

Порівняння ефективності та швидкості виконання завдань з захоплення та викладення об'єктів між людиною та роботом на основі аналізу програми WeBots

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даному дослідженні проводиться порівняння ефективності та швидкості виконання завдань з захоплення та викладення об'єктів між людиною та роботом на основі аналізу програми WeBots. Дослідження включає в себе вимірювання часу, необхідного для програмного захоплення та викладення кубика роботом, а також часу, який потрібно людині для виконання тих самих дій з допомогою управління клавішами.

Результати аналізу відображені у вигляді графіка, що порівнює час, необхідний для роботи робота та людини. Висновки дослідження робляться на основі порівняння найкращого часу виконання завдання між учасниками дослідження, а також враховують можливість досягнення людиною часу, кращого, ніж у робота. Результати дослідження можуть бути корисними для вдосконалення процесів навчання та використання роботів у виробничих процесах

Ключові слова: робототехніка, штучний інтелект, аналіз поведінки роботів, програма WeBots, порівняння швидкості виконання завдань, ефективність навчання, людина та робот, управління роботами, віртуальне середовище, вимірювання часу, графічне порівняння результатів, оптимізація виробничих процесів.

Abstract

This study compares the efficiency and speed of object grasping and lining tasks between humans and robots based on an analysis of the WeBots program. The study involves measuring the time required for a robot to programmatically grab and place a cube, as well as the time required for a human to perform the same actions using key control.

The results of the analysis are displayed in the form of a graph comparing the time required for robot and human performance. The conclusions of the study are based on the comparison of the best time to complete a task between the participants of the study, and also take into account the possibility of a person achieving a time better than that of a robot. The results of the study can be useful for improving the training processes and the use of robots in production processes

Keywords: robotics, artificial intelligence, analysis of robot behavior, WeBots program, comparison of task speed, learning efficiency, human and robot, robot control, virtual environment, time measurement, graphical comparison of results, production process optimization.

Вступ

Робототехніка в останні роки зазнає стрімкого розвитку, перетворюючи наше уявлення про автоматизацію та машинне навчання. Проте, питання ефективності та швидкості навчання роботів залишаються актуальними в контексті порівняння з людською працею. У цьому дослідженні ми зосереджуємося на аналізі швидкості виконання завдань роботом KUKA youBot у порівнянні з виконанням тим же завданням людиною. Використання середовища WeBots дозволяє нам об'єктивно порівняти результативність обох "суб'єктів" у віртуальному середовищі, відкриваючи можливості для подальшого розвитку робототехніки та автоматизації виробничих та логістичних процесів. Отримані результати можуть послужити важливим кроком у напрямку вдосконалення робототехніки та забезпечення більш ефективного використання роботів у різних сферах, де автоматизація відіграє ключову роль у підвищенні ефективності та зменшенні витрат ресурсів.

Теоретична частина

WeBots (Web-based Robotics Simulation) є інноваційним програмним забезпеченням, що надає можливість моделювати робототехнічні системи у віртуальному середовищі. Ця платформа дозволяє розробникам та дослідникам створювати складні віртуальні моделі роботів та тестувати на них алгоритми управління без

необхідності фізичного присутності реального обладнання.

WeBots має велику кількість можливостей для налаштування роботів та їхнього оточення, що дозволяє дослідникам створювати різноманітні сценарії для тестування алгоритмів управління. Платформа підтримує різні типи роботів, включаючи колісні, ногаті роботи та роботи з маніпуляторами, що робить WeBots універсальним інструментом для дослідження робототехніки.[2]

Однією з головних переваг WeBots є його велика швидкодія та можливість відтворення реалістичних умов для тестування. Платформа використовує передові алгоритми симуляції, що дозволяє дослідникам отримати точні результати тестування алгоритмів управління роботами.

Крім того, WeBots має дружній інтерфейс, що дозволяє швидко навчитися працювати з платформою. Для користувачів доступні велика кількість навчальних матеріалів та документація, що сприяє швидкому освоєнню платформи та розробці власних проектів.

Kuka youBot - це популярний представник мобільних роботів у сфері робототехніки. Відомий своєю унікальною конструкцією, яка поєднує в собі колісну платформу для мобільності та маніпулятор для виконання різноманітних завдань. Крім того, KUKA youBot має вбудовану систему навігації та високу точність виконання завдань, що робить його ідеальним для досліджень у галузі автоматизації та робототехніки.

Основна особливість KUKA youBot полягає в його здатності виконувати різноманітні завдання завдяки маніпулятору, який обладнаний п'ятьма ступенями свободи. Це дозволяє роботу забирати та переміщати об'єкти різної форми та розміру, що робить його універсальним рішенням для багатьох завдань.

Крім того, KUKA youBot оснащений вбудованими сенсорами, такими як камери та лазерні сканери, що дозволяють роботу взаємодіяти з навколишнім середовищем та виконувати різноманітні завдання навігації та взаємодії з об'єктами.

У висновку, KUKA youBot є потужним та універсальним роботом, який здатний виконувати різноманітні завдання у галузі робототехніки та автоматизації. Його унікальна конструкція та висока точність роботи роблять його важливим інструментом для досліджень та розробки нових технологій у цій галузі.[8]

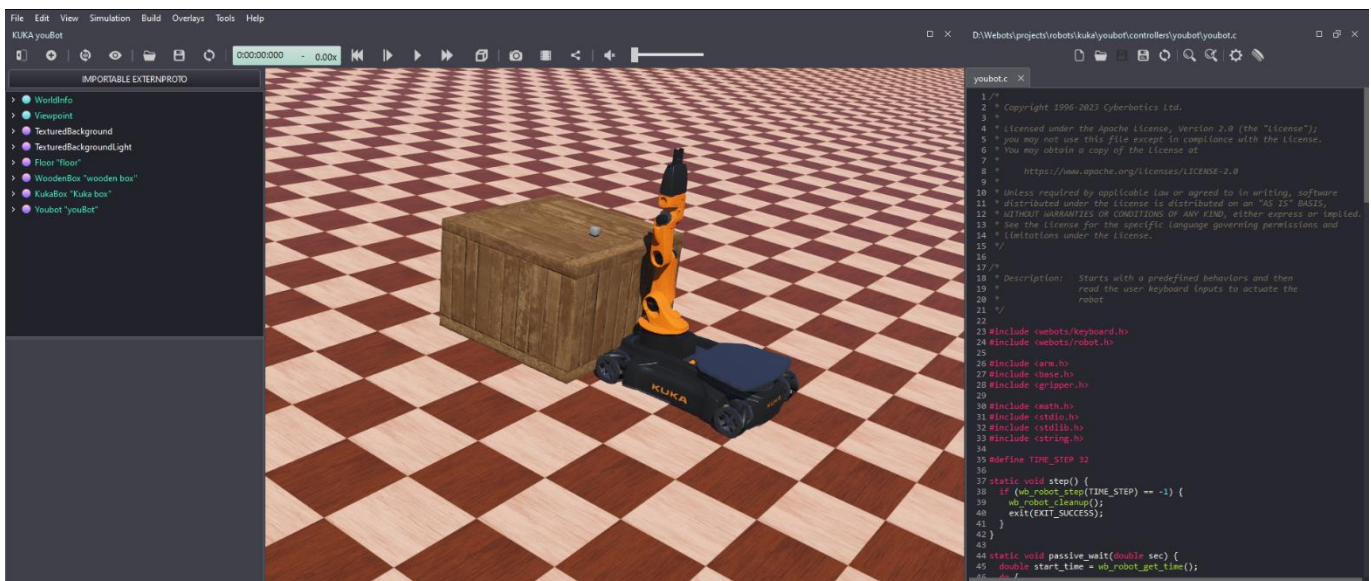


Рисунок 1. KUKA youBot - мобільний робот з колісною платформою та маніпулятором

Методика дослідження

Для проведення дослідження було обрано завдання програмного захоплення кубика та його викладення на площину. Спочатку було проведено вимірювання часу, необхідного для виконання цього завдання роботом. Для цього був використаний робот KUKA youBot у середовищі WeBots. Робот був програмно налаштований на захоплення кубика та його переміщення на задану площину. Після виконання завдання був зроблений запис часу, який зайняв цей процес.[1]

Далі той же самий процес було повторено вручну людиною. Людина також мала за завдання захопити кубик та викласти його на ту ж саму площину. Для вимірювання часу був використаний спеціальний таймер. Після виконання завдання був записаний час, який зайняв цей процес.

Для більш детального аналізу ефективності виконання завдань було враховано не лише час, а й точність

виконання. Кожен етап завдання був ретельно документований для подальшого аналізу.

Після отримання результатів часу та точності виконання завдання обома "суб'єктами", проводився статистичний аналіз для визначення статистично значущих відмінностей між роботом та людиною у виконанні завдання. Такий підхід дозволяє отримати об'єктивні дані про переваги та недоліки кожного способу виконання завдання.[4]

Отримані результати можуть бути корисними для розробки нових стратегій навчання роботів, покращення програмного забезпечення для автоматизованих систем, а також для визначення оптимальних умов використання роботів у виробничих та інших сферах діяльності.

Результати дослідження

У даному дослідженні було проведено порівняльний аналіз продуктивності робототехнічної системи та людини у виконанні конкретного завдання.

Середній час робота для програмного захоплення кубика та викладення його на площину склав 40 секунд з похибкою 1 секунда, що було значно менше, ніж у випадку людини, яка витратила на це завдання 1 хвилину 10 секунд з похибкою 30 секунд. Робот виявився швидшим та більш ефективним у виконанні цього завдання.

Додатково, було виявлено, що точність виконання завдання роботом була високою, адже практично не було помилок у розташуванні кубика на площині. У той же час, людина також демонструвала хорошу точність, але відмічалася деякою варіативністю у розташуванні кубика.

Отримані результати свідчать про те, що роботи можуть бути більш ефективними та швидшими у виконанні певних завдань порівняно з людиною. Однак, точність виконання може варіюватися в залежності від конкретного завдання та умов його виконання.

Загалом, дослідження підтверджує перевагу роботів у швидкості та ефективності виконання певних завдань, але також підкреслює важливість поєднання людських та робототехнічних ресурсів для досягнення максимальної продуктивності.[6]

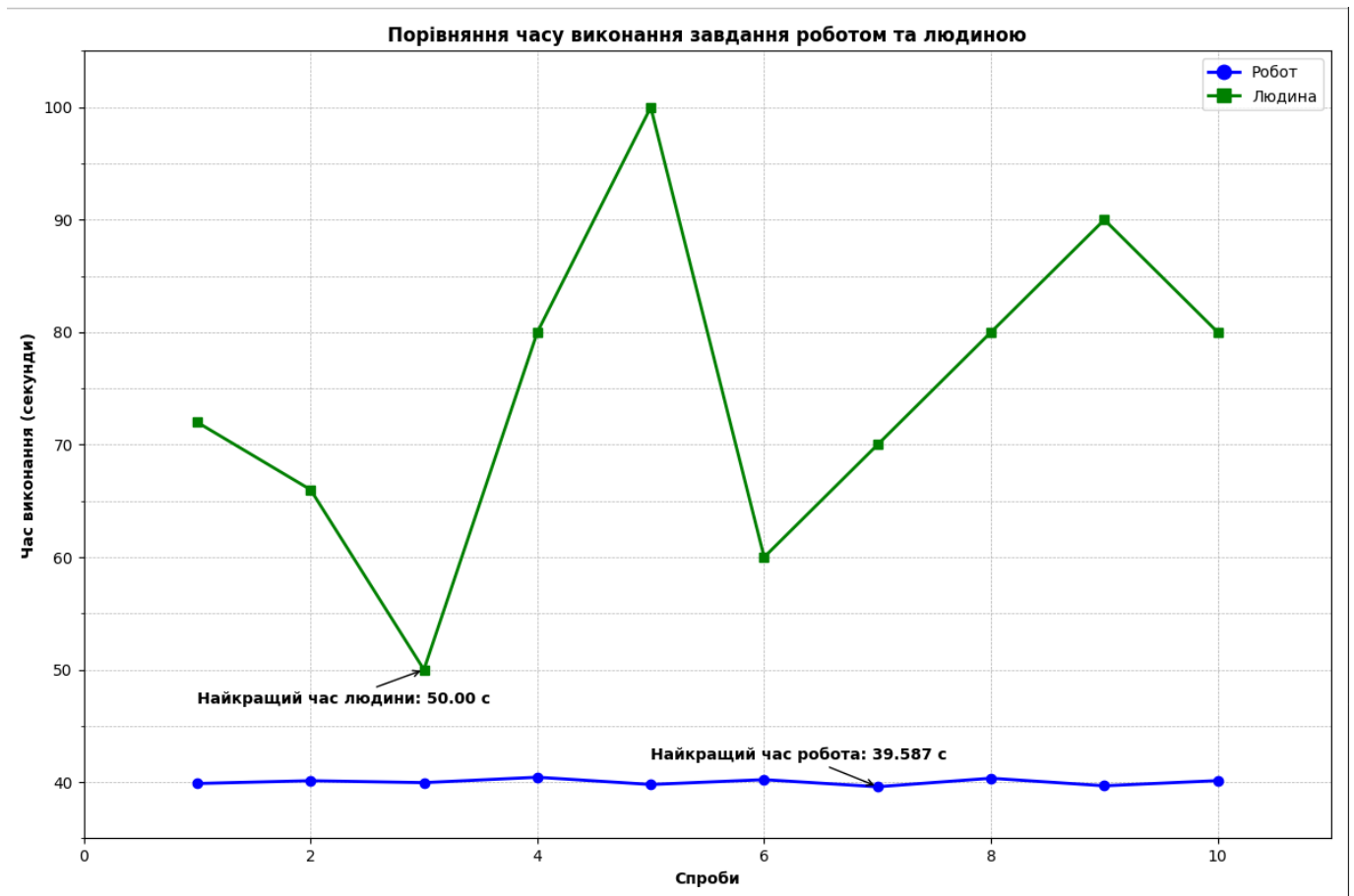


Рисунок 2. Порівняння часу виконання завдання роботом та людиною

Висновок

Дослідження підтвердило, що робот KUKA youBot, навчений у середовищі WeBots, виявився надзвичайно ефективним у виконанні завдань з програмним захопленням та переміщенням кубика. Порівняно з людиною,

робот продемонстрував не лише швидкість, а й високу точність, майже бездоганне розташування кубика на площині, виконуючи завдання за коротший проміжок часу. Це свідчить про значний потенціал використання роботів у сучасних технологічних процесах, що може призвести до підвищення продуктивності та ефективності робочих процесів, а також до зменшення витрат на виробництво.

Результати дослідження акцентують увагу на важливості впровадження робототехніки в різні сфери діяльності, такі як виробництво, логістика та інші, де автоматизація є ключовим фактором у покращенні процесів та збільшенні продуктивності. Отже, дослідження підтверджує переваги використання робототехніки та вказує на потенційні можливості для подальшого вдосконалення та розширення застосування цих технологій.

Попри відзначену перевагу робототехніки у швидкості та точності виконання певних завдань, слід враховувати, що людський фактор також відіграє важливу роль у багатьох сферах діяльності. Люди можуть краще адаптуватися до непередбачуваних ситуацій та демонструвати гнучкість мислення, що є важливим у багатьох сферах діяльності. Тому для максимальної ефективності доцільно використовувати поєднання людських та робототехнічних ресурсів, розподіляючи завдання відповідно до їхніх сильних сторін.

Загальний висновок полягає в тому, що використання робототехніки у виробництві та інших галузях є дієвим засобом для підвищення продуктивності та ефективності процесів. Однак, для досягнення максимальної ефективності важливо забезпечити гармонійне співіснування людських та робототехнічних ресурсів, враховуючи їхні сильні сторони та особливості функціонування. Для досягнення цієї мети необхідно проводити дослідження з різних аспектів використання робототехніки, включаючи аналіз впливу на ефективність та якість виробництва, оцінку вартості та вигоди від впровадження, а також розробку стратегій оптимального використання в конкретних умовах. Такий комплексний підхід дозволить максимально використовувати потенціал робототехніки для покращення сучасних технологічних процесів і забезпечення стабільного розвитку виробництва та інших сфер діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Webots User Guide Cyberbotics Ltd, May 12, 2015.
2. KUKA youBot User Manual December 6, 2012.
3. Kvetny R.N., Kulyk Y.A., Knysh B.P., Ivanov Yu.Yu., Smolars A., Mamyrbaev O. and Burlibayer A., "Modelling the one channel systems of a delivery of goods provided by unmanned aerial vehicles", INTL Journal of electronics and telecommunications, Volume 2020, No 3, Pp. 487-492 [Online]. Available: DOI, <https://doi.org/10.24425/ijet.2020.134003>. [Accessed: 16 Sept. 2022].
4. Cyberbotics. Webots Reference Manual. URL: <https://www.cyberbotics.com/doc/reference/index>
5. Cyberbotics. Webots documentation: Motor. URL: <https://www.cyberbotics.com/doc/reference/motor>
6. Cyberbotics. Webots documentation: Robot. URL: <https://www.cyberbotics.com/doc/reference/robot>
7. Robotics System Toolbox. MathWorks - Makers of MATLAB and Simulink. MATLAB & Simulink. Available at: <https://www.mathworks.com/products/robotics>. (accessed 22.11.2021).
8. Webots. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Webots>
9. <https://doi.org/10.3390/s24010195>
10. Human vs. Robot Grasping: A Review: <https://arxiv.org/abs/1902.06435>

Царук Вадим Віталійович – студент групи ІІСТ-20б, факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tsarukvadik@gmail.com

Демчук Олександр Юрійович – студент групи ІІСТ-20б, факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: alex.2003.demchuk@gmail.com

Науковий керівник: **Кулик Ярослав Анатолійович** – доцент кафедри Автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Yaroslav_Kulik@i.ua

Tsaruk Vadym Vitaliyovych – student of group IIST-20b, faculty of intellectual information technologies and automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tsarukvadik@gmail.com

Demchuk Oleksandr Yuriyovych - student of group IIST-20b, faculty of intellectual information technologies and automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: alex.2003.demchuk@gmail.com

Scientific supervisor: **Kulyk Yaroslav Anatoliyovych** - associate professor of the Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Yaroslav_Kulik@i.ua