

CAPITOLO 4 - Risultati sperimentali e considerazioni.

In questo ultimo capitolo procederemo nel descrivere alcune prove di utilizzo dell'applicazione, commentando i risultati ottenuti, e discuteremo di alcune modifiche fatte a questa applicazione al fine di renderla più performante, soprattutto in termini di tempi di elaborazione e non tanto come qualità dei risultati ottenuti. Sappiamo infatti, fin dal primo capitolo, che le ricerche di immagini, e quindi, in questo caso, i confronti effettuati per contenuto cromatico, hanno dei limiti intrinseci, dovuti al fatto che, operando con il solo istogramma di colore, non viene considerata in nessun modo quella che è la forma dell'immagine. Questo significa che non sarà possibile, limitandosi all'utilizzo dei soli strumenti con i quali abbiamo costruito questa applicazione, far sì che essa possa produrre dei risultati più significativi di quelli raggiunti adesso. Sicuramente è fattibile cercare di testare mappe dei colori diverse da quella utilizzata per condurre le prove, al fine di verificare se il processo di mappatura di un'immagine, effettuato con un'altra mappa dei colori, produce delle immagini mappate mediamente più fedeli alle originali. Non è però pensabile, sfruttando le sole informazioni contenute nell'istogramma di colore, che possa essere fatto un qualsiasi intervento volto ad accrescere la capacità dell'applicazione di riconoscere la similarità tra le immagini. Dobbiamo comunque sottolineare che ciò non rientra neanche negli intenti di questa tesi di ricerca, poiché lo scopo dichiarato è e resta quello di effettuare confronti avvalendosi del solo contenuto cromatico delle immagini.

4.1 - Le prove di utilizzo effettuate.

Le prove riportate in questo paragrafo sono state condotte su un database popolato da 86 immagini, suddivise in 6 gallerie tematiche. Le gallerie alle quali faremo riferimento sono: Boschi, Colori, Neve, Onde, Tramonti e Varie. Ogni galleria contiene immagini inerenti al tema identificato dal nome della galleria. Devo dire che per l'ultima galleria, Varie, forse non è formalmente corretto l'attributo di galleria tematica, poiché, come è intuibile dal nome stesso, le immagini contenute

raffigurano paesaggi di varia natura. Questa galleria è stata inclusa proprio per avere un campione di immagini i cui paesaggi, a differenza di quelli contenuti nelle altre gallerie, non sono catalogabili secondo un certo tema. Vedremo in seguito per quale motivo è stata inserita una galleria di questo genere.

Possiamo quindi iniziare a parlare di prove pratiche prendendo spunto dalla necessità di dover fare una precisazione sulla natura della galleria Colori e sul perché questa sia stata inserita nel database. In essa sono contenute delle immagini monocolori, undici per la precisione, che rappresentano i tre colori primari (rosso, verde e blu) e i tre colori secondari (giallo, magenta e ciano) del modello RGB, il bianco, il nero e tre toni di grigio equidistanti (RGB(64,64,64), RGB(128,128,128) e RGB(192,192,192)). Questi undici colori sono tutti presenti nella mappa dei colori utilizzata per condurre queste prove. Ricordiamo che tale mappa è generata dalle componenti HSI definite nel file di configurazione dell'applicazione e che tali componenti sono anche riportate nel paragrafo 1.5. Il motivo per cui è stato deciso di inserire questa galleria per fare le prove è dovuto al fatto che, effettuando un confronto tra un'immagine e questa galleria, quindi il confronto di un'immagine con tutte le immagini monocolori in essa contenute, dovremmo ottenere come risultato le immagini monocolori ordinate partendo da quella che rappresenta il colore più percepito (nell'immagine di riferimento), a quella in cui è raffigurato quello meno. In altre parole, lo scopo è quello di prendere un'immagine, nella quale, ad esempio, viene identificato il blu e le sue varie tonalità come colori maggiormente percepiti, effettuare il confronto di questa immagine con la galleria Colori e verificare se, nei fatti, per l'applicazione il blu è il colore ritenuto più simile. Per fare questo genere di prove e commentare i risultati ottenuti dobbiamo tener presenti due aspetti: il valore della tolleranza e la mappatura dell'immagine. Bassi valori di tolleranza, infatti, non permetteranno di vedere visualizzate nel risultato tutte le immagini monocolori. Inoltre, quando si parla di colore maggiormente percepito nell'immagine di riferimento scelta per il confronto, dobbiamo aver ben presente che poi l'immagine confrontata è quella mappata, non l'originale, poiché, come ben sappiamo, il confronto utilizza l'istogramma di colore dell'immagine mappata.

Tutte le prove effettuate in tal senso hanno evidenziato un fatto apparentemente strano, ma più che plausibile. Le immagini sottoposte al confronto con la galleria Colori restituiscono sempre nel risultato, come prime immagini proposte, quelle raffiguranti i toni di grigio. Ho effettuato molteplici prove in questo senso, con immagini scelte da tutte le gallerie, e, ad eccezione di alcuni rarissimi casi, il primo colore presente nel risultato di queste prove è sempre stata un'immagine monocolora raffigurante un grigio. Prendendo l'immagine di un bosco mi aspettavo di trovare il verde in prima posizione; prendendo l'immagine di un'onda pensavo che il primo colore potesse essere il blu o il ciano; mentre scegliendo l'immagine di un paesaggio innevato supponevo di vedere l'immagine del bianco come primo risultato. Queste aspettative, come detto, si sono rivelate disattese e riflettendo sul perché, dopo un attimo di disappunto, i motivi sono apparsi abbastanza ovvi. Proviamo quindi a fornire una spiegazione di ciò che accade e determina questi risultati.

Un primo motivo sul perché di questo comportamento si intuisce guardando le varie immagini mappate, dei boschi, delle onde o di qualsiasi altra galleria. Si nota infatti che molto spesso ci sono delle parti mappate sul grigio, anche se nell'immagine originale non viene percepita chiaramente la presenza di questo colore. Per come sono collocati i toni di grigio nel cubo RGB, non essendo i colori della mappa equamente distribuiti in questo spazio, è fisiologico che i vari toni di grigio abbiano una probabilità maggiore di risultare come colore a distanza minima nel caso in cui il colore che viene mappato non ha una o due componenti RGB predominanti. In pratica, la diagonale che nel cubo RGB collega il nero al bianco, dove sono collocati i toni di grigio, può essere vista come una retta dove si trovano dei punti di accumulazione per il processo di mappatura: i pixel che presentano visivamente una tonalità di colore leggermente accennata verso un colore primario o secondario, qualunque esso sia, con molta probabilità vengono mappati con un tono di grigio; questa cosa è insita nel fatto di avere una mappa dei colori non equamente distribuita nel cubo RGB. Sono note dal primo capitolo le ragioni per le quali la mappa dei colori ha questa distribuzione. Per verificare questa situazione è possibile osservare la distribuzione dei colori della mappa in 3D, tramite il link inserito nella

sezione “Colori della Mappa” dell'area “Help”. Grazie alla possibilità di variare il punto di osservazione è possibile farsi un'idea della situazione appena descritta ed inoltre, sempre grazie a questa visualizzazione, è possibile prendere atto del fatto che i toni di grigio, per la loro collocazione, mediamente sono molto vicini ai diversi colori presenti nella mappa a bassa saturazione. Questo fatto è determinante nell'incidenza che hanno i coefficienti di similarità nel calcolo della distanza in presenza dei toni di grigio; il motivo sarà esposto nel seguito del paragrafo.

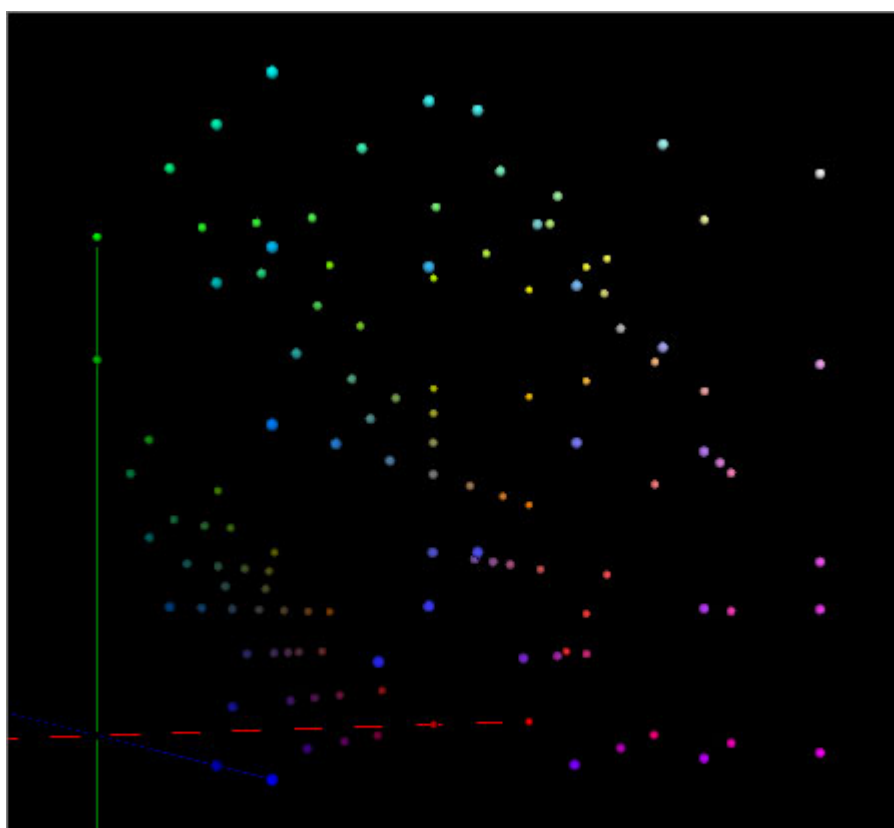


Figura 4.1 - Rappresentazione tridimensionale nel cubo RGB dei Colori della Mappa

Tornando ai motivi che determinano questo tipo di risultato, il secondo di questi è una conseguenza riflessa di ciò che abbiamo appena detto. Teniamo ben presente il fatto che nel confrontare due immagini intervengono i coefficienti della matrice di similarità, dei quali conosciamo già le caratteristiche ed i motivi per i quali vengono impiegati. Se in un'immagine, ad esempio quella di un'onda, percepiamo

complessivamente le tonalità del blu come colori predominanti, questo non si traduce mai in un'immagine mappata che presenta un istogramma di colore dove le tonalità del colore più percepito rappresenta un valore percentuale che rappresenta la maggioranza assoluta della distribuzione. Vediamo a tal riguardo le immagini riportate in figura 4.2: un'onda e un bosco nelle versioni originali e mappate.

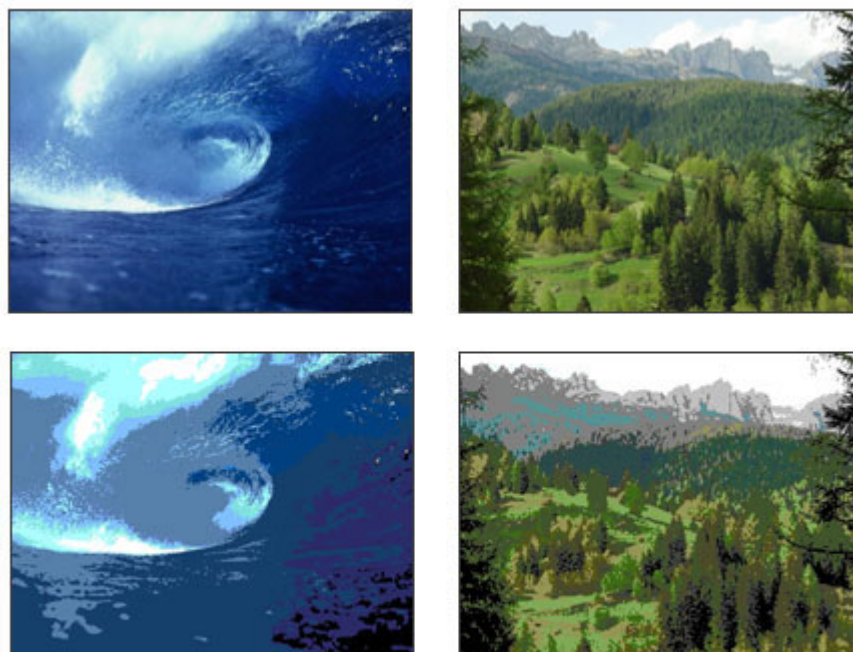


Figura 4.2 - Due immagini originali e le loro corrispondenti mappate

Dai riscontri pratici posso affermare che con ogni probabilità, un'immagine che raffigura un paesaggio reale, come un'onda del mare in una giornata di sole, produce un'immagine mappata, dove il colore predominante percepito dall'occhio umano nell'immagine reale e le tonalità vicine, non arrivano quasi mai a rappresentare oltre il 30% dei pixel totali dell'immagine mappata corrispondente. Nella prima immagine originale si percepisce chiaramente il blu come colore predominante; il nostro occhio percepisce un'immagine nella quale oltre la sua metà può essere identificata di colore blu. Nella seconda immagine originale il colore che “salta agli occhi” è indubbiamente il verde, o meglio, si percepisce un'immagine nella quale la distribuzione delle tonalità di verde fornisce una sensazione complessiva di colore

verde. Se adesso guardiamo attentamente le corrispondenti immagini mappate, possiamo notare dei riscontri di quanto detto fino ad ora. Per prima cosa si osserva la presenza di molte zone di grigio, alcune delle quali probabilmente anche inaspettate. Oltre a ciò possiamo anche vedere, benché il blu nella prima ed il verde nella seconda siano sempre i colori più visibili dell'immagine, che non esiste una tonalità unica di blu o di verde riconducibile ad un numero elevato di pixel dell'immagine. Infine è anche giusto rilevare che le tonalità presenti di blu e di verde sono ben distanti dai colori RGB puri presenti nella galleria Colori: questo è un fatto al quale sarà data a breve la sua importanza.

A questo punto è giusto chiedersi: dove si vuole arrivare con queste considerazioni? La risposta è immediata. Confrontando un'immagine mappata con la galleria Colori, caratterizzata da immagini monocolori dove la distribuzione dei colori è concentrata su un'unica posizione dell'istogramma, risulta abbastanza ovvio, per i modi di operare del criterio di confronto e in considerazione dell'influenza dei coefficienti di similarità, che un'immagine completamente grigia, rispetto a un'immagine tutta blu, o tutta verde, risulterà mediamente più simile alla distribuzione dei vari colori presenti nell'immagine mappata. Oltre al fatto che il grigio, per il motivo già esposto, compare con estrema facilità nella mappatura di un'immagine, deve essere considerato che il confronto con immagini monocolori blu o verdi, dà alla distanza totale un contributo basso per i pixel ad alta saturazione rispettivamente di blu e di verde, mentre dà un contributo alto per i pixel rimanenti. Avendo quindi appurato che i pixel di un'immagine mappata, caratterizzati da un'alta saturazione di uno specifico colore, raramente costituiscono una percentuale rilevante dei pixel totali, è ovvio che il confronto tra un'immagine mappata e un'immagine completamente grigia risulti statisticamente a distanza minore rispetto ad un confronto effettuato prendendo come immagine di riferimento una tutta blu o verde. Il contributo fornito alla distanza, dal confronto di un'immagine mappata con una completamente grigia, avviene logicamente in modo inverso a quello descritto per le immagini monocolori blu e verde. Sarà alto quando s'incontrano pixel ad alta saturazione, basso negli altri casi. Questo comportamento vale in generale, la solita

situazione si presenta anche per immagini dove può essere identificato come colore predominante il rosso, il ciano, il magenta o qualsiasi altro che presenti alti livelli di saturazione. In figura 4.3 è riportato un confronto effettuato tra l'immagine dell'onda di figura 4.2 e la galleria Colori. Possiamo constatare dai risultati proposti quanto detto: il blu puro compare solo in quarta posizione e la distanza rilevata dall'immagine dell'onda è molto superiore rispetto a quella del grigio in prima posizione. Tutto ciò conduce a fare una constatazione: raramente un'immagine reale presenta una distribuzione di colori ad alta saturazione e difficilmente è possibile rilevare una percentuale elevata di pixel riconducibili ad un unico colore. Di questa evenienza, della quale c'è adesso un riscontro pratico, devo ammettere di aver avuto degli avvertimenti in merito: soprattutto sul fatto che la presenza dei colori ad alta saturazione nella mappa dei colori poteva non essere indispensabile. Questo avviso non cadde nel vuoto, pur non conoscendo in quel momento i risvolti adesso evidenti. Nell'intento di trovare una soluzione migliore fu tentata una modifica alla mappa dei colori. L'idea era stata quella di sostituire alcune componenti HSI di saturazione e luminosità, in modo tale da infittire la presenza di colori della mappa collocati in prossimità della retta dei toni di grigio, e diminuire la presenza dei colori ad alta saturazione. Per rendere comunque significativa questa scelta, il numero delle singole componenti HSI definite a tale scopo era superiore a quello attuale. Con la nuova scelta i colori della mappa ottenuti ammontavano a 240 colori distinti. Mi pare abbastanza ovvio notare che, al crescere del numero dei colori presenti nella mappa, il processo di mappatura risulti sempre più accurato; però è altrettanto evidente che aumentando i colori della mappa, aumenta anche la dimensione dell'istogramma di colore, con conseguente aumento anche del numero dei coefficienti di similarità. Tutto ciò comporta inevitabilmente una conseguente diminuzione delle prestazioni globali dell'applicazione: mappare e confrontare le immagini riferendosi ad istogrammi di 240 posizioni rende i tempi di risposta davvero troppo elevati. In base a questo riscontro è stato deciso che i risvolti negativi di questa scelta sarebbero stati maggiori di quelli positivi, abbiamo quindi continuato mantenendo le componenti HSI scelte in origine.

CONFRONTA CON UNA GALLERIA
4 - Risultato del confronto

IMMAGINE E PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER LA QUERY DI CONFRONTO




Immagine QUERY:
 onde_4.jpg
 Galleria: ONDE

☐

Confronta

Nome: onde_4.jpg

Formato: jpg

Larghezza: 500 pixel

Altezza: 375 pixel

Dimensioni: 37 KB

Aspect Ratio: LANDSCAPE

Tolleranza scelta:

Galleria scelta:

IMMAGINI CHE HANNO SODDISFATTO LA QUERY DI CONFRONTO



1: grigio128.jpg
 Galleria: COLORI
 Distanza: **0.27558**

☐


Confronta



2: grigio64.jpg
 Galleria: COLORI
 Distanza: **0.28730**

☐

Confronta



3: grigio192.jpg
 Galleria: COLORI
 Distanza: **0.53187**

☐

Confronta



4: blu.jpg
 Galleria: COLORI
 Distanza: **0.59785**

☐

Confronta



5: nero.jpg
 Galleria: COLORI
 Distanza: **0.64086**

☐

Confronta



6: ciano.jpg
 Galleria: COLORI
 Distanza: **0.70158**

☐

Confronta

Figura 4.3 - Il confronto di un'immagine con la galleria Colori

Per fortuna, nonostante le situazioni appena riscontrate determinino dei comportamenti dell'applicazione meritevoli di attenzione, posso dire che la scelta fatta non crea anomalie che possano mettere in discussione la validità dei risultati generali ottenuti. Come riprova di quanto stiamo sostenendo, dobbiamo sempre ricordare, che la scelta di definire il set dei colori della mappa a partite dallo spazio HSI è stata fatta proprio con l'intento di evitare l'alterazione, in fase di mappatura, del contenuto cromatico dell'immagine, poiché ciò sarebbe stato un'errore tale da rendere discutibili i risultati prodotti dall'applicazione. Sebbene questa prerogativa, come appena documentato, presenti delle eccezioni nei casi in cui il colore da mappare si trova in prossimità di un grigio, posso affermare con assoluta certezza che l'applicazione, in tutte le altre circostanze, effettua un'operazione di mappatura tale da far sì che l'immagine mappata mantenga una consistenza cromatica perfettamente fedele all'originale. Non accade mai che un'immagine che trasmette una percezione di blu possa generare dopo la mappatura un'immagine mappata dove si percepisce maggiormente il ciano, o il viola, o il magenta o addirittura il verde. In virtù di questo fatto, quando si confronta un'immagine raffigurante un paesaggio reale con delle immagini che a loro volta raffigurano paesaggi reali (quindi non monocolori), l'applicazione valuta le immagini percepite di un certo colore simili alle altre immagini confrontate che forniscono la medesima percezione di colore. In tal senso sono state condotte molte prove e, ad eccezione di alcuni rari casi, dove la distribuzione spaziale dei pixel di un certo colore può alterare la percezione visiva globale del contenuto cromatico proprio dell'immagine, gli esiti sono stati più che soddisfacenti. In particolare le situazioni oggetto di test sono state le seguenti:

- La prima prova condotta è stata quella di prendere un'immagine ed inserire nell'archivio due versioni della stessa immagine, ma di diverse dimensioni. In questo caso è naturale aspettarsi che gli istogrammi delle due immagini siano identici e che un confronto tra le due restituisca distanza nulla. Il risultato ottenuto ha pienamente soddisfatto questa aspettativa: prendendo come immagine di riferimento per il confronto una delle due e facendo una ricerca sulle 86 immagini presenti nel database, la prima immagine risultata è

stata proprio l'altra immagine a diversa dimensione. Questo era il minimo obiettivo che potevamo raggiungere, indubbiamente le prove successive forniscono indicazioni più significative.

- La seconda serie di prove prevedeva di prendere un'immagine, estrapolarne una parte consistente e inserirla nel database come altra immagine. In alcuni casi un'immagine è stata divisa a metà e le due immagini risultanti sono state poi inserite separatamente nell'archivio. In altri invece è stato ritagliato il centro dell'immagine e successivamente inserito in archivio come immagine distinta. In tutti i casi la domanda era la solita: scelta un'immagine, dalla quale sono state ricavate delle sotto immagini, una ricerca su tutto l'archivio restituirà come primo risultato le immagini ricavate da quella messa a confronto? La risposta è sì: nel 90% dei casi l'applicazione è riuscita a riconoscere la similarità. Alcune situazioni in cui questo non è avvenuto sono state quelle in cui un'immagine è stata appositamente divisa in due parti seguendo un'ipotetica linea di confine che suddividesse l'immagine in due realtà molto differenti. Per capire meglio pensate ad un'immagine dove è raffigurato un bosco con sopra del cielo: se divido l'immagine, separando in modo netto il bosco dal cielo, è praticamente impossibile che, prendendo come riferimento l'immagine intera, quelle ritenute più simili dal confronto siano quelle dove è proposto singolarmente il bosco o il cielo. Il motivo è evidente: i contenuti cromatici delle due immagini ricavate saranno adesso ben diversi da quello dell'immagine di partenza. In particolare, come era atteso da questo genere di prova, l'immagine che raffigura il cielo viene ritenuta dall'applicazione più simile alle immagini delle onde marine o a quelle in cui è comunque raffigurata una porzione di cielo; mentre quella in cui è rimasto solo il bosco sarà valutata più simile alle altre immagini dell'archivio che ritraggono solo dei boschi senza scorci di cielo.

Nelle pagine successive sono riportati in figura 4.2 e figura 4.3 gli esiti parziali di due ricerche condotte nelle modalità indicate. Possiamo notare che le prime due immagini, proposte nei risultati della ricerca riportata in figura

4.2, sono esattamente la parte sinistra e la parte destra dell'immagine di riferimento scelta per il confronto. In figura 4.3 è invece riportata una ricerca eseguita prendendo come immagine di riferimento quella proposta in sesta posizione nei risultati ottenuti dalla ricerca di figura 4.2, la prima che appartiene ad una galleria tematica diversa: “neve” invece di “tramonti”. Possiamo notare che in questo caso il primo risultato è l'immagine di un'onda, testimoniando che, nonostante i paesaggi raffigurati nelle due immagini abbiano nature e forme ben diverse, i loro istogrammi di colore possono comunque essere molto simili. Stessa valutazione può essere fatta per la terza immagine del risultato, che raffigura un tramonto.

Ben più rilevante è la sesta immagine trovata nell'archivio. Possiamo infatti constatare che questa immagine rappresenta la parte centrale dell'immagine selezionata per la ricerca. Benché nella fase di ritaglio, che ha prodotto questa immagine distinta, non sia stata seguita una linea di confine volta a separare parti dell'immagine molto diverse, è possibile osservare che nella nuova immagine manca una parte consistente di cielo e la parte più scura della montagna innevata. Queste mancanze determinano quindi delle differenze nell'istogramma dell'immagine ritagliata rispetto a quello dell'immagine intera. Tali differenze fanno sì che l'applicazione, durante la ricerca, effettuando il confronto dell'immagine di riferimento con tutte le altre immagini dell'archivio, riconosca come prime immagini maggiormente simili delle immagini ben più diverse rispetto a quella ritagliata, che di fatto è comunque una parte molto consistente dell'immagine di riferimento scelta per la ricerca. Quanto abbiamo descritto, riportato nelle figure a seguire, è la riprova che la forma dell'immagine non ha nessuna influenza nelle ricerche. Questo è comunque ben accetto quando l'applicazione ritiene simili due immagini che lo sono a tutti gli effetti da un punto di vista cromatico, poiché solo questo è lo scopo dell'applicazione. Sarebbe invece un problema se l'applicazione considerasse simili due immagini diverse nelle forme ed anche nel contenuto cromatico, ma questo per fortuna non accade!

CONFRONTA CON TUTTE LE IMMAGINI
3 - Risultato del confronto

IMMAGINE E PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER LA QUERY DI CONFRONTO





Immagine QUERY:
 tramonto_6.png
 Galleria: TRAMONTI

☒

Confronta

Nome: tramonto_6.png
 Formato: png
 Larghezza: 400 pixel
 Altezza: 300 pixel
 Dimensioni: 137 KB
 Aspect Ratio: LANDSCAPE
 Tolleranza scelta:


IMMAGINI CHE HANNO SODDISFATTO LA QUERY DI CONFRONTO



1: tramonto_6_1.png
 Galleria: TRAMONTI
 Distanza: **0.00798**

☐


Confronta



2: tramonto_6_2.png
 Galleria: TRAMONTI
 Distanza: **0.01028**

☐


Confronta



3: tramonto_3_1.jpg
 Galleria: TRAMONTI
 Distanza: **0.06429**

☐


Confronta



4: tramonto_3.png
 Galleria: TRAMONTI
 Distanza: **0.06848**

☐


Confronta



5: tramonto_5.jpg
 Galleria: TRAMONTI
 Distanza: **0.07431**

☐

Confronta



6: neve_6.gif
 Galleria: NEVE
 Distanza: **0.08895**

☐

Confronta

Figura 4.4 - I primi risultati prodotti da una ricerca

CONFRONTA CON TUTTE LE IMMAGINI
3 - Risultato del confronto

IMMAGINE E PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER LA QUERY DI CONFRONTO





Immagine QUERY:
 neve_6.gif
 Galleria: NEVE

☐

Confronta

Nome: neve_6.gif
 Formato: gif
 Larghezza: 246 pixel
 Altezza: 350 pixel
 Dimensioni: 54 KB
 Aspect Ratio: PORTRAIT
 Tolleranza scelta:


IMMAGINI CHE HANNO SODDISFATTO LA QUERY DI CONFRONTO



1: onde_5.jpg
 Galleria: ONDE
 Distanza: **0.01592**

☐


Confronta



2: neve_4.jpg
 Galleria: NEVE
 Distanza: **0.01819**

☐


Confronta



3: tramonto_9.gif
 Galleria: TRAMONTI
 Distanza: **0.02122**

☐


Confronta



4: neve_8.jpg
 Galleria: NEVE
 Distanza: **0.02170**

☐


Confronta



5: neve_3.jpg
 Galleria: NEVE
 Distanza: **0.02704**

☐

Confronta



6: neve_6_1.gif
 Galleria: NEVE
 Distanza: **0.02713**

☐

Confronta

Figura 4.5 - I primi risultati prodotti da una ricerca successiva

Riguardo alle ricerche appena descritte, della quali abbiamo anche riportato dei risultati visivi, è giusto fare un inciso sul tipo di query che permette di ottenere questi risultati. Abbiamo già esposto nel secondo capitolo il tipo di SELECT utilizzata da PostgreSQL ai fini della ricerca indicata, essendo però questa query il “cuore” dell'applicazione, il valore aggiunto grazie al quale Image-Compare funziona, è doveroso riportarla esplicitamente:

```
SELECT t1.id_immagine AS img_di_riferimento, t2.id_immagine AS
      img_confrontata, confronto(t1.descrittore,t2.descrittore) AS
      distanza
FROM immagini t1, immagini t2
WHERE (t1.id_immagine=46) AND
      (confronto(t1.descrittore,t2.descrittore)<0.5)
ORDER BY (confronto(t1.descrittore,t2.descrittore)) ASC;
```

La query mostrata si riferisce ai risultati proposti in figura 4.3 ed in questo caso, rispetto a quello generico, il valore 46 è l'ID dell'immagine tramonto_6.png e 0.5 è la tolleranza impostata, come può essere anche notato nei parametri riportati a fianco dell'immagine.

- L'ultima serie di prove è stata effettuata per valutare in maniera indicativa se, presa un'immagine di riferimento per il confronto che non ha i requisiti per essere catalogata in una delle gallerie tematiche create, l'applicazione colloca ai primi posti del risultato le immagini presenti in archivio che ad occhio possono essere ritenute quelle più simili tra quelle a disposizione. L'introduzione della galleria “Varie” è proprio servita a questo scopo.

Dobbiamo subito dire che le prove effettuate a tale fine hanno dato dei risultati che mediamente hanno soddisfatto le aspettative, non sono mancati però dei casi in cui nei risultati sono comparse delle immagini che, secondo il “giudizio dell'occhio”, avevano dei requisiti di similarità con l'immagine di riferimento scelta non proprio evidenti. In alcune circostanze questo è accaduto per contingenze oggettive, ovvero è stato constatato che nell'archivio non erano fisicamente presenti immagini che visivamente

potessero dare un'impressione di similarità cromatica con l'immagine scelta. In altre, invece, è stato notato che l'ordine delle immagini presentate nel risultato non coincideva con l'ordine che avrebbe prodotto un occhio umano, o almeno, quello che avrebbe prodotto il mio occhio! Quest'ultimi episodi sono comunque da me ritenuti abbastanza naturali alle luce di due considerazioni. Per prima cosa dobbiamo sempre considerare che il cervello, anche se tenta di osservare un'immagine cercando di astrarre le sue forme e concentrandosi solo sui colori, resta sempre condizionato dalla scena che vede, dalle fisionomie che vengono impresse dalla collocazione spaziale dei colori osservati. In virtù di ciò è quindi possibile osservare due immagini che per l'occhio non hanno similarità cromatica solo per il fatto che una presenta un certo numero di pixel dello stesso colore tutti adiacenti, mentre nell'altra sono invece distribuiti in gruppi numericamente inferiori e spazialmente distanti. In queste condizioni è naturale che l'occhio avverta in modo significativo la loro presenza nella prima immagine, ma non nella seconda.

In secondo luogo dobbiamo tener presente che, oltre al fatto appena descritto, non è sempre possibile, benché siano utilizzati i coefficienti di similarità, effettuare un confronto che ordini le immagini collocando in maniera sempre perfetta quelle dove compare un colore che non ha nessuna relazione con i colori dell'immagine di riferimento. La ricerca riportata in figura 4.6 mostra proprio una situazione di questo genere. Se per la seconda immagine presente nei risultati possiamo riconoscere il marrone del palazzo come colore molto simile a quello del tetto del gazebo a lato della piscina, non abbiamo riscontro nell'immagine di riferimento del rosso scuro presente nella terza e quinta immagine, dove una è parte dell'altra. Questo è quindi un chiaro esempio di come si possono manifestare le situazioni appena descritte. Ciò non deve essere comunque catalogato come un caso frequente e, inoltre, spero siano stati ben esposti i motivi che possono portare ad avere un risultato di questo tipo, oltre alla presa di coscienza che confrontando il solo contenuto cromatico delle immagini queste situazioni possono verificarsi.

CONFRONTA CON TUTTE LE IMMAGINI
3 - Risultato del confronto

IMMAGINE E PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER LA QUERY DI CONFRONTO





Immagine QUERY:
 varie_8.gif
 Galleria: VARIE

☐

Confronta

Nome: varie_8.gif
 Formato: gif
 Larghezza: 300 pixel
 Altezza: 243 pixel
 Dimensioni: 44 KB
 Aspect Ratio: LANDSCAPE
 Tolleranza scelta:


IMMAGINI CHE HANNO SODDISFATTO LA QUERY DI CONFRONTO



1: boschi_3_1.jpg
 Galleria: BOSCHI
 Distanza: **0.01336**

☐


Confronta



2: varie_5.jpg
 Galleria: VARIE
 Distanza: **0.02057**

☐


Confronta



3: varie_9_1.png
 Galleria: VARIE
 Distanza: **0.02101**

☐


Confronta



4: boschi_6.jpg
 Galleria: BOSCHI
 Distanza: **0.02190**

☐


Confronta



5: varie_9.jpg
 Galleria: VARIE
 Distanza: **0.02372**

☐

Confronta



6: boschi_3.jpg
 Galleria: BOSCHI
 Distanza: **0.03008**

☐

Confronta

Figura 4.6 - Una ricerca che presenta anomalie nei risultati

Possiamo ritenere di aver esaurito la descrizione delle prove pratiche di utilizzo dell'applicazione. Ovviamente, i risultati che possono essere osservati effettuando direttamente delle ricerche tramite Image-Compare, forniranno una visione più completa di ciò che è stato cercato di mettere in evidenza in questo paragrafo.

4.2 - Interventi effettuati per aumentare le prestazioni.

Abbiamo già premesso che parlando di aumento delle performance dell'applicazione intendiamo riferirci a quei miglioramenti che possono essere introdotti per diminuire i tempi di elaborazione. In questo paragrafo parleremo di alcuni accorgimenti presi per ridurre i tempi necessari allo svolgimento di alcune delle elaborazioni previste dall'applicazione.

Nel secondo capitolo abbiamo già esposto il percorso che ci ha condotto alla definizione della funzione “confronto”, attualmente utilizzata per eseguire le prove fino ad ora descritte. Siamo partiti da una versione della funzione che produceva dei tempi di elaborazione inaccettabili e, in seguito ad opportune modifiche strutturali, siamo giunti alla versione attuale, la quale riesce a fornire i risultati in un tempo che non può essere considerato ottimo, ma che comunque accettabile lo è. La funzione finale, per produrre i risultati con i tempi di elaborazione rilevati attualmente, è stata oggetto di un'altra modifica, oltre a quella strutturale che ha visto l'introduzione del cursore. Questa modifica la possiamo definire fisiologica in quanto consiste nella classificazione della funzione come funzione STABLE. Una funzione scritta in PL/pgSQL può essere classificata in tre modi: VOLATILE, IMMUTABLE e STABLE. Il primo modo è la definizione attribuita di default ad ogni funzione creata, se non è specificata una classificazione diversa. La classificazione serve per fornire all'ottimizzatore delle informazioni riguardo a quello che sarà il comportamento di una funzione. In sostanza una funzione di tipo VOLATILE può effettuare qualsiasi operazione, comprese le modifiche al database. Inoltre una funzione di questo tipo contempla il fatto di restituire risultati diversi per chiamate successive fatte con argomenti uguali. Questo comporta che una funzione di tipo

VOLATILE, quando necessario ai fini dell'elaborazione, deve sempre rivalutare ogni singola riga estratta dal database, allo scopo di controllare se qualche variazione effettuata può determinare una variazione nel risultato della propria computazione. In questo contesto operativo l'ottimizzatore del DBMS non può fare nessuna assunzione sul comportamento della funzione per ottimizzare le varie chiamate che una funzione VOLATILE può fare nei confronti del database.

Una dichiarazione di tipo STABLE non consente invece di effettuare modifiche al database, però fornisce un'indicazione all'ottimizzatore sul fatto che chiamate successive fatte con i soliti argomenti devono fornire gli stessi risultati. Premettendo che una dichiarazione di tipo IMMUTABLE è molto simile ad una di tipo STABLE, posso dire che nel caso della funzione confronto definire la funzione STABLE è una scelta che permette al DBMS, tramite l'ottimizzatore, di ridurre sensibilmente il tempo di elaborazione. Passando da una classificazione VOLATILE a STABLE abbiamo notato che i tempi di esecuzione si sono ridotti all'incirca del 16%, passando da una media di 25 secondi a una di 21 per ogni ricerca effettuata confrontando tutte le immagini presenti nell'archivio (86 immagini in questo caso).

Appurato questo fatto, possiamo dire che con gli strumenti adesso a disposizione non è possibile fare ulteriori interventi che possano diminuire i tempi impiegati da PostgreSQL per effettuare le ricerche. Prima di procedere alla conclusione di questa trattazione dobbiamo rendere noto un ultimo intervento fatto per diminuire dei tempi di elaborazione. In questo caso ci stiamo riferendo ai tempi impiegati dall'applicazione per effettuare la mappatura di un'immagine, quindi in fase d'inserimento dei dati e non durante la fase di elaborazione del risultato.

Siamo già a conoscenza del fatto che questi tempi sono direttamente proporzionali alle dimensioni dell'immagine da sottoporre al processo di mappatura e al numero di colori presenti nella mappa: se crescono queste due grandezze, aumenta anche il tempo necessario per effettuare la mappatura. Abbiamo inoltre evidenziato che la natura dei colori incontrati nell'immagine originale può influenzare in modo aleatorio il tempo impiegato per la mappatura, anche se per immagini reali è stato

rilevato che i tempi impiegati mediamente, per immagini di pari dimensione, si attestano sui soliti valori, testimoniando che nei casi reali le distribuzioni di colori non presentano quasi mai delle caratteristiche catalogabili come situazioni limite.

L'intervento che ha permesso di guadagnare qualcosa in questa fase è basato su una constatazione geometrica. La funzione che decide quale è il colore della mappa con cui mappare un pixel (*Color*) è sicura di fare una scelta corretta o quando individua un colore nella mappa identico a quello originale del pixel, oppure quando ha scorso tutti i colori della mappa e conosce quindi con certezza quello a distanza minima. In realtà esiste un altro caso in cui la funzione può essere certa di aver individuato il colore giusto senza dover scorrere e controllare la distanza di tutti quelli successivi. Se calcoliamo la distanza minima rilevata tra due colori presenti nella mappa, che possiamo chiamare nell'occasione "DistMin", ogni singolo colore della mappa sarà sicuramente a distanza minima da qualsiasi generico colore RGB contenuto in una sfera centrata nel punto identificato dalle coordinate del colore della mappa e di raggio pari alla metà di "DistMin". Questo significa che se la distanza tra il colore del pixel originale e quello della mappa candidato alla scelta è strettamente minore della metà di "DistMin", posso affermare con certezza che quel colore è quello giusto, poiché non può esistere un altro colore della mappa a distanza inferiore. Questo accorgimento ha prodotto una diminuzione del tempo impiegato a mappare un'immagine, benché tale diminuzione non sia però risultata molto consistente ed anche difficilmente quantificabile. Facendo delle prove d'inserimento, in alcuni casi, dopo l'introduzione di questo accorgimento, è stato rilevato un abbassamento del tempo impiegato ad inserire l'immagine, mentre in altri non c'è stato alcun miglioramento rilevante. I motivi che determinano la manifestazione di questa diversità di comportamento sono completamente riconducibili a due cose: il basso valore di DistMin e l'aleatorietà dei colori presenti in un'immagine. Resta comunque il fatto oggettivo che l'introduzione di quest'ulteriore controllo, volto ad individuare il giusto colore della mappa con cui effettuare la sostituzione del colore originale dell'immagine, in alcuni casi porta dei benefici, mentre nei casi peggiori, rispetto alla stessa operazione effettuata senza questo controllo, lascia i tempi di

elaborazione invariati. In definitiva possiamo quindi concludere che, così facendo, mediamente, una diminuzione del tempo di mappatura è stata ottenuta.

4.4 - Conclusione

In questa tesi abbiamo risolto il problema di come effettuare l'archiviazione e la ricerca di dati di tipo strutturato tramite query utilizzando PostgreSQL, trattando nello specifico il caso delle immagini e affrontando tutti i problemi che nascono effettuando delle ricerche che sfruttano il solo contenuto cromatico delle immagini per valutare la loro similarità. Abbiamo constatato in quest'ultimo capitolo che le scelte fatte hanno prodotto un'applicazione che soddisfa le esigenze che ci hanno spinto alla sua creazione. L'unico aspetto di rilievo che può essere senz'altro migliorato è quello relativo alle tempistiche con le quali l'applicazione effettua le sue operazioni principali. In virtù di ciò e per quanto detto in conclusione del secondo capitolo, il passo successivo da compiere, potrebbe essere quindi proprio quello di implementare le strutture e gli algoritmi necessari per indicizzare il tipo di dato vettore secondo le necessità di questa applicazione, in modo tale da renderla ottimizzata al massimo, anche in termini di tempi di elaborazione.