

WEBGIS INTERATTIVO PER IL TRATTAMENTO DEI DATI DIGITALI DEL TERRENO (DTM) VIA WEB

INTERACTIVE WEBGIS FOR TREATMENT OF DTM ON WEB

Grazia Caradonna ^a

^a Politecnico di Bari - DICATECh, Via Orabona 4 C.A.P 70125 Bari (BA), grazia.caradonna@poliba.it

PAROLE CHIAVE: DTM, WEBGIS, WPS, ZOO-PROJECT

KEY WORDS: DTM, WEBGIS, WPS, ZOO-PROJECT

RIASSUNTO

Negli ultimi anni l'avvento delle tecnologie digitali e la disponibilità di strumenti GIS avanzati hanno agevolato la nascita dei modelli digitali del terreno sempre più precisi.

Il recente sviluppo del Web 2.0 e delle moderne tecnologie per la memorizzazione in cloud delle informazioni, nonché l'obbligo di adempimento alle normative comunitarie, stanno spingendo le pubbliche amministrazioni all'adozione di WebGIS interattivi.

In questo lavoro viene descritto un WebGIS implementato con software open-source, con l'obiettivo di consentire agli utenti di effettuare operazioni via Web sui modelli digitali del terreno senza che gli utilizzatori debbano scaricare software o possedere computer molto performanti.

Da un punto di vista tecnologico, il sistema è costituito da una componente server implementata utilizzando Zoo-Project e Geoserver, che gestisce i diversi servizi OGC, e da una parte client, basata su HTML5, CSS e Openlayers, in modo da rendere intuitivo e semplice l'accesso alle diverse funzionalità da parte dell'utente.

Per verificarne la robustezza, la qualità e le prestazioni del sistema sono stati effettuati dei test di carico che hanno evidenziato la buona qualità dell'applicazione ma allo stesso tempo una riduzione progressiva delle prestazioni all'aumentare della grandezza dell'area di interesse e del numero di utenti che inviano richieste simultaneamente.

ABSTRACT

In recent years, the increase of digital technologies and the availability of advanced GIS tools have facilitated the creation of digital models of more and more precise ground.

The recent development of Web 2.0 and technologies for storing information in the cloud, and the obligation to comply with EU regulations, are pushing governments to the adoption of interactive WebGIS.

This paper describes a WebGIS implemented with open-source software, with the aim of allowing users to make web-based operations on the digital terrain models (DTM) without that users must download software or high-performance computers.

From a technological point of view, the system consists of a server component implemented using Zoo-Project and Geoserver, which manages the different OGC services, and a client part, based on HTML5, CSS and Openlayers, in order to make intuitive and easy access to the various functions by the user.

To verify the robustness, quality and system performance have been carried out of the load test which showed the good quality of the application but at the same time a gradual reduction in performance with increasing size of the area of interest and the number users sending requests simultaneously.

1. INTRODUZIONE

L'esigenza di rappresentare le caratteristiche morfologiche e topografiche del territorio è antichissima. La conoscenza della morfologia del territorio e dei suoi mutamenti rappresenta oggi un'informazione importantissima in molti settori applicativi a valenza territoriale in cui è fondamentale prendere decisioni responsabili sulla base di informazioni valide ed aggiornate.

I dati di elevazione, vengono memorizzati nei Digital Elevation Models (DEM) e costituiscono uno strumento di base per moltissime applicazioni di carattere ambientale e territoriale, trovando particolare applicazione nell'ambito dell'ingegneria e della pianificazione utilizzati nella pratica per valutare le variazioni geomorfologiche verificatesi nel tempo. I modelli digitali del terreno vengono frequentemente utilizzati per la stima delle aree allagate, la modellazione idrologica e il dimensionamento di opere di ingegneria (Aggett and Wilson 2009).

Inoltre i modelli che descrivono la quota della superficie topografica sono parte integrante dei Sistemi Informativi

Geografici (GIS), poiché considerati fondamentali dalla normativa INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe) (Li, Zhu et al. 2004) e divulgabili col rispetto di standard elevati di qualità (Iring et al. 2013).

Il progresso dei Sistemi Informativi geografici (GIS) e l'uso sempre più frequente dell'Open Geospatial Consortium (OGC) ha portato ad una varietà di tecnologie e di metodi di memorizzazione dei dati disponibili per diffondere dati geografici sul Web.

La standardizzazione dei dati spaziali e dei metadati sono diventati di fondamentale importanza nello sviluppo di WebGIS "collaborativi". Inoltre il recente sviluppo del Web 2.0 e delle tecnologie di cloud computing sta spingendo sempre più amministrazioni e enti all'utilizzo delle Spatial Data Infrastructure (SDI).

Numerose sistemi sono oggi disponibili per la memorizzazione e la diffusione dei dati spaziali sul Web, tra cui il Web Map Services (WMS), il Web Feature Service (WFS) e i Web

Coverage Services (WCS) (Steiniger and Hunter 2012). Tuttavia sono ancora poche le soluzioni WebGIS per l'elaborazione dei dati geografici, soprattutto in formato raster, via Web attraverso il Web Processing Service (WPS) (Fenoy, Bozon et al. 2013).

Ad oggi sono ancora esigui i client GIS che supportano servizi WPS, la maggior parte di essi sono Java-based e spesso sono abbastanza limitanti in quanto necessitano di quei servizi che sul server siano nello stesso linguaggio di programmazione di quelli del server.

Nell'ottica di rendere facilmente disponibili e scaricabili i modelli digitali del terreno (DTM) e di consentire agli utenti di effettuare operazioni sui modelli 3D via Web, in questo lavoro si è scelto di implementare un WebGIS relativo al territorio regionale della Puglia, sulla stregua di geoportali già esistenti (<https://geoservice.ist.supsi.ch/helidem/>), in grado di fornire le funzionalità classiche di un WebGIS (ad es. zoom in, zoom out, pan, query singole e multiple etc) e le funzionalità avanzate relative ai modelli digitali del terreno senza che gli utilizzatori debbano avere computer molto performanti e scaricare software. L'architettura è stata implementata con software open source, basata sui servizi Service-Oriented Architecture (SOA).

Le operazioni supportate dai servizi implementati permettono di inviare ai server delle richieste HTTP mediante l'utilizzo dei metodi di tipo GET o POST: il primo permette all'utente di inviare coppie di valori chiave (KVP ossia Key Value Pair) come parte di un indirizzo Internet (URL, cioè Uniform Resource Locator) mentre il secondo consente di inviare la richiesta codificata in un file XML (Extensible Markup Language) aderente a precise specifiche. Le risposte vengono in genere fornite come documenti XML compatibili con specifici schemi; in alcuni casi il dato binario può essere restituito direttamente (Cannata, Antonovic et al. , OXOLI 2015).

Si è poi provveduto a testare il WebGIS implementato su computer e notebook aventi caratteristiche differenti per valutare la dipendenza della velocità di visualizzazione ed esecuzione

2. AREA DI STUDIO E DATASET

Il sistema di hosting geografica è in grado di lavorare sia con i dati memorizzati direttamente sul server interno sia con le informazioni accessibili attraverso i servizi web. I dati vengono salvati nel geodatabase per impostazione predefinita, ma il sistema è in grado di lavorare anche con i dati in singoli file di diversi formati (Iring et al. 2013).

L'area di studio prescelta è la Regione Puglia (Italia meridionale), la regione più orientale d'Italia che si affaccia sul mare Adriatico e Ionio, con un territorio prevalentemente pianeggiante e collinare Figura 1.

Tutti i dati sono stati pre-trattati con il software open Quantum GIS (QGIS) e memorizzati nel sistema di riferimento EPSG 4326 (WGS84).

I layers disponibili sul WebGIS sono stati divisi in due grandi categorie (Tabella 1):

- Cartografia di Base;
- Cartografia tematica.

I dati NDVI utilizzati in questo studio, sono distribuiti dall'agenzia VITO. le acquisizioni sono state confrontate pixel per pixel utilizzando il criterio della massiva verosimiglianza. L'indice NDVI è stato calcolato pixel per pixel utilizzando la relazione fornita dall'agenzia:

$$NDVI(t)_{ij} = (DN(t)_{ij} * a) + b$$



Figura 1 Area di Studio

Categoria	Tematismo	Source	Tipologia
SPOT VGT NDVI	NDVI	CNES	Raster
Digital Terrain model	DTM	Sit Puglia	Raster
Cartografia di Base	Mappa di Base	Open Street Map	WMS
Cartografia di Base	Mappa Geologica	ISPRA	Vettoriale
Cartografia di Base	Confini Amministrativi	ISTAT	Vettoriale

Tabella 1. Dataset

3. ARCHITETTURA

L'architettura del sistema implementato (Figura 2), conforme alle specifiche OGC, si basa sulle classiche funzionalità client/server (Steiniger and Hunter 2012) ed è incentrata sull'utilizzo degli standard aperti (Botts, Percivall et al. 2006). Nel Web sono stati infatti resi disponibili i servizi WCS e WMS i quali forniscono i dati di input per il WPS.

Il lato server è implementato su una macchina Linux mentre i software utilizzati sono Geoserver 2.10 (Hassler, Lutz et al. 2002, Yu, Liu et al. 2013) e Zoo-Project (Marchesini, Rossi et al. 2012). Tale scelta è legata alla necessità di gestione del servizio WPS (Fenoy, Bozon et al. 2013).

Attraverso il Web Server Apache, le richieste vengono inviate a Zoo-Project che le esegue fornendo come output elementi di diverso tipo (layers, immagini stringhe, testi) all'interno di un file XML, WPS compliant, a sua volta inviato all'utente tramite Apache.

Il funzionamento è molto semplice; l'utente individua sulla mappa l'area di interesse (AOI) attraverso una selezione e un trascinalimento, mediante un widget implementato in GeoEXT per l'individuazione dell'area di interesse. Le coordinate del rettangolo individuato (metadati) vengono elaborate in modo da eseguire una query WCPS e i risultati inviati al WebGis.

Le coordinate dei quattro vertici che identificano il rettangolo selezionato dall'utente, vengono nuovamente utilizzate quando l'immagine risultato della query WCPS, viene visualizzata sui

layers di base. Elaborati tutti i metadati, la query WCPS implementata elabora tutto il set di dati immagazzinati sul database e mostra il risultato come mappa (Figura 3).



Figura 2. Suite Software

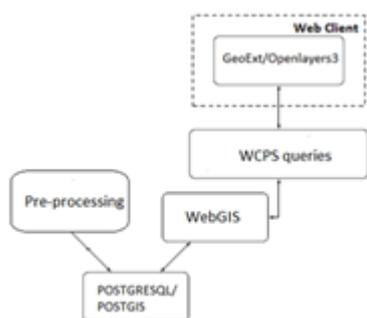


Figura 3 Funzionamento sistema WebGIS

In particolare, per restituire come output dati geografici, sia raster che vettoriali, Apache si avvale di Geoserver che, utilizzando le librerie GeoTools (Turton 2008) (Bray 2008) scritte in Java ed appoggiandosi all'application server Tomcat, li pubblica secondo le specifiche WMS.

Nel lato client le librerie utilizzate sono le seguenti:

- ExtJS (Orchard, Pehlivanian et al. 2009) che fornisce accesso a funzionalità ed elementi grafici evoluti garantendo la compatibilità con i più diffusi browsers;
- OpenLayers (Team 2006) che consente di generare carte dinamiche;
- GeoExt (Delucchi 2012) che aggiunge funzionalità aggiuntive ad OpenLayers sfruttando le potenzialità della libreria ExtJS.

4. INTERFACCIA E FUNZIONALITA'

L'interfaccia grafica del WebGIS è mostrata in Figura 4.

Essa è suddivisa in due sezioni: la Toc sulla sinistra racchiude l'elenco dei layers disponibili mentre la restante parte è occupata dal visualizzatore di mappa navigabile con le classiche funzionalità di zoom in, zoom out, pan e misura.

Per consentire l'esecuzione di operazioni via Web sui dati è stato necessario implementare servizi WPS open in ambiente Zoo-ProjectZoo-Project (licenza MIT/X-11).

Si è scelto, quindi, di implementare un tool per il calcolo delle curve di livello ad intervalli predefiniti a partire da un modello digitale del terreno e la possibilità di inserimento dati.



Figura 4. Interfaccia WebGIS

Oltre al codice EPSG, l'interfaccia richiede l'inserimento di un bounding box, ovvero la regione di interesse sulla quale il servizio effettuerà il processing; informazione questa che può essere inserita dall'utente manualmente attraverso le coordinate dei quattro vertici oppure disegnando direttamente sulla mappa la zona di interesse. Infine, l'estrazione delle curve di livello è resa possibile mediante indicando anche l'intervallo tra le curve (Figura 5).



Figura 5. Estrazione curve di livello

Oltre alla possibilità di visualizzare ed estrarre le curve di livello a partire da un modello digitale del terreno si è scelto di rendere interrogabile il DTM attraverso una routine scritta in Python che permette di eseguire query in tempo reale e di implementare la possibilità di estrarre porzioni di dati.

Si è voluto anche implementare il tool per l'estrazione di una porzione del modello digitale del terreno e il conseguente download del dato tridimensionale. Anche in questo caso l'utente può digitalizzare o inserire le coordinate dei vertici dell'area di interesse.

5. TEST DI VISUALIZZAZIONE E CARICO

Il WebGIS, come già anticipato, possiede un lato client e un lato server per la gestione dei DTM e dei servizi OWS, configurato come Macchina Virtuale attraverso VirtualBox. La risposta generale del sistema è influenzata dalle prestazioni e dalla velocità dei diversi server allocati. Quindi il monitoraggio e l'ottimizzazione delle prestazioni dei server è molto critica e importante.

Ci sono una varietà di sistemi e strumenti disponibili, in diverse piattaforme, per le prove di monitoraggio e di carico. Il framework utilizzato in questo caso è JMeter (Nevdov 2006, Orchard, Pehlivanian et al. 2009). Scritto in Java, esso risulta altamente estendibile e personalizzabile grazie ad un serie di API già presenti. Il ciclo simula le richieste sequenziali

al server con un ritardo preimpostato e un gruppo di thread, progettato per simulare un carico simultaneo.

Essendo un WebGIS focalizzato sui servizi WPS di geo-elaborazione via web dei Modelli Digitali del Terreno, i test sono stati focalizzati sui processi WPS di calcolo delle curve di livello ed estrazione di dati.

Per ogni prova di carico, JMeter è stato configurato in modo da simulare le sessioni utente simultanee, e lo stesso numero di richieste sequenziali all'interno di ogni sessione utente. Si è scelto di simulare un basso numero di utenti contemporanei in questa prima fase in quanto si tratta di uno strumento molto specifico. La risposta è stata soddisfacente in tutti i casi simulati anche se leggermente più lenta nel caso in cui si sono simulati contemporaneamente 10 utenti, come mostrato in Figura 6. In questo caso sono state monitorate le risorse del server, come l'uso della memoria, uso della CPU, e il carico medio di sistema. Dal momento che i server applicativi e delle mappe si basano su Java, l'utilizzo della memoria heap JVM è stato monitorato utilizzando lo strumento VisualVM e l'utilizzo della CPU e il carico medio di sistema sono stati monitorati utilizzando gli strumenti di sistema disponibili sui server.

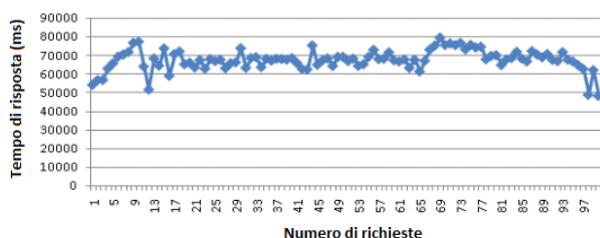


Figure 6. Risultati Test di carico

6. CONCLUSIONI

Il WebGIS nasce dall'esigenza di avere la possibilità di visualizzare via Web il Modello Digitale del Terreno ma soprattutto di calcolare e scaricare in formati editabili (shp, kml) le curve di livello e porzioni di DTM. Esso rappresenta un esempio interattivo e funzionante di architettura SOA che ben rispetta le specifiche INSPIRE utilizzando gli standard dell'Open Geospatial Consortium. Allo stato attuale il Modello Digitale del Terreno non è realizzato via Web attraverso WCS ma è stato utilizzato un modello digitale del terreno per la regione Puglia già realizzato dal SIT Puglia (<http://www.sit.puglia.it/>).

I risultati dei test mostrano che il sistema è robusto e funzionante mentre le prove di carico, eseguite in modo da comprendere il comportamento del sistema sotto scenari reali e di accesso contemporaneo di molti utenti hanno evidenziato buone prestazioni, se confrontate con le elaborazioni desktop. Tuttavia, ad oggi il sistema implementato è stato testato con un numero di utenti simultaneo solo pari a 10.

I tempi di risposta variano da qualche secondo a più di 10 minuti con il crescere dell'area di elaborazione e del numero di utenti loggati; pertanto, in un prossimo futuro, sarebbe auspicabile migliorare le prestazioni cercando di ottimizzare i processi.

BIBLIOGRAFIA

Aggett, G. and J. Wilson (2009). "Creating and coupling a high-resolution DTM with a 1-D hydraulic model in a GIS for scenario-based assessment of avulsion hazard in a gravel-bed river." *Geomorphology* 113(1): 21-34.

Botts, M., G. Percivall, C. Reed and J. Davidson (2006). OGC® sensor web enablement: Overview and high level architecture. *International conference on GeoSensor Networks*, Springer.

Bray, R. (2008). MapGuide open source. *Open Source Approaches in Spatial Data Handling*, Springer: 131-152.

Cannata, M., M. Antonovic and M. Molinari "CAPITOLO 12 IL GEOPORTALE HELI-DEM." *SIFET 2013*: 167.

Delucchi, L. (2012). "GeoExt per sviluppare applicazioni WebGIS per sviluppare applicazioni WebGIS." *GEOmedia* 15(4).

Fenoy, G., N. Bozon and V. Raghavan (2013). "ZOO-Project: the open WPS platform." *Applied Geomatics* 5(1): 19-24.

Hassler, P., M. Lutz and M. Pins (2002). Geo-server interface, *Google Patents*.

Iring, M., R. Chudý and R. Feciskanin (2013). "Evaluation of the data quality of digital elevation models in the context of INSPIRE."

Li, Z., C. Zhu and C. Gold (2004). Digital terrain modeling: principles and methodology, *CRC press*.

Marchesini, I., M. Rossi, M. Alvioli, M. Santangelo, M. Cardinali, P. Reichenbach, F. Ardizzone, F. Fiorucci, V. Balducci and A. Mondini (2012). WPS tools to support geological and geomorphological mapping. *HEIG-VD: open conference systems*, OGRS2012.

Nevedrov, D. (2006). "Using JMeter to Performance Test Web Services." Published on dev2dev (<http://dev2dev.bea.com/>): 1-11.

Orchard, L. M., A. Pehlivanian, S. Koon and H. Jones (2009). Professional JavaScript Frameworks: Prototype, YUI, ExtJS, Dojo and MooTools, *Wrox Press Ltd*.

OXOLI, D. (2015). "GIS-based analysis of the urbanization effect on territorial settings and surface runoff: the case of the buried torrents of Como city."

Steiniger, S. and A. J. Hunter (2012). "Free and open source GIS software for building a spatial data infrastructure." *Geospatial free and open source software in the 21st century*: 247-261.

Team, O. D. (2006). "OpenLayers." URI: <http://openlayers.org/>(visited on 15/02/2013).(Cit. on p. 71).

Turton, I. (2008). Geo tools. *Open source approaches in spatial data handling*, Springer: 153-169.

Yu, X. W., H. Y. Liu, Y. C. Yang, X. Zhang and Y. W. Li (2013). Geoserver based forestry spatial data sharing and integration. *Applied Mechanics and Materials*, Trans Tech Publ.