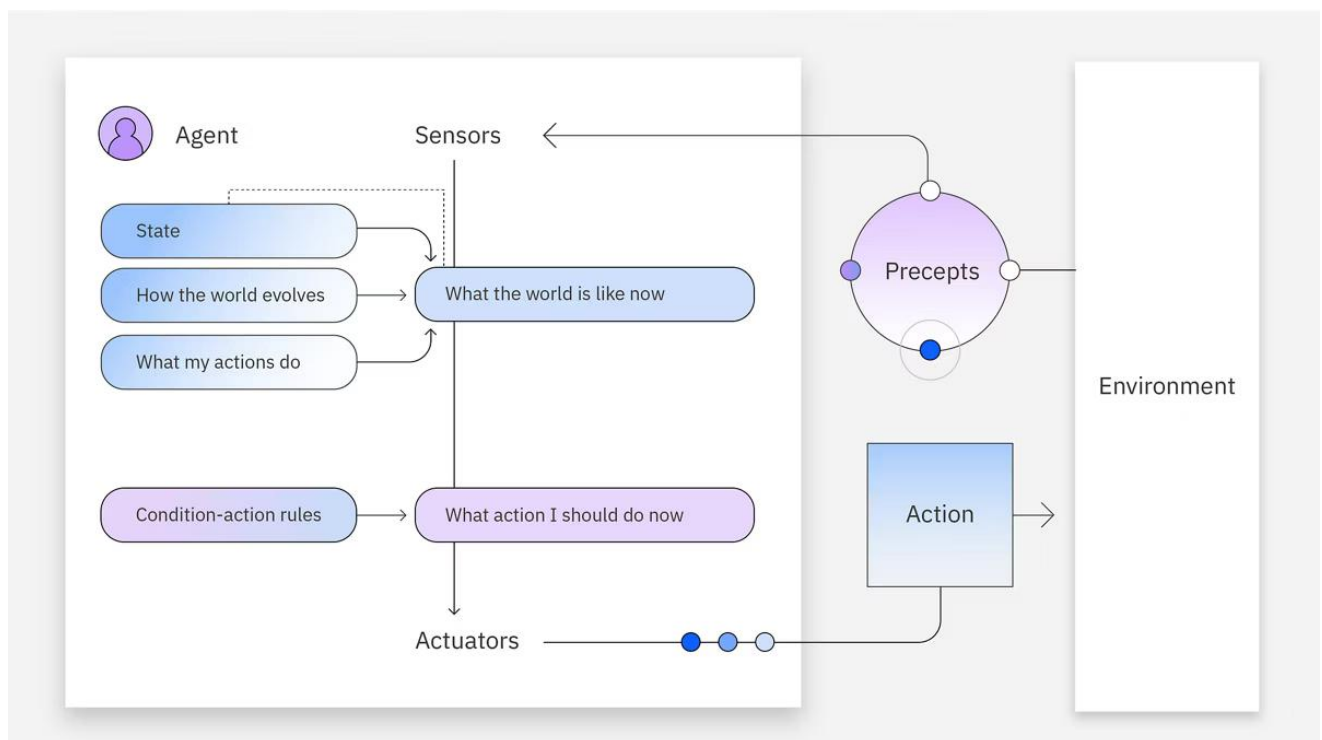


Рисунок 1.2 – Діаграма рефлексного агента на основі моделі

Ці агенти, на відміну від простих рефлекторних агентів, можуть зберігати інформацію в пам'яті та можуть функціонувати в середовищах, які частково спостережувані та змінюються. Однак вони все ще обмежені своїм набором правил.

Приклад – робот-пилосос. Під час прибирання брудної кімнати він виявляє перешкоди, такі як меблі, та об'їжджає їх. Робот також зберігає модель ділянок, які він уже прибрав, щоб не потрапити в цикл повторного прибирання.

3. Агенти, орієнтовані на цілі.

Цілеспрямовані агенти мають внутрішню модель світу, а також мету або набір цілей. Ці агенти шукають послідовності дій, які досягають їхньої мети, і планують ці дії, перш ніж діяти відповідно до них. Такий пошук і планування підвищують їхню ефективність порівняно з простими рефлексивними агентами, що базуються на моделях (див. рис. 1.3).

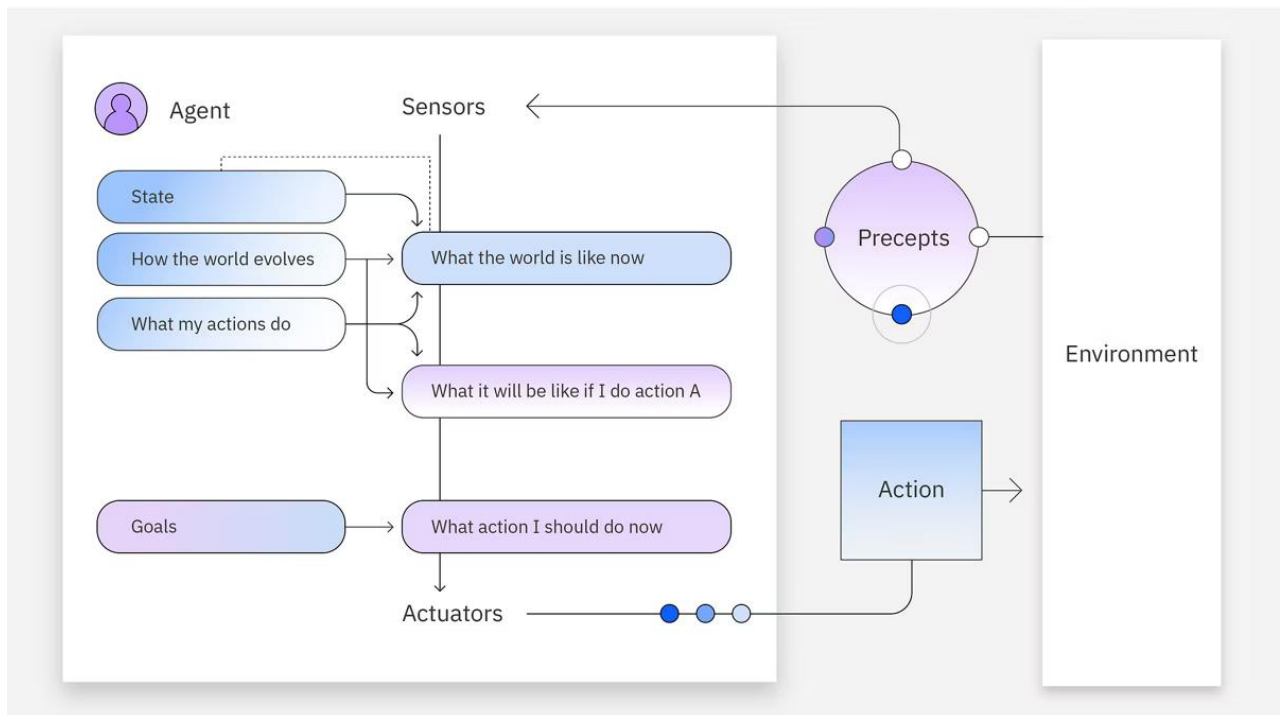


Рисунок 1.3 – Діаграма агента на основі цілей

Приклад – навігаційна система, яка рекомендує найшвидший маршрут до пункту призначення. Модель розглядає різні маршрути, які досягають пункту призначення, або, іншими словами, вашої мети. У цьому прикладі правило умови-дії агента стверджує, що якщо знайдено швидший маршрут, агент рекомендує саме його.

4. Агенти на основі комунальних послуг.

Агенти, що орієнтовані на корисність, вибирають послідовність дій, які досягають мети, а також максимізують корисність або винагороду. Корисність розраховується за допомогою функції корисності. Ця функція призначає кожному сценарію значення корисності, метрику, що вимірює корисність дії або те, наскільки «щасливим» робить агента, на основі набору фіксованих критеріїв.

Критерії можуть включати такі фактори, як прогрес у досягненні мети, часові вимоги або обчислювальна складність. Потім агент вибирає дії, які максимізують очікувану корисність. Отже, ці агенти корисні у випадках, коли кілька сценаріїв досягають бажаної мети, і необхідно вибрати оптимальний (див. рис. 1.4).

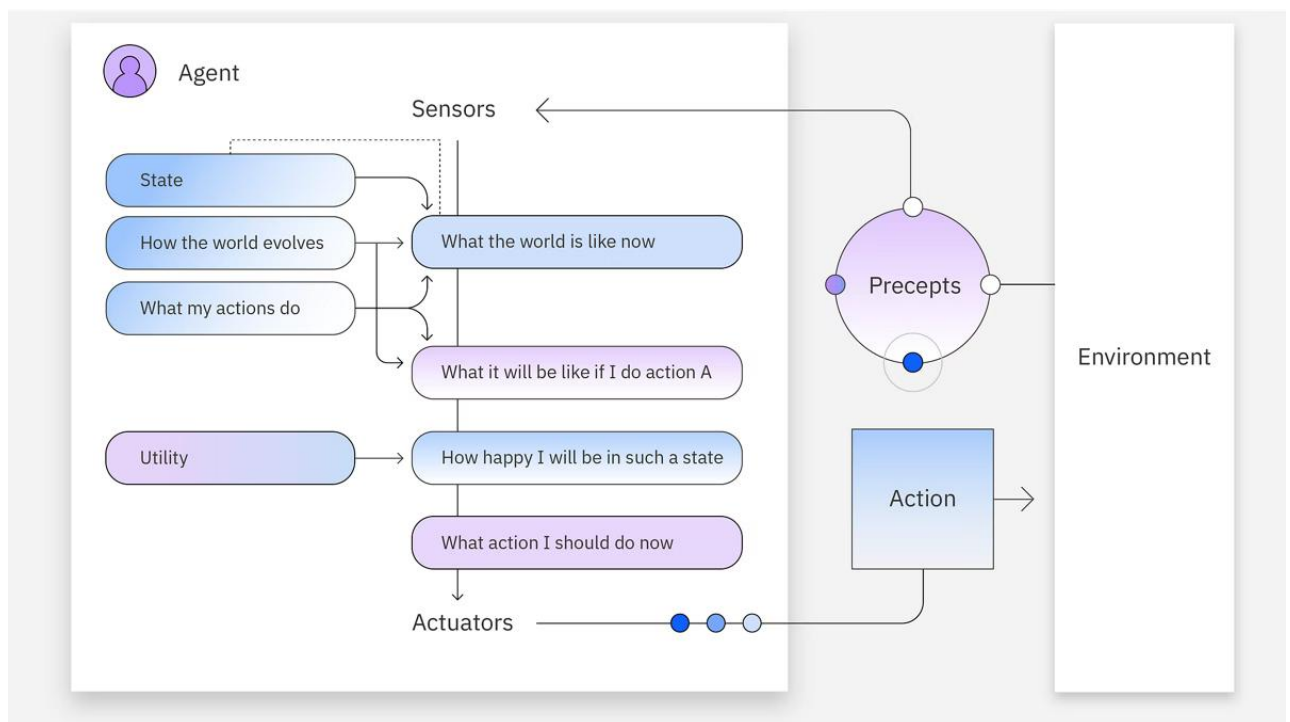


Рисунок 1.4 – Діаграма агента на основі функції корисності

Приклад – навігаційна система, яка рекомендує маршрут до пункту призначення, оптимізуючи паливну ефективність та мінімізуючи час, проведений у заторах, і вартість дорожніх зборів. Цей агент вимірює корисність за цим набором критеріїв, щоб вибрати найвигідніший маршрут.

5. Навчальні агенти.

Агенти навчання мають ті ж можливості, що й інші типи агентів, але є унікальними у своїй здатності до навчання. Новий досвід додається до їхньої початкової бази знань, що відбувається автономно. Це навчання покращує здатність агента діяти в незнайомих середовищах. Агенти навчання можуть бути корисними або цілеспрямованими у своїх міркуваннях і складаються з чотирьох основних елементів (див. рис. 1.5).

- Навчання. Цей процес покращує знання агента, навчаючись з навколишнього середовища через його принципи та датчики.
- Критик. Цей компонент надає агенту зворотний зв'язок щодо того, чи відповідає якість його відповідей стандарту продуктивності.
- Продуктивність. Цей елемент відповідає за вибір дій після навчання.
- Генератор задач. Цей модуль створює різні пропозиції щодо дій, які необхідно вжити.

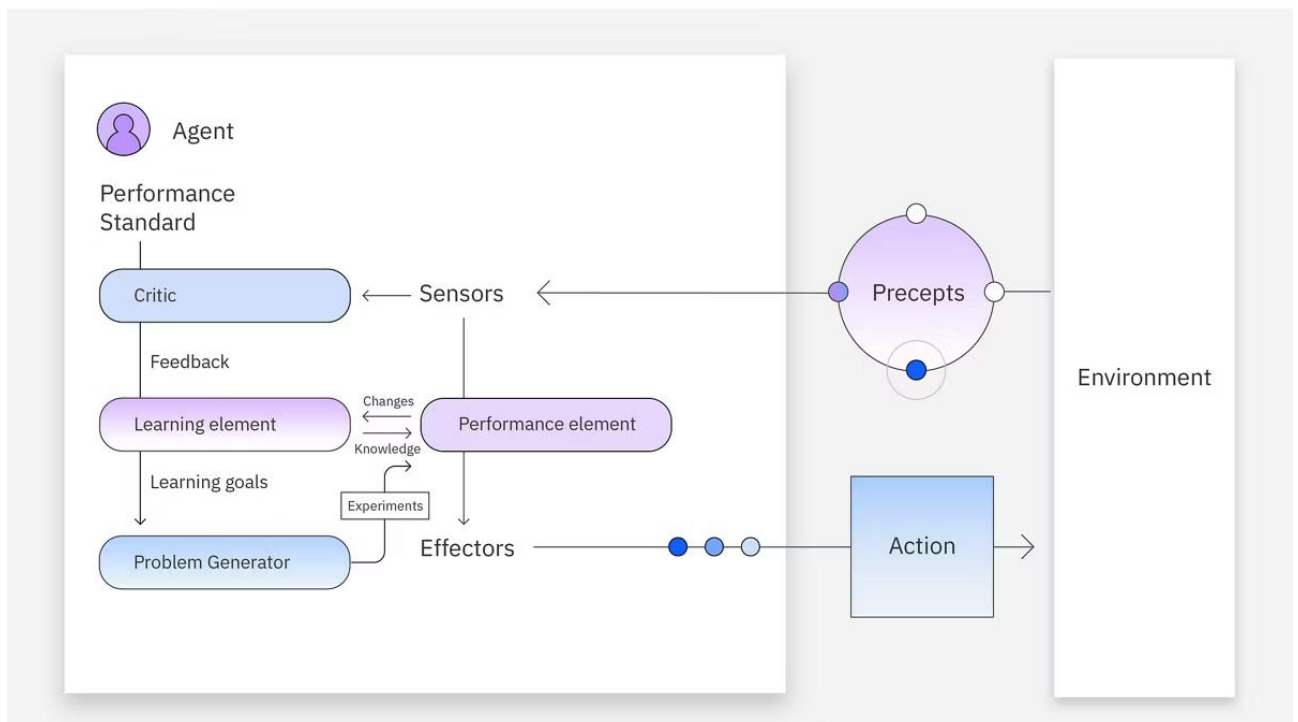


Рисунок 1.5 – Діаграма навчального агента

Приклад – персоналізовані рекомендації на сайтах електронної комерції. Ці агенти відстежують активність та вподобання користувачів у своїй пам'яті. Ця

інформація використовується для рекомендації певних продуктів та послуг користувачеві. Цикл повторюється щоразу, коли даються нові рекомендації. Активність користувача постійно зберігається для цілей навчання. Таким чином, агент з часом покращує свою точність.

1.5 Варіанти використання агентів штучного інтелекту та переваги їх використання

Досвід клієнтів.

Агентів зі штучним інтелектом можна інтегрувати у веб-сайти та додатки для покращення взаємодії з клієнтами, виконуючи роль віртуальних помічників, надаючи підтримку психічного здоров'я, імітуючи співбесіди та інші пов'язані завдання. Існує багато шаблонів без коду для реалізації користувачем, що робить процес створення цих агентів штучного інтелекту ще простішим.

Охорона здоров'я.

Агенти штучного інтелекту можуть використовуватися для різних реальних застосувань у сфері охорони здоров'я. Багатоагентні системи можуть бути корисними для вирішення задач у таких умовах – від планування лікування пацієнтів у відділенні невідкладної допомоги до управління процесами виробництва ліків, ці системи заощаджують час і зусилля медичних працівників для виконання більш термінових завдань.

Реагування на надзвичайні ситуації.

У разі стихійного лиха агенти штучного інтелекту можуть використовувати алгоритми глибокого навчання для отримання інформації про користувачів соціальних мереж, які потребують порятунку. Місцезнаходження цих користувачів можна відобразити, щоб допомогти рятувальним службам врятувати більше людей за менший час.

Фінанси та ланцюг поставок.

Агенти ШІ можуть бути розроблені для аналізу фінансових даних у режимі реального часу, передбачення майбутніх ринкових тенденцій та оптимізації

управління ланцюгом поставок. Налаштування автономних агентів зі штучним інтелектом забезпечує персоналізовані результати для унікальних даних. Під час роботи з фінансовими даними важливо вживати заходів безпеки для забезпечення конфіденційності даних.

Опишемо тепер коротко переваги використання переваги агентів зі штучним інтелектом

Автоматизація завдань.

Зі постійним розвитком генеративного штучного інтелекту та машинного навчання зростає інтерес до оптимізації робочих процесів за допомогою штучного інтелекту або інтелектуальної автоматизації. Агенти штучного інтелекту – це інструменти штучного інтелекту, які можуть автоматизувати складні завдання, що в іншому випадку вимагали б людських ресурсів. Цей зсув призводить до досягнення цілей недорого, швидко та масштабно. У свою чергу, ці досягнення означають, що людським агентам не потрібно надавати вказівки помічнику штучного інтелекту для створення та навігації по його завданнях.

Більша продуктивність.

Агент ШІ, який об'єднує знання та відгуки інших агентів ШІ, що спеціалізуються у суміжних галузях, може бути корисним для синтезу інформації. Така співпраця агентів ШІ з внутрішнім середовищем та здатність заповнювати прогалини в інформації є унікальними для агентних фреймворків, що робить їх потужним інструментом та значним кроком у розвитку штучного інтелекту.

Якість відповідей.

Агенти ШІ надають відповіді, які є більш вичерпними, точними та персоналізованими для користувача, ніж традиційні моделі ШІ. Ця адаптивність важлива для користувачів, оскільки відповіді вищої якості зазвичай забезпечують кращий клієнтський досвід. Як було описано раніше, ця можливість стає можливою завдяки обміну інформацією з іншими агентами, за допомогою інструментів та оновлення їхнього потоку пам'яті. Така поведінка виникає сама по собі і не є попередньо запрограмованою.

Крім переваг, природно варто обговорити ризики та обмеження для використання ШІ агентів.

Багатоагентні залежності.

Деякі складні завдання вимагають знань кількох агентів штучного інтелекту. Оркестрація цих багатоагентних фреймворків має ризик збою. Багатоагентні системи, побудовані на однакових базових моделях, можуть зіткнутися зі спільними підводними каменями. Такі слабкі місця можуть призвести до загальносистемного збою всіх залучених агентів або зробити їх вразливими до негативних атак. Це підкреслює важливість управління даними в побудові базових моделей та ретельних процесів навчання та тестування.

Нескінченні петлі зворотного зв'язку.

Зручність ігнорування ситуації для користувачів-людей, що забезпечується агентами штучного інтелекту, також має свої ризики. Агенти, які не здатні створити комплексний план або проаналізувати свої висновки, можуть неодноразово викликати одні й ті ж інструменти, що призводить до нескінченних циклів зворотного зв'язку. Щоб уникнути цих надмірностей, можна використовувати певний рівень моніторингу людиною в режимі реального часу.

Обчислювальна складність.

Створення агентів штучного інтелекту з нуля є трудомістким і може бути обчислювально дорогим. Ресурси, необхідні для навчання високопродуктивного агента, можуть бути значними. Крім того, залежно від складності завдання, агентам може знадобитися кілька днів для його виконання.

Конфіденційність даних.

Якщо неправильно керувати інтеграцією агентів ШІ з бізнес-процесами та системами управління клієнтами, це може викликати серйозні проблеми безпеки. Наприклад, якщо уявити агентів ШІ, які керують процесом розробки програмного забезпечення, виводять інших агентів кодування на новий рівень або визначають ціни для клієнтів – без будь-якого людського нагляду чи захисних огорож – це не буде найкращим рішенням однозначно. Результати

таких сценаріїв можуть бути негативними через експериментальну та часто непередбачувану поведінку агентного ШІ.

Тому постачальникам штучного інтелекту, таким як IBM, Microsoft та OpenAI, важливо залишатися проактивними. Вони повинні впроваджувати розширені протоколи безпеки, щоб забезпечити безпечне зберігання конфіденційних даних співробітників та клієнтів. Відповідальні практики розгортання є ключем до мінімізації ризиків та підтримки довіри до цих технологій, котрі швидко розвиваються.

Для усунення цих недоліків завжди можна застосувати один із запобіжних заходів.

Журнали активності.

Щоб вирішити проблеми багатоагентних залежностей, розробники можуть надати користувачам доступ до журналу дій агентів. Дії можуть включати використання зовнішніх інструментів та описувати зовнішніх агентів, що використовуються для досягнення мети. Така прозорість надає користувачам уявлення про ітеративний процес прийняття рішень, надає можливість виявляти помилки та зміцнює довіру.

Переривання.

Рекомендується запобігати роботі автономних агентів штучного інтелекту протягом надмірно тривалих періодів часу. Зокрема, у випадках ненавмисних нескінченних циклів зворотного зв'язку, змін у доступі до певних інструментів або несправностей через недоліки проектування. Один із способів досягнення цієї мети – реалізація переривання роботи агента.

Збереження контролю над цим рішенням передбачає надання користувачам можливості коректно переривати послідовність дій або всю операцію. Вибір того, чи варто і коли переривати агента ШІ, вимагає певної обдуманості, оскільки деякі завершення можуть завдати більше шкоди, ніж користі. Наприклад, може бути безпечніше дозволити несправному агенту продовжувати допомагати в надзвичайній ситуації, що загрожує життю, ніж повністю вимикати його.

Унікальні ідентифікатори агентів.

Щоб зменшити ризик використання агентних систем у зловмисних цілях, можна впровадити унікальні ідентифікатори. Якби ці ідентифікатори були обов'язковими для доступу агентів до зовнішніх систем, відстеження походження розробників та користувачів агента стало б легшим.

Такий підхід додає важливий рівень відповідальності. Відстеження допомагає виявити відповідальних осіб, коли агент спричиняє зловмисне використання або ненавмисну шкоду. Зрештою, такий захист сприятиме безпечнішому операційному середовищу для агентів ШІ.

Нагляд людини.

Щоб допомогти агентам ШІ в процесі навчання, особливо на ранніх етапах їхньої роботи в новому середовищі, може бути корисним забезпечити певний рівень людського контролю. Таким чином, на основі цих рекомендацій агент ШІ може порівняти свою продуктивність з очікуваним стандартом і внести корективи. Така форма зворотного зв'язку допомагає покращити адаптивність агента до вподобань користувача.

Окрім цього запобіжного заходу, найкращою практикою є вимагати схвалення людини, перш ніж агент штучного інтелекту вживатиме надзвичайно важливих дій. Наприклад, дії, починаючи від масового надсилання електронних листів і закінчуючи фінансовою торгівлею, повинні вимагати підтвердження людиною. Для таких доменів з високим рівнем ризику рекомендується певний рівень моніторингу з боку людини.

Агенти зі штучним інтелектом проти помічників зі штучним інтелектом

Уявіть, що ви кінозірка або зірка футболу. У вас, ймовірно, є агент і асистент. Ваш асистент виконує для вас завдання на основі ваших запитів. Він може бронювати столики на вечерю, забирати речі з хімчистки, організовувати пошту від фанатів і допомагати вам вести календар.

Ваш агент відрізняється. Він використовує свій досвід день і ніч, щоб максимізувати ваші можливості та дохід. Він може діяти на основі ваших підказок – можливо, продукту, який ви хотіли б прорекламувати, – але йому не

потрібні підказки, щоб продовжувати виконувати свою роботу. Насправді, ваш голлівудський агент, ймовірно, підтримує вас так, що ви навіть не знали б, про що просити.

Ключова відмінність між помічником зі штучним інтелектом (ШІ) та агентом зі ШІ схожа. Помічники зі ШІ реагують на дії, виконуючи завдання на ваш запит. Агенти зі ШІ проактивні, працюють автономно для досягнення певної мети будь-якими доступними їм засобами.

Разом асистенти та агенти допомагають чудовим виконавцям досягти успіху, роблячи їх зірками або утримуючи їх на плаву. Так само асистенти та агенти зі штучним інтелектом можуть покращити роботу окремих працівників та бізнес, виконуючи прості та складні завдання.

1.6 Асистенти зі штучним інтелектом як об'єкт дослідницької роботи

Помічник на основі штучного інтелекту – це інтелектуальний додаток, який розуміє команди природної мови та використовує розмовний інтерфейс штучного інтелекту для виконання завдань за користувача. Багато сучасних віртуальних помічників, таких як Alexa від Amazon та Siri від Apple, покладаються на ці можливості для покращення взаємодії з користувачами.

Перші помічники ШІ здебільшого спиралися на інструкції на основі правил, попередньо запрограмовані відповіді та заздалегідь визначені завдання. Сьогодні помічники ШІ майже повністю базуються на машинному навчанні (ML) або базових моделях.

Асистенти ШІ побудовані на основі базової моделі (наприклад, OpenAI). Моделі великих мов (LLM) – це підмножина базових моделей, що спеціалізуються на завданнях, пов'язаних з текстом. Вони дозволяють асистентам розуміти запити, що надсилаються людьми, і пропонувати відповідну інформацію, пропозиції або наступні дії, що допомагає організаціям спростити доступ до інформації, автоматизувати повторювані завдання та оптимізувати

складні робочі процеси. У бізнесі асистенти ШІ також допомагають з аналізом даних, дозволяючи користувачам ефективно отримувати аналітику.

Ключові характеристики помічників зі штучним інтелектом

- Розмовний ШІ. Асистенти на основі ШІ на основі LLM можуть використовувати обробку природної мови (NLP) для спілкування з користувачами через інтерфейс чат-бота. Прикладами чат-ботів на основі ШІ є Microsoft Copilot, ChatGPT та IBM watsonx Assistant. Ці асистенти інтегруються з API для розширення своїх можливостей.

- Підказки. ШІ-асистентам потрібна чітко визначена задача або запит, щоб розпочати роботу. ШІ-асистентам потрібен постійний ввід даних користувача.

- Рекомендація. Помічник на основі штучного інтелекту може пропонувати інформацію або дії на основі даних, до яких він має доступ. Користувачам слід перевіряти результати на точність.

- Налаштування. Користувачі можуть адаптувати моделі ШІ до більш специфічних завдань за допомогою налаштування, що усуває необхідність перенавчання моделі. Завдяки точному налаштуванню вони можуть надати моделям, які позначені як приклади, щоб адаптувати їх до цільового завдання. За допомогою швидкого налаштування фахівці можуть надати моделям контекст, специфічний для завдання.

Асистенти зі штучним інтелектом мають кілька обмежень.

- Їм потрібні певні підказки для виконання дій. Хоча помічники зі штучним інтелектом можуть використовувати інструменти для виконання завдань, їхні можливості обмежені заздалегідь визначеними функціями, для роботи з якими вони були оснащені та навчені. Наприклад, помічник зі штучним інтелектом може використовувати електронну таблицю для створення таблиці, що порівнює «х проти у», але він не може самостійно вирішити створити таке порівняння без конкретної підказки.

- Вони не обов'язково мають постійну пам'ять. Помічників на основі штучного інтелекту можна налаштувати відповідно до потреб користувача, але

вони не зберігають інформацію про попередні взаємодії з ним. Моделі штучного інтелекту, на яких працюють помічники, не навчаються постійно та не розвиваються в процесі використання; натомість покращення відбуваються лише тоді, коли розробники випускають оновлені версії. Однак деякі помічники на основі штучного інтелекту можуть посилатися на попередні розмови в рамках сеансу, зберігаючи відповідні деталі у своєму контекстному вікні або використовуючи функцію під назвою «пам'ять», щоб відтворити вибрану інформацію та покращити майбутні відповіді.

2 АНАЛІЗ ШІ АГЕНТІВ ЯК АСИСТЕНТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

2.1 Огляд можливостей агентів штучного інтелекту в задачах обслуговування клієнтів

У переповненому та гіперконкурентному бізнес-середовищі клієнтський досвід є дедалі важливішим фактором успіху підприємства. Але оскільки споживачі вимагають більшого від взаємодії зі своїми клієнтами, фахівці з обслуговування намагаються виправдати очікування. Згідно з нещодавнім дослідженням Salesforce, 82 % представників сфери послуг кажуть, що клієнти хочуть більшого, ніж раніше [5]. Вигорання серед фахівців з обслуговування клієнтів зростає, враховуючи обсяг запитів клієнтів та часто монотонний характер роботи.

Завдяки своїй здатності одночасно виконувати різноманітні складні завдання, автономні агенти зі штучним інтелектом можуть відігравати вирішальну роль у покращенні підтримки клієнтів. Автономні агенти зараз використовуються для оптимізації варіантів самообслуговування клієнтів та автоматизації основних рутинних завдань. Але їхня здатність переосмислювати робочі процеси та швидко масштабуватися, ймовірно, суттєво змінить виконання та дизайн обслуговування клієнтів, особливо враховуючи останні досягнення в генеративному та розмовному штучному інтелекті. Залежно від рівня інтеграції з відділами обслуговування, агенти можуть підвищити операційну ефективність для агентів-людей, забезпечити чудовий та персоналізований досвід обслуговування клієнтів, залучити та скеровувати споживачів у процесі обслуговування або повністю вирішувати проблеми з мінімальним втручанням людини.

Очікується, що такі партнерські відносини між людьми та агентами служби підтримки клієнтів на базі штучного інтелекту поглиблюватимуться, оскільки агенти зі штучним інтелектом будуть використовуватися все частіше. Це

означає, що в міру досягнення зрілості технології вона відіграватиме більшу роль в управлінні прийняттям рішень в організації та виконанні завдань, які раніше виконували агенти-люди. Хоча ці зміни значно підвищують ефективність та продуктивність в обслуговуванні клієнтів, вони також фундаментально переосмислюють роль команди підтримки, приділяючи більше уваги емоційному інтелекту, побудові стосунків та технічній підкованості.

На відміну від неагентних помічників (наприклад, чат-ботів), які відповідають лише на одне запитання за раз, агенти зі штучним інтелектом здатні зберігати пам'ять з одного дня на наступний, міркувати та діяти самостійно.

Агенти ШІ обробляють запити клієнтів або співробітників, щоб зрозуміти наміри та контекст, ставлячи запитання за потреби. Залежно від складності запрограмованих завдань та кількості зовнішніх інструментів, до яких їм надано доступ, агенти ШІ можуть вирішувати заявки на обслуговування клієнтів, обмінюватися повідомленнями з клієнтами, аналізувати дані споживачів, передавати складні проблеми агентам-людям та надавати персоналізований досвід обслуговування.

Наприклад, агенти штучного інтелекту, підключені до різних інших систем і наборів даних, можуть використовувати попередньо встановлені інструменти, щоб допомогти родині спланувати відпустку: пропонуючи місця призначення на основі існуючих уподобань користувачів, складаючи карти маршрутів, рекомендуючи готелі та бронюючи квитки. Завдяки інтеграції даних третіх сторін, мережа агентів, що планують відпустку, також може змінювати плани в режимі реального часу у відповідь на такі умови, як погода чи дорожній рух.

Агенти штучного інтелекту готові змінити те, як підприємства розгортають автоматизацію та інтелектуальні системи для підвищення продуктивності та оптимізації операцій.

На відміну від попередніх типів інструментів штучного інтелекту – асистентів, чат-ботів – які працюють на основі виконання окремих завдань, агентні системи штучного інтелекту можуть автономно планувати, міркувати та виконувати складні завдання з мінімальним втручанням людини. Унікальна

здатність агентного штучного інтелекту звертатися до зовнішніх інструментів для виконання складних директив та співпрацювати з іншими агентами та технологіями була широко розцінена як можливість повною мірою реалізувати потенціал штучного інтелекту для зміни бізнес-ландшафту.

Провідні компанії почали інтегрувати агентів та системи штучного інтелекту в повсякденні операції в реальному світі. Ці «цифрові працівники» на базі штучного інтелекту можуть бути особливо ефективними в оптимізації підтримки клієнтів, оптимізації ланцюгів поставок, підтримці людських агентів у відділах маркетингу та продажів, покращенні досвіду співробітників та аналізі даних з фінансової галузі та галузі охорони здоров'я.

2.2 Варіанти використання агентів штучного інтелекту

Сільське господарство.

Агенти штучного інтелекту можуть допомогти фермерам збільшити врожайність, одночасно зменшуючи відходи. Технологія здатна незалежно контролювати прогнози погоди та стан ґрунту для оптимізації графіків польових робіт. Постійно вивчаючи дані про навколишнє середовище та інші дані, агенти штучного інтелекту допомагають фермерам приймати стійкі та економічно ефективні рішення для підвищення продуктивності. Це дозволяє сільськогосподарським працівникам оптимізувати свої ресурси як для економії коштів, так і для ширшої екологічної стійкості.

Банківські та фінансові послуги.

Згідно з даними Всесвітнього економічного форуму, агентний штучний інтелект готовий визначити «трансформаційну еру» для фінансів. Здатність технології динамічно діяти в умовах швидкого розвитку та високої кількості даних є дуже перспективною для галузі. Технологію можна використовувати для покращення процесу прийняття рішень, оптимізації робочих процесів та підвищення відповідності вимогам.

Наприклад, автономний штучний інтелект використовується для проведення безперервних автономних аудитів ризиків з метою виявлення незвичайних закономірностей та реагування на нові загрози. Використовуючи подібну логіку, він має гарні можливості для допомоги в моніторингу відповідності вимогам та андеррайтингу кредитів, що передбачає великий обсяг повторюваних завдань з інтенсивною обробкою даних.

З боку клієнтів, агенти зі штучним інтелектом та віртуальні помічники-агенти надають консультаційні послуги з фінансового консультування на основі штучного інтелекту: наприклад, автоматизуючи певні дії з управління капіталом або розробляючи інвестиційні стратегії на основі ринкових умов та індивідуальної толерантності до ризику. Використовуючи рішення зі штучним інтелектом для фінансового управління, підприємства зменшують потенційні збої та використовують дані для максимізації цінності, а також підвищення операційної ефективності.

Створення контенту.

Агентний ШІ, у поєднанні з генеративним ШІ, має здатність автономно створювати статті, блоги, сценарії та звіти, адаптовані до певної аудиторії та цілей. Дизайн-агенти на базі ШІ також можуть створювати візуальні матеріали бренду або ресурси для соціальних мереж з мінімальним втручанням людини. У виробництві відео- та аудіо-контенту подібні інструменти можуть редагувати відеоматеріали або синтезувати закадровий голос.

На відміну від попередніх інструментів штучного інтелекту, які спиралися на прямий та безперервний людський внесок, агентний ШІ дозволяє творцям швидко масштабувати випуск контенту з мінімальним людським наглядом, зберігаючи якість та узгодженість протягом усього процесу. Наприклад, агенції новин використовують ШІ для створення простих статей на теми, що базуються на даних, такі як спортивні результати чи фінансові звіти, збільшуючи обсяг виробництва контенту та зменшуючи робоче навантаження на людей.

Досвід клієнтів.

З огляду на різке зростання очікувань клієнтів та високий рівень вигорання серед представників служби підтримки клієнтів, агенти зі штучним інтелектом можуть бути особливо корисними для покращення взаємодії з клієнтами. Завдяки своїй здатності покращувати відповіді з часом та відтворювати відповідні дані про клієнтів у режимі реального часу, агенти забезпечують глибоко контекстуальний та персоналізований досвід.

На відміну від традиційних чат-ботів, які відповідають на запити клієнтів на основі попередньо визначених сценаріїв, агентний ШІ може передбачати майбутні події та вживати проактивних заходів на основі потреб клієнтів, підвищуючи релевантність та задоволеність клієнтів. Оснащені обробкою природної мови (NLP), розмовні помічники ШІ беруть участь у природних, динамічних розмовах з клієнтами, автоматично передаючи складні питання представникам-людям, коли це необхідно. Використовуючи аналіз настроїв, ці інструменти також аналізують взаємодію з клієнтами, щоб виявити проблеми до їх виникнення, або навіть пропонувати та виконувати рішення, такі як оформлення заявок на підтримку або повернення коштів.

Агенти також можуть виступати в ролі систем підтримки для представників служби підтримки клієнтів, організовуючи та отримуючи відповідні дані про клієнтів або допомагаючи у вирішенні проблем із продуктами на основі запитів клієнтів. Завдяки здатності агентів взаємодіяти з кількома системами одночасно та зберігати дані про клієнтів протягом тривалого часу, вони особливо вправні в наданні персоналізованої та проактивної підтримки. Використання агентського штучного інтелекту в цих умовах призводить до підвищення задоволеності клієнтів за рахунок підвищення точності та часто призводить до економії коштів, оскільки зменшується потреба у взаємодії з людиною.

Освіта.

Репетитори та навчальні платформи на базі штучного інтелекту пропонують персоналізовані та масштабовані навчальні шляхи для окремих

учнів. Агенти-наставники на базі штучного інтелекту оцінюють рівень знань учня, відстежують його прогрес та адаптують контент у режимі реального часу, забезпечуючи, щоб усі учні отримували навчання у відповідному темпі. Ці агенти можуть самостійно створювати вправи та надавати зворотний зв'язок, а також пояснювати контекст, коли учні мають труднощі з певними поняттями. Вони також корисні для реагування на різні стилі навчання учнів та навчання на їх основі.

У вищій освіті асистенти дослідників у галузі штучного інтелекту можуть допомагати студентам досліджувати теми, збираючи джерела або узагальнюючи інформацію.

Крім того, додатки для вивчення мов та платформи професійної підготовки все частіше інтегрують автономних агентів, які імітують реальні взаємодії, такі як співбесіди чи розмови іноземними мовами. Ці адаптовані до потреб досвіду можуть зменшити перешкоди для створення захопливих симуляцій та надати більшій кількості студентів можливість практикувати реальні навички. Разом ці інструменти мають потенціал перетворити освіту на більш інтерактивний, постійно вдосконалювальний досвід, що призведе до підвищення залученості студентів та покращення результатів навчання.

Енергетичний менеджмент.

Агенти штучного інтелекту можуть відігравати вирішальну роль в енергетичному секторі, забезпечуючи інтелектуальне управління мережею та прогнозне обслуговування. Наприклад, агенти можуть проактивно аналізувати дані з енергетичного обладнання, щоб прогнозувати графіки технічного обслуговування або передбачати збої в інфраструктурі. Вони також можуть автономно балансувати попит і постачання енергії, коригуючи роботу мережі в режимі реального часу. Ці агенти, що базуються на завданнях, здатні зменшити вуглецевий слід підприємства та значно скоротити витрати на енергію.

Охорона здоров'я.

Рішення на основі штучного інтелекту викликали особливий інтерес у галузі охорони здоров'я в останні роки завдяки їхній здатності автономно

досліджувати дані про здоров'я та знімати адміністративне навантаження в завантажених медичних закладах. У клінічних умовах агенти штучного інтелекту, яким надається доступ до великих наборів даних з різних відділів, можуть суттєво зменшити час, витрачений на адміністративні завдання, такі як виставлення рахунків, планування та розподіл ресурсів, а також повністю автоматизувати рутинні завдання, такі як попередні авторизації та дистанційний моніторинг пацієнтів.

Завдяки своєму проактивному підходу до аналізу даних, агенти штучного інтелекту також можуть допомагати в діагностиці, керувати процесами лікування та контролювати життєво важливі показники пацієнтів у режимі реального часу, попереджаючи про потенційні ризики для здоров'я до їх загострення. Інтегруючи агентний штучний інтелект у повсякденну діяльність, лікарні та медичні центри можуть приймати більш обґрунтовані рішення, надаючи постачальникам медичних послуг більше часу для зосередження на персональному догляді. Ці інструменти також призводять до точнішої діагностики, високо персоналізованих планів лікування та швидшого впровадження інновацій на основі досліджень.

Людські ресурси.

HR-орієнтовані агенти на основі штучного інтелекту можуть зменшити адміністративне навантаження на відділи кадрів та значно покращити враження співробітників. У процесі найму ці інструменти можуть виконувати низку трудомістких завдань, включаючи аналіз резюме, рейтинг кандидатів та планування співбесід. Після працевлаштування кандидата персоналізований адаптаційний процес, розроблений штучним інтелектом, надає новим співробітникам індивідуальні графіки та плани навчання.

Для поточних співробітників агентні помічники на базі штучного інтелекту можуть надавати низку критично важливих ресурсів, зокрема персоналізовані рекомендації щодо навчання на основі посади, досвіду або кар'єрних цілей. Водночас ці автономні системи також обробляють адміністративні запити, такі

як відповіді на поширені запитання співробітників, управління запитами на відпустки та забезпечення дотримання вимог.

ІТ та автоматизація процесів.

Інтелектуальні агенти в ІТ-операціях автономно керують інфраструктурою, виявляють аномалії та оптимізують продуктивність системи, зменшуючи час простою та операційні ризики. Агенти також можуть виступати помічниками розробників, постійно контролюючи стан системи, усуваючи несправності та автономно розгортаючи виправлення. Агенти, запрограмовані на підвищення кібербезпеки, можуть виявляти загрози в режимі реального часу, вживаючи проактивних заходів для запобігання атакам.

І все частіше агенти виступають у ролі інструментів розробників, що допомагають програмістам. Агент, який взаємодіє з певними мовами робототехнічних систем, допомагає розробникам робіт перевіряти, діагностувати та керувати роботами за допомогою підказок природною мовою.

Маркетинг.

Агенти штучного інтелекту мають різноманітне застосування в маркетингу, особливо враховуючи величезну кількість даних, які отримують відділи маркетингу щодня, і скільки конкуруючих пропозицій зустрічаються клієнтам. Сьогодні деякі агентні інструменти штучного інтелекту трансформують процес пошуку товарів, оскільки споживачі звертаються до агентів за порадою щодо покупок, а не шукають їх самостійно в Інтернеті.

У маркетингу та електронній комерції агенти штучного інтелекту можуть автономно виконувати низку завдань з комунікацій та реклами. Це може включати керування кампаніями, створення портретів клієнтів, персоналізацію контенту та оптимізацію ефективності реклами в режимі реального часу. Хоча попередні технології автоматизації та штучного інтелекту могли керувати цими завданнями, для ефективного виконання вони залежали від набагато більшого контролю та частого введення даних користувачем.

Використовуючи прогнозну аналітику, агенти штучного інтелекту можуть аналізувати поведінку клієнтів, щоб автоматично визначати найкращий час або

стратегії обміну повідомленнями для певної кампанії, а потім передавати цю інформацію агентам, які можуть самостійно планувати комунікації. А завдяки проактивному аналізу ці технології постійно створюють надійні портрети клієнтів на основі величезних масивів даних, надаючи додаткову інформацію для маркетингових кампаній.

Чат-боти на основі штучного інтелекту в соціальних мережах можуть відстежувати згадки про бренд, взаємодіяти з користувачами та генерувати релевантні відповіді точніше, ніж їхні неагентні попередники. Крім того, агентний штучний інтелект, який надає клієнтам рекомендації щодо продуктів, може використовувати низку інструментів, наборів даних або попередню поведінку користувачів, щоб точніше визначити їхні потреби: наприклад, пропонуючи бронювання відпусток, адаптовані до вподобань багатьох людей щодо подорожей та зовнішніх факторів, таких як погода.

Роздрібна торгівля.

Агенти зі штучним інтелектом пропонують персоналізований досвід покупок, рекомендуючи товари, прогножуючи тенденції, керуючи запасами та забезпечуючи автономні чат-боти для обслуговування клієнтів. Інтелектуальні агенти з мерчандайзингу можуть оптимізувати ціноутворення та рівень запасів у режимі реального часу на основі поведінки клієнтів та прогнозів попиту, запобігаючи дефіциту товарів або іншим перебоям у роботі.

В електронній комерції агенти штучного інтелекту підбирають товари та акції, адаптовані до індивідуальних уподобань клієнтів та історії покупок, або навіть використовують контекстні дані, такі як погода, місцезнаходження та поточні тенденції, для покращення результатів. У деяких фізичних магазинах агенти штучного інтелекту використовуються для сканування полиць та управління запасами в режимі реального часу. Ці технології збільшують продажі, зменшують проблеми з запасами та збільшують продажі за допомогою цільового маркетингу, що призводить до підвищення задоволеності клієнтів та вищих коефіцієнтів конверсії.

Управління ланцюгом поставок.

Одна з головних переваг агентного ШІ над традиційними моделями полягає в його здатності діяти динамічно, аналізувати дані та змінювати завдання без людських інструкцій у режимі реального часу. Це робить технологію особливо придатною для ланцюга поставок, управління запасами та процесу закупівель. Агенти ШІ можуть оптимізувати процес вибору постачальників, оцінюючи потенційних постачальників на основі їх економічної ефективності або показників сталого розвитку, а також позначати потенційні ризики. Технологія також автоматизує такі процеси, як укладання контрактів та замовлення на закупівлю, зменшуючи ручну роботу та забезпечуючи точність в управлінні постачальниками. Здатність агентів порівнювати ці процеси з такими критеріями, як рівень запасів, додає додатковий рівень перевірки до процесу закупівель, запобігаючи збоям.

Коли дані централізовані, агентний штучний інтелект надає цінну аналітику, дозволяючи підприємствам приймати точніші рішення як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. Агенти можуть створювати детальний аналіз витрат і виявляти можливості для скорочення витрат або прогнозувати попит на основі низки факторів, включаючи ринкові умови та глобальні події. Ця технологія також може бути критично важливим інструментом управління відповідністю, проактивно контролюючи транзакції та внутрішні процеси на основі специфічного регуляторного середовища організації.

Інтегруючи агентний штучний інтелект у ланцюг поставок та логістичний процес, компанії приймають точніші рішення щодо постачальників та оптимізують процес укладання контрактів, зменшуючи кількість помилок та знижуючи витрати.

2.3 Варіанти використання агентів ШІ в обслуговуванні клієнтів

Агентські інструменти обслуговування клієнтів можуть обробляти як прості завдання, так і складні робочі процеси, залежно від того, як вони розроблені та до скількох інструментів вони мають доступ. Багато агентів штучного інтелекту діють як частина мережі, яка називається агентною системою, де кожен агент виконує окреме завдання, перш ніж передати запит іншому боту, що відповідає за завдання або ціль.

Наприклад, мережеві агентні рішення на основі штучного інтелекту можуть інтерпретувати запит клієнта, визначати характер запиту на обслуговування та автоматично видавати відшкодування або запит на обслуговування. Ці інструменти часто інтегруються зі сторонніми додатками, такими як програмне забезпечення для управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) або інструменти комунікації, такі як Slack, для вдосконалення існуючих систем та збору відповідних даних.

Разом ці інструменти підвищують рівень задоволеності клієнтів (CSAT), забезпечуючи своєчасне та точне вирішення запитів на обслуговування та інших повідомлень, що призводить до кращого обслуговування клієнтів.

Деякі поширені випадки використання агентів ШІ в обслуговуванні клієнтів наведено далі за текстом.

Розгляд запитів клієнтів.

У той час як помічники зі штучним інтелектом зазвичай можуть обробляти лише попередньо встановлені поширені запитання та поширені запитання, агенти зі штучним інтелектом здійснюють динамічне спілкування з клієнтами щодо статусу замовлення, політики повернення коштів, проблем із продуктами та інших вузькоспеціалізованих запитів. Вони можуть персоналізувати запити на основі попередніх взаємодій, щоб забезпечити високоякісну підтримку клієнтів.

Управління знаннями та аналітика на основі даних.

Агенти штучного інтелекту можуть упорядковувати та отримувати відповідні дані та статті з бази знань, забезпечуючи як клієнтам, так і агентам

підтримки доступ до точної, персоналізованої інформації в режимі реального часу.

Статус замовлення та відстеження.

Агенти штучного інтелекту проактивно надають оновлення щодо статусу замовлення клієнтів та відстеження в режимі реального часу, надаючи відповідну інформацію на основі даних про доставку, дорожніх умов або навіть погодних умов.

Персоналізовані рекомендації та підтримка.

Агентський ШІ може допомогти діагностувати та вирішувати проблеми з програмним забезпеченням, обладнанням або продуктами для клієнтів, зберігаючи інформацію про їхні вподобання для точнішої підтримки. Він також може надавати рекомендації щодо додаткових продуктів. Зберігаючи такі вподобання, агенти ШІ також можуть пропонувати відповідні продукти та послуги на основі індивідуальних потреб споживачів.

Визначення настроїв клієнтів.

Маючи доступ до інструментів аналізу настроїв, агенти штучного інтелекту здатні проактивно інтерпретувати реакцію споживачів на нові продукти чи ініціативи. Ці агенти можуть виступати в ролі систем раннього попередження про потенційні проблеми або стратегічних партнерів для мозкового штурму можливостей нових продуктів на основі даних про клієнтів. Вони також можуть надавати звіти про зустрічі, дзвінки до служби підтримки та інші комунікації з клієнтами, надаючи навчальні матеріали для нових представників служби підтримки клієнтів та забезпечуючи відчуття безперервності в усьому підприємстві.

Автоматизація процесів.

Агенти ШІ допомагають у виконанні критично важливих рутинних завдань, таких як управління даними клієнтів, управління проектами та інші адміністративні завдання. Наприклад, Avid Solutions, компанія, що вперше займається дослідженнями та розробками, успішно скоротила час, необхідний для залучення нових клієнтів, на 25%, використовуючи агентний ШІ.

Усунення несправностей та технічна підтримка.

Системи штучного інтелекту, включаючи агентів, оснащених обробкою природної мови, допомагають клієнтам пройти етапи усунення технічних або сервісних проблем. Завдяки своїй здатності зберігати «пам'ять» з часом та персоналізувати результати, ці інструменти можуть забезпечити точну підтримку для вирішення низки проблем клієнтів на основі індивідуальних змінних.

Штучний інтелект (AI) та пов'язані з ним інструменти обслуговування клієнтів на базі штучного інтелекту підвищують ефективність, зменшують кількість помилок і надають агентам-людям критично важливу інформацію для проактивного реагування на потреби клієнтів. Перекладаючи рутинні ручні завдання на цифрових працівників, фахівці з обслуговування клієнтів мають більше можливостей для встановлення цінних зв'язків зі споживачами.

2.4 Інтеграція штучного інтелекту в ширшу стратегію взаємодії з клієнтами

Агенти штучного інтелекту повинні доповнювати команди обслуговування клієнтів та відповідати загальним цілям обслуговування. Замість простої автоматизації окремих робочих процесів та практик без керівництва, найуспішніші розгортання визначають як довгострокові, так і короткострокові цілі на основі певних показників, таких як покращені бали CSAT або час вирішення.

Надання агентам ШІ відповідних даних та інструментів.

Агенти ШІ досягають найбільшого успіху, коли вони навчені працювати з чистими, відповідними даними та оснащені найрелевантнішими можливостями. Оснащення агентів підтримки для виконання автономних завдань може включати перевірку інструментів API, найм спеціалістів з обробки даних або інвестування в додаткову інфраструктуру. Забезпечення агентів ШІ постійного

доступу до найновіших баз знань та інструментів автоматизації дозволяє їм працювати ефективніше та адаптуватися до мінливих потреб.

Інтеграція агентів з корпоративними системами.

Як виявила IBM, розгортання штучного інтелекту є найпродуктивнішим, коли воно глибоко інтегроване в існуючі робочі процеси. Найкорисніші агенти штучного інтелекту, орієнтовані на продажі, безперешкодно підключаються до CRM, системи управління ресурсами підприємства (ERP) та інших корпоративних систем для доступу до відповідних даних та оптимізації адміністративних процесів. Модернізуючи існуючі системи, усуваючи ізольованість та надаючи доступ до даних по всій організації, керівники можуть надати агентам штучного інтелекту можливість приймати ефективніші рішення та надавати надійну аналітику на основі змінних умов.

Підвищення кваліфікації людських агентів.

Оскільки агентний ШІ виконує низку рутинних завдань, якими раніше займалися агенти підтримки, відділи обслуговування клієнтів неминуче змінюються. Представникам служби підтримки клієнтів може знадобитися додаткове навчання. продуктивно працювати разом із агентами штучного інтелекту, надсилаючи їм відповідні запити та використовуючи їхні знання для покращення взаємодії з клієнтами. Чіткі правила щодо передачі критичних питань клієнтам на розгляд команд підтримки також можуть запобігти розчаруванню як співробітників, так і клієнтів.

3 ОПИС ПРОЄКТУ ПРОПОНОВАНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Типи архітектур ШІ агентів

Агентна архітектура стосується структури та дизайну агентних фреймворків штучного інтелекту (ШІ). Агентна архітектура – це архітектура, яка формує віртуальний простір та структуру робочого процесу для автоматизації моделей ШІ в рамках агентної системи ШІ.

Агентний ШІ – це система або програма, яка використовує агентів ШІ для автономного виконання завдань від імені користувача або іншої системи. Агентна архітектура працює над підтримкою та регулюванням поведінки агентів на базі ШІ, що працюють у системі генеративного ШІ (generative AI). Системи агентного ШІ вимагають від своїх агентів адаптивності та навігації в динамічних середовищах для досягнення бажаних результатів.

Модель не так сильно відрізняється від людської психології – агентність стосується здатності навмисно змусити щось статися на основі власних дій. Для досягнення бажаних результатів необхідно використовувати планування, дії, пам'ять та рефлексію. Ці характеристики узгоджуються з характеристиками сучасних агентів ШІ, які використовуються як в одно- [так](#) і в багатоагентних системах.

Досягнення в алгоритмах машинного навчання (ML) та великих мовних моделях (LLM), таких як GPT OpenAI, стимулювали розвиток агентів ШІ. Метою агентної архітектури є забезпечення структури для LLM для автоматизації агентів для виконання складних завдань.

Автономна поведінка або поведінка агента штучного інтелекту, пов'язана з прийняттям рішень, залежить від інфраструктури, яка це забезпечує. Архітектура агентів розроблена для адаптації до динамічних середовищ, покращуючи сумісність.

Наприклад, агенти можуть взаємодіяти з різноманітними джерелами та форматами даних, інтерфейсами прикладного програмування (API) або

системами. Така адаптивна поведінка дозволяє агентам приймати обґрунтовані рішення.

Архітектура агентного ШІ повинна складатися з компонентів, що враховують основні фактори агентства: навмисність (планування), передбачливість, самореактивність та саморефлексію. Ці фактори забезпечують автономію агентам ШІ, щоб вони могли ставити цілі, планувати, контролювати свою ефективність та розмірковувати для досягнення своєї конкретної мети. Агентна технологія використовує виклики інструментів бекенду для збору актуальної інформації, виконує оптимізацію складних робочих процесів та автоматично генерує завдання для досягнення складних цілей.

Під час своєї роботи автономний агент з часом адаптується до уподобань користувача, пропонуючи більш персоналізований досвід та надаючи більш детальні відповіді. Цей процес виклику інструментів може виконуватися без участі людини, відкриваючи ширші можливості для реальних застосувань ШІ.

Агентні архітектури підтримують агентну поведінку всередині агентів ШІ. Агенти ШІ – це адаптивні системи, керовані моделями машинного навчання, які можуть взаємодіяти із зовнішнім середовищем та використовувати інструменти для досягнення певних цілей. Не всі агенти ШІ є агентними. Це залежить від складності та можливостей структури або системи оркестрації.

Агентна архітектура дозволяє агентам ШІ діяти з певним ступенем автономії та приймати рішення на основі цілей без постійної потреби в людському втручанні. Автономні агенти ШІ потребують мало або взагалі не потребують втручання людини для виконання своїх конкретних завдань.

У неагентних архітектурах LLM здатні виконувати одиничні або лінійні завдання. Функція моделі ШІ в неагентній архітектурі полягає в наданні виходів на основі вхідних даних та контексту.

Без явної оркестрації LLM не можуть зберігати нову інформацію в режимі реального часу та часто стикаються зі складними проблемами через обмежений контекст. Наприклад, кілька поширених застосувань ШІ, які не потребують

складних агентних робочих процесів, включають семантичний аналіз, чат-боти та генерацію тексту.

Ідеальна архітектура агента залежить від вимог застосунку та варіанту використання. Одноагентні системи чудово справляються з вирішенням сфокусованих, конкретних проблем, по суті діючи як окремі розв'язувачі задач.

Однак деякі завдання можуть вимагати унікальної експертизи спеціалізованого агента, тоді як інші можуть отримати користь від спільного підходу, що включає кількох агентів, які працюють разом як команда.

3.2 Типи агентів архітектури

У тексті нижче наведено чітке порівняння різних типів систем архітектури агентів штучного інтелекту: вертикальної, горизонтальної та гібридної (див. рис. 3.1).

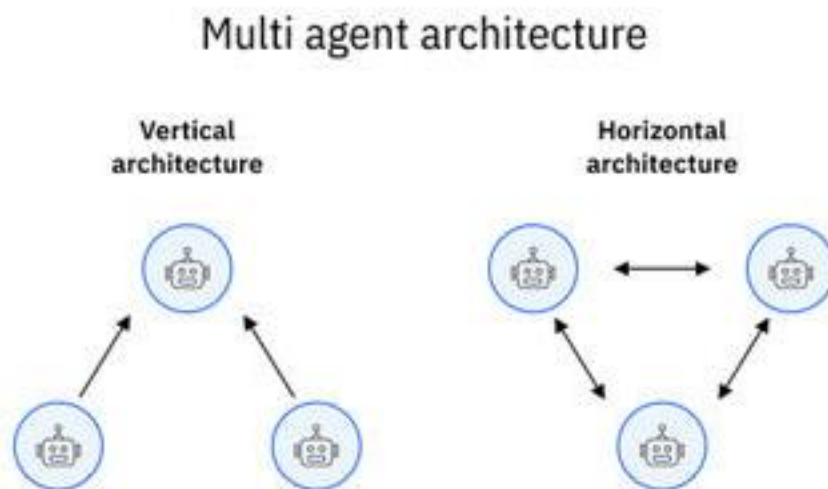


Рисунок 3.1 – Агентні фреймворки

Висвітлено їхні структури, ключові особливості, сильні та слабкі сторони, а також найкращі варіанти використання, щоб допомогти визначити найбільш підходящий підхід для різних завдань.

Одноагентні архітектури.

Одноагентна архітектура передбачає єдиний автономний об'єкт, який приймає централізовані рішення в межах певного середовища.

- Структура.
 - Одноагентна архітектура – це система, де один агент штучного інтелекту працює незалежно, сприймаючи своє середовище, приймаючи рішення та вживаючи заходів для досягнення мети.
- Ключові характеристики.
 - Автономність: агент працює незалежно, не потребує взаємодії з іншими агентами.
- Сильні сторони.
 - Простота: легше проєктувати, розробляти та розгортати порівняно з багатоагентними системами. Потребує менше ресурсів, оскільки не потрібно керувати кількома агентами або протоколами зв'язку.
 - Передбачуваність: легше налагоджувати та контролювати, оскільки агент працює незалежно.
 - Швидкість: немає потреби в переговорах або досягненні консенсусу між кількома агентами.
 - Вартість: менше витрат на обслуговування та оновлення порівняно зі складними багатоагентними архітектурами. Менше проблем з інтеграцією при розгортанні в корпоративних додатках.
- Слабкі сторони.
 - Обмежена масштабованість: один агент може стати вузьким місцем під час обробки великого обсягу або складних завдань.
 - Жорсткість: труднощі із завданнями, що вимагають багатоетапних робочих процесів або координації між різними доменами.
 - Вузький: зазвичай розроблений для певної функції або домену.

- Найкращі варіанти використання.
 - Прості чат-боти: чат-боти можуть працювати незалежно, не потребують координації з іншими агентами та добре працюють у автономних, структурованих взаємодіях з користувачами.
 - Системи рекомендацій: персоналізовані рекомендації щодо контенту, такі як ті, що використовуються в потокових сервісах, достатньо прості для архітектури з одним агентом.

Багатоагентні архітектури.

Багатоагентні архітектури виходять за рамки можливостей штучного інтелекту традиційних одноагентних систем, надаючи кілька унікальних переваг. Кожен агент спеціалізується на певній галузі, такій як аналіз продуктивності, запобігання травмам або дослідження ринку, водночас безперешкодно співпрацюючи для вирішення складних проблем.

Агенти адаптують свої ролі залежно від завдань, що розвиваються, допомагаючи забезпечити гнучкість та оперативність реагування в динамічних сценаріях.

Багатоагентні системи є більш гнучкими. Один агент може використовувати обробку природної мови (NLP), інший може спеціалізуватися на комп'ютерному зорові. Агент може використовувати розширену генерацію пошуку (RAG) для отримання даних із зовнішніх наборів даних.

Існує багато постачальників мультиагентних фреймворків, таких як crewAI, мультиагентний фреймворк на основі Python, який працює поверх LangChain. Ще одним рішенням на основі штучного інтелекту є DeepWisdom, який пропонує MetaGPT, фреймворк, що використовує структурований робочий процес, керований стандартними операційними процедурами.

Вертикальні архітектури штучного інтелекту.

- Структура.
 - У вертикальній архітектурі провідний агент контролює підзадачі та рішення, а агенти звітують для централізованого контролю.

Ієрархічні агенти штучного інтелекту знають свою роль і відповідно звітують перед іншими агентами або контролюють їх.

- Ключові характеристики.
 - Ієрархія: ролі чітко визначені.
 - Централізована комунікація: агенти звітують перед керівником.
- Сильні сторони.
 - Ефективність завдань: ідеально підходить для послідовних робочих процесів.
 - Чітка підзвітність: лідер узгоджує цілі.
- Слабкі сторони.
 - Вузькі місця: залежність від лідера може уповільнити прогрес.
 - Єдина точка відмови: вразливість до проблем з лідером.
- Найкращі варіанти використання.
 - Автоматизація робочого процесу: багатоетапні затвердження.
 - Генерація документів: розділи, що контролюються керівником.

Горизонтальні архітектури штучного інтелекту.

- Структура.
 - Модель співпраці між рівними: агенти працюють як рівні в децентралізованій системі, вільно співпрацюючи для вирішення завдань.
- Ключові характеристики.
 - Розподілена співпраця: усі агенти спільно використовують ресурси та ідеї.
 - Децентралізовані рішення: групове прийняття рішень для спільної автономії.
- Сильні сторони.
 - Динамічне вирішення проблем: сприяє інноваціям.
 - Паралельна обробка: агенти працюють над завданнями одночасно.
- Слабкі сторони.

- Проблеми з координацією: неправильне управління може призвести до неефективності.
- Повільніші рішення: Занадто багато обмірковування.
- Найкращі варіанти використання.
 - Мозковий штурм: генерування різноманітних ідей.
 - Розв'язання складних проблем: вирішення міждисциплінарних викликів.

Гібридні архітектури штучного інтелекту.

- Структура.
 - Поєднує структуроване лідерство з гнучкістю співпраці; керівництво змінюється залежно від вимог завдання.
- Ключові характеристики.
 - Динамічне лідерство: лідерство адаптується до фази завдання.
 - Спільне лідерство: лідери відкрито взаємодіють зі своїми колегами.
- Сильні сторони.
 - Універсальність: поєднує сильні сторони обох моделей.
 - Адаптивність: виконує завдання, що вимагають як структурованості, так і креативності.
- Слабкі сторони.
 - Складність: балансування лідерських ролей та співпраці вимагає надійних механізмів.
 - Управління ресурсами: вимогливіше.
- Найкращі варіанти використання.
 - Універсальні завдання: стратегічне планування або командні проєкти.
 - Динамічні процеси: балансування структурованих та креативних вимог.

Агентні фреймворки стосуються архітектур або моделей проєктування, які визначають, як агенти (штучні чи природні) можуть виконувати завдання, приймати рішення та взаємодіяти зі своїм середовищем автономно та

інтелектуально. Ці фреймворки забезпечують структуру та рекомендації щодо того, як агенти функціонують, міркують та адаптуються в різних умовах.

3.3 Реактивні, деліберативні та когнітивні архітектури

Реактивні архітектури безпосередньо перетворюють ситуації на дії. Вони рефлексивні, приймаючи рішення на основі безпосередніх стимулів з навколишнього середовища, а не спираючись на пам'ять чи прогностичні здібності. Вони не можуть вчитися на минулому чи планувати майбутнє.

Деліберативна архітектура – це система штучного інтелекту, яка приймає рішення на основі міркувань, планування та внутрішніх моделей світу. На відміну від реактивних агентів, деліберативні агенти аналізують своє середовище, прогнозують майбутні результати та роблять обґрунтований вибір, перш ніж діяти.

Когнітивно-агентна архітектура – це вдосконалена система штучного інтелекту, яка імітує людське мислення, міркування, навчання та прийняття рішень. Ці агенти включають елементи сприйняття, пам'яті, міркування та адаптації, кожен з яких представлений окремими модулями, що дозволяє їм працювати в складних, невизначених середовищах, одночасно вдосконалюючи свої можливості з часом. Це найдосконаліший тип агентної архітектури.

3.4 Принцип взаємодії агентів в мультиагентній архітектурі

Еволюція від моделей великих мов програмування (LLM) до інтеграції штучних інтелектуальних агентів (AI agent) змінила ландшафт штучного інтелекту (AI). Зараз багатоагентні системи (MAS) започатковують цілком нову хвилю продуктів та послуг з розробки програмного забезпечення на основі штучного інтелекту.

Традиційні програми LLM на базі генеративного штучного інтелекту (generation AI) були здебільшого зосереджені на підвищенні продуктивності, відповідях на запитання або узагальненні інформації. Впровадження агентів та

можливості комунікації між агентами на основі штучного інтелекту надають можливості для створення автономних робочих процесів, які значно скорочують ручну роботу, пов'язану з дослідженнями, підтримкою, аналізом та операціями. Зараз багатоагентні системи обробляють складні реальні завдання, такі як сортування клієнтів, фінансовий аналіз, усунення технічних несправностей та моніторинг відповідності, і стали масштабованими, автономними та такими, що постійно вдосконалюються.

Скоординовані дії кількох незалежних агентів у розподіленій системі, кожен з яких має локальні знання та можливості прийняття рішень, називаються багатоагентною (мультиагентною) співпрацею.

У багатоагентній співпраці агенти взаємодіють, використовуючи встановлені протоколи зв'язку для обміну інформацією про стан, розподілу обов'язків та координації дій. Співпраця зазвичай включає методи декомпозиції роботи, розподілу ресурсів, вирішення конфліктів та спільного планування. Вона може бути явною через передачу повідомлень або неявною через модифікації спільного середовища. Ці системи надають пріоритет масштабованості, відмовостійкості та емерджентній кооперативній поведінці у своїй конструкції для роботи без централізованого контролю.

Розглянемо аналогію: припустимо, що флот дронів шукає в місці катастрофи тих, хто вижив, або інформацію. Кожен дрон обирає свій власний шлях, уникає інших дронів, повідомляє про знайдене та змінює напрямок у разі неочікуваної події. Уявіть собі цей сценарій як багатоагентну співпрацю: кожен дрон працює як самостійно, так і колективно, у певному сенсі як помічник. Без єдиного лідера, який керує ними, вони працюють разом, координують свої дії один з одним та діляться тим, що бачать. Такий підхід пояснює, як автономний флот агентів працює спільно, інтелектуально та швидко для вирішення складних проблем.

Ця спільна архітектура переосмислює архітектуру продукту, генеруючи різноманітні варіанти використання, які працюють майже будь-коли, адаптуються до зростаючих потреб і постійно навчаються й оптимізуються без

ручного втручання. Процес агентної автоматизації забезпечується спеціалізованими агентами з адаптивними можливостями, призначеними для виконання конкретних завдань з точністю та автономністю. Спеціалізовані агенти штучного інтелекту працюють разом у режимі реального часу, щоб надавати інтелектуальні, налаштовані та комплексні послуги в чат-ботах (за допомогою rag framework) – новому типі багатоагентного застосунку.

Співпраця між кількома агентами є важливою вимогою під час проектування та розгортання інтелектуальної системи, особливо в середовищах, які є дуже складними, розподіленими та мають обмеження конфіденційності. Багатоагентна співпраця забезпечує численні архітектурні, обчислювальні та операційні переваги на відміну від інших типів агентної архітектури, зокрема одноагентної системи. Ця динаміка характерна для складних, розподілених систем реального часу, де притаманні кілька різних рівнів конфіденційності. Багатоагентні системи (MAS) дозволяють децентралізованим, автономним агентам працювати разом для досягнення колективних або взаємозалежних цілей, допомагаючи подолати деякі структурні обмеження обмежених одноагентних систем. Наприклад, монолітні одноагентні системи, які масштабуються лише до певної міри або мають обмеження на затримку та функціональну спільність. Кожен агент підтримує певний рівень автономії, виконуючи локальні обчислення, співпрацюючи з іншими агентами, використовуючи протоколи зв'язку для обміну частковими знаннями про своє середовище, співпрацюючи у прийнятті рішень та координуючи розподілену стратегію управління.

Здатність підтримувати модульну масштабованість дозволяє безперешкодно інтегрувати нові агенти або підсистеми, забезпечуючи адаптивну поведінку в динамічних середовищах у режимі реального часу. Наприклад, в інтелектуальній системі охорони здоров'я або підмножина, або всі агенти можуть мати специфічні для предметної області призначення; такі як моніторинг фізіологічних сигналів, виявлення аномалій, рекомендації терапії та управління даними, що ідентифікують пацієнта, відповідно до політики. Їхня співпраця

також забезпечує безперервність, точність та відмовостійкість протягом усього процесу. Можливість нормалізації обчислень між агентами підвищує обчислювальну ефективність шляхом спільного використання параметризації між агентами та усуває залежність від централізованих обчислень.

Щоб зрозуміти, як працюють багатоагентні системи, розберемо процес співпраці на послідовність добре скоординованих кроків, кожен з яких підкреслює, як незалежні індивіди взаємодіють, призначають завдання та працюють разом для виконання складних завдань.

Агенти співпрацюють та координують свої дії через структуровані канали, де кожен агент є інтелектуальним компонентом з п'ятьма ключовими елементами.

Базова модель (m). Цей елемент є основним механізмом міркування агента, що дозволяє генерувати та розуміти природну мову.

Мета (o). Мета або завдання агента, на якому він зосереджений, визначається метою (o).

Середовище (e). Цей елемент вказує на ситуацію, в якій функціонує агент. Це може включати інших агентів, інструменти, спільну пам'ять або інтерфейси прикладного програмування (API) .

Інформація, яку агент отримує з оточення або від інших агентів, відома як вхідне сприйняття (x).

Вихід або дія (y). Поведінка або реакція агента з урахуванням його поточної мети та лінії міркувань.

Співпраця відбувається, коли кілька агентів штучного інтелекту співпрацюють як команда для виконання завдання. Під час фази співпраці система отримує завдання від користувача або середовища. Система вирішує, які агенти потрібні та які ролі вони виконуватимуть.

Система розділяє складні проблеми на керовані частини. Це досягається або за допомогою планувальника, або за допомогою мовної моделі з можливістю міркування. Комунікація відбувається або через спільну пам'ять, або проміжні

виходи. Призначені завдання виконуються агентами одночасно, послідовно або динамічно.

Результати роботи різних агентів об'єднуються для створення значущої відповіді. Оркестратор або кінцевий агент ініціює дію або надає користувачеві повну відповідь. На рисунку 3.2 показано комплексну структуру для розуміння того, як працює багатоагентна співпраця. Ця структура окреслює ключові виміри, що характеризують механізми співпраці між агентами.

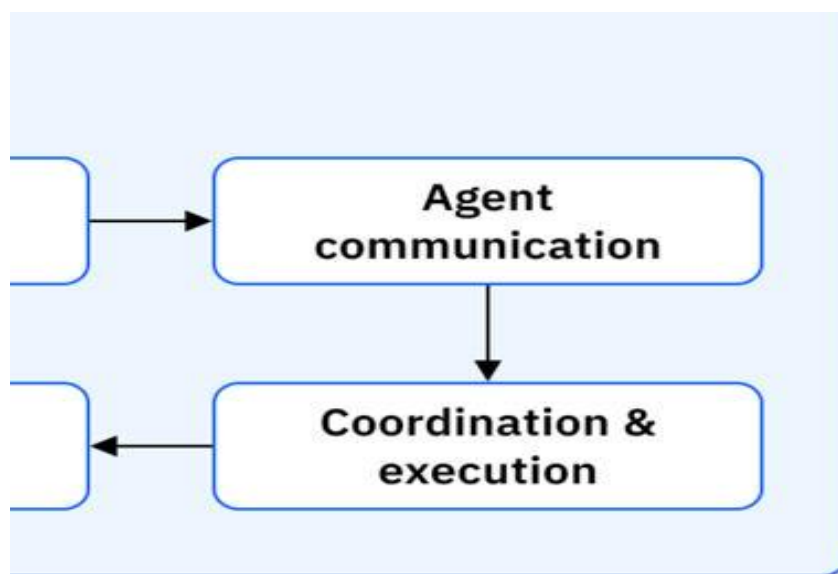


Рисунок 3.2 – Частина мультиагентної архітектури

Агенти співпрацюють з іншими агентами, використовуючи різні стратегії, які визначають, як вони будуть взаємодіяти, координувати дії та робити внесок у досягнення спільних цілей. Різні стратегії співпраці включають перераховані нижче типи.

Співпраця на основі правил.

У цьому типі співпраці взаємодія агентів один з одним жорстко контролюється певним набором правил або інструкцій. Ці правила диктують, як агенти діють, спілкуються та роблять вибір передбачуваним чином. Обсяг навчання або адаптації обмежений, оскільки агенти дотримуються встановленої політики на основі певних умов або вхідних даних. Цей метод часто

здійснюється за допомогою операторів «якщо-тоді», кінцевих автоматів або логічних фреймворків. Така співпраця найкраще працює для завдань, які є високо структурованими або передбачуваними, де підтримка узгодженості є ключовою.

Плюси та мінуси. Цей підхід забезпечує високу ефективність та справедливість, але має проблеми з адаптивністю та масштабованістю, особливо в швидкозмінних або складних ситуаціях.

Співпраця на основі ролей.

У цьому підході агентам надаються конкретні ролі або обов'язки, що відповідають чіткій організаційній або комунікаційній структурі. Кожна роль має свій власний набір функцій, дозволів та цілей, які часто пов'язані з різними частинами загальної мети системи. Хоча агенти працюють напівнезалежно в рамках своїх призначених ролей, вони також відіграють певну роль у загальній картині, координуючи та обмінюючись інформацією один з одним. Ця концепція черпає натхнення з динаміки людських команд, де люди виконують різні ролі, такі як лідер, спостерігач або виконавець. Це особливо корисно для розбиття завдань, проєктування модульних систем та дозволяє агентам з різним досвідом ефективно співпрацювати.

Плюси та мінуси. Це дозволяє модульну співпрацю, керовану експертами, але може зіткнутися з проблемами гнучкості та залежності від інтеграції агентів.

Співпраця на основі моделі.

У цьому типі співпраці агенти створюють внутрішні моделі, щоб зрозуміти власний стан, навколишнє середовище, інших агентів та спільну мету, над якою вони всі працюють. Ці моделі зазвичай є ймовірнісними або вивченими, що допомагає агентам планувати свої дії навіть за невизначеності. Їхня взаємодія залежить від оновлення переконань, висновків та прогнозування результатів, що дозволяє їхнім стратегіям бути гнучкими та враховувати контекст. Деякі поширені методи, які вони використовують, включають байєсівські міркування, марківські процеси прийняття рішень (MDP) та різні моделі машинного навчання. Цей підхід особливо корисний у ситуаціях, коли агентам потрібно

враховувати невідомі фактори, адаптуватися до змін або працювати разом, не маючи повної видимості.

Плюси та мінуси. Цей підхід пропонує велику гнучкість та надійні можливості прийняття рішень, але він пов'язаний зі значним рівнем складності та значними обчислювальними витратами.

3.5 Приклад побудови ШІ агента супроводу користувача

У цьому розділі продемонстровано, як створити інтелектуального агента підтримки клієнтів за допомогою фреймворку LangGraph – потужного інструменту для побудови складних робочих процесів на основі мовних моделей. Агент призначений для категоризації запитів клієнтів, аналізу настроїв та надання відповідних відповідей або підняття проблем за необхідності.

У сучасному швидкозмінному бізнес-середовищі ефективна та точна підтримка клієнтів є надзвичайно важливою. Автоматизація початкових етапів взаємодії з клієнтами може значно скоротити час реагування та підвищити загальну задоволеність клієнтів. Цей проект має на меті продемонструвати, як передові мовні моделі та робочі процеси на основі графів можна поєднати для створення складної системи підтримки, яка може обробляти різноманітні запити клієнтів.

Ключові компоненти агента включають:

- керування станом: використання TypedDict для визначення та управління станом кожної взаємодії з клієнтом;
- категоризація запитів: класифікація запитів клієнтів за технічними, платіжними або загальними категоріями;
- аналіз настроїв: визначення емоційного тону запитів клієнтів;
- генерація відповідей: створення відповідних відповідей на основі категорії запиту та настрою;
- механізм ескалації: автоматична ескалація запитів з негативними настроями агентам-людям;

– граф робочого процесу: використання LangGraph для створення гнучкого та розширюваного робочого процесу.

Створений в роботі III агент працює у відповідності до виконання кроків у наступній послідовності.

1. Ініціалізація. Налаштування середовища та імпорт необхідних бібліотек.

2. Визначення стану. Створення структури для зберігання інформації запиту, категорії, настрою та відповіді.

3. Функції вузлів. Реалізація окремих функцій для категоризації, аналізу настроїв та генерації відповідей.

4. Побудова графа. Використовується StateGraph для визначення робочого процесу, додаючи вузли та ребра для представлення процесу підтримки.

5. Умовна маршрутизація. Реалізація логіки для маршрутизації запитів на основі їх категорії та настрою.

6. Компіляція робочого процесу. Компіляція графа у виконуваний додаток (див. рис. 3.3).

7. Виконання. Обробка запитів клієнтів через робочий процес та отримання результатів.

Таким чином наведений приклад демонструє потужність та гнучкість LangGraph у створенні складних робочих процесів на основі штучного інтелекту. Поєднуючи можливості обробки природної мови зі структурованим підходом на основі графів, ми створили агента підтримки клієнтів, який може ефективно обробляти широкий спектр запитів.

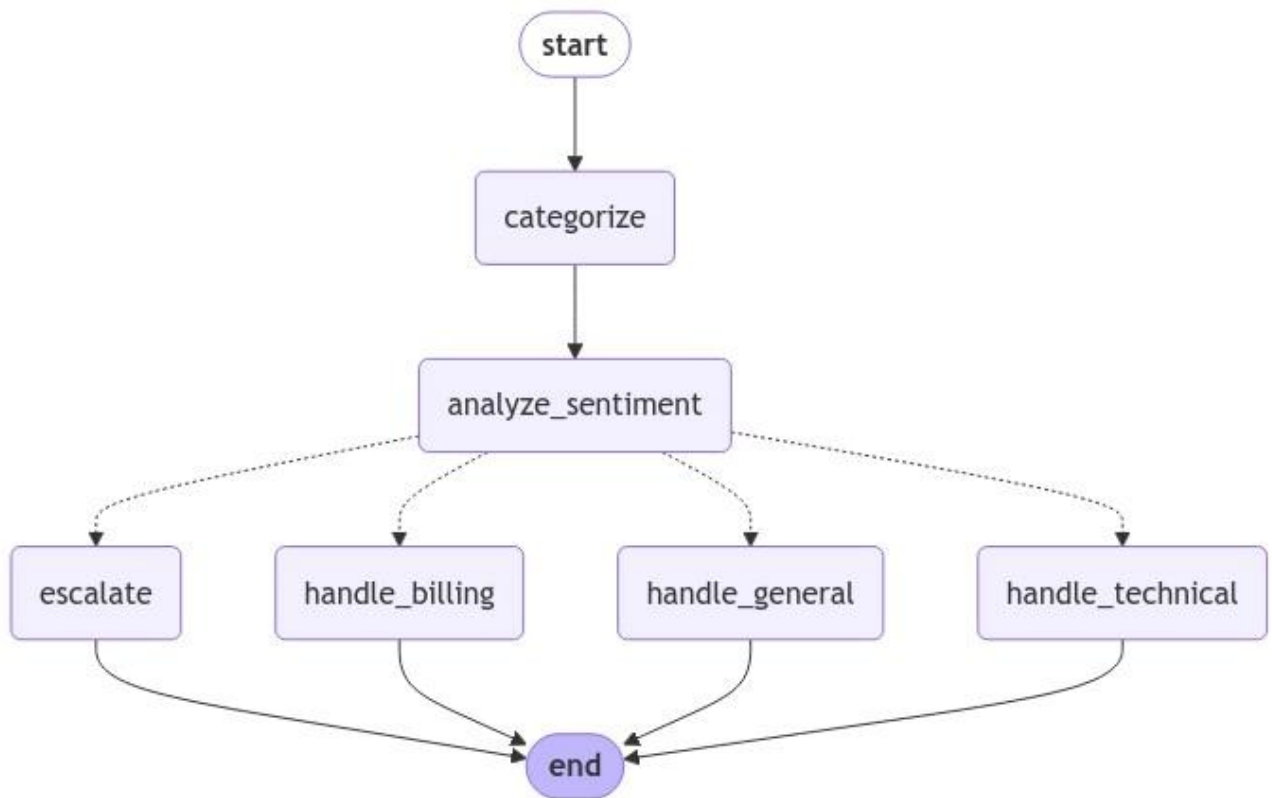


Рисунок 3.3 – граф робочого процесу

Цю систему можна додатково розширити та налаштувати для задоволення конкретних бізнес-потреб, потенційно інтегруючись з існуючими інструментами підтримки клієнтів та базами даних для ще складнішої взаємодії. Продемонстрований тут підхід має широке застосування, що виходить за рамки підтримки клієнтів, ілюструючи, як мовні моделі можна ефективно оркеструвати для вирішення складних багатоетапних проблем у різних областях.

Програмний код агента наведено у додатках до роботи.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Питання щодо охорони праці в ІТ-галузі

ІТ-сфера, попри свою цифрову природу, має багато аспектів, які впливають на здоров'я працівників. Забезпечення охорони праці в цьому секторі включає низку заходів, спрямованих на створення безпечних, комфортних та ефективних умов роботи.

Нижче розглянуто основні аспекти охорони праці, зокрема освітлення, вентиляцію, ергономіку робочих місць, психоемоційне здоров'я та інші ключові фактори.

1. Освітлення робочого місця. Правильне освітлення є одним із найважливіших аспектів для працівників ІТ-сфери, оскільки вони тривалий час працюють за комп'ютерами. Неправильне освітлення може спричинити втому очей, головний біль і зниження продуктивності. Природне освітлення: робоче місце повинно мати доступ до природного освітлення. Для цього слід правильно розташувати робочі місця відносно вікон, уникаючи прямого сонячного світла на екрані монітора. Вікна мають бути оснащені жалюзі або шторами, щоб уникнути відблисків.

Штучне освітлення: рекомендовано використовувати LED-лампи з нейтральною температурою світла (3500–5000 К). Освітлення має бути рівномірним і не створювати різких контрастів між робочою поверхнею та монітором. Настільні лампи з регульованим рівнем освітлення дозволяють адаптувати світло під індивідуальні потреби.

2. Вентиляція і мікроклімат. Чисте повітря і комфортна температура – основа продуктивної роботи та гарного самопочуття. Вентиляція: робочі приміщення повинні бути обладнані сучасними системами вентиляції, які забезпечують регулярний обмін повітря. Рівень вуглекислого газу (CO₂) не повинен перевищувати норму (1000 ppm).

Температура і вологість: оптимальна температура для офісів: 22–25°C. Вологість повинна залишатися на рівні 40–60%. Встановлення кондиціонерів і зволожувачів допомагає підтримувати комфортний мікроклімат. Якість повітря: уникнення накопичення пилу на техніці та меблях. Використання очищувачів повітря з HEPA-фільтрами.

3. Ергономіка робочого місця. Ергономіка є ключовим фактором у запобіганні професійним захворюванням, зокрема болу у спині, шії та руках. Робоче крісло: має бути регульованим за висотою, з підтримкою поперекового відділу. Підлокітники повинні забезпечувати комфортну підтримку рук. Стіл: оптимальна висота – 70–80 см. На столі має бути достатньо місця для розташування монітора, клавіатури та інших пристроїв. Монітор: екран повинен розташовуватися на рівні очей, щоб уникнути надмірного нахилу голови. Відстань до монітора – 50–70 см. Периферійні пристрої: клавіатура і мишка мають бути зручними, з підставками для зап'ясть. Рекомендації для працівників: робити перерви кожні 45–60 хвилин, вставати, виконувати розминку для зняття напруги.

4. Психоемоційне здоров'я. Тривала розумова праця та високий рівень стресу можуть негативно впливати на працівників ІТ-сфери. Стрес-менеджмент: організація тренінгів з управління стресом. Наявність зони відпочинку в офісі. Баланс між роботою та відпочинком: гнучкий графік роботи або можливість працювати віддалено. Заохочення до використання відпусток. Психологічна підтримка: консультації з психологами або коучами.

5. Електробезпека. Всі електроприлади повинні бути заземлені. Використання справних подовжувачів та розеток. Захист від перевантажень: використання стабілізаторів напруги та UPS для захисту обладнання.

6. Протидія кіберзагрозам. Регулярні тренінги з кібербезпеки для працівників. Встановлення антивірусного програмного забезпечення.

7. Інші аспекти охорони праці. Організація харчування: наявність кухні або місця для прийому їжі. Доступ до чистої питної води. Профілактичні заходи: регулярний медичний огляд. Організація спортивних заходів. Евакуація і

безпека: наявність чітких інструкцій з евакуації у разі надзвичайних ситуацій. Обладнання офісу вогнегасниками та аптечками. Виконання цих рекомендацій допоможе створити безпечне та комфортне робоче середовище для працівників ІТ-сфери, що сприятиме підвищенню продуктивності та збереженню здоров'я співробітників.

4.2 Питання щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях

Підготовка і перепідготовка керівного складу цивільного захисту (ЦЗ), її органів управління та сил, навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях. Підготовка до надзвичайних ситуацій (НС) є ключовим елементом забезпечення безпеки населення та сталого функціонування критичних об'єктів у разі виникнення катастроф, аварій або стихійних лих. Ця діяльність включає підготовку керівного складу цивільного захисту, органів управління та сил ЦЗ, а також навчання населення, щоб гарантувати їхню готовність до дій у кризових умовах.

Для ефективного реагування на НС необхідна професійна підготовка керівників, які несуть відповідальність за координацію дій та прийняття рішень. Основні напрями підготовки: оволодіння знаннями з управління силами та засобами ЦЗ у різних видах надзвичайних ситуацій; планування заходів захисту населення, територій та інфраструктури; вивчення алгоритмів прийняття оперативних рішень у кризових ситуаціях.

Перепідготовка та підвищення кваліфікації: регулярні тренінги, семінари та спеціальні курси, спрямовані на підвищення професійної компетенції керівників; використання сучасних методів навчання, таких як моделювання НС, віртуальні симуляції та польові навчання. Навчання в спеціалізованих закладах: керівники проходять підготовку у вищих навчальних закладах, які мають програми з цивільного захисту.

Додаткові програми можуть включати міжнародний досвід у сфері управління кризами.

Сили ЦЗ включають аварійно-рятувальні служби, спеціалізовані підрозділи та добровільні формування. Їхнє навчання має на меті забезпечити готовність до виконання завдань будь-якої складності. Тренування сил ЦЗ: проведення польових навчань і тренувань з ліквідації наслідків аварій; вивчення та вдосконалення навичок використання спеціалізованої техніки й обладнання; відпрацювання алгоритмів взаємодії з іншими підрозділами. Спеціалізація персоналу: освоєння методів пошуку і порятунку постраждалих, гасіння пожеж, ліквідації хімічних і радіоактивних забруднень; навчання проведенню евакуаційних заходів.

Забезпечення безпеки населення значною мірою залежить від їхньої здатності самотійно діяти у надзвичайних ситуаціях. Підвищення обізнаності: проведення масово-роз'яснювальної роботи через засоби масової інформації, соціальні мережі та спеціальні видання; розробка та поширення буклетів, інструкцій і відеоматеріалів з використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

Практичне навчання: організація тренінгів і навчальних заходів у школах, університетах, підприємствах та громадських установах; проведення практичних занять з використанням протигазів, респіраторів, захисного одягу та інших ЗІЗ; навчання правилам користування медичними аптечками та першої допомоги. Сімейна готовність: заохочення громадян до розробки сімейних планів дій у НС; розміщення домашніх комплектів ЗІЗ та інших необхідних засобів.

Навчання людей алгоритмам дій у НС сприяє зниженню кількості постраждалих і швидшій ліквідації наслідків кризових ситуацій. Алгоритми дій: ознайомлення з сигналами тривоги та системами оповіщення; відпрацювання планів евакуації з громадських будівель та житлових зон; дії у випадках пожежі, хімічної аварії, повені, землетрусу чи техногенної катастрофи. Навчання дітей: заняття у школах, присвячені правилам поведінки у НС; інтерактивні уроки та ігри, що навчають дітей правилам безпеки.

Підготовка та перепідготовка керівного складу, органів управління та сил цивільного захисту, а також навчання населення діям у НС є важливим

компонентом загальної системи забезпечення безпеки. Готовність до надзвичайних ситуацій дозволяє мінімізувати втрати та зберегти життя людей. Сучасні методи навчання, інтеграція міжнародного досвіду та використання інноваційних підходів є ключовими чинниками підвищення ефективності системи цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було здійснено комплексне дослідження предметної області агентів штучного інтелекту, їхніх архітектурних рішень та практичного застосування у сфері супроводу користувача. Аналіз літературних джерел та сучасних технологій показав, що агенти ШІ є ключовим інструментом у сучасному технологічному середовищі, оскільки вони здатні автоматизувати складні процеси, приймати рішення в реальному часі та адаптуватися до змінних умов завдяки механізмам навчання. Це робить їх універсальними засобами для вирішення широкого спектра задач – від управління корпоративними процесами до персоналізованої підтримки користувачів.

У першому розділі було розглянуто основні принципи функціонування агентів ШІ та їхню роль у сучасних інформаційних системах. Встановлено, що ключовою особливістю агентів є їхня здатність працювати автономно, використовуючи зовнішні інструменти та бази даних для отримання актуальної інформації. Це дозволяє їм не лише генерувати відповіді на основі внутрішніх знань, а й забезпечувати більш точні та релевантні результати. Важливим аспектом є також використання великих мовних моделей, які виступають ядром агентних систем, забезпечуючи обробку природної мови та інтеграцію з іншими технологіями.

Другий розділ був присвячений аналізу типових задач, які вирішуються агентами ШІ. Було показано, що вони ефективно застосовуються у сферах автоматизації бізнес-процесів, підтримки клієнтів, планування та управління ресурсами. Особливу увагу приділено прикладам використання агентів у реальних сценаріях, де вони демонструють здатність до декомпозиції складних завдань на підзадачі, що значно підвищує продуктивність та якість результатів. Важливим є також аспект персоналізації, коли агент враховує індивідуальні потреби користувача, формуючи більш точні рекомендації та рішення.

У третьому розділі було досліджено архітектурні підходи до побудови агентних систем. Виявлено, що ефективність роботи агента залежить від правильної організації його компонентів – ініціалізації цілей, використання інструментів та механізмів навчання. Було показано, що сучасні архітектури передбачають інтеграцію агентів з зовнішніми API, базами даних та іншими агентами, що дозволяє створювати багаторівневі системи з розширеними можливостями. Особливу увагу приділено процесу навчання та рефлексії, який забезпечує постійне вдосконалення агента та адаптацію до нових умов. Це робить агентні системи більш гнучкими та здатними до самокорекції.

Загалом проведене дослідження підтвердило, що агенти ШІ є перспективним напрямом розвитку сучасних інформаційних технологій. Вони поєднують у собі можливості великих мовних моделей, інструментів збору та аналізу даних, а також механізмів навчання, що дозволяє їм ефективно вирішувати задачі різної складності. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання розроблених підходів для створення персональних асистентів, систем підтримки прийняття рішень та освітніх програмних продуктів. Це відкриває нові перспективи для інтеграції агентних технологій у повсякденне життя та професійну діяльність.

Таким чином, робота довела актуальність та значущість дослідження агентів штучного інтелекту, окреслила їхні основні функції та архітектурні рішення, а також показала практичні приклади їхнього застосування. Отримані результати можуть стати основою для подальших досліджень у сфері розробки інтелектуальних систем та сприяти впровадженню новітніх технологій у різні галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Луцик І. Б., Романишин Ю. В. Методи та засоби побудови мультиагентних систем моніторингу безпеки комп'ютерних мереж. Вісник Тернопільського національного технічного університету. 2018. Т. 89, № 1. С. 114–122.
2. Пастух О. С., Рогатинський Р. М. Математичне та програмне забезпечення систем підтримки прийняття рішень з елементами штучного інтелекту. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій». Тернопіль : ТНТУ, 2019. С. 156–157.
3. Коноваленко І. В., Марущак В. М. Інтелектуальні методи обробки зображень у системах автоматизованого контролю якості поверхонь. Машинобудування та автоматизація виробництва : тези доп. наук.-техн. конф. Тернопіль : ТНТУ, 2021. С. 88.
4. Луцків А. М. Архітектура та принципи взаємодії агентів у розподілених інформаційних системах. Наукові нотатки : міжвузівський збірник за напрямом «Комп'ютерні науки». 2022. Вип. 14. С. 102–109.
5. The Planet Is Suffering: 82% of Global Workers Ready to Help, So What's Stopping Them?. Salesforce. URL: <https://www.salesforce.com/news/stories/sustainability-jobs-training-salesforce-research/> (date of access: 17.10.2025).
6. Голінько В. І. Охорона праці в галузі інформаційних технологій: навч. посіб. / В. І. Голінько, М. Ю. Іконніков, Я. Я. Лебедєв; М-во освіти і науки України, Держ. вищий навч. закл. "Нац. гірн. ун-т". - Дніпропетровськ: НГУ, 2015. - 246 с.
7. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник. 4-е вид./Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. - Київ: Каревела, 2008. – 384с.

8. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: Навчальний посібник; укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 150 с.

9. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.

10. Умови праці працівників, які використовують у роботі персональні комп'ютери. Zolochiv.Net. URL: <https://zolochiv.net/umovy-pratsi-pratsivnykiv-iaki-vykorystovuiut-u-roboti-personal-ni-komp-iutery/> (дата звернення: 25.10.2024).

ДОДАТКИ

Тези доповіді

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Краківський економічний університет (Польща)
Вроцлавський економічний університет (Польща)
Університет «Опольська Політехніка» (Польща)
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Вінницький національний аграрний університет
Львівський національний університет ім. І. Франка
Головне управління Пенсійного фонду в Тернопільській області
Наукове товариство ім. Шевченка
Тернопільський обласний комунальний інститут післядипломної педагогічної освіти
Сумський державний педагогічний університет
Запорізький національний університет

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

**XIV Міжнародної науково-технічної
конференції молодих учених та студентів**

11-12 грудня 2025 року



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2025**

58.	М.І. Паламар, Ю.А. Удич, А.М. Паламар, М.Р. Франків ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ РОЗУМНОГО БУДИНКУ НА ОСНОВІ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ		320
59.	Ю.Б. Паляниця, М.Ю. Ковальчук МЕТОД ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ЛІТАЮЧИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ЇХ АКУСТИЧНИМИ СИГНАТУРАМИ		321
60.	С.М. Панасенко, Н.С. Луцик ІНТЕГРАЦІЯ RULE-BASED АЛГОРИТМІВ ТА МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТЕСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОНІКИ		324
61.	А. Пенцак, Ю. Лещинин ВБУДОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДИХАЛЬНИХ ЗВУКІВ		325
62.	В.С. Пиж ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ЗАХИЩЕНОГО ВІРТУАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ		326
63.	О.Б. Пйонтковський ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ МІКРОКОНТРОЛЕРИ ДЛЯ АВТОНОМНИХ ІОТ-ПРИСТРОЇВ		328
64.	І. І. Поліщук, Н.С. Луцик АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ВІЯВЛЕННЯ ПЕРЕЛОМІВ НА МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ		329
65.	І.Р. Ралік РЕЗОНАНСНИЙ СЕЛЕКТОР СТРАТЕГІЙ У ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ CRM-СИСТЕМАХ		331
66.	І.І. Рій, Є.В. Типш ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХАОТИЧНИХ І КЛАСИЧНИХ МЕТОДІВ ШИФРУВАННЯ З ТОЧКИ ЗОРУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕНТРОПІЇ		332
67.	Рожик А. М. МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧОГО ЧАСУ ТА ДОСТУПУ ДО ПРИМІЩЕННЯ		333
68.	В. М. Руснак, Н. Б. Стадник МЕТОДИ АДАПТИВНОГО ВИБОРУ ЕВРИСТИК ДЛЯ ЗАДАЧ ГІЛЬЙОТИННОГО РОЗКРОЮ		335
69.	П.В. Свінцицький, Н.М. Пановик, О.В. Доберчак, І.О. Боднарчук СУЧАСНА АРХІТЕКТУРА СТРІМІНГОВИХ ПЛАТФОРМ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ		336
70.	П.М. Семчишин АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ		340
71.	С.О.Синишен МІКРО- ТА НАНОРОБОТИ: ТЕХНІЧНІ ВІДМІННОСТІ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ MPI I GDI		342
72.	Я.Р. Сиротинський; А.М. Паламар, к.т.н., доц.; А.П. Шмігель КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВІТРУ НА ОСНОВІ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ		343
73.	М. Смоляк СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ В АВТОМОБІЛЯХ		344
74.	А.А. Станько, С.М. Куриляк, Я.О. Тригуб АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ГАЗОВИХ СЕНСОРІВ ТА МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ		347

2. Чуприна О.С. Гібридні алгоритми розв'язання задач двовимірного пакування з урахуванням технологічних обмежень. *Системні технології*. 2019. № 2 (121). С. 45–53.

УДК 004.738.5:004.451:621.397.13

П.В. Свінцицький, Н.М. Пановик, О.В. Доберчак, І.О. Боднарчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СУЧАСНА АРХІТЕКТУРА СТРІМІНГОВИХ ПЛАТФОРМ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

P.V. Svintsitsky, N.M. Panovik, O.V. Doberchak, I.O. Bodnarchuk

MODERN ARCHITECTURE OF REAL-TIME STREAMING PLATFORMS

Потокове передавання даних у реальному часі передбачає безперервне введення, обробку та виведення даних, що відбувається майже миттєво. Воно дозволяє отримувати, аналізувати та реагувати на дані в міру їх створення, надаючи цінну аналітику без затримки. Ця технологія має вирішальне значення в умовах, коли своєчасна інформація є критично важливою, що дозволяє швидко приймати рішення та проводити аналітику в реальному часі.

Основною характеристикою систем потокового передавання даних у реальному часі є їхня здатність обробляти величезний обсяг даних з низькою затримкою [1, 3]. Це скорочує час між генерацією даних та отриманням корисної аналітики, що робить їх безцінними для різних галузей, таких як фінанси, охорона здоров'я та технології. Незалежно від того, чи йдеться про потокове передавання даних фондового ринку, чи про моніторинг пристроїв Інтернету речей, потокове передавання даних у реальному часі забезпечує ефективність та швидку реакцію на обробку даних.

Наведемо декілька загальних прикладів використання стрімінгу в реальному часі.

1. Моніторинг соціальних мереж.

Платформи соціальних мереж постійно генерують величезні обсяги даних. Потокове передавання даних у режимі реального часу дозволяє компаніям моніторити канали соціальних мереж на предмет згадок брендів, настроїв клієнтів та нових тенденцій. Це допомагає організаціям проактивно взаємодіяти з клієнтами, керувати своєю онлайн-репутацією та коригувати маркетингові стратегії на ходу.

2. Обробка фінансових даних.

У фінансових послугах потокове передавання даних у режимі реального часу використовується для аналізу ринку, торгових стратегій та управління ризиками. Фондові біржі та трейдери покладаються на дані в режимі реального часу, щоб приймати обґрунтовані рішення та здійснювати угоди. Ця можливість дозволяє фінансовим установам миттєво реагувати на коливання ринку, максимізуючи можливості отримання прибутку та мінімізуючи збитки.

3. Виявлення шахрайства.

Системи виявлення шахрайства використовують потокове передавання даних у режимі реального часу для виявлення підозрілої діяльності в міру її виникнення. Аналізуючи моделі транзакцій та поведінку користувачів, ці системи можуть виявляти аномалії, що свідчать про шахрайські дії. Такий моніторинг у режимі реального часу допомагає запобігти шахрайству, дозволяючи вживати негайних заходів, таких як блокування транзакцій або сповіщення користувачів.

4. Прогнозне обслуговування.

Прогностичне обслуговування використовує потокове передавання даних у режимі реального часу для моніторингу продуктивності обладнання та прогнозування збоїв до їх виникнення. Датчики на обладнанні безперервно надсилають дані про такі параметри, як температура, тиск і вібрація. Ці дані обробляються в режимі реального часу для виявлення аномалій та прогнозування потенційних поломок, що дозволяє своєчасно втручатися в технічне обслуговування.

Далі опишемо основні компоненти архітектури потокової передачі даних у режимі реального часу.

1. Джерело даних.

Компонент джерела даних – це місце, звідки дані походять. Це можуть бути різні системи, програми або пристрої, включаючи датчики, журнали, бази даних та платформи соціальних мереж. Ці джерела безперервно генерують необроблені дані, передаючи їх у конвеєр потокової передачі даних. Ефективне керування кількома джерелами даних має вирішальне значення для безперебійного потоку даних. Інтеграція різноманітних джерел даних часто вимагає конекторів або API для забезпечення сумісності та передачі даних.

2. Забір потоку.

Забір потоку – це процес захоплення та імпорту потоків даних на платформу потокової передачі даних. Для виконання цього завдання зазвичай використовуються такі технології, як Apache Kafka, Amazon Kinesis та Azure Event Hubs. Вони можуть забирати величезні обсяги даних у режимі реального часу, гарантуючи, що жодні дані не будуть втрачені під час передачі. Ефективний забір потоку вимагає низької затримки та високої пропускної здатності для підтримки цілісності потоку даних. Цей етап також включає завдання попередньої обробки (фільтрація, перетворення, тощо).

3. Потокове сховище.

Після отримання дані необхідно зберігати для подальшого аналізу. Рішення для потокового сховища, такі як внутрішнє сховище Apache Kafka, AWS S3 та Azure Blob Storage, підтримують тимчасове або довгострокове зберігання потоків даних. Ці системи обробляють великі обсяги даних, забезпечуючи швидкий доступ та пошук.

4. Потокова обробка.

Потокова обробка включає аналіз потоків даних у режимі реального часу для отримання корисної аналітики. Такі фреймворки, як Apache Flink, Apache Storm та Spark Streaming, використовуються для обробки великомасштабних потоків даних з мінімальною затримкою. Ці інструменти дозволяють виконувати складну обробку подій, агрегацію, об'єднання та операції вікон.

5. Пункт призначення.

Останнім компонентом є пункт призначення, куди доставляються оброблені дані. Це може бути сховище даних, база даних, озеро даних або програми кінцевих користувачів. Системи призначення зберігають кінцеві оброблені дані або запускають дії, такі як системи сповіщень, панелі моніторингу або автоматизовані робочі процеси.

Найбільш загальна схема стрімінгового сервісу показана на рисунку 1.

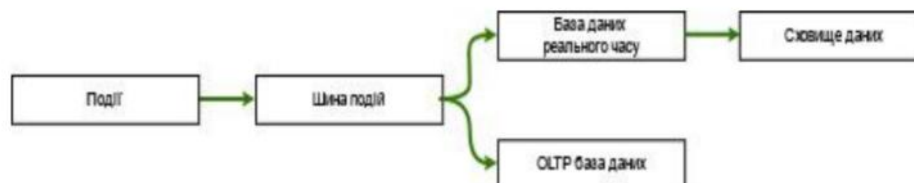


Рисунок 1. Типова схема найпростішого стрімінгового сервісу

Ця схема відображає базову архітектуру стрімінгового сервісу реального часу та ілюструє шлях обробки даних від джерела до споживача. В даному випадку споживачами є сховище даних і/або OLTP-база даних, хоча перелік таких споживачів може бути набагато ширший. Наприклад, це може бути платформа демонстрації медіа-контенту з можливостями ведення прямих ефірів, чат-бот [6], система розпізнавання образів [4] або система контролю за дорожнім рухом [2].

Процес починається з події, яка надходить до шини подій – центрального компонента архітектури, що виконує роль посередника для розподілу потоків даних. Від шини подій дані розгалужуються на три напрямки: перший веде до бази даних реального часу з подальшим зберіганням у сховищі даних, другий спрямовує інформацію до OLTP бази даних для обробки транзакційних операцій, а третій забезпечує альтернативний шлях обробки.

Така архітектура забезпечує паралельну обробку подій у реальному часі, розділяючи функції оперативного зберігання, роботи з актуальними даними та довготривалого архівування, що є типовим підходом для стрімінгових платформ.

Перерахуємо кілька способів ефективного впровадження потокової передачі даних у реальному.

1. Розділення даних на розділи для паралельної обробки

Паралельна обробка має вирішальне значення для масштабування рішень потокової передачі даних у реальному часі. Розділення даних на розділи дозволяє кільком процесам одночасно обробляти різні сегменти даних, підвищуючи пропускну здатність та зменшуючи затримку. Такі технології, як Apache Kafka, використовують розділи для ефективного керування вхідними потоками даних.

2. Додавання більшої кількості вузлів до системи для обробки збільшеного навантаження.

Масштабованість є важливою для потокової передачі даних у реальному часі, і додавання більшої кількості вузлів до системи є поширеною практикою для врахування збільшених навантажень. Кожен додатковий вузол може обробляти підмножину потоку даних, розподіляючи робоче навантаження на обробку та підвищуючи загальну ємність системи. Динамічна масштабованість дозволяє системі реагувати на різні навантаження даних без шкоди для продуктивності. Впровадження масштабованої архітектури гарантує, що потокове передавання даних у реальному часі залишається ефективним та швидким у сценаріях високого навантаження, сприяючи безперебійній обробці та аналізу даних.

3. Оптимізація мережевих протоколів та логіки обробки для зменшення затримки.

Мінімізація затримки є критично важливою для потокового передавання даних у реальному часі. Оптимізація мережевих протоколів та логіки обробки може значно зменшити час затримки. Такі методи, як мінімізація накладних витрат на серіалізацію/десеріалізацію даних та використання ефективних протоколів передачі даних, сприяють зниженню затримки. Ефективна логіка обробки включає оптимізацію алгоритмів та використання обчислень у пам'яті для пришвидшення обробки даних. Ці оптимізації покращують можливості системи в реальному часі, забезпечуючи своєчасний та точний аналіз даних та прийняття рішень.

4. Налаштування розподілу ресурсів для оптимізації продуктивності.

Динамічний розподіл ресурсів гарантує, що ресурси системи відповідають поточному навантаженню даних, оптимізуючи продуктивність та економічну ефективність. Такі методи, як автоматичне масштабування, дозволяють системі автоматично регулювати обчислювальну потужність на основі попиту в реальному часі, забезпечуючи оптимальну продуктивність. Стратегії розподілу ресурсів включають

моніторинг системних показників та налаштування ресурсів процесора, пам'яті та сховища для задоволення вимог обробки. Ця адаптивність допомагає підтримувати стабільність та продуктивність системи під час пікових навантажень, підвищуючи надійність та ефективність потокової передачі даних у реальному часі.

5. Зберігання інформації про стан для обробки складних подій.

Обробка з урахуванням стану є важливою для обробки складних подій у потоках даних у реальному часі. Зберігання інформації про стан дозволяє системі відстежувати поточні події, керувати даними сеансів та співвідносити події з часом. Такі фреймворки, як Apache Flink, надають надійні можливості управління станом для підтримки цих завдань. Ефективне управління станом забезпечує точну та своєчасну аналітику, дозволяючи системі обробляти складну логіку обробки подій. Завдяки обробці з урахуванням стану, рішення для потокової передачі даних у реальному часі можуть впроваджувати розширену аналітику, забезпечуючи прийняття обґрунтованих рішень на основі безперервних потоків даних.

6. Налаштування сповіщень про незвичайну поведінку або погіршення продуктивності.

Налаштування сповіщень про незвичайну поведінку або погіршення продуктивності має вирішальне значення для підтримки справності та надійності систем потокової передачі даних у реальному часі. Моніторинг ключових показників продуктивності, таких як затримка обробки, коефіцієнти помилок та завантаження системи, дозволяє швидко виявляти проблеми. Автоматизоване сповіщення дозволяє негайно реагувати на аномалії, зменшуючи час простою та зменшуючи ризики. Та підвищуючи надійність системи.

Здатність обробляти та аналізувати дані в режимі реального часу стала критично важливою для бізнесу, дозволяючи їм отримувати, обробляти та реагувати на дані безперервно та масштабовано. Типово системи опрацювання даних в реальному часі базуються на технологіях Apache Sparks та релевантних сервісах. В рамках проведення подальших досліджень буде деталізована архітектура рішень для різних предметних областей та з використанням відповідних архітектурних програмних рішень.

Література

1. Ланевич Т. Apache Kafka та Rabbitmq: порівняння архітектур та можливостей. Тези XIII МНПК „Актуальні задачі сучасних технологій“, 11-12 грудня 2024 року. Тернопіль. : ФОП Паляниця В. А., 2024. С. 402–403.
2. Мадяк О. П. Використання даних про дорожній рух у реальному часі для керування дорожньо-транспортною системою. Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 16-17 листопада 2017 року. – Т. : ТНТУ, 2017. – Том 2. – С. 108.
3. Остапчук О. Цуприк Г. Технічні особливості взаємодії між клієнтом та сервером у реальному часі. Матеріали X науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“, 7–8 грудня 2022 року. – Т. : ТНТУ, 2022. С. 124. – (Програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем).
4. Панчишин П. С. Підвищення якості розпізнавання об'єктів у відеопотоці в реальному часі / П. С. Панчишин, Михайло Іванович Паламар // Матеріали XII НТК „ІМСТ“, 18-19 грудня 2024 року. – Т. : ТНТУ, 2024. – С. 186–187.
5. Федорович І. Використання Spark Streaming та Spark Structured Streaming для обробки даних в реальному часі / Ілля Федорович, Галина Осухівська // ІМСТТ, 13-14 грудня 2023 року. Тернопіль : ТНТУ, 2023. С. 225.
6. Хом'як А. С. Підвищення ефективності обробки в реальному часі у службах чат-ботів через інтеграцію черги запитів для розподілення навантаження / А.

Програмний код

Install dependencies to run this tutorial

```
# Install necessary packages
!pip install -q langgraph langchain-core langchain-openai python-dotenv ipython
```

Import necessary libraries

```
from typing import Dict, TypedDict
from langgraph.graph import StateGraph, END
from langchain_core.prompts import ChatPromptTemplate
from langchain_openai import ChatOpenAI

from IPython.display import display, Image
from langchain_core.runnables.graph import MermaidDrawMethod
from dotenv import load_dotenv
import os
```

```
# Load environment variables and set OpenAI API key
load_dotenv()
os.environ["OPENAI_API_KEY"] = os.getenv('OPENAI_API_KEY')
```

Define State Structure

We define a State class to hold the query, category, sentiment, and response for each customer interaction.

```
class State(TypedDict):
    query: str
    category: str
    sentiment: str
    response: str
```

Define Node Functions

These functions represent the different stages of processing a customer query.

```
def categorize(state: State) -> State:
    """Categorize the customer query into Technical, Billing, or General."""
    prompt = ChatPromptTemplate.from_template(
        "Categorize the following customer query into one of these categories: "
        "Technical, Billing, General. Query: {query}"
    )
    chain = prompt | ChatOpenAI(temperature=0)
    category = chain.invoke({"query": state["query"]}).content
    return {"category": category}

def analyze_sentiment(state: State) -> State:
    """Analyze the sentiment of the customer query as Positive, Neutral, or Negative."""
    prompt = ChatPromptTemplate.from_template(
        "Analyze the sentiment of the following customer query. "
        "Respond with either 'Positive', 'Neutral', or 'Negative'. Query: {query}"
    )
    chain = prompt | ChatOpenAI(temperature=0)
    sentiment = chain.invoke({"query": state["query"]}).content
    return {"sentiment": sentiment}

def handle_technical(state: State) -> State:
    """Provide a technical support response to the query."""
    prompt = ChatPromptTemplate.from_template(
```

```

        "Provide a technical support response to the following query: {query}"
    )
    chain = prompt | ChatOpenAI(temperature=0)
    response = chain.invoke({"query": state["query"]}).content
    return {"response": response}

def handle_billing(state: State) -> State:
    """Provide a billing support response to the query."""
    prompt = ChatPromptTemplate.from_template(
        "Provide a billing support response to the following query: {query}"
    )
    chain = prompt | ChatOpenAI(temperature=0)
    response = chain.invoke({"query": state["query"]}).content
    return {"response": response}

def handle_general(state: State) -> State:
    """Provide a general support response to the query."""
    prompt = ChatPromptTemplate.from_template(
        "Provide a general support response to the following query: {query}"
    )
    chain = prompt | ChatOpenAI(temperature=0)
    response = chain.invoke({"query": state["query"]}).content
    return {"response": response}

def escalate(state: State) -> State:
    """Escalate the query to a human agent due to negative sentiment."""
    return {"response": "This query has been escalated to a human agent due to its negative sentiment."}

def route_query(state: State) -> str:
    """Route the query based on its sentiment and category."""
    if state["sentiment"] == "Negative":
        return "escalate"
    elif state["category"] == "Technical":
        return "handle_technical"
    elif state["category"] == "Billing":
        return "handle_billing"
    else:
        return "handle_general"

```

Create and Configure the Graph

Here we set up the LangGraph, defining nodes and edges to create our customer support workflow.

```

# Create the graph
workflow = StateGraph(State)

# Add nodes
workflow.add_node("categorize", categorize)
workflow.add_node("analyze_sentiment", analyze_sentiment)
workflow.add_node("handle_technical", handle_technical)
workflow.add_node("handle_billing", handle_billing)
workflow.add_node("handle_general", handle_general)
workflow.add_node("escalate", escalate)

# Add edges
workflow.add_edge("categorize", "analyze_sentiment")
workflow.add_conditional_edges(
    "analyze_sentiment",
    route_query,
    {
        "handle_technical": "handle_technical",
        "handle_billing": "handle_billing",
        "handle_general": "handle_general",
    }
)

```

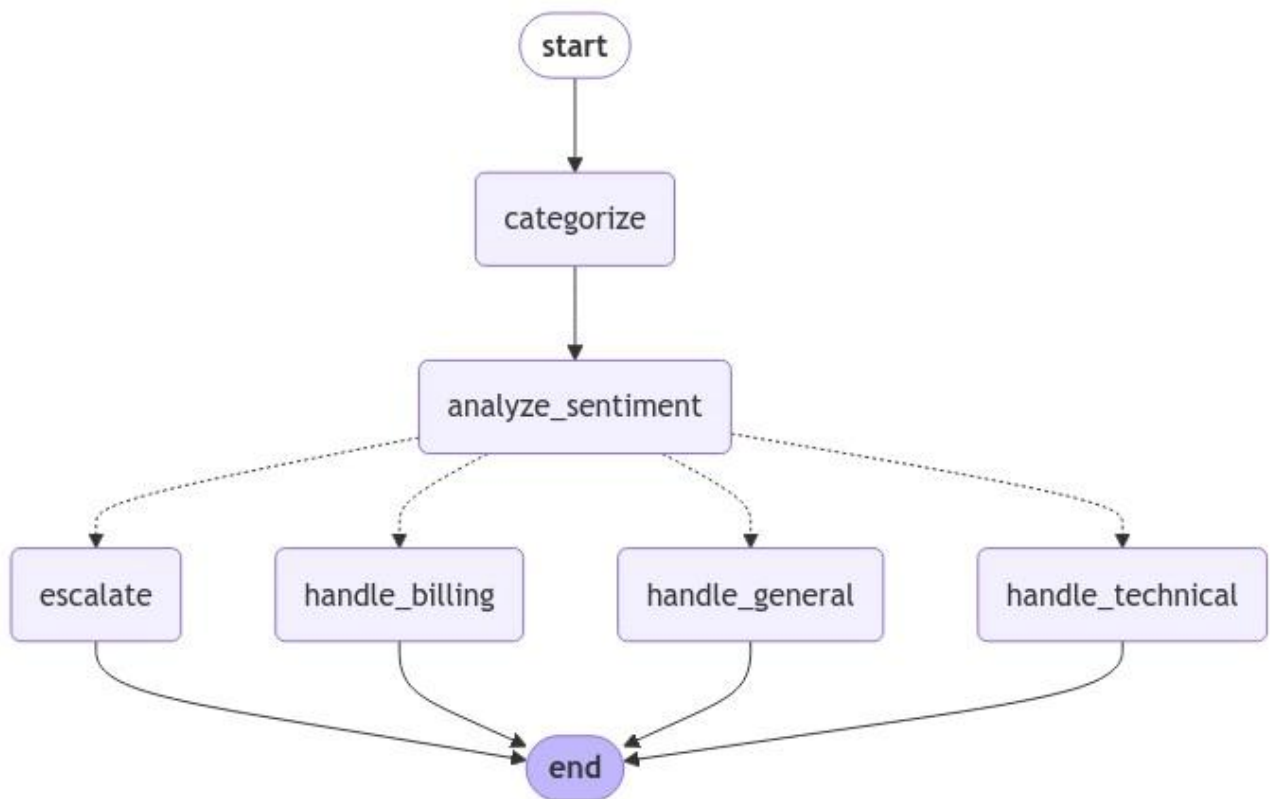
```

        "escalate": "escalate"
    }
)
workflow.add_edge("handle_technical", END)
workflow.add_edge("handle_billing", END)
workflow.add_edge("handle_general", END)
workflow.add_edge("escalate", END)

# Set entry point
workflow.set_entry_point("categorize")

# Compile the graph
app = workflow.compile()
Visualize the Graph
This cell generates and displays a visual representation of our LangGraph
workflow.
display(
    Image(
        app.get_graph().draw_mermaid_png(
            draw_method=MermaidDrawMethod.API,
        )
    )
)

```



Run Customer Support Function

This function processes a customer query through our LangGraph workflow.

```

def run_customer_support(query: str) -> Dict[str, str]:
    """Process a customer query through the LangGraph workflow.

    Args:
        query (str): The customer's query

    Returns:
        Dict[str, str]: A dictionary containing the query's category, sentiment,
        and response
    """

```

```

"""
results = app.invoke({"query": query})
return {
    "category": results["category"],
    "sentiment": results["sentiment"],
    "response": results["response"]
}

```

Test the Customer Support Agent

Let's test our customer support agent with a sample queries for each kind of query type.

escalate

```

query = "My internet connection keeps dropping. Can you help?"
result = run_customer_support(query)
print(f"Query: {query}")
print(f"Category: {result['category']}")
print(f"Sentiment: {result['sentiment']}")
print(f"Response: {result['response']}")
print("\n")

```

handle_technical

```

query = "I need help talking to chatGPT"
result = run_customer_support(query)
print(f"Query: {query}")
print(f"Category: {result['category']}")
print(f"Sentiment: {result['sentiment']}")
print(f"Response: {result['response']}")
print("\n")

```

handle_billing

```

query = "where can i find my receipt?"
result = run_customer_support(query)
print(f"Query: {query}")
print(f"Category: {result['category']}")
print(f"Sentiment: {result['sentiment']}")
print(f"Response: {result['response']}")
print("\n")

```

handle_general

```

query = "What are your business hours?"
result = run_customer_support(query)
print(f"Query: {query}")
print(f"Category: {result['category']}")
print(f"Sentiment: {result['sentiment']}")
print(f"Response: {result['response']}")
Query: My internet connection keeps dropping. Can you help?
Category: Technical
Sentiment: Negative
Response: This query has been escalated to a human agent due to its negative sentiment.

```

```

Query: I need help talking to chatGPT
Category: Technical
Sentiment: Neutral
Response: Hello,

```

Thank you for reaching out for technical support. To communicate with ChatGPT, you can simply type your message or question in the chatbox provided on the

platform. ChatGPT is designed to respond to text inputs and engage in conversation based on the context provided.

If you are experiencing any difficulties in communicating with ChatGPT, please provide more details about the issue you are facing so that we can assist you further. This may include any error messages, specific questions, or any other relevant information that can help us troubleshoot the problem.

We are here to help and will do our best to assist you in effectively communicating with ChatGPT. Thank you for your patience and cooperation.

Best regards,
[Your Name]
Technical Support Team

Query: where can I find my receipt?

Category: Billing

Sentiment: Neutral

Response: Thank you for reaching out. To locate your receipt, please check your email inbox for a confirmation email from the time of purchase. You can also log into your account on our website and navigate to the "Order History" section to view and download your receipt. If you are unable to locate your receipt, please provide us with your order number or any other relevant information so we can assist you further. Thank you for your patience.

Query: What are your business hours?

Category: General

Sentiment: Neutral

Response: Thank you for reaching out. Our business hours are [insert business hours here]. If you have any further questions or need assistance, please feel free to contact us during our operating hours.