



Co-funded by
the European Union

FAAI:

Бъдещето е в приложния изкуствен интелект
Проект "Еразъм+" 2022-1-PL01-KA220-HEE-
000088359

01.09.2022 - 31.08.2024

А3.3 Изисквания за обучение с изкуствен интелект: **WP3**





Изготвянето на този документ стана възможно благодарение на подкрепата на проекта ERASMUS+: Бъдещето е в приложния изкуствен интелект (2022-1-PL01- KA220-HED-000088359)

Финансира се от Европейския съюз. Изразените възгледи и мнения обаче са единствено на автора(ите) и не отразяват непременно тези на Европейския съюз или на Националната агенция (НА). Нито Европейският съюз, нито НА могат да бъдат държани отговорни за тях.



Дата

21.05.2023

Места на развитие на резултата

Университет на Биелско-Бяла, Биелско-Бяла, Полша

Университет по библиотекознание и информационни технологии, София,

България Университет в Ниш, Сърбия

Университет "Свети Кирил и Методий" в Търнава, Словакия

Университет на Черна гора, Черна гора

Резюме: Консорциумът на проекта "Бъдещето е в приложния изкуствен интелект" разработи първата учебна програма за приложен изкуствен интелект, базирана на компетентности, на ниво висше учебно заведение. Разработката се основава на разширено системно изследване на съществуващите ресурси, свързани с изкуствения интелект, и проучване на целевите групи от преподаватели, студенти по информационни технологии и работодатели, което следва да подобри резултатите от прилагането на образованието по изкуствен интелект. Под формата на клъстериране на ключови думи беше изготвен преглед на приложния изкуствен интелект. Първоначалните данни бяха събрани с помощта на анкетиране, събиране на оферти за работа, съществуващи курсове за обучение по изкуствен интелект, научни проекти и реални случаи. Синтетичният анализ на текстовата информация от проучванията беше с помощта на техниката на облаците от думи. За представянето на курса, базиран на компетенции, беше използван тензорен подход. Конкретните числови изисквания към курса под формата на приоритети следват от решаването на задачи за вземане на решения с помощта на техниката на аналитичния йерархичен процес. Въз основа на цялостното проучване на анкетите, образователния опит, научните проекти и изискванията на бизнеса, мета-анализа на последните референции, ние уточнихме критериите за курса за обучение под формата на тензорно базирано представяне на компетенциите във връзка със съдържанието и образователните модули.

Ключови думи: аналитичен йерархичен процес, приложен изкуствен интелект, учебна програма, базирана на компетентности, тензорен подход, облаци от думи

I. ВЪВЕДЕНИЕ

За успешното прилагане на изкуствения интелект (ИИ) в реалния свят е необходим цялостен подход, включващ надеждно събиране и предварителна обработка на данни, ефективно проектиране и обучение на алгоритми, етични съображения, непрекъсната оценка и усъвършенстване, междудисциплинарно сътрудничество и внимателно интегриране в съществуващите системи и работни процеси. Иновативните курсове за обучение играят ключова роля за успешното внедряване на моделите на ИИ в реалния свят, като предоставят на обучаемите практически знания, практически опит и способност да се справят с комплексни предизвикателства, като по този начин позволяват ефективно разработване, внедряване и адаптиране на моделите на ИИ към сценариите от реалния свят.

Общите изисквания за ефективен курс за обучение по ИИ включват изчерпателна учебна програма, обхващаща забавни концепции за ИИ, практически упражнения и проекти, казуси от реалния свят, достъп до подходящи набори от данни и инструменти, опитни инструктори и фокус върху етичните съображения и приложенията в индустрията.

Целта на работата е да се разработи цялостен подход за разработване на курс за обучение по приложен художествен интелект (AAI), който, като се основава на системното търсене на бизнес изисквания, отговаря на принципа на компетентностно базираното обучение и иновативната педагогика.

ПРОЕКТ FАAI

Настоящата работа е осъществена в рамките на проект по програма Еразъм+ 2022-1-PL01-KA220-NED-000088359, озаглавен "Бъдещето е в приложния изкуствен интелект" (FAAI), от консорциум, включващ Университета в Биелско-Бяла (Полша), Университета по библиотекознание и информационни технологии (България), Университета "Свети Кирил и Методий" в Търнава (Словакия), Университета в Ниш



Co-funded by
the European Union

(Сърбия), Университета на Черна гора (Черна гора) и съфинансиран от Европейския съюз. Проектът има за цел да обедини усилията на университетите и бизнеса, за да се предоставят иновативни решения за развитие на експерти в областта на изкуствения интелект [1].

Терминът ААИ се отнася до практическото прилагане и използване на техники и технологии на изкуствения интелект за решаване на проблеми от реалния свят и постигане на конкретни цели в различни сфери на дейност. Той е широко разпространен и се използва в общността и индустрията на ИИ, за да се разграничи практическото приложение на ИИ от теоретичните изследвания и разработки. Терминът подчертава акцента върху използването на ИИ в практически условия и използването на неговите възможности за справяне с конкретни предизвикателства и постигане на осезаеми резултати.

Една от целите на проекта е да се разработи курс за обучение по ААИ, който да отразява реалните нужди и да се основава на компетентност. По време на проекта бяха проведени системни изследвания, които се основаваха на проучвания на съществуващите курсове по ИИ, научни проекти, реални случаи, пазара на труда в областта на ИИ, студенти по ИТ, преподаватели и работодатели.

А. СВЪРЗАНИ ДОКУМЕНТИ ЗА ААИ

При изготвянето на прегледа на свързаните с тях статии избрахме 10 хил. препратки от библиотеката WoS в резултат на заявката "applied artificial intelligence". С помощта на CiteSpace [2] полученият набор от трудове беше разделен на 12 най-значими клъстера по отношение на ключовите думи, както е показано на фиг. 1.

Списъкът на получените ключови думи включва "изкуствена невронна мрежа", "изкуствен интелект", "дълбоко обучение", "рак на белия дроб", "обясним изкуствен интелект", "пациент COVID-19", "устройство на интернет на нещата", "обучение с подсилване", "откриване на лекарства", "безжична комуникация", "воден разтвор", което показва най-значимите модели на ИИ, както и приложения. Най-цитираните статии по всички клъстери са: [3] (кълъстер № 0), свързан с решения с изкуствен интелект за патологии на щитовидната жлеза, [4] (кълъстери № 1, № 3, № 4, № 5), свързан с подпомагане на решението на модела в контекст, който човек може лесно да интерпретира (обясним ИИ), [5] (кълъстер № 2) [6] (кълъстер № 6) за техника на ИИ/МЛ за епидемии от COVID-19, [7] (кълъстер № 7), посветена на ИИ и DL технологиите, улесняващи анализа на данни на IoT системи, [8] (кълъстер № 8) за приложението на усилващото обучение в различни области, [9] (кълъстер № 9) за приложението на ИИ за откриване на лекарства, [10] (кълъстер № 10) за мрежовата комуникация, базирана на ИИ, [11] (кълъстер № 11) за ИИ за изследвания на околната среда.

Работите по "спукването" в целия този анализ са свързани с добри практики и реални случаи; те са изброени по-долу:

- [12] въвежда терминологията "дълбоко обучение".
- [13] предостави два най-добре представящи се ConvNet модела за по-нататъшни изследвания на дълбоките визуални представяния в компютърното зрение
- [14] за управление на човешко ниво чрез дълбоко обучение за усилване
- [15] е учебник по дълбоко обучение, предназначен да помогне на учениците и

практиките навлизат в областта на машинното обучение като цяло и по-специално на дълбокото обучение.

- [14] въвежда нова тенденция, която разглежда изучаването на сложни мотиви с помощта на големи масиви от данни. Разглеждат се дълбоки изкуствени невронни мрежи, които използват множество слоеве за откриване на модели (по-сложни с всеки слой) и структура на големи масиви от данни. Подходът може да се използва за ДНК, РНК и приложение в медицината.
- [16] направи преглед на дълбокото обучение с наблюдение, обучението без наблюдение, обучението с подсилване и еволюционното ко- мутиране.
- [17] представи ImageNet, еталон за класификация и откриване на категории обекти върху стотици категории обекти и милиони изображения.
- [18] представи обучението на голяма дълбока конволюционна невронна мрежа за класифициране на 1,2 милиона изображения с висока резолюция в конкурса ImageNet LSVRC- 2010 в 1000 различни класа.
- [19] представи нов подход към компютърната игра Go, който използва дълбоки невронни мрежи, обучени чрез нова комбинация от обучение под наблюдение от човешки експертни игри и обучение с подсилване от игри за самостоятелна игра.

II. ПРЕДИСТОРИЯТА НА ЕДНО ПРОУЧВАНЕ

A. ОБРАЗОВАНИЕ, ОСНОВАНО НА КОМПЕТЕНТНОСТИ

Образованието, основано на компетентности (ОКО), набира все по-голяма популярност като образователен подход, който се фокусира върху развиването на специфични умения и способности, а не само върху придобиването на знания. КБЕ има за цел да подготви учениците за предизвикателствата на реалния свят, като им предостави необходимите компетенции, за да успеят в избраните от тях области. По-долу са представени някои ключови характеристики и елементи, които обикновено се свързват с най-съвременното образование, основано на компетентности, с акцент върху образованието в областта на ИТ.

СВЕ се основава на ясно дефинирани *рамки за компетентност*, които очертават конкретните умения и знания, които учениците трябва да придобият. Тези рамки обикновено разбиват компетенциите на измерими резултати от обучението [20].

СВЕ често насърчава *персонализирано* обучение, съобразено с индивидуалните нужди и интереси на учениците. То позволява на учащите да напредват със собствено темпо и осигурява гъвкавост по отношение на съдържанието, учебните дейности и методите за оценяване [21].

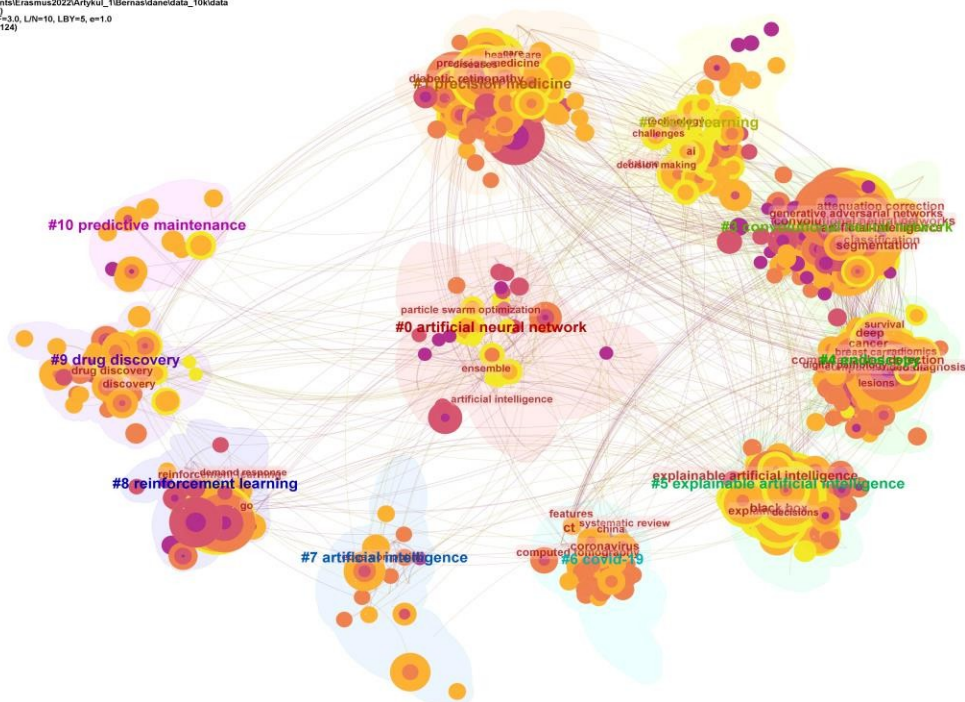
При СВЕ оценяването се фокусира върху оценката на демонстрираните от учениците компетенции, а не върху традиционните изпити или стандартизирани тестове. *Автентичните оценки* [22] могат да включват проекти, портфолиа, презентации, симулации или реални задачи, които показват способностите на учениците в реални условия.



Co-funded by
the European Union

CiteSpace, v. 5.2.R4 (64-bit) Advanced
July 2, 2023 at 4:06:53 PM CEST
Vols: C:\Users\ASPC\OneDrive\Documents\Erasmus2022\Artykul_1\Berasidane\data_10k\data
Timespan: 2019-2023 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=1.0, LN=10, LBY=5, e=1.0
Network: N=956, E=5641 (Density=0.0124)
Largest CC: 832 (87%)
Nodes Labeled: 1.0%

Printing: None
Modularity Q=0.62
Weighted Mean Silhouette S=0.8156
Harmonic Mean(Q, S)=0.7045



CiteSpace

ФИГУРА 1. Клъстерна диаграма за публикациите в WoS през последните 10 години в отговор на запитване относно приложен изкуствен интелект

Обучението в СВЕ е разработено по учебни пътеки, които развиват и затвърждават идентифицираните компетентности. То често включва активни и опитни методи на учене, като например проектно-базирано обучение, дейности за решаване на проблеми, съвместна работа и практически опит [23].

Най-съвременното КБЕ често използва *интегрирането на технологиите*, за да подобри учебния опит. Това може да включва използването на онлайн платформи, адаптивни системи за обучение, образователни приложения, инструменти за виртуална реалност (VR) и разширена реалност (AR), които могат да предоставят персонализирана обратна връзка, симулации и интерактивно съдържание [24]. СВЕ се застъпва за признаване и присъждане на *удостоверения* въз основа на демонстрирани компетенции [25]. Това може да включва издаване на цифрови значки, сертификати или дори степени, които осветляват специфичните умения и способности, придобити от учащите.

КБЕ излиза извън рамките на формалното образование и подчертава значението на *ученето през целия живот и непрекъснатото професионално развитие* [26]. То има за цел да насърчи нагласата за непрекъснато усъвършенстване и адаптивност, за да се отговори на променящите се изисквания на работната сила.

В. ИТ ОБРАЗОВАНИЕ

Съвременното състояние на образованието в областта на ИТ обхваща няколко ключови области.

Смесеното обучение съчетава традиционното обучение в класната стая с онлайн ресурси и дейности. То използва технологиите, за да осигури по-интерактивно и персонализирано обучение. Този подход позволява на учениците да имат достъп до учебни материали, да си сътрудничат с колеги и да участват в практически упражнения чрез цифрови платформи.

Обучението, основано на проекти, се фокусира върху практическите приложения на ИТ уменията. Учениците работят по реални проекти, индивидуално или в екипи, за да решават проблеми, да проектират софтуер или да създават иновативни решения. Този подход насърчава критичното мислене, решаването на проблеми и сътрудничеството, като същевременно дава на учениците практически опит.

Адаптивните системи за обучение използват технологии за персонализиране на учебния процес въз основа на индивидуалните нужди и постижения на учениците. Тези системи анализират данни за силните и слабите страни на учениците и стиловете им на учене, за да осигурят персонализирано съдържание, темпо и обратна връзка. Адаптирайки се към изискванията на всеки ученик, адаптивното обучение повишава ангажираността и подобрява резултатите от обучението.

Признавайки нарастващото значение на уменията за кодиране, много образователни институции наблягат на *кодирането и компютърното мислене* в учебните си програми по ИТ. Учениците изучават програмни езици, алгоритми, структури от данни и техники за решаване на проблеми. Този фокус им дава основните умения, необходими за разработване на софтуер, анализ на данни и други ИТ области.

Предвид нарастващото значение на *киберсигурността*, обучението по ИТ често включва принципи и практики за киберсигурност. Учениците се запознават със защитата на мрежите, защитата на данните, идентифицирането на уязвимостите и реагирането на киберзаплахи. Институциите могат да предлагат специализирани курсове или програми за придобиване на степен по киберсигурност, за да отговорят на търсенето на квалифицирани специалисти в тази област.

Разпространението на данни в различни индустрии доведе до засилен акцент върху образованието в областта на *науката за данните и анализите*. Студентите изучават статистически анализ, визуализация на данни, машинно обучение и техники за извличане на данни. Образователните програми често включват практически опит с инструменти за анализ на данни и езици за програмиране, които често се използват в тази област, като Python или R.

Съвременното обучение по информационни технологии набляга и на *етичните и социалните последици от технологиите*. Учениците изследват теми като неприкосновеност на личния живот, сигурност, цифрова етика, алгоритмични пристрастия и въздействието на технологиите върху обществото. Този фокус подтиква учениците да обмислят по-широките последици от работата си и да развият отговорни и приобщаващи подходи към ИТ. Много образователни институции установяват партньорства с лидери в индустрията и предлагат *стажове или програми за съвместно обучение*. Тези сътрудничества предоставят на учениците възможности за придобиване на практически опит, работа по реални проекти и развитие на професионални мрежи. Подобно ангажиране на индустрията спомага за преодоляване на пропастта между академичните среди и индустрията, като гарантира, че завършилите са по-добре подготвени за работна сила.

8

АИИ се отнася до използването на техники и технологии на изкуствения интелект за решаване на проблеми от реалния свят.



Co-funded by
the European Union

проблеми и решаване на практически задачи в различни области, като целта е да се увеличат човешките способности, да се подобрят процесите на вземане на решения и да се автоматизират сложни процеси.

Приложният изкуствен интелект обхваща широк спектър от области, включително, но не само, здравеопазване, финанси, транспорт (напр. автомобили с повишена проходимост), производство, киберсигурност и услуги за потребителите, като например персонализирани системи за препоръки. В най-съвременните приложения се използват техники като машинно обучение, дълбоки невронни мрежи, обработка на естествен език за разбиране и генериране на езици, компютърно зрение за анализ на изображения и видео и роботика за автоматизация на физически задачи. Експертните системи също са все още значими за подпомагане на вземането на решения с интензивно използване на знания.

При приложния ИИ фокусът е върху разработването на практически решения, които могат да бъдат интегрирани в съществуващи системи или работни процеси, за да се постигнат осезаеми резултати. Това често включва събиране и предварителна обработка на данни, анализ и тълкуване на сложни набори от данни, извличане на значими модели и прозрения, обучение на модели на ИИ с помощта на подходящи алгоритми, валидиране и фина настройка на моделите и внедряването им в реални условия. Чрез повтарящо се обучение и усъвършенстване моделите на изкуствения интелект непрекъснато се подобряват, за да се постигне по-висока точност, устойчивост и адаптивност.

Освен това приложният ИИ взема предвид етичните, правните и обществените последици, като гарантира, че внедрените системи са прозрачни, справедливи, сигурни и отговорни.

D. ОБХВАТ НА ПРОБЛЕМИТЕ И ОБЛАСТИТЕ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕ

Обхватът на проблемите на изкуствения интелект е широк и разнообразен. Изкуственият интелект може да се прилага в широк кръг от области и да решава различни видове проблеми. Някои области, в които може да се използва ИИ, са следните: автоматизация, подпомагане на вземането на решения,

ТАБЛИЦА 1. Обхват на проблемите на изкуствения интелект по низходящ ред на значимост

Scope	Percentage
healthcare	17,60%
ecology	9,74%
cybersecurity	8,99%
manufacturing	7,49%
data processing	5,24%
robotics	4,87%
smart grid	3,75%
finance	3,75%
energetics	3,75%
recommendation systems	3,00%
agriculture	3,00%
photo and video	2,62%
face and body recognition	2,25%
culture	2,25%
chatbots	2,25%
business intelligence	2,25%
automotive	2,25%
voice recognition	1,87%
video processing	1,87%
geolocation	1,87%
education	1,87%
road traffic	1,50%
object detection	1,50%
transport	1,12%
search and recommendation	1,12%
library	0,75%
aviation and ocean transport	0,75%
social network analytics	0,37%
military	0,37%

обработка на естествен език, анализ на изображения и видео, здравеопазване, роботика и автономни системи, игри и развлечения, киберсигурност, интелигентни градове и мониторинг на околната среда. Тези примери представляват само малка част от обхвата на проблемите на ИИ. ИИ продължава да напредва и да намира приложения в различни индустрии и сектори, като създава нови възможности за решаване на сложни предизвикателства и подобряване на ефективността и процесите на вземане на решения. Цялото разнообразие от реални случаи на ИИ трябва да се вземе предвид при разработването на курс по ИИ, основан на компетентности.

В рамките на проекта FАAI бяха проучени 267 реални случая, базирани на решения на АAI. В таблица 1 са показани областите на задачите заедно с тяхната значимост.

Е. НАУЧНИ ПРОЕКТИ НА АAI

Част от изследването по програмата на FАAI "Еразъм+" включваше въпросник за научни проекти в областта на приложния изкуствен интелект. Въпросите имаха за цел да проучат нуждите и очакванията на научните проекти, които да подпомогнат обучението на специалисти в областта на приложния ИИ. Бяха събрани и анализирани въпросници за 63 проекта, събрани от партньорски организации от 5 държави. Координаторите на проектите бяха от 19 държави, 34 бяха от университети, 6 от академии на науките и 24 от други организации или компании. Тъй като въпросниците бяха насочени предимно към текущи проекти.



Co-funded by
the European Union

получените резултати могат да се считат за актуални и съвременни. В повечето проекти участват 1-6 души, но в един проект участват 50 души.

Сред по-интересните резултати е констатацията,

че повече от половината от проектите са свързани с модули за обучение на дълбоки невронни мрежи, а повечето решени задачи за машинно обучение са свързани с обработка на изображения, класификация, регресия, клъстеризация и обработка на естествен език. От 63-те въпросника 55 са свързани със следните задачи на ML. В проектите не бяха споменати представяне на знания и разсъждения, стратегии за планиране и търсене, експертни системи и размита логика. В повечето от случаите се използват отворени софтуерни библиотеки. Сред използваните библиотеки за изкуствен интелект преобладават TensorFlow, Keras, scikit-learn и CUDA. Езиците за програмиране са Python и C++.

F. AI ОБРАЗОВАНИЕ

Образованието по изкуствен интелект бързо придобива значение в днешния свят, управляван от технологиите. Цялостен преглед на преподаването и обучението с ИИ през последните 20 години е представен в [27]. Тъй като ИИ продължава да намира приложение в различни отрасли и аспекти на живота ни, нараства необходимостта от лица със солидно разбиране на концепциите и техниките на ИИ. Изкуственият интелект и автоматизацията вероятно ще бъдат възприети от още повече компании с цел подобряване на ефективността и производителността. Тези технологии могат да се използват за автоматизиране на повтарящи се задачи, за обработка на големи количества данни и за изготвяне на по-точни прогнози. Ето защо е необходимо да се създаде добър и единен подход към образованието по изкуствен интелект.

В [28] е разработена и оценена учебна програма по изкуствен интелект на ниво средно училище.

В [29] те доказват, че най-добрите практики в преподаването и ученето на ИИ във висшето образование се формират от ключови фактори като увереност, математическа тревожност и различия в образователния ценз на студентите.

Въпреки това, парадигмите за обучение, основано на компетентност, които са особено ефективни за развиване на практически умения и подготовка на хората за реални приложения на ИИ, не се разглеждат. Курсовете по ИИ трябва да се фокусират върху придобиването на специфични компетенции и да предлагат практическо обучение с реални проблеми, което да позволи на учащите да развият необходимите умения и знания, за да станат успешни практики в областта на ИИ.

За обучаемите е важно да изберат курсове за обучение, които отговарят на техните специфични нужди и цели, като се вземат предвид последните иновации в областта. Обратно, при разработването на учебната програма на курса също е необходимо да се определят ясни и конкретни цели на курса и да се следват последните постижения в областта.

III. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Предложихме подход за разработване на курс за обучение по АИ, като използвахме резултатите от различни проучвания, стандартите за компетенции и теми, обработката на данни,

и вземане на решения на базата на многокритериална оптимизация (вж. фиг. 2 за обобщения ѝ вид). Тя включва следните стъпки.

Започнете с определяне на общите цели на курса на обучение. Определяме желаните резултати, компетенциите и областите на знание, които трябва да бъдат обхванати.

Извършваме проучвания и оценки, за да съберем данни за нуждите и предпочитанията на целевата аудитория. Това може да включва проучвания на съществуващите знания, пропуските в уменията, предпочитанията за обучение и желаните теми.

Определяме стандартите или показателите за компетентност, които участниците трябва да постигнат след приключване на обучението. Тези стандарти идват от [30] и ще ни помогнат да определим необходимите знания, умения и способности в областта на ААИ.

Въз основа на данните от проучването и стандартите за компетентност определяме конкретните теми, които трябва да бъдат обхванати в курса за обучение на ААИ. Вземаме предвид уместността, важността и приоритета на всяка тема.

Инструментарият за анализ на данни от много източници включва обработка и анализ на данните от проучванията и изследванията, за да се извлече значима информация. Това може да включва статистически анализ, визуализация на данни и техники за обобщаване (като облаци от думи, графики CiteSpace, АНР), за да се идентифицират модели, тенденции и взаимовръзки между отговорите на проучването и данните от множество източници.

Въз основа на определените теми, компетенции и резултати от проучването определяме отделни образователни модули, които разглеждат конкретни аспекти на курса на обучение. Всеки модул трябва да има ясни цели на обучението и съдържание, което съответства на желаните резултати.

Създаваме кръстосани матрици, които илюстрират връзките между темите, компетенциите и образователните модули. Тази матрица помага да се визуализира как всеки модул допринася за развиването на конкретни компетентности и как различните теми са свързани с модулите и помежду си.

Комбинираме отделните образователни модули и кръстосани матрици, за да образуваме 3D тензорно представяне. Този тензор отразява взаимозависимостите между темите, компетенциите и образователните модули в структуриран и организиран вид.

Прилагаме техники за многокритериална оптимизация¹, за да вземем информирани решения въз основа на събраните данни. Вземането предвид на множество фактори, като например важността на всяка тема и предпочитанията на целевата аудитория, ще оптимизира разработването и провеждането на курса за обучение по ААИ.

Интегрираме всички специфични изисквания, които възникват в процеса на вземане на решения. Това може да включва промени в съдържанието, методите на преподаване, стратегиите за оценяване или последователността на модулите въз основа на резултатите от оптимизацията.

A. МАТЕРИАЛИ

Работата се основава на редица данни, събрани в резултат на проекта FAAI за проучване на добрите практики в областта на УВД. По-конкретно, ние анализирахме

- 74 оферти, събрани от пазара на труда;
- 63 научни проекта в областта на изкуствения интелект;
- 92 съществуващи курса за обучение по изкуствен интелект;
- 27 решения за добри практики;



Co-funded by
the European Union

- 279 реални случая на решения с ИИ;
- попълнени анкети (80 преподаватели, 1054 студенти по ИТ, 38 работодатели)

Методът IANP е описан по-нататък

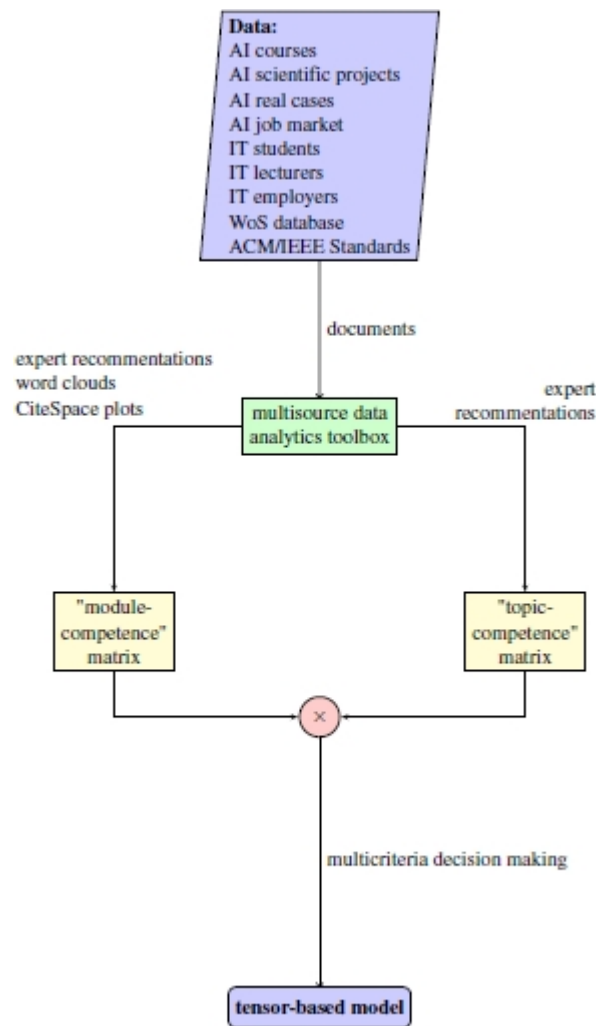


FIGURE 2. Flowchart for determining AAI course requirements

B. WORDCLOUDS

Облаците от думи, наричани още диаграми от думи или облаци от тагове, са завладяващи визуализации на данни, които изобразяват най-значимите думи или фрази в графичен формат. Тази иновативна техника визуално подчертава относителната честота на думите.

в даден текст [31], което води до естетически приятно и лесно разбираемо представяне.

Концепцията за облаци от думи се появява в началото на 90-те години на миналия век, придружена от първите случаи на визуализиране на честотата на думите. Достъпността на компютърно базираните инструменти за анализ на текст и уеб приложенията допълнително популяризираха използването им. Понастоящем много онлайн платформи и софтуер безпроблемно позволяват на потребителите да генерират облаци от думи от текстови данни. Създаването на облаци от думи се извършва по проста процедура [32]. Първоначално текстът се изследва, за да се извлекат уникални думи или фрази, и се определя тяхната честота на срещане. Размерът или значимостта на думата в облака от думи е пропорционален на нейната честота в текста. Думите с по-голямо значение обикновено се показват с по-големи шрифтове или са разположени по-близо до центъра, докато по-малко значимите думи са по-малки или са разположени в периферията. облаци от думи намират широко приложение в различни области [32], [33]. В сферата на бизнеса те улесняват анализа на настроеността, идентифицирането на тенденции и изследването на ключови думи в обратната връзка с клиентите или в описанията на продукти. В сферата на образованието те служат като инструменти за визуализиране на ключови понятия или теми, като подпомагат разбирането и запазването на знанията. Освен това те се използват в социалните изследвания, анализа на съдържанието и извличането на мнения, като предлагат ценни прозрения за огромни колекции от текстови данни.

C. КЛЪСТЕРЕН АНАЛИЗ НА КЛЮЧОВИТЕ ДУМИ

За да извършим клъстерен анализ на препратките от Web of Science (WoS) с помощта на софтуера CiteSpace [2], експортираме данните за 10 хил. препратки от WoS в обикновен текстов формат. CiteSpace ще обработи данните и ще създаде мрежа от цитати. След като мрежата от цитати бъде създадена, CiteSpace предлага различни опции за визуализация и анализ. Изследвахме различните настройки и параметри, за да генерираме значими клъстери по отношение на ключовите думи. Маркирането на кореспонденцията ни позволява да посочим водещите автори и институции. Могат да се определят и разрастващи се произведения.

D. АНР

Методът АНР се използва за решаване на проблеми, свързани с вземането на решения, които включват множество критерии и алтернативи. Той е особено ефективен, когато се сблъскваме със сложни решения, при които трябва да се вземат предвид субективни преценки и компромиси между йерархично структурирани критерии [34]. В дадената работа методът АНР ще бъде приложен в контекста на проектирането на образователен курс по ААИ, за да се определят приоритетите и да се вземат решения относно различни аспекти на

курс, а именно: цели на обучението, съдържание на курса, методи за оценяване, стратегии за преподаване, разпределение на ресурсите, интегриране на технологиите, оценяване и обратна връзка. Чрез провеждане на сравнения по двойки можем да оценим относителната важност или предпочитанията на всеки критерий и алтернатива. Например, можем да сравним значимостта на съдържанието

спрямо изискванията на пазара на труда. Обърнете внимание, че могат да бъдат взети предвид няколко лица, вземащи решения, например академичните среди,

Изчисляване на приоритета или тежестта на всеки критерий и алтернатива въз основа на стойностите на сравнението по двойки включва прилагане на математически изчисления, като нормализиране на стойностите на

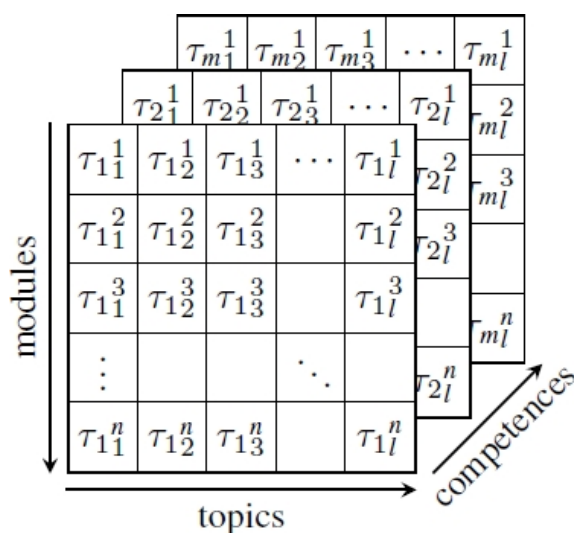
Изисквания за обучение на
сравнението и изчисляване на

15



Резултатът е набор от приоритетни стойности, които показват относителната важност на всеки критерий и алтернатива.

Използвайки изчислените приоритети, ние вземаме информирани решения за дизайна на курса за обучение. Приоритетите ни помагат да определяне на най-критичните критерии и най-подходящите алтернативи въз основа на тяхната относителна важност. Това ни позволява да се съсредоточим върху аспектите, които имат по-голямо въздействие върху постигането на желаните компетенции.



ФИГУРА 3. Тензорно картографиране на релацията "компетентност-тематичен модул"

Чрез прилагането на метода АНР към тези аспекти на проектирането на курсове преподавателите и разработчиците на учебни програми могат да вземат решения, които насърчават ефективното преподаване и учене, съответстват на образователните цели и отговарят на нуждите на учащите.

Е. ТЕНЗОРЕН ПОДХОД ЗА ОТНОШЕНИЯТА

Този метод представя триизмерен тензор (фиг. 3), съставен от тема и компетентност, като използва тензорно базирано изобразяване,

което представлява начин за представяне на всеки модул. За построяване на триизмерен тензор с двоични елементи τ_{ij} , използвайки векторите $C \in R_m, T \in R_l$ и $M \in R_n$ като направления (фиг. 3), заедно с две матрици A_{MC}, A_{CT} , показващи булевите връзки между векторите M и C , и C и T , можем да използваме следните изрази:

$$A_{MC} = \begin{bmatrix} A_{MC}[1,1] & A_{MC}[1,2] & \dots & A_{MC}[1,m] \\ A_{MC}[2,1] & A_{MC}[2,2] & \dots & A_{MC}[2,m] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{MC}[n,1] & A_{MC}[n,2] & \dots & A_{MC}[n,m] \end{bmatrix}$$

$$A_{CT} = \begin{bmatrix} A_{CT}[1,1] & A_{CT}[1,2] & \dots & A_{CT}[1,l] \\ A_{CT}[2,1] & A_{CT}[2,2] & \dots & A_{CT}[2,l] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{CT}[m,1] & A_{CT}[m,2] & \dots & A_{CT}[m,l] \end{bmatrix}$$

$$T = [\tau_{ij}^k]_{i=1, \dots, m, j=1, \dots, l, k=1, \dots, n}, \quad \text{where } \tau_{ij}^k := A_{MC}[k, i] \cdot A_{CT}[i, j]$$

където \cdot е логическият оператор AND. Тензорът T може да бъде конструиран и чрез формулата на Кронекер

произведение (\otimes) на двете матрици.

IV. РЕЗУЛТАТИ

A. ПРОУЧВАНИЯ НА ПАЗАРА НА ТРУДА

ААИ е много важна област, когато става въпрос за пазара на труда. Виждаме, че има много възможности, които

ИИ може да се използва в тази област. ИИ е важна технология, която помага на предприятията да подобрят ефективността си, да намалят разходите си и да вземат по-добри решения. Виждаме, че подобренията в изкуствения интелект са свързани и с създаването на нови възможности и

TABLE 2. Positions offered.

Position	Percentage
Data Engineer	25.68%
Data Scientist	22.97%
Data Analyst	10.81%
AI Engineer	10.81%
Other positions	29.73%

TABLE 3. Machine learning problem

Type	Percentage
Classic ML	77.03%
Deep ML	63.51%
SciML	28.38%
Other	5.41%

нови работни места за промишлеността. Те са особено важни в областите на науката за данните, машинното обучение и роботиката.

1) Позиции, предлагани на пазара на труда

По отношение на позициите на пазара на труда в областта на ААИ,



предлагат се различни доминиращи позиции. Тези позиции са разпределени в целия ЕС, което означава, че ААИ областта е широко разпространена в целия свят. Въз основа на проучването на пазара на труда, показано в таблица 2, най-доминиращите позиции, предлагани на пазара, са позициите на инженер по данни и специалист по данни, съответно с 25,68% и 22,97%. Докато инженерите по данни са специализирани в проектирането, изграждането и поддръжката на инфраструктурата на системите, необходими за обработката на данни, учените в областта на данните отговарят за извличането на прозрения и знания от данните. Анализаторите на данни и инженерите по изкуствен интелект имат еднакъв процент от 10,81%. Това показва, че значителна част от длъжностите изискват съсредоточаване върху тълкуването и анализа на данните, със силни умения за визуализация. Заедно със силна способност за разработване и внедряване на системи и алгоритми за изкуствен интелект. Сред другите позиции няма конкретна позиция, която да е по-доминираща от останалите. Тя варира от инженери по операциите на разработчици до софтуерни инженери или позиции за уеб разработчици.

2) Проблем с машинното обучение

Една от най-важните части от информацията, свързана с пазара на труда, е вид проблем на машинното обучение, който трябва да бъде решен. Това може да насочи към това кои компетентности могат да бъдат най-важни за работа в областта на ААИ. На Резултатите са показани в таблица 3. Въз основа на резултатите е видно, че най-голямата част от проблемите на машинното обучение е съсредоточена върху проблемите на класическата ML и проблемите на Deep ML. Това означава, че традиционните техники за машинно обучение, които включват алгоритми като дървета на решенията, машини с поддържащи вектори и случайни гори, са необходими, за да бъдат компетентни в приложния ИИ. Вторият най-важен набор от решавани проблеми на ML представлява проблеми на Deep ML. Deep ML придоби значителна популярност през последните няколко години и

TABLE 4. Models being developed

Model	Percentage
Multilayer neural networks - MLP	67.57%
Rules (Classification, Associating)	55.41%
Decision tree	50%
Convolutional neural networks - CNN	45.95%
Recurrent neural networks - RNN	36.49%
Random forest	35.14%
Encoder-decoder networks	13.51%
U-NET	10.81%
GRU	4.05%
LSTM	2.7%

се превърна в един от най-използваните ML в области като компютърното зрение или обработката на естествен език. Резултатите показват също, че е необходимо да се получат знания за научната област и да се включат в машинното обучение.

процес. Следователно може да се заключи, че приложеният ИИ има значително приложение в модели, които са ориентирани към физични модели, симулации или диференциални уравнения [35].

3) Разработвани модели

Една от най-важните задачи на инженера по машинно обучение е да разработи модел, който ще се използва в алгоритъма за реалния проблем. В момента се разработват различни възможни модели, като тяхното разпределение е показано в таблица 4.

В таблица 4 е представено разпределението на различните модели, които се разработват на пазара на труда. MLP, като запазващи невронни мрежи с множество слоеве, се използват широко за задачи като класификация, регресия и разпознаване на образи, поради способността им да улавят сложни модели от данни [36].

Резултатите показват, че една от най-важните трудности при работата в областта на приложния изкуствен интелект е създаването на логически правила въз основа на предварително определени условия от реалния проблем. Тези техники могат да се използват за изготвяне на прогнози и откриване на корелация между данните с различен успех.

Доказано е, че невронните мрежи представляват най-голямата част от моделите, които се разработват на пазара на труда. Като конволюционните, така и рекурентните невронни мрежи могат да се използват в много области, като например обработка на изображения или визуални данни.

Като цяло данните показват доминирането на MLP и подходите, базирани на правила, в контекста на разработваните модели. Значителен дял имат дърветата на решенията и конволюционните и рекурентните невронни мрежи. Заслужава да се отбележи присъствието на специфични архитектури като кодиращо-декодиращи мрежи, U-NET, GRU и LSTM, с по-малки проценти, което показва тяхната значимост в определени специализирани приложения в областта на машинното обучение.

4) Задачи за машинно обучение, които трябва да бъдат решени/

На пазара на труда в областта на приложния изкуствен интелект има различни машинни тези задачи обхващат различни области и индустрии и изискват няколко умения в областта на машинното обучение, за да бъдат ефективно решени.

TABLE 5. Machine learning tasks to be solved

Task	Percentage
Classification	68.92%
Regression	58.11%
Clusterization	35.14%
Image classification	28.38%
Image captioning	22.97%
Natural language processing	22.97%
Image segmentation	22.97%
Speech recognition	12.16%

Таблица 5 показва разпределението на задачите за машинно обучение, които трябва да бъдат решени. Като цяло данните подчертават преобладаването на задачите за класификация и регресия, които са основни задачи в машинното обучение, а приложението им е широко.



**Co-funded by
the European Union**

Това показва също така, че е важно да имате умения за обработка на изображения и естествен език, както и за разпознаване на реч. Клъстеризацията, сегментирането на изображения и създаването на надписи демонстрират специфични предизвикателства и приложения на пазара на труда. Освен това разпределението на задачите разкрива значимостта на обработката на изображения, обработката на естествен език и разпознаването на реч като важни техники, които трябва да се познават и наученото в курсовете по ИИ.

Разбирането на разпределението на задачите за машинно обучение е ценно за предприятията, които се стремят да прилагат техники за изкуствен интелект за решаване на проблеми в различни области. Благодарение на тези познания предприятията, които прилагат техники за ИИ в различни области, могат да определят приоритети и да съсредоточат усилията си въз основа на значимостта на различните задачи.

В. ПРОУЧВАНИЯ НА РАБОТОДАТЕЛИ

В проучването бяха събрани отговори от 38 компании, за да се проучат техните нужди и очаквания по отношение на обучението на специалисти в областта на приложния ИИ. Повечето респонденти (86,84 %) представляват частни организации, като само 13,16 % са посочили, че са свързани с публични организации. По отношение на размера на организацията повече от половината от респондентите (52,63 %) класифицират своите компании като малки, около 26,32 % от респондентите категоризират своите компании като средни, а 21,05 % от респондентите класифицират своите компании като големи, посочвайки, че имат над 250 служители. Най-голям дял от анкетираните (36,84 %) работят в сегмента на ИТ услугите. Другите значими сегменти включват стартиращи фирми за други продукти (15,79 %) и различни категории (15,79 %). Представени са също така ИТ аутсорсинг, продажби на компютърна техника, разработване на хибриден софтуер, аутсорсинг на ИТ персонал, офшорно програмиране и технологии за игри. Някои дружества са стартиращи продуктови компании, опериращи в области като административни дейности и MES, разработване на софтуер и ИТ аутсорсинг, изследвания и технологии (ИТ област), ИТ услуги, ИТ финансиране и изследвания и образование.

Основните сфери на дейност, декларирани от организациите, варират, като основните области са производство и развойна дейност (47,37%), дизайн (39,47%), консултации (44,74%), обслужване на клиенти (42,11%) и научни изследвания (39,47%). Приложенията и решенията на тези компании обхващат различни сектори, включително образование, обществени услуги, продажби, маркетинг, финанси, сигурност, здравеопазване, транспорт и други. Що се отнася до използването на ИИ в бизнес дейностите, повечето от организациите (86,64%) посочват, че понастоящем използват ИИ, докато малка част (13,16%) заявяват, че имат намерения да го направят в бъдеще.

Що се отнася до длъжностите, свързани с изкуствения интелект, най-голям е процентът на предлаганите работни места за инженер по данни (58,33%), следван от анализатор на данни (55,56%) и учен по данни (44,44%). Други длъжности, като технически специалист по набиране на персонал, инженер по сигурността и

Мениджър на бази данни имат по-нисък процент на предлаганите работни места. По отношение на изискванията за опит 41,67% от работните позиции не изискват опит в областта на изкуствения интелект. По-голямата част от позициите изискват опит, вариращ от кратка практика до една година (25%) до от 1 до 3 години (27,78%). Само малък процент от работните позиции изискват опит над 5 години (5,56%). В проучването бяха разгледани и общите компетенции, необходими за длъжности, свързани с ИИ. Най-голям процент (60%) се дължи на компетентността за разпознаване на проблеми, свързани с алгоритъм и пристрастия към данните, неприкосновеност на личния живот и цялост на данните. Други високо оценени компетентности включват описание на основните области на ИИ и неговите приложения, разпознаване на полезността на методите за машинно обучение и определяне на подходящи показатели за ефективност за оценка на алгоритмите за машинно обучение. Компетенции като представяне на информация в логически и вероятностни формализми и обсъждане на ефектите от решенията, произтичащи от заключенията на машинното обучение, имат по-нисък процент. Що се отнася до нагласите, необходими за служителите в областта на изкуствения интелект и науките за данните, респондентите подчертават значението на зачитането на историята и ограниченията на изкуствения интелект, адаптивността при проектирането на алгоритми, етичното и отговорно използване на машинното обучение, както и задълбочеността и етичността при представянето на резултатите. Други важни нагласи включват подбор и оценка на алгоритми, точни и етични подходи за оценка, внимание към детайлите при техниките за неконтролирано обучение и отчитане на специфичните за контекста предизвикателства. В проучването бяха разгледани видовете проблеми, свързани с машинното обучение, които се решават от компаниите. По-голямата част от компаниите (68,57%) използват класически и дълбоки техники за машинно обучение, докато по-малък процент използват SciML методи (8,57%). По отношение на разработените или проучени модели най-често се споменават дърветата за вземане на решения и многослойните перцептрони (MLP), следвани от правилата, конволюционните невронни мрежи (CNN) и рекурентните невронни мрежи (RNN). Използването на невронни мрежи, както традиционни, така и за дълбоко обучение, е широко разпространено в компаниите. Най-често срещаните задачи на ИИ и МЛ, решавани или изучавани от компаниите, включват класификация, регресия, класификация на изображения, клъстеризация и обработка на естествен език. Задачи като създаване на надписи на изображения, разпознаване на реч и сегрегация на изображения имат по-нисък процент отговори. Python е най-често изискваният език за програмиране (85,71%), следван от C++ (45,71%), Java (42,86%), R (37,14%) и C# (22,86%). Други езици като JavaScript и Matlab се изискват по-рядко. Що се отнася до библиотеките за изкуствен интелект (фреймуърки), най-често използваната е TensorFlow (78,79 %), следвана от Keras (48,48 %) и scikit-learn (42,42 %). Други рамки, като PyTorch, Apache TVM, AMD HIP, OpenAI и Matlab toolboxes, също се използват, но в по-малка степен. Най-използваната екосистема е Anaconda (54,55%), следвана от Apache Hadoop (39,39%), Matlab (39,39%) и R Studio (33,33%). При академичните/аналитичните служители високо се оценяват компетенции като извършване на проучвания за осъществимост, въвеждане на иновации и модифициране на методите, както и прилагане на съвременни психологични и педагогически методи. Сравнително по-ниско се оценяват компетенциите, свързани със симулации, статистическа проверка и защита на авторските права. Необходимите меки умения включват критично мислене, комуникация, работа с инструменти и технологии, планиране и организиране, както и бизнес основи. Сътрудничеството, фокусът върху клиента, динамичното преквалифициране и професионалните мрежи също се оценяват, но в по-малка степен. Според резултатите от проучването

22

компаниите ценят допълнителните компетенции, включително способността да избират подходящи



**Co-funded by
the European Union**

структури от данни и алгоритми, както и визуализиране на резултатите от анализа на изкуствения интелект. Освен това компаниите дават приоритет на компетенциите, свързани с внедряването на решения, базирани на изчисления в облак. От друга страна, компетенции като анализиране на заплахите за приложенията в реално време, разработване и експлоатация на широкомащабни системи за съхранение на данни и използване на широк набор от платформи за анализ на големи данни се считат за по-малко важни. Дружествата също така изискват от служителите да имат способността да изпълняват задачи както на ниво звено, така и на ниво общ/универсален проблем, което показва тяхната гъвкавост и умения за решаване на проблеми.

Резултатите от проучването дават ценна информация за мнението и степента на удовлетвореност на работодателите по отношение на специалистите, завършващи обучение в областта на изкуствения интелект и информационните технологии. Работодателите изразяват загриженост относно недостига на специалисти по ИИ на пазара на труда и липсата на практически опит сред завършващите. Практическото прилагане на опита в областта на машинното обучение се разглежда като област, която се нуждае от подобрене. Освен това някои работодатели споменават високите очаквания за заплатите на специалистите по ИИ, което затруднява намирането на подходящи кандидати на местно ниво. По отношение на ИТ специалистите мненията са смесени. Докато някои работодатели оценяват добрата им подготовка и техническите им умения, други намират практическите им умения за недостатъчни. Сътрудничеството и креативността се определят като основни умения за ИТ специалистите и изглежда, че има достатъчен брой млади таланти. Ситуацията обаче става по-трудна, когато се търсят специалисти на средно или висше ниво. Нуждата от специалисти по изкуствен интелект е тема на дебат сред работодателите, като някои от тях твърдят, че няма нужда, докато други наблюдават значителен недостиг на пазара на труда. Удовлетвореността на работодателите от нивото на подготовка на завършилите магистърска степен в областта на изкуствения интелект като цяло е умерена, като мнозинството от тях изразяват умерена удовлетвореност. Това показва, че са необходими подобрения, за да се постигне по-добро съответствие на уменията на завършилите с очакванията на работодателите. Макар че предлагането на специалисти в областта на ИИ на пазара на труда удовлетворява повечето компании, значителна част от тях не са доволни, което предполага необходимост от по-квалифицирани специалисти. Като цяло дружествата имат положително отношение към повишаването на квалификацията на настоящите си служители чрез обучение в магистърска степен по ИИ, което показва готовност за инвестиране в образование и обучение. Що се отнася до компетенциите на завършилите университети в областта на ИИ, компаниите имат неутрално до положително възприятие. Като цяло се смята, че завършилите имат високи теоретични познания, но мненията относно практическото приложение на тези знания се различават. Основните познания в областта на бизнес управлението, икономиката и правото се считат за добри, както и разбирането на най-новите международни стандарти. Личните качества като иновативност, работна етика, лична амбиция и самооценка получават разнопосочни отговори. Тези констатации от проучването подчертават необходимостта от подобряване на практическите умения и опит на завършилите ИИ, привеждане на образователните програми в съответствие с изискванията на индустрията и преодоляване на разликата между теоретичните знания

24

и тяхното практическо приложение. Работодателите са нетърпеливи да наемат квалифицирани специалисти по ИИ и са готови да инвестират в образованието и обучението на настоящите си служители. На

Резултатите също така подчертават значението на сътрудничеството между образователните институции и заинтересованите страни от индустрията, за да се гарантира готовността на завършилите за динамичния пазар на труда в областта на изкуствения интелект.

Резултатите от проучването дават представа за мнението на работодателите относно дейностите по проекти, свързани с изследвания в областта на изкуствения интелект, и за желанието им да участват в тях. Изграждането на уебсайт за представяне на резултатите от изследванията на ИИ от местния университет се счита за умерено важно от повечето компании, като 20% са неутрални, а по-малък процент го смятат за много важно. Нито една от компаниите не оценява идеята като маловажна. Това показва общ интерес към представянето на резултатите от изследванията на ИИ чрез специален уебсайт. Що се отнася до комуникацията и ангажираността, значителен брой компании, 63,89 %, изразяват желание да получават информационен бюлетин за напредъка на проекта.

Въпреки това значително малцинство - 36,11 % - не проявява интерес към такива бюлетини. За активното участие в де-вализацията на проекта чрез обучение и казуси за употреба 44,74 % от компаниите отговарят положително, а 55,26 % отказват. Това показва, че значителна част от работодателите са отворени за участие в дейностите по проекта. Що се отнася до представянето на резултатите от проекта, по-голямата част от фирмите (60,53 %) изразяват интерес да бъдат поканени на мултиплициращо събитие. Това демонстрира желанието на компаниите да се информират за резултатите от проекта и да бъдат в крак с най-новите разработки в областта на изкуствения интелект и науката за данните. Въпреки че има общ интерес към уебсайта, представящ резултатите от изследванията в областта на ИИ, и получаването на актуална информация за напредъка, желанието за активно участие в разработването на проекта и участие в мултиплициращо събитие е по-различно. Разбирането и съобразяването с предпочитанията и нуждите на работодателите е от решаващо значение за успешното изпълнение и разпространение на проекта FAAI.

С. ПРОУЧВАНЕ НА СТУДЕНТИ

Въпросникът за студентите, магистрите и завършилите специалност "Информационни системи и технологии" беше попълнен от общо 1052 души, което показва голям интерес към темите на ААИ сред студентите. Първата група от три въпроса в анкетата (въпроси 1-3) беше с общо предназначение, с цел да се установи основната информация за анкетираните -

тяхната националност, възраст и студентски статус. Както се очакваше, студентите произхождат предимно от страните участнички в проекта: Полша - 13,88%, Сърбия - 15,11%, България - 34,98%, Черна гора - 19,68%, а Словакия - 10,55%. Има и 61 души (5,8%) от други националности. Респондентите в голямото си мнозинство са на възраст под 24 години - 72,34%, и все още са студенти - 89,45% (64,83% първо ниво на обучение и 24,62% второ ниво на обучение). Само 11,55% са завършили висше образование.

Следващият набор от десет въпроса (въпроси 4-13) е предназначен само за ученици. Първо, те бяха помолени да посочат за каква образователна степен учат. По-голямата част от анкетираните са от бакалавърска степен 72,81% или магистърска степен 22,15% (71,96% през първите две години от обучението) със специализация в някои разновидности в областта на ИТ (Информационни технологии 28,69%, Компютърни науки 25,82%). На въпроса дали познават някакви курсове по приложен изкуствен интелект, предлагани в техния университет, студентите в голямото си мнозинство избират



Co-funded by
the European Union

отговорите Не (54,03%) и Да, познавам само няколко (39,25%), а само 6,72% са избрали отговора Да, познавам много от тях. Дейностите, най-често предпочитани от учениците, за да повишат знанията си по АИ, са проекти (59,22%), лекции (44,49%) или лаборатории (38,21%). Създаването на уебсайт, на който да се представят резултатите от проучванията в областта на ААИ, проведени от персонала на местния университет, е важно или много важно за почти 82 % от респондентите. Едно друго важно запитване е дали студентите са запознати с въпросите на ААИ, където само 9,7% са отговорили Не, не съм чувал за това и не се интересувам от такъв достъп. В края на този раздел от въпроси студентите бяха попитани дали биха искали да участват в курсове по ААИ и голямото мнозинство (90,02%) отговори неутрално или положително (неутрално - 35,36%, донякъде съгласен - 29,47%, съгласен - 25,19%).

Третата група въпроси, наречена "Участие в обучение по приложен изкуствен интелект", се състои само от два въпроса (14 и 15), свързани с контекста на приложния изкуствен интелект и предишните курсове в областта на приложния изкуствен интелект. Само 212 респонденти (20,15%) вече са участвали в курсове, базирани на ААИ. Повечето от студентите проявяват интерес към събирането на данни от различни източници (уеб, социални мрежи и т.н.) (44,3 %) или към извършването на анализи/машинно обучение в областта на ААИ (47,34 %).

Следващият набор от въпроси е за професионалния опит (въпроси 16-19). Почти половината от анкетираните лица работят в момента 519/1052 (49,33%), което означава, че голяма част от тях едновременно учат и работят. Останалите въпроси в този раздел имат за цел да съберат информация за продължителността и естеството на заетостта на анкетираните. От 519 работещи 347 работят в частния сектор, 157 - в публичния сектор, а 11 работят в организации с нестопанска цел. Както се очакваше (респонденти в мнозинството си са по-млади от 24 години), анкетираните в повечето случаи имат по-малко от 3 години опит (356 от 519 заети) и работят в ИТ сектора (311 от 519).

Работниците в ИТ индустрията отговарят на група въпроси (20-23). Въпросите бяха формулирани по такъв начин, че да описват по-добре работната позиция, изискванията и опита на работещите в ИТ сектора. Проучването показва, че повечето от ИТ работниците работят като разработчици на софтуер (17,4 %), в областта на поддръжката (4,75 %), като администратори (3,61 %) и в областта на изграждането и обслужването на мрежи (3,33 %). Повече от половината от ИТ работниците заявяват, че за назначаване на тяхната длъжност е необходима диплома за бакалавър. От общо 1052 респонденти само 136 имат някакъв опит с работа в областта на приложния изкуствен интелект и го използват в работата си.

Може би най-важният набор от въпроси за реализацията на проекта FААI е свързан с важните компетенции, необходими за приложния изкуствен интелект (въпроси 24-29). Респондентите имаха възможност да изберат кои меки умения смятат за най-важни за наемане на работа в организацията, в която работят, от списък с повече от 30 възможности. Няколко умения се открояват в смисъл, че голямото мнозинство от работниците ги намират за по-важни от останалите: Умение за работа в екип (66,73 %), умение за планиране и управление на времето (62,55 %), умение за общуване

на втори (чужд) език (60,27%). Популярни са и следните умения: Способност за идентифициране, предлагане и решаване на проблеми (55,8%), способност за учене и поддържане на актуална информация (51,14%), способност за прилагане на знанията в практически ситуации (50,38%), способност за генериране на нови идеи (креативност) (48,95%). Другите компетентности са избирани по-рядко, а следните компетентности са признати за най-малко важни: Ангажираност за опазване на околната среда (11,88%), Способност да се проявява осведоменост за равните възможности и въпросите, свързани с пола (12,36%), Способност за поемане на инициатива и насърчаване на предприемаческия дух и интелектуалното любопитство (13,5%).

На въпроса за кои компетенции трябва да има специалист по УОИ, респондентите най-често избират отговорите: Използване на подходящи методологии за обучение и тестване при внедряване на алгоритми за машинно обучение, Разпознаване на обхвата и полезността на методите за машинно обучение, Избор на подходящи (класове) методи за машинно обучение за конкретни проблеми, Сравняване и противопоставяне на методи за машинно обучение. Най-ценената свързана компетентност, която специалистът по ААИ трябва да притежава и която трябва да се преподава по време на обученията по ААИ, е Ефективно използване на разнообразни техники за анализ на данни (машинно обучение, извличане на данни, предписващ и прогнозен анализ). Най-популярните инструменти на ААИ, които се използват в помощ на теоретичните лекции, са: Платформи за анализ на приложен изкуствен интелект (Hadoop, Spark, Data Lakes), инструменти за приложен изкуствен интелект и разпределени изчисления (Spark, MapReduce, Hadoop, Mahout, Lucene, NLTK, Pregel) и Google Colab. Най-малко популярни са: Екосистемата Anaconda, R Studio и Mathcad.

D. ИЗУЧАВАНЕ НА АКАДЕМИЧНИТЕ НАУКИ

Оценка на образованието по приложен изкуствен интелект: В това изследване е проведено обширно проучване за оценка на настоящото състояние на образованието по приложен изкуствен интелект (ИИ) сред академичните среди. Проучването, проведено в рамките на програмата Еразъм+ на FAAI, събра и анализира въпросници от 80 преподаватели от пет държави. Резултатите дават ценна представа за преподавателските практики, компетенциите и областите за подобрене в образованието по приложен ИИ.

Резултатите показаха, че значителен брой от анкетираните са начинаещи в областта на приложния ИИ, докато повечето от отговорилите твърдят, че имат умения на средно ниво. Умения на напреднало ниво са отчетени от 23,75 % от участниците, като само 7,50 % се смятат за експерти. Следователно проучването представя по-скоро цялостен преглед, отколкото тясна експертна перспектива.

Една от забележителните констатации е, че повече от половината от учителите са се обучавали сами на изкуствен интелект, следвани от тези, които са получавали уроци по изкуствен интелект по време на обучението си в университета. Само по-малко от една пета са преминали през специализирани курсове по ИИ. Що се отнася до предпочитаните дейности за разширяване на знанията, тематичните курсове са най-популярният избор, докато участието в конференции е наполовина по-малко популярно. Комерсиалните проекти, проектите с отворен код, участието в обществени научни групи и запознаването с резултатите от изследвания, провеждани в университетите, са получили сходна подкрепа (около 50 %).

Проучването подчерта, че значителен брой учители нямат опит в преподаването на ИИ и имат ограничени публикации и участия в научни изследвания в областта на приложните



Co-funded by
the European Union

ИИ (почти четиридесет процента никога не са публикували статия по приложен ИИ, а само половината са участвали в приложни изследвания в областта на ИИ). Това подчертава необходимостта от включване на повече колеги в проекти за ИИ, като се има предвид очевидният им интерес. Въпреки това повече от 50 % от учителите имат поне една година преподавателски опит, а почти една пета притежават над пет години преподавателски опит, което ги позиционира като експерти. Едва 15 % от учителите изразяват незаинтересованост към преподаването на ИИ.

Интересно е, че повечето учители не са участвали в комерсиални проекти за изкуствен интелект, но изразяват положителна нагласа към включването на външни експерти по изкуствен интелект от индустрията (донякъде съгласни 37,50 %, съгласни 42,50 %, никой не е против експертите от индустрията). Респондентите са единодушни по отношение на важноста на включването на приложни компетентности в областта на ИИ в учебната програма, като например основните области на ИИ, включително контекста на приложенията, разпознаването на дъха и полезността на методите за машинно обучение (ML) и тяхното практическо прилагане. Това включва необходимостта от сравняване на методите на ML и избор на подходящ метод, както и неговото обучение и тестване. Въпреки това, напредналите теми като свръхприспособление, проклятието на размерността, показателите за ефективност, алгоритмичните пристрастия и пристрастията към данните се считат за по-малко критични.

Значението на обсъждането на потенциалните последици от вземането на решения, произтичащи от машинното обучение (ML), получи сравнително ограничено внимание от страна на респондентите, което показва, че то не се счита за изключително важно. Подобни резултати се наблюдават и по отношение на етичните съображения, свързани със системите за изкуствен интелект. Вероятно учителите са възприели придобиването на цялостни знания за самите методи като основен фокус за учениците, тъй като дебатът около употребата и етиката би бил безсмислен без солидно разбиране на функционирането на тези методи. Освен това значението на логиката и вероятностния формализъм, заедно с тяхната аргументация, също се смята за относително по-малко значимо.

За да се насърчи обучението по ИИ, респондентите подчертават значението на създаването на уебсайт, представящ изследванията на местните университети в областта на приложния ИИ, и на проекти с отворен код, посветени на решаването на проблеми с ИИ. Те също така подчертаха значението на устните презентации, студентските научни групи, както и на уебинарите, но насърчаването на сътрудничеството с експерти от компаниите за ИИ се смята за най-важно за по-доброто разбиране на въпросите на приложния ИИ. За студентите се счита, че изискванията на пазара на труда са важни, но за придобиване на критично важни практически знания за ИИ е необходимо сътрудничество с компании за ИИ.

От препоръките на учителите могат да се изберат следните съвети за учебната програма:

- Съсредоточете се повече върху безплатните версии.
- Изберете първо подходящ изчислителен език и библиотеки
- Внимание към компютърното зрение, обясним ИИ, взаимодействие между човека и ИИ

- Добавяне на повече дейности за правене на примери
- Решаване на реални казуси с ИИ в часовете

Фактът, че нито университетските курсове, нито специализираните курсове са основен източник на умения дори сред преподавателите, показва необходимостта от подобряване както на университетските, така и на специализираните курсове. Изследването разкри необходимостта от подобряване на университетските курсове и специализираните програми за обучение по приложен ИИ. Мнозинството от учителите изразиха желание да участват в спонсирани курсове по ИИ, за да повишат знанията си. Въпреки че повечето учители понякога проучват най-новите тенденции в областта на ИИ, почти една пета признават, че притежават само основни познания. На въпроса за запознатостта с най-новите тенденции, техники и решения в областта на приложния изкуствен интелект повечето хора отговориха, че от време на време проучват тази област, и Въпросниците без изненада разкриват, че има нужда учителите да подобрят уменията си в преподаването и популяризирането на приложния изкуствен интелект. Установени са пречки пред подобряването на обучението по приложен ИИ, включително проблеми с учебната програма, формални пречки пред новите методи на преподаване и в- подходящо оборудване. Решаването на тези предизвикателства изисква цялостни подобрения, включващи учебни програми, методики на преподаване и достъп до подходящи ресурси. Желаните компетентности включват преподаване, популяризиране и подобряване на знанията в областта на ИИ. Твърдите умения, необходими за ефективното преподаване и изучаване на приложния ИИ, включват машинно обучение, избрани езици и библиотеки за програмиране, анализ и визуализация на данни, де- знание и оптимизация на алгоритми, дълбоко обучение и обработка на естествен език. Проучването подчертава значението на включването на етичните съображения като основна част от учебната програма по ИИ - аспект, който понастоящем не е приоритет за учителите. Освен това развитието на меки умения, като например комуникация, сътрудничество, адаптивност, креативност, решаване на проблеми и лидерство, се счита за изключително важно за ефективното обучение по приложен ИИ. Активното участие в общности за ИИ и ангажирането с експерти в областта бяха силно насърчавани, за да се остане в крак с най-новите постижения и тенденции в индустрията. Като цяло, това проучване предоставя ценна информация за



Co-funded by
the European Union

гледната точка на съответните лица, вземащи решения. Тези цифри представят относителната важност, която всяка група придава на различните компетенции. Приоритетите се определят чрез процес на двойно сравнение, при който вземащите решения сравняват всяка компетентност с други въз основа на тяхната значимост.

2) Езици за програмиране в зависимост от решенията за специализиран сървър и облак Изборът на език за програмиране е наистина важен при изучаването на ИИ, тъй като може да окаже значително влияние върху способността за ефективно разработване на системи за ИИ. Критериите при избора на език включват поддържани библиотеки и фреймуърки, динамична общност и ресурси, гъвкав и изразителен код, производителност и ефективност, интеграция и внедряване, както и тенденции в индустрията.

Тук, в контекста на определянето на приоритетите на езика за програмиране за курса за обучение по изкуствен интелект, АНР е използван за включване на гледните точки на вземащите решения, като например пазара на труда, работодателите и решенията за добри практики (вж. модела на фиг. 14).

Приоритетите, получени от всеки вземащ решение, се обединяват, за да се създаде цялостен набор от приоритети за езиците за програмиране в курсовете за обучение по изкуствен интелект (вж. фиг. 15-18). Това е постигнато чрез изчисляване на претеглени средни стойности на векторите на приоритетите на лицата, вземащи решения.

3) Модели на изкуствен интелект в рамките на Classic ML и Deep ML

От гледна точка на класическото МЛ лицата, вземащи решения, трябва да се съсредоточат върху изучаването на утвърдени алгоритми за машинно обучение, като линейна регресия, дървета за вземане на решения и машини с поддържащи вектори, които са широко използвани и тествани на пазара на труда, предпочитани са от работодателите и се считат за добра практика в областта на ИИ. От гледна точка на Deep ML, вземащите решения трябва да дадат приоритет на изучаването на дълбоки невронни мрежи, конвенционални невронни мрежи и рекурентни невронни мрежи, тъй като тези модели са показали забележителни резултати в различни приложения на ИИ, много се търсят на пазара на труда, желани са от работодателите и отразяват настоящите добри практики в областта на ИИ.

Когато се опитваме да решим числено дадената задача за вземане на решение, на фигура 19 е представена блок-схемата на процеса на вземане на решение. Проблемът включва

10 модела, свързани с класически и DL. Вземащите решения включват представители на пазара на труда, работодатели и решения за добри практики.

На фигури 20-23 са показани приоритетите за конкретни групи критерии от гледна точка на съответните лица, вземащи решения. Тези фигури представят относителната важност, която всяка група придава на различните модели на ИИ. Приоритетите са определени чрез процес на сравнение по двойки, при който лицата, вземащи решения, сравняват всяка компетентност с други въз основа на тяхната значимост.

Въз основа на предишни изследвания определихме векторите C (Таблица 6), T (Таблица 7), M (Таблица 8). Освен това матриците AMC и ATC са представени съответно в таблица 10 и таблица 9. Умножавайки съответните записи, получаваме тензора T^k .

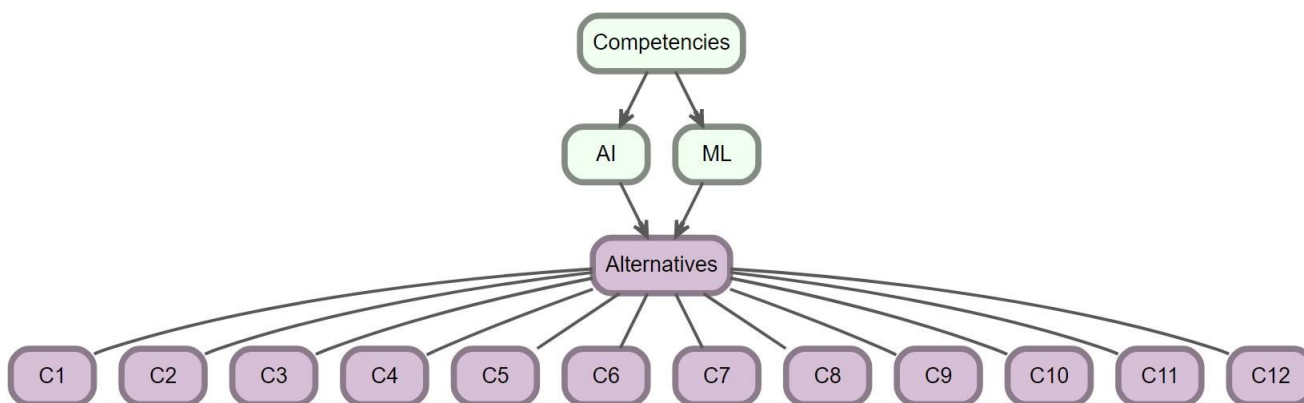
Генерирането на абстрактни модели на модули вече е възможно благодарение на тензорното разлагане. Всеки тензор е съставен от три отношения, или отношения "компетентност - тема - модул". След това всеки тензор е черта, съставена от претеглена сума на тензори с ранг едно, получени чрез умножаване на вектори с три фактора.

Такъв подход ни позволи да получим серия от матрици за отношенията "модул - тема" според различните компетенции. Фигура 3 показва тензора, чиито компоненти са: теми, модули и компетенции. Формирането на желаната компетентност може да се постигне чрез реализиране както на конкретни теми и модули.

В таблица 9 е показана кръстосаната матрица "тема-компетентност" за 12 ключови компетенции във висшето образование по изкуствен интелект, които могат да бъдат придобити чрез реализиране на избрани от 12-те теми, изброени в таблица

7. Така например компетентността, наречена: "Разпознаване на дъха и полезността на методите за машинно обучение" може да бъде постигната чрез реализиране на следните теми: Експертни системи, базирани на правила; Машинно обучение I; Машинно обучение II; Дълбока невронна мрежа - основи; Дълбока неутрална мрежа - напреднали теми; Дълбоко обучение с подсилване; Обработка на естествен език; Роботика.

За да се повиши качеството на образованието, като същевременно се гарантират високи стандарти на обучение, предлагаме да се укрепи тази компетентност чрез прилагането на специфични модули.



ФИГУРА 8. Модел за вземане на решения относно компетенциите, повлияни от AI и ML



	Weight	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C2	Inconsistency
Competencies	100.0%	23.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	0.0%
ML	78.3%	18.0%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	0.0%
AI	21.7%	5.0%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	0.0%

ФИГУРА 9. Приоритети за компетенциите, повлияни от ИИ и МЛ: общ резултат

	Weight	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C2	Inconsistency
Competencies	100.0%	45.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	0.0%
ML	83.3%	37.5%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	0.0%
AI	16.7%	7.5%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.0%

ФИГУРА 10. Приоритети за компетенциите, повлияни от ИИ и МЛ: пазарът на труда като фактор за вземане на решения

	Weight	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C2	Inconsistency
Competencies	100.0%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	0.0%
AI	50.0%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	0.0%
ML	50.0%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	0.0%

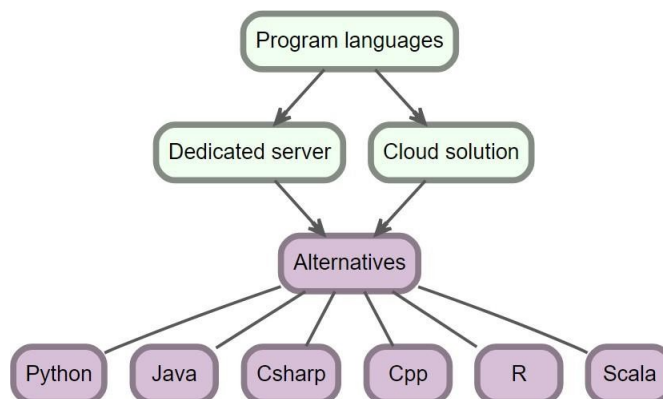
ФИГУРА 11. Приоритети за компетенциите, повлияни от ИИ и МЛ: академичните среди като вземащи решения

	Weight	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C2	Inconsistency
Competencies	100.0%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	0.0%
ML	75.0%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.2%	0.0%
AI	25.0%	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	0.0%

ФИГУРА 12. Приоритети за компетентностите, повлияни от ИИ и МЛ: учениците като вземащи решения

	Weight	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C2	Inconsistency
Competencies	100.0%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	0.0%
ML	87.5%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	0.0%
AI	12.5%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	0.0%

ФИГУРА 13. Приоритети за компетенциите, повлияни от ИИ и МЛ: работодателите като вземащи решения



ФИГУРА 14. Модел за вземане на решение за езиките за програмиране по отношение на специализиран сървър или облачни решения

ТАБЛИЦА 6. Компетенции в областта на ИИ и МЛ, които трябва да бъдат обхванати от предложения курс по приложен ИИ

денотация	компетентност
c1	Описва основните области на ИИ, както и контекстите, в които могат да се прилагат методите на ИИ.
c2	Представяне на информация в логически формализъм и прилагане на подходящи методи за разсъждение.
c3	Представяне на информация във вероятностен формализъм и прилагане на съответните методи за разсъждение.
c4	Да познава широкия спектър от етични съображения, свързани със системите с изкуствен интелект, както и механизмите за намаляване на проблемите.
c5	Разпознаване на обхвата и полезността на методите за машинно обучение
c6	Сравняване и съпоставяне на методите за машинно обучение.
c7	Избиране на подходящи (класове) методи за машинно обучение за конкретни проблеми.
c8	Използване на подходящи методологии за обучение и тестване при внедряване на алгоритми за машинно обучение.
c9	Обяснете методите за смекчаване на ефектите от прекомерното приспособяване и хода на размерността в контекста на алгоритмите за машинно обучение.
c10	Идентифициране на подходяща метрика за оценка на алгоритми/инструменти за машинно обучение за даден проблем.
c11	Разпознаване на проблеми, свързани с алгоритмична пристрастност и пристрастност на данните, както и с неприкосновеността на личния живот и целостта на данните.
c12	Обсъждане на възможните ефекти - както положителни, така и отрицателни - на решенията, произтичащи от заключенията на машинното обучение.

ТАБЛИЦА 7. Теми от ИИ и МЛ, които ще бъдат включени в предложения курс по приложен ИИ

денотация	тема
t1	Изкуствен интелект - история и логически модели
t2	Представяне на знания и обосноваване (базирано на вероятности)
t3	Стратегии за планиране и търсене с изкуствен интелект
t4	Размита логика, размити системи за управление
t5	Експертни системи, базирани на правила
t6	Машинно обучение I (преглед и контролирано обучение)
t7	Машинно обучение II (неконтролирано обучение)
t8	Дълбоки невронни мрежи - основи
t9	Дълбоки невронни мрежи - теми за напреднали



Co-funded by
the European Union

T10	Дълбоко обучение с подсилване
T11	Обработка на естествен език
T12	Роботика

ТАБЛИЦА 8. Модули на предлагания курс по ААИ

<i>M</i> ₁	Basic principles of the application of AI in science and in modern business solutions
<i>M</i> ₂	Embeddable modules from IBM, Microsoft, Google, AWS, etc.
<i>M</i> ₃	Conducting research related to the practical application of artificial intelligence
<i>M</i> ₄	Building software applications using AI
<i>M</i> ₅	Implementation of external AI modules in software applications
<i>M</i> ₆	AI-based solutions for Ecology
<i>M</i> ₇	AI-based solutions for Agriculture
<i>M</i> ₈	AI-based solutions for HealthCare
<i>M</i> ₉	AI-based solutions for Smart City
<i>M</i> ₁₀	AI-based solutions for Industry
<i>M</i> ₁₁	AI-based solutions in Robotics
<i>M</i> ₁₂	Application of other AI modules

ТАБЛИЦА 9. Кръстосана матрица за връзката "компетентност-тема" за курса по ААИ

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
c1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
c4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
c5	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
c6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
c7	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
c8	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
c9	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
c10	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
c11	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
c12	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1

Таблица 10 показва кръстосаната матрица "модул - компетентност". От нея се вижда, че обучението по желаните компетентности е подсилено от реализирането на определени модули. Така например обучението по предварително избраната компетентност "Разпознаване на диханието и полезността на машинните методи на обучение" беше подсилено чрез реализирането на следните модули: M1 (Основни принципи на приложение на изкуствения интелект в науката и в съвременните бизнес решения) и M3 (Провеждане на изследвания, свързани с принципното приложение на изкуствения интелект). По този начин всяка компетентност може да бъде придобита чрез изпълнение на специфични

теми и модули. Таблицы 13-24 показват кръстосаната матрица "модули - теми" за всяка от 12-те компетенции. Тези таблици съдържат стойност "1".

ТАБЛИЦА 10. Кръстосана матрица за релацията "компетентност-модул", която ще бъде въведена в проектирания курс по УОИ

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
c1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
c2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
c3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
c4	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
c5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c6	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
c7	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
c8	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
c9	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
c10	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
c11	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
c12	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0

	Weight	Python	Java	Csharp	Cpp	R	Scala	Inconsistency
Program languages	100.0%	40.7%	18.6%	11.1%	11.1%	9.6%	9.0%	0.0%
Cloud solution	51.8%	22.2%	11.4%	7.1%	2.7%	2.7%	5.6%	4.4%
Dedicated server	48.2%	18.5%	7.2%	4.0%	8.3%	6.9%	3.3%	2.8%

ФИГУРА 15. Приоритети за програмни езици по отношение на специализиран сървър или решение в облака: общо решение

	Weight	Python	Java	Csharp	Cpp	R	Scala	Inconsistency
Program languages	100.0%	44.5%	12.0%	14.2%	10.5%	11.3%	7.4%	0.0%
Dedicated server	50.0%	20.7%	4.4%	5.2%	8.0%	8.8%	2.8%	0.6%
Cloud solution	50.0%	23.8%	7.6%	9.0%	2.5%	2.5%	4.6%	4.4%

ФИГУРА 16. Приоритети за програмни езици по отношение на специализиран сървър или облачно решение: решение от гледна точка на пазара на труда

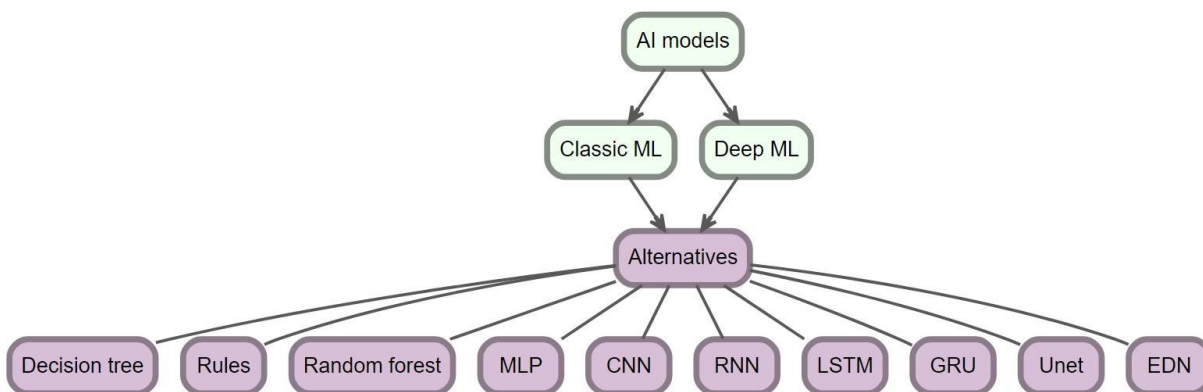
	Weight	Python	Java	Csharp	Cpp	R	Scala	Inconsistency
Program languages	100.0%	34.7%	21.8%	16.1%	12.0%	10.8%	4.5%	0.0%
Dedicated server	50.0%	15.8%	8.9%	5.9%	9.4%	8.1%	1.9%	1.7%
Cloud solution	50.0%	18.9%	12.9%	10.2%	2.6%	2.6%	2.6%	2.9%

ФИГУРА 17. Приоритети за програмни езици по отношение на специализиран сървър или решение в облака: решение от гледна точка на работодателите



	Weight	Python	Java	Csharp	Cpp	R	Scala	Inconsistency
Program languages	100.0%	42.3%	21.0%	4.8%	10.8%	7.6%	13.5%	0.0%
Cloud solution	54.5%	23.6%	13.2%	3.0%	3.0%	3.0%	8.9%	4.0%
Dedicated server	45.5%	18.7%	7.8%	1.8%	7.8%	4.7%	4.7%	2.8%

ФИГУРА 18. Приоритети за програмните езици по отношение на специализиран сървър или облачно решение: решение от гледна точка на добрите практики в областта на УОИ



ФИГУРА 19. Модел за вземане на решения на модел с изкуствен интелект в сравнение с класически или дълбок ML

	Weight	CNN	RNN	MLP	Decision tree	Random forest	Rules	EDN	Unet	LSTM	GRU	Inconsistency
AI models	100.0%	18.2%	13.9%	11.2%	11.0%	10.4%	8.1%	8.0%	6.8%	6.4%	6.0%	0.0%
Deep ML	59.7%	16.6%	12.2%	2.6%	2.6%	2.6%	2.6%	6.3%	5.2%	4.7%	4.4%	1.4%
Classic ML	40.3%	1.7%	1.7%	8.6%	8.4%	7.8%	5.5%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	0.3%

ФИГУРА 20. Модел за вземане на решения по модел с изкуствен интелект спрямо класически или дълбок ML: общо решение

	Weight	CNN	RNN	MLP	Decision tree	Random forest	Rules	EDN	Unet	LSTM	GRU	Inconsistency
AI models	100.0%	13.9%	12.7%	13.4%	12.1%	11.0%	12.5%	8.1%	7.0%	4.4%	5.0%	0.0%
Classic ML	54.8%	2.1%	2.1%	11.7%	10.4%	9.3%	10.8%	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	0.3%
Deep ML	45.2%	11.8%	10.6%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	6.0%	4.9%	2.3%	2.9%	1.2%

ФИГУРА 21. Модел за вземане на решение за модел с изкуствен интелект в сравнение с класически или дълбок ML: решение поради изискване на пазара на труда

	Weight	CNN	RNN	MLP	Decision tree	Random forest	Rules	EDN	Unet	LSTM	GRU	Inconsistency
AI models	100.0%	13.1%	10.5%	11.3%	11.7%	10.2%	11.3%	9.2%	7.1%	8.7%	7.1%	0.0%
Classic ML	50.0%	1.9%	1.9%	9.8%	10.2%	8.7%	9.8%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	0.2%
Deep ML	50.0%	11.2%	8.6%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	7.3%	5.2%	6.8%	5.2%	1.4%

ФИГУРА 22. Модел за вземане на решения по модел на изкуствен интелект в сравнение с класическия или дълбокия ML: работодател като лице, вземащо решения

	Weight	CNN	RNN	MLP	Decision tree	Random forest	Rules	EDN	Unet	LSTM	GRU	Inconsistency
AI models	100.0%	26.7%	17.2%	9.5%	9.5%	9.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	0.0%
Deep ML	77.8%	25.7%	16.2%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	0.6%
Classic ML	22.2%	1.0%	1.0%	5.1%	5.1%	5.1%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	0.0%

ФИГУРА 23. Модел за вземане на решение за модел с изкуствен интелект в сравнение с класически или дълбок ML: решение от гледна точка на изискванията за добра практика

когато обучението по дадена компетентност ще бъде възможно чрез реализиране на избрания модул и на избраната тема, и "0", когато реализацията на дадена тема не е подходяща за реализацията на определен избран модул. Таблицы

13 - 24 Представените тук матрици са образувани чрез умножаване на темите през вектор от модули Например за таблица

13: Компетенции: Описване на основните области на изкуствения интелект и контекста, в който могат да се прилагат методите на изкуствения интелект. чрез завършване на тема 1 (т1 - История на изкуствения интелект и логически модели) и модули (m1 - Основи на

принципите на прилагане на изкуствения интелект в науката и съвременните бизнес решения; m2 - Вградени модули на IBM,

Microsoft, Google, AWS и т.н.; m3 - провеждане на изследвания, свързани с практическото приложение на изкуствения интелект;

m12 - Прилагане на други модули за изкуствен интелект). Аналогично тълкуване може да се направи и чрез анализ на останалите таблици.

IV. ДИСКУСИЯ

A. ИЗИСКВАНИЯ НА ПАЗАРА НА ТРУДА

Пазарът на труда в областта на приложния изкуствен интелект е динамичен и се развива. От различни умения за програмиране до познаване на шаблони за проектиране или специфични образователни изисквания. Следващите глави показват разпределение и информация за необходимите изисквания, които трябва да има едно лице, за да бъде конкурентноспособно в областта на приложните изкуства.

- 1) Необходими езици за програмиране



**Co-funded by
the European Union**

Познаването на уменията за програмиране е свързано с конкретен език за програмиране, необходим в приложните техники на ИИ. Таблица 11 дава информация за това кои езици за програмиране са най-необходими в приложния ИИ.

TABLE 11. Required programming languages

Language	Percentage
Python	79.73%
R	28.38%
C++	25.68%
C#	14.86%
Java	12.16%

Както се очакваше, Python е езикът за програмиране, който е най-необходим в областта на приложния изкуствен интелект. Това показва, че повечето от курсовете трябва да се съсредоточат върху предоставянето на подробна учебна програма по езика за програмиране Python и библиотеките, които са подходящи за тази област. Този процент произтича от простотата на Python и огромната екосистема, която може да се използва за различни области.

Останалите езици за програмиране са с доста сходна скала, като езикът за програмиране R е избран с 28,38%, което ни показва, че значителна част от компетенциите са ориентирани към статистически изчисления и анализ и визуализация поради богатата му колекция от статистически библиотеки и пакети.

Резултатите показват също, че други търсени езици за програмиране са Java, C# и C++.

2) Образователни изисквания

В таблица 12 са представени данни за образователните изисквания, които е необходимо да притежавате, за да работите в областта на ААИ.

Образователните изисквания в областта на приложния изкуствен интелект обикновено включват силна основа в областта на математиката, по-конкретно статиката и статистическия анализ, и компютърните науки. Данните показват, че бакалавърската степен по компютърни науки често е

ТАБЛИЦА 12. Образователни изисквания

Степен	Процент
Бакалавърска степен - област, свързана с компютърни науки	33.78%
Магистърска степен - област, свързана с компютърни науки	29.73%

Без ниво на образование, само умения	27.03%
Други	9.46%

минимално изискване, придружено от магистърска степен, като и двете степени са в области, свързани с компютърните науки.

Въпреки че докторантурата в тези области осигурява по-задълбочени познания и специализация, проучването показва, че като цяло докторантурата не е необходимо ниво на образование. По-важно е да се притежават умения, което означава, че както обучаемите, така и курсистите трябва да налагат непрекъснато обучение и сертифициране и да поддържат актуална информация в областта на ААИ.

3) Необходими компетентности

Един от най-важните набори от знания на пазара на труда е насочен към необходимите компетенции, необходими за приложен ИИ. Компетентността като цяло се отнася до знанията, уменията и способностите, които един експерт трябва да притежава, за да работи в областта на приложния ИИ.

Проучването показва, че избирането на подходящи класове от методи за обучение и прилагането им към конкретни проблеми е най-доминиращата изисквана компетентност с резултат от 59,46 %. Това е очаквано, като се има предвид фактът, че една от най-важните задачи е да се открие най-добрата обработка на дадените данни. Това показва, че експертите трябва да имат цялостно разбиране за основните области в ИИ и контекстите, в които той може да бъде приложен.

Със съответно 48,65% и 41,89% резултат, комбинирането на методите за машинно обучение и представянето на информацията в логически формализъм са следващите две най-важни компетенции. Можем да заключим, че сравняването на методите на ML е пряко свързано с избора на подходящ метод за конкретния проблем, така че не е изненадващо, че тази компетентност е много необходима. Умението да се представя информацията с помощта на логически или вероятностни формализми и да се прилагат съответните методи дава възможност на експертите ефективно да моделират и манипулират знанията.

Компетенциите, които оказват значително влияние, са използването на подходящи методологии за обучение и тестване при внедряване на алгоритми за машинно обучение, както и разпознаването на широкия обхват и полезността на методите за машинно обучение при около 40

Познаването на необходимите компетенции в областта на приложния изкуствен интелект е много важно проучване. То дава много полезна информация, която може да бъде ориентирана към разработване на учебни програми, развитие на умения или подготовка за кариера. В областта на разработването на учебни програми разбирането на необходимите компетенции помага на институциите да проектират и разработват актуални програми. Съобразяването на компетенциите с учебната програма е необходима стъпка към постигането на успех в избраната област.

В. АЗИСКВАНИЯ ОТ СТРАНА НА РАБОТОДАТЕЛИТЕ

Резултатите от проучването, което изследва нуждите и очакванията на работодателите в областта на приложния изкуствен интелект, подчертават няколко важни заключения относно необходимите твърди умения, меки умения и университетско образование в областта на приложния изкуствен интелект, машинното обучение (ML), науката за данните и големите данни. По отношение на твърдите умения, компетентността



Co-funded by
the European Union

най-ценена от работодателите е способността да се разпознават проблеми, свързани с алгоритмични пристрастия и пристрастия към данните, както и с неприкосновеността на личния живот и целостта на данните. Освен това компаниите подчертават важността на компетенции като описание на основните области на изкуствения интелект, определяне на показатели за ефективност за оценка на ML алгоритми и разпознаване на обхвата и полезността на ML методите. За да отговорят на тези изисквания, компаниите трябва да се съсредоточат върху осигуряването на възможности за обучение и развитие, за да подобрят уменията и способностите на хората, които проявяват по-слаби компетенции. От решаващо значение е служителите в областта на изкуствения интелект и науката за данните да уважават историята на областта и да разбират ползите и ограниченията както на логическото, така и на вероятностното представяне на знанията. Те трябва също така да демонстрират ангажираност към прилагането на машинното обучение като част от целево ориентиран процес за клиентите и да бъдат педантични при сравняването на научените модели. Подборът и оценката на алгоритмите се считат за решаващи за гарантиране на качеството на научените модели, а етичните подходи за оценка с висока степен на доверие са от съществено значение. Вниманието към детайлите е подчертано в техниките за неконтролирано обучение за проучване, разбиране, обобщаване и визуализация на данни. Що се отнася до използването на ML модели, класическите ML и техниките на дълбокия ML са широко използвани от компаниите. Докато традиционните ML модели, като дървета на решенията и многослойни перцептрони (MLP), се използват и изучават често, моделите за дълбоко обучение, като конволюционни невронни мрежи (CNN) и рекурентни невронни мрежи (RNN), са много популярен избор. Проучването разкрива и най-често срещаните задачи на ИИ и МЛ в компаниите, като класификацията и регресията са на първо място. Класификацията на изображения, клъстеризацията и изготвянето на надписи на изображения също са разпространени, докато задачи като разпознаване на реч и сегментиране на изображения получават значителен брой отговори. По отношение на езиците за програмиране Python е най-търсеният език за работа с AI и ML, следван от C++. Java, R и C# също са от значение в тази област. TensorFlow е най-широко използваната рамка за ИИ, следвана от Keras и scikit-learn. Други рамки като PyTorch, Apache TVM, AMD HIP, OpenAI и Matlab toolboxes се използват в по-малка степен. Anaconda, Apache Hadoop и Matlab са популярни екосистеми, което показва фокус върху всеобхватни ML инструменти, големи масиви от данни и сложни алгоритми. Работодателите приоритизират компетенции, свързани с иновации, адаптация, проучвания на осъществимостта и съвременни методи на психология и педагогика за академичните/аналитичните служители. Критичното мислене, комуникацията и уменията за работа с инструменти и технологии са високо ценени меки умения. Планирането и организирането, основите на бизнеса и уменията за сътрудничество също се считат за съществени. Освен това работодателите подчертават значението на компетентности като избор на подходящи структури от данни алгоритми, визуализиране на анализи с изкуствен интелект и прилагане на решения, базирани на изчисления в облак. Констатациите показват, че техническите умения в областта на изкуствения интелект и науката за данните са от решаващо значение, но не са достатъчни за успех в тази област. Работодателите ценят допълнителни компетенции, включително умения за решаване на проблеми, практически опит, софтуерна архитектура, презентационни умения, критично мислене, адаптивност и в някои случаи специфични за областта познания. Ефективната комуникация,

Изисквания за обучение на
както с клиентите, така **A** в рамките на вътрешните екипи, се счита за
съществена.

45

Проучването показва, че компетенциите, изисквани от компаниите в областта на изкуствения интелект и науката за данните, са разнообразни, което отразява интердисциплинарния характер на областта. Докато теоретичните познания на специалистите по ИИ като цяло са добри, практическите умения често се нуждаят от подобрене. Разбирането на бизнес изискванията, естетизирането на практическите аспекти на разработката и способността да се работи по проблеми от различен мащаб са ключови компетенции. Работодателите имат смесени мнения за качеството на завършилите ИТ, но оценяват техническите им умения и солидната им подготовка. Практическите умения и креативността се смятат за изключително важни, а уменията за сътрудничество са от съществено значение за работата в екип. Докато пазарът на труда за младши ИТ специалисти се счита за достатъчен, намирането на специалисти на средно или висше ниво може да се окаже предизвикателство. Мненията за необходимостта от специалисти по изкуствен интелект са разделени, като някои работодатели посочват значителен недостиг на пазара на труда. Повечето компании са умерено доволни от нивото на подготовка на завършилите магистърска степен в областта на ИИ, което показва, че има какво да се подобри. Като цяло компаниите имат положително отношение към повишаването на квалификацията на настоящите си служители, като им позволяват да изучават ИИ на магистърско ниво. В заключение, проучването предоставя ценна информация за нуждите и очакванията на работодателите в областта на приложния ИИ. То подчертава значението на широк спектър от компетентности, включително твърди умения, меки умения и интердисциплинарни знания. Непрекъснатото учене, практическят опит, ефективната комуникация и способностите за решаване на проблеми са ключови за успеха в тази бързо развиваща се област.

Като цяло проучването хвърли светлина върху изискванията на работодателите по отношение на уменията и компетенциите в областта на приложния изкуствен интелект и науката за данните. Резултатите могат да помогнат за подобряване на програмите за обучение и образование, за да се отговори на нуждите на работодателите в областта на приложния ИИ.

С. ИЗИСКВАНИЯ ОТ СТРАНА НА УЧЕНИЦИТЕ

Големият отклик на студентите, магистрите и възпитаниците на специалност "Информационни системи и технологии" (над 1000 участници в онлайн проучването), предимно от страните на партньорите, показва огромния интерес на тези целеви групи към приложния изкуствен интелект. Младите студенти смятат, че съдържанието на ААИ ще бъде важно за по-нататъшната им кариера, и демонстрират ясна нужда от подходящи курсове.

Мнозинството от студентите се интересуваша от проучването за ААИ, но не знаеха за нито един подходящ курс в техния университет, което показва добрата основа на проекта FAAI и нарастващата нужда от курсове, посветени на ААИ. Ясно е посочено, че разработваният курс трябва да се опира в голяма степен на практическото приложение с лабораторни работи, студентски проекти и стажове. Висшите учебни заведения трябва да се съсредоточат върху въвеждането на съдържанието на ААИ в учебните програми чрез иновация на съществуващи курсове или въвеждане на напълно нови курсове. Подобряването на материалните компоненти (оборудване, лаборатории) е второстепенен, но също важен фактор. Създаването на уебсайт за представяне на научните изследвания в областта на ААИ следва да бъде друг приоритет за партньорските университети. Това е ефективен начин за разпространение на резултатите и ангажиране на студентите и други целеви аудитории с темите на ААИ. Фактът, че почти всички студенти по информационни технологии са изразили интерес или са били неутрални по отношение на изучаването на курс по ААИ, съответства на предположението на проекта, че в европейския регион има недостиг на ААИ и други цифрови умения. Поради това той подчертава необходимостта

Изисквания за обучение на
от нови инициативи, които да

47



Co-funded by
the European Union

адекватно включване на тези умения в учебната програма, развитието на учителите, практиките за оценяване и учебното съдържание.

Разработените курсове по ААИ трябва да бъдат силно ориентирани към разработчиците на софтуер, тъй като те са преобладаващата част от целевата група за развиване на цифрови компетенции и умения в областта на приложния изкуствен интелект. Работодателите в ИТ сектора изискват от служителите си предимно бакалавърска степен, така че най-логичният избор за разполагане на курсовете по ААИ би бил в бакалавърските специалности или като част от някои специализирани програми. От друга страна, трябва да имаме предвид, че тези курсове обикновено изискват вече придобити знания от областта, докато по-основните курсове очевидно са желани от целевата група.

Развиването на меки умения става все по-важно в днешната работна среда. Младите хора признават тяхното значение, както и техните работодатели. Всяко планирано обучение трябва да се фокусира и върху развитието на техните умения, особено тези, свързани с работата в екип, комуникацията и управлението на времето. Креативността, Решаването на проблеми, Способността за учене и прилагане на получените знания също трябва да бъдат високо ценени при създаването на курсовете. Най-ценните компетенции за специалист в областта на ААИ са: Използване на подходящи методологии за обучение и тестване при внедряване на алгоритми за машинно обучение, Разпознаване на широкия обхват и полезността на методите за машинно обучение, Избор на подходящи (класове) методи за машинно обучение за конкретни проблеми и Сравняване и противопоставяне на методите за машинно обучение.

Обучението по FААI и насоките за неговото разработване също трябва да вземат предвид желаните бъдещи професии за респондентите (в съответствие със списъка на Европейската рамка за ИТ компетентности) и да бъдат специално пригодени за най-популярните от тях, като разработване на софтуер, ръководител на проекти, системен администратор и администратор на бази данни.

D. ИЗИСКВАНИЯ КЪМ АКАДЕМИЧНИТЕ СРЕДИ

Компетентността на преподавателите играе решаваща роля за предоставянето им на уменията и знанията, необходими за ефективното преподаване и популяризиране на ААИ. С бързото развитие на тази област е от съществено значение да се определят и приоритизират компетенциите, които са необходими, за да бъдат преподавателите в крак с времето и да предоставят ценно обучение на учениците. Ключовите компетентности, които трябва да бъдат

подчертани сред академичните среди във връзка с ААИ, включват следното.

За преподавателите е наложително да включат *етични* съображения в учебната програма, тъй като ИИ става все по-интегриран в различни области. Преподавателите трябва да предоставят на учениците способността да оценяват критично етичните импликации и потенциалните последици от вземането на решения, свързани с ИИ. Това включва насърчаване на дискусиите относно пристрастността, справедливостта, прозрачността, отчетността и по-широките социални и етични измерения на технологиите на ИИ.

Академиците трябва да имат солидни познания за основните *технически концепции и методологии* в областта на приложния изкуствен интелект. Това включва познания за машинното обучение

Алгоритми, статистично моделиране, предварителна обработка и анализ на данни, програмни езици и често използвани библиотеки при разработването на ИИ. Освен това е изключително важно да се владеят области като компютърно зрение, обработка на естествен език и дълбоко обучение, тъй като те са основни компоненти на приложния ИИ.

ИИ е *мултидисциплинарна област*, която се пресича с различни области, като компютърни науки, математика, когнитивна наука и етика. Академичните преподаватели следва да бъдат насърчавани да възприемат интердисциплинарен подход към обучението по ИИ, запълвайки пропастта между техническите знания и тяхното приложение в реални условия. Това включва насърчаване на сътрудничеството и включването на различни гледни точки от други дисциплини, което дава възможност на студентите да се справят със сложните предизвикателства на ИИ цялостно. Развитието на *критичното мислене* и уменията за *решаване на проблеми* на учениците е от жизненоважно значение за приложното обучение по ИИ. Академичните преподаватели трябва да наблегнат на способността да се анализират и оценяват модели и алгоритми на ИИ, да се идентифицират ограниченията и потенциалните пристрастия и да се предлагат иновативни решения за справяне с проблеми, свързани с ИИ. Като развиват способностите на студентите за аналитично и логическо мислене, преподавателите им дават възможност да се превърнат в ефективни практики в областта на ИИ и изследователи.

Уменията за *ефективна комуникация* и *сътрудничество* са от съществено значение за преподавателите в областта на приложния изкуствен интелект. Преподавателите трябва да могат да излагат сложни концепции за ИИ по ясен и достъпен начин, като насърчават ангажираността и разбирането сред студенти с различни нива на техническа подготовка. Освен това насърчаването на сътрудничеството в рамките на академичната общност и извън нея, например чрез партньорства с индустрията, насърчава обмена на знания, изграждането на мрежи и запознаването с реални приложения на ИИ.

Предвид бързия напредък на технологиите за изкуствен интелект, специалистите по академия трябва да притежават *адаптивност* и *ангажимент за учене през целия живот*. Те трябва да са в крак с най-новите разработки, нововъзникващите тенденции и най-добрите практики в тази област. Това включва участие в непрекъснато професионално развитие, посещение на конференции и семинари, участие в общности за ИИ и търсене на насоки от експерти в бранша. Като възприемат нагласата за растеж, академичните среди могат ефективно да подготвят студентите за постоянно развиващия се пейзаж на приложния ИИ.

Академичните преподаватели са отговорни за насърчаването на *етично лидерство* и служат като пример за подражание на своите студенти. Чрез демонстриране на етично поведение, насърчаване на почтеността и поддържане на

теми. Обединеният облак от думи е представен на фигура 24.

Значението на "системите", основани на "данни", и създаването на "модели" чрез "машинна" и "изкуствена" "интелигентност" и "обучение" преобладаваха във всички облаци от думи. Освен това бе поставен акцент върху използването на "енергия" и "дълбоките" решения. Често се споменаваха области на приложение като "мрежа", "медицина", "бизнес" и "поддръжка". При анализа на облака от думи става ясно, че идеалната система, която трябва да бъде създадена, трябва да притежава отличителни хара-

като "производителност", "качество" и "точност". Освен това е наложително определени решения да подобрят съществуващите. Накрая, "управление" и "мониторинг" също са важни ключови думи от анализираната система. По този начин трябва да се представи жизненият цикъл на създаденото решение. Изводите представиха представа за основните отговорности и задължения в работните позиции, за целите и резултатите от проекта, както и за целите на реалния казус.

Ф. АНР АНАЛИЗ НА ТЕНЗОРНАТА РЕЛАЦИЯ "КОМПЕТЕНТНОСТ-СЪДЪРЖАНИЕ-МОДУЛ"

Както беше показано, АНР може да се използва за определяне на приоритети и вземане на решения относно различни аспекти на курса на обучение в обучение, основано на компетентност. Прилагането на АНР в този контекст ни помогна да направим следното. При определянето на целта ние установяваме крайната цел на курса на обучение. Това може да бъде разработването на конкретни компетентности в областта на АAI.

Идентифициране на критериите, които допринасят за постигането на целта - при обучението, основано на компетентности, тези критерии могат да включват фактори като съответствието на съдържанието с желаните компетентности, яснотата и ефективността на методите на преподаване, стратегиите за оценяване, използвани за измерване на постигнатите компетентности, съответствието с индустриалните стандарти или изискванията за работа.

С помощта на генерирането на алтернативи определяме различните алтернативи или варианти за разработване на курса за обучение по АAI. Тези алтернативи могат да включват различни подходи за структуриране, методики на преподаване, методи за оценяване, последователност на темите, продължителност на курса или включване на практически упражнения или реални случаи.

Чрез прилагането на АНР при проектирането на курсове за обучение на АAI можем систематично да оценяваме и приоритизираме различни фактори, да разглеждаме множество гледни точки и да вземаме по-информирани решения, които са в съответствие с целите и изискванията на СВЕ.

1) Приоритети на компетенциите от гледна точка на AI ML

Методът на аналитичния йерархичен процес (АНР) може да бъде приложен за определяне на приоритетите сред компетенциите, свързани с AI и ML, в контекста на пазара на труда, академичните среди, студентите и работодателите като лица, вземащи решения. АНР е структуриран подход, който помага на лицата, вземащи решения, да сравняват и приоритизират различни критерии въз основа на тяхната относителна важност.

С помощта на метода АНР вземащите решения могат да оценят систематично и да определят тежестта на компетенциите. Резултатите от фиг. 9-13 могат да се използват за насочване на процесите на вземане на решения, свързани с компетенциите в областта на ИИ и МЛ, като например учебни програми.



Co-funded by
the European Union

развитие, решения за наемане на работа или образователни програми, като се вземат предвид гледните точки на представителите на пазара на труда, академичните среди, студентите и работодателите.

2) Езици за програмиране за курса за обучение на ААИ

Различните езици за програмиране поддържат различни библиотеки и рамки за изкуствен интелект, като например Python с Tensor Flow и PyTorch, които значително опростяват разработването на изкуствен интелект. Езици като Python и R имат динамични общности за ИИ, които предлагат изобилие от ресурси за обучение и отстраняване на проблеми. Някои езици предлагат гъвкавост и изразителност, като простотата и четимостта на Python, докато други, като Lisp или Haskell, имат вградена поддръжка за функционално програмиране, което е изгодно за някои техники на ИИ. Изборът на език за програмиране може да зависи от изискванията за производителност, като езици като C++ или Java предлагат по-добра производителност от интерпретираните езици. Нуждите от интеграция и внедряване също могат да повлияят на избора на език, като например използването на JavaScript за уеб приложения. Популярността на Python в общността на изкуствения интелект го прави широко използван в индустрията, академичните среди и научните изследвания.

Важно е да се отбележи, че конкретните приоритети на езиците за програмиране, свързани с курсовете за обучение по ИИ, могат да варират в зависимост от контекста, технологичния напредък и променящите се нужди на пазара на труда и работодателите (вж. Фиг. 15- 18). Ето защо най-актуалните и изчерпателни резултати биха били получени от последните проучвания или анкети, проведени от експерти по ИИ, изследователски институции или индустриални организации, специализирани в областта на ИИ и езиците за програмиране. Критериите, които са важни за оценка на пригодността на езиците за програмиране за курсове за обучение по ИИ, биха могли да включват фактори като производителност, мащабируемост, подкрепа от общността, библиотеки и рамки, лекота на използване, екосистема, приемане от индустрията и съвместимост със сървърни и облачни решения.

3) Модели на изкуствен интелект в рамките на Classic ML и Deep ML

От гледна точка на класическия ML вземащите решения трябва да дадат приоритет на изучаването на фундаментални модели като линейна регресия, логистична регресия и дървета за вземане на решения, тъй като те са широко използвани на пазара на труда, търсени от работодателите и представляват добра практика в областта на изкуствения интелект. От гледна точка на Deep ML вземащите решения следва да се съсредоточат върху изучаването на дълбоки невронни мрежи, конволюционни невронни мрежи (CNN) и рекурентни невронни мрежи (RNN), тъй като тези модели са придобили значителна популярност на пазара на труда, високо се ценят от работодателите и се считат за съществени за поддържане на съвременните добри практики в областта на ИИ.

Г. ПРЕДСТАВЯНЕ НА КУРСА НА БАЗАТА НА ТЕНЗОРИ

Чрез анализа на таблицата, съдържаща кръстосаната матрица "тема-компетентност", може да се види, че компетентността, формирана чрез прилагането на най-голям брой теми, е компетентността са. За да се развие тя, е необходимо

изпълняват почти всички теми (t_1-t_{12}), с изключение на тема t_8 .

Като се има предвид кръстосаната матрица модули-компетенции, може да се види, че укрепването на компетентността c_6 трябва да се извърши чрез реализирането на почти всички модули (m_1-m_{12}), с изключение на m_1 и m_3 .

Въз основа на анализа, представен в таблици 13-24, е видно, че модулите и темите имат значителна връзка. Констатациите показват следните връзки между компетенциите и образователните компоненти (теми):

- Компетентност c_1 може да бъде развита чрез прилагане на t_1 заедно с модулите m_1, m_2, m_3 и m_{12} .
- За усъвършенстване на компетентността c_2 се препоръчва t_1 да се прилага заедно с модули m_2, m_5 и m_{12} .
- За придобиване на компетентност c_3 е препоръчително да се включат модули t_1, t_5, t_{12} и да се използват модули m_2 и m_8 .
- Компетентност c_4 може да бъде ефективно преподавана чрез реализацията на t_2, t_3, t_4, t_{12} и повечето модули, с изключение на m_8 .
- За да придобиете компетентност c_5 , е необходимо да участвате в t_1, t_3 и използване на модули m_6 до m_{12} .
- Развитието на компетентност c_6 изисква прилагането на t_2, t_4 до t_{12} , както и използването на модули от m_6 до m_{12} .
- Компетентност c_7 може да бъде ефективно обучена чрез реализиране на t_1, t_3, t_6 до t_{11} и чрез използване на модули m_6 до m_{12} .
- За обучението по компетентност c_8 се препоръчва да се включат модули t_1, t_3, t_4, t_6 до t_{11} и да се използват модули m_6 до m_{12} .
- Компетентност c_9 може да бъде придобита чрез изпълнение на t_4, t_6 до t_{11} и използване на модули m_6 до m_{12} .
- За да развите компетентност c_{10} , се препоръчва да предприемете t_4, t_6 до t_{11} и използват модули m_6 до m_{12} .
- Развитието на компетентност c_{11} налага прилагането на t_6 до t_{11} и използващи повечето модули, с изключение на m_8 .
- За обучението по компетентност c_{12} се препоръчва да се приложи t_6 до t_{11} и използват модули m_6, m_7 и m_9 до m_{12} .

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проучването успешно разработи цялостен подход за разработване на курс за обучение по УОИ в контекста на висшето образование. Този подход се основава на основани на доказателства педагогически подходи и следва принципите на обучението, основано на компетентност, и иновативната педагогика.

В рамките на изследването беше направен задълбочен преглед на ИАИ чрез групиране на ключови думи, като бяха включени данни от проучвания, длъжностни характеристики, съществуващи курсове за обучение по ИИ, научни проекти и реални случаи. Анализът на текстовата информация с помощта на облаци от думи предостави ценни прозрения.

В проучването е използван тензорен подход за представяне на курса по ААИ, основан на компетентност, като е осигурено цялостно представяне на компетентностите във връзка със съдържанието на курса и образователните модули. Този подход позволява структурирано и цялостно разбиране на необходимите умения и знания в областта на УОИ.

Чрез решаването на проблеми за вземане на решения с помощта на техниката АНР

ТАБЛИЦА 14. Кръстосана матрица за връзката "тема-модул" според компетентността c₂

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
T1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
T2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ТАБЛИЦА 15. Кръстосана матрица за релацията "тема-модул" според компетентността c₃

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

ТАБЛИЦА 16. Кръстосана матрица за релацията "тема-модул" според компетентността c₄

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
T3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
T4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1

ТАБЛИЦА 17. Кръстосана матрица за релацията "тема-модул" според компетентността c₅

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
T1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1



Co-funded by
the European Union

ТАБЛИЦА 24. Кръстосана матрица за релацията "тема-модул" според компетентността c12

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
T7	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
T8	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
T9	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
T10	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
T11	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
T12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

СПОРАЗУМЕНИЯ

- [1] Faai job hub - бъдещето е в приложния изкуствен интелект 2022-1-pl01- ka220-hed-000088359. <https://faai.ath.edu.pl/>. (Достъп на 07.04.2023 г.).
- [2] Chaomei Chen, Fidelia Ibekwe-SanJuan и Jianhua Hou. Структура и динамика на клъстерите на кокитацията: Анализ на кокитацията от множество гледни точки. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(7):1386-1409, март 2010 г.
- [3] Фабиано Бини, Андрада Пика, Лаура Аззимонти, Алесандро Джусти, Лоренцо Руинели, Франко Мариноци и Пиерпаоло Тримболи. Изкуствен интелект в областта на щитовидната жлеза - цялостен преглед. *Cancers*, 13(19):4740, Septem- ber 2021.
- [4] Farzad V. Farahani, Krzysztof Fiok, Behshad Lahijanian, Waldemar Kar- wowski и Pamela K. Douglas. Обясним изкуствен интелект: преглед на приложенията към данни от невроизображения. *Frontiers in Neuroscience*, 16, декември 2022 г.
- [5] Онур Доган, Санджу Тивари, М. А. Джабар и Шанкру Гугари. Системно-артистичен преглед на AI/ML подходите срещу епидемията COVID-19. *Complex & Intelligent Systems*, 7(5):2655-2678, юли 2021 г.
- [6] Vijay Kumar, Dilbag Singh, Manjit Kaur и Robertas Damaševičius. Преглед на текущото състояние на изследванията за прилагане на техники за изкуствен интелект за COVID-19. *PeerJ Computer Science*, 7:e564, май 2021 г.
- [7] Zhuoqing Chang, Shubo Liu, Xingxing Xiong, Zhaohui Cai и Guoqing Tu. Преглед на последните постижения в областта на изкуствения интелект на нещата, задвижван от крайни компютри. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(18): 13849- 13875, септември 2021 г.
- [8] Muddasar Naeem, Syed Tahir Hussain Rizvi и Antonio Coronato. Леко въвеждане в обучението с подсилване и неговото приложение в различни области. *IEEE Access*, 8:209320-209344, 2020 г.
- [9] Rohan Gupta, Devesh Srivastava, Mehar Sahu, Swati Tiwari, Rashmi K. Ambasta и Pravir Kumar. Artificial intelligence to deep learning: machine intelligence approach for drug discovery (От изкуствен интелект към дълбоко обучение: подход на машинния интелект за откриване на лекарства). *Молекулярно разнообразие*, 25(3): 1315-1360, април 2021 г. (*Molecular Diversity*, 25(3): 1315-1360, April 2021).
- [10] Jingyi Zhao и Guifang Fu. Система за обществени услуги за семейно здравно образование, базирана на изкуствен интелект. *Frontiers in Psychology*, 13, май 2022 г.
- [11] Bui Hoang Bac, Hoang Nguyen, Nguyen Thi Thanh Thao, Vo Thi Hanh, Le Thi Duyen, Nguyen Tien Dung, Nguyen Khac Du и Nguyen Huu Hier. Оценка на ефективността на абсорбция на тежки метали във воден разтвор с помощта на халонизит от нанотръбен тип от изветрели пегматити и нова невронна мрежа, базирана на многослойна перцептронна оптимизация hag- ris hawks. *Engineering with Computers*, 38(S5):4257-4272, юли 2021 г.
- [12] Ян Лекун, Йошуа Бенгио и Джефри Хинтън. Дълбоко обучение. *Nature*, 521(7553):436-444, май 2015 г.
- [13] Карен Симонян и Андрю Зисерман. Very deep convolutional net- works for large-scale image recognition (Много дълбоки конволюционни мрежи за широкомащабно разпознаване на изображения), 2014.
- [14] Владимир Мних, Корай Кавукчуоглу, Дейвид Силвър, Андрей А. Русу, Джоел Венес, Марк Г. Белемаре, Алекс Грейвс, Мартин Ридмилър, Андреас К. Фиджеланд, Георг Островски, Стийг Петерсен,

- Чарлз Бийти, Амир Садик, Йоанис Антоноглу, Хелън Кинг, Дхаршан Кумаран, Даан Виерстра, Шейн Лег и Демис Хасабис. Контрол на човешко ниво чрез дълбоко обучение с подсилване. *Nature*, 518(7540):529-533, февруари 2015 г.
- [15] Ъън Гудфелоу, Йошуа Бенгио и Аарон Курвил. *Дълбоко обучение*. MIT press, 2016 г.
- [16] Юрген Шмидхубер. Дълбоко обучение в невронните мрежи: Преглед. *Невронни мрежи*, 61:85-117, януари 2015 г.
- [17] Олга Русаковска, Джиа Денг, Хао Су, Джонатан Краузе, Санджив Сатиш, Шон Ма, Чжиенг Хуанг, Андрей Карпати, Адитя Кхосла, Майкъл Бърнстейн, Александър К. Берг и Ли Фей-Фей. Предизвикателство за широкомащабно визуално разпознаване на ImageNet. *Международно списание за компютърно зрение*, 115(3):211- 252, април 2015 г.
- [18] Алекс Крижевски, Иля Суцкевер и Джефри Е. Хингтън. Класификация на ImageNet с дълбоки конволюционни невронни мрежи. *Communications of the ACM*, 60(6):84-90, май 2017 г.
- [19] Дейвид Силвър, Ая Хуанг, Крис Джей Мадисън, Артър Гез, Лоран Сифре, Джордж ван ден Дрише, Юлиан Шритвийзер, Йоанис Антоноглу, Веда Панеершелвам, Марк Ланкто, Сандер Дилеман, Доминик Греве, Джон Нъм, Нал Калчбренер, Иля Суцкевер, Тимъти Лиликрап, Мадлен Лийч, Корай Кавукчуоглу, Торе Грапел и Демис Хасабис. Mastering the game of go with deep neural networks and tree search (Масиране на играта Го с дълбоки невронни мрежи и търсене в дърво). *Nature*, 529(7587):484-489, януари 2016 г.
- [20] Joelle Elmaleh и Venky Shankaragaman. Подобряване на обучението на студентите в уводен курс по програмиране с помощта на обърната класна стая и рамка за съревнование. In *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 49-55, 2017.
- [21] Манус Рос, Кори А. Грейвс, Джон У. Кембъл и Джунг Х. Ким. Използване на поддържащи векторни машини за класифициране на вниманието на учениците с цел разработване на персонализирани системи за обучение. In *2013 12th International Conference on Machine Learning and Applications (12-та международна конференция по машинно обучение и приложения)*, том 1, страници 325- 328, 2013.
- [22] Шах Нейамат Уллах. Примери за автентични оценки в инженерното образование. In *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 894-897, 2020.
- [23] Хосе Луи Марк З. Ано, Джефри А. Солано, Джон Артър П. Ернан и Роналин Грейс Франциско. Warp: A workflow-aware instructional platform for competency-based learning. In *2019 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA) (Десета международна конференция по информация, интелигентност, системи и приложения)*, страници 1-4, 2019 г.
- [24] Arman Raj, Vandana Sharma, Seema Rani, Tanya Singh, Ankit Kumar Shanu и Ahmed Alkhayat. Demystifying and analysing metaverse towards education 4.0. In *2023 3rd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICPTM) (Трета международна конференция за иновативни практики в технологиите и управлението)*, страници 1-6, 2023 г.
- [25] Насърчаване на основано на компетентност обучение | certifier. <https://certifier.com/blog/promoting-competency-based-learning/>. (Достъпен на 30.06.2023 г.).
- [26] Майкъл Шум, Саския Йозеф, Ирмгард Шрол-Декер, Майкъл Немец и Юрген Мотток. Необходими компетенции в софтуерното инженерство: Програмиране по двойки като инструмент за улесняване на ученето през целия живот. In *2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, pages 1-5, 2012.
- [27] Davy Tsz Kit Ng, Min Lee, Roy Jun Yi Tan, Xiao Hu, J. Stephen Downie и Samuel Kai Wah Chu. Преглед на преподаването и ученето с изкуствен интелект от 2000 до 2020 г. (A review of AI teaching and learning from 2000 to 2020). *Образование и информационни технологии*, 28(7):8445-8501, декември 2022 г.
- [28] Томас К. Ф. Чиу, Хелън Менг, Чинг-Синг Чай, Ървин Кинг, Савио Уонг и Ъънг Ям. Създаване и оценяване на учебна програма по изкуствен интелект (ИИ) за предучилищно образование. *IEEE Transactions on Education*, 65(1):30- 39, февруари 2022 г.
- [29] Беки Алън, Андрю Стивън Макгоф и Мари Девлин. Към рамка за преподаване на изкуствен интелект на аудитория от висши учебни заведения. *ACM Transactions on Computing Education*, 22(2):1-29, ноември 2021 г.
- [30] Изчисляване компетенции за бакалавърска степен данни наука учебни програми. <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/dstfccdsc2021.pdf>. (Accessed on 07/05/2023).
- [31] Матю Л. Джокърс. *Анализ на текст с R за студенти по литература*. Springer International Publishing, 2014.
- [32] Кристиан Феликс, Стивън Франконери и Енрико Бертини. Разглеждане на облаците от думи: Емпирично изследване на пространството за проектиране на облаци от ключови думи. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24(1):657-666, януари 2018 г.
- [33] Stamatiou Giannoulakis и Nicolas Tsapatsoulis. Идентифициране на теми чрез човешка интерпретация на облаци от думи: Случаят с хаштаговете в Instagram. In *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, pages 283-294. Springer International Publishing, 2021 г.
- [34] Shaher H. Zyoud и Daniela Fuchs-Hanusch. Библиометрично базирано проучване на техниките ahr и topsis.



Co-funded by
the European Union

Експертни системи с приложения, 78:158-181, 2017.

- [35] М. Raissi, Р. Perdikaris и Г.Е. Karniadakis. Невронни мрежи с физическа информация: Невронни мрежи: рамка за дълбоко обучение за решаване на преки и обратни задачи, включващи нелинейни частни диференциални уравнения. *Journal of Computational Physics*, 378:686-707, февруари 2019 г.
- [36] Джефри Хингън, Ли Дън, Донг Ю, Джордж Дал, Абдел Рахман Мо-хамед, Навдип Джайтли, Андрю Старши, Винсент Ванхуке, Патрик Нгуен, Тара Сайнат и Брайън Кингсбъри. Дълбоки невронни мрежи за акустично моделиране при разпознаване на реч: Споделените мнения на четири изследователски групи. *IEEE Signal Processing Magazine*, 29(6):82-97, ноември 2012 г.