

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПЛАНУВАННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

У статті проведено аналіз існуючих на даний момент методів планування переміщення мобільних роботів. Кожен метод має свої переваги та недоліки порівняно з іншими методами в залежності від поставлених завдань.

На основі приведених нижче методів побудови планування переміщення мобільних роботів запропоновано метод, який комбінує в собі два найбільш поширених методи планування: на основі нечіткої логіки, та на основі нейронних мереж.

Ключові слова: нейронна мережа, штучний інтелект, агент.

Вступ. Робота мобільних роботів пов'язана з постійним переміщенням в межах робочої зони. В даний час подібні роботи зустрічаються все частіше і з кожним днем вони стають все більш функціональними і складними. У міру зростання функціональності роботів зростає і складність розв'язуваних ними завдань. В даний час вже повсюдно зустрічаються автономні мобільні роботи - робокари, що переміщуються по виробничих приміщеннях, також стали досить затребувані сервісні роботи - роботи для проведення екскурсій в музеях і виставкових центрах, роботи - офіціанти в кафе і ресторанах. Такі роботи працюють в тісному контакті з навколишніми об'єктами і людьми, тому до точності і безпеки їх переміщень пред'являються дуже високі вимоги.

Постановка проблеми. Мобільні роботи знаходять все більш широке застосування для виконання різних завдань в умовах, коли присутність людини в зоні їх роботи або неможливо з міркувань безпеки, або ж небажано через обмеження продуктивності обслуговуючого технологічного обладнання. З причини своєї оперативності мобільні роботи широко використовуються практично у всіх сферах життєдіяльності людини, особливо у військових і промислових областях, а також, наприклад, при дослідженні інших планет. Планування переміщення мобільного робота є найважливішою проблемою функціонування автономних робототехнічних систем і однією з найбільш активно досліджуваних областей сучасного науково-практичного знання. Рішення задачі планування переміщення робота охоплює питання, пов'язані з такими науковими областями, як штучний інтелект, обчислювальна геометрія, комп'ютерне моделювання і теорія автоматичного управління. Автоматизація процесу планування переміщення, при мінімізації витрат часу на підготовчі та заключні операції і прискоренні процесу перемикання робота з одного завдання на інше.

Метою планування переміщення мобільного робота є забезпечення бажаної траєкторії його руху, коли він слідує по запланованому шляху відповідно з керуючими впливами. Більшість досліджень, присвячених проблемі планування переміщення робота без зіткнення з перешкодами на його шляху базуються на застосуванні нейронних мереж і нечіткої логіки. Дані дослідження проводилися в умовах відомого навколишнього середовища. Рішення даної проблеми за допомогою нечіткої логіки є загальновизнаним, так як в цьому випадку механізм прийняття рішення завжди дозволяє генерувати відповідні рухи робота, викликані появою перешкоди на його шляху. У свою чергу, ефективність використання в рамках даної проблеми нейронних мереж в основному залежить від ступеня навченості конкретної мережі, тоді як найпростіша модель нечіткої логіки виробляє необхідний вихідний сигнал без будь-якого навчання. Подальший пошук рішення задачі планування переміщення робота в режимі реального часу в невідомому середовищі з використанням нечіткої логіки реалізується за допомогою застосування нейронної мережі, навченої правилам нечіткої логіки. У цьому випадку комбінована раніше нейронна нечітка система здатна більш ефективно навчатися і вирішувати проблеми, пов'язані з нелінійними системами. Таким чином, вирішення цих проблем є досить актуальною науково-технічною проблемою. Інтелектуальні системи

управління будуються на основі методів нечіткої логіки, теорії автоматичного управління, нейронних мереж. Кожен з цих методів має свої переваги і недоліки в залежності від конкретного застосування. Найбільш перспективним з них є підхід на основі нейронних мереж, оскільки нейронні мережі використовують методи паралельної обробки інформації і намагаються відтворювати процеси, що відбуваються в нервовій системі людини й тварин.

Викладення основного матеріалу. У даній статті розглядається підхід до побудови нейромережових систем, що реалізують біонічний метод адаптивного управління мобільними роботами. Цей метод дозволяє будувати ефективні системи інтелектуального управління і вирішувати проблеми автоматичної генерації оптимальних траєкторій руху мобільних роботів до цільових об'єктів в неформалізованому і динамічно-мінливому зовнішньому середовищі.

Перші експериментальні дослідження біонічного методу були проведені в 70-х роках ХХ століття. Вони проводилися на спеціалізованих апаратних системах нейромережного типу. Використання апаратної реалізації дозволяло таким системам приймати рішення про напрямки майбутнього руху не тільки в реальному часі, а й зі значним його випередженням. Проведені експерименти показали, що реалізований ними біонічний метод цілком працездатний і може ефективно використовуватися для вирішення завдань управління рухом автономних мобільних роботів. Однак спеціалізована апаратна реалізація не дозволяла проводити експериментальні дослідження різних нейромережових конфігурацій при різних типах сенсорних пристроїв, оскільки в цьому випадку виникала необхідність великих фінансових та організаційних витрат.

Для усунення зазначених труднощів було прийнято рішення про створення програмних нейромережових систем управління, що реалізують ті ж принципи на базі сучасних комп'ютерних технологій з використанням так званої агентної технології, що дозволило перейти до побудови віртуальних моделюючих середовищ (ВМС). Зручність використання ВМС полягає в тому, що вони дозволяють досить легко змінювати параметри як нейромережових систем управління роботів, так і умови їх функціонування. Причому роботи в даному випадку розглядаються як інтелектуальні агенти (ІА), здатні сприймати навколишнє середовище за допомогою бортових датчиків, що утворюють їх сенсорну систему і планувати переміщення до мети на одиничному кроці.

Досить часто при русі мобільних роботів по пересічній місцевості виникають ситуації, в яких робот не може подолати ту чи іншу перешкоду на своєму шляху.

Дуже часто розробники мобільних роботів акцентують свою увагу на проблемах взаємодії робота і навколишнього середовища в процесі руху - це можуть бути сенсорні системи для виявлення перешкод, системи визначення рівня вібрацій і системи стабілізації та ін.

Прикладом такої ВМС може служити система віртуального моделювання поведінки інтелектуальних агентів, що реалізує нейромережне управління ними. Структура цієї системи представлена на рисунку 1.

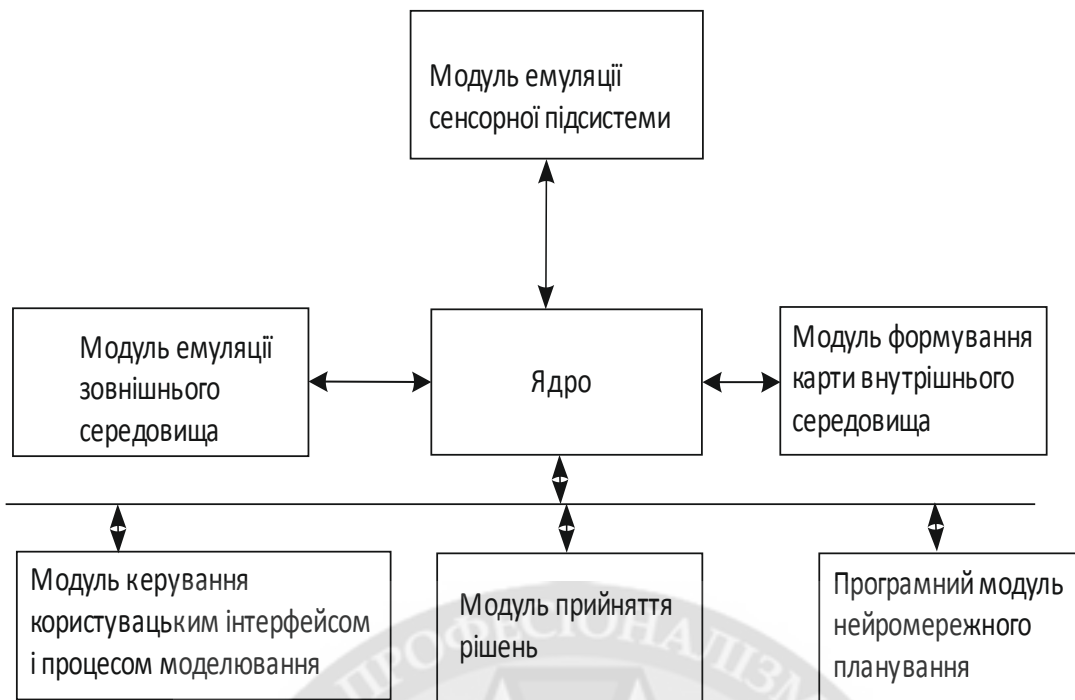


Рис. 1. Структурна схема ВМС

Завдяки модульній архітектурі, ВМС NAME може підтримувати розширення функцій системи за рахунок підключення додаткових модулів.

Одне із завдань, яке вирішується за допомогою даного моделюючого середовища, може бути описана таким чином. На віртуальний полігон, що представляє собою майданчик з певним чином розміщеними перешкодами і цільовим об'єктом, поміщається ІА. Функціонування агента полягає в переміщенні до цільового об'єкту по автоматично генерованій ним оптимальній траєкторії на підставі інформації про прохідність локальних ділянок середовища, що потрапляють в поле зору його сенсорної системи.

Проведені за допомогою системи NAME експериментальні дослідження показали, що програмна реалізація біонічного методу адаптивного управління ефективно вирішує завдання побудови оптимальної траєкторії руху робота на кожному кроці функціонування. Однак у цієї системи моделювання є недолік, що полягає в тому, що крім емуляції самого алгоритму поведінки ІА в ній необхідно відтворювати властивості як зовнішнього середовища, так об'єктів, що в ньому знаходяться, а також емулявати роботу сенсорних підсистем різних типів, що істотно впливає на точність моделювання.

Метод усунення цього недоліку полягає в застосуванні апаратно програмного моделювання, що дозволяє досліджувати алгоритми інтелектуального управління в природному середовищі. Його суть полягає в тому, що модуль нейромережного планування (МНП), як і у випадку ВМС, реалізується програмним способом на стаціонарній ЕОМ загального призначення, а в якості апаратної частини використовується мобільний робот, який представляє собою рухливу платформу з встановленими на ній бортовим контролером, інтерфейсом для зв'язку зі стаціонарною ЕОМ і сенсорною підсистемою.

Алгоритм функціонування такого апаратно-програмного комплексу може бути описаний таким чином. Інформація про зовнішнє середовище фіксується відеокамерою і передається на ЕОМ по радіоканалу. Далі вона перетворюється в карту середовища шляхом виділення перешкод і цільових ділянок за критерієм освітленості: темні ділянки класифікуються як перешкоди, яскраві - як мета, а інші ділянки вважаються прохідними. Після цього на мапі засобами програмного МНП виділяється оптимальний напрямок переміщення до мети. Завершальним етапом роботи алгоритму є перетворення отриманого напрямки руху в команди бортового контролера мобільного робота, передача його коду по

радіоканалу рухомій платформі та виконання нею ідентичного переміщення в даному напрямку. Далі цикл повторюється доти, поки не буде досягнута мета.

Алгоритм руху робота досить простий - робот рухається прямолінійно і якщо він виявляє перешкоду у себе на шляху, він робить поворот наліво, якщо ж на шляху робота зустрічається обрив або область чорного кольору («нерівність» поверхні), робот розвертається і їде в протилежний бік і наліво. Даний алгоритм представлено на рис. 2.

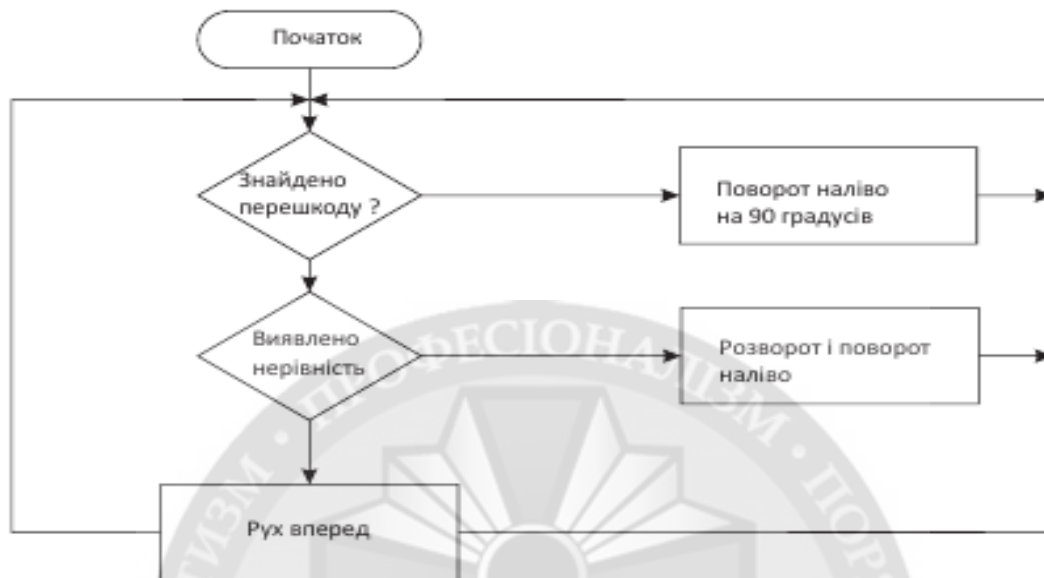


Рис. 2. Алгоритм руху робота

«Класичні» способи вирішення завдання пошуку траєкторій

Завдання пошуку траєкторії для агента колективу роботів - складне і нетривіальне завдання, тому існує безліч алгоритмів, що дозволяють вирішувати подібні завдання відповідно до заздалегідь заданих критеріїв якості рішення. Велика частина цих алгоритмів є модифікаціями «базових» методів планування шляху, оптимізованих під певні умови. Алгоритми пошуку шляху можна розділити на 3 унікальних групи:

- алгоритми обходу перешкод;
- методи пошуку шляху по графу;
- інтелектуальні алгоритми.

Основне завдання при пошуку траєкторії робота в навколишньому просторі - це обхід перешкод, і досить часто, для підвищення швидкості розрахунку шляху і переміщення, перешкоди ігноруються аж до зіткнення з ними або до входу в зону безпеки. Цей підхід досить часто застосовують, так як для його функціонування необхідно знати тільки відносні координати робота, його цілі і своєчасно виявляти ознаки блокування шляху перешкодою.

До класичних пошукових алгоритмів відносяться як найпростіші «переміщення у випадковому напрямку» або «трасування навколо перешкоди», так і більш функціональні, такі як «надійне трасування» або «ефективна зважена траєкторія». Реалізовані на їх базі системи планування не завжди здатні знайти траєкторію в складно організованому просторі, проблему представляють неопуклі перешкоди, різного роду кишені, уступи і тупики. Більшості з перерахованих недоліків не спостерігається при використанні алгоритмів пошуку шляху по графу, які планують всі переміщення до моменту початку руху.

Висновки. На основі розглянутих методів, можна сказати, що пошук та розробка кращих алгоритмів та методів планування переміщення мобільних роботів на даний час є досить актуальною проблемою. Існуючі на даний час методи мають свої переваги та

недоліки у певних конкретних ситуаціях. І одним із можливих вирішень даного питання є комбінування різних методів поєднавши їхні переваги створивши кращий та ефективніший метод.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Чернухин Ю.В. Нейропроцессорные сети / Чернухин Ю.В. М.: Изд-во ТРТУ, 1999. – 439 с.
2. Чернухин Ю.В. Сапрыкин Р.В. Система виртуального моделирования поведения интеллектуальных агентов при исследовании ими естественной среды функционирования / Ю.В. Чернухин, Р.В. Сапрыкин // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 11 (88). –С. 19–24.
3. Программно-аппаратное моделирование внешней среды функционирования мобильных роботов с нейросетевым управлением на базе робототехнического комплекта Hemisson : Материалы XV Международной конференции по нейрокибернетике. Т. 2. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2009.– С. 212–215.

Без рецензії.

**д.т.н., проф. Ленков С.В., Дубина П.Н., к.т.н., доц. Муляр И.В.
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
МОБИЛЬНОГО РОБОТА**

В статье проведен анализ существующих на данный момент методов планирования перемещения мобильных роботов. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки по сравнению с другими методами в зависимости от поставленных задач.

На основе приведенных ниже методов построения планирования перемещения мобильных роботов предложен метод, который комбинирует в себе два наиболее распространенных метода планирования: на основе нечеткой логики, и на основе нейронных сетей.

Ключевые слова: нейронная сеть, искусственный интеллект, агент.

**Prof. Lenkov S.V., Dubina P.N., Ph.D. Mulyar I.V.
ANALYSIS OF EXISTING METHODS OF PLANNING THE MOVEMENT OF A MOBILE
ROBOT**

This analyzed the currently existing methods of planning the movement of mobile robots. Each method has its advantages and disadvantages compared to other methods, depending on the tasks.

On the basis of the below methods of construction planning moving mobile robots proposed a method that combines the two most common methods of planning, based on fuzzy logic and neural network based.

Keywords: neural networks, artificial intelligence, agent.