

РЕЦЕНЗИЯ

относно дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен

„доктор“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Светослав Емилов Кременски

Тема на дисертационния труд: **Интегриране на мозъчно машинен интерфейс и**

социални работи с приложение в различни обектни области

от проф. д-р Мая Димитрова –ИР-БАН, София, секция “Интерактивна роботика и системи за управление“ (ИРСУ)

Професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, Научна

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

Магистър инж. Светослав Емилов Кременски е завършил висше образование в ТУ - София специалност „Телекомуникации“, ОКС „бакалавър“ през 2016г. и ОКС "магистър“ в специалност „Радиокомуникации“ през 2018г. Той е зачислен в редовна докторантура от 01.01.2020г. в ИР-БАН. Има заповед на Директора на Института по роботика, БАН за отчисляване от докторантура с право на защита № 125^Б/17.12.2024г. Понастоящем работи на длъжност „Главен инженер“ в А1 България.

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

Дисертационният труд е с обем 177 страници, съдържа 35 фигури и 2 таблици, и се състои от увод, 4 глави, заключение, насоки за бъдеща работа, приноси на дисертационния труд, източници и 3 приложения. Използваната литература включва 138 публикации на съвременни изследвания в невромаркетинга и програмиране в „интернет на нещата“. Като цяло библиографията е достатъчна и адекватна на поставените задачи в дисертационния труд.

2. Актуалност на проблема

Интегрирането на мозъчно-машинен/компютърен интерфейс (МКИ) и социални работи в контекста на невромаркетинга е изключително актуално направление на проучванията на явните или неявни нагласи на потребителите както по отношение на даден продукт, така и в зависимост от метода на внушение, използван за повишаване на неговата атрактивност.

Настоящият дисертационен труд отговаря на очевидната потребност от подобни системи като предлага иновативна методология за превръщане на социалните работи в

обекти в „интернет на нещата“, които реализират невромаркетинг в процеса на диалог с потребителя. Реализирана е система, която е съвместима със съвременните подходи, имащи за цел изпращането на ЕЕГ сигнали към облачни платформи за по-бърз анализ на мозъчната активност, като роботите паралелно използват облачни услуги за обработка на естествен език (ОЕЕ) за да трансформират предпочитания и намерения в реч за осигуряване на ергономично и безопасно сътрудничество човек-робот както в домашни, така и в индустриални условия.

Предметът на изследването в тази дисертация е процесът на интеграция между МКИ и социалните роботи като обекти в „интернет на нещата“ с цел усъвършенстване на тяхната комуникация с приложение в областта на невромаркетинга.

3. Познаване състоянието на проблема

Докторантът инж. Светослав Кременски познава много добре състоянието на разглеждания проблем. Той използва библиография от 138 заглавия на английски език за източници в областта на невроинформатиката и програмирането в „интернет на нещата“. Дисертацията се състои от увод, четири глави, заключение и насоки за бъдещи изследвания.

В първа глава е направен обзореан анализ на мозъчно машинен интерфейс и социални роботи с приложение в различни сфери като е установена недостатъчна съвместимост на комуникационните канали на мозъчно-машинния интерфейс с обекти в „интернет на нещата“ от една страна и със съществуващи комерсиални социални роботи – от друга. Формулирана е **целта на дисертационния труд**:

Д се разработи и валидира универсална *методология* за интегриране на различни устройства за МКИ и социални роботи в „интернет на нещата“, която може да бъде използвана за прогнозиране на предпочитания и намерения в сферата на невромаркетинга.

За постигане на тази цел са поставени 4 основни задачи:

1) Анализ на съществуващите изследвания в предметната област на дисертацията и проучване на съществуващите ММИ устройства, социални роботи и възможните сфери за приложението им.

2) Системен анализ на съществуващите софтуерни платформи за интегриране на ЕЕГ базиран мозъчно-компютърен интерфейс и социални роботи в „интернет на нещата“; Изследване на методи за трансформация на социални роботи в IoT „неща“ в зависимост от хардуерните и софтуерните им конфигурации; Изследване на методи на

машинното обучение за характеризиране и класифициране на мозъчната активност при взимане на решения или избор.

3) Изследване и проектиране на нова методология за интегриране на ММИ и социални работи в „интернет на нещата“ за различни обектни области. Разработване на оригинални методи и алгоритми за интегриране на различни устройства за ММИ и социални работи чрез платформата Node-RED.

4) Валидиране на предложената методология с устройство openBCI и социален робот Фурхат с приложение в сферата на невромаркетинга за изследване на спонтанните емоционални реакции на потребителите към рекламираните продукти и техния избор. Разработване на експериментален и демонстрационен софтуер.

4. Подход и решение на проблема

Тези задачи за решени задълбочено и аналитично в главите от дисертацията. Във втора глава е представено системно изследване на софтуерни методи за проектиране и интегриране на ЕЕГ базиран мозъчно-машинен интерфейс и социални работи в „интернет на нещата“. В трата глава са представени разработените оригинални методи и алгоритми за интегриране на мозъчно машинен интерфейс и социални работи.

Особено значим е предложеният нов подход с използване на производни (първа и втора) на ЕЕГ сигналите или ЕЕГ мощността в честотните ленти, което може да разкрие нелинейни зависимости, както и нов невромаркер, основан на корелация на Пиърсън между вторите времеви производни на ЕЕГ мощността в различните електроди в ранния интервал на реакция на мозъка (50–200 мс).

Четвърта глава описва експерименталното тестване и верифициране на методология за прогнозиране на избора на потребителите въз основа на интегриране на ЕЕГ-базиран мозъчно машинен интерфейс и социален робот Фурхат за интелигентен невромаркетинг.

5. Основни приноси

Формулирани са 6 основни научно-приложни приноса на дисертацията, които напълно приемам.

1. Разработен е нов концептуален модел за взаимодействие със социални работи чрез ЕЕГ сигнали в IoT среда, реализиран чрез платформата Node-RED. Формулирани са основните функционални изисквания за предаване, анализ и обработка на ЕЕГ сигнали и тяхното преобразуване в управляващи команди за социални работи.

2. Разработени са оригинални методи и алгоритми за лесно трансформиране на социални работи в IoT устройства - за Pepper чрез MQTT и Python дъщерни процеси в

Node-RED, а за Фурхат чрез HTTP протокол с GET/POST заявки от софтуерния модул за управление на поведението, обработвани в Node-RED от HTTP приемащ възел.

3. Разработена е IoT-базирана архитектура за интеграция на ЕЕГ - базиран ММИ и социални роботи, реализирана в Node-RED с готови възли за ЕЕГ устройства и визуално програмиране, която чрез изпълнение на външни Python дъщерни процеси осигурява динамично управление на хардуерните и софтуерните ресурси и асинхронен обмен на данни.

4. В областта на невромаркетинга са разработени нови методи и алгоритми за анализ на динамичното сходство на пространствено-времените ЕЕГ сигнали, отразяващи спонтанните реакции на потребителите, чрез извличане на характеристики, базирани на вторите производни на мощността на сигналите.

5. Въз основа на тези алгоритми е дефиниран нов невромаркер за оценка на потребителския избор, използващ корелация на Пиърсън в плъзгащи прозорци. Той измерва пространствено-временото сходство на реакциите (до ~2 сек.) и предлага изчислително по-лека алтернатива на класическия уейвлет анализ и трансформацията на Фурие.

6. Разработени и експериментално верифицирани са методология и софтуер за невромаркетингови изследвания в реално време чрез интеграция на OpenBCI и социалния робот Фурхат. Чрез комбиниране на анализ на динамичното сходство в плъзгащи прозорци и статистически анализ (Cohen's d с 95% доверителни интервали), са идентифицирани ключовите електроди и честотни ленти, отразяващи спонтанните емоционални реакции при потребителски избор.

Така представените приноси могат да тласнат във фундаментална посока цялостната рамка на представените в дисертацията изследвания по интелигентна комуникация, включваща мозъчно-компютърен интерфейс и социални роботи, използващи потенциала на големите езикови модели за дълбочинна интерпретация на човешките предпочитания и намерения в ситуации на социално мотивирано вземане на решения.

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.

6. Достоверност на получените резултати

За решаване на поставените задачи е използван съвременен инструментариум, в т.ч. софтуерно програмиране, клъстерно моделиране, невронни мрежи, математическа

статистика и др. Изследванията, представени в дисертационния труд, а именно: методи на инженерния анализ и синтез, разработени модели, алгоритми и получени данни приемам за достоверни и достатъчни за исканата образователна и научна степен „доктор“.

7. Публикации по темата на дисертацията

Представени са 2 излезли от печат публикации във връзка с дисертацията и една статия под печат. Дисертантът е първи автор в статия на международна конференция IEEE, индексирана в Scopus, както и съавтор на статия в списание с импакт фактор. Забелязани са 5 цитирания в престижни издания, което надхвърля изискванията и е независим индикатор за перспективността на научните изследвания.

8. Лични впечатления

Познавам инж. Светослав Кременски като колега в секция ИРСУ на Институт по роботика, БАН. Нямаме общи научни изследвания или публикации. Определено считам, че инж. С. Кременски притежава необходимите качества и е доказал своите прецизност, мотивираност и задълбоченост в реализацията на научни изследвания както самостоятелно, така и в екип.

9. Критични бележки и препоръки по дисертацията

Нямам критични бележки към дисертационния труд, който е представен много добре като структура и научен стил.

10. Заключение

Моята обща оценка за представения дисертационен труд е положителна. Същият е завършен по обем и съдържание. Докторантът инж. Светослав Кременски е събрал необходимите кредити при изпълнението на минималните национални изисквания, както е указано в ЗРАС, Правилника на БАН и Вътрешните правила на ИР-БАН.

Въз основа на запознаването ми с представената дисертационна работа и съдържащите се в нея 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.

София, 2.07.2026 г.

Подпис: