

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Хусаинова Рамиля Расимовича

на тему: «Система управления движением двуногого шагающего робота»
по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (механика и машиностроение)» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Актуальность темы диссертации

Создание системы управления, способной обеспечить устойчивое и энергоэффективное передвижение, относится к числу центральных задач, возникающих при создании таких сложных робототехнических систем, как двуногие шагающие антропоморфные роботы. Научные и прикладные разработки в этой области относятся к сфере острой конкуренции на мировом рынке новой техники и технологий для робототехники и других смежных областей. Прежде всего актуальность данной темы обусловлена тем, что в современном мире существует тенденция к активной эксплуатации двуногих шагающих роботов в сферах производства, представляющих опасность для жизни и здоровья человека.

В последние годы были разработаны разнообразные модели двуногих робототехнических платформ и систем управления ими, основное усилие разработчиков при этом направлено на обеспечение устойчивости движения шагающих роботов, сохранение положения равновесия при воздействии внешних факторов и повышение энергоэффективности.

В связи с этим представляет научный и практический интерес разработка, теоретическая и экспериментальная отработка новых, универсальных и конкурентоспособных методов управления движением двуногими шагающими робототехническими системами, обеспечивающих улучшение показателей производительности, точности и робастности. На основании изложенного тема диссертационной работы Хусаинова Р.Р. представляется актуальной, имеющей важное значение для науки и техники.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационное исследование выполнено Хусаиновым Р.Р. на высоком научно-техническом уровне. Несмотря на то, что постановка задачи не отличается новизной, автор сосредоточился на аспекте повышения эффективности управления двуногими шагающими роботами, что является основной целью работы. Для дос-

4920
13 09 18

тижения цели решены в процессе работы над диссертацией были решены следующие задачи:

- проведен анализ существующих методов и алгоритмов управления движением двуногих шагающих роботов;
- разработана математическая модель движения робота с последующей оптимизацией параметров;
- разработаны методы и алгоритмы управления перемещением робота по заданным траекториям с обратной связью и без нее;
- разработана виртуальная модель робота в средах динамического моделирования систем твердых тел для проведения виртуальных экспериментов;
- разработан программный комплекс системы управления движением робота.

Автором проведены исследования в областях математического моделирования, системного анализа, управления антропоморфными роботами, оптимизации параметров систем, проектирования программных систем управления.

Научные положения и выводы диссертационной работы достаточно теоретически обоснованы и аргументированы. Положения диссертационного исследования основываются на известных достижениях прикладных научных дисциплин, изучении научных трудов и разработок других ученых, в том числе и на результатах, полученных в процессе работы над диссертацией лично автором или с его непосредственным участием.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций достаточно высокая и подтверждается:

а) тщательным изучением предмета исследования посредством изучения большого числа литературных источников и обобщения исследований отечественных и зарубежных ученых в области управления движением двуногих шагающих роботов;

б) применением апробированных методов математического моделирования, системного анализа, методов численного решения систем нелинейных уравнений, методов и средств теоретической механики, теории автоматического регулирования, теории синтеза дискретно-непрерывных систем управления;

в) результатами виртуальных экспериментальных исследований предложенных методов, моделей и алгоритмов в процессе их программной реализации, тестирования и верификации.

С учетом вышесказанного, научные положения и выводы диссертационной работы следует считать научно-обоснованными.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Степень научной новизны диссертации достаточна для кандидатской диссертации и относится ко многим ее аспектам. В качестве научных результатов, полученных автором лично, следует отметить:

- Разработана математическая модель процесса перемещения двуного шагающего робота с учетом геометрических и динамических параметров педипуляторов робота.
- Произведена оптимизация параметров движения робота по критериям максимальной скорости и энергоэффективности движения.
- Разработана архитектура модульной системы управления роботом, которая позволяет гибко настраивать задачи, решаемые системой управления, интегрировать в систему управления сторонние модули и предоставляет программный интерфейс, упрощающий написание эффективных алгоритмов и программ систем управления.

Таким образом, диссертация соответствует поставленной цели, задачам по ее достижению, а также полученным результатам и выводам.

Значимость результатов диссертации, для науки и практики

Значимость результатов диссертации для науки и практики определяется прикладным характером проведенных диссертационных исследований, решением ряда научных задач с практическим использованием полученных теоретических результатов, проведенными экспериментальными исследованиями. Ценность диссертационных исследований заключается в том, что:

- разработанные алгоритмы, методы, программный комплекс и виртуальная модель робота могут быть использованы при исследовании и проектировании новых робототехнических комплексов;

- результаты работы внедряются для управления существующими роботами.

Практическая значимость подтверждается поддержкой диссертационных исследований со стороны государственных фондов, таких как федеральная целевая программа министерства образования Российской Федерации. Разработанные программные средства внедрены в опытную эксплуатацию и выполнена регистрация объектов интеллектуальной собственности в виде свидетельств о регистрации программ, что также доказывает практическую и прикладную значимость научных исследований, выполненных автором.

Оценка изложения материала диссертации и автореферата

Работа выполнена на научно-техническом уровне, достаточном для кандидатских диссертаций, и оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми ВАК РФ.

Диссертационная работа логически структурирована, изложена понятно, четко и грамотно. Последовательность изложения материала создает целостное представление о содержании диссертации. По отдельным главам и по работе в целом приведены соответствующие выводы, отражающие полученные научные и практические результаты. К достоинствам диссертационной работы следует отнести обоснованную теоретическую и практическую оценку полученных результатов, глубину проработки рассматриваемой предметной области.

Материал достаточно иллюстрирован, стиль изложения в целом хороший.

Содержание диссертации соответствует содержанию работ, опубликованных по тематике диссертации. На материалы других авторов и соавторов Хусаинова Р.Р., использованные в диссертации, имеются корректные ссылки. Краткое содержание глав диссертационной работы, основные выводы и результаты представлены в автореферате диссертации, содержание которого соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертации

1. Не рассмотрены альтернативные операционные системы для построения системы управления роботом. Не изучен вопрос применения операционных систем реального времени для разработки системы управления роботом.
2. В автореферате не раскрыта тема вычислительной сложности разработанных алгоритмов для управления роботом в режиме реального времени.
3. Нет подробного объяснения схемы интеграции системы управления движением робота с модулем локализации и картографирования. В целом, стоит подчеркнуть, что данный модуль является побочным продуктом относительно основного научного и прикладного вклада диссертации.
4. Не приведена оценка области применимости разработанных моделей и алгоритмов, в частности не рассмотрен случай движения робота по неровной поверхности.
5. В уравнении (2.81) диссертации, входящем в автореферат под номером (5), имеется опечатка. В первом слагаемом вместо $e(k)$ должно осуществляться суммирование $e(i)$.

Заключение

Диссертационная работа Хусаинова Р.Р., несмотря на указанные недостатки, выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершенное научное исследование, посвященное актуальной теме, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (механика и машиностроение)».

Возможно использование результатов диссертационной работы в робототехнических лабораториях, занимающихся разработками в данной области, а также в учебных курсах соответствующих ВУЗов страны.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

30.08.2018.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры высшей математики
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске



Борисов А.В.

Борисов Андрей Валерьевич,
кандидат технических наук (специальность 05.13.18).
Россия, 214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, дом 1.
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в
г. Смоленске,
доцент кафедры высшей математики
E-mail: borisowandrej@yandex.ru
Тел. раб.: 8 (4812) 39-11-37

Подпись Борисова А.В. удостоверяю.

Ученый Секретарь Ученого совета
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске
кандидат экономических наук



Кириллова Е.А.

СВЕДЕНИЯ

об официальном оппоненте Борисове Андрее Валерьевиче по диссертации Хусаинова Рамиля Расимовича, выполненной на тему «Система управления движением двуногого шагающего робота» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (механика и машиностроение)»

Фамилия Имя Отчество оппонента	Борисов Андрей Валерьевич
Шифр и наименование специальностей, по которым защищена диссертация	05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
Ученая степень и отрасль науки	Кандидат технических наук
Ученое звание	Доцент
Полное наименование организации, являющейся основным местом работы оппонента	Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске
Занимаемая должность	Доцент кафедры высшей математики
Почтовый индекс, адрес	214013, РФ, г. Смоленск, Энергетический проезд, дом 1
Телефон	+7 (4812) 39-11-37
Адрес электронной почты	borisowandrej@yandex.ru
Список основных публикаций официального оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чигарев А.В., Борисов А.В. Моделирование движения антропоморфного робота на плоскости с использованием пакета Mathematica // Информатика. 2013. № 2. С. 5-10. 2. Борисов А.В., Волкова Ю.Е. Оценка точности движений при изменении количества звеньев экзоскелета и антропоморфного робота // Естественные и технические науки. 2015. № 10 (88). С. 23-26. 3. Борисов А.В. Автоматизация разработки трехмерных моделей экзоскелетов со звеньями переменной длины // Мехатроника, автоматизация, управление. 2015. Т. 16. № 12. С. 828-835. 4. Борисов А.В., Кончина Л.В., Абросов Я.А. Разработка методов управления моделью экзоскелета с деформируемыми звеньями и человеком внутри // Естественные и технические науки. 2016. № 7 (97). С. 58-60. 5. Borisov A. V. Synchronization of Kinematic Chains of

	<p>Human's Muscoskeletal System and the Exoskeleton During Movement // Journal of Machinery Manufacturing and Automation. – 2016. – Vol. 5, Iss. 1. – P. 50-59.</p> <p>6. Борисов А.В., Кончина Л.В. Сравнительный анализ алгоритмов управления экзоскелетом со звеньями переменной длины // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2017. – Т.18, №4. – С. 238-245.</p> <p>7. Борисов А.В. Синтез экзоскелета со звеньями переменной длины для опорно-двигательного аппарата человека // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2017. № 5-6 (107-108). С. 59-67.</p> <p>8. Борисов А.В., Розенблат Г.М. Матричный метод составления дифференциальных уравнений движения экзоскелета и управление им // Прикладная математика и механика. – 2017. – Т. 81. – № 5. – С. 511-522.</p> <p>9. Борисов А.В., Розенблат Г.М. Автоматизация разработки экзоскелетов и антропоморфных роботов с использованием рекуррентного метода составления дифференциальных уравнений движения // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2018. № 1 (250). С. 25-31.</p> <p>10. Борисов А.В., Розенблат Г.М. Моделирование динамики экзоскелета с управляемыми моментами в суставах и переменной длиной звеньев с использованием рекуррентного метода составления дифференциальных уравнений движения // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2018. № 2. – С. 148-174.</p> <p>11. Борисов А.В. Механика пространственной модели экзоскелета и антропоморфного робота // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2018. № 3-4 (117–118). С. 46-55.</p>
--	---

Официальный оппонент:

Борисов А.В.

Подпись Борисова А.В. удостоверяю.

Ученый Секретарь Ученого совета
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске

кандидат экономических наук

30.08.2018.



Кириллова Е.А.