

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА МЕХАНИЗМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА BOND GRAPH.

Котов Д.А.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент, доцент Бжихатлов И.А.¹
¹Университет ИТМО

Введение

Задача автоматизированного синтеза механизмов является актуальным направлением в инженерных исследованиях. В то же время, возрастающая сложность проектов приводит к увеличению затрат при использовании традиционных методов разработки. Современные алгоритмы автоматизированного проектирования позволяют существенно сократить возникающие издержки, а так же повысить качество синтезированных решений [1]. Одна из ключевых особенностей роботехнических систем заключается в их многодоменной природе, как правило, такие системы содержат механические и электрические компоненты. Следовательно, алгоритмы синтеза должны учитывать взаимодействие различных областей наук при разработке новых конструкций.

Одним из наиболее популярных подходов примененных в алгоритмах автоматизированного проектирования является представление механизма в виде базового графа. В это же время модификация с использованием рекурсивных правил графовых грамматик позволяет синтезировать новые структуры. Для эффективного исследования создаваемого пространства возможных решений, как правило, используются алгоритмы поиска по дереву, например методом Монте-Карло [2].

Другим подходом является использование алгоритмов синтеза, генерирующих новые структуры из заранее подготовленных модулей, с учетом определенных правил соединения между модулями при создании новой конфигурации механизма. Однако данный подход, накладывает структурные ограничения на создаваемые конструкции [3].

Основная часть

Целью работы является разработка алгоритма структурно-параметрического синтеза механизмов с одномерным движением. Для работы с несколькими физическими областями, в разработанном алгоритме используется метод Bond Graph [4], позволяющий проводить моделирование потоков энергии в физических системах. В данном алгоритме используются графы для представления механизмов. Для изменения структуры используется разработанная графовая грамматика, позволяющая однозначно преобразовать полученные графы в модель Bond Graph. Пространство возможных решений исследуется с использованием модифицированного алгоритма поиска A^* с обратным распространением эвристической оценки вверх по дереву. Для оптимизации параметров сгенерированных механизмов на заданных диапазонах используется алгоритм L-BFGS-B.

В дальнейшем планируется масштабирование предложенного алгоритма для синтеза механизмов с двумерным движением.

Выводы

Разработан алгоритм структурно-параметрического синтеза динамических систем, использующий графовую грамматiku и метод Bond Graph для синтеза механизмов способных к одномерному движению.

Литература

1. Pinski J., Howard D. From Bioinspiration to Computer Generation: Developments in Autonomous Soft Robot Design // Advanced Intelligent Systems. 2022. Vol. 4. N. 1. P. 2100086.
2. A. Zhao, J. Xu, M. Konaković-Luković, J. Hughes, A. Spielberg, D. Rus, and W. Matusik, “Robogrammar: Graph Grammar for Terrain-Optimized Robot Design,” ACM Transactions on Graphics (TOG), vol. 39, no. 6, pp. 1–16, 2020.
3. Ha S., Coros S., Alspach A., Bern J. M., Kim J., Yamane K. Computational design of robotic devices from high-level motion specifications // IEEE Transactions on Robotics. Vol. 34. N. 5. P. 1240–1251.
4. I. Bzhikhatlov, D. Kotov, “Bond-Graph Simulation Toolbox” 2024 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE, 2024.

Автор _____ Котов Д.А.

Научный руководитель _____ Бжихатлов И.А.