Я. В. Калинин, С. С. Семенов, Н. А. Сурганов, С. Н. Шабанов

РАЗРАБОТКА КОЛЕСНО-ШАГАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ АГРО-РОБОТА

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: app@vstu.ru

Данная статья посвящена разработке колесно-шагающей платформы, задачей которой является перемещение в естественных условиях, по бездорожью. В ней описаны: пошаговая схема преодоления препятствия восьмиопорной (восьминогой) колесно-шагающей платформой и конструкция-макет, построенная в среде SolidWorks. Также представлена многоуровневая система управления платформой, построенная по иерархическому принципу.

Ключевые слова: колесно-шагающая платформа, система управления, пошаговая схема преодоления препятствий.

Ya. V. Kalinin, S. S. Semenov, N. A. Surganov, S. N. Shabanov

DEVELOPMENT WHEEL-LEGGED PLATFORM FOR AGRO-ROBOT

Volgograd State Technical University

This article is devoted to the development of a wheel-legged platform, the task of which is to move in natural conditions, off-road. A step-by-step scheme of overcoming an eight-point (eight-legged) wheel-legged platform and a mock-up built in SolidWorks are described. A layered hierarchic control system of the platform is presented.

Keywords: Wheel-legged platform, control system, step-by-step scheme of overcoming obstacles.

Колесно-шагающими машинами традиционно называют класс аппаратов, в которых стопами шагающих движителей служат колеса. Такие машины могут работать в двух режимах: в режиме колесной машины и в шагающем режиме. В первом случае шагающие движители блокируются, и машина движется только с использованием колес. Во втором случае машина осуществляет шагание, отрывая поочередно колеса от грунта и переставляя их на новое место. При этом колеса, находящиеся в контакте с грунтом, могут как блокироваться, так и вращаться согласованно с движением опорных ног, как это описано в публикации «Колесные планетоходы ВНИИТМ» [1].

Поэтому целью данной статьи является рассмотрение колесно-шагающей платформы, в которой режимы колесной машины и в шагающем режиме разведены по разным системам.

В настоящее время наиболее распространены мобильные роботы с колесным типом шасси. Использование колес для движения позволяет обеспечить высокую маневренность платформы, простоту конструкции и методов управления. Однако наряду с достоинствами колесного способа передвижения есть ряд недостатков. В частности, для обеспечения возможности перемещения по неровным поверхностям приходится усложнять конструкцию, увеличивать количество колес. А такие препятствия, как широкая канава или высокая ступенька, преодолеть при помощи колес относительно небольшого диаметра практически невозможно.

Шагающие платформы имеют более высокую проходимость, но при этом обладают сложной конструкцией и системой управления, а также невысокой скоростью движения. Шагающие роботы могут иметь разное количество ног, причем считается, что в рамках модели статической устойчивости «шесть ног» - оптимальное решение с точки зрения обеспечения проходимости и скорости передвижения [2].

Использование колес и опор (ног) в гибридной конструкции платформы, позволяет учесть преимущества и компенсировать недостатки двух способов перемещения (колесный и шагающий). Недостатком данной колесно-шагающей платформы является утяжеление конструкции, что ведет за собой увеличение энергопотребления.

Приведем примеры колесно-шагающих машин: аппарат, созданный ВНИИТМ [1], робот ATHLETE [3], и ряд других разработок [4; 5; 6; 7].

В данной статье представлены макет и система управления восьмиопорной колесно-шагающей платформы, способной перемещаться в двух названных выше режимах: езда на колесах, ходьба при помощи опор.

В качестве исходных данных для разработки использовалась виртуальная модель восьмиопорной колесно-шагающей платформы, построенная в графической среде SolidWorks (рис. 1). Укажем основные технические характеристики описываемого разработанного макета:

- Форма платформы – прямоугольник со сторонами 600 мм и 300 мм
- Масса колесно-шагающей платформы – 5,3 кг.
- Максимальная высота подъема опор – 300 мм

Рис. 1. Модель макета колесно-шагающей платформы в среде SolidWorks

На рис. 2 представлена структурная схема системы управления колесно-шагающей платформы. Она построена по иерархическому принципу, делящаяся на 3 уровня:

- 1) супервизорный;
- 2) верхний;
- 3) нижний.

При такой структуре управления платформа может функционировать в двух режимах управления: ручной и автоматический.

Супервизорный уровень системы управления платформы входит пульт управления на основе персонального устройства. На этом уровне осуществляется работа оператора, посредством персонального устройства даются команды системе, а также просматриваются данные с датчиков.

Верхний уровень системы управления колесно-шагающей платформы включает в себя системы алгоритмов движения, анализа и преобразования информации, выдачи управляющих команд, а так же систему ориентации. Данные с системы ориентации, других датчиков, а также от оператора обрабатываются сис-

темой анализа и преобразования информации. На основе полученного результата решается

обратная задача: положение для осуществления платформой заданного движения.

Рис. 2. Структурная схема управления колесно-шагающей платформой

Нижний уровень системы управления платформы включает в себя набор приводов, блок источников энергии, и саму конструкцию колесно-шагающей платформы. На нем осуществляется работа приводов платформы и выполняются механические манипуляции платфор-

мы. Управляющие команды приводы получают с верхнего уровня.

В ситуации, когда платформа сталкивается с препятствием, срабатывают датчики ориентации, происходит остановка машины в колесном режиме (рис. 3, шаг 1). На рис. 3 показана

пошаговая схема преодоления препятствия в шаговом режиме. Следующим действием, после остановки платформы, идет выдвижение задних и передних опор, для фиксации нужной

высоты и дальнейшего преодоления препятствия (рис. 3, шаг 2). Далее производится выдвижение четырех центральных опор (рис. 3, шаг 3).

Рис. 3. Пошаговая схема преодоления препятствий

После шага 3 следует передвижение по речной передаче четырех центральных опор, тем самым осуществляя видимое передвижение платформы (рис. 3, шаг 4). Данный алгоритм закидывается до полного преодоления препятствия, так как при данной конструкции за одну итерацию платформа полностью не сможет преодолеть возвышенность или ров.

В данной статье описана конструкция макета восьмиопорной колесно-шагающей платформы. Эта разработка позволяет при необходимости применять на практике два режима движения: передвижение на колесах и передвижение на опорах.

Представлена иерархическая система управления колесно-шагающей платформой, где на верхнем уровне осуществляется задача о положении платформы, а на нижнем – работа приводов.

Также показана пошаговая схема преодоления препятствий за несколько повторений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Охоцимский, Д. Е. Алгоритмы управления шагающим аппаратом, способным преодолевать препятствия / Д. Е. Охоцимский, А. К. Платонов // Известия АН СССР, Техническая кибернетика. – 1973. – № 5. – 3 – 10 с.
2. Антонов, А. В. Система управления трехопорным колесно-шагающим роботом / А. В. Антонов, С. А. Воронников, Н. А. Выборнов // Прикаспийский журнал, Управление и высокие технологии. – 2016. – № 2. – 58 – 69 с.
3. Editor: NASA Content Administrator. The ATHLETE Rover [Электронный ресурс] // NASA : официальный сайт – 2020 – Режим доступа : https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_748.html (дата обращения 26.05.2020).
4. Малолетов, А. В. Динамика и оптимизация структуры, параметров и алгоритмов управления движением шагающих машин со сдвоенными шагающими движителями : автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук / Малолетов А. В. – Волгоград, 2015. – 316 с.
5. Kaiser [Электронный ресурс] // Kaiser : официальный сайт – 2020 – Режим доступа : <http://www.kaiser.li/en/home/> (дата обращения 26.05.2020).
6. Muller G. Modeling, simulation, and model-based control of the walking machine ALDURO / G. Muller, M. Schneider, M. Hiller // IEEE/ASME Transactions on Mechatronics. – 2000. – P. 142–152.
7. Павловский, В. Е. О разработках шагающих машин / В. Е. Павловский // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. – Москва, 2013. – 32 с.