

Dal CAD al GIS: il trasferimento di informazioni cartografiche

di Andrea Scianna, Alessio Ammoscato, Rita Corsale

Il formato di interscambio

L'utilizzo della cartografia nei GIS impone una riflessione sulle caratteristiche che essa deve possedere al fine di consentire le elaborazioni tipiche di questi sistemi e rende necessario verificare quali siano le informazioni che rimangono associate agli oggetti della classe al momento del caricamento dei dati, in formato DXF, all'interno di software GIS.

Negli ultimi anni a livello internazionale sono state fissate norme tendenti a individuare linee guida per la definizione della struttura del contenuto semantico della cartografia numerica, delle caratteristiche geometriche e delle relazioni topologiche dell'informazione geografica.

Recenti studi, confluiti nelle specifiche dell'*Open Geospatial Consortium*, hanno evidenziato

l'importanza dell'utilizzo del GML (codifica XML dell'informazione geografica) come formato di interscambio fra piattaforme diverse.

Questo formato rappresenta uno strumento di codifica delle informazioni geografiche più evoluto e flessibile del DXF, tale da poter essere trasferito velocemente via rete.

Ci si soffermerà in questo contesto sulla sola valutazione dei risultati delle sperimentazioni sull'utilizzo del formato DXF per la migrazione di informazioni geografiche attraverso software GIS.

A partire da un set di dati di esempio, costituito da una serie di informazioni geometriche e topologiche 3D strutturate nel formato DXF, sono stati testati i software più diffusi, con l'intenzione di verificare in che modo incide sugli attributi geometrici e sulle relazioni topologiche l'uso di differenti software GIS.

La realizzazione di cartografia numerica per un ottimale utilizzo in un GIS comporta la definizione di una struttura appropriata e l'utilizzo di un formato dati, intelligibile da tutti i software GIS esistenti nel mercato, tale anche da permettere una completa strutturazione topologica e l'allocazione della componente tridimensionale delle entità da archiviare. Ad oggi la cartografia viene generalmente fornita in alcuni formati CAD (DXF o DWG), adottati nell'archiviazione di informazioni spaziali, o al massimo sotto forma di shape file.

Quest'ultimo formato, pur essendo aperto e importabile da tutti i GIS ha delle limitazioni ed inoltre, anche quando la cartografia viene fornita in formato shape file, ha generalmente una ridotta o inesistente strutturazione topologica.

Nel laboratorio GIS del Dipartimento di Rappresentazione dell'Università di Palermo sono in corso ricerche per mettere a punto una possibile struttura di cartografia numerica per GIS. Le ricerche in corso sono sviluppate nell'ambito del progetto PRIN 2004 dal titolo "Tecniche informatiche per la generalizzazione cartografica finalizzata alla implementazione di un sistema WEB-GIS orientato alla pianificazione urbanistica ed alla gestione delle emergenze territoriali", coordinato dal prof. R. Galetto.

Dati di partenza

Il set di dati di partenza (rappresentato in tabella 1) è stato realizzato con AutoCAD 2005 ed è costituito da elementi tridimensionali ("facce", "polilinee aperte e chiuse" e "punti"), aventi conformazione, struttura e quota dei vertici opportunamente scelta al fine di poter operare confronti fra le modalità di trattamento di tali oggetti da parte dei diversi software GIS. Pertanto sono state definite sulla base delle esigenze prima descritte:

- superfici piane e inclinate
- superfici piane e orizzontali
- superfici sghembe
- polilinea tridimensionale
- punti

aventi caratteristiche eterogenee in quanto a quota dei vertici.

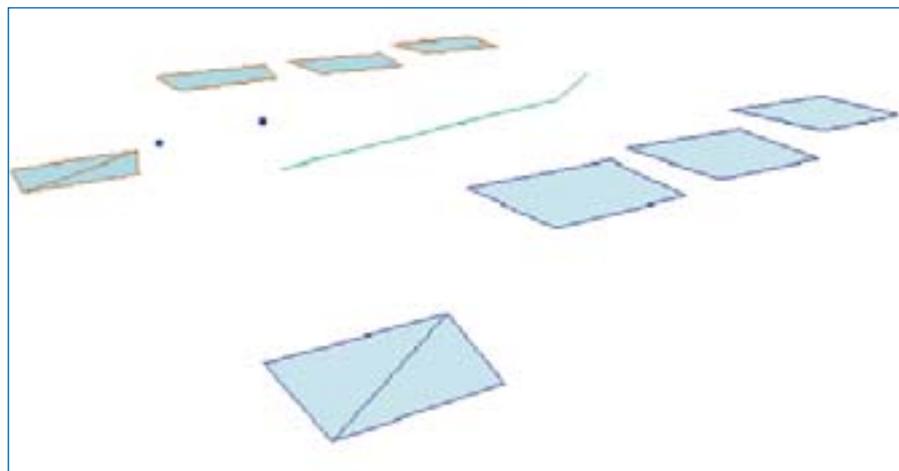


Figura 1 - Il set di dati utilizzato: da sinistra a destra sono visualizzati facce 3D, punti, una polilinea, poligoni

Uno degli elementi poligonali è stato inoltre spezzato in due elementi, due triangoli tridimensionali aventi un lato sovrapposto (cfr. tab. 1).

I dati sono stati salvati inizialmente nel formato *DXF*, e successivamente importati nei vari software per verificare la presenza o la perdita delle informazioni tridimensionali e dei vincoli di partenza.

Sono stati testati diversi software GIS, sia proprietari (ESRI ArcGIS_ArcInfo 8.3/9, Autodesk Map 3D, MapInfo) che open source (GRASS 6.0).

Test su alcuni software GIS

ArcGIS – ArcInfo

I test su ArcGIS-ArcInfo hanno riguardato la versione 9.0 del software. Dopo l'operazione di importazione tutte le entità sono visualizzate correttamente con il loro contenuto tridimensionale ma fra gli attributi viene riportata la sola quota del primo vertice: le informazioni relative alla quota degli altri vertici sono presenti nel database geometrico del software ma

non vengono visualizzate; ciò non comporta problemi per le sole entità puntuali, le cui terne di coordinate vengono visualizzate ed utilizzate correttamente. Mancano le informazioni relative al perimetro e all'area sia delle facce che dei poligoni. Poiché esiste un vincolo di consistenza (come emerge dalle specifiche dell'OGC) per il quale la proiezione della curva 3D, che rappresenta la frontiera dell'oggetto, deve essere contenuta nella frontiera della superficie 2D, il software gestisce solo oggetti 3D i cui vertici siano complanari. Pertanto un oggetto 3D con un andamento superficiale non planare viene schiacciato sul piano definito dai due segmenti di retta che concorrono al primo vertice della superficie.

In ArcScene ogni faccia 3D viene rappresentata di *default* come poligonale chiusa non piena (alla maniera di una polilinea aperta di Autocad). Nel database interno il tipo di oggetto è identificato come polyline. Se si cambia il tipo di oggetto da polyline in 3Dface, agendo direttamente sul relativo campo del database, lo stesso oggetto viene visualizzato in ArcScene come faccia 3D piena e pertanto la superficie viene renderizzata.

In ArcGis le entità geometriche, contenute nei file in formato DXF, vengono aggiunte alla vista direttamente senza operazioni di importazione, ma non possono essere editate se prima non si effettua l'esportazione in formato *shape file*. La versione 9.0 del software consente la lettura diretta anche del formato DWG, senza perdita di informazioni per le entità.

Per questo software è disponibile una interessante estensione, denominata "ET-GeoWizards" (scaricabile in versione limitata dal sito <http://www.ian-ko.com>), che consente di estrarre molte informazioni dal file DXF e di inserirle nel database come nuovo campo: fra queste le più importanti per il nostro studio sono state l'attribuzione della coordinata Z dei vari vertici e il calcolo delle aree effettive di superfici non orizzontali, definite da vertici complanari.

Oggetti della sperimentazione		
Oggetto		Descrizione
Figura 1		Faccia 3D Poligono Superficie piana e inclinata
Figura 2		Faccia 3D Poligono Superficie piana orizzontale
Figura 3		Faccia 3D Poligono Superficie sghemba
Figura 4		Faccia 3D Poligono Superfici piane con un lato sovrapposto
Figura 5		Polilinea tridimensionale
Figura 6		Punti

Tabella 1 - Caratteristiche geometriche delle entità utilizzate nella sperimentazione

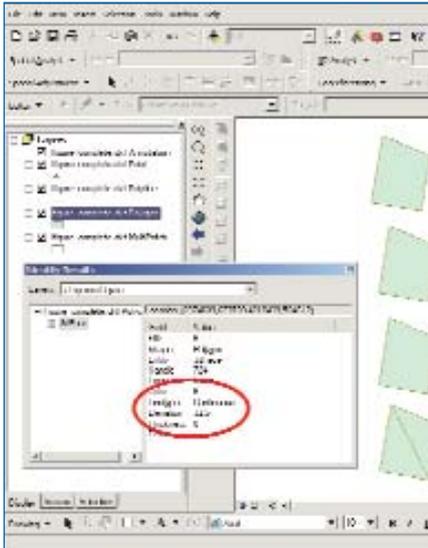


Figura 2 - Le informazioni geometriche fornite su ciascuna entità riguardano la sola quota del primo vertice

Autodesk Map 3d

Autodesk Map 3D, come è ovvio, gestisce il formato DXF meglio degli altri software: ciò vuol dire in particolare che consente l'editing sugli oggetti grafici, che possono essere trasformati in oggetti geografici.

Le entità individuate geometricamente come facce 3D e come polilinee 3D chiuse (poligoni) sono visualizzate come frontiere 3D e quindi non sono renderizzate: le informazioni ad esse associate riguardano le coordinate (x, y, z) del primo vertice per entrambe le tipologie di entità e il perimetro per le seconde; mancano i valori delle aree sia per le facce che per i poligoni.

Il software consente le operazioni di creazione dei centroidi e di clean delle figure costituite da polilinee chiuse (figure I-4), non da facce 3D (figure I-4) che non considera come "oggetti chiusi".

Nei test sono state applicate agli oggetti le seguenti azioni di correzione: dividi intersezioni, elimina duplicati, estendi oggetti con distanza per difetto, intersezione apparente; per tutte le azioni, condotte nell'ordine prima delineato, sono stati definiti i parametri di correzione. Uno dei risultati, significativi ai fini della successiva creazione delle topologie, è rappresentato dalla trasformazione di oggetti-poligoni (polilinee chiuse) e oggetti-polilinee aventi lati sovrapposti, in oggetti-polilinee con segmenti condivisi.

Mapinfo

L'importazione e la gestione del formato DXF all'interno delle versioni 7.5 e 7.8 del software può essere effettuata solo se i files sono stati precedentemente salvati nella versione Autocad 12.

L'importazione è gestita attraverso due procedure attivabili con le finestre di dialogo *Import* e *Universal Translator*. In entrambi i casi il software traduce direttamente i file nel formato proprietario (TAB), e lo gestisce permettendo l'editing e il clean (eliminazione di sovrapposizioni e di buchi, rimozione di intersezioni o sovrapposizioni fra aree, conversione di aree in polilinee e viceversa). È possibile inoltre effettuare: operazioni di editing sul singolo layer; operazioni di vestizione della mappa, di individuazione dei nodi, dei centroidi e della direzione dei segmenti.

Se si utilizza la seconda procedura di importazione le informazioni relative alla terza dimensione non sono visibili; se il salvataggio viene realizzato con *TableImport*, sono rese disponibili le coordinate tridimensionali relative al primo vertice degli oggetti di tipo 'facce' e 'punti'.

Grass 6.0

L'operazione di importazione di file in formato DWG o DXF all'interno di una delle versioni più recenti di GRASS, la 6.0 utilizzata nella sperimentazione, rende necessaria una preliminare operazione di compilazione utilizzando le librerie "OpenDWG". Esse vengono fornite con una speciale licenza, ottenibile gratuitamente previa stipula di un apposito contratto, che non consente di ridistribuire il software ottenuto.

Grass 6.0 è stato quindi compilato con tutte le opzioni necessarie e si è proceduto all'importazione dei vari file sopra menzionati.

Il software è così in grado di importare formati DWG e DXF che non siano superiori alla versione 2000, adottata anche in Autocad 2002. Le facce vengono riconosciute e importate correttamente come 3D face e i poligoni come polyline, ma questi oggetti non sono sempre geometricamente corretti: le facce mancano di un lato (collocato sempre nella stessa posizione in tutti gli oggetti aventi caratteristiche geometriche simili), i poligoni creati con lo strumento *polyline 3D* talvolta

mancano di un lato (avente posizione diversificata), i poligoni riconosciuti come entità *LWPolyline* sono generalmente correttamente importati.

Per ciò che riguarda l'aspetto quantitativo delle caratteristiche geometriche occorre precisare che per le facce non è possibile conoscere le quote dei vertici, il perimetro della frontiera e l'area; per i poligoni e per le polilinee il software fornisce la lunghezza della frontiera e le quote massima e minima dei suoi vertici, ma non l'area. Dal momento dell'importazione Grass individua automaticamente i centroidi per ognuno dei poligoni, i nodi e i versi delle polilinee; per le facce individua i nodi, ma non i centroidi e i versi di percorrenza.

La perdita di importanti informazioni legate alla geometria dell'oggetto impone una riflessione in merito all'opportunità dell'importazione del formato CAD all'interno di questo software.

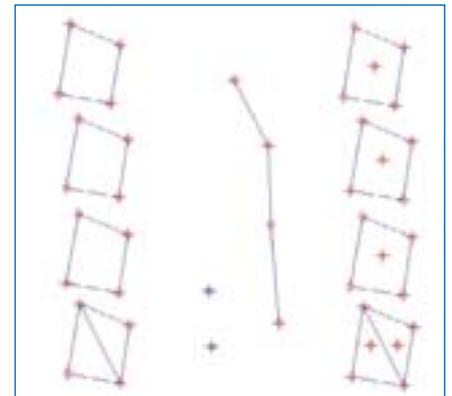


Figura 3 - Le entità dopo le operazioni di correzione degli oggetti e di costruzione della topologia

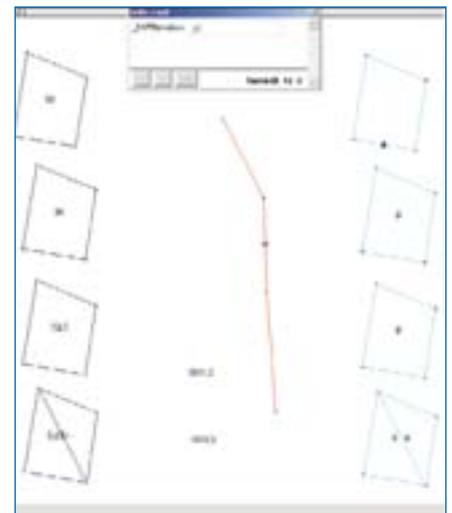


Figura 4 - Sono mostrati i nodi, i centroidi e le direzioni delle polilinee aperte

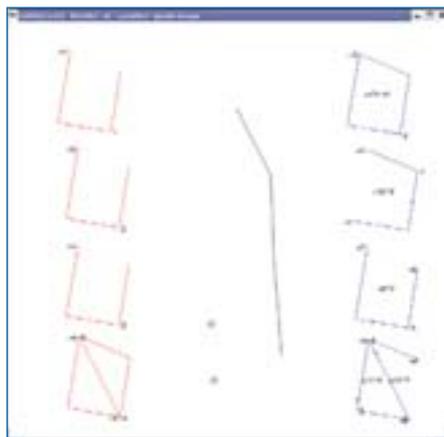


Figura 5 - L'importazione di file CAD determina la perdita per le entità di informazioni legate alla geometria

Geomedia

Il software Geomedia Professional 5.2, prodotto da *Intergraph Corporation*, ha una procedura di importazione dei file DXF un po' più complessa degli altri software testati.

È da ricordare che in questo software l'impostazione dell'ambiente di lavoro non è facoltativa come in altri software (es. ArcGis); per la visualizzazione dei file DXF occorre prima definire lo schema CAD, quindi stabilire la "connessione CAD".

I punti sono visualizzati correttamente e per tutti vengono fornite le coordinate; sia per i poligoni (formati da polilinee) che per le facce tridimensionali è possibile visualizzare la quota di ogni singolo punto e la lunghezza della polilinea; viene inoltre restituita la dimensione areale della proiezione a terra della figura.

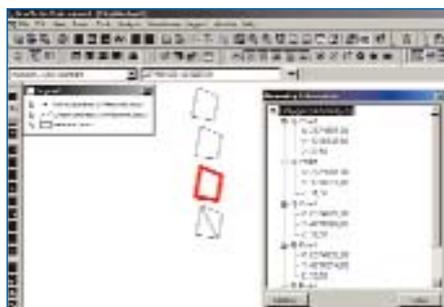


Figura 6 - Visualizzazione delle informazioni geometriche di una entità

Tabella 2 - Confronto fra le prestazioni dei software testati

Software testati	Elaborazioni dirette sul file dxf						
	Letture	Solo importazione	Visualizzazione delle coordinate di tutti i vertici	Calcolo area proiettate	Calcolo area effettive	Editing	Cleaning/build topology
Autodesk Map 3D	X		X	X		X	X
ArcGIS S+ETGeoWizard	X			X	X		
MapInfo 7.5/7.8		X					
Geomedia Professional 5.0	X		X	X			
GRASS 6.0		X					

Conclusioni

L'utilizzo del formato DXF come formato di interscambio pone svariati problemi, sia a livello topologico che geometrico.

I diversi software, leggendo (Autodesk Map 3D, ArcGIS, Geomedia) o importando (MapInfo, GRASS) lo stesso file DXF, mostrano comportamenti eterogenei: mancata individuazione della corretta geometria di un oggetto e delle relazioni topologiche; identificazione differenziata, all'interno di uno stesso software, di oggetti aventi le stesse caratteristiche geometriche ma realizzati uno come faccia o l'altro come poligono¹.

Per ciò che riguarda la gestione del contenuto topologico degli oggetti si è osservato che punti, linee e polilinee tridimensionali, sono gestiti correttamente dai software e quindi è possibile applicare ad essi le funzioni di *clean* e *build topology*. Lo stesso non vale per le superfici nello spazio: è facile verificare che questi software gestiscono le superfici 3D come se fossero idealmente "proiettate" su un piano e anche l'area che viene calcolata di esse è in realtà quella della loro proiezione sul piano orizzontale.

Alcuni software hanno la possibilità, attraverso opportune estensioni, di superare almeno in parte queste limitazioni dal momento che consentono, per esempio, la visualizzazione delle quote dei vertici e il calcolo delle aree effettive.

Bibliografia

- [1] Commissione Geodetica Italiana 1973. *Norme proposte per la formazione di carte tecniche alle scale 1:5000 e 1:10000*. I.G.M. Firenze.
- [2] Commissione Geodetica Italiana 1976. *La formazione di cartografie generali a grande scala (1:2000 e 1:1000)*. Le strade, Milano.
- [3] AA.VV. 1999. *Norme tecniche per la realizzazione di cartografia numerica alle scale nominali 1:1000 e 1:2000*, Milano.
- [4] AA. VV. 2004. *Implementazione di un database geografico secondo le Specifiche di contenuto per la realizzazione dei Data Base Topografici di interesse generale - Versione Aerofotogrammetrica ed analisi delle problematiche legate alla convivenza nello stesso DataBase di dati acquisiti con precisioni diverse (DB multiscala)*.

Siti

- [1] 2004 *ArcGIS - ArcMap*. <http://www.esri.com/software/arcgis/arcmap/index.html>.
- [2] ESRI (2004). Open Published Data Format. <http://www.esri.com/software/openGIS/openpdf.html>.
- [3] Intergraph 2004 *Geomedia Professional*. <http://imgis.intergraph.com/geomedia/default.asp>
- [4] Open Geospatial Consortium 2001 *The OpenGIS™ Abstract Specification Topic 1: Feature Geometry (ISO 19107 Spatial Schema) Version 5* http://portal.opengeospatial.org/files/index.php?artifact_id=1093

Autori

ANDREA SCIANNA
C.N.R. DCSPI
Dipartimento di Rappresentazione
Università di Palermo,
Viale delle Scienze c/o Facoltà di Ingegneria, 90128 Palermo
E-mail: scianna@dirap.unipa.it

ALESSIO AMMOSCATO, RITA CORSALE
Dipartimento di Rappresentazione
Università di Palermo,
Viale delle Scienze c/o Facoltà di Ingegneria, 90128 Palermo
E-mail: alessio, rcorsale@dirap.unipa.it

¹ Ciò vuol dire, per esempio, che alcuni nodi di questi oggetti vengono identificati come semplici vertici. La conseguenza è, in questo caso, una diversa attribuzione della quota, essendo questa identificata da tutti i software come quella del primo vertice.