

РЕЦЕНЗИЯ

**на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен
„доктор“**

Автор на дисертационния труд: маг. инж Благовест Христов

Тема на дисертационния труд: Проектиране и управление на мултимерна жиро-стабилизирана платформа за видеозаснемане за безпилотни летателни апарати

Рецензент: проф. д-р инж. Димчо Стоилков Чакърски-ТУ, София - **катедра:** Автоматизация на дискретното производство

Професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика

Научна специалност: Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката

Настоящата рецензия е изготвена въз основа на Заповед № 19/12.02.2020 г. на Директорана института по роботика - БАН и Протокол от първото заседание на научното жури от 14.02.2020 г. г.

1. Общо описание на дисертационния труд и на приложените към него материали

Дисертационният труд съдържа 122 страници основен текст и приложение от 40 страници. Илюстриран е с множество фигури (82 бр.). Структуриран е в 4 глави. Литературната справка обхваща 111 заглавия, от които 1 на кирилица, 1 интернет адрес 109 на латиница.

Научният съвет на ИР - БАН е взел решение за разкриване на процедура за публична защита на дисертационния труд (Протокол № 1 от 27.01.2020 г.).

Маг. инж Благовест Христов е роден на 18.11.1987 г. в гр. София. През 2010 г. завършва висше образование в ТУ- София специалност "Авиационна техника и технологии", ОКС "бакалавър" и през 2012 г. същата специалност ОКС "мгистър.

Маг. инж Благовест Христов е записан в редовна докторантура от 1.01.2016 год. със Заповед № 6/29.01.2016 г. на Директора на ИСИР-БАН. Той е изпълнил всички ангажименти от индивидуалния план, положени са успешно всички изпити от докторантския минимум. Има заповед на Директора на Института по роботика за отписване от докторантура (Заповед №16/16.01.2019 г.).

Дисертантът понастоящем работи на длъжност „Инженер - индустриални машини и системи“ в в секция " Интерактивна роботика и системи за управление" при Института по Роботика на Българската Академия на Науките - София.

2.Актуалност на проблема

Темата за проектиране и управление на мултимерна жиро-стабилизирана платформа за видеозаснемане за безпилотни летателни апарати(БЛА) е актуална. Това поставя много високи изисквания към системите за управление на безпилотните летателни апарати. Основната цел е да стабилизира и позиционира товара като трябва да компенсира външните смущения, породени от вибрации в конструкцията и движението на БЛА. Масово практика е да се

използват 3-осеви гимбали за тази цел, колкото и са осите на движение на БЛА. Възникват ситуации, при които те не могат да се справят с поставените им задачи достатъчно добре.. Тази тема е приоритет за много изследователски екипи и центрове.

3. Познаване състоянието на проблема

Докторантът познава много добре състоянието на разглеждания проблем. Той е оформил библиография от 111 заглавия, повечето от които на латиница.

Обзорната част е аналитична, като са разгледани видовете гимбали и основните компоненти на една жиро-стабилизирана система. Изяснени са характеристиките на всеки един елемент като са отбелязани стандартно използвани похвати и възможности за тяхното подобрене. Показани са причините поради, които се налага търсене на оптимални решения и подобряване на характеристиките на стандартен гимбал, а именно предлагане на решение с компактни размери, подобрени стабилизиращи свойства и децентрализирано управление на всяко звено.

В резултат на направения обзор е формулирана целта на дисертационния труд.

Целта на дисертационния труд е да се проектира и да се предложи управление на многомерна жиро-стабилизирана платформа за видеозаснемане за безпилотни летателни апарати..

За постигане на тази цел е предвидено да се решат пет **основни задачи**:

- Да се предложи подход за проектиране на 5 осев гимбал на базата на анализ на съществуващите методи за контрол на безчеткови електродвигатели, отговарящи на условието за работа при ниски скорости и голяма прецизност ;
- Да се извърши сравнителен анализ на данни по схема, чрез използване на MEMS инерциални модули;
- Проектиране и изработка на многоцелеви модул, който може да изпълнява ролята, както на централен така и на модул за управление на безчетков електродвигател ;
- Да се разработи 3D модел на гимбал и да се конструира прототип чрез 3D принтиране;
- Провеждане на експериментални изследвания, с цел доказване на работоспособността на проектирания гимбал.

В **глава втора** са разгледани основните параметри на безчетков електродвигател и методика за определяне им спрямо конкретно зададено натоварване и условия. Представени са конструктивните особености и спецификата в управлението на работата им както и различни методи за контролиране на посока и скорост на движение. Избрани са два различни подхода за контрол и са съпоставени един спрямо друг чрез изграждане на опитна постановка.

Глава 3 е посветена на Изследване на MEMS инерциални модули. са разработени и практически реализирани модулите за управление на мобилни сервизни работи, базирани на RISK микропроцесорна архитектура. Предложена е опитна постановка. Разгледани са режимите на работа.

В глава 4 е разработен многоцелеви модул, който може да изпълнява функцията както на централен управляващ блок(ЦУБ), така и на модул за

управление на безщетков електродвигател (BLDC). Разработването включва проектиране на печатна платка и изготвяне на фърмуер за управление на модула. С помощта на блок схеми (UML диаграми) са представени алгоритмите на работа на ЦУБ и на модула за контрол на BLDC. На базата на тези диаграми е създаден програмен код, който се зарежда в микроконтролера на многоцелевия модул. За осъществяването на външен контрол на модула е реализирана система с безжична свързаност, осигуряваща WEB сървър и портал, чрез който се осъществява управлението.

В глава 5 е представена кинематиката и динамиката на 5-осев гимбал. Проектиран е 3D модел на базата на поставени изисквания към тялото на гимбала. Разгледана е всяка една част с характерните и особености. Изработен е прототип чрез 3D принтиране. Извършени са експерименти за установяване ползата от разработката и е направен анализ на получените резултати.

4. Подход и решение на проблема

Докторантът е възприел реалистичен методичен подход за постигане на целта. На базата на литературните източници и въз основа на собствени анализи и изследвания оценява и формира методичен подход за решаване на поставените задачи и за постигане на целта.

Оценявам възприетите от автора подходи и приложени решения като правилни за постигане на целта и формулираните задачи в дисертационния труд, което се потвърждава и от постигнатите резултати.

5. Достоверност на получените резултати

Дисертационният труд е разработен в обем от 122 страници основна текстова част, вкл. илюстрациите и списък на използваната литература и приложение от 40 страници.

Въз основа на известни в литературата и практиката постановки, докторантът изучава проблемите и предлага съответни решения.

За решаване на поставените задачи е използван съвременен инструментариум, в т.ч. математическо моделиране, алгоритмизиране, оптимизация, програмиране и др.

На основата на извършеното в дисертационния труд, а именно: разработени модели, алгоритми, модули за управление, приложен софтуер, анализи и оценки, които приемам за достоверни и достатъчни за исканата образователна и научна степен доктор.

6. Основни приноси

Формулиран и доказан е с нови средства съществуващ научен проблем, като са разгледани съществени нови страни и са приложени нови методи на изследване, като са доказани и нови факти.

Научно-приложни приноси

- Представен е подход за използване и контрол на безщеткови електродвигатели при проектиране на 5 осев гимбал, на база анализ на съществуващите методи, отговарящи на условието за работа при ниски скорости и голяма прецизност.
- Представен сравнителен анализ на данни по схема, при използване на MEMS инерциални модули.

- Проектиран и изработен многоцелеви модул, който изпълнява ролята, както на централен така и на модул за управление на безчетков електродвигател.
- Изработен е функциониращ прототип на базата на създадения модел, давайки възможност да се оценят на живо изпълнените задачи

Приложни приноси

- Изработен е 3D модел на гимбал, който е оптимизиран за 3D принтиране.
- Проведени са експериментални изследвания, доказващи работоспособността на проектирания гимбал за целите на стабилизиране на видео от камера.
- Основните резултати могат да се използват в научните изследвания на Института по роботика и инженерната практика на фирми и организации, занимаващи се с безпилотни летателни апарати.

7. Публикации по темата на дисертацията.

Основните резултати по дисертационния труд са отразени в 3 публикации, от които две са самостоятелни. Една от статиите е публикувана в чужбина(Пенсилвания).

8- Използване на получените резултати в практиката

Резултатите от дисертационния труд могат да се използват в инженерната практика при проектиране и управление на мултимерна жиро-стабилизирана платформа за видеозаснемане за безпилотни летателни апарати

Може да се отбележат следните достойнства на дисертационния труд, разработен от маг. инж. Благовест Христов:

- Извършен е много задълбочен анализ на съществуващи видовете гимбали и основните компоненти на жиро-стабилизирана система и са изяснени характеристиките на всеки един елемент като са отбелязани стандартно използвани методи и възможности за тяхното подобрене, което е послужило за професионално разработена дисертация и реализация на основните резултати в инженерната практика.
- Изучен и е използван съвременен инструментариум за разработването на дисертационния труд.
- Изработен е 3D модел на гимбал, оптимизиран за 3D принтиране.

9. Лични впечатления

Не познавам маг. инж. Благовест Христов. Определено считам, че маг. инж. Христов притежава необходимите качества, задълбочен е и се е доказал, че може да извършва научни изследвания самостоятелно и в екип.

10. Критични бележки и препоръки по дисертацията

Въпреки положителната ми оценка на дисертационния труд, имам следните забележки и препоръки, повечето от които са от формално естество и не намаляват достойнствата му:

- Правилно е да се пише безлично.
- Основните изводи от обзора не са представени пунктуално.
- Срещат се някои терминологични неточности.
- Има някои редакционни и технически грешки, които не са отстранени.

Заклучение.

Моята обща оценка за представения дисертационен труд е положителна. Същият е завършен по обем и съдържание. Постигнати са достатъчно научно-приложни и приложни приноси.

Докторантът Благовест Христов е събрал необходимите кредити при изпълнението на минималните национални изисквания, както е указано в ЗРАС, Правилника на БАН и Вътрешните правила на ИР.

Въз основа на запознаването ми с представената дисертационна работа, съдържащите се в нея научно – приложни и приложни приноси считам, че представеният материал на дисертационен труд отговаря напълно на изискванията на Закона за РАСРБ и Правилника за реда и условията за придобиване на научни степени на БАН. Изпълнени са всички изисквания за получаване на образователната и научна степен доктор.

Предлагам на уважаемото научно жури да оцени положително дисертационния труд на докторанта маг. инж Благовест Христов, като му присъди образователната и научна степен „доктор” по професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност " Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката ".

София, 20.04.2020 г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

(проф. д-р инж. Димчо Чакърски)