

УДК 004.94:681.5

Манько Д.В.¹, Шаптала С.В.²

¹ студ. гр. БК-611 НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ 3D-МОДЕЛІ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА РОБОТОТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ З ПОТОКОВИМИ ІОТ-ДАНИМИ

У сучасному світі технологія цифрових двійників набула все більшого значення, знаходячи застосування у різноманітних галузях, включаючи промисловість, логістику та робототехніку. Одним з ключових аспектів ефективності цифрових двійників є їх здатність до динамічної синхронізації з даними реальних об'єктів, що особливо актуально в контексті даної тематики.

Актуальність дослідження зумовлена зростаючою потребою у створенні гнучких та інтелектуальних систем моніторингу та управління, де віртуальні моделі в реальному часі відображають стан та поведінку фізичних об'єктів. Синхронізація 3D моделей цифрових двійників з поточними IoT-даними відкриває нові можливості для оптимізації процесів, прогнозування відмов та підвищення ефективності прийняття рішень.

Мета роботи полягала у розробці та дослідженні підходу до синхронізації 3D моделі цифрового двійника робототехнічного пристрою з поточними даними, що надходили від IoT-пристроїв.

Для досягнення поставленої мети було вирішено наступні задачі:

- досліджено існуючі підходи та технології створення та синхронізації цифрових двійників, зокрема у контексті використання іот-даних та середовища Webots;

- здійснено пошук та адаптацію готової 3D моделі робото технічного пристрою з відкритих джерел (рис. 1), виконано її модифікацію у середовищі Fusion 360 з урахуванням вимог симуляції у Webots, зокрема, було оптимізовано геометрію та налаштовано систему координат;

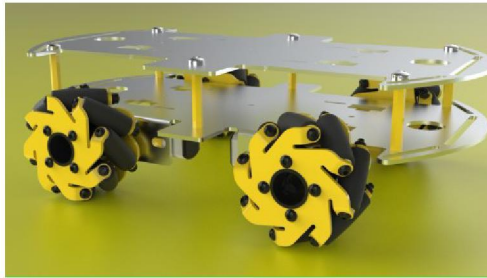


Рисунок 1 - Mecanum Wheel Robot

- розроблено віртуальне середовище для симуляції руху 3D моделі у Webots. Webots є потужним інструментом для моделювання та симуляції робото технічних систем. в рамках даної роботи було створено віртуальний світ, що включав 3D модель робото технічного пристрою та необхідне оточення для імітації його руху. особливу увагу було приділено налаштуванню фізичних параметрів моделі та інтеграції механізмів для керування рухом коліс. досліджено можливості Webots щодо імпорту зовнішніх 3D моделей та використання його API для динамічної зміни параметрів симуляції на основі зовнішніх даних;

- спроектовано та розроблено програмний інтерфейс для забезпечення обміну даними між IoT-пристроями (емуляцією IoT-пристроїв) та віртуальним середовищем Webots через базу даних (рис. 2);

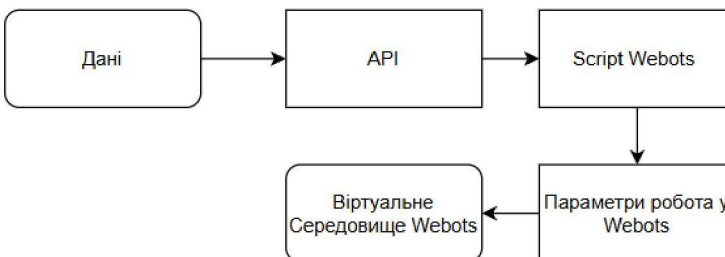


Рисунок 2 – Блок-схема програмного інтерфейсу для забезпечення обміну даними

- реалізовано механізм синхронізації параметрів 3D моделі у Webots на основі поточкових даних, що надходили через розроблений API та зберігалися у базі даних. це включало розробку логіки, яка зчитувала дані з бази даних та в реальному часі оновлювала стан 3D моделі у Webots, відображаючи зміни, що відбувалися з віртуальними іот-датчиками, до 3D моделі передавалися поточкові дані про швидкість обертання коліс та кут повороту осі;

- проведено експериментальну оцінку розробленої системи синхронізації, продемонструвавши відображення змін в IoT-даних на поведінці 3D моделі у віртуальному середовищі Webots.

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні прототипу системи, що демонструє можливість динамічної синхронізації віртуальної моделі з реальними або імітованими даними, що може бути використано для розробки систем моніторингу, управління та навчання для різноманітних рухомих об'єктів. Використання Webots як платформи для симуляції дозволило отримати наочне відображення поведінки об'єкта та протестувати різні сценарії без необхідності використання реального обладнання на початкових етапах розробки.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що модифікація 3D моделі робототехнічного пристрою в середовищі Fusion 360 та розроблені алгоритми синхронізації забезпечили успішну реалізацію синхронізації 3D моделі цифрового двійника з поточковими IoT-даними у Webots.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Cyberbotics Ltd. Webots User Guide. – URL: <https://cyberbotics.com/doc/guide/index> (дата звернення: 12.04.2025)