

АДАПТИВНИЙ МЕТОД КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИМИ ТЕХНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

У статті запропоновано підхід до процесу керування технічними об'єктами на основі інтеграції обробки сенсорних даних.

Інтелектуальні методи управління знайшли застосування в різних завданнях, зокрема в робототехніці. У системах, що працюють в режимі реального часу, робот-агент повинен раціонально вирішувати задачі, які перед ним поставлені з мінімальними витратами ресурсів. У реальному часі використання високоточних багатокритеріальних методів оптимізації утруднене, тому агенти часто вирішують задачу наближеними методами з використанням проблемно-орієнтованої евристики. Аналіз матеріалів з проблеми управління показує, що створення ефективної системи управління потребує використання якісно нових підходів до обробки інформації, які мають базуватися на пошуку особливостей дій у минулому, їх адаптації на основі ієрархічного представлення дій. Найбільш перспективним напрямком у створенні таких систем є використання сучасних нейронних мереж для класифікації прецедентів та формування нових дій на основі підходу прецедентів.

При розробці моделі поведінки агенту пропонується розширити стандартні рішення, використавши елементи біологічного підходу в штучному інтелекті. Для цього агентська діяльність здійснюється через взаємодію класифікаційної та виконавчої сторін. В якості класифікаційної частини використовуються сучасні типи штучних нейронних мереж, згорткових в нашому випадку. За виконавчу частину відповідають моделі на основі ланцюгів Маркова. Штучна нейронна мережа отримує та класифікує інформацію від різних типів зовнішніх сенсорів і внутрішніх рецепторів агенту, щоб ідентифікувати початкові умови дії агенту, мету дії та визначити на їх основі послідовність дій, які виконує агент. Використання адаптивного методу полягає в підміні мети та початкових умов обраного прецеденту новою задачею і початковими умовами і забезпечені виконання плану після підміни. Деякі кроки початкового плану можуть виявитися непотрібними, так як змінилася мета, досягнення якої вони прагнули. Основні дії можна виконувати окремо або комбінувати в послідовності в залежності від успішності поставленої мети.

Ключові слова: інтелектуальне керування, багатоагентні системи, сенсорна інформація.

Вступ. Робототехніка (від робот та техніка; англ. robotics) – прикладна наука, яка опікується проектуванням, розробкою, будівництвом, а також експлуатацією та використанням роботів, спеціалізованих комп'ютерних систем для їх контролю, сенсорного (на основі аналізу вихідних сигналів давачів) зворотного зв'язку і опрацювання інформації автоматизованих технічних систем (роботів) [1]. Перші роботи керувалися простими командами, запозиченими разом із приводами в станках. Для промислових зразків це стало можливим із-за крайнього детермінізму умов промислового виробництва. З розвитком науки і техніки, підтримкою інноваційних технологій робототехніка перетворилася в самостійну наукову сферу. Головною особливістю будь-якого механізму і робота є його корисність. Залежно від корисності автоматизованих технічних систем в тій чи іншій сфері життя заведено виділяти такі різновиди роботів:

- медичні;
- побутові;
- бойові;
- дослідні;
- промислові та будівельні;

– ігрові та ін.

Також їх можна розділити на керовані і автономні; мобільні та стаціонарні.

У сучасній медицині роботи виготовляються серійно, і без багатьох із них складні діагностичні процедури були б майже неможливі. У 1985 році робот Unimation Puma 200 приймав участь у взятті біопсії мозку в пацієнта, що стало значним проривом робототехніки у медицині. Пізніше, через 7 років спеціалізований робот ProBot зробив вперше у світі самостійно операцію

Однак, коли робототехніка розпочинає розповсюджуватися в інших областях з більшою невизначеністю та мінливістю зовнішніх впливів, із програмного керування довелося перейти до управління від оператора, доповнюючи програмне управління диспетчерським управлінням.

Наступним етапом стала розробка на цій основі адаптивних систем управління з використанням подальших методів штучного інтелекту та переходу до парадигми багатоагентних систем. Останні, крім керування, використовувалися для виконання інших функцій роботів, таких як обробка сенсорної інформації та формування моделей взаємодії навколишнього середовища з оператором.

Багатоагентна система (англ. Multi-agent system) – це система, що утворена декількома взаємодіючими інтелектуальними агентами. Ці системи можуть бути використані для вирішення таких проблем, які складно або неможливо розв'язати за допомогою одного агента чи монолітної системи. Прикладами таких завдань є керування критичною інфраструктурою, онлайн-торгівля, ліквідація надзвичайних ситуацій, та моделювання соціальних структур [2].

Штучний інтелект (англ. artificial intelligence, AI) – розділ інформатики та комп'ютерної лінгвістики, що опікується формалізацією проблем та завдань, що подібні до дій, які виконує людина. Подальша перспектива - технічний розвиток формалізації вмінь та творчих здібностей людини - креативності і її взаємодоповнюваність методами штучного інтелекту. Це дозволить повноцінно відтворити в конкретних прикладних областях розумові здібності людини, які реалізуються двома півкулями нашого мозку - лівим, де зосереджено переважно логічне мислення, і правим, що відповідає за творчі здібності та креативність людини. Зрозуміло, інтелектуальні системи управління значно розширюють можливості агентів з освоєння все більш складних операцій. Однак інтелектуальний агент як і раніше вимагає постійного спостереження з боку людини, особливо в зв'язку з можливістю виникнення аварійних та нештатних ситуацій [3, 4].

Він не може тривалий час автономно функціонувати в нестаціонарному середовищі, тому що всі його дії строго формалізовані, і в цих умовах обов'язково вимагається інтуїції, креативність, творчість.

У системах, що працюють в режимі реального часу, особливо в критичній інфраструктурі, агент-робот повинен раціонально вирішувати поставлені перед ним завдання з мінімальними витратами необхідних ресурсів. Передбачається, що робот може виконувати деякі базові дії. Він намагається виконувати свої дії таким чином, щоб поставлена перед ним мета була досягнута. Використання високоточних методів багатокритеріальної оптимізації в реальному часі утруднено, тому агенти зазвичай вирішують задачу апроксимаційними методами з використанням проблемно-орієнтованих евристичних підходів [5].

Проблемами розробки агентів є використання ресурсомісткі алгоритми, висока складність і узгодженість моделей. Ці фактори мають негативний вплив на якість агентів, знижують їх обслуговування і продуктивність, а також збільшують витрати на розробку. Додатковим ускладненням є динамічний характер середовища, в якому повинен працювати агент, оскільки стан середовища може значно змінитися в процесі прийняття рішення. Агент повинен адаптуватися до таких змін в найкоротші терміни.

Крім того, досить складно розробити програму, яка була б планом дій для агенту. Тому що зазвичай існує багато способів досягнення цієї мети, і вам потрібно знайти найкращий можливий план. Пошук рішення займає багато часу, тому що це означає повний пошук.

Очевидно, що це не раціонально, тому розробляються складні евристики, які можуть зменшити область пошуку до розумного розміру.

Аналіз наукових досліджень та постановка задачі. Аналіз матеріалів з проблеми керування за допомогою ШІ показує, що створення ефективної системи управління вимагає використання якісно нових підходів до обробки інформації, які повинні ґрунтуватися на виявленні особливостей дій у минулому та їх адаптації на основі ієрархічного представлення дії [5, 6]. Найбільш перспективним напрямом створення таких систем є використання сучасних нейронних мереж для класифікації прецедентів та формування нових дій на їх основі.

Розглянувши підходи до керуванні технічними об'єктами можна зробити висновок, що більшість з них сильно формалізовані і спираються при цьому на формальну обробку предикатів. Вони практично не інтегровані з реальним середовищем, з яким стикається агент.

Технічні штучні нейронні мережі: основний і незмінний засіб роботи з такою інформацією, хоча б тому, що вони, хоча й досі дуже спрощені, але аналогічні "елементарній основі" мозкової діяльності. Накопичення, зберігання та обробка інформації зображення можуть бути реалізовані за допомогою нейронних мереж, які базуються на формальних нейронних мережах з традиційною пороговою логічною обчислювальною базою. Однак традиційні версії нейронних мереж, такі як багатосарові перцептрони, мережі Хопфілда або Кохонена, неефективні при роботі зі складними динамічними зображеннями з невизначеністю, що особливо актуально для систем управління роботами [7, 8].

Згорткова (конволюційна) нейронна мережа складається з локальних мереж, які моделюють окремі ділянки рецептивного поля, в яких виконується однакова процедура послідовного узагальнення відповідних компонентів вихідного зображення [9].

Тому метою роботи є розробка підходу до інтелектуального управління технічними об'єктами, який базується на інтеграції сенсорних даних та їх обробці сучасними нейронними мережами.

Основна частина. Ми розглядаємо управління складними технічними об'єктами з точки зору парадигми агентно-орієнтованого моделювання штучного інтелекту.

Ключове відмінність між агентно-орієнтованим підходом полягає в тому, що агенти є суб'єктами в процесі моделювання і мають бажання, мету і здатність виконувати дії, в той час як об'єктно-орієнтований підхід передбачає, що програма виконує операції з об'єктами об'єктами.

Багатоагентні системи реального часу - ефективний інструмент для моделювання складних процесів, в яких задіяна велика кількість активних автономних одиниць. Ці процеси включають міські транспортні потоки, логістичні системи, соціальні явища і епідемії. Методи багатоагентного моделювання також використовуються для пошуку і обробки даних в інформаційних мережах, автономних системах управління. Перспективним напрямком подальшого розвитку мультиагентних систем є розробка безпілотних літальних апаратів і автомобілів.

У багатоагентних системах реального часу агент повинен раціонально вирішувати поставлені перед ним завдання з мінімумом ресурсів. Використання високоточних методів багатокритеріальної оптимізації в реальному часі утруднено, тому агенти зазвичай вирішують задачу апроксимаційними методами з використанням проблемно-орієнтованих евристик [10].

Проблеми розробки агенту - це алгоритми, які використовують багато ресурсів, висока складність та узгодженість моделей. Ці фактори досить негативно впливають на якість агентів, знижують їх утримання та продуктивність, збільшують вартість розробки. Додатковим ускладненням є динамічний характер середовища, в якому агент повинен діяти, оскільки стан навколишнього середовища може значно змінюватися під час прийняття рішень. Агент повинен пристосуватися до таких змін у найкоротші терміни.

На рис. 1 зображена функціональна схема агента-робота зі штучним інтелектом [11]. Його основний та обов'язковий компонент - наявність розвиненої пам'яті, основа розумних дій робота та рівень його інтелекту. блок пам'яті пов'язаний з іншими системами, що обробляють інформацію, і він включає базу знань про зовнішнє середовище у вигляді його

моделі та базу даних про це середовище, самого робота та операції, які вона може виконувати. Крім того, деякі неспеціалізовані оперативні бази знань та дані, пов'язані з центральною пам'яттю, можуть знаходитися в окремих роботосистемах.

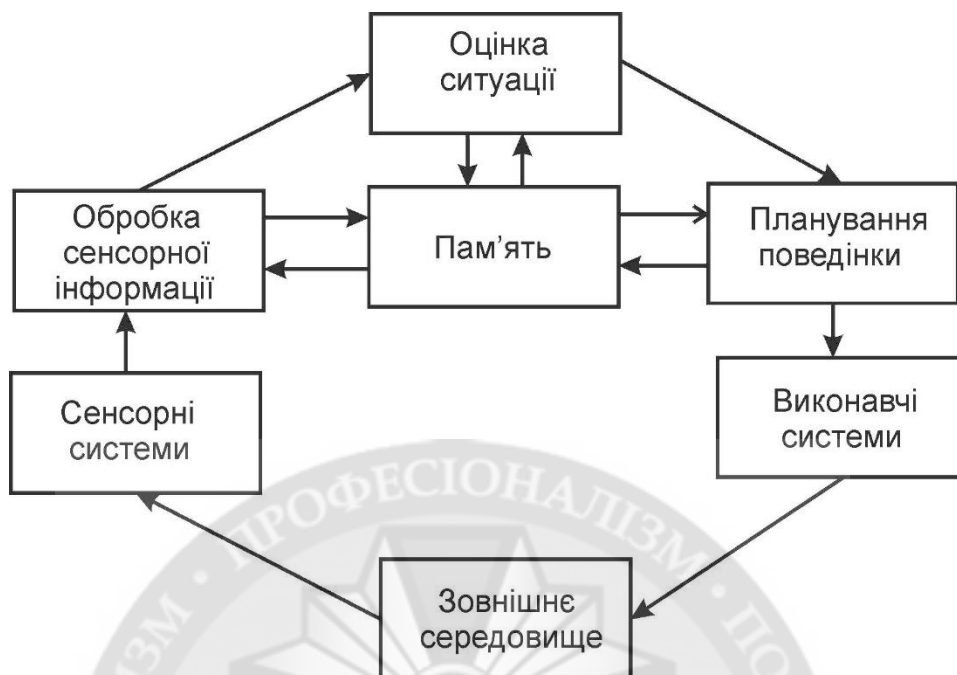


Рисунок 1 - Функційна схема інтелектуального агента-робота

База знань зовнішнього середовища містить апріорну інформацію, введenu до початку роботи, та оперативну сенсорну інформацію, отриману в процесі сприйняття навколишнього середовища, коли робот виконує різні дії, а також у процесі своїх особливих пізнавальних дій вивчити це середовище. Сама інформація містить опис геометричних та інших фізичних характеристик об'єктів навколишнього середовища та їх взаємозв'язків. Цей опис має ієрархічну структуру у вигляді рівнів послідовного узагальнення вихідної інформації. Наприклад, опис робочої зони маніпулятора містить набір площин цієї області та її частин, які відрізняються масштабом і точністю, та ступенем узагальнення первинної сенсорної інформації (виділення контурів, об'єктів, поверхонь, груп об'єктів, визначення різних властивостей та фізико-хімічних властивостей цих об'єктів тощо).

Додавання до цих планів часу як параметру, дає зображення зовнішнього середовища в динаміці з урахуванням взаємодії його об'єктів між собою та з роботом. База знань зовнішнього середовища також містить правила, які дозволяють моделювати можливі зміни в цьому середовищі.

Всі інші блоки схеми мають деяку ієрархічну структуру, рівні якої з'єднані між собою вертикально знизу вгору у напрямку узагальнення інформації. У свою чергу, це показано на блок-схемі з'єднання в загальному багатоканальному випадку у вигляді з'єднань між тими ж рівнями по горизонталі.

Блок опрацювання сенсорної інформації отримує від блоку пам'яті екстраполяцію змін стану навколишнього середовища і передає йому виправлення цього стану на рівні прямого сенсорного зображення навколишнього середовища.

Блок оцінки стану та блок планування поведінки зчитують з блоку пам'яті поточну модель середовища та передають їй відповідно свою оцінку за певними критеріями та синтезований план управління рухом робота згідно із завданнями. Завдання модулю оцінки ситуації також включає швидке коригування цілей та пріоритетів управління. Це найвищий рівень в ієрархії керування роботами.

Загалом, інтерфейсний блок може бути двосторонньо пов'язаний з усіма перерахованими функціональними одиницями. Окрім оператора -людини, він забезпечує спілкування з іншими командами, які працюють разом, включаючи іншу роботу.

У міру вдосконалення систем управління робототехнічними агентами перелік операцій, в яких домінують роботи, постійно розширюється. Однак навіть у сучасній промисловості все ще існує значна кількість технологічних операцій, які не повністю автоматизовані. Особливо це стосується непромислових роботів, таких як екстремальна робототехніка. Крім того, прогресуюче ускладнення технічних систем та функцій, які вони виконують, безперервно загострює цю ситуацію, тому людина продовжуватиме залишатися необхідною складовою роботизованих систем, головним чином вищим рівнем управління. Її завдання - керувати операціями, які неможливо автоматизувати, і навчити роботів виконувати ці операції з поступовим переходом до автоматичного режиму [12].

В цілому проблема створення "штучного інтелекту" виходить за межі робототехніки як глобальної проблеми, можна сказати, розвитку людської цивілізації. Той факт, що вона найгостріше зіткнулася з робототехнікою, пояснюється самою історією та сутністю робототехніки, для якої людина була еталоном з самого початку.

Робот має двосторонню інформаційну та енергетичну взаємодію із зовнішнім середовищем. І в цьому сенсі вона повинна бути схожою на живих істот і, отже, здатна до самонавчання та вдосконалення особистості.

В загальному опис завдання планування полягає в тому, що активний елемент (агент) виконує послідовність лій в деякому середовищі і прагне досягти поставленої мети.

У кожен проміжок часу середовище знаходяться в деякому стані, при цьому дії агента можуть змінюють стан середовища.

Завдання планування - знайти послідовність дій, які дозволяють агенту перевести систему з початкового стану в заданий цільовий стан.

У загальному випадку ціль може складатися з кількох станів, досягнення будь-якого з них означає досягнення мети. Також можливо, що жоден з цих станів є недоступним. Формально в задачі планування дається система агент-середовище [12]:

$$M = (Q, A, q_0, G_M), \quad (1)$$

де Q - множина спостережуваних станів;

A – множина можливих дій;

q_0 – початковий стан;

I - початкові умови;

G - множина цільових станів;

$G_M : Q \times A \Rightarrow Q$ функція переходу, яка визначає для кожного стану $q \in Q$ і дії $a \in A$ наступний стан $q' = G_M(q, a)$.

Потрібно знайти план, який є впорядкованою множиною дій $P = \{ a_1, \dots, a_n \}$, який є суперпозицією функцій переходу $G_M(G_M(\dots G_M(G_M(q_0, a_1) a_2) \dots, a_{n-1}), a_n)$ і належить G при $q_0 \in I$.

Відповідно до формули 1 процес керування роботом виглядає так. Існують початкові умови $q_0 \in I$ для ініціалізації процесу керування. Якщо брати до уваги процес управління роботом-агентом, то це може бути, наприклад, розряд батареї робота або технічний зір робота при небезпечному швидкому переміщенні великого об'єкта в напрямку робота.

Початкові умови визначають мету операції робота $g \in G$. У першому випадку мета визначається як отримання заряду акумулятора. У другому випадку метою може бути переміщення робота на безпечну відстань від об'єкта загрози (зменшення розмірів об'єкта в полі зору робота).

Залежно від початкового стану та цілі керування необхідно знайти суперпозицію функцій переходу між станами G_M (впорядкована множина дій $P = \{ a_1, \dots, a_n \}$), яка призводить робота в кінцевий стан.

Тобто агент повинен визначити початковий стан. У разі заряду батареї внутрішні сенсори необхідні для визначення ступеня розряду батареї, в останньому випадку зовнішні - для організації технічного зору.

Далі необхідно визначити і класифікувати датчики індикаторів. В організмі людини це здійснюється за допомогою нейронних мереж, як із зовнішнього середовища, так і з індикаторів внутрішнього стану робота-агенту.

Використовуючи адаптивний підхід, для ідентифікації початкового стану доцільно використовувати штучні нейронні мережі. На сьогоднішній день розроблено багато типів нейронних мереж. Нам потрібно вибрати серед них дуже схожі на обробку інформації людським мозком, і з їх успішною реалізацією в області обробки зображень. Для цього ми вибираємо згорткові нейронні мережі, які сьогодні досить успішно використовують Google, Facebook, Pinterest та багато інших [6].

На виході нейронної мережі отримуємо клас початкових умов, за якими можна сформулювати мету і вивести порядок роботи робота.

Тут необхідно робити логічні висновки і планувати дії. Тут також потрібно використовувати аналогію з розумними біологічними системами.

Сучасні нейронні мережі часто вирішують стандартні завдання класифікації, але методи планування дій відокремлені від проблеми класифікації і є високоформалізованими. Тому актуальним завданням є розробка підходу до інтеграції підсистеми планування з існуючими нейронними мережами.

Якщо розглянути дії інтелектуального робота-агенту в небезпечній ситуації, коли великий об'єкт швидко рухається на нього, то нейронна мережа в першу чергу має бути налаштована на ідентифікацію великих об'єктів. Робот повинен розвернутися і якомога швидше відійти від джерела небезпеки, але при цьому необхідно врахувати низький заряд батареї робота. Інші параметри менш важливі і можуть бути оброблені пізніше.

При розробці адаптивного підходу ми будемо використовувати аналогії в діяльності людського мозку. Діяльність людського мозку ще далеко не розкрита, але деякі моменти загально відомі і вже використовуються в сучасних системах штучного інтелекту.

Ми формулюємо основні принципи адаптивного підходу до управління агентами:

1. Нейронна мережа здійснює прийом та класифікацію інформації як від зовнішніх датчиків, так і від внутрішніх сенсорів агента, щоб ідентифікувати початкові умови дії агента, мету дії та визначити на основі мети послідовність дій, що виконує агент.

2. Нейронна мережа може обробляти дані від різних типів датчиків (оптичних, акустичних тощо).

3. Існує перелік елементарних дій, що може виконувати агент.

4. Ці дії можуть виконуватися окремо або об'єднуватися в послідовності дій на основі досягнення мети.

5. Нейронна мережа зчитує характеристики послідовності дій через рецептори для організації зворотного зв'язку та ідентифікації поточного стану.

6. Компоненти штучної нейронної мережі можуть класифікувати різні показники об'єктів навколишнього середовища з різною швидкістю. Наприклад, ви можете класифікувати розмір і швидкість об'єкта швидше, ніж вказувати, який об'єкт знаходиться в ієрархії, поступово деталізуючи оброблені показники.

7. Початкові умови і мета мають ступінь важливості, яка може змінюватися і безпосередньо впливати на порядок дій.

На рис. 2 наведено загальну схему агента, який працює згідно запропонованого адаптивного методу з врахуванням принципів адаптивного підходу.

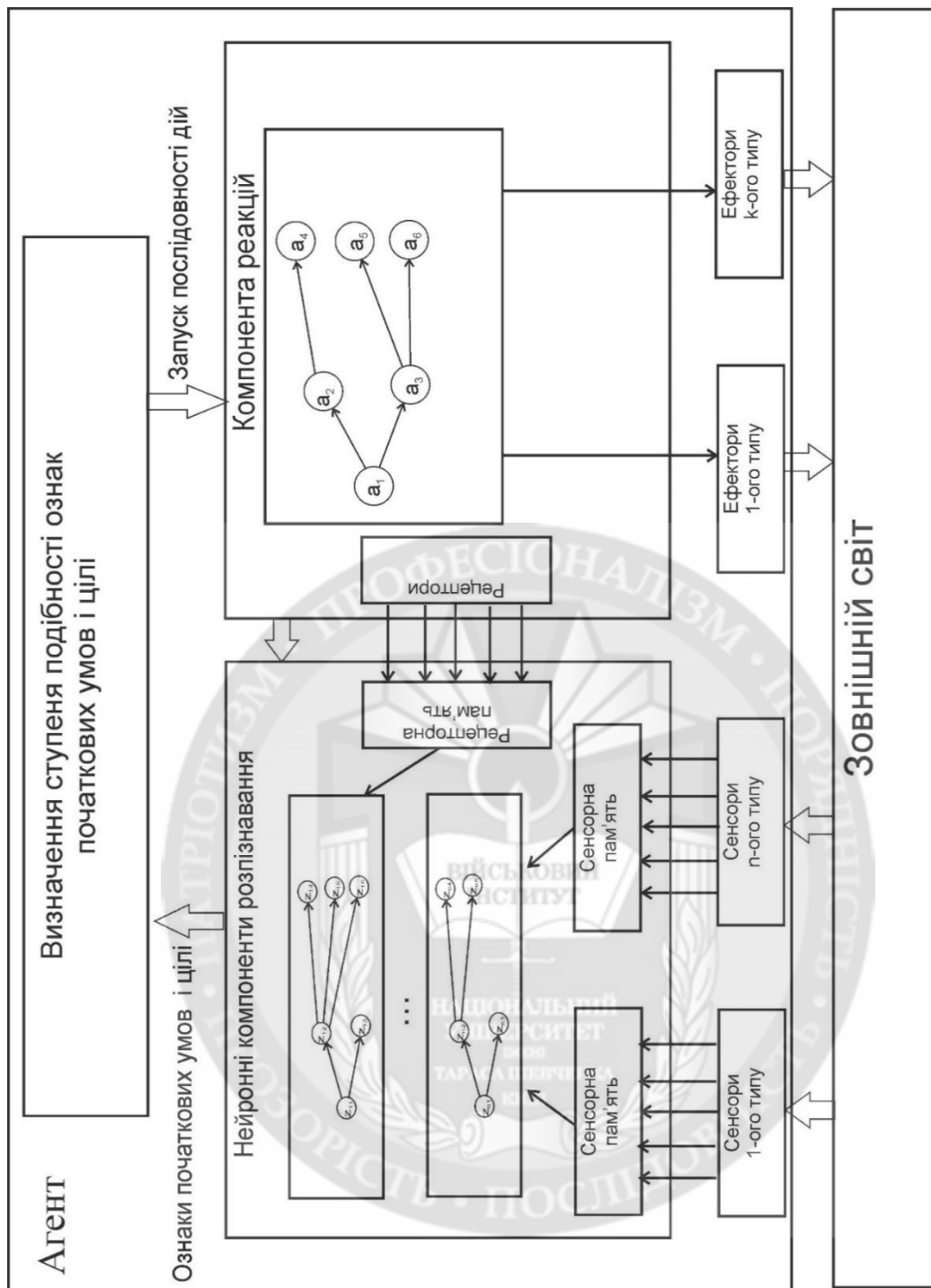


Рисунок 2 – Схема організації інтелектуального управління при адаптивному підході

Функціонування агента складається з послідовності елементарних дій $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$, що можуть бути використані агентом. Всі елементарні дії в загальному випадку мають певний скінчений набір вхідних параметрів для необхідного налаштування її функціонування x_1, x_2, \dots, x_m . Прикладами елементарних дій робота є рухи робота вперед, назад та повороти, а параметрами можуть виступати швидкість, тривалість руху та ін.

При проектуванні робота виділяються стандартні послідовності дій, що формують бібліотеку і відповідають певним рефлекторним реакціям людини на різні вхідні умови для досягнення мети. Стандартні послідовності дій спрацьовують при активізації певного набору ознак на вихідному шарі мережі.

Послідовність дій агенту може бути описана орієнтованим графом на основі ланцюга Маркова, де стани графу відповідають елементарним діям, а ребра відповідають вазі зв'язку між ними [13]. Знаки початкової умови q пов'язані з першою вершиною, з якої починається послідовність дій. Ознаки мети g пов'язані з останньою вершиною послідовності дій. Коли вага зв'язку між вершинами дорівнює одиниці, тоді перехід між вершинами строго визначений. Коли він відмінний від одиниці, перехід у загальному випадку не є строго обумовленим.

Успішне досягнення мети так чи інакше впливає на вагу ребер. Тобто збільшує вагу всіх ребер на шляху при успішному досягненні мети і навпаки.

На рис. 3 наведено граф послідовності дій на основі ланцюга Маркова, яким можна представити безумовний рефлекс.

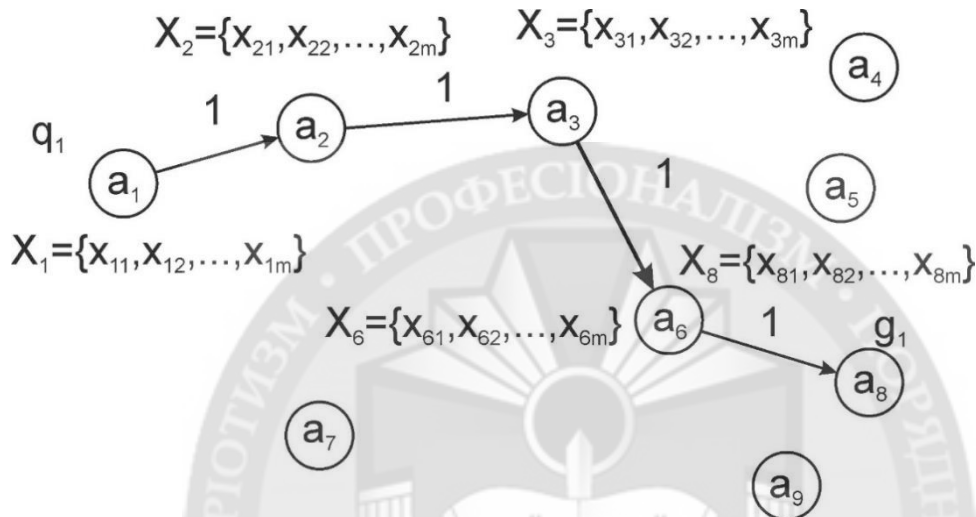


Рисунок 3 - Граф, який моделює безумовний рефлекс послідовності дій агенту

Тобто з рисунку чітко видно, що при деякій початковій умові виконується послідовність дій a_1, a_2, a_3, a_6, a_8 , показана на графі.

На рис. 4 наведено граф послідовності дій, яка може відповідати умовному рефлексу агенту. Тобто з вершини може бути кілька сценаріїв, ваги кількох ребер з вершини в сумі повинні дорівнювати одиниці [12]. За замовчуванням вибирається наступна елементарна дія, яка надходить з вершини з найбільшою вагою.

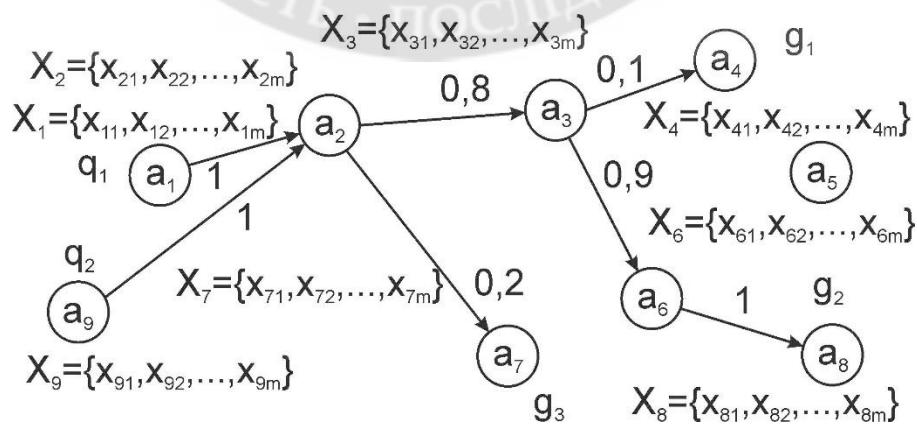


Рисунок 4 - Граф, який моделює умовний рефлекс послідовності дій агенту

У цьому випадку при розвитку подій, яка розпочинається з початкової умови q_1 , виконується послідовність дій a_1, a_2, a_3, a_6, a_8 , яка закінчується досягненням мети g_2 .

Але в цьому випадку агент може проаналізувати поточний стан сенсорів і вибрати перехід по ребрах з меншою вагою, якщо ребра з більшою вагою не приводять до досягнення цілі.

Плануючи послідовність дій, необхідно дозволити агенту використовувати як елементарні дії, так і деяку послідовність цих дій.

Плани дій, представлені попередньою моделлю, повинні бути адаптовані до нової ситуації.

Використання адаптивного методу полягає в підміні мети та початкових умов обраного прецеденту новою задачею і початковими умовами і забезпечені виконання плану після підміни. Деякі кроки початкового плану можуть виявитися непотрібними, так як змінилася мета, досягнення якої вони прагнули.

Висновки. При розробці моделі поведінки агенту доцільно розширити стандартні рішення, використавши елементи біологічного підходу в штучному інтелекті. Для цього агентська діяльність здійснюється через взаємодію класифікаційної та виконавчої сторін. В якості класифікаційної частини використовуються сучасні типи штучних нейронних мереж, згорткових у нашому випадку. За виконавчу частину відповідають моделі на основі ланцюгів Маркова.

Штучна нейронна мережа отримує та класифікує інформацію від різних типів зовнішніх сенсорів і внутрішніх рецепторів агенту, щоб ідентифікувати початкові умови дії агенту, мету дії та визначити на їх основі послідовність дій, які виконує агент.

Штучна нейронна мережа складається з багатьох паралельних компонентів, які генерують класифікатори з різним ступенем деталізації та швидкості обробки для визначення початкових умов роботи.

Існує багато основних дій, які може виконувати агент. Основні дії можна виконувати окремо або комбінувати в послідовності в залежності від успішності поставленої мети.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Робототехніка [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Робототехніка>. Дата звернення: 08.05.2021
2. Stephen Marsland. Machine Learning: An Algorithmic Perspective / Stephen Marsland. – 2015. – 452 p.,
3. Deep Learning / Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. – 2016. – 800 p
4. Mariya Yao Applied Artificial Intelligence: A Handbook For Business Leaders Kindle Edition, Publisher: TOPBOTS, 2018, 246 p.
5. В.О. Бойчук, І.В. Муляр, Ю.О. Царьов. Біокомп'ютери та методики їх програмування. Сучасна спеціальна техніка. - 2014. - № 2(37). - С. 54-60.
6. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. - М.: Вильямс, 2016. - 578 с.
7. Слэйгл, Дж. Искусственный интеллект / Дж. Слэйгл. - М.: Мир, 2016. - 320 с.
8. Акинин, М.В. Нейросетевые системы искусственного интеллекта в задачах обработки изображений / М.В. Акинин, М.Б. Никифоров, А.И. Таганов. - М.: ГЛТ, 2016. - 152 с.
9. Ayyadevara, V.K. Convolutional Neural Network. In: Pro Machine Learning Algorithms / V.K Ayyadevara - Berkeley, CA: Apress, 2018. - С. 179–215.
10. А.М. Aibinu, А.Ј. Onumanyi, А.Р. Adedigba, М. Ipinoyomi, Т.А. Folorunso, М.Ј.Е. Salami, «Development of hybrid artificial intelligent based handover decision algorithm», Engineering Science and Technology an International Journal, 2017. – V.20 (2), pp. 381–390
11. Graves, A. Long Short-Term Memory. In: Supervised Sequence Labelling with Recurrent Neural Networks. Studies in Computational Intelligence, Springer, Berlin, Heidelberg, 2021 (Vol. 385)
12. Бойчук В.О. Метод формування послідовності дій систем реального часу / В.О. Бойчук, М.В. Бойчук, С.М. Жовнір // Наука й економіка: наук.-теорет. журн. / Хмельницьк. екон. ун-т. – Хмельницький, 2018. – Вип. 4 (48). – С. 133-137
13. Kravari K., Bassiliades N.A Survey of Agent Platforms. Journal of Artificial Societies and Social Simulation. 2015. Vol. 18, no. 1. P. 1–18.

REFERENCES:

1. Robototekhnika [Elektronnyi resurs] Rezhym dostupu: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Robototekhnika>. Data zvernennia: 08.05.2021
2. Stephen Marsland. Machine Learning: An Algorithmic Perspective / Stephen Marsland. – 2015. – 452 p.,
3. Deep Learning / Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. – 2016. – 800 p
4. Mariya Yao Applied Artificial Intelligence: A Handbook For Business Leaders Kindle Edition, Publisher: TOPBOTS, 2018, 246 p.
5. Boichuk V. O., Muliar I. V., Tsarov Yu. O. (2014), “Biokompiutery ta metodyky yikh prohramuvannia” [Biocomputers and methods of their programming]. Modern special equipment. No 2(37). - pp. 54-60.
6. Rassel, S, Norvyh. P. (2016), “Yskusstveniiy intellekt: sovremenniy podkhod” [Artificial Intelligence: A Modern Approach] Vyliams, Moskva, 578 p.
7. Slaihl, Dzh. (2016), “Yskusstvennyi intellekt” [Artificial Intelligence] Myr, Moskva, 320 p.
8. Akynyn, M.V., Nykyforov M.B., Tahanov A.Y. Akynyn, M.V., Nykyforov M.B., Tahanov A.Y. (2016), “Neirosetevii systemi iskusstvennoho intellekta v zadachakh obrabotky izobrazhenyi” [Artificial intelligence neural network systems in image processing tasks] GLT, Moskva, 152 p
9. Ayyadevara, V. K. (2018). Convolutional Neural Network. In: Pro Machine Learning Algorithms. Apress, Berkeley, CA, 179–215.
10. A.M. Aibinu, A.J. Onumanyi, A.P. Adedigba, M. Ipinoyomi, T.A. Folorunso, M.J.E. Salami, (2017) «Development of hybrid artificial intelligent based handover decision algorithm», Engineering Science and Technology an International Journal, V.20(2), - pp. 381–390
11. Graves, A. (2012). Long Short-Term Memory. In: Supervised Sequence Labelling with Recurrent Neural Networks. Studies in Computational Intelligence, (Vol. 385). Springer, Berlin, Heidelberg
12. Boichuk V. O., Boichuk, M. V., Zhovnir S. M. (2018), “Metod formuvannia poslidovnosti dii system realnoho chasu” [The method of forming a sequence of actions of real-time systems]. Nauka i ekonomika: nauk.-teoret. zhurn. / Khmelnyts. ekon. un-t. – Khmelnytskyi, No 4(48). - pp. 133-137.
13. Kravari K., Bassiliades N. (2015.) A Survey of Agent Platforms. Journal of Artificial Societies and Social Simulation. Vol. 18, no. 1. - pp. 1–18.

PhD Muliar I.V., PhD Orlenko V.I., Ostrovskiy I.I., Riaba L.O.

ADAPTIVE METHOD OF CONTROLLING AUTOMATED TECHNICAL SYSTEMS

The article proposes an approach to the process of managing technical objects based on the integration of sensor data processing.

Intelligent control methods have found application in various tasks, in particular in robotics. In systems that work in real time, the robot agent must rationally solve the tasks that are set before him with minimal resource costs. In real time, the use of high-precision multicriteria optimization methods is difficult, so agents often solve the problem by approximate methods using problem-oriented heuristics. Analysis of materials on the problem of management shows that the creation of an effective management system requires the use of qualitatively new approaches to information processing, which should be based on finding features of action in the past, their adaptation based on hierarchical representation. The most promising direction in the creation of such systems is the use of modern neural networks for the classification of precedents and the formation of new actions based on the precedent approach. When developing a model of agent behavior, it is proposed to expand the standard solutions, using elements of the biological approach in artificial intelligence. To do this, agency activities are carried out through the interaction of the classification and executive parties. As a classification part modern types of the artificial neural networks convoluted in our case are used. Models based on Markov chains are responsible for the executive part.

An artificial neural network receives and classifies information from different types of external sensors and internal receptors of the agent to identify the initial conditions of the agent, the purpose of the action and determine on their basis the sequence of actions performed by the agent. The use of the adaptive method is to replace the purpose and initial conditions of the selected precedent with a new task and initial conditions and ensure the implementation of the plan after the replacement. Some of the steps in the original plan may not be necessary, as the goal they have sought has changed. The main actions can be performed separately or combined in sequence depending on the success of the goal.

Keywords: control inteligente, multi-agent system, información sensorial.