

Радовеста Тодорова Стюърт

Дигитализация на културно наследство

АВТОРЕФЕРАТ

На дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен
„доктор” по научна специалност „Компютърни системи и технологии”,
Област на висшето образование 5. Технически науки,
Професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника

Научни ръководители

проф. д-р Радослав Павлов

доц. д-р Станислав Симеонов

Бургас, 2020 г.

Представеният дисертационен труд беше обсъден на разширен катедрен съвет на катедра „Компютърни системи и технологии“, в Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ - Бургас, на заседание, състояло се на 25.09.2020 г. и е насрочен за разкриване на процедура за защита пред научно жури със заповед УД-207/17.09.2020 г. на Ректора на Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас.

Дисертационният труд съдържа 131 страници, от които 11 фигури и 7 приложения; използвани са 111 литературни източника. Резултатите са публикувани в 8 статии с 5 цитирания.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на от часа в зала, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – гр. Бургас.

Материалите по защитата са предоставени за заинтересованите в деловодството на Университет „Проф.д-р Асен Златаров“-Бургас.

Автор: Радовеста Тодорова Стюърт

Заглавие: Дигитализация на културно наследство

Увод

В 21 век културното наследство започва нов живот благодарение на цифровите технологии и интернет. Именно чрез тях е възможно обединяването на наследството, колкото и разнородно да е то или институциите, които го съхраняват и представят - галерии, библиотеки, архиви и музеи. Чрез тъй наречените дигитални хранилища или цифрови библиотеки, гражданите имат безпрецедентна възможност за достъп до обектите на културното наследство, а културните институции достигат до по-широка аудитория, привличат нови потребители, анализират данните много по-бързо и произвеждат на тяхна база нови изследвания, създават креативно и достъпно съдържание за творческата индустрия и образованието. Това е причината да се постави фокус върху разработването на цифрово съдържание, цифрови библиотеки и най-вече стандарти, модели и подходи за аотирането и консолидирането на обекти и ресурси в цифровите библиотеки, визуализирането на съхраняваните мултимедийни обекти, както и осигуряването на гъвкав и ориентиран към потребителя механизъм за достъп до съхраняваните цифрови обекти на културното и научно наследство.

Основополагащ момент в този процес е създаването на **универсална базова онтология за цифровите обекти от културното, природното и научното наследство**. Ролята ѝ като обобщаващо звено е видима и от интеракцията с разработената специализирана онтология за фондовете на българските музеи и галерии в съответствие със законовите разпоредби. По този начин не се ограничава свободната конкуренция с налагането на единен централизиран софтуер, а по-скоро да се увеличи конкуренцията между разработчиците, стига да следват зададените указания и стандарти за функционалности, което прави данните достъпни за всички останали, използващи ги отново със същите стандарти и функционалност. Позволявайки по-голяма конкуренция се насърчават иновациите в областта на цифровите библиотеки, а също така се увеличават възможностите за отворен достъп до данните за културното, природното и научното наследство до обществеността и до институции. При подобен подход и публичност на данните може да се пристъпи и към следващото ниво – обмен, валидация и трансформация на цифровизирани ресурси.

1. Предмет и задачи на дисертационния труд

Предмет на изследването е разработка на модели за внедряване на семантично-базирани технологии и съвременни методи, подходи и технологични средства за организиране на процесите по осигуряване на семантичен и контекстно-базиран достъп, проследяване, търсене, групиране и доставяне на потребителя на информационно съдържание в цифрова библиотека.

Представеният дисертационен труд е интердисциплинарен – обединява областите на компютърните и информационни технологии и на културата и музеологията.

Основната цел е разработването на семантична структура (онтология) за описание в цифрови библиотеки на знанието за обекти на културното, природното и научното наследство, съхранявани във фондовете на българските музеи и галерии. Тази структура ще се използва за осигуряване на семантично-базиран достъп до обекти в цифрова библиотека, като по този начин се подпомага потребителят в достигането и използването на цифрови информационни ресурси чрез подобрени услуги за семантично аотиране, индексирание, търсене, групиране и др., базирани на знания за тях. Семантичната структура е предназначена за създаването на единен стандарт за работата на цифровите библиотеки за музейните фондове, задоволяващ както изискванията на националното законодателство, така и даващ възможност за унифициране на цифровото представяне на културните ценности, получаване на еднородни масиви от данни и тяхната лесна миграция и съхранение.

Постигането на основната цел на изследването се конкретизира с изпълнението на следните основни задачи:

Задача 1: Проучване на състоянието на проблема:

- Изследване на основните характеристики и специфики на обектите от културното наследство и особеностите при тяхното цифрово описание;
- Изследване на модели и стандарти за описание на обекти от културното наследство и преценка на тяхната приложимостта;

- Изследване на съвременни технологии за цифрови библиотеки, архитектурните им решения и подходи;

- Изследва на най-често използваните видовете файлове, които се използват най-често в мултимедийните библиотеки.

Задача 2: Разработване на семантично-ориентирано представяне във формата на базова и специализирана онтология за нуждите на българските музеи. Тази задача изисква изпълнението на следните стъпки:

- Създаване на онтологичен модел на знанието за културните ценности от фондовете на българските музеи и галерии, описващ основните характеристики на обектите, тяхната специфика и отношения между тях;

- Систематизиране и описание на основните типове обекти и хранилища, както и използваните в тях модели на метаданните.

Задача 3: Експериментиране със създадените семантични средства чрез използването им в софтуер MusLib за организация и поддържане на цифрова библиотека за нуждите на Регионален исторически музей-Бургас.

Задача 4: Експериментиране и оценка на възможностите за развитие и разширяване на предложените семантични структури и функционалност за цифрова библиотека чрез използването им в софтуер MusLib.

В текста с [n*] са означени статиите на автора, включени в дисертационния труд.

2. Подходи и средства за описание на обекти от културното наследство за музейните цифрови библиотеки

В тази глава, разделена в три части, е представена спецификата на обектите на културното наследство с техни особености, влияещи върху описанието на знанието за тях. Изследването започва с анализиране на моментното състояние и проблемите при цифровизацията на музейните фондове и колекции с акцент върху българските културни институции.

Във втората част е направено общо изследване на семантично-базираните технологии за представяне на знанията. Дадена е дефиниция за онтологията като част от компютърните науки; описана е общата структура на една онтология, нейните компоненти и особености. Изследвани са най-често използваните стандарти и модели за изграждане и работа с онтологии и др., като са посочени добри практики в направлението. С това е подпомогнат изборът на методи за изграждане на онтология с оглед поставената в дисертационния труд цел, както и внедряването ѝ в цифровата библиотека MusLib. Проследени са типовете метаданни и процесът на семантично маркиране на данните. Основна задача е изграждането на концепция и очертаване на подходи за използване на онтологии и онтологични метаданни за реализация на семантични описания на обекти от културното, природното и научното наследство, съхранени и представени в цифровите библиотеки на българските музеи.

В третата част се описва същността, характеристиките и основните компоненти на цифровите мултимедийни библиотеки, изследвайки стандарти, методи и модели за тяхното структуриране. Проследени са принципите и особеностите при изграждането им с цел оптимизация и подобряване на контекстно-базирания/семантичния достъп до обекти и знания в тях и са анализирани подходи за използване на семантични технологии в цифрови библиотеки. В него са представени международни и национални инициативи за разработка на цифрови библиотеки и тяхното съдържание..

2.1 Специфика на обектите на културното наследство, съхранявани в българските музейни фондове и тяхното описание

Различните по вид културни ценности, съдържащи се в музейните фондове се отличават по много признаци като форма, материал,

състояние, място на разположение. Много от тях са променили тези си характеристики през годините на пребиваване във фондовете, а единственото място към момента за тяхното идентифициране и откриване на първично състояние е в музейните инвентарни книги, които се водят и съхраняват на хартиен носител от десетилетия. Информацията в тях макар и подчинена на отдавна наложени стандарти, е трудна за използване, поради факта, че изисква време за откриване и разчитане. От друга страна са невъзможни промяна, допълване и прилагане на по-богат снимков материал.

Основният проблем, който стои пред всеки музей или галерия е, как да направи този обем информация за културно наследство от фондовете си, по-лесна за използване и по-ефективна за работа като същевременно се гарантира нейното трайно съхранение за идните поколения.

Достъпът до пълната информация от фондовете на музеите в България към момента е ограничена само до определените лица, работещи в системата. За външни лица получаването на информация от музейния фонд за определен експонат се осъществява след заплащането на определени такси. Те се събират на основание действащата нормативна уредба свързана с дейността на музеите, съгласно чл.4, ал.2, т.4 от Закона за закрила и развитие на културата и Постановление № 290 от 20.10.2011 г. за одобряване на Тарифа за таксите, които събират музеите, Националният институт за недвижимо културно наследство и Националната библиотека „Св. св. Кирил и Методий“ за извършване на услуги и за издаване на документи и дубликати, обнародвано в ДВ бр.84/2011г.

Единственият начин ценните експонати на музея да бъдат достъпни до най-широк кръг от ползватели, е те да бъдат дигитализирани и подробно каталогизирани. По този начин те ще са по-леснодостъпни за голям кръг специалисти, посетители и хора с интереси в съответните области като се осигури достъп до експонати, които досега по различни причини не са включвани в експозиции и остават неизвестни за науката. Така ще се открият връзките между обектите и ще се улесни обработката и извличането на данни при правенето на изводи. Този процес може да бъде трамплин за цялостно изучаване на глобални тенденции в исторически, културен и социален аспект като се даде възможност за разширяване на контактите и полето на изследвания, за обмяна на опит и информация.

2.2 Семантично представяне на знанията и метаданни за описание на семантиката на обекти от културното наследство

2.2.1 Онтология и семантика – дефиниция

Онтоологиите - спецификации на това, което съществува или начин да опишем света - съществуват поне от времето на Аристотел. Природата на знанието е обект на постоянен въпрос, довел до непрекъснати опити на хората да намерят начини да изразят или предадат собственото си „знание“. Физиката и математиката зависят от конкретни символни езици и много подходи към изкуствения интелект (AI) считат намирането на оптималното представяне на проблема като голяма част от решението. В последното десетилетие се наблюдава огромен интерес към полето на онтоологиите за представянето на човешкото знание, управлението на знанието (knowledge management), Семантичният уеб (Semantic Web), различни приложения за бизнеса и много др. Различните изследователски общности обикновено приемат, че онтоологиите са подходящата структура за моделиране на представянето на знания.

Спрямо настоящото изследване онтологията се приема като стандартизиран спецификационен модел, осигуряващ стабилна основа за общо разбиране на дадената област. Моделът е предназначен за споделяне между потребителите и/или приложни компютърни системи. Това осигурява принципен начин за работа с големи количества разпределена и разнородна компютърно-базирана информация. В резултат на това онтоологиите не само въвеждат споделяемо и многократно представяне на знания, но също така могат да добавят нови знания за областта.

Класификация на онтоологиите

Улесняване на споделянето на знания и повторната им употреба са две от най-важните функции на онтоологиите. Според Фенсел онтоологиите се делят на няколко групи: общи онтоологии, онтоологии за конкретна област, онтоологии за конкретна задача, онтоологии за метаданни, репрезентационни онтоологии, приложни онтоологии и др.

Общите онтоологии (Top-level Ontologies) имат за цел да отразят и обобщат общовалидни знания за света, да предоставят основни понятия и понятия за неща като време, пространство, състояние, събитие и т.н. Те не зависят от конкретната задача или област и са валидни за няколко предметни области едновременно, което ги прави унифицирани за големи общности от потребители. Пример за обща онтология е CYC - най-дълго

съществуващият проект за изкуствен интелект, който продължава да се развива и до днес.

Онтологиите за конкретна предметна област (Domain Ontologies), описват знанията чрез определена структура, валидна за дадена област. Този вид онтологии служат като обединяваща рамка за представяне и интегриране на знания и споделяне на концепции и отношения в определена област от интерес. Те съдържат концепции, свързани с определена тема или област на интерес: например информационни технологии или компютърни езици или определени отрасли на науката, медицината и т.н. Това е и видът онтология предмет на настоящата разработка, обхващащ областта на музеологията.

Онтологиите, ориентирани към конкретна задача (Task Ontologies), описват речник, свързан с конкретната задача или дейност, уточняват концептуализации, необходими за изпълнение на определена задача.

Онтологиите за конкретна област или задача могат автоматично да бъдат превърнати в **Онтологии за метаданни**. Такава реципрочност е демонстрирана и с разработената онтология за MusLib. Пример за това е стандартът Dublin Core, който осигуряват речник за описание на съдържанието на он-лайн информационни източници.

Приложните онтологии (Application Ontologies) описват понятия / концепции в зависимост от конкретно приложение на домейн, които често са спецификации на двете свързани онтологии. За разлика от тезаурусите, онтологиите не са предназначени основно за индексирание на документи; основната им цел е да определят отношенията между понятията. От особена важност е степента на детайлност, използвана за описание на концепциите в онтологиите.



Фигура 1 Класификация на онтологиите

2.2.2 Метаданни

Метаданните или „данни за данните“ се използват по различни начини като се започне от разбиране на машинната информация до записи, които описват електронните ресурси. Те осигуряват общ набор от етикети за представяне на информацията за ресурсите независимо от техния автор, средства за създаването им или къде се съхраняват. В дигиталната библиотека, метаданните се свързват с всички видове описания или характеристики. Правилно зададените метаданни са от съществено значение за всички форми на организирано цифрово съдържание, с тях се постига разбирането на информацията, съхранявана в дигиталните хранилища. Те способстват достъпност, идентификация и ефективно извличане на ресурсите. Различните общности от професионалисти са разработили стандарти и стандартизирани речници от метаданни, които задоволяват конкретни нужди. Тези стандарти спомагат за осъществяването на съвместната дейност в рамките на дадена предметна област, но те водят до несъвместимост между разделените и нехомогенни описания или схеми за метаданните за различни области.

Метаданните са от съществено значение за разбирането на информацията, съхранявана в хранилищата за данни. Те гарантират достъпността, идентифицирането и извличането на ресурси. Лошото качество или несъществуващи метаданни означават, че ресурсите остават невидими (неоткриваеми) в хранилището, каталога или архива.

Въпреки че значението на метаданните е всепризнато, все още липсват средства за ефективно прилагане. Поради бързия растеж на цифровите обектни хранилища и разработването на много различни стандарти за метаданни, ефективното прилагане е сложно. От друга страна, качествени метаданни могат да бъдат създадени само от експерти в предметната област. Досега повечето метаданни за откриване на ресурсите се създават и коригират на ръка, лично от техните автори или администратори. За да могат метаданните да бъдат обработени чрез компютър, трябва да се приложи правилното кодиране. Това става чрез аотиране на документ, който да съхранява и предава информация за неговата структура, съдържание или външен вид.

2.3 Цифровизация на културното наследство – цифрово съдържание и библиотеки, стандарти, модели и методи за цифровизация

Дигиталното съдържание за културата (Digital cultural content) е термин за цифрови ресурси, които помагат за съхранение на културната памет и запазване на историята на човечеството за идните поколения. Това е

умишлено широко понятие, което включва цифрови мултимедийни сурогати за културни артефакти, които обикновено се съхраняват в колекциите на световните музеи, библиотеки и архиви и свързаната с тях описателна и контекстуална информация. Всъщност всеки дигитален обект, който е създаден и поддържан, за да помогне за документиране и обяснение на човешкото материално и нематериално наследство, може да се счита за „цифрово културно съдържание“.

Цифровите библиотеки са информационни системи, които съхраняват разнообразна хипертекстово организирана информация (цифрови обекти, включващи текст, графични изображения, звук, видео и др.), която е подредена тематично и достъпът до нея се управлява чрез функции за семантично-базираното търсене, управлението на ресурси и колекции и тяхното индексирание и семантично аотиране, управление на метаданни, групиране и адаптирано представяне на цифрова информация, извлечена от различни източници и др. ЦБ се характеризират с гъвкавост и децентрализация, осигуряват механизми за автоматично обновяване и защита на съхраняваните цифрови обекти и колекции. Основна тяхна цел е предоставянето на достъп до големи количества разнообразна и актуална информация на всякакъв тип потребители, задоволявайки техните интелектуални потребности.

Цифровият обект може да е дигитализиран документ, библиотечен или информационен обект. Той е единица от цифровата библиотека, състояща се от данни, метаданни и идентификатор. Групира се в колекции спрямо определени критерии и се съхраняват заедно с техните мета-описания. Данните от различни източници се преобразуват в единна хомогенна структура и организация с помощта на определена **онтология**. Използването на такава зад дигиталната библиотека осигурява безпроблемен достъп до разнородни цифрови обекти, създадени на различни платформи и хоствани в разнообразна среда.

Изводи

В Глава втора от дисертационния труд освен представяне на ключовите понятия като онтология и метаданни, е направен обзор на най-използваните световни стандарти Dublin Core, Museumdat, SPECTRUM, LIDO и CIDOC CRM, разглеждани като основа за създаването на базовата онтология за българските музеи – предмет на настоящата разработка. Те не са използвани в своя готов вид поради факта, че българските музейни институции управляват, архивират и описват колекциите си по строго определен начин от българското законодателство.

3. Цифровизация на културното наследство от фондовете на българските музеи

В тази глава е описана проблематиката при цифровизацията на българското културно наследство съхранявано от институтите – музеи, галерии, библиотеки, архиви. Представен е анализ на необходимостта от внедряване на решения за цифрови библиотеки в музеите с акцент върху Регионален исторически музей – Бургас. Представените тук резултати са публикувани в [1*] [2*][3*][4*].

Република България е една от първите страни в Европа, която още през 1999 г. приема Стратегия и Национална програма за развитие на информационното общество, актуализирана през 2002 г. в съответствие с Плана за действие eEurope+ на страните кандидатки за членство на ЕС. В тези документи "Информационното общество" се определя като обществото на XXI век, характеризиращо се с качествено нова структура, организация и обществени отношения, основани на глобалния достъп и използване на информационни и комуникационни мрежи и услуги без национални, географски или други ограничения за обмен на информация, научни, духовни, културни и други постижения. Четвърт век по-късно за повечето културните институции в страната принципите на информационното общество са все така чужди. Въпреки главоломното развитие на българския И.Т. сектор, този процес е особено труден и дълъг поради голямото раздалечение на сферите култура и информационни технологии.

Дигитализацията на културното наследство в България е напълно възможна и не толкова трудно изпълнима при наличието на няколко предпоставки, които трябва да бъдат осигурени от институцията, която е законов и методологически наставник на всички културни институти в страната – Министерство на културата. Ясно зададените стандарти създават условия за разработка на софтуерни решения, които макар с различен разработчик изпълняват предписаната им функция, дават възможност за преход на базата данни и до максимална степен се доближават до европейските и световни стандарти в областта. Насърчавайки използването на единен стандарт, се дава възможност за създаване на оперативна съвместимост и устойчивост на цифровото съдържание и интегрирано представяне пред широка публика (вкл. образователната общност, екскурзоводи, изкуствоведи, библиотекари, обикновени посетители).

Цифровизираните фондове трябва да бъдат изградени на базата на правилно структурирана и внедрена в съответствие с националните (ЗКН и НАРЕДБА № Н-6 от 11.12.2009 г. за формиране и управление на музейните фондове) и европейски законови изисквания и системи за достъп и ползване на цифровизирани обекти от страна на целевите групи.

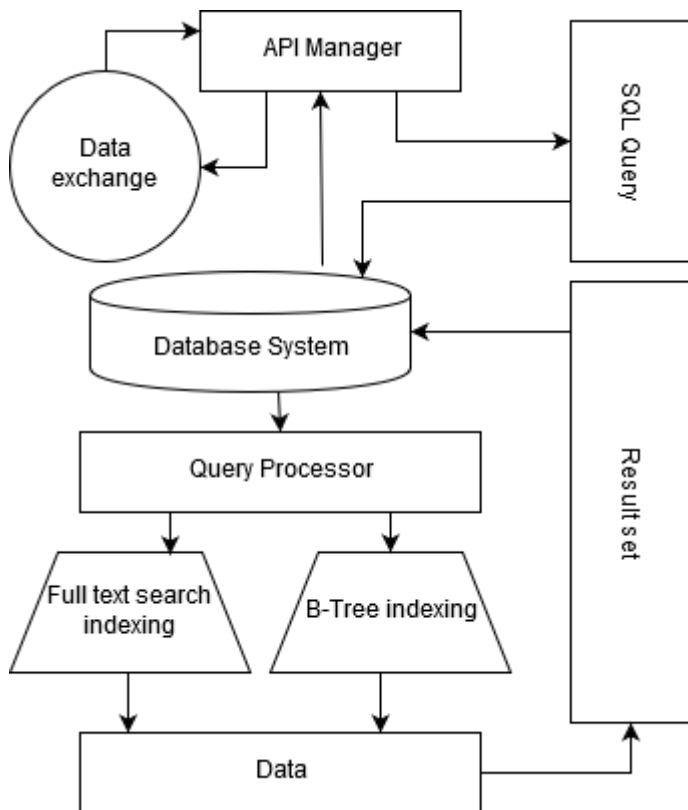
Изводи

Най-важният проблем за разрешаване при започване на дигитализацията на българското културно наследство е правилното структуриране на данните с възможност за миграция или привеждане към общи стандарти без нужда от единен софтуер. Това ще създаде нови и модерни условия за максимален достъп до експонатите от колекциите на музеите на глобално разпределена база от потребители като широк кръг от учени и специалисти, ползватели и хора от целия свят с интереси в тематичната област, хора в неравностойно положение. Също така ще се ограничи вредното влияние на външната среда при физически контакт с предметите, ще се съхрани важна информация за първичното състояние на предмета, и е възможно да се осъществи превенция при кражба на културни ценности с маркери. Към момента обаче продължава да липсва единен стандарт, който да направи ресурсите в ЦБ на българските музеи достъпни, качествени и конвертируеми. Именно изграждането на такъв стандарт – базова онтология е предмет на настоящата разработка.

4. Създаване на базова онтология за обекти на културното наследство от фондовете на българските музеи

В тази глава е описан процесът по моделиране на унифицирана базова онтология за мултимедийна цифрова библиотека с обекти на културното наследство от фондовете на българските музеи. В детайли е показан изборът на подход при разработването ѝ, начинът на представяне на знанията от избраната предметна област, както и различните онтологични структури, които подпомагат работата и изследванията на музейните експерти с цел улесняването на извличане на данни, ефективност, сигурност и устойчивост на цифровото съдържание. Представено е свързването на класове от базовата онтология с класове от специализираните онтологии, използването на релациите им за специализиране на колекциите и анализа на данните. Проследен е процесът на изграждане на базова онтология за културно и природно наследство и такава за научно наследство, които да се интегрират в една обща цифрова библиотека. В главата е представен и шаблонът за

анотиране на обектите в информационната система / платформа MusLib (Фиг.2), базирана на описаните онтологични структури.



Фигура 2 Модел на структура за обработка на данни от MusLib

През 2018 г. Регионален исторически музей Бургас (РИМ Бургас) направи сериозна стъпка в процеса за цифровизация на колекцията си. Това стана възможно като част от проекта "TOGETHER: Common cultural and historical heritage beyond the borders", финансиран от Програмата за трансгранично сътрудничество INTERREG - България - Турция ИПП 2014-2020. Една от основните дейности по проекта включваха създаването на цифрово съдържание от дигитализирането на културни ценности, които по този начин да бъдат достъпни едновременно на няколко отдалечени места без допълнителни заплахи за тяхното най-добро съхранение. Предлаганото решение трябваше да вземе предвид

ограниченията, установени в националното законодателство за тази област, автоматизацията на процеса на цифровизация и стандартизацията на данните, което е ключ към лесното поддържане на данни и разширяването на използваемостта на знанията. Началният етап на процеса включи моделиране на технологичното решение. А именно, да се представят знанията за музейните предмети и колекции в цифрова библиотека, като се използват общи класификационни схеми под формата на онтология, изградени по различни семантично значими критерии. По този начин, онтологичният инженеринг е ключът за структуриране на знанията, съдържащи се в софтуерното приложение и разработването на онтологии за конкретната област. Задачата е данните за обектите да са структурирани и използвани съгласно Закона за българското културно наследство и Наредба № Н-6 от 11.12.2009 г. (Министерство на културата на Република България) за създаване и управление на музейни сбирки и европейското законодателство за управление на системата за достъп и използване на цифрови обекти от целевите групи.

Представените тук резултати са публикувани в [5*] [6*].

4.1 Моделиране

При проектирането на стандартна цифрова библиотека обикновено се спазва модулен принцип. Първоначално се създават функционални модули за въвеждане, индексирание, семантична анотация, управление на ресурси и колекции, управление на метаданни, алгоритми и модули за търсене, механизми за защита на ресурсите и оторизиран достъп и др. Всяка цифрова библиотека е изградена със собствена уникална архитектура и предоставени услуги. Тъй като няма универсален модел за създаване на цифрови библиотеки, те са отворени за нови функционалности като семантично и контекстно търсене, персонализиран и адаптивен достъп до цифрови обекти, преносимост на ресурсите. Тези услуги се активират от избраната онтология, която следва таксономията на домейна, но също така разширява нейните качества.

4.1.1 Методология за разработка на онтологията

Според широко използваната дефиниция онтологията е спецификация на концептуализацията, описваща семантични концепции и взаимоотношения, които могат да съществуват за агент или група агенти.

Дигитализацията на музейната сбирка изисква проектирането на подобен онтологичен модел, който следва да се използва от софтуерното решение на Регионален исторически музей – Бургас за дигитализация на артефактите, наречено MusLib. Той служи като скелет за структурата на данните, които се обработват от панела за управление на системата до панела за управление на съдържанието, докато бъдат публикувани в публичната част чрез уеб сайта. Това се реализира чрез подхода и средствата на семантичния уеб. Семантиката и знанията за домейна се събират в единна базова онтология, съчетаваща предефинираната структура на онтологията от законодателството с такава, подпомагаща дейността на специалистите и определена чрез подхода отдолу нагоре (Bottom-up approach). Като основа на предефинираната онтология служи приложение 4 към чл. 9, ал. 3 и приложения 5, 6 и 7 към чл. 12 от Наредба Н-6/01.12.2009 г. за създаване и управление на музейни сбирки, издадена от Министерството на културата на България. Тя е съобразена и с полетата на попълването повече 7 десетилетия музейни инвентарни книги от хартия, които са първостепенен обект на дигитализация и извличане на знание за предметите.

4.1.2 Симулация

Предизвикателство представлява създаването на единен стандарт, задоволяващ нуждите на музейните специалисти от разнородни области на културно-историческото наследство – археолози, етнографи, историци, нумизмати и дори биолози. Поради големите разлики при описанието на идентифицираните и заведени в техните фондове обекти се налага ограничаване на специализацията на онтологията. Унификацията е постигната чрез избор на най-базовите и най-използваните в досегашната дейност. Това ще спомогне и за последващото извличане на данни чрез използване на единната онтологията както и тяхното лесно превръщане или миграция. За целта е направено допитване до специалистите от четирите отдела на РИМ Бургас – Археология, Етнография, История и Природа. Използвани са данните от 50 случайно избрани записа от полеви

или инвентарни книги от всяка експозиция, за да се направи проучване и статистика на най-често използваните полета, които да служат като маркери в онтологията.

Симулация използва полетата за инвентарни книги за полева работа, основен фонд, природни образци, нумизматика и художествени произведения. Обектите са вписани в различни времеви периоди от 1950 до 2016 г. Това може да даде отражение в отклонението на грешката, но тя няма да е от решаващо значение тъй като се търси единен стандарт. Допълнителни полета могат да бъдат добавени към единната онтология, ако те бъдат определени като задължителни или силно релевантни за работата на специалистите като например „Полеви инвентарен номер“ и „Обект“. Тези полета може да не присъстват при много от обектите поради факта, че полевите изследвания се предприемат най-вече от археолозите. Въпреки това те са определени като силно релевантни поради присъствието им в задължителна част от документацията и формират информация за цялостния път на артефакта.

4.2. Избор на модел за онтологичното инженерство

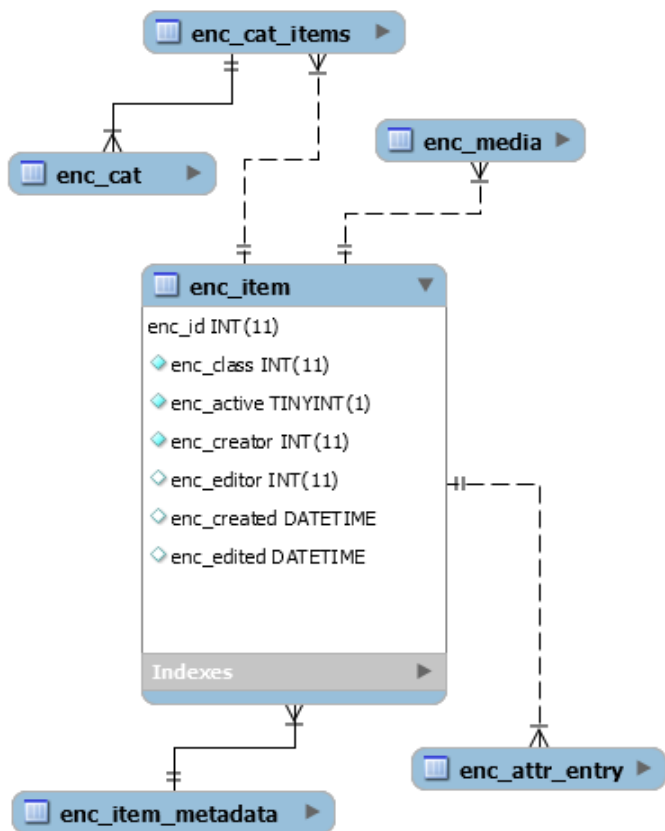
За да се осигури семантична база от знания за анотация и семантично индексирание на обекти, се използват три основни секции и подструктури за всеки елемент:

- **Общи** (*Клас, Дейност, Категория, Име, Описание*) / *General (Class, Activity, Category, Name, Description)*
- **Медия** (*медийна библиотека за избор на изображения*) / *Media (Media library for selecting images)*
- **Атрибути** (*Основна онтология*) / *Attributes (Base Ontology)*

Класовете са сбор от описания на атрибути, които предоставят на системата информация за това какъв е всеки атрибут и как да се използва. Всеки атрибут е дефиниран със специфичен тип и име. Напр. „Дата на раждане“ ще има тип данни *atDateTime*. Класът е прикрепен към запис на

елемент, който след това ще позволи въвеждане на данни за всеки от атрибутите въз основа на техния тип данни.

Атрибутът с тип данни *atInteger* би позволил да се въвеждат само цели числа или *atText* би позволил обикновен текст и т.н. Създаването на базова онтология за тази система ще се осъществи чрез създаване на „клас“ с името на онтологията, последвано от добавяне на атрибути към онтологията, задаващи свойствата, които ще бъдат попълнени по отношение на всеки елемент, който използва този клас / онтология. Това е важно свойство за последващо разширяване на функционалностите и създаване на сложни релации между различните базови онтологии за отделните класове като обекти, място, личности и т.н.



Фигура. 3 Обща структура за данни на даден обект/артефакт

За създаването на семантичния модел се използва допълнителен подход към начина на събиране на информация. Сравнени са подходите „отгоре надолу“ и „отдолу нагоре“ за обработка на данни и структуриране на знания от различни области.

Подходът „*отгоре надолу*“ (*top-down*) е известен като поетапно проектиране или разлагане. Той предоставя преглед на системата, като споменава, но не подробно описва всички подсистеми на първо ниво. Подходът "отгоре надолу" започва от голямата картина, и бавно се разлага на малки сегменти.

Подходът „*отдолу нагоре*“ (*bottom-up*) се отнася до процеса на сглобяване на системата, за създаването на много по-сложни системи. Това е вид обработка на информация, базирана на входящи данни отвън, които формират възприятието. В подхода „отдолу нагоре“ първо отделните елементи на системата се уточняват подробно. След това тези елементи се свързват, за да образуват по-големи системи, които растат по сложност и пълнота.

Предвид очаквания начин на работа е избран втория подход – „**отдолу нагоре**“. При проектирането на онтологията за библиотеката, освен задължителните полета са включени и тези, изисквани от основното ниво - експертите, които подават данните в системата. Така той се адаптира към техните нужди и формираната информация се групира в следващи подсистеми. По този начин следващите семантични нива се формират като *Категории*.

4.3. Основна онтологична архитектура

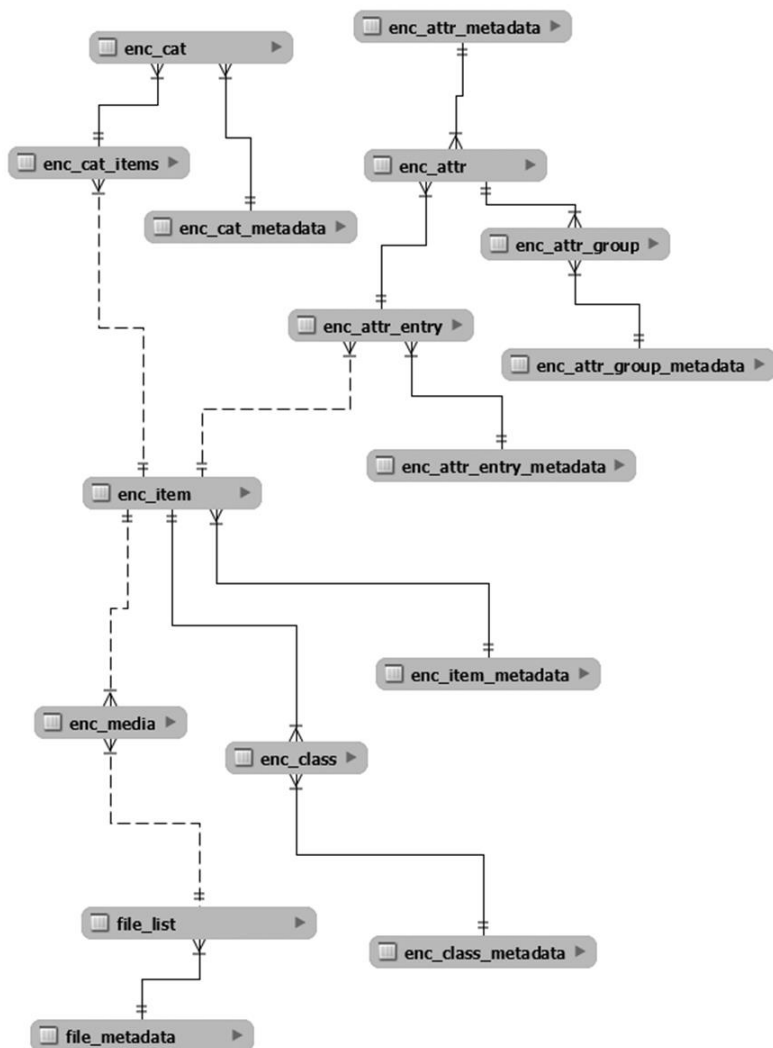
За изграждане на онтологии обикновено се използва графичен потребителски интерфейс, който позволява създаването на онтологии без да използват специфичен език.

Използваното софтуерно решение (*MusLib*) за настоящата разработка позволява задаване на онтологията чрез панела за управление на системата. В раздел Атрибути е представена основната онтология, представяща обектите за целите на семантичната мрежа. Основните или обектните онтологии описват различните видове музейни предмети по техните основни характеристики (идентификационна номенклатура, име, тип, изображение и т.н.).

От основната онтология на музейните предмети, само подструктурите с попълнени метаданни за въвеждане на системния атрибут се показват публично (*enc_attr_entry_metadata*). Те представят най-често срещаните

характеристики на обектите и са подредени в таксономия. Останалите поради рестрикции по отношение на информацията от музейните фондове са достъпни само за специалистите с предоставен достъп до системата.

Таксономииите се използват за организиране на онтологичното знание чрез използване на синтаксис и връзки за специализация, които могат да бъдат приложени към прости и множествени наследства.



Фигура 4 Дърво на структурата на основната онтология в MusLib

За структура на основната онтология са избрани и възприети следните маркери/атрибути с подструктури:

enc_item {Обект}
enc_attr {Атрибути} -> *enc_attr_entry*
enc_attr_group {Класове / Групи}
enc_attr_group_metadata {Регистрация}
enc_attr_metadata -> *enc_attr_entry_metadata*
enc_attr_metadata {Полеви инвентарен номер}
enc_attr_metadata {Номер на експертното заключение}
enc_attr_metadata {Рег. номер на движимата културна ценност}
enc_attr_metadata {Инвентарен номер}
enc_attr_metadata {Номер на документа}
enc_attr_metadata {Дата и време на вписване}
enc_attr_metadata {Стар инвентарен номер}
enc_attr_group_metadata {Описание}
enc_attr_metadata {Брой}
enc_attr_metadata {Тегло}
enc_attr_metadata {Вид на обекта}
enc_attr_metadata {Размери}
enc_attr_metadata {Материал}
enc_attr_metadata {Състояние}
enc_attr_metadata {Датиране}
enc_attr_metadata {Владелец}
enc_attr_metadata {Страна}
enc_attr_metadata {Град}
enc_attr_metadata {Обект}
enc_attr_metadata {Местонамиране}
enc_attr_group_metadata {Групиране}
enc_attr_metadata {Широчина (мм)}
enc_attr_metadata {Височина (мм)}
enc_attr_metadata {Дълбочина (мм)}
enc_attr_group_metadata {Дарител}
enc_attr_metadata {Име на дарител}
enc_attr_metadata {Адрес на дарителя}
enc_attr_metadata {Номер на протокола за дарение}
enc_attr_metadata {Дата на протокола}
enc_attr_group_metadata {Съхранение и реставрация}
enc_attr_metadata {Местосъхранение}

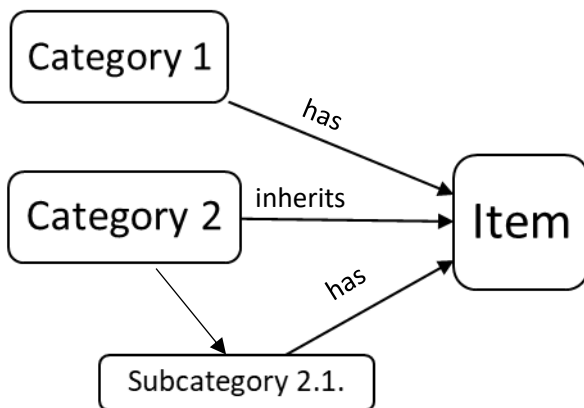
enc_attr_metadata {Бележки за реставрацията}
enc_attr_metadata {Допълнителна информация #1}
enc_attr_group_metadata {Допълнителни}
enc_attr_metadata {Стойност (BGN)}
enc_attr_metadata {Надпис (u)}
enc_attr_metadata {Допълнителна информация #2}

4.4. Релации Категории - Обект

За разлика от начина на работа и организиране на взаимоотношенията в повечето цифрови библиотеки, MusLib първоначално разделя категориите обекти. При подхода „отдолу нагоре“ те се въвеждат като самостоятелни и могат да съществуват отделно, докато не се обвържат от конкретна връзка.

Основните твърдения за релации в този модел са:

- *Обектът не принадлежи на категория.*
- *Обектът може да не бъде категоризиран.*
- *Категориите съдържат списък с обекти.*
- *Всеки обект може да бъде свързан с множество категории или подкатегории.*



Фигура 5 Релационен модел на категориите

Този модел създава редица предимства - по-голяма скорост на търсене поради факта, че системата знае към коя категория попада артикулет / обектът. Свързването на елемента с множество категории позволява лесно откриване и създаване на нови, по-сложни системи и клъстери; категориите могат да бъдат наследени, улеснявайки промяната в структурата на онтологията, за да бъде бърза и без допълнителен риск от загуба на данни. Едно от най-важните предимства е гъвкавостта на модела и възможностите, които той създава за лесното адаптиране на системата в случай на въвеждане на нови стандарти или необходимост от промяна на таксономията поради новите нужди на потребителите на цифровата библиотека.

4.5. Модел на данни и решение

Както бе споменато по-горе, структурата на дигиталната библиотека и разработената онтология следват възможно най-близко структурата на задължителните инвентарни книги на хартия, използвани в музеите. Полета могат да се добавят и премахват според нуждите на потребителите, както и да се добавят допълнителна функционалност като шаблони за административни документи, създадени от музейните експерти - Паспорт на предметите или Протоколи за въвеждане на културни ценности. Онтологията възприема и стандарта Dublin Core (DCMI - Dublin Core Metadata Initiative), който е най-разпространеният библиографски стандарт, използван от много европейски и български културни институти. Неговата роля при задаването на вторични описателни онтологии е описано в последващите точки.

Схемата Dublin Core съдържа добре структуриран набор от полета, които могат да се използват за описване на цифрови обекти (видео файлове, изображения, уеб страници и т.н.), както и физически ресурси като книги или компактдискове, артефакти като произведения на изкуството и подвижни културни ценности. В България DCMI е стандартизиран съгласно БДС - ISO 15836: 2010.

Обектите се добавят към базата данни с помощта на метаданни, използвайки следния модел:

Елемент	Тип	Елемент	Тип
Инвентарен Номер	Plain text Текст, уникално	Пореден номер	Число
Полеви инвентарен номер	Plain text Текст, уникално	Изображение	RAW; JPG
Рег. номер на ДКЦ	Plain text Текст, уникално	Експертно заключение	Plain text Текст, уникално
Описание	Plain text	3D обект	OBJ, STL, PLY
Надпис(и)	Plain text	Номер на документа	Plain text Текст, уникално
Брой	Integer	Дата на вписване	Plain text Текст, уникално
Местосъхранение	Plain text	Състояние	Plain text
Размер (mm)	Plain text	Материал	Plain text
Тегло (г)	Float, unique	Обект	Plain text
Оценка (лв.)	Float, unique	Номер на протокола	Plain text
Дата на протокола	Plain text	Дарител	Plain text
Държава	Plain text	Град	Plain text
Владелец	Plain text	Датиране	Plain text
Местонамиране	Plain text	Допълнителна информация	Plain text

Таблица 1 Изисквания за формата на данните според полетата

Както може да се види от Таблица 7 в много полета, се използва чист текст (plain text), тъй като това е най-ефективният начин за съхраняване на данни, позволяващ най-голяма гъвкавост предвид хетерогенността на данните. Текстът е кодиран в UTF-8, за да позволи съхранението на различни символи, изисквани от музейните специалисти и използвани в надписи.

За да се модифицират описателните онтологии зададени в MusLib, администратор от ниво 1 трябва да добави нови категории и полета от панела за управление на системата. В допълнение към добавянето им, ниво 1 може да промени състоянието на полетата като нива на достъп (публични или частни) и да прегледа промените, направени в системата от потребителите.

Представените тук резултати са публикувани в [7*] [8*].

4.6. Разширени възможности

Друга характеристика за успешното по-нататъшно натрупване на знания и извличане на информация е връзката между комбинация от мултимедиен обект и полето `enc_item_metadata {encm_title}` с възможността на търсачката да разпознава изображения.

4.7. Свързване и миграция чрез добавяне на нови описателни онтологии.

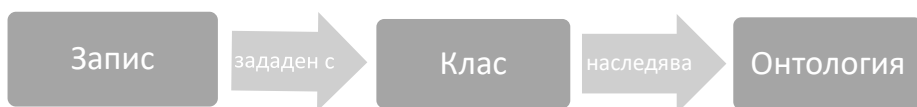
Научен архив

С напредъка на дигитализацията и работата с единния онтологичен модел, се установяват нови нужди от развитието на системата за получаване на всеобхватност на данните. Следващата стъпка е избор на универсален модел за цифровизация на научни и научнопопулярни трудове на специалисти от различни направления. Тези трудове обикновено са част от научно-спомагателния фонд на музеите. Те съхраняват изследванията на учените и са най-добрият източник за първичното състояние на даден артефакт. Подбрани са научни архиви на музея, включващи ръкописи, произведения, написани на пишеща машина, статии, публикувани в стари периодични издания, вестници, списания и др. Те се цифровизират в оригинал и текстово разпознаване, за да се улесни процеса на търсене и съхранение като цифрови ресурси.

Изследването стъпва върху натрупания опит със система за цифровизация на предмети от фонда на РИМ-Бургас и високата степен на адаптивност на съществуващата система. Разликата в цифровизацията на предметите и архивните документи е в онтологичното им представяне.

Важна задача преди добавянето на новата система - цифрово хранилище за статии е да се създаде специална онтология за метаданните, свързани с архивните документи. Цифровизираните работи трябва да бъдат въведени с метаданни, категоризация и ключови думи по автор,

заглавие, под-проект, категория, а някои от материалите да бъдат предлагани с отворен достъп до пълното съдържание в зависимост от изискванията за авторско право. Впоследствие хранилището на статиите може да изпълнява връзка между конкретните изследвания и предметите от фонда на музеите, на които те са посветени. Новата функционалност изисква задаването на онтология, която е много различна от настоящата за обектите. За цифровизацията на архивите е предпочетен стандартът Dublin Core, който е най-разпространеният библиографски стандарт, използван от много европейски и български културни институти. Оригиналната му версия DCMES 1.1 се състои от 15 елемента на метаданни.



Фигура 6 Главен релационен израз на модела.

Използвайки функционалността на MusLib за добавяне на неограничени допълнителни онтологии, е създадена нова класификационна подсистема. Този начин позволява съхранение на данни с голяма гъвкавост за добавяне на повече от една онтология динамично в една и съща среда. Вътре в него всеки елемент (запис) може да бъде свързан с всеки клас, да наследи всяка категория или да бъде свързан чрез използването на тагове. (виж Фиг. 6) Това дава възможност за по-лесно създаване на нови, по-сложни системи. Разширяването на модела и възможностите, които създава за бързо адаптиране на системата в случай на въвеждане на нови стандарти или промяна на таксономията заради нуждите на потребителите, е едно от най-силните му предимства.

Метаданни

Използвайки формат на метаданните, наричан тук *metaformat*, който се задава в класовете, системата може процедурно да генерира изходни метаданни чрез форматиране на полетата на атрибутите според *metaformat*.

Пример за метаданни според стандарта Dublin Core, използващи *metaformat* "DC.%s":

```
<meta name="DC.Language" content="en" />
<meta name="DC.Publisher" content="publisher-name" />
<meta name="DC.Title" content="HYP" />
```

Пример за метаданни от базовата онтология на MusLib, използваща metaformat “ML-%s”:

```
<meta name="ML-Title" content="Gold coin" />
<meta name="ML-Dating" content="685-695 AD" />
<meta name="ML-Ruler" content="Justinian II" />
```

Онтология

Представена е избраната базова онтологията, базирана на DCMES (DCMI, 2014), която ще бъде включена в MusLib за цифровизация на научно наследство като документи, архиви, публикации и др.:

```
enc_item {Обект}
enc_attr_metadata -> enc_attr_entry_metadata
enc_attr_metadata {Добавено от}
enc_attr_metadata {Обхват}
enc_attr_metadata {Автор}
enc_attr_metadata {Дата}
enc_attr_metadata {Описание}
enc_attr_metadata {Формат}
enc_attr_metadata {Идентификатор}
enc_attr_metadata {Език}
enc_attr_metadata {Издател}
enc_attr_metadata {Свързаност}
enc_attr_metadata {Права}
enc_attr_metadata {Източник}
enc_attr_metadata {Предмет}
enc_attr_metadata {Заглавие}
enc_attr_metadata {Вид}
```

Описаният формат е избран поради универсалността си и е доказано ефективен за цифровите библиотеки в много от европейските културни институти. Въпреки че някой от полетата не представляваха интерес за музейните работници, те са доказани от времето и могат да допринесат за универсалността на онтологията.

4.8. Извличане на данни и интеграция

Друга характеристика за успешното по-нататъшно натрупване на знания и извличане на информация от данните е връзката между комбинация от мултимедиян обект и полето *enc_item_metadata {encm_title}* с възможността на Google за обратното търсене на изображения.

Програмно е осигурена автоматична връзка за всеки дигитализиран обект от базата данни с изображение, заглавие, ключова дума или мета етикети чрез функция, която създава заявка в Google търсачката на изображения и използва техния комплексен алгоритъм за разпознаване. По този начин могат да бъдат намерени подобни обекти или изображения, публикувани в световната мрежа. Това осигурява възможност за бързо идентифициране на обекти, ако съществуват подобни или идентични на тях публикувани в мрежата на други платформи, без да се натоварва вътрешната система и да се губи процесорно време. Подобно бързо търсене обикновено е невъзможно чрез конвенционални средства, като например търсене на ръка на описания и т.н.

Обратното търсене на изображения е техника на заявка за извличане на изображения, базирана на съдържание, която включва предоставяне на системата CBIR на изображение, на което тя след това ще основава своето търсене и извличането на информация. По-специално, обратното търсене на изображения се характеризира с липса на думи за търсене. Това ефективно премахва необходимостта потребителят да отгатва ключови думи или термини, които могат или не могат да върнат правилен резултат. Алгоритъмът анализира свързаната или въведена снимка и изгражда математически модел от нея, използвайки други усъвършенствани алгоритми. След това моделът се сравнява с милиарди други изображения в базите данни с отворен достъп в уеб пространството, преди да върне съвпадение и подобни резултати.

Най-често срещаният метод за сравняване на две изображения чрез CBIR (примерно изображение и изображение от базата данни), е използването на измерване на разстоянието на изображението. Измерването на разстоянието на изображението сравнява сходството на две изображения в различни измерения като цвят, текстура, форма и други. Например, разстояние от 0 означава точно съвпадение със заявката по отношение на разглежданите размери.

Друг подход се основава на сходство на цветовете чрез изчисляване на цветна хистограма за всяко изображение, което идентифицира дела на пикселите в изображение, съдържащо конкретни стойности.

Разглеждането на изображения въз основа на цветовете, които те съдържат, е една от най-често използваните техники, тъй като може да бъде завършена, без да се взема предвид размерът или ориентацията на изображението.

Текстурата е трудна за представяне концепция. Идентифицирането на специфични текстури в изображение се постига главно чрез моделиране на текстура като двумерна вариация на сивото ниво. Относителната яркост на двойки пиксели се изчислява така, че може да се изчисли степента на контраст, редовност, грубост и насоченост.

Формата не се отнася до формата на изображение, а до формата на определен регион, който се търси. Формите често се определят първо, като се приложи сегментиране или разпознаване на ръбове към изображение. Други методи използват филтри за фигури, за да идентифицират дадени фигури на изображение.

Функционалността за разпознаване на изображенията е особено полезна за ранна идентификация на обекти и може да се осъществи бързо след разкриването им дори на археологическия обект, ако те се въведат директно в системата. Друг важен момент е осигуряването на нови методи за сравняване на данните и намиране на аналози на предметите на глобално ниво. На пример в резултат на тази функционалност е открит аналог на предмет, открит при разкопки в Бургаските минерални бани, с такъв, намерен във Франция от подобен период.

Заклучение

Дигиталното пространство и технологии представляват огромен ресурс за подобряване на достъпа до изследванията на културното наследство, които днес са неизползваеми поради вида си. Чрез осигуряване на отворен достъп до научното творчество на изследователите - етнографи, историци, културолози, археолози – се популяризират по-малко известни теми и се стимулира по-доброто разбиране на наследството. Достъпът до ресурси в цифров вид улеснява обмена на опит и знания, съчетавайки научен и практически подход в единна форма и пространство. Използването на единна онтология може да подобри значително работата по цифровизацията на музейните архиви, както по отношение на качеството на цифровите ресурси, така и на онлайн съдържанието, представляващо културното наследство.

С представянето на цифровата библиотека с пълната колекция от икони и софтуера за цифрово хранилище MusLib, РИМ-Бургас стана първият музей в България, който предостави достъп до колекцията си онлайн при условията на отворените данни. Тя съдържа не само изображения, но и цялостна структура на информацията. През 2016 г. РИМ-Бургас поде каузата за онлайн публикуване на пълните версии на музейни издания (известия, сборници от конференции) и неговият пример беше последван от някои от големите музеи в страната. Както беше описано по-горе, следващата стъпка изисква сериозна работа и решителност за разработването на система, която свързва цифровизираните ресурси. Това ги прави високо устойчиви и използвани в удобна за потребителя среда. Доказано от опита е, че публичните цифрови ресурси са от дългосрочна полза за специалистите и учените в цялата страна, създавайки трайно натрупване на знания и практика. Публикуването на по-обширни онлайн ресурси предизвиква дългосрочен интерес и е добър начин за популяризиране дейността на музея и привличане на нова публика.

Към септември 2020 г. РИМ-Бургас е единственият български музей, който представя колекцията си онлайн с отворен достъп. От внедряването на първата версия на MusLib (2018 г.) в дигиталното хранилище на музея са добавени 15,997 дигитализирани обекта (Приложение 2). Сред тях са движими културни ценности от всички четири отдела „Археология“, „История“, „Етнография“ и „Природа“. За отдел „Природа“ е конвертирана информация от стара дигитална библиотека. Това е доказателство за възможностите, които предлага универсалната

онтология и въвеждането на единен стандарт за цифровия вид на обектите от музейната колекция.

След разтварянето на музейната колекция чрез дигитализация се наблюдава значителен ръст на посещенията и особено важно на органичния трафик, създаван от препратки към сайта на музея от генерирани резултати в търсачката.

Представянето на данните от музейните колекции в единен вид ще ускори научните изследвания, но ще насърчи все повече отваряне на системата навън към обикновения потребител.

Дигиталната трансформация на музейните фондове е основа за последващо разширяване и намиране на нови възможности за обработка, съхранение на големи масиви от данни, извличане на знание и къстамизиране. Подобен процес е започналата дигитализация на нематериално културно наследство, която ще е новаторство за пределите на България и ще очертае пътя към сформирани релации не само между отделните базови онтологии от една система, но и такива между тотално различни системи, целящи да окрупнят знание и представят все по-обхватен резултат.

Приноси към дисертационния труд

Приносите в настоящия дисертационен труд са научни и научно-приложни.

Научни приноси:

1. Изследвани са международните стандарти за дигитализация на колекции; обобщен е българският опит в сферата на дигитализацията на културно наследство са направени изводи за състоянието на дейността; изследвана е необходимостта от единен стандарт за дигитално описване на музейните колекции.

2. Проведен е експеримент за установяване на работещ модел – структура и атрибути на онтологията.

3. Предложени са средства за моделиране, оптимизирано представяне и компютърна реализация на цялостен онтологичен модел за семантично-ориентирано представяне на знанието за обектите на културното наследство, съхранявани в българските музеи и галерии. Това е база за стандартизирането на цифровите библиотеки на българските музеи, систематизирана дигитализация и универсалност на получените цифрови данни.

4. Разработени са „универсална онтология на обекти от музейните фондове (базова онтология)“ и специализирана онтология за научно наследство. Представено е свързване на класове от базовата онтология (Универсална онтология на обекти от музейните фондове) с класове от специализираните онтологии за извличане на знания от аотираните данни. Онтологичният модел е достигнал реална интеграция в мултимедийната цифрова библиотека MusLib на РИМ-Бургас.

5. Създадени са функционалности за семантично аотиране, индексирание и контекстно-базирано търсене на цифрови обекти в мултимедийната библиотека MusLib. Услугите са базирани на онтологичния модел за семантично-ориентирано представяне на знанието.

6. Предложен е модел за интеракция между данните от цифровата библиотека на базата на изкуствения интелект, извличане на знания от тях за подобряване и стандартизиране на практиките и моделите за цифровизация на културно, природно и научно наследство. Моделът предлага гъвкавост, изменяемост и разширяемост т.е. лесна изменяемост според конкретната област на приложение.

7. Разработен е модел на функцията „Открийте аналози на този предмет“, която е внедрена в мултимедийната цифрова библиотека MusLib. На база на резултатите от нея са представени насоки за подобряване на процеса на цифровизация на културното наследство в световен мащаб.

Научно-приложни приноси:

1. Внедрени са предложените семантични структури и услуги в работеща апликация за дигитализация на културно наследство за нуждите на РИМ-Бургас, правейки го първият музей в България, отварящ колекцията си за свободен достъп до почти 16 000 артефакта.

2. Реализиран е подход за автоматизирано намиране на аналози на обекти от базата данни за улесняване на работата на специалистите;

3. Проведени са експерименти с използване на създадените модели, средства и системи и са анализирани получените резултати.

4. С внедряването на системата и базовата онтологията е автоматизиран процесът и значително е намалено времето за създаване на задължителната документация „Паспорт на културната ценност“.

5. Значително е съкратено времето за създаване на справки от музейния фонд, издавани от музейните специалисти, които те предоставят на граждани.

Перспективи за развитие на изследването

При изготвянето на дисертационния труд се появиха следните идеи за **бъдещи изследвания**:

- Разработване на автоматично разпознаване на базата на невронните мрежи, цялостен анализ и съпоставяне на обектите за подпомагане дейността на експертите – археолози, историци, етнографи и др. при създаване на интерпретации, идентифициране на културни ценности, проследяване на историята на предметите, цифрово представяне в най-добър вид, персонализиране на информацията спрямо нуждите на различни групи потребители (с различен профил, нужди, цели) и др.;
- Усъвършенстване на модела, тестване и внедряване на базовите онтологии за научните архиви и фонда от нематериално културно наследство с релации;
- Разработване и реализация на универсален метод за конвертиране на колекциите и обединението им чрез общи правила и релации;
- Осъществяване на автоматизирано генериране на адаптивно съдържание за колекциите и тяхното преизползване в други системи като Europeana.

Публикации по дисертационния труд

1*. Monova-Zheleva M, **R. Stewart**, Y. Zhelev, Coins from the Burgas Bay. 2014. Creation of a New Digital Numismatic Content in the Internet, Representing the Economic and Cultural Development of Burgas Region from Ancient Times to the Present Days, In: Proceedings of International Conference “Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage /DiPP/, Veliko Tarnovo, September 18-21, 2014, pp. 247-256. ISSN 1314-4006;

2*. **Стьюърт Р.**, М. Монова-Желева, Я. Желев. 2014. „Цифровизиране на музейните фондове – ИТ отрасъла в помощ на българското културно-историческо наследство“, Конференция “Иновации за развитието на бизнеса в Югоизточен Регион”, 20 ноември 2014, 127-143. ISBN 978-954-8468-97-8.

3*. **Стьюърт Р.**, „Проблеми на съхранението и опазването на музейните ценности – дигитални фондохранилища“, Национална работна среща "Добри практики: музеите и работата им в мрежи", Ямбол, 23-25.09.2015 г., сборник с доклади, ISBN 978-954-615-164-3.

4*. **Stewart R.**, M. Zheleva-Monova, Y. Zhelev, "Expanding the Knowledge Base and Development of New Skills of Museum Specialists in Line with the Digital Era" - Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP2017, 07-09.09.2017 Burgas, p. 143-158, ISSN: 1314-4006, eISSN 2535-0366, Best paper award.

5*. **Stewart R.**, "Aequae Calidae MusLib - to connect 20 centuries of history" - Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP2018, 27-29.09.2018 Burgas, p. 207-211, ISSN: 1314-4006, eISSN 2535-0366.

6*. **Стьюърт Р.**, „Акве калиде MusLib – в опит за дигитализация на музейния фонд“ - Известия на Бургаския музей – том VI, 2018, ISSN 0407-9477

7*. **Stewart R.**, Simeonov S., „Transformed into Digital Resources - a New Life for the Cultural Heritage Related Research and Scientific Archives“ - Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP2019, 26-28.09.2019 Burgas, p. 205-211, ISSN: 1314-4006, eISSN 2535-0366.

8*. **Stewart R.**, Simeonov S. and Pavlov R., 2019. Development of base ontology for a digital library of the Bulgarian museums' collections. In Proceedings of ACM 9th Balkan Conference in Informatics (BCI2019). ACM, Sofia, Bulgaria, <https://doi.org/10.1145/1234567890>.

Цитирания

1. Stewart R., Zheleva-Monova M., Zhelev Y., (2017). Expanding the Knowledge Base and Development of New Skills of Museum Specialists in Line with the Digital Era. DiPP 2017 Proceedings, Pages: 143-157.

1.1. Tramonti M., Desislava I. Paneva-Marinova, Art and Technology: a Combination for an Effective Study, TEM Journal. Volume 8, Issue 1, Pages 82-86, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM81-11, February 2019.

2. Monova-Zheleva M, R. Stewart, Y. Zhelev, Coins from the Burgas Bay: Creation of a New Digital Numismatic Content in the Internet, Representing the Economic and Cultural Development of Burgas Region from Ancient Times to the Present Days, In: Proceedings of International Conference “Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage /DiPP/, Veliko Tarnovo, September 18-21, 2014 (247-256), ISSN 1314-4006.

2.1 Павлов, Р., Д. Лучев. "Технологични аспекти и услуги в цифрови библиотеки с културно-историческо съдържание." Компютърни науки и комуникации 3.4 (2014): 63-73. ISSN: 1314-7846.

2.2 Павлов Р., Д. Панева-Маринова, Д. Лучев, Л. Павлова, „Цифрова библиотека за православни икони от фонда на Регионален исторически музей – Бургас“, научна конференция с международно участие "Хоризонти в развитието на човешките ресурси и знанието", 12-14 юни 2015, Бургас.

2.3 Павлов Р., Д. Лучев, Технологични аспекти и услуги в цифровите библиотеки с културно-историческо съдържание, сборник доклади от научно-практическа конференция "Иновационни технологии за развитие на бизнеса в Югоизточен регион", 20 ноември 2014.

3. Стюърт Р., М. Монова-Желева, Я. Желева. 2014. Цифровизиране на музейните фондове – ИТ отрасъла в помощ на българското културно-историческо наследство, Конференция “Иновации за развитието на бизнеса в Югоизточен Регион”, 20 ноември 2014, 127-143. ISBN 978-954-8468-97-8

3.1 Павлов Р., Д. Панева-Маринова, Д. Лучев, Л. Павлова, Цифрова библиотека за православни икони от фонда на регионален исторически музей – бургас, научна конференция с международно участие "Хоризонти в развитието на човешките ресурси и знанието", 12-14 юни 2015, Бургас.