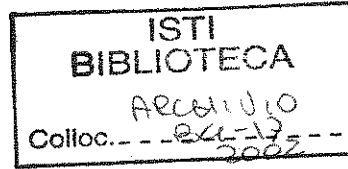


84-13

2002



**Estrazioni di meta-informazioni di tipo geografico
basata su reti neurali : studio preliminare**

Maria Grazia Di Bono, Andrea Galligani

Introduzione

L'attività condotta, si inserisce nel contesto del progetto riguardante la realizzazione di un Geo-data Server (GDS) per la conservazione e consultazione in linea dei dati geografici ottenuti nelle campagne antartiche, nell'ambito del piano poliennale del Programma Nazionale di ricerche in Antartide.

Essa ha portato ad uno studio preliminare di un approccio, basato sulle reti neurali, in grado di consentire la realizzazione di alcuni tipi di query sui metadati più generiche ed imprecise, rispetto a quelle realizzabili attraverso l'uso della già disponibile interfaccia d'interrogazione del Geo-Data Server. In Sostanza si è studiata la possibilità di utilizzare una rete neurale in grado di consentire la ricerca di metadati correlati a dei metadati iniziali, attraverso il riconoscimento di immagini simili ad essi associate, nel dataset di metadati memorizzati nel DISCO-SERVER.

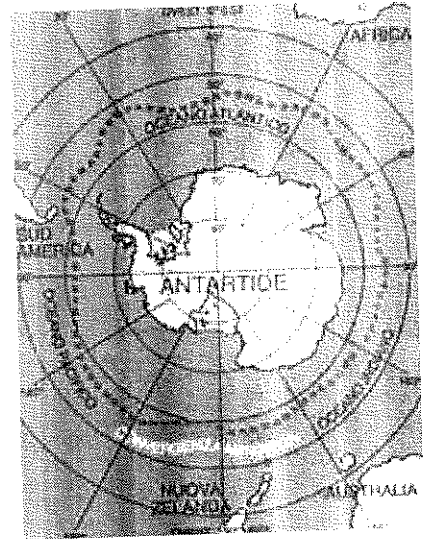


Figura 1. Cartina dell'Antartide

Verrà quindi illustrata brevemente l'architettura del Geo-Data server, ponendo particolare attenzione alla struttura e agli obiettivi delle funzionalità del DISCO-SERVER. In dettaglio saranno poi esaminate le funzionalità dell'interfaccia di interrogazione del GDS per passare successivamente all'analisi dello studio riguardante il sistema di riconoscimento di immagini basato sull'uso di reti neurali. Tale approccio potrebbe essere utilizzato per una iniziale progettazione, realizzazione e test di un tool separato, con la successiva possibilità di integrare eventualmente tale componente nel modulo di interfaccia dell'interrogazione del Geo-Data Server.

L'architettura del Geo-Data Server

L'architettura del Geo-Data Server è composta da due entità :

- Il **GIS** : sistema per la memorizzazione dei datate e dei dati che li compongono
- Il **DISCO-SERVER** : sistema per la memorizzazione, la gestione e l'interrogazione del catalogo dei metadati

La struttura di questa architettura è motivata dalla volontà di voler distinguere l'archivio che

contiene effettivamente i dati i dati, da quello che contiene le informazioni (metadati) necessarie per la loro ricerca.

Gli obiettivi del DISCO-SERVER

I ruoli principalmente svolti dal DISCO-SERVER sono :

- Funzionare da filtro alle richieste dell'utente
- Consentire una ricerca dei dati dettata dalle esigenze dell'utente
- Consentire una riorganizzazione dinamica dei dati con l'obiettivo di renderli più agilmente rintracciabili, senza che abbia alcun effetto sul sistema GIS che li ospita

La funzione di filtro alle richieste dell'utente consiste nella possibilità di scoprire delle risorse di informazione interagendo con un modello descrittivo dei dati contenuti nel GIS. Il tutto consente una ricerca delle informazioni geografiche come se si trattasse di informazioni di un qualunque tipo. Una volta accertata la presenza del dato cercato, l'utente può scaricare il dato direttamente via rete.

Le esigenze dell'utente sono state tenute presenti con la realizzazione di un'interfaccia che per quanto possibile assecondi le conoscenze e competenze dell'utente, per aiutarlo nell'inserimento dei dati per le operazioni di ricerca.

Con l'espressione *riorganizzazione dinamica dei dati*, si intende il fatto che l'organizzazione dei dati e dei dataset in collezioni, non è assolutamente legata ai dati e ai dataset contenuti nel GIS, ma è una struttura costruita interamente sui metadati contenuti nel DISCO-SERVER.

La struttura del DISCO-SERVER

Il DISCO-SERVER è quella parte del Geo-Data Server che si occupa della memorizzazione e gestione del catalogo dei metadati e di fornire una interfaccia web per la gestione delle interrogazioni da parte dell'utente.

Esso è composto da due sottosistemi :

- Il database management system contenente i metadati

- Il sistema di interfaccia

Il database management system è il sistema con cui l'utente interagisce nella fase di interrogazione e ricerca dei dati, mentre il GIS ed i database ivi contenuti entrano in gioco solo nel momento in cui l'utente decide di scaricare uno o più dati.

Il sistema di interfaccia è quel sistema che funziona da filtro alle richieste dell'utente e si compone di :

- Un modulo di interfaccia utente
- Un modulo di visualizzazione delle collezioni
- Un modulo di visualizzazione dei metadati

Il primo è il modulo di interfaccia dell'interrogazione e fornisce all'utente gli strumenti per l'inserimento dei vari parametri che caratterizzano i dati :

- Collezione
- Area geografica
- Intervallo temporale
- Parole chiave
- Testo libero

Il modulo di visualizzazione delle collezioni, si occupa della costruzione di pagine HTML dinamiche per la visualizzazione dei metadati delle collezioni, fisicamente situati nell'apposito database sottoforma di record di tabelle.

Il modulo di visualizzazione dei metadati ha il compito di esporre all'utente i metadati relativi a tutti i dataset che rispondono all'interrogazione da esso effettuata. Questo comporta la gestione non del singolo metadato, come nel caso delle collezioni, ma di un insieme di metadati.

Infine, tra i compiti del modulo c'è anche quello di preparare lo scaricamento dei dati dal GIS. Questo non è solo un semplice sistema di archiviazione e gestione dei dati, ma permette di effettuare delle operazioni su tali dati, prima che questi vengano inviati, con il compito di fornire al richiedente tutti e soli i dati cui esso è interessato.

Cenni sull'interfaccia di interrogazione del Geo-Data Server

L'interfaccia del Geo-Data Server è composta da una serie di pagine WWW e permette l'inserimento da parte dell'utente delle informazioni che compongono la query al database dei metadati.

Si possono brevemente descrivere le singole pagine che compongono l'interfaccia, al fine di metterne in evidenza le funzionalità. Per dettagli sull'interfaccia si rimanda alla nota interna [5].

Blocco discipline

Il blocco Discipline ha lo scopo di permettere all'utente di navigare attraverso la struttura introdotta dalle collezioni e dalle relative sottocollezioni, secondo cui sono stati classificati i dati.

Le collezioni scelte sono le discipline di studio a cui i dati possono essere riportati. Il loro scopo è quello di permettere all'utente l'individuazione di un primo sottoinsieme di dati, magari abbastanza ampio, che offra una base di partenza per una ricerca che poi sfrutta le altre funzionalità del sistema. E' poi riportato per ognuna delle discipline visualizzate, il numero dei dati che ad essa appartengono.

Blocco Tipo di dati

Questo blocco permette, attraverso un numero molto limitato di controlli, la semplice selezione del tipo di dato a cui l'utente è interessato. I dati attualmente previsti sono di tre tipi:

- Layer
- Mappe
- Immagini satellitari

Blocco foglio IMW

Per la realizzazione del blocco Foglio IMW è stata utilizzata una mappa sensibile che, per sua natura, è invisibile. Quest'inconveniente è stato aggirato utilizzando una mappa dell'Antartide e mostrando il codice del foglio dell'International Map of the World (IMW) su cui il cursore del mouse passa. Il blocco offre, mediante la presentazione di ulteriori carte, la possibilità di selezionare parti di un foglio.

Blocco selezione coordinate zona

Questo blocco utilizza un applet Java per permettere all'utente di selezionare in modo visuale una zona geografica dell'Antartide. E' possibile selezionare la zona utilizzando il mouse e si forniscono

per la scelta effettuata le coordinate nelle caselle di testo sottostanti. Un'alternativa è quella di inserire manualmente le coordinate selezionando automaticamente la zona sulla mappa.

Blocco località geografica

Tale blocco permette la selezione della zona geografica d'interesse utilizzando il nome della località. I nomi delle varie località sono presi direttamente dal DISCO-SERVER, leggendo i relativi campi dei metadati, collocati in una lista apposita.

Blocco scala

Questo blocco permette di indicare a quale fattore di scala l'utente è interessato, ovviamente può essere applicata solo a quei tipi di dati per cui la scala ha un senso (non alle immagini da satellite).

Blocco periodo temporale

Questo blocco permette di specificare a quale lasso di tempo i dati che l'utente cerca devono fare riferimento. Ci sono due applet Java per la selezione guidata della data, che permettono di impostare i seguenti valori :

- *Bifore*
- *After*
- *From-to*
- *Any*

E' anche possibile includere nel risultato della ricerca quel dataset che presenta il metadato "data di interesse" non definito.

La parte destra della scheda prevede la selezione di diverse opzioni:

- Data Time reference
- Metadata References, che applica il periodo di tempo impostato ad uno dei campi data del dataset da scegliere tra :
 - *Entry date*
 - *Last check date*
 - *Future review dsate*

Blocco proiezione (solo mappe)

Questo blocco permette di indicare a quale proiezione l'utente è interessato. La pagina presenta una lista delle proiezioni disponibili per selezionare quella o quelle desiderate.

Blocco parole chiave

Tale blocco mostra una lista di parole chiave disponibili ed un'altra per quelle selezionate ed una serie di pulsanti al centro per operazioni di selezione, cancellazioni di tali parole. Si può scegliere se il dataset ricercato deve contenere tutte le parole chiave selezionate o solo alcune e cercare dei sinonimi nelle parole chiave.

Blocco testo libero

Questo blocco permette di specificare un testo in formato libero, che è ricercato in una serie di campi. I campi in cui cercare sono quelli selezionati dalle relative caselle elencate nella parte bassa della scheda.

Blocco pagina dei risultati

Tale blocco, oltre ad elencare i risultati trovati, permette anche di sfruttare le possibilità di elaborazione del GIS, quali ad esempio operazioni di estrazione dei dati da quelli esistenti, modifica delle proiezioni utilizzate, scaricamento dei dati risultanti da tali operazioni.

Studio preliminare sulla ricerca di immagini simili in un database, basato sulle reti neurali

L'obiettivo di questo studio è quello di permettere la realizzazione di alcuni tipi di interrogazioni del Geo-Data Server, che non possono essere espresse attraverso il *modulo dell'interfaccia d'interrogazione*, così come è stato progettato e realizzato in lavori precedenti, utilizzando un tipo di approccio basato sull'uso di reti neurali artificiali (ANN).

L'idea di fondo si basa sulla possibilità delle reti neurali artificiali di riconoscere e di effettuare un matching tra le immagini (in formato GIF o JPEG), relative ad fotografie satellitari, come si vede in figura 2, o riguardanti i diversi tipi di discipline (biologia, fisica, meteorologia, geologia, oceanografia etc.), memorizzate, come previe, in una particolare area del DISCO-SERVER, in modo da effettuare la ricerca, nel database di immagini, di tutte le immagini simili a quella di partenza.

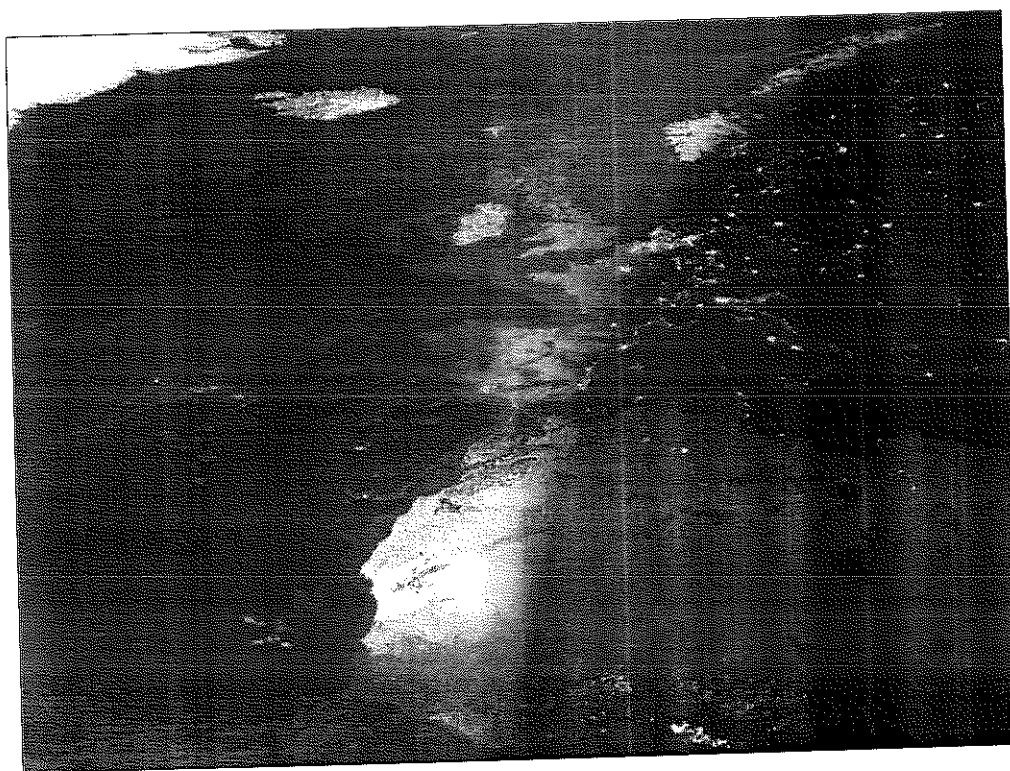


Figura 2. Immagine satellitare di Africa ed Europa all'alba.

In dettaglio, partendo da un'immagine iniziale, le cui caratteristiche sono descritte da alcuni metadati e a cui è associata una serie di altri metadati, l'utente potrebbe volere cercare altre meta-informazioni correlate in qualche modo ai metadati di partenza, per studiare ad esempio l'evoluzione ed i cambiamenti subiti nel tempo dall'oggetto in esame e raccogliendo il maggior numero possibile di informazioni ad esso correlate.

Quindi l'obiettivo conseguito è l'estrazione di metadati correlati a quelli di partenza attraverso la ricerca di immagini loro associate nel dataset di metadati contenuto sul DISCO-SERVER. Tali immagini sono descritte da una serie di *features* codificate come metadati.

La rete neurale studiata in questa fase iniziale, appartiene alla famiglia di reti autoorganizzanti non supervisionate (Self-Organizing Maps), che sono risultate molto utili per le loro proprietà di *clustering* e di classificazione. Essa, in seguito alla fase di allenamento, è in grado di selezionare da un dataset di immagini, quelle con caratteristiche più simili (istogramma del colore, alcune caratteristiche invarianti per rotazione e traslazione) all'immagine di partenza, fornendo quindi un insieme di informazioni (metadati) associate a ciascuna immagine selezionata nella ricerca effettuata.

In sostanza la rete neurale (SOM) si occupa della gestione delle correlazioni tra i metadati gestiti dal DISCO-SERVER e potrebbe essere inizialmente sviluppata e testata in un tool separato, per poi essere eventualmente integrata nel *modulo dell'interfaccia di interrogazione*, progettato e realizzato in lavori precedenti effettuati presso l'ISTIL.

Di seguito è riportata una descrizione più dettagliata dell'approccio considerato, che si può essenzialmente suddividere in tre fasi :

- Estrazione delle Features associate alle immagini del dataset
- Inizializzazione ed allenamento della SOM
- Classificazione delle immagini del dataset

Estrazione delle Features

Poiché le immagini del database sono collocate sul GIS, sarebbe molto oneroso scaricare il dato ogni qual volta si è interessati ad una ricerca per similitudine di immagini. Pertanto, l'idea di fondo si basa sulla costruzione di altri metadati che descrivono le immagini del dataset, attraverso un meccanismo di estrazione delle features associate a ciascuna immagine.

Interessanti sono risultate le *Invariant Features* [1,2,3], ossia delle caratteristiche dell'immagine che rimangono inalterate sotto l'effetto di gruppi di trasformazione, ad esempio rotazioni e traslazioni dell'immagine o di sue parti. Lo scopo è quello di riconoscere immagini simili, quindi diversi oggetti all'interno di una immagine, senza bisogno di effettuare operazioni di preprocessing sull'immagine, come ad esempio la segmentazione. In aggiunta, si potrebbe considerare come ulteriore caratteristica l'istogramma del colore associato a ciascuna immagine o parte di immagine.

In dettaglio, per l'estrazione di features invarianti, il procedimento matematico di base può essere riassunto nel modo seguente:

Sia $M = \{M(i, j)\}, 0 \leq i < N, 0 \leq j < M$ un'immagine di valori di grigio, dove $M(i, j)$ rappresenta il valore di grigio del pixel di coordinata (i, j) .

Sia G un gruppo di trasformazione con elementi $g \in G$ che agiscono sull'immagine.

Per un'immagine M ed un elemento $g \in G$ del gruppo di trasformazioni, l'immagine trasformata è denotata da gM .

Se $g \in G$ è una rotazione più una traslazione, la trasformazione può essere espressa nel seguente modo :

$$(gM)(i, j) = M(k, l)$$

con

$$\begin{pmatrix} k \\ l \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i \\ j \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_0 \\ t_1 \end{pmatrix}$$

Una feature invariante deve soddisfare la seguente :

$$F(gM) = F(M) \forall g \in G$$

Per una immagine M ed una funzione $f(M)$, è possibile costruire delle features integrando $f(gM)$ sul gruppo di trasformazione G , nel seguente modo :

$$A[f](M) = \frac{1}{|G|} \int_G f(gM) dg = \frac{1}{2\pi NM} \int_{t_0=0}^N \int_{t_1=0}^M \int_{\varphi=0}^{2\pi} f(gM) d\varphi dt_1 dt_0 \quad (1)$$

Per capire meglio il significato della (1), possiamo fare il seguente esempio.

Data la funzione $f(M) = M(0,0)M(1,0)$ si ha :

$$A[f](M) = \frac{1}{2\pi NM} \int_{t_0=0}^N \int_{t_1=0}^M \int_{\varphi=0}^{2\pi} M(t_0, t_1) M(\cos \varphi + t_0, \sin \varphi + t_1) d\varphi dt_1 dt_0$$

Inizialmente si considera l'integrale interno su φ . Quando φ varia tra 0 e 2π , le coordinate date descrivono il punto (t_0, t_1) ed un cerchio di raggio uno attorno a questo punto. Questo vuol dire che dobbiamo fare i prodotti tra il punto centrale e tutti i punti del cerchio e poi sommare tutti questi prodotti. La rimanente parte dell'integrale su t_0, t_1 , significa semplicemente che il punto centrale deve essere fatto variare in modo da coprire l'intera immagine.

Poiché una immagine può essere rappresentata da una griglia discreta di pixel, t_0, t_1 sono scelti come interi e l'angolo φ deve essere fatto variare in passi discreti, quindi l'estrazione di una caratteristica invariante può essere calcolata in due passi :

- Per ogni pixel è valutata una funzione locale, che dipende solamente dai valori di grigio di uno specifico intorno del pixel considerato (\sum_{φ} nella (2))
- Si sommano, facendone una media, tutti i risultati intermedi delle computazioni locali (\sum_{t_0, t_1} nella (2))

Da questi due passi si ottiene la seguente :

$$A[f](M) = \frac{1}{PNM} \sum_{t_0=0}^{N-1} \sum_{t_1=0}^{M-1} \sum_{\varphi=0, \varphi+=2\pi/P}^{2\pi(1-1/P)} f(gM) \quad (2)$$

Accanto a questo tipo di features, si può continuare a considerare l'*istogramma del colore*, che ha sempre portato a buoni risultati nel campo del recupero automatico di immagini o ancora altre caratteristiche quali *texture distribution*, *localized color*, o caratteristiche derivanti da intorni locali a ciascun punto.

Una volta estratte le features che codificano ciascuna immagine, tali informazioni possono essere registrate al momento dell'inserimento dei metadati sul DISCO-SERVER, e possono essere utilizzate per l'allenamento della SOM e quindi per la successiva classificazione delle immagini del dataset allo scopo di recuperare un certo numero di immagini simili a quella di partenza.

Costruzione ed allenamento della SOM

La topologia della rete neurale considerata è quella di una mappa bidimensionale, come si vede in figura 3. Il numero di neuroni che costituiscono il lattice bidimensionale (N) è da stimare come un numero significativo delle differenze più evidenti tra tutte le immagini del dataset, ossia N non deve essere molto piccolo altrimenti si rischia di formare pochi cluster e quindi di classificare come simili delle immagini che in realtà non presentano un elevato grado di similitudine. Al contrario, N

non deve essere troppo grande perché nonostante ciò consenta di creare più cluster, si rischia di trovare un numero troppo piccolo di immagini simili. Inoltre lo svantaggio sta nella maggiore complessità del calcolo che è strettamente collegata al numero di neuroni della rete, oltre che al numero di immagini del dataset di riferimento.

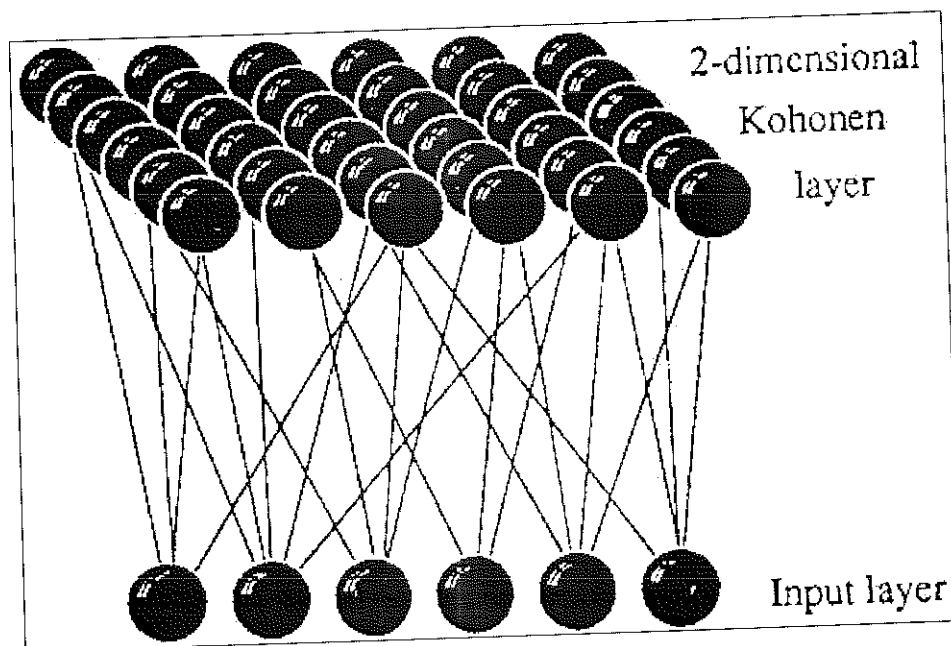


Figura 3. Mappa bidimensionale di una SOM.

I pattern di input alla rete sono costituiti dai vettori di features relativi a ciascuna immagine del dataset.

Per l'allenamento della rete si devono seguire i seguenti passi :

- Creazione di un insieme di esempi di allenamento
- Allenamento della rete secondo la strategia *winner-takes all*

L'insieme di allenamento sarà composto da un insieme di vettori di caratteristiche di ciascuna immagine scelta dal dataset. Supponendo di avere a disposizione un dataset di 1000 immagini, si possono selezionare un sottoinsieme di queste (ad esempio 300), in modo da poter fare apprendere alla rete una classificazione adeguata ed utilizzare le rimanenti immagini del dataset (700) per la successiva fase di test.

Per dettagli sull'algoritmo di allenamento della SOM, si rimanda alla nota interna [4].

Dopo la fase di allenamento, la SOM ha formato dei *cluster* di una certa dimensione, che sono in grado di rappresentare le diverse classi di caratteristiche che descrivono le immagini del dataset.

Ad ogni immagine, ossia ad ogni vettore di caratteristiche ad essa associato, corrisponderà un cluster che può essere identificato da un neurone della rete e da un suo intorno, definito attraverso una misurazione della massima distanza tra il neurone centroide del cluster e gli altri neuroni ivi appartenenti.

Classificazione delle immagini del dataset

La fase di classificazione si scompone nei seguenti passi :

- Si classifica l'immagine iniziale, trovando quindi il suo cluster di appartenenza
- Per ogni immagine del dataset, si trova il proprio cluster di appartenenza
- Si selezionano quindi tutte e sole le immagini che appartengono allo stesso cluster dell'immagine iniziale e si visualizzano in ordine di similitudine, tenendo conto della misura di distanza tra il neurone eccitato dall'immagine iniziale e quello eccitato dall'immagine corrente

Se l'allenamento è stato eseguito tenendo conto, nella scelta dell'insieme di apprendimento, delle diversità delle immagini a disposizione nel dataset, la rete sarà in grado di classificare le immagini in modo corretto, presentando i risultati in ordine di similitudine trovata.

Appendice A

Formato Standard di metadato adottato : CEN/TC 287

Il CEN/TC 287 è un gruppo di lavoro dell' European Standard Organization, che si occupa della preparazione di quello che dovrebbe diventare lo standard di metadato di quello che dovrebbe diventare lo standard di metadato della Comunità Europea e che è noto anch'esso col nome di CEN/TC 287.

L'informazione fornita dallo standard CEN/TC 287 risulta essere suddividibile nelle seguenti sezioni :

- **Informazione d' identificazione del dataset (dataset identification)** atte a consentire una chiara identificazione del dataset.
- **Informazioni riassuntive del dataset (dataset overview)**, atte a dare una descrizione del dataset.
- **Informazioni che danno una stima della qualità del dataset (dataset quality elements)** , atte a consentire, agli utenti ed ai produttori di dati, una valutazione su quanto efficientemente il dataset aderisce al suo iniziale nominal round.
- **Informazioni sul sistema di riferimento spaziale (spatial reference system)**, atte a dare una descrizione di come gli oggetti geografici sono sistemati all'interno dello spazio. Questo comporta naturalmente la descrizione del sistema di riferimento spaziale. Tale sistema può essere sia *diretto*, ossia basato su un sistema di coordinate, sia *indiretto*, ossia basato su un qualunque sistema diverso da quello a coordinate (ad esempio città, paese, comune). Un dataset può contenere oggetti riferiti da molteplici sistemi di riferimento sia diretti sia indiretti.
- **Informazioni sull'estensione (extent)**. I dataset geografici variano nell'estensione planare, verticale e temporale. Le informazioni di questo gruppo descrivono le diverse dimensioni dell' estensione di un dataset.
- **Informazioni sulla definizione dei dati (data definition)**, atte a consentire un facile confronto tra i dati di dataset diversi. Poiché i diversi oggetti geografici possono essere definiti in diversi modi nei diversi dataset, per consentirne il confronto, tali dati devono essere forniti descrivendo le seguenti caratteristiche degli oggetti geografici:
 - *Tipo dell'oggetto* : usata per distinguere tra due classi di oggetti geografici
 - *Attributi* : usate per distinguere due oggetti geografici appartenenti alla stessa classe
 - *Associazioni* : usate per descrivere relazioni tra classi di oggetti
- **Informazioni sulla classificazione (classification)**. I dati di un dataset possono essere classificati in base al loro tipo, quindi i tipi degli oggetti e degli attributi di un dataset possono essere descritti in un sistema di classificazione, in cui questi possono essere parte di

una o più gerarchie. Dove è possibile fornire una classificazione gerarchica dei tipi degli oggetti e degli attributi, questa deve essere data nella forma di un tesauro con un certo numero di elementi. La presenza di un tesauro in un dataset comporta che vengano fornite alcune particolari informazioni sul tesauro e su ogni suo elemento.

- **Informazioni di carattere amministrativo** (*administrative metadata*), informazioni relative a come e dove un dataset è tenuto e come può essere trasferito. I dati richiesti riguardano anche la distribuzione del dataset, ossia le restrizioni d'uso, il copyright etc..
- **Informazioni sui riferimenti ai metadati** (*metadata reference*), ossia le informazioni circa i metadati stessi.

Elementi del metadato CEN/TC 287

Campo, <i>Sezione</i> o <i>sottosezione</i>	Descrizione	Limitazioni	Cardinalità	Tipo
Dataset Identification		<i>M</i>		
Dataset Title	Il nome, univoco all'interno dei possedimenti dell'organizzazione proprietaria, del dataset	M	1	string
Alternative Title	Nome, o nomi, alternativi del dataset	O	N	string
Abbreviated Title	Nome in breve del dataset	O	1	string
Dataset Overview		<i>M</i>		
Abstract	Breve descrizione del dataset, atta a dare una descrizione del contenuto del dataset	M	1	string
Purpose of Production	Sommario delle intenzioni che hanno portato allo sviluppo del dataset	M	1	string
Usage	Lista di applicazioni in cui è stato impiegato il dataset. Queste applicazioni includono: organizzazioni che hanno usato il dataset, tipi d'utilizzo sperimentato, vincoli o restrizioni imposte o incontrate durante l'uso, data d'uso.	M	1	string

Campo, <i>Sezione</i> o <i>sottosezione</i>	Descrizione	Limitazioni	Cardinalità	Tipo
Spatial Reference System Type	Dati riguardanti la posizione degli oggetti geografici. Essa può essere esplicitamente espressa per mezzo di un sistema a coordinate, oppure può essere implicitamente espressa per mezzo di un sistema di riferimento spaziale indiretto (come per esempio un indirizzo postale)			

Spatial Sub_Schema Type	Tipo del sotto schema spaziale del dataset. Per esempio: spaghetti, rete, grafo planare, ecc.	M	N	string
Dataset Language	Linguaggio, o linguaggi, e l'insieme di caratteri usati nel dataset.	M	1	string
Document Reference	Riferimento/i ad un'ulteriore documentazione sul dataset, incluso il linguaggio della stessa.	O	1	string
Sample	Esempi presi dal dataset e rappresentativi dell'intero dataset (es. un grafico di browsing).	O	N	file raster o vettoriali
Dataset Quality Element		M		
Source	Sommario dei processi a cui il dataset è stato sottoposto	M	1	string
Overall Positional Accuracy	Sommario dell'accuratezza della posizione geografica degli oggetti entro il dataset, confrontata con il nominal ground del dataset.	M	1	string
Overall Thematic Accuracy	Sommario dell'accuratezza delle proprietà tematiche degli oggetti nel dataset.	M	1	string
Overall Temporal Accuracy	Sommario dell'accuratezza delle proprietà temporali registrate per gli oggetti nel dataset.	M	1	string
Overall Logical Accuracy	Sommario del grado di conformità del dataset, confrontato con il suo nominal ground nel rispetto dei vincoli definiti nel suo schema d'applicazione.	M	1	string
Overall Completeness	Sommario del grado di conformità del dataset, confrontato con il suo nominal ground nel rispetto della presenza di oggetti ed istanze di associazioni e proprietà.	M	1	string
<i>Spatial Reference System</i>		<i>M</i>		
<i>Indirect Spatial Reference System</i>		<i>O</i>		
Type of Indirect Spatial Reference System	Sistema di riferimento spaziale indiretto in cui i riferimenti alla posizione sono dati (es. municipalità, paese, map sheet).	M	1	string
Reference Date	Data a cui si riferisce il sistema di riferimento spaziale (es. Municipalità dell'Europea come nel "01/01/1991")	O	1	date
<i>Direct Spatial Reference System</i>		<i>O</i>		
Datum	Datum di riferimento	M	1	string
Ellipsoid	Ellissoide di riferimento	M	1	string
Map Projection	Proiezione della mappa	M	1	string
Height Reference System	Il sistema di riferimento per le altezze	M		
Campo, Sezione o sottosezione	Descrizione	Limitazioni	Cardinalità	Tipo
Extent		M		
<i>Currency of Extent Data and Completeness of Dataset</i>		<i>M</i>		
End Date	La data di scadenza dello status e della descrizione dell'extent	M	1	date

Extent Status	Grado d'aderenza del dataset al suo extent finale proposto	M	1	string
<i>Bounding XY</i>		O		
Min XY	I valori minimi per x ed y trovati nel dataset	M	1	point
Max XY	I valori massimi per x ed y trovati nel dataset	M	1	point
<i>Bounding Area</i>		O		
Limitation	L'area coperta dal dataset (definita come area in accordo con prEN 12160)	M	1	area
<i>Geographic Area</i>		O		
Name of Aeral Unit	Nome dell'unità d'area coperta dal dataset	M	N	string
Id Code of Aeral Unit	Identificatore dell'unità d'area coperta dal dataset	M	N	string
Coverage	Indicatore della completezza del dataset per l'unità d'area	M	N	string
<i>Vertical Extent</i>		O		
Minimum Elevation Value	Il minimo valore per la coordinata verticale presente nel dataset	M	1	numeric
Maximum Elevation Value	Il massimo valore per la coordinata verticale presente nel dataset	M	1	numeric
<i>Temporal Extent</i>		O		
From Date	La data prima a cui il dataset corrisponde	M	1	date
To Date	La data ultima a cui il dataset corrisponde	M	1	date
Data Definition		M		
<i>Application Schema Description</i>		<i>M</i>		
Application Schema Id	Stringa di testo che identifica lo schema d'applicazione del dataset	O	1	string
Application Schema Text	Testo che esprime pienamente lo schema d'applicazione del dataset	O	1	string
<i>Object Type</i>		<i>M</i>		
Object Type Name	Stringa di testo che descrive il nome dell'oggetto	M	1	string
Object Type Definition	Descrizione del tipo dell'oggetto o riferimento ad una definizione esistente di fatto o de jure	M	1	string
Object Type Code	Un codice numerico, alfanumerico o mnemonico, preso da una lista di standard di fatto o de jure	M	1	string
Occurrences	Numero stimato d'istanze di oggetti di un particolare tipo entro un dataset	O	1	string
Positional Accuracy	Accuratezza della posizione geografica degli oggetti di un particolare tipo entro il dataset	O	1	string
Campo, Sezione o sottosezione	Descrizione	Limitazioni	Cardinalità	Tipo
Thematic Accuracy	Accuratezza del tipo oggetto degli oggetti di un determinato tipo	O	1	string
Completeness	Grado di conformità del dataset confrontato con il suo nominal ground nel rispetto della presenza di oggetti di un particolare tipo	O	1	string
<i>Attribute Type</i>		<i>O</i>		
Attribute Type Name	Stringa di testo che descrive il tipo dell'attributo	M	1	string
Attribute Type Definition	Descrizione del tipo dell'attributo o riferimento ad una definizione esistente di fatto o de jure	M	1	string

Attribute Type Code	Un codice numerico, alfanumerico o mnemonico o riferimento ad una lista di codici standard esistente di fatto o de jure	O	1	string
Attribute Type Domain	La gamma di valori consentiti per l'attributo oppure riferimento ad uno standard esistente di fatto o de jure	O	1	string
Thematic Accuracy	Accuratezza del tipo dell'attributo e del valore preso dal dominio del tipo dell'attributo degli oggetti nel dataset	O	1	string
Temporal Accuracy	Accuratezza delle proprietà temporali dei dati dell'attributo	O	1	string
<i>Association Type</i>		<i>O</i>		
Association Type Name	Stringa che descrive il tipo dell'associazione	M	1	string
Association Type Definition	Descrizione del tipo della associazione o riferimento ad una definizione standard esistente di fatto o de jure	M	1	string
From Object Type	Tipo d'oggetto associato con un altro da interpretare come "to object type"	M	1	string
To Object Type	Tipo d'oggetto associato con un altro da interpretare come "from object type"	M	1	string
Cardinality	Numero di oggetti associati dal tipo d'associazione (es. nella forma "numero minimo : numero massimo")	M	1	string
Constraints	Restrizioni sul tipo d'associazione	O	N	string
<i>Spatial Characteristics</i>		<i>M</i>		
Geometric Primitive Types	Descrizione delle primitive geometriche usate nel dataset	M	N	enumeration
Topological Primitive Types	Descrizione delle classi di primitive topologiche usate nel dataset	M	N	enumeration
<i>Classification</i>		<i>O</i>		
<i>Thesaurus</i>		<i>M</i>		
Name of Thesaurus	Titolo del thesaurus, sia esso uno standard esistente o un thesaurus specifico dell'applicazione	M	1	string
Thesaurus Administrator	Nome dell'organizzazione o della persona responsabile del mantenimento del thesaurus	M	1	string
<i>Thesaurus Element</i>		<i>M</i>		

Campo, <i>Sezione</i> o <i>sottosezione</i>	Descrizione	Limitazioni	Cardinalità	Tipo
Term	Tipo dell'oggetto, dell'attributo e dell'associazione ad ogni livello di generalizzazione (es. strada, trasporto, copertura di suolo)	M	1	string
Definition	Definizione del termine	M	1	string
Synonyms	Termini equivalenti in significato al termine di <i>Term</i>	M	N	string
Related Term	Termine strettamente relazionato in significato a quello in <i>Term</i> (es. rotta aerea è relazionata ad	M	N	string

	aeroporto)			
Broader Term	Generalizzazione del termine in <i>Term</i> (es. trasporto è la generalizzazione di strada)	M	N	string
Narrower Term	Specializzazione del termine (es. pista ciclabile è una specializzazione di pista)	M	N	string
Picture	Illustrazione grafica del termine	O	1	string
Administrative Metadata		M		
<i>Organization and Organization Rule</i>		<i>M</i>		
Organization Name	Nome dell'organizzazione	M	1	string
Abbreviated Organization Name	Nome abbreviato dell'organizzazione	M	1	string
Organization Address	Indirizzo postale, telefonico, e-mail, numero del fax dell'organizzazione	M	1	address
Alternative Organization Name	Ulteriore nome dell'organizzazione (nello stesso linguaggio del primo o in un linguaggio differente)	O	N	string
Function of the Organization	Descrizione del principale ruolo dell'organizzazione	O	1	string
<i>Point of Contact and Point of Contact Role</i>		<i>M</i>		
Point of Contact Name	Nome della persona che agisce come contatto (referente)	M	1	string
Point of Contact Address	Indirizzo postale, telefonico, e-mail, numero del fax del contatto	M	1	address
Point of Contact Role	Responsabilità personali del referente in relazione al dataset (es.: amministratore tecnico o commerciale del dataset, autore dei metadati ecc.)	M	N	enumeration
<i>Distribution</i>		<i>M</i>		
Prestricions on Use	Vincoli che regolano l'accesso e l'uso del dataset, o altrimenti i copyright	M	1	string
Copyright Owners	L'organizzazione (o le organizzazioni) detentrici dei copyright	M	1	string
Price Information	Dati circa le spese per il dataset, incluso il prezzo unitario e lo sconto possibile	M	1	string
Unit of Distribution	Dati circa il partizionamento geografico e/o tematico del dataset	M	1	string
Data Media	Materiale/i su cui è memorizzato il dataset e da cui può essere recuperato	M	1	enumeration

Campo, Sezione o sottosezione	Descrizione	Limitazioni	Cardinalità	Tipo
Formats	Formati in cui il dataset può essere distribuito	M	1	string
On Line Access	Dati sulla modalità d'accesso on-line al dataset	M	1	string
Order	Dati sulla modalità d'ordinamento del dataset	M	1	string
Support Service	Dati su ulteriori capacità d'elaborazione del dataset offerte dall'organizzazione agli utenti del dataset	M	1	string
Metadata Reference		M		
Entry Date	Data di creazione del metadato	M	1	date

Last Check Date	Data ultima di validazione del metadato	M	1	date
Last Update Date	Data dell'ultimo aggiornamento del metadato	M	1	date
Future Review Date	Data prevista per un ulteriore aggiornamento o validazione del metadato	O	1	date
Spatial reference System of Metadata	Sistema di riferimento spaziale dell'estensione del dataset per com'è descritta nel metadato	O	1	date
Metadata Language		M		
Metadata Language	Linguaggio utilizzato per le affermazioni dichiarative (testuali) nella descrizione del dataset	M	N	date

Bibliografia

- [1] **Sven Siggelknow, Marc Schael** : *“Fast Estimation of Invariant Features”*. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Institut für Informatik 79085 Freiburg, Germany, 1999.

- [2] **Sven Siggelkow, Hans Burkhardt** : *“Image Retrieval Based on Local Invariant Features”*. Proceedings of IASTED International Conference Signal and Image Processing, October 27-31, 1998, Las Vegas, Nevada – USA.

- [3] **Hanns Schulz-Mirbach** : *“Invariant Features for Gray Scale Images”*. Technische Universität Hamburg-Harburg , Institut für Technische Informatik I, 21071 Hamburg, Germany, 1995.

- [4] **Maria Grazia Di Bono** : *“Analisi comparativa di reti neurali autoorganizzanti”*. CNR-ISTI, dicembre 2002.

- [5] **S. Biagioni, C. Carlesi, A. galligani, O. Solvetti** : *“Struttura e funzionalità del sistema per la gestione dei metadati”*. Programma Nazionale di ricerca in Antartide. CNR-ENEA. B4-17, settembre 2000.