

Applicazione del paradigma Internet of places al monitoraggio ambientale attraverso l'uso di standard OGC

Federico Prandi, Raffaele De Amicis, Giuseppe Conti, Alberto Debiasi,
Marco Calderan, Stefano Piffer

Fondazione Graphitech, Via Alla Cascata 56/c, 28133 Trento, Tel. +39 0461283394, Fax +39 0461283398
{federico.prandi} {raffaele.de.amicis} {giuseppe.conti} {alberto.debiasi}
{marco.calderan} {stefano.piffer} @graphitech.it

Abstract

I progressi ottenuti nella velocità e nella capillarità delle reti di comunicazione, lo sviluppo di elettroniche sempre più piccole ed efficienti ha portato negli ultimi anni a definire il concetto di "internet of things", come un ambiente dove gli elementi fisici possano essere integrati e gestiti tramite la rete. Il passaggio successivo è quello di integrare in questo concetto la dimensione geografica, creando, di fatto, un "internet of places" costituito da una serie di risorse digitali spazio-temporali georeferenziate che sono gestite attraverso l'uso di web-service in grado di garantire la raccolta, l'organizzazione e l'utilizzo d'informazioni spazio-temporali in modo da avvicinarsi sempre più alla realizzazione del concetto di "Digital Globe".

In questo contesto il progetto BRISEIDE, che si pone come obiettivo la creazione di servizi per la gestione di informazioni spazio-temporali, può essere visto come un punto di partenza. La possibilità di accedere, visualizzare e gestire attraverso web-services le informazioni spaziali, considerando anche la dimensione temporale, è il primo risultato del progetto.

In particolare, nel paradigma delle "internet of places" si inserisce la capacità di accedere ai dati rilevati direttamente sul territorio attraverso l'utilizzo di sensori remoti, come ad esempio le reti di monitoraggio frane. In questo articolo verranno presentati i risultati ottenuti dal progetto, per quanto riguarda l'accesso, la gestione e la visualizzazione di dati provenienti da sensori per il monitoraggio di una frana situata in provincia di Trento. Attraverso l'uso del protocollo "Sensor Observation Services" (SOS) i dati di monitoraggio degli spostamenti vengono esposti come servizio e vengono resi disponibili e consumati tramite un client dall'utente. Le serie storiche contenenti i dati di spostamento sono gestiti attraverso opportuni tool all'interno del client 3D al fine di visualizzare il trend di spostamento, ad esempio in un dato intervallo temporale. In questo modo le informazioni direttamente raccolte sul territorio dai sensori vengono utilizzate in maniera completamente trasparente ed interoperabile dall'utente.

Abstract

Advances in speed and ubiquity of communication networks, the development of increasingly smaller and more efficient electronics has led, in recent years, to define the concept of "Internet of Things", as an environment where the physical elements can be integrated and managed through the network. The next step is to integrate this concept with the geographical dimension, thereby creating an "internet of places" consisting of a series of spatio-temporal geo-referenced digital resources that are managed through the use of web-service capable of ensuring the collection, the organization and use of spatio-temporal information in order to getting closer to the realization of the concept of "Digital Globe". In this context, the draft Briseide, which has as its goal the creation of services for the management of spatio-temporal information, can be seen as a starting point. The ability to access, view and manage through web-services information space, considering the time

dimension, is the first result of the project. In particular, the paradigm of the "Internet of places" is part of the ability to directly access to the data collected in the area through the use of remote sensors, such as network monitoring landslides. This article will present the results obtained from the project, with regard to access, manage and display data from sensors for the monitoring of a landslide located in the province of Trento. Through the use of the protocol "Sensor Observation Services" (SOS) data for monitoring the movements are exposed as a service and are made available and consumed by a client user. The time series containing the navigation data are managed through appropriate tools within the client, to display the 3D trend shift for example in a given time interval. In this way, the information collected on the territory directly from the sensors is used in a fully transparent and interoperable user.

Introduzione

Gli operatori di protezione civile, gli amministratori pubblici e i professionisti impegnati nella pianificazione e nella gestione delle risorse ambientali necessitano d'informazioni e funzionalità spazio-temporali a supporto del loro processo decisionale. In particolare la gestione di eventi calamitosi o il monitoraggio ambientale richiede l'accesso a dati aggiornati, disponibili in real-time e con alte frequenze di aggiornamento. Per queste ragioni tutti questi soggetti necessitano della possibilità di accedere ad una vasta serie di dati e funzioni tra cui immagini satellitari, dati geografici e dati provenienti da sensori. Questo articolo presenta il lavoro svolto nell'ambito del progetto BRISEIDE "BRIdging SErvices, Information and Data for Europe" (www.briseide.eu), ed in particolare descrive le metodologie e le implementazioni per la realizzazione di un sistema che consente agli utenti di accedere, attraverso i protocolli standard OGC, ad un SDI contenente informazioni riguardanti il monitoraggio ambientale. La capacità infatti, di accedere in tempo reale o quasi, ad informazioni provenienti da sensori ambientali, meteo o di monitoraggio, consente all'operatore una visione e una consapevolezza della situazione da analizzare. Nell'ambito del progetto BRISEIDE un aspetto fondamentale è legato allo sviluppo di pilot operativi che usufriranno di dati e servizi messi a disposizione dall'infrastruttura. In particolare il pilot che coinvolge la Provincia Autonoma di Trento è legato alla gestione di informazioni riguardanti il monitoraggio di aree soggette a frana e necessita dell'accesso ad informazioni real-time fornite dai sensori posizionati sull'area interessata. Negli ultimi anni la crescita della banda larga, le connessioni mobili e la creazione di "wireless sensor networks", hanno sempre più avvicinato l'utente al concetto di "ubiquitous computing", in cui partendo dal paradigma del "internet of objects" si arriva all'"internet of places" (Conti et al. 2011).

Stato dell'arte

Nell'ambito della protezione civile è fondamentale collezionare e analizzare dati in un ambiente collaborativo e condiviso, in modo da rispondere tempestivamente a un'emergenza. Attualmente ogni fenomeno geo-referenziato dovrebbe essere disponibile ad un determinato livello di governo e condiviso tra tutti i livelli ("Infrastructure for Spatial Information in Europe" - la direttiva INSPIRE). Essa è incentrata sulla integrazione delle informazioni geografiche ed ambientali in tutti gli Stati membri. Allo stesso tempo, la partnership Kopernikus tra la Commissione europea e l'Agenzia spaziale europea ha stabilito i servizi di base (ad esempio le previsioni riguardanti gli oceani, il monitoraggio del territorio, gli interventi di emergenza) per l'ambiente globale e la sicurezza civile. Quando si analizza il dominio specializzato di "Geographical Information" (GI), grande attenzione è dedicata ai nuovi servizi che possono utilizzare la posizione geografica come metodo principale per indicizzare e gestire le risorse digitali. Si riconosce che le attività di standardizzazione promossa dal "Open Geospatial Consortium" (OGC), hanno notevolmente contribuito al successo dei "geo web-service" e, più in generale, dei cosiddetti geoportali. La standardizzazione di geo-servizi aperti e interoperabili viene eseguita dal "Open Geospatial Consortium" (OGC, www.opengeospatial.org) in collaborazione con ISO, OASIS Open, W3C, e altri organismi competenti. OGC affronta una famiglia di "geo-service" modulari che sono

accessibili gratuitamente. Non solo è fondamentale la condivisione delle informazioni, ma in aggiunta è necessario accedere per aggiornare i dati e per conoscere l'evoluzione temporale dei fenomeni. In questo contesto per gli utenti è necessario una profonda consapevolezza della dimensione temporale delle informazioni geografiche. La dimensione temporale, infatti, è sicuramente un aspetto importante di quasi tutti i fenomeni del mondo reale. Tuttavia anche dati e sistemi GIS, tradizionalmente offrono solo uno “screenshot” della condizione del mondo reale. Come risultato molti autori hanno chiaramente indicato la necessità di modelli di dati che permettano la manipolazione di dati temporali (Snodgrass / Ahn, 1985, Tansel et al. 1993).

Un recente studio commissionato dal Centro comune di ricerca (CCR) (Dekkers, 2008), che ha investigato l'adozione d'informazioni temporali nel contesto di risorse rilevanti per la direttiva INSPIRE, ha sottolineato che vi è la necessità di avere una descrizione estesa di informazioni temporali. Lo studio ha anche definito un elenco di raccomandazioni per massimizzare i benefici riguardanti le informazioni temporali su dati geo-spaziali.

Sono state definite quattro tipologie d'informazioni temporali:

- Il “periodo di tempo” interessato dal contenuto della risorsa (chiamato anche l'estensione temporale della risorsa)
- La “data di pubblicazione” della risorsa
- La “data dell'ultima revisione” della risorsa, se la risorsa è stata rivista

Questi elementi non consentono una completa definizione delle proprietà temporali, soprattutto se si considerano alcune applicazioni chiave che coinvolgono fenomeni dinamici. Diversi altri studi hanno proposto di gestire serie temporali di “data-set”, e hanno discusso la necessità di estensioni per i metadati nel dominio temporale (Bordogna et al., 2009).

In una prospettiva più generale, una varietà di sensori remoti, dati geografici e analisi generano grandi quantità di dati, in cui la natura quantizzata delle misure, porta spesso ad una struttura dati legata al tempo. Gli esempi riguardano serie temporali, oggetti in movimento, immagini 2-D serie temporali immagini 3-D e X/Y/z cubi spaziali, e 4-D x / y / z / t cubi spazio-temporali. In questo caso sarà descritta un'estensione di “Web coverage services” (WCS) che aggiunge flessibilità, e la possibilità di elaborare le coverage in WCS (Baumann, 2010).

Briseide Data Model

Una delle caratteristiche fondamentali del “framework” proposto è che, deve essere indirizzata a esigenze di protezione civile, ma deve anche essere il più generico possibile, poiché la dimensione temporale è trasversale a diversi tipi di “dataset” geografici.

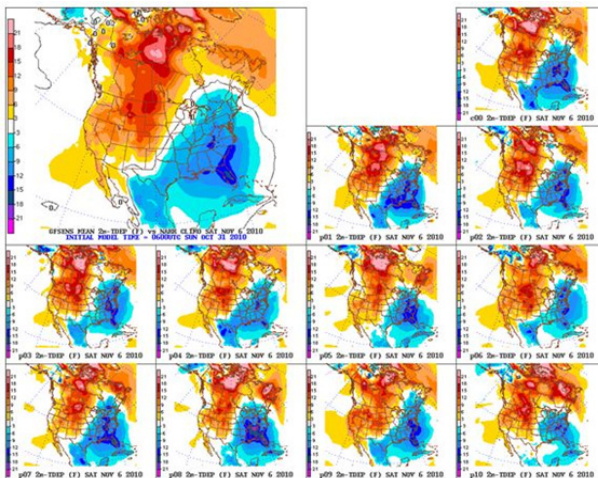
I campi di applicazione variano da servizi che stimano il rischio in relazione ad eventi sismici e frane, a servizi che valutano le condizioni delle foreste e la loro evoluzione nel tempo per identificare i possibili modelli di rischio. Per far fronte a questo enorme dominio, si è partito dal particolare caso d'uso legato al pilot e si è generalizzato per ottenere un utile estensione in grado di considerare la dimensione temporale nei casi più comuni relativi alla protezione civile, quali: la previsione di serie temporali, il rilevamento di oggetti in movimento e le serie temporali relative ai sensori. La possibilità di recuperare o interrogare dataset basati su proprietà temporali è un requisito fondamentale del framework Briseide. Per questo il passo fondamentale è stato la definizione di un modello di dati che permette di operare su dataset spaziali considerando il tempo come vera dimensione. Le principali categorie della “Geographical Information”, relative a questo progetto, sono: Raster, Vector e dataset provenienti da sensori. Per ognuno di questi è stata realizzata una ricerca su come considerare il tempo come dimensione. Nel primo caso si rileva che non è possibile definire un unico data-model per ciascuna delle macro-categorie considerate.

In primo luogo è necessaria la definizione di un profilo di metadati che consentono all'utente di recuperare i dataset contenuti nel catalogo e capire le loro proprietà temporali. Si tratta di estendere le regole di implementazione dei metadati che definiscono le quattro categorie menzionate in

precedenza. Queste categorie non consentono però una gestione completa delle informazioni temporali. Il “Briseide metadata Profile” cerca di affrontare questo problema fornendo il modello di metadati e la sua applicazione al dataset raccolto all'interno della SDI Briseide. Il profilo non è orientato ad un tipo particolare di dataset e per questo motivo è generico e non contiene alcun componente specifico. Il profilo sarà composto dai metadati di base per INSPIRE con alcuni elementi aggiuntivi al fine di descrivere le informazioni temporali contenute all'interno del dataset. Gli elementi definiti nel “profilo metadati” consentono l'individuazione del dataset utilizzando la dimensione temporale. In particolare gli elementi obbligatori individuati per il profilo di Briseide sono:

- Identification.Information.Citation.date rappresenta la data riferita alle risorse coerenti con le date incluse nelle INSPIRE “Metadata Implementation Rules” (creazione, revisione, pubblicazione),
- IdentificationInfo.resourceMaintenance.maintenanceAndUpdateFrequency rappresenta la frequenza di aggiornamento,
- IdentificationInfo.ExtendtemporalElement rappresenta il periodo coperto dalle risorse specifiche e memorizzando la data iniziale e finale.

Questi tre elementi consentono all'utente di identificare le risorse rilevanti utilizzando la dimensione temporale, fornendo informazioni sui dati, e sull'estensione temporale delle risorse. In articolare, l'uso combinato di frequenza di aggiornamento ed estensione temporale permette di coprire gli aspetti riguardanti le proprietà temporali per i dataset utilizzati nel settore della protezione civile. Per esempio, considerando una serie di previsioni sulla velocità del vento dato ogni giorno, con un “orizzonte temporale” di cinque giorni e la frequenza di 1 ora, utilizzando il tag di frequenza (1 ora) e diversi elementi temporali che partono dal giorno della previsione di inizio e finiscono dal giorno dell'ultima previsione, l'utente che richiede una certa data può trovare tutti gli intervalli che contiene la data richiesta e con la frequenza può conoscere la granularità temporale della risorsa.



- **gml:TimePeriod:**
runtime (temporal reference of the recorded measurement)
- **gml:TimeInstant:**
time resolution snapshot

*Immagine 1 – Esempio di utilizzo di “BRISEIDE metadata elements” per una serie di previsioni meteorologiche, l'elemento **TimePeriod** si riferisce al tempo di esecuzione della previsione, mentre il **TimeInstant** si riferisce alla data e al tempo di ogni singola previsione.*

Inoltre, considerando una serie di previsioni meteorologiche (immagine 1), il modello prende in considerazione la data in cui la previsione è stata generata e la data e l'ora di ogni singola previsione. Per quanto riguarda il "Data Model", i dati raster sono molto utilizzati nelle analisi di protezione civile, dove la natura quantizzata delle misure porta spesso ad una struttura dati rasterizzata. In questo caso le strutture di dati presi in considerazione sono serie temporali di immagini 3-D X/ Y/z cubi spaziali, e 4-D x/y/z/t cubi spazio-temporale. Il WCS nella sua versione attuale (Whiteside / Evans, 2008) definisce un protocollo d'accesso aperto per i dati raster multi-dimensionali. La copertura è sostanzialmente una funzione che mappa le coordinate in valori e si presenta come un array di valori multi-dimensionali, le celle contengono ("pixel", "voxel") nelle posizioni della griglia. Una vasta copertura può essere di due, tre o quattro dimensioni, contenente obbligatoriamente gli assi X e Y e opzionalmente la Z e l'asse del tempo. Il modello di dati raster multi-dimensionale, sviluppato nell'ambito del progetto, produce diversi ipercubi 3D per un numero predefinito di volte, separati da un certo periodo di tempo. Dato un tempo di esecuzione specifica, un ipercubo di dati è in genere intrinsecamente multi-dimensionale. La sua dimensione spaziale può essere estesa su longitudine, latitudine, tempo, così come sull'elevazione (Immagine 2).

I dati vettoriali sono stati classificati secondo tre categorie principali che tengono conto della dimensione temporale relativa alla geometria dell'oggetto, in particolare, queste classi sono:

- Feature History: oggetti che cambiano la loro geometria / posizione e altri attributi nel tempo;
- Feature snapshot: come Feature History ma da uno stato al successivo non è possibile dire quale oggetto si è trasformato "in cosa";
- Moving Objects: oggetti che cambiano la loro posizione e altri attributi nel tempo. La loro geometria è sempre fissa.

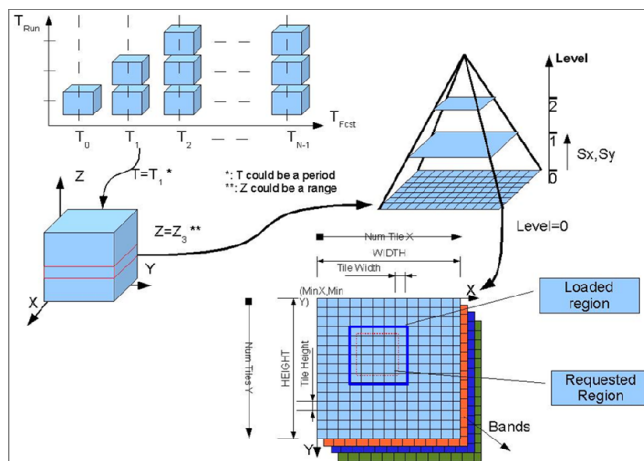


Immagine 2 – Il "Coverage Hypercube data model" usato per fornire servizi di una serie multidimensionale di Raster (immagine gentilmente offerta da SINERGIS).

Ingestion e servizi web

Nel caso della protezione civile, un punto cruciale è la gestione del rischio; l'utente deve accedere a un gran numero di dataset aggiornati in real-time. BRISIEDE fornisce servizi di "ingestion" per memorizzare i dati e impostare i servizi in tempo reale. Un'altra questione è legata all'acquisizione automatica di metadati con molti tag, che possono risultare difficili da gestire automaticamente. L'"ingestion" consente, per Briseide, di generare automaticamente nuovi metadati, aggiungendo specifici tag dinamicamente.

Uno degli aspetti del progetto Briseide è anche la capacità di eseguire analisi “visive” sui dati forniti, per questo le funzionalità client comprendono diverse visualizzazioni grafiche di dati e servizi.

La soluzione sviluppata è in grado di cambiare la scala dei fenomeni visualizzati o di modificare la tabella dei contenuti in base ai valori del fenomeno osservato. Inoltre l'interfaccia client consente di visualizzare i dati dei sensori utilizzando grafici 2D o visualizzazioni 3D in base a un intervallo temporale specifico (Immagine 4).

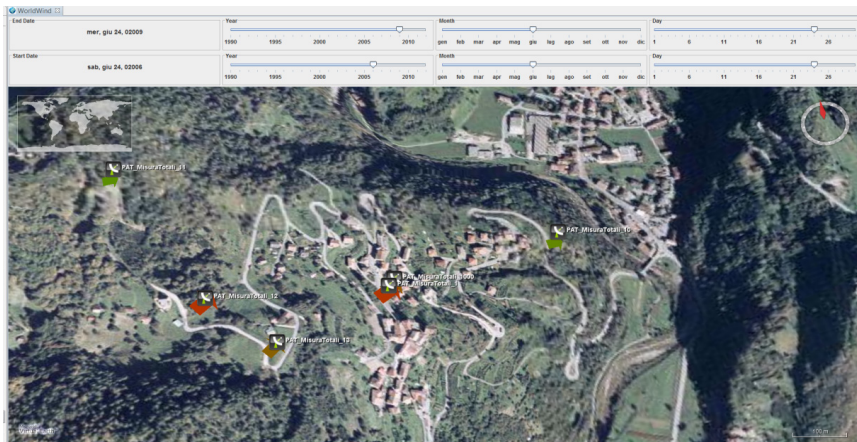


Immagine 4 – La visualizzazione Grafica delle informazioni riguardanti i sensori: l'utente muovendo il “time slider” sceglie l'intervallo di tempo desiderato. Le frecce rappresentano la magnitudine e la direzione del vettore spostamento monitorato nello scenario della frana.

Un'ultima caratteristica da prendere in considerazione nel client 3D è la capacità di gestire il formato Net-CDF. NetCDF è un insieme di librerie software che supportano la creazione, l'accesso e la condivisione di dati scientifici array-oriented. Ci sono varie grandezze fisiche (come ad esempio pressione e temperatura) collocate ad una particolare latitudine, longitudine, livello verticale, e temporale. In questo modo il client può accedere a diverse informazioni multidimensionali che consentono all'utente una quantità enorme di analisi e visualizzazioni.

Conclusioni

Quest'articolo descrive i risultati dei primi anni del progetto Briseide. L'obiettivo del progetto è di fornire un'architettura orientata ai servizi per le attività della protezione civile, e in particolare:

- estensione “time-aware” dei modelli di dati sviluppata nel contesto di progetti INSPIRE correlati, cioè nel contesto del GMES, e del programma eContentPlus;
- applicazioni 3D basate sul Web, su misura per le esigenze specifiche parti interessate (ad esempio della Protezione Civile);
- servizi per la gestione dei dati spazio-temporali, di creazione, elaborazione, analisi e visualizzazione interattiva.

In questa fase i risultati includono la definizione di un modello di dati generici e metadati che tengono conto della dimensione temporale nei dataset geografici forniti dai pilot. Inoltre un'architettura orientata ai servizi è stata implementata al fine di fornire servizi come i dataset Briseide in accordo con il dataset sopra citato. Infine un portale web e un'applicazione client 3D in grado di consumare i servizi Briseide standard è in fase di sviluppo. Al fine di completare gli obiettivi di Briseide diversi passaggi devono essere ultimati; innanzitutto

un sistema client server in grado di eseguire i processi che sono essenziali per gli operatori della protezione civile. Inoltre il modello di dati e i servizi devono essere condivisi con gli altri contesti, esterni al consorzio Briseide, al fine di valutare la scalabilità e l'applicazione dei servizi di Briseide a livello paneuropeo.

Riconoscimenti

Il progetto Briseide ha ricevuto fondi dall'EC, e è stato co-finanziato dal programma CIP-ICT come parte del "Competitiveness and innovation Framework Programme" (http://ec.europa.eu/ict_psp). L'autore è il solo responsabile di questo lavoro. La CE non è responsabile per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo documento.

References

- Baumann P., 2010. *The OGC web coverage processing service (WCPS) standard*. GeoInformatica Volume 14, Number 4, 447-479, DOI: 10.1007/s10707-009-0087-2.
- Bordogna, G., Bucci, F., Carrara, P., Pagani, M., Pepe, M., Rampini, A. 2009. *Extending INSPIRE Metadata to imperfect temporal descriptions*. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, Special Issue GSDI-11, 2009-04-03
- Conti G., Watson P., Shape N., De Amicis R., Prandi F., 2011. *Enabling the "Internet of Places": a virtual structure of space-time-tasks to find and use Internet resources*. COM GEO 2011 - Washington USA. 2011
- Dekkers M. 2008. *Temporal Metadata for Discovery - A review of current practice*, Craglia M. (ed.), EUR 23209 EN, JRC Scientific and Technical Report.
- MacEachren A.M., 1994. Visualization in modern cartography: setting the agenda. In: *Visualisation in Modern Cartography* NY: Elsevier Science Inc., pp. 1-12
- MacEachren, A.M., Kraak M.-J. 1997. Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda. *Computers and Geosciences* 23 (4), pp. 335-344.
- Peng Z-R and Tsou M-H 2003 *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Network*. New York, John Wiley and Sons.
- Snodgrass, R. and Ahn, I. 1985 A Taxonomy of Time in Databases. In: *Proceedings of ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pp. 236-246.
- Tansel et al. 1993. *Temporal Databases*. Benjamin/Cummings Publishing.
- Whiteside A., Evans J. (eds) 2008. *Web coverage service (WCS) implementation specification*. Number 07-067r5. OGC.