

УДК 004.94:004.896

ВИКОРИСТАННЯ CAD-3D МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ТРАНСФОРМАЦІЇ МОБІЛЬНОГО РОБОТА ПІД ЧАС РУХУ

Григор'єва О.В., Хабарова В.Г
e-mail: valeriia.kozhevnykova@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПЕЕА,
м. Харків, Україна

This paper presents the application of CAD-based 3D modeling in the design of a mobile robot capable of structural transformation during motion. The research focuses on the development of a reconfigurable mechanism that enables robots to switch between different locomotion modes. Modern CAD tools allow precise geometric modeling, motion simulation, and structural analysis of transformation mechanisms. The proposed robot design supports both driving and adaptive positioning configurations. Special attention is given to kinematic modeling and virtual prototyping to evaluate stability and maneuverability. The transformation concept improves mobility in complex and uneven terrains. The use of digital simulation reduces development time and minimizes physical prototyping costs. The study demonstrates the effectiveness of CAD-3D modeling as a key tool in the design of adaptive robotic systems.

У сучасних умовах стрімкого розвитку робототехніки особливої актуальності набувають мобільні системи, здатні адаптуватися до змін середовища та виконувати завдання в складних умовах експлуатації. Трансформаційні мобільні роботи відкривають нові можливості для використання у сфері рятувальних операцій, моніторингу територій, військових та інженерних завдань. Одним із ключових інструментів створення таких систем є CAD-3D моделювання, яке дозволяє здійснювати комплексне проєктування, аналіз та оптимізацію конструкції ще на етапі віртуального прототипування.

Використання сучасних систем автоматизованого проєктування забезпечує високу точність геометричних параметрів, можливість кінематичного та динамічного аналізу, а також перевірку працездатності механізмів трансформації без виготовлення фізичного зразка. Це значно скорочує час розробки та зменшує фінансові витрати. Саме тому дослідження процесу трансформації мобільного робота засобами CAD-3D моделювання є актуальним та перспективним напрямом інженерної діяльності.

Метою даної роботи є проєктування мобільного робота з можливістю трансформації конструкції під час руху із застосуванням CAD-3D моделювання для забезпечення підвищеної прохідності, стійкості та функціональної адаптивності.

Основним завданням є створення віртуальної моделі, що дозволяє: реалізувати механізм зміни конфігурації (перехід між режимами); провести

кінематичний аналіз рухомих елементів; оцінити міцність та жорсткість конструкції; оптимізувати габаритні параметри та масу системи.

Ідея полягає у створенні універсальної мобільної платформи, здатної змінювати свою конструкцію залежно від умов експлуатації. Робот може переходити з компактного або складеного стану у конфігурацію наземного пересування з колісним рушієм.

Трансформація дозволяє поєднати переваги різних типів мобільності в одній системі: компактність під час транспортування та стійкість під час руху. Завдяки цьому робот може ефективно працювати на нерівній місцевості, у вузьких просторах або в умовах обмеженого доступу.

Унікальність проєкту полягає у поєднанні механізму трансформації з повноцінним цифровим прототипуванням у CAD-середовищі. На відміну від традиційних мобільних платформ зі статичною конструкцією, запропонована система здатна змінювати свою геометрію під час експлуатації.

Особливістю є інтеграція кінематичного аналізу та конструктивної оптимізації ще на етапі віртуального моделювання. Це дозволяє передбачити можливі навантаження, точки концентрації напружень та забезпечити надійність механізму трансформації.

На зображенні (рис. 1) представлено тривимірну CAD-модель мобільного робота у режимі наземного руху. Центральна частина конструкції має форму прямокутного корпусу, в якому розміщуються система керування, джерело живлення та електронні компоненти. З обох боків корпусу симетрично встановлені чотири колеса, що забезпечують рівномірний розподіл навантаження. Колеса мають виражений протектор, який підвищує зчеплення з поверхнею. Конструкція корпусу виконана з урахуванням жорсткості та технологічності виготовлення. Модель створена у CAD-середовищі Fusion 360 для точного визначення габаритів, перевірки взаємного розташування елементів і аналізу міцності. Віртуальне моделювання дозволяє оцінити працездатність механізму ще до етапу фізичного виготовлення.

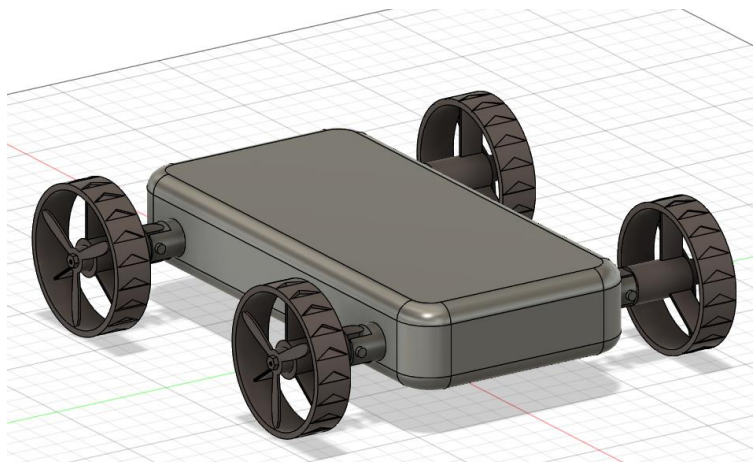


Рисунок 1 – Розроблена модель Robo-kopt у Fusion 360

На зображенні (рис. 2) представлено концепцію трансформації мобільного робота в різних режимах функціонування. Послідовно показані етапи: «Morph» (перебудова), «Transition» (перехід), «Land» (приземлення) та «Drive» (рух). У верхній частині зображення робот зображений у компактному положенні з складеними елементами конструкції. Під час переходу його модулі розкладаються, формуючи опорні елементи. На етапі приземлення конструкція встановлюється на поверхню та забезпечує стійкість. У фінальній конфігурації робот перетворюється на чотириколісну платформу для наземного пересування. Дане зображення ілюструє кінематичну схему трансформації та демонструє універсальність і адаптивність запропонованої конструкції.

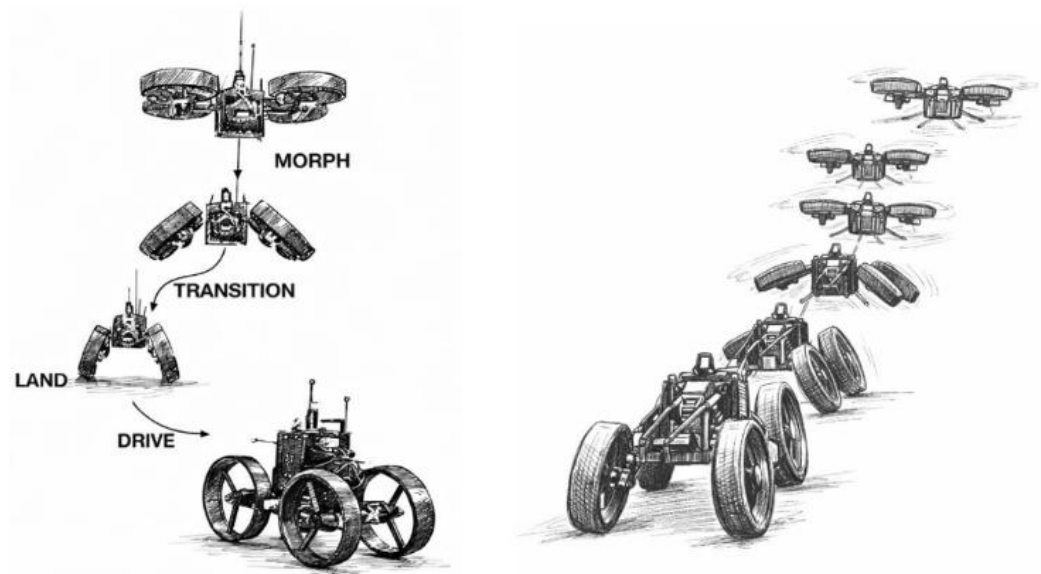


Рисунок 2 – Етапи трансформації механізмів руху мобільного робота Robo-kopt

Список використаних джерел:

1. Siciliano B., Sciavicco L., Villani L., Oriolo G. Robotics: Modelling, Planning and Control. – Springer, 2010. – 500 p.
2. Craig J. J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. – Pearson, 2018. – 720 p.
3. Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote K.-H. Engineering Design: A Systematic Approach. – Springer, 2007. – 624 p.
4. Lipson H., Kurman M. Fabricated: The New World of 3D Printing. – Wiley, 2013. – 288 p.