

**ОБРАЗОВАЊЕ У ОБЛАСТИ ПРИМЕЊЕНЕ ВЕШТАЧКЕ
ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ ЗАСНОВАНО НА КОМПЕТЕНЦИЈАМА
COMPETENCY-BASED EDUCATION IN APPLIED ARTIFICIAL
INTELLIGENCE**

МАРКО МИЛОЈКОВИЋ¹
ВЛАСТИМИР НИКОЛИЋ²
САША НИКОЛИЋ³
СТАНИША ПЕРИЋ⁴

Оригинални научни рад
DOI: 10.5937/VI24095M

Резиме: Вештачка интелигенција је тренутно најбрже растућа и најдинамичнија научна област, са бројним применама у стварном свету. Текуће друштвене и пословне промене, вођене потражњом за стручњацима за вештачку интелигенцију са специфичним компетенцијама и вештинама, захтевају трансформацију српског образовног система, како би се ускладио са овим захтевима. Овај рад представља наставни план и програм за примењену вештачку интелигенцију, заснован на компетенцијама, креиран на основу темељног истраживања постојећих ресурса, као и анкета спроведених са кључним циљним групама, укључујући наставнике, студенте ИТ-а и послодавце. Специфични критеријуми за курс су дефинисани у тензорском формату, који укршта компетенције са садржајем курса и образовним модулима.

Кључне речи: примењена вештачка интелигенција, инжењерско образовање, образовање засновано на компетенцијама

Abstract: Artificial Intelligence is currently the fastest-growing and most dynamic scientific field, with numerous real-world applications. The ongoing societal and bu-

¹ Марко Милојковић, Универзитет у Нишу, Електронски факултет, Александра Медведева 12, Ниш, marko.milojkovic@elfak.ni.ac.rs, ORCID 0000-0001-7623-1495

² Властимир Николић, Универзитет у Нишу, Машински факултет, Александра Медведева 14, Ниш, vnikolic@masfak.ni.ac.rs, ORCID 0009-0004-5752-5083

³ Саша Николић, Универзитет у Нишу, Електронски факултет, Александра Медведева 12, Ниш, sasa.s.nikolic@elfak.ni.ac.rs, ORCID 0000-0003-2745-3862

⁴ Станиша Перић, Универзитет у Нишу, Електронски факултет, Александра Медведева 12, Ниш, stanisa.peric@elfak.ni.ac.rs, ORCID 0000-0003-4766-195X

business shift, driven by the demand for AI specialists with specific competencies and skills, necessitates a transformation of the Serbian educational system to align with these requirements. This paper presents the competency-based curriculum in Applied Artificial Intelligence (AAI), created based on thorough research of existing resources and surveys conducted with key target groups, including educators, IT students, and employers. Specific criteria for the training course were defined in a tensor-based format, mapping competencies to course content and educational modules.

Key Words: Applied Artificial Intelligence (AAI), Engineering Education, Competency-Based Education

1. Увод

Најбољи начин да се објасни значај образовања у области вештачке интелигенције данас је цитирање Европске комисије: „Као што су то у прошлости учиниле парна машина или електрична енергија, данас вештачка интелигенција трансформише наш свет, наше друштво и нашу индустрију. Раст рачунарске снаге, доступност података и напредак у алгоритмима претворили су вештачку интелигенцију у једну од најважнијих стратешких технологија 21. века. Улози не могу бити већи. Начин на који приступамо вештачкој интелигенцији дефинисаће свет у коме живимо“ [1]. Европска комисија даље дефинише три главна циља у будућем развоју АИ [2]:

- Повећање технолошких и индустријских капацитета и помагање широког усвајања АИ од стране пословног сектора;
- Припрема за друштвено-економске промене које доноси АИ;
- Стварање одговарајућег етичког и правног оквира за развој АИ

Сва три циља веома зависе од трансформације образовања и његове способности да подржи тренутне и будуће захтеве тржишта за стручњацима за вештачку интелигенцију. То подразумева транзицију образовног система ка припреми радне снаге за текућу и предстојећу трансформацију друштва под утицајем АИ, као и развој специфичних вештина и компетенција потребних за рад са ИТ (образовање засновано на компетенцијама) [3]. Овакав вид образовања може се остварити само кроз партнерство са приватним сектором у циљу потпуног укључивања приватног сектора у диктирање приоритета истраживања и иновација високошколским установама, као и обезбеђивање њиховог суфинансирања.

Значај трансформације образовног система ка вештачкој интелигенцији препознала је и Република Србија у Стратегији националног развоја образовања до 2030. године и Стратегији развоја вештачке интелигенције

у Републици Србији за период 2020-2025. [4], у којима се истиче потреба за усклађивање образовних политика, узимајући у обзир развој науке, технике и технологије у савременом друштву, као и усклађивање националне регулативе у образовању са одговарајућим међународним документима и иницијативама.

2. Образовање засновано на компетенцијама

Уколико анализирамо искуство АИ наставе и учења током последњих година [5], [6], можемо приметити изостанак примене иновативних приступа, као што је, овде описани, приступ образовању заснован на компетенцијама [7]. Образовање засновано на компетенцијама је образовни приступ у коме је циљ да студенти стекну и демонстрирају специфичне вештине, знања и способности (све заједно - компетенције) уместо да само стичу знања, проводећи одређено време на курсу у учионици. Нагласак је на томе шта студенти заправо могу да ураде и покажу, а не колико су времена провели учећи. Учење је организовано око специфичних компетенција, које су често осмишљене тако да задовоље тржишне стандарде и одражавају стварне захтеве посла – изазове реалног света. Ученицима би требало омогућити да савладавају градиво сопственим темпом и у складу са њиховим индивидуалним потребама и интересовањима. Уместо традиционалних стандардизованих тестова и оцена, оцењивање треба да измери способност ученика да примене оно што су научили путем пројеката, симулација и практичних демонстрација.

Управо је креирање оваквог курса, заснованог на компетенцијама, првог такве врсте у области примењене вештачке интелигенције, било један од главних циљева у оквиру Еразмус+ пројекта 2022-1-PL01-KA220-HED-000088359 под називом „Будућност је у примењеној вештачкој интелигенцији” - „The Future is in Applied Artificial Intelligence” (FAAI) [8]. Пројекат је реализовао конзорцијум универзитета: Универзитет у Биелско-Бјали (Пољска), Универзитет за библиотечке студије и информационе технологије у Софији (Бугарска), Универзитет Св. Ћирила и Методија у Трнави (Словачка), Универзитет у Нишу (Србија) и Универзитет Црне Горе у Подгорици (Црна Гора), уз суфинансирање Европске уније. Развој курса је заснован на опсежном истраживању постојећих ресурса у области вештачке интелигенције, као и анкетама спроведеним међу циљним групама, укључујући наставнике, студенте ИТ-а, запослене у ИТ и послодавце. Овакав приступ је имао за циљ побољшање ефикасности имплементације АИ образовања кроз подстицај сарадње између универзитета и предузећа како би се развила иновативна решења за обуку одговарајућих стручњака за вештачку интелигенцију. На основу свеобухватне студије анкета, обра-

зовног искуства, научних пројеката и пословних захтева, као и мета-анализе скорашњих референци, прецизирани су критеријуми за курс обуке у виду тензорске репрезентације компетенција у односу на садржајне и образовне модуле. У овом раду је, између осталог, описан део резултата представљен у опсежној анализи у раду [9].

3. Методологија креирања курса

Примењена је следећа методологија креирања курса из области примењене вештачке интелигенције. Најпре су дефинисани свеобухватни циљеви тренинг курса, као и жељени резултати, компетенције и области знања које треба покрити. Затим су спроводене анкете и процене, како би се прикупили податке о потребама и преференцијама циљне групе. Анкете су спроведене онлајн у периоду од 1. до 28. фебруара 2023. Садржале су укупно 8 онлајн упитника, при чему је нагласак био на прецизирању потребних компетенција из области вештачке интелигенције, које би ИТ дипломци требало да поседују. Спроведене су следеће анкете (бројеви у загради представљају укупан број попуњених анкета у тој категорији): • Истраживање 1: Постојећи курсеви обуке у области примењене вештачке интелигенције (92) • Истраживање 2: Истраживање тржишта рада у области примењене АИ (74) • Истраживање 3: Преглед научних пројеката у примењеној вештачкој интелигенцији (63) • Истраживање 4: Анкета за академске раднике (предаваче) (80) • Истраживање 5: Упитник за ИТ студенте, мастер студенте и алумнисте из ИТ сектора (1043) • Истраживање 6: Упитник за послодавце: Одређивање компетенција које би дипломирани ИТ стручњаци требали да поседују (38) • Истраживање 7: Прикупљање спецификација добрих пракси у АИ (25) • Истраживање 8: Прикупљање студија случајева примењене вештачке интелигенције (279). Циљ анкета је био да се утврде стандарди или мерила за компетенције које студенти треба да стекну по завршетку обуке. На основу добијених резултата анкета и стандарда везаних за компетенције, одређују се специфичне теме које треба покрити у курсу обуке примењене АИ. Притом се узимају у обзир релевантност, важност и приоритет сваке теме.

Следећи корак је обрада и анализа упитника и истраживачких података у циљу извлачења смислених увида, идентификације образаца, трендова и корелације између одговора на анкете и података добијених из других извора. У овом случају је искоришћена АНР (Analytic Hierarchy Process) метода која се често користи за решавање проблема доношења одлука, који укључују више критеријума и алтернатива. Посебно је ефикасна код сложених одлука, за које треба узети у обзир субјективне оцене и компромисе између хијерархијски структурираних критеријума. АХП метода је

примењена у контексту креирања образовног курса примењене АИ за одређивање приоритета и доношење одлука у вези са различитим аспектима предмета, тачније циљевима учења, садржајем предмета, методама оцењивања, наставним стратегијама, алокацијом ресурса, евалуацијом и добијањем повратних информација.

На основу идентификованих тема, компетенција и резултата упитника, одређени су појединачни образовни модули који одражавају аспекте тренинг курса, при чему сваки модул мора да има јасно одређене исходе учења и садржај који се поклапа са жељеним исходима. Формирају се укрштене матрице које дају зависности између тема, компетенција и образовних модула, које помажу у визуелизацији утицаја модула на развој одређених компетенција и како су различите теме повезане међусобно и са модулима. Комбиновањем образовних модула са укрштеним матрицама добија се 3Д тензорска репрезентација која обухвата све релације између тема, компетенција и образовних модула на један структурисан и организован начин.

4. Резултати упитника

У овом поглављу ће бити представљен само мали део резултата упитника и то већином они везани за Србију. Остали резултати се могу наћи у [8], [9] и [10].

Постојећи курсеви обуке из области примењене вештачке интелигенције

У Србији је већина тренутно доступних курсева примењене вештачке интелигенције у оквиру програма мастер академских студија (МАС) (више од 70%) и садрже напредне теме вештачке интелигенције које обично захтевају одређено предзнање. Да бисте се уписали на ове курсеве, обично је потребно основно разумевање програмирања у Python/R, статистике, математичког моделирања, рударења података или алгоритама. По завршетку курсева, испитаници су изјавили да су развили компетенције као што су: одабир одговарајућих метода машинског учења за специфичне проблеме (75%), коришћење одговарајуће обуке и методологије тестирања за подешавање алгоритама машинског учења (62.5%), идентификација одговарајућих метрика за процену перформанси одговарајућег алгорита машинског учења за дати проблем (62.5%), препознавање ширине и корисности метода машинског учења (50%), објашњење техника за ублажавање ефеката прекомерног прилагођавања и проблем (проклетство) повећања димензија у контексту алгоритама машинског учења (43.75%), и поређење и супротстављање различитих метода машинског учења (37.5%). У много мањем проценту, ученици могу стећи компетенције везане за етику АИ, као што су: бити свестан широког спектра етичких проблема у вези са АИ

системима, као и механизма за њихово ублажавање (17.5%) или расправљање о могућим ефектима (како позитивним тако и негативним) одлука које произилазе из закључака машинског учења (25%).

Истраживање тржишта рада у области примењене АИ

Студија спроведена на тржишту рада (огласи за посао) везана за примењену вештачку интелигенцију у Србији открила је да су најтраженије позиције у српским ИТ компанијама у консалтингу (24.5%), производњи/-развоју (20%), корисничком сервису (15,5%), финансијама (11.25%), дизајну (8.75%) и истраживањима (8%). Послодавци углавном захтевају диплому основних студија (41.45%), мастер студија (30.85%) или не траже формални доказ нивоа образовања, већ само вештине (18%). Упражњена места су углавном позиције са пуним радним временом намењене научницима података (26%), инжењерима података (21%), АИ инжењерима (16%) и аналитичарима података (11%). Познавање програмских језика је кључни фактор за примењену вештачку интелигенцију, а Python (78.3%) је језик који је потребан већини компанија. Остали језици који су неопходни за добијање позиција у овој области су C++ (21.67%), C# (18.33%), R (35%) и Јава (15%). Ово истраживање је такође открило популарне екосистеме и библиотеке које се користе за развој АИ модела. Apache Hadoop је преферирани екосистем за развој АИ модела са 40% испитаника. Anaconda и Kaggle су били други и трећи најпопуларнији екосистеми, са по 13.7%. Следећи је R Studio са 6.7% испитаника. Са друге стране, показало се да су најтраженије АИ библиотеке Scikit-learn (70%), TensorFlow (27%), и Keras (20%). Упитник који је спроведен у оквиру студије показао је да су најважније компетенције потребне за горе поменуте позиције способност одабира одговарајућих метода машинског учења за специфичне проблеме (67%), представљање информација коришћењем пробабилистичког формализма и примена релевантних метода закључивања (60%), препознавање ширине и корисности метода машинског учења (53%) и способност упоређивања и контрастирања методе машинског учења (40%). Насупрот томе, најмање битне компетенције укључују идентификацију одговарајуће метрике перформанси за процену алгоритама/алата машинског учења за дати проблем (27%), препознавање проблема у вези са алгоритамском и пристрасношћу података, као и приватност и интегритет података (24%), и свест о широком спектру етичких разматрања у вези са системима вештачке интелигенције и механизмима за њихово ублажавање (13%).

Упитник је испитивао и значај меких вештина у области вештачке интелигенције за послодавце и идентификоване су следеће меке вештине као најважније:

- Фокус на корисника – активно идентификовање захтева тржишта и задовољавање потреба клијената
- Основе пословања - поседовање основног знања о организацији пословања
- Планирање и организовање – одређивање приоритета у раду и брзо извршавање додељених задатака
- Комуникација – разумевање и ефикасно преношење идеја
- Креативност – креативност у раду уз фокусирање на коначни резултат и интелигентно ризиковање
- Критичко мишљење – решавање проблема и доношење ефикасних одлука.
- Рад са алатима и технологијом – одабир, коришћење и одржавање алата и технологије за извршавање радних активности
- Сарадња – ефикасна сарадња са другима и ублажавање мултикултуралних разлика

Упитник за студенте информационих технологија, мастере и алумнисте информационих система и технологија

Једна од спроведених анкета је везана за интересовање студената за примењену АИ. Више од хиљаду студената којих су учествовали укупно (око 250 у Србији) указује на јасну потребу за примењеним АИ садржајима и курсевима обуке међу циљном популацијом. Већина испитаника били су млади људи између 21 и 24 године, или још на факултету (67%) или тек запослени. Само 26% учесника је одговорило да је похађало наставу засновану на примењеној вештачкој интелигенцији. Велика већина запослених испитаника (78%) навела је да су питања примењене вештачке интелигенције важна или донекле важна за њихов посао и да би курсеви о примењеној вештачкој интелигенцији били драгоцени за њихов будући развој каријере. Ово наглашава потребу за структурираним примењеним програмима обуке АИ. На данашњем тржишту рада, развој дигиталних и меких вештина постаје све важнији, а млади људи и њихови послодавци то препознају.

Сваки креирани примењени АИ програм обуке такође треба да нагласи развој меких вештина, посебно оних које се односе на тимски рад, комуникацију и управљање временом. Најважније меке вештине које је више од половине учесника препознало као неопходне су: способност комуникације на другом (страном) језику, способност рада у тиму, способност идентификовања, предлагања и решавања проблема, способност учења нових садржаја и континуитет у учењу, способност примене знања у практичним ситуацијама, способност креирања и управљања пројектима, док је мањина

(до 20% испитаника) истакла вештине као што су очување живо-тне средине, способност да се покаже свест о једнаким могућностима и родним питањима, способност преузимања иницијативе и неговања духа предузетништва и интелектуалне радозналости, способност деловања са друштвеном одговорношћу и грађанском свешћу, способност предузимања истраживања на задовољавајућем нивоу и способност деловања на основу етичког расуђивања.

5. Резултати анализе

На основу резултата претходно описаних упитника, настала је листа компетенција К које би требало покрити у оквиру предложеног курса о примењеној АИ (табела 1). Такође су одређени вектори Т (табела 2) и М (табела 3) који садрже теме и модуле, респективно, које покрива креирани курс [9].

Табела 1. Компетенције из области вештачке интелигенције и машинског учења које треба покрити у оквиру предложеног курса о примењеној АИ

ознака	компетенција
K ₁	Описати главне области АИ, као и контексте у којима се АИ методе могу применити.
K ₂	Представити информације коришћењем логичког формализма и применити релевантне методе закључивања.
K ₃	Представити информације коришћењем пробабилистичког формализма и применити релевантне методе закључивања.
K ₄	Бити свестан широког спектра етичких проблема везаних за системе вештачке интелигенције, као и механизма за њихово ублажавање.
K ₅	Препознати ширину и корисност метода машинског учења.
K ₆	Упоредити и суочити различите методе машинског учења.
K ₇	Изабрати одговарајуће (класе) методе машинског учења за одређене проблеме.
K ₈	Искористити одговарајућу обуку и методологију тестирања приликом подешавања алгоритама машинског учења.
K ₉	Објаснити методе за ублажавање ефеката прекомерног прилагођавања и проблем (проклетство) повећања димензија у контексту алгоритама машинског учења.
K ₁₀	Идентификовати најбољу метрику за процену перформанси одговарајућег алгорита машинског учења за дати проблем.
K ₁₁	Препознати проблеме везане за алгоритамску и пристрасност података, као и приватност и интегритет података.
K ₁₂	Размотрити могуће ефекте – како позитивне тако и негативне – одлука које произилазе из закључака машинског учења.

Табела 2. Теме из области вештачке интелигенције и машинског учења које треба покрити у оквиру предложеног курса о примењеној АИ

ознака	тема
T1	Вештачка интелигенција – историја развоја и логички засновани модели.
T2	Представљање знања и резонување (засновано на вероватноћи).
T3	АИ-планирање и стратегије претраживања.
T4	Фази логика, фази системи управљања.
T5	Експертски системи засновани на правилима.
T6	Машинско учење I (преглед и надгледано учење).
T7	Машинско учење II (ненадгледано учење).
T8	Дубоке неуронске мреже - основе.
T9	Дубоке неуронске мреже – напредне теме.
T10	Дубоко учење са подстицајима.
T11	Обрада природних језика.
T12	Роботика.

Табела 3. Модули у оквиру предложеног курса о примењеној АИ

ознака	модул
M ₁	Основни принципи примене АИ у науци и у модерном пословању.
M ₂	Уградиви модули од стране IBM-a, Microsoft-a, Google-a, AWS-a итд.
M ₃	Спровођење истраживања везаних за практичну примену вештачке интелигенције.
M ₄	Израда софтверских апликација помоћу вештачке интелигенције.
M ₅	Имплементација спољних АИ модула у софтверским апликацијама.
M ₆	Решења еколошких проблема заснована на вештачкој интелигенцији.
M ₇	Решења пољопривредних проблема заснована на вештачкој интелигенцији.
M ₈	Решења проблема здравствене заштите заснована на вештачкој интелигенцији.
M ₉	Решења проблема паметних градова заснована на вештачкој интелигенцији.
M ₁₀	Решења индустријских проблема заснована на вештачкој интелигенцији.
M ₁₁	Решења проблема у роботизи заснована на вештачкој интелигенцији.
M ₁₂	Примена других АИ модула.

Можемо дефинисати и матрице корелације дате у табелама 4 и 5. Множењем одговарајућих позиција добијамо жељени тензор, чијом декомпозицијом можемо генерисати жељени модул. Сваки тензор се састоји од три односа тј. релације типа „компетенција-тема-модул“. Сваки тензор је, дакле, особина састављена од пондерисане суме тензора првог ранга добијених множењем вектора са три фактора. Такав приступ нам омогућава да

добијемо низ матрица за односе „модул-тема“ према различитим компетенцијама. Таквих матрица има 12, а у табели 6 је дат пример (нпр. Одабрана је компетенција 4). Ове табеле садрже вредност „1“ када ће изучавање дате компетенције бити могуће реализацијом и изабраног модула и изабране теме и „0“ када реализација дате теме није погодна за реализацију одређеног изабраног модула.

Табела 4. Укрштена матрица за релацију „компетенција-тема“ коју треба применити при имплементацији курса о примењеној АИ

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
K ₁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₂	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₃	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
K ₄	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
K ₅	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
K ₆	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
K ₇	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
K ₈	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
K ₉	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
K ₁₀	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
K ₁₁	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
K ₁₂	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1

Табела 5. Укрштена матрица за релацију „компетенција-модул“ коју треба применити при имплементацији курса о примењеној АИ

	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M ₈	M ₉	M ₁₀	M ₁₁	M ₁₂
K ₁	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
K ₂	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
K ₃	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
K ₄	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
K ₅	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
K ₆	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
K ₇	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0
K ₈	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
K ₉	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
K ₁₀	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
K ₁₁	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
K ₁₂	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0

Табела 6. Укрштена матрица за релацију „тема-модул“ за компетенцију K₄

	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M ₈	M ₉	M ₁₀	M ₁₁	M ₁₂
T ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₂	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
T ₃	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
T ₄	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
T ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₆	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
T ₇	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
T ₈	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₁₁	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
T ₁₂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

6. Пример креирања курса из примењене вештачке интелигенције

Размотримо пример креирања новог модула „Решења проблема здравствене заштите заснована на вештачкој интелигенцији“ на основу дефинисаног тензорског модела, користећи табеле 1, 2 и 3 [9]. Из табела видимо да је потребно покрити следеће компетенције:

- K₄ - Бити свестан широког спектра етичких проблема везаних за системе вештачке интелигенције, као и механизма за њихово ублажавање.
- K₅ - Препознати ширину и корисност метода машинског учења.
- K₁₁ - Препознати проблеме везане за алгоритамску и пристрасност података, као и приватност и интегритет података.

Такође, из табела видимо да је потребно интегрисати следеће теме:

- T₆ - Машинско учење I (преглед и надгледано учење).
- T₇ - Машинско учење II (ненадгледано учење).
- T₁₁ - Обрада природних језика.
- T₁₂ – Роботика (за примене у медицинским роботима).

На основу претходног, можемо дефинисати садржај модула и неопходне активности:

- Увод у примену вештачке интелигенције у здравству: Истражити улогу вештачке интелигенције у здравству, са нагласком на њен потенцијал да револуционизује негу пацијената, дијагнозу и лечење.
- Надгледано учење у анализи медицинских података: Разумевање како се алгоритми надгледаног учења, као што су логистичка регресија и

стабла одлучивања, могу искористити за анализу медицинских скупова података за предиктивно моделирање и дијагнозу.

- Ненадгледано учење за стицање увида у проблеме здравствене заштите: Детаљно проучити технике ненадгледаног учења као што су груписање у кластере и смањење димензионалности да би се открили обрасци и релације у здравственим подацима.
- Обрада природних језика примењена у клиничким текстовима: Научити како НЛП алгоритми обрађују клиничке белешке, електронске здравствене картоне и медицинску литературу да би извели важне закључке и помогли при доношењу одлука.
- Примене роботике у здравству: Истражити употребу роботике у хируршким процедурама, рехабилитационој терапији и нези пацијената, са нагласком на иновације у медицинској роботичкој под утицајем вештачке интелигенције.

У склопу модула потребно је изучити практичне пројекте и студије случаја:

- Систем за подршку при доношењу дијагностичких одлука: Направити модел машинског учења који помаже лекарима у дијагностиковању здравствених стања на основу симптома пацијената и дијагностичких тестова.
- Груписање здравствених података: Применити технике ненадгледаног учења у циљу груписања сличних профила пацијената и идентификовати кластере пацијената за персонализоване стратегије лечења.
- Анализа клиничког текста: Развити НЛП процедуру (pipeline) за издвајање кључних информација из клиничких текстова, као што су историје болести пацијената, планови лечења и нежељени догађаји.
- Симулација роботске хирургије: Симулирати роботску хируршку процедуру користећи АИ алгоритме за прецизну контролу инструмента и повратне информације у реалном времену.

Креирањем модула у складу са наведеним компетенцијама, темама и циљевима учења, наставници могу да обезбеде да ученици стекну неопходна знања и вештине потребне да савладају примену АИ у контексту здравствене заштите.

7. Закључак

Важност вештачке интелигенције и њене примене у данашњем свету не може се довољно нагласити. Не постоји област технике или стварног живота на који вештачка интелигенција не утиче на неки начин. Свака земља која тежи да буде укључена у модерне токове данас мора да посвети

посебну пажњу трансформацији свог образовног система у правцу изградње друштва које има свест и вештине из области АИ заснованог на адекватним дигиталним компетенцијама. Еразмус+ пројекат „Будућност је у примењеној вештачкој интелигенцији“ имао је као главни циљ да идентификује тренутно стање развоја као и потребе и очекивања пословних организација како би се предложио правац трансформације образовних система земаља учесника пројекта према области примењене вештачке интелигенције.

Први корак у овом пројекту је био да се направи пресек тренутне ситуације у Србији у погледу АИ образовања у Србији, универзитетских курсева који се тренутно нуде за студенте, знања и односа студената и наставника према АИ садржајима, као и потреба послодаваца у погледу адекватних компетенција. Овај циљ је постигнут низом спроведених студија (онлајн упитника), чији су резултати делимично представљени у овом раду, и који су послужили као основа за креирање специфичног курса примењене вештачке интелигенције засноване на компетенцијама. Овакав приступ би требало да помогне успешној имплементацији АИ модела у стварном свету тако што пружа ученицима практична знања, искуство и способност да се крећу кроз сложене изазове, омогућавајући на тај начин ефикасан развој АИ модела, примену и прилагођавање на сценарије из стварног света.

8. Захвалница

The production of this paper has been possible thanks to the support of the ERASMUS+ project: The Future is in Applied Artificial Intelligence (2022-1-PL01-KA220-HED-000088359) which was funded by the European Union.

9. Литература

- [1] European Commission – Internal Communication, Artificial Intelligence for Europe. Available online: <https://eurlex.europa.eu/legal-content/-EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0237&from=EN>, 2018.
- [2] European Commission, *On Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust*. Available online: https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf, 2020.
- [3] European Commission – Internal Communication, *Digital Education Action Plan (2021-2027) - Resetting education and training for the digital age*. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0624&from=EN>, 2020.
- [4] Стратегија развоја вештачке интелигенције у Републици Србији за период 2020–2025. година, *Службени гласник РС*, број 96 од 31. деце-

- m6pa Available online: https://www.media.srbija.gov.rs/-medsrp/-dokumenti/strategy_artificial_intelligence.pdf, 2019.
- [5] Ng D. T. K, Lee M, Tan R. J. Y, Hu X, Downie J. S, Chu S. K. W, A Review of AI Teaching and Learning From 2000 to 2020, *Educ. Inf. Technol*, 28, 8445–8501, 2022.
 - [6] Allen B, McGough A. S, Devlin M, Toward a Framework for Teaching Artificial Intelligence to a Higher Education Audience, *ACM Trans. Comput. Educ*, 2021, 22, 1–29.
 - [7] Ano J. L. M. Z, Solano G. A, Hernan J. A. P, Francisco R. G, WARP: A Workflow-Aware Instructional Platform for Competency-Based Learning, In Proceedings of the 2019 *10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)*, Patras, Greece, pp. 1–4, 15–17 July 2019.
 - [8] FAAI Job Hub-*The Future is in Applied Artificial Intelligence 2022-1-PL01-KA220-HED-000088359*. Available online: <https://faai.ubb.edu.pl/>
 - [9] Martsenyuk V, Dimitrov G, Rancic D, Luptakova I. D, Jovancevic I, Bernas M, Klos-Witkowska A, Gancarczyk T, Kostadinova I, Mihaylova E, Stojanovic D, Milojkovic M, Pospichal J, Plamenac A, Designing a Competency-Based Course on Applied AI Based on Advanced System Research of Business Requirements, *Applied Sciences*, 14(10):4107. <https://doi.org/10.3390/app14104107>, 2024.
 - [10] Đorđević A, Milojković M, Spasić M, Rančić D, Nikolić S. S, Milovanović M, Analysis of the Current Situation in Serbia Related to the Education in the Field of Applied Artificial Intelligence, *XI International Conference, Heavy Machinery-HM 2023*, Vrnjačka Banja, 21– 24 June 2023.