



$$t_{21} = \cos(\widehat{\vec{i}_5, \vec{j}_0}) = \cos \Theta_5 \cos \Theta_4 \sin(\Theta_2 + \Theta_3) + \cos \Theta_5 \sin \Theta_4 \cos(\Theta_2 + \Theta_3); \quad (3)$$

$$t_{31} = \cos(\widehat{\vec{i}_5, \vec{k}_0}) = \sin \Theta_5; \quad (4)$$

$$t_{12} = \cos(\widehat{\vec{j}_5, \vec{i}_0}) = \cos \Theta_4 \sin(\Theta_2 + \Theta_3) + \sin \Theta_4 \cos(\Theta_2 + \Theta_3); \quad (5)$$

$$t_{22} = \cos(\widehat{\vec{j}_5, \vec{j}_0}) = \sin \Theta_4 \sin(\Theta_2 + \Theta_3) - \cos \Theta_4 \cos(\Theta_2 + \Theta_3); \quad (6)$$

$$t_{32} = \cos(\widehat{\vec{j}_5, \vec{k}_0}) = 0; \quad (7)$$

$$t_{13} = \cos(\widehat{\vec{k}_5, \vec{i}_0}) = \cos(\Theta_2 + \Theta_3) \cos \Theta_4 \sin \Theta_5 - \sin \Theta_5 \sin(\Theta_2 + \Theta_3) \sin \Theta_4; \quad (8)$$

$$t_{23} = \cos(\widehat{\vec{k}_5, \vec{j}_0}) = \sin \Theta_5 \cos \Theta_4 \sin(\Theta_2 + \Theta_3) + \sin \Theta_5 \sin \Theta_4 \cos(\Theta_2 + \Theta_3); \quad (9)$$

$$t_{33} = \cos(\widehat{\vec{k}_5, \vec{k}_0}) = -\cos \Theta_5; \quad (10)$$

$$t_{14} = x_c = a_1 + a_2 \cos \Theta_2 + s_5 [\cos \Theta_4 \sin(\Theta_2 + \Theta_3) + \sin \Theta_4 \cos(\Theta_2 + \Theta_3)] + a_3 \cos(\Theta_2 + \Theta_3); \quad (11)$$

$$t_{24} = y_c = a_2 \sin \Theta_2 - s_5 [\cos \Theta_4 \cos(\Theta_2 + \Theta_3) - \sin \Theta_4 \sin(\Theta_2 + \Theta_3)] + a_3 \sin(\Theta_2 + \Theta_3); \quad (12)$$

$$t_{34} = z_c = s_1. \quad (13)$$

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ МОБІЛЬНОГО РОБОТУ РОЗВІДУВАЛЬНОГО ТИПУ

Е. С. Протас, Ю. О. Сисоєв

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Основна ідея, покладена у концептуальну модель мобільного роботу довільній орієнтації розвідувального типу полягає в застосуванні для швидкого переміщення колісного шасі, а для переміщення по пересіченій місцевості і вертикальних поверхнях застосовано рушія за формою, яка нагадує кінцівки чотириляпих тварин.

Перший варіант такого мобільного роботу довільній орієнтації розвідувального типу схематично зображено на рис. 1.

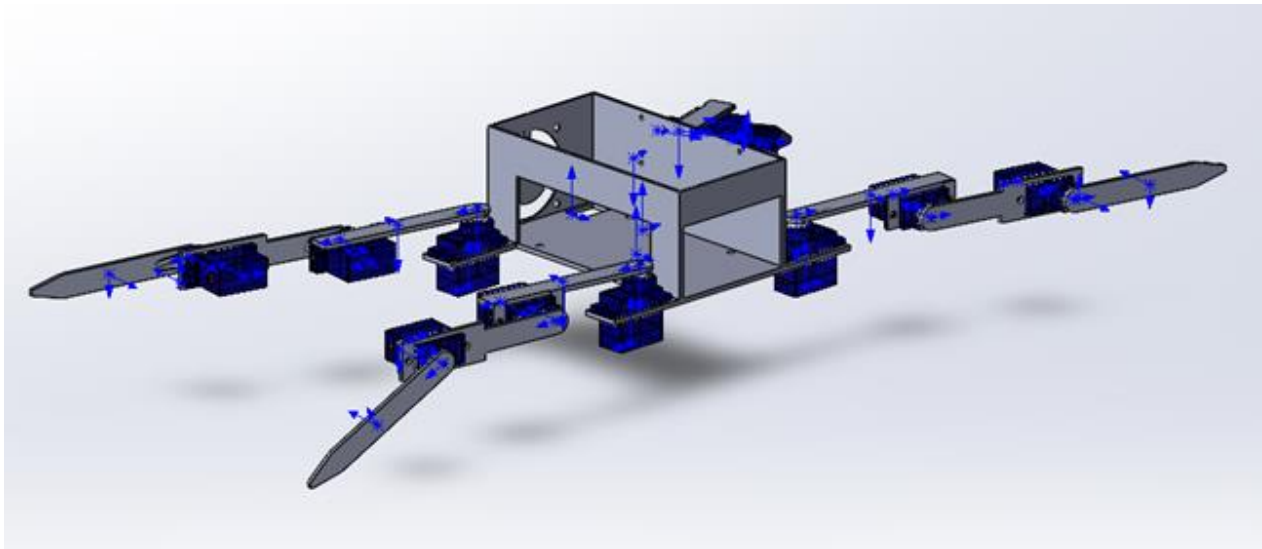


Рис. 1 – 3D модель мобільного робота

Переваги такої конструкції наступні:

1. Мобільність.

Запропонована конструкція має можливість переміщатись по дорозі, або переміщатись по пересічній місцевості в складних умовах (сніг, бруд на дорозі).

2. Можливість вертикального переміщення.

Додавання на «лапах» висувних шипів забезпечує можливість вилазити на дерева (для військових цілей – виконувати розвідку).

3. Можливість з любого положення вернутись в робоче.

Наявність рушія за формою, яка нагадує кінцівки чотирилапих тварин дозволяє при переверненні повернення у попереднє положення.

4. Невеликий рівень шуму при роботі.

Набагато менший рівень гучності роботи в порівнянні з літаючими безпілотними апаратами.

Основні недоліки, які властиві запропонованому мобільному роботу такі:

1. Ризики поломки.

Велика кількість рухомих компонентів, що збільшують вірогідність поломки. Також роботи таких типів мають зазвичай проблеми з рамою, проте у невеликих мобільних роботів вірогідність цього зменшується.

2. Вартість.

Мобільний робот запропонованого типу в порівнянні з простими наземними комплексами чисто колісного базування буде однозначно дорожчим через наявність як і коліс, так і застосовано рушія за формою, яка нагадує кінцівки чотирилапих тварин.

На даному етапі продовжуються роботи по розробці і моделюванню окремих вузлів запропонованого мобільного роботу з застосуванням сучасних методів інженерного проектування складних об'єктів і систем.



Перелік посилань

1. Поліщук, М. М. Робототехнічні системи та комплекси: мобільні роботи довільної орієнтації [Текст] : підруч. / М. М. Поліщук, М. М. Ткач. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 301 с.
2. Поліщук, М. М. Робототехнічні системи: проектування і моделювання [Текст] : навч. посіб. / М. М. Поліщук, М. М. Ткач. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 112 с.
3. Трет'як, А.В. Основи робототехніки [Текст] : навч. посіб. / А. В. Трет'як, А.М. Кльон. – Полтава, видавництво національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024. – 135 с.
4. Воробйов, Ю. А. Правила оформлення навчальних і науково-дослідних документів [Текст]: навч. посіб. / Ю. А. Воробйов, Ю. О. Сисоев. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 88 с.

ПРЯМА КІНЕМАТИКА ПЕРСПЕКТИВНОГО ПІДЛОГОВОГО ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА НА ОСНОВІ КЛАСИЧНОЇ D-N ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ

А. С. Сорока, О. О. Баранов

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Розв'язання прямої задачі кінематики для підлогових промислових роботів-маніпуляторів є надзвичайно важливим етапом у забезпеченні їхньої точності, ефективності та безпеки в автоматизованих виробничих процесах. Саме ця задача дозволяє визначити положення та орієнтацію виконавчого органу на основі заданих параметрів зчленувань, що є критично важливим для керування рухом, моделювання, симуляції та взаємодії з об'єктами в робочому середовищі. У підлогових маніпуляторів, які зазвичай виконують точні й повторювані операції, такі як збирання, пакування або обробка деталей, навіть незначні відхилення у визначенні координат кінцевого елемента можуть призвести до технологічних помилок або механічних збоїв. Крім того, правильне вирішення прямої кінематики є основою для побудови моделей зворотної кінематики, аналізу досяжності та оптимізації траєкторій руху. У контексті інтеграції роботів у гнучкі виробничі лінії та «розумні фабрики», точна кінематична модель сприяє створенню цифрових двійників, валідації програм керування та забезпеченню адаптивного налаштування в умовах зміни задач або компонування. Таким чином, аналітичне розв'язання прямої кінематики є не лише фундаментальним етапом у розробці роботизованої системи, а й ключовою умовою для її практичного впровадження в сучасному промисловому середовищі. Для розрахунку пропонується 5-координатний робот-маніпулятор, що може бути змонтований на монорельсі або зубчастій рейці та у майбутньому запланованого на роботу з навантаженням до 10 кг на дистанції до 10000 мм. Досліджена схема описує конструкцію підлогового промислового робота-маніпулятора з п'ятьма ступенями свободи. Робот включає два поступальних ступені свободи, що реалізують горизонтальне переміщення S_1 основи вздовж підлоги та вертикальне переміщення каретки S_2 . Наступні три