



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ-СОФИЯ

**Факултет по телекомуникации
Катедра „Технологии и мениджмънт на
комуникационни системи“**

Маг. Крисел Луан Тола

**РАЗРАБОТВАНЕ НА ИНОВАТИВНИ МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА
ЕЛЕКТРОННО ОБУЧЕНИЕ И ЕЛЕКТРОНЕН МЕНИДЖМЪНТ В
ОБЛАСТТА НА АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ПРОЕКТИРАНЕТО**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за получаване на академичната и научна степен
„ДОКТОР“

Област на висше образование - 5. *"Технически науки"*

Професионално направление - 5.3. "Комуникационна и компютърна техника"

Научна специалност "Автоматизация на инженерния труд и системи за
автоматизирано проектиране"

Научен ръководител: Доц. д-р инж. Галя Маринова

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Катедрения съвет на катедра "Технологии и мениджмънт на комуникационни системи" към Факултета по телекомуникации на ТУ-София на редовно заседание, проведено на 09.12.2024.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 12.03.2025 от 13:00 часа в Конферентната зала на БИЦ на Технически университет – София на открито заседание на научното жури, определено със заповед № ОЖ-5.3-68 от 16.12.2024 г. . на Ректора на ТУ-София в състав::

1. Доц. д-р инж. Тихомир Брусев – Председател
2. Доц. д-р инж. Боянка Николова – Научен секретар
3. Проф. д.т.н. инж. Даниела Борисова
4. Доц. д-р инж. Адриана Бороджиева
5. Доц. д-р инж. Анелия Иванова

Рецензенти:

1. Проф. д.т.н. инж. Даниела Борисова
2. Доц. д-р инж. Боянка Николова

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Факултет по телекомуникации на ТУ-София, блок №1, кабинет № 1254.

Дисертантът е задочен докторант към катедра „Технологии и мениджмънт на комуникационни системи“ на факултета по телекомуникации. Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора, като някои от тях са подкрепени от научноизследователски проекти.

Автор: Маг. Крисел Тола

Заглавие: "Разработване на иновативни методи и средства за електронно обучение и електронен мениджмънт в областта на автоматизация на проектирането"

Тираж: 30 броя

Отпечатано в ИПК на Технически университет – София

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД ¹

Актуалност на проблема

В една бързо развиваща се цифрова ера, предизвикателството за ефективно управление на огромни количества данни и оптимизиране на уеб базирани платформи за образователни цели става все по-важно. В основата на съвременните предизвикателства в цифровото управление и образование е необходимостта от инструменти за електронно управление. Тези инструменти трябва не само да надхвърлят ограниченията на традиционния софтуер, като географски и времеви ограничения, но и да се погрижат за разнообразните нужди на съвременните академични мрежи.

Необходимостта от неограничен достъп до приложение, независимо от местоположението на потребителя и без ограничение във времето, даде значително предимство на онлайн уеб приложенията, тъй като накара много компании, работещи в различни области, да се съсредоточат върху тях, за да изпълняват своите управленски задачи. Местоположението и времето не са единствените ограничения, които софтуерът, базиран на устройство, има. Много от тях изискват машини с висока производителност, за да се изпълняват правилно, а базираните в облак уеб приложения предлагат идеално решение, като не принуждават тези компании да купуват скъпи компютри, за да използват софтуер, а вместо това им предлагат същите услуги онлайн.*

Тъй като уеб приложенията се усложняват, те често изискват прехвърляне на големи количества данни, включително изображения с висока разделителна способност, видеоклипове и обширни бази с данни. Предизвикателството изисква иновативни решения в компресирането на данни за подобряване на производителността, намаляване на оперативните разходи и положителен принос към глобалната цел за устойчиво цифрово развитие. Справянето с това предизвикателство е техническа необходимост и стратегически императив в развиващите се цифрови технологии.

Тази дисертация представя иновативната платформа за електронно управление за академична мрежа, IMA-NET, която адресира тези многостранни предизвикателства. Проектирана като цялостно уеб базирано решение, IMA-NET предлага нов подход за електронно управление на академична мрежа с летни училища, гъвкави курсове или събития, реализиращи мобилности и стипендии на преподаватели и студенти. Тя предоставя ефективна, мащабируема и удобна за потребителя платформа за управление на международни студенти и преподаватели. Новата платформа е внедрена в академична мрежа, фокусирана върху теми за преподаване като автоматизирано проектиране, моделиране, симулация и информационни и комуникационни технологии, което позволява да се оцени и повиши интересът към тези теми. Това позволява да се тестват нови лекции и практическа работа в тази област и да се включат актуални и желани теми за надграждане на съществуващите редовни университетски курсове. Тя включва усъвършенствани техники за компресиране на данни (избрани чрез сравнително проучване), за да улесни ефективната обработка на данни, като гарантира безпроблемен и подобрен образователен опит.

Освен това, интегрирането на системи за обратна връзка и подробни въпросници в рамките на IMA-NET позволява базиран на данни подход за предоставяне на образователно съдържание. Данните, събрани от анкетите в IMA-NET, се обработват статистически и се показват в таблици и графични изображения. Корелацията на Пиърсън между размера на стипендиите и интереса към мобилностите е изчислена и анализирана. Въз основа на тези данни и с помощта на изкуствен интелект е разработен нов обучен модел на интереса на студентите към мобилностите, използвайки метода на невронните мрежи и неговия класификатор MLP, за да подпомогне избора на мотивирани студенти за мобилности. Данните в IMA-NET се събират от повече от 500 регистрирани студенти и 72 преподаватели. Бяха организирани дванадесет международни събития и повече от 100 сертификата, генерирани от IMA-NET, бяха раздадени на студенти и преподаватели. Разработен е и внедрен нов алгоритъм с препоръки за организиране на събитие на конкретна локация.

Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване

Целта на дисертацията е да се разработи нова методология и да се създаде платформа за иновативно електронно управление на академична мрежа за ефективно използване на нейните ресурси (по отношение на стипендии за мобилност на преподаватели/студенти) за организиране на образователни събития и дейности по актуални теми като автоматизирано проектиране, моделиране, симулация и ИКТ, за да се позволи създаване на база със знания, събиране на данни, статистическа обработка, моделиране и прогнозиране, моделиране на поведението на студентите, препоръки за организация на образователни събития, предлагащо допълнителен обмен на съдържание за електронно обучение между преподаватели и студенти.

Задачите за постигане на целта са:

- Дефиниране на структурата на иновативна платформа за електронно управление за академична мрежа с набор от функции: Вход/Изход, Множество потребителски нива. Интерактивност преподавател-студент, управление на курсове, управление на събития, генериране на анкети, формуляри за обратна връзка, генериране на сертификати.
- Разработване на методология за ефективно електронно управление на академичната мрежа чрез прилагане на новите функции на платформата.
- Събиране на информация от преподавателите в академичната мрежа и създаване на база от знания с курсове по автоматизация на проектирането, моделиране, симулация и ИКТ.
- Събиране на данни за предпочитанията на студентите относно курсове и мобилности в академичната мрежа.
- Статистическа обработка на събраните данни за анализиране на интереса на студентите към теми като автоматизация на проектирането, моделиране, симулация и ИКТ.
- Моделиране на поведението на студента към мобилност в академичната мрежа за препоръчване на информационен подход към студентската общност и откриване на мотивирани участници към мрежови образователни дейности и събития.
- Формализиране на процеса на организиране на образователни събития в страната домакин и разработване на алгоритъм за генериране на препоръки за постигане на максимална ефективност на мрежата
- Избор на най-добрите методи за компресиране на съдържание за обмен на електронно съдържание между студенти и преподаватели в академичната мрежа.
- Изпробване на платформата с реални образователни събития в мрежата и оценка на въздействието на платформата върху оптималното управление на академичната мрежа и върху мотивацията на студентите да изучават курсове за напреднали по автоматизирано проектиране, моделиране, симулация и ИКТ.

Представени са следните математически методи и модели, използвани в дисертационния труд:

- Невронни мрежи,
- Многослоен перцептронен класификатор,
- Корелация на Пиърсън.

Методите и алгоритмите за оптимизация използвани при компресиране на изображения, файлове и видео като например:

- Лемпел-Зив (LZ77),
- Кодирание на Хъфман,
- Дискретно косинусово преобразуване,

- Алгоритъм DEFLATE,
- Алгоритъм JPEG,
- Алгоритъм WebP.

Научна новост

Оценката на методологиите и инструментите, налични в научната литература и на пазара, показва, че няма специфично решение за управление на академични мрежи с фокус върху оптималното изпълнение на стипендиите за мобилности за преподаване и обучение, предоставени на мрежата.

Въздействието на прилагането на такъв инструмент върху мотивацията на студентите да изучават теми като автоматизирано проектиране, моделиране, симулация и ИКТ също не е проучено в анализиранията литература. Тези наблюдения водят до заключението, че е необходимо да се проектират и разработят нова методология и инструмент, които да поддържат по-добре академичните мрежи.

Практическа приложимост

За да управлява събитията и мобилностите, системата трябва да интегрира знания и бази с данни, събиране и предоставяне на данни за статистически анализи, оценка, моделиране и прогнозиране на поведението на студентите и генериране на препоръки за ефективно управление на събития и ресурси в мрежата.

Допълнителните функции, подпомагащи електронното обучение и обмен на съдържание между преподаватели и студенти в мрежата, биха повишили качеството на образователния процес. Новата методология и платформа трябва да помогнат за въвеждането на нови усъвършенствани теми за автоматизация на проектирането, моделиране, симулация и ИКТ, първо като извънакадемични курсове и по-късно за актуализиране на редовните академични теми, модули и курсове.

Апробация

IMA-NET е пробирана дванадесет пъти на различни гъвкави курсове или събития, както следва:

Гъвкави курсове

- Flexible course - UBT, 11-17.07.2021.
- Flexible course on Academic English - TUS, 30.05.2022-03.06.2022.
- Flexible course "CEEPUS Doctoral School" – UBT, 30.11.2023.
- Flexible course - Doctoral School on Information Literacy, Applied Mathematics, and Advanced Communications – TUS, 28.05.2023.
- Flexible course "CEEPUS Summer School-Part1" - TU-Graz, Austria, 06.07.2023-15.07.2023.
- Flexible course "CEEPUS Summer School-Part 2" - TU-Graz, Austria, 06.07.2023-15.07.2023.
- Flexible course "CEEPUS Summer School-Part 3" - TU-Graz, Austria, 06.07.2023-15.07.2023.
- Flexible course "CEEPUS Summer School-Training" - TU-Graz, Austria, 06.07.2023-15.07.2023.

Събития

- CEEPUS Workshop and Coordination meeting, TU-Sofia, Bulgaria, 02.06.2022.

- Module "Design Science Research paradigm," offered in the framework of CEEPUS from Prof. DSc Malgorzata Pankowska from the University of Economics in Katowice, Poland, Pecs, Hungary, 10.05.2021.
- Special CEEPUS Session at the UBT – International Conference in Pristina, Kosovo, 30-31.10.2021, 04-05.11.202.
- CEEPUS Summer School "Modeling and simulation for advanced telecommunications and global impact," University of Maribor, Slovenia, 02-13.07,2024

Научни публикации

Основните постижения и резултати от дисертацията са публикувани в 8 научни публикации, разпределени по вид в следващата таблица.

Статии в списания и сборници на конференции, индексирани в Scopus, Web of Science и IEEEEXPLORE	2 Статии Nr. 1, Nr. 4	ICEST сборник	Публикувана в IEEEEXPLORE Индексирана в Scopus и WoS		
	2 Статии Nr. 5, Nr. 6	SIELMEN сборник	Публикувана в IEEEEXPLORE Индексирана в Scopus.		
	1 Статия Nr. 8	IFAC-PapersOnLine списания	Публикувана в Science Direct, Indexed by Scopus.	CiteScore 1.7	SJR 0.37
Международни конференции и списания	1 Статия Nr. 2, Nr. 3	International Journal of Business and Technology			
Глави в книги	1 Глава Nr. 7	Digital Transformation, perspective development, and value creation - Research Case Studies, Taylor & Francis Group			
Цитирания	3 Цитирания				

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 171 страници, включващ въведение, 5 глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на дисертационните публикации и използваната литература и 4 анекса. Цитирани са общо 115 литературни източника. Работата включва общо 47 фигури и 16 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертацията.

II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ГЛАВА 1. Аналитичен литературен обзор на методите и инструментите за електронно обучение и електронно управление. Предизвикателства при преподаването на автоматизирано проектиране, моделиране, симулация и ИКТ в академичната мрежа

Тази глава представя подробен и изчерпателен анализ на методите и инструментите за електронно обучение и електронно управление, като се фокусира върху ролята на езиците за програмиране в уеб приложенията и тяхното въздействие върху електронното управление. Започва с възприетия подход за преглед на литературата на всички открити статии, свързани с темата, последвано от цялостен преглед на разнообразната гама от инструменти за електронно обучение и електронно управление, използвани от компаниите, включително различни уеб приложения като системи за управление на обучението (LMS), системите за управление на съдържанието (CMS) и др. Главата се задълбочава в предимствата на уеб приложенията пред традиционния софтуер, като подчертава тяхната достъпност, възможности за различни платформи, контрол на версиите и ефективност на разходите.

1.1. Приложен подход за литературния обзор - Извършен е цялостен библиометричен анализ с помощта на RStudio gets>library(bibliometrix) с уеб-интерфейс>biblioshiny (), с фокус върху изследователските тенденции в областта на електронното обучение и електронното управление. Проучването имаше за цел да картографира научната продукция, връзките и тематичната еволюция във времето. Стратегията за търсене включва използването на ключови думи "e-learning," "e-management," и "Web applications," свързани с оператора "OR" за да се осигури широко покритие на свързаната литература, взета от базата с данни Web of Science (WoS). Първоначално търсенето откри 59 637 резултата. Първите 1000 публикации с най-голямо въздействие от 2000 г. до 2024 г. бяха филтрирани, за да се прецизира анализът, което доведе до окончателен набор от данни от 500 записа за подробно изследване. "Beijing Union University" се очерта като водеща институция за най-плодотворните изследователски връзки, допринасящи за литературата за електронно обучение, електронно управление и уеб приложения, с най-много публикувани статии (10) в рамките на филтрирания набор от данни. Други значими участници включват "Universiti Teknologi MARA," "Beijing University of Chemical Technology," и "University of Copenhagen." Проучването идентифицира термини като "Education," "Technology," "Support," и "Design" които са показали нарастваща кумулативна поява от 2001 до 2023 г. Графиката показва как определени концепции, в частност "Technology" и "Education," придоби известност на различни етапи. Анализът показва, че Китай се очерта като водещ участник, като бързото нарастване на публикациите започва около средата на 2000-те години. Съединените щати, Обединеното кралство, Румъния и Индия също показват значителен ръст в научноизследователската продукция. Автори ксто "Fetaji B," "Fetaji M," и "Wang W" оглавяват списъка с по пет документа, демонстриращи тяхното активно участие в напредъка на дискурса около електронното обучение и електронното управление. Други видни сътрудници включват "Distant D" и "Li Z," всеки с по четори документа.

1.2. Езици за програмиране, използвани в уеб приложенията и тяхната роля в електронното обучение и електронното управление - Един от най-използваните уебсайтове от разработчиците на софтуер Stack overflow [6-9], изследва тази тема. Отговорите на 58 031 професионални разработчици, участвали в проучването, показват, че мнозинството (68,2%) използват езика за програмиране JavaScript. Таблица I показва най-използваните езици за програмиране във фронтенд и бекенд, използвани за изграждане на различни уеб приложения, включително електронно обучение и електронно управление.

Таблица I: Категории езици за уеб програмиране

Frontend	Backend
HTML	PHP
CSS	Python
Vanilla JavaScript	Java
TypeScript	C#
	C++
	Node.js
	Go
	Ruby

По-нататък се разглеждат областите и инструментите за електронно управление. В Dax dot com [17] над сто главни изпълнителни директора, ръководители на проекти, ръководители на екипи и софтуерни инженери вземат участие в проучване относно инструментите за управление на проекти, които използват в своите компании. Резултатите от проучването са показани в таблица III.

Таблица III: Най-използваните инструменти за управление на проекти

Atlassian (Jira et al.)	18.8%
Trello	10%
Asana	4.7%
Slack	2.8%
Друг инструмент	26.4%
Не използват нито един от инструментите или търсят инструмент	37.7%

Според W3Techs 38,3% от уебсайтовете в интернет изобщо не използват този вид инструмент. От друга страна, WordPress сега захранва 39,5% от всички съществуващи уебсайтове. Таблица IV изброява петте най-популярни CMS, използвани през 2022 г. Данните са предоставени от W3Techs [32], онлайн платформа за проследяване на уебсайтове, която използва работи за сканиране на съдържанието на уебсайтове.

Таблица IV: Топ пет системи за управление на съдържание през 2022 г

WordPress	43.2%
Shopify	4.4%
Wix	2.0%
Squarespace	1.8%
Joomla	1.7%

Напоследък броят на училищата, колежаите и университетите, които използват различни системи за управление на обучението, се е увеличил значително [41]. Въпреки че са налични множество търговски системи, повечето се конкурират за малка част от академичния пазар на LMS. Някои от най-използваните инструменти в електронното управление са:

- Moodle
- Blackboard
- Desire2Learn (D2L)

1.4. Предизвикателства при преподаването на автоматизирано проектиране, моделиране и ИКТ в академична мрежа - Темите и инструментите за автоматизирано проектиране са фундаментални инженерни теми, интегриращи познания в областта на приложението с математически методи, моделиране, разработване на инструменти и внедряване за конкурентно решаване на инженерни задачи. Мрежата CEEPUS BG-1103 се фокусира върху обучението по автоматизирано проектиране, моделиране, симулация и ИКТ, за да намери най-добрите начини за повишаване на мотивацията на студентите за обучение и научни изследвания в тази област. От проучването не успяхме да намерим система за електронно обучение, предназначена специално за академична мрежа, която да управлява летни училища или събития, организирани от тези институции. Важно е да се учат тези теми и да се повиши мотивацията на студентите да изучават автоматизирано проектиране, моделиране, симулация и ИКТ, за да посещават образователни събития като летни училища, академични семинари, курсове и т.н., като използват стипендиите за мобилности, налични в мрежа. От друга страна е полезно да се подпомогнат координатора, организаторите и лицата за контакт на партньорските висши учебни заведения за ефективно организиране на събития, използващи стипендиите за мобилност в академичната мрежа. Оценката на методологиите и инструментите, налични в научната литература и на пазара, показва, че няма

специфично решение за управление на академични мрежи с фокус върху оптималното използване на стипендиите за мобилности за преподаване и обучение, предоставени на мрежата.

1.5. Аналитичен анализ на литературния обзор - Въздействието на прилагането на такъв инструмент върху мотивацията на студентите да изучават теми като автоматизирано проектиране, моделиране, симулация и ИКТ също не е проучено в анализираната литература. Тези наблюдения водят до заключението, че трябва да бъдат проектирани и създадени нова методология и инструмент, които да поддържат по-добре академичните мрежи. За да управлява събитията и мобилностите, системата трябва да интегрира знания и бази със данни за събиране и предоставяне на данни за статистически анализи, оценка, моделиране и прогнозиране на поведението на студентите и генериране на препоръки за по-ефективно управление на събития и ресурси в мрежата. Допълнителните функции, подпомагащи електронното обучение и обмен на съдържание между преподаватели и студенти в мрежата, биха повишили качеството на образователния процес. Новата методология и платформа трябва да помогне за въвеждането на нови усъвършенствани теми за автоматизирано проектиране, моделиране, симулация и ИКТ, първо като извънакадемични курсове и по-късно за актуализиране на редовните академични теми, модули и курсове.

ГЛАВА 2. Изследователска методология, математически методи и езици за програмиране, планирани за изследването

Тази глава служи за въведение към сложния свят на изследователската методология и математическите модели, представяйки теоретичните рамки, практическите инструменти и изчислителните техники, които планираме да използваме в дисертацията.

2.1. Изследователска методология - Имайки предвид различните проведени проучвания, от теоретични описания и казуси до практическо тестване и приложение в реалния свят, цялостната изследователска методология, която използвахме, може най-добре да опише изследователски подход със смесени методи, при който комбинирахме качествени и количествени изследователски методологии, техники, концепции и терминология. Прилагането на този изследователски метод може да бъде по-сложно и отнема много време, отколкото използването на един метод, изискващ опит в множество методологии. Често изисква повече ресурси, включително време, пари и персонал, отколкото еднометодични проучвания, а съгласуването на противоречиви констатации от качествени и количествени части на изследването може да бъде предизвикателство.

2.2. Математически модели и методи - За решаване на поставените в дисертационния труд изследователски задачи се прилагат математически методи:

- Невронни мрежи
- Многослоен перцептронен класификатор (MLP)
- Корелация на Пиърсън

Невронните мрежи са подгрупа от алгоритми за машинно обучение, донякъде вдъхновени от невронните структури на човешкия мозък. Те са предназначени да разпознават модели и да решават сложни проблеми. Те се състоят от слоеве от взаимосвързани възли или неврони, всеки от които може да извършва прости изчисления. Чрез свързване на тези възли по различни начини и регулиране на силата на техните връзки (тегла), невронните мрежи могат да моделират сложни, нелинейни връзки в данните.

Математически, MLPs използват серия от функции за обработка на входове през мрежата:

Претеглени суми: Във всеки неврон претеглената сума се изчислява като $z_j^{(l)} = \sum_i w_{ji}^{(l)} x_i + b_j^{(l)}$, където $w_{ji}^{(l)}$ представлява теглото от неврон i в предишния слой до неврон j в текущия слой, x_i представлява входа и $b_j^{(l)}$ представлява отклонението за неврон j в слой l .

Функция за активиране: Резултатът от претеглената сума се предава през функция за активиране $a_j^{(l)} = f(z_j^{(l)})$, въвеждане на нелинейност в модела. Общите функции за активиране включват ReLU и sigmoid.

Обратно разпространение и градиентно спускане: Моделът се учи чрез коригиране на тегла и отклонения, за да минимизира функцията на загуба. Обикновено това се постига чрез

обратно разпространение, което изчислява градиента на функцията на загубата по отношение на всяко тегло и отклонение, и техника за оптимизация като градиентно спускане, което актуализира параметрите в посока, която намалява загубата [54]

Функция на загубата: Първо, функцията на загубата L измерва разликата между прогнозирания изход и целта. Общите функции за загубата включват средна квадратична грешка за задачи за регресия и загуба на кръстосана ентропия за задачи за класификация.

Градиентът на функцията на загубата: Изчислява се градиентът на функцията на загубата по отношение на всяко тегло. Това включва прилагане на верижното правило на смятането за разпространение на грешката назад през мрежата:

$$\text{За изходния слой: } \frac{\partial L}{\partial w} = \frac{\partial L}{\partial a} * \frac{\partial a}{\partial z} * \frac{\partial z}{\partial w}$$

Коефициентът на корелация на Пиърсън, често символизиран като r , е статистическа мярка, която определя количествено силата и посоката на линейна връзка между две променливи. Формулата е:

$$r_{xy} = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (4)$$

където:

r_{xy} е корелационния коефициент на Пиърсън между променливите X и Y .

$cov(X, Y)$ е ковариацията между променливите X и Y .

σ_X and σ_Y са средноквадратичните отклонения на X и Y , респективно [55]

Формулата на ковариацията е:

$$cov(X, Y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \quad (5)$$

и коефициентът на корелация на Пиърсън също може да се изчисли с помощта на:

$$r_{xy} = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2][n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}} \quad (6)$$

За да се тества значимостта, t -тестът може да определи дали наблюдаваният коефициент на корелация на Пиърсън значително се различава от нула (което показва линейна връзка в популацията). Статистиката на теста се изчислява като:

$$t = \frac{r_{xy} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} \quad (7)$$

Със степени на свобода $df = n - 2$.

2.3. Оптимизационни методи и алгоритми - PHP предоставя набор от процедури за компресиране, които са подходящи за различни типове данни и цели за оптимизация. Основните функции включват:

Компресиране на файлове

- gzencode()
- gzcompress()
- gzdeflate()
- bzcompress()

Компресиране на изображения

- Функцията `imagejpeg()` се използва за генериране на JPEG файл от определено изображение. Техниката за компресиране на JPEG е метод със загуби за компресиране на изображения, който използва човешкото възприятие и статистическите аспекти на данните за изображението, за да постигне отлични резултати. Подходът е сложен и включва много фази като трансформация на цветовото пространство, вземане на проби надолу, блоково разделяне, дискретно косинусово преобразуване, квантуване и кодиране на Хъфман.

- Функцията `imagewebp()` се използва за генериране на WebP файл от входното изображение. WebP е съвременен формат за изображения, който предлага подобрена компресия за снимки в интернет, както по отношение на запазване на качеството на изображението, така и на намаляване на размера на файла. Изображението е кодирано с помощта на предсказуемо кодиране, което също се използва от видео кодека VP8 за компресиране на ключови кадри.
- Функцията `imagepng()` се използва за генериране на PNG изображение от предоставено изображение и показването му или запазването му. PNG форматът използва техниката за компресиране DEFLATE, която е комбинация от алгоритъма LZ77 с кодирането на Хъфман.

За съжаление, PHP няма присъща библиотека, посветена на видео компресия. Компресирането на видео често включва използването на сложни методи и технологии, които не са директно включени в самия PHP. Има обаче няколко други инструмента и пакета, които често се използват за компресиране на видео заедно с PHP. Някои от тези библиотеки включват:

- FFmpeg е широко призната мултимедийна рамка, която дава възможност на разработчиците да редактират и обработват аудио и видео материали. FFmpeg има обширна поддръжка за широк набор от кодеци, формати и методи за компресиране [98].
- HandBrake е видео транскодер с отворен код, който предоставя сложни настройки за компресия и е лесен за използване. HandBrake е известен със своя лесен за използване интерфейс и способност да работи безпроблемно в различни операционни системи [99].
- x264 и x265: Тези библиотеки предлагат стабилни възможности за видео кодиране. x264 е предназначен предимно за H.264 видео компресия, докато x265 е специално проектиран за H.265 (HEVC) компресия [100].
- OpenCV е софтуерна библиотека, която се използва най-вече за задачи за компютърно зрение. Въпреки това, тя може да се използва и за видео компресия, като се използват различни алгоритми и методологии [101].

Различни методи за оптимизация, използвани при компресиране на изображения, файлове и видео, които са интегрирани с модерните езици за уеб програмиране и използвани в тази дипломна работа, са:

- Лемпел-Зив (LZ77),
- Кодиране на Хъфман,
- Дискретно косинусово преобразуване (DCT),
- Алгоритъм DEFLATE,
- Алгоритъм JPEG,
- Алгоритъм WebP.

2.4. Технологичен стек и инструменти - Изборът на правилните инструменти, които да се използват за разработване на уеб приложението за IMA-NET, изисква сериозно проучване на наличните опции. Въз основа на проучвания на най-популярните уеб технологии, използвани в днешно време, разработката на платформата е извършена с помощта на комбинация от HTML, CSS, JavaScript, PHP, Python и MySQL. Поради необходимостта от наличие на добре организирана

файлова система и структура, технологиите са внедрени в рамката на CodeIgniter. CodeIgniter, от друга страна, е PHP рамка, която подобрява възможностите на PHP, като предлага на разработчиците набор от инструменти и систематичен начин за ефективно и бързо изграждане на динамични уебсайтове [79]. Той е силно предпочитан заради изключителната си производителност, тъй като е по-лек и по-бърз от няколко други PHP рамки.

CodeIgniter използва шаблона за проектиране Model-View-Controller (MVC), който улеснява разделянето на отговорностите и подобрява организацията на структурата на кода. Софтуерът има интегрирани мерки за сигурност за предпазване от преобладаващи рискове като Cross-Site Request Forgery (CSRF) и Cross-Site Scripting (XSS) атаки.

CodeIgniter Framework имплементира модела MVC. index.php служи като преден контролер, инициализирайки основните ресурси, необходими за стартиране на CodeIgniter. Рутерът проверява HTTP заявката, за да определи какво трябва да се направи с нея. Ако съществува кеш файл, той се изпраща директно към браузъра, заобикаляйки средната защита при изпълнение на системата. Преди зареждане на контролера на приложението, HTTP заявката и всички подадени от потребителя данни се филтрират за сигурност. След това контролерът зарежда модела, основните библиотеки, помощниците и всички други ресурси, необходими за обработка на конкретната заявка. В крайна сметка финализиращият изглед се изобразява и след това се изпраща на уеб браузъра за преглед. Ако кеширането е активирано, изгледът се кешира първо, за да бъде обслужван при следващи заявки.

В заключение, CodeIgniter, конструиран с помощта на PHP, не само обхваща, но и разширява функционалностите на PHP, предоставяйки методичен и ефективен начин за разработване на онлайн приложения.

Подобно на PHP, Python е интерпретиран език за програмиране на високо ниво. Той е известен със своя ясен синтаксис, четливост и гъвкавост. Софтуерът улеснява няколко парадигми на програмиране, като процедурно, обектно-ориентирано и функционално програмиране. Философията на дизайна на Python набляга на четливостта и простотата на кода, което го прави популярен избор както за начинаещи, така и за експерти. Широката му употреба в авангардни области като науката за данните, машинното обучение и уеб разработката е доказателство за неговата гъвкавост и здравина.

MySQL е добре известна система за управление на релационни бази данни (RDBMS) с отворен код, която е високо ценена заради своята надеждност, ефективност и удобен за потребителя интерфейс. Софтуерният стек за уеб приложения LAMP (Linux, Apache, MySQL, Perl/PHP/Python) разчита в голяма степен на него като основен компонент.

MySQL се използва широко в уеб разработката поради своята стабилност, широк набор от функции и силна подкрепа от общността. Тя е особено популярна в ситуации, изискващи стабилна и мащабируема RDBMS. Значението на нейната интеграция с PHP и функцията му в LAMP стека подчертава неговото значение в средата за уеб разработка.

JavaScript Object Notation (JSON) е компактен формат, използван за обмен на данни. Хората намират четенето и писането за лесно, но роботите превъзхождат в анализирането и генерирането. Лекотата и четливостта на JSON го направиха предпочитана опция сред разработчиците за свързване с онлайн API и съхраняване на конфигурация и информация за състоянието. Широката му употреба може да се дължи на нейната простота, олекотен дизайн и възможността да се използва с всеки език за програмиране, което го прави жизнеспособна алтернатива за много програмни задачи [105].

DataTables е плъгин за jQuery JavaScript framework, който подобрява функционалността на HTML таблиците чрез предоставяне на гъвкави инструменти за подобрени контроли за взаимодействие. DataTables е специално създаден за безпроблемно взаимодействие със CSS рамки като Bootstrap, Foundation, Semantic UI и Material Design, съгласно принципите на прогресивно подобрене. DataTables е високо ценен за своя удобен за потребителя интерфейс, изчерпателна документация и адаптивност. Той има способността да обработва различни JSON формати за емисии и безпроблемно да се интегрира със скриптове за обработка от страна на сървъра на езици като PHP, .NET и Python.

ГЛАВА 3: Проект, структура и софтуерна реализация на Иновативна платформа за електронно управление на академична мрежа IMA-NET

Тази глава представя логиката и структурата на платформата, включително всички функции, предлагани от уеб приложението, заедно със софтуерната реализация на платформата, схемата на базата с данни и структурата на таблицата.

3.1. Проектиране на структурата на платформата IMA-NET - За постигане на желаните функционалности е проектирана структурата на платформата IMA-NET. Тя е показана на Фигура 10. Платформата IMA-NET се състои от няколко функции, както следва:

- Регистрация и удостоверяване,
- Многостепенни потребителски роли и разрешения,
- Опции за курсове и събития,
- Опции за анкети и обратна връзка,
- Статистически отчети, модели, обмен на съдържание.

Платформата IMA-NET поддържа три различни потребителски интерфейса:

- Администратор – координатор на поддържащия персонал на мрежата CEEPUS и платформата.

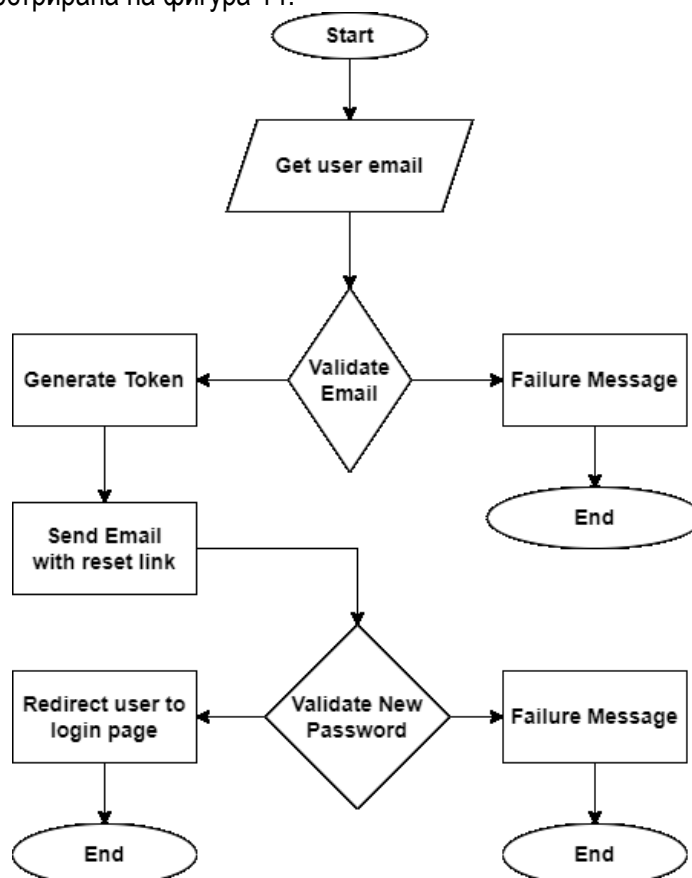
- Лектор – Преподаватели в CEEPUS мрежата.

- Студент – Студенти в CEEPUS мрежата.



Фигура 1: Структура на IMA-NET

3.1.1. Регистрация и достъпност - Идентификационните данни на администратора се създават по време на разработката на приложението. Всички останали потребители трябва да се регистрират в платформата. Когато се появи нова регистрация, системният администратор се уведомява по имейл, че нов потребител е поискал регистрация в системата. Администраторът има право да приема или отхвърля нови чакащи заявки. Имейл, съдържащ идентификационните данни на потребителя и връзката към входа, ще бъде изпратен на потребителя само ако бъде приет от суперпотребителя. администраторът има право да приеме или отхвърли нови чакащи заявки. Имейл, съдържащ идентификационните данни на потребителя и връзката към входа, ще бъде изпратен на потребителя само ако бъде приет от суперпотребителя. За обогатяване и улесняване на потребителското изживяване е предоставена връзка „забравена парола“ на екрана за вход. Блок-схемата на процеса е илюстрирана на фигура 14.



Фигура 2: Блок-схема за задаване на нова парола

3.1.2. Гъвкави курсове и събития – Тази функция обхваща всичко от създаването на модул до генерирането на сертификат за участие. Структурата на съвместната програма - гъвкав курс, се състои от три модула от различни лектори. Всеки модул трябва да има три лекции и три практически упражнения, които отговарят на формата и изискванията за мобилност на преподавателя по СЕЕПУС [73]. Модулите се създават от администратора. Съдържанието на модула е структурирано в съответствие с натоварването на мобилността на преподавателя по СЕЕПУС от 6 часа за мобилност и включва три лекции: теми L1, L2 и L3, както и три теми за практическа работа. P1, P2, P3. Правото за създаване на гъвкави курсове е дадено само на ролята „Администратор“.

Студентът има възможност да провери подробностите за предлаганите гъвкави курсове и да се запише в един от тях. След като се регистрира, този потребител ще има директен достъп до материалите, споделени от Лектора за конкретния гъвкав курс.

След като гъвкавият курс приключи, всички участници в него получават сертификат, генериран от уеб приложението. Сертификатът се генерира в PDF формат и може да бъде изтеглен по различни начини в зависимост от браузъра на потребителя.

Платформата IMA-NET предлага и управление на събития. Събитията се обработват по същия начин като гъвкавите курсове, което позволява на администратора да преглежда техните подробности, да ги създава, редактира или изтрива и да въвежда информация като име на събитието, локация, организатор, продължителност в дни, начална дата и крайна дата.

3.1.3. Анкети и въпросници - Уеб приложението IMA-NET поддържа три вида анкети. Те са:

- Анкета за темите,
- Формуляр за обратна връзка,
- Въпросник за мобилността.

Анкетата за темите може да се попълни от всички посетители на приложението, независимо дали са регистрирани в IMA-NET или не. На заглавната страница на приложението потребителите могат да намерят връзката, наречена „Take Survey“. След щракване, потребителят се пренасочва към страницата с анкетата. За разлика от анкетата за темите, формулярът за обратна връзка е достъпен само за регистрирани студенти и преподаватели, които са участвали в курс или събитие и двете потребителски роли имат достъп до отчета за обратна връзка в съответния панел в главното меню, като щракнат върху раздела „Обратна връзка“. Въпросникът е ексклузивен за студенти, които имат достъп до него от таблото си за управление, след като влязат в системата. Тази функция се намира в главното меню в раздела „Въпросник за мобилност“.

3.2. База със знания на платформата IMA-NET и структура на Базата с данни -

Платформата IMA-NET използва системата за управление на релационни бази данни MySQL за съхраняване на данните. Бяха създадени двадесет таблици за поддръжка на уеб приложението. Всяка от тези таблици има различни видове релации помежду си в зависимост от предназначението си. Всички горни таблици са поне във втората нормална форма. Нормализирането на данни в контекста на MySQL или всяка система за управление на релационни бази данни (RDBMS) е фундаментална концепция, насочена към ефективно организиране на данни и намаляване на излишъка.

ГЛАВА 4: Събиране на данни и статистическа обработка, моделиране и прогнозиране, алгоритъм за препоръки и базирано на правила внедряване на функции за компресиране на PHP. Методология за е-мениджмънт с платформата IMA-NET

Главата представя методологията за събиране на данни в платформата IMA-NET, статистическата обработка, включително корелация на Пиърсън и графичен дисплей, новия модел, базиран на ИИ и MLP класификатор, разработен за поведението на студентите спрямо мобилностите, новия алгоритъм за препоръки, разработен за поддръжка успешна организация на събития в мрежата и оценка на производителността на методите за компресиране на PHP.

4.1 Събиране на данни и статистическа обработка

Отговорите на студентите на анкети, включени в IMA-NET, са събрани, както следва:

- На събитията на CEEPUS – летни училища и гъвкави курсове, за да се подходи към студенти от различни страни на CEEPUS.
- В класове в партньорски ВУИ в страните от CEEPUS.
- Данните от Университета „Александър Моисиу“ в Дуръс, Албания и от Технически университет в София са събрани основно от докторанта.

4.1.1. Събиране на данни от преподаватели и създаване на база със знания -

Създадена е базата знания с темите, предоставени от преподавателите в мрежата CEEPUS, която формира основното ноу-хау на мрежата BG-1103. В момента в IMA-NET се предлагат 178 теми. Темите са категоризирани в пет групи:

1. Математически и/или теоретични методи
2. Социални, екологични и етични аспекти на съвременните научни изследвания
3. Софтуерни инструменти и/или хардуерно оборудване и/или измервателни уреди
4. Визия за бъдещото развитие в дадена научна област
5. Други теми

4.1.2. Събиране на данни от студенти за тематичното проучване и статистическа обработка - Анкетата за темите се използва за събиране на данни относно предпочитаните теми от студентите.

Статистическите методи, използвани за анализиране на данни, събрани от тематичното проучване са:

- Брой участниците от различни страни;
- Анализ на относителната честота за избор на първите пет теми по предпочитания;
- Таблица на всички теми заедно с общия брой студенти, избрали конкретната тема.

4.1.3. Събиране на данни и статистическа обработка на анкетите за обратна връзка – Формулярът за обратна връзка се използва за получаване на мнението на участниците в края на всеки гъвкав курс или събитие, организирано от академичната мрежа. Докладът за обратна връзка може да бъде попълнен от:

- Преподавател,
- Студент,
- Участник.

Въпросите във формуляра за обратна връзка леко се различават за всяка потребителска роля. Пълният списък с въпроси за всяка потребителска роля е предоставен в приложенията към дисертационния труд. Логиката на техническата обработка зад записа на формуляра за обратна връзка може да бъде описана със следните стъпки:

- Frontend валидиране на данните;
- Backend валидиране на данните;
- Запис на данните в Базата с данни;
- Пренасочване.

Статистическият анализ, извършен тук, е форма на описателна статистика, фокусирана върху пропорционалния анализ. Ние използваме кръгови диаграми, за да визуализираме разпределението на отговорите за всеки въпрос. Този вид анализ е полезен за показване на консенсус или еднаквост в отговорите. Кръговите диаграми се използват за графично илюстриране на резултатите от обратната връзка за конкретно събитие на CEEPUS.

4.1.4. Събиране на данни и статистическа обработка за въпросника за мобилност - Въпросникът за мобилност е четвъртата опция, която платформата IMA-NET предлага за събиране на данни. Това е ефективен инструмент, който помага на организаторите да засилят ангажираността на студентите в предлаганите от тях мобилности. Въпросите са изградени с помощта на тази рамка:

Бихте ли отишли за мобилност в тези страни, ако ви беше предоставена тази стипендия при тези условия?

Данните за безвъзмездните средства на стипендиите и списъкът с държави се вземат от „Началната страница на CEEPUS“ (ND) на уебсайта на CEEPUS относно сумата на стипендиите по CEEPUS, налична за студенти от страната на CEEPUS: държава, месечна стипендия.

Дефинирани са четири вида мобилности/събития по CEEPUS, наричани отсега нататък „условията“, които могат да бъдат изброени, както следва:

- Мобилност в рамките на събитие паралелно с конференция.
- Лятно училище.
- Специализирани курсове.
- Дългосрочно.

Две допълнителни условия се добавят към четирите предишни условия:

- Приемашката страна предлага безплатно настаняване (FA) на студенти в общежития.
- Изпращащата страна предлага възстановяване на средства за пътуване (TR).

Студентите трябва да отговорят, като изберат Да или Не, като посочат интереса си към мобилността/събитието, организирано в конкретната държава, в зависимост от стипендията. Има шест отделни въпроса за шестнадесет отделни държави, което води до общо деветдесет и шест въпроса. Всички въпроси са задължителни и всеки студент може да попълни тази анкета само веднъж.

Данните, получени от това проучване, се подлагат на статистически анализ, за да се извлекат значими изводи, като тези, изброени по-долу:

- **Описателна статистика:** Изчисляването на общия и средния резултат от предпочитанията за всяка страна попада в описателната статистика, тъй като данните се обобщават и описват по отношение на средни стойности.
- **Кръстосана таблица:** Самата таблица с резултатите може да се разглежда като кръстосана таблица, където се показва взаимодействието между две променливи: държава и специфични условия, свързани с мобилността.
- **Корелация на Пиърсън:** Корелационният метод на Pearson се използва за анализиране на връзката между положителните отговори за всяко условие и месечната стипендия, предлагани от страната домакин.

В момента 191 студенти от 15 страни по CEEPUS (с изключение на Чехия) са попълнили въпросника за мобилност в IMA-NET. Таблица V показва процента на положителните гласове, събрани от въпросника за мобилност.

Таблица I: Процент на положителни гласове, събрани от въпросника за мобилност

Страна	Месечна стипендия [EUR]	Бихте ли потърсили мобилност в една от следните държави, ако:					
		Нямате допълнителна подкрепа				Домакинът плаща за настаняване / предлага безплатно настаняване	Изпращащата страна подпомага пътните разходи
		Мобилността включва важни за вашата дисертация конференции	Посещавате лятно училище по тема, която ви интересува и получавате сертификат с ECTS	В приемащата институция ще следвате курсове, които са важни за вашето обучение	Посещавате за дългосрочни мобилности (3 - 4) месеца		
Албания	81	38%	35%	43%	24%	57%	49%
Австрия	1150	83%	87%	85%	73%	86%	83%
Босна и Херцеговина	360	44%	42%	47%	30%	57%	55%
България	500	53%	49%	51%	37%	59%	55%
Хърватия	173	52%	47%	50%	35%	58%	49%
Чехия	550	58%	62%	61%	51%	63%	63%
Унгария	440	60%	58%	60%	45%	66%	60%
Молдова	200	34%	36%	35%	25%	48%	43%
Черна гора	100	35%	36%	39%	29%	44%	48%
Северна Македония	100	28%	31%	30%	18%	35%	34%
Полша	466	57%	59%	56%	49%	66%	64%
Румъния	150	39%	37%	40%	25%	48%	46%

Сърбия	170	37%	35%	36%	26%	44%	42%
Словакия	734	57%	58%	57%	44%	64%	61%
Словения	360	56%	54%	53%	43%	63%	59%
Косово*	250	43%	40%	40%	27%	50%	49%

Въз основа на резултатите от Таблица V успяхме да изчислим инималния брой студенти, с които трябва да се свържем, за да получим положителен отговор за всяко условие за всяка държава. За да направим това, дефинирахме P_{xn} като процент на положителните отговори, където x е страната, а n е индексът на условията от 1 до 6. Процентът на положителните отговори ще се използва в следната формула: $q = \frac{100}{P_{xn}}$. Тогава се изчислява остатъкът $100 \bmod P_{xn}$. Ако остатъкът е нула, казваме, че минималният брой студенти, с които да се свържете, за да получите положителен отговор, е равен на q . В противен случай минималният брой студенти, с които да се свържете, е $q + 1$. Резултатите, получени от прилагането на горната формула, са представени в Таблица VI.

Таблица VI: Минимален брой студенти, с които да се свържем, за да получим положителен отговор

Страна	Месечна стипендия [EUR]	Бихте ли потърсили мобилност в една от следните държави, ако:					
		Нямате допълнителна подкрепа				Домакинът плаща за настаняване / предлага безплатно настаняване	Изпращащата страна подпомага пътните разходи
		Мобилността включва важни за вашата дисертация конференции	Посещават е лятно училище по тема, която ви интересува и получават е сертификат с ECTS	В приемащата институция ще следвате курсове, които са важни за вашето обучение	Посещавате за дългосрочни мобилности (3 - 4) месеца		
Албания	81	3	3	3	5	2	3
Австрия	1150	2	2	2	2	2	2
Босна и Херцеговина	360	3	3	3	4	2	2
България	500	2	3	2	3	2	2
Хърватия	173	2	3	2	3	2	3
Чехия	550	2	2	2	2	2	2
Унгария	440	2	2	2	3	2	2
Молдова	200	3	3	3	4	3	3
Черна гора	100	3	3	3	4	3	3
Северна Македония	100	4	4	4	6	3	3
Полша	466	2	2	2	3	2	1
Румъния	150	3	3	2	4	3	3
Сърбия	170	3	3	3	4	3	3
Словакия	734	2	2	2	3	1	2
Словения	360	2	2	2	3	2	2
Косово*	250	3	2	2	4	2	3

Освен това изчислимте границата на грешка на нашите положителни гласове, използвайки 95% ниво на сигурност, за да имаме по-статистически прецизен резултат. Първоначално определяме:

- ME като гранична грешка
- z като z-резултат, който е 1,96 за 95% ниво на сигурност
- P_{xn} като процент положителни отговори за всяко условие и държава
- n като размер на извадката, който в нашия случай е 191 студенти
- N като размер на населението, равен на 10 000, като се има предвид, че се интересуваме

от този брой студенти

Използва се следната формула:

$$ME = z * \sqrt{\frac{P_{xn} * (1 - P_{xn})}{n}} * \sqrt{\frac{N - n}{N - 1}}$$

Резултатите от това изчисление са отразени в таблица VII. Допустимата грешка за положителните отговори, които получихме за въпроса: Бихте ли отишли в Албания, ако мобилността предлага 81 евро като стипендия и мобилността включва конференции, важни за вашата дипломна работа, е 6,82%. Тъй като 38% беше процентът на положителните отговори за този въпрос, това означава, че сме 95% уверени, че можем да получим положителен отговор от популация от 10 000 студенти в рамките на 31,18% и 44,82% от популацията.

Таблица VII: Допустима грешка на положителни гласове, изчислена с 95% ниво на доверие

Страна	Месечна стипендия [EUR]	Бихте ли потърсили мобилност в една от следните държави, ако:					
		Нямате допълнителна подкрепа				Домакинът плаща за настаняване / предлага безплатно настаняване	Изпращащата страна подпомага пътните разходи
		Мобилността включва важни за вашата дисертация конференции	Посещавате лятно училище по тема, която ви интересува и получавате сертификат с ECTS	В приемателната институция ще следвате курсове, които са важни за вашето обучение	Посещавате за дългосрочна мобилност (3 - 4) месеца		
Албания	81	6.82%	6.70%	6.95%	6.00%	6.95%	7.02%
Австрия	1150	5.28%	4.72%	5.02%	6.24%	4.87%	5.28%
Босна и Херцеговина	360	6.97%	6.93%	7.01%	6.44%	6.95%	6.99%
България	500	7.01%	7.02%	7.02%	6.78%	6.91%	6.99%
Хърватия	173	7.02%	7.01%	7.02%	6.70%	6.93%	7.02%
Чехия	550	6.93%	6.82%	6.85%	7.02%	6.78%	6.78%
Унгария	440	6.88%	6.93%	6.88%	6.99%	6.65%	6.88%
Молдова	200	6.65%	6.74%	6.70%	6.08%	7.02%	6.95%

Черна гора	100	6.70%	6.74%	6.85%	6.37%	6.97%	7.02%
Северна Македония	100	6.31%	6.50%	6.44%	5.40%	6.70%	6.65%
Полша	466	6.95%	6.91%	6.97%	7.02%	6.65%	6.74%
Румъния	150	6.85%	6.78%	6.88%	6.08%	7.02%	7.00%
Сърбия	170	6.78%	6.70%	6.74%	6.16%	6.97%	6.93%
Словакия	734	6.95%	6.93%	6.95%	6.97%	6.74%	6.85%
Словения	360	6.97%	7.00%	7.01%	6.95%	6.78%	6.91%
Косово*	250	6.95%	6.88%	6.88%	6.24%	7.02%	7.02%

4.2. Моделиране на поведението на студентите спрямо мобилността базирано на ИИ и MLP Класификатор в платформата IMA-NET - Данните, събрани от въпросника за мобилност, се използват за обучение на ИИ модели, използвайки метода на невронните мрежи и неговия MLP класификатор. Работният процес на този процес може да се опише по следния начин:

1. Всеки път, когато студент попълни въпросника за мобилност, чрез терминала се извиква скрипт на Python. PHP скриптът предава масив от данни във формата JSON към скрипта на Python като полезен товар. Скриптът на Python има необходимия код за получаване на данните, декодирането им и използването им за обучение на нови модели въз основа на входа.

2. Всеки път, когато администраторът използва предиктора, входът, вмъкнат от последния, се изпраща до друг скрипт на Python, задействан от извикване на терминал в полезен товар във формат JSON. Скриптът отговаря за извличането на прогноза от обучените модели.

3. След това отговорът се връща от скрипта на Python към PHP с предвиденото решение на ученика, използвайки отново JSON формата.

Чрез използването на обученения модел можем ръчно да тестваме различни условия за всички държави, докато намерим минималните условия, които да бъдат включени в мобилността, за да получим положителен отговор от обученения модел. Резултатите от тези ръчни тестове са отразени в таблица VIII. Ръчното тестване беше извършено с помощта на алчния алгоритъм. Според този алгоритъм ние спираме търсенето в момента, в който намерим първия положителен отговор. Минималните условия, които трябва да бъдат включени в мобилността, са зададени със стойност 1.

Таблица VIII: Минимални условия за получаване на положителен отговор от обученения модел

Страна	Месечна стипендия [EUR]	Бихте ли потърсили мобилност в една от следните държави, ако:					
		Нямате допълнителна подкрепа				Домакинът плаща за настаняване / предлага безплатно настаняване	Изпращащата страна подпомага пътните разходи
		Мобилността включва важни за вашата дисертация конференции	Посещават лятно училище по тема, която ви интересува и получават сертификат с ECTS	В приемащата институция ще следват курсове, които са важни за вашето обучение	Посещават за дългосрочни и мобилност и (3 - 4) месеца		

Албания	81	1	0	0	0	1	1
Австрия	1150	1	0	0	1	0	0
Босна и Херцеговина	360	1	0	0	0	1	1
България	500	1	0	0	0	1	1
Хърватия	173	0	0	0	1	1	0
Чехия	550	1	0	0	0	1	1
Унгария	440	1	0	0	0	1	1
Молдова	200	1	0	0	0	1	1
Черна гора	100	1	0	0	0	1	1
Северна Македония	100	1	0	0	0	1	1
Полша	466	1	0	0	0	1	1
Румъния	150	1	0	0	0	1	1
Сърбия	170	1	0	0	0	1	1
Словакия	734	1	0	0	0	1	1
Словения	360	1	0	0	0	1	1
Косово*	250	1	0	0	0	1	1

Както е отразено в таблица VIII, за повечето държави е необходимо да се включат възстановяване на средствата за настаняване и пътуване заедно с важна конференция, за да се увеличи интересът на студентите към мобилност в тези страни.

4.3. Дефиниране и внедряване на алгоритъм за препоръки - Предлага се нов алгоритъм, който генерира препоръки за това как успешно да се организира CEEPUS събитие във всяка дадена държава.

Възстановяването на сумата за пътуване (TR) се определя, както следва:

- TR(държава, дом) = 0: Не се предоставя възстановяване на средства за пътуване от родната държава.

- TR(държава, дом) = 1: Възстановяването на сумата за пътуване се осигурява от изпращащата страна.

Безплатно настаняване се предоставя от Албания, Хърватия, Северна Македония, Сърбия и Словения като страни домакини.

Безплатното настаняване (FA) се определя, както следва:

- FA (държава, домакин) = 0: Страната домакин не предлага безплатно настаняване.

- FA (държава, домакин) = 1: Безплатно настаняване се предлага от страната домакин.

Определя се следното:

- %Да (държава, мобилност/събитие, FA, TR): Това представлява процентът положителни отговори за участие в мобилност/събитие в дадена държава, като се имат предвид различни комбинации от FA и TR.

След това се определя стойност на усилията за промоция (PAV) за мобилност/събитие по CEEPUS, което ще се проведе в държава:

- PAV (държава, мобилност/събитие) = 1 / %Да (държава, мобилност/събитие, FA, TR).

Стойностите на PAV се изчисляват за всеки отговор във въпросника за мобилност, където всяка клетка представлява данни, разпределени според изпращащите държави на респондентите. Ние също така определяме:

- % Да (изпращаща страна, държава домакин, мобилност/събитие, FA, TR).

Прагове от 50% за %Да и 2 за PAV се използват за разграничаване между различните организационни подходи. Стъпките на алгоритъма за оптимизиране на организацията или управлението на CEEPUS мобилност/събитие в избрана държава са както следва:

1. Оценете стойностите на %Да (държава, мобилност/събитие, FA=0, TR=0) и PAV (държава, мобилност/събитие, FA=0, TR=0).

2. Ако %Да (държава, мобилност/събитие, FA=0, TR=0) $\geq 50\%$ и PAV (държава, мобилност/събитие, FA=0, TR=0) ≤ 2 , събитието може да бъде популяризирано чрез Стандартна покана, която включва разпространение на хартиени носители и реклами в социалните медии около един месец преди крайния срок за кандидатстване.

3. Ако %Да (изпращаща държава, държава домакин, мобилност/събитие, FA \neq 0, TR \neq 0) е по-голямо от %Да (изпращащата държава, държава домакин, мобилност/събитие, FA=0, TR=0) с повече над 10%, възникват два варианта:

o Ако държавата по произход предоставя TR или страната домакин предлага FA, поканата трябва да подчертае тези предимства.

o Ако нито изпращащата държавата предоставя TR, нито държавата домакин предлага FA, трябва да се потърсят допълнителни съ-спонсори за покриване на тези разходи и увеличаване на интереса към мобилността/събитието.

Подходът може да бъде допълнително усъвършенстван, като се вземат предвид стойностите на %Да (изпращащата страна, държава домакин, мобилност/събитие, FA=0, TR=0).

Ние също така определяме приоритетни изпращащи държави (PHC) за насочване към мобилност/събитие в страна на CEEPUS:

- PHC (изпращаща страна, мобилност/събитие): Родна държава, за която % Да (изпращаща държава, домакинска държава, мобилност/събитие) $\geq 50\%$. В тези държави се прилага подходът на стандартното обаждане и се очаква повечето присъстващи да идват от тези държави, които може да са съседни или други, в зависимост от данните.

За държави без ПЗК:

- Ако % Да (изпращаща държава, държава домакин, мобилност/събитие) $< 50\%$ и PAV (изпращаща държава, страна домакин, мобилност/събитие, FA=0, TR=0) > 2 , по-силна промоция към по-голяма общност с трябва да се организират възможности за личен контакт, за да се мотивират кандидатите.

- Ако % Да (изпращаща държава, държава домакин, мобилност/събитие) = 0, информационна кампания, представяща програмата CEEPUS и мрежовите дейности, трябва да се проведе преди стартирането на поканата за кандидатстване.

Във всеки конкретен случай подгрупа от препоръки за организиране или управление на мобилност/събитие в избрана държава се извлича от следните седем опции:

1. Стандартна покана, разпространена чрез реклами на хартия и социални медии около един месец преди крайния срок за кандидатстване.

2. По-силна/персонализирана промоция към по-голяма общност с опции за личен контакт за мотивиране на кандидатите.

3. Информационна кампания, представяща програмата CEEPUS и мрежовите дейности преди стартирането на поканата.

4. Подчертаване на възстановяването на сумата за пътуване, предоставено от изпращащата страна в разговора.

5. Подчертаване в Поканата на безплатното настаняване, осигурено от страната домакин.

6. Търсене на допълнителни съ-спонсори за възстановяване на средства за пътуване от родната страна.

7. Търсене на допълнителни съ-спонсори за безплатно настаняване от страната домакин.

4.4. Оценка на ефективността на методите за компресиране на PHP – За да определим производителността на алгоритмите в съответните им категории за компресиране, ние измерихме времето за изпълнение и размера на файла както за методите за компресиране без загуби, така и за методите за компресия със загуби. Експериментите бяха проведени на два отделни сървъра на Apache, сървър 1 и сървър 2, със съответните им технически характеристики, дадени в таблица IX.

Таблица II: Спецификации на сървъра

Име на сървъра	CPU	CPU in MHz	HDD	RAM	OS	PHP версия
Сървър 1	AMD Ryzen 9 3900 12-core	3094	650 G	16 G	Linux	7.2.34
Сървър 2	AMD EPYC Процесор	2350	256 G	8 G	Linux	7.4.33

Резултатите от тестването на функциите за компресия без загуби на сървър 1 и сървър 2 са представени в таблица X и таблица XI.

Таблица III: Резултати за методите за компресия без загуби на сървър 1

Име на файла	Име на сървъра	Метод на компресия	Оригинален размер на файла (MB)	Размер на компресирания файл (MB)	Време за изпълнения (Sec)
1mbtest.doc	Server 1	gzencode	1	0.76	0.033
15mbtest.doc	Server 1	gzencode	16	10.1	0.49
121mbtest.doc	Server 1	gzencode	127	80.2	3.85
485mbtest.doc	Server 1	gzencode	509	320.4	15.73
1mbtest.doc	Server 1	gzcompress	1	0.75	0.033
15mbtest.doc	Server 1	gzcompress	16	10	0.47
121mbtest.doc	Server 1	gzcompress	127	80	3.82
485mbtest.doc	Server 1	gzcompress	509	320	15.29
1mbtest.doc	Server 1	gzdeflate	1	0.75	0.032
15mbtest.doc	Server 1	gzdeflate	16	10.1	0.46
121mbtest.doc	Server 1	gzdeflate	127	80	3.8
485mbtest.doc	Server 1	gzdeflate	509	320.4	15.31
1mbtest.doc	Server 1	bzcompress	1	0.79	0.15
15mbtest.doc	Server 1	bzcompress	16	9.9	1.8
121mbtest.doc	Server 1	bzcompress	127	78	13.7
485mbtest.doc	Server 1	bzcompress	509	310	32.6

Таблица IV: : Резултати за методите за компресия без загуби на сървър 2

Име на файла	Име на сървъра	Метод на компресия	Оригинален размер на файла (MB)	Размер на компресирания файл (MB)	Време за изпълнения (Sec)
1mbtest.doc	Server 2	Gzencode	1	0.76	0.047
15mbtest.doc	Server 2	Gzencode	16	10.1	0.63
121mbtest.doc	Server 2	Gzencode	127	80.2	5.1
485mbtest.doc	Server 2	Gzencode	509	320.4	19.1
1mbtest.doc	Server 2	gzcompress	1	0.75	0.044

Име на файла	Име на сървъра	Метод на компресия	Оригинален размер на файла (МВ)	Размер на компресирания файл (МВ)	Време за изпълнение (Sec)
15mbtest.doc	Server 2	gzipcompress	16	10	0.65
121mbtest.doc	Server 2	gzipcompress	127	80	4.7
485mbtest.doc	Server 2	gzipcompress	509	320	19.2
1mbtest.doc	Server 2	Gzdeflate	1	0.76	0.05
15mbtest.doc	Server 2	Gzdeflate	16	10.1	0.6
121mbtest.doc	Server 2	Gzdeflate	127	80	4.8
485mbtest.doc	Server 2	Gzdeflate	509	320.4	19.1
1mbtest.doc	Server 2	bzcompress	1	0.79	0.26
15mbtest.doc	Server 2	bzcompress	16	9.9	2.8
121mbtest.doc	Server 2	bzcompress	127	78	21.7
485mbtest.doc	Server 2	bzcompress	509	310	42.6

Разликата във времето за изпълнение между сървър 1 и сървър 2 може да се дължи на превъзходящите характеристики на сървър 1. Освен това е важно да се отбележи, че първоначалните три техники, а именно gzencode, gzipcompress и gzdeflate, използват идентичен алгоритъм DEFLATE. Следователно това сходство обяснява минималното несъответствие във времето за изпълнение и размера на компресирания файл в тези три алгоритъма. В обобщение, алгоритъмът DEFLATE превъзхожда b2zip в проведените тестове в тези два контекста.

Тестовите бяха проведени само на сървър 1, както се вижда от гореспоменатите резултати. Алгоритмите без загуба имат за цел да запазят всяка част от оригиналния файл, докато методите със загуба осигуряват гъвкавост при определяне на желаното ниво на влошаване на качеството. Ето защо таблица XII включва допълнителна колона с надпис „качество“.

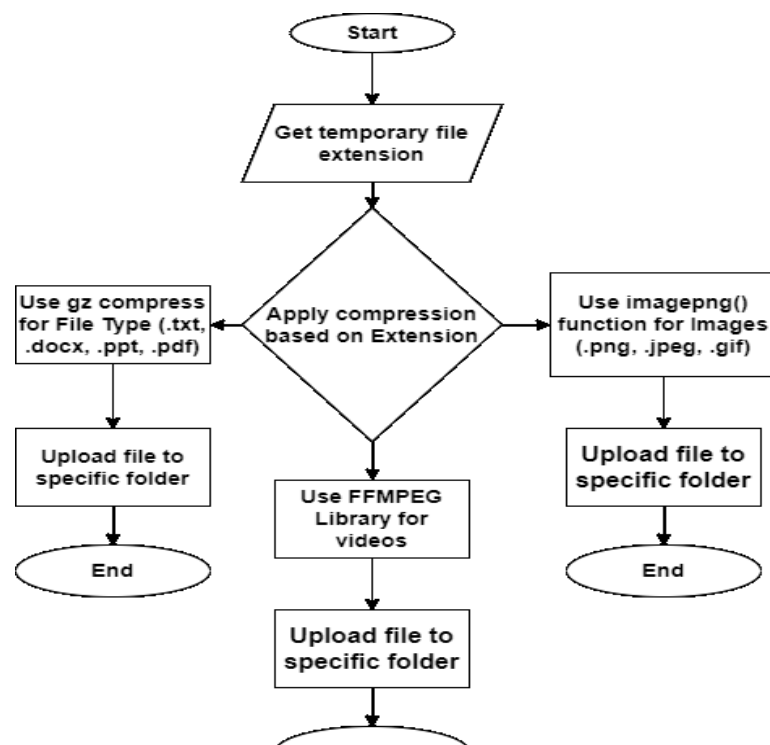
Таблица V: Резултати за методите за компресия със загуби на сървър 1

Име на файла	Име на сървъра	Метод за компресия	Оригинален размер на файла (МВ)	Размер на компресирания файл (МВ)	Качество	Време за изпълнение (Sec)
1mb.jpg	Server 1	image jpeg	1	0.1	0	0.025
1mb.jpg	Server 1	Imagejpeg	1	0.19	50	0.026
1mb.jpg	Server 1	Imagejpeg	1	2.1	100	0.05
10mb.jpg	Server 1	Imagejpeg	10	0.7	0	0.15
10mb.jpg	Server 1	imagejpeg	10	3.4	50	0.18
10mb.jpg	Server 1	Imagejpeg	10	20.5	100	0.36
30mb.jpg	Server 1	Imagejpeg	30	1.7	0	0.31
30mb.jpg	Server 1	imagejpeg	30	10.5	50	0.4
30mb.jpg	Server 1	image jpeg	30	54	100	1
05mb.webp	Server 1	Imagewebp	0.05	0.01	0	0.3
05mb.webp	Server 1	Imagewebp	0.05	0.02	50	0.28
05mb.webp	Server 1	Imagewebp	0.05	0.1	100	0.32
5mb.webp	Server 1	Imagewebp	5	0.03	0	0.72
5mb.webp	Server 1	Imagewebp	5	0.06	50	0.82
5mb.webp	Server 1	Imagewebp	5	2.6	100	0.36
14mb.webp	Server 1	Imagewebp	14	0.1	0	2.3
14mb.webp	Server 1	Imagewebp	14	0.21	50	2.58
14mb.webp	Server 1	Imagewebp	14	7	100	13
1mb.jpg	Server 1	Imagepng	1	1.4	0	0.023

Име на файла	Сервер	Име на сървъра	Метод за компресия	Оригинален размер на файла (МВ)	Размер на компресирания файл (МВ)	Качество	Време за изпълнение (Sec)
1mb.jpg	Server 1	Server 1	Imagepng	1	0.8	5	0.08
1mb.jpg	Server 1	Server 1	Imagepng	1	0.8	9	0.1
10mb.jpg	Server 1	Server 1	Imagepng	10	0.8	0	0.25
10mb.jpg	Server 1	Server 1	Imagepng	10	9	5	1.2
10mb.jpg	Server 1	Server 1	Imagepng	10	8.7	9	4.7
30mb.jpg	Server 1	Server 1	Imagepng	30	62	0	0.89
30mb.jpg	Server 1	Server 1	Imagepng	30	26	5	4.85
30mb.jpg	Server 1	Server 1	Imagepng	30	25	9	19.5

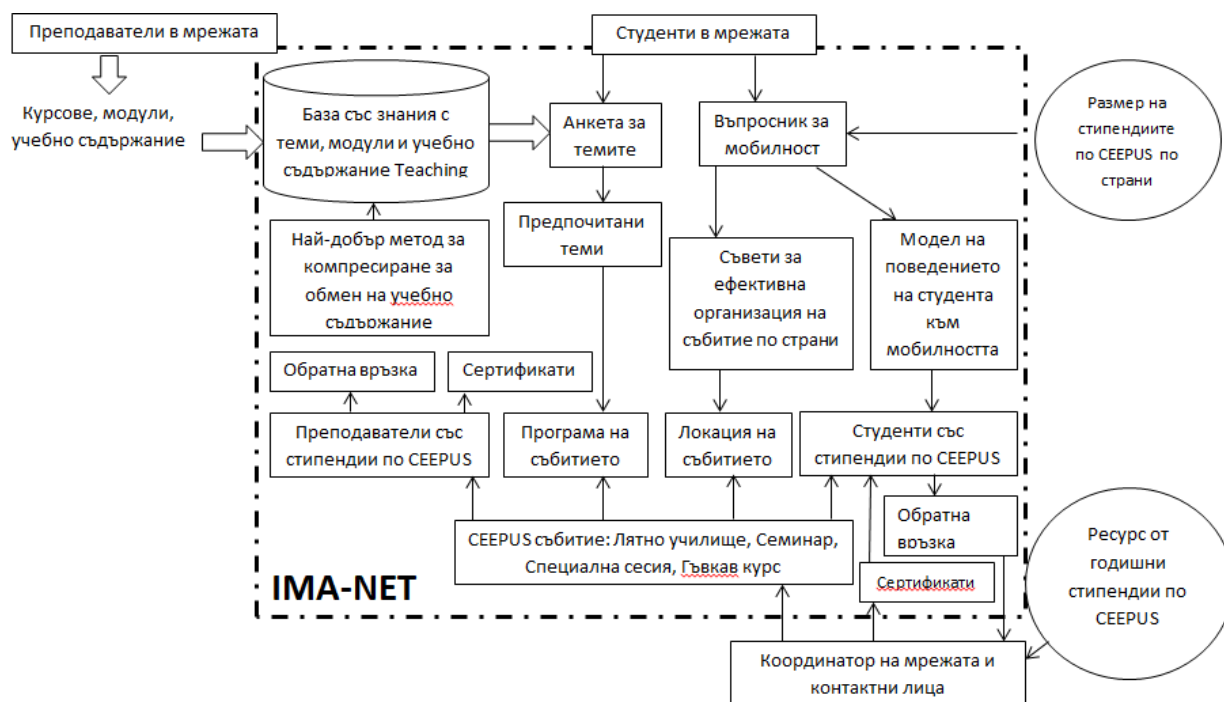
Таблица XII показва, че техниките за компресиране на jpeg и png са по-бързи от webp. Въпреки това, за форматите jpeg и png, въпреки използването на методи за компресиране, размерът на файла се увеличава два пъти, когато параметърът за качество е зададен на 100 в случай на JPG или 0 в случай на PNG.

4.5 Имплементиране в IMA-NET на тестовите резултати от сравнението на функциите за компресиране - Въз основа на горните резултати, внедрихме алгоритъм за вземане на решения, който ще избере кой от горните методи за компресиране да се приложи въз основа на размера и типа на файла, който потребителят ще качи. Блок-схемата е илюстрирана на фигура 42.



Фигура 3: Блок-схема за вземане на решения за метода на компресиране

4.6. Методология за ефективно електронно управление на СЕЕРУС мрежата, внедряваща функциите на платформата IMA-NET - Фигура 43 показва как успяхме да интегрираме платформата IMA-NET в академичната мрежа заедно с всички инструменти, методи и алгоритми, които разработихме. Той дава общ поглед върху цялото изследване, включително всички участници и външни условия, които са част от или влияят върху системата.



Фигура 43: Методология за ефективно електронно управление на CEEPUS мрежата, внедряваща функциите на платформата IMA-NET

ГЛАВА 5 Пробация, практическо прилагане, резултати и въздействие на платформата IMA-NET

IMA-NET беше апробирана дванадесет пъти на различни гъвкави курсове или събития, които ни помогнаха да съберем резултатите, които ще бъдат представени в тази глава. Можем да ги изброим, както следва:

Гъвкави курсове

- Flexible course - UBT, 11-17.07.2021.
- Flexible course on Academic English - TUS, 30.05.2022-03.06.2022.
- Flexible course "CEEPUS Doctoral School" – UBT, 30.11.2023.
- Flexible course - Doctoral School on Information Literacy, Applied Mathematics, and Advanced Communications – TUS, 28.05.2023.
- Flexible course "CEEPUS Summer School-Part1" - TU-Graz, Austria, 06.07.2023-15.07.2023.
- Flexible course "CEEPUS Summer School-Part 2" - TU-Graz, Austria, 06.07.2023-15.07.2023.
- Flexible course "CEEPUS Summer School-Part 3" - TU-Graz, Austria, 06.07.2023-15.07.2023.
- Flexible course "CEEPUS Summer School-Training" - TU-Graz, Austria, 06.07.2023-15.07.2023.

Събития

- CEEPUS Workshop and Coordination meeting, TU-Sofia, Bulgaria, 02.06.2022.
- Module, "Design Science Research paradigm," offered in the framework of CEEPUS from Prof. DSc Malgorzata Pankowska from the University of Economics in Katowice, Poland, Pecs, Hungary, 10.05.2021.
- Special CEEPUS Session at the UBT – International Conference in Pristina, Kosovo, 30-31.10.2021, 04-05.11.2021.

- CEEPUS Summer School “Modeling and simulation for advanced telecommunications and global impact,” University of Maribor, Slovenia, 02-13.07,2024

5.1 Ангажираност на потребителите и демография - В момента в платформата IMA-NET има 579 регистрирани потребители. От това можем да изброим:

- Един системен администратор
- 75 преподаватели
- 503 студенти

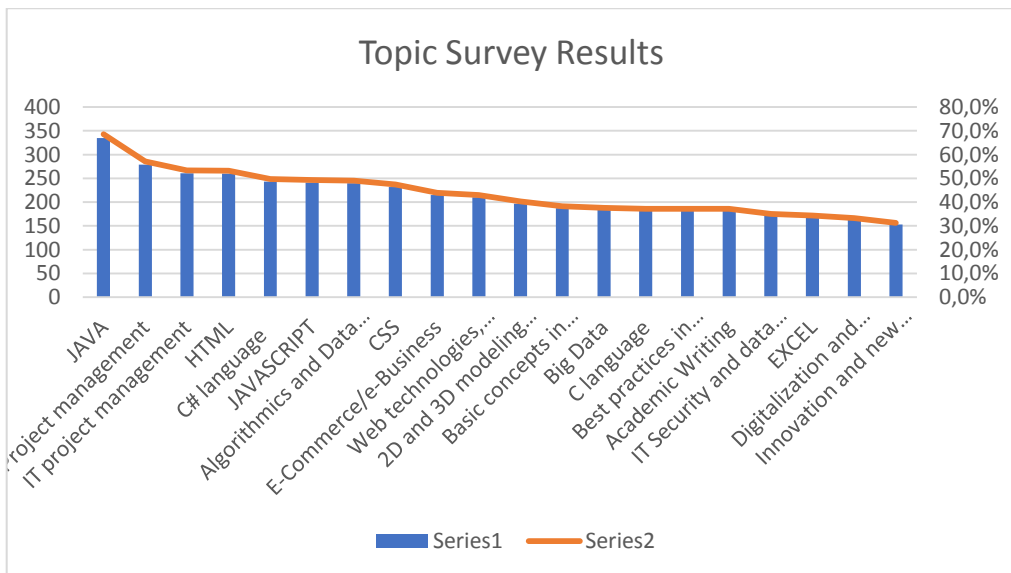
Значителна част от потребителската база, включваща 212 лица, произхожда от Косово. След Косово, България се очертава като втората по големина потребителска демография с 94 потребители, което е показателно за привлекателността и полезността на приложението в българската академична общност.

Таблица VI: Гранична грешка на IMA-NET основана на броя регистрирани студенти от CEEPUS страна

СЕЕПУС страна	Брой регистрирани потребители от страната	Гранична грешка
Албания	72	11.28%
Австрия	7	36.28%
Босна и Херцеговина	5	42.93%
България	94	9.86%
Хърватия	4	48.00%
Чехия	9	31.99%
Унгария	12	27.70%
Молдова	15	24.77%
Черна гора	32	16.95%
Северна Македония	7	36.28%
Полша	16	23.99%
Румъния	7	36.28%
Сърбия	11	28.94%
Словакия	3	55.43%
Словения	56	12.80%
Косово*	212	6.52%

Тази разнообразна потребителска демография илюстрира широкото приемане на приложението и потенциала му като универсален образователен инструмент, адаптивен към различни регионални и културни контексти. Географското разпространение на неговата потребителска база служи като свидетелство за неговия универсален дизайн и подход, обслужващ широк спектър от академични нужди и предпочитания в цяла Европа.

5.2 Анализ на данните, генерирани от потребителите – Анкетата за темите представлява основен компонент за този анализ. В проучването участваха 615 студента и избраха своите 10 най-предпочитани теми от изчерпателен списък от 176 теми. Java се очертава като преобладаващ обект на интерес, с 335 гласа, което е показателно за нейния първостепенен статус в съвременното обучение по програмиране. Следват управлението на проекти с 279 гласа, ИТ и управление на проекти с 261 гласа, HTML с 260 гласа и С# с 243 гласа. Фигура 45 представя 20-те най-предпочитани от студентите теми и имат процентна одобрение от поне 30%. Доминиращата категория е „Софтуерни инструменти и/или хардуерно оборудване и/или софтуерни инструменти за измервателни уреди“ с шест теми, следвана от „Визия за бъдещото развитие в някои научни области“ с три теми, „Социални, екологични и етични аспекти на научните изследвания в днешно време“, „Математически и/или теоретични методи“ и „Други“, всеки с по 2 теми.



Фигура 4: Теми в IMA-NET с повече от 30% предпочитания според резултатите от анкетата за темите

Таблица VII: Интерес на студентите към курсове, фокусирани върху Автоматизирано проектиране, моделиране и симулация

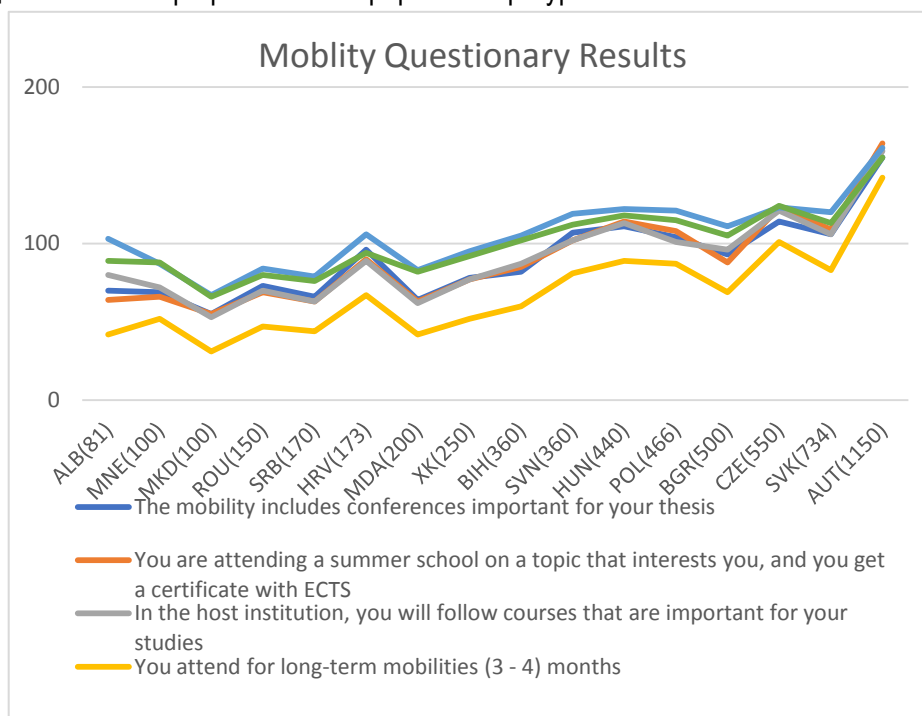
Тема	Брой студенти избрали темата
2D и 3D моделиране и чертане в системите за автоматизирано проектиране	197
Автоматизирано проектиране за зелени комуникациите	146
AutoCAD	135
Интелигентен енергиен мениджмънт и зелена трансформация	121
Ansys (лицензиран софтуер за метода на крайните елементи)	77
MATLAB (Global Optimization Toolbox)	57
Оптимизация и изкуствен интелект за IoT за зелена трансформация	51
MATLAB-Simulink, Stella, TIA portal, GX IEC Developer, Dymola, Modelica	43
MATLAB (Global Optimization Toolbox):	40
Интердисциплинарно обучение по моделиране и симулация	38
MATLAB (Optimization Toolbox)	37
Статистическо моделиране, проектиране и оптимизация на електронни схеми и системи	32
Математическо моделиране	31
Език VHDL	31
Непрекъснато и прекъснато моделиране и симулация	30
LabVIEW	30
Моделиране на индустриални процеси	29
Нанокомуникационни устройства	28
Нанокомуникационни мрежи	25
Онлайн инструменти за автоматизирано проектиране в електрониката	24
MATLAB (Symbolic Math Toolbox) i,® MuPAD notebook	23
MATLAB (Optimization Toolbox):	22
Spice-базирани инструменти за автоматизирано проектиране	21
Генератори на псевдо-случайни числа и битове със софтуерни и хардуерни реализации	17
ISE, Vivado (Xilinx), Quartus II (Altera), Warp 2 (Cypress)	13
Инструменти в Nanohub	12

В допълнение към положителната обратна връзка от въпросника след събитието, се събират допълнителни данни от система от въпросници, оценяваща предпочитанията за студентска мобилност в рамките на мрежата CEEPUS. Първоначално направихме корелационен анализ между безвъзмездната помощ и други условия на въпросника, за да проверим въздействието му върху общия резултат.

Таблица VIII: Корелационни коефициенти на Пиърсън между стипендията и условията на мобилност

Условие	Стойност на корелационния коефициент	p
Мобилността включва важни за вашата дисертация конференции	0.88	7.17×10^{-7}
Посещавате лятно училище по тема, която ви интересува, и получавате сертификат с ECTS	0.94	1.81×10^{-9}
В приемащата институция ще следвате курсове, които са важни за вашето обучение	0.89	5.18×10^{-7}
Дългосрочни мобилности (3 - 4) месеца	0.92	3.33×10^{-8}
Домакинът плаща за настаняване / предлага безплатно настаняване	0.82	2.18×10^{-5}
Изпращащата страна подпомага пътните разходи	0.88	6.44×10^{-7}

За да помогнем да проверим тази връзка, е построена графика от всички отговори, събрани от студентите. Тази графика е илюстрирана на фигура 48.



Фигура 5: Резултати от въпросника за мобилностите в IMA-NET

Графиката показва, че имаме нарастваща тенденция на положителни отговори, тъй като колкото повече нараства безвъзмездната помощ. Задълбочавайки се в анализа на диаграмата, може да се види, че субсидията не е единственият важен фактор, тъй като страната, в която се осъществява мобилността, също оказва влияние. Някои дестинации изглеждат по-малко популярни, което изисква повече усилия за тяхното популяризиране, информационна кампания, срещи и т.н. Алгоритъмът за препоръки за събития в мрежата и инструментът Predictor могат да бъдат от голяма помощ в тази посока. CEEPUS мрежата BG-1103 е потвърждение в тази насока, тъй като всяка година има повече от 8 входящи CEEPUS мобилности към български висши училища.

НАУЧНИ, НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Научните приноси в дисертационния труд са:

1. Литератен обзор за развитието в електронното управление: Предоставя критичен преглед на съществуващите инструменти за електронно управление и идентифицира пропуски в управлението на академичната мрежа и тяхното прилагане в преподаването, фокусирано върху автоматизация на проектирането, моделиране, симулация и ИКТ.
2. Събрани са данни за предпочитанията на студентите по отношение на курсове и възможности за мобилност в рамките на академичната мрежа. Събраните данни са обработени статистически, за да се анализират интересите на студентите към теми като автоматизирано проектиране, моделиране, симулация и ИКТ. Доверителният интервал на оценките е 95%, общата марж грешка за целия регион на CEEPUS е 4,38%, а марж грешките за държава варират от 6,52% за Косово до 55,43% за Словакия. Допустимата грешка на статистическите резултати, получени от български респонденти, е 9,86%.
3. Чрез сравнителен подход са избрани най-добрите методи за компресиране на съдържание за подобряване на обмена на електронно съдържание между студенти и преподаватели в академичната мрежа.
4. Разработен е модел на поведение на студентите по отношение на мобилността в рамките на академичната мрежа, базиран на ИИ и Многослоен перцептронен класификатор, за да се препоръчат информационни подходи към студентската общност и да се ангажират мотивирани присъстващи в мрежови образователни дейности и събития. Изчислява се минималният брой студенти, с които трябва да се осъществи контакт за намиране на бъдещ кандидат за всяка опция за мобилност, както и се идентифицират условията, които биха променили отрицателния към положителния отговор.
5. Процесът на организиране на образователни събития в рамките на академичната мрежа е формализиран и е разработен нов алгоритъм за генериране на препоръки за постигане на максимална ефективност на мрежата.

Научно-приложните приноси в дисертационния труд са:

6. Дефинирана е структурата на иновативна платформа за електронно управление на академична мрежа с набор от функции: Вход/Изход, Множество потребителски нива. Интерактивност преподавател-студент, управление на курсове, управление на събития, генериране на анкети, отчети за обратна връзка, генериране на сертификати.
7. Разработена е методология за ефективно електронно управление на академичната мрежа, прилагаща функциите на платформата IMA-NET
8. Събрана е информация от преподавателите в академичната мрежа CEEPUS и е създадена база от знания за курсове по автоматизация на проектирането, моделиране, симулация и ИКТ.

Приложните приноси в дисертационния труд са:

9. Проектиран е и е разработен софтуер като уеб приложение на Иновативната платформа за електронно управление за академична мрежа IMA-NET, която подобрява административната ефективност и ангажираността на потребителите в образователните програми.
10. Направени са практически изводи от анализа на ангажираността на потребителите и удовлетворението: Представени са изводи за потребителските предпочитания, удовлетворение и ангажираност чрез анализ на данни от въпросници, подпомагайки преподавателите и разработчиците на платформи при подобряване на съдържанието за електронно обучение и потребителския опит.
11. Разработен е инструмент за прогнозиране на образователна мобилност, прилагащ функция за прогнозиране в рамките на платформата за електронно обучение за прогнозиране на тенденциите в мобилността на студентите, предлагайки на студентите и преподавателите практически инструмент за вземане на информирани решения относно международните образователни възможности. Граничната грешка, получена въз основа на данните, събрани във въпросника за мобилност с ниво на достоверност 95%, е между 6% и 7,02%.
12. Подобро е управлението и предоставянето на образователни програми: Разработването и внедряването на уеб приложението специално за управление на лятно училище представлява

пряко приложение на резултатите от изследването за посрещане на образователни нужди в реалния свят, демонстрирайки практическото въздействие на тезата върху подобряването на образователните управление и доставка на програмата.

Внедряването на IMA-NET, събраните данни и техният анализ позволиха изборът на актуални и атрактивни теми в CAD, моделиране и симулация и включването им в редовните курсове в университетите, например новата учебна програма на новия курс „Моделиране на Телекомуникационни процеси и системи” за студенти-бакалаври във Факултета по телекомуникации на Технически университет – София, България.

СПИСЪК С НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Следва списъкът с научните публикации по дисертационния труд:

1. Marinova, G. I., & Tola, K. L. (2020). IMA-NET: Innovative e-management platform for academic network. In 2020 55th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST) (pp. 69-72). Niš, Serbia. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICEST49890.2020.9232857>
Indexed in: IEEEXplore, SCOPUS, WoS, <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85096696117&origin=resultslist> <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000632707400016>
2. Tola, K., Marinova, G., & Hajrizi, E. (2021). Probation of IMA-NET platform in the framework of flexible CEEPUS course at the Summer Academia in UBT. UBT International Conference 2021, IC-UBT 2021, 1-12. Pristine, Kosovo
3. Tola, K., Marinova, G., & Hajrizi, E. (2021). Probation of IMA-NET platform in the framework of flexible CEEPUS course at the Summer Academia in UBT. International Journal of Business and Technology, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.33107/ijbte.2021.6.3.21>
Available at: <https://knowledgecenter.ubt-uni.net/ijbte/vol9/iss1/23> Journal
4. Tola, K. L., & Marinova, G. I. (2022). Review on e-management approach, methods, and implementation platforms. In 2022 57th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST) (pp. 1-4). Ohrid, North Macedonia. IEEE. Indexed in IEEEXplore, SCOPUS, WoS
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85136090143&origin=resultslist>
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000948177200046>
5. Tola, K. L. (2023). Comparative study of compression functions in modern web programming languages. In 2023 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN) (pp. 1-5). Craiova, Romania. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290843>, Indexed in IEEEXplore, SCOPUS
6. Tola, K. L., & Marinova, G. I. (2023). Comparison and rule-based implementation in IMA-NET of PHP compression functions. In 2023 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN) (pp. 1-6). Craiova, Romania. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290817>
Indexed in IEEEXplore, SCOPUS
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85177579316&origin=resultslist>.
7. Marinova G., K. Tola, Innovations in a CEEPUS academic network and their impact on management effectiveness and research achievements, Digital Transformation, perspective development, and value creation - Research Case Studies, Pankowska, M. (Ed.). (2023). Digital transformation, perspective development, and value creation - Research case studies (pp. 3-23). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781003376583>
ISBN: 9781003376583 (eBook), 9781032453569 (Paperback), 9781032453408 (Hardcover).
<https://www.routledge.com/Digital-Transformation-Perspective-Development-and-Value-Creation-Research/Pankowska/p/book/9781032453408>, Book Chapter
8. Tola, K., & Marinova, G. (2024). Data processing and modeling for CEEPUS academic event optimal management in the IMA-NET platform. IFAC-PapersOnLine, 58(3), 209-214. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.07.152>,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896324002350>
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85201554397&origin=resultslist>

SUMMARY

The thesis entitled "Development of Innovative Methods and Tools for e-learning and e-management in the Area of Computer-Aided Design" is a joint work of the doctoral student MSc. Krisel Tola and his supervisor, Assoc. Prof. Dr. Galia Marinova. The thesis is conducted within the Joint Doctoral Program "These en Cotutelle" scope in the CEEPUS NETWORK number: CIII-BG-1103-03-1920. The program addresses Modelling, Simulation, and Computer-aided Design in Engineering and Management.

The thesis focuses on an interdisciplinary problem requiring a comprehensive approach, incorporating expertise in computer-aided design, the Information and Communication Technology domain, and software development. For the reason, the thesis is co-supervised with Assoc. Prof. Galia Marinova from Technical University of Sofia, Bulgaria having an expertise in Computer-Aided-Design.

This study focuses on improving the current state of the CEEPUS academic network through the development of innovative methods and the use of applications in the fields of e-management and e-learning. Furthermore, it examines existing web applications and tools commonly used today, with a particular emphasis on their applications in e-learning. The study also delves into the programming languages and frameworks that support these tools, providing insights into their functionality and potential for enhancing the efficiency and accessibility of the academic network.

In the beginning of the study, readers are introduced to the current situation of web applications and tools offered by the subareas of e-management. Three main fields are analyzed in parallel, e-management and its subareas, programming languages used to create the tools part of this area and the challenges in Teaching Computer-aided Design, Modeling, Simulation, and ICT in Academic Network.

The academic networks usually organize interdisciplinary studies and intensive or joint study programs implementing a certain number of granted student and teacher mobilities. Although there is a large number of web applications being used in universities nowadays, and besides the fact that each of these institutions tends to create new software or modify an existing e-learning or e-management tool according to their needs, we couldn't find an e-learning system designed specifically for an academic network that could manage summer schools or events organized by these institutions.

Three mathematical models and six optimization methods are presented in this research work. The mathematical methods utilized in this study aim to increase the number of participants in mobilities organized by the academic network. Meanwhile the optimization methods studied are part of compression algorithms that aims to increase performance and save storage of a web application by reducing the file size while giving the possibility to the users to share files between each other.

A new recommendation algorithm is defined that aims to successfully organize and manage a CEEPUS event in any CEEPUS country, with the number of student participants exceeding a threshold. The strong correlation between the grant amount and a student's interest in participating in a mobility or event in a specific country introduces the risk of concentrating most or all mobilities or events in countries offering higher grants, potentially sidelining countries with lower grants.

An innovative web application called IMA-NET is developed, tailored for managing summer schools addresses a practical need, offering an innovative solution where generic tools are insufficient. This platform enhances administrative efficiency and user engagement in educational programs

This study has made a significant contribution to academic networks like CEEPUS, which consistently aim to increase the number of students participating in their organized events and mobility programs. It provides support in managing surveys, collecting, and organizing data, as well as creating a valuable knowledge base. This knowledge base is processed using statistical methods to aid in the effective allocation of funds and grants, thereby enhancing the network's overall functionality and impact.