

Sistema WebGIS per l'accesso a dati geografici eterogenei distribuiti su internet, l'elaborazione GIS e la restituzione online

Luciano FORTUNATI (*), Giulio MASSEI (**)

(*) ISTI-CNR, Via Moruzzi 1, tel 050-3152943, fax 050 3138091,
email luciano.fortunati@isti.cnr.it

(**) ISTI-CNR, Via Moruzzi 1, tel 050-3152939, fax 050 3138091,
email giulio.massei@isti.cnr.it

RIASSUNTO

Questo documento descrive un sistema WebGIS per l'accesso, da parte di un client remoto, a dati geografici eterogenei distribuiti in rete internet, l'elaborazione degli stessi mediante alcune funzionalità GIS e la visualizzazione dei risultati sul client stesso. Il sistema, sviluppato a livello prototipale e dimostrativo con un insieme limitato di funzioni, ha una architettura modulare mediante la quale può essere arricchito di ulteriori funzionalità e comunque personalizzabile per usi specifici. Ciò consente ad utenti connessi via web di effettuare operazioni GIS su dati remoti e di importarne i risultati, non disponendo di un software GIS locale.

ABSTRACT

This document describes a WebGIS system to access, from a remote client, to heterogeneous geographic data distributed on the internet, to process these data by means of some GIS operations and to visualize the result on the client. The system, developed as prototypical and demonstrational tool with a limited set of functions, has a modular architecture which permits to be enriched with additional functions and to be personalised for specific needs. This allows users, connected to the web, to perform GIS operations on remote data and to import the results, without the availability of a local GIS software.

KEYWORDS: *WebGIS, Web Mapping, OpenGIS, WMS, WFS*

INTRODUZIONE

A seguito del processo di diffusione e consolidamento della rete internet, il mondo dei GIS ha visto nell'ambiente World Wide Web un mezzo estremamente valido per la diffusione dell'informazione territoriale.

Il connubio fra GIS e WWW ha portato alla affermazione di una nuova disciplina, trasversale nell'ambito dei Sistemi Informativi Territoriali (SIT), denominata **WebGIS**. Essa si occupa non solo degli aspetti strettamente informatici legati alla distribuzione dei dati geografici, ma anche dei processi di preparazione ed elaborazione dei dati per poter essere rappresentati correttamente utilizzando le tecnologie di visualizzazione grafica legate al web (*Web Mapping*).

In ambito WebGIS, si parla di "*sistema WebGIS*" per identificare un sistema GIS in grado di distribuire contenuti geografici e consentire l'accesso a funzionalità GIS, attraverso la rete internet.

Mentre si identifica con “*applicazione WebGIS*” la componente informatica del sistema WebGIS che consente ad un utente remoto di accedere a funzionalità GIS e dati geografici.

La maggior parte delle applicazioni WebGIS disponibili offrono funzionalità di tipo *Web Mapping* in cui sono previste essenzialmente operazioni di visualizzazione, cioè di rappresentazione di dati geografici, e di interazione con aggiunta o rimozione di temi, modifica degli stili di visualizzazione dei temi, zoom e pan.

Alcune applicazioni di recente concezione permettono di eseguire interrogazioni sugli attributi dei dati geografici e di limitare l’estensione dei dati ad una specifica area geografica di interesse, oppure di fornire funzionalità per il calcolo di percorsi stradali.

In generale si può affermare che le applicazioni disponibili si basano prevalentemente su dati geografici codificati secondo formati proprietari, legati al formato nativo del motore GIS che li gestisce. Inoltre non è quasi mai trattata la diversità del sistema di riferimento spaziale con cui i vari dati geografici sono prodotti. Viene pertanto a mancare la caratteristica di eterogeneità, che facilita così l’integrazione dei dati all’interno dell’applicazione stessa. In questo contesto infatti è estremamente raro trovare sistemi WebGIS che distribuiscono informazione geografica prodotta con dati provenienti da sorgenti esterne alla disponibilità locale del sistema stesso.

OBIETTIVO

Il sistema WebGIS realizzato si inquadra in uno scenario in cui sono presenti server di dati geografici caratterizzati in base al tipo di interfaccia di accesso offerta: “*server proprietari*” (ArcIMS, GeoMedia WebMap, MapInfo, ...) e “*server OpenGIS*” (Web Feature Services e Web Map Services). In questo contesto si pone l’obiettivo di consentire l’accesso a tali server, di acquisire i dati selezionati, elaborarli e restituire l’informazione geografica prodotta. Il collegamento al sistema WebGIS è previsto mediante un normale client connesso alla rete. I dati forniti dai server sono eterogenei per tipo (raster e vector), codifica (PNG, JPG, SHP, DXF, MDB, WMS, WFS, ...) e sistema di riferimento spaziale (geografico e proiettato). Il sistema WebGIS si basa, per l’esecuzione delle operazioni, sulle varie funzionalità che un motore GIS mette a disposizione. Le elaborazioni che il WebGIS può effettuare possono pertanto essere, in teoria, tutte quelle che il motore GIS dispone. Ciò equivale a disporre di un GIS e di un database locale, non necessitando però di alcun software specifico.

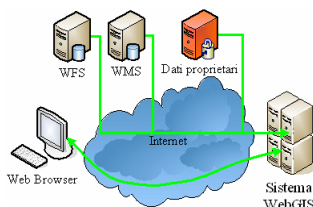


Figura 1: il sistema WebGIS.

Altro elemento qualificante del sistema WebGIS è la modularità con cui sono realizzate le varie componenti, al fine di consentirne l’upgrade sia nella tipologia dei dati accessibili, sia nella disponibilità di funzionalità elaborative specifiche.

Nello specifico, l’obiettivo è stato di implementare, oltre alla visualizzazione, tipiche funzionalità GIS quali: overlay topologico (unione, intersezione, clip, merge), buffering, selezione per tema.

ARCHITETTURA DEL SISTEMA WEBGIS

Il sistema, sviluppato interamente sulla piattaforma *Microsoft Framework .NET* (1.1), è operante col sistema operativo *Windows 2000 Server* su cui è attivo il web server Microsoft IIS.

Il sistema WebGIS può considerarsi composto da tre elementi principali (figura 2), tutte operanti sullo stesso sistema hardware:

- una infrastruttura server in grado di accedere, integrare e manipolare dati geografici eterogenei distribuiti in rete internet;
- un'applicazione WebGIS di tipo GIS-Online che implementa l'interfaccia utente per le funzionalità GIS;
- un servizio per l'acquisizione di informazioni sui dati WMS e WFS distribuiti su internet.

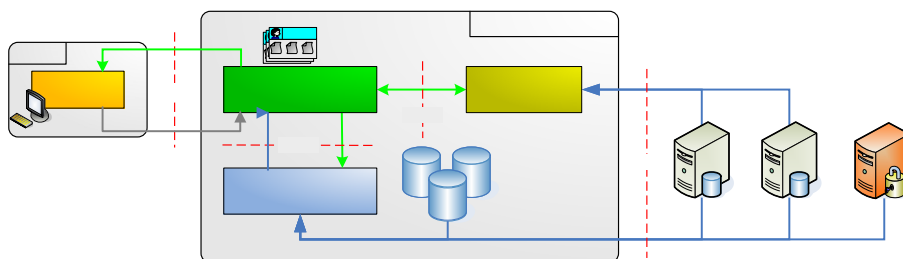


Figura 2: componenti principali del sistema WebGIS.

L'infrastruttura server

L'infrastruttura server si basa principalmente sulla componente *GIS Operation - Web Service* (GO-WS) che si integra con la componente *GeoMedia WebMap* (figura 3).

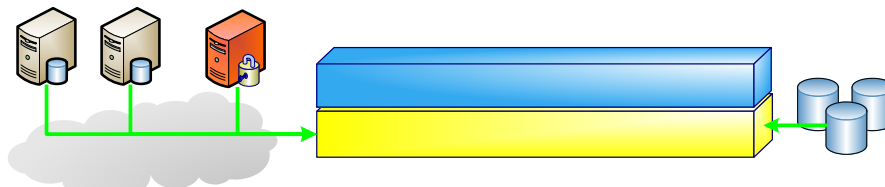


Figura 3: Architettura dell'infrastruttura server.

La componente GO-WS fornisce pubblicamente l'accesso ad un insieme di operazioni, invocabili attraverso la rete internet secondo la *Web Service Architecture* (WSA), per l'accesso, l'integrazione e l'elaborazione di dati territoriali eterogenei.

La componente *GeoMedia WebMap* (GWM) è una applicazione server commerciale (prodotta da Intergraph) che dispone di un'ampia gamma di funzionalità, tra cui quelle per accedere ed integrare dati geografici eterogenei (sia di tipo proprietario che OpenGIS), uniformarli secondo un predefinito sistema di riferimento spaziale ed effettuare operazioni GIS su di essi. Altra caratteristica essenziale è la capacità di integrarsi con l'ambiente web e di fornire quindi un insieme di funzionalità legate alla composizione ed alla produzione di mappe via web (*Web Mapping*), non solo come immagini raster, ma anche restituite graficamente nel formato vettoriale *Scalable Vector Graphic* (SVG).

Client

L'applicazione WebGIS

L'applicazione WebGIS, denominata *GIS Application Service Provider* (GISASP), è composta da due sottosistemi: uno server ed uno client.

Il sottosistema *server* consente all'utente di interagire con i dati mediante l'accesso ai servizi GO-WS ed il supporto dell'*OpenGIS Info Data Service* (OIDS). Esso permette all'utente di impostare

Web browser

Internet

G
S

Inf

l'attività in una logica di *progetto*, in cui sono definibili l'area geografica di interesse, il sistema di riferimento spaziale ed i vari strati informativi relativi ai dati su cui operare, identificati mediante URL (sia per i dati proprietari che quelli OpenGIS). Associati a ciascuno strato informativo sono riportati un insieme di parametri caratteristici quali il nome che lo identifica, il sistema di riferimento spaziale, la posizione gerarchica del tema nella mappa e lo stile di visualizzazione.

Questa organizzazione consente ad ogni utente di disporre di un proprio ambiente di lavoro in cui sono memorizzati i progetti definiti, mantenendo riutilizzabile in tempi successivi l'insieme delle informazioni progettuali.

Il sottosistema *client* offre un'interfaccia utente, generata dal sottosistema server, accessibile mediante un generico web browser.

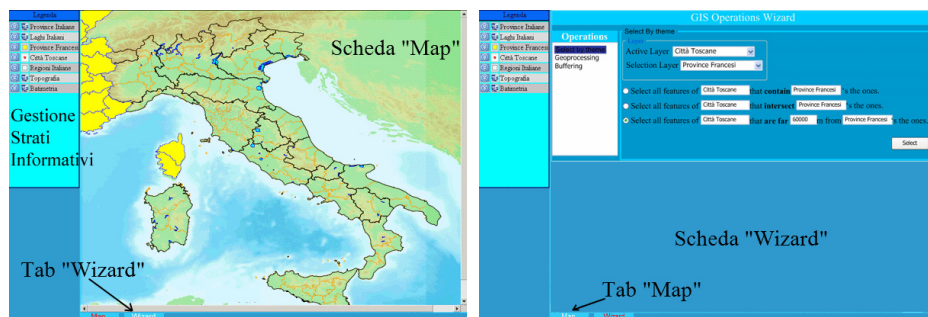


Figura 4: interfaccia utente dell'applicazione WebGIS.

L'interfaccia (figura 4) è suddivisa in tre aree funzionali: la *Gestione Strati Informativi*, un insieme di "tab" funzionali ed un'area personalizzata in funzione del tab attivo. Nel caso specifico si hanno due tab che consentono di attivare nell'area personalizzata il *Display Grafico* (scheda "Map") ed il *Pannello Operazioni* per eseguire le operazioni GIS sugli strati informativi elencati nel progetto (scheda "Wizard"). L'area *Gestione Strati Informativi* riporta l'elenco dei vari temi del progetto, identificati ciascuno mediante il nome, il tipo di feature geografica e lo stile di rappresentazione, nella gerarchia in cui sono rappresentati nel *Display Grafico*. E' possibile interagire con i vari temi per attivare/disattivare il tema selezionato o spostarlo nella gerarchia ed eseguire operazioni di zoom e pan sulla mappa visualizzata. Tali interazioni non sono eseguite in remoto dai servizi GO-WS, bensì localmente dal browser web grazie all'impiego del formato di rappresentazione grafica SVG della mappa.

Il servizio OpenGIS Info Data Service

Il servizio *OpenGIS Info Data Service* (OIDS), anch'esso realizzato secondo l'architettura WSA, consente la consultazione delle caratteristiche (nome, descrizione, estensione geografica, keywords) dei servizi e dei dataset territoriali WMS e WFS distribuiti e la gestione di un catalogo contenente i servizi ed i dataset di interesse. Tali caratteristiche costituiscono un insieme di informazioni descrittive relative sia agli strati informativi (dataset) che ai servizi che li rendono disponibili e sono estratte in modo automatico dal servizio OpenGIS Info Data Service.

Oltre alle operazioni di inserimento, modifica e cancellazione, sono previste funzionalità di consultazione del catalogo mediante criteri di ricerca basati sulle informazioni sia degli strati informativi che dei servizi.

I servizi web

Sono stati implementati servizi web (*Web Service*) al fine di rendere disponibili alcune operazioni GIS, di seguito elencate:

- sovrapposizione (*topological overlay*), comprendente le operazioni di: unione, intersezione, clip, merge di strati informativi;
- creazione di aree di rispetto (*buffering*) intorno a feature geografiche;
- selezione di feature in base ad un tema, utilizzando relazioni di confronto fra feature (di distanza lineare, intersezione, contenimento);
- generazione di mappe (*web mapping*);
- trasformazione di coordinate in vari sistemi di riferimento spaziale.

Le operazioni di *overlay* e di *buffering* producono un risultato che può essere rappresentato:

- in forma grafica, secondo uno specifico formato grafico (raster o vettoriale);
- in forma testuale, nei formati di codifica GML e ESRI *shape file*. Questi formati rendono accessibili anche gli attributi delle feature geografiche.

L'operazione di selezione per tema, produce un risultato direttamente visualizzato sul client.

L'operazione di *web mapping* consente di generare una mappa come composizione di un insieme di temi, secondo un sistema di riferimento spaziale specificato, un'area di interesse espressa nelle coordinate reali di mappa ed uno specifico formato grafico di restituzione (sia raster che vettoriale). L'operazione restituisce un documento analogo a quelli forniti per le operazioni di *overlay* e *buffering*.

L'operazione di trasformazione di coordinate, consente di trasformare in un array le coordinate delle features degli strati informativi da un sistema di riferimento ad un altro. Sono implementati i sistemi Geografico [EPSG:4326], UTM_ED50 [EPSG:23032, EPSG:23033], UTM_WGS84 [EPSG:32632, EPSG:32633], UTM_ETRS89 [EPSG:25832, EPSG:25833], Gauss-Boaga_Roma40 [EPSG:26591, EPSG:26592]. Tale operazione è resa possibile dalla capacità del motore GeoMedia WebMap di eseguire trasformazioni di coordinate in base ad un insieme di parametri di trasformazione (codificati in vari file *.csf*), specifici per i vari sistemi di riferimento spaziali. Il risultato dell'operazione è restituito nell'array di input.

I CASI DI STUDIO

Per dimostrare le funzionalità dell'applicazione realizzata, sono stati predisposti tre casi di studio in cui vengono integrati dati territoriali eterogenei finalizzati alla produzione ed alla visualizzazione di una mappa in formato vettoriale e all'esecuzione di tre tipi di operazione.

L'applicazione è sperimentabile alla URL <http://webgissserver.isti.cnr.it/projectmanager> in cui sono già definiti i progetti relativi ai casi di seguito descritti.

I dati utilizzati provengono da due tipologie di sorgenti dati, OpenGIS e proprietari locali (tabella 1):

| Sorgente dati | <i>WMS Italia</i> | <i>Demis World</i> | <i>Italia</i> | <i>France</i> | <i>Toscana</i> |
|------------------|-------------------------------------|--------------------------|---|-------------------|----------------|
| Tipologia | WMS | WMS | GeoMedia Map | ESRI shape file | CAD DXF |
| Sist. coordinate | EPSG:4326 | EPSG:4326 | UTM32 | Geografico | Gauss Boaga |
| Temi utilizzati | Laghi italiani Province italiane | Topography Bathymetry | Regioni italiane Province italiane Laghi italiani | Province francesi | Città toscane |

Tabella 1: sorgenti dati e temi utilizzati nei casi di studio.

- ❑ Dati OpenGIS: dati definiti nel sistema di riferimento geografico [EPSG:4326], distribuiti da:
 - *WMS¹ Italia*: dati relativi ad alcuni aspetti del territorio Italiano. I temi considerati sono:
 - *Laghi Italiani*: descrive i maggiori laghi italiani,
 - *Province Italiane*: limiti amministrativi delle province italiane,
 - *Demis World Map²*: numerosi dati relativi all'intero globo terrestre. I temi considerati sono:
 - *Topography*: topografia dei continenti emersi;
 - *Bathymetry*: batimetria dei mari e degli oceani;
- ❑ Dati proprietari e locali:
 - *Italia*: sorgente dati codificata secondo il formato GeoMedia MBD con sistema di riferimento spaziale UTM32 [EPSG:32632]. Sono considerati i temi:
 - *Regioni Italiane*: confini amministrativi delle regioni italiane;
 - *Province Italiane*: limiti amministrativi delle province italiane;
 - *Laghi Italiani*: maggiori laghi italiani;
 - *France*: riporta un insieme di strati informativi (codificati secondo il formato *shape-file*) inerenti la Francia definiti in coordinate geografiche. Viene considerato solo il tema "*Province Francesi*" che definisce i limiti amministrativi delle province francesi;
 - *Toscana*: utilizza la codifica DXF CAD e gli strati sono definiti in coordinate Gauss-Boaga. Lo strato informativo utilizzato è "*Città Toscane*" che descrive le maggiori città della regione Toscana.

La mappa risultante dalla composizione dei vari strati informativi è prodotta nel formato grafico SVG secondo il sistema di riferimento geografico [EPSG:4326] e visualizzata nel display grafico (figura 4).

Caso 1 – Operazione: Selezione per tema.

Con l'operazione di selezione per tema si vogliono individuare tutte le feature del tema "*Città Toscane*" che si trovano ad una distanza non superiore a 60 Km dalle feature del tema "*Province Francesi*". Utilizzando l'apposita interfaccia utente presente nella scheda "Wizard" (figura 5) si può impostare l'operazione.



Figura 5: operazione di selezione per tema: wizard e risultato.

Il risultato è riportato immediatamente sul display grafico rendendo visibili in modo evidenziato le feature risultanti colorate in rosso (figura 5).

Caso 2 – Operazione: Geoprocessing (Intersezione).

L'operazione di geoprocessing prevede di effettuare l'intersezione tra due layer (della sorgente dati "*Italia*"), utilizzando "*Laghi Italiani*" come layer di input e "*Province Italiane*" come layer di



Figura 6: operazione di intersezione fra temi: wizard e mappa.

overlay, e la restituzione della mappa nel sistema di riferimento proiettato UTM32 [EPSG:32632].

Il risultato dell'operazione è composto da nuove feature che individuano le porzioni di lago contenute all'interno di una provincia (figura 6).

Caso 3 – Operazione: Buffering.

L'operazione di buffering prevede la per creazione di un'area di rispetto di 5 Km di raggio intorno a ciascuna città della regione Toscana. Tramite il wizard è possibile impostare l'uso del layer "Città Toscane" e della distanza di rispetto (figura 7).



Figura 7: operazione di buffering: wizard e risultato.

CONCLUSIONI

Il sistema WebGIS descritto presenta importanti aspetti di modularità che lo rendono adattabile a diverse soluzioni implementative. L'utilizzo dell'architettura WSA ha consentito l'interscambio di comunicazioni fra processi sfruttando internet come canale di comunicazione. Ciò rende possibile separare fisicamente le varie componenti rendendole operative anche su macchine server distinte connesse via internet e quindi specializzare i sottosistemi in base alle funzioni svolte. A loro volta i sottosistemi possono crescere in termini di funzionalità offerte e quindi consentire un ampliamento del sistema complessivo od una personalizzazione nel caso in cui si usi un sottoinsieme delle funzionalità disponibili. Si può quindi avere uno scenario in cui esiste un server GO-WS (Infrastruttura Server), un server OIDS (OpenGIS Info Data Server) e più Application Service Provider (ASP), specializzati per tipologia di funzionalità, accessibili pubblicamente: in questo contesto più utenti possono connettersi ad ASP diversi per accedere alle funzionalità specifiche rese operative dall'Infrastruttura Server GO-WS comune. Utenti più evoluti possono sviluppare il proprio ASP o applicazioni locali e renderle operative sul proprio sistema hardware, appositamente personalizzato anche per hardware diversi da PC desktop, quali PDA, smartphone e telefoni cellulari.

In sintesi si può dire che i servizi offerti dall'Infrastruttura Server costituiscono uno strumento informatico di base per la creazione e la diffusione di servizi operanti su dati territoriali messi a disposizione da portali ed infrastrutture coerenti sia con le direttive di INSPIRE che con il mondo dei sistemi GIS proprietari, fruibili anche da utenti non professionali. In questo contesto è stata focalizzata l'attenzione più su come sfruttare i dati messi a disposizione dalle varie strutture IDT, anziché renderli disponibili su una struttura propria. Ciò ha dato l'opportunità di sperimentare tecnologie che risolvessero il problema dell'utente che ha necessità di accedere a dati diversi da integrare in una propria applicazione. Per questo motivo è stata posta più attenzione allo sviluppo dell'applicazione client che di quella server. Ciononostante, per poter operare si è dovuta creare anche una infrastruttura server in grado di fornire funzionalità di processing GIS. Al momento

della implementazione, è stato scelto (anche per semplicità di sviluppo) di rimanere fuori dal contesto OpenGIS in quanto il servizio Web Processing Service (WPS) non risultava ancora sufficientemente definito e consolidato. Infatti, la specifica OpenGIS del servizio WPS nella versione 0.4.0 è tuttora un documento del tipo “Discussion Paper” e risulta essere in fase di implementazione nella versione 0.2.1 da un solo sviluppatore. In ogni caso, volendo predisporre una struttura SDI OpenGIS coerente, una volta definiti i vari servizi di processing da implementare ed i relativi parametri (che descrivono come operare e l’input/output), l’infrastruttura server realizzata risulta essere un valido punto di partenza per l’attivazione del servizio WPS mediante le richieste di operazioni GetCapabilities, DescribeProcess e Execute previste dalla specifica OGC. Queste operazioni sono quelle che descrivono l’interfaccia di accesso ad un Web Processing Service, ma non descrivono (né definiscono) alcun servizio di processing, sia esso semplice o complesso. Ciò significa che ogni server con funzionalità WPS potrà mettere a disposizione il proprio insieme di servizi attivabili con modalità proprietarie per cui l’applicazione sviluppata su di un server potrà operare solo sul medesimo. Quindi da una parte si rendono liberi i server di operare con funzionalità WPS proprie, ma dall’altra si vincolano le applicazioni client ad operare solo sul server su cui sono state sviluppate. Forse, la definizione e la standardizzazione di alcune funzionalità di processing, anche a basso livello, potrebbe essere adottata dal consorzio OpenGIS in modo da consentire una uniformità di accesso ai servizi WPS messi a disposizione dai vari server, consentendo così ad una applicazione client di operare in modo trasparente su più server.

BIBLIOGRAFIA

- Jeff de La Beaujardière, “*Web Map Service Implementation Specification v1.1.1*”, 16/01/2002
Kris Kolodziej, “*OpenGIS® Web Map Server Cookbook*”, 18/08/2003.
Panagiotis A. Vretanos “*Web Feature Service Implementation Specification ver. 1.0.0*”:
19/09/2002;
OpenGIS® Geographic Markup Language Implementation Specification, version 2.1.2;
OpenGIS® Web Processing Service, version 0.4.0, 16/09/2005;
Vanden Brouke, Peter Beusen, Alessandro Annoni, “*Spatial Data Infrastructure in Italy: State of Play Spring 2004*”: Danny; 07/07/2004;
Ethan Cerami, “*Web Services Essentials Distributed Applications with XMLRPC, SOAP, UDDI & WSDL*”: prima edizione Febbraio 2002;
Jérôme Sonnett, “*OWS 2 Common Architecture: WSDL SOAP UDDI*” 17/02/2005.
The GeoMedia Architecture Advantage [White Paper] – 2002
http://spatialnews.geocomm.com/whitepapers/GeoMedia_Architecture_Advantage.pdf