

## РОЗРОБКА КЕРУЮЧИХ ПІДСИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОБОТА

Цимбал О.М., Мілютіна С.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
61166, Харків, пр. Леніна, каф. технології та автоматизації виробництва,  
тел. (057) 702-14-86, E-mail: [medulcimer@kture.kharkov.ua](mailto:medulcimer@kture.kharkov.ua);

The given work is devoted to the modern developments in field of intellectual robots. The purpose of report is to represent the principles of intellectual subsystems. There is described the common structure and practical implementation of decision planning support subsystem, base on framework knowledge representation and logical model of problem solver. Other considered problem is a voice command control subsystem implementation, for technological process design and on-line robot control. All the presented subsystems are planned as parts of intellectual robot project on industrial robot RM-01 base.

### Вступ

Незважаючи на досить великий об'єм робіт у галузі розробки інтелектуальних робототехнічних систем, вітчизняні дослідження здебільшого мають теоретичний характер і спрямовуються головним чином на застосування методів штучного інтелекту у системах керування роботів. Практична реалізація методів штучного інтелекту вимагає залучення сучасних технічних засобів, здатних забезпечити систему керування роботом, а з нею і покладені у її основу методи усією необхідною вихідною інформацією. З іншого боку, генерація системою прийняття рішень певної послідовності дій вимагає трансформування логіки рішення у послідовність рухів виконавчої підсистеми. Таким чином, інтелектуальний робот є складною системою, що має організаційно поєднувати складне апаратне, математичне і програмне забезпечення у розв'язанні практичних задач керування [1].

### Сутність досліджень

Розробка системи керування інтелектуальним роботом має на меті поєднання різних підсистем: адаптації (у складі комплексу датчиків різного типу), вводу інформації (у тому числі на основі голосового вводу), прийняття рішень, виконавчої підсистеми (на основі маніпулятора) та інших підсистем. Розробка кожної підсистеми є окремою науковою задачею, що вимагає використання специфічних методів досліджень.

Експериментальною основою для досліджень, що проводяться авторами, є промисловий робот RM-01 у складі маніпулятора PUMA і системи керування «Сфера-36». Для забезпечення керування роботом від персональної ЕОМ можуть використатися сигнали пульта ручного керування робота. Надіслані через послідовний порт у систему керування роботом, такі сигнали забезпечать необхідний рівень керування переміщеннями маніпулятора. Однак, такий підхід виключає застосування математичного забезпечення системи керування «Сфера-36» і вимагає розробки власних кінематичних і динамічних моделей, за якими буде здійснюватися керування промисловим роботом.

Системи планування інтелектуальних роботів у своїй основі ґрунтуються на розробках інтелектуальних вирішувачів. Побудова теорії інтелектуальних вирішувачів передбачає розв'язання двох проблем: 1) опис вирішувача, його знань та діяльності; 2) побудова теорії інтелектуальних рішень [2].

Опис системи планування у першу чергу полягає у описі закономірностей розумової діяльності системи при розв'язанні складних проблемних завдань. Ця діяльність має включати процеси усвідомлення системою планування ситуацій зовнішнього світу та виконуваних дій, також процеси пошуку рішень завдань. Таким чином, опис системи планування, її знань та діяльності містить:

- 1) опис виконавчих органів вирішувача;
- 2) опис зовнішнього середовища;

3) опис знань системи планування, що відображають розуміння діяльності виконавчих органів і навколишнього середовища вирішувача;

4) опис процесів пошуку рішень запропонованих завдань.

Проблемне середовище системи планування містить модель світу, набір операторних схем та ціль (або набір цілей) системи (Рисунок 1).

Операторні схеми системи планування фактично представляють описи дій, що можуть виконуватися в межах описаної моделі світу. Для мобільного робота це можуть бути дії: відкрити (закрити) двері, перейти у кімнату  $N$ , перейти до об'єкту  $M$ , пересунути об'єкт  $P$  до об'єкту  $Q$  тощо; для маніпулятора: взяти об'єкт  $K$ , змінити місцями об'єкти  $A$  і  $B$  тощо.

Кожна операторна схема практично містить в собі:

- 1) твердження результату реалізації операторної схеми (критерій відбору схеми);
- 2) тест виконання – перевірка відсутності реалізованого цільового факту;
- 3) тест валідності – перевірка придатності операторної схеми;
- 4) список передумов: постановка (і виконання) умов, що передують виконанню дії операторної схеми;
- 5) список видалення – список подій, що застаріють після виконання схеми;
- 6) список додавання – список подій, що вносяться операторною схемою.

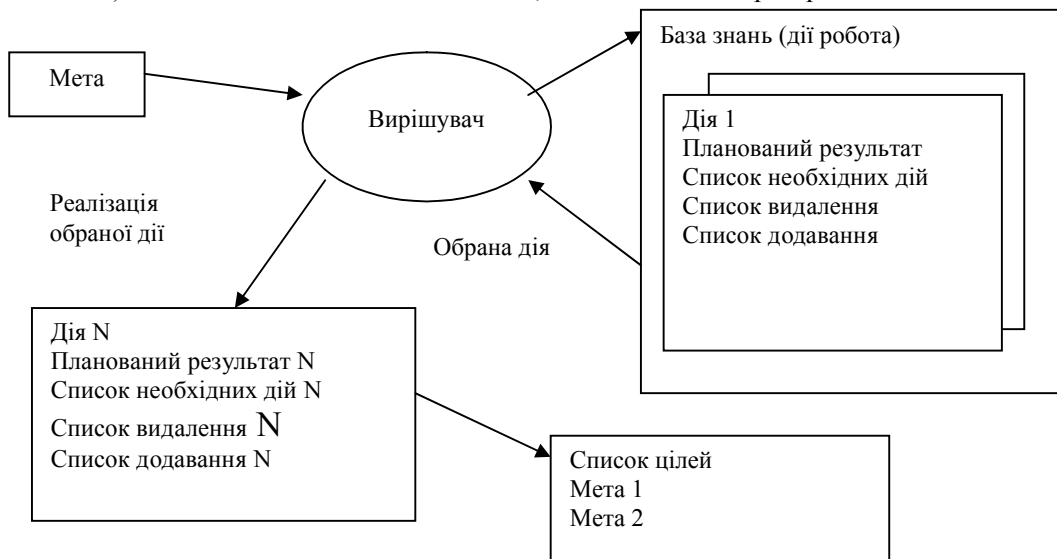


Рисунок 1 – Загальна схема роботи вирішувача

Розвитком описаної системи може бути адаптивний вирішувач, що має функціонувати в умовах, коли відбуваються: зміна робочого простору робота, зміна основної цілі планування або окремих підцілей дій робота. Також адаптація системи планування є необхідною якщо попередні дії системи планування (і дії самого робота) призвели до негативних результатів.

Системи керування роботами, як правило, характеризуються різними режимами навчання. Робота у таких режимах передбачає введення координат базових робочих точок траєкторій переміщення маніпулятора, програмування переходів від однієї базової точки до іншої із залученням команд завдання швидкостей переміщення суглобів, затримок, інших допоміжних команд керування. Зокрема, саме таким чином побудовано режим навчання в системі ARPS промислового робота РМ-01. Можна запропонувати і інший, відмінний від вводу з клавіатури даних спосіб – за допомогою голосового вводу

команд керування. Таким чином, іншим аспектом розробки підсистем інтелектуального робота є голосове формування керуючих команд.

Технологічний процес збирання деталей у роботизованій системі можна розглядати в такий спосіб: якщо існує деталь певного вигляду, складена з обмеженого набору складових, можна визначити певний порядок складання і описати його, наприклад, у вигляді послідовності елементів  $e_1, e_2, \dots, e_n$  із визначеним порядком індексів, також процес складання можна задати скінченим набором команд  $v_1, v_2, \dots, v_n$  голосового керування маніпулятором збирального робота. Обидві послідовності описують порядок поєднання елементів збирання та їх взаємний зв'язок, який можна відобразити деревом бінарного (або іншого) типу. Повне визначення дерева означає побудову схеми збирання, що може бути отримана у тому числі за допомогою голосового вводу команд керування.

Для того, щоб спростити роботу оператора (програміста) при роботі з системою керування пропонується забезпечити голосове введення команд керування.

Базовий набір команд керування роботом містить ключові команди: «*Robot*» (активація системи голосового введення); «*End*» (кінець блоку введених команд); «*Rotate*» (забезпечення обертання суглобів маніпулятора); «*Move*» (переміщення маніпулятора в означену точку); «*Exit*» (кінець введення); «*Excuse*» (відмова від введення команди); «*Clear*» (очищення програми).

Визначення основних команд керування («*Rotate*» та «*Move*») передбачає вказання суглобів робота, кутів повороту та координат. Наприклад:

«*Rotate Base minus 45*» (поворот основи на -45 град.);

«*Move 125 dot minus 36 dot 350*» (перехід в точку з координатами 125, -36, 350).

Вибір двох вказаних команд забезпечує розв'язання прямої та зворотної позиційних задач для системи керування роботом. В форматі команд відсутність знака перед числом означає позитивний знак; введення точки «*dot*» між цілими значеннями координат пояснюється більшою різницею у порівнянні з «*comma*».

Розробка транслятора для системи голосового введення команд керування має забезпечити системність підходу для опису обмеженої мови та її коректного використання при керуванні роботом. При розробці використовувався підхід до проектування інтерпретатора мови програмування SPL. Робота транслятора голосових команд містить фази лексичного та синтаксичного аналізу, інтерпретації.

Безпосереднє забезпечення голосового введення інформації можна вести як за допомогою власних програмних засобів, так і використовуючи стандартні бібліотеки. Частиною проведених досліджень є застосування штучних нейронних мереж для розпізнання голосових команд [1]. Для роботи розробленого програмного забезпечення потрібні: мікрофон, звукова карта, які функціонують під керуванням ОС Windows XP. Також необхідна програмна бібліотека Microsoft Speech Engine 5.1. Програмне забезпечення розроблено мовою C++. Перевірка працездатності підсистеми голосового формування команд керування проводилась для роботів MR-999E та PM-01.

#### Висновки

Розглянуті вище підсистеми мають забезпечити функціонування системи керування промисловим роботом на якісно новому рівні. Застосування таких підсистем має на меті забезпечення переходу від неадаптивної роботизованої системи до системи на основі методів штучного інтелекту. Теоретична цінність даних розробок полягає у деталізації розробки систем адаптації та поєднанні їх на єдиній основі. Практична цінність досліджень має на меті істотне спрощення і поліпшення проектування технологічних процесів збирання радіоелектронної апаратури.

#### Список літератури:

1. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С.. Основы управления манипуляционными роботами. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 480 с.
2. Ефимов Е.И. Решатели интеллектуальных задач. – М.: Наука, 1982. – 320 с.