



Algoritmi "Intelligenti" per il supporto decisionale nei GIS per la navigazione (ECDIS)

Introduzione

Con il termine *Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS) si intende un sistema informativo per la navigazione marittima che, può essere accettato come equivalente alle carte nautiche (supporto cartaceo). La sua funzione principale è quella di contribuire alla sicurezza della navigazione permettendo al navigante di eseguire in modo conveniente e tempestivo tutte le attività di pianificazione, condotta della navigazione e di posizionamento. L'ECDIS integra informazioni acquisite in tempo reale dai sistemi di posizionamento (GPS), navigazione (autopilota), radar, scandagliamento, ecc., e dalla base di dati contenente tutte le informazioni aggiornate relative alla documentazione nautica (linea di costa, fondali, pericoli isolati sommersi ed emersi, rotte dei traghetti, ecc).

In questo articolo verranno descritti algoritmi "intelligenti" (implementano meccanismi di auto-addestramento su collezione di dati raccolti) capaci di integrare tutte le informazioni disponibili nell'ECDIS. L'obiettivo è quello di suggerire al navigante una rotta pianificata per ottimizzare (massimizzando la sicurezza e minimizzando la percorrenza) il percorso desiderato, sulla base dei vincoli imposti. In particolare si mostrerà come l'estensione dell'algoritmo delle reti auto-organizzanti per rappresentazione topologica, *Topology Representing Networks - TRN* (Martinetz & Schulzen, 1994) basato sul principio matematico della triangolazione di *Delaunay* (duale alla tassellazione di *Voronoi*) sia in grado stabilire una rotta desiderata tenendo presente diversi tipi di vincoli (linee di costa, ostacoli, ecc.), anche varianti dinamicamente durante il percorso (ad esempio rappresentati da altri vettori, ostacoli alla deriva, ecc).

Metodo

L'algoritmo utilizzato, denominato *Extended Topology Representing Networks - ETRN* (Marasso et al., 1998) è un'estensione delle TRN tramite l'introduzione di una dinamica basata sul principio della *Field Computation - FC*. La FC è un potente metodo computazionale utilizzato nella Robotica in problemi di pianificazione di traiettorie e di navigazione. L'idea di base è che, quantità vengono rappresentate come un campo di potenziale tempo variante, e la computazione del campo è espressa tramite una equazione differenziale alle derivate parziali spazio-temporali. Consideriamo ad esempio un punto X in uno spazio 3D. Possiamo rappresentare X , ad esempio, attraverso una terna di coordinate Cartesiane (x,y,z) od una terna di coordinate sferiche (r,q,f) , ma anche attraverso un vettore \underline{u} , i cui elementi rappresentino una codifica del punto: $X \in \underline{u} = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$. Il vettore \underline{u} risulta essere la risposta di n *Processing Elements* PEs caratterizzati da n funzioni di risposta $\{f_1(X), f_2(X), \dots, f_n(X)\}$, modulate da differenti valori di X . Il mappaggio bi-direzionale fra un insieme di punti X e un insieme di vettori \underline{u} è il risultato dell'addestramento non-supervisionato, della rete di PEs. In altre parole la risposta ad un ingresso X degli n PEs rappresenta la codifica della variabile *svincolata* da un sistema metrico di coordinate e viene denominata *Population Code*. In questo modo si riescono quindi a rappresentare punti dello spazio in una metrica non *Euclidea* che preserva però le caratteristiche topologiche (Frisone et al., 1997).

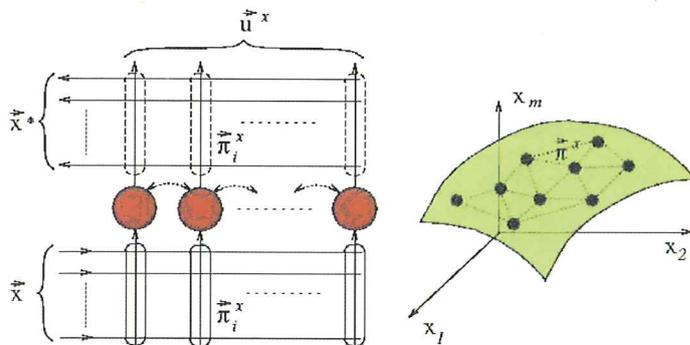
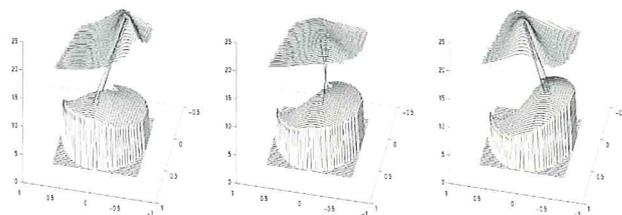


Figura 1 - Schema di rete ETRN (a sinistra) con visualizzazione nello spazio Euclideo dei vettori coinvolti, e rappresentazione del population code (a destra) di una griglia di PEs (raffigurati dai cerchi rossi sul piano xy).



Questa tecnica, si presta ad essere applicata, a problemi di navigazione negli ECDIS: la rotta ottimale è codificata dalla serie temporale dei *population codes* ed è rappresentata ri-mappando i *population codes* nello spazio di coordinate di riferimento (in questo caso *Euclideo* a due dimensioni).

La tecnica può essere estesa utilizzando due reti di PEs interconnesse: la prima sarà addestrata a codificare la regione navigabile, la seconda codificherà gli ostacoli all'interno della regione. La somma dei due *population codes* codificherà in modo dinamico la rotta pianificata. La seconda rete, una volta addestrata, è infatti in grado di riconoscere "run time" e quindi far evitare eventuali ostacoli anche mobili (vedi figura 2).

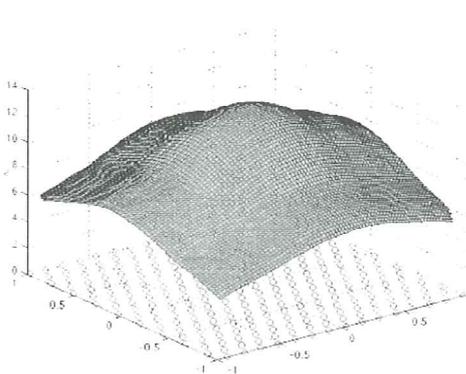
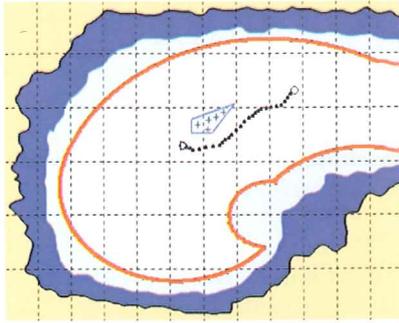


Figura 2 - A sinistra è rappresentato un esempio di population code in diversi istanti temporali nelle due reti interconnesse. A destra vi è la visualizzazione della serie di punti rappresentanti una traiettoria pianificata che, contorna un ostacolo in mare, all'interno della regione di acque sicure (delimitata dalla linea rossa).

Conclusioni

L'algoritmo presentato si presta ad essere utilizzato in sistemi multi-sensore in cui l'integrazione dei dati, appartenenti generalmente a grandezze fisiche diverse, risulta particolarmente ostica (in tali contesti, tecniche tradizionali di programmazione matematica ed ottimizzazione hanno scarsa efficacia). L'algoritmo si è dimostrato in grado di pianificare rotte desiderate, risultando quindi un potenziale utile strumento per integrare sistemi ECDIS.



FRANCESCO FRISONE

BIBLIOGRAFIA

- Martinetz T., Schulten K. (1994). Topology Representing Networks. *Neural Networks*, 3, 507-502.
- Marasso P., Sanguineti V., Frisone F., Perico L. (1998). Coordinate-free sensorimotor processing: computing with population codes. *Neural Networks*, 11, 1417-1428.

NOTA BIOGRAFICA



Francesco Frisone è nato a Genova il 24 Ottobre 1969, ed ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca in Robotica nel 1999 presso il DIST di Genova.

Attualmente si occupa di automazione presso l'Istituto Idrografico della Marina di Genova, dove è anche incaricato al corso di abilitazione Idrografica per Ufficiali di Marina per la disciplina "Acquisizione ed elaborazione Dati". Collabora in attività scientifica all'Università di Genova nel campo dei modelli computazionali con particolare riguardo al campo delle reti neurali auto-organizzanti e degli algoritmi ad apprendimento non supervisionato.

iim@assicomitalia.it friso@dist.unige.it

Innovazione e metodi per la pianificazione territoriale

In questo lavoro, il tradizionale metodo McHarg per la definizione di "carte dei potenziali usi ottimali del territorio" è ottimizzato ed abbinato a tecnologie G.I.S.; tali scelte permettono di applicare il metodo McHarg molto rapidamente e di analizzare anche zone delimitate da confini amministrativi e fortemente antropizzate.

La proposta metodologica avanzata in questo lavoro, nasce dall'esigenza di avere una conoscenza sintetica e unitaria della realtà ambientale (intesa come un tutto polisistemico), che sia il risultato di studi specialistici e fondamento per ulteriori approfondimenti.

L'intento è quello di applicare la tecnologia GIS all'ormai consolidato metodo di analisi territoriale McHarg; questo procedimento fornirebbe un agevole strumento atto a definire, in modo rigoroso e scientifico, i potenziali usi ottimali del territorio per voci sintetiche, consentendo l'utilizzazione dei dati su supporto cartografico.

Il presente lavoro può essere suddiviso in due parti:

- 1) nella prima sono state ipotizzate alcune modifiche al tradizionale metodo McHarg di pianificazione ecologica:
 - la definizione è stata arricchita con l'introduzione di concetti propri dell'Ecologia del paesaggio (Landscape Ecology);
 - con il supporto di sistemi informativi geografici, è stata riveduta l'impostazione generale;
 - infine si è cercato di ovviare ad alcuni punti controversi della proposta McHarg.
- 2) nella seconda parte, si è cercato di verificare la validità delle proposte avanzate, applicando questa procedura di studio ad un'area appositamente scelta: il territorio comunale di Bastia Umbra (Perugia) che, per posizione geografica, per condizioni geomorfologiche e per utilizzo antropico presenta caratteri particolarmente idonei alla sperimentazione.

IL METODO MCHARG

Questo metodo può essere collocato all'interno della più ampia famiglia dei metodi della *land suitability*, basati in genere sulla sovrapposizione delle carte o *fase overlay*.

È un metodo *razionale ed esplicito*, cioè, chiunque altro, accettati il metodo ed i dati di fatto, giungerà probabilmente alle stesse conclusioni di quelle descritte nello studio.

Il fondamento del metodo di McHarg è in due postulati: il primo in cui si afferma che «[...] la natura è un processo che interagisce, che risponde a leggi che rappresentano valori e possibilità per l'uso umano, con certe limitazioni e perfino proibizioni per alcuni usi » (McHarg, 1969, 1989); il secondo nel quale si sostiene che «[...] qualsiasi luogo è la somma di processi storici, fisici e biologici; che questi sono dinamici; che costituiscono dei valori sociali; che ogni area è intrinsecamente adatta a certi usi del suolo, e infine che certe aree si prestano a usi del suolo multipli » (McHarg, 1969, 1989).

In sintesi, il metodo si può descrivere per fasi che prevedono in successione: la compilazione dell'inventario ecologico, l'elaborazione delle carte di attitudini, la redazione della carta finale di sintesi.

PROPOSTE

Le proposte qui presentate, non hanno la pretesa di offrire un itinerario completo e definitivo; il loro scopo è invece, quello di rendere più rapida l'applicazione del metodo McHarg.

Le proposte verranno introdotte seguendo lo schema operativo di McHarg, di seguito riassunto:

- A) Postulati iniziali
- B) Fasi operative:
 - 1) Compilazione dell'inventario ecologico
 - 2) Elaborazione delle carte di attitudine
 - 3) Redazione della carta finale di sintesi.

A) POSTULATI INIZIALI

Si è già ricordato che il metodo McHarg è fondato su due