

ВИКОРИСТАННЯ МОВИ СКРИПТІВ ЯК ЗАСОБУ ПРОГРАМНОГО УПРАВЛІННЯ МАНІПУЛЯТОРОМ РОБОТА У ВІРТУАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Вступ

Характерною ознакою виробничих систем є *інтеграція та узгодження різноманітних її складових*: необхідного і достатнього за своїм технологічним призначенням для визначеної номенклатури виробів основного устаткування; засобів сервісного обслуговування промислових роботів і упорядкування середовища під групову технологію; матеріальних та інформаційних потоків і засобів їх накопичення, перевантаження, розподілення по обробляючих ресурсах; підсистем автоматизованого проектування керуючих програм і технологічного оснащення [3,7]. Таким чином моделювання робототехнічних систем представляє все більший інтерес, особливо в областях, де фізичне моделювання проблематичне, зокрема, для великогабаритних маніпуляторів та маніпуляційних роботів (МР) агресивних середовищ.

Аналіз проблеми програмного управління рухами маніпуляційної системи МР

Задача програмного управління рухами віртуальної моделі маніпулятора (ВММ) промислового робота являє собою задачу розробки достатньо ефективного і гнучкого механізму задання переміщень в просторі, який дозволяє максимально ефективно враховувати характеристики маніпулятора при цьому не обтяжуючи надмірною кількістю деталей. В такому випадку найбільш оптимальним вирішенням проблеми можна вважати використання мови скриптів для задання послідовності рухів. Така система надає можливості для гнучкого й універсального управління переміщенням ВММ в просторі і водночас дозволяє створити зручні умови для користувача, включивши всі труднощі для скриптового програмування операції у склад стандартних функцій.

Метою даної роботи є вирішення задач по прикладному моделюванню віртуального маніпулятора, а саме створення програмного засобу, що дозволяє: моделювати кінематичні та динамічні характеристики різних типів маніпуляторів; задавати послідовність рухів ВММ, змодельованого в віртуальному середовищі; створювати зручний інтерфейс для роботи з ВММ.

Результатом є створення програмного комплексу RSIM, що включає: віртуальне середовище моделювання маніпулятора та набір утиліт для

роботи з додатковими засобами; також програмний комплекс має можливість працювати з мовою скриптів, за допомогою якої можна задати переміщення ВММ; програмні засоби для розв'язку прямої та оберненої задачі кінематики та враховувати динамічні характеристики маніпулятора, такі як маса ланки, коефіцієнт демпфування, жорсткість, допуски та ін. [4].

Концептуальний підхід до вирішення задач управління віртуальною моделлю

Обмеження, що існують у розвитку методів дослідження гнучких комп'ютеризованих інформаційних виробничих систем (ГКІВС) вирішуються шляхом створення інтегрованого *гіперпросторового семантично-узгодженого середовища моделювання* (ГПСУСМ) систем подібного класу із залученням до середовища ефективних взаємоузгоджених семантичних засобів [6] для відбиття логіки диспетчерування і динаміки ситуаційного моделювання транспортних та інформаційних потоків в оброблювальних ресурсах ГКІВС.

При вирішенні задач управління ВММ важливою є задача врахування реальних характеристик, оскільки тільки у випадку коректного врахування характеристик можливо досягти адекватного переносу рухів віртуальної моделі на реальний маніпулятор. Таким чином модель має враховувати кінематичні та динамічні характеристики реального об'єкту. Однак модель не повинна бути надмірно складною, оскільки знижується її практична доцільність, в зв'язку з ускладненням моделі значно звужуються можливості її використання [5,7]: вибір оптимальної швидкості переміщення робочого органу ВММ та ступінь впливу точності позиціонування на швидкодію маніпулятора. Для обчислення кінематичних характеристик ланок маніпулятора доцільно використовувати рівняння Ньютона-Ейлера, для обчислення динамічних – рівняння Лагранжа другого роду [5].

Таким чином віртуальне середовище має задовольняти наступним вимогам:

1. Можливість синхронізувати ВММ з реальним маніпулятором для виконання задач в фізичному просторі;
2. Врахування кінематичних та динамічних характеристик ВММ;
3. Зручний та гнучкий інтерфейс для складання програми управління;
4. Достатня наочність моделі для користувача.

У випадках, коли віртуальне середовище дозволяє моделювати різні типи маніпуляторів найбільш доцільним є також можливість задання динамічних характеристик через завантаження зовнішніх файлів конфігурації або всередині управляючого скрипта [1,7].

Обґрунтування вибору об'єкта досліджень

Зважаючи на викладені вище фактори було прийняте рішення про розробку програмного комплексу, за допомогою якого можна вирішувати

означені задачі. Програмний комплекс повинен давати змогу побудувати модель маніпулятора з певних типів ланок. Необхідно також дати змогу користувачеві задавати лінійні розміри робочого середовища за допомогою нормалізованих координат та показувати результат у системі обчислень, зручних для користувача.

Для вирішення подібних задач використовуються програмні комплекси, що моделюють маніпулятор, наприклад, типу PUMA. Більш поглибленим підходом до задачі стало створення комплексу, що дозволяє моделювати довільний маніпулятор. В цьому контексті виникає потреба створення універсального математичного апарату для обчислення кінематичних властивостей ланок маніпулятора.

Отже, об'єктом дослідження є кінематичні та динамічні властивості маніпулятора, який складається з довільної кількості ланок (але не більше шести) та реалізація цих властивостей на ВММ.

Також необхідно реалізувати засоби задання послідовності переміщень з урахуванням вищенаведених властивостей. Найбільш перспективною для цієї задачі є мова скриптів LUA, яка задовольняє всім необхідним вимогам, а також гарно себе зарекомендувала у програмуванні операцій складних систем, де інформація про об'єкт надається в вигляді окремих модулів, що виконуються незалежно від основної програми, а їх результати передаються безпосередньо в програму.

Засоби реалізації

Для реалізації задач моделювання було створено програмний комплекс RSIM, в якому реалізовані кінематичні та динамічні характеристики маніпулятора, програмні засоби для вирішення прямої та оберненої задачі кінематики, перехідні процеси в МР під час руху. При цьому візуальне середовище надає можливість побудови різних типів маніпуляторів з певного набору.

Програмне управління маніпулятором робота в середовищі RSIM реалізоване за допомогою мови скриптів, що містить певний набір функцій, призначених для задання конкретних переміщень та деяких інших функцій візуального середовища моделювання маніпулятора [5,6]. Особливості даного підходу полягають в тому, що за допомогою скрипту можна задати не лише конкретні переміщення, а також параметри робочого середовища та характеристики і структуру маніпулятора. Таким чином є можливість реалізувати динамічну побудову ВММ та змоделювати управління маніпуляторами різних типів. Вбудована мова скриптів середовища RSIM налічує декілька десятків попередньо запрограмованих функцій для роботи з маніпулятором, що призначені для задання параметрів робочого середовища, параметрів моделі маніпулятора, переміщень маніпуляційної системи в просторі та вирішення прямої та оберненої задачі кінематики для позиціонування маніпулятора [2,4].

Програма управління на мові скриптів LUA для програмного комплексу RSIM складається з наступних частин: предпрограмування, що може включати задання параметрів робочого середовища, моделі маніпулято-

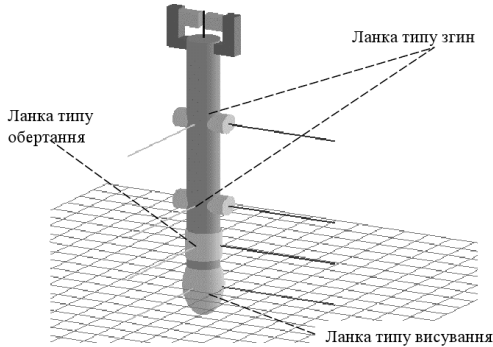


Рис. 1 – Модель чотириланкового маніпулятора

ра та її характеристик; вирішення прямої та оберненої задач кінематики та робочої частини; візуалізація переміщень ланок маніпулятора. Етап предпрограмування може не включати етап побудови моделі маніпулятора, а використовувати на даний момент побудований в середовищі маніпулятор за рахунок наявності функцій, які повертають параметри робочого середовища, а також функцій для вирішення прямої та оберненої задач кінематики.

Наприклад, необхідно побудувати ВММ (рис. 1), що складається з 4-х ланок з певними характеристиками для кожної ланки (рис. 2): дві типу згин, одна типу висування та одна типу обертання.

Для ланок даного маніпулятора задано наступні кінематичні та динамічні характеристики:

Обертання кр (°)	0	Радіус	45
Мак. кр (°)	185	Довжина	150
Мін. кр (°)	-185	<input checked="" type="checkbox"/> Локальні осі	
Динамічні властивості:			
Жорсткість	57561	Коеф. демпінга	139.989993396
Маса	10	Допуск	3.989999747378

Висування довжина (mm)	150	Радіус	45
Мак. довжина (mm)	300		
Мін. довжина (mm)	100	<input checked="" type="checkbox"/> Локальні осі	
	100		

Згин кр (°)	0	Радіус	45
Мак. кр (°)	90	Довжина	300
Мін. кр (°)	-90	<input checked="" type="checkbox"/> Локальні осі	
	10		
Динамічні властивості:			
Жорсткість	57561	Коеф. демпінга	139.989993396
Маса	14	Допуск	3.989999747378

Рис. 2 – Характеристики ланок маніпулятора

Необхідно для цього маніпулятора розв’язати пряму задачу кінематики. Для розв’язку задачі кінематики необхідно передати у програму вектор переміщень для кожної ланки MP і виконати виклик функції `krnl_AddPointN` з бажаним значенням параметра.

Реалізація передачі параметрів для розв’язку прямої задачі кінематики мовою скриптів LUA має наступний вигляд:

```

krnl_ClearPointsList(); -- очищується вектор розв'язків
krnl_AddPointN(-45); -- запис в вектор значення 1-ї
ланки (кута згину)
krnl_AddPointN(-45); -- другої ланки - кута згину
krnl_AddPointN(0); -- третьої ланки - кута обертання
krnl_AddPointN(-90); -- четвертої ланки - довжини
висування
    
```

Далі в тілі скрипта викликається функція *krnl_GetLinearTaskResults*, що повертає розв'язок прямої задачі кінематики – координати точки, якої досягне захватний пристрій при заданих переміщеннях. Функція повертає у програму результат у вигляді трьох значень – координат точки, якої досягне маніпулятор при заданих кутах та довжини переміщень (рис. 3).

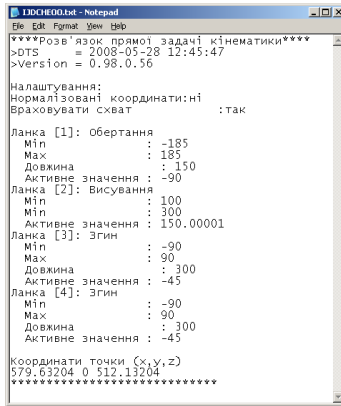


Рис. 3 – Результат розв'язку прямої задачі кінематики для даної конфігурації маніпулятора

Результат виконання вищенаведеного скрипта – координати точки, якої досягне маніпулятор на робочій області з вказаними параметрами переміщень.

Програмний комплекс також надає можливість анімаційного представлення переміщень в задану точку. Таким чином можна в тілі скрипта задати переміщення та спостерігати рух маніпулятора до заданої точки. Анімаційне представлення можна задати як послідовно для кожної ланки так і одночасно для всіх (рис. 4).

Параметри анімації обраховуються для кожної ланки з врахуванням кінематичних та динамічних характеристик ланки. Враховуються такі параметри як радіус, швидкість та довжина ланки, а також маса, коефіцієнт демпфування та жорсткість ланки. При анімації також можна спостерігати перехідні процеси в ланках під час руху і переглядати графіки перехідних процесів (рис. 5).

Висновки

В результаті було побудовано модель для довільної конфігурації маніпулятора та досліджено кінематичні та динамічні властивості даного

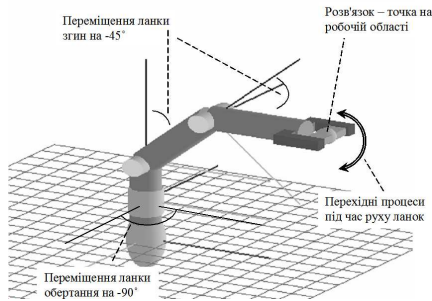


Рис. 4 – Результат виконання переміщень на задані кути



Рис. 5 – Графік перехідних процесів у ланках під час руху до заданої точки

маніпулятора. Також було переглянуто анімаційне представлення переміщень ВММ та перехідних процесів у ланках під час переміщень. Завдяки використанню програмного комплексу RSIM цей процес вдалося автоматизувати, зробити більш наочним та інтерактивним, зберегти конфігурацію маніпулятора та послідовність переміщень для подальшої роботи та демонстрації.

Таким чином програмний комплекс RSIM може бути використаний при вирішенні наступних задач:

1. Побудова довільного маніпулятора зі стандартного набору ланок типу згин, обертання, висування;
2. Вирішення прямої задачі кінематики та пошук розв'язків оберненої задачі кінематики з певною точністю;
3. Візуалізація заданого набору переміщень ВММ на робочій області за допомогою задання ряду переміщень у вигляді скрипта;
4. Врахування динамічних характеристик маніпулятора при перехідних процесах;
5. Зручний інтерфейс та гнучкість системи, завдяки використанню зовнішніх файлів налаштувань та виконуваних файлів в комплексі RSIM.

6. Можливість побудування різних конфігурацій маніпулятора та можливості підключення плагінів.

Література

1. Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов. — М.: Высш. шк.- 1986. - 264 с.
2. Вукобратович М., Стокич Д., Кирчански Н. Неадаптивное и адаптивное управление манипуляционными роботами: Пер. с англ. - М.: Мир.- 1989. - 376 с.
3. Лісовиченко О.І., Данішевський Б.М., Птічнікова А.С., Ланкін Ю.М., Ямпольський Л.С. Візуалізація моделювання гіперпросторово-розподілених гнучких комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем // Адаптивні системи автоматичного управління. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць.-Вип.8(28).-Дніпропетровськ, 2004.-С.
4. Решение обратной задачи кинематики манипуляционной системы промышленного робота / Д.А. Дубина // Адапт. системи автомат. упр: Міжвід. наук.-техн. зб. – 2002. – Вип. 4. – С. 79–83.
5. Концептуальний підхід до розробки інтегрованого об'єктно-орієнтованого середовища для моделювання ГВС / О.В. Блажко, В.В. Борисюк, А.А. Гілязов, А.С. Птічнікова, О.І. Лісовиченко // Науковий вісник Інституту економіки та нових технологій ім. Ю.І. Кравченка “Нові технології”.-Кременчук.- 2003.- Вип.1'(2).- С.81-85.
6. Нові підходи до моделювання і управління в гнучких комп'ютеризованих системах / П.В. Кузьмін, О.А. Лавров, К.Б. Остапченко, З.А. Банашак, Л.С.Ямпольський // Адаптивні системи автоматичного управління.- 1998.-Вип. 1 (21).- С. 47-63.
7. Швачко В.В., Поліщук М.М., Ямпольський Л.С. Розробка програмного забезпечення для визначення та візуалізації положень ланок маніпулятора // Адаптивні системи автоматичного управління.- 1999.- Вип. 2 (22).- С. 74-81.

Получено 05.04.2008