

ОТЗЫВ

зарубежного научного консультанта диссертационную работу
Кадыролдиной Альбины Талапжановны

«Интеллектуальная роботизированная система для плазменной обработки изделий сложной формы», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070200 – «Автоматизация и управление»

Актуальность. В настоящее время роботы-манипуляторы широко применяются для автоматизации и повышения эффективности процессов различных производств, поэтому задачи, связанные с управлением и планированием траектории роботов-манипуляторов весьма актуальны, а задача автоматической генерации кода программы робота-манипулятора по заданной средствами CAD модели изделия находится в центре внимания ученых и разработчиков роботизированных систем. Таким образом, диссертация выполнена на актуальную и практически значимую тему, что подтверждается тем, что данное диссертационное исследование выполнялось в рамках проекта с грантовым финансированием от Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан № AP05130525 «Интеллектуальная роботизированная система для плазменной обработки и резки крупногабаритных изделий сложной формы».

Научные результаты в рамках требований к квалификационным научным работам. В работе А.Т. Кадыролдиной рассматриваются и решаются проблемы интеллектуального управления движением рабочего инструмента робота-манипулятора при выполнении технологических операций плазменной резки или напыления покрытий. В диссертации разработана и описана автоматизированная система управления промышленным роботом-манипулятором, на руке которого закрепляются инструменты для последовательного выполнения операций 3D-сканирования и плазменной резки или обработки поверхности (напыление покрытий), и на основе данных 3D сканирования выполняются автоматическое планирование траектории и генерация программы движения руки робота. Разработаны алгоритмы управления, позволяющие автоматически планировать программную траекторию движения робота на основе информации о текущем состоянии внешней среды, по 3D модели обрабатываемого изделия, реконструированной роботом по данным 3D сканирования. Корректность разработанных алгоритмов автоматизации проверена на практике, с применением разработанной в диссертации интеллектуальной системы управления роботом-манипулятором было произведено 3D промышленного изделия и выполнено нанесение плазмой на его поверхность защитного покрытия, увеличившего срок службы данного изделия, о чем получен акт производственных испытаний. Все предложенные технические решения выполнены на высоком научном уровне, что

подтверждается высоким уровнем публикаций по теме исследования и свидетельством интеллектуальной собственности Республики Казахстан на программу для ЭВМ.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.

Результаты диссертации, научные положения, выводы и заключения являются хорошо обоснованными и достоверными.

Критически проанализирован большой объем современной научной литературы, обоснована необходимость разработки процедуры сегментации для восстановления 3D модели поверхности при сканировании изделий сложной формы и выбор оборудования для экспериментального исследования. Разработаны и апробированы новые схема 3D-сканирования лазерным триангуляционным датчиком расстояния, укрепленным на роботоманипуляторе и оригинальный алгоритм процедуры сегментации поверхности с построением аналитической модели поверхности.

Сделано теоретическое обоснование и выполнена практическая реализация новых алгоритмов управления роботом-манипулятором, при котором автоматическое планирование траектории и генерация программы движения робота – манипулятора производится по данным 3D-сканирования поверхности обрабатываемого плазмой изделия. Обоснование теоретических положений и практических рекомендаций диссертации опирается на использование методов математического моделирования и теории автоматического управления. Качество обработанных роботом плазменных покрытий было подтверждено лабораторными исследованиями и производственными испытаниями.

4. Степень новизны каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.

Основными новыми научными результатами диссертационной работы являются сформулированные и доказанные в диссертации научные положения:

- 1) Новая схема системы 3D-сканирования лазерным триангуляционным датчиком расстояния, укрепленным на роботоманипуляторе и оригинальный алгоритм сегментации с построением аналитической модели поверхности;
- 2) Новые алгоритмы управления роботом-манипулятором, обеспечивающие автоматическое планирование траектории рабочего инструмента и генерацию программы движения робота-манипулятора по сформированной траектории.

Также был разработан новый алгоритм распознавания сканированных изображений и разработана компьютерная программа для интерактивного взаимодействия с оператором робота (с человеком, выполняющим процесс)

при сканировании. Результат абсолютно новый, что подтверждено свидетельством государственной регистрации объектов интеллектуальной собственности.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов.

Название диссертации соответствует паспорту специальности и ее содержанию. Диссертация и полученные в ней результаты характеризуются внутренним единством: четко сформулированы цели и задачи исследования, и показано, что каждый результат получен при выполнении конкретной задачи и служит достижению поставленной цели исследования. Все результаты логически взаимосвязаны между собой, то есть достигаются последовательно и являются необходимыми. Четко прослеживается логика, отражающая единство теоретических построений диссертанта и практических результатов работы.

6. Конкретное личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации.

Результаты научного исследования, изложенные в диссертации, были получены автором самостоятельно. Необходимо отметить, что часть исследования по сканированию и распознаванию сканированных изображений выполнялась в университете Обуда, г. Секешфехервар, Венгрия во время научных стажировок Кадыроldиной А.Д. и во время ее обучения (1 семестр) в университете Обуда по программе академической мобильности Erasmus +. Результаты этих исследований Кадыроldина А.Т. представляла в виде устных докладов на английском языке на нашем ежегодном международном симпозиуме International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (AIS). Таким образом, личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, было всесторонним - от участия в планировании эксперимента и его выполнения, до формулировки и обсуждения результатов исследования.

7. Направленность полученных результатов на решение соответствующей актуальной проблемы теоретической и практической значимости.

Совокупность полученных в работе теоретических и экспериментальных результатов позволяет решать актуальную проблему автоматического управления роботом-манипулятором для эффективного и точного роботизированного плазменного напыления покрытий на детали или изделия сложной формы, а также для выполнения роботизированной плазменной резки крупногабаритных мелкосерийных и штучных изделий. Как упомянуто выше, эта работа выполнялась в рамках проекта с государственным финансированием Республики Казахстан на 2018-2020 годы под названием «Интеллектуальная роботизированная система для плазменной обработки и резки крупногабаритных изделий сложной формы» (научный руководитель проекта – проф. Д. Л. Алонцева). Практическая



востребованность результатов диссертации подтверждается получением акта производственных испытаний обработанного по новой технологии промышленного изделия, где подтверждено увеличение срока службы плиты щековой дробилки с плазменным покрытием изношенной поверхности. Зарегистрирована программа для ЭВМ, позволяющая реализовать интерактивное взаимодействие с человеком - оператором робота во время выполнения процесса 3D-сканирования, а также распознавать и анализировать изображения, полученные в результате сканирования.

8. Подтверждение полноты опубликования основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации.

Результаты диссертации, подтверждающие ее основные научные положения, выводы и заключение были полно опубликованы в рецензируемых научных изданиях, диссертант Кадыролдина А. Т. имеет индекс Хирша 3 по базе Scopus по научным направлениям диссертации (Kadyroldina, Albina T., h-index Scopus=3 <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202922020>)

По результатам диссертационного исследования Кадыролдиной А.Т. опубликовано 16 работ, из них: 11 статей опубликованы в научных журналах, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ККСОН и 7 статей в журналах, индексируемых Scopus, в том числе 2 статьи в периодических выпусках журналов, индексируемых в базах Web of Science и Scopus с квартилями Q2 и Q1 по Web of Science и с процентилями по CiteScore в базе Scopus 75 % и 80% соответственно, а также 1 статья в журнале, индексируемом в Scopus с процентилем по CiteScore 26%, а также 5 статей опубликованы в рецензируемых трудах международных конференций и получено 1 свидетельство интеллектуальной собственности РК.

Székesfehérvár, 10. 02. 2021.

Ph.D., профессор,
декан Алба Региа
технического факультета,
Обуда университета




Dr. György Györök