

**UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA  
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ, CALCULATOARE ȘI  
ELECTRONICĂ**



# **Experimente asupra unor Baze de Date Multimedia (rezumat)**

**Implementarea unui Sistem pentru Gestiunea Bazelor de  
Date Multimedia cu Imagini**

Conducător științific:

**Prof.Dr.Ing. Mircea Petrescu**

Doctorand:

**asist.drd.ing. Cosmin Stoica Spahiu**

*Craiova 2010*

Dintre serverele de baze de date dezvoltate, doar câteva oferă suport pentru conținutul multimedia. De obicei informațiile multimedia (imagini, video, audio, etc.) sunt păstrate fie în fișiere separate pe disc, fie în interiorul bazelor de date în tipuri de date BLOB. Aceste lucruri fac execuția interogărilor bazate pe conținut greu de implementat în mod direct.

Putem distinge două tehnici importante de regăsire adoptate de motoarele de căutare a imaginilor. Prima tehnică, cunoscută sub numele de *regăsirea bazată pe text a imaginilor* datează încă din anii 1970. În această abordare, imaginile sunt mai întâi adnotate cu text, apoi se pot aplica tehnicile de regăsire bazate pe text. Deși multe sisteme comerciale au adoptat această tehnică, ea are două mari neajunsuri:

➤ în primul rând imaginile nu sunt totdeauna adnotate, iar adnotarea lor manuală se poate dovedi a fi foarte costisitoare și consumatoare de timp, poate chiar imposibilă în condițiile în care în unele cazuri sunt adăugate în baza de date și câteva mii de imagini zilnic.

➤ În cel de-al doilea rând, adnotarea făcută de o persoană poate fi foarte subiectivă. Aceeași imagine poate fi adnotată diferit de observatori diferiți. Mai mult, bazarea exclusivă pe text se poate dovedi insuficientă, în special când utilizatorul este interesat doar de unele componente vizuale ale imaginii care sunt greu de descris în cuvinte.

Cea de-a doua abordare presupune folosirea conținutului imaginii, cum ar fi culoarea sau textura. Această abordare, cunoscută sub numele de *regăsirea bazată pe conținut a imaginilor* (CBIR – Content Based Image Retrieval), a fost propusă la începutul anilor 1990 și vine odată cu dezvoltarea comunității cu interese axate pe vederea artificială pe calculator.

Deși regăsirea bazată pe conținut a fost studiată de decenii, încă se mai consideră o provocare problematică căutării unei imagini într-o bază de date mare, datorită binecunoscutei lacune între caracteristicile low-level și conceptele semantice high-level.

Teza este structurată pe șase capitole:

- Capitolul 1 – Introducere
- Capitolul 2 – Implementări similare. Situația actuală a domeniului
- Capitolul 3 – Cercetări Personale privind Problematika Căutării Vizuale Bazate pe Conținut. Metode, Algoritmi
- Capitolul 4 – Prezentarea Sistemului de Gestiune a Bazelor de Date Multimedia
- Capitolul 5 – Experimente. Rezultate
- Capitolul 6 – Concluzii. Direcții de dezvoltare.

Teza este deschisă printr-o introducere unde sunt prezentate motivația și tema tezei, precum și direcțiile de cercetare investigate. De asemenea este prezentată pe scurt structura tezei de doctorat și subiectele discutate în fiecare capitol.

**Capitolul 2** intitulat „**Implementări similare**” este dedicat prezentării generale a celor mai cunoscute servere de baze de date existente, din punctul de vedere al managementului informațiilor multimedia.

Sunt prezentate Adaptive Server Anywhere, MySQL, Microsoft SQL Server și Oracle 10g.

Dintre acestea serverul de baze de date Oracle oferă soluția completă, putând gestiona toată gama de date multimedia, inclusiv fișierele DICOM. Cu toate acestea, utilizarea lui nu este foarte facilă în toate situațiile datorită costurilor ridicate necesare pentru achiziționare și dezvoltare a aplicațiilor.

În **Capitolul 3** intitulat „**Cercetări personale**” este realizată o prezentare a domeniului de regăsire a informației vizuale. Sunt descrise spațiile color și posibilitatea translatării între acestea, metode de reprezentare a caracteristicilor culoare și textură a imaginilor precum și definirea problematicii de căutare bazată pe conținut. Sunt analizate de asemenea tipurile de sisteme de fișiere disponibile în sistemul de operare Microsoft Windows, avantajele folosirii lor precum și diferite metode de acces concurrent la resurse.

În urma studiilor care s-au făcut se poate concluziona faptul că nu este un spațiu color universal recunoscut ca fiind cel mai bun, întrucât noțiunea de culoare se poate modela și interpreta în diferite feluri.

Dintre spațiile color studiate doar două pot fi folosite cu rezultate bune pentru căutarea vizuală bazată pe conținut și anume HSV și 111213 propus de Gevers and Smeulders.

S-a arătat că spațiul color HSV are următoarele caracteristici pentru care este de cele mai multe ori preferat în căutarea bazată pe conținut:

- Este apropiat de modul de percepție a culorilor de către ochiul uman
- Este intuitiv
- Este invariant la intensitatea luminoasă și direcția camerei de achiziție

De asemenea o serie de studii făcute pe imagini din natură și imagini medicale au arătat că luând în calcul spațiile color HSV, RGB și CieLuv, spațiul HSV va genera cele mai bune rezultate în căutarea bazată pe conținut.

Desigur, și la spațiul HSV putem enumera câteva probleme:

- Are o transformare neliniară a culorilor din spațiul RGB în HSV
- Este dependent de dispozitiv
- Componenta H devine instabilă atunci când S este apropiat de 0
- Componenta H este dependentă de culoarea luminii

Ținând cont de aceste studii s-a decis ca în aplicația ce va fi implementată să se folosească pentru căutarea bazată pe conținut spațiul color HSV cuantificat la 166 de culori. Pentru extragerea caracteristicii culoare se va folosi histograma color a imaginii cuantificate.

Alături de culoare, textura este o caracteristică importantă a imaginilor, în special în medicină unde diferite boli se manifestă printr-o modificare în culoare și textură a țesuturilor. S-au studiat foarte multe metode de extragere a caracteristicilor de textură. Printre cele mai cunoscute metode putem aminti:

- Metoda bazată pe filtre Gabor

- Metoda bazată pe matrici de co-occurență
- Metoda bazată pe transformata Fourier
- Metoda Markov-Gibbs

În urma studiilor s-a constatat, asemenea caracteristicilor culoare, că fiecare din ele generează rezultate bune pe anumite tipuri de imagini. Astfel în testele făcute pe imagini medicale, s-au obținut rezultate bune la extragerea caracteristicii textură folosind metodele bazate pe filtre Gabor și matrici de co-occurență. Luând în calcul acestea, s-a decis folosirea în sistemul implementat a metodei bazate pe filtre Gabor.

În **capitolul 4, „Prezentarea Sistemului de Gestiune a Bazelor de Date Multimedia”** este descris sistemul implementat. Se prezintă modalitatea de organizare a datelor, arhitectura sistemului, funcționalitatea sistemului precum și comunicația cu aplicațiile client.

Principalele contribuții prezentate în acest capitol sunt: sistemul de gestiune al bazelor de date multimedia implementat, modalitatea de aleasă pentru păstrarea imaginilor direct în baza de date, integrarea metodelor pentru interogările bazate pe conținut precum și uneltele dezvoltate pentru acestea.

Pe lângă funcțiile clasice ale unui DBMS, un element de originalitate al acestui sistem este faptul că oferă posibilitatea de a insera imagini noi direct în baza de date, alături de alte informații relevante definite în structura tabelului. Imaginile sunt păstrate în baza de date, într-un tip special de date numit IMAGE. Acest tip de date poate fi utilizat pentru a păstra toate informațiile referitoare la imaginea adăugată: caracteristicile de culoare, caracteristicile de textură, lățime, înălțime, tipul imaginii, etc.

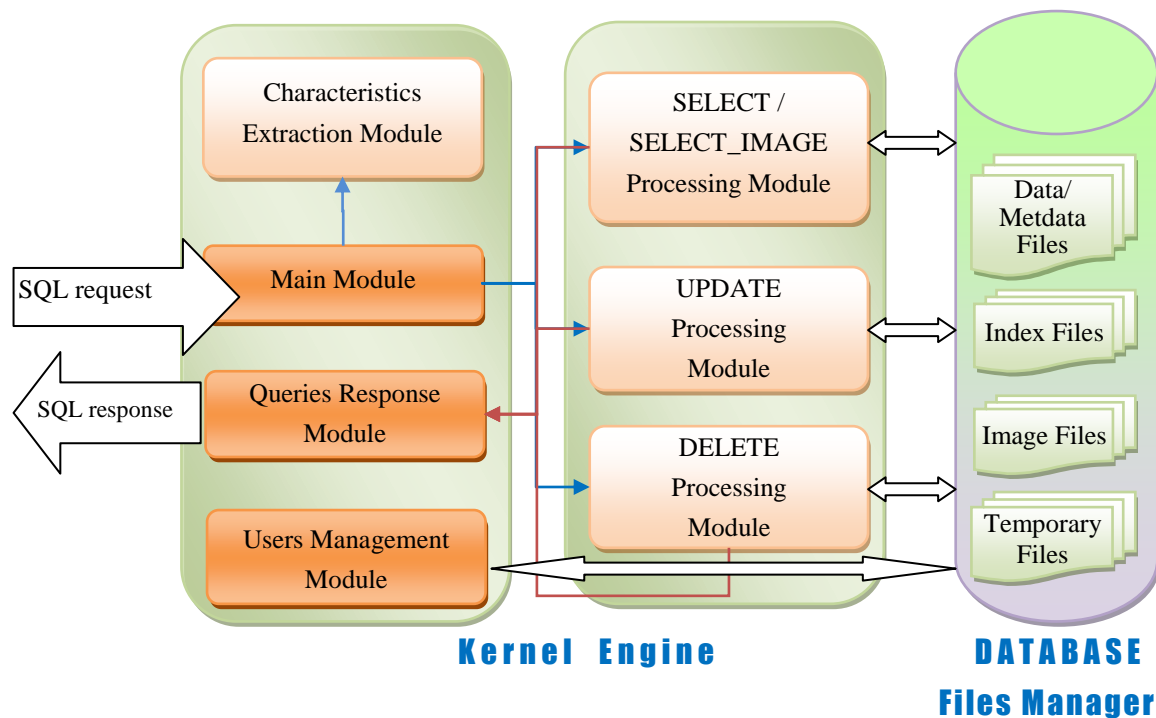
În Figura 1 este prezentată arhitectura generală a sistemului.

La primul pas, aplicația client trebuie să se conecteze la baza de date. În acest fel se va crea un canal de comunicație între cele două. Toate comenzile și răspunsurile vor folosi acest canal pentru trimiterea de interogări și primirea de răspunsuri.

Sistemul de Gestiune a Bazelor de Date include două module principale: motorul de căutare (KERNEL) și managerul fișierelor bazelor de date.

Kernel-ul include toate funcțiile implementate pentru server. Este compus din câteva sub-module, fiecare dintre ele având o funcționalitate bine definită:

- **Modulul principal.** Este modulul care gestionează toate comunicațiile cu clientul. Rolul ei este acela de a crea și păstra legăturile cu aplicația client și de a gestiona privilegiile diferiților utilizatori. În momentul când un utilizator creează o conexiune cu baza de date automat i se verifică și setul de privilegii. După aceea, modulul principal este cel care primește toate cererile de la client, verifică ce fel de comandă este, extrage parametrii și apelează modulul specializat în rezolvarea acelu tip de interogare. Atunci când se transmite o cerere de interogare mai întâi, se verifică dacă



**Figura 1:** Arhitectura generală a MMDBMS

clientul are dreptul de a executa acel tip de interogări și în cazul în care este totul în regulă, se execută prin apelul modulului corespunzător.

Există o listă de operații disponibile, în funcție de care se identifică modulul corespunzător. Identificarea operației cerute este în funcție de cuvintele cheie existente în interogare (ex: SELECT, UPDATE, DELETE).

- **Modulul de răspuns.** După ce interogarea este executată, rezultatul va fi trimis la modulul de răspuns. Acesta va primi fie un mesaj de eroare, fie rezultatul operațiilor executate. El va pune rezultatul într-un format standard astfel încât să poată fi interpretat de client și îl returnează acestuia folosind același canal de comunicații ca și cel folosit pentru primirea cererii.
- **Modulul de tratare a interogărilor Select/SelectImage.** Dacă modulul principal observă că este o comandă SQL SELECT, va apela acest modul pentru rezolvarea ei. Acesta va extrage toți parametrii interogării (atributele care interesează, tabelul din care se face selectul, condițiile „where”, etc.) și apoi va căuta în baza de date după informația corespunzătoare. Dacă este vorba de o interogare SelectImage se vor folosi caracteristicile imaginii pentru compararea similitudinii, în locul operatorilor de egalitate.
- **Modulul de extragere a caracteristicilor.** Atunci când modulul principal primește o comandă SelectImage sau Update care se referă la o imagine ce nu există încă în baza de date, va fi necesară mai întâi procesarea ei. Acest modul este apelat pentru a

extrage caracteristicile color și de textură. Rezultatul obținut de acest modul va fi folosit pentru inițializarea unei variabile de tipul IMAGE.

- **Modulul de actualizare a datelor.** Este apelat atunci când se primește de la client o comandă de Actualizare.
- **Modulul de ștergere date.** Este apelat atunci când utilizatorul execută o comandă Delete. Sistemul execută numai ștergeri logice a datelor, ștergerile fizice fiind mari consumatoare de timp în special dacă implică și reorganizarea imaginilor din baza de date. Ștergerile fizice se vor efectua doar atunci când se lansează o comandă „Compact Database”
- **Modulul de management al utilizatorilor.** Este folosit pentru gestionarea accesului la informația existentă în bazele de date. Se urmărește atât ca numele de utilizator și parola utilizate să fie corecte, cât și drepturile pe care le au aceștia (ce baze de date au dreptul de a accesa și ce operații au dreptul să execute asupra lor)

Cel de-al doilea modul principal este **managerul de fișiere** ale bazele de date. Este singurul modul care are acces direct pentru scrieri și citiri în/din fișiere. El va face căutarea efectivă a informațiilor în fișiere, va citi și scrie în fișiere și va gestiona lock-urile pentru accesul la resurse. Metoda implementată este similară metodei pesimiste prezentate la capitolul despre execuția concurentă, la MS. SQL Server: dacă clientul execută o citire (ex: select) se vor permite toate celelalte cereri de citire, dar vor fi refuzate cererile de scriere (restricții partajate – shared lock). Dacă clientul a cerut o scriere (ex: insert, update, delete) vor fi refuzate orice alte cereri de acces până nu se eliberează acest lock (restricții exclusive – exclusive lock).

Rezultatele vor fi totdeauna returnate modulului care a lansat cererea. Informația scrisă sau citită nu este structurată în nici un fel. Acest modul nu modifică structura acesteia, returnând numai date în format brut, așa cum se găsesc ele în fișiere.

În capitolul 5, „**Experimente**” se face o analiză a performanțelor serverului din punctul de vedere al vitezei de inserare a datelor, vitezei regăsirii informațiilor în baza de date și calitatea regăsirii.

Primul set de teste a constatat în testarea timpului necesar serverului pentru a insera date care conțin imagini. Întrucât prelucrarea imaginilor se face la inserare, este important să se cunoască cum influențează dimensiunea imaginii acest lucru.

În **Error! Reference source not found.**1 este prezentat timpul necesar pentru extragerea caracteristicilor culoare și textură, în funcție de dimensiunea imaginii.

Nr	Rezoluție imagine	Timp extragere caracteristici culoare	Timp extragere caracteristici textură	Timp total
1	160 × 160	0,45 s	14 s	14,45 s
2	240 × 240	0,60 s	14,5 s	15,10 s

3	320 × 320	0,70 s	15,30 s	16 s
4	480 × 480	1 s	63,70 s	64,70 s
5	640 × 640	1,50 s	108,50 s	110,50 s

Se observă o creștere liniară accentuată a timpului necesar prelucrării imaginilor, o dată cu creșterea dimensiunii imaginii

Cel de-al doilea set de teste a presupus verificarea timpilor de regăsire prin execuția diferitelor tipuri de interogări, de complexitate diferită. S-au executat atât interogări simple, bazate pe text, cât și interogări complexe bazate pe conținut.

La ultimul pas s-a verificat calitatea regăsirii informației pentru căutarea bazată pe conținut. Pentru aceasta s-au calculat parametrii precizie și reapel după execuția interogărilor bazate pe conținut cu diferiți parametri. Calitatea regăsirii imaginilor s-a testat în trei cazuri: interogarea bazată pe conținut folosind doar caracteristica culoare, interogarea bazată pe conținut folosind doar caracteristica textură și interogarea bazată pe conținut folosind ambele caracteristici. Pentru fiecare caz în parte s-a specificat ca numărul maxim de imagini returnate să fie mai întâi 5, 9 iar apoi 15.

În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele medii obținute pentru testele efectuate pe imagini medicale.

În aceste teste cele mai bune rezultate s-au obținut folosind caracteristica culoare.

**Tabel 1.** Numărul mediu de imagini relevante returnate de sistem

Metoda utilizată:	Numărul mediu de imagini relevante atunci când se regăsesc		
	5 imagini	9 imagini	15 imagini
Caracteristica Culoare	4	6	8
Caracteristica textură	3	3	6
Combinat	4	7	9

Folosind interogarea bazată pe conținut după caracteristica textură, rezultatele au fost slabe. Acest lucru s-a datorat în special tipului de imagini medicale utilizate. Pentru bolile luate în considerare, schimbarea culorii țesutului este mult mai evidentă decât modificările de textură. Este posibil ca efectuând testele pe alt tip de imagini medicale, din alt domeniu sau doar având alt diagnostic, rezultatele să fie mai bune pe partea de textură. De exemplu, rezultate mai bune decât media, folosind caracteristica textură, au fost obținute pentru imaginile având diagnosticele esofagită și rectocolită.

Luând în calcul cele prezentate se recomandă, dacă nu există motive întemeiate pentru o altă variantă, să se utilizeze ambele caracteristici pentru interogarea bazată pe conținut. În

acest fel imaginile care nu sunt regăsite cu una dintre metode, este foarte posibil să fie regăsite cu cea de-a doua.

Ultimul capitol prezintă **Concluziile, Direcțiile de dezvoltare** viitoare precum și principalele contribuții aduse.

Principala contribuție a tezei o reprezintă implementarea unui sistem pentru gestiunea bazelor de date multimedia cu imagini care să includă metode de extragere automată a caracteristicilor culoare și textură și de calcul a similitudinii. Acestea vor fi păstrate într-un tip de date special, IMAGE.

Lista principalelor contribuții este prezentată mai jos:

- **S-au analizat principalele servere de baze** de date existente și modalitatea în care tratează acestea problematica gestionării fișierelor imagine și căutării bazate pe conținut
- **S-au studiat diferite spații color**, și s-au prezentat avantajele utilizării fiecăruia dintre acestea precum și posibilitatea translatării între ele
- **S-au studiat metode de extragere a caracteristicilor color** (histograme color) și de îmbunătățirea a imaginilor prin metoda egalizării histogramelor
- **S-au testat principalii algoritmi de cuantificare** a imaginilor și prezentat rezultatele obținute, comparativ, după folosirea acestora pe diferite imagini
- **S-au studiat modalitățile de extragere a caracteristicilor de textură** folosind diferiți algoritmi. S-a constatat că algoritmul care folosește filtre Gabor obține cele mai bune rezultate pentru tipul de imagini medicale pentru care este optimizat serverul implementat.
- **S-au studiat diferite metode utilizate pentru calculul similarității**. S-a decis utilizarea metodei bazate pe intersecția histogramelor pentru similaritatea imaginilor după caracteristica culoare și metodei bazate pe filtre Gabor pentru calculul similarității imaginilor după caracteristica textură.
- **S-a implementat un sistem software** care să permită gestionarea bazelor de date multimedia, folosind limbajul SQL. Ca și elemente de originalitate putem menționa definirea unui tip de date IMAGE care să fie utilizat pentru reținerea caracteristicilor extrase automat din imagini și integrarea unor metode de prelucrare a imaginilor și extragere a caracteristicilor. În momentul de față, serverul Oracle10g este printre puținele servere disponibile pe piață care oferă ceva similar, la o scară mult mai mare.
- **S-au făcut o serie de experimente** pe aplicația implementată. S-au testat atât timpii de execuție a diferitelor tipuri de interogări, precum și calitatea operației de regăsire a informațiilor vizuale folosind parametrii reapel și precizie.

Direcțiile viitoare de dezvoltare se referă în primul rând la îmbunătățirea timpilor de execuție și a rezultatelor obținute în regăsirea informațiilor prin adăugarea de noi metode.



Un alt capitol unde se pot aduce îmbunătățiri este cel de siguranță a datelor. Se recomandă folosirea sistemului de fișiere NTFS tranzacțional.

Rezultatele obținute în această teză deschid numeroase perspective de cercetare. Considerăm că aceste direcții viitoare de cercetare merită abordate, ținând cont de importanta utilizării stilurilor de învățare în sistemele web educationale adaptive, așa cum s-a demonstrat pe parcursul acestei teze