

Otwarty system przechowywania i udostępniania zbiorów przez Internet – projekty OASIS Archive i GAMA w Katedrze Telekomunikacji AGH

Andrzej Głowacz, Michał Grega, Mikołaj Leszczuk, Piotr Romaniak (e-mail: {Głowacz, Grega, Leszczuk, Romaniak}@kt.agh.edu.pl)

Katedra Telekomunikacji Akademii Górniczo-Hutniczej – Kraków

STRESZCZENIE

Artykuł przedstawia projekt OASIS Archive (i jego plany rozwinięcia w postaci projektu GAMA), którego celem było opracowanie platformy dla uniwersalnej prezentacji dzieł sztuki w sposób niezależny od ich lokalizacji. W pracy skupiono się na budowie przyjaznego dla użytkownika systemu wyszukiwania, w celu zapewnienia ochrony i dostępności dziedzictwa kulturowego w zakresie współczesnych dzieł sztuki elektronicznej. Bazy danych współpracujących w projekcie instytucji zostały zintegrowane we wspólny system metadanych. Archiwum jest łatwo dostępne dla indywidualnych użytkowników systemu (środowiska publiczne oraz naukowe), dla nowych serwerów danych podłączanych do archiwum oraz dla odtwarzania multimedialnych. W projekcie rozważono także zagadnienia skalowalności archiwum.

ABSTRACT

Open Archiving System with Internet Sharing – OASIS Archive and GAMA Projects in AGH Department of Telecommunications

This paper presents OASIS Archive project (with its extension plans in the framework of the GAMA project), which goal was to develop a system for the universal presentation of art works independent of their location. The main focus was on establishing a user-friendly search system in order to ensure the preservation and availability (sustainability) of cultural heritage in the field of Media Art. Databases of several participating institutions were integrated on basis of interlinking metadata system. The archive can be easily accessed by individual users (both researchers and general public) through an on-line interface, by multimedia archive servers engaged in exchange within a distributed system and by various play-out media. Scalability of the archive has been addressed during the project as well.

1. Wprowadzenie

Duże ilości dzieł Elektronicznej Sztuki Medialnej (ang. *Electronic Media Art*) przechowywane są przez instytucje kultury, szkoły artystyczne i dostawców treści. Te fragmenty sztuki i dziedzictwa kulturowego obejmują zarchiwizowane taśmy wideo, zdigitalizowane zdjęcia, nagrania głosowe i inne treści. Właściwa dokumentacja zarchiwizowanych materiałów odgrywa kluczową rolę w procesie zachowania dziedzictwa kulturowego. Wiele kolekcji dzieł sztuki nie jest jednak dostępne dla odbiorców ze względu na brak jednolitych opisów treści lub infrastruktury do przechowywania i prezentacji.

Jedną z podstawowych motywacji prezentowanego projektu OASIS Archive było uczynienie sztuki medialnej ogólnodostępną. Aby tego dokonać, różne bazy danych musiały być połączone przez rozproszony system metadanych, który zapewniłby dostęp i korzystanie z wartości kulturowych, niezależnie od lokalizacji.

Drugą motywacją była automatyzacja opisu treści. Ponieważ szczegółowe metadane muszą być wprowadzone ręcznie do każdej nowej pozycji w archiwum, wymaga to znacznego nakładu pracy. W celu usprawnienia tego procesu i uczynienia go maksymalnie

skutecznym, zaproponowano zestaw narzędzi, które wyodrębniają pewien rodzaj metadanych bezpośrednio z treści. System korzysta z techniki zautomatyzowanego rozpoznawania mowy (ASR, ang. *Automated Speech Recognition*), tekstu (OCR, ang. *Optical Character Recognition*) i twarzy (FR, ang. *Face Recognition*).

Obecnie istnieje wiele projektów i programów wsparcia, zajmujących się trzema najważniejszymi zagadnieniami dotyczącymi wszystkich dzieł sztuki medialnej: digitalizacją (zachowywanie, archiwizacja, metadane), adnotacją (parametry wyszukiwania i tezaury) i przyjaznym dla użytkownika dostępem WWW (rozwiązania programowe dla potrzeb rozpowszechniania, prezentowania, przetwarzania, wyszukiwania i integracji). Większość projektów skoncentrowano na rozwiązaniach digitalizacji i adnotacji, a także na rozwoju oprogramowania. Przykłady obejmują: DSpace [1], FEDORA [2], CDS Invenio, INCCA [3], Inside Installations i The European Library [4].

Wymienione wyżej rozwiązania posiadają mechanizmy wyszukiwania oparte na treści, które można zastosować do sztuki medialnej i innych repozytoriów kul-

turowych. Niestety, liczba wyszukiwanych dzieł jest ograniczona, gdyż systemy te są zamknięte i skierowane na konkretne repozytoria. Dlatego też celem autorów było połączenie przyjaznych dla użytkownika technik wyszukiwania opartego na treści z powszechnym dostępem do obszernych repozytoriów.

Korzyścią z implementacji projektu OASIS Archive jest zachowanie mediów sztuki dla przyszłych pokoleń (trwałość). Ponadto treść poszczególnych serwerów jest kopiowana i archiwizowana przez komunikację między serwerami (technologie replikacji). W ten sposób dziedzictwo kulturowe jest nie tylko udokumentowane i zakonserwowane, ale również dostępne.

Innym kluczowym czynnikiem jest otwarta, rozproszona infrastruktura systemu – dane mogą pozostać w ich fizycznej lokalizacji i być powiązane wyłącznie przy pomocy obszernego systemu metadanych. OASIS Archive jest więc zarówno skalowalne, jak i rozszerzalne (włączanie nowych archiwów i baz danych, dostęp dla osób niepełnosprawnych przez umożliwienie dźwiękowej eksploracji zasobów).

Skalowalność systemu wspierana jest przez moduły indeksowania (ASR, OCR, FR) dla różnych mediów (wideo, zdjęcia, dokumenty, itp.), tak więc metadane mogą być uzyskiwane automatycznie. Możliwe jest wyszukiwanie w nich słów kluczowych. Nowe, przyszłe moduły ekstrakcji metadanych mogą zostać łatwo zintegrowane z architekturą systemu w celu jego rozszerzenia. Interfejs wyszukiwarki OASIS Archive jest dostępny przez WWW.

Ogólnoeuropejskie powiązanie instytucji zaangażowanych w zbieranie i dokumentowanie Sztuki Medialnej otworzy nowe możliwości wymiany kulturowej. Co więcej, perspektywy współpracy pomiędzy europejskimi archiwami i repozytoriami w różnych miejscach i na różnych nośnikach danych są zachętą dla innych artystów i repozytoriów do nawiązania współpracy z OASIS Archive celem zwiększenia dostępności własnych treści.

Dalsza część artykułu podzielona jest w następujący sposób: sekcja 2 opisuje elementy systemu, sekcja 3 przedstawia przyszłość OASIS Archive i konkluduje artykuł.

2. Opis systemu

Sekcja ta zawiera opis architektury systemu oraz najważniejszych komponentów, jakimi są *Indexing Agent* (indeksowanie mediów), *Middleware* (warstwa pośrednicząca), *DB Adapters* (adaptery baz danych) oraz graficzny interfejs użytkownika.

2.1. Architektura

Architektura systemu zaprojektowanego w ramach projektu OASIS Archive przedstawiona jest na rysunku 1. Repozytoria dostawców cyfrowych treści artystycznych (International Centre for Art and New

Technology in Prague – CIANT, Centre for Art and Media in Karlsruhe – ZKM oraz Netherlands Media Art Institute in Amsterdam – MONTEVIDEO) składają się z baz danych oraz serwerów strumieniowania wideo. Same bazy danych stanowią zbiór tekstowych metadanych, takich jak nazwa dzieła lub informacje o twórcy. Serwery strumieniowania wideo odpowiadają za dostarczenie treści multimedialnych. Ze względu na fakt, że repozytoria wchodzące w skład systemu posiadają różne struktury, a jakkolwiek ingerencja była niemożliwa, zaproponowano adaptory baz danych. Rolą adapterów jest tłumaczenie wszystkich repozytoriów do ujednoczonego formatu, zrozumiałego przez wspólną warstwę pośredniczącą. Serwery strumieniowania podłączone są do systemu automatycznego indeksowania multimediów opartego na treści (składającego się z opisanych poniżej modułów ASR, OCR oraz FR), który dostarcza wyniki wprost do warstwy pośredniczącej. Warstwa ta dostarcza wszelkich danych do graficznego interfejsu użytkownika czyli portalu systemu. Należy zaznaczyć, że zaproponowana architektura jest otwarta zarówno pod kątem dodawania nowych modułów funkcjonalnych, jak i nowych repozytoriów danych.

2.2. Indeksowanie mediów

Moduły Indexing Agent (indeksujące media) używają trzech technik automatycznego indeksowania opartego na treści: automatycznego rozpoznawania mowy (ASR), rozpoznawania tekstu (OCR) oraz rozpoznawania twarzy (FR).

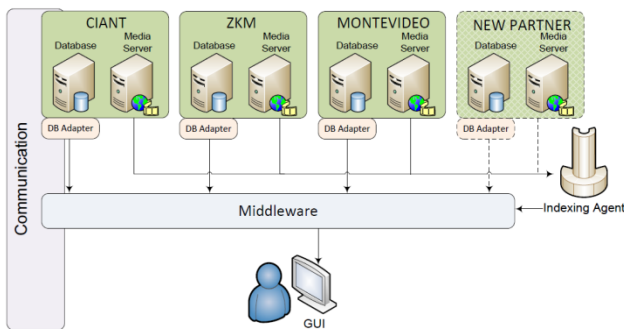
Dla rozpoznawania mowy użyto narzędzi dostępnych w ramach pakietu *Microsoft Speech SDK*. Implementacja dokonana została na dedykowanym serwerze. Jest ona wspierana przez modele językowe i słownikowe. Rozpoznawanie tekstu zastosowane w projekcie OASIS Archive oparte jest na analizie tekstu występującego w poszczególnych ramach zbiorów wideo. Tekst jest wykrywany, wstępnie przetwarzany (możliwe jest użycie transformaty Hougha [6] w celu obracania znaków lub linii), analizowany oraz przetwarzany w celu wyczyszczenia błędnych wyników rozpoznania.

Rozpoznawanie twarzy dla celów indeksowania opartego na treści wymaga dwóch kroków: detekcji twarzy oraz analizy jej cech szczególnych dla dalszej identyfikacji [7]. Detekcja twarzy może odbywać się na podstawie cech: pozycji oczu i/lub skóry. Dla rozpoznawania twarzy użyto systemu CSU Face Identification System [8]. Proces przetwarzania wymagał także budowy bazy danych znanych twarzy (np. aktorów, prezenterów, itp.).

2.3. Oprogramowanie pośredniczące oraz adaptory baz danych

Komunikacja pomiędzy komponentami systemu odbywa się za pomocą Middleware (warstwy pośredniczącej). Pełni ona rolę pomostu pomiędzy graficznym

interfejsem użytkownika, a DB Adapterami (adapterami baz danych, zobacz rysunek 1). Do głównych zadań warstwy pośredniczącej należą: asynchroniczna komunikacja z komponentami systemu oraz klasyfikacja wyników pochodzących z adapterów. Klasyfikacja wyników pociąga za sobą szereg problemów związanych z wydajnością systemu. Musiały one zostać rozwiązane w fazie implementacji. Przyczyną wspomnianych problemów jest dbałość o prawa autorskie oraz jednoczesna konieczność spełnienia wymagań użytkowników systemu. Wystarczy wspomnieć, że oprócz zwykłej funkcjonalności wyszukiwania, konieczne było także zaimplementowanie transparentnego sortowania wyników napływających asynchronicznie z odległych adapterów baz danych. Konieczne było także rozszerzenie zestawu metadanych zdefiniowanych przez standard Dublin Core [5] o informacje dotyczące asynchronicznej transmisji wyników oraz zastosowanych systemów indeksowania.



Rys. 1. Architektura systemu

Z punktu widzenia interfejsu użytkownika protokół komunikacji bazuje na mechanizmie RPC (ang. *Remote Procedure Call*), natomiast warstwa pośrednicząca wykorzystuje własny protokół do komunikacji z adapterami baz danych.

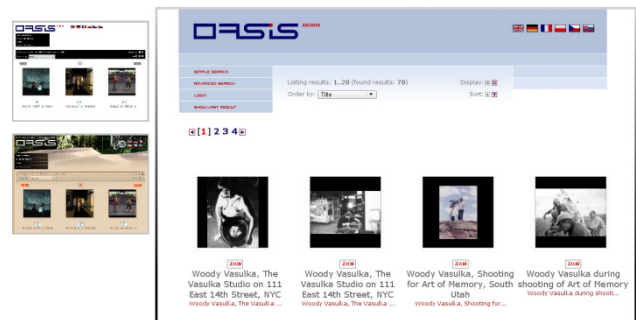
W idealnym scenariuszu w pełni kompletny mechanizm buforowania pozwala na efektywne wyszukiwanie oraz pozyskiwanie metadanych. Niestety, ze względu na prawa autorskie (brak możliwości przechowywania danych źródłowych w centralnym buforze), zdecydowano się na zastosowanie mechanizmu buforowania na żądanie.

W takim podejściu każde pojedyncze zapytanie generuje nową instancję bufora nadpisując jednocześnie poprzednią. Jest to podejście mało efektywne, jednak konieczne ze względu na poszanowanie praw autorskich i wymagań dostawców treści.

2.4. Graficzny interfejs użytkownika i równoważenie obciążenia

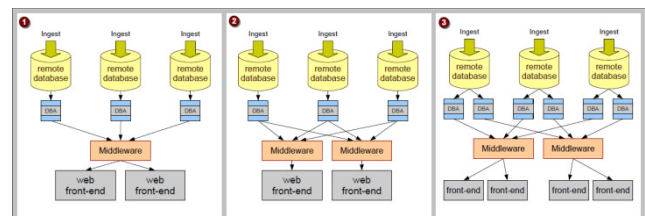
Architektura zaprojektowana została w ten sposób, że każda aplikacja, komunikująca się z warstwą pośredniczącą, „widziana” jest jako interfejs użytkownika (portal). W projekcie OASIS Archive stworzono

interfejs w technologii WWW. Funkcjonalność systemu może zostać rozszerzona o dodatkowy interfejs, umieszczony na oddzielnym serwerze, co pozwoli na wykorzystanie zaimplementowanych mechanizmów równoważenia obciążenia w przyszłości. Dodatkowo, możliwość instalacji kilku instancji interfejsu na jednym serwerze zapewnia możliwość np. zmiany szaty graficznej portalu (zobacz rys. 2).



Rys. 2. Zmiana szaty graficznej portalu

Skalowalność systemu zapewniona jest dzięki zastosowaniu kilku scenariuszy równoważenia obciążenia, tak jak pokazano na rysunku 3. Finalna implementacja korzysta z wersji numer 1, gdzie wszystkie adaptery umieszczone są na oddzielnych serwerach znajdujących się w pobliżu „swoich” repozytoriów danych źródłowych, z poszanowaniem praw do własności intelektualnych.



Rys. 3. Przykład równoważenia obciążenia w zaproponowanej architekturze

Każdy z komponentów może zostać umieszczony na dedykowanym serwerze, w zależności od przewidywanego obciążenia systemu. Dwa skrajne scenariusze zakładają umieszczenie wszystkich komponentów na jednym serwerze lub całkowite ich rozdzielanie, nawet w odniesieniu do instancji portalu.

3. Podsumowanie

W artykule przedstawiono projekt OASIS Archive. W ramach prac zaprojektowano oraz wykonano otwartą rozproszoną platformę internetową dla badań, ochrony i dokumentowania sztuki elektronicznej. Architektura może być z powodzeniem stosowana dla innych rodzajów mediów.

Pomimo stworzenia całościowego systemu i jego najważniejszych modułów, wybrane elementy mogą być w dalszym ciągu usprawniane. Przykładowo, pro-

ces instalacji adapterów baz danych powinien zostać maksymalnie uproszczony. Możliwe jest równoczesne przyspieszenie instalacji oraz scentralizowane tworzenie kopii metadanych w oprogramowaniu pośredniczącym – na podstawie *Resource Description Framework* (RDF).

Planowane jest także rozszerzenie modułów indeksowania zbiorów multimedialnych. Zadania obejmą budowę nowych ulepszonych silników indeksujących. Pozwoli to na bardziej precyzyjne indeksowanie i wyszukiwanie oraz poprawi ogólną wydajność działania całego systemu. Zaproponowane rozszerzenia realizowane są w projekcie GAMA.

Podziękowania

Autorzy chcieliby podziękować programowi Komisji Europejskiej „Kultura 2000” za finansowanie projektu OASIS Archive, jak również programowi Komisji Europejskiej eContentplus za finansowanie projektu GAMA.

Literatura

- [1] Tansley, R., Smith, M.K., Harford-Walker, J.: *The DSpace Open Source Digital Asset Management System: Challenges and Opportunities*. Lecture Notes in Computer Science, vol. 3652, 242–253. Springer, Heidelberg (2005)
- [2] Payette, S., Lagoze, C.: *FEDORA – Flexible and Extensible Digital Object and Repository Architecture* (1998)
- [3] Stoebe, H., Hierl, C.: *Das EU-Pilotprojekt INCCA*. International Network for the Conservation of Contemporary Art. Restaurierung und Zeitgeist, vol. 18, 61–64, Wien, (2002)
- [4] van Der Meulen, E.: *The European Library – History, Technique and User Expectations*. Interlending & Document Supply 35(3), 154–156, Emerald Group, UK (2007)
- [5] Dublin Core Metadata Element Set, version 1.1, Dublin Core Metadata Initiative, <http://dublincore.org/documents/dces> (2006)
- [6] Hough, P.V.C.: *Machine Analysis of Bubble Chamber Pictures*. In: International Conference on High Energy Accelerators and Instrumentation, CERN, Switzerland/France (1959)
- [7] Peter N. Belhumeur, Joao P. Hespanha, and David J. Kriegman. Eigenfaces vs. Fisherfaces: *Recognition Using Class Specific Linear Projection*. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 19, 711–720, IEEE, New York (1997)
- [8] Bolme, D.S., Beveridge, J.R., Teixeira, M., Draper, B.A.: *The CSU Face Identification Evaluation System: Its Purpose, Features and Structure*. In: Interna-

tional Conference on Vision Systems (ICVS), LNCS, vol. 2626, 304–311, Springer, Heidelberg (2003)

Andrzej Głowacz ukończył studia magisterskie z Telekomunikacji w 2002 oraz studia doktoranckie z Informatyki w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, uzyskując stopień doktora w 2007 roku. Obecnie pracuje jako adiunkt w Katedrze Telekomunikacji AGH. Doświadczenie zawodowe zdobywał realizując projekty europejskie: DAIDALOS, DAIDALOS 2, CARMEN, EuroNGI, EuroFGI, OASIS Archive, GAMA, granty MNiSW oraz liczne projekty komercyjne. Główne obszary zainteresowań to: przetwarzanie obrazów, budowa systemów informatycznych, zaawansowane programowanie w systemie Linux oraz jakość usług w sieciach bezprzewodowych. Jest autorem ponad 50 publikacji i raportów technicznych, jest również recenzentem międzynarodowych czasopism i konferencji naukowych.

Mgr inż. Michał Grega rozpoczął edukację na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w 2001 roku. Uzyskał dyplom magistra inżyniera z wyróżnieniem w specjalności Telekomunikacja. Od 2006 roku jest słuchaczem studiów doktoranckich w Katedrze Telekomunikacji AGH. Od 2005 roku bierze czynny udział w pracach naukowo-badawczych Katedry Telekomunikacji w zespole „Sieci Szerokopasmowe i Usługi Multimedialne” pod kierownictwem prof. Zdzisława Papira. Brał udział w 4 projektach międzynarodowych i realizował liczne granty krajowe oraz zlecenia dla przemysłu. Jest współautorem ponad 25 publikacji i ponad 40 referatów, w tym artykułu w czasopiśmie „Multimedia Tools and Applications” wydawnictwa Springer, oraz autorem artykułu opublikowanego na konferencji IEEE INFOCOM.

Dr inż. Mikołaj Leszczuk, adiunkt w Katedrze Telekomunikacji Akademii Górniczo-Hutniczej (Kraków). Jego aktualne zainteresowania badawcze koncentrują się na rozwoju cyfrowych bibliotek wideo, w szczególności podsystemów streszczania, indeksowania, kompresji i strumieniowania sekwencji wizyjnych. Wyniki tych badań zostały opublikowane w 2006 roku w formie rozprawy doktorskiej. Wybrane projekty, w których uczestniczył lub uczestniczył Mikołaj Leszczuk: INDECT (7PR, jako Administrator Projektu), GAMA (eContentPlus, jako lokalny kierownik), CONTENT (6PR), NOBEL (6PR), E-NEXT (6PR), PRO-ACCESS (5PR, jako członek Steering Committee), E-NET (5PR), ATAMS 2001 (5PR), LION (5PR), BTI (4PR), OASIS Archive (Kultura 2000, jako lokalny kierownik).

Mgr inż. Piotr Romaniak uzyskał tytuł zawodowy mgr inż. Telekomunikacji w roku 2006 w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Obecnie jest uczestnikiem studiów doktoranckich w Katedrze Telekomunikacji AGH na kierunku Telekomunikacja. Od 2004 roku Piotr Romaniak był zaangażowany w międzynarodowe projekty realizowane w Katedrze Telekomunikacji w ramach programów Culture 2000, eContentPlus, FP6 i FP7. Uczestniczył także w projektach realizowanych na zamówienie polskich operatorów telekomunikacyjnych oraz we współpracy z innymi jednostkami edukacyjnymi. Obecnie jest zaangażowany w projekty europejskie oraz krajowe.