Технічні науки

УДК 621.3

**Сезонова Ірина Костянтинівна**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*професор кафедри інформаційних технологій, автоматизації і мехатроніки*

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

**Ремесник Андрій Сергійович**

*слухач магістратури*

*Харківського національного університету радіоелектроніки*

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РОБОТИЗОВАНИМИ ПЛАТФОРМАМИ**

***Анотація.*** *Проведено аналіз сучасних розробок щодо інтелектуальних методів управління роботизованими системами та сформульовано підходи до побудови таких систем управління, інваріантних по відношенню до специфіки функціонування, що враховують неповноту вхідної інформації та різні види невизначеності. Для досягнення поставленої мети вирішено ряд завдань: проведено аналіз архітектур інтелектуальних систем управління робототехнічними системами; розроблено узагальнений алгоритм ситуаційної ідентифікації робототехнічної системи; розроблено інтелектуальну систему управління роботизованою платформою для потреб виробництва.*

***Ключові слова:*** *системи управління роботизованими платформами, системи технічного зору, мобільні роботи, системи інтелектуального керування.*

В останні роки в різних технічних сферах активно використовується прикметник "інтелектуальний" та інтелектуальні системи управління зокрема. Основною областю застосування, на яку орієнтовані подібні системи, є робототехніка та однією з сучасних тенденцій робототехніки є перехід від експериментальних зразків до широкого практичного використання не тільки індустріальних роботів, а й сервісних, воєнних, призначених для роботи в заздалегідь невизначених або недостатньо визначених умов. На перший план виступають завдання практичної реалізації різних підходів, методів уніфікації різноманітних алгоритмів управління, що дозволить економічно доцільно створювати бажані пристрої.

Найбільший розвиток серед роботів з підвищеним ступенем автономності в даний час одержали безпілотні літальні апарати (дрони). Їх використання у військових цілях, цілях спостереження вже набуло значного поширення та демонструє суттєві результати.

У наукових публікаціях багато робіт з описом лабораторних макетів мобільних роботів з підвищеним ступенем автономності. Але, в інших областях робототехніки успіхи впровадження автономних робото технічних пристроїв не настільки значні. Зокрема, неіндустріальне використання маніпуляційних роботів дуже обмежено, що значною мірою пояснюється значною ціною механічної частини, що виводить практичне використання за межі економічної доцільності.

Однією з характеристик сучасного стану світової робототехніки є перехід до практичного використання робототехнічних платформ з підвищеним ступенем автономності для потреб виробництва, сільського господарства, торгівлі та інших сфер людської діяльності. Одним з найбільш показових прикладів цієї тенденції в області мобільної техніки є дедалі зростаюча частка мікропроцесорних систем та їх програмного забезпечення в автомобільній промисловості.

Серед засобів інформаційного та технічного забезпечення рухливих роботів з підвищеним ступенем автономності одну з головних позицій займають системи технічного зору. Привабливими властивостями систем технічного зору є:

* дистанційний аналіз навколишнього простору та об'єктів управління;
* одночасний аналіз великих областей простору;
* багатство ознак, якими можуть описуватися і за якими ідентифікуються об'єкти управління;
* швидкодія: швидкість виконання вимірювань (за умови «on line» обробки зорових даних), і, як наслідок, практична безперервність вимірювань в ході руху;
* доступність різноманітних комерційних апаратних засобів для збору та обробки зорових даних (економічна доцільність);
* скритність / пасивність (без енергетичного впливу на навколишній світ);
* значні перспективи уніфікації засобів апаратної підтримки (основна складність систем технічного зору полягає в програмно-алгоритмічному забезпеченні).

Разом з тим, ці позитивні властивості висувають підвищені вимоги щодо інших сенсорних систем, вимоги до обчислювальних ресурсів та математичного забезпечення. Сучасний рівень сенсорів і обчислювальних засобів дозволяє знаходити компроміс між зазначеними перевагами та вимогами та створювати ефективні системи технічного зору для вирішення практичних завдань. Достатньо згадати показові приклади використання систем технічного зору на марсоходах, бойових роботах, безпілотних автомобілях та потягах.

Більшістю дослідників визнається необхідність використання багаторівневої ієрархічної структури побудови систем управління робототехнічними пристроями. Успішне вирішення завдань управління можливе при побудові ефективного управління на кожному з рівнів і не менш ефективного їх комплексування. Сам поділ на рівні і межі сьогодні не має чітких критеріїв й у значній мірі залежить від конкретної реалізації пристрою (або системи пристроїв).

В вочевидь, основним засобом реалізації універсальності та економічності роботизованих пристроїв та систем є розробка програмного забезпечення на основі методів інтелектуального управління, які придатні для реалізації таких пристроїв.

Наведемо виділення рівнів в інтелектуальних системах управління. Основною класифікуючою ознакою при виділенні рівнів управління будемо вважати властивість об'єкта реалізовувати на цьому рівні управління за допомогою мови команд.

Нижній рівень – це рівень управління приводами виконавчих механізмів та виконання базових операцій – елементарних рухів, збору інформації про зовнішнє середовище.

Середній рівень – це рівень аналізу інформації про середовище та умови функціонування роботизованого пристрою, формування послідовності і контроль виконання базових операцій на вирішення поставленої верхнім рівнем задачі (вибір траєкторії руху, обробка позаштатних ситуацій, початок виконання операцій тощо).

Верхній рівень – рівень прийняття рішення щодо алгоритму виконання завдання чи обробки команди людини в постановці завдання. У найближчій перспективі найбільш важливі функції цього рівня залишаються за людиною (визначення цілей та постановка нових завдань).

Потенційно, ряд дослідників вважає, що рішення завдань цього рівня може бути виконане без участі людини за допомогою «сильного» штучного інтелекту.

Для забезпечення суттєвого рівня автономності необхідними є наступні властивості програмно-керованого роботизованого пристрою:

* забезпечення узгодженого управління нижнім рівнем мехатронних систем (інформаційно-руховими діями, приводами, збором даних);
* постановка і реалізація підцілей у процесі вирішення основного завдання (безпека; вибір шляху; завдання повернення; вибір місця взяття відомого об'єкта; зліт, посадка літальних апаратів);
* природність мови спілкування – інтерфейсу взаємодії пристрою з верхнім рівнем управління.

Незалежно від меж рівнів системи управління при побудові роботизованого пристрою необхідна інтеграція всіх рівнів управління. Без єдиного механізму обміну даними та програмування всіх рівнів (кросплатформенності) складно очікувати створення ефективної робототехнічної системи.

Зарубіжний досвід показує, що навіть ринкова економіка приходить до необхідності вести розробки роботів за єдиним централізованим планом та уніфікованим стандартам. Наприкінці 80-х років XX століття помітно збільшилися витрати міністерства оборони США на проектування нових систем контролю і управління. Вони розроблялись різними відомствами, містили багато загальних функціональних елементів, але реалізовувалися далеко не однаково і, головне, не підтримували єдиного стандарту взаємодії. Для ліквідації цієї проблеми з 1992 р. в наукових армійських підрозділах Пентагону почалося створення єдиної технічної архітектури Joint Technical Architecture (JTA) - стандарту на побудову всіх ІТ-рішень. JTA складається з декількох архітектурних блоків. Функціональна архітектура включає засоби та методи опису робочих елементів майбутньої системи та інформаційних потоків, спрямованих на підтримку дії бойових одиниць. Вона також задає тип інформації, що зберігається або передається, частоту обміну даними, опис реалізованих завдань і т.і.

Сучасний промисловий маніпуляційний робот – це автоматично керований маніпулятор, керуюча програма якого може бути налаштована на виконання різних технологічних процесів.

Промисловий робот включає:

• маніпулятор і різні виконавчі механізми (захват, шуруповерт, краскопульт і т.і.);

• керуючий контролер у складі системи управління та засоби його програмування, включаючи високорівневу мову управління роботом;

• засоби для навчання: пульт ручного навчання та програмні засоби розробки та налагодження робочої програми;

• апаратно-програмні засоби зчитування датчиків та управління зовнішнім технологічним обладнанням.

Управління рухами маніпуляційного робота здійснюється системою управління - пристроєм, який забезпечує рух маніпулятора по заданій траєкторії, створення та виконання програми функціонування робота, взаємодія з оператором. Відмінності в особливостях вирішення кожної з перерахованих завдань виявляється у тому, що апаратно система управління реалізується у вигляді двох фізичних рівнів верхнього та нижнього.

Традиційно нижній рівень управління відповідає за обчислення координат ступенів рухливості, управління двигунами та взаємодії з верхнім рівнем по шині даних. Ці функції виконуються в масштабі реального часу.

Верхній рівень управління здійснює взаємодію з нижнім рівнем по шині даних (або дистанційно), забезпечує управління процесами, пов'язаними з навчанням і виконанням програми функціонування робота. Вона включає команди руху в цільові точки, умови переміщення, які враховують показання датчиків і стан органів управління технологічним процесом.

Перед кожним переміщенням в цільову точку система управління обчислює проміжні точки траєкторії та передає їх нижньому рівню.

Створення керуючої програми для робота називається навчанням. Алгоритми управління визначаються способом представлення робочої програми.

Процес інтелектуалізації управління роботизованим пристроєм для вирішення заданого класу завдань є ітераційний.

Послідовність кроків аналізу та навчання робота вбачається наступною:

* формулювання формалізованого опису завдання (моделі) мовою опису об'єктів управління, зовнішнього середовища та необхідних дій (перетворень) з об'єктами управління в просторі його станів. Результат - модель задачі;
* формується модель зовнішнього середовища та можливих конфліктів;
* вибираються апаратні засоби (механіка, енергетика, сенсорика, бортове обчислювальне середовище), що забезпечують отримання необхідних вихідних даних (для формування моделі зовнішнього середовища);
* формується комплекс алгоритмів для інформаційного забезпечення вирішення цільової задачі;
* здійснюється перевірка можливості досягнення всіх вищевказаних завдань та підрахунок вартості проекту;
* визначення прийнятності моделі. Якщо модель прийнятна, то процес закінчено, якщо - ні, то перехід до наступної ітерації (пп. 1-5).

В рамках інтелектуалізації систем управління роботизованими платформами на виробництві запропоновано методи структурування, інтеграції та відображення істотних елементів зовнішніх та внутрішніх конфліктів. Дані методи та розроблені на їх основі алгоритми виконують автоматичне розбиття вихідної множини ситуацій S на кінцеве число підмножин, що не перетинаються (Si). Підситуації Si є прообразами підмножин опорних стратегій Сi. Сформовані опорні стратегії включають початкові параметри ситуації, визначення доцільності різних видів маневрів, ранжування рівнів привілейованості взаємодіючих роботів, розрахунок характеристик маневрування, формування траєкторії повернення до вихідних параметрів руху. При цьому всередині кожної з базових ситуацій діють однакові типи стратегій аналізу ситуації та генерації ефективних способів дії.

Інтелектуальні системи управління роботизованими платформами на виробництві потребують практичної реалізації та різних підходів, методів уніфікації різноманітних алгоритмів управління, що дозволить економічно та доцільно створювати бажані пристрої.

**Література**

1. Павлов В.В., Павлова С.В. Интеллектуальное управление сложными нелинейными динамическими системами: аналитика интеллекта. Киев: Наук. думка, 2015. 216 с. URL: <http://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/20254/1/Pavlov.pdf>
2. Щербатов И.А. Интеллектуальное управление робототехническими системами в условиях неопределенности. Вестник Астраханского государственного технического университета. 2010. №1. С. 73–77. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnoe-upravlenie-robototehnicheskimi-sistemami-v-usloviyah-neopredelennosti>