

такого метода является возможность моделирования экстремальных или аварийных режимов работы без угрозы для человека или оборудования.

Литература

1. Mathematicalmodel [Электронный ресурс] – Режим доступа: Mathematicalmodel - Wikipedia (en.wikipedia.org), свободный.
2. Безручко Б. П., Смирнов Д. А. Математическое моделирование и хаотические временные ряды. – Саратов: ГосУНЦ «Колледж», 2005.
3. Чиликин М. Г., Сандлер А. С. "Общий курс электропривода" – М.: Энергоиздат, 1981
4. Ключев В.И. Теория электропривода – М.: Энергоатомиздат, 2001.

УДК 621.865.5

ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ РОБОТА ГЕКСОХОДА ГХ-06 «ГОША»

Руселевич Д.Д., Трушко Я.Г.

Научный руководитель – Лебедева Г. И., к.т.н., доцент

На текущем этапе развития человечества всё большую популярность набирают робототехнические устройства. Для внедрения на производства, робот должен быть манёвренным и иметь высокую проходимость. Именно этими качествами и обладает паукообразный робот-гексоход ГХ-06 «ГОША», разрабатываемый нашей командой в данный момент. Для более оптимальной работы устройства было решено использовать шесть конечностей вместо восьми, что делает робота более легким, не теряя при этом функционала. 3Д модель ГХ-06 «ГОША» представлена на рисунке 1.



Рис.8. ГХ-06 "ГОША".

Для передвижения гексопода необходимо перемещать конечности в определённые точки. Для решения данной задачи используется обратная задача кинематики – задача определения параметров движения механической системы (например, положения, скорости, ускорения звеньев) на основе заданных положений конечных точек или траектории движения.

Выполним расчёт закона движения конечной точки конечности робота. Для оптимальной работы все конечности перемещаются синхронно, используя один периодический закон, но с применением фазы смещения.

Введем понятия X-шаг, Y-шаг и высота шага Z-Н. Данные параметры характеризуют длину шага вдоль осей X и Y, а также высоту поднятия конечности в период шага. За один шаг будут передвигаться одновременно три конечности. Они движутся по эллипсоидной траектории не касаясь земли, а другие три конечности отталкиваются от земли, далее они меняются.

График зависимости высоты конечности z от времени изображён на рисунке 2.

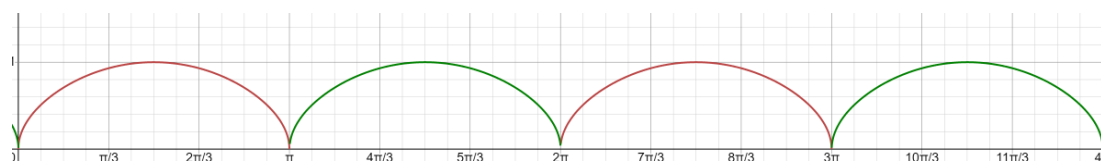


Рис.2. График зависимости высоты конечности z от времени.

Где: красный цвет – первая тройка лап; зеленый цвет – вторая тройка.

Уравнение зависимости высоты поднятия конечности Z от времени в общем виде (1.1).

Z_h - Указанная ранее Z-Н высота шага; t – Промежуток времени с начала ходьбы; T – Период времени одного шага; φ – Фаза смещения (для первой тройки лап $\varphi = 0$, для второй тройки лап $\varphi = \pi$).

Во время перемещения первой тройки конечностей по эллипсоидной траектории, вторая тройка перемещается по линейной траектории. Перемещение конечности вдоль координат X и Y осуществляется по синусоидальному закону со смещением в зависимости от того, к какой тройке конечностей относится подвижный элемент. График изображён на рисунке 3.

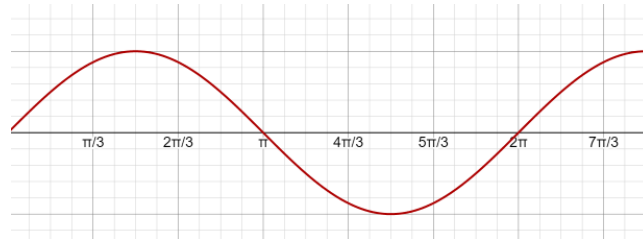


Рис.3. График зависимости координат X и Y от времени.

Координаты X и Y конечной точки определяются по законам (1.2, 1.3), законы представлены в приложении А.

Полный цикл ходьбы включает в себя один шаг первой или второй тройки лап, если же количество шагов, которые необходимо совершить, больше одного, то алгоритм ходьбы повторяет цикл, добавляя фазу смещения в исходные формулы (1.1, 1.2, 1.3), формулы представлены в приложении А.

Решим обратную задачу кинематики для нахождения угла поворотов всех суставов робота. На рисунке 4 изображена наглядная геометрическая модель положения конечности в трёхмерном пространстве.

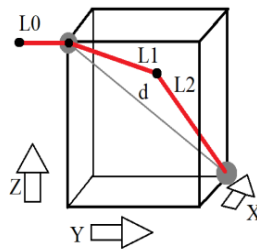


Рис.4. Геометрическая модель положения конечности в трёхмерном пространстве.

Вычисляем диагональ прямоугольного параллелепипеда, где X – длина, Y – ширина, Z – высота. Для того чтобы, используя длину плеч $L0$, $L1$, $L2$ найти необходимые углы для поворота сервоприводов используем формулу (2.1), формула представлена в приложении А.

На рисунке 5 изображен опорный просомный привод в двух плоскостях.

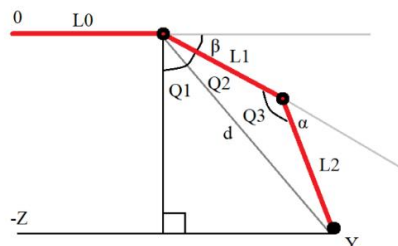


Рис.5. Опорный просомный привод в двух плоскостях.

Далее идёт расчёт углов треугольников при помощи тригонометрии. (2.2, 2.3, 2.4), необходимые формулы представлены в приложении А.

Далее идёт перевод углов треугольников в углы для поворота сервоприводов с учётом особенностей их расположения в пространстве (4.5, 4.6, 4.7), формулы представлены в приложении А.

Перемещение гексохода осуществляется последовательными периодическими движениями всех конечностей, благодаря этому возможно перемещение перешагиванием по одной, двумя, тремя или четырьмя конечностями за раз. Данное технологическое решение позволяет перемещаться в любом направлении без надобности разворота. Это позволяет использовать данное робототехническое устройство для улучшения логистики на складе или различных строительных объектах.

Литература

1. Craig, J. J. (2005). Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson Prentice Hall.
2. Кузьмин, В. Н. (2009). Робототехника. Теория и практика. БХВ-Петербург.
3. Джонсон, Р. А., & Крейг, Дж. Д. (2019). Кинематика и динамика манипуляторов. Лабораторный практикум. БХВ-Петербург.
4. Craig, J. J. (2005). Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson Prentice Hall.
5. Siciliano, B., & Khatib, O. (2008). Springer Handbook of Robotics.
6. LaValle, S. M. (2006). Planning Algorithms. Cambridge University Press.

УДК 519.6

МЕТОД ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ В АНАЛИЗЕ РАБОТЫ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Москалёва К.Д., Андриевич В.Н.

Научный руководитель – Лебедева Г. И., к.т.н., доцент

Современные роботизированные системы находят применение во множестве сфер деятельности человека. Сложность окружающей среды, динамичность задач, а также высокая степень требований к безопасности и надёжности заставляют инженеров и разработчиков учитывать множество факторов при их разработке.

Теория вероятности предоставляет мощный математический аппарат для анализа случайных процессов и неопределённостей. В робототехнике она