



УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке

ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева»

Институт химических наук, доцент

Щербина Анна Анатольевна

« 11 » декабря 2019 г.

Отзыв ведущей организации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» на диссертационную работу Эраки Мохаммед Тахер Хамед на тему «Автоматизированная система управления технологическим манипулятором для розлива и маркировки пищевых продуктов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в пищевой промышленности)

Общая характеристика работы. Диссертация на тему «Автоматизированная система управления технологическим манипулятором для розлива и маркировки пищевых продуктов» выполнена на кафедре «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств» ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет». Работа состоит из введения, четырех глав, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы (121 наименование) и приложений. Работа содержит 84 рисунка, 14 таблиц и четыре приложения и по формальным признакам соответствует требованиям п.п. 9-11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации к кандидатским диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Актуальность темы. Пищевые производства являются одной из основ экономики, обеспечение их эффективности и технологической безопасности является актуальной проблемой. Традиционно на предприятиях пищевой промышленности использовался в значительных количествах ручной труд, в случае массовых производств часто удавалось создавать высокопроизводительные автоматические линии, однако они окупаются только при очень большой постоянной производительности производства, затруднительна их перенастройка в случае изменения ассортимента производимой продукции. Для

подготовки продукции к потребителю необходимо выполнение операций розлива, упаковки, маркировки и т.д., которые часто необходимо совмещать с контролем качества и внешнего вида продукции. Улучшению качества продукции, повышению уровня гибкости производства и обеспечению требуемых уровней безопасности и производительности способствует внедрение современных автоматических систем управления технологическими манипуляторами на основе математических моделей их движения, позволяющих выбирать оптимальные траектории движения рабочих органов, обеспечивающих оптимизацию заданного критерия оптимальности с учётом наложенных технологических ограничений.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработка исследование автоматизированных систем управления технологическими манипуляторами пищевых производств являются актуальной научно-технической задачей.

Структура и содержание диссертационной работы

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования, определены цель и задачи исследования, методы исследования, показаны научная новизна исследования и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе выполнено исследование современного состояния подходов к созданию систем управления технологическими манипуляторами, методом моделирования многозвенных манипуляторов, способов решения задач кинематики. Установлено, что существующие методы решения задач обратной кинематики и методы построения систем автоматизации технологических манипуляторов обладают рядом недостатков, затрудняющих их применение на практике. Предложено создать новый метод моделирования движения ряда широко распространённых промышленных манипуляторов и алгоритм решения обратной кинематической задачи, обладающие рядом преимуществ для разработки автоматизированных систем управления технологическими манипуляторами пищевых производств.

Во второй главе разработана математическая модель движения промышленных манипуляторов типов SCARA, KUKA, PUMA и описано её применение для решения задач прямой и обратной кинематики, возникающих при разработке автоматизированных систем управления технологическим манипулятором. Полученные модели позволяют добиться более точных движений манипулятора в ряде практически важных ситуаций.

Создан набор программ в среде LabVIEW, реализующий разработанные модели, что создаёт предпосылки для создания систем управления манипуляторами промышленных производств с использованием математических моделей.

В третьей главе рассмотрено совместное использование созданных программ в среде LabVIEW, вырабатывающих управляющие сигналы для промышленного манипулятора, с программным модулем в среде SolidWork, моделирующим динамику процесса, осуществляющим визуализацию и отслеживание возможные столкновения с объектами в рабочей зоне манипулятора. Модель является открытой, может легко быть использована при проектировании систем управления манипуляторами различных технологических производств. Имитационным моделированием показано, что разработанная система автоматизированного управления позволяет выбирать оптимальные законы управления манипулятором.

В четвертой глава описывает интеграцию разработанной системой управления манипулятором с системой машинного зрения. Представлена структура программных и аппаратных компонентов системы машинного зрения отслеживания движущихся окрашенных объектов при помощи движущейся совместно с манипулятором камерой, проведена экспериментальная проверка созданной системы машинного зрения. Результаты работы внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет» на кафедре «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств».

Достоверность и эффективность представленных в работе научных положений и практических рекомендации подтверждается актом эксплуатации на АО МБПК «ОЧАКОВО».

В заключении работы обобщены полученные результаты, сформулированы выводы по диссертационной работе.

Новизна исследований и полученных результатов. В диссертационном исследовании предложен ряд новых и оригинальных положений, имеющих существенное научное и прикладное значение для анализа и синтеза автоматизированных систем управления промышленными роботами-манипуляторами

– разработана математическая модель технологических манипуляторов типов PUMA, SCARA, KUKA, обеспечивающие требуемую точность позиционирования манипуляторов во всём пространстве рабочей зоны;

– представлен алгоритм управления технологическими манипуляторами типов PUMA, SCARA, KUKA, реализующий оптимальное управление в условиях ограничений;

– описана структура системы управления технологическим манипулятором, распределяющая подзадачи между пакетами программного обеспечения, обеспечивающими решение задач кинетики и динамики движения манипулятора.

– приведены состав, структура и технические решения, принятые при реализации системы управления исполнительными устройствами пищевых производств на основе адаптивной модели.

Практическая значимость результатов работы. Представленные автором выводы, рекомендации и результаты исследования имеют прикладное значение и могут быть использованы для создания автоматизированных систем управления технологическим манипулятором для розлива и маркировки пищевых продуктов.

Практическое применение результатов исследования реализовано в виде программно-технического комплекса, позволяющего добиться большей степени автоматизации технологического процесса, в том числе подготовительных и финишных операций, сократить долю ручного труда. Разработанные решения позволяют повысить эффективность линий розлива и маркировки и получать на выходе продукцию требуемого качества.

Рекомендации по применению результатов. Полученные в диссертационном исследовании практические результаты рекомендуются к применению для создания современных систем управления на предприятиях пищевой промышленности с манипуляторами типов PUMA, SCARA и KUKA.

Замечания по диссертационной работе:

1. В представленном в первой главе литературном обзоре отмечается, что замена в пищевой промышленности ручного труда на использование роботизированных манипуляторов позволяет избежать ряда проблем, вызванных присутствием людей в рабочей зоне – нарушение асептического режима, ошибки связанные с «человеческим фактором». Однако в приведённом обзоре нет сведений, какие потенциальные проблемы может иметь применение рассмотренных моделей роботов-манипуляторов и какие кадровые ресурсы требуются для их обслуживания.

2. Вторая глава посвящена решению обратной кинематической задачи при помощи разработанных математических моделей роботов-манипуляторов типов KUKA, PUMA,

SCARA. Из текста диссертации неясно, можно ли создать аналогичные математические модели для роботов других типов и ставилась ли в общем виде задача синтеза упрощённых математических моделей для конкретных конструкций манипуляторов.

3. Третья глава посвящена совместному использованию программных модулей, созданных в средах LabVIEW и программе SolidWork. В работе предполагается, что для распределения нагрузки на вычислительные ресурсы следует запускать модули выбора оптимальной траектории и модули в программном пакете SolidWork на отдельных вычислительных системах, однако не указано, какие предъявляются требования к организации канала связи между системами, в особенности – допустимое время задержки, требуемая пропускная способность, допустимая доля потерянных пакетов.

4. В диссертационной работе предполагается, что для коррекции положения манипулятора используется обратная связь с ПИ-регулятором. Непонятно, проводилось ли испытание ПИД-регулятора или более сложных структур – с предиктором Смита или регулятор с весовыми коэффициентами при уставках.

5. В диссертационной работе не дана характеристика помех, действующих на систему управления положением манипулятора.

6. В четвёртой главе диссертации дано описание созданной системы машинного зрения, использующей перемещающуюся на манипуляторе камеру и распознающей окрашенные объекты. В главе не уделено внимание учёту глубины резкости используемой камеры и алгоритму действий системы управления роботом-манипулятором в случае расфокусировки поступающего с камеры изображения.

7. В четвёртой главе описано применение системы машинного зрения в предположении что используется обычное освещение. Однако имеет смысл применение поляризованного света и/или поляризующих фильтров на камерах, чтобы снизить влияние бликов и случайных отражений, возможно было бы полезно использование в системе машинного зрения излучения инфракрасного диапазона.

8. В диссертации среди прочего, описано применение результатов работы для управления роботом-манипулятором, установленном на перемещающейся тележке. Направляется развитие работы, связанное со складированием и перемещением продукции, с перемещением по наклонным поверхностям и т.д.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки основных результатов диссертации, связанных с разработкой автоматизированной системы управления технологическими манипуляторами пищевых производств.

Заключение по диссертационной работе. Тема диссертационной работы Эраки М.Т.Х. «Автоматизированная система управления технологическим манипулятором для розлива и маркировки пищевых продуктов» является актуальной.

Диссертационная работа Эраки М.Т.Х. соответствует специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в пищевой промышленности) (технические науки).

Представленная диссертационная работа Эраки М.Т.Х. является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует критериям п.п. 9, 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Эраки Мохамед Тахер Хамед, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в пищевой промышленности) (технические науки).

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в химической технологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Протокол № 7 от «10» декабря 2019 г.

Профессор кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в химической технологии» ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева»

доктор технических наук, профессор _____ Савицкая Татьяна Вадимовна

125047, г. Москва, Миусская пл., д.9.

Тел. +7(495)495-21-34

E-mail: savitsk@muctr.ru

Подпись профессора, д.т.н.,

профессора Т.В. Савицкой ЗАВЕРЯЮ

Учёный секретарь ФГБОУ ВО

«РХТУ им. Д.И. Менделеева», доцент _____ Н.К. Калинина