

СПРАВКА ЗА НАУЧНИТЕ И НАУЧНО - ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ, съдържащи се във формат на монографичен труд

на

доц. д-р СНЕЖАНКА ПЕТРОВА КОСТОВА

Във връзка с участието ѝ в конкурс за професор в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика за нуждите на секция „Интерактивна роботика и системи за управление“ (Интерактивна роботика в образованието), обявен в "Държавен вестник", бр. 44/ 21.05.2024, стр. 18.

За участие в конкурса са представени 26 научни публикации, 15 от които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Scopus и Web of Science). Шест от публикациите са с Impact Factor а други седем с SJR . Четири от публикациите са самостоятелни, в 8 публикации съм първи автор, в 2 съм втори автор, в 4 съм трети автор а в останалите 8 съм след трето място в списъка с авторите.

Голяма част от представените научни публикации са свързани с реализацията на няколко успешно приключили и три активни към момента научноизследователски проекта по темата на конкурса:

- COST Action “advancing Social Inclusion through Technology and Empowerment (a-STEP), финансирана от Европейската комисия, 2020-2024г.; Член на управляващия комитет; Активен.
<https://www.a-step-action.eu/>;
- SubSPEED: MSCA-RISE-2017 – „Кибер-физически системи за педагогическа рехабилитация в специалното образование“, №77772077720, MSCA-RISE-2017; Приключил
<https://cordis.europa.eu/project/id/777720>
- проект № 07_ECVII_PA07_RONI, 2017-2019г., DSPF, “Increasing the well being of the population by Robotic and ICT based innovative education”; Ръководител на международен проект; Приключил
<http://ir.bas.bg/ronni/index.html>;
- Проект № Д03-90/27.05.2015 ЕЕА Grand Project EU BG09, METEMSS, 2015-2017, „Методологии и технологии за повишаване на двигателните и социални умения на деца с проблеми в развитието“, BG09, ЕЕА Grants; <http://ir.bas.bg/METEMSS/index.html>.
Приключил.
- проект № КП-06-КОСТ/14 „Приложение на иновативни асистирани технологии в процеса на социално включване на хора с разстройства от аутистичния спектър и/или интелектуални увреждания”, ФНИ; Ръководител на проекта, Активен.
- проект № КП-06-Н67/1 „Иновативна методология за интегриране на асистирани технологии в логопедичната терапия при деца и подрастващи”, финансиран от ФНИ; Активен. <https://atlog.ir.bas.bg>
- проект № ДСД-2/05.04.2017 г, “Робо-Академия”, „За въвеждане на съвременни методи в образованието и работа с млади таланти “МОН - ПМС №347; <https://www.facebook.com/robo.academy.bg/>

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Доц. д-р СНЕЖАНКА ПЕТРОВА КОСТОВА

РОБОТИЗИРАНИ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИЕТО –
СЪСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВИ

Тематично обединените и систематизирани научни трудове, равностойни на
монография

*съгласно Чл. 29, ал. 1, т.3 от ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда
за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в
БАН, Приложение №1, Област 5., табл.2, т.4*

София, юли 2024г.

Бурното развитие на новите, компютърно - базирани технологии и в частност на роботизираните технологии предполага тяхното масово навлизане в образованието. Тяхното приложение като асистиращи устройства за подпомагане на учебния процес и повишаване на неговата ефективност, така и за да подготвят младите хора за успешно навлизане във все по-конкурентния и дигитализиран пазар на труда след завършване на училище. Тази тенденция намира реализация в подпомагането на STEM образованието както финансово, така и методично. Въпреки позитивните тенденции, редица изследвания показват, че има съществена разлика в развитието на технологиите и способността на образователната система да ги следва. Причините за това са многобройни, но най-съществените от тях са недостатъчната подготовка на преподавателите по различните дисциплини да използват новите технологии в образователния процес, високата цена на много от устройствата, в частност на роботите, необходимостта от специализирана поддръжка и други. Спазването на етичните регулации при използването на новите технологии и осигуряването на безопасна работа с тях също са важен фактор в процеса на прилагането им.

Институтът по роботика при БАН и в частност секция „Интерактивна роботика и системи за управление“ активно работят за подпомагане процеса на използването на роботизирани технологии в училищата, и в частност на интерактивната роботика, която предполага наличие на взаимодействие както между децата и робота, така и по-сложна конфигурация, включващата няколко робота и дете. Многобройните международни сътрудничества със световни научни мрежи, реализирани в рамките на научно-изследователските проекти, в които участваме и контактите с училища, педагози, психолози, родители и други заинтересовани групи са гаранция за нашата успешна работа. Специално място заема не само работата с деца в норма но и грижата за подпомагане терапията и образованието на деца със специални образователни потребности. Стремежът ни е всички разработени технологични решения, продукти, софтуер и др. да бъдат приложени в реална среда в училища и центрове за деца със СОП при спазване на всички етични норми.

Процесът на взаимодействие на детето с робота се провежда на няколко стъпки, като след всяка стъпка се прави оценка на резултата и ако е необходимо, се правят промени в установката и сценария с цел постигане на по-добри крайни резултати. Този процес е формализиран и описан като линейна дискретна система за управление с параметри, които по своята същност на неотрицателни. Ето защо част от приносите са свързани с научни постижения в теорията на управлението на позитивни линейни системи, в областта на които кандидатът в конкурса има експертиза.

Казаното по-горе определя научните интереси и научните постижения, които са систематизирани и описани в следните приноси:

I ПРИНОС

- а) Направен е систематичен преглед и задълбочен анализ на използването на комерсиални социални работи и платформи в образованието като е оценена тяхната ефективност от гледна точка на техническите им характеристики, предимства, недостатъци и потенциалът им за по-широко използване в училищата. Изследвани са емпирични резултати от научната литература за тяхното използване в образованието за двете години, предхождащи публикацията. Направен е сравнителен анализ между селектираните работи по избрани показатели. Дискутирани са предизвикателствата и бариерите пред масовото им приложение като средства за подпомагане на образователния процес;
- б) Изследвани са възможностите и спецификите за въвеждане на новите технологии в образованието по три направления – в масовото образование, в т.н. неформално образование с извънкласни дейности и в образованието за деца със специални образователни потребности;
- в) Направено е проучване сред учители/експерти и родители (231 родители и 197 учители/експерти) чрез въпросници в четири страни от Балканите (България, Гърция, Хърватия и Босна и Херцеговина) относно нагласите на целевите групи за използването на новите технологии и роботите в образователния процес. В този контекст са дефинирани и тествани седем хипотези. Резултатите от изследването могат да бъдат използвани за разработване на стратегии и политики, целящи ускоряване на процеса на внедряване на новите технологии в образователния процес както в участващите страни, така и в региона на Балканите;

Изследванията са част от дейностите в рамките на международен проект, „Повишаване на благосъстоянието на населението чрез базирано на роботика и информационни технологии иновативно образование” (RONNI), финансиран фондовете на Дунавската стратегия (EUSDR) и ръководен от доц. С. Костова.

[Публикации: 4.5, 7.4, 8.7 и 4.7]

II ПРИНОС

Създадени са кибер - физични системи за интерактивни игри с хуманоидни и нехуманоидни роботи за целите на приобщаващото образование на деца със специални образователни потребности. Системите дават възможност за отчитане на индивидуалните нужди на децата и чрез персонализация на терапията да се повиши нейната ефективност. Проведени са пилотни тествания на игрите в лабораторни условия с деца в норма, последвани от реални експерименти, проведени в дневни центрове за деца със специални образователни потребности. Направен е анализ на получените резултати, който доказва предимствата на системата. Изследванията са част от дейностите по проект SubSPEED: MSCA-RISE-2017 – „Кибер-физически системи за педагогическа рехабилитация в специалното образование. [Публикации: **4.8, 8.2, 8.4**]

III ПРИНОС

Изследвани са психосоциалните и психофизическите аспекти на взаимодействието с хуманоидни и нехуманоидни роботи. Предложена е формализация на итеративния игрови процес на взаимодействие на децата с роботите чрез използване на апарата на линейните дискретни системи за управление. Започвайки от дадено начално състояние на играта, след всяка итерация учителят или терапевта оценяват по предварително зададена скала промените в поведението и развитието на детето. Вследствие на тези оценки могат да бъдат направени два типа модификации (управляващи въздействия) – добавяне на нови функции в играта или добавяне на нови елементи в конструкцията, които да отчетат индивидуалните предпочитания на детето и така да стимулират неговата активност. [Публикация: **4.10**]

IV ПРИНОС

- а) Разработена и тествана експериментално е система за логопедична терапия (Speech and Language Therapy - SLT) за деца с комуникационни нарушения, която има потенциал за работа в Интернет на нещата (IoT) за дистанционно доставяне на социални услуги и логопедична терапия. Чрез използване на Node-RED платформата, системата свързва различни приложения, услуги и асистивни технологии както за подпомагане на терапията, така и за нейната оценка. Системата е валидирана с хуманоидният робот НАО, емоционално експресивен робот ЕмоСан (създаден в ИР-БАН), устройство Emotiv EPOC+ за записване на мозъчни сигнали, Кинект сензор и облачни услуги за обработка на естествен език. Изследванията са проведени в детски логопедичен център с 15 деца на възраст от 3 до 10г. в рамките на 6 месечен период. Предложената система дава възможност за гъвкави решения и може да бъде използвана и за друг тип образователни и/или терапевтични цели.

- b) Предложен е модел за разбиране на естествен език при взаимодействието човек-робот чрез използване на GPT модели като услуга в IoT. Моделът използва уеб или облачни услуги за обработка на естествен език (NLP), Speech-to-Text (STT) и Text-to-Speech (TTS) за генериране и възпроизвеждане на текст, отговаряне на въпроси др. Моделът е създаден за да бъде използван в логопедичната терапия с хуманоиден робот НАО, но може да бъде приложен и с други програмируеми роботи. [Публикации: **4.9, 8.8 и 8.9**]

V ПРИНОС

Създаден е мозъчно-компютърен интерфейс (Brain Computer Interface - BCI), базиран на EEG сигнали, които се записват в реално време чрез неинвазивно, портативно устройство Emotiv EPOC+. EEG данните се използват за управление на робот, като по този начин детето получава обратна връзка за нивото на концентрацията си. Комбинацията на BCI с програмируеми роботи в единна рамка дава възможност предварително дефинирани характеристики за честотните ленти да се транслират в команди към робота. Този подход е използван за навигация на 3D принтиран крачещ робот Big Foot, създаден в ИР-БАН за образователни цели и за анализ и оценка на емоционалното състояние на децата.

Отчетени са съществуващите предизвикателства, свързани с етичните процедури, с изчистване на данните от артефакти, получени при движение на главата и други чувствителни теми. [Публикации: **4.6 и 8.5**]

VI ПРИНОС

Решени са три задачи от управлението на позитивни линейни дискретни системи, които се използват за моделиране на игровия образователен и терапевтичен процес.

- a) Първата задача е за стабилизация на позитивна линейна дискретна система (SISO и MIMO) чрез обратна връзка по състоянието, базирана на теоремата на Brauer. Подходът позволява модифициране само на избрани собствени стойности, без да се променят останалите. Доказани са достатъчни условия за позитивност и устойчивост на затворената система. Резултатите са илюстрирани с числени примери.
- b) Предложено е решение на Linear Quadratic Regulator (LQR) problem за дискретни системи с ограничение за неотрицателност на състоянието. Решението се базира на известното в литературата решение на задачата без наличие на ограничение за неотрицателност. Доказани са достатъчни условия, наложени върху системните и тегловите матрици, които гарантират устойчивост, оптималност и позитивност на затворената система. Резултатът е илюстриран с числен пример.

с) Предложено е решение на Linear Quadratic Regulator (LQR) problem като е използвана теорията на инвариантните множества. Дефинирано е допустимо множество от начални състояния и е доказано, че за всяко начално състояние принадлежащо на това множество, неотрицателния ортант е инвариантен за системата. Разгледани са двата възможни случая: (1) когато началното състояние принадлежи на допустимото множество и (2) когато не принадлежи на допустимото множество. Предложени са процедури за решаване на проблема за двата случая, които са илюстрирани с числени примери.

[Публикация: **4.1, 4.2, 4.3 и 8.3**]

Подпис:

/Снежанка Костова/