

ФТК 78-А13-07911  
19.02.2026

Технически университет – София

Факултет по телекомуникации

Катедра „Радиокомуникации и видеотехнологии”

**Авторска справка за научните приноси  
на доц. д-р инж. Агата [REDACTED] Манолова  
за участие в конкурс за академична длъжност  
„професор”**

София, 2026

## Съдържание

1	Общи данни за кандидата	1
2	Обобщени научни приноси по области на научните изследвания на кандидата	1
2.1	Интелигентни системи за анализ на биосигнали и невро-рехабилитация чрез изкуствен интелект . . . . .	1
2.2	Дигитални и устойчиви комуникационни технологии за образование, трансфер на знание и зелена трансформация . . . . .	2
2.3	AI-подсилена киберсигурност за безжични и IoT-екосистеми: от моделиране на атаки до интелигентно откриване на аномалии . . . . .	2
2.4	Интелигентни сензорни и комуникационни системи за следене на среда, здраве и мрежови параметри в контекста на IoT и бъдещи 5G/6G технологии	3
2.5	Интелигентни методи за анализ, моделиране и оптимизация на бъдещи безжични мрежи (5G/6G и отвъд) . . . . .	3
2.6	Интелигентни системи и приложения за XR и холографска комуникация в подкрепа на човешко взаимодействие, обучение и терапия . . . . .	5
2.7	Семантично-информирани, мултимодални и с приложение в реално време AI решения за кибер-физични системи и други специализирани области. .	6
3	Резюмета на трудовете по процедурата	7
4	Списък на публикации, релевантни към конкурса	38
5	Декларация	45

## Общи данни за кандидата

- Трите имена: доц. д-р инж. Агата [REDACTED] Манолова
- Длъжност и звание: доцент, д-р, инж.
- Месторабота: Технически университет – София, Факултет по телекомуникации, Катедра „Радиокомуникации и видеотехнологии“
- Научни интереси: обработка на сигнали, изображения, видео, компютърно зрение, AR/VR, холографска комуникация, 5G/6G, машинно самообучение, дълбоки невронни мрежи.
- Идентификатори: ORCID: 0000-0002-8120-363X; Scopus ID: 57212850980; ResearcherID: Q-6842-2016
- Показатели: общо публикации за конкурса: 87; цитирания (Scopus/WoS): 460/227; h-индекс (Scopus/WoS): 10/8

## Обобщени научни приноси по области на научните изследвания на кандидата

### Интелигентни системи за анализ на биосигнали и невро-рехабилитация чрез изкуствен интелект

Публикациите се обединяват около използването на физиологични сигнали (EEG, ECG, EMG) и алгоритми от компютърното зрение за изграждане на интелигентни системи за:

- K1.** Мозъчно–компютърни интерфейси, комбиниращи EEG, ECG и EMG сигнали (Brain-Computer Interfaces - BCI) - Разработени са алгоритми за класификация на ментални задачи чрез спектрален анализ, PCA и SVM [1], както и методи за обработка на motor imagery и повишаване точността на BCI системи [2]. Изследвано е комбинирано използване на EEG и EMG сигнали за хибридни интерфейси и оценка на умората [3], както и мултимодален подход EEG+NIRS за по-точна класификация на motor imagery данни [4]. Въведени са нови дълбоки архитектури за класификация на съня от едноканален EEG [5].
- K2.** Автоматизирано разпознаване на емоционални и физиологични състояния - Разработени са методи за автоматична детекция на болка от видео последователности чрез лицеви изражения, използващи Supervised Descent Method и SVM [6]. Създадени са модели за разпознаване на емоции чрез ЕКГ сигнали – както обзор на съществуващи методи [7], така и експериментално разграничаване на емоции в многосубектна среда (логистична регресия, невронни мрежи) [8].
- K3.** Интелигентни устройства и алгоритми за мониторинг и рехабилитация - Създадени са прототипи на носими устройства за проследяване на движения на ръка и китка с Калманов филтър, насочени към спорт и медицинска рехабилитация [9]. Разработени са методи за реалновременна детекция на сънливост при водачи чрез проследяване на очи и уста (SDM, Viola-Jones) [10]. Изследвани са подходи за интеграция на сензорни технологии и алгоритми за подобряване на независимостта на пациенти с двигателни увреждания.

## **Дигитални и устойчиви комуникационни технологии за образование, трансфер на знание и зелена трансформация**

Всички публикации от тази област показват как нови дигитални технологии (AI, XR, XR/VR, телеприсъствие, зелени мрежи) спомагат за трансфера на знания, улесняват образованието, ускоряват устойчивата трансформация на икономиката, допринасят за иновативни модели на комуникация и сътрудничество в ерата на 6G и Зелената сделка:

- L1.** Изследване на дигитални екосистеми, AI и XR технологии за адаптивно и достъпно образование, особено след COVID-19 [11] и изследване на възможностите на XR технологиите за трансфер на знания [12], за персонализирано и инклузивно учене и разработване на концепция за гъвкава кредитна система, обвързана с европейските механизми за възстановяване.
- L2.** Приложения на AI-базирани чатботи и инструменти за чуждоезиково обучение, интегрирани с 5G/6G мрежи [13] със систематизирани количествени и качествени методи за оценка на AI инструменти, които доказано повишават мотивацията и резултатите на учащите.
- L3.** Модели за ефективен трансфер на знания към бизнеса и публичния сектор с акцент върху зелена бизнес трансформация: HOLOTWIN – пример за използване на имерсивни технологии за устойчиво развитие [14] и подкрепа на Европейския Зелен пакт чрез 5G/6G мрежи и дигитализация [15].

## **AI-подсилена киберсигурност за безжични и IoT екосистеми: от моделиране на атаки до интелигентно откриване на аномалии**

Публикациите се обединяват в актуалната тематика за AI-подсилена киберсигурност на безжични и IoT екосистеми, съчетаваща моделиране на атаки, интелигентно откриване на аномалии и практически инструменти за оценка на уязвимости.

- M1.** Моделиране и количествена оценка на атаки в Bluetooth/BLE - разработена симулационна рамка на Man-in-the-Middle (MITM) в Bluetooth с измерване на BER и препоръки за настройка на hopping/двоична модулация, т.е. директен мост между теория и инженерни параметри [16]. В [17] е направен обзор на BLE уязвимости (MITM, jamming, DoS, battery-exhaustion) и контрамерки на ниво протокол.
- M2.** Практически инструменти за оценка на уязвимости в мрежи - В [18] се предлага хибриден скенер (вътрешно+външно сканиране), комбиниращ ARP/TCP техники, многопосоковост и Ephemeral Diffie-Hellman (EDH) алгоритъм с метрики като висок дял открити отворени портове, открити остарели услуги/слаби пароли и архитектурни оптимизации за скорост.
- M3.** Интелигентна детекция в реално време - В [19] се въвеждат модулни невронни мрежи (RNN/NARX) за откриване на аномалии в графика в реално време, което осигурява ниска грешка при обучение и устойчивост спрямо интерференции, и по този начин надгражда традиционните скенери с проактивен анализ базиран на AI.

## **Интелигентни сензорни и комуникационни системи за следене на среда, здраве и мрежови параметри в контекста на IoT и бъдещи 5G/6G технологии**

Представените публикации са тематично обединени в групата на човеко-центрирани 6G мрежи и интелигентни системи, които поддържат по-високо качество на живот чрез интеграция на сензори, комуникации и AI. Всички изследвания се вписват в актуалната област на умните среди и мрежи (Smart Environments и Networks), приносите се комбинират в четири групи:

- N1.** Сензорни системи за здраве и качество на живот, където са разработени са модули за мониторинг на сън и настроението при възрастни хора, интегрирани в архитектури за Ambient Assisted Living. Те използват комбинация от носими устройства, семантични анализатори и уеб интерфейс за визуализация и препоръки [20]. Създаден е подход за анализ на качеството на въздуха в дома чрез достъпни сензори за температура и влажност, комбинирани с невронни мрежи (автоенкодери) за откриване на отклонения в състава на въздуха [21].
- N2.** Биосензори и оценка на качеството им - Разработена е теоретична формулировка за комплексен критерий за оценка на биосензорни системи, който обединява метрологични и технически характеристики. Това позволява обективно сравнение на различни конструкции на биосензори и намира приложение в медицинска диагностика, екология и индустрия [22].
- N3.** Интерференция и производителност в IoT среди - В контекста на ултра-плътни IoT мрежи (LoRa, Wi-Fi) е предложен експериментален подход за 3D картографиране на интерференцията и пространствения пропускателен капацитет. Използвани са SDR платформи и автоматизиран тестбенч за реални измервания, което показва динамично разпределение на интерференцията и нужда от оценка в обем, а не само в площ [23].
- N4.** Калибрация и 3D визуализация с RGB-D/Kinect сензори - Разработени са нови алгоритми за калибрация на мрежа от Kinect/RGB-D сензори в контролирана среда (BeeCube), използващи семантична информация вместо специализирани маркери. Подобрена е точността чрез подходи като rotation averaging и използване на структурни елементи (плоскости, стени, маси- част от контролираната среда), което улеснява приложения за смесена реалност, телеприсъствие и холографска комуникация [24], [25].

## **Интелигентни методи за анализ, моделиране и оптимизация на бъдещи безжични мрежи (5G/6G и отвъд)**

Изследванията се обединяват около разработването на интелигентни методи за анализ, моделиране и оптимизация на бъдещи безжични мрежи (5G/6G и отвъд) чрез интеграция на машинно обучение, когнитивно радио и пространствено моделиране на радио околната среда. Общият фокус на представените публикации е насочен към повишаване на ефективността на използването на спектъра, надеждността и качеството на услугите в условията на ултра-плътни, хетерогенни и мобилни среди (включително UAV-подпомогнати и автомобилни комуникации). Приносите се комбинират в три групи:

- O1.** Когнитивно радио и интелигентно управление на спектъра - Представена е концепцията за Human-Centric Cognition-based Wireless Access (HC2WA), която дефинира

ролята на когнитивното радио за ефективен достъп и управление на спектъра в бъдещи 6G среди [26]. Предложен е цялостен концептуален подход за реализиране на потребителско-центрирана ултра-плътна мрежа (UDN), базирана на когнитивно радио, и нейните основни операции, с акцент върху кооперативното групиране на потребители и точки за достъп (AP), интелигентното наблюдение и споделяне на спектъра с цел управление на интерференцията, безпроблемна свързаност, спектрална ефективност и осигуряване на качество на услугата (QoS) [27]. Разработени са алгоритми с дълбоко обучение за класификация на модуляции чрез анализ на времево-честотни представяния на сигнала [28]. Въведено е графово моделиране на сигнала – времево-честотните зависимости се преобразуват в графа, което позволява по-добро извличане на локални и глобални зависимости. Предложена е архитектура на Graph Convolutional Neural Network (GCN) с attention механизъм и сливане на I/Q канали, която показва висока точност при нисък SNR [29].

02. Пространствено моделиране и UAV-базирани мрежи - Предложени са графови конволюционни невронни мрежи за предсказване на радио карти (Radio Environment Maps - REM), които показват висока точност при оскъдни измервания и надминават класическите интерполационни подходи [30]. В областта на UAV-базираните мрежи са разработени подходи за оптимално позициониране на въздушни базови станции, доказали повишаване на пропускателната способност до 120 Mbps при cell-less мрежи [31] и до 190 Mbps при хетерогенни мрежи, което е близо трикратно подобрене спрямо класическите Het-Nets [32]. В допълнение, е проведена експериментална оценка на интерполационни методи за изграждане на 3D REMs, базирана на реални вътрешни и UAV-базирани измервания, като е постигната минимална грешка от -7 dB [33]. По-нататъшна работа върху ограничено семплиране показва, че REM може да се възстанови с висока точност (NRMSE до -9.5 dB) дори при използване на едва 21% от измервателните данни, което е от критично значение за практическите UAV сценарии [34].
03. Машинно обучение за оптимизация на мрежови услуги и приложения - Представен е преглед на предизвикателствата при проектирането на умни автомобилни кибер-физични системи с участие на човека, където приносят е в идентифицирането на ключови проблеми, свързани с интеграцията на човешкия фактор и моделирането на поведение на водача въз основа на емоционални състояния [35]. Разработен е машинно-обучаващ се модел за избор на мрежови срезове (network slicing), който използва показатели като загуба на пакети и закъснение за оптимално разпределение на ресурсите, демонстрирайки подобрена точност чрез техники за балансиране на данни и извличане и трансформиране на характеристики на данните (feature engineering) [36]. В областта на интелигентния транспорт е предложен Light Gradient Boosting Machine модел за предсказване на QoS в C-V2X среди, който достига висока точност и показва потенциала на тези методите за машинно обучени за надеждна комуникация в автомобилни мрежи [37]. От гледна точка на ресурсното управление, е изготвен цялостен обзор и е въведен концептуалният модел GRIST (Graph-based Resource Allocation for Integrated Space and Terrestrial Communications), който използва хиперграфи за описване на взаимовръзките между наземни и космически мрежи и предлага схеми за оптимален баланс между закъснение и сложност [38].

## Интелигентни системи и приложения за XR и холографска комуникация в подкрепа на човешко взаимодействие, обучение и терапия

Публикациите обединяват резултати в областта на XR технологиите и холографската комуникация, съсредоточени върху нови архитектури за телеприсъствие, 3D моделиране и лицева анимация, както и върху предизвикателствата за ниско закъснение и семантична комуникация. Акцент е поставен върху приложенията в здравеопазването, обучението, спорта и бизнеса, които демонстрират потенциала на XR като ключова технология за бъдещото дигитално взаимодействие. Приносите са групирани в три основни групи:

- P1.** Холографска комуникация и телеприсъствие - Представени са изискванията и системната архитектура за Mixed-Reality телеприсъствие и е показана модулна, интероперативна платформа (HOLOTWIN) с реална имплементация и оценка, която улеснява стандартизацията и бързото сглобяване на HTTPS решения [39], [40], [41]. Публикациите [42], [43], [44], систематизират ключовите предизвикателства за ниска латентност и предлагат концептуални модели за холографска комуникация, както и архитектура за хаптично-подсилена холопортация при ограничен капацитет на канала; проведено е и сравнително изследване за латентно чувствителна обработка и предаване на хетерогенни 3D данни с адаптивни режими според ресурсите. На ниво обработка на съдържание е предложена семантична комуникационна система за 3D видео с encoder-decoder архитектура върху графови конволюционни мрежи, която фокусира кодирането върху значими части на тялото за по-висока ефективност [45]. За реалистичност на присъствието са развити и обобщени методи за аудио-задвижвана 3D лицева анимация (таксономия, синхронизация, устойчивост на шум, оценяване) и е демонстрирана мултиракурсна RGB-D система с 6 сензора за персонализирано разпознаване на активности (калибрация, клиент-сървър, лицево-скелетна интеграция) в контекста на холографска комуникация [46], [47].
- P2.** 3D моделиране, анимация и реконструкция - предложени таксономия и систематичен обзор за 3D фотореалистично моделиране и реконструкция на човешко тяло за холографска комуникация, включително преглед на параметрични модели, бази данни и метрики, както и класификация по входни данни (изображения, видео, дълбочинна информация). Това дава обща рамка за избор и оценка на подходите при изграждане на HTC системи [48]. Втори обзор адресира 3D "говорещи лица" (talking head) в телекомуникационни XR системи и въвежда критерии за оценка на алгоритмите в споделени виртуални пространства, запълвайки липсата на насоки за практическа интеграция в системи за телеприсъствие [49]. На алгоритмично ниво е разработен GCN-базиран автоенкодер за компресия-декомпресия на 3D човешки тела, който редуцира битовата скорост при запазване на геометричната вярност — ключово за реално времеви холографски потоци [50]. Допълнително, е предложен аудио-задвижван графов автоенкодер за синхронизирана с устни 3D лицева анимация (без диференцируемо рендиране), пригоден за MR системи и валидиран върху CoMA/VOCASET база данни — стъпка към по-реалистично, нискозакъснително телеприсъствие [51].
- P3.** Приложения на XR и холографските системи в обучение, бизнес и здраве - Публикациите предлагат реални XR/холографски приложения в здраве (VR терапия [52]; холографски треньор с измерване и анализ на упражнения [53]), бизнес/образование (MR колаборация върху бизнес модели) [54] и UX/инструменти (AR измерване на

разстояния) [55], подкрепени от обзор на ефектите на "игровия подход" върху физическата активност [56]. Така се покрива пълна верига от концепция → прототип → оценка, с фокус върху персонализация, обратна връзка в реално време и практическа внедримост в обучението, бизнеса и здравето.

### **Семантично-информирани, мултимодални и с приложение в реално време AI решения за кибер-физични системи и други специализирани области.**

Публикациите обхващат пълния спектър от компютърно зрение и разпознаване на модели – от нови методи за разпознаване на лица, емоции и човешки активности (HMM, CNN, GCN, GRU), до семантична сегментация и реконструкция на 3D обекти (лица, сцени, кратери) с прилагане на невронни мрежи и геометрични подходи. Разработени са и иновативни приложения на изкуствения интелект в области като екология (оценка на животински популации), безопасност (видеонаблюдение, пожар), медицина и рехабилитация (анализ на периодични действия), бизнес модели и индустриални системи (инспекция на влакови колела, класификация на дървесина, и др.). Приносите са групирани в три основни подгрупи:

- R1.** Разпознаване на лица, емоции и активности - Предложени са нови методи за разпознаване на изражения и лица чрез графови методи [57], log-Gabor признаци [58] и скрити марковски модели [59], за разпознаване на човешки активности в контекста на кибер-физични системи и холографска комуникация чрез CNN, SVM, графови мрежи и синтетични данни [60], [61], [62], както и за идентификация, предреждане и анализ на човешко поведение чрез походка [63], скелетни модели [64] и детекция на периодични действия с приложение в адаптивна трудова терапия [65]. Предложени са нови методи за ре-идентификация на хора и лица, които използват локални семантични признаци (части на тялото – глава, торс, ръце, крака), модифицирани чрез семантична сегментация и комбинирани с глобални признаци чрез Graph Attention Network за по-добро представяне и по-голяма надежност [66], [67].
- R2.** Семантична сегментация и реконструкция на 3D обекти - Разработени и експериментална проверка на методи за автоматизирана детекция, класификация и анализ на 3D обекти и повърхности, включително кратери върху планетарни данни чрез извличане на признаци, пирамидални подходи и невронни мрежи ([68]; [69]; [70]; [71]), както и чрез тензорен анализ на шумове в MOLA данни ([72], [73]). В областта на дървесинознанието са предложени алгоритми за детекция на съдове и класификация на дървесни видове чрез CNN [74], [75]. Допълнително са разработени подходи за 3D сцени [76] и лицеви модели, включително равнинна детекция, реконструкция и верификация на лица от мултиракурсни RGB-D данни [77], както и семантична сегментация на лицеви модели с 2D анотации [78]. Предложена е Експериментална платформа за семантично компресиране [79].
- R3.** AI решения за кибер-физични системи и други специализирани области - предложени са и са разработени методи за автоматизирано разпознаване и анализ – от бизнес моделиране с безжични сензори и семантична сегментация [80], [81], през разпознаване на човешки активности и социална дистанция в кибер-физични системи [82], [83], екологичен мониторинг чрез тензорно разлагане и термографски видеа [84], [85] до AI-базирана инспекция на влакови колела [86].

## Резюмега на трудовете по процедурата

[1] *Neshov, N. N., Manolova, A. H., Draganov, I. R., Tonschey, K. T., Boumbarov, O. L. (2018). Classification of mental tasks from EEG signals using spectral analysis, PCA and SVM. Cybern. Inf. Technol, 18(1), 81-92.*

Сигналите, предоставяни от електроенцефалографията (ЕЕГ), се използват широко в приложенията за интерфейс мозък-компютър (BCI). Те могат да бъдат допълнително анализирани и използвани за разпознаване на мисловната дейност. В тази статия е представен алгоритъм, който е в състояние да разпознава пет умствени задачи, използвайки 6-канални ЕЕГ данни. Основната идея е да се разделят суровите ЕЕГ сигнали на няколко кадри и да се изчислят техните спектри. След това се прилага втори ред производна на Гаус, за да се извлекат признаци и се извършва търсене на оптимални параметри на ядрото на Гаус с помощта на кръстосана валидация. Извлечените характеристики се редуцират допълнително чрез анализ на главните компоненти. Обработените данни се използват за обучение на SVM класификатор, който след това се използва за разпознаване на умствени задачи. Ефективността на алгоритъма се оценява въз основа на публично достъпни данни. При 5-кратна кръстосана валидация се получава средна степен на разпознаване (точност) от 82,7%. Проведени са допълнителни експерименти с кръстосана валидация „leave-one-out“, при които се отчита 67,2% правилна класификация. Сравнението с няколко съвременни метода разкрива предимствата на предложения алгоритъм.

[2] *Ivaylov, I., Lazarova, M., Manolova, A. (2020, October). EEG classification for motor imagery mental tasks using wavelet signal denoising. In 2020 28th National Conference with International Participation (TELECOM) (pp. 53-56). IEEE.*

Интерфейсите мозък-компютър (BCI) са подход, който позволява на хората да взаимодействат със заобикалящата ги среда чрез контролни сигнали, генерирани от мозъка. Електроенцефалографските (ЕЕГ) сигнали, които записват електрическата активност през скалпа, могат да съдържат излишни артефакти, които потискат ценна информация. Поради тази причина отстраняването на шума от ЕЕГ сигнала е важен етап от анализа на ЕЕГ данните. Статията представя експериментално сравнение на няколко подхода за класификация на 2-класови ЕЕГ данни за моторни образи и изследва влиянието на шумопотискането на вълновите сигнали върху точността на класификацията.

[3] *Manolova, A., Tsenov, G., Lazarova, V., Neshov, N. (2016, June). Combined EEG and EMG fatigue measurement framework with application to hybrid brain-computer interface. In 2016 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom) (pp. 1-5). IEEE.*

През последните години интерфейсът мозък-компютър (BCI), базиран на ЕЕГ, се превърща в една от най-обещаващите области на изследвания в компютърните науки и роботиката. Много международно признати изследователски екипи, съставени от инженери и лекари, експерти в неврологията, се опитват да разработят полезни приложения и устройства, които да позволят на хората с увреждания да водят нормален живот. Полезни BCI за хора с увреждания, страдащи от церебрална парализа, болестта на Паркинсон, мозъчни увреждания, увреждания на гръбначния мозък, множествена склероза, инсулт, постполиомиелитния синдром, трябва да им позволят да използват всичките си съществуващи мозъчни и мускулни способности като възможности за контрол. В тази статия представяме рамка, базирана на мултимодалния подход за сливане на електромиографската (EMG) и електроенцефалографската (ЕЕГ) активност на потребителя в така наречената „хибридна BCI“ (hBCI). Въпреки че ЕЕГ BCI сам по себе си дава добри резултати, както вече е доказано в много научни статии, той се надминава от сливането на ЕЕГ и EMG.

В публикацията се изследва влиянието на мускулната умора върху производителността на EMG. Такова рамково решение ще позволи по-надеждно управление и адаптиране на hBCI, ако потребителят се измори и загуби концентрация по време на рехабилитационния процес. Представеното изследване е насочено към подобряване на живота на много хора с увреждания на горните крайници чрез комбинация от настоящите BCI технологии с съществуващите помощни медицински системи.

[4] *Ivaylov, I., Lazarova, M., Manolova, A. (2021, June). Multimodal motor imagery BCI based on EEG and NIRS. In 2021 56th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST) (pp. 73-76). IEEE.*

Интерфейсът мозък-компютър включва технологии за идентифициране на мозъчната активност, използвани в много области на приложение, като моторни образи, откриване на заболявания или психично състояние. Мултимодалният подход, който използва хибридни данни, може да подобри класификацията на моторните образи. Статията разглежда използването на няколко техники за класификация за мултимодална електроенцефалография (EEG) и класификация на данни от близка инфрачервена спектроскопия (NIRS) в моторни образи. Петте класификатора, използвани в оценката, са логистична регресия, K-най-близки съседи, машини с поддържащи вектори, линейна регресия, SVC радиална базова регресия, а тяхната ефективност се сравнява на базата на EEG и EEG+NIRS набори от данни за класификация на задачи за моторни образи.

[5] *Neshov, N., Tonchev, K., Velchev, Y., Manolova, A., Poulkov, V. (June 2022). SoftvotingSleepNet: Majority vote of deep learning models for sleep stage classification from raw single eeg channel. In 2022 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking - BlackSeaCom, pp. 298-302; IEEE.*

Тази работа предлага нова архитектура на невронна мрежа, наречена SoftVotingSleepNet, за класифициране на фазите на съня въз основа на един канал на EEG. Тази мрежа се състои от два отделни класификатора, използващи алгоритми за дълбоко обучение, които са обучени поотделно на един и същ набор от данни. Индивидуалните им решения се комбинират в едно, като се използва Soft voting. Въз основа на експерименталните резултати от сравнението с най-съвременните постижения може да се заключи, че комбинацията, използваща механизъм на мнозинствено гласуване, от вероятностите за класифициране, предсказани от двете относително прости архитектури, постига сходни или по-добри резултати. Освен това тя се представя по-добре в сравнение с по-сложни архитектури, съдържащи сходни компоненти.

[6] *Neshov, N., Manolova, A. (2016, June). Automatic pain detection in video sequences for neuro-rehabilitation. In Materials Science Forum (Vol. 856, pp. 213-218). Trans Tech Publications Ltd.*

Адаптивно и интерактивно умствено ангажиране, съчетано с положително емоционално състояние, са изисквания за оптимален резултат от процеса на неврорехабилитация при пациенти с мозъчни увреждания, обикновено причинени от травматично мозъчно увреждане (ТЧМ) - инсулт или мозъчни заболявания като рак, епилепсия и болестта на Алцхаймер. В статията се предлага метод за автоматично разпознаване на болка във видеопоредици, използвайки данните за ориентири от метода Supervised Descent Method и прилагайки Support Vector Machine (SVM) за класифициране на данните. Този метод е подходящ за включване в помощна медицинска система за неврорехабилитация на пациенти с ТЧМ. Експериментите с набор от видео данни на пациенти с болка в рамото показват много добра степен на разпознаване (95,7%) на различни нива на болка от лицевите изражения на субектите.

- [7] *Nikolova, D., Petkova, P., Manolova, A., Georgieva, P. (2018). ECG-based emotion recognition: Overview of methods and applications. ANNA'18; Advances in Neural Networks and Applications 2018, 1-5.*

В тази статия се представя преглед на най-новите методи за разпознаване на човешки емоции въз основа на сигнали от електрокардиограма (ЕКГ) и свързаните с тях приложения. Основните предизвикателства при моделирането на емоциите (афективно изчисление) въз основа на ЕКГ данни са намирането на признаци, които са независими от разликите между и в рамките на отделните субекти, както и от присъщия шум, свързан със записването на ЕКГ данни. Очертани са най-често срещаните неизменни характеристики (в честотната и времевата област), извлечени от суровите ЕКГ сигнали. Проучените изследвания разкриват големия потенциал на ЕКГ за декодиране на основни човешки емоционални състояния като радост, тъга, гняв, страх в комбинация с други физиологични сигнали и изражение на лицето. Основните области на приложение обхващат мониторинг на пациенти, маркетинг, шофиране.

- [8] *Nikolova, D., Mihaylova, P., Manolova, A., Georgieva, P. (2019, March). ECG-based human emotion recognition across multiple subjects. In International conference on future access enablers of ubiquitous and intelligent infrastructures (pp. 25-36). Cham: Springer International Publishing.*

Афективното изчисление на базата на електрокардиограма (ЕКГ) е нова област на изследване, която има за цел да намери корелации между човешките емоции и записаните ЕКГ сигнали. Обикновено системите за разпознаване на емоции са персонализирани, т.е. моделите за разпознаване зависят от субекта. Създаването на модели, независими от субекта, е по-трудна задача поради голямата вариабилност на ЕКГ между отделните индивиди. В тази статия се проучва потенциала на два метода за машинно обучение (логистична регресия и изкуствена невронна мрежа) за различаване на емоционалните състояния на човека при различни субекти. На потребителите се показват филми с различно емоционално съдържание (неутрално, страх, отвращение) и се записва тяхната ЕКГ активност. Въз основа на извлечените характеристики от ЕКГ записите, трите емоционални състояния се разграничават частично.

- [9] *Lalov, V., Manolova, A. (2019, March). A novel portable tracking device with kalman filter for hand and arm rehabilitation applications. In International Conference on Future Access Enablers of Ubiquitous and Intelligent Infrastructures (pp. 67-75). Cham: Springer International Publishing.*

Използвайки MEMS технологични сензори за движение и алгоритми за обработка на данни за движението, се предлага прототип на устройство като жизнеспособно решение за диагностика на движението по време на спортни или рехабилитационни дейности, въз основа на документираните в медицинските списания ползи от ексцентричното резистивно трениране с пълнен обхват на движението. Предложеното устройство оценява качеството на движението, като измерва обхвата му и ексцентричната и концентричната фази на движението.

- [10] *Neshov, N., Manolova, A. (2017, September). Drowsiness monitoring in real-time based on supervised descent method. In 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 2, pp. 660-663). IEEE.*

С увеличаването на натоварването на работа и неподходящите работни смени, за да оцелеят в бързо развиващия се свят днес, хората са склонни да губят сън. Нередовният сън и неговата липса водят до сънливост и умора. Сънливостта е опасна за самия шофьор и за другите шофьори на пътя и трябва да се избягва, например чрез шумови сигнали в колата. Тази статия описва метод за откриване на сънливост след внедряване на просле-

дяване на очите и проследяване на формата на устата в реално време. Алгоритъмът на Виола-Джоунс се използва за откриване на черти на лицето в реално време. Предлаганият подход използва откритите черти на лицето (т.е. очи и уста) въз основа на метода на контролирано спускане, за да определи честотата на мигане на водача, както и за откриване на прозяване. След това се взема решение дали водачът е бдителен или не. Експерименти в реално време, базирани на обществено достъпни данни, доказват, че предложеният метод е високоефективен за откриване на сънливост и предупреждаване на водача.

[11] Mihovska, A., Prevedourou, D., Tsankova, J., Manolova, A., Poulkov, V. (2021, March). *Building adaptive and inclusive education readiness through digital technologies. In 2021 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunication Engineering (pp. 384- 388). IEEE.*

Настоящият документ се фокусира върху проучването и идентифицирането на силните и слабите страни на различните образователни подходи, предприети в отговор на пандемията от COVID-19, и степента, в която тези подходи са успели да осигурят ефективен и равнопоставен достъп до качествени възможности за обучение за всички. Авторите проучват отворени инициативи, които внедряват екосистеми за дигитално образование и технологии, които насърчават дигиталната готовност на преподавателите, образователните системи и институции на световно равнище, и проучват и оценяват ползите от междусекторното сътрудничество. Очертани са преобладаващите проблеми и възможните решения за гъвкаво сертифициране и се предлага технологичен модел на цифрово пространство за обмен на цифрово образователно съдържание, методи, практики и инструменти на европейско равнище. Представени са и съответните механизми на ЕС за възстановяване, включително плана за действие за цифрово образование, програмата за умения, Европейският пакт за умения и рамките за финансиране.

[12] Tsankova, Y., Manolova, A. (2022, October). *Holographic telepresence in knowledge transfer-potential and challenges in the implementation. In 2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC) (pp. 538-542). IEEE.*

Развитието на технологиите за виртуална реалност и разширена реалност предоставя на висшите учебни заведения възможност да разработват нови практики за обучение. Напоследък се провеждат изследвания относно значението на новите цифрови и виртуални технологии в процеса на подобряване на трансфера на знания, както и на ефективния трансфер на интелектуална собственост към промишлеността, бизнеса и обществото. В тази статия се фокусира върху потенциала и предизвикателствата при внедряването на холографски телеприсъствени комуникации за подобряване на сътрудничеството между висшите учебни заведения и споделянето на знания.

[13] Gkountara, D. N., Prasad, R., Poulkov, V., Manolova, A., Tsankova, Y., Yaneva, T., ... Lazaridis, P. I. (2025, June). *AI-Based Foreign Language Learning Tools Effectiveness. In IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations (pp. 37-44). Cham: Springer Nature Switzerland.*

В това проучване са представени няколко изследвания за изучаването на чужди езици с помощта на AI-базиран инструменти/чатботове в класната стая, като в повечето случаи се използват смартфони с 5G. Фокусът на тези изследвания е качествена и количествена оценка на ефективността на инструментите. Често се използват предварителни и последващи тестове за количествена оценка на напредъка на учениците с и без използване на AI-инструменти в няколко области на изучаването на езици (лексика, граматика, синтаксис, слушане, говорене, писане и др.). В много случаи се използва контролна група от ученици като базова линия за оценка на подобрието. Освен това, в повечето проучва-

ния учениците попълват качествен въпросник, за да оценят силните и слабите страни на инструментите от гледна точка на потребителите. Установено е, че използването на инструменти, базирани на изкуствен интелект, води до значително подобрене в напредъка на ученето.

[14] *Prevedourou, D., Tsankova, Y., Mihovska, A., Manolova, A., Poulkov, V. (2022, January). Digital Technologies for Knowledge Transfer and Green Business Transformation-Use Case Scenario. In 2022 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT and NCON) (pp. 417-422). IEEE.*

Много изследователски институции все повече се фокусират върху ефективния трансфер на интелектуална собственост към индустрията и бизнеса, както и към правителствата и обществото. Успешните и дългосрочни политики за трансфер на знания могат да подобрят сътрудничеството между изследователските институции, бизнеса и публичния сектор. Приходите, генерирани от лицензирането на технологии и развитието на спин-оф компании, могат да помогнат на изследователските организации да станат по-финансово устойчиви. Това проучване се фокусира върху трансфера на знания в изследователските институти, като за пример се използва сценарий за използване в проекта HOLOTWIN.

[15] *Poulkov, V., Tsankova, Y., Manolova, A., Sotirov, S. (2025, January). The GREENBEAT project: Optimizing Key Performance Indicators for Sustainable Excellence. In 2025 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT and NCON) (pp. 471-476). IEEE.*

Основната мисия на проекта GREENBEAT е да повиши осведомеността в сектора на висшето образование относно важноста на възприемането и обучението на умения за екологично съзнателни и устойчиви подходи към научните изследвания и иновациите. Основната област на изследване на GREENBEAT е „Устойчиви комуникационни мрежи и технологии за бъдещето“, с акцент върху мрежите и технологиите за свързване на интелигентност и надеждност. Една от предпоставките за постигането на тази цел е да се осведоми и ангажира секторът на висшето образование относно първостепенното значение на интегрирането на екологично съзнателни и устойчиви практики в научните изследвания и иновациите. С акцент върху мрежите и технологиите, които свързват интелигентността с надеждността, GREENBEAT е в съответствие с визията на Европейския зелен пакт за ресурсно ефективна и конкурентоспособна икономика, която се стреми към нулеви нетни емисии до 2050 г. Статията илюстрира подхода за определяне на набор от ключови показатели за ефективност (КПЕ) за измерване на въздействието върху изпълнението на стратегията за научни изследвания и иновации (НИИ) на проекта. Изборът на КПЕ се извършва по такъв начин, че да позволява лесно оценяване на напредъка и резултатите от НИИ за постигането на целите и задачите. В този контекст КПЕ са свързани с изпълнението на основните цели на съвместната стратегия за НИИ и отразяват техните резултати.

[16] *Khatod, V., Manolova, A. (2020, March). Effects of man in the middle (MITM) attack on bit error rate of bluetooth system. In 2020 joint international conference on digital arts, media and technology with ECTI northern section conference on electrical, electronics, computer and telecommunications engineering (ECTI DAMT and NCON) (pp. 153-157). IEEE.*

Аспектът на сигурността на Bluetooth трябва да се третира с по-голямо внимание. Радиочестотните вълни имат характеристиката, че могат да проникват през препятствия в комуникационния път, което премахва изискването за пряка видимост между комуникационните устройства. В публикацията се предлага софтуерен модел на атака „man-in-the-

middle” заедно с неразрешен и разрешен предавател и приемник. В проектираната архитектура е симулиран канал с усъвършенстван бял гаусов шум. Предавателят използва модулация с гаусова честотна манипулация (GFSK), както в Bluetooth. Приемникът използва GFSK демодулация. За да се потвърди ефективността на проектираната система, се измерва честотата на битови грешки (BER) за различни времеви интервали. Установява се, че BER спада с около 18%, ако се избере продължителност на прескачане от 150 секунди. Предложено е да се използва Bluetooth система с честота на прескачане 0,006 Hz вместо 10 Hz.

[17] Ritesh, K. V., Manolova, A., Nenova, M. (2017, November). *Abridgment of bluetooth low energy (BLE) standard and its numerous susceptibilities for Internet of Things and its applications*. In *2017 IEEE International Conference on Microwaves, Antennas, Communications and Electronic Systems (COMCAS)* (pp. 1-5). IEEE.

Интернет на нещата (IoT) е среда, в която различни възли ще събират данните и всеки възел може да използва безжична комуникационна технология като Bluetooth, Wireless Fidelity и Zigbee за предаване и получаване на информация. Започвайки от преносимите технологии – например Fit bits и Google Glass – до автомобилите, компаниите интегрират Bluetooth функционалност в съвременните устройства с все по-забележима скорост. Възникващата повсеместна употреба на Bluetooth създава уникални асоциации за бъдещето. Bluetooth Low Energy може да се използва за IoT, защото е подходяща технология за предаване и получаване на данни безжично с ниска енергия. Въпреки това, има някои описани атаки, които също са повод за загриженост, за да се привлече по-голям брой доволни клиенти. В този обзор са описани няколко атаки като Man in the middle (MITM), заглушаване на канали, отказ на услуга (DoS) и изчерпване на батерията, заедно с някои възможни контрамерки, описани от различни изследователи.

[18] Nenov, L., Zlatanov, I., Manolova, A. (2022, October). *Network tool for hybrid analysis with External and Internal Scanning for Vulnerability Assessment of Network Nodes*. In *2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPNC)* (pp. 170-174). IEEE.

Администрирането на комуникационни мрежи се превръща в все по-важен проблем през последните години. Информационните технологии се развиват постоянно и се появяват все повече неконвенционални уязвимости, които са трудни за откриване. Това най-често се дължи на нарастващата сложност на комуникационните мрежи. Много научни групи и частни компании работят за решаването на този проблем. Основната цел на тази статия е да разгледа някои от техническите решения, които са налични в момента. Установено е, че тези реализации позволяват само вътрешно или външно сканиране на уязвимости. Ето защо в публикацията се разработва комбинирано решение. Този мрежов инструмент позволява хибриден анализ чрез сравняване на данните, получени и при двата вида тестове, за да се получат по-точни и подробни резултати. Разработеният модулен скенер позволява цялостна оценка на клиентските и сървърните приложения, тяхната сигурна софтуерна конфигурация и проверка на натоварването на техните ресурси, което се генерира от изчислителните процеси.

[19] Sotirov, S., Poulkov, V., Manolova, A. (2024, November). *Enhancing Network Security: A Modular Neural Network Approach to Detect Suspicious Patterns*. In *2024 27th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPNC)* (pp. 1-4). IEEE.

Нарастащата сложност и усъвършенстваност на киберзаплахите поставят значителни предизвикателства пред мрежовата сигурност. Откриването на подозрителни модели в мрежовия трафик – като необичайна активност, неочаквани комуникации и нетипични модели на данни – е от решаващо значение за идентифицирането на потенциални кибератаки и неразрешено използване на мрежата. В това проучване предлагаме модулен

подход на невронна мрежа, интегриращ рекуррентни невронни мрежи (RNN) и нелинейни авторегресивни екзогенни (NARX) модели, за ефективно откриване на тези аномалии. Модулната структура разделя проблема на управляеми подпроблеми, което позволява по-голяма точност и гъвкавост. Способността на RNN да обработва последователни данни, комбинирана с капацитета на NARX модела да улавя както вътрешни, така и външни зависимости, прави този хибриден подход особено ефективен при анализирането на сложни модели на мрежовия трафик. Ние обучихме и тествахме предложения модел, използвайки както типични, така и нетипични данни за мрежовия трафик, постигайки средна квадратична грешка, близка до нула, по време на фазата на обучение. Това проучване допринася за разработването на по-устойчиви и адаптивни решения за киберсигурност, способни да защитят мрежите от развиващите се заплахи.

[20] *Tonchev, K., Balabanov, G., Manolova, A., Poulkov, V. (2018, July). Personalized and intelligent sleep and mood estimation modules with web based user interface for improving quality of life. In Science and Information Conference (pp. 922-935). Cham: Springer International Publishing.*

Възрастните хора с влошени когнитивни функции, членовете на техните семейства и лицата, които им оказват помощ, са единодушни, че доброто „качество на живот“ е основен елемент при съжителството с болести като деменция и леки когнитивни нарушения. Качеството на живот се отнася до настроението, съня, извършването на ежедневни дейности, приятните занимания, физическата подвижност и здравословния начин на живот. Качеството на съня е от съществено значение за поддържането на добро физическо и емоционално здраве. А нарушенията в съня могат да доведат до тежки физически и емоционални последици, например когнитивно влошаване и усложнения в психичното здраве. Ето защо възможността да се измерва и оценява качеството на съня и да се наблюдава настроението е неразривно свързана с всяка система за подпомагане на ежедневието. Системите за наблюдение на съня и настроението, базирани на сензори, обещават да удължат независимия живот на възрастните хора с влошени физически и когнитивни функции. В тази статия се представя внедряването на наблюдение и оценка на съня и настроението на интелигентни модули, които са част от архитектурата на Ambient Assisted Living. Уеб приложението показва резултатите от изчисленията, като предоставя информация и препоръки за подобряване на хигиената на съня на болногледачите и обучава възрастните хора на здравословно поведение по време на сън, въз основа на техния личен ритъм и здравословни проблеми.

[21] *Mihaylova, P., Manolova, A., Georgieva, P. (2019, March). Data Analytics for HomeAir Quality Monitoring. In International Conference on Future Access Enablers of Ubiquitous and Intelligent Infrastructures (pp. 79-88). Cham: Springer International Publishing.*

Съвременните системи за мониторинг на качеството на въздуха се характеризират с висока сложност и високи разходи. Скъпите вградени устройства, като сензорни масиви, процесори, хранителни блокове, дисплеи и комуникационни устройства, ги правят по-малко подходящи за малки закрити пространства. В тази статия се демонстрира, че два широко разпространени в частните домове сензори (за влажност и температура) са обещаваща алтернатива на скъпите решения за качеството на въздуха в закрити помещения, снабдени с интелигентни инструменти за обработка на данни. Представените констатации сочат, че системата за анализ на данни, базирана на невронна мрежа, може да се научи да различава необичайни газове в закрити помещения от нормалните компоненти на въздуха в дома, въз основа само на измервания на температурата и влажността.

[22] *Kacarova, P., Rangelova, V. I., Manolova, A. (2017, September). Complex criteria for assessing the quality of biosensor systems. In 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications*

*(IDAACS) (Vol. 1, pp. 569-572). IEEE.*

Биосензорните системи (БСС) са изследвани като обект на диагностика, като са анализирани всичките им параметри и характеристики. Например, известният обобщен параметър модул на Тиле зависи от конструктивните параметри на биосензорите и отразява техните технически характеристики. Факторът на точност е друг обобщен показател, който отразява главно метрологичните характеристики. Но е необходимо да се въведе друга теоретична математическа формулировка за показател, който да обобщи както метрологичните, така и техническите характеристики на биосензорните системи. Такъв критерий е обобщен показател за оценка на качеството на биосензора, който се намира на най-високото ниво в йерархичната диаграма. Той дава възможност за сравнение на различните конструкции на биосензорните системи и може да се използва като числен критерий за оценка на тяхното качество.

[23] *Ivanov, A., Stoynov, V., Petkova, R., Tonchev, K., Manolova, A., Poulkov, V. (2020, October). Interference and spatial throughput characterization through practical 3d mapping in dense indoor iot scenarios. In 2020 23rd International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC) (pp. 1-6). IEEE.*

Ултра-гъстите мрежи на Интернет на нещата (IoT) в нелицензираните честотни ленти са подложени на значителни смущения поради високата си плътност на разгръщане и атаките от злонамерени потребители. Намесата има неравномерно разпределение, когато се изследва в 3D пространство, което води до необходимостта от обемно наблюдение за точно оценяване на използването на спектъра. В тази статия се анализира заетостта на спектъра в закрити помещения за два обещаващи стандарта за IoT – LoRa и WiFi, чрез 3D карти на намесата и анализ на пространствения пропускателен капацитет (ST), изготвени с помощта на автоматизиран инструмент за измерване. Системата се реализира чрез софтуерно дефинирани радиоплатформи (SDR). Затихването влияе върху разпределението на смущенията не само в една равнина, но и по височина. Освен това експерименталните резултати показват, че получената мощност на смущенията в дадена площ (измерена в mZ) и обем (в m3) и, следователно, ST варират динамично. По този начин в реалистични сценарии с висока плътност за мрежи за IoT от поколението след 5G трябва да се вземат предвид най-лошите случаи на смущения, а не средната стойност.

[24] *Tonchev, K., Manolova, A., Neshov, N., Poulkov, V. (2021, September). Rgb-d sensors extrinsic calibration in controlled environment. In 2021 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 2, pp. 730-735). IEEE.*

RGB-D сензорите предоставят богата информация за сцената, включително данни за цвета и 3D данни. Тази информация е ценна за предстоящия анализ на обекта на интерес или на сцената като цяло. В зависимост от задачата, може да са необходими няколко сензора, за да се предоставят подробности за наблюдавания процес. В този случай е необходимо калибриране между сензорите, за да се предостави последователна информация, свързана с 3D света. От въвеждането на Kinect през 2010 г. е направено много по отношение на калибрирането на RGB-D сензори, но това все още е активна област на изследвания. В тази статия се предлага алгоритъм за калибриране на RGB-D сензори в сценарий, при който всеки сензор се намира в затворена и предварително известна среда. Познаването на средата помага да се използва нейната структура по най-оптимален начин за процеса на калибриране. То включва местоположението на равнините и относителното им положение. Предлага се двуетапна процедура за екстраинзивна калибрация, по двойки и глобално. Експерименталните резултати потвърждават ефективността на предложени

подход за реални приложения.

[25] *Tonchev, K., Neshov, N., Petkova, R., Manolova, A., Poulkov, V. (2022, June). Kinect sensors network calibration in controlled environment based on semantic information. In 2022 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom) (pp. 141-146). IEEE.*

Калибрирането на мрежи от камери е от значение в приложения, при които обектът на интерес трябва да бъде анализиран или от няколко гледни точки, или като единична 3D единица. Избраната процедура за калибриране зависи главно от изискваната точност и обикновено включва специален калибрационен маркер. Това е шаблон, отпечатан на 2D лист, или може да бъде 3D обект със специална форма и известни размери. Използването на такива маркери обаче може да не е удобно на практика. Такива ситуации възникват, когато процедурата за калибриране изисква специални познания или често прекалибриране, което отнема много време. В такива случаи специалният калибрационен маркер може да бъде заменен с обекти, които са част от околната среда. Обикновено такива обекти имат някакво семантично значение, например стени, маси и др. В тази статия се предлага подход за калибриране на мрежа от Kinect сензори, използвайки обекти със семантично значение, които са част от контролирана среда. Целта е да се избегне необходимостта от специални маркери, които усложняват процедурата по калибриране, и да се предостави прости инструменти на крайния потребител. Резултатите от експеримента показват, че предложеният подход за семантично калибриране дава резултати с висока точност, подобни на резултатите от най-съвременните алгоритми за калибриране на мрежа от Kinect сензори.

[26] *Ivanov, A., Tonchev, K., Poulkov, V., Manolova, A. (2021). Probabilistic spectrum sensing based on feature detection for 6G cognitive radio: A survey. IEEE Access, 9, 116994-117026.*

С настъпването на 6G телекомуникационните системи, се полагат все по-големи усилия за по-нататъшно развитие на настоящите комуникационни технологии, така че те да могат да бъдат интегрирани заедно с новите, за да предоставят непрекъснати и задоволителни услуги за всякакви приложения на всяко място на земята, под вода, във въздуха или в космоса. Една от тези технологии е когнитивното радио (CR), което получава голямо внимание поради потенциала си за увеличаване на използването, особено в честотните ленти под 6 GHz. Основният фактор за CR е "spectrum sensing", тъй като то предоставя възможност за динамична оценка на радио-средата с цел идентифициране на неизползвани канали. Поради тази причина тази функционалност е била обект на много научни изследвания. Осигуряването на точно и бързо характеризирание на спектъра във времето, честотата и пространството се е оказало нетривиална задача. В тази статия се представя преглед на вероятностните методи за спектрално сензиране, класифицирани според характеристиките, които извличат от получените сигнални проби, за да осигурят точно откриване на сигнала на основния потребител. Обобщени са и основните характеристики на проектирането (като вероятност за откриване, устойчивост на шум и затихване, предположения за модела на сигнала/шума и изчислителна сложност), както и силните и слабите страни на всеки тип. Въз основа на настоящите концепции за 6G мрежи и приложения се представя рамка за безжичен достъп, основан на когнитивни процеси, ориентиран към човека, която определя ролята на CR, основан на спектрално сензиране, в бъдещите мрежи.

[27] *Ivanov, A., Tonchev, K., Poulkov, V., Manolova, A. (2019, July). Framework for implementation of cognitive radio based ultra-dense networks. In 2019 42nd International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP) (pp. 481-486). IEEE.*

Тъй като процесът на стандартизация за предстоящите 5G мрежи навлезе в последната си фаза, изследователските дейности се разрастват все повече, като акцентът се поставя върху практически сценарии за внедряване, които включват много аспекти от тази група технологии. Сред тях са концепциите за ултраплътна мрежа (UDN) и когнитивно радио (CR), които сами по себе си са били обект на интензивен научен интерес, довел до много значими постижения. Интегрирането на CR функционалности в UDN е жизнеспособно решение на проблема с недостига на спектър, който става все по-критичен, особено в такива сценарии за масивно внедряване. Въпреки това, той е проучен само повърхностно. Настоящата статия разширява основните подходи за реализацията на UDN и CR мрежи, за да представи подробна концептуална схема за работата на CR-базирани възли, работещи в контекста на UDN, заедно с техните съответни функционалности.

[28] *Ivanov, A., Tonchev, K., Poulkov, V., Manolova, A. (2020, March). Deep learning for modulation classification: Signal features in performance analysis. In 2020 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT and NCON) (pp. 162-167). IEEE.*

Наблюдава се нарастваща тенденция към подобряване на алгоритмите за класификация на модулацията (MC), за да бъдат по-подходящи за реално приложение в оборудването за когнитивно радио (CR), като в последните разработки се използват нови гъвкави модели за дълбоко обучение и набори от данни, които включват различни видове смущения на сигнала. Предвид големия брой проучвания в тази област, обединяващото изследване на съвременните методи ще бъде от полза за бъдещото развитие, като предостави отправна точка за сравнение на тяхната ефективност при разпознаването на различни комуникационни сигнали. Целта на това проучване е да предостави сравнителен анализ, който да даде яснота относно начините, по които типът и съдържанието на набора от данни (статистически характеристики на сигналите, както и наличието на шум) влияят върху ефективността на класификацията. По този начин в бъдещите разработки може да се използва по-систематичен подход при избора на подходящи входни данни и подходящ модел за класификация.

[29] *Tonchev, K., Neshov, N., Ivanov, A., Manolova, A., Poulkov, V. (2022, October). Automatic modulation classification using graph convolutional neural networks for time-frequency representation. In 2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMP) (pp. 75-79). IEEE.*

Разпознаването на схемата за модулиране на радиосигнала става все по-важно в граждански и военни приложения. То може потенциално да облекчи претоварването на електромагнитния сигнал в мрежите чрез използване на динамичен достъп до спектъра или да извършва идентификация на приятели/врагове в електронната военна война, както и да подпомага откриването на атаки, свързани с киберсигурността. Последните постижения в графично-конволюционните мрежи (GCN) разкриват потенциал за използване в приложения като автоматична класификация на модулацията (AMC). Като се има предвид структурата на модулирания сигнал във времето и честотата, тази работа предлага GCN архитектура за AMC при различни нива на сигнал към шум (SNR). Експерименталните резултати показват, че такъв подход дава резултати, сравними с други подходи, публикувани в литературата.

[30] *Tonchev, K., Ivanov, A., Neshov, N., Manolova, A., Poulkov, V. (2022, October). Learning graph convolutional neural networks to predict radio environment maps. In 2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMP) (pp. 392-395). IEEE.*

Едно от обещаващите постижения на 5G е внедряването на ултраплътни мрежи (UDN),

което отваря възможности за внедряване на нови приложения и услуги. Въпреки това, уплътняването на точките за достъп води до увеличаване на междуканалните смущения, по-сложно и неефективно управление и използване на спектъра, а в случая на частни мрежи – до възможността за сериозно влошаване на качеството на услугата. Едно от възможните решения е внедряването и използването на радиокарти на околната среда "Radio Environment Maps" (REM) за планиране на местоположението на точките за достъп и разпределяне на спектъра и ресурсите. Създаването на подробни REM е предизвикателна задача, тъй като измерването на силата на сигнала в голям брой точки в дадено пространство е трудоемко и в някои случаи е предизвикателство, а дори и невъзможна задача. Този проблем може да бъде решен чрез измерване на сигнала в ограничен брой точки и след това прогнозиране на общата сила на сигнала в това пространство, като се използват методи за интерполация или чрез обучение на машина да прогнозира. В тази работа се подхожда към проблема с прогнозирането на стойността на силата на сигнала в дадено пространство на UDN чрез прилагане на подход за обучение на невронна мрежа. Симулира се сценарий за създаване на REM от оскъдни измервания, като използваме графо-коволуционна невронна мрежа, базирана на авторегресивно приближение на пълзяща средна. Експерименталните резултати и сравнението с други методи за оценка на REM показват, че прилагането на такъв подход може да доведе до много добри и адекватни резултати.

- [31] *Ivanov, A., Poulkov, V., Manolova, A., Mihovska, A. (2024, November). Propagation Dependent Base Station Positioning in UAV-assisted Cell-less Networks. In 2024 27th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC) (pp. 1-6). IEEE.*

Повишаването на надеждността и пропускателната способност на съвременните наземни клетъчни и ултраплътни мрежи (UDN) чрез безпилотни летателни апарати (UAV) се превърна в важна тема в изследванията в областта на безжичните комуникации. Ключов елемент в реализацията на мрежи, подпомагани от UAV, е позиционирането на въздушната базова станция. В тази работа се използват постиженията в моделирането на канали за въздушно-наземни връзки, за да се оцени пропускателната способност на системата в различни сценарии на разпространение. UAV е свързан с потребителите с ниска пропускателна способност, които обикновено се обслужват от наземна точка за достъп (AP) в рамките на UDN. Позицията на UAV, която осигурява най-добрата производителност, се избира за всички модели на загуба на път (PL), а експериментът се извършва за различни коефициенти (периоди) на актуализация за асоциациите на UE между UAV и AP. Постига се пропускателна способност на системата до 120 Mbps.

- [32] *Ivanov, A., Poulkov, V., Manolova, A. (2025, January). Aerial Base Station Positioning Evaluation for UAV-assisted Het-Nets. In 2025 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT and NCON) (pp. 175-178). IEEE.*

Изискванията, представени от новите сценарии за приложение и случаи на употреба за съвременните безжични мрежи, доведоха до все по-хетерогенни типове комуникационни възли с различна плътност. Внедряването на въздушни базови станции (ABS), базирани на безпилотни летателни апарати (UAV), в настоящите и бъдещите хетерогенни мрежи (Het-Nets) има все по-голямо значение за научните изследвания в тази област. Определянето на позиционирането на ABS е ключов аспект в мрежите, подпомагани от UAV. В тази статия се представя оценка на пропускателната способност за различни позиции (случайна, център и четирите края на оперативната зона на UAV) за ABS в рамките на Het-Net, подпомагана от UAV. Въз основа на пропускателната способност на системата

се определя емпирично най-добрата позиция на ABS и се оценява печалбата, осигурена от ABS в сравнение с традиционната Net-Net. Постига се пропускателна способност на системата до 190 Mbps, което е почти 3 пъти по-високо от това в алтернативния случай.

[33] *Ivanov, A., Tonchev, K., Poulkov, V., Manolova, A., Vlahov, A. (2023, November). Interpolation accuracy evaluation for 3D radio environment maps construction. In 2023 26th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPWC) (pp. 1-7). IEEE.*

Характеристиката на безжичния спектър в съвременните и бъдещите комуникации се е утвърдила като важна област на изследване, особено с оглед на нарастващата плътност на наземните и въздушните мрежови възли. Радиокарти на околната среда "Radio Environment Maps" (REM) се използват широко за анализ на обемното заемане на спектъра и проектиране на алгоритми за разпределение на ресурсите, но тяхното изготвяне се основава на методи за интерполация поради ограничената наличност на измервания. В тази статия се оценяват четири такива оценяващи функции за два набора от данни, събрани в реални условия в триизмерно (3D) пространство – на закрито чрез автоматизиран измервателен инструмент и на открито чрез сензор, базиран на безпилотен летателен апарат (UAV). Описан е процесът на калибриране на методите за интерполация и е оценена тяхната ефективност, като е достигната минимална грешка от  $-7$  dB. Анализирани са влиянието на разстоянието между измервателните точки и оценените точки върху точността. Резултатите от тази работа улесняват по-нататъшния анализ на разпространението на 3D сигнала и прогнозирането на REM.

[34] *Ivanov, A., Tonchev, K., Poulkov, V., Manolova, A., Vlahov, A. (2023). Limited sampling spatial interpolation evaluation for 3D radio environment mapping. Sensors, 23(22), 9110.*

Нарастващата плътност и диверсификация на съвременните и бъдещите безжични мрежи се превърнаха в важна мотивация за развитието на гъвкаво споделяне на спектъра. Радиокартите на околната среда "Radio Environment Maps" (REM) са основен инструмент за характеризирание на използването на спектъра и адаптивно разпределение на ресурсите, но те трябва да бъдат оценявани чрез точни методи за интерполация. В тази работа се оценява ефективността на два утвърдени алгоритъма за пространствени триизмерни (3D) данни, събрани в два реални сценария: на закрито, чрез механична измервателна система, и на открито, чрез безпилотен летателен апарат (UAV) за събиране на измервания. Изследването беше проведено за пълния набор от данни на двуизмерни (2D) равнини с различна височина и за подмножество от ограничени проби (представляващи регионите от интерес или RoI), които бяха комбинирани, за да опишат пространствената 3D среда. Беше постигната минимална грешка от  $-9,5$  dB за съотношение на вземане на проби от 21%. Ефективността на методите и входните данни бяха анализирани чрез полученото стандартно отклонение (STD) на грешката на Кригинг и STD на разстоянията между измерването и изчислените точки. Въз основа на резултатите са описани няколко предизвикателства за ефективността на интерполацията и анализа на пространствените RoI. Те улесняват бъдещото развитие на характеристиката на заетостта на 3D спектъра в сценарии на закрито и на базата на UAV.

[35] *Manolova, A., Poulkov, V., Tonchev, K., Lighthart, L. P., Prasad, R. (2017). Challenges in the design of smart vehicular cyber physical systems with human in the loop. In Breakthroughs in smart city implementation (pp. 165-186). River Publishers.*

Киберфизичните системи (CPS) претърпяват голямо разширение с огромно социално и икономическо въздействие, улесняващо различни услуги като медицински системи, подпомагано живеене, контрол и безопасност на трафика, усъвършенствани автомобилни системи, контрол на процесите, енергоспестяване, разпределена роботика, оръжейни системи, производство, разпределено сензорно командване и контрол, критична инфраструктура.

тура, интелигентни структури, биосистеми и комуникационни системи. За да се подобрят тези услуги, така че да отговарят по-добре на човешките нужди, CPS ще трябва да отчита влиянието на потребителя или оператора чрез контроли Human-in-the-Loop (HiL), които вземат предвид човешките намерения, психологически състояния, емоции и действия. Тъй като тези напълно несъвместими светове трябва да бъдат интегрирани, са необходими иновативни решения. В тази глава се представя обзор на настоящите предизвикателства при проектирането на интелигентна кибер-физическа система за превозни средства (VCPS) с HiL. Счита се, че предизвикателствата са от два типа или категории, първият е свързан с кибер-физическата част, а вторият – с човешкия фактор в цикъла на системата. Въпреки че тенденцията е към развитие от полуавтономни към напълно автономни автомобили, човешкият шофьор и/или пътник, а дори и минувачите, играят централна роля в работата на VCPS. Изследването се фокусира върху предизвикателствата, като се вземат в предвид перспективите за интеграция в цикъла на VCPS, влиянието на физическите процеси, свързани с човешкото поведение и емоционалните състояния на човека. Специално внимание се обръща на човешкия елемент в обратната връзка, тъй като той добавя ново измерение на несигурност във VCPS и се обсъжда моделирането на поведението на водача въз основа на неговите емоционални състояния. Основната цел е идентифицирането на области за по-нататъшно проучване в научната област, свързана с CPS с HiL и очертаването на конкретни предизвикателства за бъдещи изследвания.

- [36] *Georgieva, P., Vlahov, A., Poulkov, V., Manolova, A. (2024, July). A Machine Learning Approach for Network Slice Selection. In 2024 59th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST) (pp. 1-5). IEEE.*

Нарастването на разнообразни и изискващи приложения в 5G мрежите изисква усъвършенствани техники за управление, като например мрежово разделяне, за да се гарантира оптимално качество на услугата при различни изисквания. В тази статия се представя подход, базиран на машинно обучение, за оптимизиране на избора на мрежови сегменти в 5G мрежите, като се акцентира върху AdaBoost класификатор, поради неговите стабилни предсказващи способности. Ключовите показатели за ефективност, които са от решаващо значение за диференциацията на сегментите, като процент на загуба на пакети и технологична поддръжка, се обработват чрез обширна предварителна обработка на данни и инженеринг на признаци, за да се подобри точността и ефективността на модела. Освен това се прилага метод за балансиране на данните, за да се намали пристрастието на модела към доминиращата класа. Този подход значително подобрява общата ефективност на модела, което доведе до по-точни и надеждни резултати.

- [37] *Gotseva, N., Vlahov, A., Poulkov, V., Manolova, A. (2024, July). ML-driven Prediction of QoS in C-V2X Scenarios. In 2024 59th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST) (pp. 1-4). IEEE.*

В тази статия се разглежда ефективността на модела Light Gradient Boosting Machine (LGBM) при прогнозиране на пропускателната способност на низходящата връзка в среда Cellular Vehicle-to-Everything (C-V2X). Използвайки набора от данни Berlin V2X, моделът демонстрира висока точност, постигайки R2 резултат от 97% и средна абсолютна грешка (MAE) от приблизително 3 Mbps. Проучването подчертава ползността на модела за подобряване на комуникационните системи на превозните средства, като улеснява надеждни прогнози за качеството на услугата (QoS). Моделът осигурява ефективни и ефикасни прогнози за пропускателната способност, като се фокусира върху минимален набор от влиятелни мрежови характеристики и използва прост подход на супервизирана регресия.

- [38] *Ivanov, A., Tonchev, K., Poulkov, V., Manolova, A., Neshov, N. N. (2022). Graph*

*based resource allocation for integrated space and terrestrial communications. Sensors, 22(15), 5778.*

Разпределението на ресурсите (RA) винаги е заемало важно място в изследванията в областта на безжичните комуникации поради значението си за максимизиране на пропускателната способност на мрежата и присъщата му сложност. Същевременно, решенията за RA, базирани на графики, също са придобили по-голямо значение, като предоставят възможности за по-висока пропускателна способност и ефективност благодарение на своите представителни възможности, както и предизвикателства за реализиране на мащабируеми алгоритми. Тази статия представя изчерпателен преглед и анализ на графичните методи за RA в три основни типа безжични мрежи: клетъчни хомогенни и хетерогенни, устройство-към-устройство и когнитивни радио мрежи. За всяка от тези категории са предоставени основните характеристики на проектирането, както и насоки за бъдещи изследвания. Въз основа на този преглед се предлага концепцията за графично разпределение на ресурсите за интегрирани космически и наземни комуникации (GRIST). Тя описва взаимосвързаността и съвместното съществуване на различни наземни и не наземни мрежи чрез хиперграф и неговите атрибути. Освен това, предизвикателствата при внедряването на GRIST са обяснени подробно. Накрая, за да допълни GRIST, е въведена схема за определяне на подходящия баланс между различните проектни съображения. Тя е описана чрез опростен процес на проектиране, базиран на графи, за алгоритми за управление на ресурсите.

- [39] *Tonchev, K., Bozhilov, I., Petkova, R., Poulkov, V., Manolova, A., Lindgren, P. (2021, December). Implementation requirements and system architecture for mixed reality telepresence application scenario. In 2021 24th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC) (pp. 1-6). IEEE.*

С напредъка на технологиите, комуникацията между хора на голямо разстояние става все по-близка до реалния живот. Евтини и лесни за инсталиране 3D сензори, достъпни виртуални и смесени реалности Head-Mounted Displays (HMD) проправят пътя към широко разпространение. Въпреки това, настоящото развитие в тази посока все още е в начален стадий и липсата на стандарти и препоръки е основната пречка за достъпността на такава технология. Въз основа на конкретен казус, базиран на контролирана среда, се дефинират изискванията за система за телеприсъствие със смесена реалност (MRTS), предлага се архитектурата на системата по отношение на хардуера и софтуера и предоставяме подробности за внедряването на всеки от нейните компоненти.

- [40] *Bozhilov, I., Petkova, R., Tonchev, K., Manolova, A., Poulkov, V. (2023). HOLOTWIN: A modular and interoperable approach to holographic telepresence system development. Sensors, 23(21), 8692.*

В областта на холографската комуникация (HTC) тази статия представя изчерпателно проучване на съществуващите технологии и предлага нова, модулна архитектура за холографски системи за телеприсъствие (HTPS). Обосновава се предложената архитектурна рамка чрез практическо приложение, демонстрирайки нейната модулност, оперативна съвместимост и гъвкавост. Количествените и качествените оценки разкриват както потенциала, така и областите за подобрене в нашата платформа. Направените констатации подкрепят предпоставката, че ключът към бъдещето на HTC се крие в модулността и оперативната съвместимост, които служат като основни стълбове за ефективна стандартизация и разработване на минимално жизнеспособни продукти.

- [41] *V. Poulkov, A. Manolova, K. Tonchev, N. Neshov, N. Christoff, R. Petkova, I. Bozhilov, M. Nedelchev, Y. Tsankova, "The HOLOTWIN project: Holographic telepresence combining 3D imaging, haptics and AI," 2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical*

Системите за потапящо телеприсъствие станаха възможни благодарение на технологичния напредък в 360-градусовите и многоизгледни видео системи, AR, VR и потапящите аудио-хаптични системи, както и принос от други научни области, като компютърно зрение, дълбоко обучение, пространствено аудио, мобилни комуникации, обемно заснемане и т.н. Този нов начин на комуникация се основава на възможността да се почувствате напълно потопени в разговор между двама души, които не споделят едно и също пространство. Това е голямо подобрение в сравнение с настоящите решения, които са базирани на 2D видеоконференции. Настоящата статия представя туининг дейността за повишаване на капацитета и научните постижения в холографските системи за телеприсъствие като катализатор на цифровизацията - проект HOLOTWIN „Повишаване на капацитета и научните постижения в холографските системи за телеприсъствие като катализатор на цифровизацията“, който има за цел да укрепи и стимулира научните постижения и капацитета за иновации на Техническия университет в София (България) в технологиите за HTC и използва върховите академични и изследователски постижения в Aarhus University (Дания), University of Surrey (Обединеното кралство) и Hellenic American University/Hellenic American College (Гърция) в тази област на изследване. Основните приноси представляват представянето на модел на холографска архитектура за телеприсъствие, включваща хаптика, отговаряща на комуникационните нужди в реално време, базирана на високоточно 3D моделиране на човешкото лице и тяло, разпознаване и прогнозиране на човешки действия и изражения на лицето въз основа на семантична информация.

- [42] *Manolova, A., Neshov, N., Tonchev, K., Koleva, P., Poulkov, V. (2019, July). Challenges for real time long distance holoportation to enable human bond communication. In 2019 42nd International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP) (pp. 529-534). IEEE.*

В днешно време начинът, по който хората виждат света и взаимодействат помежду си, се променя; новите технологии проправят пътя за иновативни решения за комуникация между хората. Последните научни изследвания по съответните теми и бързото развитие на мощни хардуерни и софтуерни приложения позволяват изграждането на нови комуникационни канали за реалистично взаимодействие между хора на различни места, наречено „human bond communication“ (HBC). Една много нова технология, която може да предложи практическо приложение на HBC, е холопортацията, но тя също така поставя много предизвикателства по отношение на събирането и предаването на цифрови данни. Чрез комбиниране на подходящи техники, се предлага подход за холопортация, комбинирана с хаптична технология между еднакви контролирани среди. Представя се концептуален модел на архитектурата на холопортацията за комуникация в реално време, базиран на високоточно 3D моделиране на човешкото лице и тяло, разпознаване и прогнозиране на човешките действия и изражения на лицето, за да се постигне реалистична комуникация. Проектиран по този начин, предложеният концептуален модел на системата за холопортация отговаря на предизвикателствата от гледна точка на предаването на информация, където са наложени ограничения в реално време и теснолентови канали, докато трябва да се предават големи количества данни, като например 3D модели на човешкото тяло.

- [43] *Petkova, R., Poulkov, V., Manolova, A., Tonchev, K. (2022). Challenges in implementing low-latency holographic-type communication systems. Sensors, 22(24), 9617.*

Холографската комуникация (HTC) позволява нови нива на взаимодействие между отдалечени потребители. Очаква се, че тя ще предостави потапящо преживяване, като същевременно ще засили усещането за съвместно присъствие в споделеното пространство. В допълнение към новооткритите предимства обаче се налагат строги системни изисква-

ния, като мултисензорно и многоизмерно заснемане и възпроизвеждане на данни, ултралека обработка, предаване с ултраниска латентност, реалистично въплъщение на аватари, предаващи жестове и изражения на лицето, поддръжка на произволен брой участници и др. В тази статия се прави преглед на настоящите ограничения при внедряването на НТС системата и се систематизират основните предизвикателства в няколко основни групи. Освен това се предлага концептуална рамка за реализацията на НТС система, която ще гарантира желаната ниска латентност на предаването, лека обработка и лесна мащабируемост, придружени от по-високо ниво на реализъм в изгледа и динамиката на човешкото тяло.

[44] *N. Petkov, N. Christoff, A. Manolova, K. Tonchev and V. Poulkov, "Comparative Study of Latent-Sensitive Processing of Heterogeneous Data in an Experimental Platform for 3D Video Holographic Communication," 2022 Global Conference on Wireless and Optical Technologies (GCWOT), Malaga, Spain, pp. 1-6, (2022).*

Холографската комуникация е цялостен интерфейс човек-компютър-машина, който съчетава разширена реалност и телеприсъствие на виртуална реалност, за да създаде цифрови сканирания в реален живот и реалистични 3D аватари на обекти, които се показват в среда със смесена реалност и се използват за комуникация в реално време и взаимодействие между отдалечени потребители. Забавянето, което съществува, докато се предава реалистичното впечатление за присъствие в отдалечено местоположение на човешки потребител, възпрепятства приемливостта на системите за потапящо телеприсъствие. Приносите на настоящата статия включват разработка на експериментална платформа за 3D холографска комуникация, която използва хетерогенни данни като облаци от точки и данни, генерирани от сензори. Разработени са два сценария за изследване на латентността и времето за пренос на данни в контекста на холографската комуникация. Въведен е протокол КСР за по-бърза и ефективна комуникация, който постига по-добри резултати в сравнение с традиционните TCP протоколи при работа с хетерогенни данни. В тази статия изследваме два сценария на използване за измерване на изчисленото време за предаване на разнородни данни, включително ключови точки от 3D модела на тялото, лицето или ръцете, така че да отговорим на ограниченията на честотната лента и латентността в настоящите и бъдещите мрежи. Сценарий А се фокусира върху визуализацията и преноса на облаци от точки, представляващи лицеви данни. Проведени са симулации с различни размери и брой точки, за да се изследва времето за визуализация и пренос. Сценарий Б изследва движенията на тялото, използвайки скелетона на човешкото тяло, за да симулира взаимодействие в реално време между потребител и 3D модел. Измерена е латентността на различни етапи: от сензора, при визуализация и при мрежов пренос, за да се оценят възможностите за оптимизация. Латентността в различни сценарии е оценена като "добра", "средна" и "лоша". Най-добри резултати се постигат при облаци от точки с 50,000 точки и латентност под 300 ms, което е допустимо за реално приложение. В сценарий Б, където се изследват движения на скелетона, бе установено, че латентност под 250 ms е достатъчна за плавно и точно взаимодействие в холографска среда.

[45] *Tonchev, K., Bozhilov, I., Manolova, A. (2023, March). Semantic communication system for 3d video. In 2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT and NCON) (pp. 542-547). IEEE.*

Семантичните комуникационни системи ще решат проблема, че настоящите 5G системи се приближават до границата на Шанън, докато количеството данни постоянно нараства. Семантичното представяне на света ще позволи разбирането на данните от крайните възли, както и от самата мрежа. Използването на обща информация за света от всички възли на мрежата ще доведе до компресиране на данните отвъд съществуващите видове

компресиране. Това ще бъде постигнато чрез филтриране на излишната и нерелевантна информация и извличане на смисъла. Без съмнение основната сила зад семантичните комуникации е развитието на изкуствения интелект. Той може да разбира света и поради това е в сърцевината на тази нова парадигма, семантичните комуникации. Като се имат предвид нововъзникващите комуникационни приложения, като например метавселената, се очаква компресирането и предаването на 3D данни да бъде един от основните типове данни в 6G. Този тип данни има свойства, които не са присъщи на традиционните 2D изображения и видео, и затова налага използването на нови видове компресия. В тази статия се предлага система, базирана на семантично представяне, за семантична комуникация на 3D видео данни. За кодиране и декодиране на 3D данни в системата се използват графично-конволюционни невронни мрежи. За тестването ѝ се използва набор от данни с 3D модели на движещи се човешки тела, които са създадени изкуствено.

[46] *N. Christoff, K. Tonchev, N. Neshov, A. Manolova and V. Poulkov, "Audio-Driven 3D Talking Face for Realistic Holographic Mixed-Reality Telepresence," 2023 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom), Istanbul, Turkiye, pp. 220-225, (2023).*

Способността на машините ефективно да разбират човешката реч въз основа на визуална информация е един от значимите елементи за ефективната комуникация човек-машина. Разграничаването на семантиката на речта от външния вид на лицето обаче не е лесна задача. В статията е предложена таксономия на методите за 3D говорещо човешко лице, което е и основният принос на статията, като са категоризирани в подходи, базирани на GAN, базирани на NeRF и базирани на DLNN. Еволюцията на телеприсъствието със смесена реалност се фокусира върху разработването на говорещи 3D лица, които синтезират естествени човешки лица в отговор на текстови или аудио входове. Направен е сравнителен анализ на набори от аудио-видео данни, използвани при обучението на алгоритми на различни езици, с цел разпознаването на реч. Справянето с шума на аудио данните е от значение за стабилна производителност, като се използват техники като интегриране на DeepSpeech и добавяне на шум. Разгледани са методи за оптимизация на латентността, като се цели подобрене на потребителското изживяване, а методите за количествена и качествена оценка измерват синхронизацията, качеството на лицето и сравнението на производителността.

[47] *Hristov, P., Nikolov, P., Manolova, A., Boumbarov, O. (2020, September). Multi-view RGB-D System for Person Specific Activity Recognition in the context of holographic communication. In 2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET) (pp. 1-4). IEEE.*

Разпознаването на дейности е ключов компонент на контекстно-ориентираната холографска комуникация за поддържане на оптимален поток от данни с високо качество, но конвенционалните подходи често не разполагат с достатъчно семантична информация и контекстна ориентираност поради проблеми като трудност при идентифицирането на дейността, която извършва даден индивид; прекомерно приспособяване при изграждането на модели на дейности; събиране на голямо количество етикетирани данни от всеки краен потребител. В тази статия се представя напълно разработена система RGB-D с много гледни точки, базирана на специфични за потребителя показатели – черти на лицето, съчетани с телесна структура. Системата използва подход, базиран на телесната структура. Тества се ефективността на предложената архитектура в контролирана среда.

[48] *Petkova, R., Bozhilov, I., Nikolova, D., Vladimirov, I., Manolova, A. (2023). Taxonomy and Survey of Current 3D Photorealistic Human Body Modelling and Reconstruction Techniques for Holographic-Type Communication. Electronics, 12(22), 4705.*

Непрекъснатото развитие на видео технологиите в момента е насочено предимно към усъвършенстване на 3D видео парадигмите и постоянното подобряване на тяхното качество, реализъм и ниво на потапяне. Както изследователската общност, така и индустрията работят за подобряване на представянето, компресирането и предаването на 3D съдържание. Техните колективни усилия достигат своята кулминация в стремежа към пренос в реално време на обемни данни между отдалечени места, поставяйки основите на холографската комуникация (HTC). За да се постигне обаче наистина реалистично холографско преживяване, 3D представянето на участниците в HTC трябва да предава точно външния вид, емоциите и взаимодействията на реалните лица, като създава автентични и анимирани 3D модели на хора. В тази връзка настоящата статия има за цел да разгледа най-новите и широко признати работи в областта на 3D моделирането и реконструкцията на човешкото тяло. Освен това, се предоставя информация за наборите от данни и 3D параметричните модели на тялото, използвани от разгледаните подходи, заедно с използваните показатели за оценка. Приносът на публикацията включва сравнение въз основа на различни критерии и създаване на таксономия, основана на естеството на входните данни, както и обсъждане на оценените подходи по отношение на различни показатели на HTC.

[49] *Christoff, N. Neshov, K. Tonchev and A. Manolova, "Application of a 3D Talking Head as Part of Telecommunication AR, VR, MR System: Systematic Review," Electronics, 12(23), 4788., (2023).*

В днешната дигитална ера областите на виртуалната реалност (VR), разширената реалност (AR) и смесената реалност (MR), наричани заедно разширена реалност (XR), прекрохват взаимодействията между човек и компютър. XR технологиите са готови да преодолеят географските бариери, предлагайки иновативни решения за повишаване на емоционалната и социална ангажираност в телекомуникациите и дистанционното сътрудничество. Изследването, представено в настоящата статия, се задълбочава в интегрирането на (AI) задвижвани 3D говорещи глави в базирани на XR телекомуникационни системи. Тези аватари възпроизвеждат човешки изрази, жестове и реч, като ефективно минимизират физическите ограничения при отдалечена комуникация. Основните приноси на статията са както следва: 1. Подготвен задълбочен и обширен анализ на настоящите изследователски подходи за генериране на аудио управлявана 3D глава. 2. Предложени са общи критерии за оценка на алгоритмите за 3D говореща глава по отношение на тяхното приложение за споделена виртуална среда (SVE).

[50] *Bozhilov, I., Tonchev, K., Manolova, A., Petkova, R. (2022, October). 3D human body models compression and decompression algorithm based on graph convolutional networks for holographic communication. In 2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC) (pp. 532-537). IEEE.*

Хората са свикнали да възприемат света около себе си под формата на триизмерни обекти. Ето защо логична стъпка в развитието на комуникационните технологии е преминаването към внедряване на комуникационни системи в триизмерна среда. Такова е холографското общуване. При холографското общуване между хора се предават триизмерни модели на телата на участниците. Формата на човешкото тяло е силно променлива, тъй като зависи от фактори като възраст, пол, етническа принадлежност, здравословно състояние и др. Освен това тялото се деформира значително при заемане на различни позиции. Всички тези фактори трябва да бъдат взети под внимание при разработването на алгоритми за компресиране, така че да може да се запази максималното количество информация. Целта на тази статия е да представи алгоритъм за компресиране и декомпресиране на 3D модели на човешкото тяло в статична поза, базиран на графични конволюционни невронни мрежи.

[51] *Bozhilov, I., Tonchev, K., Neshov, N., Manolova, A. (2023, September). Lip-Synchronized 3D Facial Animation Using Audio-Driven Graph Convolutional Autoencoder. In 2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 1, pp. 346-351). IEEE.*

Повечето от най-съвременните методи за аудио-управлявана лицева анимация прилагат диференцируема фаза на рендиране в своите модели и като такива, резултатът от тях е двуизмерно растерно изображение. Съществуващите разработвателни процеси за MR (смесена реалност) приложения обаче използват специфични за платформата рендиращи двигатели, оптимизирани за конкретни HMD (дисплей, монтирани на главата), което от своя страна налага използването на техника, която работи директно върху геометрията на лицевата мрежа. Тази работа предлага иновативен метод за 3D анимация на лицето, синхронизирана с устните и управлявана от аудио, използващ графичен конволуционен автоенкодер, който научава подробни деформации на лицето на говорещ субект, докато генерира компактно латентно представяне на 3D модела. Представянето в следващия етап се съгласува с обработените аудио данни, за да се постигне синхронизирано движение на устните и челюстта, като се запазват чертите на лицето на субекта. Аудио обработката включва извличане на семантични характеристики, които са силно свързани с деформацията и изражението на лицето. Качествени и количествени експерименти показват потенциалното приложение на метода в MR приложения, както и хвърлят светлина върху някои от недостатъците на настоящите подходи.

[52] *I. Ivanov, A. Manolova, R. Petkova, I. Bozhilov and N. Christoff, "Virtual Reality Application for Height Fear Treatment," 2023 58th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Nis, Serbia, pp. 51-54, (2023).*

В статията е представена разработено приложение за виртуална реалност, предназначено за терапия на страх от височини (акрофобия). Основният принос е създаването на платформа, която използва виртуална реалност за безопасно излагане на потребителите на ситуации, предизвикващи страх и тревожност, с цел преодоляване на техните фобии. Това приложение предлага постепенен подход, който позволява на потребителите да се сблъскват със своите страхове в контролирана и адаптивна среда. Приложението е разработено в Unity 3D, използвайки SteamVR и програмния език C#. Средата включва различни нива на трудност, които се базират на симулации на мостове, стълби и платформи с променлива височина и стабилност. Потребителите могат да навигират чрез контролери и да взаимодействат с виртуалната среда, като движенията им са внимателно проектирани, за да минимизират риска от замаяване и гадене. Добавен е модул за отчет на тревожността, който позволява на потребителите да докладват нивата си на страх в реално време, като информацията се записва и анализира за оценка на терапевтичния прогрес. Резултатите показват, че приложението предлага сигурна и ефективна среда за терапия, която може да се персонализира спрямо индивидуалните нужди на потребителя.

[53] *Naydenov, Z., Manolova, A., Tonchev, K., Neshov, N., Poulkov, V. (2021, July). Holographic virtual coach to enable measurement and analysis of physical activities. In 2021 44th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP) (pp. 288-291). IEEE.*

В световен мащаб съществува огромен проблем с липсата на физическа активност, затлъстяването и много заболявания, дължащи се на неправилно хранене, липса на движение, заседнал начин на живот и др. В настоящата публикация се предлага прототип на кибер-физическа система, ориентирана към човека, за измерване и анализ на физическата активност с помощта на холографски виртуален треньор. Системата може да идентифицира потребителя от мулти-камера в началото на всяка сесия, а алгоритъм, базиран на

програма, открива и анализира неговите периодични дейности. Алгоритъмът открива началото на серия от упражнения от даден тип, измерва продължителността на всяко от тях, открива края на поредицата от физически дейности и измерва броя на повторенията и отклонението от зададената норма. Приложението за виртуален треньор се управлява от глас и жестове на потребителя с помощта на Microsoft HoloLens.

- [54] *Chotrov, D., Uzunova, Z., Maleshkov, S., Stoyanova, P., Stoyanova, T., Lindgren, P., ... Poulkov, V. (2023, March). Virtual Collaboration in Mixed Reality for Enhancing Business Model Innovation. In 2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT and NCON) (pp. 528-532). IEEE.*

В тази статия се демонстрира как използването на смесена реалност може да добави още едно ниво на интерактивност, като по този начин разширява и подобрява възможностите на уникалния инструмент за иновации в бизнес моделите - BeeCube. Участниците в процеса на иновации в бизнес моделите могат да използват физическата структура на BeeCubes, да си сътрудничат, използвайки виртуалните инструменти на Bee, или да работят във виртуален BeeCube, без да е необходимо да се намират в реалната физическа среда. Докато обмислят и работят заедно върху нов или съществуващ продукт, сътрудниците в BeeCube могат да импортират различни 3D инструменти, да добавят пространствени чертежи и бележки, за да визуализират идеите си, което помага за подобряване на взаимното разбиране на процеса на иновации в бизнес моделиране и засилване на сътрудничеството. Разработеният потребителски интерфейс се основава на интуитивни взаимодействия, базирани на проследяване на ръцете, жестове и разпознаване на реч.

- [55] *Neshov, N., Manolova, A. (2021). Objects distance measurement in augmented reality for providing better user experience. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1032, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.*

В тази статия се представя алгоритъм за осигуряване на по-добро потребителско преживяване в AR приложения, базирани на HMD (Head Mounted Display), двойка камери и семантична сегментация с дълбоко обучение. Потребителят може да вижда сцената, заснета от камерите, използвайки HMD, заедно с допълнителна информация относно разстоянията до всички открити обекти. Камерите са прикрепени към HMD и трябва да бъдат разположени възможно най-близо една до друга. Освен това една от камерите е преместена на известно разстояние по-близо до сцената по отношение на другата камера. Въз основа на традиционния модел на камера с малък отвор и оценка на размера на проекцията на даден обект в пикселни координатни системи и в двете камери, се изчислява разстоянието от камерите до обекта. За локализиране и изчисляване на размера на проектираните обекти се използва семантична сегментация, базирана на алгоритъм за дълбоко обучение.

- [56] *Todorov, K., Manolova, A., Chervendinev, G. (2019, October). Immersion in virtual reality video games for improving physical performance measures: a review. In 2019 27th National Conference with International Participation (TELECOM) (pp. 35-38). IEEE.*

Виртуалната реалност (VR) в активните видеоигри, наричана още „ексергейминг“, се превърна в нова тенденция в развлекателния сектор, но също и в секторите на фитнеса, образованието и здравеопазването. Тя изисква движения на тялото, за да се играе, и функционира като форма на физическа активност (ФА). Тъй като този тип игри става все по-популярен и достъпен, а тенденциите сочат, че той може да се превърне в основен медиен продукт, научната общност обсъжда неговата полезност. Има редица твърдения за способността им да подобряват здравето чрез увеличаване на ФА, но изследователите също така твърдят, че все пак това е форма на прекарване на време пред монитор, което има много отрицателни страни. Целта на тази статия е да направи преглед на научноиз-

следователската област и да очертае силните и слабите страни, както и възможностите на потапящите VR игри за насърчаване на ФА. Наличните данни сочат, че активните видеонигри могат да заменят седенето пред компютъра или телевизора с физическа активност и да допринесат значително за подобряване на здравето. Въпреки това остава под въпрос дали това е устойчив начин за мотивиране на геймърите да бъдат физически активни.

[57] *Sechkova, T., Tonchev, K., Manolova, A. (2016, September). Action Unit recognition in still images using graph-based feature selection. In 2016 IEEE 8th International Conference on Intelligent Systems (IS) (pp. 646-650). IEEE.*

Израженията на лицето са универсални и независими от раса, култура, етническа принадлежност, националност, пол, възраст, религия или друга демографска променлива. Тези факти са основната причина автоматичното разпознаване на израженията на лицето да бъде една от горещите теми на много научни изследвания и да бъде полезно в толкова много търговски и научни области. Най-известният и вероятно най-използваният анатомично базиран метод за определяне на лицевата активност е Системата за кодиране на единици на лицевите действия (FACS). В тази статия се предлага алгоритъм за разпознаване на единици на лицевы активности, използващ графично базиран подбор на характеристики в ненадзиравана и надзиравана среда. Предлагаият алгоритъм се базира на най-съвременен алгоритъм за откриване на ключови точки на лицето – методът Supervised Gradient Descent, а класификацията се извършва с помощта на Support Vector Machines. Изграден по този начин, алгоритъмът работи върху неподвижни изображения, където се очаква израженията на човешкото лице да са в своя апогей. Използвайки методологията за оценка „leave-one-person-out“, се постига средна точност от 90,1% за ненадзираван и 92,7% за надзираван подбор на признаци на 12 единици за действие.

[58] *Tonchev, K., Neshov, N., Manolova, A., Poulkov, V. (2017, August). Expression recognition using sparse selection of log-Gabor facial features. In 2017 Fourth International Conference on Mathematics and Computers in Sciences and in Industry (MCSI) (pp. 11-15). IEEE.*

Автоматизираното разпознаване на изражения е съвременна област на изследване, която оценява човешките изражения от изображения или видео данни, използвайки компютърни алгоритми, комбинирани с машинно обучение. Тази работа предлага алгоритъм за разпознаване на изражения, включващ алгоритъм за извличане на признаци, състоящ се от логаритмични Габор филтри, последвани от подбор на признаци въз основа на "sparse approximation" на "graph embedding". Класификацията се извършва върху избраните признаци и се реализира с помощта на Support Vector Machines с радиална базова функция. Алгоритъмът е тестван върху базата данни с изображения на изкуствени изражения на лицето Cohn-Kanade и дава конкурентни резултати в сравнение с най-съвременните технологии.

[59] *Dinkova, P., Georgieva, P., Manolova, A., Milanova, M. (2016, June). Face recognition based on subject dependent Hidden Markov Models. In 2016 IEEE international Black Sea conference on communications and networking (BlackSeaCom) (pp. 1-5). IEEE.*

В тази статия се представя автоматична система за разпознаване на лица, базирана на инкрементално Singular Values Decomposition (SVD) и зависими от субекта скрити Марковски модели (HMM). За всеки субект се обучава индивидуален HMM с характеристики, извлечени от SVD на обучителните изображения на субекта. Основното предимство на предложената система за разпознаване SVD-HMM е нейната устойчивост спрямо намаляване на измерността на изображенията. Системата е тествана на два еталонни набора от данни за лица – Olivetti Research Laboratory (ORL) и базата данни YALE. SVD-HMM е сравнен със стандартното разпознаване на лица SVD. SVD, приложена към оригинални

те (пълноразмерни) изображения, работи по подобен начин като SVD-HMM, приложена към компресираните (половината от оригиналния размер) изображения. SVD се влошава бързо, когато изображението е компресирано.

[60] *Hristov, P., Manolova, A., Boumbarov, O. (2020, October). Deep learning and SVM-based method for human activity recognition with skeleton data. In 2020 28th National Conference with International Participation (TELECOM) (pp. 49-52). IEEE.*

През последните години изследванията, свързани с анализа на човешките активности, са обект на повишено внимание от страна на инженерите, занимаващи се с компютърно зрение, и по-специално, тези използващи дълбоко обучение. В тази статия се предлага метод за класифициране на човешките активности, съставени от 3D скелетни данни. Тези данни се нормализират предварително и се представят в две форми, които се подават към невронна мрежа с паралелни конволюционни и плътни слоеве. След като мрежата е обучена, обучителните данни се използват отново, за да се направи извод за изхода от предпоследния слой. Този изход се използва за обучение на Support Vector Machine. Всички хиперпараметри са изчислени с помощта на стратегията за байесова оптимизация на набора от данни PKU-MMD. Предложеният метод е тестван на набора от данни UTD-MHAD, като постигна точност от 92,4%.

[61] *Nikolova, D., Vladimirov, I., Manolova, A. (2023, June). An Experimental Analysis of Deep Learning Models for Human Activity Recognition with Synthetic Data. In 2023 58th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST) (pp. 277-280). IEEE.*

В тази статия се представя експериментално проучване на най-съвременните техники в областта на разпознаването на човешка активност (HAR). Разгледани и сравнени са различни алгоритми за дълбоко обучение, включително CNN и RNN. Експерименталната част е извършена с използване на два реални набора от данни Kinetics-400 и UCF-101 и един синтетичен - SURREACT. Всички те са използвани както за обучение, така и за тестване. Моделите SlowFast, X3D и MVit са оценени с помощта на точност top-1, а резултатите идентифицират най-ефективните комбинации от набор от данни и модел. Един важен въпрос, на който това проучване се опитва да отговори, е дали синтетичен набор от данни може да замести реален такъв. В заключението на публикацията се обсъждат ограниченията и бъдещите насоки, заедно с потенциалните приложения в реалния свят.

[62] *A. Manolova, K. Tonchev, N. Neshov and N. Christoff, "Human activity recognition with semantically guided graph-convolutional network," 2021 XXX International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, pp. 1-4, (2021).*

Статията представя алгоритъм за разпознаване на човешка активност посредством граф-конволюционна невронна мрежа, на която е подадена семантична информация, базирана на ARMA филтри. Приносите на изследването включват разработването на иновативна архитектура за граф-конволюционна невронна мрежа, която използва семантично представяне на данните, за да разпознава човешки действия. Това се постига чрез комбинирани на граф и усъвършенствани филтри, които обработват времевата динамика на действията. Методът е тестван върху NTU60 RGB-D Dataset, съдържащ данни за скелетни движения от 60 различни действия, изпълнени от 40 участници. Получените резултати показват точност от 86.8%, в сравнение със съществуващите методи, като Part-Aware LSTM (62.9%) и HCN (86.5%). Резултатите показват, че алгоритъмът е подходящ за приложения в контекста на холографска комуникация.

[63] *Neshov, N., Tonchev, K., Manolova, A., Neshev, S. (2023, September). Gait-Based Multi-View Person Identification with Convolutional Neural Networks. In 2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 1, pp. 1099-1103). IEEE.*

Поради уникалността на походката на всеки човек, разпознаването на походката е обещаващ метод за идентификация и удостоверяване. Разработени са системи за машинно виждане, които улавят индивидуалността на походката на даден човек, но променливостта, предизвикана от елементи като темпото на ходене, ъгълът на наблюдение, облеклото и наличието или липсата на аксесоари, затруднява разпознаването на походката и го прави податливо на подобрения. Едно интересно приложение на идентификацията на лица въз основа на походката е в холографските системи за телеприсъствие за подобрена идентификация на потребителите, където идентификацията въз основа на походката може да предостави допълнително ниво на идентификация и да помогне за разграничаване на множество участници. В тази работа се предлага система за идентификация на лица въз основа на множество изгледи на човек, вървящ по права линия. Решенията на класификаторите, работещи във всеки изглед, се обединяват, за да се вземе окончателно решение относно идентификацията на лицето. Предложеният подход е тестван върху два набора от данни. Първият е популярен набор от данни за разпознаване на походката, а постигнатата степен на разпознаване е 93,27%. Вторият набор от данни е записан от авторите, а степента на разпознаване, постигната върху този набор от данни, е 95,83%.

[64] *Nikolov, P., Boumbarov, O., Manolova, A., Tonchev, K., Poulkov, V. (2018, July). Skeleton-based human activity recognition by spatio-temporal representation and convolutional neural networks with application to cyber physical systems with human in the loop. In 2018 41st International conference on telecommunications and signal processing (TSP) (pp. 1-5). IEEE.*

Развитието на кибер-физическите системи (CPS), в които интелигентни компютри могат да усещат и разбират човешкото поведение, ще има огромно социално и икономическо въздействие, улеснявайки различни услуги в критичната инфраструктура и ежедневието. CPS с човешко участие е система, която взема предвид човешката реакция, а човешкото присъствие и поведение са ключови части от системата. Така че тези архитектури на интелигентни устройства ще трябва да интерпретират човешките действия в реално време и да предсказват непосредствените намерения на хората в сложни, шумни и претъпкани среди. Една от основните цели на изследователите е разработването на CPS, които могат да разбират сложни човешки дейности. В тази статия се предлага нов подход, базиран на скелетон, който използва пространствено-времева информация и конволюционни невронни мрежи за класифициране на човешките дейности.

[65] *Tonchev, K., Manolova, A., Petkova, R., Poulkov, V. (2021, September). Human skeleton motion prediction using graph convolution optimized gru network. In 2021 XXX International Scientific Conference Electronics (ET) (pp. 1-5). IEEE.*

Анализът на човешкото движение може да разкрие модели, които се оказват много полезни в взаимодействията между човек и машина, в медицинските приложения и в подпомагането от околната среда живеене. Един такъв анализ е прогнозирането на човешкото движение, което се състои в прогнозиране на позата на човека в набор от времеви моменти, съдържащи се в ограничен времеви прозорец от 1 до 2 секунди. Тази прогноза се прави чрез анализ на предишното движение, т.е. набор от предишни пози, в рамките на избран времеви прозорец. В тази статия предлагаме да предсказваме човешкото движение, използвайки мрежа от Gated Recurrent Unit (GRU), вариант на рекуррентна невронна мрежа. Предсказването се основава на модел на човешки скелет и промяната на позицията на ставите във времето. Оптимизира се GRU, като се замества тежестта на входните и рекурсивните изходи с конволюция, използвайки графичната структура на човешкия скелет. Валидира се предложената мрежа, като се тества върху публично достъпни данни и се предоставят най-съвременни резултати в сравнение с други популярни методи.

[66] *Tonchev, K., Neshev, S., Petkova, R., Manolova, A., Poulkov, V. (2023, March). Person*

*and Face Re-Identification Using Semantic Information and Single Shot Face Identification. In 2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT and NCON) (pp. 548-553). IEEE.*

Повторната идентификация на лица е съвременен проблем, свързан с идентифицирането на едно и също лице в няколко кадри от камери, които обикновено не се припокриват. Съвременните решения на този проблем включват решения, базирани на дълбоко обучение, които имплицитно осигуряват обучение на характеристики и метрики. В тази работа се предлага нов подход за повторна идентификация на лица и лица, ръководен от семантична информация. Повторната идентификация на лица се подхожда чрез използване на еднократно разпознаване на лица за инициализация, използвайки семантични части на лицето. Повторната идентификация на лица също се ръководи от семантична информация, представена от ръце, крака и др. Тя се подкрепя допълнително от решението за повторна идентификация на лица, ако е налично. Предложеният подход е тестван на популярни бази данни за повторна идентификация на лица и показва конкурентни резултати.

[67] *Neshev, S., Tonchev, K., Petkova, R., Manolova, A. (2023, September). Image-to-Video Person Re-Identification Using Semantic Information. In 2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 1, pp. 1104-1109). IEEE.*

Повторната идентификация на лица е задача, която има за цел да идентифицира обект от видеопоредица, заснета от няколко камери с неприпокриващи се полета на видимост. Тя има много приложения в областта на наблюдението, обществената безопасност, интелигентните градове и особено в контекстуално-ориентираната холографска комуникация. Множеството кадри във видеопоредицата могат да се използват за намиране на временни връзки, а тяхното представяне може да се използва за подобряване на задачата за повторна идентификация. Освен това семантичната информация, свързана с лицето, може да се използва за подобряване на производителността и предоставяне на по-добри представяния на видеопоредиците и изображенията. В тази работа се предлага нов подход за използване на семантична информация при изучаването на нелокални тегла чрез заснемане на връзките между характеристиките, извлечени от видеопоредиците. Семантичната информация се представя от човешкото тяло и се извлича с помощта на специална невронна мрежа. Експерименталната валидация с помощта на популярни набори от данни потвърждава валидността на предложения подход.

[68] *Christoff, N., Jorda, L., Viseur, S., Bouley, S., Manolova, A., Mari, J. L. (2020). Automated extraction of crater rims on 3D meshes combining artificial neural network and discrete curvature labeling. Earth, Moon, and Planets, 124(3), 51-72.*

Едно от предизвикателствата на планетарната наука е определянето на възрастта на геоложките единици на повърхността на различните планетарни тела в Слънчевата система. Това служи за установяване на хронология на геоложките събития, които се случват на тези различни тела, и оттам за разбиране на процесите на тяхното формиране и еволюция. Един подход за датиране на планетарните повърхности се основава на анализа на плътността на ударните кратери в зависимост от размера им. Предложени са подходи за автоматично откриване на ударни кратери, за да се улесни процеса на датиране. Те се основават на цветовите стойности от изображенията или стойностите на надморската височина от цифровите модели на релефа (DEM). В тази статия се предлага нов подход за откриване на кратери, по-конкретно чрез използване на техните ръбове. Кратерите могат да се характеризират с кръгла форма, която може да се използва като отличителна черта. Разработеният метод се основава на анализ на геометрията на DEM, представена като

3D мрежа, последван от анализ на кривината. Процесът на класифициране се извършва с еднослосен перцептрон. Валидирането на метода се извършва върху DEM на Марс, придобити от лазерен алтиметър на борда на космическия кораб Mars Global Surveyor на NASA и комбинирани с база данни от ръчно идентифицирани кратери. Резултатите показват, че предложеният подход значително намалява броя на фалшивите отрицателни резултати в сравнение с други, базирани само на топографска информация.

[69] N. Christoff and A. Manolova, "Detection and Boundary Extraction of Martian Impact Craters by a Pyramidal Approach," 2019 14th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS), Nis, Serbia, pp. 384-387, (2019).

През последните десет години Марс беше широко изследван и картографиран от няколко орбитални мисии на НАСА и ЕКА, генерирайки големи масиви от изображения с висока разделителна способност. Този вид информация помага за разбирането на процесите на удар, протичащи върху повърхността на небесните тела. Статията представя иновативен подход за автоматично откриване и извличане на контурите на ударни кратери на Марс, използвайки пирамидално представяне на изображения и класически морфологични операции, базирани на трансформацията на Хъф. Основният принос е създаването на алгоритъм, който идентифицира и характеризира кратери с различни размери, като подобрява точността и ефективността на съществуващите методи. Алгоритъмът включва обработка на данни от Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) с висока разделителна способност. Алгоритъмът използва пирамидално представяне, при което размерът на слоевете постепенно се намалява, за да се откриват кратери от различни мащаби. На всеки слой се прилагат морфологични операции, активни контури за подобряване на ръбовете и трансформацията на Хъф за идентифициране на кръгови структури. Резултатите показват, че алгоритъмът превъзхожда съществуващите подходи по отношение на откриването на малки и средни кратери, като същевременно намалява броя на фалшиво положителни резултати. Оценката на качеството включва показатели като процент на откриване (D) от 93.3% и качество на откриване (Q) от 66.7%.

[70] Christoff, N., Manolova, A., Jorda, L., Mari, J. L. (2018, September). Morphological crater classification via convolutional neural network with application on MOLA data. In ANNA'18; Advances in Neural Networks and Applications 2018 (pp. 1-5). VDE.

Единственият подход за датирание на възрастта на повърхността е броят на кратерите от удари. За да се улесни този процес, са предложени много автоматични подходи за откриване на кратери от удари. Въпреки това, произходът и морфологичните характеристики на тези кратери от удари могат да повлияят на точността на броя на кратерите. В тази статия се предлага нов подход за морфологична класификация на кратерите. Разработеният метод се основава на проучване на 3D триангулирана мрежа от проба от Марс. Използва се анализ на кривината и метод за локална квантизация в комбинация с конволюционна невронна мрежа, за да класифицираме автоматично кратерите от удари в три категории: валидни, вторични и деградирани кратери.

[71] Christoff, N., Manolova, A., Jorda, L., Mari, J. L. (2017, October). Feature extraction and automatic detection of Martian impact craters from 3D meshes. In 2017 13th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS) (pp. 211-214). IEEE.

В тази статия се предлага нов алгоритъм за извличане на характеристики, базиран на анализ на кривината на 3D данни и информация за сивото, извлечена от изображенията. Ефективността на метода е тествана върху 3D мрежови данни, предоставени от Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA), и е сравнена с референтни научни изследвания. Експерименталните резултати показват, че предложеният метод може да постигне по-добра точ-

ност в сравнение с други методи за откриване на кратери и има по-малка изчислителна сложност.

[72] *Christoff, A. Manolova and R. Mironov, "Along-Track and Cross-Track Noise Analysis of Altimeter Data Using Tensors," 2019 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Metz, France, pp. 791-796, (2019).*

Изследването на повърхностите на астрообектите се основава на изображения и топографски данни, обикновено получени чрез лазерна алтиметрия от планетарни мисии. Статията представя метод за анализ на шума в данните на орбиталния лазерен алтиметър на Марс (MOLA), използвайки тензорна декомпозиция. Основният принос е разработването на алгоритъм за разпознаване и намаляване на шума в 3D данни, като се акцентира върху анализ на шума по посоката на траекторията (along-track) и напречно на траекторията (cross-track). Данните от MOLA, които трябва да бъдат обработени, са масивни и триизмерни, но получената разделителна способност на марсианската повърхност е ограничена до плътността на данните от висотомера, особено по посоките на напречните пътища. Следователно тензорно представяне може да се използва за моделиране на тези типове шум. Методът включва изграждане на 3D тензор от данни, получени от MOLA, който след това се подлага на декомпозиция на сингулярни стойности (HOSVD). Основната цел е да се изолира и елиминира шума чрез премахване на малките сингулярни стойности в основния тензор, като по този начин се реконструира филтриран сигнал с намален шум. За експериментите са използвани данни с резолюция от 463 метра на пиксел. Резултатите показват, че предложената техника значително подобрява качеството на реконструирания сигнал, като постигнатото пиково отношение сигнал/шум (PSNR) достига до 75 dB при ниска стойност на шумова дсвиация. При по-високи стойности на шума методът също демонстрира ефективност, но визуално шумът става по-видим.

[73] *N. Christoff and A. Manolova, "Along-Track and Cross-Track Noise Analysis of Minimal Curvature on Mars Orbiter Laser Altimeter Data," 2020 55th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Niš, Serbia, pp. 181-184, (2020).*

Планетните повърхности се изследват чрез земни проби или чрез непреки наблюдения като изображения и топографски данни. Тази статия разглежда топографските данни от орбиталния лазерен алтиметър на Марс (MOLA). Анализът се основава на дисперсията на шума, най-ясно визуализиран посредством минималната кривина ( $k^2$ ). Предлага се хистограмен подход за оценка на надлъжни и напречни линии, базиран на географски характеристики (като кратери) в данните от висотомера. Основният принос е разработването на подход за характеризирание на географски особености, като кратери, чрез статистически методи за изчисление на шум и изключване на отклоняващи се стойности, които могат да изкривят анализа на топографията. Използвани са MOLA данни с резолюция от 500 метра на пиксел и е създадена 3D мрежа за представяне на топографските повърхности. Резултатите показват, че използваният подход успешно идентифицира кратери с диаметър под 5 км, като същевременно намалява броя на фалшиво положителните кратери. Повишената точност е постигната чрез комбиниране на статистически и геометрични анализи, които позволяват по-добро разбиране на топографските характеристики на Марс.

[74] *N. Christoff, N. Bardarov, A. Manolova and K. Tonchev, "Feature Extraction and Automatic Detection of Wooden Vessels from Raster Images," 2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, pp. 1-4, (2020).*

Статията представя алгоритъм за автоматично откриване на дървесни съдове от растрни изображения, базиран на морфологичен анализ и сегментация. Основният принос

на изследването е разработването на нов метод за извличане на геометрични характеристики от микроскопски изображения, което би улеснило идентификацията на дървесни видове. Използвани са изображения на проби от дървесни видове с висока резолюция. Алгоритъмът включва няколко основни стъпки: предварителна обработка на изображенията (преобразуване в полутоново изображение), ерозия за премахване на смущения и ненужни елементи (като прах, разкъсани стени на съда и др.), автоматична сегментация за извличане на съдове и измерване на техните геометрични параметри. Тестването е проведено върху проби от дървесни видове, като например *Populus*, като алгоритъмът демонстрира висока ефективност и устойчивост на смущения като прах и разкъсвания. Резултатите показват точност от 91.7% при откриване на съдовете и качество от 85.2%, които са по-добри резултати в сравнение с по-популярни техники като филтри на Габор и GLCM. Алгоритъмът може да бъде приложен при автоматизираната идентификация на дървесни видове, което може да подпомогне усилията за опазване на природата и регулиране на търговията с дървесина.

[75] *T. Nikolov, N. Christoff, N. Neshov and A. Manolova, "Automatic Wood Species Classification Using Network's Architecture Model Based on Convolutional Neural Network," 2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Dortmund, Germany, pp. 320-325, (2023).*

Статията разглежда автоматична класификация на дървесни видове чрез използването на архитектура на конволюционна невронна мрежа (CNN), разработена специално за тази цел. Основният принос е изграждането на архитектурата CNN, състояща се от три последователни слоя (convolutional layers) с различен размер на ядрата (5×5, 3×3 и 1×1), последвани от слоеве за активация (ReLU), MaxPooling и Dropout за намаляване на преобучението. След тези слоеве има Flatten слой, който преобразува многомерните данни в едномерен вектор и два напълно свързани (Dense) слоя, последвани от Softmax за класификация на три класа дървесни видове. Основната разлика от традиционните CNN е използването на предварителна обработка и оптимизация. Мрежата е оптимизирана за извличане на структурна информация от напречни срезове на дървесина, които съдържат най-значимата информация за класификация на видове. Това я отличава от общите CNN, които не са адаптирани към специфични видове изображения. Архитектурата използва сравнително малко на брой слоеве и оптимизиран брой филтри (32, 64, 128), за да се постигне баланс между изчислителна ефективност и точност. Това е различно от стандартните дълбоки CNN с голям брой слоеве, които са по-подходящи за обемни данни. Поради ограничения, наложени от хардуера, мрежата е оптимизирана за работа с изображения с размери 100×100 пиксела, за да се съобрази с ограниченията на изчислителните ресурси, като същевременно постига висока точност. Получените резултати с помощта на изображения на тангенциални и радиални разрези потвърждават резултатите от научните изследвания, а именно, че напречният разрез съдържа най-характерната за отделните дървесни видове информация. Най-високата точност от 99,24% беше постигната при използване на изображения в напречно сечение с размери 100×100 пиксела. Резултатите за точност за изображенията на тангенциалния разрез и радиалния разрез с еднаква резолюция са съответно 89,20% и 87,35%.

[76] *Petkova, R., Tonchev, K., Manolova, A., Poulkov, V. (2022, June). 3D scene extraction using plane detection algorithm. In 2022 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom) (pp. 347-351). IEEE.*

Активирането на холографски тип комуникация обикновено преминава през етапите на заснемане на обекти и околна среда, калибриране на камера, компютърна обработка, предаване на данни и отдалечено рендиране. В много сценарии за отдалечено сътрудни-

чество местната физическа среда е от значение за отдалечен експерт. В такива случаи средата трябва да бъде пресъздадена с точност и добавена виртуално. Тази статия представя сценарий, в който интериорът на специално контролирано пространство с формата на шестоъгълна клетка се заснема от три сензора Kinect v2. След това тя се реконструира като единен 3D обект и се обработва допълнително. Виртуалното представяне на такава специфична среда обаче се оспорва от околната среда извън шестоъгълната клетка, която също се намира в зрителното поле на камерите. Целта е да се извлече виртуалното представяне на контролираното физическо пространство от околната среда чрез предлагане на специален алгоритъм за извличане на 3D сцени.

[77] *Petkova, R., Manolova, A., Tonchev, K., Poulkov, V. (2022, February). 3D face reconstruction and verification using multi-view RGB-D data. In 2022 Global Conference on Wireless and Optical Technologies (GCWOT) (pp. 1-6). IEEE.*

Развитието на компютърната графика и технологиите води до появата на различни методи за представяне на триизмерна информация във виртуалния свят. В тази статия представяме алгоритъм за 3D реконструкция на човешко лице. Ключов аспект е, че лицето се заснема от различни ъгли с помощта на стационарен сензор с ниска цена, който предоставя данни за цвета и дълбочината. След това различните ъгли се регистрират в общ модел. Представя се и метод за проверка на точността на реконструираното лице.

[78] *Tonchev, K., Petkova, R., Neshov, N., Manolova, A. (2021, September). Semantic Segmentation of 3D Facial Models Using 2D Annotations. In 2021 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 2, pp. 736-740). IEEE.*

Семантичната информация, извлечена от човешкото лице, може да подобри взаимодействието между човек и машина, да добави ново ниво на компресиране на информацията и да разшири мултимодалността в анализа на данни. Извличането на такава информация се извършва чрез семантична сегментация на изображения на човешкото лице. Тя се състои в автоматичното идентифициране на областите на изображението на човешкото лице, определяне на различните части на лицето, които са значима информация за хората. Тези области включват носа, очите, челото, ушите и др. В тази работа се предлага нов алгоритъм, базиран на архитектурата на автоенкодера, за семантична сегментация на 3D модели на човешкото лице. Тези модели са представени като мрежови обекти, което ни мотивира да използваме графично-конволюционни невронни мрежи за имплементирането на автоенкодера. Тъй като няма налични данни за 3D модели на лице с анотирани части на лицето, се подхожда към проблема, използвайки публично достъпни 2D анотирани данни и подход за анализ чрез синтез. Експерименталните резултати потвърждават ефективността на предложения подход за семантична сегментация на 3D лице.

[79] *N. Petkov, N. Christoff, A. Manolova, K. Tonchev and V. Poulkov, "Experimental Platform Measuring Semantic Information and Semantic Heterogeneous Data Compression," 2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON), Phuket, Thailand, pp. 258-263, (2023).*

Използването на семантична информация налага количествена оценка на информацията като цяло. Статията представя експериментална платформа за измерване на семантична информация и компресия на хетерогенни семантични данни. Основният принос на изследването е разработването на алгоритъм, който комбинира класификация на начална информация, обогатяване на знания чрез ключови думи, идентифициране на потенциални семантични връзки и извличане на семантична информация. Това позволява ефективно компресиране на данни, като се запазва релевантността на семантичните връзки. Алгори-

тъмът се базира на обработка на облаци от точки, представени като обекти с 3D координати и структура от ключови думи. Проведени са две симулации с различни подходи към компресията. Първата използва алгоритъм за компресия без квантоване, докато втората включва динамичен обхват на семантичните тегла и квантоване, за да оптимизира данните преди компресия. Алгоритъмът е тестван върху 529 облаци от точки, които съставят 3D модел, като се анализират времето за компресия и декомпресия, скоростта на пренос на данни и коефициентът на семантична свързаност. Резултатите показват, че първият подход е подходящ за приложения, изискващи по-висока семантична свързаност, като се постига добра компресия без загуба на данни. Вторият подход демонстрира значително по-висока ефективност при компресия, благодарение на квантоването, но с увеличено време за обработка. Платформата е гъвкава и може да бъде адаптирана за различни видове данни, което я прави подходяща за приложения в реално време и обработка на големи обеми информация.

[80] *Lindgren, P., Valter, P., Tonchev, K., Manolova, A., Neshov, N., Poulkov, V. (2021). Digitizing Human Behavior with Wireless Sensors in Biogas 2020 Technological Business Model Innovation Challenges. Wireless Personal Communications, 118(3), 2033-2053.*

Способността да се разработват иновативни бизнес модели (БМ) с висока скорост и добра възвръщаемост на инвестициите се превърща в крайъгълен камък за конкурентоспособността на много успешни предприятия, които днес оперират в различни екосистеми. Дигитализацията води до нови начини на работа, комуникация, сътрудничество и подкрепа на иновациите в бизнес моделите (ИБМ). Благодарение на тези нови технологии днешните предприятия са по-взаимосвързани във физически, цифрови и виртуални мрежи. Сътрудничеството между предприятията, академичните среди и използването на компетенции в различни области става все по-важно за укрепването и развитието на ИБМ. Едно от основните предизвикателства обаче е моделирането на човешкото поведение и когнитивните процеси в процесите на ИБМ в логически изрази, които могат да бъдат цифровизирани и автоматизирани. Настоящата публикация представя първия експеримент, проведен в междудисциплинарна изследователска група с 3 различни европейски предизвикателства в областта на биогазовата технология ИБМ. Vee-labs са оборудвани с усъвършенствани мобилни и безжични сензори, както за околната среда, така и за носене от участниците. Целта е да се тества използването на тези сензори в ИБМ за подобряване на наблюденията, на анализа на способностите и прогнозиране на по-късен етап на човешкото поведение в процесите на ИБМ, за да се подкрепи развитието на усъвършенствана мрежова среда на ИБМ и в по-късна перспектива да се подкрепи рамка за иновации на мултибизнес модели (МВМ), вградена с AI, машинно обучение и други актуални технологии.

[81] *Neshov, N., Manolova, A., Tonchev, K., Ivanov, A. (2020). Supporting business model innovation based on deep learning scene semantic segmentation. Indian J Comput Sci Eng, 11(6), 962-968.*

Способността да се създават иновативни бизнес модели (БМ) се превърна в основа за многобройни предприятия. Иновациите в бизнес моделите (БМ) придобиват все по-голямо значение, тъй като дигитализацията влияе върху ежедневието ни и стимулира разработването на по-добри подходи за работа, обмен на информация и сътрудничество в този компютъризиран свят на Индустрия 4.0. В тази статия се представя концептуална архитектура, която може да се приложи в съвременните системи за видеоконферентна връзка с помощта на семантична сегментация. Сцената представя среда, предназначена за обсъждане на идеи в бизнес моделирането. Семантичната сегментация позволява всеки пиксел от изображение (или видео) от сцената да бъде свързан или класифициран към

конкретен тип обект. По този начин е възможно машината да интерпретира описанието на сцената. Така, с помощта на предложената архитектура, процесите, протичащи между обектите и хората в околната среда, могат да бъдат анализирани с цел дигитализация на ВМІ чрез моделиране на човешкото поведение и когнитивните процеси в логически изрази, които могат да бъдат дигитализирани и автоматизирани. Семантичната сегментация се счита за основен елемент в този тип взаимодействие. Демонстрира се ефективността на предложения алгоритъм с примери с реални данни.

[82] *Neshov, N., Manolova, A., Tonchev, K., Boumbarov, O. (2019, September). Detection and analysis of periodic actions for context-aware human centric cyber physical system to enable adaptive occupational therapy. In 2019 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 2, pp. 685-690). IEEE.*

В по-голямата част от ежедневието си наблюдаваме повтарящи се (периодични) движения на обектите около нас. В физиотерапията, например, по време на физическите упражнения, анализът на периодичността в представянето на пациента би помогнал за оценка и наблюдение на процеса на възстановяване. Киберфизичните системи за интелигентни среди имат голям потенциал за предоставяне на контекстно-ориентирана, автоматизирана подкрепа в ежедневието на хора, които се нуждаят от адаптивна трудова терапия. В настоящата публикация се представя метод и алгоритъм, базиран на програма, за откриване и анализ на периодични дейности на субекти, изпълняващи физически упражнения, от видеопоредици. Алгоритъмът открива началото на серия от упражнения от даден тип, измерва продължителността на всяко от тях, открива края на поредицата и измерва броя на повторенията. Експерименталните резултати с публично достъпни видеоданни доказват приложимостта на предложения метод за откриване на повтарящи се действия.

[83] *Neshov, N., Manolova, A., Tonchev, K., Poulkov, V. (2020, October). Real-time estimation of distance between people and/or objects in video surveillance. In 2020 23rd International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC) (pp. 1-4). IEEE.*

Социалното дистанциране не означава само да се държим на разстояние от близките си, да затваряме училищата или да работим от дома. За да се предотврати разпространението на COVID-19, трябва да се поддържа строго физическо разстояние. Въпреки това, за работниците на първа линия в областта на здравеопазването, обществената безопасност, търговията на дребно, производството, транспорта и логистиката е особено трудно да поддържат разстояние от 1,5 до 2 метра от другите хора, докато извършват ежедневните си задачи. В тази статия се представя прост метод за оценка на разстоянието в реално време с всякакъв вид камера между хора, приложим както в затворени помещения, така и на открити пространства. Целта е да се помогне за лесно и ненаатрапчиво предупреждение, ако не се поддържа правилната дистанция между хората. Първоначалните резултати са обещаващи, а грешката между реалните и измерените стойности е в статистическия марж. В същото време предложената система наблюдава хората без разпознаване на лица. Събраните данни са анонимни и не изискват използването на разпознаване на лица или друга лична информация.

[84] *Draganov, I. R., Mironov, R. P., Manolova, A. H., Neshov, N. N. (2019, September). Fire dispersal estimation in videos using background modelling and subtraction by tensor decomposition. In 2019 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 2, pp. 656-661). IEEE.*

В тази статия се представя сравнителен анализ на 4 алгоритъма, използващи тензорно

представяне на видеоклипове за моделиране и изваждане на фона с цел оценка на разпространението на пожара. Алгоритмите са HoRPCA от IALM, Tucker-ALS, CP-ALS и t-SVD. Те се прилагат върху база данни от 6 видеоклипа, съдържащи пожари в различни стадии на разпространение, записани в различен мащаб и ъгъл на перспектива. В част от видеоклиповете се наблюдава и интензивен дим. Регистрират се времената за разлагане, пълните времена за обработка с етап на предварителна обработка и точността на разпространението на пожара по отношение на относителния брой правилно открити пиксели, формиращи областите на пламъка, спрямо всички пиксели на пламъка от оригиналните записи. Получени са положителни резултати, които разкриват приложимостта на тестваните алгоритми за оценка на разпространението на пожара, а с задълбочения анализ на експерименталните резултати може да се направи подбор по ред на предпочитание за бъдещи приложения, като се имат предвид обстоятелствата, при които възниква пожар.

[85] *Draganov, I. R., Mironov, R. P., Neshov, N. N., Manolova, A. H. (2019). Wild animals population estimation from Thermograph-IC videos using tensor decomposition. In Proceedings of the 14th International Conference On Communications, Electromagnetics and Medical Applications.*

В тази статия се представя алгоритъм за оценка на популацията на диви животни чрез моделиране на фона и изваждане във видеоклипове, заснети с термографски камери. За да се получи нискорангова и разрежена представяне на видеосъдържанието на базата на всеки кадър, са тествани няколко техники за разлагане, а именно: Robust Principal Component Analysis (RPCA) с неговата Go реализация (GoDec), завършване на матрици с нисък ранг чрез оптимизация на Риман (LRGeomCG), Robust Orthonormal Subspace Learning (ROSL) и Non-negative Matrix Factorization чрез метода на оптималния градиент на Нестеров (NeNMF). Получени са обещаващи резултати по отношение на точността и подходът изглежда приложим в агрономията, опазването на природната среда, лесовъдството и други области.

[86] *Shaikh, M. Z., Mehran, S., Baro, E. N., Manolova, A., Uqaili, M. A., Hussain, T., Chowdhry, B. S. (2025). Design and Development of a Wayside AI-Assisted Vision System for Online Train Wheel Inspection. Engineering Reports, 7(1), e13027.*

Проверката на подвижния състав от страни на релсите се извършва от известно време, а сензорите за ударно натоварване на колелата и сензорите с влакнести решетки се използват активно за получаване на данни с висока точност. Визуалната проверка от страни на релсите дава възможност за получаване на данни с висока разделителна способност, които могат да помогнат за ранната диагностика на потенциални неизправности. Тя рядко се използва поради сложността, свързана с калибрирането, движещите се и въртящи се цели, както и трудностите, свързани с получаването на данни. В тази статия се проучва и представя задълбочен дизайн и стратегия за разработване на такива системи. Представени са етапите на разработване, внедряване и резултатите от система за визуална инспекция за редовна и автоматизирана инспекция на колелата на влаковете. Първо, разгледани и обсъдени са различни конфигурации за позициониране на камерите в триизмерна среда, след което се преминава към онлайн събиране на данни за създаване на набор от данни. В следващия етап е проведен изчерпателен сравнителен анализ на няколко алгоритъма за откриване на обекти за задачата по сегментиране на колелата. Различните алгоритми са оценени с помощта на метрики за оценка COCO, а моделът с най-добри резултати, YOLOv9, постига mAP50 от 0,94 разпознаване. Разработената система дава задоволителни резултати при събирането на подходящи изображения на протектора на колелата и сегментирането на колелата. Представени са допълнителни начини за справяне с проблемите с осветлението и откриването на дефекти.

## Списък на публикации, релевантни към конкурса

### References

- [1] N. N. Neshov, A. H. Manolova, I. R. Draganov, K. T. Tonschev, and O. L. Boumbarov, "Classification of mental tasks from eeg signals using spectral analysis, pca and svm," *Cybernetics and Information Technologies*, vol. 18, no. 1, pp. 81–92, 2018.
- [2] I. Ivaylov, M. Lazarova, and A. Manolova, "Eeg classification for motor imagery mental tasks using wavelet signal denoising," in *2020 28th National Conference with International Participation (TELECOM)*. IEEE, 2020, pp. 53–56.
- [3] A. Manolova, G. Tsenov, V. Lazarova, and N. Neshov, "Combined eeg and emg fatigue measurement framework with application to hybrid brain-computer interface," in *2016 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (Black-SeaCom)*. IEEE, 2016, pp. 1–5.
- [4] I. Ivaylov, M. Lazarova, and A. Manolova, "Multimodal motor imagery bci based on eeg and nirs," in *2021 56th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)*. IEEE, 2021, pp. 73–76.
- [5] N. Neshov, K. Tonchev, Y. Velchev, A. Manolova, and V. Poulkov, "SoftVotingSleep-Net: Majority vote of deep learning models for sleep stage classification from raw single EEG channel," in *2022 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom)*. IEEE, 2022, pp. 298–302.
- [6] N. Neshov and A. Manolova, "Automatic pain detection in video sequences for neuro-rehabilitation," vol. 856, pp. 213–218, 2016.
- [7] D. Nikolova, P. Petkova, A. Manolova, and P. Georgieva, "ECG-based emotion recognition: Overview of methods and applications," *ANNA'18: Advances in Neural Networks and Applications 2018*, pp. 1–5, 2018.
- [8] D. Nikolova, P. Mihaylova, A. Manolova, and P. Georgieva, "ECG-based human emotion recognition across multiple subjects," in *International Conference on Future Access Enablers of Ubiquitous and Intelligent Infrastructures*. Springer, 2019, pp. 25–36.
- [9] V. Lalov and A. Manolova, "A novel portable tracking device with Kalman filter for hand and arm rehabilitation applications," in *International Conference on Future Access Enablers of Ubiquitous and Intelligent Infrastructures*. Springer, 2019, pp. 67–75.
- [10] N. Neshov and A. Manolova, "Drowsiness monitoring in real-time based on supervised descent method," in *2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, vol. 2. IEEE, 2017, pp. 660–663.
- [11] A. Mihovska, D. Prevedourou, J. Tsankova, A. Manolova, and V. Poulkov, "Building adaptive and inclusive education readiness through digital technologies," in *2021 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunication Engineering*. IEEE, 2021, pp. 384–388.

- [12] Y. Tsankova and A. Manolova, "Holographic telepresence in knowledge transfer-potential and challenges in the implementation," in *2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2022, pp. 538–542.
- [13] D. N. Gkountara, R. Prasad, V. Poulkov, A. Manolova, Y. Tsankova, T. Yaneva, I. P. Chochliouros, and P. I. Lazaridis, "AI-based foreign language learning tools effectiveness," in *IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations*. Springer, 2025, pp. 37–44.
- [14] D. Prevedourou, Y. Tsankova, A. Mihovska, A. Manolova, and V. Poulkov, "Digital technologies for knowledge transfer and green business transformation-use case scenario," in *2022 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE, 2022, pp. 417–422.
- [15] V. Poulkov, Y. Tsankova, A. Manolova, and S. Sotirov, "The GREENBEAT project: Optimizing key performance indicators for sustainable excellence," in *2025 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE, 2025, pp. 471–476.
- [16] V. Khatod and A. Manolova, "Effects of man in the middle (MITM) attack on bit error rate of bluetooth system," in *2020 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE, 2020, pp. 153–157.
- [17] V. R. Khatod, A. Manolova, and M. Nenova, "Abridgment of bluetooth low energy (BLE) standard and its numerous susceptibilities for internet of things and its applications," in *2017 IEEE International Conference on Microwaves, Antennas, Communications and Electronic Systems (COMCAS)*. IEEE, 2017, pp. 1–5.
- [18] L. Nenov, I. Zlatanov, and A. Manolova, "Network tool for hybrid analysis with external and internal scanning for vulnerability assessment of network nodes," in *2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2022, pp. 170–174.
- [19] S. Sotirov, V. Poulkov, and A. Manolova, "Enhancing network security: A modular neural network approach to detect suspicious patterns," in *2024 27th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2024, pp. 1–4.
- [20] K. Tonchev, G. Balabanov, A. Manolova, and V. Poulkov, "Personalized and intelligent sleep and mood estimation modules with web based user interface for improving quality of life," in *Science and Information Conference*. Springer, 2018, pp. 922–935.
- [21] P. Mihaylova, A. Manolova, and P. Georgieva, "Data analytics for home air quality monitoring," in *International Conference on Future Access Enablers of Ubiquitous and Intelligent Infrastructures*. Springer, 2019, pp. 79–88.
- [22] P. Kacarova, V. I. Rangelova, and A. Manolova, "Complex criteria for assessing the quality of biosensor systems," in *2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data*

- [23] A. Ivanov, V. Stoyanov, R. Petkova, K. Tonchev, A. Manolova, and V. Poulkov, "Interference and spatial throughput characterization through practical 3D mapping in dense indoor IoT scenarios," in *2020 23rd International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2020, pp. 1–6.
- [24] K. Tonchev, A. Manolova, N. Neshov, and V. Poulkov, "RGB-D sensors extrinsic calibration in controlled environment," in *2021 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, vol. 2. IEEE, 2021, pp. 730–735.
- [25] K. Tonchev, N. Neshov, R. Petkova, A. Manolova, and V. Poulkov, "Kinect sensors network calibration in controlled environment based on semantic information," in *2022 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom)*. IEEE, 2022, pp. 141–146.
- [26] A. Ivanov, K. Tonchev, V. Poulkov, and A. Manolova, "Probabilistic spectrum sensing based on feature detection for 6g cognitive radio: A survey," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 116 994–117 026, 2021.
- [27] A. Ivanov, K. Tonchev, V. Poulkov, A. Manolova, "Framework for implementation of cognitive radio based ultra-dense networks," in *2019 42nd International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)*. IEEE, 2019, pp. 481–486.
- [28] A. Ivanov, K. Tonchev, V. Poulkov, A. Manolova, "Deep learning for modulation classification: Signal features in performance analysis," in *2020 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE, 2020, pp. 162–167.
- [29] K. Tonchev, N. Neshov, A. Ivanov, A. Manolova, and V. Poulkov, "Automatic modulation classification using graph convolutional neural networks for time-frequency representation," in *2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2022, pp. 75–79.
- [30] K. Tonchev, A. Ivanov, N. Neshov, A. Manolova, and V. Poulkov, "Learning graph convolutional neural networks to predict radio environment maps," in *2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2022, pp. 392–395.
- [31] A. Ivanov, V. Poulkov, A. Manolova, and A. Mihovska, "Propagation dependent base station positioning in uav-assisted cell-less networks," in *2024 27th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2024, pp. 1–6.
- [32] A. Ivanov, V. Poulkov, and A. Manolova, "Aerial base station positioning evaluation for uav-assisted het-nets," in *2025 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE, 2025, pp. 175–178.

- [33] A. Ivanov, K. Tonchev, V. Poulkov, A. Manolova, and A. Vlahov, "Interpolation accuracy evaluation for 3d radio environment maps construction," in *2023 26th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2023, pp. 1–7.
- [34] A. Ivanov, K. Tonchev, V. Poulkov, A. Manolova, A. Vlahov, "Limited sampling spatial interpolation evaluation for 3d radio environment mapping," *Sensors*, vol. 23, no. 22, p. 9110, 2023.
- [35] A. Manolova, V. Poulkov, K. Tonchev, L. Lighthart, and R. Prasad, "Challenges in the design of smart vehicular cyber physical systems with human in the loop," in *Breakthroughs in smart city implementation*. River Publishers, 2017, pp. 165–186.
- [36] P. Georgieva, A. Vlahov, V. Poulkov, and A. Manolova, "A machine learning approach for network slice selection," in *2024 59th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)*. IEEE, 2024, pp. 1–5.
- [37] N. Gotseva, A. Vlahov, V. Poulkov, and A. Manolova, "MI-driven prediction of qos in e-v2x scenarios," in *2024 59th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)*. IEEE, 2024, pp. 1–4.
- [38] A. Ivanov, K. Tonchev, V. Poulkov, A. Manolova, and N. N. Neshov, "Graph-based resource allocation for integrated space and terrestrial communications," *Sensors*, vol. 22, no. 15, p. 5778, 2022.
- [39] K. Tonchev, I. Bozhilov, R. Petkova, V. Poulkov, A. Manolova, and P. Lindgren, "Implementation requirements and system architecture for mixed reality telepresence application scenario," in *2021 24th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2021, pp. 1–6.
- [40] I. Bozhilov, R. Petkova, K. Tonchev, A. Manolova, and V. Poulkov, "Holotwin: A modular and interoperable approach to holographic telepresence system development," *Sensors*, vol. 23, no. 21, p. 8692, 2023.
- [41] V. Poulkov, A. Manolova, K. Tonchev, N. Neshov, N. Christoff, R. Petkova, I. Bozhilov, M. Nedelchev, and Y. Tsankova, "The holotwin project: Holographic telepresence combining 3d imaging, haptics and ai," in *2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE, 2023, pp. 537–541.
- [42] A. Manolova, N. Neshov, K. Tonchev, P. Koleva, and V. Poulkov, "Challenges for real time long distance holoportation to enable human bond communication," in *2019 42nd International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)*. IEEE, 2019, pp. 529–534.
- [43] R. Petkova, V. Poulkov, A. Manolova, and K. Tonchev, "Challenges in implementing low-latency holographic-type communication systems," *Sensors*, vol. 22, no. 24, p. 9617, 2022.
- [44] N. Petkov, N. Christoff, A. Manolova, K. Tonchev, and V. Poulkov, "Comparative study of latent-sensitive processing of heterogeneous data in an experimental platform for 3d video holographic communication," in *2022 Global Conference on Wireless and Optical Technologies (GCWOT)*. IEEE, 2022, pp. 1–6.

- [45] K. Tonchev, I. Bozhilov, and A. Manolova, "Semantic communication system for 3d video," in *2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE, 2023, pp. 542–547.
- [46] N. Christoff, K. Tonchev, N. Neshov, A. Manolova, and V. Poulkov, "Audio-driven 3d talking face for realistic holographic mixed-reality telepresence," in *2023 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom)*. IEEE, 2023, pp. 220–225.
- [47] P. Hristov, P. Nikolov, A. Manolova, and O. Boumbarov, "Multi-view rgb-d system for person specific activity recognition in the context of holographic communication," in *2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET)*. IEEE, 2020, pp. 1–4.
- [48] R. Petkova, I. Bozhilov, D. Nikolova, I. Vladimirov, and A. Manolova, "Taxonomy and survey of current 3d photorealistic human body modelling and reconstruction techniques for holographic-type communication," *Electronics*, vol. 12, no. 22, p. 4705, 2023.
- [49] N. Christoff, N. N. Neshov, K. Tonchev, and A. Manolova, "Application of a 3d talking head as part of telecommunication ar, vr, mr system: systematic review," *Electronics*, vol. 12, no. 23, p. 4788, 2023.
- [50] I. Bozhilov, K. Tonchev, A. Manolova, and R. Petkova, "3d human body models compression and decompression algorithm based on graph convolutional networks for holographic communication," in *2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2022, pp. 532–537.
- [51] I. Bozhilov, K. Tonchev, N. Neshov, and A. Manolova, "Lip-synchronized 3d facial animation using audio-driven graph convolutional autoencoder," in *2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, vol. 1. IEEE, 2023, pp. 346–351.
- [52] I. Ivanov, A. Manolova, R. Petkova, I. Bozhilov, and N. Christoff, "Virtual reality application for height fear treatment," in *2023 58th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)*. IEEE, 2023, pp. 51–54.
- [53] Z. Naydenov, A. Manolova, K. Tonchev, N. Neshov, and V. Poulkov, "Holographic virtual coach to enable measurement and analysis of physical activities," in *2021 44th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)*. IEEE, 2021, pp. 288–291.
- [54] D. Chotrov, Z. Uzunova, S. Maleshkov, P. Stoyanova, T. Stoyanova, P. Lindgren, A. Manolova, and V. Poulkov, "Virtual collaboration in mixed reality for enhancing business model innovation," in *2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE, 2023, pp. 528–532.
- [55] N. Neshov and A. Manolova, "Objects distance measurement in augmented reality for providing better user experience," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1032, no. 1. IOP Publishing, 2021, p. 012020.

- [56] K. Todorov, A. Manolova, and G. Chervendinev, "Immersion in virtual reality video games for improving physical performance measures: a review," in *2019 27th National Conference with International Participation (TELECOM)*. IEEE, 2019, pp. 35–38.
- [57] T. Sechkova, K. Tonchev, and A. Manolova, "Action unit recognition in still images using graph-based feature selection," in *2016 IEEE 8th International Conference on Intelligent Systems (IS)*. IEEE, 2016, pp. 646–650.
- [58] K. Tonchev, N. Neshov, A. Manolova, and V. Poulkov, "Expression recognition using sparse selection of log-gabor facial features," in *2017 Fourth International Conference on Mathematics and Computers in Sciences and in Industry (MCSI)*. IEEE, 2017, pp. 11–15.
- [59] P. Dinkova, P. Georgieva, A. Manolova, and M. Milanova, "Face recognition based on subject dependent hidden markov models," in *2016 IEEE international Black Sea conference on communications and networking (BlackSeaCom)*. IEEE, 2016, pp. 1–5.
- [60] P. Hristov, A. Manolova, and O. Boumbarov, "Deep learning and svm-based method for human activity recognition with skeleton data," in *2020 28th National Conference with International Participation (TELECOM)*. IEEE, 2020, pp. 49–52.
- [61] D. Nikolova, I. Vladimirov, and A. Manolova, "An experimental analysis of deep learning models for human activity recognition with synthetic data," in *2023 58th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)*. IEEE, 2023, pp. 277–280.
- [62] A. Manolova, K. Tonchev, N. Neshov, and N. Christoff, "Human activity recognition with semantically guided graph-convolutional network," in *2021 XXX International Scientific Conference Electronics (ET)*. IEEE, 2021, pp. 1–4.
- [63] N. Neshov, K. Tonchev, A. Manolova, and S. Neshev, "Gait-based multi-view person identification with convolutional neural networks," in *2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, vol. 1. IEEE, 2023, pp. 1099–1103.
- [64] P. Nikolov, O. Boumbarov, A. Manolova, K. Tonchev, and V. Poulkov, "Skeleton-based human activity recognition by spatio-temporal representation and convolutional neural networks with application to cyber physical systems with human in the loop," in *2018 41st International conference on telecommunications and signal processing (TSP)*. IEEE, 2018, pp. 1–5.
- [65] K. Tonchev, A. Manolova, R. Petkova, and V. Poulkov, "Human skeleton motion prediction using graph convolution optimized gru network," in *2021 XXX International Scientific Conference Electronics (ET)*. IEEE, 2021, pp. 1–5.
- [66] K. Tonchev, S. Neshev, R. Petkova, A. Manolova, and V. Poulkov, "Person and face re-identification using semantic information and single shot face identification," in *2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE, 2023, pp. 548–553.

- [67] S. Neshev, K. Tonchev, R. Petkova, and A. Manolova, "Image-to-video person re-identification using semantic information," in *2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, vol. 1. IEEE, 2023, pp. 1104–1109.
- [68] N. Christoff, L. Jorda, S. Viseur, S. Bouley, A. Manolova, and J.-L. Mari, "Automated extraction of crater rims on 3d meshes combining artificial neural network and discrete curvature labeling," *Earth, Moon, and Planets*, vol. 124, no. 3, pp. 51–72, 2020.
- [69] N. Christoff and A. Manolova, "Detection and boundary extraction of martian impact craters by a pyramidal approach," in *2019 14th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS)*. IEEE, 2019, pp. 384–387.
- [70] N. Christoff, A. Manolova, L. Jorda, and J.-L. Mari, "Morphological crater classification via convolutional neural network with application on mola data," in *ANNA'18: Advances in Neural Networks and Applications 2018*. VDE, 2018, pp. 1–5.
- [71] N. Christoff, A. Manolova, L. Jorda, J. L. Mari, "Feature extraction and automatic detection of martian impact craters from 3d meshes," in *2017 13th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS)*. IEEE, 2017, pp. 211–214.
- [72] N. Christoff, A. Manolova, and R. Mironov, "Along-track and cross-track noise analysis of altimeter data using tensors," in *2019 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, vol. 2. IEEE, 2019, pp. 791–796.
- [73] N. Christoff and A. Manolova, "Along-track and cross-track noise analysis of minimal curvature on mars orbiter laser altimeter data," in *2020 55th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)*. IEEE, 2020, pp. 181–184.
- [74] N. Christoff, N. Bardarov, A. Manolova, and K. Tonchev, "Feature extraction and automatic detection of wooden vessels from raster images," in *2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET)*. IEEE, 2020, pp. 1–4.
- [75] T. Nikolov, N. Christoff, N. Neshov, and A. Manolova, "Automatic wood species classification using network's architecture model based on convolutional neural network," in *2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, vol. 1. IEEE, 2023, pp. 320–325.
- [76] R. Petkova, K. Tonchev, A. Manolova, and V. Poulkov, "3d scene extraction using plane detection algorithm," in *2022 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom)*. IEEE, 2022, pp. 347–351.
- [77] R. Petkova, A. Manolova, K. Tonchev, and V. Poulkov, "3d face reconstruction and verification using multi-view rgb-d data," in *2022 Global Conference on Wireless and Optical Technologies (GCWOT)*. IEEE, 2022, pp. 1–6.

- [78] K. Tonchev, R. Petkova, N. Neshov, and A. Manolova, "Semantic segmentation of 3d facial models using 2d annotations," in *2021 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, vol. 2. IEEE, 2021, pp. 736–740.
- [79] N. Petkov, N. Christoff, A. Manolova, K. Tonchev, and V. Poulkov, "Experimental platform measuring semantic information and semantic heterogeneous data compression," in *2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*. IEEE, 2023, pp. 258–263.
- [80] P. Lindgren, P. Valter, K. Tonchev, A. Manolova, N. Neshov, and V. Poulkov, "Digitizing human behavior with wireless sensors in biogas 2020 technological business model innovation challenges," *Wireless Personal Communications*, vol. 118, no. 3, pp. 2033–2053, 2021.
- [81] N. Neshov, A. Manolova, K. Tonchev, and A. Ivanov, "Supporting business model innovation based on deep learning scene semantic segmentation," *Indian J Comput Sci Eng*, vol. 11, no. 6, pp. 962–968, 2020.
- [82] N. Neshov, A. Manolova, K. Tonchev, and O. Boumbarov, "Detection and analysis of periodic actions for context-aware human centric cyber physical system to enable adaptive occupational therapy," in *2019 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, vol. 2. IEEE, 2019, pp. 685–690.
- [83] N. Neshov, A. Manolova, K. Tonchev, and V. Poulkov, "Real-time estimation of distance between people and/or objects in video surveillance," in *2020 23rd International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. IEEE, 2020, pp. 1–4.
- [84] I. R. Draganov, R. P. Mironov, A. H. Manolova, and N. N. Neshov, "Fire dispersal estimation in videos using background modelling and subtraction by tensor decomposition," in *2019 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, vol. 2. IEEE, 2019, pp. 656–661.
- [85] I. R. Draganov, R. P. Mironov, N. N. Neshov, and A. H. Manolova, "Wild animals population estimation from thermographic videos using tensor decomposition," in *Proceedings of the 14th International Conference On Communications, Electromagnetics and Medical Applications*, 2019.
- [86] M. Z. Shaikh, S. Mehran, E. N. Baro, A. Manolova, M. A. Uqaili, T. Hussain, and B. S. Chowdhry, "Design and development of a wayside ai-assisted vision system for online train wheel inspection," *Engineering Reports*, vol. 7, no. 1, p. e13027, 2025.