**UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIŞOARA**

**FACULTATEA DE ELECTRONICĂ ŞI TELECOMUNICAŢII**

**BAZE DE DATE MULTIMEDIA**

**Rezumat**

**Coordonator ştiinţific:**

**Prof. univ. dr. ing. RADU VASIU**

 **Doctorand:**

 **ANDREI MARIUS GABOR**

**Timişoara 2014**

**INTRODUCERE**

Teza de doctorat este dedicată unui domeniu major de interes, cu o dezvoltare semnificativă în zilele noastre, cel de descriere al conţinutului multimedia şi de regăsire a informaţiei. Focalizarea înspre aceste tehnologii, în domeniul educaţional, este dată tocmai de importanţa materialelor video în procesul educaţional, a informaţiilor diversificate pe care acestea le transmit utilizatorului (consumatorului) de informaţii. Regăsirea datelor video în platformele educaţionale, nu este doar o cale de reutilizare a conţinutului, ci şi o metodă nouă de organizare a procesului de predare. De multe ori se impune nevoia de a reutiliza datele video sau parţi ale acestora, în contextul şi în conţinutul unor diverse cursuri. Gestionarea cu succes a unor cantităţi mari de date video, implica adnotarea conţinutului şi indexarea eficientă a acestuia, cu scopul de a fi utilizat sau reutilizat, în contextul şi conţinutul unor materiale educaţionale.

Rezultatele obţinute dintr-o serie de studii, cu privire la stadiul actual de dezvoltare şi perspectiva, oferită de standardul MPEG-7, pentru a spijini în mod eficient procesul educaţional, prin organizarea structurii acestuia, a stabilit direcţia ulterioară de cercetare în cadrul activităţii mele doctorale. Acestea s-au concretizat prin propunerea unei ontologii specifice adnotării MPEG-7 a conţinutului video, în cadrul platformelor educaţionale şi organizarea rezultatelor interogărilor, sub forma unor colecţii de clipuri similare din punct de vedere semantic. Utilizarea adnotărilor MPEG-7 a conţinutului video, constituie un mod eficient de creare a cursurilor şi prezentărilor interactive în cadrul platformelor educaţionale.

**MOTIVAŢIA**

Ultimele 2 decenii au dus la un progres substanţial în tehnologia multimedia dar şi în tehnologiile de stocare a acestora. Revoluţia informaţională continuă să crească prin generarea şi difuzarea de conţinut multimedia digital. Totuşi, această rată de creştere nu a fost însoţită de apariţia unor tehnologii, care să poată procesa în mod corespunzător conţinutul multimedia. Din punctul de vedere al utilizatorului, aceste sisteme trebuie să efectueze analize la acelaşi nivel de complexitate ca şi oamenii. Datele video sunt cele mai dificil de manipulat, deoarece combină toate celelalte informaţii multimedia într-un singur flux. Un flux video are un format nestructurat, deci accesul eficient la acesta nu este o sarcină uşoară. Căutarea şi regăsirea datelor video, nu sunt operaţiuni uşoare, deoarece datele video au nevoie de o etapă de preprocesare.

Având în vedere impactul documentelor video în procesul educaţional, prin cursuri video, prezentări interactive care conţin documente video, tutoriale, am considerat necesar să acord mai multă atenţie aspectelor specifice, reprezentării şi analizei conţinutului video, într-un mod mai cuprinzător. Acest lucru am dorit să-l realizez în contextul acestei teze de doctorat, prin modelarea şi reprezentarea conţinutului video.

Un alt factor important în procesul de indexare şi regăsire al conţinutului video îl reprezintă modul diferit de interpretare a informaţiei de către diferite persoane. Există riscul ca doi autori care adnotează un document video să exprime acelaşi subiect în două moduri diferite. Această problemă este rezolvată de către ontologie, care specifică modul în care conceptele semantice identice să fie exprimate prin anumite cuvinte cheie. De asemenea, reprezentarea unui document video diferă în funcţie de domeniul de aplicabilitate, prin urmare o expresie care defineşte conţinutul semantic nu este utilă pentru toate domeniile care utilizează documentul video. Problematica de reprezentare a conţinutului video, a semanticii acestuia, constau în principal în indexare şi în interogarea efectuată de utilizator.

Este destul de dificil să faci o analiză video bazată pe caracteristicile de nivel jos ca să ajungi la cele de nivel semantic. Bazat pe această idee şi având în vedere că pentru un utilizator regăsirea informaţiei în mod eficient contează cel mai mult, am căutat să dezvolt un model de reprezentare a conţinutului video bazat pe ontologie, specifică domeniului educaţional, adică o modelare a datelor video bazată pe semantică. Modelul propus, reproduce conţinutul video prin exploatarea conţinutului, contextului şi a structurii materialelor educaţionale. Această propunere va facilita indexarea şi regăsirea conţinutului video în context semantic. Pentru interogarea datelor video, am optat pentru formatul de interogare MP7QF, specific standardului MPEG-7 datorate în special facilităţilor oferite în procesul de interogare, toate acestea fiind descrise în lucrare. Rezultatele interogărilor pot fi grupate sub forma de colecţii, care cuprind clipuri relevante în raport cu interogarea noastră. Principalele obiective pe care am încercat să le soluţionez în această lucrare sunt:

* Propunerea şi implementarea unui model educaţional de reprezentare a conţinutului video bazat pe MPEG-7 şi ontologii Semantic Web; acest model trebuie să fie capabil de a descrie informaţia video la nivel de reprezentare al conţinutului pe baza semanticii.
* Propunerea unei metode de grupare a informaţiei video (clipuri video) în funcţie de relevanţa subiectului interogat, bazat pe similitudinea semantică sub forma de colecţii (cluster ierarhic).
* Descrierea modalităţilor de utilizare a rezultatelor obţinute în urma adnotărilor textuale bazate pe MPEG-7, pentru a genera prezentări SMIL şi cursuri interactive Flash.

**DESCRIEREA CONŢINUTULUI**

Teza de doctorat este structurată pe 7 capitole, la care se adaugă bibilografia corespunzătoare. Lucrarea include motivaţia care a dus la alegerea temei, studii critice legate de stadiul actual de dezvoltare, analiza critică a tehnologiilor utilizate pentru gestionarea datelor video, propunerea şi proiectarea unui model de date bazat pe ontologii educaţionale pentru adnotarea conţinutului video în cadrul platformelor educaţionale, precum şi descrierea unor scenarii de implementare a modelului descris pentru adnotarea datelor video, gruparea datelor sub forma unor colecţii de date similare dar şi pentru construcţia de cursuri şi prezentări interactive. În final am făcut o sinteză a contribuţiilor personale trasând linia de cercetare viitoare.

Lucrarea se extinde pe 136 de pagini, include 46 de figuri şi 5 tabele. Sunt citate 127 de referinţe bibiligrafice, care includ lucrări din literatura de specialitate, referinţe web din domerniul abordat, precum şi publicaţii personale.

Capitolul 1, intitulat „**Motivaţia**”, am realizat o prezentare a principalelor considerente cu privire la tema de cercetare aleasă. Am argumentat actualitatea temei, prin importanţa datelor video în contextul actual al dezvoltării societăţii, am descris premisele iniţiale de cercetare, urmată de lista lucrărilor ştiinţifice publicate pe parcursul activităţii mele de cercetare, iar la final am prezentat structura pe capitole a tezei.

În capitolul 2, numit "**Indexarea conţinutului video în bazele de date multimedia**" am descris noţiuni generice legate de bazele de date multimedia, privite prin prisma celor două abordări generale, legate de extragerea şi căutarea informaţiilor. O primă abordare face referire la extragerea şi căutarea informaţiei bazată pe caracteristicile de nivel jos, care includ culoarea, textura, forma, iar a doua abordare este legată de adnotarea semantică a conţinutului.

 Extragerea caracteristicilor se poate realiza într-un mod mai eficient dacă conţinutul video se împarte în segmente sau scene, pe baza unor algoritmi specifici de detecţie şi segmentare. În partea finală a capitolului am descris standardele de metadate multimedia.

 În general, un sistem de regăsire al datelor bazat pe conţinut, utilizează diferiţi algoritmi, pentru extragerea caracteristicilor de nivel jos dar şi pentru caracteristicile de nivel înalt. Caracteristicile vectorilor rezultaţi în urma procesului de extragere al caracteristicilor sunt stocaţi în baze de date, pentru a asigura un proces eficient de indexare, în vederea regăsirii conţinutului bazat pe similitudine. Interacţiunea cu utilizatorul poate include căutări bazate pe exemple (QBE), pe descrieri (QBD) sau cuvinte cheie.

Crearea unei indexări eficiente presupune a avea un set reprezentativ de cadre cheie precum şi sumarizarea conţinutului. Acest lucru se realizează prin segmentarea conţinutului video în scene, clipuri şi cadre. În acest context am descris algoritmii de detecţie şi segmentarea a conţinutului video care au ca scop realizarea unei indexări mai eficiente a conţinutului video prin împărţirea acestuia în scene şi cadre. Descrierea conţinutului pe baza semnaticii utilizează standarde specifice, acestea sunt descrise în acest capitol, subliniind pentru fiecare standard în parte caracteristicile principale utile în descrierea conţinutului. Un accent mai mare am pus pe standardele MPEG-7 şi MPEG-21, în pricipal datorită avantajelor pe care le oferă pentru descrierea şi utilizarea conţinutului video.

În concluzie legat de acest capitol, am prezentat abordări de bază legate de indexarea conţinutului video în bazele de date multimedia, prin prezentarea unor concepte generale legate de regăsirea bazată pe conţinut. Am descris datele care sunt implicate în bazele de date multimedia, necesitatea de segmentare a conţinutului video sub formă de clipuri, scene şi cadre. Segmentarea video are un rol important în procesul de indexare, navigare, dar şi de adnotare a conţinutului, ce se realizează pe baza unor algoritmi de detecţie specializaţi.

În continuare am descris necesitatea de modelare a conţinutului video, prin reprezentarea acestuia pe baza caracteristicilor vizuale şi semantice. Reprezentarea conţinutului bazat pe semantică are rolul de a înlocui fluxul video pe baza evenimentelor, relaţiilor dintre evenimente, obiecte şi proprietăţile acestora precum şi relaţii spaţiale.

Contribuţia mea la acest capitol este de sistematizare, prezentare şi analiză a cercetărilor actuale privind indexarea, modelarea conţinutului video, standardele de metadate multimedia, cum sunt MPEG-7 şi MPEG-21. MPEG-7 permite descrierea standardizată a diferitelor tipuri de date multimedia şi asocieri ale descrierilor cu conţinutul, permiţând o căutare eficientă şi rapidă a acestuia. MPEG-7 oferă un bogat sortiment de instrumente standardizate pentru a descrie conţinutul video, pe baza descriptorilor şi a schemelor de descriere, descrieri ce vor constitui baza pentru accesul eficient (căutare, navigare, filtrare) la conţinutul video. Prin posibilităţile oferite, de integrare a datelor în cadrul aplicaţiilor multimedia, standardul MPEG-21 constituie un instrument eficient, de implementare şi integrare a diverselor module şi formate multimedia.

 În capitolul 3 "**Baze de date pentru conţinutul video**", am făcut o analiză a bazelor de date specifice conţinutului video, care trebuie să returneze rezultate, conform opţiunilor utilizatorului. Trebuie să permită interogări uşor de realizat şi intuitive şi să returneze date cu referire la resursa informaţională, dar şi date legate de procesul de regăsire. Este important ca în căutarea şi regăsirea datelor video, să utilizezi un sistem de management care să fie capabil să stocheze şi să regăsească descrierile făcute de standardul MPEG-7. Acest lucru se realizează prin utilizarea bazelor de date XML. În acest capitol am făcut o introducere legată de interogarea conţinutului video utilizând limbaje specifice XML, iar în partea finală am descris tipuri de baze de date XML. Practica curentă în comunitatea de metadate este de a creşte utilizarea tehnologiilor Web Semantic ca RDF şi OWL. Astfel se optează spre aceste modele, ca modele semantice a metadatelor, deoarece prezintă avantaje legate de formalism. Ca limbaj de interogare a documentelor video am analizat formatul specific documentelor MPEG-7, adică formatul de interogare MPQF, care este un limbaj bazat pe XML, în sensul că toate instanţele MPQF (interogări şi răspunsuri) trebuie să fie documente XML.

MPQF orefă un standard modern pentru interogarea bazelor de date MPEG-7, oferind abordări flexibile şi interoperabilitate pentru formate diverse de date. Oferă un format standardizat care permite regăsirea informaţiei, pe baza unui set precis de parametrii de intrare şi un set precis de parametrii de ieşire. Limbajele de interogare disponibile ca XPath, XQuery, SQL/XML prezintă unele limitări legate de interogarea multimedia MPEG-7. Astfel, am realizat o analiză referitoare la limbajele de interogare specifice XML, punând accentul pe avantajele şi dezavantajele oferite de acestea, în raport cu interogarea specifică MPEG-7. Dezavantajele majore ale acestor limbaje sunt descrise prin faptul că nu oferă posibilităţi pentru interogările multiple ale bazelor de date MPEG-7, nu oferă suport pentru interogările multimodale. Un limbaj de interogare trebuie să asigure suport pentru descrierile MPEG-7. Prin cerinţele specificate prin intermediul Input Query Format şi Output Query Format, MPQF oferă mijloace de regăsire pe baza diverselor interogări ca descrieri textuale, text liber şi combinări booleene.

Am descris bazele de date XML prin prisma celor două abordări principale legate de bazele de date XML, prima se bazează pe găsirea unor platforme potrivite pentru stocarea XML, iar a doua se concentrază pe maparea DTD şi XML Schema în baze de date relaţionale, orientate pe obiect. Bazele de date native XML oferă o reprezentare şi accesare bună pentru descrierile MPEG-7, dar prezintă lipsuri legate de extensibilitate în sprijinul SGDB, deci nu asigură suportul necesar pentru indexarea multimedia. În contrast, extensiile bazelor de date XML au avantajul că sunt dezvoltate pe tehnologiile tradiţionale ale bazelor de date şi, prin urmare, oferă posibilităţi de extensibilitate cu alte baze de date, în zona de indexare şi îmbunătăţire a funcţionalităţii. În acest context, am propus o bază de date relaţională, care mapează descriptorii semantici MPEG-7, cu scopul de a avea un acces rapid şi eficient la informaţie.

În capitolul 4 intitulat "**Modelarea conţinutului video**", am abordat concepte generale legate de modelarea conţinutului video bazat pe ontologii. Am descris limbajele RDF, RDF(S) şi OWL, clasificarea ontologiilor iar în partea finală am prezentat metodologiile şi instrumentele necesare pentru proiectarea ontologiilor, urmând ca o ontologie specifică domeniului educaţional pentru documentele video, să fie detaliată în capitolul următor. Pentru a propune şi proiecta un model de ontologie, am început prin a defini domeniul şi de a stabilii cele mai populare metodologii de proiectare ontologică prin analiza diferenţelor care există între ele. În urma anlizei am ajuns la concluzia că metodologia DILIGENT este cea mai potrivită pentru a îndeplinii scopul acestei cercetări. În continuare am sintetizat paşii principali pentru proiectarea unei ontologii destinate adnotării semantice a conţinutului video. Am identificat aspecte legate de modelarea conţinutului video bazat pe ontologii. Scopul modelării este de a facilita o adnotare a conţinutului video cât mai aproape de interesul utilizatorului, cu scopul unei regăsiri mai eficiente a conţinutului.

 Modelarea conţinutului bazat pe ontologii, vizează descrierea conţinutului semantic al documentelor video. Acest tip de modelare pe baza ontologiilor, utilizează concepte şi relaţiile dintre concepte cu scopul de a exploata, în mod eficient, conţinutul atât de utilizatorul uman cât şi de către aplicaţiile software. Legat de acest aspect am prezentat limbajele specifice Semantic Web, care pot satisface cerinţele impuse de diferite tipuri de aplicaţii, de la exprimarea metadatelor până la descrieri bazate pe nivelul schemelor şi logicilor descriptive.

Din analiza metodologiilor de proiectare ontologică, am considerat că cea mai potrivită pentru a îndeplinii scopurile tezei, de adnotare semantică a conţinutului video, este DILIGENT, datorită posibilităţilor de lucru colaborativ şi colectiv. Dezvoltarea unor ontologii specifice domeniilor ştiinţifice, implică cunoştinţe solide pentru fiecare domeniu în parte şi se va face de către specialişti în domeniul respectiv. Pentru a realiza practic ontologia, am optat pentru Protégé, care permite verificarea inconsistenţei ontologiei. Clasificarea ontologiilor precum şi descrierea metodologiilor de proiectare a ontologiilor reprezintă un prim pas necesar pentru proiectarea unui model ontologic în domeniul educaţional.

Captolul 5 intitulat "**Propunere pentru un model de date educaţional bazat pe MPEG-7 şi ontologii semantic Web**", am propus un model de date educaţional bazat pe MPEG-7 şi ontologii semantic WEB, care are ca scop adnotarea conţinutului video. În prima parte am prezentat noţiuni generale legate de platformele educaţionale, am descris obiectul educaţional şi standardele de metadate specifice materialelor educaţionale, precum SCORM și LOM. În ultima parte, pe baza metodologiei de proiectare a ontologiilor, stabilită în capitolul anterior, am realizat un model de bază a unei ontologii, care să fie util în adnotarea conţinutului video pe baza standardului MPEG-7. Pentru a permite refolosirea eficientă a obiectelor educaţionale trebuie să avem un conţinut bogat din punct de vedere semantic. Îmbogăţirea obiectelor se poate face folosind metadate cu concepte ontologice, dar o eficienţă sporită va fi dată de folosirea ontologiilor.

 Ontologia trebuie să îndeplinească cerinţele unui sistem educaţional bazat pe tehnologiile Web-ului semantic. Am prezentat noţiuni despre platformele educaţionale, obiecte educaţionale, în contextul documentelor video precum şi metadate specifice materialelor educaţionale SCORM şi LOM.

 Am stabilit specificaţiile ontologiei pentru a îndeplini cerinţele de adnotare a conţinutului video în platformale educaţionale şi care trebuie să ofere informaţii despre structura documentului video, dar şi despre cei care fac adnotarea semantică. Conceptele legate de structură şi persoane au fost mapate în clase ale ontologiei, iar metadatele care descriu conceptele (curs, lecţie, segment, obiect educaţional, persoane) au fost mapate sub forma de proprietăţi.

 Formalizarea termenilor ontologiei am încercat să o fac în primul rând prin reutilizarea unor vocabulare sau ontologii, în cazul conceptului contributor prin FOAF, iar pentru structura documentelor video am încercat să formalizez termenii ontologiei, astfel încât să fie compatibilă cu aplicaţia de adnotarea a conţinutului video bazat pe standardul MPEG-7.

În final, am prezentat modul de adnotare semantică a documentelor video bazat pe standardul MPEG-7, prin utilizarea schemelor de descriere şi a descriptorilor semantici. Astfel, pe baza celor furnizate de schemele de descriere şi utilizând ontologiile, conţinutul video poate fi descris sub aspect conceptual, punând accentul pe evenimente, obiecte şi relaţii între obiecte. Tipurile de date Structure Annotation DS încorporează întrebări legate de obiectul educaţional, iar Segment Collection DS este utilizat pentru a descrie colecţiile de segmente. Analiza modului prin care standardul MPEG-7 adnotează documentele video pe baza schemelor de descriere şi a descriptorilor, descrie posibilitatea de integrare a ontologiei create în cadrul aplicaţiilor de adnotare semantică MPEG-7 a conţinutului video.

În capitolul 6 - "**Scenarii de utilizarea a modelului propus**", am implementat practic rezultatele studiilor din capitolele anterioare, prin descrierea unor scenarii de implementare a modelului de date propus, pentru adnotarea datelor video în platformele educaţionale. De multe ori se impune folosirea sau refolosirea unor părţi de conţinut video în contextul şi conţinutul unor cursuri noi. Gestionarea acestor părţi de conţinut implică o adnotare şi organizare eficientă a conţinutului. Astfel, am propus o soluţie de grupare a datelor video bazată pe cluster ierarhic, cu scopul de a obţine colecţii de date similare a rezulatetelor interogărilor. Rezultatele adnotării semantice ale conţinutului video bazat pe standardul MPEG-7, pot fi utilizate ca punct de plecare în realizarea de cursuri şi prezentări interactive.

 Am descris mai multe scenarii de implementare a modelului de date propus pentru adnotarea semantică a conţinutului video bazat pe standardul MPEG-7. Pentru a refolosi în mod eficient conţinutul, provocarea principală o reprezintă indexarea informaţiei şi adnotarea cât mai bună a conţinutului. Astfel, ontologia creată a fost implementată în cadrul aplicaţiei de adnotare semantică a conţinutului bazat pe standardul MPEG-7.

 Gestionarea eficientă a conţinutului implică folosirea sau refolosirea unor părţi de conţinut (clipuri video). Interogarea documentelor MPEG-7 va determina returnarea unor rezultate (clipuri video), care pot să nu fie în totalitate conform interogării efectuate. Am propus astfel o soluţie de grupare a datelor video sub forma unor colecţii de date similar din punct de vedere semantic, bazată pe clusterul ierarhic.

 Rezultatele adnotării semantice ale conţinutului video, bazat pe standardul MPEG-7, pot sta la baza creării de cursuri şi prezentări interactive prin utilizarea referinţelor temporale şi a adnotărilor semantice.

**Concluzii şi contribuţii personale**

Deoarece majoritatea utilizatorilor preferă să utilizeze pentru regăsirea conţinutului video, interogări bazate pe text, obiectivele acestei lucrări se focalizează pe exploatarea şi îmbunătăţirea tehnologiilor Web Semantic în gestionarea conţinutului video. Datele video, în general, sunt mai greu de manipulat, deoarece au un format nestructurat, deci accesul eficient la acesta nu este o sarcină uşoară.

În primul rând, am prezentat concepte generale privind indexarea conţinutului video în bazele de date multimedia. Am argumentat necesitatea modelării conţinutului video la nivel de semnal, prin utilizarea algoritmilor de detecţie şi segmentare video. Am analizat standardele MPEG-7 şi MPEG-21 pentru descrierea şi modelarea conţinutului video, bazat pe metadate multimedia. În continuare, am analizat capacitatea şi performanţele bazelor de date specifice conţinutului video, precum şi limbajele de interogare specifice: XPath, XQuery, SQL/XML. Am scos în evidenţă cerinţele fiecărui limbaj în parte, posibilităţile de a interoga bazele de date multimedia şi avantajele oferite de fiecare dintre aceste limbaje. Limbajele de interogare analizate nu oferă un cadru de interogare eficient a datelor video, specific standardului MPEG-7. Formatul de interogare care îndeplineşte cerinţele de interogare a datelor video, bazate pe standardul MPEG-7, este MPQF. Acesta specifică cerinţele formatului de intrare şi pe cel de ieşire, împreună cu un set de reguli pentru managementul interogărilor.

Am realizat o analiză a bazelor de date XML subliniind dezavantajele şi avantajele oferite de acestea în managementul şi stocarea datelor MPEG-7. În acest sens am descris bazele de date native XML, precum şi extensiile bazelor de date XML, care oferă avantajul că sunt dezvoltate pe tehnologii tradiţionale ale bazelor de date şi astfel dau posibilitatea de interacţiune cu alte baze de date.

În continuare, am făcut o analiză cu privire la modelarea conţinutului video pe baza ontologiilor. Am analizat metodologiile şi instrumentele de proiectare a ontologiilor. Modelarea conţinutului bazat pe ontologii vizează descrierea conţinutului semantic al documentelor video. Acest tip de modelare utilizează concepte şi relaţii care asigură interfaţa între utilizatorul uman şi aplicaţia software Legat de aceasta, am analizat limbajele specifice semantic Web ca: RDF, RDF(S), OWL, capabile să exprime descrierile pe bază de logici descriptive.

Am propus un model de date educaţional bazat pe standardul MPEG-7 şi ontologii semantic Web, al cărui scop este de a descrie conţinutul video în platformele educaţionale. Din analiza tipurilor de ontologii nu a reieşit existenţa unor ontologii care să îndeplinească în totalitate cerinţele de adnotare video MPEG-7, în conformitate cu scopul propus în această lucrare. Astfel, am construit o ontologie pentru adnotarea conţinutului video MPEG-7 în platformele educaţionale, utilizând vocabulare şi ontologii existente, astfel încât termenii ontologiei rezultate să fie compatibili cu aplicaţia de adnotare a conţinutului video bazat pe standardul MPEG-7.

Rezultatele cercetării se pot sintetiza în funcţie de obiectivele descrise în introducere a prezentei lucrări astfel:

1. Definirea unui model de reprezentare a conţinutului video în bazele de date multimedia, în scopul realizării unei indexări eficiente. Modelul se bazează pe segmentarea conţinutului video, folosind algoritmi de detecţie şi segmentare, aspect descris în capitolul 2.

2. Definirea unui model de stocare şi interogare a datelor video bazat pe standardul MPEG-7 şi tehnologii XML, aspect descris în capitolul 3.

3. Definirea unui model de date educaţionale bazat pe standardul MPEG-7 şi ontologii semantic Web, pentru adnotarea conţinutului video în platformale educaţionale, aspect descris în capitolul 5.

4. Propunerea unor scenarii de implementare a rezultatelor obţinute pentru adnotarea conţinutului video şi gruparea rezultatelor interogărilor sub forma unor colecţii de date similar semantice. Utilizarea adnotărilor MPEG-7 a conţinutului video, constituie un mod eficient de creare a cursurilor şi prezentărilor interactive în cadrul platformelor educaţionale, aspecte descrise în capitolul 6.

Consider că cele propuse de mine în această teză de doctorat, constituie un pas util şi necesar în gestionarea datelor video în cadrul platformelor educaţionale, dar şi o metodă modernă de a îndeplini în mod eficient obiectivele de învăţare.

**Contribuţii teoretice**

1. *Analiza bazelor de date multimedia şi modul de indexare a informaţiei video*

Am identificat stadiul actual legat de cercetarea bazelor de date multimedia, necesitatea de modelare a conţinutului video. Segmentarea conţinutului video sub forma unor segmente de dimensiuni mai mică determină extragerea eficientă a caracteristicilor vizuale, dar şi a celor semantice. Segmentarea şi extragerea caracteristicilor constituie un prim pas în vederea adnotării conţinutului video. Am identificat standardele de metadate MPEG-7 şi MPEG-21, necesare pentru descrierea şi utilizarea conţinutului multimedia (subcapitolele 2.3, 2.4, 2.5).

1. *Analiza şi sinteza tipurilor de baze de date XML*

Am analizat principalele concepte legate de bazele de date XML, în raport cu premisa de interogare a conţinutului video bazat pe standardul MPEG-7. Am analizat limbajele de interogare specifice XML descriind dezavantajele şi avantajele oferite, în raport cu interogarea MPEG-7. În acest sens, am analizat capacitatea şi posibilitatea de interogare a documentelor MPEG-7 prin utilizarea formatului de interogare MPQF (subcapitolele 3.2, 3.3).

1. *Analiza metodologiilor de proiectare a unei ontologii semantic web*

Am analizat modul de clasificare a ontologiilor, limbajele specifice semantic Web, RDF, RDF(S), OWL, cu scopul de a determina modul în care ontologiile pot să modeleze şi să descrie conţinutul semantic al documentelor video. Am identificat principalele metodologii, stabilind utilizarea soluţiei DILIGENT, pentru dezvoltarea ontologiei, datorat în special posibilităţilor de lucru colaborativ şi colectiv (subcapitolele 4.4, 4.5).

1. *Stabilirea specificaţiilor de proiectare a unei ontologii pentru adnotarea semantică a conţinutului video în platformele educaţionale.*

Am identificat principalele concepte care intervin în cadrul platformelor educaţionale, pentru descrierea conţinutului video. Conceptele legate de structura documentelor şi persoane (contributor) au fost mapate în clase ale ontologiei, iar metadatele care descriu conceptele au fost mapate sub forma de proprietăţi (subcapitolul 5.2).

1. *Propunerea unor scenarii de utilizare a modelului propus*

Am identificat scenarii în care modelul de date propus este implementat în cadrul aplicaţiilor, pentru adnotarea documentelor video în cadrul platformelor educaţionale. Rezultatele interogărilor MPEG-7 pot fi grupate sub forma unor colecţii de date similare. Am analizat modul în care rezultatele adnotării semantice a conţinutului video bazat pe standardul MPEG-7 pot fi utilizate în realizarea de cursuri şi prezentări interactive (subcapitolele 6.1, 6.2, 6.3).

**Contribuţii aplicative**

1. *Formalizarea şi implementarea conceptelor ontologiei educaţionale*

În cadrul procesului de conceptualizare şi formalizare al termenilor definiţi în ontologie, am încercat să utilizez vocabulare sau ontologii existente ca FOAF. Pentru o mai mare expresivitate în implementarea conceptelor, am utilizat limbajul OWL. Descrierea pe larg a acestui proces se regăseşte în subcapitolul 5.2

1. *Implementarea conceptelor ontologiei în cadrul alicaţiei de adnotare semantică a conţinutului video pe baza standardului MPEG-7*

Adnotarea caracteristicilor semantice în cadrul aplicaţiei de adnotare MPEG-7, face referire la metadate, care să descrie conceptele pe baza ontologiei. Am implementat ontologia creată în cadrul aplicaţiei MPEG-7 cu scopul de a oferi mai multă expresivitate şi formalism adnotărilor, dar şi pentru o regăsire mai eficientă a conţinutului video. Descrierea pe larg a acestui proces se regăseşte în subcapitolul 6.2

1. *Implementarea unei soluţii de grupare a datelor video sub forma de colecţii de date similare*

În interogarea bazată pe semantică există posibilitatea ca sistemul să returneze mai multe rezultate. Nu toate aceste rezultate sunt relevante. În acest context, am dezvoltat un model care grupează clipurile video sub forma unor colecţii de date similare din punct de vedere semantic, proces descris în subcapitolul 6.1

1. *Implementarea rezultatelor obţinute în urma adnotărilor video, bazate pe standardul MPEG-7 pentru realizarea prezentărilor şi cursurilor interactive în platformele educaţionale (subcapitolul 6.3)*

Referinţele temporale dar şi adnotările semantice ale documentelor video pe baza ontologiilor, pot fi folosite în construcţia de cursuri şi prezentări interactive, proces descris în subcapitolul 6.3

**Direcţii de cercetare viitoare**

 Modelul ontologic propus pentru adnotarea semantică a conţinutului video poate fi extins pentru toate domeniile ştiinţifice, care cuprind cursurile din cadrul platformei educaţionale a UPT. Se pot construi astfel, subontologii pentru cursuri şi popularea acestora cu termenii specifici domeniilor ştiinţifice. Îmbunătăţirea resurselor cu termeni tehnici pentru limba romănă, bazat pe Wordnet, ar constitui o direcţie importantă de cercetare. Calitatea unei indexări şi adnotări semantice eficiente a conţinutului video este legată de resursele lexicale existente. Se simte astfel nevoia îmbunătăţirii unor astfel de instrumente, mai ales pentru domeniile tehnice.

 Modelarea datelor pe baza ontologiilor determină o regăsire eficientă a datelor video, în urma interogărilor efectuate de utilizatori, cu scopul de a utiliza sau reutiliza conţinutul, necesar pentru consumul sau pentru crearea de cursuri noi. Descrierea şi optimizarea de algoritmi noi, specifici regăsirii datelor video, bazaţi pe interogări semantice, dar şi combinarea cu exploatarea caracteristicilor de culoare, textură, formă, pot să constituie un punct de plecare în vederea unor cercetări viitoare. Legat de acest aspect, consider oportună gruparea rezultatelor interogărilor pe baza unor algoritmi probabilistici, necesari pentru delimitarea domeniilor de interes în cadrul platformelor educaţionale.

**Articole publicate**

Gabor Andrei Marius, Radu Vasiu, “The MPEG-7 query of the e-learning content”, DrETC, Timişoara, 22-23.09.2011, Scientific Bulletin of the Politehnica University of Timisoara, fascicola 2-2011, ISSN 1583-3380, pag 47-50.

Gabor Andrei Marius, „Multimedia Database”, Workshop-ul nr.1 INTERDISCIPLINARITATEA ŞI MANAGEMENTUL CERCETĂRII, Universitatea „Politehnica” din Timişoara, 24-25 noiembrie 2011.

Gabor Andrei Marius, „Modelling Video Data in E-learning Platforms”, Workshop-ul nr.2 INTERDISCIPLINARITATEA ŞI MANAGEMENTUL CERCETĂRII, Universitatea din Oradea, 7-8 Iunie 2012.

Gabor Andrei Marius, Radu Vasiu, „Inderdisciplinarity in e-Learning Platforms Based on Textual Annotation”, 18th International Conference, ICIST 2012, Kaunas, Lituania, Information and Software Technologies, Lithuania, September 13-14, 2012, Proc. Springer-Verlag CCIS, Communication in Computer and Information Science, Information and Software Technologies, ISSN 1865-0929, ISBN: 978-3-642-33307-1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012, Germany, vol. 319, pag. 362-372.

Gabor Andrei Marius, Loghin Gaga, „Retrieval the Video Data in e-Learning Platforms”, 4th International Symposium Research and Education in Innovation Era, Arad Romania, 2012, Noiembrie 8-9 2012, Proc. International Symposium Research and Education in Innovation Era, ISSN 2065 2569, pag. 43-50.

Gabor Andrei Marius, Radu Vasiu, „Video Data Modelling Based on the MPEG-7 Standard in e-Learning Cloud Computing”, 3 th World Conference on Innovation and Computer Sciences INSODE 2013, Turcia, Antalia, 26-28 Aprilie 2013, AWERProcedia Information Technology and Computer Science, Journal, ISSN: 2147-5105, Online: 2147-5369 Volume 3, 01-1876, 2013, pag 174-185.

Gabor Andrei Marius, „Annotation of Video Content in e-Learning Cloud Computing”, Workshop-ul nr.3, INTERDISCIPLINARITATEA ŞI MANAGEMENTUL CERCETĂRII, Universitatea din Pitesti, 30-31 mai 2013.

Gabor Andrei Marius, Radu Vasiu, „SMIL Presentation- Use of Video Data in e-Learning Platforms”, International Conference on Education and New Learning Technologies, EDULEARN13, 01-03.07.2013, Proc. 5th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona, Spain, ISBN: 978-84-616-3822-2, pag 340-347.

Gabor Andrei Marius, Radu Vasiu, Gaga Loghin, "Video Data Use in Interactive e-Learning Courses. A Modern Method of Learning Organizing Process", 6th International Conference of Education, Research and Innovation ICERI2013, Seville, Spania, 18 - 20 Noiembrie 2013.

Gabor Andrei Marius, Radu Vasiu, „Integration Solutions for Video Data in Educational Platforms”, International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET), online, ISSN: 1863-0383, iunie 2014.