

УДК 631.35

DOI: 10.47928/1726-9946-2020-20-1-21-25

Программная система AgroGripModeling и алгоритмы оптимизации конфигурации робототехнического захвата

Бу Д.К.

Представлено академиком АМАН Шибзуховым З.М.

Манипуляции с сельскохозяйственной продукцией являются наиболее ресурсоёмкими задачами, требующими перехода от утомительных ручных операций к автоматизации технологических процессов и роботизации физического взаимодействия с плодами. При проектировании робототехнического захвата необходимо учитывать разнообразие манипулируемых объектов, сложность их идентификации и наведения манипулятора в сложной естественной среде с препятствиями. Задача оптимизации механизма захвата связана с выполнением ряда противоречивых требований по надёжности, мягкости, точности, скорости, энергоэффективности, формирующих сложное пространство поиска решений.

В связи с чем исследование моделей и алгоритмов оптимизации конфигурации и управления робототехническим захватом (агрозхватом), осуществляющим физические манипуляции с сельскохозяйственной продукцией, является актуальным научным направлением, ориентированным на решение задачи автоматизации и роботизации технологических процессов обработки сельскохозяйственной продукции.

Решению проблем проектирования и управления робототехническими манипуляторами посвящён широкий спектр научных и практических исследований отечественных и зарубежных учёных [1-5]. Постоянное совершенствование систем управления и кинематических схем обеспечило создание серийных промышленных манипуляционных роботов. Теперь становятся актуальными междисциплинарные исследования проблем управления робототехническими комплексами, в том числе агрозхватом, к которому предъявляются повышенные требования к точности манипуляций вследствие высокой вариативности свойств сельскохозяйственной продукции.

Определение параметров конфигурации и системы управления захватом является сложной многофакторной задачей. При проектировании конфигурации захвата следует учитывать положение и ориентацию объекта, с которым будут производиться манипуляции. При составлении спецификации производимых манипуляций определяют максимальные ускорения движения элементов захвата в зависимости от местоположения объекта, а также давление, необходимое и допустимое для его манипулирования. Во многих случаях, необходимо учитывать и другие факторы, влияющие на защиту захвата от столкновений, перегрузок и повреждение объекта из-за чрезмерного сжатия или выпадения из захвата. Все эти соображения влияют не только на захват, но и на выбор манипулятора.

Для определения параметров захвата и их значений, необходимо проанализировать ряд факторов, таких как: 1) характеристики объекта манипуляций; 2) рабочая среда в которой находится объект и производятся операции; 3) особенности манипулятора, на котором планируется установить захват; 4) критерии по которым следует оценивать эффективность практических операций, выполняемых посредством робототехнического захва-

та. На рисунке 1 представлены основные шаги разработанной методики проектирования захвата для манипуляций с сельскохозяйственной продукцией.

Физические свойства являются основным фактором, определяющим габариты и тип привода захвата. Масса объекта используется для расчёта сил и моментов, действующих на захват и манипулятор, а габариты объекта используются для расчёта размеров элементов конфигурации захвата. Объект также может быть очень разнообразен по форме и свойствам поверхности, поэтому выбор метода манипуляции должен основываться на характеристиках конкретного объекта. Механические свойства плодов играют важную роль в расчёте сил, действующих на фрукты и овощи во время сбора урожая, помогая избежать их повреждения.

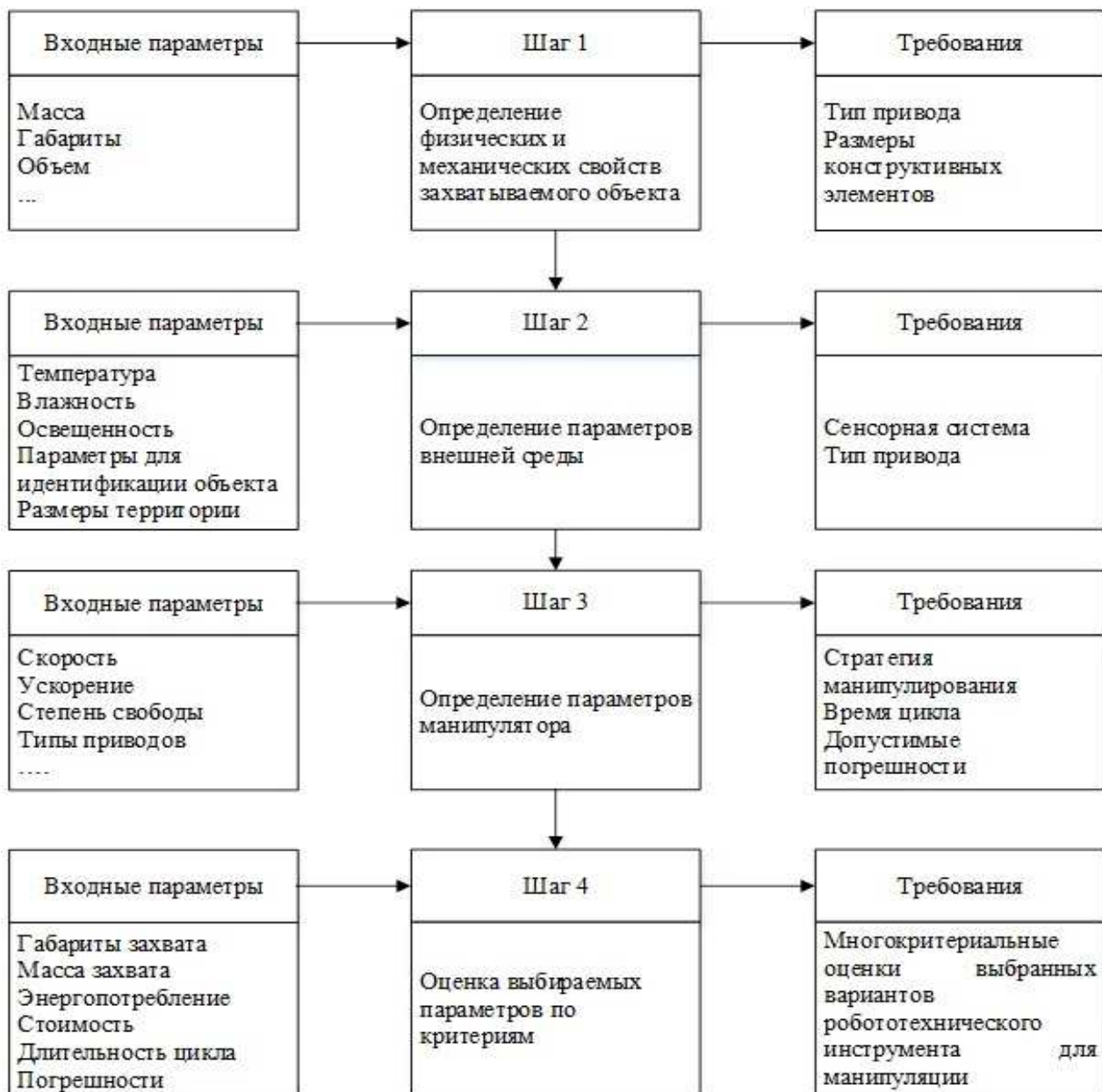


Рисунок 1 – Методика проектирования захвата для манипуляций с сельскохозяйственной продукцией

От корректности формулировки требований к конфигурации механизма захвата зависит качество и скорость проектирования, поскольку при синтезе структурно-функциональных моделей и принципов системы управления захватом должны быть заданы характеристики плода, а также с какой целью производится манипуляция. На рисунке 2 представлена общая блок-схема алгоритмической модели процесса проектирования робототехнического захвата.

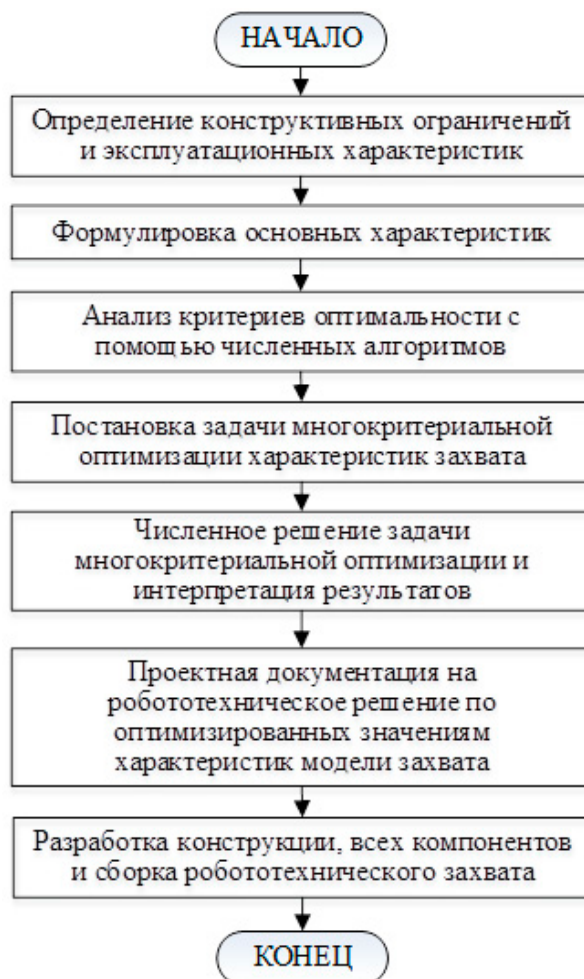


Рисунок 2 – Алгоритмическая модель проектирования робототехнического захвата

Далее рассмотрим разработанную программную систему AgroGripModeling, обеспечивающую моделирование и многокритериальную оптимизацию конфигурации робототехнического захвата. В рисунке 3 представлен пользовательский интерфейс разработанной программной системы AgroGripModeling, обеспечивающий ввод основных параметров моделирования захвата, выбор конфигурации и алгоритма и параметров оптимизации.

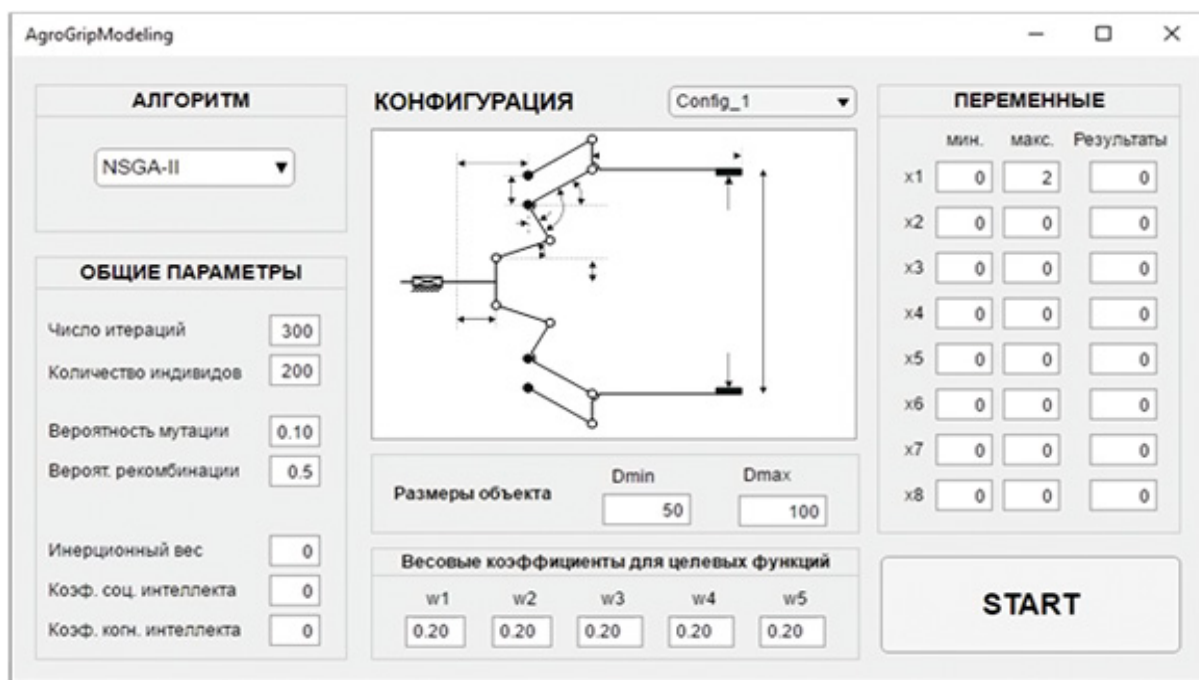


Рисунок 3 – Пользовательский интерфейс системы AgroGripModeling

В диалоговом окне отображается кинематическая схема выбранной конфигурации и оптимальные значения параметров по окончании работы алгоритма многокритериальной оптимизации. Полученные в ходе оптимизации результаты также сохраняются в файл.

В ходе исследования решена актуальная научно-техническая задача оптимизации и управления робототехническим захватом, имеющая важное значение для роботизации сельскохозяйственного производства, в том числе были разработаны алгоритмы конфигурирования и управления робототехнического захвата, а также программная система AgroGripModeling, отличающаяся использованием трёх алгоритмов многокритериальной оптимизации, возможностью настройки собственных кинематических схем и параметров, предложенных в оригинальной классификации агрозахватов и агротехнологических задач [6, 7].

Дальнейшее исследование будет ориентировано на реализацию разработанных моделей, алгоритмов и программных средств при проектировании захватов в сельском хозяйстве и других отраслях с применением дополнительных типов датчиков для увеличения точности и качества захвата манипулируемых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нагоев З.В., Нагоева О.В.* Извлечение знаний из многомодальных потоков неструктурированных данных на основе самоорганизации мультиагентной когнитивной архитектуры мобильного робота // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. Т. 62, № 68. С. 145–152.
2. *Измайлов А.Ю.* О синтезе роботизированного сельскохозяйственного мобильного агрегата // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 4. С. 63–68.
3. *Скосарев Е.С., Колубин С.А.* Исследование алгоритмов энергоэффективного позиционного управления для роботов-манипуляторов с гибким звеном // Навигация и управление движе-

нием: Материалы XXI конференции молодых ученых с международным участием. Санкт-Петербург, 19-22 марта 2019. С. 77–79.

4. Кузнецова Е.М., Даляев И.Ю., Смирнов Е.А. Манипулятор параллельной структуры, очувствленный по усилию // Робототехника и техническая кибернетика. 2018. Т. 4, № 21. С. 68–76.
5. Zhao Y., Gong L., Liu C. Dual-arm Robot Design and Testing for Harvesting Tomato in Greenhouse // IFAC-PapersOnLine, 2016, vol. 49, № 16, pp. 161–165.
6. Ву Д.К., Соленая О.Я., Ронжин А.Л. Обзор робототехнических захватов для физических манипуляций с аграрной продукцией // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 12. С. 14–24.
7. Ву Д.К., Ронжин А.Л. Многокритериальная оптимизация конструкции механизма четырёхпалого захвата // Робототехника и техническая кибернетика. 2020. Т. 8. № 4.

ABSTRACT

The paper discusses the scientific problem of optimization and control of robotic grippers, describes the algorithmic model and the AgroGripModeling software system for the design of agricultural grippers.

Keywords: robotic gripper, agro-gripper, multi-criteria optimization, control algorithms, software AgroGripModeling.

St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg

© D.Q. Vu, 2020

АННОТАЦИЯ

В работе обсуждается научная задача оптимизации и управления робототехническим захватом, описана алгоритмическая модель и программная система AgroGripModeling для проектирования агрозахватов.

Ключевые слова: робототехнический захват, агрозахват, многокритериальная оптимизация, алгоритмы управления, программная система AgroGripModeling.

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Санкт-Петербург

© Д.К. Ву, 2020