

# Discrete Global Grid Systems nuovo sistema di riferimento mondiale adottato da Open Geospatial Consortium

di Renzo Carlucci

**Open Geospatial Consortium (OGC) ha annunciato l'adozione del nuovo standard chiamato Discrete Global Grid System (DGGS) finalizzato a riferire spazialmente in modo diverso le informazioni geospaziali sulla Terra.**



L'obiettivo del DGGS è quello di consentire un rapido assemblaggio di dati spaziali senza le difficoltà di lavorazione tipica dei sistemi di coordinate di riferimento proiettati usuali. Lo standard di definizione astratto OGC DGGS definisce il modello concettuale e un insieme di regole per la creazione di architetture altamente efficienti per l'archiviazione, l'integrazione e l'analisi dei dati spaziali.

Il DGGS rappresenta la Terra come sequenze gerarchiche di tessellazioni di superficie uguali sulla superficie della Terra stessa, ognuna con copertura globale e con una risoluzione spaziale progressivamente più fine. Le singole osservazioni possono essere assegnate a una cella corrispondente sia alla posizione che alla dimensione del fenomeno

osservato. Il DGGS è dotato di un insieme standard di algoritmi funzionali che consentono un'analisi rapida dei dati di un numero molto elevato di celle, le quali, per loro natura, sono adatte ad applicazioni di elaborazione parallela a più risoluzioni spaziali.

Il nuovo standard OGC, redatto e proposto agli utenti all'inizio del 2017, corredato dalle specifiche di costituzione del riferimento DGGS e le norme fondamentali per la sua definizione, è stato ora accettato. Il nuovo standard definisce una griglia di riferimento per ottimizzare la perdita dei dati geospaziali durante il processo di proiezione e integrare i dati GIS da varie fonti senza soluzione di continuità. L'obiettivo del DGGS è quello di consentire un rapido assemblaggio di

dati spaziali senza le difficoltà di lavorare con i sistemi di riferimento classici.

Essenzialmente, la nuova griglia di riferimento contiene una catena continua di poliedri di griglia di uguale area per formare una tessellazione gerarchica di tutta la Terra.

Il DGGS rappresenta la Terra come sequenze gerarchiche di tessellazioni di superficie uguali sulla superficie della Terra, ognuna con copertura globale e con una risoluzione spaziale progressivamente più fine. Le singole osservazioni possono essere assegnate a una cella corrispondente sia alla posizione che alla dimensione del fenomeno osservato. Il DGGS è dotato di un insieme standard di algoritmi funzionali che consentono un'analisi rapida dei dati di un numero molto elevato di celle e, per loro natura, sono adatte ad applicazioni di elaborazione parallela a più risoluzioni spaziali. La tessellazione deve coprire la Terra intera, anche se i dati a cui si riferisce possono coprire solo una parte. Le cellule non devono sovrapporsi.

Deve essere dichiarato il metodo di raffinazione cellulare.

A un livello di raffinatezza, le



Rappresentazione dei 5 solidi platonici: Tetrahedron, Hexahedron/Cube, Octahedron, Dodecahedron e Icosahedron.



celle devono essere di uguale area. Tuttavia, piccole deviazioni dalla parità esatta dell'area possono essere consentite finché la precisione dichiarata viene rispettata. Ad ogni livello di raffinatezza successiva, l'area totale delle celle secondarie deve corrispondere all'intera area delle celle madri. Le celle devono avere un sistema di referenziazione sistematico.

Il DGGS è principalmente destinato alla modellazione, elaborazione, memorizzazione, trasmissione, visualizzazione e analisi dei dati, ma non per la navigazione.

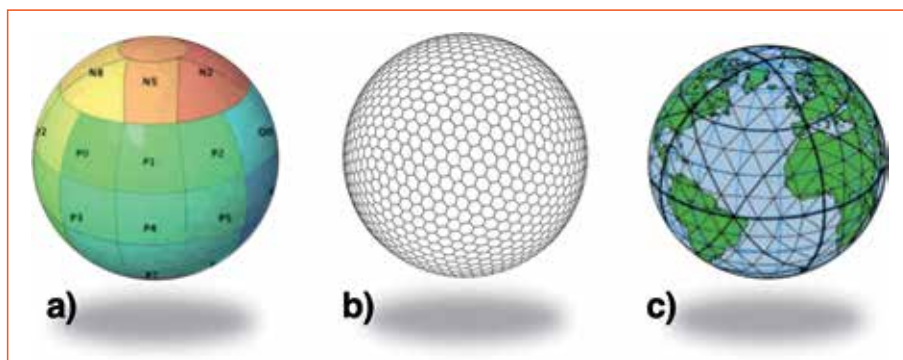
#### Le prime dichiarazioni

"Il DGGS fornirà la capacità di integrare correttamente informazioni geospaziali, sociali ed economiche globali. Inoltre consentirà alle comunità di fornire dati geograficamente differenti e integrare queste informazioni in un unico quadro coerente", ha affermato il Dr. Stuart Minchin, responsabile della Environmental Geoscience Division at Geoscience Australia.

"Il DGGS rivoluzionerà il modo in cui percepire, lavorare e visualizzare le informazioni spaziali", ha dichiarato il dot-

tor Matthew Purs, consulente senior di Geoscience Australia, co-presidente degli OGC DGGS Standards and Domain Working Groups e editore dell'OGC DGGS Abstract Specifiche - Argomento 21 [OGC 15-104r5]. "La DGGS è una tecnologia che consente di armonizzare i dati raster, vettoriali e cloud point in un quadro comune e globale, consentendo all'industria spaziale di superare alcune sfide chiave presentate dagli approcci tradizionali dei GIS; vale a dire, il "divario raster-vector", così come l'uso di proiezioni di mappe.

**A DGGS is a spatial reference system that uses a hierarchical tessellation of cells to partition and address the globe. DGGS are characterized by the properties of their cell structure, geo-encoding, quantization strategy and associated mathematical functions.**



Esempi di mappatura basata su DGGS delle facce dei solidi platonici sul modello della superficie della Terra: a) Celle rettilinee su esaedro proiettato rHealPIX; b) Celle esagonali su un icosaedro proiettato ISEA (ISEA3H DGGS – cortesia di PYXIS Inc.); c) Celle triangolari su una Quaternary Triangular Mesh di un ottaedro (QTM – cortesia di Geoffrey Dutton).

"È giunto il momento per il DGGGS di diventare il sistema di riferimento di griglia standard di tipo globale per i Big Data geografici", ha affermato il Dr. Zoheir Sabeur, Direttore Scientifico dell'Università di Southampton IT Innovation Center, Regno Unito, e co-presidente degli standard OGC DGGGS Gruppi di lavoro di dominio. "La DGGGS si adatta molto bene alla pila di grandi dati necessari per livelli di elaborazione intelligenti che consentiranno un'esplorazione rapida e accurata, con estrazione e visualizzazione di Big Data".

"Abbiamo raggiunto un punto di forza nella nostra capacità di utilizzare efficacemente i Big Data per trarre valore economico e sociale", ha aggiunto il dottor Purss. "DGGGS rappresenta il cambiamento di paradigma che ci permetterà di superare alcune delle barriere critiche che ci impediscono di realizzare il vero potenziale che i Big Data promettono di fornire".

"I responsabili decisionali che richiedono la consapevolezza di situazioni esistono in tutti i settori dell'economia: la sanità pubblica, l'agricoltura, le risorse naturali, lo sviluppo del territorio, la risposta alle emergenze, le catene di approvvigionamento, il trasporto, la ricreazione all'aperto, ecc.", ha detto Perry Peterson, copresidente dell'OGC Gruppo DGGGS Standards e fondatore di PYXIS. "La maggior parte di noi infatti, dagli scienziati ai cittadini, cerca regolarmente risposte alle domande spaziali. Tuttavia, assemblare l'insieme dei dati spaziali disponibili in un modo che può avere un senso è attualmente una sfida costosa che richiede un esperto. DGGGS offre una soluzione".

Anche se il quadro di riferimento sembra abbastanza promet-

tente, questo nuovo standard cambia il business GIS e forse influirà sugli sviluppatori di GIS e sul modo in cui i dati GIS vengono modellati e mantenuti.

### La storia

Il concetto di utilizzare i poliedri per modellare la superficie della Terra non è affatto nuovo. Nel 1509 Lucia Pacioli pubblica il "De Divina Proportione" un trattato, illustrato da Leonardo Da Vinci, esplorando le caratteristiche matematiche del "rapporto aureo" (anche chiamato "proporzione divina") che includeva una considerazione delle proprietà dei cinque solidi platonici circoscritti all'interno della sfera e del ruolo eminente del "rapporto aureo" nella costruzione di due di essi (icosaedro e dodecaedro). È probabile che a quel tempo studiare con Pacioli influenzasse il pensiero successivo di Leonardo sulla geometria sferica, evidenziato nel 1515 dalla sua derivazione dell'analisi octaedrica del volume di una sfera con varie forme di segmentazione. Si ritiene che questo lavoro abbia portato allo sviluppo della formulazione triangolare Reuleaux della mappa del mondo (o mappamundi) attribuita a Leonardo e può essere considerata un precursore di calcolo differenziale formalmente sviluppato da Newton e da Leibniz quasi due secoli dopo.

Negli anni '40 un approccio simile è stato usato da R. Buckminster Fuller nello sviluppo della mappa Dymaxion del mondo - un modello fisico della Terra mappato sulle facce planari di un poliedro (prima presentato come cubottaedro e poi in seguito come icosaedro). Lo scopo della mappa Dymaxion era quello di rappresentare il mondo sferico come una

superficie piana con vera scala, direzione vera e corretta configurazione allo stesso tempo. Un modello fisico della Terra, e non strettamente DGGGS, ha ispirato ricercatori successivi a produrre modelli digitali di Terra che a sua volta ha portato allo sviluppo della DGGGS.

Lo sviluppo formale del DGGGS è iniziato negli anni '50 con il promettente valore dell'analisi globale coincidente con l'aumento dell'uso dei sistemi di informazioni geografiche e la disponibilità di dati globali di mappatura e di posizionamento. Forse il primo esempio pubblicato di griglie globali discrete formalizzate con l'applicazione all'analisi numerica è stato descritto da Vestine et. al. (E. H. Vestine, W. L. Sibley, J. W. Kern, and J. L. Carlstedt, "Integral and Spherical-Harmonic Analyses of the Geomagnetic Field for 1955.0, Part 2," Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, vol. 15, No. 2, Aug. 1963, pp. 73-89.) nel 1955, dove definiscono e utilizzano una griglia di area pari basata sulla mappatura di un icosaedro sferico sulla superficie della Terra come quadro per condurre analisi integrali e sferiche armoniche del campo geomagnetico. Questa griglia è stata poi utilizzata (e riveduta) da Sadourny et. al. nel 1968 per modellare le equazioni del moto atmosferico senza distorsioni in tutto il globo. Un altro stile di griglia globale discreta e forse la prima applicazione di schemi di indicizzazione gerarchica come strumento di riferimento per la cella analitica è stata implementata da Geoffrey Dutton nel 1984 presso il Laboratorio per la Grafica Computerizzata e l'Analisi Spaziale della Harvard Graduate School of Design. La prima griglia globale di Dutton è stata progettata per assemblare

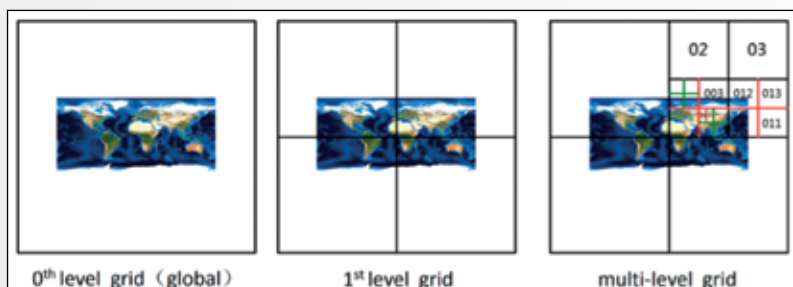
### Un esempio di applicazione recente il GeoSOT Grid Code.

Tra i diversi DGGs disponibili, questo studio ha adottato la griglia di suddivisione delle coordinate geografiche con la codifica integrale monodimensionale  $2^n$ -Tree (*Geographic coordinate Subdivision grid with One-dimensional integral coding 2n-Tree - GeoSOT*) come struttura di georeferenziazione e codifica. GeoSOT si basa su un sistema di coordinate di latitudine e longitudine per discretizzare la superficie terrestre con una struttura quadrangolare ricorsiva. La griglia viene opportunamente indicizzata da un codice gerarchico nidificato in una singola stringa. Inoltre, la codifica gerarchica viene gestita aggiungendo cifre al codice di una griglia per accedere ai suoi figli, o troncando una parte del suo codice per accedere ai suoi genitori. I vantaggi di questo metodo di indicizzazione basato sulla gerarchia includono l'efficiente attraversamento gerarchico delle griglie e la risoluzione spaziale esplicita lungo la lunghezza.

Il metodo di suddivisione e codifica di GeoSOT è mostrato in Figura, e la scala delle griglie a diversi livelli è mostrata nella Tabella. L'aspetto innovativo di GeoSOT sono le tre estensioni nel processo di suddivisione, espandendo la sfera da  $180^\circ \times 360^\circ$  a  $512^\circ \times 512^\circ$ , quindi espandendo  $1^\circ$  da 60 a 64, e 1 da 60 a 64.

Il risultato è un codice di griglia integrale unidimensionale sull'albero  $2^n$ -tree.

Level	Scale	Level	Scale	Level	Scale	Level	Scale
1	256°	9	1°	17	16	25	1/16
2	128°	10	32	18	8	26	1/32
3	64°	11	16	19	4	27	1/64
4	32°	12	8	20	2	28	1/128
5	16°	13	4	21	1	29	1/256
6	8°	14	2	22	1/2	30	1/512
7	4°	15	1	23	1/4	31	1/1024
8	2°	16	32	24	1/8	32	1/2048



Fonte: Kun Qi, Chengqi Cheng, Yi'na Hu, Huaqiang Fang, Yan Ji and Bo Chen, *An Improved Identification Code for City Components Based on Discrete Grid System*, *ISPRS International Journal of Geo-Information* Vol. 6 Issue 12 2017 (<http://www.mdpi.com/2220-9964/6/12/381/htm>)

e gestire dati terrestri globali su una griglia globale triangolare. Il suo modello globale di elevazione geodetica (GEM) ha avuto inizio con un cubottaedro collegato a un dodecaedro rombo (che è il suo doppio poliedro dove i vertici di uno corrispondono al centro delle facce dell'altro) e ricorsivamente dividono le prime 12 facce triangolari in raffinatezza di 9 triangoli equilaterali parzialmente nidificati. Waldo Tobler e Zi-tan Chen [Tobler, W., & Chen, Z.-t., 1986, "A Quadtree for Global Information Storage", *Geographical Analysis*, 18(4), pp 360-371. DOI:10.1111/j.1538-4632.1986.tb00108.x] immaginavano che lo scopo principale di uno standard formale discreto della griglia globale sarebbe stato lo scambio di informazioni e l'archiviazione.

Tobler ha sostenuto che come mezzo di informazione generalizzato "... la copertura deve essere uniforme e che ogni elemento dell'area deve avere una probabilità uguale di entrare nel sistema. Ciò suggerisce che il mondo dovrebbe essere diviso in parti di uguali dimensioni". La griglia globale di Tobler ha iniziato con un cubo come un poliedro di base, diviso in quadtree rettilinei per creare successive suddivisioni con risoluzione illimitata. Dennis White, Scott Overton e Jon Kimerling, guidati dalla necessità di un campionamento statisticamente valido per integrare il monitoraggio acquatico e terrestre per gli Stati Uniti-EPA, progettano una griglia globale nel 1989 usando cellule esagonali strettamente confezionate che hanno cominciato con un icosaedro troncato come poliedro di base.

Sarà questo standard un altro sistema di riferimento alternativo o sostituirà completamente il tradizionale sistema di coordinate diventando il punto di svolta atteso nei GIS?

Come per tutti gli standard OGC, l'Open DGGs Abstract Specification è libera.

Le parti interessate possono visualizzare e scaricare lo standard da <http://docs.opengeospatial.org/as/15-104r5/15-104r5.html>

#### ABSTRACT

The Open Geospatial Consortium (OGC) announced the adoption of the new Discrete Global Grid System (DGGs) standard, which aimed to report geospatial information on Earth, in different way.

#### PAROLE CHIAVE

OGC; DISCRETE GLOBAL GRID SYSTEM; DGGs; GIS; STANDARD OGC

#### AUTORE

RENZO CARLUCCI  
DIR@RIVISTAGEOMEDIA.IT