

N° 3
2009

Rivista bimestrale - anno 13 - Numero 3/09 - Sped. in abb. postale 70% - Filiale di Roma

GEO MEDIA

La prima rivista italiana di geomatica e geografia intelligente

► **La storia del
telerilevamento in Italia
e in Europa**

► **Osservazione della Terra con
tecnologia Grid e SOA da ESA**

► **Un report dalla Conferenza ESRI 2009**

► **Il Corpo Forestale presenta il
progetto TARGET-STARS**

► **L'International Cartographic
Association compie 50 anni**

ESA e l'utilizzo di tecnologia Grid e SOA per l'Osservazione della Terra

di Roberto Cossu e Luigi Fusco

L'Agenzia Spaziale Europea non è solo una potente infrastruttura dedicata allo sviluppo ed alla gestione di satelliti e lanciatori, ma anche un importante polo informativo per la distribuzione e disseminazione dei dati generati, per esempio, dalle missioni di telerilevamento. In questo articolo si esplora un prodotto di questo aspetto *terrestre* dell'Agenzia, evidenziando le caratteristiche di un sistema innovativo, non solo per l'accesso alla enorme quantità di dati disponibili, ma anche per la possibilità di elaborarli *on demand* utilizzando potenti architetture GRID. Collegando anche basi di dati esterne, è possibile estendere il dominio dell'applicazione su scala globale, in un raro esempio di semplicità ed efficacia.

Sulla base dell'esperienza acquisita dalla partecipazione a *DataGrid* – il primo grande progetto su tecnologia Grid (le cosiddette griglie computazionali) finanziato dalla commissione europea – l'ESA ha sviluppato negli ultimi anni la *Grid Processing on Demand* (G-POD), un'infrastruttura basata su tecnologia Grid e dedicata all'Osservazione della Terra.

G-POD fornisce la flessibilità necessaria per la costruzione di un ambiente virtuale in grado di restituire un accesso trasparente, veloce e facile ai dati di Osservazione della Terra acquisiti e gestiti da ESA, alle risorse di calcolo ed ai risultati. Utilizzando un'interfaccia web dedicata, ogni applicazione ha accesso ad un catalogo e ai dati stessi. Un software dedicato comunica con il sottostante *middleware* Grid e coordina tutte le operazioni necessarie per recuperare, elaborare e visualizzare la richiesta di prodotti selezionati dall'archivio ESA. Questo rende G-POD un ambiente ideale per elaborare grandi quantità di dati, per lo sviluppo di servizi, o per confrontare e validare nuovi approcci e algoritmi scientifici.

Un insieme selezionato di dati provenienti da diverse missioni ESA di Osservazione della Terra sono stati accessibili in G-POD insieme a strumenti software dedicati atti a facilitarne la manipolazione e l'analisi. G-POD è oggi utilizzato per la generazione di prodotti su scala globale, per attività di ricerca, per cartografia rapida e così via. L'ESA ha recentemente offerto a ricercatori di tutto il mondo la possibilità di eseguire gran parte dell'elaborazione e/o la convalida dei propri algoritmi sfruttando questo ambiente.

Molte applicazioni, attinenti a diverse aree tematiche, sono oggi disponibili attraverso il portale ESA GPOD. Esse includono meteo-

logia, chimica dell'atmosfera, oceanografia, simulazioni operative per la generazione di prodotti di *livello 3*, generazione di differenti prodotti rilevanti per diverse *Essential Climate Variables* (ECVs) – come definite da GCOS – e produzione di mappe per una valutazione rapida di danni. La figura 1 mostra alcuni esempi di prodotti di livello 3 generati in tempo reale in G-POD a partire da dati MERIS. Altri esempi sono descritti più in dettaglio nei paragrafi successivi.

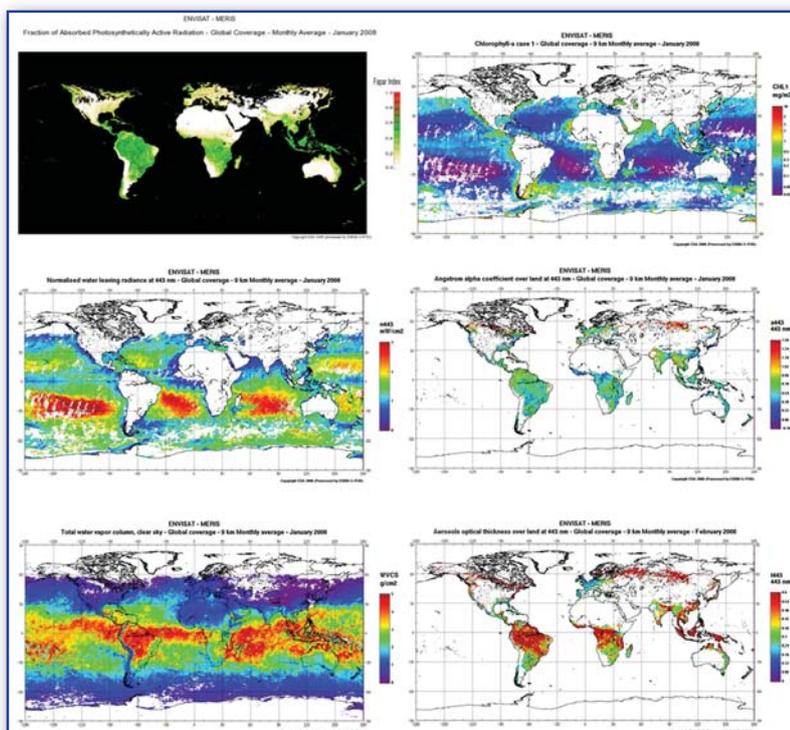


Figura 1 – Esempi di prodotti Livello 3 generati in tempo quasi reale in G-POD a partire da dati satellitari Envisat-MERIS. (Credits: ESA)

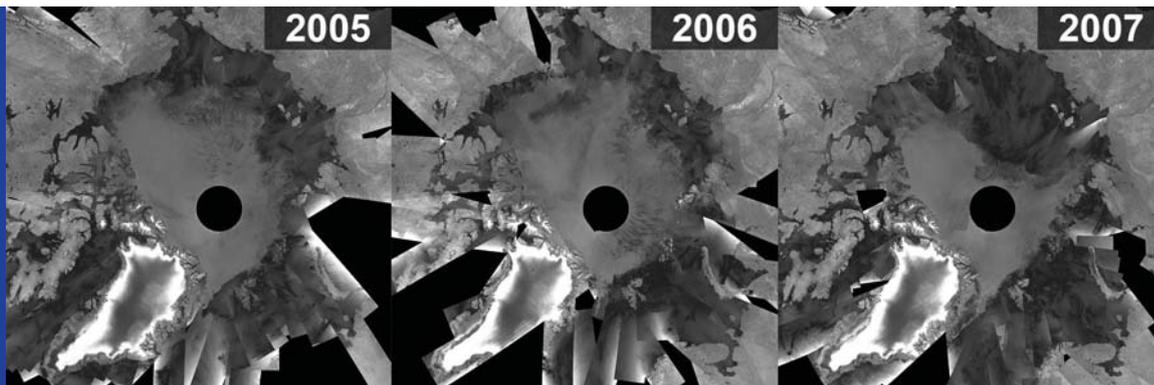


Figura 2 - Mosaici radar della regione Artica relative ai mesi di Settembre 2005, 2006, e 2007. I mosaici sono stati generate in G-POD e mostrano il restringimento dei ghiacci artici. (Credits: ESA)

ESRIN e Grid-ify

L'infrastruttura controllata da ESRIN consta attualmente di più di 200 PC, con una capacità di immagazzinamento dati di oltre 150 terabyte. Tutte le unità fanno parte della stessa rete LAN e sono parzialmente interfacciate ad altri elementi Grid in ESA e in altri centri di ricerca. G-POD è basato sull'ambiente per l'integrazione di applicazioni Grid-ify. La soluzione Grid-ify sviluppata da Terradue consente l'implementazione e la configurazione di servizi complessi che richiedono significative risorse di calcolo e l'accesso a grandi volumi di dati in modo dinamico e rapido.

Esempi di servizi

Il monitoraggio del ghiaccio artico

Nel settembre 2007, il sito dell'ESA ha pubblicato la seguente notizia: "L'estensione dei ghiacci nel mare artico ha registrato questa settimana il minimo storico degli ultimi 30 anni, ovvero da quando sono iniziate le osservazioni satellitari". La notizia ha avuto grande eco in tutto il mondo. ESA ha corredato il testo con diversi mosaici (vedi figura 2), ognuno dei quali

composto da circa 200 immagini acquisite dal sensore *Advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR)*, montato a bordo del satellite *Envisat*. Tutti i mosaici sono stati generati in G-POD.

Poco meno di un anno dopo, nell'agosto 2008, l'ESA web News ha riportato che "le attuali osservazioni da parte del satellite *Envisat* dell'ESA suggeriscono che l'estensione dei ghiacci artici possano nuovamente ridursi ad un livello molto vicino al minimo storico registrato nel 2007".

Anche in questo caso sono stati mostrati una serie di mosaici creati da immagini ASAR (vedi figura 3).

Il servizio di elaborazione rapida di prodotti utili alla generazione di mappe di alluvioni

FAIRE è un servizio integrato in G-POD dedicato al supporto di operatori specializzati nell'analisi di immagini satellitari per la gestione delle calamità. In tale contesto, l'accesso in tempo reale a dati storici e recenti fornito dal servizio, costituisce un fattore di fondamentale importanza.

L'Osservazione della Terra è usata da anni come importante e talvolta essenziale fonte di informazione per la gestione di diverse tipologie di calamità, naturali e non. I dati SAR forniscono un utile contributo per la generazione di mappe di inondazioni. Per questi motivi, è stato implementato il servizio FAIRE in G-POD.

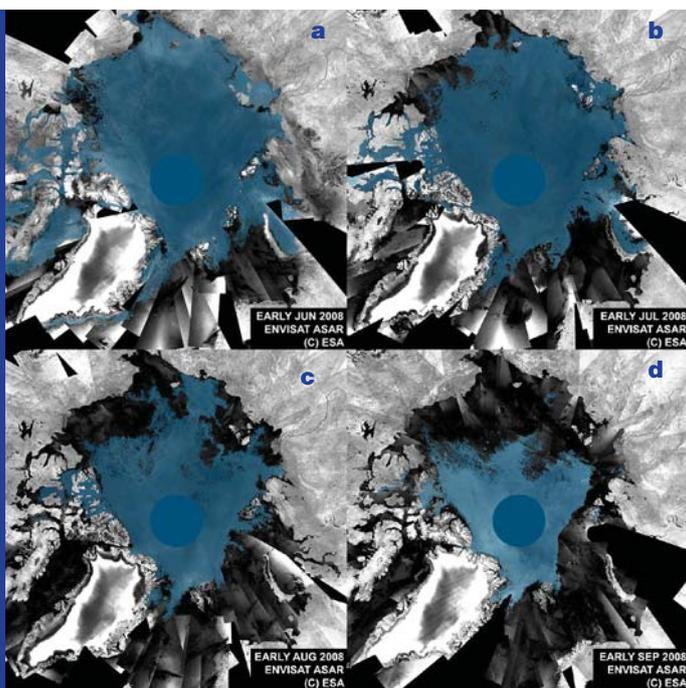


Figura 3 – Mosaici della regione artica relativi ai mesi di giugno (a), luglio (b), agosto (c) e settembre (d) 2008. I mosaici sono stati generate in G-POD. (Credits: ESA)

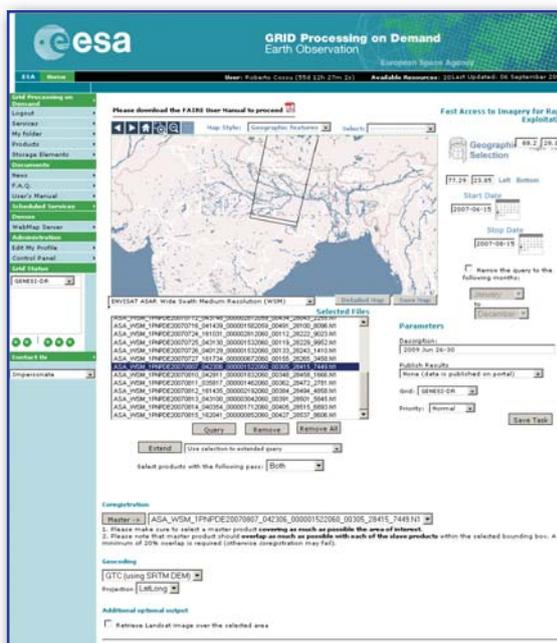


Figura 4 – Interfaccia web dell'applicazione FAIRE. L'applicazione è usata in modo operativo nel contesto di diverse chiamate dell'International Charter for Space and Major Disaster

Grazie alla tecnologia Grid, FAIRE consente un semplice accesso ed un'elaborazione rapida di dati SAR, fornendo indicazioni tempistiche, accurate e sinottiche in relazione ad eventi alluvionali. Attraverso un'apposita interfaccia web (vedi figura 4), gli utenti autorizzati possono cercare prodotti SAR specificando l'area geografica di interesse, nonché il tempo di acquisizione, e se necessario, ulteriori parametri. Tutti i dati acquisiti dopo il giugno 2005 sono disponibili nel sistema. Nuove acquisizioni diventano accessibili dopo circa 30 minuti dalla generazione del livello 1 da parte del *Ground Segment* di ESA.

Il servizio permette agli utenti di calibrare e co-registrare serie multitemporali di dati, di effettuare correzioni degli effetti topografici (utilizzando DTM) e di utilizzare diverse proiezioni geografiche. Il sistema recupera automaticamente i dati memorizzati in diversi *storage elements*, definisce i diversi step di elaborazione necessari per generare il prodotto richiesto dall'utente, e li

distribuisce su diversi nodi di calcolo disponibili in Grid. L'elaborazione di solito richiede poche decine di minuti. G-POD FAIRE è ora utilizzato in diverse attività operative in cui è coinvolta l'ESA. La figura 5 mostra un esempio di prodotto generato da FAIRE relativo all'alluvione che ha colpito e devastato il Bihar, stato dell'India settentrionale, nel mese di agosto 2008. L'interpretazione di questo prodotto è stata effettuata nel contesto della *International Charter Space and Major Disasters*, e ha portato alla mappa di alluvione mostrata in figura 6.

Verso una piattaforma virtuale di collaborazione dedicata alle Scienze della Terra

Sulla base del successo di G-POD, ESA ha intrapreso una serie di iniziative volte allo sviluppo di una piattaforma virtuale di collaborazione dedicata alle Scienze della Terra. Tale piattaforma è basata su tecnologie Grid e *Service Oriented Architecture* (SOA). Nel seguito descriviamo a grandi linee il progetto GENESI-DR, che sarà trattato più in dettaglio in un prossimo articolo.

La quantità di informazioni derivate da osservazioni del nostro pianeta sta aumentando ad un ritmo esponenziale. Tali dati devono essere facilmente accessibili al fine di affrontare efficacemente le esigenze globali relative allo stato della Terra, quali i cambiamenti climatici. Nella parte precedente dell'articolo abbiamo parlato di dati satellitari, ma esistono innumerevoli

sorgenti di dati, quali piattaforme aeree, centraline meteorologiche, boe oceaniche, sonde. Allo stato attuale, sono disponibili diversi *petabytes* di dati. Tali dati sono acquisiti da diversi sensori, satellitari e non, e gestiti da diverse organizzazioni. Pertanto, sono distribuiti in luoghi diversi, archiviati in formati diversi e soggetti a diverse politiche di accesso. Questo rappresenta un grande

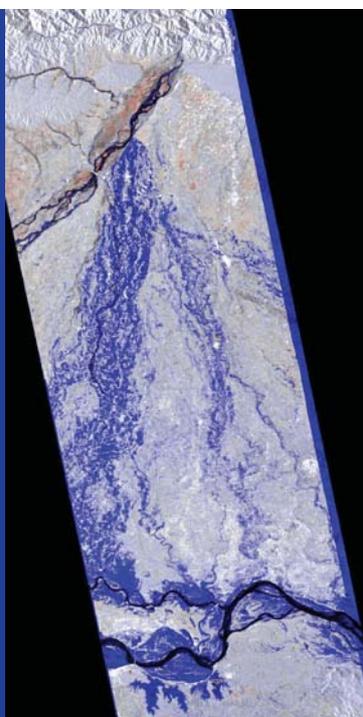


Figura 5 – Esempio di prodotto generato con FAIRE e usato in supporto a operatori specializzati nella generazione di mappe di alluvione. L'immagine si riferisce all'alluvione che ha colpito lo stato del Bihar in India nell'agosto 2008. Il colore blu rappresenta le aree probabilmente inondate. E' compito dell'operatore interpretare tale immagine e determinare le aree effettivamente inondate. (Credits: ESA 2008)

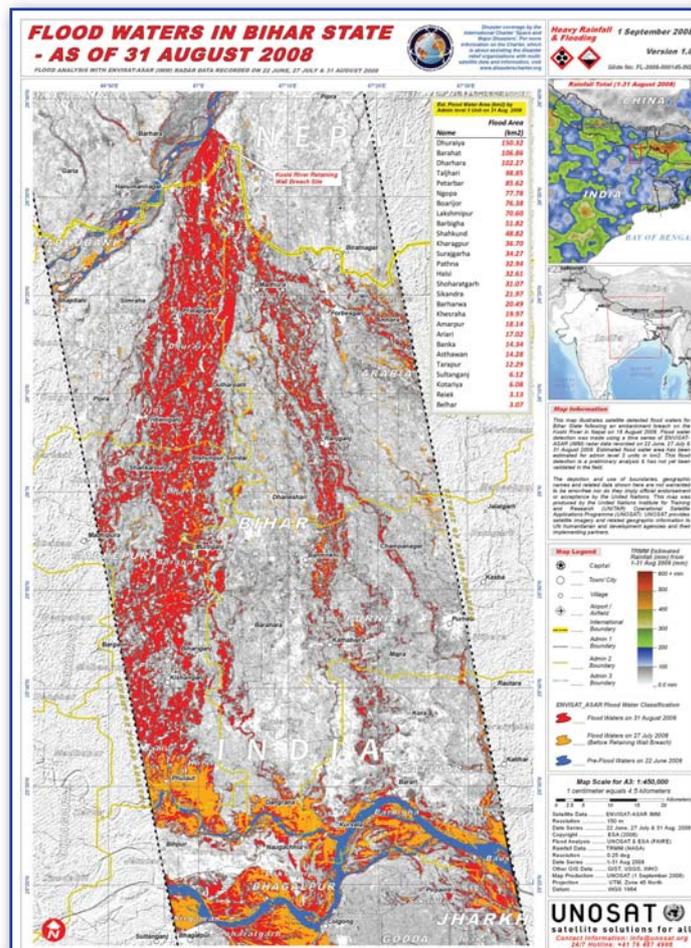


Figura 6 – Inondazione nello stato del Bihar, 31 agosto 2008. Mappa ottenuta dall'analisi dei prodotti generati da FAIRE. (Credit: ESA 2008) - Image processing, mappa creata da UNOSAT. Maggiori informazioni all'indirizzo: www.disasterscharter.org/disasters/CALLID_218_e.html

problema logistico e limita significativamente la possibilità di affrontare in modo efficace le esigenze globali relative allo stato della Terra.

Il progetto *Ground European Network for Earth Science Interoperations - Digital Repositories* (GENESI-DR) – finanziato dalla Commissione Europea e diretto dall'ESA – sta assumendo un ruolo sempre più rilevante per comprendere come fornire un accesso affidabile, facile e a lungo termine a dati di Scienze della Terra via internet. GENESI-DR consente a scienziati di diverse discipline di individuare, accedere, combinare e elaborare dati storici e recenti acquisiti da diverse tipologie di sensori e archiviati in diversi *repository* distribuiti.

Un'infrastruttura dedicata fornisce un accesso trasparente a tali dati eterogenei, consentendo alla comunità scientifica di ottenere facilmente e rapidamente informazioni obiettive, condividendo poi conoscenze e risultati ottenuti. GENESI-DR offre inoltre l'accesso ai servizi ed alle risorse di calcolo, utilizzando principalmente ma non in modo esclusivo la tecnologia Grid. L'uso di reti ad alta velocità e la sperimentazione di nuove tecnologie, come quella *BitTorrent*, contribuisce a migliorare ulteriormente i servizi offerti. Al fine di raggiungere i suoi obiettivi, l'infrastruttura di GENESI-DR è validata rispetto esigenze degli utenti. Numerose applicazioni relative a diverse aree tematiche, quali l'ambiente marino, il monitoraggio di aree agricole, la generazione di

mappe di aree urbane, gli studi di sismologia, la chimica dell'atmosfera, sono stati selezionati a tal fine. La figura 7 riporta un esempio di deformazione del suolo nell'area de L'Aquila conseguente al terremoto che ha colpito l'Abruzzo lo scorso aprile 2009. L'immagine, ottenuta con un algoritmo di interferometria differenziale (SBAS) sviluppato dal CNR-IREA di Napoli, è stata ottenuta in GENESI-DR, che ha fornito l'accesso a dati SAR e dati orbitali DORIS oltre a mettere a disposizione le necessarie risorse di calcolo. L'accesso rapido e trasparente ai dati, nonché l'utilizzo di tecnologia Grid per l'esecuzione dell'algoritmo ha consentito di ridurre i tempi di calcolo necessari alla generazione della mappa in figura da circa 10 ore (richieste utilizzando un approccio standard) a poco più di 4 ore. Si sottolinea che GENESI-DR è attualmente una piattaforma di ricerca e tale esperimento è stato fatto in tempi successivi all'attivazione di crisi, durante la quale l'ESA ha reso disponibile in modo tempestivo i dati satellitari attraverso i canali e le procedure operazionali standard.

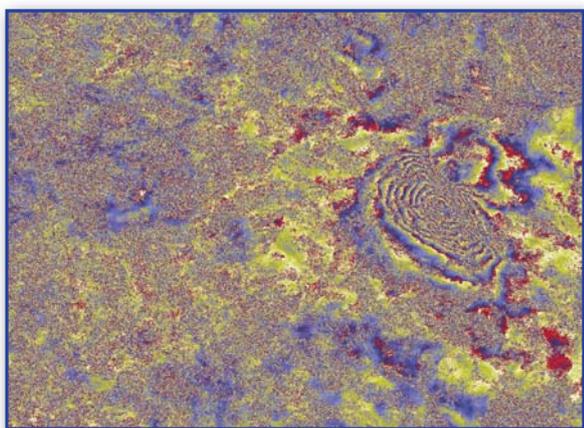


Figura 7 – Interferogramma SAR differenziale generato dall'IREA-CNR (Napoli) utilizzando una coppia di acquisizioni del sensore ASAR installato a bordo del satellite ENVISAT dell'ESA. L'accesso ai dati e alle risorse di calcolo è stato ottenuto utilizzando l'infrastruttura GENESI-DR. L'interferogramma mostra chiaramente il pattern della deformazione causata dai recenti eventi sismici che hanno colpito l'Abruzzo. Ad ogni frangia dell'interferogramma, corrispondente ad un ciclo di colore, sono associati circa 28 mm di spostamento della superficie terrestre. (Credits: CNR-IREA)

Conclusioni

I dati rivestono un ruolo centrale in vari aspetti dell'Osservazione della Terra e più in generale delle Scienze della Terra. Petabytes di dati relativi al nostro pianeta sono disponibili, ma distribuiti in luoghi diversi. Per queste ragioni, gli scienziati e gli utenti interessati alle Scienze della Terra sono spesso ostacolati dalle difficoltà nell'individuare e nell'accedere ai dati, ai prodotti ed alle altre informazioni. Grid ed altre tecnologie emergenti sono possibili soluzioni per lo sviluppo di un'infrastruttura di dati, dove la gestione dei dati stessi, la collaborazione, i servizi, sono possibili.

ESA e la Commissione Europea pongono grande attenzione alle infrastrutture di dati. In questo articolo abbiamo descritto iniziative e progetti passati, presenti e futuri come G-POD e GENESI-DR. In tutti i casi, la visione è quella di un'infrastruttura di dati in grado di fornire affidabilità, accesso facile e a lungo termine a dati di Scienze della Terra tramite internet, consentendo così a scienziati e a utenti in genere di ottenere facilmente

e rapidamente informazioni obiettive e condividere le conoscenze e risultati. Nuove tecnologie ICT come Grid sono molto promettenti per affrontare le sfide della Scienza della Terra. **G**

Bibliografia

ESA Grid Processing on-Demand (G-POD) Web portal: <http://eogrid.esrin.esa.int>.

L.Fusco, R.Cossu, C.Retscher, "Open Grid services for Envisat and Earth observation applications" in High Performance Computing in Remote Sensing, Ed: Antonio Plaza, Taylor and Francis Group, Chapter 13.

Category-1 data users on the Earth Observation GRID Processing-on-Demand environment: <http://eopi.esa.int/esa/esa>

R.Cossu, E.Schoepfer, Ph.Bally, and L. Fusco "Near real-time SAR-based processing to support flood monitoring", Journal Real Time Image Processing, March 2009

International Charter "Space and Major Disasters" website: <http://www.disasterscharter.org>
Ground European Network for Earth Science Interoperations - Digital Repositories (GENESI-DR) website: <http://www.genesi-dr.eu/>

P. Berardino, G. Fornaro, R. Lanari, and E. Sansosti, "A new Algorithm for Surface Deformation Monitoring based on Small Baseline Differential SAR Interferograms", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 40, p. 2375-2383, 2002.

Abstract

ESA grid and SOA Technologies for Earth Observation

Due to its intensive data processing and highly distributed organization, the multidisciplinary Earth Science (ES) applications community is uniquely positioned for the uptake and exploitation of Grid technologies. This article describes a number of initiatives that the European Space Agency is carrying focusing on a ES e-collaboration platform that makes use of Grid and SOA technologies. Starting from the experience gained so far with ESA Grid Processing on Demand, we will discuss the vision of a dedicated ES platform. The aim is to enable scientists to locate, access, combine and integrate historical and fresh Earth-related data from space, airborne and in-situ sensors archived in large distributed repositories. The big challenge is to allow Earth Science communities to easily and quickly derive objective information and share knowledge based on all environmentally sensitive domains. The GENESIDR project is already taking important steps in developing this platform.

Autori

ROBERTO COSSU - ROBERTO.COSSU@ESA.INT

LUIGI FUSCO - LUIGI.FUSCO@ESA.INT