

СТАНОВИЩЕ
за дисертационен труд за присъждане
на образователна и научна степен „доктор“

Област на висше образование:	4. Природни науки, математика и информатика
Професионално направление:	4.6. Информатика и компютърни науки
Докторска програма:	Информационни системи (Вградени и автономни системи)
Тема на дисертационния труд:	Моделиране и управление на антропоморфен модел на робот
Автор на дисертационния труд:	Любомира Лъчезарова Митева
Научни ръководители:	проф. д-р Евгений Кръстев и доц. д-р Иван Чавдаров
Автор на становището:	доц. д-р Красимира Минкова Иванова Институт по математика и информатика при БАН
На основание на:	Заповед на Ректора на СУ РД 38-114/06.03.2023 г.

Становището е изготвено в съответствие с изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото приложение (ППЗРАСРБ) и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Софийски университет „Св. Климент Охридски“.

Представени са ми необходимите документи за оценка на електронен носител, сред които – дисертационен труд (132 стр.), автореферат на български и на английски и публикации, свързани с темата на дисертацията.

Любомира Митева представя 6 публикации, публикувани в сборници на конференции на IEEE и ACM или включени в томове на CEUR Workshop Proceedings, всичките индексирани в Scopus, с което значително надхвърля необходимия минимум от 30 точки по таблицата на ППЗРАСРБ.

ОБЩО ПРЕДСТАВЯНЕ НА АВТОРА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Любомира Митева има магистърска степен по информатика, специалност „Мехатроника и роботика“ от Факултет по математика и информатика на Софийски университет „Св. Климент Охридски“. От февруари 2020 г. до февруари 2023 г. е продължава образованието си пак там като редовен докторант в докторска програма „Информационни системи“ – Вградени и автономни системи; резултат от тази докторантура е представеният

дисертационен труд. По време на докторантурата работи като хоноруван преподавател във ФМИ, провеждайки упражнения по „Въведение в програмирането“ и „3D моделиране и проектиране и приложения в роботиката“.

ОБЩО ОПИСАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД С ПОСОЧВАНЕ НА ПРИНОСИТЕ

Целта на дисертационния труд е създаването на математически модел и прототип на равнинен антропоморфен робот с допълнителни степени на свобода, както и създаването на методи за планиране на оптимална траектория на движение при наличие на статични или динамични препятствия в работната зона на робота. Изборът на такъв тип работи е продиктуван от все по-нарастващото им използване в динамични и колаборативни среди, където допълнителните степени на свобода позволяват да изпълняват поставената задача независимо от възникващите препятствия.

За постигането на целта се поставени и изпълнени 5 основни задачи, включващи класифициране на съществуващите типове решения на обратната задача на кинематиката за равнинен робот с допълнителни степени на свобода, изследване и създаване на алгоритми за движението му, анализ и подбор на подходящи компоненти и софтуерна среда за управление, създаване на прототип на робота чрез 3D принтиране и накрая верифициране на предложената хардуерна и софтуерна система за управление и на алгоритмите за планиране на траектория, чрез компютърна симулация и експеримент с проектираната роботизирана система.

В глава 1 са класифицирани видовете работи спрямо различни характеристики – начин на задвижване, кинематична схема, брой степени на свобода. Описано е моделирането на кинематиката и са анализирани най-популярните методи за планиране на движение. Разгледани са популярни архитектури на софтуерна и хардуерна система за управление на работи, както и различни операционни системи и междинни платформи. Обсъдени са и техниките за 3D печат за целите на роботиката. Представената информация в тази глава дава общата основа, върху която да се извърши работата по дисертацията.

Във втора глава се дефинират функционалните изисквания към робота, фокус на изследването – за броя звена и стави, техните физически характеристики, необходимостта от извършване на движението с минимално съпротивление и отклонение от траекторията, както и ориентацията в работното пространство и възможността за строене на модел на поведение спрямо текущото състояние. Тук се разглеждат и решението на правата и обратната задача на кинематиката. В зависимост от знаците ъглите на въртене на втората и третата ставни координати решенията на обратната задача на кинематиката са разделени на 4 типа. На пример е показано как се разделя работното пространство на робота на различни зони, които могат да се достигнат със съответните решения, откъдето се вижда, че в работното пространство на робота съществуват траектории, за чието изпълнение се изисква смяна на вида решение на обратната задача на кинематиката. Допълнително се разглежда и случаят на наличие на препятствия, което усложнява траекторията, както и преходните конфигурации, които може да доведат до отклонение от траекторията и удължаване на времето за изпълнение. Приносите в тази глава – създаденият подход за класифициране по тип на решенията на обратната задача

на кинематиката за равнинен робот с допълнителни степени на свобода, анализът на работното му пространство при наличие на препятствия и изследването на ъгълът на сервис (обслужване) в работното му пространство, могат да се класифицират като научно-приложни.

Глава 3 съдържа описание на основните елементи, отговорни за осъществяването на движението на робота – изчисляване на позициите, които хващачът на робота трябва да достигне, като се съобрази с ограниченията на робота и наличните препятствия в работното пространство; намиране на ставните координати на робота, които удовлетворяват тези позиции; изпращане на необходимите сигнали към задвижващите устройства за изпълнение на желаното движение. Описани са изискванията към хардуерната и към софтуерната система за управление, след което са избрани подходящи компоненти и системи, които да ги удовлетворяват. За планирането на движението и коректното изпълнение на дадена траектория е разработен алгоритъм, основан на теорията на графите. За целта се извършва кинематичен анализ за определяне на броя преходни ситуации, в които роботът може да попадне при движението си от текуща точка до целта. Тъй като съществуват множество от решения на обратната задача на кинематиката за всяка една точка, решенията се ограничават само до случаите на равно отстояние на решенията едно от друго. Това позволява построяването на граф с тегла, върху който да се намери път с минимална цена за желаната траектория. Извършени са експерименти за сравнение на алгоритмите за намиране на решение, които показват предимството на предложенния алгоритъм. Предложен е алгоритъм за намиране на път при статични препятствия чрез създаване на граф с възможните безопасни позиции на робота и намиране на път в чрез прилагане на BFS. Създадено е разширение на този алгоритъм за избягване в реално време на динамични препятствия в работното пространство на робота. Предложените алгоритми представляват научно-приложни приноси.

Глава 4 верифицира предложените алгоритми, чрез компютърна симулация с помощта на симулационен софтуер Webots и реални експерименти със създадения прототип. Създаденият компютърен експеримент на разработените методи за планиране на траектория и резултатите от реалните експерименти с 3D принтиран прототип на равнинен робот с допълнителни степени на свобода, верифициращи предложените алгоритми за планиране на траектория при наличие на статични или динамични препятствия в работното пространство на робота може да се разглеждат като приложни приноси.

Заклучението обобщава получените резултати и изпълнените задачи, както и определя задачите за бъдещо развитие.

Използван е богат набор от литературни източници: общо 98 референции (от тях 4 на български, останалите – на английски; 16 са препратки към документация на различни системи, останалите са препратки към книги и публикации). Развитието на темата през годините е достатъчно добре проследено (около 20% от източниците са от миналия век, почти толкова са от началото на нашия век, над половината са от предишното десетилетие и почти 10% са от последните три години).

Работата е оригинална и не се установява плагиатство.

Цялата работа на Любомира Митева се откроява със систематичен подход на изложение, задълбочено представяне на изследванията и оригинални идеи.

ОЦЕНКА ЗА АВТОРЕФЕРАТА КЪМ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Авторефератът (на български и английски) отразява същността на дисертационния труд, основните приноси, както и работата на Любомира Митева по изпълнението на задачите на докторантурата. Текстът е добре структуриран.

ПУБЛИКАЦИИ И ДРУГИ ДЕЙНОСТИ, СВЪРЗАНИ С ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Любомира Митева представя шест публикации, свързани с темата на дисертацията. Те отразяват съществени елементи от изследванията по дисертацията. Публикациите са съвместни като са предоставени декларации за равностойността на приноса на всички автори за всяка от публикациите.

Любомира Митева има активна публикационна дейност – 20 статии, индексирани в Скопус; 4 от тях се цитират 6 пъти в други индексирани от Скопус статии (изкл. самоцитати). Активно се включва в научноизследователски проекти. Води и курс за бакалаври, свързан с тематиката.

БЕЛЕЖКИ КЪМ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Нямам съществени бележки към дисертационния труд.

Предложените алгоритми са оригинални, но по мое мнение малко неясно описани.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“. Давам своята положителна оценка и предлагам на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Любомира Лъчезарова Митева в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика; професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки.

01.05.2023 г.

гр. София

Автор на становището:

доц. д-р Красимира Иванова