



ИНСТИТУТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

**„Средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна
цел на цифрови културни ресурси“**

АВТОРЕФЕРАТ

Александра Кръстанова Николова

за придобиване на образователна и научна степен "доктор" по професионално
направление 4.6. Информатика и компютърни науки, докторска програма „Информатика“

Научен ръководител: проф. д-р Радослав Павлов

София

2021

Съдържание

Глава 1. Обща характеристика на дисертационния труд.....	3
1.1. Актуалност на проблема.....	3
1.2. Обект, предмет, цел и задачи на изследването.....	3
1.3. Структура и обем на дисертационния труд.....	4
Глава 2. Средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.....	5
2.1. Модели използвани в процеса на обучение.....	5
2.2. Цифрово разказване на истории.....	6
2.3. Сериозни игри в обучението.....	6
2.4. Други инструменти за представяне на цифрови културни ресурси.....	9
2.5. Сравнителен анализ на решения за контекстно-зависимо използване на ресурси с учебна цел за деца.....	10
Глава 3. Модели, софтуерни компоненти и среда за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.....	13
3.1. Модел за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.....	13
3.1. Софтуерни компоненти за визуализиране на цифрови културни ресурси за игри в уеб браузър ...	14
3.3. Виртуална триизмерна учебна среда.....	16
3.4. Онлайн платформа за управление на учебни ресурси.....	17
Глава 4. Реализация и имплементация на модели, софтуерни компоненти и среда.....	19
4.1. Компонент за визуализиране на цифрови културни ресурси за игри в уеб браузър.....	19
4.2. Компонент за представяне на виртуална триизмерна учебна среда онлайн.....	20
4.3. Онлайн платформа за управление и презентиране на цифрови културни ресурси с учебна цел за деца.....	22
Глава 5. Експериментално внедряване и анализ на резултатното тестване.....	23
5.1. Методология на тестването.....	23
5.2. Експерименти, внедряване и резултати.....	25
Глава 6. Приноси на дисертационния труд.....	26
Заклучение.....	27
Литература.....	29
Списък на авторските публикации по темата на дисертацията.....	31
Списък на цитирания.....	31
Списък на докладвани резултати.....	31

Глава 1. Обща характеристика на дисертационния труд

1.1. Актуалност на проблема

Бързото развитие на новите технологии, средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси предоставят допълнителни възможности за изучаване и опазване на културното наследство. Това са процеси, които включват търсене, проучване, идентификация, документиране, регистрация, консервация, реставрация, адаптация и презентация на културно-исторически обекти и ресурси. От стратегическо значение е да се включат децата в този процес, да се повиши тяхната информираност, да се формира желание за участие в неговото опазване и да се развие чувство за тяхната принадлежност към ценностите на общото европейско културно наследство. Достъпът до културно-историческите ресурси обаче не винаги е възможен или подходящ за децата, за които това взаимодействие би било важен елемент в изграждането на национална идентичност и патриотизъм. Това въвежда необходимостта от разработване на нови и различни средства и методи, чрез които цифровите културни ресурси да могат да достигнат до повече и разнообразни категории публика и да се използват с учебна цел.

Дисертационния труд представя модели, софтуерни компоненти и среда за реализация, визуализиране и контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси, които са предназначени за ползване от учители и деца в началния училищен етап.

1.2. Обект, предмет, цел и задачи на изследването

Обект на дисертационния труд са нови технологични решения и съвременни средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.

Предметът на изследването е идентифициране на възможности за използване на съвременни методи и решения като средства за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.

Настоящият дисертационен труд има за **цел** да разработи модели, софтуерни компоненти и онлайн среда за създаване, управление и представяне на цифрови културни ресурси и 3D обекти с учебна цел. Тези инструменти дават възможност за интерактивно представяне на учебно съдържание, включващо цифрови културни ресурси. Учебните ресурси могат да включват богато мултимедийно съдържание – текст, изображения, видео, аудио, разположени в триизмерна виртуална реалност. Системата е достъпна за всеки обучаем без значение от използваното устройство или операционна система и не изисква инсталацията на допълнителен софтуер.

За постигане целта на дисертационния труд ще бъдат изпълнение следните задачи:

Задача 1: Изследване и анализ на средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.

Задача 2: Моделиране и разработване на компоненти за създаване, редактиране и представяне на цифрови културни ресурси чрез мини-игри от различен тип с учебна цел.

Задача 3: Моделиране и разработване на 3D виртуална среда за експониране на игрови ресурси и 3D обекти в избран контекст.

Задача 4: Дизайн и разработване и имплементация на цялостна онлайн система за управление на компонентите и 3D средата.

Задача 5: Внедряване, анализ и тестване на разработените компоненти и система.

Тази задача се конкретизира в следните стъпки:

- Разработване на подходи за експериментирание и анализиране на резултатите от експериментите;
- Експериментално внедряване на софтуерни компоненти и среда за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси;
- Анализ на резултатите от експериментите.

1.3. Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е изложен в 114 страници и съдържа 4 таблици и 31 фигури. Той включва увод, 6 глави, списък на използваната литература от 74 литературни източници, списък на 5 публикации на автора, свързани с представения дисертационен труд.

Анализът включва преглед на средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси, както и други инструменти, прилагани в областта на обучението по културно наследство.

Дисертационния труд представя модели, софтуерни компоненти и среда за реализация, визуализиране и контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси, които са предназначени за ползване от учители и деца в началния училищен етап. Разработените за целите на дисертационния труд инструменти могат да бъдат използвани за интерактивно представяне на цифрови културни ресурси, включващи богато мултимедийно съдържание – текст, изображения, видео, аудио, разположено в 3D среда.

Глава 1. Обща постановка на задачата дефинира обекта и предмета на изследването и очертава целите пред дисертационния труд, като поставя задачи за постигане на всяка от целите. Разработената тема има научни и научно-приложни аспекти.

Глава 2. Средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси има обзорно-аналитичен характер и разглежда цифровото разказване на истории и сериозните игри като средства за представяне на културно-историческо съдържание за деца с учебна цел. Анализирани са и други инструменти за представяне на цифрови културни ресурси - цифровите библиотеки и виртуалните музеи, често използвани за учебни цели. Направен е и сравнителен анализ на решения за контекстно-зависимо използване на ресурси с учебна цел за деца чрез подход, който се основава на основните стандарти за оценяване на образователни системи в областта на обучението по културно наследство, което допринася за подобряване на строгостта на оценката на средите.

Глава 3. В детайли са представени разработените **модели, софтуерни компоненти и среда за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси**

Глава 4. Реализация и имплементация на модели, софтуерни компоненти и среда разглежда архитектурата на софтуерните компоненти и цялостната система чрез детайлното описание на моделите на движение на данни, интерфейсите и връзките между отделните компоненти, както и технологиите, използвани при тяхната имплементация.

Глава 5. Експериментално внедряване и анализ на резултатното тестване описва ефективността на разработените софтуерни компоненти и онлайн среда и тяхното валидиране чрез експеримент с реални потребители. Тази секция представя и анализ на резултатите от експеримента.

Глава 2. Средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси

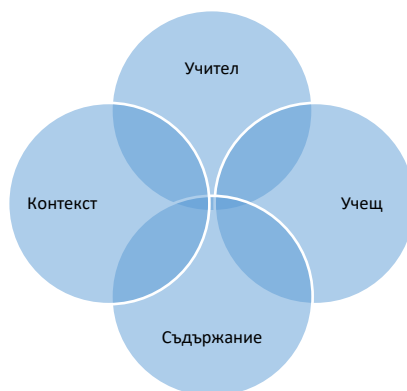
2.1. Модели използвани в процеса на обучение

Обучението в областта на културното наследство като процес се основава на теории за обучение и специфични методи, за да се постигне истинско взаимодействие и участие сред потребителите, за да се опази наследството и да се използва отговорно, както и да се подобри комуникацията между културните ценности и обществото (потребителите).

Определени са специфични модели за този процес [9]:

- Моделите, ориентирани към учителя са фокусирани върху традиционните методи на преподаване и се характеризират с отговорността на учебния процес, който води учителя;
- Моделите, ориентирани към учениците, са фокусирани върху учащите, като се вземат предвид техните предпочитания и нужди в учебния процес. Ролята на учителя в тези модели е да улесни учебния процес на учащите;
- Моделите, ориентирани към съдържанието, се характеризират с това, че съдържанието може да варира или да се коригира в зависимост от образователното ниво на децата и средата, в която се показва това съдържание;
- Моделите, фокусирани върху контекста, разглеждат аспекти като характеристики на реални сценарии, в които се извършва обучението, устройство за достъп и други аспекти, за да се определят учебните стратегии.

Моделите, описани по-горе, се характеризират с това, че са проектирани според училищния контекст, където учителите извършват процеса на обучение, ръководени от предварително дефинирана структура на учебната програма (Виж Фигура 1).



Фигура 1 - Модел за преподаване в областта на културното наследство [1]

В допълнение към описаните модели, има хибридни модели [1], които интегрират основните принципи на моделите, представени по-горе. Те са:

- Модели, съчетаващи съдържание и контекст, насърчават ситуираното обучение (от лат. "in situ");
- Модели, съчетаващи очакванията на учителя и нуждите на учащите, позволяват да се прилагат учебни сценарии, като се отчитат наличното съдържание и интересите им;

- Модели, ориентирани към учещите се и към съдържанието, насърчават дефинирането на съдържание, основано на знанията и други важни характеристики на учащите. При тези модели съдържанието се променя с развитието на учебния процес;

При модели, ориентирани към учениците, съдържанието и контекста, съдържанието се организира според индивидуалните обучителни потребности; също така се взема предвид контекстът за персонализиране на учебния процес.

2.2. Цифрово разказване на истории

Цифровото разказване на истории (още наричан „цифров сторителинг“ от англ. storytelling) предава социалната и културна дейност чрез импровизация, театралност и др. Всяка култура има свои собствени истории или разкази, които се споделят като средство за забавление, образование, опазване на културата или насаждане на морални ценности. Сторителингът е популярно средство за представяне на информация в много области, в това число цифровото културно наследство, сериозните игри и образованието [2]. По същество цифровата история съчетава визуална комуникация (слайдшоу, видеоклипове или анимации) със звук [3].

Разказването на истории с културно историческо съдържание може да се използва като средство за преподаване на етика, ценности и културни норми. Ученето чрез разказване на истории на децата подпомага по-лесното възприемане на съдържанието и учебните ресурси [4], тъй като в по-късен етап при изучаването на история се набляга на фактологията без да е включена каквато и да е било атрактивност. Разказването на истории на деца включва истории за национални обекти, паметници, герои и др. Целите на обучението чрез цифров сторителинг са свързани с развиването на ценностната система на децата, формиране разбирането за древното минало и многообразието на културно-историческата традиция, развиване на детските умения за овладяване и прилагане на специфични техники на историческото познание и др.

Използването на цифрови културни ресурси в цифровия сторителинг изисква специфични инструменти за структуриране, обработка на ресурсите, редактиране, обогатяване и публикуване. Тези инструменти предоставят набор от функционалности, предназначени за редактиране и представяне на мултимедийно съдържание – текст, изображения, звук и видео. Цифровото разказване на истории предоставя на преподавателите мощен инструмент, който да използват в обучението на децата. Разказването на истории предлага възможност за предоставяне на нови начини за учене и преподаване на културни наследствени сектори. Чрез експериментиране със съдържанието, той предлага широк достъп до информация и знания по лесен за ползване начин и възможност, предоставена от някои инструменти, за сътрудничество за обогатяване на съдържанието. Цифровото разказване на истории също е мощен инструмент за деца, които са научени да създават свои собствени истории. След преглед на примерни цифрови истории, създадени от техните учители или други разработчици на истории, учениците могат да получат задания, в които първо да бъдат помолени да изследват тема и след това да изберат конкретна гледна точка. Този тип дейност може да генерира интерес, внимание и мотивация за учениците от „дигиталното поколение“ за по-задълбочено изучаване на културно-историческите ресурси.

2.3. Сериозни игри в обучението

Геймификацията (“геймификация“ от англ. gamification) в обучението на деца е метод за повишаване на мотивацията и ангажираността на учащите чрез използване на елементи от игри в образователната среда. Включването на културно-историческото наследство в областта на образованието чрез геймификацията и сериозните игри служи като инструмент за обучение и основа за модерен, иновативен подход за мотивиране на учениците и повишаване на академичните им постижения.

Сериозните игри са съвременни технологични решения, които активно се внедряват в образователния процес като инструменти за изследване, преподаване или оценяване. Те стимулират любопитството, мотивацията и ангажираността на учащите и повишават ефективността на учебния процес. Разкриват се нови перспективи за научни изследвания и приложения на съвременни методи на преподаване като учене чрез правене (learning-by-doing), учене чрез създаване (learning-by-authoring), изследователския подход, разбиране чрез проектиране (understanding-by-design) и практики за творческо мислене [6].

Като инструмент за изучаване на културното наследство, сериозните игри притежават невероятен потенциал благодарение на предлагането на свободен избор на място за обучение, гъвкаво управление на времето, избор на време и скорост на обучение, автономно обучение в контекста на играта, самоконтролирано обучение, решаване на проблеми, системно мислене и желание за сътрудничество [36].

Сериозните игри имат потенциала да подобрят потребителския опит чрез мултимодално взаимодействие [7]. То може да бъде в различни контексти като образование, обучение, здравеопазване или междуличностна комуникация. Повечето изследвания се съгласяват, че цифровите сериозни игри съдържат различни медии, които могат да бъдат комбинация от текст, графики, анимации, аудио, хаптики [7] и т.н. Освен това, „сериозният“ термин в сериозните игри идва от тяхната роля на предаване на някакво послание или принос, било то знания, умения или като цяло някакво съдържание на играча. Това означава, че играчът е изложен на среда, която предоставя съдържание, произтичащо от ноу-хау или опит. Този опит е свързан със специфичния контекст на сериозната игра като благосъстояние, образование и здраве. Следователно, сериозните игри се определят като приложения с три компонента: опит, развлечение и мултимедия (Виж Фигура 2). Освен това фигурата демонстрира и разликите между сериозните игри и други технологии като симулация на обучението, компютърна игра и настолна игра.

До момента няма известна класификация на сериозните игри, но съществуват следните категории [10]:

Игрово-базирано обучение (от англ. Gamed-based Learning) – използва видео и електронни игри за постигане на учебните цели; Основната цел на тези игри е да обединят постигането на поставените учебни цели с развлечението на децата, докато играят игри.

Геймификация в обучението (от англ. Gamification of learning) – интегрира игрови елементи и техники в процеса на е-обучение.

Организационно-динамични игри (от англ. Organizational-dynamic games) – обучават, като отразяват динамиката в организациите на три нива: индивидуално поведение, групово поведение и културна динамика.

Симулационни игри (от англ. Simulation games) – предназначени са за усвояване на различни умения чрез проиграване в изкуствено създадени среди, които пресъздават както реалния свят, така и нереални сюжети; Обучението, базирано на такива игри позволява на учащите да решават задачи и да участват в ситуации от реалния живот.

Игри за образование и забавление (от англ. Edutainment) – представя съдържание, предназначено едновременно да обучава и забавлява (терминът произхожда от сливане на думите education и entertainment).

За да бъдат да класифицирани сериозни игри, са дефинирани характеристики, които са важни за техния дизайн и които имат потенциал да повишат успехът им в обучителния процес и които са ключови за успешното им приложение (Виж Фигура 2).

Първият е видът **дейност**, извършвана от играча в играта. Играчът изпраща отговор или някакъв общ принос към играта, използвайки своите физически, физиологични или умствени способности.

Друг критерий е **модалността**, използвана за насочване на информацията от компютъра към хората, участващи в играта. Включва визуални, слухови и хаптични сензори за преживяване на елементи от играта, пряко свързани с нейните цели.

Следващият критерий е **стилът на взаимодействие**. Той определя дали играчът взаимодейства с играта, като използва традиционни интерфейси като клавиатура, мишка и джойстик, или чрез други видове интелигентни устройства, като датчици за мозъчни импулси, следене на погледа на очите, проследяване на движенията и сензорни интерфейси.

Основна характеристика на сериозните игри е **цифрова среда**, която може да бъде комбинация от няколко критерия. Тя може да бъде показана в 2D, 3D или комбинация от двете. Това може да бъде виртуална реалност - напълно изкуствена среда или смесена реалност, която показва виртуални обекти във видео поток от реалния живот. Околната среда позволява на играча да определи текущото си местоположение в нея. Някои игри се играят в онлайн среди, чрез компютърна мрежа като Интернет, докато други се използват локално. Социалното присъствие на средата определя дали игрите могат да се играят само от един играч или от множество играчи, които си взаимодействат.

Последната характеристика на сериозните игри е тяхната **област на приложение** - като образование, културно и историческо наследство, междуличностна комуникация и други.



Фигура 2 - Характеристики на сериозните игри

Сериозните игри, използващи цифрови културни ресурси с учебна цел в обучението на деца са разделени в няколко категории [11]:

Интерактивни виртуални музеи - Съвременните интерактивни виртуални музеи, използващи игрови модели, осигуряват средство за представяне на цифрови културно-исторически обекти, които забавляват и обучават посетителите по много по-ангажиращ начин. Примери за музейни игри са Olympic Pottery Puzzle [12] и ThiATRO [13].

Прототипи и демонстрации - Игри, базирани на 3D виртуална реконструкция предоставят не само реалистични археологически проучвания с историческа точност, но и демонстрират древни герои и събития. Пример за такава игра е Roma Nova [14].

Игри за придобиване на културни знания – включват межкултурни умения и езикови игри за обучение, 3D симулация на културни ресурси и други. Примери за такива игри са BiLAT [15] и Virtual Environment Cultural Training for Operational Readiness (VECTOR) [16].

Игри за придобиване на знания и социални умения – В тези игри се предоставя точна информация за културни артефакти, вградени в игри за допълнителна проверка на знанията. Пример за такава игра е Траките (The Thracians) [17], [18], [19].

2.4. Други инструменти за представяне на цифрови културни ресурси

Цифрова библиотека, наричана още онлайн библиотека, интернет библиотека, цифрово хранилище или цифрова колекция е онлайн база данни с цифрови обекти, която може да включва текст, неподвижни изображения, аудио, видео, цифрови документи или други цифрови медийни формати или библиотека, достъпна през Интернет [38]. Те съчетават технологични и цифрови ресурси, за да позволят отдалечен достъп до образователно съдържание.

Цифровите библиотеки съдържат хиляди европейски архиви и са предназначени за споделяне на културно наследство за изследвания, обучение и удоволствие. Пример за такава цифрова библиотека е Europeana [20]. Тя предоставя достъп до книги, музика, произведения на изкуството и други. Част от Europeana е Historiana [29] – инструмент, създаден да предизвиква и подкрепя учителите да създават, адаптират и използват цифрови културни ресурси за електронно обучение, които насърчават историческото мислене. Historiana е онлайн образователен мултимедиен инструмент, който предлага на учениците много перспективни исторически източници за допълване на техните знания по история. Инструментът предоставя достъп до историческо съдържание, готово да бъде използвано в учебни дейности и иновативни цифрови инструменти, създадени от и за преподаватели по история в цяла Европа. Наличните материали в Historiana се предоставят в голяма степен от колекциите на Europeana. Дейностите, свързани с електронното обучение се извършват в eActivity Builder на Historiana и предоставят на учителите готови материали, които се свързват директно с исторически източници, както и възможност да се модифицират вече съществуващите дейности за електронно обучение или да създадат нови, които да се споделят с учещите се. Historiana се фокусира върху модела на историческото мислене и създаването на учебни дейности, които го развиват.

Виртуалните музеи предлагат възможност за изследване на културни ресурси чрез отдалечен достъп до цифрово копие, позволявайки детайлно разглеждане на крехки артефакти по персонализиран начин [21].

Виртуалните музеи, съдържащи цифрови културни ресурси имат различни цели, функционални характеристики и много различна аудитория. Понятието "виртуален музей" е информационна система, съдържаща концептуално унифицирана електронна колекция или набор от колекции от предмети (предмети) с метаданни, която има характеристиките на музея и която улеснява проучванията, образованието и откривателските дейности във виртуалното пространство [22].

Виртуалните музеи, използващи цифрови културни ресурси са разделени в няколко категории [33]:

- **Виртуални музеи**, които представят достъп до изображения с висока разделителна способност, за да предоставят възможно най-много информация за виртуалните експонати.
- **Изложбите за виртуална реалност (VR)** са симулации на реална или въображаема среда, генерирана в 3D, която се преживява визуално и осигурява илюзията за реалност.
- **Музеите в разширена реалност (AR)** подобряват изживяването чрез визуализиране, взаимодействие и навигиране в музейни колекции или дори чрез създаване на галерии от музеи в AR среда като използват софтуерни или специализирани устройства.

- **Виртуалните музеи в смесената реалност (MX)** разчитат на комбинация от VR, AR и реалната среда, за да подобрят социалния опит и възприятието на потребителите в музейната среда по отношение на културните артефакти и свързаните с тях контексти.
- **Хаптичните (от англ. haptics) музеите** включват модалността на допир и усещането за форма и текстура, което посетителят изпитва, когато изследва виртуалните обекти.

2.5. Сравнителен анализ на решения за контекстно-зависимо използване на ресурси с учебна цел за деца

С развитието на технологиите и методите на преподаване, средствата за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси трябва да се адаптират, за да изпълнят възникващите изисквания на детската аудитория. Тези инструменти трябва да подобрят взаимодействието на учениците със съдържанието и да го представят по по-достъпен и разбираем начин. Следният списък съдържа специфични изисквания и функционалности, които средите, предназначени за обучението на деца е необходимо да поддържат:

Облачна (от англ. Cloud) функционалност – когато средата е инсталирана на облак това намалява нуждата от архивиране и прехвърляне на съдържанието. Тази функционалност позволява на потребителите да достъпват до съдържанието без значение от местоположението им или устройството, което ползват, както и да съхраняват данни (учебни ресурси, тестове, резултати и др.).

Адаптивно обучение - Технологиите за адаптивно обучение позволяват да се адаптират учебните задачи и материали към индивидуалните изисквания на учащите се – създаване на учебно съдържание, основано на предварителна оценка на учениците, тестове със знания, които са съсредоточени върху пропуските в обучението на всеки отделен ученик, както и включването на създадено от ученика съдържание в портфолиото.

Микроучението е подход към образованието, който доставя съдържание на учащите в малки, много специфични части. На учащите се дава контрол върху това кога и какво ще научат. Чрез създаването на обучителни модули в рамките на системите, достъпни за търсене при поискване, ще даде възможност на учениците да създадат своя собствена учебна програма, съобразена с техните специфични изисквания.

Социални възможности - Включването на повече синхронни инструменти за комуникация, като видеоконференции в реално време ще засили привлекателността на онлайн обучението като социална дейност.

Геймифицираното обучение се фокусира върху увеличаване или промяна на съществуващ учебен процес, за да се създаде преработена версия на този процес, която потребителите преживяват като игра. Геймификация в контекста на обучението е процес на проектиране и добавяне на игрови елементи с цел промяна на съществуващото обучение [23]. В геймификацията има много различни елементи от игровия дизайн, които могат да доведат до повишаване на резултатите за децата и да предложат различни начини на взаимодействия.

Многократно използване и модифициране на учебните ресурси с цел подобряване ефективността устойчивостта на обучението и възможност преподавателите да споделят своите учебни ресурси с учители и учещи от цял свят.

Интерактивността на обучението спомага за ангажираността на учениците и чрез използването на технологии активно ги привлича към учебния процес [34]. Внимателно проектираните и структурирани дейности улесняват ученето, насърчавайки учениците да усвояват нови концепции и да развиват практически умения.

Обратна връзка и оценка на знанията – наличието на тази функционалност дава възможност за подобряване на уменията и производителността, като се идентифицират области за подобрене.

Достъпността означава, че всеки потребител, независимо от неговите нужди, е в състояние да използва средата, в това число и потребителите със зрителни и слухови ограничения.

Дизайн, съобразен с възрастовата група – Дизайнът на потребителския опит (или UX дизайн - от англ. User Experience Design) е процеса на повишаване на удовлетвореността на потребителите от даден продукт чрез подобряване на използваемостта, достъпността и привлекателността, осигурени при взаимодействието с продукта.

За да се изследва приложимостта на технологичните решения и влиянието на културното историческо наследство върху децата е направен сравнителен анализ на средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси, разгледани в предходните глави. Специфичните цели на този анализ са:

- Да се анализира връзката между стандартите за качество на обучение [24], [25] и образователните среди за културно историческо наследство;
- Да се разграничи качеството на средите според това дали са публична или частна собственост;
- Да се анализира до колко тези среди са достъпни и подходящи за контекстно-зависимо използване на културни ресурси с учебна цел за деца;
- Да се анализира взаимодействието и социалните възможности на средите;
- Да се анализира до колко средите са подходящи за деца и тн.

Подходът на това проучване се основава на основните стандарти за оценяване на образователни системи в областта на обучението по културно наследство, което допринася за подобряване на строгостта на оценката на средите.

Индикаторите, описани по-горе, използвани в проучването (Виж Таблица 2) отговарят на критерии за идентифицирането на средите, като взаимодействие с потребителите, достъпност, ключови елементи на образователен план: цели, съдържание, ресурси, оценка и др.

Таблица 2 - Индикатори, използвани в анализа на средите за контекстно-зависимо използване на цифрови културни ресурси с учебна цел

	Цифрово разказване на истории ShadowStory [5]	Сериозни игри ThIATRO [13]	Цифрови библиотеки Historiana [29]	Виртуални музеи Museum Fuerte de San José El Alto [8]
Повторно използване и модифициране	✓	-	-	-
Адаптивност на съдържанието	✓	-	-	-
Облачна функционалност	✓	✓	✓	✓
Създаване на ресурси	✓	-	-	-
Организация на ресурси	-	-	-	-

Микроучение	-	-	✓	-
Интерактивност	✓	✓	✓	✓
Взаимодействие със средата	✓	✓	✓	✓
Взаимодействие учител-ученик	✓	-	-	-
Социални възможности	-	-	-	-
Яснота на целите	✓	✓	-	-
Обратна връзка	-	✓	-	-
Оценка на знанията	-	-	-	-
Достъпност	-	-	-	-
Публичност	-	-	✓	✓
Многоезичност	-	-	-	-
Многообразие от формати	-	-	✓	✓
Разказване на истории	✓	-	-	-
Форма на забавление	✓	✓	-	-
Форма на игра	✓	✓	-	-
Подходящ за деца	✓	✓	-	-
Насърчава академичната свобода	✓	-	-	-

Анализът показва, че съществуващите средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси не покриват всички необходими индикатори и не поддържат на 100% специфичните изисквания и функционалности, които е необходимо да притежават. Функционалностите, които поддържат всички анализирани средства са облачна функционалност, интерактивност и взаимодействие със средата. Нито едно от анализираните средства не поддържа организация на ресурси, микроучение, оценка на знанията, достъпност и многоезичност.

Цифровото разказване на истории поддържа следните изисквания и функционалности – повторно използване и модифициране, адаптивност на съдържанието, Облачна функционалност, създаване на ресурси, интерактивност, взаимодействие със средата, взаимодействие учител-ученик, яснота на целите, разказване на истории, форма на забавление, форма на игра, подходящ за деца, насърчава академичната свобода.

Сериозните игри поддържат следните изисквания и функционалности - Облачна функционалност, интерактивност, взаимодействие със средата, яснота на целите, обратна връзка, форма на забавление, форма на игра, подходящи за деца.

Цифровите библиотеки поддържат следните изисквания и функционалности - Облачна функционалност, микроучение, интерактивност, взаимодействие със средата, публичност, многообразие от формати.

Виртуалните музеи поддържат следните изисквания и функционалности - Облачна функционалност, интерактивност, взаимодействие със средата, публичност, многообразие от формати.

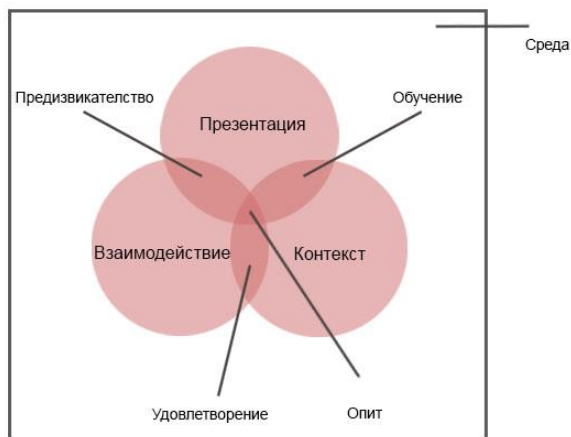
Освен, че не покриват специфичните изисквания и функционалности, анализираните средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси никога не са били пускани за по-широката публика и са били използвани само за академични изследвания. По този начин достъпът до културно-историческите ресурси не е възможен или подходящ за децата, за които това взаимодействие би било важен елемент в изграждането на национална идентичност и патриотизъм. Това въвежда необходимостта от разработване на нови и различни средства и методи, които да покриват всички специфични изисквания и функционалности и чрез които цифровите културни ресурси да могат да достигнат до повече и разнообразни категории публика и да се използват с учебна цел.

Глава 3. Модели, софтуерни компоненти и среда за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси

3.1. Модел за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси

За да се постигне цялостна интерпретация на ресурсите, при създаването на модела се взеха предвид няколко критерии – ефективното им представяне, контекста, взаимодействието и необходимостта от среда, която да поддържа интерактивността между децата в обучението. На Фигура 3 е илюстриран моделът за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.

В разработването на модела се взе предвид важността на **взаимодействието** между децата и учебните ресурси. То се случва когато учениците получават директна информация от ресурсите чрез текст, изображение, видео, триизмерен обект и др. Взаимодействието ученик-съдържание е най-важната форма на взаимодействие, тъй като по този начин се осъществява обучението. След като учащите получат достъп до учебни материали, те трябва да могат да го използват по свой начин - да могат да правят пауза по време на обучението, да повторят части от учебния материал, за да го овладеят по-добре или др.



Фигура 3 - Модел за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси

Интегрирането на **контекста** в разработения модел е от особено значение при преподаването и обучението чрез цифрови културни ресурси и насърчава децата да придобият нови знания, умения и граждански ценности. Обучението в контекст допринася за формиране на желание за участие в опазване

на културното наследство и развива чувство за патриотизъм и принадлежност на учащите към ценностите на общото европейско културно наследство.

Презентацията на цифровите културни ресурси в модела е съчетана с взаимодействието и контекста тъй като чрез нея се насърчава активното участие от страна на децата и по този начин се допринася за по-голямата ангажираност и интерес към учебния материал. Презентирани учебните ресурси по иновативен и интересен начин допринася за по-голяма мотивация и ангажираност на децата.

Чрез припокриването на взаимодействието и презентацията на ресурсите в модела на учащите се осигуряват **предизвикателства**, които могат да стимулират интереса и ангажираността към учебния материал. Припокриването на презентацията и контекста в модела дава възможност за подобряване на крайния резултат от обучението. Засичането на взаимодействието и контекста в разработения модел допринася за по-голямото удовлетворение от обучението на децата.

Както се вижда от Фигура 3 в центъра на разработения модел е **опита**, който потребителите получават.

За подобряване на **взаимодействието** са разработени софтуерни компоненти за визуализиране на мултимедийни ресурси за игри в уеб браузър (игрови ресурси), които насърчават активното участие от страна на учащите и дават обратна връзка в реално време, което допринася за по-голямата ангажираност и интерес към учебния материал. Освен това е разработен софтуерен компонент, който да позволява на потребителя да установи връзка с контекста чрез разглеждане на артефакти в триизмерни симулации на автентични стаи, като по този начин да задоволи любопитството на децата.

За по-ефективно и интерактивно **презентиране** на цифровите културни ресурси е разработен софтуерен компонент за визуализиране на виртуална триизмерна учебна среда в уеб браузър. Чрез компонента се насърчава откриването на нова информация и се провокира разкриването и изучаването на цифрови културни артефакти. За да се даде възможност на децата да имат повече контрол върху своето изживяване, създадените чрез компонента триизмерни сцени са лесни за ориентация и навигация, освен това в подкрепа на нуждите и интереса на потребителя компонентът предоставя възможност за създаване на различни ресурси в сцената – текст, изображение, видео и триизмерни обекти.

Поради необходимостта от **среда**, която да поддържа интерактивността между участниците в обучението и разработените софтуерни компоненти е създадена онлайн среда за управление и визуализация на цифровите учебни ресурси за деца.

3.1. Софтуерни компоненти за визуализиране на цифрови културни ресурси за игри в уеб браузър

За да бъде достъпът до културно-историческите ресурси достъпен и представен по подходящ за децата начин са разработени софтуерни компоненти за визуализиране на мултимедийни цифрови културни ресурси за игри в уеб браузър. Игровите ресурси са три типа - съвпадение, подреждане и избор. Те са базирани на основните изисквания, идентифицирани в системите за проектиране и предоставяне на образователно съдържание в електронното обучение [26], и притежават следните свойства:

- Разделяне на учебната програма на по-малки, автономни единици, които могат да се използват както поотделно, така и да се комбинират. Свойствата, които учебните ресурси притежават са модулност, оперативна съвместимост, повторна употреба и достъпност;
- Описване на образователното съдържание и неговите учебни ресурси чрез мета-данни. Мета-данните предоставят информация за различните учебни ресурси. Те определят техния контекст, свойства и характеристики и са описани в JSON формат. Целта на използването на мета-данни при реализацията на адаптивни компоненти е подобряване и улесняване на извличането на информация;

Цифровите културни ресурси обхващат текст, изображения и мултимедийни компоненти като хипервръзки, видеа и други, чрез които се цели представянето на единици знания от съответна предметна област. Цифров културен ресурс може се модифицира в учебен игрови ресурс като:

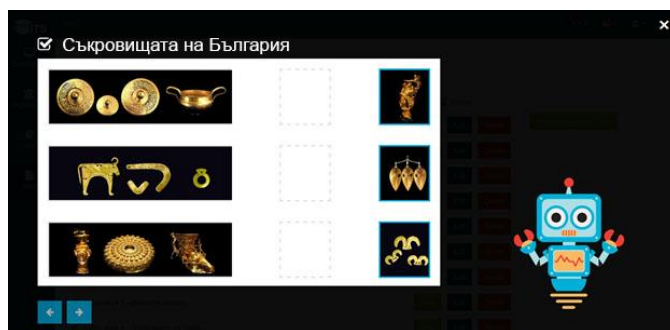
- **Игровите ресурси от тип съвпадения** имат още: една или повече двойки въпрос и отговор и опция за разбъркване на въпросите;
- **Игровите ресурси от тип подреждане** имат още: въпрос, множество отговори, правилната им последователност и опция за разбъркване на отговорите;
- **Игровите ресурси от тип избор** имат още: един въпрос, множество възможни отговори и опция за разбъркване на отговорите при тяхното показване.

Всички въпроси и отговори от различните типове игрови ресурси са съставени от богато съдържание – различно форматиран текст, цвят на фон, изображения, видеа и хипервръзки. За целта е използван компонента за редактиране на богат текст от JavaScript библиотеката Shield UI [27].

Компонентите позволяват да се създадат три вида интерактивни презентации, които могат да се използват за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси - игри за съвпадение, подреждане и избор [28].

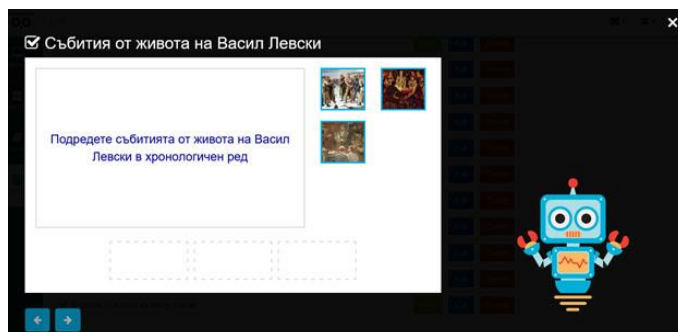
По долу са описани целите и начините на използване на разработените софтуерни компоненти, като са демонстрирани примери за използване на цифрови културни ресурси с учебна цел.

При игрите за съвпадения (Фигура 4) авторът на учебно съдържание предварително определя двойки от мултимедийните ресурси, които могат да бъдат в различни формати, като текст и изображение. При взаимодействие с играта учащият трябва чрез плъзгане и пускане с мишката да свърже двойките коректно. При завършването на това действие играта показва съобщение за правилен или грешен отговор.

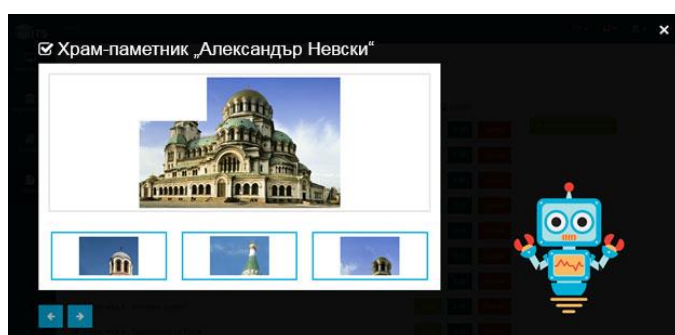


Фигура 4 - Пример за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси в игра съвпадение

Игрите за подреждане (Фигура 5) позволяват на автора на учебно съдържание да зададе ред, по който ресурсите да бъдат подредени, например по големина, време и др. Ресурсите могат да бъдат в различни формати – текст и изображение. При взаимодействие с играта учащият трябва чрез влачене с мишката да подреди ресурсите по подходящ начин. При завършването на това действие играта показва съобщение за правилен или грешен отговор.



Фигура 5 - Пример за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси в игра подреждане



Фигура 6 - Пример за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси в игра подреждане избор

При игрите за избор (Фигура 6) се задава въпрос с множество възможни отговори, само един от които е правилен. Въпросът и отговорите също могат да бъдат в различни формати – текст и изображение. При взаимодействие с играта учащият трябва да избере чрез натискане с мишката верния от посочените отговори. При завършването на това действие играта показва съобщение за правилен или грешен отговор.

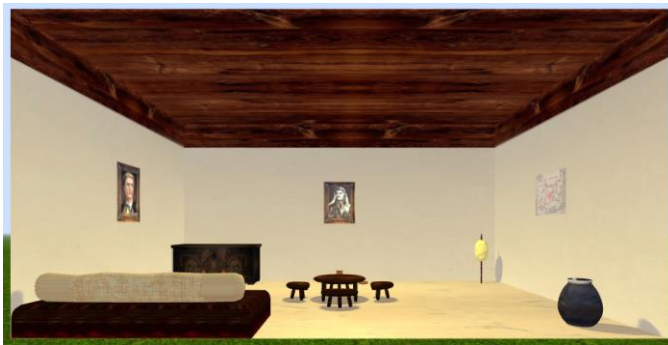
3.3. Виртуална триизмерна учебна среда

Целта на разработения компонент за визуализиране на виртуална триизмерна учебна среда в уеб браузър е подобряване достъпността на децата до културно-историческите ресурси, както и приобщаването им към ценностите на културното наследство, повишаването на осведомеността им за него и формирането на желание за участие в неговото опазване, и култивирането на чувство за неговата принадлежност към ценностите на общото европейско наследство. Компонентът позволява на авторите на съдържание да определят множество триизмерни обекти и изображения, които да бъдат показани на една сцена, въвеждайки различни конфигурационни опции като ниво, позиция и размер. При създаването на сцената има няколко свойства, които позволяват допълнително персонализиране на учебната среда – заглавие, описание, оразмеряване на сцената по X,Y и Z, и добавяне на текстури на тавана, стените и пода.

Освен визуалните и пространствени характеристики на обектите учащите могат да прегледат и изучат допълнителни цифрови културни ресурси, които могат да се добавят към обектите или изображенията от сцената – тази информация се предоставя в нов прозорец чрез разработения софтуерен компонент за визуализиране на мултимедийни ресурси за игри в уеб браузър при натискане на мишката върху 3D обект или изображение от сцената и може да съдържа текст, изображение, видео, хипервръзка или 3D обект.

Фигурата 7 илюстрира пример за използване на създадения триизмерен учебен компонент в уеб браузър с колекция от културно-исторически 3D обекти, собственоръчно моделирани чрез Autodesk Maya. Демонстрираната сцена е симулация на стаята на Васил Левски, намираща се в къща музей "Васил Левски", в град Карлово. Чрез използването на цифрови културни ресурси в триизмерната сцена се дава възможност на децата да се докоснат до вещите и живота на Васил Левски. По този начин те могат да видят част от автентичния му живот, да разгледат в детайли артефакти от неговия бит и да научат допълнителна информация за неговото семейство.

За крайния потребител (учащия се) компонентът позволява разглеждането на изградената виртуална среда от първо лице чрез свободно движение във виртуалната сцена с мишката и клавиатурата. Това дава възможност да се видят триизмерните обекти в реалистичните им размери от всички възможни ъгли и разстояния. За показваната сцена могат също да се конфигурират цвят на фона и текстура за външния под, както и различни текстури за пода, стените и тавана на виртуалната стая. На различни позиции в сцената могат да се добавят интерактивни 2D и 3D обекти, които могат да реагират на събития от мишката (посочване, натискане и др.) и да предизвикат специфични действия. За да се разграничи текущо-избрания обект, той става леко прозрачен, което го отличава от останалите и привлича вниманието на потребителя. Чрез добавянето на няколко светлинни източника и сянка на всеки един от обектите, представянето на външната и вътрешната част от виртуалното пространство става по-реалистично.



Фигура 7 - Виртуална триизмерна учебна среда

Обектите в триизмерната среда са интерактивни и могат да предизвикват различни събития при взаимодействие с тях. Те реагират на посочване и натискане с мишката от страна на потребителя, и тази функционалност може да се използва за навигация в учебния материал. Примери за това са показване на допълнителна информация, свързана с даден обект от сцената, преминаване към друга сцена (виртуална стая) и стартиране на игрови ресурс (мини-игра), тест или друг интерактивен ресурс за обучение.

3.4. Онлайн платформа за управление на учебни ресурси

Поради необходимостта от нови и различни средства и методи, чрез които цифровите културни ресурси да могат да достигнат до повече и разнообразни категории потребители и да се използват с учебна цел е разработена онлайн платформа за управление и презентиране на цифрови културни ресурси с учебна цел за деца.

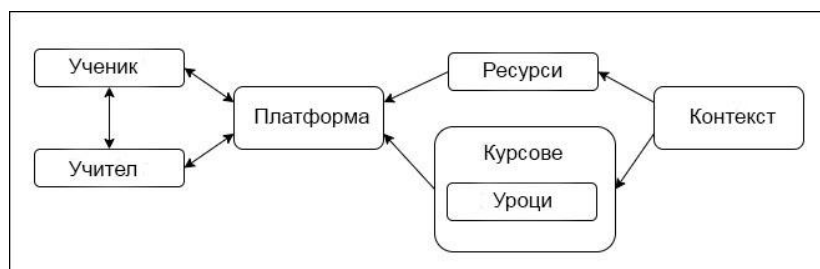
За да се постигне целта на дисертационния труд разработените модел и софтуерен компонент за визуализиране на мултимедийни културни ресурси за игри в уеб браузър и модел и софтуерен компонент за визуализиране на виртуална триизмерна учебна среда в уеб браузър са интегрирани в онлайн платформа за управление и визуализация на учебни ресурси за деца. Системата използва моделите и компонентите,

за да даде възможност на авторите на съдържание да създават цифрови културни ресурси с учебна цел. Те са базирани на йерархична концептуална схема с три мултимедийни образователни нива:

- Ресурс, състоящ се от различни формати, а именно текст, изображение, видео, аудио, хипервръзка и триизмерен обект;
- Урок, състоящ се от един или повече ресурса;
- Курс, състоящ се от един или повече уроци.

За да бъдат ресурсите, създадени в платформата свързани с потребителите и контекста по подходящ начин е разработен модел за проектиране на връзките (Фигура 8).

В показания модел е илюстрирана връзката и взаимодействието между потребителите (ученик и учител), платформата и цифровите културни ресурси. Потребителите, ресурсите и курсовете са пряко свързани и взаимодействат без ограничения с платформата. Ресурсите и курсовете от своя страна са с пряка връзка с контекста.

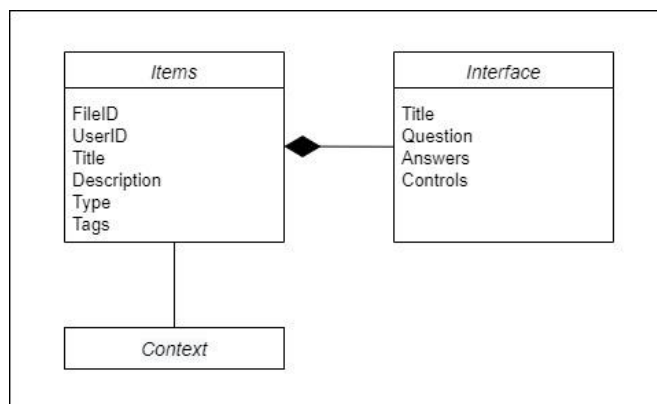


Фигура 8 - Модел за проектиране на връзките между ресурсите, потребителите и платформата

Чрез разработения модел и софтуерен компонент за визуализиране на мултимедийни културни ресурси за игри в уеб браузър и модел и софтуерен компонент за визуализиране на виртуална триизмерна учебна среда в уеб браузър се дава възможност за създаване на учебно съдържание, предоставяно на учещите чрез онлайн платформата в рамките на една образователна дейност под формата на урок. Образователните ресурси са от следните видове:

- **Ресурси за представяне на учебно съдържание** - включват ресурси за представяне на единици знания от дадена предметна област, които могат да бъдат представени под формата на различни формати, а именно текст, изображение, видео, аудио, хипервръзка и триизмерен обект;
- **Ресурси за оценка на придобити знания** - обхващат три типа игрови ресурси (мини-игри) – съвпадение, подреждане и избор, чрез които се дава възможност за проверка и оценка на нивото на придобитите знания и умения по отношение на единици знания от предметната област на определен етап от обучението.

Ресурсите за оценка на придобити знания се създават и описват със съответно метаописание, предоставящо семантичните дескриптори (свойства): уникален идентификатор, индикатор на потребителя, заглавие, описание, тип и тагове, както и файл, който може да бъде прикачен към тях. Този модел за описване на ресурси осигурява възможността те да се използват самостоятелно и независимо, но и повторно в различен образователен контекст, като се асоциират със съответни уроци от потока на системата. Моделът за създаване и описване на ресурси за оценка е илюстриран на Фигура 9.



Фигура 9 - Модел за създаване и описване на ресурси за оценка на придобити знания

Фигура 9 показва моделът и връзката между потребителския интерфейс, цифровите ресурси и контекста. Ресурсите съдържат прикачен файл (текст и/или изображение), потребителски идентификатор, заглавие, описание, тип и тагове.

Ресурсите за оценка на придобити знания имат собствен интерфейс, който се базира на свойствата заглавие, въпрос, възможни отговори и контроли за управление и настройки.

Разработената онлайн платформа е уеб базирана информационна среда и работи чрез достъпване на уеб сайта през браузър. Системата има изграден административен и потребителски интерфейс, които предлагат възможност за използване на функционалности в зависимост от потребителската роля. Потребител на системата за управление на ресурси се явява всяко лице, което ползва функционалностите ѝ: достъп до курсове, уроци и ресурси, ползване на функции – създаване, промяна, преглед и тн.

Глава 4. Реализация и имплементация на модели, софтуерни компоненти и среда

4.1. Компонент за визуализиране на цифрови културни ресурси за игри в уеб браузър

Компонентът за визуализиране на цифрови културни ресурси за игри в уеб браузър е реализиран като йерархия от JavaScript класове, които могат да се изпълняват на всички видове уеб браузъри и устройства. Базовият клас `Assessment` е абстрактен клас, който съдържа основните свойства на игрите и функции за тяхното показване и показване на резултата от играта. Този клас също съдържа `factory` функция за създаване на обект за конкретна игра от наследяващите класове – `MultipleChoiceAssessment`, `MatchingAssessment` и `OrderingAssessment`. Конкретните класове представляват отделните типове игри и съдържат различни имплементации на функциите за показване на конфигурационния интерфейс, извличане на попълнените конфигурационни данни и показване на потребителския интерфейс за игровия ресурс. Този интерфейс съдържа HTML кода за визуализиране на дадена игра и JavaScript кода за взаимодействието на децата с ресурсите.

Данните за създаване и операцията на клас за определена игра включват само нейните опции. Те се представят като JavaScript обект и могат имат различни структура, тип и брой на свойствата, според нуждите на конкретен тип игрови ресурс. Например за класа `MultipleChoiceAssessment` тези опции са текст за основния въпрос, цвят на неговия фон, списък с възможните отговори, един от които е маркиран като правилен, и възможност за разбъркване на отговорите при показването им.

Същият формат опции се подава на конструктора на класа и служи на функциите `RenderConfigSection` и `RenderPlaySection` за показване на интерфейсите, и текущите стойности могат да се извлекат от конфигурационната секция, показана от обекта, чрез функцията `GetConfigData`. По този начин опциите, определящи даден ресурс могат да се съхранят в база от данни или друго хранилище на данни (уеб услуга, браузър cookie и др.).

За подобряване на потребителския интерфейс и опит, компонентът за визуализиране на цифрови културни ресурси за игри в уеб браузър използва библиотеките `jQuery` и `Shield UI` [35], като в [35] е описан експеримент, в областта на медицината. `jQuery` е най-популярната междуплатформена JavaScript библиотека, която се използва от повече от 60% от най-посещаваните Интернет страници. Тя е с отворен код и лицензът ѝ позволява да се използва във всякакви приложения, независимо от тяхното предназначение и целеви групи. Нейния синтаксис е проектиран да улесни работата на програмиста и осигури съвместимост между различните браузъри чрез функции за навигацията в HTML документа, избирането на DOM елементи, създаване на анимации, обработката на събития, разработването на AJAX приложения и други. Използваните функционалности са стандартни за всички версии на `jQuery`, което значи, че ще работят във всички модерни уеб браузъри.

За усъвършенстване на потребителския интерфейс е интегрирана `Shield UI` библиотеката, която съдържа множество компоненти за потребителски интерфейс, като диаграми, прогрес индикатори, сложни таблици, поддържащи сортиране, групиране и филтриране, които не присъстват между стандартните елементи в HTML5. За нуждите на компонента за визуализиране на мултимедийни културни ресурси за игри в уеб браузър се използват `Shield UI` компонентите за редактиране на богато-форматиран текст и влачене и пускане (drag and drop) на различни елементи от страницата.

4.2. Компонент за представяне на виртуална триизмерна учебна среда онлайн

За да бъде учебното съдържание по-интерактивно, интересно и ангажиращо за децата е разработен модел и софтуерен компонент за визуализиране на триизмерна учебна среда в уеб браузър.

Компонентът за визуализиране на виртуална триизмерна учебна среда в уеб браузър е реализиран като JavaScript клас, базиран на библиотеката `Three.js`. Това е библиотека за 3D графики с много ниско ниво на сложност, богата на много функционалности, които дават възможност за създаване на комплексни триизмерни компютърни анимации за уеб браузъра. Тя включва поддръжка на множество 3D формати, стандартни за индустрията, различни светлини и сенки, камери и контролери за тяхното движение по сцената, управлявани от мишката и клавиатурата и други инструменти. Използвайки тази гъвкавост, ние използвахме `Three.js` за да изградим компонента за визуализиране на виртуална триизмерна учебна среда.

Дори и при използването на специализирани библиотеки, процесът на показване на 3D графики в уеб браузъра изисква доста предварителни конфигурации и специфична логика, имплементирани чрез JavaScript код. Първото нещо, което се дефинира, е сцената – тя оформя средата, която съдържа всички ресурси и пространствените им характеристики, като размери и местоположение. После следва добавянето на ресурсите като 3D модели, съпътстващите ги текстури и материали от които са направени. Прибавените светлини служат за осветяването на сцената и обектите в нея, както и за показването на ефекти като сенки и отражения. За представянето на триизмерната обстановка на двумерния екран е нужно да се определи камера, която указва перспективата и местоположението на наблюдателя. Накрая се стартира процеса на визуализация (рендерирание от англ. *rendering*), който с помощта на сложни математически изчисления, конвертира сцената в двумерно изображение, което се показва на екрана на потребителя в реално време. Освен рисуването на 3D средата, едно такова приложение трябва да реагира на различни събития и отразява евентуалните промени в тази среда. Това може да включва промяна на местоположението и посоката на камерата при движение с мишката и клавиатурата, показване на ефекти или допълнителна информация за даден обект при посочването му и всякакви други сложни функционалности.

Съществуващите JavaScript библиотеки за работа с 3D в уеб браузъра значително улесняват работата със сложния за програмиране WebGL интерфейс. С тяхна помощ разработчиците елиминират нуждата от комплексните математически изчисления в 3D графиките. Но дори и с използването на такива библиотеки, работата за добавянето на триизмерно съдържание в уеб приложения отнема доста време и за нея са необходими уеб програмисти със специфични знания в тази област. За да се улесни този процес, разработеният компонент позволява създаването и конфигурирането на виртуална стая с интерактивни двумерни и триизмерни обекти, която може да се използва за представяне на учебно съдържание от различни области.

В реализацията на компонента за визуализиране на виртуална триизмерна учебна среда в уеб браузър е използван класа `THREE.PerspectiveCamera`, представляващ перспективна камера - най-често срещаният режим на проекция за рендериране на 3D сцена, проектиран да имитира начина, по който вижда човешкото око. Този тип камера е използвана с цел визуализиране на по-реалистична сцена. Камерата обработва всички обекти в перспективна проекция, а именно колкото по-далеч е обектът, толкова по-малък изглежда той.

За осветяване на виртуална триизмерна сцена са добавени светлини от типовете `THREE.AmbientLight` и `THREE.SpotLight`. Първата светлина осветява еднакво всички обекти в сцената като не добавя сенки на обектите тъй като тя няма посока на осветяване. Това е и причината за добавянето на втория вид светлина - `THREE.SpotLight`. Тази светлина се излъчва от една точка в една посока по протежение на конус, който се увеличава по-далеч от светлината, която получава и дава възможност за хвърляне на сенки.

Важна част от виртуална триизмерна сцена са 3D обектите. Разработеният компонент за визуализиране на виртуална триизмерна учебна среда в уеб браузър поддържа най-популярните формати за 3D обекти – GLTF, FBX и OBJ, което го прави гъвкав по отношение на обектите, които ще се реализират в него.

Последният ресурс, необходим за показване на триизмерните графики е обектът за рендериране. Той извършва всички сложни 3D изчисления и рисува сцената на екрана според текущите свойства на моделите, светлините и камерите в нея. `Three.js` библиотеката предлага няколко класа за инициализиране на обекти за рендериране, като `SoftwareRenderer`, `CanvasRenderer` и `WebGLRenderer`. Най-бързият от тях е `WebGLRenderer`, който използва хардуерните възможности на устройството чрез WebGL контекста на HTML5 canvas елемента. Ако WebGL не се поддържа от уеб браузъра на клиента, може да се конструира друг, но по-бавен рендерър като `CanvasRenderer`, използващ Canvas 2D контекста, или дори още по-бавния `SoftwareRenderer`, който рисува графиките пиксел по пиксел.

Освен че се грижи за изрисването на пълната триизмерна сцена, съдържаща виртуалната стая и обектите в нея, компонентът обработва и входа от потребителските мишка и клавиатура. Тези команди се използват за контролиране на движението между обектите и свободното въртене на посоката на камерата. Позицията на камерата може да се променя по X и Z осите, посредством клавишите със стрелки. Посоката на камерата се променя със задържане на десния бутон на мишката и местене на мишката в различни посоки. Този вид контроли много наподобяват използваните в съвременните компютърни игри и са идеални за виртуални триизмерни среди от първо лице. За постигане на пълно взаимодействие със съответните обекти, компонента прихваща и обработва натисканията с левия бутон на мишката върху документа. За да се изчисли върху кой обект от 3D пространството се намира мишката в момента, при текущите и 2D координати, се използва метода `Raycasting` и класа със същото име, част от `Three.js` библиотеката. Управлението на камерата и отчитането на обекта, посочен с мишката, се извършват в цикъла на рендеринг.

4.3. Онлайн платформа за управление и презентиране на цифрови културни ресурси с учебна цел за деца

Разработената онлайн платформа за управление и визуализация на цифрови културни ресурси с учебна цел използва иновативни средства и методи за да достигне до повече и разнообразни категории от публика. В същото време тя добавя допълнителни функционалности, необходими на онлайн системите за обучение, като ограничение на достъпа, управление на различни групи от потребители (ученици, родители, учители и директори), многократна промяна и повторно използване на ресурсите, както и следене на прогреса на децата.

Системата е изградена с помощта на ASP.NET MVC библиотеката за уеб приложения, базирана на MVC модела. Тя включва софтуерни компоненти, разработени да улеснят изграждането и поддръжката на динамични уеб страници, приложения, уеб услуги и ресурси. Те облекчават изпълнението на дейности, присъщи за повечето уеб приложения, като достъп до бази от данни, шаблони за интерфейс, сесии и в същото време насърчават повторното използване на код и други добри практики на програмирането. Повечето библиотеки за уеб приложения са базирани на MVC шаблона за архитектура на софтуер, предназначен за изграждане на потребителски интерфейси. Той разделя дадено софтуерно приложение на три тясно-свързани части, с цел разграничаване на вътрешното представяне на информацията от това как тя се представя и приема от крайния потребител. В MVC архитектурата има три основни типа компоненти – модел, изглед и контролер. Моделът е ядрото на тази архитектура и дефинира функционалността на приложението за решаването на специфичния проблем, независим от потребителския интерфейс. Той директно управлява данните и бизнес логиката на приложението. Изгледите изобразяват информация от приложението във всякакъв вид и формат – графика, диаграма, HTML документ или JSON файл. Може да съществуват различни изгледи на едни и същи данни, като например обобщаваща графика за визуализация и детайлна таблица за промяна на същите тези данни. Третият вид компонент, контролера, е отговорен за обработването на потребителските събития и преобразуването им в команди за модела или изгледа.

Освен че разделя приложенията на три вида компоненти, MVC конструкцията определя възможните взаимодействия между тях. MVC контролерът може да изпраща команди към модела, за да актуализира състоянието му – например при промяна на данни от потребителя чрез интерфейса. Контролерът също може да праща команди към даден изглед, за да промени представянето на модела – пример за това е промяна на текущата страница от дълъг списък с артикули, които се показват. Моделът известява изгледите, с които е асоцииран и контролера за всяка промяна в състоянието си. Това позволява на изгледите да пресъздадат обновена версия на информацията и на контролерите да променят възможния набор от команди за потребителя. Изгледът от своя страна изисква информация от модела и я използва, за да генерира интерфейса, показан на крайния потребител.

Прилагайки разделяне на отговорностите между различните видове компоненти, MVC архитектурата се превръща в многоцелева среда за разработка на всякакви приложения. С MVC библиотеките могат да се изградят различни функционалности за едно уеб приложение, като сервиране на статично съдържание, динамични HTML страници, както и сложни уеб услуги като REST. REST е стил на софтуерна архитектура, включващ принципи и практични насоки за създаване на лесно разрастващи се уеб услуги. Този стил дефинира няколко изисквания за създаването на системи, чрез които се осигурява изграждането на една система, която може да се надгражда за дълъг период от време и в същото време да поддържа голям брой клиенти, които няма да бъдат засегнати от голям брой промени в софтуера. REST е възприет и широко използван в Интернет като по-опростената алтернатива на SOAP и WSDL-базирани услуги. RESTful системите най-често комуникират посредством HTTP протокола със същите глаголи, които се използват и от уеб браузърите за извличане на уеб страници или изпращане на данни към отдалечени сървъри – GET, POST, PUT, DELETE и най-голямата система, следваща този стил е Интернет.

Данните в платформата за управление и визуализация на цифрови културни ресурси се съхраняват в Microsoft SQL Server релационна база от данни. За манипулация на данните чрез C# обекти се използва Entity Framework библиотеката, също част от ASP.NET MVC. Тя представлява ORM (object-relational mapper) абстракция на слоя за съхранение на данни и премахва нуждата от писане на SQL код за определяне на структурата и управление на данните.

В онлайн платформата за управление и визуализация на цифрови културни ресурси има възможност да се показват два основни вида уроци – традиционни уроци, съдържащи ресурси от различен тип, както и уроци, представени под формата на триизмерна среда – виртуална стая.

Платформата е реализирана като облачно приложение, следваща най-добрите практики за облачните среди. Те включват разделяне на слоевете на приложението и съхранението на данни на различни сървъри, които да могат да се управляват самостоятелно с цел увеличаване на мащабируемостта и поддръжка на особено голям брой потребители, подобряване на достъпността и архивиране на данните. Основното ASP.NET MVC приложение се изпълнява на отделен уеб сървър – Microsoft IIS и отговаря на потребителски заявки за уеб страници и REST уеб услуги. За система за управление на бази от данни се използва Microsoft SQL Server, който се изпълнява на отделен сървър. Това дава възможност да се копира сървъра на приложението, което осигурява поддръжка на много голям брой потребители и копията да се свържат към единния сървър за бази от данни. Отделния сървър за бази от данни също позволява да се конфигурира и надгражда самостоятелно. Всички заявки на клиентите преминават през защитна стена, която проверява всяка една и пропуска само валидните от тях – тези, използващи HTTP и HTTPS протоколите и произлизащи от потребителските уеб браузъри. Всички описани сървъри, защитната стена и други инструменти за архивиране, статистики и управление на инфраструктурата са базирани в облачната архитектура Amazon Web Services.

Освен генериране на потребителския интерфейс, платформата предоставя няколко RESTful уеб услуги за достъпване и управление на различни обекти. Това дава възможност на външни системи за използват функциите на приложението за извличане и управление на обучаващите организации, уроците и ресурсите в тях, както и търсене на определени ресурси. Тази гъвкава система е уникална среда за управление и визуализиране на цифрови културни ресурси за деца в Интернет, която не изисква определени знания от нейните ползватели и в същото време предоставя пълен програмен интерфейс за да бъде използвана от опитни програмисти и други системи.

Глава 5. Експериментално внедряване и анализ на резултатното тестване

5.1. Методология на тестването

За да се подобри използваемостта на моделите, софтуерните компоненти и средата за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси за деца в Интернет, взаимодействието потребител-компютър играе основна роля за постигане на целта за подобряване на производителността на потребителите.

Използваемостта може да се разглежда от гледна точка на четири основни оперативни критерия, това са ефективността; способността за учене, гъвкавост и удовлетвореността. Това проучване включва тестване на всички четири оперативни критерия [30] за софтуерните компоненти и средата.

- **Ефективност** – Какъв процент от потребителите в системата са изпълнили задачите;
- **Способност за учене** - степента на обучение при изпълнение на задачите;
- **Гъвкавост** - Адаптирането към промените в компонентите и средата;

- **Удовлетвореността на потребителите от системата** - дали биха продължили да използват компонентите и средата.

За целите на това изследване са използвани два подхода за оценка на ефективността на разработените компоненти и среда, и за оценка на удовлетвореността на потребителите.

Подход 1

В този подход са използвани стандартни въпросници за оценката. Приложена е петстепенната скала на Ликерт [31], която представлява въпроси или твърдения, на които анкетируаният трябва да отговори, като отбележи своето мнение по скала от 1 до 5. Чрез използването на скалата се дава възможност да се събере по-прецизна и по-лична информация от потребителите, а именно – различни степени на отношение и мнение.

Първият въпросник е за предварително тестване и включва 6 въпроса. Целта на използването му е да се анализира какъв тип потребител ще използва разработените компоненти и среда.

Въпросникът се фокусира върху това да се анализират нагласите, целите и поведението на потребителя, свързани с употребата на продукта, който се тества.

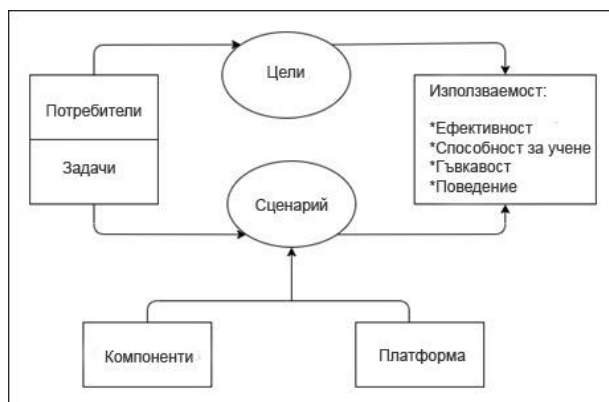
Във втория въпросник, е разработен на базата на създадения от Джон Брук въпросник [32], който е надежден и е широко използван. Той е адаптиран за целите на експеримента и е за оценка на ефективността, използваемостта и удовлетвореността на потребителите.

Въпросите оценяват следните области на използваемост в софтуерните компоненти и средата за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси:

- **Дизайн** – до колко дизайна е подходящ за деца;
- **Функционалност** – до колко разработените функционалности постигат целите на дисертационния труд;
- **Използване** - до колко инструментите са удобни и разбираеми за потребителите;
- **Способност за учене** – до колко инструментите допринасят за контекстно-зависимото използване на цифрови културни ресурси за деца;
- **Удовлетвореност** – до колко потребителите са удовлетворени от използването на разработените инструменти;
- **Бъдеща употреба** - до колко потребителите биха продължили да използват компонентите и средата;
- **Полезност** – до колко инструментите подобряват качеството на обучение чрез методите за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.

Подход 2

Този подход включва тестване на ефективността на разработените компоненти и среда. По време на тази фаза потребителите получават списък със задачи, както и разработения въпросник, който попълват след изпълнението на задачите. Списъкът с дефинираните задачи, разписани в сценарии за тестване на използваемостта в реално време е с конкретни дейности и цели. При оценката в реално време на компонентите и средата са формулирани три основни задачи, чрез разделяне на подзадачи въз основа основните характеристики и функции на инструментите. Фигура 10 показва рамката на методологията на тестване, използвана за оценка на използваемостта.



Фигура 10 - Рамката на методологията за изследване, използвана за оценка на използваемостта

При тази методология потребителят изпълнява задачите по предварително зададени сценарии на употреба като взаимодейства с разработените компоненти и среда в реално време. След това чрез попълване на въпросници дава оценка за ефективността, способността за учене, гъвкавостта и удовлетвореността от използването на инструментите.

Този подход за тестване включва потребители (учители и деца), които използват разработените компоненти и среда в реално време. При оценката в реално време са формулирани няколко основни задачи въз основа на основните функционалности и характеристики на разработените инструменти.

Крайният резултат от този тест илюстрира как потребителският интерфейс, функционалностите и качеството на компонентите и цялостната система могат да подкрепят използването на цифрови културни ресурси с учебна цел, както и потребителите в процеса им на обучение.

5.2. Експерименти, внедряване и резултати

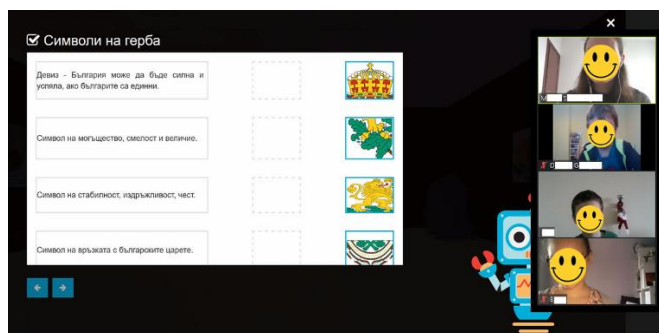
Това проучване се проведе онлайн в Учебен център “Адива” в рамките на 1 учебен час (40 минути). В него участваха двама учители, които самостоятелно подготвиха триизмерен виртуален урок за придобиване на нови знания на тема „Български национални символи“, част от обучението по Околен свят. В експеримента бяха включени три групи ученици – една контролна група (16 деца на 7 години) и две групи, съставени от деца, които са вече са използвали платформата (група от 17 деца на 7 години и група от 19 деца на 9 години). В периода на внедряване и тестване средата беше с временен достъп, като беше качена на онлайн сървър.

Урокът първоначално започна с дискусия на тема „Нашата родина България“ (Фигура 11). След това, използвайки разработените софтуерни компоненти и среда за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси учителите представиха урока и културно-историческите цифрови учебни материали (за знамето, герба и химна на България).



Фигура 11 - Триизмерен виртуален урок на тема „Български национални символи“

След това учителят помоли децата да изиграят игровите ресурси (мини-игри) от трите разработени типа - подреждане, сортиране и избор, съдържащи цифрови културни обекти. По време на този експеримент децата участваха активно с вдигане на ръка, отговаряне на въпроси, играене на игровите ресурси, освен това изпяха и химна на България.



Фигура 12 - Игрови ресурс тип съвпадение

След приключване на експеримента и анализиране на данните (анализът е подробно описан в дисертационния труд) от попълнението на въпросниците става ясно, че разработените модели, софтуерни компоненти и среда за реализация, визуализиране на цифрови културни ресурси с учебна цел за деца в Интернет постигат целите на дисертационни труд, а именно:

- Тези инструменти дават възможност за интегриране на учебно съдържание в потребителски уеб интерфейс и могат да бъдат използвани за интерактивно представяне на цифрови културни учебни ресурси;
- Учебните ресурси включват богато мултимедийно съдържание – текст, изображения, видео, аудио, както и триизмерна виртуална реалност;
- Системата е достъпна за всеки потребител без значение от използваното устройство или операционна система и не изисква инсталацията на допълнителен софтуер;
- Чрез използването на разработените компоненти и среда се постига удовлетворение, пълно взаимодействие с потребителите (учители и ученици) с инструментите, както и гъвкаво и ефективно обучение.

Глава 6. Приноси на дисертационния труд

Научните и научно-приложните приноси на дисертационния труд са следните:

- Направен е сравнителен анализ и систематизация на решения за контекстно-зависимо използване на културни ресурси с учебна цел за деца. Идентифицирани са специфични изисквания и функционалности в избрания контекст.
- Разработен е модел за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси и съответстващите софтуерни компоненти от различен тип (мини-игри).
- Разработена е 3D виртуална среда, в която се експонират софтуерните компоненти (мини-игри) и 3D обекти в избран контекст.

- Моделирана е и изградена онлайн платформа за управление на процесите по контекстно-зависимото използване на цифрови културни ресурси с учебна цел и тяхното виртуално експониране в 3D среда.

Разработените модели, компоненти и 3D виртуална среда са експериментално внедрени и са анализирани резултатите от експериментите.

Заклучение

В настоящия дисертационен труд са изследвани нови технологични решения и съвременни средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.

Основната цел на дисертационния труд е разработването на модели, софтуерни компоненти и онлайн среда за създаване, управление и представяне на цифрови културни ресурси и 3D обекти с учебна цел и по-лесното им достъпване и използване.

Предметът на изследването е идентифициране на възможности за използване на модерни методи и решения като средства за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.

Направен е сравнителен анализ на решения за контекстно-зависимо използване на ресурси с учебна цел за деца, който се основава на основните стандарти за оценяване на образователни системи в областта на обучението по културно наследство, което допринася за подобряване на строгостта на оценката на средите. Анализирани са специфични изисквания и функционалности, като взаимодействие с потребителите, достъпност, ключови елементи на образователен план: цели, съдържание, ресурси, оценка и др. Направен е преглед на основни характеристики, особености и недостатъци на конкретни средства и методи за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.

Дисертационният труд представя модели, софтуерни компоненти и онлайн среда за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси.

Направена е оценка на удовлетвореността на потребителите и ефективността на разработените модели, компоненти и онлайн среда чрез експериментално внедряване. За целта са използвани два подхода – попълване на стандартни въпросници на база на петстепенната скала на Ликерт [31] и тестване по предварително разписани сценарии от избрана група учители и деца в реално време.

Разработените модели, софтуерни компоненти и среда за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси за деца в Интернет са достъпни и могат да достигнат до повече и разнообразни категории публика и да се използват с учебна цел. Важно е децата да се включат в обучението по културно наследство защото по този начин се повишава тяхната информираност, формира се желание за участие в неговото опазване и се развива чувство за тяхната принадлежност към ценностите на общото европейско културно наследство.

Потенциална бъдеща работа, свързана с моделите, софтуерните компоненти и онлайн средата за контекстно-зависимо използване с учебна цел на цифрови културни ресурси, представени в тази дисертация, включва разработване на статистически инструменти за оценка на академичното качество на обучението в областта на културното наследство. Друга стъпка в развитието е създаване на персонализирано и релевантно съдържание, отговарящо на интереса и нуждата на потребителите.

Списъкът от публикации по същността на дисертацията включва пет заглавия, четири от които са индексирани в Scopus и Web of Science, а една е в научно списание с SJR.

Литература

- [1] Mendoza, R., Baldiris, S., & Fabregat, R. (2015). Framework to heritage education using emerging technologies. *Procedia Computer Science*, 75, 239-249
- [2] Rizvic, S., Boskovic, D., Okanovic, V., Sljivo, S., & Zukic, M. (2019). Interactive digital storytelling: bringing cultural heritage in a classroom. *Journal of Computers in Education*, 6(1), 143-166
- [3] Paolini, P., & Di Blas, N. (2014). Storytelling for cultural heritage. In *Innovative technologies in urban mapping* (pp. 33-45). Springer, Cham
- [4] **Nikolova, A.**, Georgiev, V., & Mitreva, E. (2018). Storytelling With Digital Cultural-historic Content For Children Development. In 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation (pp. 8403-8406)
- [5] Lu, F., Tian, F., Jiang, Y., Cao, X., Luo, W., Li, G., ... & Wang, H. (2011, May). ShadowStory: creative and collaborative digital storytelling inspired by cultural heritage. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1919-1928)
- [6] Luchev, D., Paneva-Marinova, D., Senka, G., Pavlova, L., Pavlov, R.. Conceptual Models for the Development of Online Learning Games in Cultural Heritage Field. *Pedagogy*, 92, 5, "Az Buki" National Publishing House, 2020, ISSN:0861-3982, 620-633
- [7] Arnab, S., Petridis, P., Dunwell, I., & de Freitas, S. (2011). Enhancing learning in distributed virtual worlds through touch: a browser-based architecture for haptic interaction. In *Serious Games and Edutainment Applications* (pp. 149-167). Springer, London
- [8] Museum Fuerte de San José - https://www.mediateca.inah.gob.mx/webapps/visitas-virtuales/museo_114/ (линкът е последно достъпен на 20.06.2021)
- [9] UNESCO. Patrimonio Cultural Inmaterial, Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, 2011
- [10] **Nikolova, A.**, Georgiev, V.. Using Serious Games In E-Learning For Kids. In the Proceedings of the 15th annual International Technology, Education and Development Conference, INTED2021, 2021, DOI:10.21125/inted.2021
- [11] Anderson, E. F., McLoughlin, L., Liarokapis, F., Peters, C., Petridis, C., & de Freitas, S. (2009). Serious games in cultural heritage
- [12] Gaitatzes, A., Christopoulos, D., & Papaioannou, G. (2005, November). Virtual reality systems and applications: the ancient olympic games. In *Panhellenic Conference on Informatics* (pp. 155-165). Springer, Berlin, Heidelberg
- [13] Froschauer, J., Arends, M., Goldfarb, D., & Merkl, D. (2012, September). A serious heritage game for art history: Design and evaluation of ThiATRO. In *2012 18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia* (pp. 283-290). IEEE
- [14] Panzoli, D., Peters, C., Dunwell, I., Sanchez, S., Petridis, P., Protosaltis, A., ... & De Freitas, S. (2010). A level of interaction framework for exploratory learning with characters in virtual environments. In *Intelligent Computer Graphics 2010* (pp. 123-143). Springer, Berlin, Heidelberg
- [15] Kim, J. M., Hill Jr, R. W., Durlach, P. J., Lane, H. C., Forbell, E., Core, M., ... & Hart, J. (2009). BiLAT: A game-based environment for practicing negotiation in a cultural context. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 19(3), 289-308
- [16] Deaton, J. E., Barba, C., Santarelli, T., Rosenzweig, L., Souders, V., McCollum, C., ... & Singer, M. J. (2005). Virtual environment cultural training for operational readiness (VECTOR). *Virtual Reality*, 8(3), 156-167
- [17] Paneva-Marinova, D., Rousseva, M., Dimova, M., Pavlova, L. Tell the Story of Ancient Thracians through Serious Game. In: Ioannides M. et al. (eds.) *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection. EuroMed 2018. October 29th – November 3rd, 2018, Cyprus, Lecture Notes in Computer Science* (including subseries *Lecture Notes in Artificial Intelligence* and *Lecture Notes in Bioinformatics*), vol. 11196 LNCS, 2018, Springer, Cham. ISBN: 978-3-030-01761-3, DOI:https://doi.org/10.1007/978-3-030-01762-0_44, 509-517
- [18] Marinova, D. P., Rousseva, M., Pavlov, R., & Luchev, D. (2018). The ancient Thracian Civilization and modern youth convergence by serious games. In *Edulearn 18. 10th International Conference on Education and New Learning Technology* (Palma, 2nd-4th of July, 2018): conference proceedings (pp. 3940-3945). IATED Academy

- [19] Márkus, Z. L., Kaposi, G., Veres, M., Weisz, Z., Szántó, G., Szkaliczki, T., ... & Pavlova, L. (2018). Interactive Game Development to Assist Cultural Heritage. *Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage*, 8, 71-82
- [20] Welcome to Europeana. (n.d.). Retrieved January 07, 2021, from <http://www.europeana.eu/> (линкът е последно достъпен на 15.06.2021)
- [21] Vocaturo, E., Zumpano, E., Caroprese, L., Pagliuso, S. M., & Lappano, D. (2019, January). Educational Games for Cultural Heritage. In *VIPERC@ IRCDL* (pp. 95-106)
- [22] Povroznik, N. (2018, March). Virtual Museums and Cultural Heritage: Challenges and Solutions. In *DHN* (pp. 394-402)
- [23] Landers, R. N., Auer, E. M., Collmus, A. B., & Armstrong, M. B. Gamification Science, Its History and Future: Definitions and a Research Agenda. *Simulation & Gaming*, 49(3), 315–337, 2018
- [24] Bari, M., & Djouab, R. (2014). Quality frameworks and standards in e-learning systems. *International Journal of the computer, the Internet and Management*, 22(3), 1-7
- [25] Bursać, M. (2018). Comparative Analysis of E-Learning Standard. In 7th International Scientific Conference Technics and Informatics in Education, Čačak, Serbia
- [26] Vassileva, D. (2012). Adaptive e-learning content design and delivery based on learning styles and knowledge level. *Serdica Journal of Computing*, 6(2), 207-252
- [27] JavaScript Framework Shield UI. (n.d.). Retrieved January 07, 2021, from <https://www.shieldui.com/> (линкът е последно достъпен на 15.06.2021)
- [28] Georgiev, V., & **Nikolova, A.** (2020). Tools for Creating and Presenting Online Learning Resources for Preschool Kids. *TEM Journal*, 9(4), 1692
- [29] Historiana. (n.d.). Retrieved January 07, 2021, from <https://historiana.eu/> (линкът е последно достъпен на 15.06.2021)
- [30] Shackel, B. (2009). Usability–Context, framework, definition, design and evaluation. *Interacting with computers*, 21(5-6), 339-346
- [31] Likert scale. (2021, January 10). Retrieved January 18, 2021, from https://en.wikipedia.org/wiki/Likert_scale (линкът е последно достъпен на 15.06.2021)
- [32] Brooke, J. (2013). SUS: a retrospective. *Journal of usability studies*, 8(2), 29-40
- [33] Wikimedia Foundation. (2021, January 6). Virtual museum. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_museum (линкът е последно достъпен на 20.06.2021)
- [34] **A. Nikolova** (2019) Educational Applications For Development And Training Of Children Up To The Age Of 6, ICERI2019 Proceedings, pp. 1865-1868
- [35] Georgiev, V., **Nikolova, A.**, & Mitreva, E. Using Unity and Shield UI for Displaying 3D Medical Education Objects in the Web Browser
- [36] Bontchev, B. (2015). Serious games for and as cultural heritage. *Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage*, (V), 43-58
- [37] Fedwa Laamarti, Mohamad Eid, Abdulmotaleb El Saddik, "An Overview of Serious Games", *International Journal of Computer Games Technology*, vol. 2014, Article ID 358152, 15 pages, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/358152> (линкът е последно достъпен на 18.06.2021)
- [38] Wikimedia Foundation. (2021, June 20). Digital library. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_library (линкът е последно достъпен на 18.06.2021)

Списък на авторските публикации по темата на дисертацията

Nikolova, A., Georgiev, V., & Mitreva, E. (2018). Storytelling With Digital Cultural-historic Content For Children Development. In 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation (pp. 8403-8406), ISBN: 978-84-09-05948-5, ISSN: 2340-1095, doi: 10.21125/iceri.2018.0528

Georgiev, V., **Nikolova, A.**, & Mitreva, E. (2018) Using Unity and Shield UI for Displaying 3D Medical Education Objects in the Web Browser, Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. Conference Proceedings. Vol. 8, Sofia, Bulgaria: Institute of Mathematics and Informatics – BAS, 2018. ISSN: 1314-4006, eISSN: 2535-0366

Nikolova A., (2019). Educational Applications For Development And Training Of Children Up To The Age Of 6, In 12th annual International Conference of Education, Research and Innovation, pp. 1865-1868, ISBN: 978-84-09-14755-7, ISSN: 2340-1095, doi: 10.21125/iceri.2019.0525

Georgiev, V., & **Nikolova, A.** (2020). Tools for Creating and Presenting Online Learning Resources for Preschool Kids. TEM Journal. Volume 9, Issue 4, Pages 1692-1696, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM94-49, November 2020

Nikolova, A., Georgiev, V.. (2021) Using Serious Games In E-Learning For Kids. In the Proceedings of the 15th annual International Technology, Education and Development Conference, INTED2021, 2021, pp. 621-625, ISBN: 978-84-09-27666-0, ISSN: 2340-1079, doi: 10.21125/inted.2021.0155

Списък на докладвани резултати

Изнесен научен доклад на международната конференция 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation, 12-14 Ноември 2018, Севилия, Испания, Тема: Storytelling With Digital Cultural-Historic Content For Children Development, виртуално участие, Автори: **Nikolova, A.**, V. Georgiev, E. Mitreva

Изнесен научен доклад на международната конференция Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage, 27–29 Септември 2018, Бургас, България, Тема: Using Unity and Shield UI for Displaying 3D Medical Education Objects in the Web Browser, Автори: Georgiev, V., **Nikolova, A.**, & Mitreva, E.

Изнесен научен доклад на международната конференция 12th annual International Conference of Education, Research and Innovation, 11-13 Ноември 2019, Севилия, Испания, Тема: Educational Applications For Development And Training Of Children Up To The Age Of 6, виртуално участие, Автор: **Nikolova, A.**

Изнесен научен доклад на Годишна отчетна сесия на секция „Математическа лингвистика“ на 22.12.2020, Тема на доклада: Tools for Presenting Context-dependent Learning Resources for Children, виртуално участие, Автор: **Николова, А.**

Изнесен научен доклад на международната конференция 15th International Technology, Education and Development Conference, 8-9 Март 2021, Онлайн конференция, Тема: Using Serious Games In E-Learning For Kids, виртуално участие, Автори: **Nikolova, A.**, Georgiev, V.

Списък на цитирания

Общо открити цитирания – 1 (без автоцитирания).

Georgiev, V., & **Nikolova, A.** (2020). Tools for Creating and Presenting Online Learning Resources for Preschool Kids. TEM Journal. Volume 9, Issue 4, Pages 1692-1696, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM94-49, November 2020

Цитирана в:

Mohammed Zafer Al-Osaimi (2020), Factors affecting the use of a learning resource center in secondary schools in Al-Kharj governorate from the viewpoint of school leaders, Journal of Educational and Human Studies, College of Education, University of Damanhour - Volume 12, Issue 4, 2020, pp.273-308, Print ISSN: 2090-7885, Online ISSN: 2357-0377