



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ” – БИТОЛА
ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИЧКИ И КОМУНИКАЦИСКИ
ТЕХНОЛОЛОГИИ – БИТОЛА



Студиска програма:

Информатички науки и компјутерско инженерство

ИНОВАТИВЕН ДИСТРИБУИРАН E-LEARNING СИСТЕМ

-докторски проект-

Кандидат:

м-р. Христина Димова Поповска

бр. индекс: 15/22/III

Ментор:

Ред.проф. д-р Томе Димовски

Битола

Содржина

ОБРАЗЛОЖУВАЊЕ НА ТЕМАТА НА ДОКТОРСКИОТ ПРОЕКТ	4
1. Вовед	5
2. Системи за е-учење и вештачка интелигенција.....	7
2.1 Е-учење	7
2.2 Системи за е-учење	8
2.3 Иновативни системи за е-учење	9
2.4 Пропусти и недостатоци кај системи за е-учење	9
3. Предмет и област на истражувањето	10
3.1 Преглед на истражувањето.....	10
3.2 Научна област	10
4. Цели на истражувањето.....	10
4.1 Главна цел на истражувањето	10
4.2 Специфични цели на истражувањето	11
5. Актуелност на истражувањето	11
6. Преглед на позначајни истражувања.....	12
7. Методологија на истражувањето	14
7.1. Истражувачка анализа	14
7.2 Дизајн и развој на иновативен дистрибуиран систем за е-учење.....	14
7.3 Валидација и евалуација	15
7.4 Споредбена анализа	15
8. Анализа, резултати и дискусија	15
8.1 Техничка анализа на перформансите	16
8.2 Педагошка ефикасност	16
8.3 Интеракциска анализа и корисничко искуство	16
8.4 Споредба со референтни системи	17
8.5 Дискусија на резултатите	17
9. Заклучок.....	18
Литература.....	20

ИНОВАТИВЕН ДИСТРИБУИРАН Е-LEARNING СИСТЕМ

Христина Димова Попова, Универзитет „Св. Климент Охридски“ – Битола

Факултет за информатички и комуникациски технологии – Битола

<https://orcid.org/0009-0003-3295-4538>

hristina.dimova@uklo.edu.mk

Томе Димовски, Универзитет „Св. Климент Охридски“ – Битола

Факултет за информатички и комуникациски технологии – Битола

<https://orcid.org/0000-0003-2238-8299>

tome.dimovski@uklo.edu.mk

Апстракт

Предизивиците кои ни ги наметнува брзиот развој на технологиите е тесно поврзан со информатичката технологија. Учењето исто така претставува предизвик кој може да се поврзе со информатичката технологија и да претставува прибирање на податоци. Со појавата на нови технологии се придонесува и појава на нови начини на учење кои како основа ќе имаат интерактивна обука. Ваквите начини на учење се нарекуваат е-учење и се независни од времето и местото. Може да се види дека во последните години во областа на образовната технологија и во областа на вештачката интелигенција се очекува обезбедување на образовни услуги кои ќе им помогнат на учениците. Исто така современото образование бара систем за е-учење кој ќе биде интелигентен, адаптивен и прилагоден на индивидуалните потреби на корисникот. Имајќи го ова во предвид, целта на истражувањето е да се разработи и анализира иновативен дистрибуиран систем за е-учење кој ќе вклучува нов иновативен модул и негова интеграција со АИ ТUTOR, со цел подобрување на персонализацијата, адаптивноста и интеракцијата во процесот на учење.

Главното истражувачко прашање се фокусира на влијанието на новиот иновативен систем и интеграција со АИ TUTOR врз процесот на учење, способноста за адаптација и персонализација на патеката за учење, мерлива разлика во резултатите и ангажманот кај студентите и интеракција во реално време, што другите традиционални системи не го нудат.

Иновативниот систем за е-учење се базира на модуларна и дистрибуирана архитектура, така што тоа ќе овозможи флексибилна интеграција на повеќе функционални модули како што се: модул за адаптивно учење, модул за анализа на податоците, модул за управување на содржините, модул за јазици, модул за курсеви и AI татор модул. Иновативниот AI татор модул ќе користи техники од областа на вештачката интелигенција, кој што ќе вклучува и обработка на природен јазик (НЛП), логичко заклучување, механизми и анализа на стилови за учење, така што ќе има можност да се овозможи интерактивна, динамична и персонализирана поддршка за секој поединечен студент.

Ова истражување има потенцијал да го рedefинира пристапот кон е-учење, да предложи и креира нов иновативен интелигентен систем за е-учење применлив во реална средина. Ваквиот систем ќе треба да даде придонес во повеќе домени: компјутерски науки, педагогија, образовна технологија и вештачка интелигенција.

Клучни зборови: иновативен систем, интеграција, AI Тупр, е-учење, вештачка интелигенција, природен јазик, адаптивно учење.

ОБРАЗЛОЖУВАЊЕ НА ТЕМАТА НА ДОКТОРСКИОТ ПРОЕКТ

Овој докторски проект се состои од девет глави, секоја од нив детално обработува различни аспекти од истражувањето, почнувајќи од објаснување на системи за е-учење, иновативни системи за е-учење, недостатоци и пропусти кај тие системи, цели на истражувањето, актуелност се до заклучок и понатамошен развој.

Глава еден го опфаќа воведот на истражувањето, кое е насочено кон сегашните системи за е-учење и нивниот недостаток како мотивација за започнување на истражувањето. Во оваа глава опишани се мотивите за отпочнување на едно вакво истражување, предметот и целта на истражувањето, како и придобивките од него.

Глава два опфаќа објаснување на системи за е-учење, се фокусира на иновативни системи, нивната интеграција, пропусти и недостатоците кај нив и се фокусира на потребите за креирање на нов иновативен систем за е-учење.

Третата глава е посветена на подрачјето на истражувањето и го дефинира неговиот предмет и областа на истражувањето. Фокусот е ставен на употребата на вештачката интелигенција и нејзин придонес во нашето истражување.

Четвртата глава става акцент на целите на истражувањето. Целите се поделени на главна цел и специфични цели со кои може да ја постигнеме главната цел на нашето истражување.

Петтата глава претставува актуелноста на истражувањето и употребата на вештачката интелигенција во образованието и зошто токму нашето истражување е актуелно.

Во шестата глава прави преглед на позначајни истражувања во областа на нашето истражување и разгледување на креираните различни технологии.

Седмата глава е методологијата на истражувањето која е поделена на неколку фазз. Секоја фаза го објаснува чекорењето низ нашето истражување и креирање на системот.

Осмата глава ги презентира очекувањата, анализата и резултатите со креирање и имплементација на нашиот иновативен систем.

Во деветата глава дадено е резиме на главните резултати проследени со соодветни заклучоци. На крајот се дадени насоки за идни истражувања.

1. Вовед

Сегашните системи за е-учење претставуваат подобро пренесување на учење на своите корисници во споредба со конвенционалниот систем за учење. Последните две децении ваквото учење прераснува од алтернативна во доминатна форма на образование, особено со развојот на виртуелните образовни платформи, мобилното учење итн. Многу од тие системи нудат пристапност и функционалност, но тие често не го прикажуваат суштинскиот предизвик т.е како да се добие персонализирано, адаптивно и интелигентно учење што ќе одговара на потребите, стилот и мотивацијата на студентот. Системи кои веќе се развиени и се користат најчесто се фокусираат на стандардна испорака на содржина, ограничена интерактивност и основни механизми за препорака. Во тие системи ретко се имплементирани интелигентни модули кои активно учествуваат во процесот на поддршка, дијалог и насочување на студентот. Многу истражувачки трудови укажуваат на потреба од вештачка интелигенција која ќе биде во функција на едукација. Ваквите системи за е-учење обезбедуваат непрекинато и достапно учење и обезбедуваат огромен достап на материјали и содржини. Вештачката интелигенција може да ги подобри ваквите системи преку подобрување на достапноста на содржината (Liang,2001).

Мотивација за вакво истражување произлегува од забележаниот недостиг помеѓу технолошките можности (АИ, НЛП, анализа на податоци) и нивната примена во практични, скалабилни и интиутивни системи за е-учење. Недостигот од реална адаптивност, интелигентна повратна информација и континуирана поддршка на студентот создава потреба од воведување на нов тип на иновативен дистрибуиран систем за е-учење со интегриран АИ ТUTOR модул. Ваквиот модул како интелигентен тUTOR, ќе треба да комуницира со студентот, да ги следи неговите активности, да препорачува содржина, да поставува прашање и да го води процесот на учење на персонализиран начин.

Главното истражувачко прашање кое го води ова истражување е: „Какво е влијанието на иновативен дистрибуиран е-учење систем со интегриран АИ тUTOR врз адаптацијата и персонализацијата на учењето, интеракцијата во реално време и зголемениот ангажман и академски постигнувања кај студентите во споредба со традиционалните системи за е-учење?“ Со ова прашање се истражуваат неколку клучни аспекти од системите од е-учење, и тоа преку призма на влијание на новиот интелигентен модул. Истражуваме каков ќе биди ефектот на новиот модул врз персонализацијата, дали овој тUTOR ќе препознава индивидуални карактеристики (знаење, стил на учење, интереси и итн.) и дали системот ќе нуди прилагодена содржина за студентот кој ќе го користи. Исто така се истражува каков ефект ќе има врз адаптивноста на системот т.е дали системот ќе се прилагодува во реално време според активностите и резултатите на студентот. Истражувачкото прашање ни помага во истражување за да го препознаеме ефектот врз резултатите во учењето т.е дали студентите ќе имаат подобри резултати кога се водени од АИ ТUTORот и дали ќе бидат повеќе мотивирани. Ова прашање ни овозможува да поставиме цели и хипотези кои АИ ТUTORот, како интелигентен модул може да придонесе нов квалитет во процесот на е-учење, преку прилагодување, поддршка и подобрување на резултатите.

Методологијата на истражувањето вклучува неколку фази. Првата фаза е анализа на постоечки иновативни системи за е-учење и литературен преглед, каде се анализираат актуелните системи за е-учење, потоа се направи идентификација на пропустите и ограничувањата (пр. недостаток на персонализација, интеракција итн.), обработуваме релеватни трудови и според тоа го дефинираме научниот проблем каде ги добиваме и хипотезите. Од оваа фаза резултатот т.е очекувањата се дека ќе има потреба од креирање на нов иновативен систем за е-учење. Втората фаза е дизајн на иновативниот дистрибуиран систем за е-учење. Дефинирање на концептуалниот дизајн на

архитектурата на системот (модуларност, интеракција, интеграција). Во оваа фаза се дефинираат и модулите кои се дел од тој систем, и секој од нив има детален опис за неговата функционалност. Креираме и дизајн на персонализирана и адаптивна патека за учење со помош на улогата на иновативниот модул АИ Тотор. Како резултат од оваа фаза е техничката архитектура на системот, УМЛ дијаграми, сценарија на работа на модулите. Имплементација на иновативниот систем за е-учење е дел од третата фаза, каде се развива прототип на модулот АИ Тотор со НЛП и модул за препорака, и се прави интеграција со другите постоечки модули кои се дел од системот за е-учење. Во оваа фаза се прави подготовка на системот за негова целосна имплементација и негово тестирање. Четвртата фаза претставува евалуација и валидација на системот т.е. тестирање на иновативниот систем со две групи, каде едната група ќе работи без модулот АИ Тотор, додека другата група ќе работи со модул АИ Тотор. Во оваа фаза се собираат податоци со помош на мерење на ниво на персонализација, резултатите во учење, мотивација, со помош на тие резултати правиме статистичка анализа на резултатите од повратните податоци кои ги добиваме од двете групи. Во овој дел се очекува потврдување на поставените хипотези. Петтата фаза претставува компарација на нашиот дистрибуиран иновативен систем за е-учење со постоечките системи, каде што се споредуваат резултатите од трудовите, анализа на предностите и недостатоците на тие системи. Во оваа фаза се добива компаративна табела каде нашиот систем се очекува да има голема предност во споредба со останатите системи. Шестата фаза се предлози за идните истражувачи (интеграција со ВР, емоционално моделирање итн.) и финализирање на дискусијата за научен придонес.

2. Системи за е-учење и вештачка интелигенција

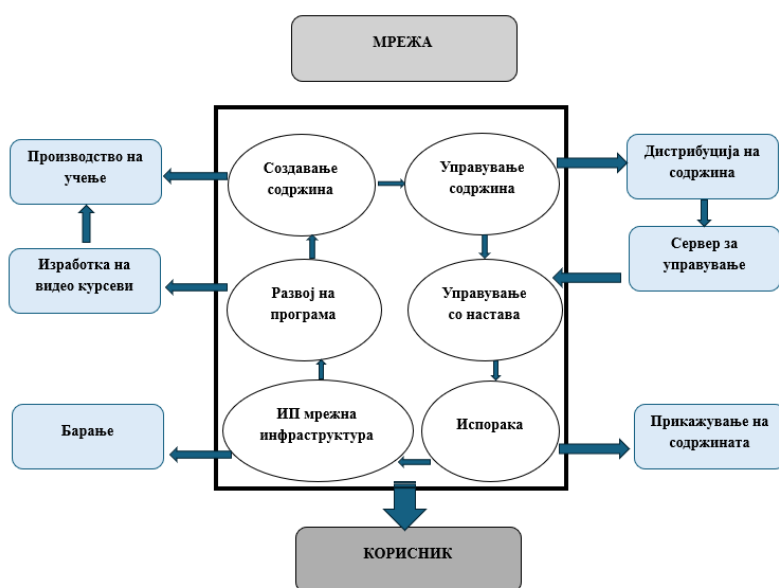
2.1 Е-учење

Учењето претставува процес преку кое се добиваат информации. Многу луѓе учат од инструктори или преку користење на информаторски извори на пример како што се водичи, мениа, весници итн. (Taylor, 2020). Е-учење може да кажеме дека е вид на учење кое е дел од интернет мрежата (Almajali, 2016). Е-учење се дефинира како компјутерски асистирано учење уште во 1960-тите години, но неговото усвојување и популарност започнува со популаризацијата на интернетот. Од неговото воведување до денес e-learning брзо евалуира во областа на технологијата и методите кои ги користи. Е-учење практика на користење во информатичката и комуникациската технологија за создавање на

искуство за учење кое може да биде формално, организирано и создадено со доволно слобода без никакви граници (Horton,2006). Е-учење е процес каде што група на часови се обезбедени на дигитални уреди како компјутери, таблети или било какви памтени уреди кои го подржуваат. Тоа е интерактивно учење во кое содржините се достапни на интернет и обезбедува повратни информации за активностите за учењето на ученикот (Paulsen,2003). Една од гледните цели на е-учење е да се развијат вештини и разбирање за им се помогне на учениците да ги постигнат своите цели за учење (Clark,2008).

2.2 Системи за е-учење

Традиционалните системи за е-учење за прв пак се појавуваат на Универзитетската мрежа и на Интернет за одржување и инвестирање во училишта и компании. Ваквите системи содржат шест делови во својата интелегетна мрежна инфраструктура, како што се ИП, користење и развој на програми, креирање содржина, управување со содржина, управување со учење, испорака и развој (Xiao,2011). Исто така достапна е интеграција на податоци, видео и глас, мултикаст технологија, безбедност, ракување, складирање, дистрибуција на содржината во интелегетни инфраструктурни објекти.



Слика 1: Рамка на традиционален систем за е-учење

2.3 Иновативни системи за е-учење

Иновативните системи за е-учење се современи решенија во образованието кои претставуваат премин од класична функција на испорака на содржината во пасивна, кои имаат цел да обезбедат интерактивно, персонализирано, прилагодливо и ефективно учење. Тие за таа цел користат технологии, методологии и модели за да ја зголемат вклученоста на учениците за да ги подобрат резултатите од учењето. Иновативно кај овие системи е:

- персонализација на учењето
- интерактивност
- флексибилност
- аналитика на учење
- колаборативно учење

2.4 Пропусти и недостатоци кај системи за е-учење

Иновативните системи имаат повеќе пропусти и недостатоци, кои се поделени во неколку фази и тоа:

- педагогија и адаптација: ограничена педагошка флексибилност, површна адаптација.
- АИ и персонализација: статична персонализација, недостиг на дијалог со корисникот, слабо објаснување на препораките.
- евалуација и резултати: нема евалуација со реални корисници, недоволно податоци за ефектот,
- архитектонски и технички недостатоци: централизирана архитектура, ограничена модуларност, недоволна интерграција со други системи.

Покрај тоа што иновативните системи нудат персонализација и интелигенција, тие имаат сериозни слабости особено во динамичката адаптација, интеракцијата со студентот, практичната евалуација и емоционалната интелигенција.

3. Предмет и област на истражувањето

3.1 Преглед на истражувањето

Предмет на ова истражување е дизајн, развој, интеграција и евалуација на иновативен дистрибуиран систем за е- учење со интегриран АИ ТUTOR модул, кои заедно овозможуваат персонализирано, адаптивно и интелигентно насочување, водење, подготвување на студентите низ процесот на студирање. Како дел од ова истражување опфатени се технолошките, методолошките и педагошките аспекти на примена на вештачката интелигенција во образованието, каде се става фокус на персонализација, интеракција и ефективност.

3.2 Научна област

Научната област на истражувањето е пресек меѓу образовната технологија, информатичките науки, вештачката интелигенција. Ова истражување се става како дел и од интердисциплинарни области како што се интелигентни тУторски систем, системи за адаптивно и персонализирано учење, дистрибуирани системи и модуларна архитектура. Овие научни области се со голема релеватност во современите трендови на дигитализација на образованието.

4. Цели на истражувањето

4.1 Главна цел на истражувањето

Главна цел на истражувањето е да се развие, интегрира и евалуира иновативен дистрибуиран систем за е-учење со интегриран интелигентен АИ ТUTOR модул, кој овозможува високо ниво на персонализација, адаптивност и интерактивност во процесот на учење преку примена на современи технологии од областа на вештачката



интелигенција, каде што има цел зголемување на ефективноста во учењето и поддршка на индивидуалниот напредок. Целта не е само техничка имплементација, туку и научна верификација на влијанието на интелигентниот модул во процесот на учење.

Слика 2: Цели во истражувањето

4.2 Специфични цели на истражувањето

За да се постигне главната цел истражувањето е поделено во неколку специфични цели и тоа:

1. Извршување на анализа на постоечките системи за е-учење и ставање фокус на нивните интелигентни и адаптивни карактеристики и идентификување на методолошките и техничките ограничувања.
2. Формулирање на научно заснована архитектура за иновативен дистрибуиран систем кој овозможува модуларност, скалабилност и лесна интеграција на интелигентни компоненти.
3. Развивање и имплементирање на АИ Тотор базиран на техники од вештачката интелигенција кој комуницира со студентите и прилагодува содржини во релано време.
4. Спроведување анализа и евалуација, при што ќе се споредуваат резултатите од користење на системот со АИ Тотор и без негово користење.
5. Обезбедување научна и практична валидација на предложениот модел, преку емпириски податоци, анализа на корисничко искуство и потврда на хипотези.

5. Актуелност на истражувањето

Со глобалната дигитална трансформација на образованието, се појавува голема потреба од интелигентни, софистицирани и адаптивни системи за е-учење, кои не само што ќе прикажуваат содржина, туку таа содржина ќе ја приспособуваат според индивидуални карактеристики и потреби на секој студент. Нашето истражување е актуелно бидејќи одговара на тие предизвици, преку развојот на овај иновативен дистрибуиран систем за е-учење, каде како дел од него се интегрира АИ Тотор модул.

Исто така, употребата на вештачката интелигенција во образованието е една од брзорастечките области особено во информатичките науки, но поголем дел од постоечките системи се или теоретски модели без практична примена или со ограничена примена.

Нашето истражување што се предлага е актуелно бидејќи:

- комбинира АИ, НЛП, адаптивно учење и дијалог систем во реална архитектура
- предлага модуларно и дистрибуирано решение (формално, неформално учење)
- вклучува реална комуникација со студентот, што е напредок во однос на традиционалните ЛМС платформи
- ќе овозможува придонес во резултатите од учењето, мотивацијата и ангажманот на студентите.

Исто така пандемијата и преминот кон онлајн настава само ја зголемија потребата за дигитални системи кои се повеќе од платформи за материјали, т.е. потребни се интелигентни системи што учат за студентот додека тој учи. Нашето истражување се позиционира таоку во овај дел и претставува иновативен релевантен научен придонес, со потенцијал за примена и развој во академски и комерцијални образовни платформи.

6. Преглед на позначајни истражувања

Според истражувањата и интересот на истражувачите на оваа тема може да видиме различни видови на системи за е-учење кои се базираат на различни технологии.

Компјутерскиот облак претставува една од технологиите кои се дел од системската архитектура на еден систем за е-учење. Ваквата технологија обезбедува услуги и комбинира можности за учење преку компјутерски облак (Masud, 2012).

Вештачката интелигенција е технологија која е дел од повеќе вакви системи за е-учење, се користи во едно истражување за креирање на персонализиран систем за е-учење. Ваквиот систем обезбедува сеопфатен преглед на постоечки решенија во понудата на персонализирани решенија за е-учење. Ваквиот систем се состои од една рамка која содржи пет модули, кои во својата работа ги користат придобивките од ВИ (Murtaza, 2022).

Вештачката интелигенција како моќна алатка се користи и во друго истражување каде предложена е интелигентна архитектура за е-учење, каде интелигенцијата е вградена во архитектурата и системот за е-учење автоматски одговара на барањата на корисникот. Овај

систем е креиран така што според барање на корисникот да се добива автоматски одговор (Alhabri,2018).

Последните години од образовната технологија туторите кои се дел од ВИ се очекува да обезбедат образовни услуги. За таа цел ова истражување нуди индивидуален ВИ тутор кој е интегриран во систем од три развојни мрежи за учење. Овој тутор е тестиран на комерцијализирана мобилна апликација (Kimand, 2019).

Овој труд претставува систематски преглед на примената на вештачка интелигенција во образованието. Авторите заклучуваат дека AI технологиите, особено интелигентните тутори и аналитиката на учење, овозможуваат персонализирана настава и подобра проценка на напредокот. Истакнат е потенцијалот на AI за трансформација на традиционалните образовни модели. (Chen et al. (2020))

Во контекст на пандемијата, трудот ја анализира примената на AI алатки за флексибилно учење во Кина. Истражувањето покажува дека AI овозможил брза адаптација и континуитет на учење, особено преку системи за следење, адаптација и автоматско насочување на студенти. AI тука се прикажува како неопходен партнер во дигиталната трансформација на образованието. (Huang et al. (2022))

Мета-анализа на повеќе истражувања за интелигентни тутори открива дека овие системи значајно го зголемуваат успехот на студентите. Учениците што користат вакви системи напредуваат побрзо и покажуваат повисоки резултати. Трудот нуди силна емпириска поддршка за ефективноста на AI туторите во образованието. (Kulik & Fletcher (2021))

Истражувањето го испитува влијанието на GPT-базиран AI тутор во реална академска средина. Студентите кои го користеле туторот покажале повисоки резултати и зголемена мотивација во споредба со контролна група. Заклучокот е дека AI туторите можат значајно да го подобрат учењето преку персонализиран пристап. (Yin et al. (2023))

Оваа студија го анализира влијанието на AI алатки (на пр. Duolingo) врз ангажманот и одлагањето на обврските кај студенти кои учат англиски јазик. Резултатите покажуваат зголемена мотивација и намалена прокрастинација. AI се потврдува како алатка што не само што помага во учење, туку влијае и на студентските навики. (Alzahrani (2025))

Трудот е преглед на адаптивни AI системи за онлајн учење (на пр. ALEKS, DreamBox). Авторите покажуваат дека овие системи се високо ефективни во

прилагодување на материјалите според индивидуалните потреби на учениците. Адаптивноста води до подобро задржување на знаењето и поголема мотивација. (Sun et al. (2023))

Ова истражување ги прикажува ставовите на наставниците за AI-гамификација во образованието. Повеќето наставници ја перципираат како позитивна алатка што го зголемува интересот и вклученоста на учениците. Трудот укажува на потенцијалот на AI да создаде динамична и мотивациска училница. (Arslan & Yildirim (2024))

Трудот се фокусира на т.н. „affective tutors“ – AI системи што препознаваат емоции кај учениците. Преку адаптација базирана на емоционална состојба, AI тунторот може да понуди поддршка во соодветен момент. Резултатите покажуваат подобрена мотивација и задржување на студентите во процесот на учење. (Woolf et al. (2021))

7. Методологија на истражувањето

Истражувањето применува интердисциплинарен пристап кој ги обединува принципите на дизајн – наука, едукативна технологија, вештачка интелигенција, како и емпириско тестирање, со цел систематско равивање, интеграција и евалуација на иновативниот дистрибуиран систем за е-учење со интегриран AI Тунтор модул. Методологијата опфаќа повеќе фази преку кои се води истражувањето.

7.1. Истражувачка анализа

Во овој дел се прави преглед на релевантна научна литература за иновативни системи за е-учење, интелигентни тунтори, адаптивни системи, НЛП и AI во образованието. Исто така се истражуваат постоечки системи и нивна идентификација на нивните слабости, недостатоци и можности за надградување.

7.2 Дизајн и развој на иновативен дистрибуиран систем за е-учење

Во овој дел се креира дизајн на дистрибуирана и модуларна архитектура на системот, се анализираат постоечки модули и се развива AI Тунтор како модул кој е дел од таа архитектура. Се анализираат компонентите кој ќе бидат дел од тој модул како обработка на природен јазик (НЛП), препорачување на содржини, објаснување, итн.

Кога системот ќе биде готов следува негова имплементација во реално време, каде ќе може да се тестира и да се добие резултат.

7.3 Валидација и евалуација

Овај дел ќе користи формативна евалуација и сумативна. Формативна евалуација ќе се изврши преку тестирање на системот со мала група студенти за привчен резултат, додека сумативна евалуација ќе се изврши преку симулација со две групи:

- Експериментална – со АИ ТUTOR,
- Контролна – без АИ ТUTOR.

Кога ќе се извршат и двете тестирања на системот следува метод на собирање податоци и нивна анализа. Како метод за анализа на добиените резултати ќе се користи квантитативна анализа каде се врши мерење на резултатите во учење, нивото, степен на персонализација и итн.

7.4 Споредбена анализа

Добиените резултати треба да се споредат односно да се направи компарација со резултатите од другите интелегентни системи, каде во споредбата ќе добиеме кој систем има голема придонес во образованието. Оваа споредба се извршува со цел да даде јасен научен придонес и практична примена.

8. Анализа, резултати и дискусија

Истражувањето е во фаза на дизајн и развој, затоа системот за е-учење со интегриран АИ ТUTOR модул се уште не е тестиран. Сепак врз основа на поставените цели, хипотези и методолошки фази, се предвидува детална анализа врз база на податоци од експериментална или симулациска евалуација. Перформансите на системот ќе се анализираат по неколку критични димензии: технички, педагошки и интеракциски. Целта на оваа анализа е да се процени ефикасноста и применливоста на системот во реални образовни услови, како и да се верификуваат дефинираните истражувачки хипотези.

8.1 Техничка анализа на перформансите

Во овој дел се очекуваат резултати од мерењето на функционалните способности и стабилноста на системот вклучувајќи:

- време на одговор кој АИ Тунот при интеракција со студентот
- брзина на адаптација со содржината
- интероперабилност со други модули и системи
- скалабилност т.е способност на системот за комуницира со повеќе корисници паралелно
- користење на ресурси (CPU, меморија) при активен разговор со АИ Тунот.

8.2 Педагошка ефикасност

Од овој дел ќе добиеме резултати од мерење на образовната вредност на системот и тоа се очекува да се добие преку:

- прецизност на препораките добиени од модулот АИ Тунот т.е дали на студентите им дава соодветни ресурси)
- подобрување на резултатите според тестовите и напредокот во изучениот материјал
- квалитет на интеракција
- покриеност на наставната програма според стиловите на учење.

8.3 Интеракциска анализа и корисничко искуство

Овој дел ќе донесе резултати преку оценка на корисничкото искуство и динамичната комуникација каде што ќе се вклучуваат:

- природноста на дијалогот со АИ Тунот каде што се користи НЛП
- ангажираноста на студентот која ќе се добива преку мерење на времето на користење, активноста
- достапноста на интерфејсот
- самонавигација т.е дали студентот успешно се движи низ содржините.

8.4 Споредба со референтни системи

Иновативниот систем ќе се спореди со резултатите од релеватни трудови и постоечки системи и платформи, каде метрики за споредба ќе бидат степенот на адаптивност, точност на препораки, подобрување на резултатите во учењето и субјективна перцепција на студентот.

8.5 Дискусија на резултатите

Имплементацијата на предложениот иновативен систем за е-учење со АИ татор модул како дел од него треба да даде резултат со значителни подобрувања во квалитетот на учењето, индивидуализацијата на наставниот процес и техничка ефикасност на системот. Резултатите се дефинираат врз основа на поставените истражувачки хипотези и цели кои опфаќаат неколку клучни аспекти. Еден аспект каде се очекува придонес на овој систем е подобрување на персонализацијата каде може да понуди персонализирана патека за учење, препораки кои се засновани на реални податоци, адаптација на содржини. Друг аспект е зголемената адаптивност во реално време каде овој систем ќе има можност да придонесе со реагирање на АИ Таторот во делот на грешки и слабости кај студентот, промени во интересот и барањата и доколку има потреба од дополнителни објаснувања. Системот исто така ќе даде подобрување на резултатите во учењето каде што очекуваме студентит кои што ќе го користат овој систем со АИ Татор модул ќе имаат повисоки резултати, ќе го солвадаат матријалот побрзо и ќе имаат поголема самостојност во процесот на учење. Иновативниот систем исто така ќе дава поголема мотивација и ангажираност за самостојно учење. Во делот за техничка изводливост и скалабилност неговата модуларна архитектура ќе овозможи лесна интеграција во различни системи, подршка за истовремено користење од повеќе студенти (дистрибуиран пристап), и една од најважните е дека ќе има отвореност за надградба со нови модули. Со сите овие аспекти би ги потврдиле хипотезите на ова истражување т.е очекувањето е дека системот ќе воведо реално интелигенција и дијалог во процесот на учење, ќе го подобри искуството и резултатот на студентит и ќе даде научен и практичен придонес во областа на интелигентните образовни технологии.

9. Заклучок

Ова истражување претставува научен проект кој директно одговара на современите предизвици во дигиталното образование. Неговата главна цел е развивање и евалуирање на интелигентен, модуларен и адаптивен систем кој го подобрува квалитетот на учењето преку персонализирана поддршка во реално време, користејќи техники од областа на вештачката интелигенција.

Постоечките иновативни системи за е-учење, и покрај нивната функционалност имаат ограничување во однос на интеракцијата, прилагодувањето на содржината според индивидуалните стилови на учење. Оваа истражување настојува да го надминиме овој јаз преку развојот на АИ Тотор модул кој користи обработка на природен јазик (НЛП), логичко заклучување, систем за препораки и анализа на податоци за учење.

Истражувањето се структурира врз основа на современите принципи на дизајн – наука, комбинирајќи со емпириска експериментална методологија. Особена важност на истражувањето е актуелноста и применливоста и очекуваните резултати не само што ќе придонесат кон теоретскиот корпус на знаење во областа на едукациските технологии и вештачката интелигенција, туку нудат и систем кој ќе може да се користи во практиката како дел од нова платформа или некоја постоечка платформа или како основа за некој нов образовен систем.

Очекуваниот придонес на нашето истражување е:

- научен придонес преку тестирање и докажување на поставените хипотези
- методолошки придонес преку самиот развој на системот
- практичен придонес преку функционален АИ Тотор модул
- општествен придонес преку унапредување на достапноста, интерактивноста и квалитетот на дигиталното учење.

Истражувањето во целост има потенцијал да прерасне во основа за нова генерација интелигентни образовни системи, кои не само што испорачуваат знаење, туку и го разбираат, следат и поддржуваат студентот на неговото индивидуално патување низ учењето.

Исто така истражувањето може да кажеме дека поставува основа за развој на интелигентни, дистрибуирани системи за е-учење кои комбинираат адаптивност, персонализација и вештачка интелигенција. Резултатите и искуствата кои очекуваме да

ги добиеме отвораат можности за прдолжување и надградување во неколку правци и тоа интеграција на емоционално препознавање, комбинирање на виртуелна реалност, развој на мултијазични аспекти и итн. Со ова може да се каже дека ова истражување отвора значајна можност за генерација на нови истражувања, кои може да се надоврзат на нашиот модел и ќе придонесат кон оформување на иднината на интелигентно, хуманоцентрично и инклузивно е-учење.

Литература

- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Huang, R. H., Liu, D. J., Tlili, A., Yang, J. F., & Wang, H. H. (2022). Handbook on facilitating flexible learning during educational disruption: The Chinese experience in maintaining uninterrupted learning in COVID-19 outbreak. UNESCO and Smart Learning Institute of Beijing Normal University.
- Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2021). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 91(3), 408–439. <https://doi.org/10.3102/0034654321990715>
- Yin, B., Moore, J. L., Sosa, G., & Ringler, M. C. (2023). Implementing learning principles with a personal AI tutor: Empirical evaluation in a university course. *arXiv preprint*, arXiv:2309.13060. <https://arxiv.org/abs/2309.13060>
- Alzahrani, M. G. (2025). Effects of AI tools on EFL learners' engagement and academic procrastination: A quasi-experimental study. *BMC Psychology*, 13(24). <https://doi.org/10.1186/s40359-024-02248-w>
- Sun, Y., Wang, S., & Xie, H. (2023). A review of AI-based adaptive learning systems in online education: Models, challenges, and trends. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 4, 100078. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100078>
- Arslan, R., & Yildirim, S. (2024). Teacher perspectives on AI-driven gamification: Impact on student motivation and engagement. *Information Technologies and Learning Tools*, 96(2), 23–40. <https://doi.org/10.33407/itlt.v96i2.5437>
- Woolf, B. P., Burleson, W., Arroyo, I., Dragon, T., Cooper, D. G., & Picard, R. W. (2021). Affective tutors: Emotional learning companions. In *Artificial Intelligence in Education* (pp. 110–119). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78292-4_11
- Liang Bing, „E-learning and modern education reform“, *Education Information*, 2001.10, pp.21, 25. Drachsler, H. (2009). Navigation Support for Learners in Informal Learning Networks.
- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H. *et al.* The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: a Systematic Review of Research. *TechTrends* 66, 616–630 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
- Taylor, D., Grant, J., Hamdy, H., Grant, L., Marei, H. and Venkatramana, M., 2020. Transformation to learning from a distance. MedEdPublish, 9.
- Horton, W. (2006). *E-Learning by Design*. San Francisco, CA: Pfeiffer. Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2008). *E-Learning and the Science of Instruction*. San Francisco, CA: Pfeiffer.

- Xiao Laisheng, et al., „Cloud computing> a New Business Paradigm fo E-Learning“. 2011. Third International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation.
- M. Murtaza, Y. Ahmed, J. A. Shamsi, F. Sherwani and M. Usman, "AI-Based Personalized E-Learning Systems: Issues, Challenges, and Solutions," in *IEEE Access*, vol. 10, pp. 81323-81342, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3193938.
- M. V. Yudelson, K. R. Koedinger, and G. J. Gordon, “Individualized Bayesian knowledge tracing models,” in Proc. Int. Conf. Artif. Intell. Educ. Berlin, Germany: Springer, 2013, pp. 171–180.
- Masud, A, Yong J, & Huang, X (2012), ‘Cloud Computing for Higher Education: A Roadmap.’ Proceedings of the IEEE 16th International Conference on Computer Supported Cooperative work in design, viewed 21st June 2014
- G. Riahi, „E-Learning Systems based on Cloud Computing: A Review“, International Conference od Soft Computing and Software Engineering,2015
- P. Rathika, S. Yamunadevi, P. Ponni, V. Parthipan, & P. Anju. (2024). Developing an AI-Powered Interactive Virtual Tutor for Enhanced Learning Experiences. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 10(4). <https://doi.org/10.22399/ijcesen.782>
- M. Riad, S. Gouraguine, M. Qbadou and E. -S. Aoula, "Towards A New Adaptive E-learning System Based On Learner's Motivation And Machine Learning," *2023 3rd International Conference on Innovative Research in Applied Science, Engineering and Technology (IRASET)*, Mohammedia, Morocco, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/IRASET57153.2023.10152884.
- W. -H. Kim and J. -H. Kim, "Individualized AI Tutor Based on Developmental Learning Networks," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 27927-27937, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2972167.
- Shi, L.; Ding, A.-C.; Choi, I. Investigating Teachers’ Use of an AI-Enabled System and Their Perceptions of AI Integration in Science Classrooms: A Case Study. *Educ. Sci.* **2024**, *14*, 1187. <https://doi.org/10.3390/educsci1411118>