



Cultural Heritage Standards and the Possibilities of Including Metadata for Non-destructive Testing and Analysis of Artifacts

Krassimira IVANOVA¹, Milena DOBREVA-McPHERSON², Mitko MIHOVSKI³

¹ Institute of Mathematics and Informatics at the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria,
e-mail: kivanova@math.bas.bg

² GATE Institute at Sofia University "St. Kliment Ohridski", Sofia, Bulgaria,
e-mail: milena.dobreva@gate-ai.eu

³ Institute of Mechanics at the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria
e-mail: nntdd@abv.bg

Abstract

This article discussed the benefits of standardization of documentation and data formats of non-destructive testing (NDT) and analysis techniques, applied to different categories of cultural sites – paintings, mosaics, metal objects, statues, building elements, etc. The advantages of using the British standard SPECTRUM as a basis for standardizing NDT test procedures and of CIDOC CRM as a convenient standard for including specialized ontologies for describing metadata and data, which are the outcomes of these processes, are considered. The authors argue that developing an extension of CIDOC CRM will offer standardization and interoperability and an efficient and easy way to classify, store and manage large amounts of information related to the application of NDT techniques on monuments and artifacts in a web-based environment.

Keywords: Cultural Heritage Standards; Non-destructive Testing Procedures and Data

Стандарти за културно наследство и възможностите за включване на метаданни за безразрушителен контрол и оценка на артефактите

Красимира ИВАНОВА, Милена ДОБРЕВА-МакФЕРСЪН, Митко МИХОВСКИ

1. Въведение

Според Конвенцията за световното наследство на ЮНЕСКО [1] терминът „културно наследство“ се отнася за:

- паметници: архитектурни произведения, произведения на монументалната скулптура и живопис, елементи или конструкции от археологически характер, надписи, пещерни жилища и комбинации от характеристики, които са с изключителна стойност от гледна точка на историята, изкуството или науката;
- групи сгради: групи отделни или свързани сгради, които поради своята архитектура, хомогенността си или мястото си в ландшафта са с изключителна стойност от гледна точка на историята, изкуството или науката;
- обекти: произведения на човека или произведения на природата и човека и райони, включително археологически обекти, които са с изключителна стойност от историческа, естетическа, етнологична или антропологична гледна точка.

В съвременния прочит на термина вече присъства и нефизическото културно наследство, което включва знаците и символите, предадени чрез устно предаване, художествени и литературни форми на изразяване, езици, начини на живот, митове, вявания и ритуали, ценностни системи и традиционни знания.

Основните пазители на културното наследство са т.нар. GLAM-институции (съкр. от английски на Galleries, Libraries, Archives, Museums), в чиито задачи централно място заема грижата за физическото съхраняване и опазване на обектите. Затова от особена важност са анализите на физическото състояние на обектите; химическия състав и технологиите, използвани при създаването им; оценките на въздействието на консервационните и реставрационните процедури, прилагани върху обектите във времето и т.н. Тези данни имат двояко значение – от една страна са свързани с историята и текущото физическо състояние на самия обект, а от друга страна представляват ценен материал за съставяне на хипотези и евентуалното им доказателство за историческото развитие на процесите и технологиите, свързани със създаването и използването на обекти от разглеждания вид. Например, какви технологии на металолеење са били използвани в съответен период, какъв е бил съставът на използваните метали. Или, ако се фокусираме върху картините – анализ на различните слоеве, започвайки от основата (дърво, хартия и т.н.), грунд, наличие на друга картина под видимата (поради липса на материали художниците понякога са рисували върху друга картина) или следи от начални елементи от картината, които самият художник по-късно е променил (т. нар. *pentimenti*), използвани бои и начини на покритие и т.н.

Строгите разпоредби за опазване на произведения на изкуството и паметници на културата забраняват инвазивни методи за анализ на обектите с цел защитата на тяхната цялост. Затова техниките за безразрушителен контрол и оценка намират широко приложение в описаните по-горе дейности. Записите за извършваните процедури за анализ и получените резултати, прилагани през различни времеви периоди върху дадения културен артефакт, обаче, не могат да бъдат лесно извлечени, защото те или не се съхраняват изобщо, или не се съхраняват в стандартизиран начин.

Използването на стандарти за данни позволява да се осигури консистентно записване на информацията, което е от основно значение за осигуряване на пълнотата на съхранение, надеждността на обработката ѝ (четене, сортиране, индексирание, извличане) и ефективния обмен на информация между системите и потребителя, както и между системите помежду си. Това спомага да се защити дългосрочната стойност на данните и осигурява възможността за единна вторична обработка.

В тази статия се спираме именно върху въпроса за ползите от наличието на стандарти за описание на техниките за безразрушителен контрол и оценка, прилагани върху различните категории културни обекти – картини, мозайки, метални предмети, статуи, строителни елементи и др., и на съхраняване на резултатите от прилагането им, като отбелязваме и тенденциите на развитие в това направление.

2. Някои техники за безразрушителен контрол и оценка, съобразно типа на изследвания обект

Безразрушителното изследване включва използването на множество аналитични подходи и техники. Тук ще споменем само някои от тях, доколкото типовете обекти подлежащи на анализ са твърде разнообразни – по размер, по химически състав, по местопребиваване и т.н.

Например, анализът на картини и фрески е една от първите области, която прилага тези техники за извършване на анализ на състоянието и състава на разглежданите произведения на изкуството. Наред с тях техниките за безразрушителен контрол

прилагани за промишлени изделия – радиационен, ултразвуков и др., често безпроблемно се използват при анализа на метални артефакти [2]. Докато едва в последните години започва развитието на т. нар. археология на сградите (building archaeology) като противостояние на класическата археология на разкопките, която е изключително инвазивна техника за изучаване на историята. И чрез прилагането на неинвазивни техники и натрупването на референтни записи стратиграфията и хронотипологията започват да притежават нови средства за характеризация на обектите [3]. Тези техники са основно свързани с анализ на минералогичния и петрографски състав на строителни материали като хоросанови замазки, тухли, дървесни структури, както и на прилагането на различни строителни техники.

Ще споменем някои от най-често прилаганите групи техники:

– Инфрачервената термография (IRT) и традиционният рентгенографски анализ (RT) са широко използвани методи за оценка на повърхностите на културните обекти, за откриване на дефекти по повърхността или близко до нея; позволява диагностициране на наличие на други слоеве (като например – измазани мозайки); прилага се за оценка на физикохимичната съвместимост между материалите, от които е изграден обектът и консервационните интервенции, прилагани върху него, както и за откриване и оценка на влагата [4].

– Прилагането на ултразвукови методи (UltraSonics) позволява извличането на съществена информация за състоянието на материалите – за откриване на материали с различен състав и текстура, на пукнатини и дефекти във вътрешността на материалите, на различни слоеве покрити повърхности.

– Различни техники на рентгеновите методи позволяват да се изследват съдържанието и концентрацията на съставните елементи (напр. X-Ray Photoelectron Spectroscopy – XPS) или кристалната структура на материалите (напр. X-ray Diffraction Analysis – XRD или X-ray Fluorescence Spectroscopy – XRF).

– Фибро-оптичните микроскопски методи (Fiber Optics Microscopy – FOM) намират широко приложение за микроскопско изследване и оценка на повърхностна морфология на исторически артефакти чрез предоставяне на информация за нейната текстура, микроструктура и минералогични фази. Напр., оптичната дифузна отражателна спектроскопия (Fiber Optics Diffuse Reflectance Spectroscopy – FODRS) широко се използва за анализ на картини и стенописи или декорирани статуи за идентифициране на пигменти [5], за характеризиране на външни бронзови патини или медни покрития и оценка на ефекта на атмосферните влияния върху тях, както и за оценка на консервационните/реставрационните интервенции върху повърхности на културни обекти, чрез измерване на разследваното параметри на цвета на повърхността, преди и след обработката [4].

– За изследване на големи обекти има голямо количество геофизични технологии, позволяващи получаването на предварителна информация за наличие на такива обекти. Геофизичните методи, използвани в археологията, са до голяма степен адаптирани от използваните в геологията, но за разлика от геоложките изследвания, търсещи големи структури на относително големи дълбочини, тук инструментите се конфигурират да търсят по-фини образувания в по-плитки слоеве, където най-често се намират повечето археологически обекти. Най-често прилаганите към археологията методи са магнитометрия, сеизмични ултразвукови методи, измерватели на електрическо съпротивление, проникващи в земята радары (GPR) и др. [6]. В последно време изключително нарасна използването на оптичната технология за дистанционно наблюдение Lidar (LIght raDAR), която е изключително полезна за съставянето на цифрови модели на археологически обекти, скрити под растителността. Не на последно

място интерес представляват и възможностите за използването на сателитните техники за наблюдение на Земята [7].

3. Математически апарат

В резултат на прилагането на техниките за безразрушителен контрол се получават разнообразни по тип първични данни като текстове, числови набори от данни, изображения, спектрограми, диаграми, термограми, графики и др. За получаването на качествени резултати се извършват редица последващи математически обработки, включващи обработка на изображения, статистически анализ за премахване на отклонения и шум и интерполация на данните, прилагане на алгоритми за откриване на шаблони, на техники за 3D представяне и реконструкция и др. За целите на класификационните задачи се създават множества от етикетирани записи, получени в резултат на прилаганите техники.

Унифицирането на представянето на данните, получени в резултат на прилагането на техниките за безразрушителен контрол, както и на метаданните към съответните културни обекти, значително улеснява прилагането на вече разработени техники за анализ и цифрова обработка, както и на осигуряване на единен интерфейс с бъдещи такива приложения. Например, в областта на обработката на изображения могат да се прилагат стандартизирани методи за увеличаване на контраста и преоцветяване, внедряване на алгоритми за откриване на графични шаблони, прилагане на техники за 3D реконструкция и визуализация.

4. Стандарти в областта на културното наследство (по-конкретно в музеите), имащи отношение към разглеждания въпрос

Различните културни институции отдавна работят със стандарти за описание на единиците, за които отговарят. Например, компютърно четимият стандарт за споделяне на библиотечни записи MARC е създаден още през 60-те години на миналия век.

Независимо от формата на обекта, който се описва, всеки стандарт съдържа обща описателна част, която има за цел просто описание и оперативна съвместимост между различни видове бази от данни (библиотечни, архивни, музейни и т.н.), след което основните метаданни се разширяват с още полета, свързани със спецификата на обекта.

Dublin Core

Говорейки за стандарти в областта на културното наследство, не може да подминем най-широко приетият стандарт за достъп до ресурси в семантичната мрежа Dublin Core, базирана на ISO 15836 от 2009 г. За разлика от други стандарти, съдържащи огромно количество категории (например в стандарта, използван от британските музеи SPECTRUM има 481 категории) неговото ядро се състои само от 15 елемента, а квалифицираното ниво добавя 18 допълнителни елемента и групи. Простотата и минимализма на стандарта, съчетани с ефективността, която той предоставя, за извличането на ресурсите в мрежовата среда е в основата на широкото му разпространение.

CIDOC CRM

От друга страна, за постигане на стандартизация в описанията на музейните обекти и паметниците на културното наследство Международният комитет по документация на Международния музеен съвет (ICOM/CIDOC) от 2000 г. разработва т.нар. „CIDOC

object-oriented Conceptual Reference Model“ (CIDOC CRM), приет като ISO 21127 през 2006 г.

CIDOC CRM представлява „онтология“ за информация за културното наследство, т.е. той описва на официален език явните и неявни концепции и отношения, свързани с документирането на културното наследство. Той има за цел да насърчи споделеното разбиране на информацията за културното наследство, като предоставя обща и разширяема семантична рамка, към която може да се съпостави всяка информация за културното наследство. Замислен е като общ език за експерти и разработчици на информационни системи, като едновременно с това служи като ръководство за добра практика на концептуално моделиране. По този начин той може да осигури „семантичното лепило“, необходимо за трансформиране на различните, локализиращи източници на информация в глобален ресурс. CIDOC CRM предоставя обща и разширяема семантична рамка, в която всяка културна информация за наследството може да бъде картографирана.

Гъвкавостта на CIDOC CRM осигурява както извличане на информация на високо ниво, така и формулиране и документиране на много специфични данни. Базовата конфигурация CRMbase предоставя основните класове и връзки, а основният модел се допълва от поредица модулни разширения, предназначени да поддържат различни видове специализирани изследователски задачи и документация. Тези разширения се разработват в партньорство с изследователските общности, заинтересовани от развитието на модела [8].

Тези качества на стандарта го правят най-подходяща основа за разработване на разширения, свързани с документирането на резултатите от прилаганите неинвазивни техники при анализа на културни обекти и архитектурни паметници. Подобни разширения вече са правени за документиране на консервационните дейности по културни артефакти [9], но специфично разширение за документиране на неинвазивни техники за анализ все още не е предложено.

SPECTRUM

Освен резултатите от прилагането на техниките за безразрушителен контрол, от голямо значение е самата организация на процеса. При експлоатацията на промишлени изделия и конструкции вече има приети стандарти и добри практики за изготвяне на задание и процедура за извършване на контрол без разрушаване. В областта на извършването на проучвателни операции с прилагане на неинвазивни техники, както и при следенето на физическото състояние на артефактите във времето се прилагат подобни практики с отчитане на спецификите на обектите. За стандартизирането на тези процеси може би най-удачен е британският стандарт за управление на колекциите SPECTRUM, създаден през 1994 г. с основна цел управление на музейните сбирки и артефактите на всеки етап от техния жизнен цикъл. Особеното при него, за разлика от другите подобни стандарти, е, че освен метаданни (481 категории) той съдържа описание на музейните процедури. Самите процедури са разделени на две големи групи – основни (тези които повечето музеи използват през повечето време) и допълнителни процедури.

В основните процедури влизат процедурите по запис на всички предмети, попадащи в грижите на куратора; поемането на собствеността върху обекти; следене на местоположението; инвентаризация; каталогизиране; документиране на процеса на напускане на обектите; управление на обекти, заети за определено време или с определена цел; управление на процеса по заявки за заемане на обекти; планиране на документооборота. Следва да отбележим, че всички акредитирани британски музеи са задължени да отговарят или да имат план за постигане на стандарта Spectrum за всичките основни процедури.

Интерес за настоящото изследване представляват следните от допълнителните процедури: документиране на състава и състоянието на обектите и отбелязване на произтичащите препоръки; управление и документиране на всяка консервационна работа върху определени обекти, като обработки за забавяне на гниенето, възстановяване на щети или подобряване на външния вид.

Заклучение

В резултат на проведеното изследване може да кажем, че:

- стандартизирането на неинвазивните процедури, прилагани върху културните обекти, би довело до по-качествен анализ на историята и текущото физическо състояние на самия обект, както и на съставянето на хипотези и евентуалното им доказателство за историческото развитие на процесите и технологиите, свързани със създаването и използването на обекти от разглеждания вид;
- в момента липсват музейни стандарти, които да представят данните за неинвазивен анализ на културни обекти, но такива стандарти биха били изключително полезни в практиката, защото разширяват професионалната документация и позволяват споделяне на интересни находки с различни групи от потребители;
- като основа за стандартизирането на процедурите по провеждане на безразрушителен контрол и анализ върху културни обекти може да служи британският стандарт SPECTRUM, съдържащ набори от процедури за поддържане на музейните колекции;
- добра основа за разширяване на стандарт за включване на метаданни и данни за резултатите от провежданите процедури за безразрушителен контрол дава стандартът CIDOC CRM, чрез възможностите си за гъвкаво разширяване на основния модел със специализирани онтологии.

Разширяването на CIDOC CRM ще предложи стандартизация и оперативна съвместимост и ефективен и лесен начин за класифициране, съхраняване и управление на големи количества информация, свързана с прилагането на NDT техники върху паметници и артефакти в уеб-базирана среда.

Благодарности

Изследването е частично подпомогнато по проекта GATE “Big Data for Smart Society”, финансиран от програмата Horizon 2020 WIDESPREAD-2018-2020 TEAMING Phase 2, договор N 857155.

Литература

1. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation: Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. Adopted by the General Conference at its 17th session, Paris, 16.11.1972, <http://whc.unesco.org/archive/convention-en.pdf>
2. Kalchevska K. Identification of Bronze Artifacts from the Late Bronze Age from the Necropol of Baley Village to Lohbrügge near Hamburg. Int. Journal NDT Days, 2(5), 2019, pp. 595-602, <https://www.ndt.net/article/NDTDays2019/papers/JNDTD-v2-n5-a15.pdf>
3. Boato A., D. Pittaluga, Building Archaeology: A Non-Destructive Archaeology. 15th World Conference on NDT (WCNDT 2000), Rome, Italy, 2000, <https://www.ndt.net/article/wcndt00/papers/idn365/idn365.htm>

4. Kouis D. et al. Standardizing NDT&E Techniques and Conservation Metadata for Cultural Artifacts. *Metadata and Semantics Research, Communications in Computer and Information Science*, vol 544, Springer, 2015, pp. 439-450, https://doi.org/10.1007/978-3-319-24129-6_38
5. Sfarra, S., E. Cheilakou, P. Theodorakeas, D. Paoletti, M. Koui. S.S. Annunziata Church (L'Aquila, Italy) unveiled by non- and micro-destructive testing techniques. *Applied Physics, A* 123, art.N: 215, 2017, <https://doi.org/10.1007/s00339-017-0844-2>
6. Leucci G. Principles of Mathematics Used in NDT Methods. In: *Nondestructive Testing for Archaeology and Cultural Heritage*. Springer, 2019, pp. 7-14, https://doi.org/10.1007/978-3-030-01899-3_2
7. Themistocleous K., D. Hadjimitsis, G. Schreier, T. Krauss, and H. Kontoes. The contribution of the EXCELSIOR Project for cultural heritage. *Proc. SPIE 11534, Earth Resources and Environmental Remote Sensing / GIS Applications XI*, 1153410, 2020, <https://doi.org/10.1117/12.2574004>
8. CIDOC Conceptual Reference Model (CRM), SO21127:2006.
9. Kouis, D., D. Kyriaki-Manesi, S. Zervos, G. Giannakopoulos, E. Cheilakou, M. Koui. Integrating Non-destructive Testing Techniques Data for Cultural Heritage Monuments to CIDOC Conceptual Reference Model. In: *The 9th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin*, Ankara, Turkey, 2014, pp. 910-923.