

# СТАНОВИЩЕ

за конкурс за академичната длъжност „доцент”, ДВ, бр.97/15.11.2024 г.  
с кандидат: гл. ас. д-р Кристина Иванова Динева

от проф. дтн Красимира Стоилова – Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН

Със заповед № 9 от 10.01.2025 г. на Директора на ИИКТ-БАН, издадена на основание на решение на НС на ИИКТ, протокол №13 от 19.12.2024 г. съм определена за член на научното жури по конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент” в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика; професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки”, научна специалност 01.01.12 „Информатика” за нуждите на секция „Моделиране и оптимизация” на ИИКТ-БАН. За обявения конкурс документи е подал само един кандидат – гл. ас д-р Кристина Иванова Динева.

## 1. Общо описание на представените материали

Гл. ас д-р К. Динева е представила всички необходими материали за участие в конкурса съгласно чл.10(1) от Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ-БАН.

Гл. ас д-р К. Динева е доктор от 18.12.2020 г.

Представена е служебна бележка относно общия трудов стаж в ИИКТ-БАН, който е 5 години, от които като главен асистент работи 3 години и 3 месеца.

## 2. Обща характеристика на научната и научно-приложна дейност

Всички представени 17 научни публикации не повтарят публикации от дисертацията. Всички публикации са на английски език. От публикациите 14 са с SJR (от тях 3 са в квартил Q1 и 1 - в Q2; 4 са с IF (сумата на IF е 11.3)) и 3 са индексирани в Scopus. В 13 от публикациите К. Динева е на първо място сред авторите, в 1 публикация е на второ, в 2 - на трето и в 1 на четвърто място.

Научните интереси на гл. ас. К. Динева съгласно публикациите за конкурса са свързани с проектиране на информационни системи във връзка с разработването на Националната научна програма „Ителигентно животновъдство“, които може да се причислят в три основни насоки:

- *Методи и процеси за събиране, анализиране, обработка и моделиране на Данни [Г02, Г0-3, Г-8, В-3]*
- *Информационни системи с машинно самообучение (ML) и изкуствен интелект (AI) [Г-3, Г-1, Г-4, Г-7, Г-9, Г-10, Г-0]*
- *Информационни системи с облачни технологии [Г-5, Г0-1, В-1, В-2, Г-2]*

Тази класификация е условна, тъй като большинството от публикациите съдържат резултати и от трите посочени направления.

Не са ми известни данни за наличието на плагиатство в представените трудове.

## 3. Анализ на научните и научно-приложни постижения съгласно материалите **НАУЧНОПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ**

*Информационни системи с машинно самообучение (ML) и изкуствен интелект (AI) [Г-3, Г-0, Г-1, Г-4, Г-6, Г-7, Г-8, Г-9, Г-10]*

Изследванията в това направление са свързани с изграждането на информационни системи, характеризиращи се със събирането и обработката на хетерогенни данни,

предимно от IoT устройства. Прилагани са различни техники за обработка на тези данни и различни алгоритми за машинно обучение (ML) и са създадени модели за класификация, регресия, кълстериране, откриване на аномалии и предоставяне на препоръки за вземане на решения. Резултатите от тези изследвания са доразвивани и обогатявани във времето съгласно публикациите по-долу.

Направен е сравнителен анализ с отчитане на предимствата, недостатъците и различните области на приложения в реалния свят за всяка от четирите групи алгоритми за ML - контролирано, неконтролирано, полуkontrolирано и обучение с подсилване [Г-3].

Представена е архитектурна рамка с решения за машинно обучение, внедрени като услуга в група микроуслуги [Г-1]. Архитектурната рамка за предоставяне на IoT услуги е проектирана следвайки методологията Agile. Дефинирани са изискванията към софтуерната архитектура и очакваните функционалности на системата. Анализът на машинно обучение (ML) за IoT (като парадигма за обработка за интелигентно боравене с IoT данни) е представен като част от платформа за микроуслуги.

Предложен е подход за изграждане на разпределена платформа, интегрираща модели за ML и изкуствен интелект (AI) [Г-4]. Използва се система за съобщения, която е в състояние да извлича, обработва и анализира информация от данни в реално време от дистанционно наблюдавани кошери. Събранныте данни се обработват, анализират и след това се прилагат модели за машинно обучение. Получените резултати се визуализират в специален потребителски интерфейс. Основните изисквания към разработената софтуерна платформа са ясно дефинирани услуги, като всяка услуга трябва да изпълнява строго определена задача, без да пречи на работата на други услуги.

Изградени са модели, обучени да прогнозират бъдещото количество мляко с голяма точност за всяко отделно животно [Г-7]. За постигането на тази цел е създаден Azure Cloud DataFlow (ADF), който наблюдава процесите от събиране и съхраняване на IoT данни, извършва обработка на данни, моделиране и оценка на модела и визуализация на резултатите. Три модела на регресионно машинно обучение са обучени с данните, събрани от интелигентна ферма. С тестването на разработените модели е доказана приложимостта на разработения Cloud DataFlow, тъй като Boosted Decision Tree Regression Model показва най-висока точност при прогнозиране на количеството мляко, произведено от всяко отделно животно.

[Г-9] се фокусира върху разпознаването на активността на млечните крави с помошта на неинвазивен подход, който наблюдава четири ключови поведения: облизване, хранене, стоеене и лежане. Проучването използва IoT устройства с акселерометри и жirosкопи, прикрепени към врата на кравата, за непрекъснато наблюдение на нейните движения. Процесът на събиране на данни има за цел да улови динамичния и статичен характер на поведението на млечните крави, предоставящи ценен набор от данни за последващ анализ. Необработените данни са анализирани и след това са използвани невронни мрежи с дълга краткосрочна памет (LSTM), тип повтаряща се невронна мрежа (RNN), подходяща за последователна обработка на данни. Моделът LSTM е обучен на събранныте сензорни данни, за да разпознае и класифицира четири целеви дейности. Моделът постига точност от 96%, което показва стабилната му способност да идентифицира точно активността на млечните крави. Освен това, моделът постоянно поддържа ниска стойност на загубата, която се движи около 0,25, демонстрирайки неговата прогнозна ефективност.

Показано е използването на данни, събрани от разнородни IoT устройства в интелигентна ферма [Г-10]. Предлага се обработка на сложни набори от данни в Cognitive IoT (CIoT), включително структурирани и неструктурни данни. С техники

за машинно обучение когнитивните IoT системи събират данни от множество източници. Данните са обработени с различни алгоритми за обучение (ML). Получените резултати позволяват да се вземат решения за управлението на фермата по отношение на продуктивността (прогнозиране на очакваното количество мляко) и наблюдение на здравния статус на животните с цел своевременно откриване на заболявания (задача за класификация).

Разработено е практическо решение за наблюдение на големи ферми за класификация на здравния статус на кравата въз основа на неинвазивни IoT сензори и информация за микро- и макросредата на кравата [Г-0]. Събранныте данни от различни източници се обработват, моделират и интегрират, следвайки предложението работен процес. Няколко модела за машинно обучение (ML) са обучени и тествани за класифициране на здравния статус на кравата в три категории. Приложен е двумерен анализ, чрез който се изследва как дадена характеристика е свързана с друга в набора от данни. Резултатите се визуализират за използване от фермера. Оригиналността на подхода е в изследване на влиянието на микросредите, макросредите и информацията за кравите върху здравния статус на кравата и дали комбинация от тях може да подкрепи и повиши точността и надеждността на процеса на класифициране. За да се повиши сигурността, скоростта и надеждността на работния процес, е представена облачна архитектура от услуги за интегриране на обучения модел като допълнителна функционалност в средата на Amazon Web Services (AWS).

#### *Информационни системи с облачни технологии [Г-5, Г0-1, Г0-2, Г-2, В-2, В-1]*

Изследванията са насочени към решаване на проблеми, свързани с повишаване на производителността и ефективността на изчислителните процеси чрез интеграция на облачни технологии и изграждане на модерни инфраструктури. Прилагани са ефективни подходи за разработване на мащабируеми облачни инфраструктури, които осигуряват надеждно управление на данни, визуализация в реално време и оптимизация на процесите.

Предложена е разширяема IoT архитектура за животновъдство [Г-5, Г0-1]. Тази архитектура е разработена следвайки най-добрите практики на Amazon Web Services (AWS) с възможност за надеждна, сигурна, ефективна и рентабилна система в облака за IoT приложения. Архитектурата включва IoT устройства от животновъдството и устройства IoT Edge, които комуникират помежду си според предварително установени правила. Устройствата IoT Livestock могат да изпращат събранныте от тях разнородни данни към устройството IoT Edge по два начина – чрез WiFi и LoRaWAN. Поддържането на двата протокола едновременно в системата ѝ дава предимство пред други подобни системи, тъй като позволява изпращане на събранныте данни към IoT Edge от животни във фермата (близко разстояние) и животни в отдалечени пасища (голямо разстояние). Предложената архитектура позволява на устройството IoT Edge да включва както новопостроени устройства IoT Livestock, така и съществуващи подобни устройства, които вече са интегрирани в различни ферми. Освен гъвкавост и лесна адаптивност, предложената архитектура осигурява централизирано управление на устройства, възможности за обработка на големи данни и ML приложение. Всички събрани данни се изпращат за съхранение и обработка в AWS облак.

В [Г0-2] е представена систематизирана методология на логическите последователност от всички необходими стъпки, групирани в слоеве за обработка и моделиране на разнородни IoT данни. Включен е и интеграционен слой с няколко етапа за включване и валидиране на обучен ML модел в реална среда. Предлага се цялостно създаване на автоматизирани работни процеси за обработка на данни. Обхванати са всички аспекти на работния процес за задачи за класификация и регресия, като се

започне от дефиниране на проблема до включване на готово решение в производствената среда.

Направено е моделиране и симулации на цифрови близнаци за интелигентно земеделие в облачна среда [Г-2]. Цифровите близнаци могат да се използват не само за наблюдение и симулиране на ефектите от интервенции, но и за дистанционно управление на обекти чрез използване на автоматизирани задвижващи механизми. Цифровите близнаци са важни за проследимост, съответствие и обучение, тъй като те предоставят измерими данни за повишаване на устойчивостта

В [B-2] е проектирана мащабируема облачна архитектура на интелигентна система за наблюдение на добитък, базирана на Amazon Web Services (AWS) с помощта на кибер-физически системи (CPS) и оборудване за интернет на нещата (IoT) и широка гама от облачни услуги. Подробно са описани използваните услуги в облака на AWS и са изяснени задачите им според областта на приложение. Предложената архитектура е в състояние да обработва необходимото количество данни и позволява на CPS-IoT инфраструктурата да използва автоматизирани механизми за мащабиране.

Проектирана е интелигентна система за мониторинг, която интегрира съществуващи IoT устройства във вече изградени системи, внедрени в интелигентни ферми [B-1]. Предложената архитектура позволява извлечение на данни от IoT устройства, съхранение на данни, подготовка и трансформация на данни, моделиране и визуализация. При непрекъснатото предаване на данни от IoT устройства може да се правят интерактивни отчети в реално време заедно с вградени модели за машинно обучение (ML). В резултат на предложената интелигентна система за мониторинг, събранныте данни и резултатите от ML моделиране се визуализират интерактивно с помощта на мощно динамично табло, което позволява на потребителите да наблюдават различни параметри във фермата и предоставя достъпен начин за откриване на тенденции, отклонения и модели в данните и резултатите от машинното обучение.

Предложеното решение е изцяло базирано на облак с използване на платформа за облачни изчисления Microsoft Azure, отличаваща се с гъвкаво внедряване на IoT, AI/ML решения и сигурност. Предложената система за мониторинг зависи от облачните услуги, технологии и инфраструктури на Azure. От наличните 200 вида услуги на Azure в информационната система са включени 6: IoT Hub, Blob (binary large object) Storage-хранилища на двоични данни, услуги за поточно предаване, Azure Machine Learning Studio, Power BI (business intelligence) и други. Всяка използвана услуга носи своя собствена отговорност, следвайки подхода на единичната отговорност. Резултатите от тестването на системата показват липса на загуба на данни. Закъснението при предаването на данните е средно 5,19 s. Не са възникнали грешки по време на комуникациите, с което се доказва функционалността на изградената система.

Оценявам високо публикация [B-1], която считам, че е най-добрата статия на К. Динева, написана професионално, съдържаща завършено изследване за проектирана информационна система с интегриране на събранныте данни от IoT устройства, вградените модели за машинно обучение, подбор на подходящи облачни услуги, добро визуализиране на резултатите и доказана функционалност на системата.

## **НАУЧНОПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ**

### **- Методи и процеси за събиране, анализиране, обработка и моделиране на Данни [Г0-3, Г-8, В-3]**

Специализирано мултисензорно устройство за изследване на качеството на въздуха в работната среда на животновъдната ферма е предложено в [Г0-3]. Разработената система е с ниска цена и се основава на софтуер с отворен код. Разполагането с данни за микро и макро среда на животните, съчетана с

индивидуалните им записи позволяват по-задълбочен анализ на тези данни за по-добро управление на фермата.

Разработен е подход за анализ на моделите на поведение на крави, използващи IoT устройства [Г-8]. Резултатите допринасят не само за наблюдение на поведението на кравите, но имат и потенциални последици за управлението на добитъка, мониторинга на здравето и прецизното земеделие. В тази статия се прилагат две основни техники, средно филтриране и бърза трансформация на Фурье (FFT) за подобряване на качеството на сигнала и улесняване на анализа на честотната област.

Изградена е мултисензорна система за мониторинг на качеството на въздуха с помощта на инструменти с отворен код и евтини сензори като инструмент за прецизно животновъдство (PLF) [В-3]. Системата се придържа към принципите на SOLID, гарантирайки нейната устойчивост, мащабируемост и лесна работа. Значението на SOLID е S - принцип на единната отговорност; O - Принцип отворено-затворено; L - Принцип на заместване на Лисков; I — Принцип на разделяне на интерфейса; D — Принцип на инверсия на зависимостта. Анализът на данните, събрани от мултисензорното устройство, разкрива зависимости за условията на околната среда в наблюдаваното помещение. Времевите серии и корелационните анализи показват взаимодействия между ключови параметри на околната среда. Тези взаимовръзки подчертават критичното въздействие на тези елементи върху качеството на въздуха. Разработената мултисензорна система е рентабилна, поради използваните евтини сензори и инструменти с отворен код, което значително намалява общата цена на системата при висока точност и надеждност на данните.

**Оценявам положително** научноприложните и приложни приноси на кандидата в представените три основни изследователски области.

#### 4. Цитирания

Забелязаните цитирания на публикациите, представени за участие в конкурса са 48, като цитиращите публикации са в индексирани и реферирани в Scopus и/или Web of Science издания.

#### 5. Изпълнение на минималните изисквания и други активности

Гл. ас. К. Динева изпълнява и надвишава по всички показатели минималните изисквания за академичната длъжност „доцент“. Изисквания/изпълнение по отделните показатели е както следва: показател А - 50/50; В - 100/140; Г – 140/286; Д – 70/288; Е – 20/70.

Гл. ас. К. Динева е участник в 3 проекта: ННП Интелигентно животновъдство, 2021-2024; ННП Сигурност и отбрана, 2022-2025; и проект с ФНИ, 2024-2028.

Гл. ас. К. Динева има активна научно-изследователска и научно-приложна дейност. Признание за това е връчената й престижна грамота на БАН „Професор Марин Дринов“ за млади учени до 35 години през 2021 г.

**Заключение.** Възоснова на представените материали, научноприложните и приложни приноси, както и комплексната оценка на другите показатели по конкурса давам **положителна оценка** и убедено препоръчам на Уважаемото жури да предложи на Научния съвет на ИИКТ-БАН да избере Гл. ас д-р Кристина Иванова Динева за академичната длъжност „доцент“ за нуждите на секция „Моделиране и оптимизация“ в ИИКТ -БАН, професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“, специалност 01.01.12 „Информатика“.

На основание

Член на научното жу

05.02.2025

З З А Д