

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»



Факультет комп'ютерних наук та технологій
Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»

ХРАПКО АНДРІЙ СЕРГІЙОВИЧ
Група КНТ-613м

СИСТЕМА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ
ФУНКЦІОНУВАННЯ РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРА

АВТОРЕФЕРАТ

магістерської роботи на здобуття освітньо-кваліфікаційного
рівня «магістр» 123 «Комп'ютерна інженерія»
освітньої програми «Спеціалізовані комп'ютерні системи»

2024 р.

Магістерська робота є рукописом.

Робота виконана в Національному університеті «Запорізька політехніка», на кафедрі комп'ютерних систем та мереж

Керівник

кандидат технічних наук, доцент
Зеленьова Ірина Яківна,
Національний університет «Запорізька
політехніка», доцент кафедри
комп'ютерних систем та мереж

**Офіційний
рецензент:**

кандидат фізико-математичних наук,
доцент
Козіна Галина Леонідівна,
Національний університет «Запорізька
політехніка», доцент кафедри
інформаційної безпеки та
наноелектроніки

Захист відбудеться "18" грудня 2024 р.

Секретар екзаменаційної комісії, доцент кафедри
комп'ютерних систем та мереж **Т. В. Голуб**

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У сучасній робототехніці та автоматизації розробка ефективного та надійного робота-маніпулятора вимагає ретельного проектування, моделювання та тестування, де в нагоді стає 3D моделювання та анімація. Роботизовані маніпулятори стали важливими інструментами в різних галузях, включаючи виробництво, охорону здоров'я, логістику та аерокосмічну промисловість. Ці роботизовані системи призначені для відтворення рухів рук людини, забезпечуючи точність, швидкість і послідовність, необхідні для виконання таких завдань, як складання, переміщення матеріалів, зварювання і навіть хірургічні операції.

За останні роки сфера використання галузі 3D моделювання значно розширилась, що свідчить про актуальність розробленого проекту в робототехніці та прототипуванні. У рамках виконаної роботи реалізовано систему, що дозволяє, слідуючи алгоритму та інструкціям, створити тривимірну віртуальну візуалізацію для контролю робота-маніпулятора.

Існує декілька основних видів 3D моделювання та анімації, які можна використовувати як окремо, так і в комбінації одне з одним. Вони відрізняються складністю та методами застосування в залежності від специфіки поставленої задачі. Для задачі візуалізації робота, зокрема, доцільно використовувати методи полігонального та промислового моделювання. Щодо відображення і контролю рухів робота, то найбільш релевантними є методи анімації за ключовими кадрами, із захопленням руху, а також процедурні методи, що дозволяють відтворити не тільки поведінку робота, а й оточуюче середовище, в якому працює цей робот. Таке доповнення моделі потрібно для урахування можливих ризиків, наприклад, неправильних дій робота, зтикання з перешкодами, або ризиків травмування людини – тобто моделювання ситуацій з техніки безпеки.

Роботи-маніпулятори широко використовуються для допомоги працівникам у виконанні повторюваних і небезпечних завдань у безлічі промислових процесів, виконуючи їх швидше та ефективніше. Прикладами такої діяльності є транспортування, виробництво, зварювання та свердління. При цьому важливо, щоб

маніпулятори дуже точно відстежували бажані траєкторії зі швидким зближенням.

Мета і завдання дослідження. У сучасній автоматизації та виробництві роботи-маніпулятори відіграють важливу роль у виконанні завдань, що вимагають точності, швидкості та надійності. Ці роботизовані маніпулятори використовуються в різних галузях промисловості, зокрема в автомобілебудуванні, електроніці, охороні здоров'я та логістиці, де вони виконують такі завдання, як збирання, переміщення матеріалів та пакування продукції. Метою цього дослідження є розробка алгоритму візуалізації робота, яка може бути використана для моделювання, аналізу, оптимізації дизайну та обслуговування робота. Для досягнення цілей проекту необхідно розробити два варіанти моделі робота:

- непрозора модель, що слугуватиме для контролю позиціонування та зовнішніх маніпуляцій робота;
- прозора модель для демонстрації роботи та контролю стану внутрішніх ланок та механізмів робота маніпулятора.

Основні вимоги до проекту включають:

- геометрична точність: забезпечення того, щоб 3D-модель точно відображала побудову маніпулятора, включаючи з'єднання, ланки та детальну внутрішню структуру;
- кінематичне моделювання: моделювання прямої та зворотної кінематики для прогнозування положення та орієнтації маніпулятора в просторі;
- анімація: розробка анімації для симулювання та демонстрації функціонування робота у віртуальному просторі.

Створюючи чіткий та зрозумілий алгоритм розробки 3D-моделі, цей проект має на меті спростити процес проектування, зменшити витрати на створення прототипів та підвищити продуктивність роботів-маніпуляторів.

Предметом дослідження є засоби візуалізації, що дозволяють створити та контролювати тривимірну модель робота-маніпулятора.

Об'єктом дослідження є алгоритм візуалізації рухів промислового робота-маніпулятора.

Наукова новизна роботи полягає в реалізації системи, що дозволяє, слідуючи алгоритму та інструкціям, створити тривимірну віртуальну візуалізацію для контролю робота-маніпулятора .

Практична цінність результатів роботи полягає в розробці системи контролю тривимірної моделі робота, яка включає поетапну інструкцію та чіткий алгоритм, слідуючи якому можливо розробити власний віртуальний прототип робота, контролювати його інструментами анімації та створити ефектну презентацію моделі.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення магістерської роботи та результати досліджень пройшли апробацію в доповіді на конференції "Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій" (10-12 грудня 2024 р.);

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Основна частина містить 80 сторінок, 61 рисунок і список використаних джерел із 22 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі проведено аналіз наявних видів 3D моделювання та анімації. За результатами складено перелік основних типів моделювання та анімації, у якому зазначено їх переваги та недоліки.

У результаті аналізу існуючих видів 3D моделювання та анімації, для подальшої розробки було обрано полігональний вид моделювання та анімацію за допомогою ключових кадрів. Інші підходи були або менш комфортними в використанні або потребували особливих умов використання, які не є сумісними з моделюванням робота.

У другому розділі представлено модель робота, на основі якого буде побудовано модель (рисунок 1). Також проведено аналіз наявних фреймворків для 3D моделювання та анімації. Базуючись на факторах зручності використання та доступності отримання ліцензійної копії, було обрано безкоштовну програму Blender.

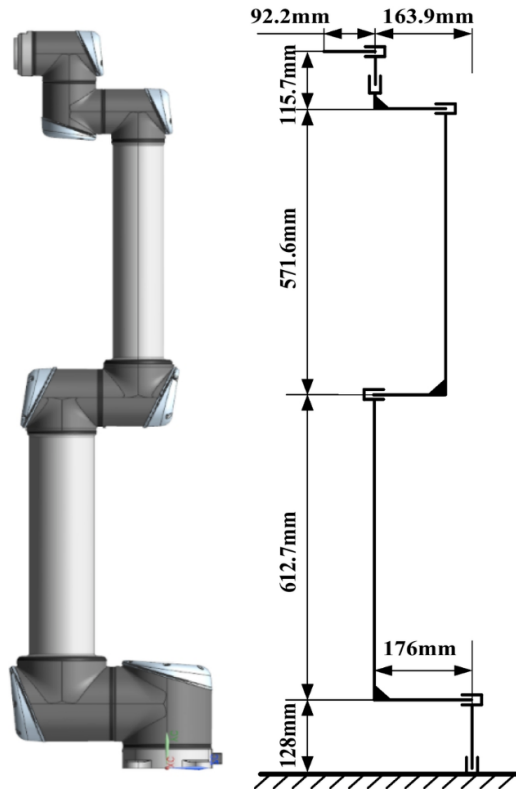


Рисунок 1 – Габарити робота

Далі в розділі було перераховано основні інструменти за засоби 3D моделювання, які буде використано в подальшій роботі над проектом.

Остання частина розділу демонструє процес розробки непрозорої 3D моделі робота, а також розробку моделі внутрішнього механізму для прозорої версії моделі.

У третьому розділі спочатку описано створення скелету, який слугує для контролю тривимірної моделі робота.

Після додавання скелету до моделі, у розділі показано процес анімування отриманої моделі, побудова сцени для презентабельної

візуалізації та представлено налаштування для виведення проекту в формат зображень чи відео анімації.

В заключенні розділу представлено повний алгоритм розробки системи візуалізації та контролю робота-маніпулятора (рисунок 2).

Правильна послідовність процесу розробки системи має вирішальне значення. Це гарантує, що тривимірні моделі пройдуть шлях від ескізів до фінальної візуалізації у вигляді зображення або анімації з мінімальними зусиллями. Для цього було визначено з основними етапами процесу та створити впорядкований алгоритм роботи над проектом. Цей алгоритм розроблено і практично протестовано в даних дослідженнях на моделі робота-маніпулятора.

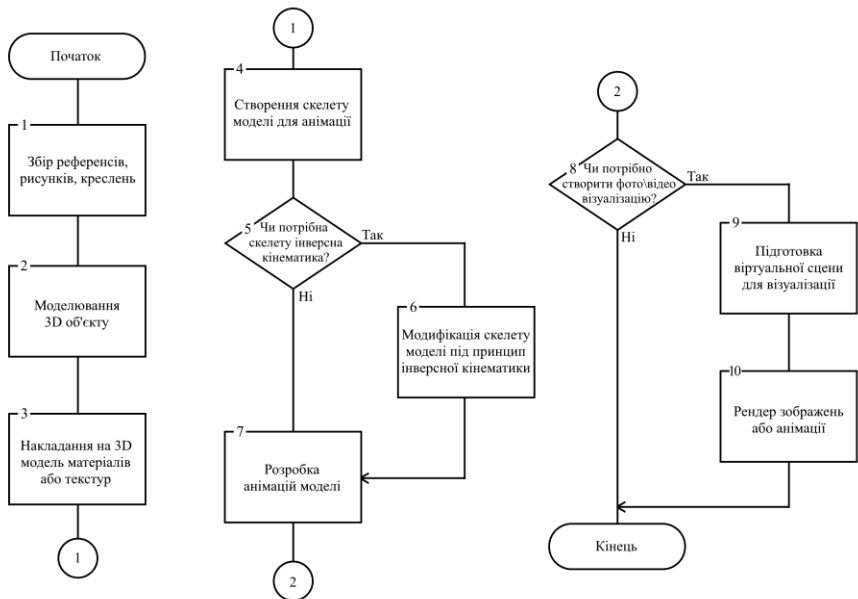


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму розробки системи візуалізації та контролю робота-маніпулятора

У четвертому розділі демонструється принцип роботи з системою контролю рухів робота-маніпулятора. Побудований для задачі алгоритм контролю наведено на рисунку 3. На підставі даного алгоритму, буде створено демонстраційну анімацію.

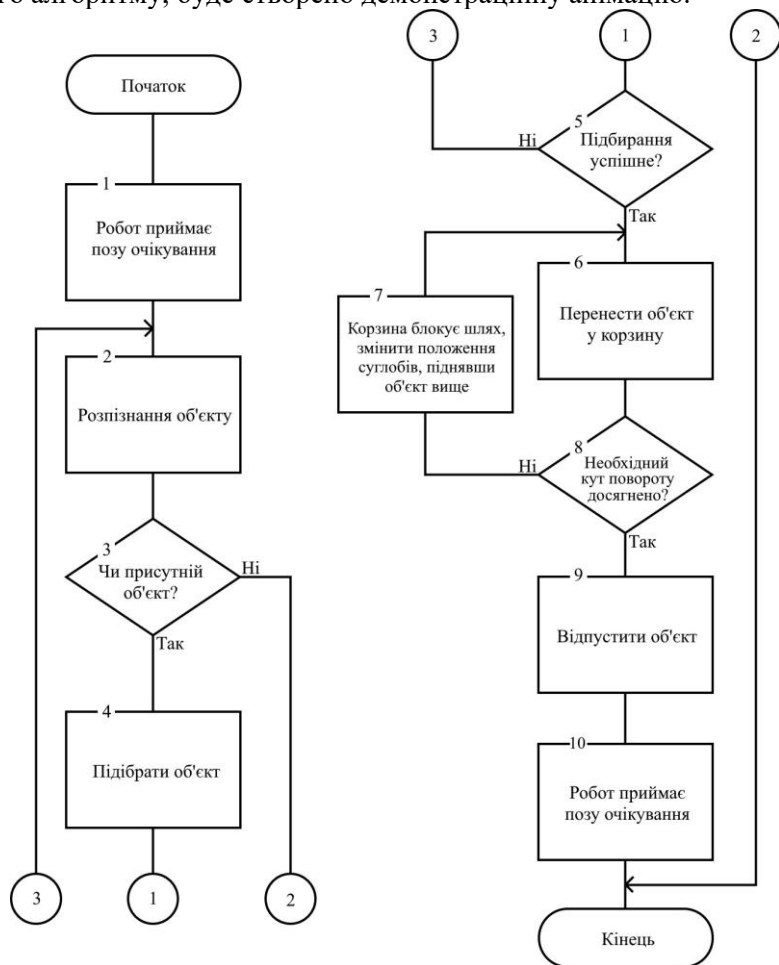


Рисунок 3 – Алгоритм вибору та розміщення для робота-маніпулятора

Використання алгоритму у вигляді блок-схеми для керування роботом-маніпулятором є важливим через складність завдань і

необхідність точного, покрокового виконання в робототехніці. Блок-схема забезпечує систематизований спосіб представлення процесів, пропонуючи чіткий і наочний план послідовності дій, яких повинен дотримуватися маніпулятор, таких як переміщення, захоплення або регулювання. Такий структурований підхід гарантує, що кожен крок буде врахований і виконаний у правильному порядку.

Розбиваючи систему управління на керовані компоненти, можливо спростити інтеграцію нових функціональних можливостей та зробити систему адаптивною до майбутніх вимог. Також це надає можливість розробляти алгоритми управління в реальному часі, забезпечуючи ефективне і детерміноване реагування робота-маніпулятора на вхідні дані під час роботи.

ВИСНОВКИ

За останні роки сфера використання галузі 3D моделювання значно розширилась, що свідчить про актуальність розробленого проекту в робототехніці та прототипуванні. У рамках виконаної практичної роботи реалізовано систему, що дозволяє, слідуючи алгоритму та інструкціям, створити тривимірну віртуальну візуалізацію для контролю робота-маніпулятора.

Було розглянуто та вивчено різні методи 3D моделювання, види та способи анімації для контролю розроблених тривимірних моделей та визначено програму для роботи з тривимірною графікою. У якості фреймворку для системи було обрано програму Blender. Завдяки своїй універсальності, Blender дає змогу пройти повний шлях розробки системи: від 3D моделювання робота та накладання на нього матеріалів, створення скелету анімації та контролю робота за допомогою інструментів анімування, до візуалізації демонстративних матеріалів у якості зображень та відео. Результатом розробки є система контролю тривимірної моделі робота, яка включає поетапну інструкцію та чіткий алгоритм, слідуючи якому можливо розробити власний віртуальний прототип робота, контролювати його інструментами анімації та створити ефектну презентацію моделі.