

ПОЗИЦІОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО МАНІПУЛЯТОРА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

професор, к.т.н. Новоселов С.П., студент Кондратюк М.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматики і мехатроніки
e-mail: sergiy.novoselov@nure.ua, maksym.kondratiuk@nure.ua

Abstract. In this paper, a system of positioning of industrial manipulators has been developed to solve the problem of moving objects in the workspace to perform a given technological process. An analysis of the kinematic scheme of an industrial manipulator is carried out. The structural and functional schemes of positioning system has been developed, a description and analysis of the control object was conducted.

Вступ. Сучасна промисловість активно використовує роботи-маніпулятори різної модифікації і потужності. Особливо це актуально для впровадження концепції Industry 4.0. Промислові маніпулятори універсалізують, спрощують і виконують однотипні повторювані операції швидше і ефективніше ніж людина, при цьому мінімізують будь-яку похибку і виробничі ризики.

На сьогоднішній день все більшої популярності набувають системи комп'ютерного зору в якості пристроїв визначення положення координат корисного вантажу при роботі з маніпуляційними роботами.

Прості представники подібних систем дозволяють визначати декартові координати x і y , а також кут орієнтації R корисних вантажів, що знаходяться в одній площині робочого простору маніпуляційного робота. Більш складні рішення дозволяють визначити три координати x , y і z в робочому простору. Комплексні рішення дозволяють визначити всі шість координат x , y , z , φ , θ , ψ , але такі рішення вимагають особливих функціонування, тому їх область застосування сильно обмежена [1].

Функціональні завдання СТЗ, характерні для робототехнічних комплексів, умовно поділяються за рівнем їх відносної складності. До простих завдань можна віднести: виявлення наявності будь-якого об'єкта, вимір відстані до нього, обчислення його лінійних і кутових переміщень, швидкості; вимір геометричних параметрів об'єкта (лінійні і кутові розміри, площа), визначення фізичних характеристик випромінювання від об'єкта, підрахунок числа об'єктів в кадрі.

Більш складні задачі виконує система, яка надає маніпулятору інформацію, необхідну для переміщення невпорядкованих об'єктів. До цих задач відносять: огляд робочого простору для пошуку об'єкта, що цікавить, який може бути одиночним, або одним з декількох, або його місце розташування може бути ізольовано, перекриватися іншими об'єктами. При цьому об'єкти можуть відрізнятися не тільки формою і розміром, але й

кольором, текстурою і т.д., можуть знаходитися в русі або покоїться на місці.

Таким чином, використання можливостей комп'ютерного зору безпосередньо в процесі виробництва продукції збільшує точність виконання виробничих операцій, контролю якості виготовлення продукції, підвищення швидкості виконання операцій.

Метою даного дослідження є вибір методу визначення координат об'єктів маніпуляції та розробка алгоритмічних і програмних рішень для вирішення задачі використання системи комп'ютерного зору для позиціонування промислового маніпулятора в робочому просторі.

Основна частина. В якості об'єкту керування виступає учбовий макет робота маніпулятора. Маніпулятор має два рухомих суглоби, може обертатись навколо вертикальної вісі, та може переміщуватись на рельсах вліво та вправо. Також маніпулятор має схват для захвату та переміщення деталей в межах його робочої зони.

В основі конструкції лежать чотири крокових двигуна. Кожен кроковий двигун реалізує певну ступень свободи. Керуються двигуни від модуля управління, що побудовано на основі контролера Arduino Mega.

Маніпулятор має кінцеві датчики по одному на кожен ступень свободи. На початку роботи виконується початкова ініціалізація системи керування. При цьому виконується тестовий запуск кожного крокового двигуна і відстежується спрацювання відповідного кінцевого датчика. Якщо всі датчики спрацювали, то пристрій переходить в режим очікування команд від користувача.

На рисунку 1 показано зовнішній вигляд маніпулятора та ескіз його конструкції.

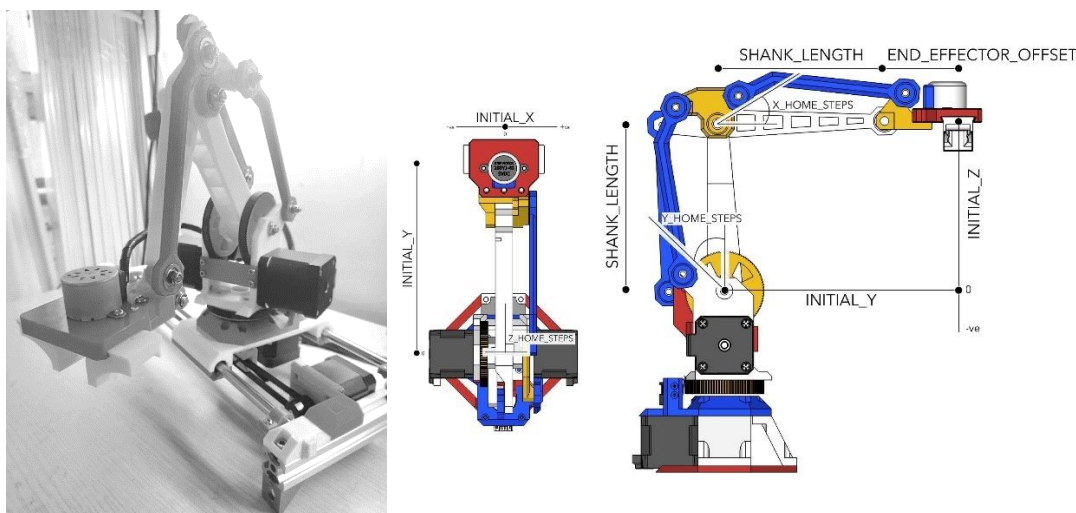


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд маніпулятора та ескіз його конструкції

Програма керування використовує в якості ядра модифіковану прошивку Marlin від 3D-принтеру. Прошивка значно спрощена по

відношенню до оригіналу та містить лише частину функцій керування пристроєм.

В якості команд керування використовуються стандартна для промислового обладнання мова G-code. Поєднання з персональним комп'ютером виконується за допомогою послідовного інтерфейсу RS-232.

Для того, щоб розробити програму керування маніпулятором та поєднати її з системою комп'ютерного зору, необхідно визначити кінематичну схему пристрою, розробити його математичну модель, визначити габаритні розміри конструкції та робочу область.

В розроблену систему позиціонування маніпулятора входять такі модулі [2]:

- центральний модуль керування;
- модуль керування маніпулятором;
- відеокамера;
- маніпулятор.

Структурна схема системи позиціонування маніпулятора показана на рисунку 2.

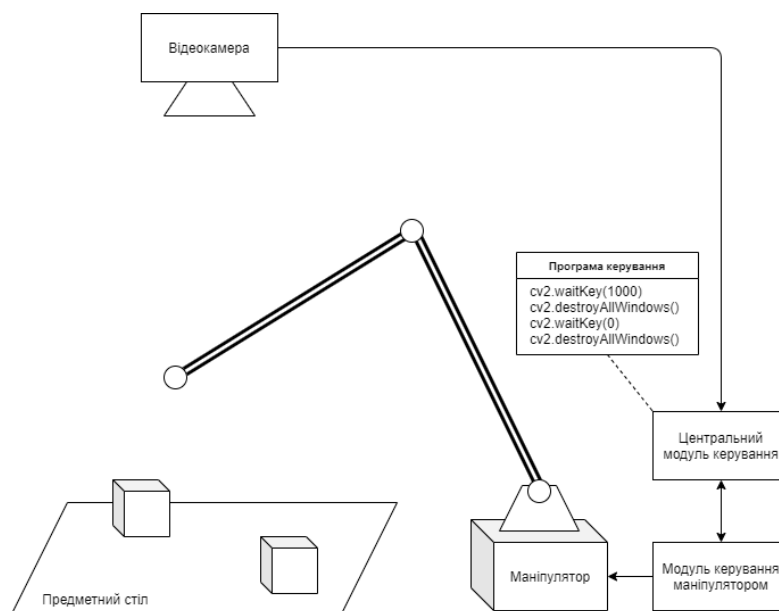


Рисунок 2 – Структурна схема системи позиціонування маніпулятора

В якості центрального модуля керування можна використовувати одноплатний комп'ютер Raspberry, або персональний комп'ютер. На даному модулі запускається розроблена програма, що виконує такі функції:

- отримання зображення з відеокамери;
- попередня обробка зображення;
- аналіз зображення;
- визначення координат розташування предметів на столі перед маніпулятором;
- формування команди управління маніпулятором;

- контроль за виконанням команд маніпулятором;
- формування звіту для користувача.

Модуль керування маніпулятором отримує команди від центрального модуля керування, визнає поточне положення рухомих компонентів та управляє механізмами пристрою.

На рисунку 3 показана функціональна схема системи позиціонування маніпулятора [3].

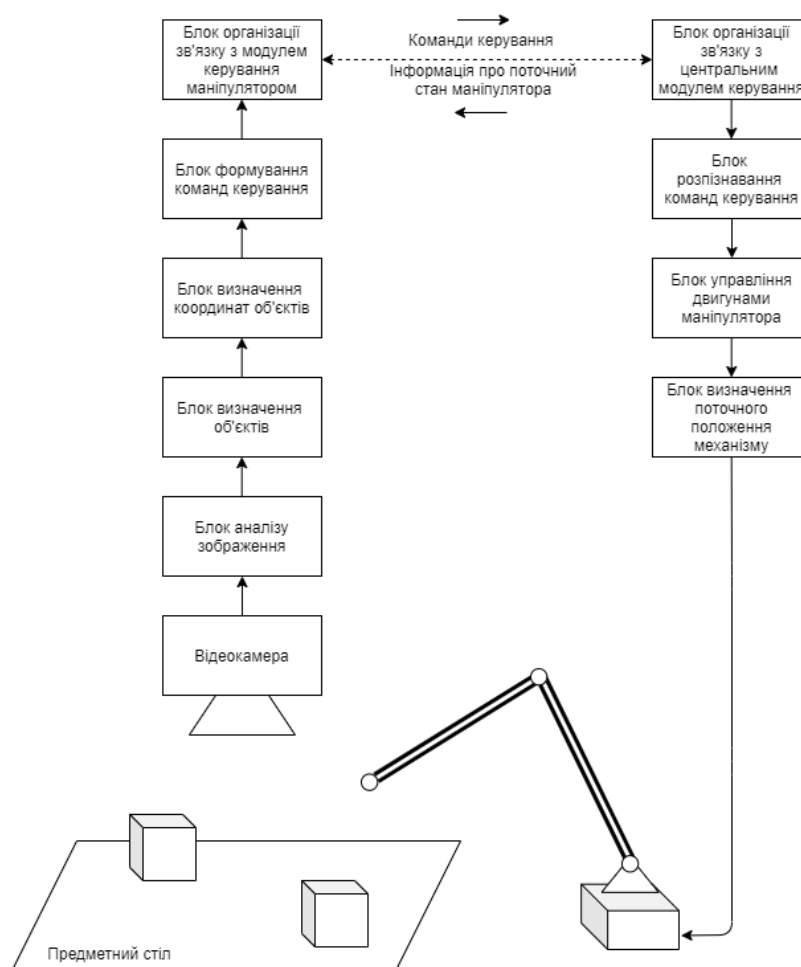


Рисунок 3 – Функціональна схема системи позиціонування маніпулятора

Блок визначення координат знаходить геометричні центри локалізованих на зображенні об'єктів. Отримані координати становлять основу для блоку формування команд керування маніпулятором. Даний блок використовує в якості інструменту опису необхідних дій маніпулятора G-Code. Дана мова є стандартом для організації обміну даними між промисловим обладнанням.

Функцію організації зв'язку з блоком керування маніпулятором виконує відповідний блок. Від центрального модулю надходять команди керування маніпулятором. В зворотному напрямку поступає інформація про поточний стан пристрою.

Модуль керування маніпулятором виконує такі функції:

- отримання команд від центрального модуля керування;
- розбір команд та визначення траєкторії руху;
- управління кроковими двигунами для переміщення захвату в потрібне місце;
- визначення поточних координат робочого інструменту та передача цієї інформації на центральний модуль керування.

Всі функції системи позиціонування маніпулятора розподілені між двома пристроями: центральним модулем керування та модулем керування маніпулятором.

Центральний модуль керування безпосередньо взаємодіє з відеокамерою. Блок аналізу зображення виконує функції попередньої обробки отриманого зображення, фільтрації та бінарзації.

Блок визначення об'єктів на основі підготовленого для роботи зображення за обраним методом детектування виділяє контури об'єктів, що розташовані на предметному столі в зоні дії маніпулятора.

В даний час реалізація методів комп'ютерного зору ґрунтується на готових фреймворках, які представлені у вигляді набору бібліотек для програмного забезпечення. Найбільш відомою мовою програмування для реалізації комп'ютерного зору є Python. Ця мова поєднує в своїй структурі необхідні інструменти і засоби для реалізації системи комп'ютерного зору.

Для рішення задач розпізнавання об'єктів в розроблюваній системі використовується бібліотека OpenCV з великим набором вбудованих функцій обробки, детектування і розпізнавання зображень.

Висновки. Таким чином, в даній роботі представлена розроблена система позиціонування промислових маніпуляторів для вирішення задачі переміщення предметів в робочому просторі для виконання заданого технологічного процесу. Розроблена структурна та функціональні схеми системи позиціонування, проведено опис та аналіз об'єкта керування.

Список використаних джерел.

1. Md. Hazrat Ali, Aizat K., Yerkhan K., Zhandos T., Anuar O., Vision-based Robot Manipulator for Industrial Applications, *Procedia Computer Science*, Volume 133, 2018, Pages 205-212.

2. A. Djajadi, F. Laoda, R. Rusyadi, T. Prajogo and M. Sinaga, "A model vision of sorting system application using robotic manipulator", *Journal.uad.ac.id*, 2017. [Online]. Available: <http://journal.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/article/view/615/424>. [Accessed: 21- Sep- 2021].

3. Chhaya Shambhavi Vijay, Sachin Khera, Pradeep Kumar. Basic geometric shape and primary color detection using image processing on Matlab *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, 4 (2015), pp. 1163-2319