

# КОНЦЕПЦИЯ ПОИСКА НОВЫХ СТРУКТУР МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РОБОТОВ

Назаров Х.Н., к.т.н., доцент, Сайфиддинов А.Н., магистрант.

Ташкентский Государственный технический университет им. И.Каримова

## *Аннотация*

*Рассмотрены вопросы поиска новых структур мехатронных модулей (ММ) интеллектуальных роботов. Приведен эвристик алгоритм поиска новых структур электромагнитных элементов роботов, который включает в себя выбор принципа построения ММ, функциональных компонент, систем связей, разработку компонент механической части, определение геометрических форм компонент, анализ параметров элемента и проверку на соответствие условиям работоспособности элемента. Произведен анализ каждого шага эвристик алгоритма поиска.*

**Ключевые слова:** интеллектуальные роботы, мехатронные модули, эвристик алгоритм, робот, ферромагнитный сердечник, морфологическая матрица

## CONCEPT OF SEARCHING FOR NEW STRUCTURES OF MECHATRONIC MODULES OF INTELLIGENT ROBOTS

### *Annotation*

*Search queries considered new structures of electromagnetic actuators intelligent robots. An evroritm search for new structures of electromagnetic elements of robots, which includes the choice of the principle of construction of electromagnetic actuators, functional components, the system links the development component of the mechanical part, the definition of component geometries, element analysis parameters and tested to comply with the terms of the element performance. The analysis of each step of the search of evroritm.*

**Keywords:** intelligent robot, electromagnet, actuators, evroritm, robot, ferromagnetic core, morphological matrix.

В статье рассматривается система управления движением робота. Представлен мобильный робот, который имеет два независимо управляемых моторизованных колеса, а третье колесо робота считается безынерционным, лишенным трения и закрепленным на шасси робота на вертикальной саморазворачивающейся вилке. Показано движение робота в горизонтальной плоскости. Приведен общий вид шасси мобильного робота с ведущими колесами с радиусом  $r$ , безынерционным колесом и рабочими двигателями.

Получено математическое описание движения трехколесного мобильного робота с двумя ведущими колесами, а также в случае, когда ведущие колеса находятся впереди центра масс, мобильный робот может осуществлять устойчивое прямолинейное движение со скоростью, не превосходящей некоторого предельного значения. С ростом напряжения, подаваемого на двигателях, скорость робота увеличивается. В настоящее время в современных технологиях актуальным является применение мехатронных модулей движения в интеллектуальных роботах, которые обладают широкими функциональными возможностями и позволяют значительно упростить конструкцию манипуляторов роботов.

При создании систем автоматизированного проектирования мехатронных модулей (ММ) интеллектуальных роботов и робототехнических систем вопросы поискового конструирования являются важными. Задачи поискового конструирования таких элементов разделяются на 3 группы:

- 1) задачи выбора принципа действия ММ на множестве приемлемых физических эффектов;
- 2) задачи выбора технических решений ММ, включая структурную и конструктивные формы и т.д. на множестве известных технических решений;
- 3) задачи оптимизации конструктивных данных для заданной конструкции.

880

При этом третья группа задач хорошо решается методами расчетно-оптимального проектирования. Возможность применения математического программирования просматривается также для некоторых задач второй группы, а вообще для решения большинства задач первой и второй групп пока используются опыт и интуиция проектировщика, которые в лучшем случае можно представить в виде эвристик.

Большинство задач конструирования трудно формализуемо и поэтому решается эвристическими методами. Под эвристическим методом понимается последовательность правил обработки имеющейся информации с целью улучшения конструктивного решения. Для этой последовательности не гарантируется сходимость к оптимуму, и эвристические методы применяются в тех случаях, когда математически обоснованные методы оказываются неэффективными. Часть процедур в эвристических методах легко программируется для ЭВМ, другая часть, наоборот, лучше

выполняется человеком. Поэтому применение эвристических методов в конструировании требует организации диалога между проектировщиком и ЭВМ.

Нами разработан один из эвристик поиска новых структур мехатронных модулей робота, который включает десять этапов (рис.1)

1-й этап - выбор принципа построения ММ.

Множество возможных принципов построения ММ установлено использованием обобщенного понятия источника магнитного поля (ИМП), определением разновидностей ИМП и функциональных зависимостей ИМП от геометрических координат ММ. При этом определено 120 типов принципов построения ММ. Процедура определения и выбора принципа построения производится на морфологической матрице, которая получена на основе анализа структуры функционирования ММ, т.е. рабочий процесс в таких элементах основан на взаимодействии ИМП, создаваемых его различными составными частями. В общем случае множество составных частей можно разбить на две системы ИМП, в зависимости от выполняемой функции – основной и вспомогательный ИМП. Разработана морфологическая матрица принципов построения ММ, в которой строкам соответствуют разновидности структурных элементов, соответствующих основному ИМП, а столбцам—структурные элементы, соответствующие вспомогательным ИМП. Пересечение строк и столбцов матрицы дает определенный принцип построения таких ММ. При этом в каждую ячейку матрицы заносится информация об имеющихся наиболее перспективных и существенно отличающихся конструктивных решениях по ММ, иначе морфологическая матрица представляет информационный фонд технических решений по таким элементам.

2-й этап - выбор функциональных компонент электрической и магнитной частей. 881

Рис.1. Схема эвристик поиска новых структур ММ

На основе выбранного принципа построения определяется и компонентный состав электрической и магнитной частей. Например, допустим выбран принцип построения ОС-С (где О - обмотка с током, С-ферромагнитный сердечник), при том ОС является основным ИМП, а С - вспомогательным

ИМП. Отсюда видно, что электрической компонентой является  $\{O\}$ , а магнитной  $\{C\}$ .

3-й этап - определение взаимного расположения компонент. Последнее характеризует расположение функциональных компонент относительно друг друга в пространстве и определяет конструкцию ММ в целом. Для описания признаков взаимного расположения чаще всего используются термины "размещен", "вставлен", "расположен" и т.п. в сочетании с названиями функциональных компонент, по отношению к которым определяется положение данного элемента.

Анализ способов получения прямолинейного перемещения подвижной части ММ свидетельствует, что его можно создавать за счет изменения числа витков обмоток ( $W$ ); длины и площади воздушного зазора ( $\delta, S\delta$ ); длины и площади поперечного сечения магнито-провода статора и якоря ( $l_{cm}, S_{cm}, l_{я}, S_{я}$ ) магнитной проницаемости и их комбинацией. Возможные связи, между этими величинами отражены в виде графа взаимосвязей (рис. 2).

Изменения этих величин приводит к изменению магнитных сопротивлений воздушно-го зазора  $Z\delta$ , якоря  $Z_{мя}$  статора, которые в свою очередь обуславливают возникновение тягового усилия  $F$ , т.е. получения линейного перемещения  $X$ . Формальное описание имеет вид:

$$F = \{W, \delta, S\delta, \mu, \delta\mu, \delta S\delta, S\delta\mu, l_{я}, S_{я}, \mu_{я}, S_{я}\mu_{я}, l_{я}S_{я}, l_{cm}, S_{cm}, \mu_c, l_{cm}S_{cm}\mu_c\}$$

На 4-ом этапе определяется взаимная связь компонент электрических, магнитных и механических частей ММ, которая обеспечивает их функциональное единство в работе элемента. При этом указываются компоненты, между которыми имеется связь, и средства, с помощью которых эта связь осуществляется. 882

5-й этап - разработка компонент механической части и конструктивного исполнения. Здесь учитываются данные второго и третьего этапов, т.е. на основе выбранных компонент электрической и магнитной частей и их взаимного расположения осуществляется разработка компонент механической части. Особенности конструктивного исполнения имеют вспомога-тельное значение.

6-й этап - определение геометрических форм компонент. При этом любой компонент элемента имеет определенную геометрическую форму. Число различных элементарных признаков геометрической формы довольно

ограничено. Однако в сочетании друг с другом они обеспечивают получение всего многообразия известных в технике форм. Как правило, компоненты, имеющие более сложную геометрическую форму, могут быть подразделены на компоненты более низкого порядка, имеющие более простую геометрическую форму.

7-й этап - выбор материала компонент. Выбор того или иного материала позволяет получать требуемые свойства как отдельных компонентов, так и ММрамрмрпароп в целом.

8-й этап - определение соотношения параметров компонент. Соотношение параметров (размеров, числа, элементов, значения масс, объёмом и т.д.) может быть выражено в числах или в виде определенной зависимости.

9-й этап - анализ параметров элемента.

10-й этап - проверка на соответствие созданным условиям работоспособности

Если оказывается, что для разработанной структур ММ невозможно выполнить условия работоспособности в практически реализуемом диапазоне изменения компонентов, то необходимо производить структурную оптимизацию, заключающуюся в изменении связей, а иногда и принципа действия.

*Рис. 2. Граф взаимосвязей физических величин ММ.*

#### Литература

1. Интеллектуальные системы автоматического управления / Под ред. И.М.Макарова, В.М. Лохина. -Москва: Физматлит, 2001. С. 561.
2. Медведов В.С., Лесков А.Г., Юшенко А.С. Системы управления манипуляционных роботов. -Москва: Наука, 1978. С. 375.