

Bases de dades multimèdia

Raül Herrera Maldonado
Enginyeria en Informàtica

Àlex Alfonso Minguillón

10/01/2005

Dedicatòria

Aquest projecte està dedicat especialment a Lourdes Vaquero Ontivero, pel suport i la compressió que ha demostrat no només durant el desenvolupament d'aquest projecte si no al llarg de tots els estudis de l'enginyeria superior.

Resum

Actualment, les bases de dades s'han convertit en un producte estratègic de primer ordre degut a que avui dia són els fonaments dels sistemes d'informació.

Nous dominis d'aplicacions han aparegut amb l'interès de beneficiar-se de la tecnologia de les bases de dades. Dia a dia, les bases de dades estan evolucionant contínuament degut a l'aparició de nous reptes en la gestió de la informació, un d'aquests reptes són les bases de dades multimèdia.

Les bases de dades multimèdia presenten unes noves necessitats per tal de poder manejar tipus de dades no convencionals (dades multimèdia) pels sistemes gestors de bases. Existeixen una gran varietat de medis multimèdia, la representació dels quals és molt variable, requereixen una major quantitat de recursos degut al seu tamany i poden tenir associats requeriments de sincronització entre els seus elements.

L'arquitectura d'un sistema de gestió de bases de dades multimèdia ha de ser extensible e integrable amb altres infraestructures per tal de poder oferir així solucions complexes.

Sistemes comercials actuals com Oracle ofereixen productes molt complets que faciliten la gestió de bases de dades multimèdia, altres sistemes com ara MS SQL Server es limiten oferint l'emmagatzematge dels objectes multimèdia com informació binària sense cap tractament específic.

En general la majoria de sistemes manegen les bases de dades multimèdia a través d'una adaptació de les bases de dades relacionals o de les bases de dades orientades a objectes.

En dates futures el terme de base de dades, ja no serà significatiu, degut a que no es gestionaran només dades, ni tan sols objectes. Es proposa denominar com a intel·ligència digitalitzada lo que els sistemes captaran en un futur, seran els sistemes d'intel·ligència digitalitzada.

Índex de continguts

1. Introducció	5
1.1. Justificació del projecte.	5
1.2. Objectius del projecte.....	6
1.3. Enfocament i mètode seguit.	7
1.4. Planificació del projecte.....	8
1.5. Productes obtinguts.....	11
1.6. Breu descripció d'altres capítols.	12
2. Estudi de les bases de dades	13
2.1. Estudi de l'evolució de les bases de dades des dels seus inicis fins a l'actualitat, incloent una previsió del futur de les bases de dades.	13
2.1.1. Introducció	13
2.1.2. Models prerelacionals	14
2.1.3. Models relacionals clàssics.	16
2.1.4. Models postrelacionals, dècada dels vuitanta.	18
2.1.5. Models postrelacionals dècada dels noranta.....	20
2.1.6. Les bases de dades dels pròxims 25 anys.....	22
2.2. Estudi sobre les bases de dades multimèdia	24
2.2.1. Introducció	24
2.2.2. Naturalesa dels objectes multimèdia	25
2.2.3. Estructures de dades multidimensionals.....	30
2.2.4. Arquitectura de bases de dades multimèdia	32
2.2.5. Documents multimèdia interactius	35
2.2.6. Recuperació i emmagatzematge d'informació multimèdia.....	36
2.2.7. Productes comercials.....	42
2.2.8. Conclusions.	44
3. Desenvolupament cas Pràctic	45
3.1. Introducció	45
3.2. Requeriments funcionals.....	46
3.2.1. Guió de l'entrada d'una imatge.....	47
3.2.2. Guió de la consulta d'una imatge.....	48
3.3. Requeriments no funcionals	49
3.4. Anàlisi.....	50
3.4.1. Diagrama de casos d'us.....	50
3.4.2. Identificació de les classes d'anàlisi.....	53
3.4.3. Especificació formal dels casos d'ús.....	54
3.4.4. Diagrama estàtic de l'anàlisi.....	56
3.5. Disseny	57
3.5.1. Introducció	57
3.5.2. Disseny de la persistència.....	58
3.5.2.1. Introducció.....	58
3.5.2.2. Diagrama Entitat Relació.....	60
3.5.2.3. Diagrama de la base de dades.....	61
3.5.3. Disseny de la interfície d'usuari	63
3.5.4. Diagrama estàtic de disseny.....	66
4. Conclusions	67
5. Recursos utilitzats	69
5.1. Llibres de text.....	69
5.2. Enllaços web.....	69
5.3. Apunts altres assignatures	70
6. Annexos.	71

1. Introducció

1.1. Justificació del projecte.

El projecte fi de carrera (PFC) és una assignatura que està pensada per realitzar un treball de síntesi dels coneixements adquirits en altres assignatures de la carrera i que requereix posar-los en pràctica conjuntament en un treball concret.

En aquest cas el projecte fi de carrera és un treball de recerca i alhora inclou un treball eminentment pràctic i vinculat a l'exercici professional de la informàtica.

La part del treball de recerca inclou un estudi que recull l'evolució de les bases de dades des dels seus inicis fins a l'actualitat, incloent una previsió del futur de les bases de dades aprofundint finalment en un estudi sobre les bases de dades multimèdia.

La part pràctica pretén aplicar tots els coneixements adquirits durant l'estudi de recerca i durant les diferents assignatures de la carrera i obtenir un aplicatiu utilitzable en el món real.

1.2. Objectius del projecte.

Com a primer objectiu es pretén realitzar un estudi de les bases de dades multimèdia, incloent:

- Breu descripció de l'evolució de les bases de dades des dels seus inicis fins a l' actualitat.
- Característiques, requeriments, problemàtica i solucions que es presenten per les bases de dades multimèdia.
- SGBD que es troben disponibles actualment en el mercat.

El segon objectiu que es planteja és desenvolupar un cas pràctic que complementi els conceptes estudiats en els punts anteriors.

En resum, l'objectiu principal és aprofundir en el camp de les bases de dades, concretament en l'emmagatzematge d'informació multimèdia i complementar altres assignatures cursades durant els estudis com ara: Bases de Dades I, Bases de Dades II i Sistemes Gestors de Bases de Dades.

1.3. Enfocament i mètode seguit.

Per tal de dur a terme el projecte final de carrera es descriu de forma clara el treball que es vol realitzar i la seva descomposició en tasques i fites temporals. Es defineix un pla de treball per tal de planificar i estructurar correctament el projecte.

A partir del pla de treball es disposa d'una formulació específica de les tasques a realitzar i la seva temporalització durant el semestre amb el qual s'ha realitzat.

1.4. Planificació del projecte.

Inicialment es detalla la descomposició de tasques del treball a realitzar

- Estudi que reculli l'evolució de les bases de dades des dels seus inicis fins a l'actualitat, incloent una previsió del futur de les bases de dades.
 - Models prerelacionals.
 - Models relacionals clàssics.
 - Models postrelacionals dècada dels vuitanta.
 - Models postrelacionals dècada dels noranta.
 - Les bases de dades dels pròxims 25 anys.
- Estudi sobre les bases de dades multimèdia:
 - Introducció.
 - Naturalesa dels objectes multimèdia.
 - Documents multimèdia interactius.
 - Recuperació i emmagatzematge d'informació multimèdia.
 - Basada en Metadata.
 - Recuperacions per contingut
 - Recuperacions tenint en compte les relacions espai temporals.
 - Productes comercials.
 - Conclusions.
- Plantejament i resolució d'un cas pràctic utilitzant un sistema gestor de base de dades actual.
 - Plantejament del cas pràctic.
 - Anàlisi i disseny de la solució.
 - Implementació de la solució.

Finalment es detallen les fites principals. S'han establert com fites principals del projecte l'entrega de cadascuna de les dues darreres pacs, i la entrega de la memòria i la presentació del projecte final de carrera.

Les fites definides com principals són les següents:

- Pac2, s'haurà completat l'estudi sobre les bases de dades i s'haurà realitzat l'informe corresponent.
- Pac3, s'haurà plantejat i resolt el cas pràctic.
- Final del projecte, s'haurà entregat la memòria i la presentació del projecte.

1.5. Productes obtinguts.

Durant la realització del projecte fi de carrera s'han obtingut dos tipus de resultats, en la primera part s'ha obtingut un estudi que recull l'evolució de les bases de dades des dels seus inicis fins a l'actualitat, incloent una previsió del futur de les bases de dades i un estudi en profunditat sobre les bases de dades multimèdia.

En la segona part s'ha realitzat el plantejament i la resolució d'un cas pràctic en l'àmbit de les bases de dades multimèdia que inclou les següents parts: plantejament del cas pràctic, anàlisi i disseny de la solució i implementació de la solució.

1.6. Breu descripció d'altres capítols.

En els capítols segon i tercer de la memòria es detallen els diferents productes obtinguts durant el desenvolupament del projecte fi de carrera.

El capítol segon inclou la part més teòrica del projecte fi de carrera que és l'estudi de recerca que recull l'evolució de les bases de dades des dels seus inicis fins a l'actualitat, incloent una previsió del futur de les bases de dades i un estudi en profunditat sobre les bases de dades multimèdia.

El capítol tercer inclou la part més pràctica del projecte fi de carrera que és el desenvolupament d'un cas pràctic, en els diferents apartats d'aquest capítol es poden consultar de forma detallada tots els passos seguits, des del plantejament inicial del problema continuant amb l'anàlisi, disseny i final implementació de la solució.

El capítol quart inclou les conclusions finals del projecte fi de carrera.

El cinquè capítol inclou informació sobre els recursos utilitzats per tal d'elaborar el projecte fi de carrera com ara: bibliografia, enllaços d'interès ...

El capítol sisè conté com annexa un fitxer comprimit que inclou tot del codi font de l'aplicatiu i els scripts de creació de la base de dades de la implementació de la part pràctica.

2. Estudi de les bases de dades

2.1. Estudi de l'evolució de les bases de dades des dels seus inicis fins a l'actualitat, incloent una previsió del futur de les bases de dades.

2.1.1. Introducció

Des de que es va començar a introduir la informàtica per automatitzar la gestió de les empreses en la dècada dels setanta, les bases de dades s'han convertit en un producte estratègic de primer ordre al convertir-se en els fonaments dels sistemes d'informació, especialment, amb el que fa referència a la presa de decisions de les empreses. L'evolució dels sistemes d'informació ha tingut una repercussió considerable en la gestió de les dades, desplaçant el centre de gravetat de la informàtica, que estava situat en el procés, fins a la estructuració de les dades. Actualment, les bases de dades estan evolucionant degut a l'aparició de nous reptes en la gestió de la informació, un d'ells les bases de dades multimèdia. Les bases de dades multimèdia poden veure's com una adaptació de les bases de dades relacionals en front de les noves necessitats, com ara l'emmagatzematge de components multimèdia.

A continuació s'exposa el desenvolupament del camp de les bases de dades des dels seus orígens, els fitxers, fins a l'actualitat, que incorporen característiques relacionals i orientades a l'objecte, prenent com a fil conductor d'aquesta evolució els diferents models conceptuals que l'han marcat.

L'objectiu d'aquest estudi és conèixer els diferents models de bases de dades, comprendre què aporta cada model en l'evolució tècnica del camp de les bases de dades, i adquirir una visió històrica i contextualitzada de l'evolució esmentada, per tal de poder veure de forma clara quines són les noves necessitats de les bases de dades multimèdia.

2.1.2. Models prerelacionals

Els primers models abans del model relacional són els fitxers clàssics, el model jeràrquic i els models en xarxa.

Els primers mecanismes emprats van ser els fitxers. Un fitxer és un contenidor que emmagatzema dades estructurades seguint unes regles relativament senzilles. En principi, els fitxers clàssics no proporcionen cap programari especialitzat d'accés, per tant, tota la programació necessària per a fer servir les dades que resideixen en un fitxer ha d'estar continguda en cada un dels programes que hi accedeixen. Els fitxers exigeixen que els programes que els tracten coneguin totes les característiques d'implementació, aquestes característiques són de caire físic.

Els programes i aplicacions informàtiques que requereixen fitxers senzills es van utilitzar durant molt de temps. Però quan es requereixen fitxers complexos, la mateixa complexitat va portar a encapsular el tractament del fitxer en un programari especialitzat, separat dels programes d'aplicació. D'aquesta manera van aparèixer els programaris de gestió de fitxers que, en anar gestionant cada vegada més funcionalitats, serien els nuclis i orígens dels sistemes de gestió de bases de dades.

Les característiques estructurals més importants del model jeràrquic són:

- El contenidor que emmagatzema les dades s'anomena base de dades. Una base de dades conté les dades que corresponen a totes les instàncies d'un conjunt d'entitats relacionades.
- Les entitats relacionades d'una base de dades s'estructuren entre si de manera que formen una jerarquia o arbre.
- La base de dades és una col·lecció d'arbres, un per cada instància de l'entitat principal.

L'aparició del model jeràrquic va representar un avenç per les raons següents:

- Existia un primer sistema gestor de base de dades que proporcionava un conjunt de funcionalitats noves en comparació amb els fitxers clàssics.
- Hi ha una separació de nivells: un nivell extern, el del model jeràrquic, per a ús dels programadors, i un nivell intern, el de la implementació, gestionat per l'administrador.

El model jeràrquic no modelitza totes les possibilitats. Relacions de molts a molts entre dues entitats, per exemple, no es poden representar de forma eficient utilitzant un model jeràrquic degut a que es produirien moltes redundàncies. En aquest moment va aparèixer el model en xarxa amb el qual es disposava d'una modelització molt més potent. Els programadors amb el models en xarxa, es podien desplaçar

pràcticament de qualsevol entitat a qualsevol altra, però això implicava que aquests havien de conèixer en profunditat el disseny de la base de dades i decidir com seria el desplaçament més adequat per a cada cas.

2.1.3. Models relacionals clàssics.

El 1970, Edward F. Codd, publica un article on s'exposen les idees que originarien un nou model de bases de dades: el model relacional. Contràriament als models anteriors, que no disposaven d'una definició formal, aquest nou model es presenta completament formalitzat, tant en l'estructura de les dades com en les operacions definides. La influència matemàtica, tant algebraica com lògica, hi és palesa.

A continuació es presenten els trets fonamentals del model relacional:

- Els elements estructurals són les relacions, les tuples i els atributs, popularitzats posteriorment com a taules, files i camps, que són la seva concreció física en les implementacions de les bases de dades relacionals.
- Sobre aquests elements es va definir un conjunt d'operacions procedimentals, que es va anomenar àlgebra relacional, les principals de les quals són la unió, la intersecció, la diferència, el producte cartesià, la selecció, la projecció i la combinació.
- Posteriorment es va definir un llenguatge declaratiu, que es va acabar anomenant SQL, amb les quatre sentències de manipulació de dades: select, insert, update, delete.

Fruit de la definició formal del model, es marquen clarament diferències amb els models anteriors. Encara que relacions, tuples i atributs són similars, en primera instància, a fitxers, registres i camps, existeixen diferències significatives:

- Cada relació té un atribut o conjunt d'atributs, anomenat clau primària, amb un valor diferent per a cada tupla i que serveix per identificar-la.
- Els atributs no poden prendre més d'un valor en una tupla.
- L'ordre de les tuples dins de la relació i l'ordre dels atributs dins de la tupla són irrellevants.

Resumint, es pot dir que el model relacional identifica els seus elements per apuntadors simbòlics: noms i valors. No fa servir cap element físic per a aquest fi, sigui un apuntador físic o un ordre establert.

De manera conseqüent amb aquesta forma d'identificació, la interrelació de dues relacions es duu a terme amb la clau forana, que és un conjunt d'atributs en una de les relacions, de tal manera que els valors que prenen per a una tupla determinada coincideixen amb el valor de la clau principal d'alguna tupla en l'altra relació.

Amb tot això arribem a un punt molt important del model relacional, que és la separació clara que hi ha entre el nivell extern, o model pròpiament dit, i el nivell intern, o implementació. El model relacional és potent i pensat per a l'usuari, mentre que la implementació, que no està definida en el model, es deixa als constructors dels sistemes gestors de

bases de dades relacionals. Per aquesta gran distància entre els llenguatges dels nivells externs i intern apareix un component típic dels sistemes gestors de bases de dades, l'optimitzador, la feina del qual és trobar el millor pla d'execució per a les consultes d'usuari.

2.1.4. Models postrelacionals, dècada dels vuitanta.

Amb els models postrelacionals s'investiga la possibilitat de modelització de tota una sèrie de característiques semàntiques addicionals, que dona com a resultat un model semànticament més ric i, per tant, més proper al món real.

Fruit d'aquestes investigacions comencen a aparèixer un models, anomenats models semàntics, que incorporen conceptes desenvolupats prèviament a altres àrees com ara llenguatges de programació i la intel·ligència artificial.

Del camp dels llenguatges de programació s'incorpora el concepte de domini de valors per les dades, i s'implementen els dominis més senzills i necessaris com ara: enters, decimals, caràcters, booleans, etc. En un primer moment es podrien dir dominis sintàctics, però en alguns determinats llenguatges de programació ja s'havien implantat uns dominis més potents, els dominis semàntics, definits pel programador. Aquests dominis es potencien quan s'hi afegeix la possibilitat de definir les operacions permeses sobre aquest domini, apareixen així el concepte de tipus de dada.

Del camp de la intel·ligència artificial concretament de la representació del coneixement i de les xarxes semàntiques, s'introdueixen conceptes com:

- Instanciació. Es refereix a la interrelació que hi ha entre una entitat i les seves instàncies o ocurrències.
- Generalització/especialització. És una categoria de relacions entre entitats, quan una entitat és l'especialització de les altres.
- Agregació/descomposició. És una altra categoria d'interrelacions entre entitats, quan una entitat és l'agregació de les altres.
- Associació o gruppung. És una altra categoria de relacions entre entitats que cobreix interrelacions menys estructurals.

En aquells moments es buscava enriquir la semàntica més enllà de la proporcionada pel model relacional mitjançant conceptes com el d'entitat, diferents categories d'interrelacions i el de domini semàntic per als atributs. Totes aquestes idees van restar com a treballs de recerca i no es van arribar a implementar.

La programació orientada a l'objecte tenia ja uns anys quan, a final de la dècada dels vuitanta, apareixen les primeres bases de dades orientades a l'objecte. Comencen essent, fonamentalment, extensions dels llenguatges orientats a objecte per a proporcionar la capacitat de persistència a les dades manipulades pels programes. D'aquesta manera augmenta la capacitat de modelització en poder representar de

forma més natural els objectes del món real. Malgrat que encara no es parli de model de base de dades orientat a l'objecte perquè, de fet, aleshores no existia un model així, sinó que només eren uns productes que donaven persistència als llenguatges orientats a objecte, sí que, com a mínim, podem pensar que aquests productes proporcionaven un model conceptual que hereta els conceptes del model semàntic vistos anteriorment coma ara:

- Classe d'objecte i objecte, que poden veure com l'entitat i instància del model semàntic amb la potència afegida d'incorporar més possibilitats a l'hora de definir el tipus de dada dels atributs.
- Diverses possibilitats d'interrelacionar classes d'objectes, com ens trobàvem també en el model semàntic.

2.1.5. Models postrelacionals dècada dels noranta.

A final dels vuitanta i principi dels noranta apareixen dos manifestos, signats per prestigiosos informàtics del camp de les bases de dades, que pretenen indicar cap a on han d'evolucionar els sistemes de bases de dades.

El primer manifest, titulat manifest dels sistemes de bases de dades orientades a l'objecte, relaciona un seguit de característiques que són una aposta clara per trobar un model de bases de dades orientat a l'objecte. A més el manifest també esmenta altres característiques que són pròpies d'un sistema gestor de base dades, com la persistència de les dades, el control de la concurrència i la recuperació enfront d'errors. La idea de fons era dotar als llenguatges orientats a objectes de persistència i convertir aquest entorn en un veritable sistema gestor de base de dades a base d'afegir-hi totes les funcionalitats proporcionades per aquests gestors de dades.

El segon manifest, titulat Manifest dels sistemes de bases de dades de tercera generació, de 1990, va donar la volta al dilema i propugna ampliar o estendre els sistemes gestors de base dades relacionals afegint-los les característiques dels models semàntics, cosa que els proporciona unes funcionalitats similars a les de les bases de dades orientades a objectes.

Els partidaris del primer manifest no estan d'acord amb les tesis del segon. Opinen que només les bases de dades orientades a objecte anomenades per alguns pures poden suportar adequadament aplicacions que requereixen un model de dades complex.

Els defensors del segon manifest argumenten que és raonable conservar tot l'esforç de desenvolupament acumulat actualment en els sistemes de bases de dades relacionals, que havien provat durant força temps la seva validesa i solidesa al mercat. Evidentment, és l'opció que recolzen i segueixen els grans fabricants d'aquests tipus de programari, com és el cas de la majoria de fabricants actuals.

Els sistemes gestors de bases dades relacionals, han continuat augmentant la potència de la seva interfície principal, el llenguatge SQL. S'ha incorporat capacitat de modelitzar la realitat, sobretot en la línia dels models semàntics i orientat a l'objecte. A partir de l'any 1992 comença realment la cursa de l'extensibilitat de l'SQL i ho fa seguint la filosofia del manifest de les bases de dades de tercera generació. Amb els nous sistemes de bases de dades relacionals esteses (o també anomenats sistemes de gestió de bases de dades relacionals amb objectes), s'hi defineixen els aspectes següents:

- a. Nous tipus de dades aptes per a emmagatzemar gran quantitat d'informació. Són els large objects (LOB), que s'empraran en text,

imatges, vídeo, àudio, en sistemes geogràfics i en moltes altres aplicacions.

- b. Més funcionalitat, com els disparadors (triggers) i les consultes recursives.
- c. Característiques típicament orientades a l'objecte, com:
 - Els tipus de dades complexos proporcionats pel sistema (row, array, ref) o definits per l'usuari.
 - Les funcions definides per l'usuari.
 - El suport de veritables objectes amb la possibilitat de crear taules d'un tipus concret i taules que hereten d'altres taules.

2.1.6. Les bases de dades dels pròxims 25 anys.

En els darrers anys s'està produint un gran avanç en la tecnologia associada a les bases de dades: multimèdia, actives, deductives, orientades a objectes, segures, temporals, mòbils, paral·leles, etc.

La nova generació de bases de dades, es caracteritza per proporcionar capacitats de gestió de dades, objectes i gestió del coneixement i pretén respondre a les necessitats d'aplicacions tal com: CASE (Enginyeria del software atesa per ordinador), CAD/CAM/CIM, SIG (sistemes d'informació geogràfica), informació textual, aplicacions científiques, sistemes mèdics, publicació digital, educació i formació, sistemes estadístics, comerç electrònic, etc.

A l'hora de classificar els nous avenços en el camp de les bases de dades, es poden identificar tres dimensions: rendiment, funcionalitat/intel·ligència i distribució/integració.

- Rendiment. S'ha de tenir en compte que les dades emmagatzemades en bases de dades creixen de forma exponencial, es comença a parlar de bases de dades de <<petabytes>> (10^{15}). A més, els avenços en el hardware i l'abaratiment d'aquests determinen de forma important l'evolució de les bases de dades. Repensar l'arquitectura tradicional en vista dels avenços en maquinari: memòries principals de gran capacitat, paral·lelisme en la unitat central de procés, una fiabilitat més gran dels components (permeten operacions 7X24), discos RAID, arquitectures distribuïdes. Dintre de les bases de dades es poden destacar els següents tipus de tecnologies: bases de dades paral·leles, bases de dades en temps real i bases de dades en memòria principal.
- Intel·ligència. Les funcionalitats de les bases de dades han anat augmentant de forma considerable, degut a que gran part de la semàntica de les dades que es trobava dispersa en els programes ha anat migrant cap als servidors de bases de dades. Es busquen sistemes gestors de bases de dades que s'autoafinin, evitant el nombre elevat de paràmetres o opcions de configuració. També s'ha de tenir en compte que aspectes com la incertesa i el temps s'han anat incorporant a les bases de dades. Sorgint així les bases de dades actives, deductives, multimèdia, temporals, difuses, magatzems de dades (datawarehousing), mineria de dades (datamining), suportar l'accés a dades poc estructurades, etc.
- Distribució. El avanç espectacular de les comunicacions així com la difusió d'Internet, ha revolucionat el món de les

bases de dades. També l'aparició de la informàtica mòbil obliga a replantejar alguns conceptes fonamentals de les bases de dades, com ara possibilitar la comunicació entre una gran quantitat de bases de dades presents en una xarxa, com Internet.

Si s'intenta predir cap a on anirà l'evolució de les bases de dades en els propers anys, seria raonable plantejar que en els propers deu anys maduraran algunes tecnologies que avui dia encara es troben poc desenvolupades. Aquesta evolució es produirà en els tres següents plànols:

- Plànol científic, és a dir, investigació dedicada a la tecnologia.
- Plànol industrial, desenvolupament de productes que utilitzin la tecnologia per part de subministradors.
- Plànol comercial, l'acceptació que tingui la tecnologia i la seva utilització per part dels usuaris.

D'aquesta manera seria previsible que es donin avenços significatius en tecnologies com bases de dades orientades a objectes, temps real, memòria principal, temporals, magatzems de dades, multibases de dades. Tot això implica l'extensió dels models de bases de dades existents (tant a nivell conceptual com lògic) o l'aparició de nous, suposant sempre que es realitzarà agafant com a base el paradigma de l'orientació a objecte.

Es preveu, entre altres reptes, una millor integració de la tecnologia web amb la tecnologia orientada a objectes i la necessitat de suportar un elevat número de clients amb temps de resposta raonables accedint a grans bases de dades.

No hi ha cap dubte que es produirà una major proliferació en la tecnologia de les bases de dades, amb el que serà possible accedir-hi de forma simple, en qualsevol moment, en qualsevol localització i des de qualsevol màquina (bases de dades mòbils) a tot tipus de dades, utilitzant eines de consulta intel·ligent que ajudin a l'usuari a l'obtenció d'informació.

També sembla raonable que es produeixi la substitució gradual dels sistemes gestors de bases de dades monolítics actuals, per un conjunt de funcionalitats desagrupades (per exemple, seguretat, concurrència, integritat, etc.).

En dates futures el terme bases de dades, ja no serà significatiu, degut a que no es gestionaran només dades, ni tan sols objectes. Es proposa denominar com a intel·ligència digitalitzada a lo que els sistemes capturaran en el futur, sistemes que haurien de passar a denominar-se sistemes de gestió d'intel·ligència digitalitzada.

2.2. Estudi sobre les bases de dades multimèdia

2.2.1. Introducció

Tradicionalment, els sistemes gestors de bases de dades sustenten aplicacions individuals, sistemes d'informació massiva amb modelat a llarg plaç amb capacitat d'emmagatzematge i recuperació fiable d'informació, i facilitats de manipulació de dades persistents per múltiples usuaris concurrents o per múltiples transaccions.

Actualment nous dominis d'aplicacions han aparegut amb l'interès de beneficiar-se de la tecnologia de les bases de dades. Moltes d'aquestes aplicacions requereixen la gestió de tipus de dades que no són convencionals pels sistemes gestors de bases de dades, com les dades multimèdia. Existeixen una gran varietat de medis multimèdia, la representació dels quals és molt variable, requereixen una major quantitat de recursos degut al seu tamany i poden tenir requeriments de sincronització entre els seus elements.

L'arquitectura d'un sistema de gestió de bases de dades multimèdia estarà obligada a ser extensible i integrable amb altres infraestructures per tal de poder realitzar el seu desenvolupament, degut a que si no, els resultats serien sistemes de bases de dades excessivament complexes.

2.2.2. Naturalesa dels objectes multimèdia

Actualment existeixen una gran varietat de medis multimèdia, la representació dels quals és molt variable i complexa, i a més necessiten de majors recursos que les dades tradicionals.

A continuació s'analitzen amb més profunditat algunes de les característiques diferenciadores de les dades multimèdia respecte a les dades tradicionals.

- Cerques per contingut.

Les consultes en els sistemes tradicionals de bases de dades relacionals que utilitzen criteris basats en el contingut de les bases de dades ofereixen un resultat precís i fiable. No existeixen problemes d'imprecisió degut a l'objectivitat de les dades que s'emmagatzemen, ja que aquestes estan formades per atributs i relacions conegudes, i només és necessari formular condicions que compleixin uns determinats criteris per tal d'obtenir el resultat desitjat.

En el cas dels objectes multimèdia, textos, vídeos, música, etc. és necessari realitzar una descripció de les seves característiques realitzant una interpretació del seu contingut. No sempre és fàcil realitzar aquesta descripció i a més es converteix en un procés força subjectiu. És possible realitzar automàticament una descripció dels objectes, però aquesta sempre serà imperfecta degut a la subjectivitat associada a aquest procés. En aquests casos, per un usuari, serà difícil formular una consulta que retorni exactament la informació que ell desitja.

En resum, es podria dir que la cerca per contingut en les bases de dades multimèdia és molt complexa i necessita de processos especialitzats i específics per cada tipus d'objectes per tal de poder caracteritzar el contingut de les dades. Es solen realitzar investigacions sobre els processos específics de determinades àrees com ara la caracterització d'imatges, so, etc.

- Qualitat de servei

Les aplicacions multimèdia es caracteritzen per la necessitat d'una gran quantitat de recursos. Normalment requereixen un alt grau de rendiment i un flux continu de dades.

En els sistemes tradicionals, quan augmenta la càrrega d'aquests, es produeix un endarreriment en el seu funcionament, provocant per exemple un retràs en la presentació dels resultats d'una determinada consulta, en general no sol provocar cap mal al funcionament global de l'aplicació.

En el cas de les aplicacions multimèdia, moltes de les quals necessiten funcionar amb temps real, el fet de la sobrecàrrega del sistema pot provocar un malfuncionament d'aquest. Per exemple, en un sistema de reproducció de vídeo s'acceptarà presentar aproximadament trenta imatges per segon, la pèrdua d'una imatge igual pot ser emmascarada mitjançant tècniques avançades arribant així a ser obviada per l'usuari, però la pèrdua freqüent d'imatges pot provocar un mal funcionament de l'aplicació. Per tal d'abordar aquest problema és necessari introduir el concepte de qualitat de servei.

- Sincronització

En les bases de dades tradicionals la presentació dels resultats obtinguts en les consultes sol ser força trivial. Els resultats normalment solen ser presentats en taules on les capçaleres donen la informació semàntica relacionada amb cada columna.

En els entorns multimèdia la presentació de la informació és molt més important i requereix una certa sincronització. Per comprendre aquest requeriment s'ha de tenir en compte que els objectes multimèdia normalment estan compostats per més d'un component. La presentació d'aquest objecte requereix llavors de la sincronització de cadascun dels seus components. Un vídeo per exemple està compostat d'imatge i de so que és necessari que es reproduïxin de forma sincronitzada.

Com s'ha vist anteriorment, la presentació d'objectes multimèdia està afectada pels aspectes relacionats amb la reproducció en temps real. Aquests aspectes requereixen dels sistemes una alta demanda de recursos, provocant així que la presentació simultània d'objectes multimèdia pugui provocar problemes de funcionament.

Una altra de les característiques més òbvies de les dades multimèdia és el seu tamany. Per exemple, un vídeo, on cadascun dels segons d'aquest pot estar format per aproximadament una trentena d'imatges, i cada imatge, depenent de la qualitat del vídeo, d'uns quants megabytes. Habitualment les aplicacions treballen amb dades

multimèdia que es troben distribuïdes en localitzacions remotes. Afortunadament, l'evolució de la xarxes ha fet que sigui possible emmagatzemar grans quantitats de dades de forma distribuïda i redundants en diferents localitzacions.

A continuació es descriuran breument els diferents tipus de dades característics dels sistemes multimèdia.

- Text. La representació del text a vegades es redueix a representar cadenes de caràcters. Però normalment la representació d'informació de tipus text, com ara documents multimèdia, ha d'incloure informació estructural com ara, autor, seccions, subseccions, paràgrafs, etc.

Processar informació tipus text estructurada requereix d'unes eines apropiades. La informació estructural associada a un document de text pot ser utilitzada per tal de realitzar operacions de recuperació d'informació.

- Gràfics. La representació dels gràfics engloba tots els conceptes que permeten la generació de dibuixos i altres imatges que es basen en descripcions formals de programes o estructures de dades.
- Imatges. La representació d'imatges engloba les representacions digitals equivalents a dibuixos, fotografies, impressions, etc.

Les operacions bàsiques que es poden realitzar són: retallar, escalar, manipulació cromàtica i composició de diverses imatges. El tractament d'imatges suposa la manipulació de grans volums de dades estructurades de forma senzilla. La varietat de formats interns de representació interna de les imatges ha de ser ocultada als usuaris finals i les aplicacions mitjançant les abstraccions necessàries.

- Àudio. En contrast amb els tipus de dades anteriors que compartien la propietat de no dependència temporal, amb l'àudio sí que s'ha de tenir en compte aquesta característica. Algunes operacions com retallar, copiar i enganxar poden realitzar-se de forma estàtica. Però operacions com la reproducció o la gravació tindran associada una escala temporal.

Les operacions de recuperació de dades de tipus àudio requereix abstraccions addicionals les quals fan el paper de les tradicionals tècniques d'indexació. A més, la manipulació d'àudio, degut al seu gran volum, requereix la utilització de tècniques de compressió per poder emmagatzemar i intercanviar dades entre diferents components.

En resum, les principals característiques com ara la dependència del temps, les relacions temporals entre fragments, la compressió de les dades i les operacions associades, fan necessari una implementació específica perquè els sistemes de bases de dades puguin suportar un model semàntic que suporti dades de tipus àudio.

- Vídeo. La representació del vídeo combina les propietats de l'àudio i les imatges. Com afegit a la dependència temporal de l'àudio, el vídeo a més incorpora una referència temporal en la seqüència d'imatges que el componen. L'escala temporal d'un vídeo és única i associa a cadascun dels frames que el componen per tal de la seva correcta interpretació en qualsevol punt.

Les operacions de retallar, copiar i enganxar són similars a les definides per l'àudio. Els vídeos estan formats de forma atòmica per frames que estan compostats per imatges. Per tal de realitzar les operacions de recuperació d'informació, és necessari definir en el contingut del vídeo operadors avançats de recuperació, per exemple recuperar parts d'un vídeo que comencin per una escena específica.

La representació del vídeo requereix tècniques de compressió efectives per tal de poder manipular grans quantitats d'informació.

Totes les característiques anteriors tenen un impacte molt gran en la implementació i la manipulació de les dades del tipus vídeo per part dels sistemes de bases de dades, fent necessari de nou una implementació específica.

- Veu. Aquest tipus de dades inclou el llenguatge parlat i sovint no s'inclou en el context dels sistemes multimèdia. Però cada cop hi haurà més relació entre els sistemes multimèdia i el camp del processos de manipulació de la parla en els diferents llenguatges.

La veu pot ser l'entrada o el resultat d'una operació de recuperació i consulta d'informació d'àudio. Encara que la veu comparteix les característiques de l'àudio, aquesta inclou unes propietats úniques relacionades amb la parla natural dels diferents llenguatges.

A continuació, es planteja una situació en la qual es necessari treballar amb una gran quantitat d'informació representada en medis molt diversos. Considerarem una investigació policial contra una gran xarxa de narcotraficants, on serà necessari recopilar informació de tot tipus per tal d'aconseguir desmantellar aquesta, i poder presentar totes

les proves necessàries davant del jutge. La policia disposarà d'una gran quantitat de fonts d'informació que proporcionaran dades de tipus molt divers, com ara fotografies, vídeo, veu, etc. que serà necessari emmagatzemar i consultar.

Les diferents fonts d'informació es presenten a continuació amb més detall:

- Càmeres de vigilància, que recolliran l'activitat que es produeix en uns punts determinats. Per exemple una d'aquestes càmeres de vigilància pot monitoritzar les activitats que es produeixen en un lloc determinat durant llargs períodes de temps (ex, 6 mesos), generant així, milions de vídeo frames.
- Intervencions legalment autoritzades de determinades línies de telèfon, de les quals s'enregistraran aquelles converses de persones sospitoses. Aquestes intervencions proporcionen una gran quantitat d'informació de tipus àudio que serà necessari emmagatzemar durant llargs períodes de temps.
- La policia també disposarà de fotografies diverses preses per investigadors que segueixen als sospitosos. Aquestes fotografies hauran de ser emmagatzemades en un arxiu fotogràfic per tal de poder ser consultades en el moment que sigui necessari.
- La policia també necessitarà disposar d'una gran quantitat de documents que es poden haver anat confiscant en la investigació actual, o en altres investigacions que poden tenir connexió amb la investigació actual.
- Bases de dades relacionals, que incloguin informació molt diversa com ara les dades personals dels principals sospitosos o els moviments bancaris en el darrer mes d'aquests.
- La policia també necessitarà tenir accés a sistemes d'informació geogràfica que continguin dades geogràfiques rellevants, determinats punts geogràfics relacionats amb la investigació. Per exemple, possibles rutes que són utilitzades per tal de realitzar l'entrega de droga.

2.2.3. Estructures de dades multidimensionals

La major part de les dades multimèdia requereixen l'habilitat de tractar amb conceptes com el temps i l'espai. Aquestes dades normalment fan referència a espais n-dimensionals. Per exemple l'espai és representat normalment de forma bidimensional (x,y) o inclòs tridimensional (x,y,z) , i espai temps constaria de quatre dimensions (x,y,z,t) .

La gran part de tècniques per tal d'emmagatzemar dades d'espais n-dimensionals utilitzen representacions jeràrquiques mitjançant diferents tipus d'arbres. El node arrel de l'arbre representarà la totalitat de la regió, i cadascun dels nodes fills representarà una part d'aquesta.

A continuació es resumeixen diferents estructures de dades que representen la idea anterior de descomposició dels espais en jerarquies.

- k-d arbres. Aquesta estructura s'utilitza per tal d'emmagatzemar informació associada a punts d'un espai k-dimensional. No és adequat per tal d'emmagatzemar dades d'una determinada regió de l'espai.

Cadascun dels seus nodes està format per una estructura que emmagatzema la informació associada a aquell punt, les seves coordenades, i punters als nodes fills.

Els més usuals solen ser els 2-d arbres que representen punts en els espais bidimensionals. Cada node divideix una regió en dos parts dibuixant una línia, que serà vertical o horitzontal depenent de la paritat del nivell del node.

- Point quadrees. Aquesta estructura, com la 2-d arbres, és utilitzada per tal de representar informació associada a determinats punts en espais bidimensionals.

La diferència d'aquesta estructura amb l'anterior, es que aquesta en cada node divideix una regió en quatre parts cadascuna d'aquestes estarà representada per un node fill.

- MX-QuadTree. En el cas dels 2-d arbres i point quadrees, la forma de l'arbre dependrà de l'ordre en el qual s'ha anat inserint la informació. La divisió de les regions es farà de forma asimètrica, degut a que aquesta dependrà de les coordenades del punt que representa el node dins de la regió. De fet l'ordre afectarà a l'alçada o número de nivells de l'arbre, la qual afectarà a la complexitat de la cerca i les operacions d'inserció sobre aquest. En contrast, l'objectiu dels MX-QuadTree és garantir que la forma i l'alçada dels arbres sigui independent de l'ordre de l'inserció dels seus nodes.

- R-Arbres. Aquesta estructura és utilitzada per tal d'emmagatzemar regions rectangulars d'una imatge o un mapa. És particularment eficient al emmagatzemar grans quantitats d'informació en disc, degut a que els accessos a disc solen ser molt lents, aquesta estructura proveeix una forma de reduir el número de accessos a disc.

A continuació s'analitzen cadascuna de les avantatges i desavantatges de les diferents estructures.

k-d arbres, són molt senzills d'implementar, en canvi, en general, un k-d arbre que contingui k nodes tindrà una alçada de k, la qual provocarà una complexitat alta en les operacions d'inserció i cerca. A més la longitud dels camins des de l'arrel fins a una fulla serà més llarga que en el cas dels Point quadrees, degut a que el k-d arbres són arbres binaris i els Point quadrees en canvi cada node té quatre fills.

Point quadrees son molt senzills d'implementar, en canvi, en general, si està format per k nodes tindrà una alçada de k, que provocarà que la complexitat d'una inserció i d'una cerca sigui de l'ordre $O(k)$. A més, cadascuna de les comparacions requerirà la comparació de dues coordenades no només d'una. Esborrar un node implica trobar un node candidat per substituir-lo i això sol ser força complex.

En contrast a les dues estructures anteriors, MX quadrees garanteix una alçada de l'arbre de al menys $O(n)$ quan la regió que representa està composta per $2^n * 2^n$ cel·les. En general la inserció, la cerca i l'eliminació de nodes té un temps proporcional a $O(n)$.

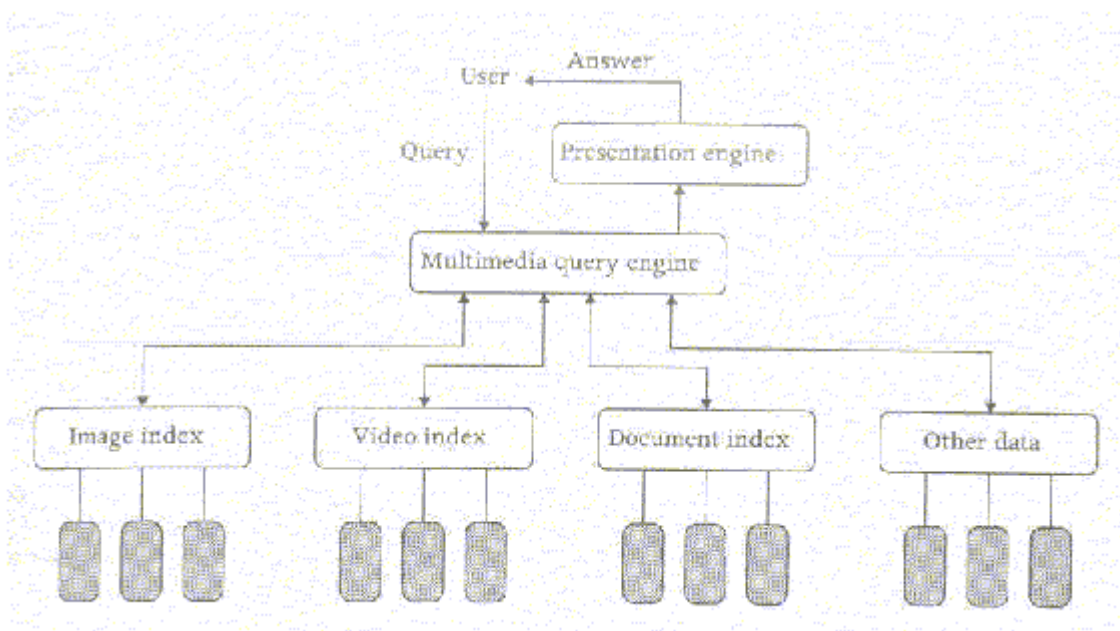
R-arbres tenen emmagatzemats potencialment un gran número de rectangles emmagatzemats en cada node, els quals són apropiats pels accessos a disc reduint l'alçada dels arbres i conseqüentment el número d'accessos. Una de les desavantatges és que els límits entre els rectangles associats a diferents nodes es poden solapar. Això provocarà que al realitzar cerques per l'arbre es puguin trobar diferents camins alternatius, provocant que en alguns casos es produeixin alguns accessos a disc addicionals.

En general, els R-arbres són les estructures preferides sobre k-d arbres i point quadrees per les aplicacions multimèdia, degut a les dades de gran tamany i conseqüentment els accessos a disc que aquestes suposen. En el cas d'índexs d'un tamany petit, MX-quadrees són una bona alternativa.

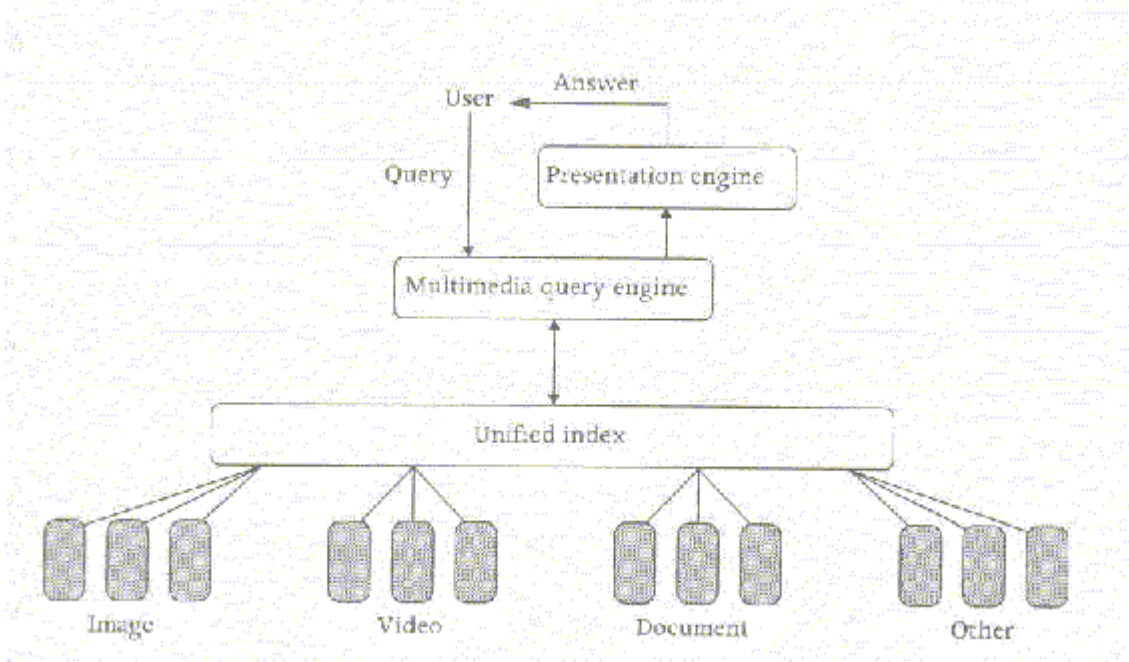
2.2.4. Arquitectura de bases de dades multimèdia

Les bases de dades multimèdia estan formades per col·leccions d'objectes de diferents tipus, com ara imatges, vídeos, documents, fitxers d'àudio, etc. Quan es dissenya una base de dades multimèdia és necessari organitzar el contingut d'aquestes dades tan diverses. A continuació es presenten diferents arquitectures per tal de poder organitzar el contingut d'una base de dades multimèdia, seguint diferents principis.

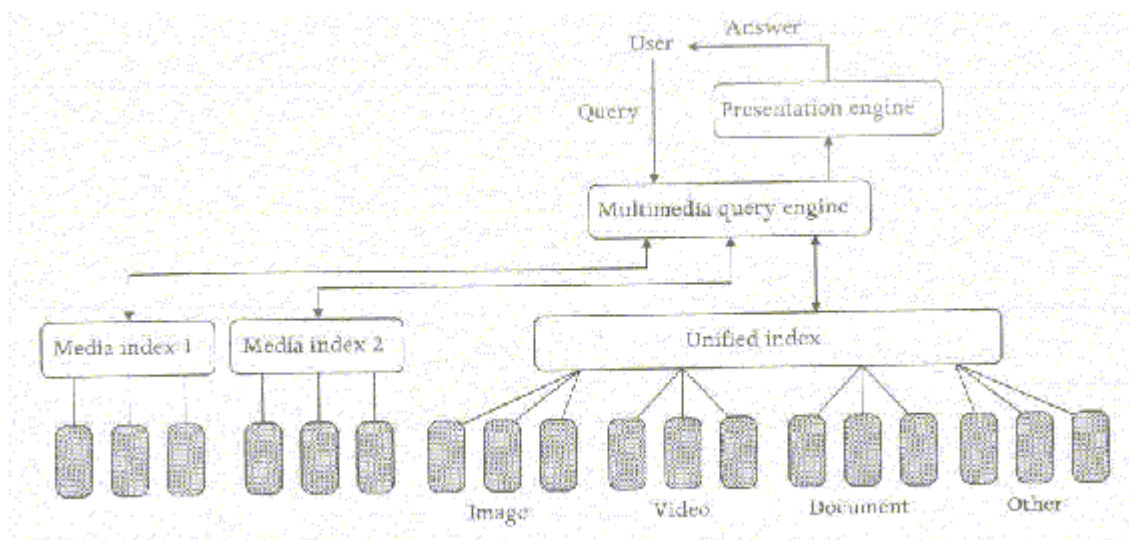
- Principi d'autonomia. S'anomena principi d'autonomia a aquesta estructura degut a que garanteix que cadascun dels diferents tipus de dades estaran organitzades en un medi específic i adequat per a cadascuna d'aquestes. A continuació es presenta un diagrama conceptual on els diferents tipus de dades s'organitzen segons el principi d'autonomia.



- Principi d'uniformitat. Alternativament a l'estructura anterior, es podria trobar una única abstracció d'estructura que pugui ser utilitzada per indexar els diferents tipus de dades, i obtenir així un índex únic que permeti accedir als diferents tipus de dades. Es representaran el contingut dels diferents tipus de dades a través d'una estructura de dades comuna, i sobre la qual es desenvoluparan algorismes per tal de poder consultar-la. A continuació es mostra un diagrama conceptual dels diferents tipus de dades organitzats segons el principi d'uniformitat.



- Principi organització híbrida. Una tercera possibilitat consisteix en la utilització d'un híbrid dels principis anteriors. Segons aquest principi alguns tipus de dades utilitzaran els seus propis índexs, mentre altres utilitzaran un índex únic. A continuació es mostra un diagrama conceptual dels diferents tipus de dades organitzats segons els principis d'organització híbrida.



Cadascuna de les tres representacions anteriors tenen associades unes avantatges i desavantatges.

L'arquitectura basada en el principi d'autonomia requereix la creació d'algorismes i estructures de dades específiques per a cadascun dels tipus de dades. A més, es necessari afegir tècniques per tal de realitzar creuaments entre els diferents tipus de dades. Desenvolupar les tasques anteriors suposa un gran esforç degut a la complexitat associada a aquest procés, però es pot veure recompensat per un accés i procés de

les dades molt eficient. A més, en aquells casos en els quals ja existeixen bancs de dades amb les seves estructures i algorismes per a unes determinades dades, el principi d'autonomia serà una bona elecció. L'orientació a objectes és adequada per tal d'implementar el principi d'autonomia, es tractaran cada tipus de dades com un objecte que té implementats les seves pròpies funcionalitats.

L'arquitectura basada en el principi d'uniformitat requereix trobar una estructura de dades comú que pugui emmagatzemar informació de continguts d'imatges, vídeos, documents, àudio, etc. És necessari examinar els diferents continguts per tal de poder realitzar abstraccions de les parts que tenen en comú i després construir un índex basat en aquesta informació. En la indústria, el principi d'uniformitat ha estat expandit utilitzant dispositius de caracterització o metadates, on la informació sobre el contingut de cada tipus de dades és expressat en un metallenguatge comú, i aquest metadata serà indexat adequadament. El principal avantatge del principi d'uniformitat és la seva simplicitat d'implementar, i els algorismes resultants solen donar un bon rendiment. El principal problema és realitzar de forma correcta les caracteritzacions, que podran ser creades de forma manual o automàtica. Una caracterització manual suposa un procés massa costós. A més, molta informació es perdria si el llenguatge utilitzat per realitzar les caracteritzacions no és lo suficientment expressiu per capturar tots els aspectes necessaris del contingut de les dades. Una caracterització automàtica, en canvi, pot arribar a ser massa artificial, degut a que el programa encarregat de realitzar la caracterització estarà subjecte a una gran quantitat d'errors.

El principi d'organització híbrida aprofita les avantatges de les característiques dels altres dos principis i intenta eliminar les desavantatges d'aquests.

2.2.5. Documents multimèdia interactius

Els documents multimèdia interactius contenen objectes monomèdia, relacionats en el espai i el temps, i requereixen de la gestió d'events, degut a que es pot interactuar sobre aquests.

Un event és causat per alguna acció que ha ocorregut en un lloc i en un moment determinat. El dissenyador d'un document multimèdia interactiu haurà de determinar quins events poden succeir, i que acció realitzar quan aquests esdevinguin. Els events poden ser del següent tipus:

- Interacció d'usuari.
- Events intra-objectes.
- Events inter-objectes.
- Definits per l'usuari.

Aquests events poden modelar instàncies temporals, espacials o instàncies espai-temporals. Es podran realitzar operacions de composició algebraica com ara: disjunció, conjunció, inclusió i negació.

2.2.6. Recuperació i emmagatzematge d'informació multimèdia.

Les consultes que es poden realitzar a les bases de dades poden ser de tipus molt diversos com ara:

- Recuperar tots els documents en els quals aparegui una persona determinada.
- Trobar totes les dades associades a una persona determinada i mostrar la seva imatge associada si existeix.
- Per exemple en una base de dades de teixits, mostrar tots els teixits que siguin similars a un donat.
- Recuperar aquelles fotografies on aparegui un paisatge nevat.
- Objectes d'una determinada posició en un determinat instant.
- Cerca d'una determinada paraula en una conversa enregistrada.

En les bases de dades multimèdia existeixen diferents tipus d'emmagatzematge i recuperació de les dades:

- Basats en metadades.

En aquest cas els objectes multimèdia són emmagatzemats en fitxers. Això és factible quan el número de fitxers és petit. Els fitxers multimèdia tindran, llavors, atributs descriptius, com ara Nom, autor, descripció del contingut... per tant es poden utilitzar els sistemes de bases de dades tradicionals.

La descripció d'un objecte multimèdia és subjectiva. Per exemple, en la descripció d'una imatge, una persona es pot destacar una sèrie de característiques, que per una altra persona no siguin les mateixes, sobretot si la imatge conté una gran quantitat d'elements.

Com els objectes estan emmagatzemats fora de la base de dades, no es poden aprofitar totes les avantatges de les bases de dades com ara:

- Indexació.
 - Inconsistències: quan un fitxer està registrat en la base de dades però no està en el sistema de fitxer o a l'inrevés.
- Recuperació per contingut.

En aquest cas la cerca està basada en les dades en si mateixes (patrons), se realitzen cerques per similitud, les quals poden ser molt imprecises (encara en investigació) i requereixen de la utilització d'algorismes complexos.

Aquest tipus de cerques, per exemple en el cas de les imatges, la recuperació d'informació es sol basar en el que una persona recorda després d'observar durant un temps els elements que més l'han pogut cridar l'atenció.

El sistema de recuperació anterior amb metadades, i descriptors textuais, són inadequats per la indexació d'objectes multimèdia, degut a que la riquesa expressiva del text és molt menor que la visual amb el que no es pot explotar al màxim, les habilitats de la memòria humana, i les consultes no seran de la qualitat que es desitjaria.

Per aquest motiu la recuperació per contingut s'intenta realitzar a través de descriptors sintàctics i/o semàntics que permetin poder aproximar més al contingut dels objectes.

A continuació s'analitzen breument el tipus de recuperació per contingut més comuns:

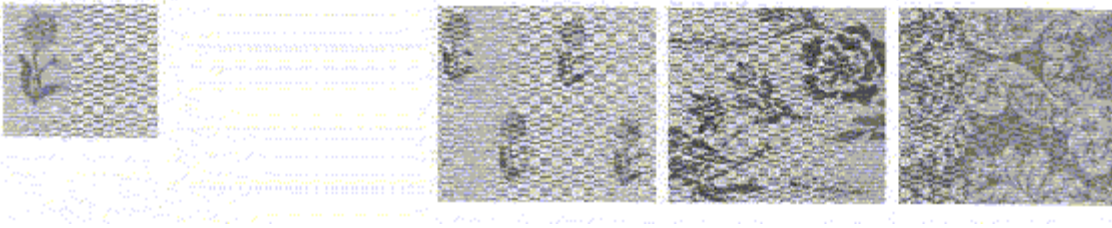
- Recuperació d'imatges.

Qualsevol sistema de recuperació d'imatges ha de proporcionar:

- Modelat de les imatges, és a dir, capacitat per descriure les imatges i poder processar-les (Definició d'elements de recuperació que siguin significatius).
- Tècniques de cerca. Que es permeti a l'usuari indicar característiques selectives així com informació imprecisa.
- Mesures de similitud. Mètriques que permetin establir similitud entre imatges. (Recuperacions d'imatges similars a una altra).

Les imatges abans de ser emmagatzemades pateixen un preprocés per tal d'extreure les característiques visuals de les imatges i poder utilitzar-les com índexs en la cerca.

Exemple de cerca segons color, textura forma:



Els principals inconvenients són que aquestes cerques són molt imprecises, hi ha molta subjectivitat i escollir els descriptors és un procés complex.

L'anàlisi de les imatges es pot realitzar a tres nivells:

- Nivell 1: Primitives bàsiques. Les relacions entre les diferents imatges en aquest nivell, s'estableix, intentant establir similitud entre factors com ara el color, la textura o els contorns.
 - Nivell 2: sintàctic o reconeixement de patrons. Es disposa d'una sèrie de patrons, de varis tipus, de forma, de color,... amb els quals s'intenta trobar correspondència.
 - Nivell 3: semàntic o reconeixement d'objectes. Per forma dels objectes (patrons de formes).
- Recuperació d'àudio

La recuperació d'àudio es pot realitzar a diferents nivells:

- Nivell 1: primitives bàsiques, intenta establir correspondències exactes entre mostres de so.
- Nivell 2: sintàctic, en aquest cas es permet correspondència inexacta entre mostres (que tinguin certa semblança és suficient).
- Nivell 3: semàntic, anàlisi del contingut de l'àudio (anàlisi del senyal) per poder determinar, si és una conversa, una cançó, inclòs cançons de varis tipus, pop, rock ...

- Recuperació de vídeo

Per tal de poder realitzar recuperacions de vídeo per contingut serà necessari:

- Dividir el vídeo en segments.
- Marcar les escenes per poder realitzar la recuperació (indexació).
 - De forma textual.
 - Pel color, la forma o el moviment.
 - Per coeficients.

Existeixen eines de codificació i indexació pràcticament automàtiques com ara: VideoLogger, VS Production.

- Recuperacions tenint en compte les relacions espai temporals.

Les consultes espai temporals poden ser:

- Espai o temporal pura, només una relació està involucrada d'espai o temporal.
- Espai temporal, relació d'espai i temporal a la vegada. Per exemple, quins objectes estan situats en l'espai per sobre d'un altre durant una presentació?.
- Distribució relacionada a l'espai o al temps, distribució de l'aplicació. Per exemple, Quin és el frame que apareix en el segon 25 a la pantalla?, quins objectes són presentats entre els segons 10 i 20 de l'aplicació?.

Per tal de poder representar a la vegada relacions espai temporals és necessari un espai de treball tridimensional, dos per l'espai i un pel temps.

Projecció en l'eix de les x (x_1, x_2).

Projecció en l'eix de les y (y_1, y_2).

En l'eix del temps (t_1, t_2).

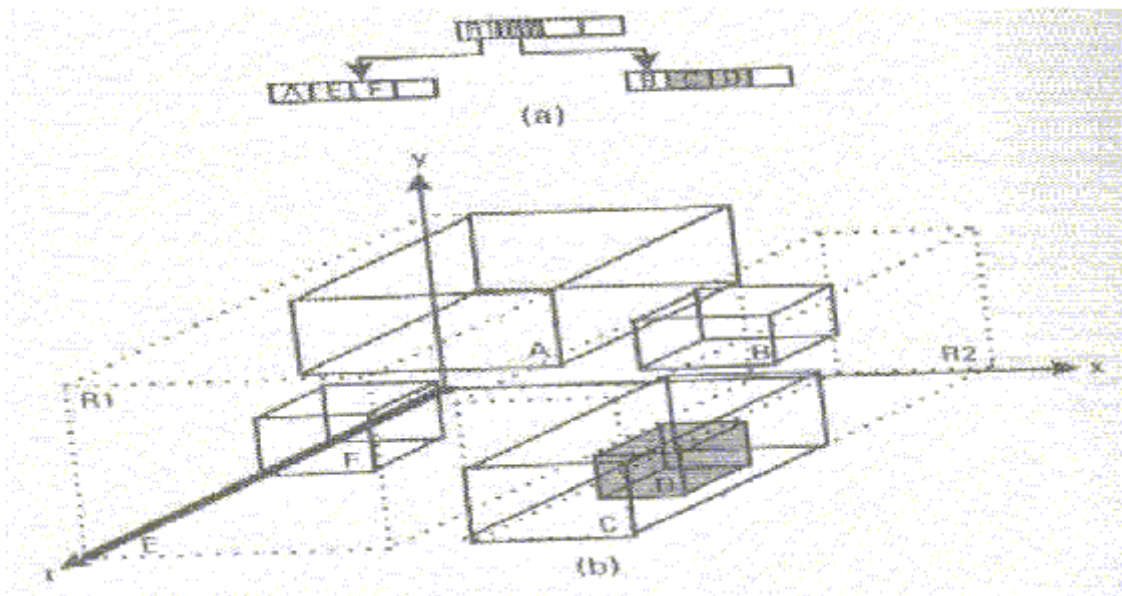
Una forma bàsica d'emmagatzematge i recuperació, podria realitzar-se a través de la tupla (id, x_1 , x_2 , y_1 , y_2 , t_1 , t_2) però aquesta forma és massa bàsica i poc eficient.

Una altra forma seria mitjançant tres arrays (un per cada dimensió) catalogats.

A l'hora d'indexar la informació es presenten dues possibilitats:

- Utilitzar dos índexs, un per l'espai i un altre pel temps. L'avantatge d'aquest sistema és que l'accés és més ràpid que a les estructures amb més dimensions. Però en canvi és necessari realitzar interseccions si es vol cercar per espai i temps a la vegada, produint-se massa accessos a disc innecessaris.
- Utilitzar un sol índex espai temporal, en aquest cas s'utilitza un únic índex tridimensional. Les avantatges d'aquesta opció és que només és necessari mantenir i implementar una única estructura de dades i l'operador de cerca espai temporal serà més eficient que els operadors de cerca per espai i temps per separat. En canvi, la principal desavantatge d'aquesta opció es la que serà més complicada d'implementar.

L'estructura utilitzada per tal de poder realitzar les recuperacions d'informació espai temporals seran els R-arbres. Els nodes intermedis d'aquests arbres representaran agrupacions de rectangles tridimensionals que representaran el plans de la cerca espai temporal. Els nodes fulla de l'arbre representaran els objectes multimèdia.



La recuperació de la informació es realitzarà en dues fases:

- Una primera fase de filtrat per tal d'eliminar ràpidament aquells objectes que no satisfacin els criteris de la consulta. El resultat en aquest pas seran una sèrie de candidats a satisfer els criteris de la consulta, aquest resultat pot incloure el que es denomina soroll (objectes que realment no satisfacin la consulta).

- Segona fase de refinament, ara cada candidat obtingut en la fase anterior és examinat, el soroll serà detectat i eliminat.

2.2.7. Productes comercials

A continuació es presenten alguns dels productes comercials actuals que donen suport a l'emmagatzematge d'objectes multimèdia. Els productes comercials Oracle i Microsoft SQL Server s'analitzaran amb més detall degut a que són els més populars actualment al mercat.

- Informix Dynamic Server with universal Data Option.
- WebSEEK per internet.
- IBM's DB2 que suporta recuperació de vídeo.
- Oracle.

Oracle a través d'un producte anomenat intermedia ofereix un conjunt de serveis que formen una plataforma que permet a les bases de dades gestionar objectes multimèdia com ara imatges, àudio, vídeo, etc.

Intermedia extreu un metadata (informació sobre les dades) i associa aquest al contingut dels objectes multimèdia en el moment en el qual s'emmagatzemen.

El metadata que es capaç d'extreure intermedia inclou:

- Informació relacionada amb l'origen de les dades com ara, localització, tipus i nom.
- Format i data de la darrera actualització.
- MIME, tipus de medi (utilitzat en el món de la web i aplicacions de correu electrònic).
- Tamany, format i tipus de compressió utilitzada pels tipus imatge.
- Tipus de codificació, número de canals, rati de mostreig i tipus de compressió pels tipus àudio.
- Tamany, resolució, duració, número de frames, tipus de compressió i número de colors pels tipus vídeo.

Intermedia és extensible, nous formats poden ser afegits i a més ofereix un tractament basat en el contingut.

L'obtenció de la informació es realitza mitjançant processos batch que utilitzen fluxos de determinats formats de vídeo, àudio, etc.

- Microsoft SQL Server, dona suport a l'emmagatzematge de grans col·leccions de seqüències de bytes no estructurats, coneguts com binary large objects (BLOBs), utilitzant diferents tipus de dades com ara imatges, text o ntext.

El tipus de dades més utilitzat per emmagatzemar BLOBs és el tipus image degut a que permet l'emmagatzematge de qualsevol tipus de dada binària. Els tipus de dades text i ntext estan més pensats per tal d'emmagatzemar grans quantitats de dades de tipus text, com ara grans fitxers de text. Aquests tipus de dades permeten realitzar cerques de paraules de forma ràpida i eficient utilitzant full-text indexing.

En general es pot tractar el tipus de dades multimèdia com tipus de dades binàries igual que es tractaria amb tipus de dades estàndards com ara char, varchar, int, ... però amb les limitacions que suposa el tractar amb informació binària. Aquestes limitacions suposen no poder utilitzar aquestes dades com a part d'una clàusula where, order by, compute o group by.

En general Oracle davant MS Sql Server ofereix una major escalabilitat, un major rendiment, una major independència de plataforma, una major fiabilitat i disponibilitat (oferint un sistema de protecció d'errors, backup i recuperació automàtica per tal d'aconseguir el màxim de disponibilitat), i una major seguretat.

A més, pel que fa referència a les bases de dades multimèdia MS Sql Server no ofereix la possibilitat d'extreure automàticament metadates de la informació multimèdia a emmagatzemar, ni disposa de tipus de dades específiques pels diferents tipus d'informació multimèdia com ara vídeo, imatges, àudio, etc. En resum, MS Sql Server no suporta explícitament l'emmagatzematge de dades multimèdia si no que és necessari emmagatzemar aquestes com dades binàries. Oracle en canvi a través del seu producte intermedia ofereix una eina molt potent per tal de donar suport a les bases de dades multimèdia.

2.2.8. Conclusions.

La gran varietat de medis, i la varietat de representació d'aquests, dificulta la representació de les dades multimèdia en les bases de dades.

Les bases de dades pures, no es solen utilitzar. Són molt complexes d'utilitzar, són molt imprecises, estan encara en procés d'investigació.

Normalment, el més usual és utilitzar bases de dades relacionals o orientades a objecte, que ofereixin suport multimèdia.

3. Desenvolupament cas Pràctic

3.1. Introducció

Avui dia, amb la popularització de la fotografia digital, gràcies a l'aparició de nombrosos dispositius capaços de realitzar aquestes de forma ràpida i senzilla, cada cop més, sorgeix la necessitat d'emmagatzemar i organitzar de forma personalitzada un gran nombre d'imatges que es troben en fitxers.

Habitualment aquestes imatges representades per fitxers queden desorganitzades i amb noms gens identificatius que fan molt difícil la posterior recuperació i cerca d'aquestes.

L'objectiu d'aquest cas pràctic és poder crear i gestionar biblioteques personals d'imatges, que permetin emmagatzemar, classificar i caracteritzar aquestes imatges en una base de dades, per poder ser posteriorment consultades.

Bàsicament es pretén associar a cada imatge un nom, un grup i una descripció textual amb la qual es puguin realitzar cerques per contingut sobre aquest text.

3.2. Requeriments funcionals

Les imatges podran ser emmagatzemades i agrupades en àlbums.

Una imatge, tindrà associada una data, un títol, un àlbum i un text descriptiu, on l'usuari podrà caracteritzar la imatge utilitzant el llenguatge escrit, descrivint tota aquella informació rellevant sobre la imatge que consideri oportuna per tal de poder realitzar posteriorment cerques sobre aquest contingut.

Un àlbum, tindrà associada una data i un títol on l'usuari podrà descriure l'àlbum determinat.

Per tal de facilitar la cerca d'una imatge determinada, es podran realitzar cerques intel·ligents sobre el contingut dels texts descriptius de les imatges, aquestes cerques seran de l'estil a les que realitzen els motors de cerca per paraules utilitzats en el món de la web.

A continuació es descriuen amb més detall les funcionalitats més importants.

3.2.1. Guió de l'entrada d'una imatge

Quan un usuari vulgui donar d'alta una imatge, inicialment haurà d'indicar la ubicació física d'aquesta, a continuació, introduir un títol i una descripció, i finalment haurà d'escollir a quin àlbum pertanyerà aquesta, poden escollir entre els àlbums existents o crear un de nou.

3.2.2. Guió de la consulta d'una imatge

Quan un usuari vulgui visualitzar o modificar les dades associades a una imatge, primerament haurà de realitzar la cerca d'aquesta. L'usuari podrà consultar les imatges escollint primerament un àlbum i opcionalment podrà realitzar cerques utilitzant frases amb paraules clau amb les quals es realitzaran cerques de contingut sobre les descripcions associades a cada imatge.

3.3. Requeriments no funcionals

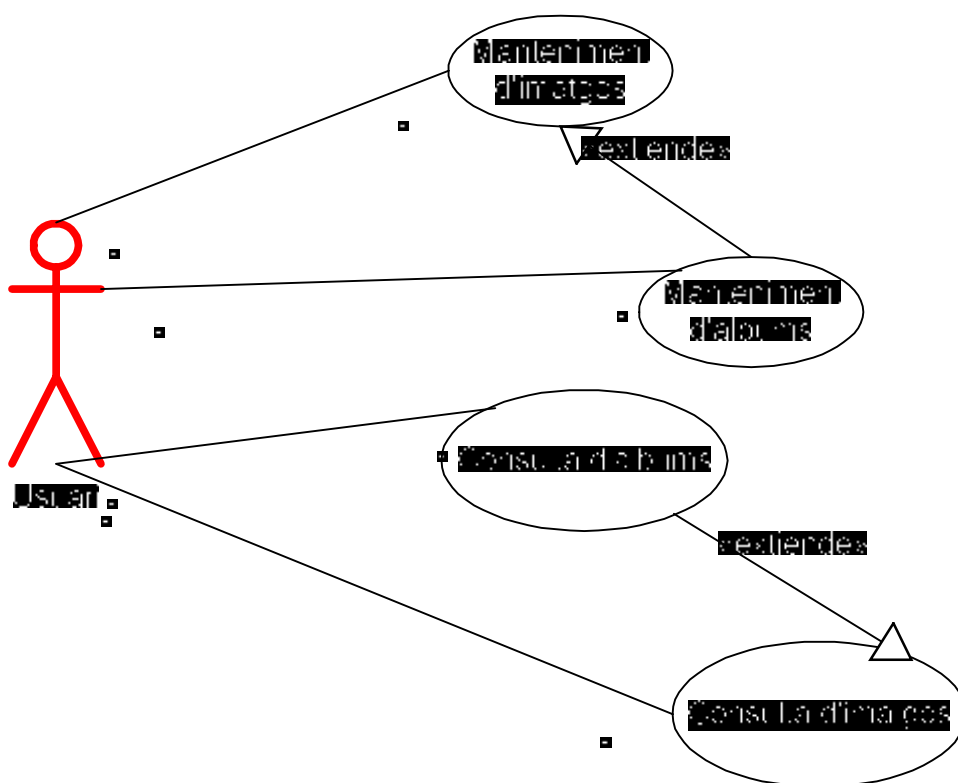
Per tal de facilitar la utilització i distribució de l'eina es proposa desenvolupar-la en un entorn web.

Degut a la disposició de llicències de programari en un entorn sobre tecnologia Microsoft a l'entorn actual de treball, s'escull aquesta tecnologia per tal de dur a terme l'aplicatiu. El sistema funcionarà sobre l'entorn Windows 2000, com a llenguatge de programació s'utilitzarà un llenguatge de l'entorn de treball .Net i com a sistema gestor de bases de dades s'utilitzarà SQL Sever 2000, com a servidor web s'utilitza l'Internet Information Server.

3.4. Anàlisi

3.4.1. Diagrama de casos d'us

Dels guions anteriors s'extreuen les tasques que requereixen suport informatitzat, que anomenarem casos d'us.



L'actor serà l'usuari que interactua directament amb el programari.

A continuació es detalla cadascun dels casos d'us.

Cas d'ús número 1: "Manteniment d'imatges"

Resum de la funcionalitat: permet mantenir les dades associades a una imatge.

Actor: Usuari.

Casos d'ús relacionats: *Manteniment d'àlbums*.

Precondició: Una imatge amb les seves dades o la modificació d'aquestes dades no existeixen a la base de dades.

Postcondició: Una nova imatge i les seves dades o les modificacions sobre les dades s'han incorporat a la base de dades.

Descripció detallada: un usuari pot donar d'alta una nova imatge o modificar-ne les dades associades a aquesta (títol, descripció o el àlbum al qual pertany). S'oferirà la possibilitat de crear un nou àlbum a través del cas d'ús *Manteniment d'àlbums*.

Cas d'ús número 2: "Manteniment d'àlbums"

Resum de la funcionalitat: permet mantenir les dades associades a un àlbum.

Actor: Usuari.

Casos d'ús relacionats: *Manteniment d'imatges*.

Precondició: Un àlbum amb les seves dades o la modificació d'aquestes dades no existeixen a la base de dades.

Postcondició: Un nova àlbum o les modificacions sobre les dades d'aquest s'han incorporat a la base de dades.

Descripció detallada: un usuari pot donar d'alta un nou àlbum o modificar-ne les dades associades a aquest (títol).

Cas d'ús número 3: "Consulta d'àlbums"

Resum de la funcionalitat: consultar els diferents àlbums existents.

Actor: Usuari.

Casos d'ús relacionats: *Consulta d'imatges*.

Precondició: L'àlbum existeix en la base de dades.

Postcondició: Cap.

Descripció detallada: Es poden consultar els àlbums existents cercant per títol i per la descripció que tenen associada.

Cas d'ús número 4: "Consulta d'imatges"

Resum de la funcionalitat: consulta d'imatges.

Actor: Usuari.

Casos d'ús relacionats: *Consulta d'àlbums*.

Precondició: La imatge existeix en la base de dades.

Postcondició: Cap.

Descripció detallada: Es poden consultar les imatges existents cercant per títol, descripció i àlbum.

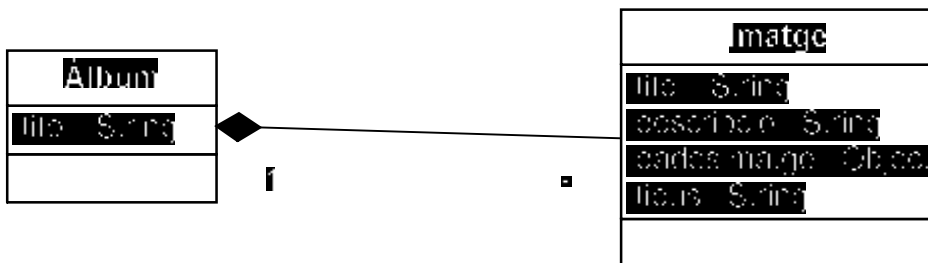
3.4.2. Identificació de les classes d'anàlisi

A continuació s'identifiquen les classes fonamentals, que seran la base de la implementació del programari. Analitzant cadascun dels casos d'ús troben que apareixen clarament dues classes, imatge i àlbum.

La classe imatge tindrà els atributs títol, descripció, dadesimatge, tipus i àlbum al qual pertany. L'atribut títol representa el títol de la imatge. L'atribut descripció representarà un text descriptiu associat a la imatge que permetrà caracteritzar aquesta per tal de poder realitzar posteriorment cerques de contingut sobre aquest text. L'atribut dadesimatge representa la informació binària de la pròpia imatge. L'atribut tipus representa el format de la imatge, jpg, jpeg, ...

La classe àlbum tindrà l'atribut títol. L'atribut títol representa el títol d'un àlbum.

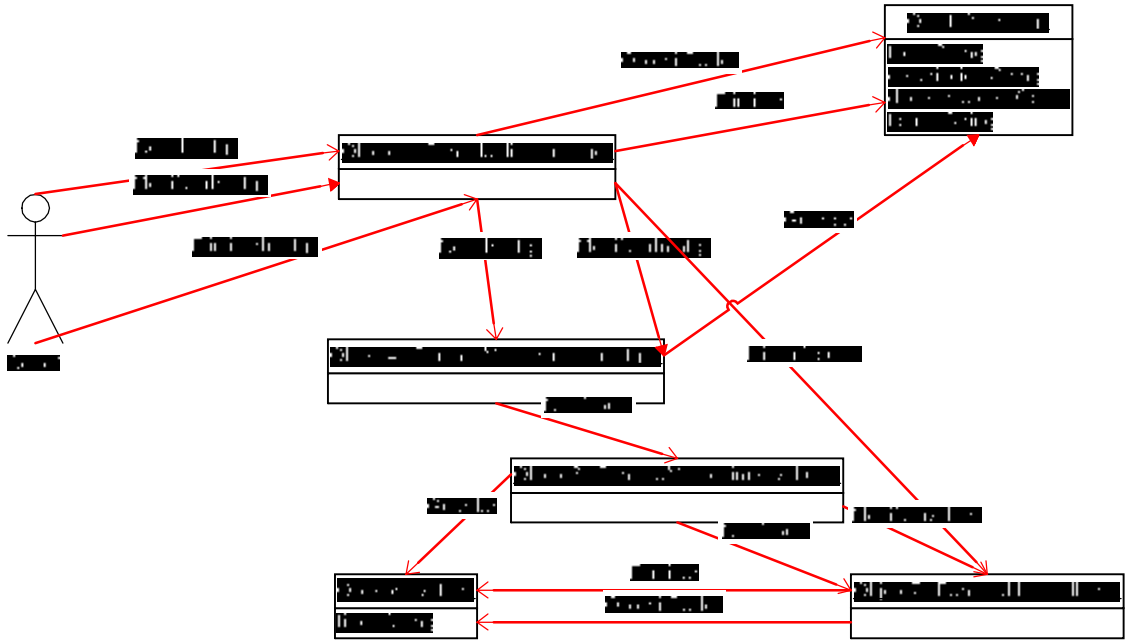
Entre la classe imatge i àlbum hi ha una composició, que és un cas particular d'associació i indica que un àlbum pot contenir qualsevol nombre de imatges o no contenir-ne cap. Cada imatge només pertany a un àlbum i si es suprimeix un àlbum es suprimeixen també totes les imatges que aquest conté.



3.4.3. Especificació formal dels casos d'ús.

A continuació es realitzarà la descripció formal dels casos d'ús, que constitueix l'objectiu principal de l'etapa d'anàlisi. S'utilitzaran els diagrames de col·laboració que mostraran com les diferents classes que participen en la interacció corresponent a un cas d'ús es demanen operacions per mitja de missatges.

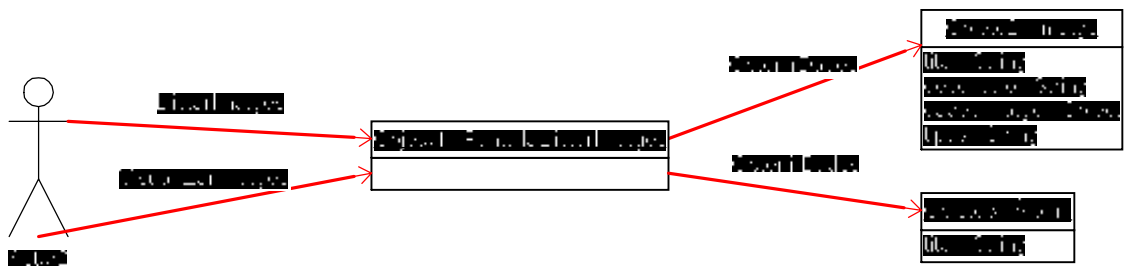
Manteniment d'imatges:



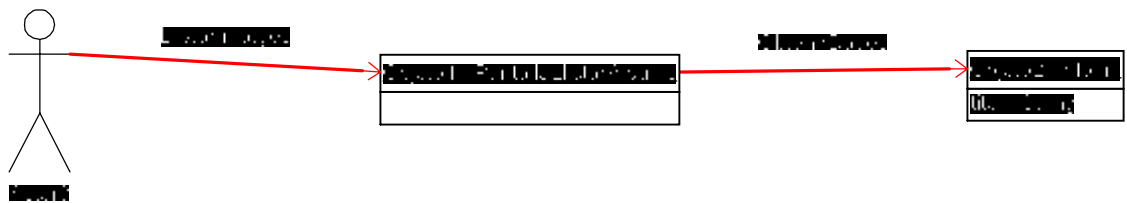
Manteniment d'àlbums:



Consulta d'imatges

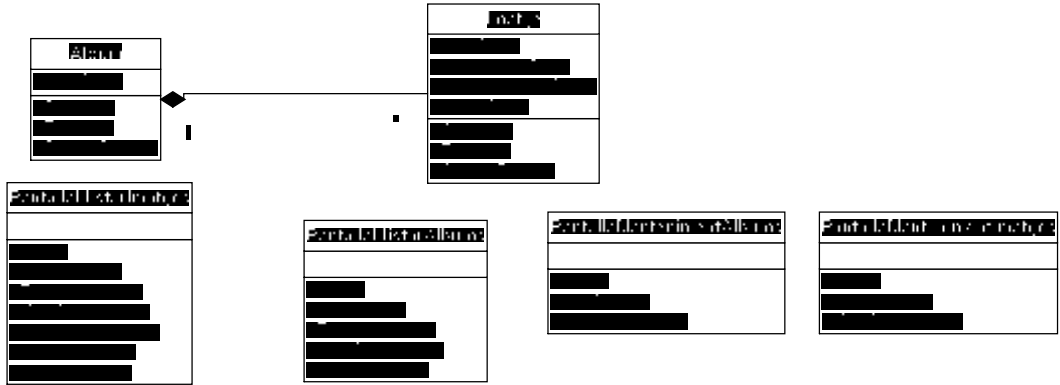


Consulta d'àlbums



3.4.4. Diagrama estàtic de l'anàlisi

En aquest diagrama es complementa el diagrama de l'apartat d'identificació de les classes d'anàlisi afegint les noves classes que han aparegut al realitzar l'especificació formal dels casos d'us.



3.5. Disseny

3.5.1. Introducció

Arribats a aquest punt es té el programari especificat en termes orientats a l'objecte, però de manera que és independent de la tecnologia que es farà servir per a implementar-lo. A continuació, en l'etapa de disseny s'adaptarà amb vista a la implementació del programari amb unes eines concretes: llenguatge de programació, sistema gestió de base de dades, suport de la interfície gràfica, etc.

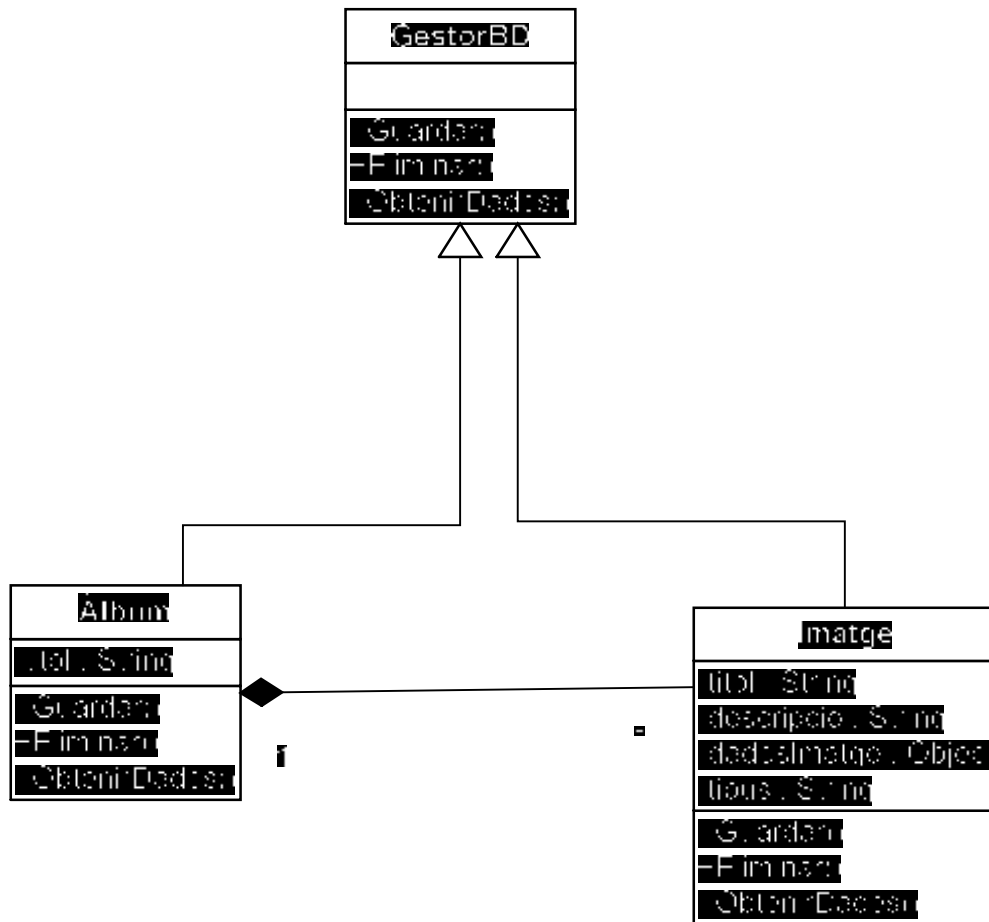
L'entorn de programació que s'utilitzarà serà la tecnologia ASP.net de Microsoft, l'aplicació es dissenyarà en un entorn web, el llenguatge de programació que s'utilitzarà serà VB.Net i el sistema gestor de bases de dades serà Microsoft SQL server 2000. L'aplicació web serà desplegada en un servidor web Internet Information Server.

3.5.2. Disseny de la persistència

3.5.2.1. Introducció

Degut a que es tracta d'un cas molt simple on les entitats imatge i àlbum no contenen regles de negoci, no es considera necessari separar la part de lògica de negoci de la part gestora de base de dades i es dissenya una sola classe per cadascuna de les entitats imatge i àlbum que engloba totes les funcionalitats. Per tal d'unificar i encapsular la part corresponent a la persistència es defineix una classe abstracta anomenada GestorBD que inclou totes aquelles funcionalitats necessàries per tal d'implementar la persistència. Cadascuna de les entitats imatge i àlbum deriven d'aquesta classe base implementant així la seva funcionalitat específica per la part corresponent a la gestió de la persistència.

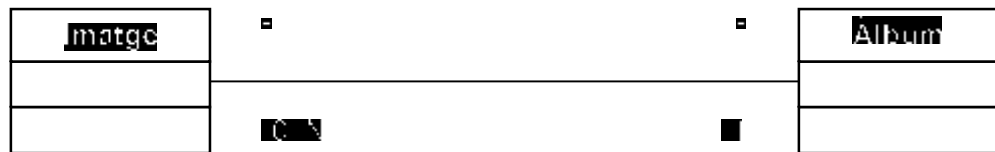
A continuació es pot consultar el diagrama corresponent.



3.5.2.2. Diagrama Entitat Relació.

Per tal d'obtenir l'estructura de la base de dades relacional agafarem com a punt de partida la part del diagrama estàtic del disseny que conté les classes d'entitats persistents i les relacions entre aquestes. En aquest cas les entitats persistents són imatge i àlbum.

El diagrama entitat relació resultant és el següent:



3.5.2.3. Diagrama de la base de dades.

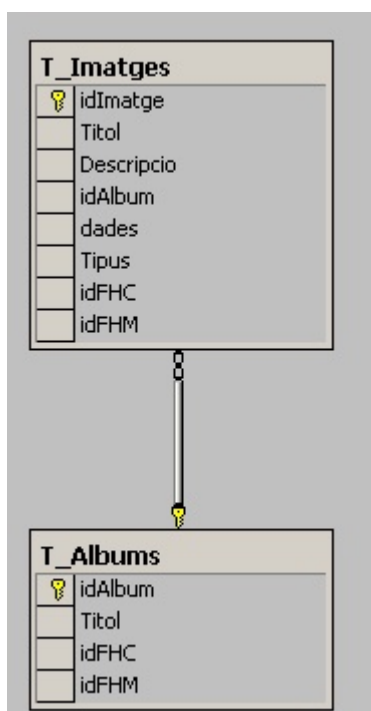
Per tal de realitzar el pas del model ER al model relacional es fan correspondre a les entitats àlbum i imatge les seves taules amb els seus camps corresponents. Les taules s'anomenaran T_Albums i T_Imatges. A cadascuna d'aquestes es definirà una clau primària amb un valor autoincremental que permeti identificar cadascun dels registres, a més, s'afegiran dos camps de control idFHC i idFHM que permetran tenir enregistrat la data de creació i darrera modificació de cada registre.

També es crea un índex de tipus full-text index (Sql 2000) a la taula T_Imatges al camp descripció que permetrà realitzar cerques de contingut a través d'un conjunt de paraules sobre aquestes descripcions de forma eficient.

El camp utilitzat per tal d'emmagatzemar les imatges serà de tipus image, un tipus de dades de sql 2000 que permet guardar dades binàries de tipus variable fins a un màxim de 2,147,483,647 bytes.

La relació entre les dues entitats es tradueix amb una relació de 1 a N entre les dues taules amb la seva clau forana corresponent a la taula T_Imatges.

A continuació es pot consultar el diagrama de bases de dades corresponent.



Per cadascuna de les operacions que s'han de realitzar a la base de dades es defineix una stored procedure per tal d'optimitzar així el rendiment del sistema gestor de base de dades.

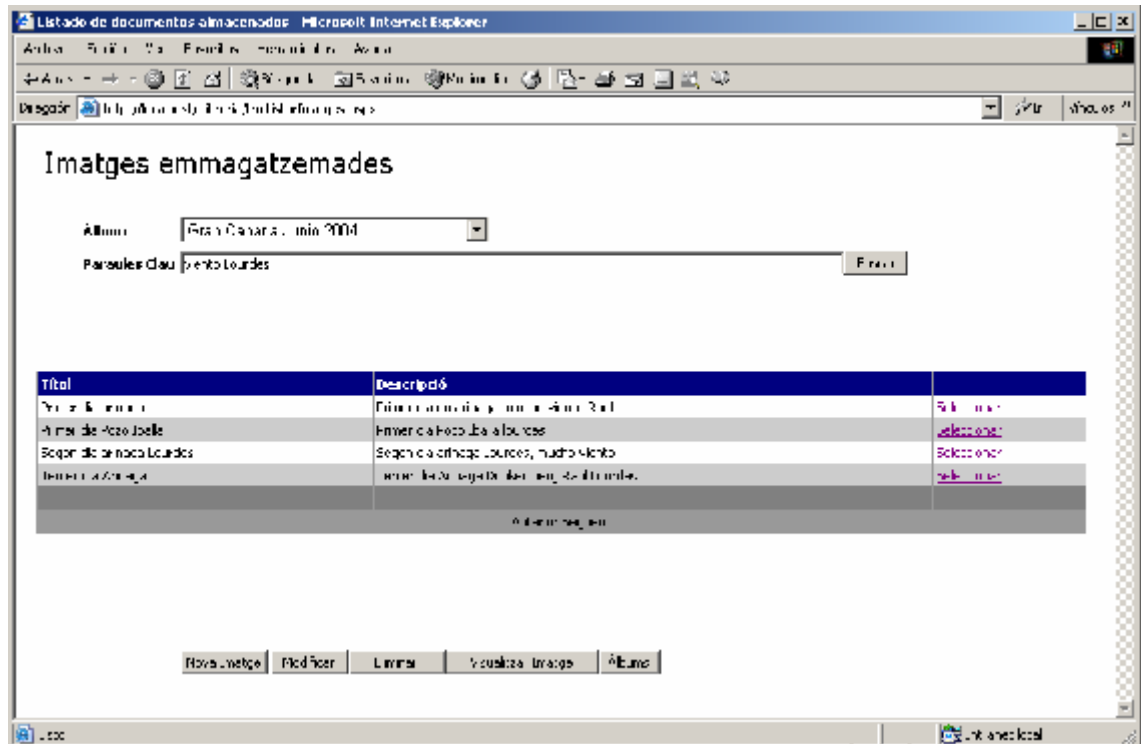
A continuació es detallen les diferents storeds procedures definides:

- sp_DeleteAlbum, utilitzada per tal d'eliminar un àlbum.
- sp_InsertAlbum, utilitzada per tal de donar d'alta un àlbum.
- sp_UpdateAlbum, utilitzada per tal de modificar les dades associades a un àlbum.
- sp_SelectAlbum, utilitzada per tal de recuperar les dades associades a un àlbum determinat.
- sp_SelectAlbums, utilitzada per tal de recuperar les dades associades a tots els àlbums emmagatzemats.
- sp_Deletelmatge, utilitzada per tal d'eliminar una imatge.
- sp_Insertimatge, utilitzada per tal de donar d'alta una imatge.
- sp_Updateimatge, utilitzada per tal de modificar les dades associades a una imatge.
- sp_SelectDadesImatge, utilitzada per tal d'obtenir les dades binàries de la pròpia imatge d'una imatge determinada.
- sp_Selectimatge, utilitzada per tal de recuperar les dades associades a una imatge determinada.
- sp_SelectimatgesAlbum, utilitzada per tal de recuperar les dades associades de les imatges relacionades amb un àlbum determinat.
- sp_SelectimatgesTextClau, utilitzada per tal de recuperar les dades associades a les imatges realitzant una cerca per contingut sobre el camp descripció.

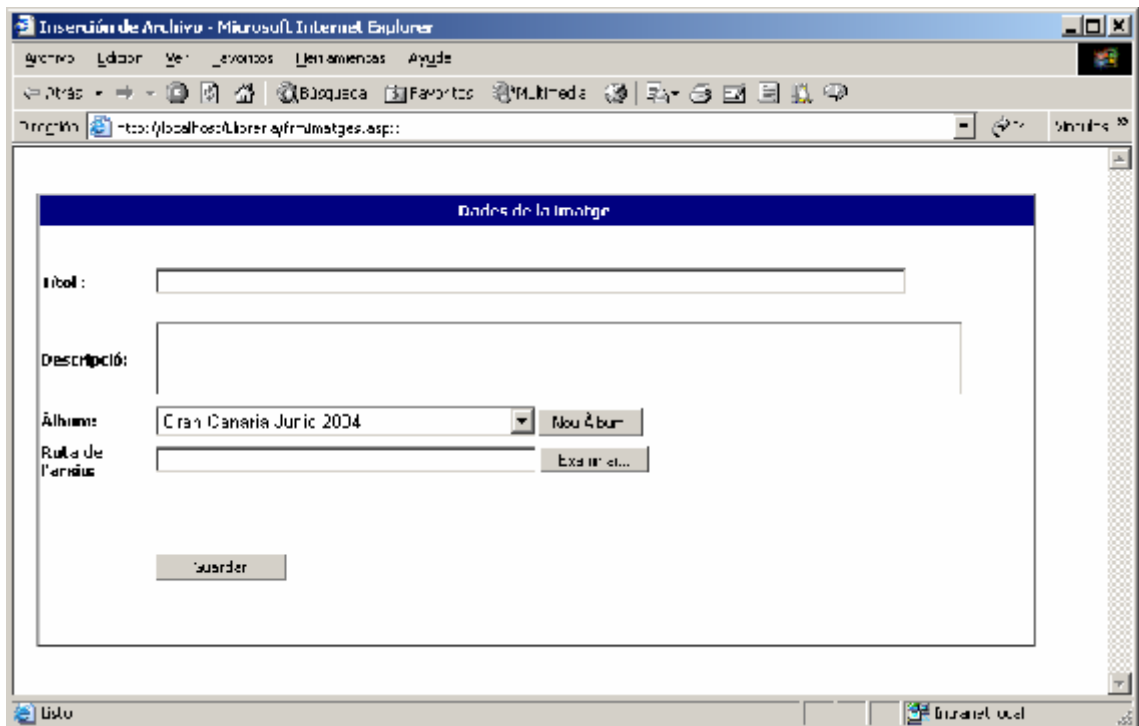
3.5.3. Disseny de la interfície d'usuari

L'aplicació ha estat desenvolupada en entorn web. A continuació es presenten les diferents pantalles dissenyades.

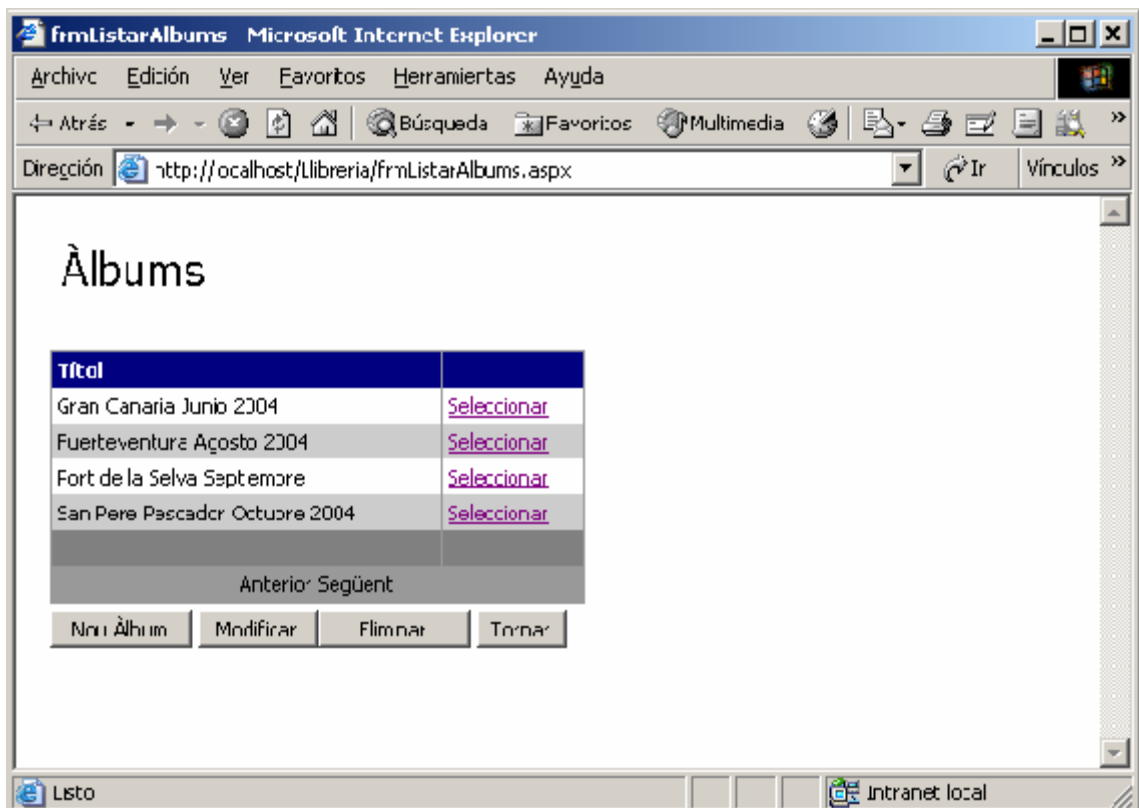
Interfície que llista les diferents imatges, que poden ser filtrades per àlbum i per un text clau.



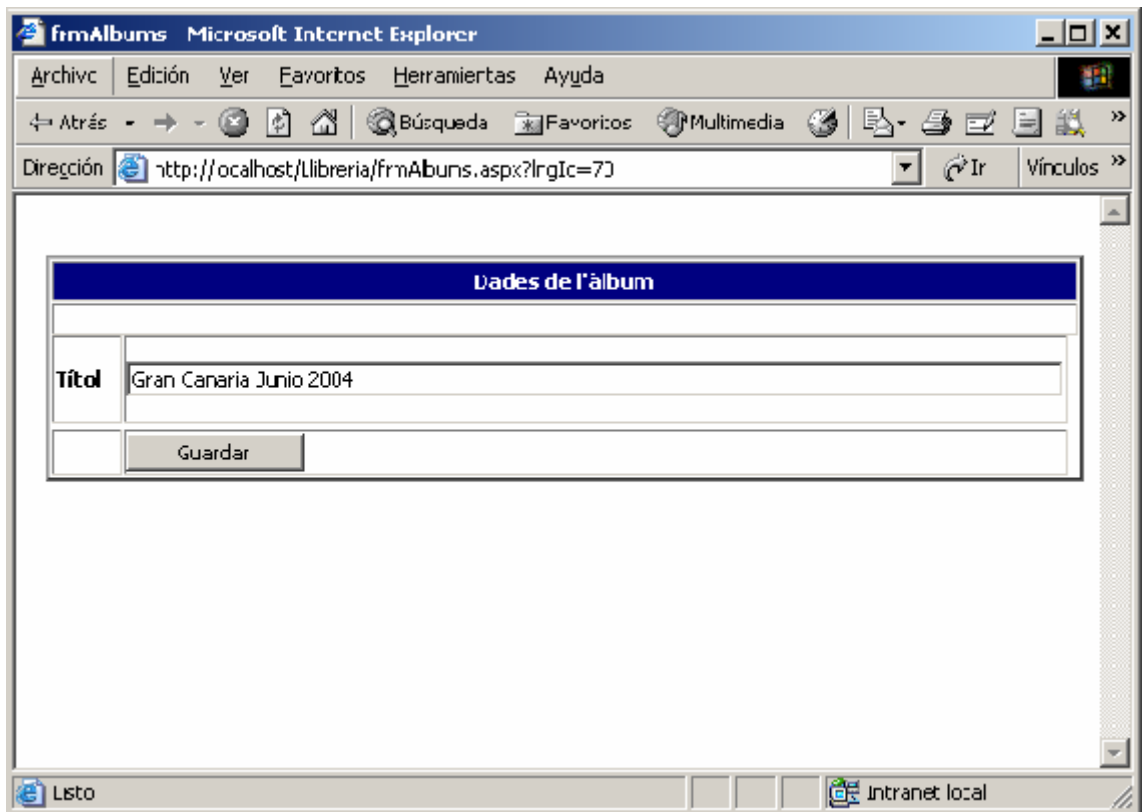
Interfície utilitzada per donar d'alta o modificar imatges.



Interfície que llista els diferents àlbums existents.

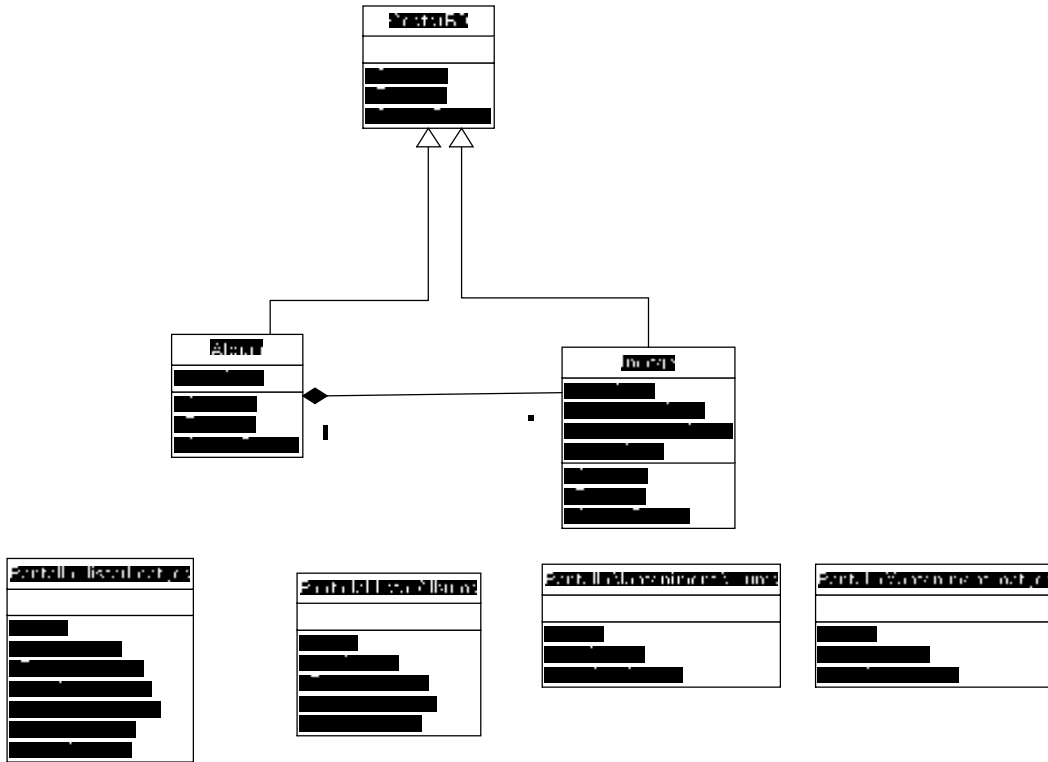


Interfície utilitzada per donar d'alta o modificar un àlbum.



3.5.4. Diagrama estàtic de disseny.

Finalment es presenta el diagrama estàtic de disseny que inclou totes les classes dissenyades per tal de desenvolupar l'aplicatiu.



4. Conclusions

Després d'un estudi detallat de l'evolució de les bases de dades de dels seus inicis fins a l'actualitat incloent una possible evolució en els pròxims vint i cinc anys, s'han pogut conèixer els diferents models de bases de dades, i comprendre què aporta cada model en l'evolució tècnica del camp de les bases de dades, i adquirir una visió històrica i contextualitzada de l'evolució esmentada, per tal de poder veure de forma clara quines son les noves necessitats de les bases de dades multimèdia.

Les principals conclusions que fan referència a les bases de dades multimèdia són les següents:

- La gran varietat de medis existents actualment i la gran varietat de representacions corresponents d'aquests dificulta molt la representació de les dades multimèdia en les bases de dades.
- Les bases de dades multimèdia pures, habitualment no se solen utilitzar, són massa complexes d'utilitzar i encara són immadures e imprecises, i la majoria actualment es troben en procés d'investigació.
- En l'actualitat el més usual és utilitzar bases de dades relacionals orientades a objectes, que ofereixen suport multimèdia a través d'algun tipus d'extensions, com ara el producte Intermedia que ofereix Oracle.

Pel que fa referència als sistemes gestors de bases de dades actuals estudiats amb més profunditat al projecte fi de carrera, Microsoft SQL Server 2000 i Oracle 10a, clarament la millor opció per tal de manegar bases de dades multimèdia és Oracle. La raó per la qual es prefereix Oracle es degut a que aquest ofereix un producte anomenat Intermedia el qual conté un conjunt de serveis que formen una plataforma que permet a les bases de dades gestionar objectes multimèdia. Microsoft SQL Server, no ofereix explícitament un suport per les bases de dades multimèdia i només dona suport a l'emmagatzematge de grans col·leccions de seqüències de bytes no estructurats amb les quals es podria representar un objecte multimèdia.

El cas pràctic desenvolupat demostra clarament les limitacions de Microsoft SQL Server a l'hora de tractar amb les bases de dades multimèdia. Una de les limitacions que presenta es la no caracterització de la informació associada als objectes multimèdia, en el cas pràctic les imatges no són més que seqüències de bytes. Es necessari que l'usuari introdueixi informació textual manualment per tal de caracteritzar aquestes imatges, Intermedia d'Oracle, en canvi, hagués estat capaç d'extreure automàticament informació de com a mínim: format, data de la darrera actualització, MIME, tamany, compressió utilitzada, resolució, ...

Altres dels inconvenients de Microsoft SQL Server és la limitació que suposa, tant en termes d'eficiència com en termes de facilitat de manipulació de la informació, el haver de tractar amb informació binària directament.

El cas pràctic demostra com avui dia pot ser de gran utilitat les llibreries d'objectes multimèdia, degut a que cada cop més en el món real es treballa amb una gran quantitat de dades multimèdia com ara, fotografies, vídeo, àudio, etc., i és necessari emmagatzemar i poder recuperar aquesta informació de forma ràpida i senzilla.

En un futur, es preveu, entre altres reptes, una millor integració de la tecnologia web amb la tecnologia orientada a objectes i la necessitat de suportar un elevat número de clients amb temps de resposta raonables accedint a grans bases de dades.

No hi ha cap dubte que es produirà una major proliferació en la tecnologia de les bases de dades, amb el que serà possible accedir-hi de forma simple, en qualsevol moment, en qualsevol localització i des de qualsevol màquina (bases de dades mòbils) a tot tipus de dades, utilitzant eines de consulta intel·ligent que ajudin a l'usuari a l'obtenció d'informació.

També sembla raonable que es produeixi la substitució gradual dels sistemes gestors de bases de dades monolítics actuals, per un conjunt de funcionalitats desagrupades (per exemple, seguretat, concurrència, integritat, etc.).

Finalment, la realització d'aquest projecte fi de carrera ha estat molt gratificant degut a que gràcies a aquest s'ha conegut l'estat actual de l'art de les bases de dades multimèdia amb les seves limitacions i les seves línies d'evolució futures.

5. Recursos utilitzats

5.1. Llibres de text

- P.M.G Apers et al. (1997). *Multimedia databases in perspective*. Springer. 1997 ISBN 3-540-76109-8.
- Subrahmanian, V.S. *Principles of Multimedia database system*.

5.2. Enllaços web

- <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/bbddavanzadas/multimedia.pdf>. *Bases de Datos Multimedia*. Article introductorí sobre les bases de dades multimèdia.
- <http://www.Oracle.com>. *Oracle Database versus SQL Server 2000*. Article que compara els dos sistemes gestors de base de bases més populars.
- <http://www.Oracle.com>. *Oracle InterMedia, Managing Multimedia Content*. Article que explica en detall el producte que ofereix Oracle per tal de tractar amb les bases multimèdia.
- <http://www.winnetmag.com/Article/ArticleID/20460/20460.html>. *Return of the Blob*. Article que explica com treballar a SQL Server 2000 amb tipus de dades BLOB binary large objects.
- http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/odc_ip2003_ta/html/odc_InfoPath_image_objects.asp. *Working with Image Objects in InfoPath 2003 and SQL Server 2000*. Article que explica com treballar amb el tipus de dades image a SQL Server 2000.
- <http://www.informatize.net>. *Almacenamiento en Bases de Datos Relacionales con ASP.NET*. Article exemple de com accedir a bases de dades SQL Server amb objectes multimèdia utilitzant l'entorn web ASP.NET.
- <http://www.microsoft.com/spanish/msdn/comunidad/mtj.net/voice/s/art75.asp>. *Búsquedas de texto completo (Full Text Search) en SQL Server*. Article que explica com utilitzar les cerques avançades de text a SQL Server 2000.

- <http://www.monografias.com/trabajos15/full-text/full-text.shtml>.
FULL-TEXT en SQL Server. Article que explica com utilitzar les cerques avançades de text a SQL Server 2000.

5.3. Apunts altres assignatures

Apunts d'enginyeria Programari III.
Apunt de bases de dades II.
Apunts de Sistemes de gestió de bases de dades.
Apunts de gestió i organització de projectes.
Apunts de Arquitectura de computadors II.

6. Annexos.

A continuació s'inclou un arxiu comprimit amb el codi font de l'aplicatiu i un arxiu anomenat creacioBD.sql que inclou les sentències de creació de la base de dades.



Libreria.zip