

INTRODUZIONE

La nascita del World Wide Web (il Web, in breve) ha rappresentato una profonda rivoluzione nel mondo dei media e soprattutto nella distribuzione dei contenuti. Se la carta stampata ci ha permesso di archiviare e distribuire informazioni, il web ha incrementato questa potenzialità in forma esponenziale. In particolare, con l'affermarsi del web, possiamo registrare un processo parallelo: il consolidamento di tutto quello che può essere racchiuso sotto il significato della parola multimedialità. Il termine multimedialità, o multimediale, deriva dal latino medium (="mezzo", qui inteso come mezzo di comunicazione) e si può grossolanamente tradurre in "con molti mezzi". Si è diffuso tra la fine del 1980 e l'inizio del 1990. Si parla di contenuti multimediali, specialmente in ambito informatico, quando per comunicare un'informazione ci si avvale di molti media, cioè mezzi di comunicazione diversi quali immagini in movimento (video), immagini statiche (fotografie), musica, testo e quant'altro ancora possa risultare utile a fornire la stessa conoscenza tramite vie diverse.

Ovviamente, sarebbe riduttivo parlare di multimedialità solo riferendosi alla nascita del web, però è altrettanto vero che la scintilla per la divulgazione dei contenuti multimediali sia stata sicuramente quella. Il web, direttamente ed indirettamente, ha avuto un ruolo molto importante nel processo di avvicinamento a certe tecnologie. Prima del suo avvento, tanto per fare un esempio, non era certo prassi comune attingere informazioni da un'enciclopedia multimediale, che a differenza del corrispettivo cartaceo, permette di associare ad ogni voce non solo la sua spiegazione testuale, ma anche fotografie, disegni esplicativi, filmati, suoni, commenti audio, ecc. Oggi possiamo affermare con certezza che qualsiasi informazione distribuita tramite un mezzo elettronico è con ogni probabilità di tipo multimediale: una dimostrazione di questo può essere rappresentata da un semplice navigatore satellitare, oramai presente in molte auto, che oltre a mostrarci la cartina stradale di nostro interesse, il che sarebbe già sufficiente ad assolvere la finalità dell'oggetto, fornisce anche indicazioni vocali sul percorso, emette suoni distinti per avvertire il guidatore di eventuali pericoli ed altro ancora.

INTRODUZIONE

Tutto questo porta ad una considerazione abbastanza naturale: essendo cambiata la tipologia dell'informazione, non più costituita dall'interpretazione di un singolo dato, ma da un insieme di dati, devono essere conseguentemente cambiati anche i sistemi per la loro gestione; o meglio, se fino ad ora l'unica situazione d'interesse era quella di dover trattare dei dati che rappresentavano solo del testo, adesso, come si è potuto evincere dagli esempi fatti in riguardo alla multimedialità, spesso troviamo informazioni costituite da suoni, immagini, video ed altro ancora. Per questa ragione non è possibile pensare che i sistemi e le strutture di memorizzazione adatte al caso del solo testo siano tuttora sufficienti a gestire queste nuove realtà.

La precedente considerazione aiuta ad avvicinarsi a quello che è il campo d'interesse di questa tesi di ricerca: l'evoluzione nella gestione dei dati tramite sistemi informatici. Per comprendere al meglio questa evoluzione è fondamentale aver ben presenti i concetti di dato e di informazione, uniti ai metodi attualmente utilizzati per la loro gestione. A tal fine cerchiamo da subito di puntualizzare questi semplici concetti, che del resto abbiamo già utilizzato in precedenza, senza averne dato però alcuna definizione formale :

- Un **dato** può essere considerato come ciò che è immediatamente presente alla conoscenza, prima di qualsiasi tipo di elaborazione.
- Una **informazione** è una notizia o un elemento che consente di avere conoscenza più o meno esatta di fatti, situazioni o modi di essere; in altre parole l'informazione è ciò che si acquisisce interpretando un dato.

Adesso il passo successivo da compiere è quello di rendere noto con quali strumenti è possibile gestire un dato, che, come abbiamo asserito, se interpretato può fornire informazione. In particolare, è utile fare riferimento ad un insieme di dati, poiché una qualsiasi organizzazione (o ente, o singolo individuo) generalmente non tratta mai singoli dati, ma ricava informazioni significative prendendone in esame una certa quantità. Consideriamo quindi quanto segue:

- Una **base di dati** può essere ragionevolmente definita come una collezione di dati, oppure, in maniera più tecnica, come una collezione di dati gestita da un sistema di gestione di basi di dati.
- Un sistema di gestione di basi di dati (in inglese **Data Base Management System**, abbreviato con **DBMS**) è un sistema software in grado di gestire collezioni di dati.

Con l'introduzione formale di questi concetti, quali “dato”, “insieme o collezione di dati”, “sistema di gestione dei dati” e “informazione”, dovrebbe risultare più semplice comprendere in modo intuitivo a cosa ci si riferisce quando si parla di evoluzione nella gestione dei dati tramite sistemi informatici. Abbiamo detto, infatti, che l'interpretazione di un dato fornisce informazione; altresì abbiamo preso coscienza che oggi stiamo vivendo nel così detto “tempo della multimedialità”, dove una stessa informazione è fornita tramite diversi media e diverse fonti, ragion per cui, tale informazione viene ora acquisita dall'interpretazione di dati strutturati e non più da dati semplici. In conclusione, in prima istanza, l'obiettivo da perseguire sarà quello di poter gestire collezioni di nuovi tipi di dati, che non rappresentano più solo del semplice testo, ma anche immagini, video, suoni e quanto altro ancora può fornire informazioni di tipo multimediale. In seconda istanza, lo scopo di questo lavoro non si limiterà alla sola memorizzazione dei dati di tipo strutturato, ma comprenderà anche la loro manipolazione, con l'obiettivo di ricavare da essi delle informazioni. Per non restare troppo sul vago, diciamo che questa tesi, a grandi linee, si propone di realizzare un'applicazione web che, interfacciandosi ad un sistema di gestione di basi di dati, consenta di memorizzare delle immagini e permetta ad un utilizzatore di effettuare delle ricerche tra esse. Il risultato di queste ricerche tra immagini può essere senz'altro considerato come l'acquisizione dell'informazione ricercata, utile a soddisfare certi quesiti ed a fornire quindi nuova conoscenza. Il fatto che si parli di evoluzione deriva dall'impossibilità attuale di

utilizzare un qualunque DBMS nella modalità appena descritta. Infatti, nonostante questi sistemi siano in continua fase di crescita, ancora non esistono dei prodotti che annoverino nel cuore delle loro caratteristiche la possibilità di memorizzare e confrontare dati strutturati.

Le basi di dati ed i sistemi per la loro gestione, comunemente chiamati con l'acronimo DBMS (Data Base Management System), si sono sviluppati in maniera abbastanza significativa a partire dagli anni sessanta e tutt'oggi sono ancora in fase di sviluppo. Esistono varie tipologie di DBMS, delle quali parleremo nell'apposito capitolo, e tra queste varie tipologie possiamo senz'altro dire che la maggior parte dei database attualmente utilizzati oggi appartiene alla categoria dei database relazionali. I motivi del successo (anche commerciale) di tali database vanno ricercati nella rigorosità matematica e nella potenzialità espressiva del modello relazionale su cui si fondano, nella sua semplicità di utilizzo e, ultima ma non meno importante, nella disponibilità di un linguaggio di interrogazione standard, l'SQL (Structured Query Language), che, almeno potenzialmente, permette di sviluppare applicazioni indipendenti dal particolare DBMS relazionale utilizzato.

I database ad oggetti sono invece la nuova frontiera nella ricerca sui database: infatti le loro caratteristiche di estensibilità, derivanti dalla possibilità di definire nuovi tipi di dati e comportamenti, li rendono particolarmente appetibili per tutte quelle applicazioni che richiedono dati complessi, come ad esempio immagini, suoni o coordinate. Purtroppo, la mancanza di un modello per gli oggetti universalmente accettato e la non disponibilità di un linguaggio di interrogazione standard fanno sì che ogni produttore implementi la propria visione specifica, di solito assolutamente incompatibile con tutte le altre.

Indipendentemente dal tipo, relazionale, ad oggetti o altro, tanto per rimettere a fuoco le caratteristiche d'interesse per l'applicazione che deve essere costruita, penso di poter dire con una certa tranquillità che, qualunque DBMS presente oggi in commercio, conforme allo standard SQL:1999, offre la possibilità di utilizzare dei domini che consentono la memorizzazione nel database di dati strutturati. In particolare, i domini BLOB e CLOB permettono di rappresentare oggetti di grandi

INTRODUZIONE

dimensioni, costituiti da una sequenza arbitraria di valori binari (BLOB, Binary Large Object) o di caratteri (CLOB, Character Large Object). SQL:1999 ha introdotto questi domini in quanto le basi di dati costituiscono il cuore dei servizi di archiviazione dei sistemi informatici, che, come abbiamo ben messo in evidenza fino ad ora, hanno sempre più l'esigenza di gestire informazioni di tipo semi-strutturato e multimediale come immagini, ipertesti, video, ecc. Il problema, quindi, non risiede nel fatto di creare un'evoluzione nei sistemi per consentire la memorizzazione dei dati strutturati, poiché ciò è già possibile, ma bensì nel fatto di permettere ai sistemi di confrontare i dati strutturati ai fini di poter effettuare delle ricerche; per entrambi i domini, infatti, il sistema garantisce solo di memorizzare il valore, ma non permette che il valore venga utilizzato come criterio di selezione per le interrogazioni!

Un esempio abbastanza indicativo di quanto potrebbe essere utile confrontare dati strutturati, ed in particolare le immagini, è il seguente: consideriamo un qualsiasi negozio di una grande casa di moda; supponiamo che ogni impiegato addetto alla vendita possa accedere ad un terminale dove può consultare il catalogo on-line contenente tutti gli abiti prodotti negli ultimi dieci anni; ipotizziamo inoltre che per ogni abito, oltre al prezzo ed alla quantità disponibile in magazzino, siano memorizzate nel catalogo anche dati come l'anno di produzione, la collezione di appartenenza, il tessuto con cui è fatto, i colori disponibili, un video della sfilata nella quale l'abito è stato presentato al pubblico e per finire, ultima, ma forse più importante, un'immagine dell'abito. Consideriamo quindi che ad un potenziale acquirente possa piacere un abito visto sul catalogo, ma non proprio del tutto, c'è qualcosa che in quel modello lo lascia perplesso, per ciò chiede al commesso di poter vedere tutti gli abiti simili a quello visto sul catalogo che risulta essere quasi di suo gradimento: cosa può succedere a questo punto? Il commesso sarebbe felice se potesse consultare il catalogo on-line dicendo al suo terminale: "fammi vedere tutti gli abiti disponibili simili a questo". Purtroppo questo non è possibile, il commesso non può formulare un'interrogazione prendendo l'immagine dell'abito come riferimento per un confronto, ed egli sarà quindi costretto a scorrere tutto il

INTRODUZIONE

catalogo per trovare i modelli simili a quello scelto come campione dal cliente. Inutile sottolineare come questa strategia sia ben poco agevole e difficilmente percorribile, affinché il commesso possa esaudire la richiesta del potenziale acquirente in modo soddisfacente.

Il concetto adesso dovrebbe essere più chiaro che mai, ovvero, possiamo riassumere ribadendo che lo scopo di questo lavoro di tesi è quello di realizzare un'applicazione web che permetta la memorizzazione di immagini, alle quali possono essere affiancate informazioni di altra natura, come ad esempio una didascalia testuale di spiegazione, e consenta di poter effettuare dei confronti tra queste immagini memorizzate, per stabilire se un'immagine è uguale ad un'altra, oppure, per sapere se queste due immagini possono essere considerate, entro una certa tolleranza, simili. In definitiva, quello che dovrà essere implementato e che è a tutti gli effetti l'oggetto della ricerca, sarà il criterio di confronto tra le immagini, il quale dovrà operare direttamente della dichiarazione SQL e non utilizzando un'API di un linguaggio di programmazione esterno al DBMS. Per raggiungere questo scopo ci vengono fortunatamente in soccorso dei database apparsi sul mercato solo di recente: i database object-relational. Questi DBMS cercano di introdurre nel modello relazionale le caratteristiche di estensibilità proprie dei database object-oriented e questo tipo di DBMS sarà proprio quello che serve al nostro caso: mantenere la potenza del modello relazionale e poter comunque introdurre nuovi tipi di dati, che possono essere gestiti ed utilizzati tramite funzioni realizzate ad hoc per gli scopi preposti. Generalmente questi database sono conosciuti tramite l'acronimo ORDBMS (Object Relational Data Base Management System).

Al pari di implementare il criterio di confronto tra dati strutturati, che in questo specifico caso ribadiamo essere delle immagini, è importante scegliere in maniera accurata come rappresentare il contenuto del dato. Sappiamo infatti che le immagini, come qualsiasi altro dato espresso in forma digitale, sono viste dal calcolatore come una sequenza di valori binari. Questo, però, non significa che il criterio di confronto tra due immagini debba obbligatoriamente confrontare le due sequenze di bit che costituiscono le due immagini. A tal fine risulterà molto

importante capire quale può essere un buon metodo di rappresentazione del contenuto di un'immagine, per non dover così prendere in considerazione tutto il suo codice binario ogni volta che si deve effettuare un confronto. Conseguentemente a quanto esposto fino ad ora, gli argomenti significativi da affrontare durante questo lavoro di tesi, per raggiungere l'obiettivo dichiarato e testarne i risultati, saranno i seguenti:

- **Capitolo 1 - Le immagini e la rappresentazione del loro contenuto.**

Viene per prima cosa illustrato il concetto di rappresentazione digitale di un'immagine: parleremo di discretizzazione nello spazio e quantizzazione nel colore. Entreremo poi a parlare in dettaglio del colore, ponendo particolare attenzione ai criteri alla base per la definizione di un modello di colore. Tutto ciò farà da anticamera all'introduzione di due modelli di colore in particolare: il modello RGB ed il modello HSI. A questo punto abbiamo in mano tutti gli strumenti per poter decidere in che modo rappresentare il contenuto di un'immagine: introdurremo l'istogramma (o descrittore) di colore di un'immagine. Il capitolo si concluderà illustrando la necessità di ridurre il numero dei colori utilizzati per rappresentare il contenuto di un'immagine: parleremo della mappa dei colori, della conversione di un colore dallo spazio HSI allo spazio RGB ed infine del processo di mappatura di un'immagine.

- **Capitolo 2 - Dai DBMS agli ORDBMS: l'impiego di PostgreSQL per realizzare l'applicazione.**

Dopo i brevi cenni fatti in questa introduzione, parleremo in dettaglio delle varie tipologie di DBMS, con lo scopo di introdurre con particolare attenzione gli ORDBMS, poiché sono quest'ultimi che possono permettere di gestire e manipolare adeguatamente i tipi di dati strutturati. In questo capitolo viene quindi fatta un'introduzione a PostgreSQL, che è l'ORDBMS scelto per essere interfacciato con l'applicazione web che andremo a realizzare. Verranno poi illustrate di seguito le caratteristiche del database,

nonché motivate le scelte fatte durante la sua implementazione: dalla memorizzazione delle immagini, alla scelta del linguaggio procedurale server-side utilizzato per realizzare la funzione di confronto tra istogrammi. Il capitolo continuerà con la descrizione dettagliata di come opera la funzione “confronto”, ovvero lo strumento che di fatto costituisce il cuore dell'applicazione. Infine, saranno introdotti gli indici, in considerazione del fatto che, per diminuire i tempi impiegati nelle ricerche, un'applicazione di questo tipo dovrebbe utilizzare un database appoggiato su un indice costruito ad hoc per poter ridurre al massimo il tempo di query ad ogni richiesta di confronto. Infatti, al crescere delle dimensioni del database, è naturale che il confronto di un'immagine con tutte quelle presenti nell'archivio divenga poco performante, se non vengono presi adeguati accorgimenti.

- **Capitolo 3 - L'applicazione web Image-Compare.**

In questo capitolo si parlerà delle funzioni dell'applicazione e delle funzionalità offerte dall'interfaccia web. Verrà illustrata l'architettura dell'applicazione e introdotto il linguaggio di scripting PHP; parleremo anche di XHTML e dei fogli di stile CSS, che di fatto sono i mattoni sui quali l'interfaccia web è costruita. In questo contesto è prevista anche una citazione alle GD2, le librerie grafiche di PHP che consentono di manipolare le immagini, fondamentali per ricavare i dati di input necessari al funzionamento dell'applicazione, tra i quali, il più importante tra tutti è sicuramente l'istogramma di colore delle immagini.

- **Capitolo 4 - Risultati sperimentali e considerazioni.**

In quest'ultimo capitolo verranno inserite delle prove di utilizzo dell'applicazione, presentando i risultati prodotti corredati da opportune considerazioni. Sempre in questo capitolo, prima delle conclusioni, sarà fatto un breve cenno alle scelte fatte per migliorare le prestazioni.