

Conferenza GARR_11

Selected papers



DA 20 ANNI NEL FUTURO

Dalle prime reti informatiche alle grandi
infrastrutture digitali

Bologna, 8-10 novembre 2011

Conferenza GARR_11

Selected papers



DA 20 ANNI NEL FUTURO

Dalle prime reti informatiche alle grandi
infrastrutture digitali

Bologna, 8-10 novembre 2011

ISBN 978-88-905077-3-1

Tutti i diritti sono riservati ai sensi della normativa vigente.

La riproduzione, la pubblicazione e la distribuzione, totale o parziale, di tutto il materiale originale contenuto in questa pubblicazione sono espressamente vietate in assenza di autorizzazione scritta.

Copyright © 2012 Associazione Consortium GARR

Editore: Associazione Consortium GARR

Via dei Tizii, 6, 00185 Roma, Italia

<http://www.garr.it>

Tutti i diritti riservati.

Curatori editoriali: Federica Tanlongo, Maddalena Vario, Carlo Volpe

Progetto grafico e impaginazione: Carlo Volpe

Prima stampa: Maggio 2012

Numero di copie: 1500

Stampa: Tipografia Graffietti Stampati snc

S.S. Umbro Casentinese Km 4.500, 00127 Montefiascone (Viterbo)

Tutti i materiali relativi alla Conferenza GARR 2011 sono disponibili all'indirizzo: <http://www.garr.it/conf11>

Indice



Introduzione	5
C. Allocchio	
Internet è di tutti	7
G. Attardi	
Comput-ER: l'infrastruttura e i servizi di calcolo e archiviazione distribuiti per le comunità scientifiche e non in Emilia Romagna	20
M. Bencivenni, D. Cesini, A. Venturini, P. Veronesi	
LOLA e la nuova frontiera dell'educazione musicale a distanza.....	25
N. Buso	
Digital divide: la prospettiva in GARR-X	30
M. Carboni	
Osservo, misuro, valuto, agisco. Come la gestione consapevole della rete sia benefica per il suo utilizzo	35
M. Carboni	
Internet of Threads.....	44
R. Davoli	
E allora? La nostra vita, le nostre storie e la conoscenza di cui sono intessute.....	49
G. De Michelis	
L'Infosfera: uno spazio per le tendenze in atto nel mondo ICT.....	54
G. Falciaesecca	
Archeologia Virtuale Online.....	64
B. Fanini, L. Calori, G. Lucci Baldassari, S. Pescarin	
OpenWISP, una soluzione open source originale per la diffusione di servizi WiFi.....	71
D. Guerri	
Misura delle prestazioni di accesso ad Internet offerte dagli operatori italiani.....	76
L. Rea, P. Talone	
Archivi astronomici di oggi...e che immaginiamo tra 20 anni?.....	82
R. Smareglia	

Introduzione

Claudio Allocchio

Chair del Comitato di Programma della Conferenza GARR 2011



La Conferenza GARR 2011 ha segnato una tappa importante nella storia della rete italiana dell'università e della ricerca GARR, con la celebrazione del ventesimo anniversario dall'avvio ufficiale. Una rete fortemente voluta come unitaria e neutra dalla visione illuminata e preveggenze di un gruppo di pionieri, capeggiati e sospinti dal prof. Antonio Ruberti, allora Ministro dell'Istruzione e della Ricerca, e sorretti nell'opera di coesione dal prof. Orio Carlini. Non a caso, durante la conferenza abbiamo voluto dare spazio alle presentazioni dei vincitori dei premi a loro intitolati: un modo giusto per riproporre e tenere vivo lo spirito innovativo che li accomunava, ovviamente insieme a molti altri inventori di quella rete che oggi tutti danno quasi per scontata.

Con un titolo così impegnativo, il compito del Comitato di Programma non è stato per niente facile: dovendo dare il giusto spazio alla parte commemorativa della conferenza, ma considerando come filo conduttore il futuro, ovvero quell'attitudine ad essere sempre avanti che è il motivo stesso di esistenza della rete GARR e delle sue consorelle esistenti nelle altre parti del mondo. Tematica delicata anche per gli autori, che però hanno accettato la sfida di esporsi e fare anche delle previsioni, opportunamente ponderate, con il rischio di vedersi smentiti se qualcuno, fra 20 anni, leggerà queste

pagine. Ma, anche questa volta, la risposta è stata sorprendente e incoraggiante: tanto è vero che alla fine il Comitato di Programma ha deciso di includere in questa pubblicazione un numero di contributi maggiore di quanti inizialmente erano previsti.

In questa lettura potrete così avere una visione ampia di un probabile futuro, riflettendo anche su temi molto importanti quali la vera crescita della rete stessa, sia negli aspetti tecnici che quelli di gestione e sviluppo. Una rete che diventa un "Common" e che rappresenta la naturale evoluzione e integrazione di altri sistemi tecnologici di interazione esistenti. Una rete che al tempo stesso è onnipresente, uscendo dal confine classico della "rete della ricerca" a sé stante, ma anche capace di preservare la propria memoria ed i propri dati per l'uso futuro. Una rete che sparisce, annullando le distanze e modificando il concetto di spazio-tempo, ma che al tempo stesso evolve con l'utente, accompagnandolo nelle varie discipline: uno strumento che fornisce così nuove opportunità e permette d'innovare le modalità di creazione della conoscenza. Tuttavia, anche la rete stessa, così come la concepiamo ancora adesso, evolverà verso qualcosa che abbia principi di base diversi: una rete "ad hoc" per le esigenze della singola applicazione e servizio, pur condividendo l'infrastruttura di base.

Abbiamo aperto la conferenza ricordando anche uno dei più grandi innovatori del passato: Guglielmo Marconi, che ebbe il coraggio di provare quello che altri dichiaravano “impossibile”. Ricordiamoci di lui, parafrasando una sua celebre frase: la rete è per salvare l’umanità, non per distruggerla.

Buona lettura!

Chair della conferenza

Enzo Valente - [GARR](#)

Comitato di programma

Claudio Allocchio - [GARR \(Chair\)](#)

Mauro Campanella - [GARR](#)

Paolo Favali - [INGV](#)

Laura Leone - [GARR](#)

Paolo Lo Re - [INFN](#)

Carmela Marino - [ENEA](#)

Mauro Nanni - [INAF](#)

Sofia Pescarin - [CNR](#)

Davide Salomoni - [INFN](#)

Comitato organizzatore locale

Mauro Nanni - [INAF](#)

Simona Tubertini - [CNR](#)

Barbara Neri - [INAF](#)

Franco Tinarelli - [INAF](#)

Marco Tugnoli - [INAF](#)

Tutte le presentazioni e maggiori informazioni sono disponibili sul sito dell’evento: www.garr.it/conf11

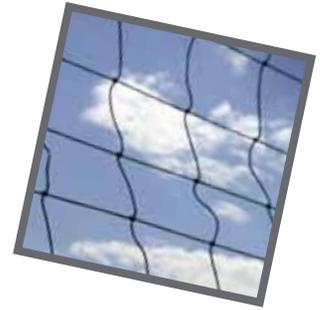


La scalinata nell’atrio dell’Area di Ricerca di Bologna del CNR (sede dell’evento) e il manifesto della Conferenza GARR 2011

Internet è di tutti

Giuseppe Attardi

Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Informatica



Abstract. “Internet è per tutti” recita il manifesto di ISOC. Oggi andrebbe rafforzato ribadendo che “Internet è di tutti”, ossia che costituisce un bene comune a cui tutti contribuiscono e partecipano e non ci deve essere una separazione tra chi usa la rete (per chi è) e chi la fa (di chi è). Eppure ci sono oggi seri pericoli che Internet perda questa caratteristica per il gioco di vari interessi. Per evitare che ciò succeda occorre diffondere la consapevolezza che la rete è di tutti, in quanto ciascuno ne costituisce una parte, sia di componenti fisiche, ma anche di contenuti, di scelte e di soluzioni. Illustreremo principi da rispettare e possibili risposte a diverse questioni che vengono sollevate da chi ritiene che la rete debba discriminare per poter evolvere. Occorre un bilanciamento equo tra ciò che alcuni servizi offrono e ciò che prendono dagli utenti. In particolare è necessario evitare che chi raccoglie dati forniti dagli utenti si trovi in situazione di monopolio rispetto allo sfruttamento o all’analisi, anche scientifica, di tali dati. Occorrono soluzioni che assicurino a tutti di poter beneficiare, anche in termini economici, delle proprie produzioni realizzate attraverso la rete, senza che regole obsolete intralcino l’evoluzione di nuove modalità di distribuzione. Si argomenta poi che per la Internet del futuro non basta IPv6, ma occorre introdurre nuove soluzioni per l’indirizzamento e il DNS, adottando soluzioni più consone a una rete costituita da dispositivi mobili.

1. Introduzione

Il motto “Internet è per tutti” fu coniato da Vinton Cerf [5] ed è diventato il manifesto di ISOC. Nella RFC 3271 venivano elencati una serie di ostacoli che rischiavano di impedire di raggiungere tale obiettivo. Cito tra questi i costi di accesso elevati, le restrizioni da parte dei governi e un inadeguato sviluppo tecnologico. Oggi gli utenti di Internet hanno superato i due miliardi e la crescita sembra inarrestabile, pertanto si potrebbe concludere che gli ostacoli sono stati rimossi e l’obiettivo raggiunto. Gli ostacoli però ci sono stati e c’è voluto l’impegno e la determinazione di migliaia di persone in tutto il mondo per abbatterli. Per ridurre i costi di accesso si è dovuto combattere contro le politiche commerciali degli operatori telefonici tradizionali, che volevano imporre tariffe basate sui consumi anziché sulla banda di accesso. Decine di ISP indipendenti, nati per offrire servizi alternativi e nuovi modelli di costi (es. Free Internet), si sono dovuti imporre prima che anche gli operatori telefonici si decidessero ad adeguarsi alla nuova

realtà della comunicazione digitale.

Personalmente condussi una campagna di raccolta di firme per ottenere dal Ministero delle Comunicazioni, che a quel tempo controllava Telecom Italia, l’abolizione della TUT (Tariffa Urbana a Tempo) che rendeva costosissimo l’accesso a Internet che a quel tempo utilizzava modem su linee telefoniche. Dimostrai con argomentazioni tecniche e scientifiche, che la TUT era un anacronismo non più giustificabile. L’opposizione di Telecom fu violentissima e l’unico compromesso che il Ministero riuscì a ottenere fu una tariffa dimezzata per gli accessi a Internet. Telecom Italia si era lanciata nel frattempo in un costosissimo piano di cablaggio ibrido, denominato piano Socrate, per portare la TV via cavo in tutta Italia. I fautori della campagna no-TUT sostenevano invece che si sarebbe potuto sfruttare il doppino esistente per connessioni ADSL con costi contenuti e disponibilità su tutto il territorio. La storia ci ha dato ragione.

Oggi i ricavi dagli abbonamenti ADSL hanno superato i ricavi della fonia tradizionale, e

anche quest'ultimo residuo prima o poi si trasferirà su VoIP. Oggi il concetto che una unica infrastruttura di comunicazione digitale basata su IP sia adatta per tutti i tipi di traffico si è finalmente imposta, nonostante le forti opposizioni degli operatori che avrebbero voluto una rete con una tecnologia che potessero controllare meglio, quale ad esempio la tecnologia ATM.

Molti governi hanno cercato di porre restrizioni sull'uso di Internet, e non solo i governi di stati autoritari, ma anche i governi italiani, sia di destra sia di sinistra, che per una ragione o per l'altra hanno assimilato Internet, di volta in volta a un covo di pedofili, di ladri di musica, di diffamatori, di terroristi, ecc. inventandosi in ogni circostanza norme di scarsa applicabilità ma che avrebbero finito comunque per penalizzare o minare i diritti di libertà di espressione di milioni di individui per i quali la rete è ormai uno strumento di comunicazione imprescindibile. Le proteste di queste persone alla fine hanno costretto il parlamento a rigettare finora tali norme restrittive.

Ancora oggi assistiamo a tentativi di regolare o restringere il traffico sulla rete, come ha denunciato, durante l'IGF Forum 2011, il Segretario per le Comunicazioni e l'Informazione al Dipartimento del Commercio degli Stati Uniti, Lawrence Strickling [15]. Lo sviluppo tecnologico non si è mai arrestato e sia i produttori di apparati trasmissivi, sia i produttori di dispositivi di accesso (dai PC ai tablet, ai dispositivi mobili) non hanno mai smesso di migliorare le tecnologie e di abbassare i prezzi dei prodotti, stimolati da una ampia competizione alimentata proprio dalla grossa crescita del mercato, ossia degli utenti Internet.

Le reti di backbone, costruite su fibra ottica, continuano ad avvantaggiarsi dei benefici della legge di Moore, per cui la banda non scarseggia. Gli utenti Internet si scambiano 100 trilioni di mail l'anno, 30 miliardi di note su Facebook ogni mese e hanno creato 80 miliardi di pagine web, 150 milioni di blog, 9 milioni di articoli su Wikipedia, ogni giorno caricano su

YouTube video per una durata pari a 8 anni.

A questo successo hanno contribuito anche i milioni di servizi che sono stati sviluppati per Internet, e che sono un tributo alla fantasia e all'ingegnosità degli utilizzatori stessi della rete, siano essi diventati grandi imprese come Google o Facebook, o piccoli operatori come la più recente startup, e che nessuno avrebbe nemmeno lontanamente potuto immaginare se la rete fosse stata una rete chiusa e controllata dagli operatori.

Quanto detto fa capire che se la rete oggi è "per tutti" lo si deve al contributo "di tutti". Quest'aspetto va dunque ribadito con un nuovo motto che dica: "Internet è *di tutti*", ossia Internet costituisce un bene comune a cui tutti contribuiscono e partecipano e non ci deve essere una separazione tra chi usa la rete (per chi è) e chi la fa (di chi è). Soprattutto non deve esserci una separazione che assegna ad alcuni dei privilegi per quanto riguarda i criteri di sviluppo e di funzionamento della rete.

Eppure ci sono oggi seri pericoli che Internet perda questa caratteristica per il gioco di vari interessi. Per evitare che ciò succeda occorre la consapevolezza che la rete è di tutti, in quanto ciascuno ne costituisce una parte, non solo con le proprie infrastrutture fisiche, ma anche di contenuti, di scelte e di soluzioni.

Cominciamo a esaminare i rischi di una possibile evoluzione di Internet contraria ai suoi principi fondanti di rete aperta senza discriminazioni.

2. Rischi per una Internet aperta e di tutti

È stata ISOC stessa a ipotizzare possibili scenari di evoluzione della rete [10], alcuni dei quali ne minano il principio fondamentale di apertura. Gli scenari previsti sono quattro:

1. Common Pool,
2. Porous Garden,
3. Moats and Drawbridges,
4. Boutique Networks.

L'unico scenario in cui la rete mantiene la sua natura aperta, in cui evolve attraverso la par-

tecipazione e il confronto di tutti è il primo: *Common Pool*. In tutti gli altri, forze, spinte e interessi di organizzazioni dominanti tendono a imporre limitazioni e controlli a proprio beneficio: tali organizzazioni possono essere governi, o imprese o lobby di imprese che esercitano pressioni sui governi. In ogni caso si tratta di soluzioni solo a beneficio di alcuni e non di tutti.

Mi soffermo qui soltanto sullo scenario *Porous Garden*, che sta riscuotendo un certo successo con il diffondersi e l'affermarsi dei dispositivi mobili collegati in rete (smartphone e tablet). In questo scenario un certo numero di organizzazioni commerciali e fornitori di contenuti si alleano per aumentare i profitti delle loro attività. Per fare questo immettono sul mercato dispositivi basati su standard proprietari tramite i quali è possibile controllare il traffico e imporre tariffe differenziate. Si creano isole nella rete perché i dispositivi possono scambiare contenuti solo con determinati fornitori o con utenti dotati di analoghi dispositivi. Ciò distrugge la rete aperta e toglie agli utenti la libertà di usare o sviluppare qualunque applicazione sui propri dispositivi. Il fenomeno è nato e si è diffuso con il sistema delle *app* della Apple, che devono essere autorizzate dall'azienda, sono soggette a costi di registrazione, a una taglia sulle vendite e funzionano solo sui dispositivi dell'azienda. Non è un caso che anche Tim Berners-Lee abbia criticato vivacemente questa tendenza [7].

2.1. Net Neutrality

In questo piano rientrano anche gli attacchi alla Net Neutrality, il principio secondo cui gli Internet Service Providers non possono discriminare tra diversi tipi di contenuti, dispositivi o applicazioni usate sulla rete. Ci sono state numerose prese di posizione a difesa della Net Neutrality da parte di organizzazioni degli utenti. Negli USA la FCC ha condotto delle audizioni con diversi soggetti sulla questione. Particolarmente controversa la posizione di Google, che in un primo momento si era

dichiarata totalmente a favore della neutralità, ma in un secondo documento, scritto insieme con Verizon, ritrattava limitando il principio alla rete fissa e chiedendo invece che non dovesse essere rispettato sulle reti mobili, per le quali era necessario proteggere gli investimenti da parte degli operatori. L'interesse di Verizon, bella questione, è palesemente scoperto e la giustificazione non regge, dato che anche gli Internet Service Provider su rete fissa devono fare investimenti per sviluppare le proprie reti.

L'attacco alla Net Neutrality viene fatto in nome della QoS (Quality of Service). Quanti obbrobri sono stati commessi in nome della QoS? ATM avrebbe dovuto essere la soluzione definitiva per la QoS. Ci dobbiamo convincere invece che la QoS non è mai una buona soluzione. Qualunque rete fissa decente è ormai veloce abbastanza per gestire qualunque servizio. Se la banda non bastasse, la QoS non servirebbe a risolvere i problemi di congestione, ma solo a penalizzare qualcuno. Sul backbone nessuno la usa nemmeno. Quanto alle reti wireless, abbiamo visto che, di fatto, la QoS è solo una scusa degli operatori per avere controllo dei servizi.

Bisogna contrastare questi attacchi alla rete aperta, senza confini e discriminazioni, e per farlo bisogna che *tutti gli utenti della rete* prendano coscienza che la rete è loro, non è di quei pochi che pretendono di controllarla e di dettar legge, siano essi aziende, operatori telefonici, Internet provider, governi o emanazioni di associazioni governative come l'Internet Governance Forum. Bisogna convincersi che Internet è di tutti, ossia che è un Commons, un Bene Comune.

3. Commons o Beni Comuni

Quindici anni fa era difficile convincere i politici a interessarsi ad Internet (per loro l'unica questione rilevante nel settore delle comunicazioni era la TV, in tutte le sue salse) e gli operatori telefonici pensavano che la rete fosse

affare loro da cui tenere lontano ogni estraneo. Ora che la rete si è diffusa, tutti vogliono aver voce in capitolo. La questione da chiarire è quali diritti possano accampare per poter influire su quella che viene chiamata “Internet Governance”. Personalmente considero il termine “Internet Governance” un ossimoro, perché per “governare” Internet, bisognerebbe innanzitutto averne una qualche autorità di controllo. Ma com’è ben noto, Internet è una rete di reti in cui ciascun nodo è connesso attraverso una linea di accesso privata (magari in affitto) a un cosiddetto Autonomous System (AS). Ciascun AS gestisce in autonomia la propria rete all’interno dei suoi confini scegliendosi apparati, software e linee di trasmissione. Ci sono oltre 39.000 AS registrati (CIDR Report 2011), alcuni dei quali servono solo da interconnessione tra altri AS.

Internet è la combinazione in continua evoluzione di tutte queste reti autonome che si connettono e scambiano traffico tra di loro, in modo che ciascun nodo di rete possa comunicare con qualunque altro nodo. Il processo di connessione e scambio di traffico tra AS è regolato da accordi di *peering* e interconnessione, come spiegato ad esempio da van der Berg [16].

Si stima esistano circa 78.000 accordi di *peering* tra AS, anche se si manifesta una certa tendenza alla concentrazione. Molto probabilmente anche in questo ambito varrà la Power Law, o *legge di Zipf*, con pochi AS a cui si connettono quasi tutti e una decrescita esponenziale delle dimensioni di tutti gli altri. Quindi nessuno in particolare controlla la rete nel suo complesso, ma molti individui o organizzazioni si occupano di gestire e di farne funzionare una parte, di cui sono proprietari e responsabili.

L’assioma fondamentale in Internet è che la condivisione di risorse è ciò che le attribuisce valore: una rete a cui non si connette nessuno non ha alcun valore, ed il valore cresce in base al quadrato del numero di nodi connessi: *legge di Metcalfe*. Pertanto è nell’interesse di ciascuno, che coincide con l’inter-

se di tutti, di massimizzare l’interconnettività della propria rete.

Se nessuno controlla la rete, ci si può chiedere di chi sia la rete o chi abbia autorità su di essa. Un punto di vista sempre più condiviso è che la rete sia un *Commons*, ossia un *Bene Comune*, che appartiene alla comunità che la gestisce nell’interesse collettivo e non nell’interesse di qualcuno. Internet rientra perfettamente in questa definizione di Commons, fornita da Yochai Benkler: “*Commons are a particular type of institutional arrangement for governing the use and disposition of resources. Their salient characteristic, which defines them in contradistinction to property, is that no single person has exclusive control over the use and disposition of any particular resource. Instead, resources governed by commons may be used or disposed of by anyone among some (more or less well defined) number of persons, under rules that may range from ‘anything goes’ to quite crisply articulated formal rules that are effectively enforced*”. [6]

I Commons trattano risorse che sono possedute collettivamente o condivise tra una popolazione. Le risorse gestite dai Commons hanno particolari caratteristiche:

- non essendo né pubbliche né private, tendono ad essere gestite da comunità locali.
- non possono essere esclusive, ossia non possono essere eretti muri intorno ad esse, altrimenti diventerebbero proprietà privata.
- non sono scarse ma abbondanti. Di fatto, se gestite propriamente, sono un modo per superare la scarsità [18].

Tra gli esempi di Commons in Italia, vorrei citare le Regole d’Ampezzo [14], che risalgono a prima del XIV secolo e regolano la proprietà e l’uso collettivo delle risorse forestali e dei pascoli, garantendo un uso sostenibile del territorio naturale della valle d’Ampezzo. L’idea che i Commons siano gestiti da comunità locali, a condizione che non vengano eretti dei confini, è una metafora calzante anche per Internet.

Il premio Nobel per l'Economia Elinor Ostrom ha analizzato metodi di cooperazione tra persone che non rientrano nei modelli classici di "stato" o "mercato". L'evidenza empirica dimostra infatti che né lo stato né il mercato sono idonei a trattare efficacemente un problema di Commons, ossia come organizzarsi per usare in modo produttivo sul lungo termine una risorsa condivisa.

La soluzione statale è soggetta a errori di decisione che peggiorano la situazione. Se l'imposizione di norme fallisce la devastazione della risorsa è quasi scontata, con effetti opposti a quelli desiderati. La soluzione della "privatizzazione e libero mercato" porta a prezzi dei servizi e inefficienze dovute alla frammentazione, a costi amministrativi, a rischi di creazione di oligopoli che influenzano i governi a piegare le norme a loro favore. Molto spesso è impossibile dividere il Commons in parti e quindi non si sviluppa concorrenza di mercato ma si instaurano monopoli. Ostrom dimostra che l'impegno volontario su una determinata strategia e la sua applicazione da parte di una istituzione sociale, è una terza alternativa che risulta più adatta alla gestione dei Commons.

Sistemi a rete, in cui cooperano e confluiscono le competenze individuali, riescono a produrre livelli di produttività più elevate di quanto non possano raggiungere i singoli. Tali reti sono caratterizzate da un livello di entropia calcolabile, che esprime il livello di flessibilità o di comportamento caotico. Se l'entropia è bassa, il sistema non riesce ad adattarsi a un ambiente che cambia. Troppa entropia fa perdere stabilità e ogni perturbazione porta a cambiamenti erratici e perdita di energia.

Il livello di entropia ottimale nei sistemi complessi è quello che corrisponde alla distribuzione della Power Law e ha le caratteristiche descritte da Barabási [4]. Nella gestione di reti di questo tipo, quando le scelte decisionali crescono in complessità e il numero di competenze per gestirle aumenta, il costo del-

la ricerca della soluzione cresce esponenzialmente e diventa presto superiore al costo della soluzione stessa.

In queste situazioni, la struttura gerarchica/industriale è la prima a fallire mentre una struttura organizzativa a rete riesce a sopravvivere. Quindi sia la soluzione statale che quelle di mercato falliscono: o dovrebbero diventare troppo grossi per raggiungere gli scopi o essendo troppo piccoli commettono errori nelle scelte e non hanno abbastanza risorse per attuarle. In questo caso l'istituzione sociale che gestisce il Commons non ha tali svantaggi ed è altamente adattabile. Il sistema si modella su quello che Barabási descrive come "*small worlds linked through larger nodes*". La distribuzione di connettività scalabile secondo la Power Law fornisce il giusto grado di adattabilità e stabilità.

3.1. Le regole dei Commons di Internet

Possiamo vedere all'opera le regole dei Commons di Internet nei protocolli definiti da IETF, sviluppati di comune accordo e adottati da tutti coloro che partecipano a Internet. Specificamente i vari Autonomous System si accordano tra loro nell'ambito di un insieme di regole condivise, come ad esempio quelle specificate da BGP (Border Gateway Protocol).

Non esiste un'autorità di controllo come non esiste una polizia che sanziona le violazioni: per esempio un AS (*IP hijacking*) potrebbe malevolmente annunciare tra le proprie reti un gruppo di indirizzi che appartengono a un'altro AS. In questo modo intercetterebbe il traffico destinato a quelle reti, ma verrebbe immediatamente scoperto e la pena sarebbe l'esclusione dalla connessione.

L'autoregolamentazione è quindi il meccanismo su cui si basa la rete e che funziona proprio perché la rete è un bene comune e quindi è nell'interesse di tutti che funzioni. Sorprendentemente finora gli utenti dell'Internet Commons non hanno partecipato alla sua gestione, né possono dire di essere stati adeguatamente rappresentati dal loro ISP. Per esem-

pio gli utenti non hanno trasparenza nell'uso del Commons da parte di altri utenti. Sarebbe ad esempio interessante poter analizzare come altri utenti dello stesso AS usano la rete e magari discutere insieme su regole o investimenti per aumenti di capacità. Se si adottasse l'approccio discusso più avanti sulla costruzione in proprietà delle reti di accesso, tutto ciò diventerebbe perfettamente naturale.

4. Modello economico di sviluppo della rete

La rete è stata finora basata su un modello economico antiquato delle reti telefoniche. Il modello telefonico si basava su una tariffazione basata sulla durata e commisurato in modo da assicurare cospicui guadagni agli operatori. Insistere su questo modello anche per la trasmissione dati ha determinato tra l'altro la fine di ISDN, causata da quegli stessi operatori che la promuovevano. Lo stesso è avvenuto con ATM, con cui si cercava di imporre di nuovo un modello a connessione per poter poi fatturare a connessione, naturalmente nella speranza di poter poi discriminare tra connessioni e conseguentemente i prezzi.

Gli operatori non hanno capito il modello della tariffazione *flat* in base alla quantità di banda, se non quando si sono affacciati sul mercato i primi ISP indipendenti che hanno cominciato a sottrarre loro utenti e mercato. Ma la tentazione riappare in continuazione e oggi chiedono di poter ricevere una compensazione dai cosiddetti servizi OTT (Over The Top), ossia Google, Amazon e altri, che guadagnano sui servizi che offrono. Secondo gli operatori telefonici, a loro spetterebbe una quota dei loro guadagni, in quanto essi sfruttano la rete per offrire i loro servizi. È un ragionamento assurdo, come se la società Autostrade pretendesse una percentuale sui mobili venduti da Ikea, perché sono consegnati attraverso la rete autostradale. Ma il ragionamento non funziona anche per un'altra ragione: cosa dà valore ai bit che transitano sulla rete? Il valore è deciso da chi lo riceve, non dal protocollo usato o dalla sorgente

o destinatario. Il valore dipende dalla semantica, e questa sfugge completamente al carrier. Un tweet che segnala un'emergenza esondazione ha infinitamente più valore di 600MB di un film. I carrier pensano ancora agli utenti della rete come interessati principalmente a consumare contenuti protetti da copyright a pagamento. Accordandosi con un piccolo numero di fornitori e dividendosi le royalties, i carrier pensavano di risolvere il loro problema, dovuto al fatto che ormai la connettività è una commodity ed è difficile farci i grossi guadagni a cui la telefonia vocale (fissa e mobile) li aveva abituati.

Come ammettono dunque gli stessi operatori, il loro modello è inadatto, oltre che iniquo e inefficiente. Le loro soluzioni sono due:

- ottenere finanziamenti pubblici per gli investimenti in infrastruttura;
- avere garanzie sul ritorno da tali investimenti in termini di: libertà di tariffazione che ad esempio deroghi dal principio della Net Neutrality.

Sembra evidente che nel momento in cui si chiedono finanziamenti pubblici e regolamentazione protezionistica si ammette che non si opera in regime di libero mercato. Le norme sulla concorrenza in Europa vietano tali finanziamenti, specie se assegnati ad una singola azienda, classificandoli come aiuti di Stato.

L'unica giustificazione per tale svolta è che si stia operando nell'interesse pubblico e pertanto questa è una diretta ammissione che la rete è un bene pubblico. Se è un bene pubblico, non può essere gestita da un privato con criteri di profitto e di interesse privato. Pertanto la rete è un Commons e la sua gestione va affidata a un gestore di Commons.

5. Il cablaggio in partecipazione

La rete va considerata come un'infrastruttura pubblica, come strade e marciapiedi, alla cui realizzazione e manutenzione contribuiscono tutti i cittadini. Dopo tanti anni di insane battaglie contro la rete Internet, conside-

rata inadatta per “veri” sistemi di telecomunicazione, dopo rincorse tra operatori a costruirsi ciascuno la propria rete pensando di avere un vantaggio competitivo dal controllo di tratti di fibra, alla fine ci si è convinti che basta una rete sola condivisa, come preconizzavo fin dal 2001 proponendo una rete unica nazionale di GigaPop [3]. Si può far passare qualunque traffico su IP e una sola rete condivisa può bastare: la si chiama NGN e si è costituito un comitato dell’AGCOM per delinearne il quadro normativo.

Come spiega Stefano Quintarelli nel suo blog, Telecom Italia ha enormi debiti e non riesce a trovare finanziamenti da investire in un piano di sviluppo a causa dell’incertezza sull’uso della rete, ossia Telecom teme che nonostante si realizzi un cablaggio in fibra di tutte le case (FTTH), comunque gli utenti continuano a usare la rete in rame. Per questo chiedono fondi pubblici, che tuttavia non possono essere erogati perché si configurerebbero come aiuti di Stato vietati dalla normativa europea.

Il governo propone pertanto la creazione di un’azienda mista pubblica-privata finanziata dalla Cassa Depositi e Prestiti, denominata FiberCo, a cui dovrebbero aderire Telecom Italia, Vodafone, Wind, H3G, Tiscali, Fastweb, BT e FOS. Per evitare i rischi che la fibra rimanga inutilizzata, a Telecom viene concessa una compensazione per ogni passaggio da rame a fibra e inoltre si contempla l’obbligo dello switch-off a una certa data, come avvenuto per il digitale terrestre. Infine a Telecom viene concessa un’opzione per l’acquisto della società nel 2020. Con l’attuale situazione del debito pubblico italiano è difficile prevedere dove verranno reperite le risorse e se il piano funzionerà.

6. Ultimo miglio

Guardando al futuro, per la rete fissa la via maestra per sostenere con prestazioni adeguate la crescita del traffico non è l’introduzione di corsie preferenziali ma la rimozione del-

la scarsità, ovvero l’estensione dell’infrastruttura in fibra ottica. In questa direzione si stanno muovendo gli sforzi di autorità di regolamentazione e aziende, tra difficoltà notevoli che trarrebbero beneficio da un forte indirizzo e sostegno politico.

Telecom Italia non ha intenzione di portare la fibra ottica nelle case degli italiani, secondo quanto ha dichiarato Bernabè [12]: “La fibra è diventata un fatto ideologico perché fibra e rame coesisteranno. Telecom posa 200mila chilometri/fibra ogni anno, che sono un capitolo dei 3 miliardi che investiamo annualmente nella rete. Senza contare poi che le performance garantite dal rame stanno crescendo e che tecnologie come il *vectoring* consentiranno senza troppi problemi di raggiungere i 100 megabit. Le architetture di rete si evolvono e si irrobustiscono”. In pratica grazie al VDSL2 la rete in fibra è prevista tra la centrale e le cabine di quartiere, ma in casa arriva sempre il rame.

Se però prendiamo il punto di vista dei Commons, una soluzione alternativa c’è e potrebbe liberare risorse reperibili molto più facilmente. Si tratta della proposta di AssoProvider [2] che consiste nell’affidare la realizzazione del *local loop* ai gestori delle unità immobiliari, ossia ai condomini, anziché cederli agli operatori di TLC. I vantaggi sarebbero molteplici:

- l’unità immobiliare ritorna dell’investimento in pochi anni grazie ai canoni di TLC, che a quel punto divengono nulli;
- le spese sono detraibili al 36% dalle tasse;
- l’unità immobiliare acquista valore;
- il cambio operatore TLC è sotto il totale controllo dell’utente e non dell’operatore;
- essendo i proprietari a pagare l’infrastruttura, entrerebbero in circolo capitali freschi senza pesare sulle tasche esauste della fiscalità generalista;
- i lavori nella NGN passiva non hanno bisogno di coordinamento operativo a livello nazionale, necessitano di linee guida come quelle emesse dall’AGCOM [1];

- i lavori della NGN passiva sono eseguibili da normali ditte edili locali.

Assoprovder ha rinnovato, in una lettera aperta del 26 ottobre 2010 inviata al Ministro dello Sviluppo Economico, la proposta di coinvolgere gli utenti nell'acquisizione dell'ultimo miglio di pertinenza della loro unità immobiliare. L'iniziativa dei cablaggi si potrebbe estendere con la partecipazione anche di enti, quali comuni, università o aziende private, che contribuirebbero ciascuno alla costruzione di un'infrastruttura comune. La costruzione del local loop diventerebbe un'attività partecipativa e il local loop diventerebbe un vero Commons gestito in forma comunitaria. L'infrastruttura di accesso WiFi ne potrebbe beneficiare ampliandone enormemente la copertura.

6.1. Il secondo miglio

Nella rete fissa (accessi ADSL) il principale collo di bottiglia non risiede però né nel segmento di filo che collega la nostra casa alla centrale (che usiamo esclusivamente noi: se è saturo è colpa nostra) né nelle dorsali in fibra ottica che sono ampliabili pressoché indefinitamente a costi assai contenuti. Il collo di bottiglia risiede nel "secondo miglio", il segmento che collega le centrali alle dorsali che, laddove non realizzato in fibra ottica (che consentirebbe un ampliamento sufficiente a costi contenuti), richiede investimenti ingenti per il suo passaggio a fibra ottica; investimenti generalmente non remunerativi.

Come riporta Quintarelli, in Italia ci sono oltre 13.000 stadi di linea (centrali che ospitano i DSLAM). Gli stadi di linea non collegati in fibra ottica al backbone, e quindi con una limitata banda a disposizione da fornire agli utenti, sono circa 6.200. La distanza media dal backbone di questi stadi di linea è di 20 km con un costo di rilegamento in fibra stimabile intorno al milione di euro ciascuno, per un costo complessivo intorno ai 6 miliardi. Notiamo che una volta che tutte queste centrali fossero collegate in fibra, non ci sarebbero più scuse contro la Net Neutrality, perché gra-

zie alla legge di Moore non sarebbe necessario usare tecniche o leve di prezzo per gestire la congestione ed i costi del gestore sarebbero sostanzialmente slegati dalla banda fornita all'utente. Pertanto è qui che bisogna investire ed è qui che se il privato non investe, deve intervenire il pubblico, o obbligando i privati in virtù del principio di servizio universale o impegnandosi direttamente, ancora una volta con la modalità del Commons, ossia affidando alla collettività la gestione dell'infrastruttura comune. Questo sarebbe il miglior modo per affermare concretamente che Internet o l'accesso alla rete è un diritto dei cittadini.

6.2. La European Digital Agenda e la posizione degli operatori

In un convegno organizzato il 3/10/2011 a Brussels da Etno (associazione delle telecom europee) e da Financial Times, diversi operatori europei hanno discettato su modelli per una Internet sostenibile. Erano presenti i CEO di Telefonica, Telekom Austria, Telenor, Telecom Italia, Vivendi, VimpelCom (Wind), Alcatel-Lucent, Ericsson.

Il messaggio che hanno espresso unanimi rivolto alla commissione e ai governi era sostanzialmente questo: per raggiungere gli obiettivi della Digital Agenda occorre fare investimenti, ma noi non faremo investimenti se non ci viene fornito un quadro regolamentare che ci garantisca il ritorno degli investimenti. Non faremo investimenti di cui beneficiano coloro che non investono. Qui il ragionamento è questo: noi investiamo sulla rete, forniamo connettività e veniamo pagati a tariffe fisse. Chi offre servizi non investe in connettività e viene pagato sulla base del valore del servizio. Tuttavia, sfugge da questo ragionamento che anche chi fa servizi investe in essi, nell'infrastruttura di elaborazione e nel software per svolgerli e acquista connettività dai carrier, che vengono quindi remunerati per ciò che forniscono. Nulla vieta anche agli operatori di investire nei servizi: il problema è che finora non lo hanno fatto o non lo hanno

fatto abbastanza. Gli stessi operatori riconoscono il fatto che sui servizi software l'Europa sia rimasta indietro rispetto agli USA: ma attribuiscono la ragione alla carenza di infrastrutture e ai prezzi. Scordano però che tra le maggiori ditte di servizi di rete ci sia Skype, che è una azienda europea e che nulla vieta di creare aziende europee che competano a livello globale.

Per gli investimenti gli operatori richiedono incentivi, che in molti casi vorrebbe dire fondi pubblici per la realizzazione delle reti di nuova generazione oppure garanzie per il ritorno negli investimenti, che significa libertà da regolazioni (come la Net Neutrality) per poter tariffare a piacimento. Paradossalmente tuttavia, gli stessi operatori che si lamentano di non avere soldi da investire, sono gli stessi che solo poche settimane fa hanno offerto il doppio del previsto per le frequenze messe all'asta in Italia e Spagna. Frequenze che temono persino che non saranno disponibili se non fra 2-3 anni. Viene da chiedersi: perché chi dice di non avere soldi per fare investimenti fa investimenti di cui è incerto il beneficio pagandoli il doppio del prezzo di mercato? La risposta la si trova guardando a chi sono andate le frequenze: solo tre operatori se le sono accaparrate, il quarto concorrente, che probabilmente aveva offerto un prezzo ragionevole, è rimasto fuori. In altri termini, gli operatori sono disposti a svenarsi pur di evitare la concorrenza e di poter tornare ai fasti degli antichi monopoli o oligopoli.

Infatti Franco Bernabé ha dichiarato in un'intervista [12] che quattro operatori telefonici in Italia sono troppi e che H3G dovrebbe sparire. Mentre nel resto del mondo si assiste alla moltiplicazione degli operatori come conseguenza delle liberalizzazioni e della concorrenza, l'ex monopolista sostiene che invece non ci sarebbe spazio sufficiente. Eppure la Commissione Europea ha segnalato in una lettera ad AGCOM che "l'AGCOM non impone la disaggregazione della fibra (*unbundling*, NdR) [...] e al riguardo reitera-

mo la posizione già espressa [...] e cioè che l'analisi di mercato e la scelta dei rimedi devono essere prospettici, in particolare perché l'AGCOM riconosce che il processo di migrazione di Telecom Italia verso una rete NGA avrà un impatto considerevole sui mercati". "L'accesso all'infrastruttura passiva e l'accesso VULA su fibre ottiche, l'*unbundling* virtuale, non sarebbero sufficienti a salvaguardare la concorrenza".

Su una cosa concordo invece con Bernabé, non serve la banda ultra larga per realizzare l'e-government. I politici che dettano le norme ai tecnici sono una sciagura. Ma nemmeno i carrier sanno prevedere da dove verrà la domanda. Occorre pertanto essere preparati con un'infrastruttura agile e adattabile, in grado di reagire all'evoluzione della domanda. Jean-Bernard Lévy, CEO di Vivendi ha affermato che le previsioni di traffico sono in crescita, ma non c'è alcuna evidenza che questo si tramuti in problemi di banda irrisolvibili. Tuttavia anche lui insiste nello stipulare accordi con i fornitori OTT per collaborare creando servizi differenziati per prezzo e suddividersi i profitti. Diversa la posizione di Hans Vestberg, Presidente e CEO di Ericsson, il quale sostiene l'importanza della standardizzazione che ha consentito di creare un ampio mercato globale. Finora l'industria è riuscita a procedere senza regolamentazione e dovrebbe poter continuare a farlo.

7. The Next Internet

L'attuale Internet è evoluta da un prototipo sperimentale: funziona sorprendentemente bene per molti aspetti. Tuttavia vorrei proporre un cambiamento radicale, che coinvolge un aspetto di base della rete: l'indirizzamento.

Gli indirizzi IP identificano nodi all'interno di reti che stanno in posti fissi. Bisognerebbe invece identificare direttamente i dispositivi, indipendentemente dalla loro locazione all'interno della topologia della rete, specie adesso che i dispositivi mobili sono sempre più pervasivi.

Non basta passare da IPv4 a IPv6 per risolvere il problema: nessuno dei due offre una soluzione adeguata al problema dell'indirizzamento mobile. *Mobile IP* si basa sulla creazione di un *tunnel* dalla stazione base alla locazione corrente del dispositivo. Ma se il dispositivo è mobile, non c'è nulla nella locazione base quando esso si sposta.

La soluzione giusta potrebbe essere qualcosa di simile a Skype, in cui i dispositivi si trovano tra di loro attraverso un meccanismo di localizzazione distribuito P2P. Servirebbe quindi un sistema distribuito di ricerca dei dispositivi per nome, che utilizza un alto numero di supernodi che si tengono aggiornati sui nomi presenti nelle loro vicinanze. Una sorta di generalizzazione di ARP che opera su scala globale anziché locale e funziona alla rovescia, dato il MAC o un nome simbolico di dispositivo, restituisce l'IP a cui quel MAC è attualmente associato. Con questo sistema anche il DNS diventa inutile. Il DNS era nato per evitare di dover gestire e distribuire la lista `/etc/hosts` come faceva in origine John Postel e che i primi utenti di rete si scambiavano via FTP.

L'introduzione di un sistema di nomi gerarchico controllato da una autorità centrale ha però creato una scarsità artificiale per una risorsa, da cui è nato il business della registrazione e della vendita di domini. Il costo che gli utenti pagano per questi servizi è scandalosamente elevato rispetto ai costi della sua erogazione, che molti operatori svolgono in maniera semiautomatica, facendo compilare un form via web. La risoluzione dei nomi viene poi fatta da altri: i registry potrebbero essere eliminati e così i loro lauti guadagni.

Se ciascun dispositivo ha un nome unico in uno spazio flat, il DNS non serve più. Che ragione c'è infatti di chiamare qualcuno `google.com` o `bmw.de`? Basta semplicemente usare `google` o `bmw` per i nomi o marchi riconosciuti universalmente. La struttura gerarchica era nata per la principale ragione di suddividere le responsabilità tra diversi registry, in mo-

do che ogni paese potesse gestirsi una propria fetta, e non si pensava che si potessero costruire motori di ricerca che contenessero miliardi di voci e rispondere in frazioni di secondo a migliaia di query. Oggi è possibile abolire il DNS e utilizzare servizi di ricerca ben più raffinati di quelli su cui si basa il DNS per rintracciare i siti che interessano agli utenti. L'idea di utilizzare un meccanismo di identificazione universale superando i limiti del DNS è presente anche nella proposta di Handle System [11], sviluppata da Bob Kahn, coautore con Vint Cerf del protocollo TCP/IP.

7.1. Elogio del NAT

Molti esperti vituperano il NAT (Network Address Translation) considerandolo un *hack* temporaneo per aggirare la scarsità degli indirizzi IPv4. In realtà è un esempio di genialità della rete, che inventa soluzioni originali per aggirare i problemi, ed è anche un significativo esempio di come si possa sfuggire ai limiti che certi vogliono imporre. Per esempio, molti operatori telefonici tentavano di limitare l'uso della rete da parte degli utenti, fornendo un solo indirizzo IP, e sperando di costringere a pagare di più chi collegava più di un dispositivo alla rete. Certi operatori, come ad esempio Fastweb, non forniscono dei router per il collegamento alla loro rete, ma dei semplici modem e quindi gestiscono loro il DHCP limitandolo a 3 indirizzi. Ciò significa che se in casa ci sono due persone con due computer e due smartphone, uno dei dispositivi, a caso, non si connette. Il NAT è stato un modo per aggirare questo tipo di vincoli.

Gli utenti giustamente pretendono di far valere il principio che con gli operatori si instaurino accordi di scambio di traffico basato su una certa quantità di banda, senza che qualcuno si impicci di come gli utenti utilizzano la banda a disposizione. Purtroppo gli operatori sono sempre alla ricerca di modi diversi di fare pagare il servizio di connettività, e non vogliono rassegnarsi al fatto che non possono più controllare l'uso della rete come erano a-

bituati a fare con la rete telefonica.

8. I nostri dati

Ormai un'altissima percentuale del materiale che interessa gli utenti in rete è fornito dagli stessi utenti. Alcune aziende si incaricano soltanto di gestire i contenitori per tali materiali: Flickr, YouTube, iTunes, Blogs, Google Maps, Facebook, Twitter e di renderli accessibili ad altri. Le condizioni di uso di questi servizi pretendono che il materiale diventi di proprietà del gestore del servizio o comunque che il gestore del servizio si riservi di trattenere una percentuale sulla vendita di materiale (iTunes). Wikipedia è una rara eccezione in cui il materiale resta disponibile con licenza Creative Commons.

Ma la cosa che disturba di più è che le aziende raccoglitrice, non soltanto si appropriano dei materiali, ma anche si arrogano il diritto di essere gli unici a poterne fare analisi ed elaborazioni. Recentemente si sta sviluppando una nuova disciplina, denominata Big Data Science, che propone tecniche di analisi statistica di grandi moli di dati aggregati, da cui è possibile ricavare importanti indicazioni per comprendere o prevedere l'andamento di significativi fenomeni sociali. Tuttavia la Big Data Science deve essere alimentata da grandi moli di dati che sarebbe impossibile che venissero raccolti separatamente per ciascun task. L'ideale sarebbe quindi poter mettere in un pool tutti i dati che ciascun servizio di raccolta ottiene dai propri utenti.

Tuttavia, grandi imprese del settore, quali Google e Twitter, hanno espressamente dichiarato di non voler mettere a disposizione tali dati, nemmeno nell'ambito di ricerche pubbliche. Un esponente di Twitter, che mette a disposizione una piccola parte dei suoi feed, ha persino invitato i ricercatori universitari a lasciar perdere di tentare analisi di dati che loro stessi a Twitter possono fare molto meglio avendo dati e risorse adeguate a disposizione. Tutto ciò è alquanto fastidioso, perché non solo tali aziende hanno un monopolio di dati che

in principio non sarebbero loro, ma hanno anche a disposizione risorse di elaborazione che nessun centro di ricerca si può lontanamente permettere e che sarebbero necessarie per poter effettuare il tipo di analisi richiesto dalla Big Data Science.

Tutto ciò ci porta a pretendere che si faccia obbligo alle aziende che raccolgono dati dal pubblico a rendere tali informazioni accessibili per scopi di ricerca e analisi e naturalmente che si instaurino centri per la ricerca su Big Data Science dotati di adeguate risorse di calcolo per poter affrontare le elaborazioni su tali dati. Naturalmente si dovrebbe poter instaurare anche una proficua collaborazione tra tali centri e le aziende private.

9. La Proprietà Intellettuale

Sono costretto a parlare di proprietà intellettuale, anche se è un argomento che avrebbe relativamente poco a che vedere con Internet, per la ragione che tutti coloro che si piccano di voler regolamentare Internet, a partire da IGF al G8 di Sarkozy, inseriscono tra le questioni il diritto d'autore e alla fin fine tali norme si riflettono sulla libertà di espressione degli utenti della rete.

Bisogna ricordare che sempre più materiale è prodotto da utenti. Sempre più tali materiali si avvicinano o superano la qualità dei prodotti cosiddetti professionali. Quindi concepire leggi ritagliate sugli interessi di ristrette lobby non è un buon approccio.

Le leggi sul copyright sono obsolete: proteggono gli intermediari, non gli autori. Sono nate in un'epoca in cui occorreva un editore per produrre un'opera e distribuirla. Nell'era della distribuzione digitale il ruolo degli editori è enormemente ridimensionato e si può finalmente separare con più chiarezza i due concetti: diritto d'autore e diritto di copia. La legislazione attuale è incentrata sulla protezione del diritto di copia, ma la propaganda dei suoi sostenitori ripete che la copia viola il diritto d'autore. Ciò è falso: il diritto di

autore non si viola facendo copie di un'opera, ma prendendone parti e attribuendosene la paternità.

Il diritto di autore è sacrosanto e garantito in maniera assoluta e nessuno lo vuole intaccare. Altra faccenda è la remunerazione del lavoro intellettuale, che può essere assicurato in molti modi diversi da quello classico basato sul diritto di copia. Occorre favorire nuovi sistemi che garantiscano remunerazione agli autori: aumentare gli scambi, anziché restringerli. In rete scambiare X non vuol dire che chi fornisce X ne ha una copia in meno, pertanto il concetto di remunerazione basato sulle copie è privo di senso. Si dovrebbe piuttosto utilizzare una legge di Zipf all'inverso: più un materiale è richiesto, meno lo si paga. Il servizio iTunes ha dimostrato come si possa creare un mercato per lo scambio di contenuti su larga scala in cui i prezzi si riducono enormemente per via delle dimensioni del mercato. Juan Carlos De Martin propone di riflettere in questi termini sulla questione [7] e Richard Stallman si addentra a delineare meccanismi di conteggio e pagamenti agli autori su basi statistiche.

10. Conclusioni

La Internet aperta e non discriminatoria che abbiamo costruito e che abbiamo imparato ad amare è di nuovo a rischio per causa di aziende e operatori che vogliono limitarla o metterla sotto controllo per poter ricavarne maggiori profitti. La maggior parte degli utenti di oggi dà per scontato le caratteristiche di Internet e non avendo dovuto lottare per ottenerle rischia di sottovalutare i pericoli e di lasciarsi convincere da coloro che considera i gestori della rete. Bisogna invece essere coscienti che Internet è una costruzione collettiva e va meglio trattata come un Bene Comune che come un servizio privato.

Un Bene Comune è gestito dalla collettività nell'interesse di tutti ma soprattutto col fine di ridurre la scarsità. Scarsità artificiale e barriere sono invece gli obiettivi di una gestione

privatistica della rete. Se si opera in un regime di abbondanza come la legge di Moore e la tecnologia consente di fare, i benefici e le opportunità si moltiplicano.

Gestire Internet come Bene Comune consente di dare spazio all'immensa creatività degli utenti che inventeranno sempre nuove soluzioni per svilupparla e per farla evolvere. Sarebbe tragico dover tornare alla situazione del secolo scorso in cui gli operatori telefonici dettavano le regole su cosa si potesse collegare alla rete, su quali servizi si potessero avere e su quali applicazioni si possono fare girare sui dispositivi collegati alla rete.

Bisogna cambiare punto di vista e farlo cambiare anche agli operatori, che si rendono conto loro stessi che il loro modello non funziona. Loro stessi vorrebbero uscire dal business della pura connettività, perché non riescono a guadagnarci abbastanza, e mettersi a vendere servizi (se solo sapessero inventarseli). Perciò potremmo aiutarli a uscire dal dilemma: invece di considerare le telecomunicazioni come servizio, dovremmo finanziare un'infrastruttura per facilitare la connettività gestita come un Commons. E bisogna che noi utenti e proprietari di Internet spieghiamo ai governi e alla UE che non devono sottostare al ricatto degli operatori (o fondi pubblici con norme protezioniste o niente investimenti), perché se gli imprenditori non sanno fare gli imprenditori e prendersi i rischi di impresa è meglio che cambino mestiere e di certo la rete continuerà a svilupparsi trovando da sola le forme più appropriate. La bellezza di Internet è che si è sviluppata da sola in un ambiente non regolato ed ha avuto successo proprio perché i governi ne sono stati fuori. La realtà è dinamica e sarebbe un errore pretendere di controllarla: ogni intervento legislativo avrebbe effetti distorsivi che sarebbero disastrosi. Internet è la più importante piattaforma di comunicazione e di scambio che l'umanità abbia mai costruito: non roviniamola per favorire gli interessi privati di pochi.

Ringraziamenti

Ringrazio Dino Bortolotto, Gianfranco Prini e Stefano Quintarelli per utili suggerimenti e commenti.

Riferimenti bibliografici

[1] AGCOM, Comitato NGN Italia, Condizioni per la condivisione delle infrastrutture ivi comprese le installazioni all'interno dei condomini, 2010. <http://www.key4biz.it/files/000155/00015571.pdf>

[2] Assoprovider, NGAN - Considerazioni operative per l'implementazione rapida ed economica della "casa con la coda", 2010, http://www.assoprovider.it/index.php?option=com_content&task=view&id=233&Itemid=46

[3] Attardi G., Una rete nazionale di GigaPop, 2001, <http://medialab.di.unipi.it/Project/GigaPort/GigaPoP.html>

[4] Barabási A.L., Linked: The New Science of Networks. Perseus, Cambridge, MA, 2002.

[5] Cerf V., RFC 3271 – The Internet is for Everyone, IETF, 2002
<http://www.ietf.org/rfc/rfc3271.txt>

[6] Benkler Y., The Political Economy of Commons, Upgrade, Vol. IV, No. 3, June 2003

[7] Berners-Lee T., Long Live the Web: A Call for Continued Open Standard and Neutrality, Scientific American, November 2010. <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=long-live-the-web>

[8] De Martin J.C., Un nuovo ordine per il diritto d'autore, 2011, <http://demartin.polito.it/blog/169>

[9] Frankston B., Infrastructure commons - the future of connectivity, Talk at ISOC NY Chapter. September 22/2011
http://www.livestream.com/internetsociety-chapters/video?clipId=pla_47037644-3f12-4d14-ac5a-bf1a635e6463

[10] ISOC, Internet Futures Scenarios, 2009
<http://www.internetsociety.org/sites/default/files/pdf/report-internetfutures-20091006-en.pdf>

[11] Kahn B., Handle System
http://en.wikipedia.org/wiki/Handle_System

[12] Lepido D., "Nelle tlc resteranno solo in tre", IlSole24Ore, 6 ottobre 2011
<http://www.ilsole24ore.com/art/economia/2011-10-06/nelle-resteranno-solo-064059.shtml?uuid=Aa9DYOAE&fromSearch>

[13] Liebenau J., Bourdeau de Fontenay A., ICT from a Commons Perspective. Proceedings of the Annual Conference of the International Association for the Study of Common Property "Building the European Commons: from Open Fields to Open Source", University of Indiana Digital Library of the Commons, 2005

[14] Regole d'Ampezzo
<http://www.regole.it/index.php>

[15] Strickling L., Remarks at IGF 2011, Nairobi, 2011, <http://www.isoc.it/internet-governance/articoli/770-igf-usa-11-remarks-by-lawrence-e-strickling.html>

[16] van der Berg R., How the 'Net works: an introduction to peering and transit, Ars Technica, 2008, <http://arstechnica.com/old/content/2008/09/peering-and-transit.ars>

[17] Wagter H., The Internet as a Commons, 2010, http://www.dadamotive.com/2010/09/the_internet_as_a_commons/

[18] The Commons
http://en.wikipedia.org/wiki/The_commons



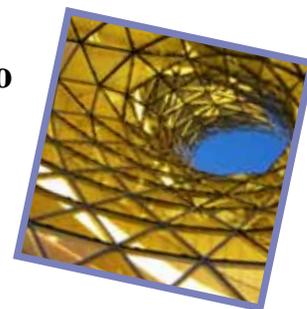
Giuseppe Attardi

attardi@di.unipi.it

Professore di Informatica presso l'Università degli Studi di Pisa.

Laureato in Scienze dell'Informazione, partecipò allo sviluppo del primo sistema grafico a finestre del MIT. Ha contribuito alla realizzazione di Arianna, il primo motore di ricerca italiano e ha sviluppato tecniche di analisi linguistica di testi per la ricerca semantica e per la traduzione automatica.

Comput-ER: l'infrastruttura e i servizi di calcolo e archiviazione distribuiti per le comunità scientifiche e non in Emilia Romagna



Marco Bencivenni¹, Daniele Cesini¹, Alessandro Venturini²
(CNR/ISOF), Paolo Veronesi¹

¹INFN-CNAF, ²CNR-ISOF, Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività

Abstract. Le tecnologie del calcolo distribuito, quali la Grid e più recentemente anche il Cloud Computing, hanno dimostrato vantaggi non solo in termini economici, ma soprattutto dal punto di vista della promozione di collaborazioni e dello scambio scientifico fra le varie comunità di ricerca. Questi paradigmi di calcolo e di accesso ai dati hanno dato un grande impulso alla ricerca producendo importanti risultati in brevissimo tempo. Rete ad alta velocità e certificata x509 sono gli elementi essenziali per l'accesso all'infrastruttura Grid italiana, gestita dall'Italian Grid Infrastructure (IGI), e completamente interconnessa con quella Europea EGI. È quindi nata una collaborazione, denominata DUCK (Distributed Unified Computing for Knowledge), per lo svolgimento di attività di ricerca e sviluppo nel campo dei servizi e delle infrastrutture di Grid/Cloud, aperta agli istituti e alle comunità scientifiche esistenti sul territorio della regione Emilia Romagna.

1. Introduzione

Le tecnologie del calcolo distribuito, quali la Grid [1] e più recentemente anche il Cloud Computing [7], hanno dimostrato vantaggi non solo in termini economici, ma soprattutto dal punto di vista della promozione di collaborazioni e dello scambio scientifico fra comunità diverse. La grande quantità di dati prodotti dalla ricerca nei campi della Fisica delle Alte Energie, astronomia e astrofisica, biologia, medicina molecolare, fisica della terra, climatologia, oceanografia, ecc., pone in modo sempre più urgente la necessità di razionalizzare la memorizzazione di questi dati e la loro condivisione da parte delle comunità scientifiche e tra queste ultime e le realtà istituzionali presenti sul territorio. Questi paradigmi di calcolo e di accesso ai dati hanno dato un grande impulso alla ricerca, producendo importanti risultati in brevissimo tempo. Inoltre l'emergere di nuove aree di interesse, quali la meta-genomica, sta suggerendo che l'integrazione fra discipline differenti può contri-

buire ad affrontare problemi ancora senza risposta. È altresì evidente che la condivisione di middleware e infrastrutture comuni stimola iniziative scientifiche multi-disciplinari, permette il trasferimento di tecnologie all'avanguardia da un campo all'altro, consentendo la condivisione delle innovazioni, l'abbassamento dei costi dello sviluppo e favorisce inoltre l'eliminazione di duplicazioni.

Le iniziative sul calcolo distribuito europee e internazionali sono state e sono tuttora sostenute nell'ambito del 6° (DataGRID [8], DataTAG [9]) e poi 7° programma quadro europeo (EGEE [10], EGI [11], PRACE [13]), da vari progetti nazionali (GRid-IT, FIRB, PON) e regionali; inoltre il Ministero dell'Università e della Ricerca ha inserito Grid fra le piattaforme abilitanti e sostiene il consolidamento della Grid Italiana, IGI (Italian Grid Infrastructure) [3]. Queste iniziative hanno coinvolto gruppi di varie comunità scientifiche e molti di questi sono operanti in Emilia Romagna. È emersa quindi l'esigenza di estendere

le nuove tecnologie per il calcolo distribuito in modo più capillare nel territorio della Regione, consolidando l'attuale coordinamento in atto, coinvolgendo altre entità nel panorama dell'università e della ricerca, al fine di sviluppare nuovi scenari applicativi da estendere a diversi settori quali ad esempio la sanità e la pubblica amministrazione.

Rete ad alta velocità e certificati x509 sono gli elementi essenziali per l'accesso all'infrastruttura Grid italiana, gestita dall'Italian Grid Infrastructure (IGI), e completamente interconnessa con l'Europea EGI. Gli enti, Università e istituti cui queste comunità afferiscono hanno l'indubbio vantaggio di essere collegate mediante la rete ad alta velocità fornita dal GARR e possono inoltre usufruire di una serie di servizi base grazie all'appartenenza alla federazione di identità IDEM. Gli enti che fanno parte di questa federazione hanno quindi a disposizione sistemi di Autenticazione e autorizzazione comuni con la possibilità di richiedere certificati di tipo x509 rilasciati da TERENA e validi per l'utilizzo nell'infrastruttura di Grid italiana ed europea.

È quindi nata DUCK (Distributed Unified Computing for Knowledge) [2], una collaborazione per lo svolgimento di attività di ricerca e sviluppo nel campo dei servizi e delle infrastrutture di Grid/Cloud finalizzate al potenziamento e alla maggiore funzionalità delle infrastrutture e dei servizi esistenti nell'ambito della Regione Emilia Romagna, nonché alla partecipazione, attraverso l'integrazione delle proprie risorse computazionali e di dati, al consolidamento ed all'espansione dell'infrastruttura al servizio di altre componenti della regione e aziende private.

Le organizzazioni che partecipano alla collaborazione sono:

- Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (CNAF e Sezione di Bologna);
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Sezione di Bologna);
- Centro EuroMediterraneo per i Cambiamenti

ti Climatici;

- Centro Interdipartimentale di Ricerca sul Cancro "Giorgio Prodi" (Università di Bologna);
- Biocomputing Group, Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale dell'Università di Bologna;
- CeIRG Centro Interdipartimentale di Ricerche Genomiche dell'Università di Modena e Reggio Emilia;
- Area della Ricerca del CNR di Bologna (CNR/INAF);
- Dipartimento di Fisica dell'Università di Ferrara;
- Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna;
- Dipartimento di Fisica dell'Università di Parma;
- Dipartimento di Scienze dell'Informazione dell'Università di Bologna.

2. Le attività e l'infrastruttura di calcolo

La partecipazione alla collaborazione avviene utilizzando le strutture di ricerca fornite dalle organizzazioni partecipanti e inserite nell'Infrastruttura Grid Italiana. Le proposte di progetti o piani di lavoro collaborativo contengono le specifiche attività da svolgere, gli obiettivi da realizzare, i termini e le condizioni di svolgimento, le risorse umane e strumentali da impiegare e messe a disposizione dalle parti, la definizione degli oneri finanziari relativi alle singole attività tecnico-scientifiche e delle loro modalità di erogazione, il regime dei risultati scientifici e la disciplina dei diritti di proprietà intellettuale applicabile.

Nell'ambito di questa collaborazione, sono svolte attività finalizzate a:

- consolidare, rafforzare ed espandere l'infrastruttura di calcolo regionale, partecipando ai bandi della Regione, a bandi MIUR e a quelli europei con progetti comuni;
- espandere gli scenari applicativi ad altri settori della ricerca, della sanità e della P.A. per sviluppare nuove applicazioni che traggano vantaggio dall'uso delle tecnologie del cal-

- colo distribuito;
- condividere, diffondere e pubblicizzare le conoscenze e le tecnologie nel campo del calcolo distribuito, quali Grid e Cloud;
 - promuovere il trasferimento tecnologico;
 - ottimizzare attraverso un efficace coordinamento la gestione della infrastruttura ed evolverla secondo gli standard nazionali ed europei;
 - promuovere l'organizzazione di convegni, seminari, scuole, gruppi di lavoro interdisciplinari per l'uso dell'infrastruttura Grid/Cloud.

A supporto delle attività di DUCK, sono stati realizzati un sito web [2] e un'infrastruttura composta dalle strutture di ricerca delle organizzazioni partecipanti, illustrata in figura 1 (in viola i centri di calcolo in via di certificazione).

Le risorse di calcolo e storage a disposizione, utilizzabili in maniera opportunistica per le diverse attività della collaborazione, ammontano rispettivamente a circa 1300 core e 150 TB di spazio disco.

L'infrastruttura prevede inoltre una serie di servizi Grid di alto livello opportunamente configurati e completamente integrati nell'infrastruttura di calcolo italiana ed europea. In particolare, è stata creata una Virtual Organi-

zation (comput-er.it), abilitata nei diversi centri di calcolo, nella quale confluiscono le persone che partecipano alle diverse attività. Inoltre, sono stati configurati un catalogo dei dati (LFC) e un pool WMS per la sottomissione dei job.

L'interfacciamento, il supporto agli utenti e agli amministratori dei siti Grid locali, i sistemi di monitoring e *accounting* utilizzati dalla collaborazione e i servizi di alto livello sono gestiti dal nascente consorzio IGI (Italian Grid Infrastructure), nell'ambito delle attività di supporto e controllo dell'infrastruttura Grid italiana. Il personale di IGI inoltre collabora con i ricercatori degli altri istituti per analizzare le applicazioni proposte ed individuare gli scenari più opportuni per una loro esecuzione in ambiente Grid.

3. Un esempio di applicazione

A titolo di esempio si riporta l'esperienza realizzata nel campo della chimica computazionale, con un lavoro dedicato allo studio della dinamica di una membrana lipidica, in un sistema grande e complesso formato da 5783 molecole fra lipidi, molecole d'acqua e ioni, sotto l'effetto di un campo elettrico (in particolare vengono studiate due intensità di campo elettrico diverse) [3, 4]. L'applicazione si

basa sul Modelling Molecolare, che comprende tutti i metodi teorici e le tecniche computazionali utilizzate per rappresentare o simulare il comportamento delle molecole. I programmi di chimica computazionale permettono agli studiosi di generare dati molecolari quali le geome-

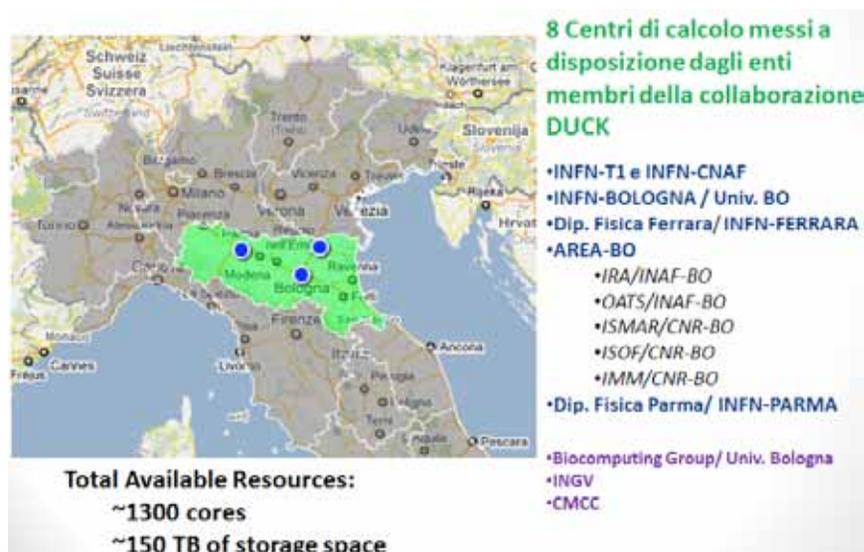


Fig. 1 L'infrastruttura Grid a supporto delle attività della collaborazione



Fig. 2 L'infrastruttura Grid italiana gestita dal consorzio IGI (Italian Grid Infrastructure)

trie (lunghezze di legame, angoli di legame e angoli di torsione), le energie (calori di formazione, energie di attivazione, etc.), le proprietà elettroniche (momenti, cariche, potenziali di ionizzazione, affinità elettroniche), le proprietà spettroscopiche (modi vibrazionali, *chemical shifts*) e le cosiddette *bulk properties* (volumi, aree di superfici, diffusione, viscosità etc.).

Tanto più numerose sono le risorse di calcolo a disposizione in termini di CPU e core, tanto più è possibile, attraverso software debitamente adattati, studiare sistemi sempre più complessi con un elevato numero di atomi (centinaia-migliaia): sperimentalmente è stato misurato che l'esecuzione in Grid di una simulazione di 35.000 atomi impiega su 8 core 41 giorni. La stessa operazione, eseguita su 32 core, impiega diciotto giorni. Per ottimizzare l'impiego delle risorse disponibili in Grid è stato deciso di suddividere questi *run* in N sotto-task MPI tra loro indipendenti: in questo modo si è arrivati a tempi decisamente più

contenuti, arrivando fino a solo giorno (ovviamente questi risultati dipendono tra l'altro dal carico complessivo delle risorse Grid e non sono quindi completamente prevedibili se si adotta l'approccio di fare un uso opportunistico delle risorse libere).

Le simulazioni di Dinamica Molecolare sono state realizzate usando NAMD v2.8, un programma di dinamica molecolare nelle versioni compilate per MPI e GPU-CUDA. I risultati di questo lavoro suggeriscono che si possa provocare la translocazione di pochi lipidi attraverso l'utilizzo di uno strumento macroscopico: l'accensione e lo spegnimento programmato di un campo elettrico.

4. Conclusioni

Il paradigma di calcolo Grid e le recenti attività nate in ambito europeo ed italiano per garantire la sostenibilità di una infrastruttura Grid nazionale ed europea hanno raggiunto la maturità e la stabilità necessaria per aprire tale infrastruttura e i suoi servizi a comunità scientifiche che fino ad ora non ne avevano usufruito. La collaborazione DUCK è riuscita a raggiungere diverse comunità scientifiche e a coordinarne il lavoro di *porting* delle applicazioni in ambiente Grid, dimostrando i diversi benefici che si possono ottenere grazie all'uso di queste tecnologie. I risultati di questa collaborazione, nata nel Maggio 2010, sono stati presentati in un workshop tenutosi nel Novembre 2010 [16] e con il quale la collaborazione si è presentata alle istituzioni regionali.

La collaborazione e i suoi risultati sono stati presentati pubblicamente in conferenze ed articoli, sia a livello nazionale che internazionale, tra cui si segnala la partecipazione all'E-GI User Forum 2010 [12] nei quali sono stati presentate le applicazioni portate in Grid e i benefici ottenuti utilizzando l'infrastruttura.

Riferimenti Bibliografici

[1] Foster I., What is the Grid? A Three Point Checklist, 2002

<http://www.mcs.anl.gov/itf/Articles/WhatIs-TheGrid.pdf>

[2] Comput-ER, <http://www.comput-er.it>

[3] IGI, Italian Grid Infrastructure
<http://www.italiangrid.it/>

[4] Alfieri R., Cesini D., Degli Esposti Boschi C., Ottani S., Salomoni D., Venturini A., “Da 20 anni nel futuro” Conferenza GARR 2011, Bologna, 8-10 Novembre 2011.

[5] Venturini A., F. Zerbetto, Phys. Chem. Chem. Phys., 2011, 13, 9216-9222.

[6] Phillips J. C., Braun R., Wang W., Gumbart J., Tajkhorshid E., Villa E., Chipot C., Skeel R.D., Kale L., Schulten K., Scalable molecular dynamics with NAMD. J. Comp. Chem., 2005, 26, 1781-1802.

[7] A NIST Definition of Cloud Computing,
<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>

[8] The DataGrid Project
<http://eu-datagrid.web.cern.ch/eu-datagrid>

[9] Datatag (Research & technological development for a Data TransAtlantic Grid)
<http://datatag.web.cern.ch/datatag>

[10] EGEE Portal: Enabling Grids for E-sciencE
<http://www.eu-egee.org>

[11] European Grid Infrastructure (EGI)
<http://www.egi.eu>

[12] EGI User Forum 2010, <http://uf2011.egi.eu>

[13] PRACE Research Infrastructure
<http://www.prace-ri.eu>

[14] Bartoli L., Montanucci L., Fronza R., Martelli P.L., Fariselli P., Carota L., Donvito G., Maggi G., Casadio R., J Proteome Res, 8:4362-4371, 2009.

[15] Piovesan D., Martelli P.L., Fariselli P., Zauli A, Rossi I, Casadio R. Nucleic Acids Res 39:W197-W202, 2011.

[16] Workshop DUCK, Bologna 10 novembre

2010, <https://agenda.italiangrid.org/conferenceDisplay.py?confId=364>



Marco Bencivenni

comput-er@lists.infn.it

Laureato in Ingegneria delle Telecomunicazioni presso l'Università di Bologna. Lavora presso il CNAF, partecipa ai progetti EGI e IGI. Si occupa dello studio e implementazione di servizi

al fine di utilizzare le risorse Grid in modo facile e sicuro attraverso la realizzazione di un portale web.

LOLA e la nuova frontiera dell'educazione musicale a distanza

Nicola Buso

Conservatorio di Musica Giuseppe Tartini di Trieste



Abstract. LOLA è un sistema di trasmissione audio/video, sviluppato dal Conservatorio “Tartini” di Trieste in collaborazione con il Consortium GARR, che permette di suonare a distanza in tempo reale su rete dedicata, abbattendo i tempi di latenza e garantendo la massima qualità dei segnali (senza compressione).

Il sistema è caratterizzato da un'interfaccia utente estremamente semplice e usabile, e connotato dalla massima trasparenza, in modo da non gravare in alcun modo sul suo utilizzo, tendendo ad assomigliare sempre più a un ambiente naturale piuttosto che a uno strumento artificiale.

Le applicazioni spaziano dalle arti performative (musica, danza, teatro, ...) alla ricerca scientifica, con ricadute significative in ambito didattico, soprattutto musicale, permettendo a maestro e allievo, situati in luoghi diversi, di relazionarsi come se la distanza non esistesse.

1. Nascita del progetto LOLA: contesto e problematiche di base

Possiamo rintracciare le origini del progetto LOLA (LOW LATency audio visual streaming system) nella conferenza GARR tenutasi a Pisa nel 2005, che offrì l'opportunità di sperimentare lo stato dell'arte degli strumenti di e-learning e di analizzarne i limiti: LOLA nasce come tentativo di superare quei limiti, per consentire a musicisti situati in città diverse di suonare assieme.¹

Tra gli strumenti di e-learning disponibili alla didattica musicale prima dell'introduzione del sistema LOLA possiamo ricordare i seguenti:

- gli standard H.323 e SIP caratterizzati da un'alta compressione video, bassa qualità nella codifica dell'audio, precedenza del segnale video sul segnale audio (il sistema proprietario Polycom introduce la configurazione “music mode” per ovviare a questo limite), latenza significativa, ottimizzazione per reti a banda limitata;
- DVTS (Digital Video Transport System) caratterizzato da segnale video non compresso, DV audio codecs, segnale audio/video in *DV frames* e significativa latenza (circa 400ms), ottimizzato per la banda larga

(30Mbps), di ottima qualità, indicato per lezioni e masterclasses;

- Conference XP, flessibile e configurabile: audio e video vengono gestiti separatamente per quanto riguarda codifica e compressione, che possono essere di alta o bassa qualità, sono possibili *streams* audio/video multipli (la latenza è elevata), la larghezza di banda richiesta è variabile (da un minimo di 2Mbps in poi);
- Skype: facile, semplice, di bassa qualità sia audio che video, la latenza non è prevedibile e viene utilizzato in mancanza di altro, soprattutto nel privato.

La caratteristica comune a tutti questi tools è una latenza tale (tipicamente maggiore di 0.5sec) da non consentire un'esecuzione simultanea a distanza; il ritardo, imputabile alle tecnologie di codifica/decodifica e di trasmissione dei segnali audio/video, permette di fatto la praticabilità di comunicazioni bidirezionali alternate per cui, a fronte della possibilità teorica di una comunicazione *full-duplex*, la latenza riduce l'usabilità musicale del canale

¹ L'équipe è composta da Paolo Pachini: coordinamento generale; Carlo Drioli: programmazione; Nicola Buso: testing e consulenza musicale; Claudio Allocchio (GARR): testing e consulenza networking; Massimo Parovel: ideazione e supervisione.

alla tipologia di trasmissioni *half-duplex*.

L'entità del ritardo, oltre a non consentire di suonare assieme, favorisce l'innescò di fenomeni d'eco. L'eco si innesca allorché il segnale inviato in remoto, dall'altoparlante nella postazione remota rientra nel microfono remoto e viene reinoltrato alla postazione d'origine: nella postazione d'origine si sovrappongono il segnale originario e il suo ritorno (l'eco appunto), ritardato dal sistema e filtrato dall'impronta acustica della postazione remota; tale sovrapposizione rende inintelligibile il segnale, compromettendo il buon esito non solo di una lezione di musica, ma anche di una comunicazione verbale qualsiasi. La riduzione di tali fenomeni si ottiene con una opportuna scelta delle tipologie di microfoni e altoparlanti e con una opportuna loro disposizione spaziale. Sono disponibili, inoltre, validi tools di cancellazione dell'eco quali, ad esempio, EchoDamp [1], sviluppato da Brian Shepard (University of Southern California Thornton School of Music).

Ma se consideriamo che l'eco è sostanzialmente il segnale originario che ritorna dalla postazione remota con ritardo, allora appare chiaro che eliminare il ritardo significa eliminare l'eco. Il sistema LOLA riduce drasticamente il ritardo nella codifica/decodifica e trasmissione del segnale, eliminando con ciò il fenomeno dell'eco alla radice, migliorando significativamente la fruizione del segnale remoto (senza necessità di ricorrere a sistemi dedicati alla cancellazione dell'eco²). L'opportuna scelta e disposizione del setup audio (microfoni/altoparlanti) rimane comunque decisiva, come in qualsiasi altra amplificazione live del resto, per evitare l'innescò dell'effetto Larsen.

La riduzione drastica del ritardo nel sistema LOLA, che ha come immediato corollario l'eliminazione dell'eco, pone in prima istanza il musicista nella condizione di poter suonare assieme a un partner in remoto. Il ritardo, tuttavia, non è circoscrivibile alla sola tecnologia

utilizzata per mettere in comunicazione musicisti collocati in luoghi differenti, ma va visto nell'orizzonte più ampio dell'interazione del musicista con la tecnologia: l'utenza umana entra a far parte del sistema, e contribuisce a determinarne la latenza (incrementandola).

Per comprendere la dinamica del ritardo, possiamo ipotizzare il seguente esperimento: due musicisti in sedi differenti collegati via rete devono eseguire assieme una successione di quattro note, della durata di un secondo ciascuna, in modo che le note eseguite dal primo musicista siano sincrone a quelle eseguite dal secondo musicista. Se il canale di trasmissione e il sistema di codifica/decodifica del segnale introducono un ritardo apprezzabile (percepibile), il secondo musicista, per suonare la propria parte in sincrono con il primo musicista, deve attendere, ad ogni nota, che gli giunga la nota eseguita dal partner; quando la nota del primo musicista arriva al secondo musicista, questi può finalmente eseguire la nota della propria parte. L'esecuzione del secondo musicista, a sua volta, viene inviata via rete al primo musicista, il quale la riceverà con il ritardo tipico del sistema, sommato al ritardo introdotto dall'attesa del secondo musicista: solo allora il primo musicista potrà proseguire l'esecuzione, e così via, nota dopo nota. I ritardi della tecnologia si sommano alle attese incrociate dei musicisti e il concatenarsi di un'attesa dopo l'altra, nella trasmissione full duplex, dà luogo a un rallentando sempre più grande, che porta in brevissimo tempo l'esecuzione alla paralisi. Il ritardo globale è determinato dall'interazione uomo-macchina.

Per poter suonare assieme è necessario che la latenza del sistema non sia percepibile, non ecceda l'ordine di grandezza delle soglie percettive di segregazione temporale (circa 30ms) e si attesti, per dare una prima indicazione di massima, non oltre i 75ms (si tratta

.....
² L'eco non deve essere cancellato perché non ha modo di generarsi.

di un valore puramente indicativo, soggetto a molte variabili: strumenti, repertori e naturalmente, non da ultimo, musicisti...); se, infatti, il ritardo viene percepito dai musicisti, allora si innesca il meccanismo delle attese reciproche e, se l'attesa entra in retroazione, il ritardo cresce e l'esecuzione rallenta sino a fermarsi; se invece il ritardo esce dall'orizzonte della percezione, l'elemento umano esce dalla meccanica del ritardo, e il ritardo non viene alimentato ulteriormente dall'attesa reciproca dei musicisti, cosicché il ritardo non cresce, ma rimane costante, attestandosi sui valori propri dei meccanismi di codifica/decodifica del segnale e delle performance del network³.

Un altro elemento importante ai fini dell'esecuzione è il contatto visivo tra gli interpreti, per consolidarne l'intesa, nonché un contesto confortevole in termini di riverberazione, immersione sonora e concentrazione.

2. Il sistema LOLA: configurazione e esperienze

LOLA è un sistema di comunicazione audio-video, che si propone di garantire al musicista la minor latenza di trasmissione possibile (al di sotto delle soglie di percezione), un'interfaccia trasparente, naturale, non invasiva e un setup facilmente trasportabile e a basso costo.

Il sistema testato attualmente consta di due postazioni, entrambe così configurate:

- *Host PC*: Intel dual/quad core based system, 4 GB RAM, 500 GB Hard Disk, scheda madre con PCIe bus e DDR2/DDR3 ram technology, 1 o 2 porte LAN Gbit, PCIe Graphic Adapter, Low noise case/power supply con slot PCI/PCIe liberi, sistema operativo Windows XP;
- *Audio*: RME Hammerfall HDSP 9632 (PCI internal card);
- *Video*: Bit Flow ALT AN1 grabber con SDK 5.30 drivers, Sony HR50 b/w analog video camera;
- *Network*: Rete ad altissime prestazioni o LAN nell'ordine di Gigabit, basso jitter,

connettività end-to-end o circuiti che garantiscano l'assenza di errori.

Tutti gli elementi sono finalizzati al massimo abbattimento della latenza sia nella conversione AD/DA che nella trasmissione via rete di segnali audio e video non compressi. Un segnale non compresso non introduce latenza (non richiedendo l'intervento di alcun algoritmo di compressione) e garantisce una qualità superiore. Richiede, tuttavia, una larghezza di banda considerevole nella trasmissione in rete: decisivo è l'utilizzo di reti ad alte prestazioni dedicate alla ricerca, come ad esempio LightNet Project, GARR, GÉANT, Internet2, per la garanzia offerta sulla larghezza e stabilità di banda.

Il setup di microfonaione e di amplificazione del suono varia notevolmente in funzione degli strumenti in gioco e delle caratteristiche acustiche delle sale in cui gli strumenti si trovano. In linea di massima, sinora sono stati utilizzati microfoni a condensatore a diaframma piccolo con figura polare cardioide abbastanza prossimi alla sorgente per una ripresa puntuale e per minimizzare il feedback elettroacustico; viene utilizzato inoltre un cluster di altoparlanti direzionati radialmente per la riproduzione/simulazione dello strumento remoto.

Allo stato attuale il sistema LOLA è stato messo alla prova su rete geografica in diverse occasioni pubbliche: il 23 novembre 2010 al Network Performing Arts Production Workshop il duo pianistico Trevisan-Zaccaria⁴ esegue su una distanza di 1300 km alcuni movimenti dei Concerti Brandeburgheesi di Bach (trascr. Reger), tra il Conservatorio "Tartini" di Trieste (Zaccaria) e l'IRCAM di Parigi (Trevisan); durante il Network Performing Arts Production Workshop dell'anno successivo, il 15 giugno 2011, i duetti per vio-

³ Salvo jitter introdotto dai limiti della tecnologia (oscillazioni nelle performances di rete, ad esempio).

⁴ Flavio Zaccaria e Teresa Trevisan sono docenti presso il Conservatorio di Trieste

lino di Bartok vengono eseguiti da Laura Agostinelli al Conservatorio di Trieste e Sebastiano Frattini al Gran Teatre del Liceu di Barcellona, coprendo una distanza di 2700 km. Il duo violinistico è formato da due brillanti studenti del biennio di perfezionamento del Conservatorio “Tartini”, che suonano abitualmente assieme, ma con un’esperienza concertistica ancora in fase di maturazione: LOLA si presta anche all’esperienza didattica, non richiede la matura esperienza del concertista.

Un test decisivo, poi, risale al 4 ottobre 2011, in occasione dell’“Internet2 Fall Members Meeting”, tra il NIU (Chicago, IL) e il Congress Center (Raleigh, NC) 1200 miglia (1850 km) per l’esecuzione della Passacaglia per violino e violoncello di Haendel affidata a Marjorie Bagley (violino) e Cheng-Hou Lee (violoncello). In questo caso i due musicisti non avevano mai suonato assieme prima e non si sono mai incontrati di persona: hanno effettuato una prova generale via LOLA (senza un addestramento specifico) e il giorno dopo hanno potuto dare il concerto con successo concedendo anche un bis, come se la distanza e la tecnologia non ci fossero. Il sistema si è rivelato un sistema trasparente, non invasivo.

3. E-learning musicale via LOLA

I tools menzionati all’inizio⁵ permettono uno svolgimento solo limitato dell’attività didattica musicale a distanza, perché non consentono di suonare assieme a causa della elevate latenze che li caratterizzano: l’azione didattica passa per forza di cose attraverso la comunicazione verbale in tempo differito (ad esempio, prima l’allievo suona e poi il maestro commenta, ovvero prima il maestro esorta e poi l’allievo si cimenta).

La possibilità di suonare assieme garantita da LOLA permette di reintrodurre nella prassi dell’educazione musicale a distanza un fattore decisivo: la comunicazione non verbale, tratto peculiare delle lezioni di musica, in cui il maestro accompagna l’allievo nella scan-

sione del ritmo, nell’articolazione del fraseggio, e interviene in tempo reale sul gesto; altri sistemi di e-learning, caratterizzati da latenze maggiori, non permettono l’interazione puramente musicale tra insegnante e discepolo, consegnando gran parte del lavoro alla mediazione della parola.

L’elevata resa della qualità audio permette inoltre di lavorare sull’aspetto timbrico. La possibilità di lavorare in tempo reale sulle sfumature timbriche del tocco, sulla gestualità e con la gestualità amplia significativamente l’orizzonte dell’insegnamento musicale a distanza vanificando la distanza; l’orizzonte si amplia dalla città al continente, le opportunità di conoscenza aumentano, non solo in ambito didattico, ma anche in quello professionale, favorendo e facilitando l’organizzazione di prove, abbattendo in modo significativo costi collaterali (in termini di tempo e di denaro) richiesti da viaggi e trasferte.

L’interazione musicale a distanza, sia essa una esecuzione distribuita su rete o una lezione in remoto, è solo una delle molte applicazioni possibili del sistema LOLA, che si presta anche alla sperimentazione nella danza e nel teatro, nelle arti performative e nelle metodologie didattiche, ma anche nella realtà virtuale immersiva e nelle nuove applicazioni mediche, che guardano con interesse all’ampliamento dei propri orizzonti reso possibile dalle reti ad alte prestazioni.

4. Prospettive

L’agenda di LOLA è ricca di appuntamenti, di natura tecnica, artistica e organizzativa. Continueranno innanzitutto test, verifiche, misure, per mettere alla prova e documentare la stabilità del sistema. Sarà sviluppato il supporto per il colore nella parte video, l’estensione al multicanale nella parte audio e alla trasmissione *multicast* nella parte network. L’interfaccia utente sarà raffinata, resa ancora più

.....
⁵ H.323 e SIP, DVTS, CXP, Skype.

usabile e intuitiva, in modo tale che il musicista non debba curarsi dell'apparato tecnologico, ma possa dedicarsi del tutto al solo fatto musicale e si lavorerà al trasferimento su piattaforma UNIX.

Verrà dedicata sempre maggiore attenzione alla ripresa e alla riproduzione del segnale audio e video (tipologia e posizione di microfoni, altoparlanti, luci), allo scopo di conseguire l'equilibrio più naturale possibile tra segnale locale (immediato) e segnale remoto (mediato dalla rete), sia in funzione degli interpreti che degli ascoltatori.

Saranno avviate collaborazioni con istituzioni europee di alta formazione musicale, sia per lo sviluppo di test tecnici su rete geografica, sia per la sperimentazione artistica con diverse famiglie e formazioni strumentali, sia per la ricerca scientifica sulle problematiche inerenti la percezione musicale.

Dal 2 al 4 aprile 2012 il Conservatorio "Tartini" di Trieste ha organizzato, in collaborazione con il Consortium GARR, il workshop "Introducing LOLA" [2], al fine di illustrare il sistema e promuoverne la diffusione.

Riferimenti bibliografici

[1] <http://www.echodamp.com>

[2] <http://www.conts.it/artistica/ricerca/introducing-lola-workshop>



Nicola Buso

nicola.buso@conts.it

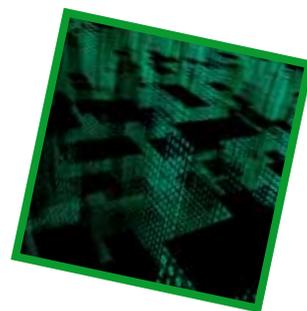
Diplomato in Pianoforte e Musica Elettronica, laureato in Filosofia, dottore di ricerca in Musicologia.

Collabora con l'Ensemble L'arsenale, l'Archivio Luigi Nono, il Laboratorio Arazzi, i Laboratori Audio dell'Università di Udine. Insegna Musica Elettronica al Conservatorio Giuseppe Tartini di Trieste.

Digital divide: la prospettiva in GARR-X

Massimo Carboni

Consortium GARR



Abstract. La rete è diventata pervasiva, fa parte della nostra quotidianità. Si vuole rivisitare il concetto di digital divide non più (o non solo) legato all'aspetto infrastrutturale (i fili e gli apparati di rete), ma centrato sulle modalità di accesso all'informazione, che devono essere ritagliate sulle esigenze del singolo utilizzatore.

Nell'implementazione dell'infrastruttura di rete GARR-X, che consente capacità di accesso fino a 100Gbps, la gestione dei dati non può essere lasciata solo ai Content Provider commerciali, sarebbe infatti come regalare ad altri l'enorme potenzialità di utilizzo della rete stessa. Per GARR il digital divide si supera realizzando una rete trasparente e neutrale (indirizzi pubblici IPv4/IPv6, senza filtri a livello di backbone o di risoluzione di indirizzi, ecc.); paritetica, sulla quale tutte le applicazioni sono possibili e sono dominate dall'utente e non dalla rete; a banda passante simmetrica e praticamente illimitata; sicura grazie a politiche di sicurezza adottate dagli amministratori di rete che non impongano limitazioni nell'uso proprio (AUP) della stessa; nomadica nel senso che gli utenti sono liberi di muoversi all'interno della stessa avendo le medesime funzionalità di accesso ai dati e alle applicazioni indipendentemente dalla modalità (device) con cui vi accedono.

Con GARR-X la comunità culturale, accademica e di ricerca del GARR ha a sua disposizione uno strumento di crescita e di sviluppo straordinario che può valorizzare e potenziare il capitale umano e il know-how presente al proprio interno e favorire lo sviluppo di collaborazioni tra produttori della conoscenza in tutti gli ambiti disciplinari.

1. Il digital divide

Il termine digital divide (o divario digitale) è in genere associato alla difficoltà o impossibilità da parte di una comunità di utenti di avere un accesso adeguato alle risorse di rete. A tale riguardo si parla sempre più spesso di investimenti infrastrutturali atti a garantire a tutti i cittadini l'accesso ai servizi di rete rimuovendo così condizioni di disuguaglianza.

Guardando alla storia recente osserviamo però come i soggetti di mercato non abbiano mai realmente cercato di superare le limitazioni tecnologiche che determinano il digital divide, semplicemente perché, a fronte di un investimento, non era associato un adeguato ritorno economico. Anche la recente crescita dell'accesso mobile alla rete dati, di fatto solo su base volume, è da considerarsi all'interno di questo schema. Infatti, con le reti mobili gli operatori di fonia hanno ottenuto profitti elevati a fronte di investimenti sulle infrastrutture fisiche ridotti.

La visione di GARR è che questo approccio

sia fuorviante in quanto sposta l'attenzione dal reale significato che il termine digital divide ha assunto in questi ultimi anni.

L'approccio degli operatori di telecomunicazione e più in generale degli Internet Service Provider, nonché dei Content Provider, è quello di voler considerare gli utenti della rete come "clienti" a cui "vendere servizi", non favorendo, o peggio, limitando la possibilità di agire come soggetti attivi e pertanto autonomi. Analizzando una qualsiasi rete residenziale, mobile o fissa, appare chiaro quali siano i criteri di progettazione e gli strumenti tecnici adottati dai soggetti che operano sul mercato al fine di rendere gli utenti soggetti passivi invece che attivi. Tali elementi sono da sempre:

- asimmetria della banda di accesso (downstream maggiore dell'upstream);
- filtri nei protocolli di rete;
- indirizzamento IP privato (NAT), non adozione dell'IPv6;
- nessuna (o limitata) garanzia di banda;
- scarto selettivo dei pacchetti per sorgenti di

traffico;

- overbooking (1000:1).

Il digital divide è una scelta tecnologica realizzata al fine di gestire l'accesso alla rete come una risorsa scarsa e dunque pregiata.

In tale contesto agli utenti finali non è rimasto che provare ad adattarsi. Si è cercato di superare le limitazioni imposte dalle reti di accesso costruendo per esempio delle *overlay network*. In questa categoria rientrano sia le applicazioni Peer-to-Peer come Skype, Gnutella, BitTorrent, ecc., che le applicazioni basate sulle Content Delivery Network (es. Akamai) o quelle di tipo Cloud, di cui i Social Network sono uno dei possibili servizi. Tuttavia, queste applicazioni, pensate per rimuovere le limitazioni dovute alle caratteristiche fisiche della rete di accesso utente, di fatto non hanno prodotto altro che una ulteriore forma di isolamento, anche se meno evidente. In particolare le Content Delivery Network, i Social Network, i servizi di tipo Cloud sembrano perseguire l'obiettivo di creare dei recinti di utenti fidelizzati, ovvero clienti talvolta trasformati in merce.

È sulla base di queste considerazioni che lo sviluppo delle reti, siano esse di trasporto o di accesso, andrebbe portato avanti, così come ha fatto GARR in questi anni e in particolare nella progettazione della rete GARR-X oggi in fase di implementazione.

2. Il modello di rete per rimuovere il digital divide

Il modello di rete che consenta di superare realmente il digital divide è quello di una rete che sia:

- *paritetica*: qualsiasi applicazione e in particolare quelle sviluppate dagli utenti sono possibili e sono "guidate" dall'utente finale e non "condizionate" dalla rete stessa;
- *trasparente/neutrale*: gli indirizzi IP sono pubblici (IPv4/v6), nessun meccanismo di NAT è imposto sulla rete, non ci sono filtri sui protocolli e sulla risoluzione degli indi-

rizzi (ovvero sulla raggiungibilità di qualsiasi servizio/applicazione/destinazione);

- *illimitata*: la banda passante disponibile è in grado di rispondere (adattarsi) ai requisiti dell'applicazione utente e non viceversa;
- *sicura*: le politiche di sicurezza adottate dagli amministratori di rete proteggono i dati e le risorse in rete degli utenti, ma non limitano l'uso della stessa (nei limiti della legalità);
- *nomadica*: gli utenti della rete sono liberi di muoversi all'interno della stessa avendo le medesime possibilità di accesso alle informazioni e alle applicazioni, indipendentemente dalle modalità di accesso (luogo e device utilizzato).

2.1 Il modello di rete GARR

L'approccio del GARR nel progettare la rete della comunità accademica, culturale e di ricerca italiana è da sempre stato quello di mettere al primo posto i requisiti degli utenti e di fornire uno strumento potente, flessibile e affidabile per favorire e stimolare lo sviluppo della conoscenza, della formazione e soprattutto della collaborazione scientifica e culturale, consentendo alla propria comunità di rimanere al passo con il resto della comunità internazionale.

Rimuovere il digital divide per GARR vuole dire anche fornire accesso alla rete e quindi alle applicazioni di interesse della propria comunità di utenti, indipendentemente dalla loro posizione geografica, superando la logica di mercato per la quale i costi inferiori si applicano solo nelle aree ad elevata concorrenza, ovvero con minore digital divide.

Per raggiungere l'obiettivo di avere una spesa indipendente dalla posizione geografica GARR ha deciso di realizzare un'infrastruttura di rete in fibra ottica di proprietà, che sia capillare, sulla quale il disegno di rete è regolato dalle necessità degli utenti, basandosi sulla osservazione (negli anni) della matrice di traffico. Il rate di crescita d'uso della rete GARR è aumentato significativamente negli anni (*fig. 1*). Sia per motivi tecnici che economici un mo-

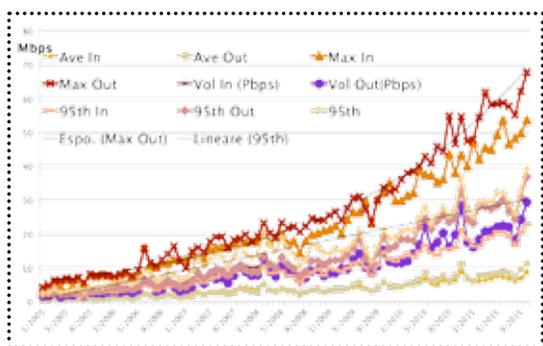


Fig. 1 Crescita del traffico dal 2005 al 2011

dello di crescita di questo tipo non è compatibile con una infrastruttura di rete quale è quella basata esclusivamente sul nolo di circuiti forniti da operatori.

Le esigenze di connettività tipiche della comunità accademica e di ricerca sono tali da non poter essere soddisfatte dalla infrastruttura di rete standard di un operatore, il quale per soddisfare questa richiesta dovrebbe realizzare un'infrastruttura di rete separata e dedicata. Una scelta di GARR in tal senso porrebbe in serio rischio la possibilità di evoluzione della infrastruttura stessa per la mancanza di concorrenza tra i diversi operatori di mercato e soprattutto vincolerebbe l'evoluzione della rete GARR alle scelte tecnologiche operate da altri.

In ragione di queste considerazioni la comunità GARR, analogamente a quanto accaduto per altre reti accademiche di ricerca europee, ha acquisito circa 8000 km di fibra ottica al fine di realizzare l'infrastruttura di rete di dorsale e di accesso prevista nel progetto GARR-X (fig. 2).

La fibra viene illuminata utilizzando la tecnologia DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) ovvero la moltiplicazione di lunghezza d'onda che fin dalla prima fase consentirà di veicolare fino a 80 canali trasmissivi, per coppia di fibre ottiche, con velocità per singola lunghezza d'onda di 10, 40 e 100Gbps. Nel disegno ottico della prima fase sono inclusi 32 dei 45 punti di presenza della rete GARR. I servizi di accesso disponibili

li per gli utenti GARR direttamente sulla rete trasmissiva potranno essere a velocità minima pari ad 1Gbps, anche se ci si aspetta che nella maggior parte dei casi tali accessi saranno a 10, 40 e 100Gbps. Al contempo utilizzando gli apparati di routing e switching saranno disponibili per gli utenti servizi di connettività a pacchetto da almeno 100Mbps e fino a 100Gbps per singolo accesso utente.

2.2 I Servizi di Rete

Con GARR-X la distanza tra due utenti in termini di *one-way-delay* sarà dell'ordine dei 10ms, questa latenza ridotta consentirà di veicolare una nuova classe di servizi e applicazioni.

La comunità GARR ha già posto le basi necessarie a consentire lo sviluppo di nuove applicazioni, non solo con l'infrastruttura di rete GARR-X, ma anche mediante la costituzione della Federazione IDEM, il cui principale obiettivo è quello di dotare i propri utenti di una identità federata protetta e rispettosa della privacy, valida in un contesto di fiducia tra le organizzazioni del settore dell'istruzione e della ricerca e i loro partner, in Italia e non solo.

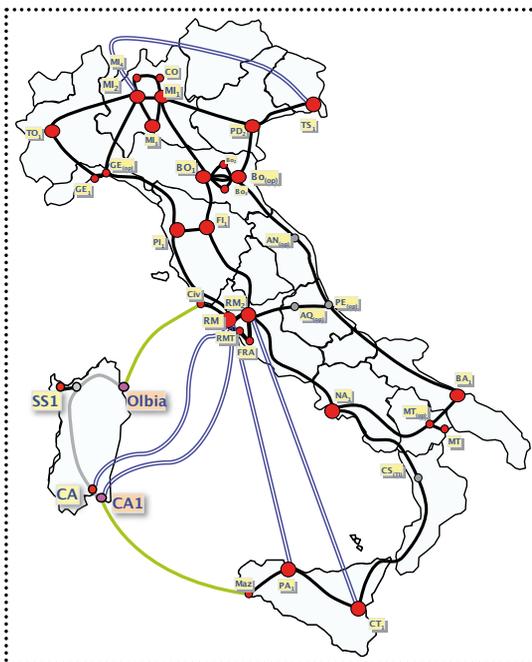


Fig. 2 L'infrastruttura di rete GARR-X

Ogni utente della comunità GARR può accedere alle risorse in rete (nel senso di servizi, dati, applicazioni) utilizzando esclusivamente le proprie credenziali, attribuite e gestite dalla propria organizzazione di appartenenza.

I nuovi contesti applicativi necessitano inoltre di una connettività costante. In questi anni, nella comunità accademica e di ricerca europea è stato sviluppato un modello di connettività nomadica basato sull'accesso Wireless, tale da permettere l'accesso alla rete anche quando gli utenti si trovano a lavorare al di fuori della propria sede di lavoro naturale, sia in Italia che all'estero. Il servizio che anche GARR ha contribuito a sviluppare è noto con il nome Eduroam (Education Roaming) e garantisce un accesso wireless sicuro alla rete. Gli utenti roaming che visitano un istituto che aderisce alla federazione Eduroam sono in grado di utilizzare la rete locale wireless usando le stesse credenziali (username e password) che userebbero nella propria istituzione d'appartenenza, senza la necessità di ulteriori formalità presso l'istituto ospitante.

2.3 Il contesto applicativo che rimuove il digital divide

In analogia con quanto è avvenuto nell'evoluzione della rete di trasmissione dati, l'utenza accademica ha iniziato da tempo un'attività di sviluppo di sistemi e piattaforme operative, il cui obiettivo è quello di mettere ciascun utente in condizioni di manipolare (creare, elaborare, leggere, modificare) contenuti informativi a carattere tecnico-scientifico rendendoli disponibili ad altri. Rientrano tra questi i sistemi di calcolo Grid e più recentemente Cloud, dei quali gli aspetti più interessanti riguardano proprio l'accesso, la gestione e l'elaborazione dell'informazione.

In particolare un sistema

di Storage accessibile via web (portale) con semplici modalità di autenticazione e autorizzazione potrebbe essere messo a disposizione della comunità accademica e di ricerca italiana grazie alla collaborazione di differenti istituzioni che stanno già operando in questa direzione. In figura 3 è rappresentato schematicamente un possibile modello di Storage Cloud avente le seguenti caratteristiche funzionali:

- sistema di autenticazione basato sulla Federazione e il servizio IDEM GARR AAI (Shibboleth);
- sistema di autorizzazione conforme ad IDEM, che possa implementare la gestione di quote e ACL per singolo utente o gruppi di utenti che accedono al servizio;
- accesso tramite Internet su protocolli HTTP con interfacce standard Cloud;
- accesso in modalità "disco" (CIFS/Samba) e quindi utilizzabile come dispositivo a blocchi;
- gestione dei volumi e browsing dei filesystem da parte degli utenti mediante portale web.

Il modello di Storage Cloud, di cui GARR si fa promotore, non impone la presenza di un singolo fornitore di servizi, i molteplici siti di

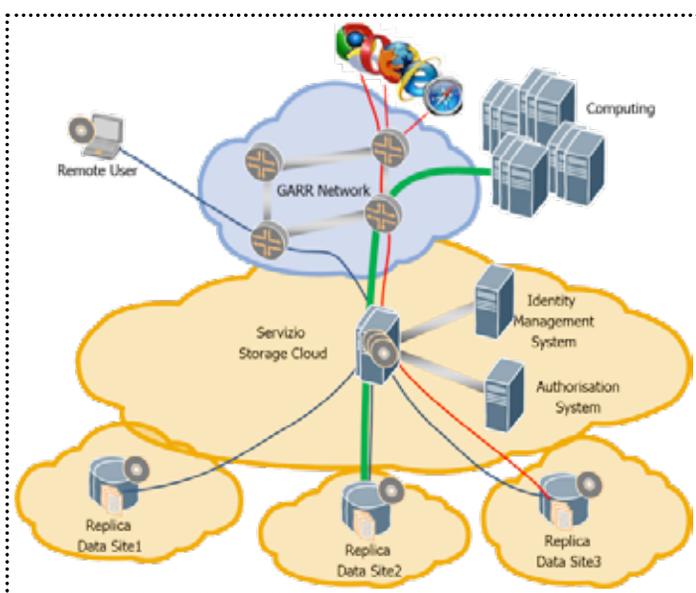


Fig. 3 Schema funzionale di una Storage Cloud

replica sarebbero gestiti da istituzioni differenti, così come il portale di accesso. Il ruolo di GARR, analogamente a quanto accade con l'infrastruttura di rete, consiste in un'azione di promozione, di coordinamento e armonizzazione delle risorse e dei servizi resi disponibili dalle diverse istituzioni GARR, al fine di dotare la comunità di utenti di uno strumento facilmente fruibile ed affidabile per l'attività di ricerca, di formazione e di diffusione della cultura.

Ogni singolo utente della rete GARR, che abbia una identità riconosciuta attraverso la federazione IDEM, può avere una propria area dati, con la garanzia di un accesso ad elevata banda passante. Questo schema di gestione dei dati rappresenta la base per lo sviluppo di contesti cooperativi nei quali sia favorita la collaborazione tra organizzazioni, grazie alla creazione e amministrazione semplificata di comunità virtuali.

Un simile approccio può essere utilizzato anche per dare accesso ai sistemi di elaborazione dei dati, sfruttando l'enorme quantità di risorse di calcolo presenti sulla rete GARR, talvolta non utilizzate al massimo delle proprie capacità. L'evoluzione verso le infrastrutture di calcolo virtualizzate unitamente all'adozione di portali per l'accesso semplificato alle applicazioni e ai dati consentono di diffondere l'uso delle risorse di calcolo e di storage anche ad utenti tradizionalmente non esperti nell'utilizzo di tecnologie di elaborazione dati complesse (sistemi di calcolo distribuito, Grid, ecc).

3. Conclusioni

Le infrastrutture di rete rappresentano sempre di più un elemento fondante dello sviluppo economico e sociale sia del comparto ricerca e sviluppo e dell'alta formazione, che dell'indotto e dei comparti privati collegati. L'infrastruttura di rete, sia fissa che mobile, in futuro dovrà quindi rappresentare ancora di più un'opportunità anziché una limitazione.

Le possibilità offerte dalla rete GARR-X favoriranno l'erogazione sempre più articolata di applicazioni e servizi di calcolo scientifico, ma anche di nuovi servizi come la telemedicina, i GIS territoriali, le biblioteche online, ecc., con la garanzia di flessibilità e di costante evoluzione secondo le necessità dell'utenza accademica e di ricerca. Mediante la rete in fibra ottica GARR-X, l'identità digitale (IDEM), unitamente alla connettività nomadica è possibile dare luogo ad un nuovo livello di astrazione tale da permettere ad ogni singolo utente della rete la gestione diretta dell'informazione.

Con l'adozione del paradigma applicativo Cloud viene nascosta all'utilizzatore finale la complessità tecnologica delle infrastrutture sottostanti. Ogni utente potrà accedere e modificare le informazioni di proprio interesse, da qualsiasi device, sia esso un computer fisso, portatile, che uno smart-device (tablet, telefono...) ed ovunque egli si trovi ad operare. L'attenzione si sposta quindi dagli aspetti puramente infrastrutturali e tecnologici ai contenuti (dati). È solo favorendo l'effettiva capacità da parte dei singoli utenti di manipolare l'informazione e di condividerla con gli altri che si realizza il superamento del digital divide, dando luogo a più efficienti forme di ricerca interdisciplinare, di alta formazione e di diffusione della cultura.



Massimo Carboni

massimo.carboni@garr.it

È un fisico dell'INFN, si occupa di reti e calcolo scientifico dal 1990.

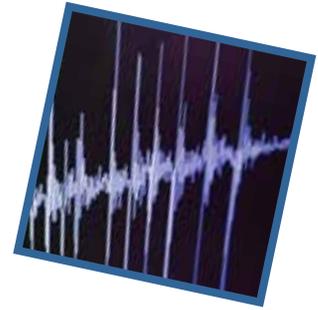
Attualmente è il responsabile dell'infrastruttura di rete GARR,

ed è il responsabile tecnico del progetto di rete GARR-X.

Osservo, misuro, valuto, agisco. Come la gestione consapevole della rete sia benefica per il suo utilizzo

Massimo Carboni

Consortium GARR



Abstract. Attivare un servizio di collegamento e trasmissione dati è solo il primo passo. Il controllo e la gestione di una infrastruttura di rete non servono solo per la risoluzione rapida dei guasti. È necessaria una costante attenzione al comportamento del traffico per comprenderne la qualità, progettare migliorie ed adeguarsi ai cambiamenti prima che vi siano problemi. L'articolo mostra come questa attenzione ed analisi siano svolte costantemente nella rete della ricerca italiana GARR e quale sia il loro effetto benefico.

1. Premessa

L'uso della rete è sempre più pervasivo ed è diventato parte integrante dell'attività lavorativa e di relazione. L'infrastruttura e l'insieme dei servizi di rete, che sottendono alle molteplici e differenti applicazioni che ogni giorno vengono usate attraverso la rete stessa, richiedono un controllo funzionale e operativo costante che ne garantisca la piena disponibilità e qualità. A questo scopo è necessario stabilire una definizione quantitativa del Servizio Rete e delle sue modalità di funzionamento. Questa definizione è indispensabile sia per l'utilizzatore del servizio che per il fornitore. Tale esigenza è sempre più sentita anche nel mondo della ricerca che usa la rete come uno strumento fondamentale per accedere ai dati, alle risorse di calcolo, per organizzare progetti e svolgere il lavoro quotidiano.

Per questi motivi, GARR ha sviluppato ed utilizza strumenti che controllano 24 ore su 24 il funzionamento della rete di trasmissione dati che gestisce e dei servizi che fornisce, avendo particolare attenzione alle funzionalità dei servizi ed alle prestazioni della rete. Tutti i dati sono accessibili, in tempo reale, attraverso il sito web GARR-NOC [1]. Questo breve articolo dettaglia le tecnologie utilizzate e ne indica le ricadute.

2. Che cosa misurare e perché

L'ambito della trasmissione dati a pacchetto su cavi fissi di cui il GARR si occupa, corrisponde al modello classico Internet basato sulla suite di protocolli TCP/IP. Per tale ambito sono stati identificati negli organismi di standardizzazione, come IETF ed ISO/O-SI, una serie di parametri che permettono sia di controllare la qualità del servizio e la sua conformità ad un contratto, che di fornire dati sull'evoluzione prevista con un'attenta analisi storica.

I parametri sono (in parentesi i termini inglesi usati comunemente):

- banda passante o capacità (*bandwidth*) espressa in bit al secondo;
- perdita di pacchetti (*packet loss*);
- ritardo (*delay*);
- variazione del ritardo (*IP delay variation* (IPDV), o *delay variation* oppure *jitter*).

La misura di queste grandezze permette di definire e controllare i parametri di funzionamento di un servizio di rete. La definizione di un servizio di rete si riconduce infatti alla definizione delle metriche di funzionamento del servizio stesso che ne consentono la classificazione in macro aree (per es. traffico dati o Voce su IP).

Nella tabella 1 vengono riassunte a titolo

Richieste	Traffico (non real time)	Voce su IP	Streaming video	Service Level Agreement	Disponibilità
Requisiti di funzionamento	<ul style="list-style-type: none"> Adeguata banda passante Riduzione di: <ul style="list-style-type: none"> ritardo perdita di pacchetti verifica della Qualità del Servizio 	<ul style="list-style-type: none"> Riduzione di: <ul style="list-style-type: none"> ritardo perdita di pacchetti variazione del ritardo 	<ul style="list-style-type: none"> Riduzione di: <ul style="list-style-type: none"> ritardo perdita di pacchetti 	<ul style="list-style-type: none"> Quantificazione di: <ul style="list-style-type: none"> ritardo perdita di pacchetti variazione del ritardo ritardo unidirezionale 	<ul style="list-style-type: none"> Verifica della connettività
Grandezze misurabili	<ul style="list-style-type: none"> Banda erogata Variazione del ritardo Perdita dei pacchetti Ritardo 	<ul style="list-style-type: none"> Variazione del ritardo Perdita dei pacchetti Ritardo Qualità del Servizio Applicativo (<i>codec voce</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Variazione del ritardo Perdita dei pacchetti Ritardo 	<ul style="list-style-type: none"> Variazione del ritardo Perdita dei pacchetti Ritardo Ritardo unidirezionale 	<ul style="list-style-type: none"> Verifica del funzionamento IP dei dispositivi di rete utente

Tab. 1 Classificazione dei servizi di rete in termini di requisiti di funzionamento e grandezze misurabili

di esempio alcune tipologie di uso della rete e come queste siano esprimibili in termini di requisiti di funzionamento, grandezze misurabili e di livelli di servizio erogabili (Disponibilità e SLA).

Il normale traffico dati (non real-time) presenta una ridotta sensibilità ad alcuni dei parametri tipici di rete, il requisito più forte è di una banda passante minima disponibile così come di una ridotta perdita di pacchetti (<1%). Per le applicazioni di tipo quasi-sincrono (real-time) sono invece importanti non solo gli aspetti connessi alla banda garantita, al ritardo, alla variazione del ritardo, alla perdita di pacchetti, ma è fondamentale considerare anche il ritardo unidirezionale. Le diverse grandezze rientrano quindi all'interno del contratto di servizio fornendo un dato oggettivo di valutazione.

Da un punto di vista tecnico la difficoltà di "gestione della misura" non è data dall'assenza di servizio (indisponibilità), quanto piuttosto dalle condizioni di degrado ovvero di erogazione del servizio richiesto con caratteristiche differenti da quelle attese o concordate, e della relativa misura del degrado.

Nel corso degli anni il GARR ha sviluppato una propria piattaforma di controllo e gestio-

ne dei servizi di rete (GINS, GARR Integrated Networking Suite [1]) con l'obiettivo di garantire sia la funzionalità dei servizi erogati che la reportistica verso la propria utenza. Dalla fine del 2004, sono disponibili i dati riguardanti il funzionamento della rete e sulla base di queste informazioni l'utenza è in grado di conoscere sia l'andamento istantaneo della rete che quello di tipo storico. Attraverso tali informazioni, GARR è in grado di valutare in anticipo eventuali limitazioni future e riesce a gestire al meglio la propria infrastruttura di rete.

3. Come misurare

Le tecnologie per misurare i parametri fondamentali sono fornite dagli apparati stessi che smistano i pacchetti nella rete (router, switch).

Le metodologie di misura si possono dividere in due grandi categorie:

- *Active Monitoring*: che agisce immettendo in rete traffico di controllo, di tipologia nota, che si comporti come il traffico utente. La finalità è quella di valutare le prestazioni "reali" del servizio di rete, simulando il comportamento del traffico utente. Questo tipo di approccio è molto efficace nelle misure che partono dall'utente finale e coprono l'intero tragitto fino al suo destinatario. Tali

misure sono parzialmente intrusive e potendo quindi perturbare il traffico in esame sono usate con particolari cautele.

- *Passive Monitoring*: in questo caso si effettua esclusivamente l'osservazione del traffico in transito, in modo non perturbativo in uno o più punti della rete.

La principale distinzione tra i due approcci consiste nella differente capacità di analisi del servizio erogato. Infatti, mentre nel primo caso abbiamo una dettagliata e specifica capacità di analisi del servizio offerto (traffico utente simulato), nel secondo possiamo osservare di norma solo i valori mediati su molti utenti e dall'analisi passiva del traffico è più complesso identificare o prevedere un possibile malfunzionamento del servizio.

Le due metodologie di misura sono complementari ed hanno pari importanza. La modalità Active supporta la gestione "real-time" del servizio consentendo al gestore dello stesso di agire con rapidità per prendere eventuali decisioni di re-instradamento o modulazione del traffico stesso sulla rete. La modalità Passive consente invece di gestire l'allarmistica e tenere sotto controllo la funzionalità della rete, ma soprattutto permette di fare un'analisi "a posteriori" a supporto della progettazione attraverso analisi "storiche" dell'evoluzione dei vari servizi così come dell'infrastruttura di rete a supporto degli stessi.

Ai fini della gestione della rete nota come GARR-G (2003-2011), basata su IP (Internet Protocol), l'approccio di misura ha riguardato principalmente l'uso di misure di tipo Passive, mediante l'acquisizione dei contatori disponibili negli apparati di rete propri di GARR-G. Le misure di tipo Active hanno riguardato esclusivamente aspetti connessi con la disponibilità di connettività IP mediante ICMP testing (*ping*).

Con la nuova rete GARR-X [2], ovvero la multi-service network, diventa necessario modificare la modalità di misura ponendo sempre di più l'attenzione sulla reale capacità

di erogare un servizio nel tempo.

Nei prossimi paragrafi vedremo cosa si sta facendo in GARR e come questo si stia trasformando al fine di supportare al meglio l'attività di gestione della rete GARR-X.

2.1 Passive Monitoring

Ogni apparato di rete IP, dispone di contatori in grado di fornire lo stato di funzionamento, che possono essere acquisiti utilizzando il protocollo SNMP [3]. Tra i possibili contatori, previsti dal costruttore allo scopo di fornire informazioni sullo stato di funzionamento di un apparato, vi sono ad esempio i contatori di traffico su base interfaccia fisica (*ifInOctets*, *ifOutOctets*) mediante i quali è possibile avere la percentuale di traffico rispetto alla sua capacità (*ifSpeed*) in un determinato intervallo di tempo $\Delta tempo$.

$$\% \text{ utilizzo della larghezza di banda} = \frac{(\Delta ifInOctets + \Delta ifOutOctets) \times 8}{(\Delta tempo) \times ifSpeed} \times 100$$

Separando i due contatori si possono avere le informazioni relative al traffico in ingresso (In) ed in uscita (Out). Accanto alle informazioni connesse alla banda si possono avere informazioni riguardanti i pacchetti persi (Packet Loss) così come i pacchetti scartati (Drops) che danno una misura del degrado della linea di rete oggetto dell'osservazione.

Le informazioni di questo tipo vengono acquisite con MRTG (Multi Router Traffic Grapher) [4] il quale consente d'immagazzinare le informazioni in una base dati ad accesso diretto RRD (Round Robin Database) [5]. Così facendo è possibile mantenere i parametri di funzionamento di ogni singolo nodo di rete. Mediante questi contatori si può avere l'andamento storico d'uso della rete di ogni singolo accesso utente della rete, così come dei servizi IP che il GARR acquista da fornitori esterni, come ad esempio il transito IP verso il Global Internet.

Nelle figure seguenti si vede quale è stato il traffico dati di due sedi dell'INFN, quella del Tier1 presso INFN-CNAF a Bologna e quella del Tier2 presso INFN-Napoli in un in-

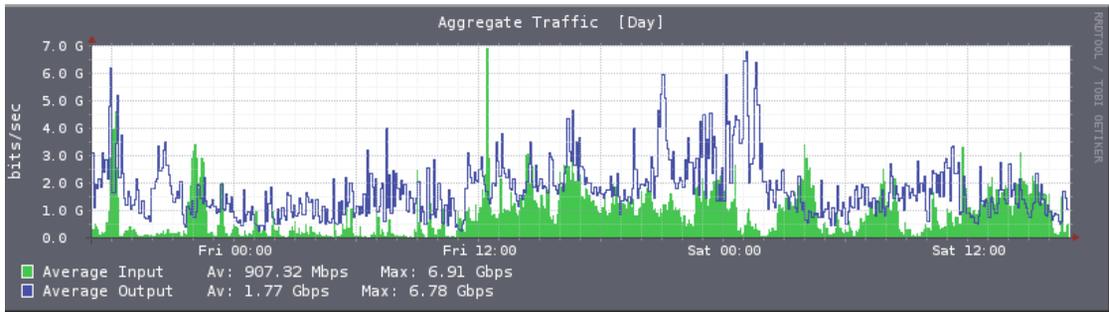


Fig. 1 Due giorni di traffico nella sede italiana del Tier1 presso INFN-CNAF (dal 6 novembre 2011, ore 18)

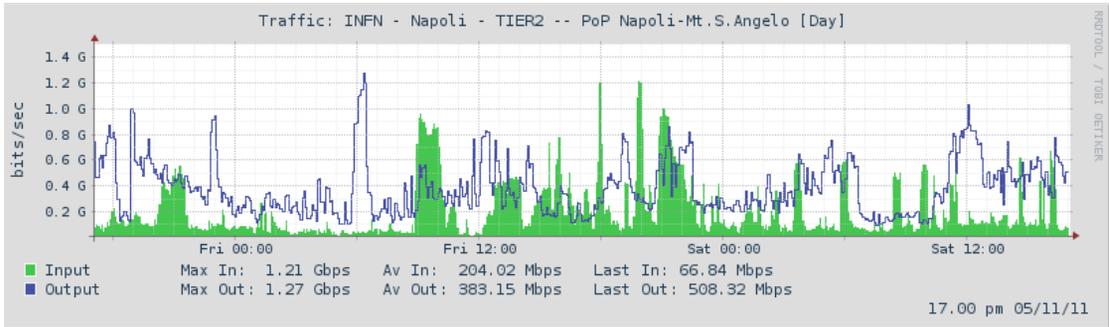


Fig. 2 Due giorni di traffico nella sede italiana del Tier2 presso INFN-Sezione di Napoli (dal 6 novembre 2011, ore 18)

tervallo di 48 ore di servizio.

Questo tipo di approccio di misura, che osserva lo stato di funzionamento in un punto di accesso della rete, non permette da solo di valutare il funzionamento complessivo del servizio di trasmissione dei dati da e verso queste sedi, a tal fine è necessario condurre un'analisi di correlazione delle informazioni che consenta di determinare la Matrice di Traffico.

2.1.1 Matrice di traffico

Al fine di analizzare nel dettaglio quali siano i flussi di traffico (IP) sulla rete viene utilizzato il protocollo Netflow [6] mediante il quale, sempre mantenendo un approccio "puntuale" proprio della misura di tipo Passive, è possi-

bile conoscere le sorgenti e le destinazioni del traffico utente. Mediante l'acquisizione delle informazioni relative ai flussi di traffico è possibile per esempio conoscere quale frazione di traffico riguarda esclusivamente le due sedi sopra citate (fig. 3).

Questa informazione fornisce una misura estremamente utile ai fini progettuali e di gestione della rete, in quanto consente di valutare soluzioni tecniche mirate, in grado di veicolare il traffico in modo efficiente. Un esempio di matrice di traffico su di una scala più ampia è quello in uso per il monitoring dell'ENEA così come riportato in figura 4.

Alcuni anni fa, dall'analisi periodica sulle

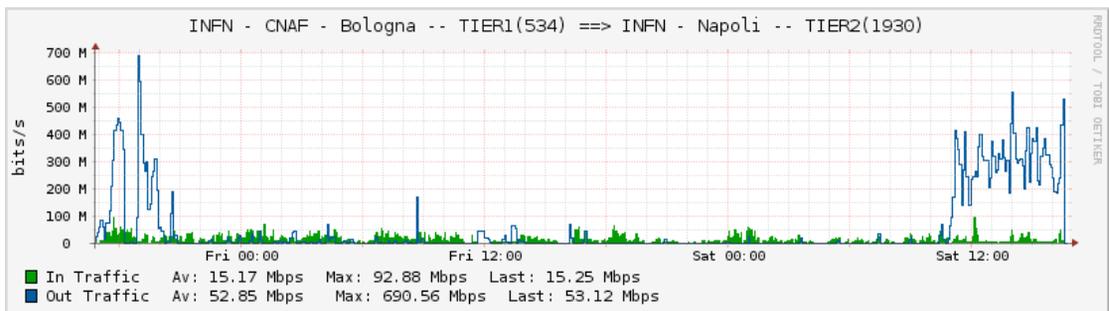


Fig. 3 Traffico tra le sedi Tier1 al CNAF e Tier2 a Napoli misurato utilizzando Netflow



Fig. 4 Matrice di traffico IP tra le sedi ENEA

principali sorgenti di traffico sulla rete GARR, si è visto come Google stesse crescendo ad un ritmo annuo (>3) superiore al valore medio di crescita del traffico di rete (~1,3) e come questo avrebbe presto potuto rappresentare un problema di crescita dei costi del servizio di transito verso il General Internet. Dall’osservazione di tale fattore di crescita si è deciso di attivare un collegamento “diretto” tra GARR e Google al fine di ridurre il volume di traffico scambiato attraverso i normali canali di accesso al General Internet.

Per ogni sede GARR o collegamento di peering esterno (fig. 5) è possibile conoscere quali siano le sorgenti e le destinazioni di traffico aggregato in dato intervallo di tempo semplicemente attraverso la selezione di una regione grafica ottenuta a partire dal grafico d’uso della rete. Questo strumento di analisi del traffico agevola in modo straordinario il lavoro dei progettisti di rete.

2.2 Active Monitoring

La misura di monitoring tipo Active è per sua natura intrusiva, in quanto mescola al traffico di produzione il traffico di monitoraggio. Poiché è perturbativa, la sua implementazione deve essere adottata con cautela al fine di non rappresentare motivo di malfunzionamento.

Ciò premesso, le misure di monitoring di tipo Active sono estremamente efficaci per avere informazioni reali su Delay, Jitter e Drop. In linea di principio si possono ottenere anche informazioni relative alla banda disponibile, tuttavia non è stata in alcun modo codifi-

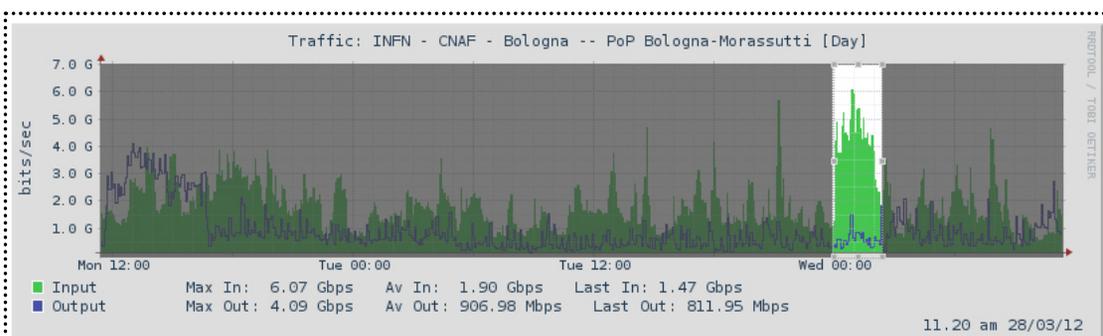
cata una modalità di analisi della banda disponibile in un determinato istante. Alcuni metodi utilizzati, come per esempio i-perf (Internet Performance), valutano la disponibilità di banda tra due punti della rete in termini del-

la possibilità di saturare la capacità dell’intero percorso di rete. Questa modalità presenta due distinte controindicazioni, la prima riguarda il fatto che nell’intervallo di tempo in cui viene eseguita la misura, ovvero iniettando un flusso di dati alla massima capacità, un eventuale utente che volesse utilizzare la stessa porzione di rete la troverebbe già impegnata, la seconda e più importante è che, nonostante l’esito della misura, non si avrebbe comunque la garanzia di reale disponibilità della banda in un tempo successivo alla misura.

Strumenti di questo tipo sono utilizzati all’interno della rete GARR dal 2005 e fanno parte di un’infrastruttura di controllo internazionale atta ad analizzare eventuali malfunzionamenti di rete [7] ed hanno il solo scopo di supportare la gestione dei malfunzionamenti nel caso in cui si presentino limitazioni prolungate nell’uso della rete alle sue massime prestazioni.

3. Cosa sta facendo GARR

Il GARR ha sviluppato una propria piattaforma di controllo [1], mediante la quale riesce a valutare e rendere disponibile ai propri utenti lo stato di funzionamento dei servizi di rete erogati. La rete è un sistema complesso all’interno del quale coesistono diversi meccanismi che partecipano al funzionamento globale, è solo attraverso il controllo di questi meccanismi che è possibile fornire un servizio affidabile nel tempo. Ogni utente può controllare lo stato del proprio accesso alla rete (fig. 1) così come l’intero funzionamento della rete nella sua globalità (fig. 6). Nel caso in cui ven-



Router:rt1.bo1.garr.net

IP:193.206.128.17

Ifindex:229

Class_Type: access

Select an area on the graph:

Start Date: Tue Mar 27 2012 23:50:24 GMT+0200

End Date: Wed Mar 28 2012 02:06:24 GMT+0200

[get flow details](#)

[get sites details](#)

Posizione	Sorgente	Destinazione	Traffico	% sul totale: 4.49 TB
1	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	INFN - Roma1 -- TIER2	1.25 TB	27.94%
2	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	INFN - LNF - Frascati	739.51 GB	16.08%
3	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	INFN - Milano -- TIER2	442.96 GB	9.63%
4	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	INFN - Torino	418.48 GB	9.1%
5	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	INFN - Napoli -- TIER2	350.82 GB	7.63%
6	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	INFN - Catania -- TIER2	135.44 GB	2.95%
7	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	INFN - Padova	104.96 GB	2.28%
8	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	INFN - Bari -- TIER2	75.25 GB	1.64%
9	INFN - LNF - Frascati	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	72.65 GB	1.58%
10	DFN-IP(AS680)	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	61.8 GB	1.34%
11	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	INFN - LNF - Frascati -- KLOE	43.42 GB	0.94%
12	CERN CERN(AS513)	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	41.8 GB	0.91%
13	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	BCNET-AS(AS271)	40.49 GB	0.88%
14	INFN - CNAF - Bologna -- TIER1	POZMAN-EDU(AS9112)	32.7 GB	0.71%

Fig. 5 Analisi del traffico in modalità grafica basato su Netflow

gano riscontrate difformità dall'ipotesi iniziale di funzionamento, l'utente ha la possibilità di comunicare con il reparto del GARR-NOC che è in grado di analizzare, congiuntamente con l'utente, le possibili cause di malfunzionamento e di agire di conseguenza.

Indipendentemente da quali e quanti strumenti di controllo si possano mettere in campo, l'effettiva capacità di erogare un servizio si misura nel momento in cui qualcosa non funziona. Come abbiamo detto si hanno due distinte situazioni: l'indisponibilità ed il degrado. Nel primo caso la risoluzione passa attraverso la suddivisione del servizio erogato nelle sue componenti di base e la verifica dello stato

di funzionamento di ognuna di esse con il conseguente ripristino del servizio. Se il problema è di natura software, il ripristino può avvenire in modo sufficientemente rapido, mentre nel caso di un guasto su di una componente "unica" il tempo di ripristino può richiedere alcune ore. Nel caso del degrado la situazione è più articolata in quanto coinvolge non solo l'insieme delle componenti che partecipano all'erogazione del servizio, ma anche l'applicazione utente.

In queste circostanze è necessario agire utilizzando strumenti di monitoraggio attivo tali da riprodurre il comportamento dell'applicazione. Al fine d'individuare l'elemento che causa il degrado, si agisce, analogamente al

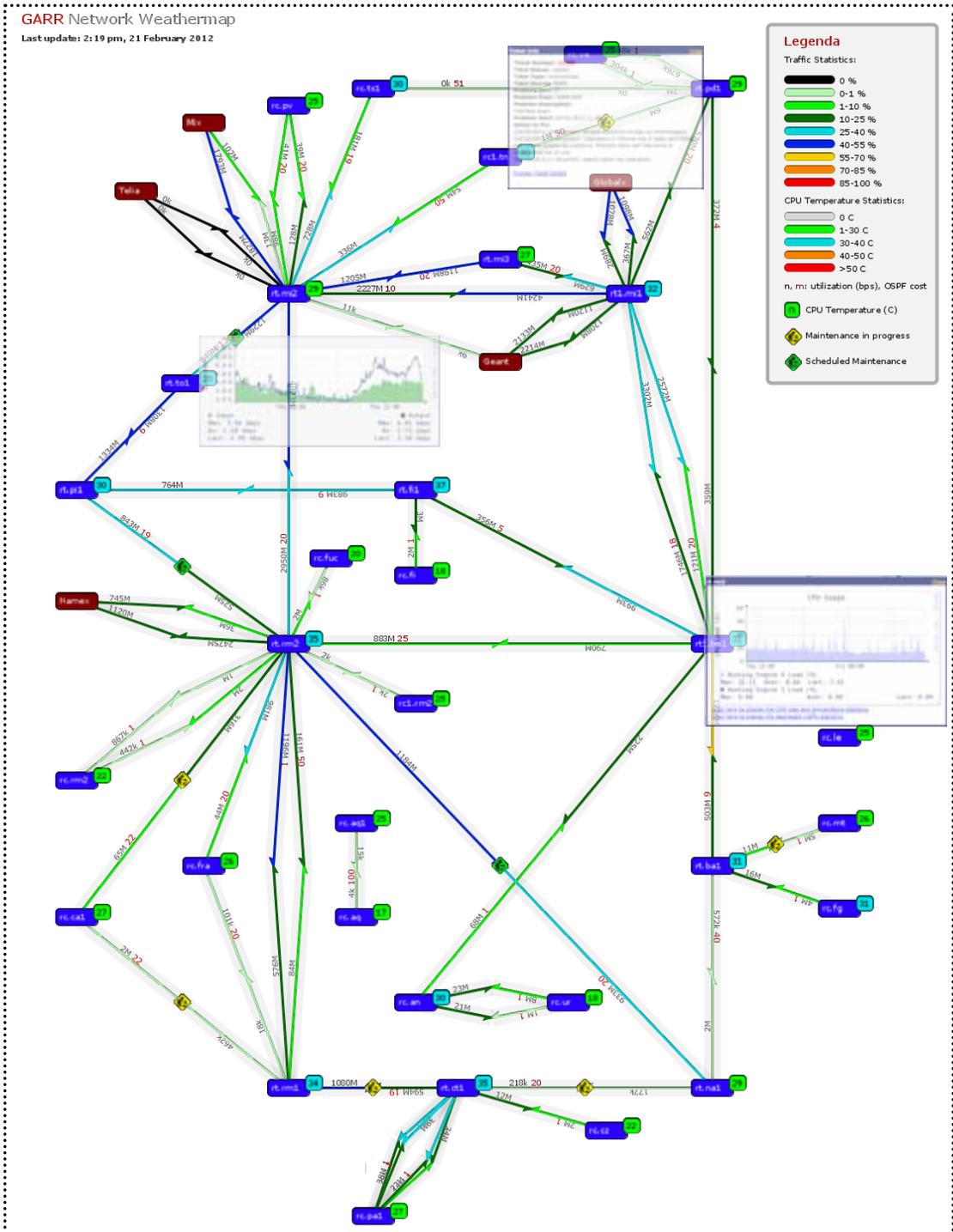


Fig. 6 Weathermap interattiva della rete GARR

caso dell'assenza o indisponibilità di servizio, simulando il comportamento dell'applicazione nelle sottosezioni di rete. Questo tipo di attività richiede una conoscenza approfondita non solo dei protocolli di rete, ma anche di come questi agiscono all'interno dei sistemi

di calcolo, così come del protocollo TCP/IP. Tali competenze costituiscono parte integrante della formazione del personale del GARR-NOC. Questa attività viene svolta in molti casi in accordo con un gruppo molto più ampio che opera a livello europeo ed è coordi-

nato nell'ambito del progetto di rete paneuropea GÉANT [8] nel quale GARR è impegnato attivamente.

3.1 Sicurezza

Data la natura della rete GARR quale rete privata di indirizzi pubblici, è necessario porre l'attenzione anche su aspetti che non riguardano esclusivamente il tradizionale contratto di servizio (che regola la funzionalità della rete), ma anche quelli legati alla gestione della sicurezza così come l'analisi del tipo di utilizzo che l'utenza fa della rete.

L'analisi dei flussi di rete IP condotta costantemente da GARR mediante il protocollo di rete Netflow [6] consente di conoscere la matrice di traffico d'uso della rete GARR (AS-Matrix), sia tra le sedi utente (fig. 4) che verso l'esterno della rete. Tali informazioni sono state utilizzate per progettare l'evoluzione della rete GARR (GARR-X) [2] e allo stesso tempo sono di supporto per gli utenti in quanto consente loro di definire meglio i propri requisiti di rete, di prevedere possibili evoluzioni e di adattare le proprie applicazioni in base all'effettivo uso della rete.

Lo strumento di analisi dei flussi di traffico fornisce inoltre un importante supporto alla gestione della sicurezza della rete. Tale aspetto può essere affrontato in maniera:

- *reattiva*: assistendo gli utenti nella gestione degli incidenti di sicurezza, informandoli e supportandoli nella realizzazione di misure preventive atte a ridurre l'impatto degli incidenti;
- *proattiva*: utilizzando l'acquisizione e l'ana-

lisi costante dei flussi di traffico sulla rete. Mediante l'analisi dei flussi è infatti possibile individuare le sorgenti (indirizzo IP) che stanno facendo scansioni sulla rete o che sono state oggetto di attacco. Questa azione si svolge sia in modalità online che in modalità offline al fine di stabilire a posteriori quali siano state le cause.

GARR ha da sempre curato con attenzione gli aspetti legati alla sicurezza della rete e dei servizi fornendo un supporto dedicato alla propria utenza. Sin dall'inizio, all'interno del GARR è presente un gruppo di esperti di sicurezza informatica (GARR-CERT) che si occupa della gestione e della prevenzione degli incidenti di sicurezza, in collaborazione con il GARR-NOC che opera sulla rete.

Utilizzando le informazioni relative ai flussi IP, generate dalle informazioni raccolte con il protocollo Netflow, viene offerto un supporto agli operatori di rete per evidenziare eventi malevoli che si verificano nella propria infrastruttura. In figura 7 viene riportato il caso di un Denial of Service (DoS) verificatosi nella rete GARR tra Gennaio e Febbraio 2012, i dati riguardano il traffico presente su uno dei router GARR, nella stessa figura sono rappresentati sia i dati di traffico (in arancio) che il numero di pacchetti relativi al solo protocollo UDP (in azzurro).

È evidente come il volume di traffico non sia adeguato a fornire l'evidenza di alcuna anomalia mentre quello relativo al rate dei pacchetti mostra un grosso "picco" in corrispondenza dell'evento malevolo.

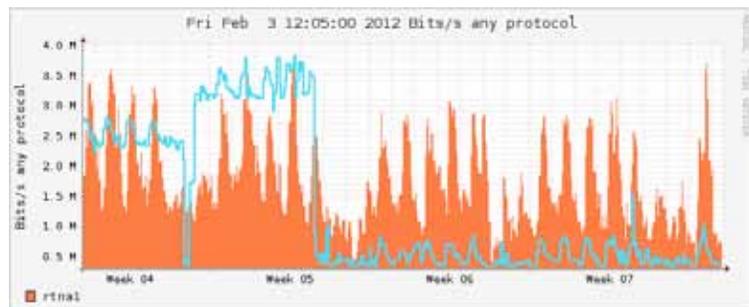


Fig. 7 Esempio di Denial of Service

4. Conclusioni

Gli elementi che riguardano l'evoluzione della rete GARR riguardano da un lato l'implementazione dell'infrastruttura in fibra ottica nota come GARR-X e dall'altra l'integrazione all'interno di essa del paradigma appli-

cativo che può essere sintetizzato con il termine Cloud.

Da una parte la rete in fibra ottica sta favorendo l'evoluzione della capacità di accesso delle sedi utente connesse in fibra ad almeno 1Gbps, con capacità di accesso singolo fino a 100Gbps. Tali accessi potranno far parte di un insieme di reti private virtuali (VPN) sia nel dominio ottico che in quello IP. La modalità di monitoring che può essere attivata nei due casi è diversa, sia in termini di strumenti utilizzati che di metriche di valutazione da mettere a disposizione degli utenti. Nel caso di reti virtuali nel dominio ottico (Optical Private Network) l'informazione che verrà resa disponibile riguarda gli aspetti connessi con la qualità della trasmissione dati (per esempio in termini di BER, Bit Error Rate, del canale trasmissivo o lambda). Nel caso invece di VPN nel dominio IP è possibile operare un monitoraggio attivo mediante l'inserimento di sonde negli apparati di rete. Tali sonde sono in grado di simulare il comportamento dell'applicazione utente e quindi di evidenziare eventuali difformità nell'erogazione del servizio di rete, sia per il traffico IPv4 che IPv6. In questi anni la comunità GARR ha infatti maturato un elevato livello di conoscenze tali da consentire un efficace controllo del funzionamento e delle prestazioni del traffico in IPv6, così come stiamo facendo con IPv4, sia all'interno delle VPN che nell'uso generale di Internet.

Ma non è solo l'infrastruttura di rete che evolve, è infatti in forte crescita la diffusione e lo sviluppo, anche da parte degli stessi utenti finali, di applicazioni accessibili mediante semplici interfacce web (paradigma cloud) e da differenti tipi di device come desktop, laptop, tablet, ecc, la cui funzionalità e qualità dipendono certamente dalle prestazioni dell'infrastruttura di rete sottostante, ma anche dallo strato applicativo intermedio, deputato al controllo dell'accesso alle applicazioni e costituito da sistemi di autenticazione e autorizzazione, sistemi di accesso nomadico alla rete,

meccanismi di sicurezza come firewall, ecc. La lista mostrata in tabella 1 dovrà considerare questi servizi applicativi di fatto come nuovi servizi di rete. Ciò comporta necessariamente l'integrazione ancora più stretta che in passato tra la rete e le applicazioni, come parte di un unicum fornito ai propri utenti.

Le attività di controllo, osservazione e misurazione dovranno pertanto tenere conto di questi nuovi elementi al fine di valutare complessivamente la funzionalità e la qualità della rete e dei servizi applicativi.

Riferimenti bibliografici

- [1] GINS. GARR Integrated Networking Suite <http://www.gins.garr.it>
- [2] La rete GARR-X, <http://www.garr.it/garr-x>
- [3] RFC 1157 - A Simple Network Management Protocol (SNMP)
- [4] MRTG. Multi Router Traffic Grapher. <http://www.mrtg.org>
- [5] Round Robin Database. About RRDtool. <http://oss.oetiker.ch/rrdtool>
- [6] NETFLOW. RFC3954 Specification <http://www.ietf.org/rfc/rfc3954.txt>
- [7] Web100 based Network Diagnostic Tool <http://ndt.garr.net>; <http://ndt1.garr.net>
- [8] GÉANT Network, <http://www.geant.net>
- [9] GARR-CERT. Gestione Incidenti di Sicurezza, <http://www.cert.garr.it>



Massimo Carboni

massimo.carboni@garr.it

È un fisico dell'INFN, si occupa di reti e calcolo scientifico dal 1990.

Attualmente è il responsabile dell'infrastruttura di rete GARR,

ed è il responsabile tecnico del progetto di rete GARR-X.

Internet of Threads

Renzo Davoli

Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Informazione



Abstract. I protocolli di TCP/IP ed il supporto dei sistemi operativi alle reti sono stati disegnati sulla base dei concetti e delle esigenze di networking degli anni 60/70.

In particolare il contributo del lavoro di ricerca descritto in questo articolo analizza come superare due limitazioni progettuali: la presenza di un solo stack TCP/IP nel sistema o nell'ambiente virtuale e l'identificazione delle interfacce (reali o virtuali) come entità indirizzabili.

Questi vincoli possano essere eliminati mantenendo la compatibilità con i protocolli e le applicazioni esistenti, così ogni singolo processo o thread può diventare nodo di rete con un proprio indirizzo di rete e proprie specificità nella comunicazione. Questa nuova prospettiva crea nuove applicazioni e semplifica la struttura software in molteplici casi di uso comune.

1. Introduzione

Cosa collega la rete? Sicuramente la ricerca in questi ultimi anni ha messo in discussione quali siano i *nodi* di una rete. La rete Internet e i protocolli TCP/IP sono nati attorno all'idea che le entità da collegare fossero i computer e che le entità indirizzabili fossero le singole interfacce di rete.

Con l'evoluzione delle reti e, soprattutto, dei servizi di Internet è venuta meno la centralità del singolo computer ed è apparso sempre più innaturale l'indirizzamento delle interfacce come nodi della comunicazione, come dimostrato dai seguenti aspetti:

- nei sistemi ad alta affidabilità [6], vengono assegnati alle interfacce numerosi indirizzi IP suddividendo i servizi fra di essi, per poter far migrare i servizi in caso di malfunzionamento di un nodo riassegnando gli indirizzi ad altri elaboratori;
- i sistemi di virtualizzazione quali macchine virtuali [10] o container [8] creano interfacce virtuali alle quali assegnare indirizzi;
- nei sistemi operativi multiuser risulta molto complesso assegnare indirizzi di rete, QoS differenti a specifici utenti e servizi perché occorre applicare filtri [7] al traffico smi-

stato dall'unico *stack* del sistema. Spesso la scelta più lineare è quella di attivare macchine virtuali o container che generino interfacce virtuali;

- l'utente rimane vincolato dalle scelte di networking dell'amministratore di sistema: senza riconfigurare il sistema appare arduo poter, per esempio, eseguire più browser che funzionino con indirizzi IP diversi di altrettante VPN distinte. Anche in questo caso l'utente può attivare macchine virtuali (QEMU/KVM/User-Mode Linux/VirtualBox) e usare reti virtuali (VDE, Virtual Distributed Ethernet).

Questo articolo presenta una proposta alternativa: l'introduzione della possibilità di avere come nodi di rete singoli processi o gruppi di processi. Il nome scelto per questo concetto è *Internet of Threads*¹ che indica bene il cambiamento di prospettiva come ulteriore evoluzione dei concetti di *Internet of Things* [5] e di *Internet of Services* [9]. La proposta è già corredata di un insieme di strumenti software che costituiscono un *proof-of-concept* operativo di questo cambiamento di prospettiva

¹ Ringrazio Pietro Galliani della University of Amsterdam per avermi suggerito un termine così calzante.

sulla rete.

Il laboratorio internazionale di ricerca sulla virtualità *VirtualSquare* [2, 4] ha realizzato molteplici strumenti, come:

- VDE: la rete Ethernet virtuale e distribuita [1], che consente di connettere in una rete locale macchine virtuali (e altre entità virtuali) degli utenti in esecuzione sullo stesso elaboratore o su sistemi fisici diversi anche se geograficamente distribuiti;
- LWIPv6: uno stack ibrido LWIPv6, IPv6 retrocompatibile con IPv4, interamente implementato come una libreria modulare. Ogni applicazione che utilizza LWIPv6 accede a una rete TCP/IP con propri indirizzi e proprio routing. LWIPv6 supporta autoconfigurazione, DHCP (server e client), NAT e *slirp* (anche IPv6);
- View-OS/umnet/umnetlwip6: View-OS è un progetto di macchine virtuali parziali che consente di virtualizzare alcune funzionalità del sistema host (per esempio, *umfuse* consente *mount* virtuali di parti del filesystem, *umdev* crea *device* virtuali). Umnet è il modulo di virtualizzazione della rete e il sottomodulo *umnetlwip6* consente di usare la libreria *lwip6* per usare reti virtuali. Con View-OS è possibile usare le applicazioni esistenti in contesti di rete virtuale, per esempio essa consente di attivare un browser collegato ad una VPN mentre il resto del sistema usa la rete locale.

Questo cambiamento di prospettiva consente una estrema flessibilità nella migrazione dei servizi. Una rete ethernet virtuale forma un cloud naturale per le applicazioni direttamente connesse come *nodi* di rete: una volta collegati alla rete virtuale l'applicazione che risponde ad un determinato indirizzo può essere ovunque nella rete virtuale (e a maggior ragione in quella fisica sottostante).

2. Definizione

Con l'Internet of Threads (IoTh), si perde l'idea dello stack unico per sistema (o per con-

tainer) e lo stack diventa invece una libreria di implementazione di protocolli ai vari livelli del modello. Considerazioni di efficienza e di affidabilità del sistema possono guidare la scelta verso librerie del *kernel* o come librerie utente, entrambe le scelte sono possibili. Il cambiamento fondamentale sta nel fatto che ogni utente può attivare molteplici stack di rete per le proprie applicazioni (processi o threads) e decidere a quali reti collegare ognuna di esse, quindi quali indirizzi e quale routing associare ad ogni applicazione.

Anche il ruolo della rete *Data-Link* viene ridefinito in IoTh (*fig. 1*). Le applicazioni non hanno interfacce fisiche da collegare ad apparati di rete. Per questo vengono create reti virtuali che sono in grado di fornire un collegamento alle macchine virtuali o alle applicazioni IoTh, ma anche di essere interconnesse in modo trasparente a reti fisiche mediante instradamento del traffico o anche in modalità *bridging*. Per tale motivo, le reti virtuali devono essere coerenti con i protocolli di *Data-Link* comunemente usati: questo è infatti il senso e lo scopo di Virtual Distributed Ethernet. Le applicazioni in modalità IoTh possono così interagire con qualsiasi altro nodo dell'Internet, sia esso sistema reale, virtuale, oggetto (Thing) o altra applicazione IoTh. È anche possibile usare reti VDE per creare intranet distribuite o semplicemente come meccanismo di Inter Process Communication (IPC).

In quest'ottica deve essere anche possibile creare applicazioni che possano operare da gateway fra stack diversi. Ciò ha messo in luce una limitazione strutturale dell'interfaccia

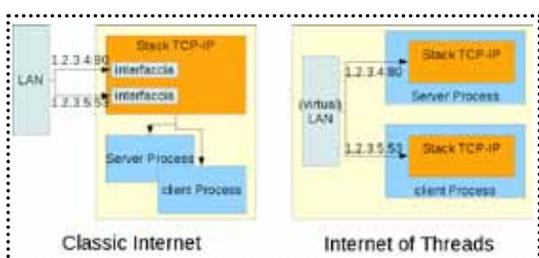


Fig. 1 Ruolo del livello Data-Link per Internet e IoTh

di programmazione Berkeley Sockets, che implicitamente assume che ci sia un solo stack di rete nel sistema. È stato necessario estendere la API per consentire l'utilizzo di più stack contemporaneamente [3]. Questa estensione tra l'altro consente:

- di poter operare contemporaneamente con stack con caratteristiche diverse: ad esempio, politiche di ritrasmissione, ampiezza delle finestre TCP etc;
 - la compresenza di stack di produzione e sperimentali.
- Oggi è comune a-

vere una sola implementazione dello stack anche quando vengono definite diverse reti virtuali, come per esempio tramite i containers [8]. Con una Internet of Threads è possibile far convivere al contempo uno stack affidabile per la produzione e il controllo degli esperimenti mentre si opera anche con uno stack sperimentale per valutarne per esempio correttezza, performance ed affidabilità. Senza Internet of Threads l'uso di uno stack sperimentale potrebbe rendere inaccessibile un nodo remoto in caso di errore.

3. Alcuni esempi pratici

Come è stato già detto nell'introduzione, VirtualSquare ha realizzato strumenti che possono essere utilizzati per fare esperimenti con l'Internet of Threads. In un sistema GNU-Linux, distribuzione Debian, molti strumen-

```
$ # Start the first browser
$ firefox &
$ # Start a local plug for a remote slirp process
$ dpipe vde_plug /tmp/plug[] = ssh us.mydomain.org slirpvde6 -D - &
$ # Start a View-OS virtual machine
$ umview -p umfuse -p umnet bash
rd235 2.6.37-utrace-vm GNU/Linux/View-OS 17473 0
VM$ # Start a new stack
VM$ mount -t umnetlwipv6 -o vd0=/tmp/plug none /dev/net/default
VM$ # Virtualize the resolv.conf file (for DNS resolution)
VM$ mount -t umfuseramfile -o ghost /etc/resolv.conf /etc/resolv.conf
VM$ ip link set vd0 up
VM$ # configure the net by dhcp
VM$ /sbin/udhcpc -i vd0 -q -s ~/etc/udhcpc/default.script
VM$ # start a browser (choose or create nother profile)
VM$ firefox -ProfileManager -no-remote
```

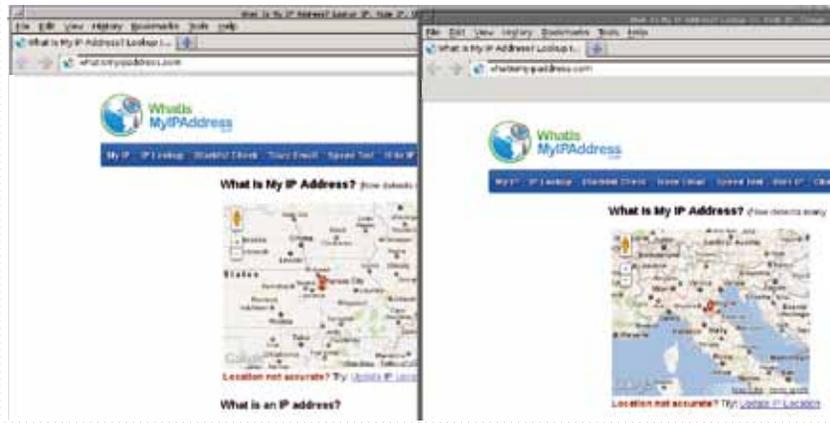


Fig. 2 Due browser della stessa sessione che usano stack TCP-IP diversi. Si noti che quello a destra appare a Bologna (quello in funzione sulla rete reale), mentre il secondo collegato ad una VPN risulta a Kansas City.

ti possono essere installati direttamente come pacchetti ufficiali anche se per poter vedere le caratteristiche più avanzate è necessario trasferire, compilare ed installare le ultime versioni disponibili sul sito Sourceforge². Tutto il software realizzato da VirtualSquare è stato rilasciato con licenze di Software Libero.

Il primo esempio mostra come lanciare due browser con indirizzi IP differenti. Un browser usa gli indirizzi della rete reale, mentre il secondo browser usa gli indirizzi di una rete virtuale. Occorre far notare che queste funzionalità necessitano di un certo numero di azioni perché IoTh non è prevista dai programmi (Firefox/Iceweasel in questo caso). In futuro la scelta della rete potrebbe es-

² La sintassi degli esempi è relativa all'ultima versione sperimentale.

sere effettuata in modo simile alla scelta delle stampanti. Un utilizzo pratico di questo esempio consiste nel poter usare un browser su una connessione protetta per poter svelare dati personali (ma non per esempio la propria locazione geografica), mentre un secondo browser serve per le connessioni locali, per ricevere informazioni ambientali quali una guida museale o la lista dei ristoranti del luogo dove ci troviamo, ma da quest'ultimo browser non sono accessibili informazioni personali. In questo esempio di applicazione quindi la privacy dell'utente viene mantenuta da una sorta di principio di indeterminazione: i servizi che possono conoscere la locazione non conoscono l'identità e viceversa.

Il risultato è quello mostrato in figura 2. Non si tratta di un servizio proxy. Un proxy opera su specifici protocolli, IoTh estende la rete remota. L'esperimento è stato fatto con un browser perché è un'applicazione comune, ma si sarebbe potuto utilizzare qualsiasi applicazione di rete, client, server o peer-to-peer. Mediante VDE si possono creare servizi distribuiti anche non basati su IPv4 o IPv6. VDE è compatibile con qualsiasi protocollo che possa operare su di una rete Ethernet.

Il secondo esempio mostra come un programmatore possa con semplicità implementare un server TCP secondo il paradigma Internet of Threads usando LWIPv6, sia che si tratti di un server Web, FTP o di un Mail Tran-

```

#include <lwipv6.h>
/* other header file includes */

void handler(void *arg)
{
    long fd = (long) arg;
    /* manage the connection using lwip_{read,write,recv,send,poll,select,...} */
    lwip_close(fd);
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    struct stack *stack=lwip_add_stack(0);
    struct netif *vdeif=lwip_add_vdeif(stack, argv[1], NETIF_STD_FLAGS);
    struct ifreq ifr;
    int server;
    int port=80;
    struct sockaddr_in serv_addr;
    /* parse argv */

    lwip_ifup_flags(vdeif, NETIF_FLAG_DHCP);
    sleep(2);
    ifr.ifr_addr.sa_family = AF_INET;
    lwip_ioctl(fd, SIOCGIFADDR, &ifr);
    printf("%s\n", inet_ntoa((struct sockaddr_in *)&ifr.ifr_addr->sin_addr));

    server=lwip_msocket(stack, PF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    serv_addr.sin_family      = AF_INET;
    serv_addr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
    serv_addr.sin_port        = htons(port);
    lwip_bind(server, (struct sockaddr *)&serv_addr,sizeof(serv_addr));

    lwip_listen(server, 10);

    while (1) {
        long connected = lwip_accept(server, NULL, NULL);
        lwip_thread_new(handler,(void *)connected);
    }
}

```

Fig. 3 Struttura del codice sorgente di un server TCP con stack LWIPv6 embedded

sport Agent. Queste applicazioni con la rete *a bordo (embedded)* si possono chiamare *Net Appliance*. Sono autonome e, se hanno indirizzi preassegnati (MAC e IP), possono essere spente in un punto di una rete virtuale e attivate in un altro punto mantenendo il proprio indirizzo IP. In questo modo la migrazione di un *server daemon* diventa semplice come terminare un processo su un sistema e attivarlo su di un altro.

L'esempio in figura 3 mostra la struttura del codice di un server che acquisisce l'indirizzo via DHCP. Per migliorare la leggibilità delle parti rilevanti del codice sono state omesse la gestione degli errori e l'elaborazione relativa ad ogni connessione TCP. Anche la stampa dell'indirizzo assegnato via DHCP (utile per provare il server) viene ottenuto dopo una *sleep* di due secondi e non con un ciclo di attesa come sarebbe opportuno (ma meno lineare nel codice).

4. Conclusioni

Gli esempi trattati mostrano come il concetto di Internet of Threads apra nuove possibilità per creare nuove applicazioni o per semplificare l'implementazione di servizi esistenti. La nuova definizione di nodo di rete che ricomprende anche singoli programmi (processi o thread) consente di ridisegnare, ampliandolo, il concetto stesso di networking a ogni livello: al livello del supporto da parte di sistemi operativi, dell'interfaccia di programmazione, di routing, sicurezza, QoS, etc.

Riferimenti bibliografici

- [1] Davoli R., Vde: Virtual distributed ethernet. In TRIDENTCOM'05, pages 213–220, 2005
- [2] Davoli R., Goldweber M., editors. Virtual Square: Users, Programmers & Developers Guide. Lulu books, 2011.
- [3] Davoli R., Goldweber M., msocket: Multiple stack support for the Berkeley socket api.

In ACM 27th Symposium On Applied Computing (SAC), 2012. to appear.

[4] Davoli R., Goldweber M., et al. Virtual-square international lab on virtuality wiki. <http://wiki.virtualsquare.org>

[5] Gershenfeld N., Krikorian R., Cohen D., The Internet of things the principles that run the Internet are now creating a new kind of network of everyday devices, an "Internet-0.". Scientific American, 291(4):76–81, 2004

[6] Marcus E., Stern H., Blueprints for High Availability: Designing Resilient Distributed Systems. John Wiley & Sons, 2003

[7] McHardy P., et al. Netfilter: firewalling, nat and packet mangling for linux <http://www.netfilter.org>

[8] Menage P. B., Adding generic process containers to the linux kernel. In Proc. of the Ottawa Linux Symposium, 2007

[9] Schroth C., Janner T., Web 2.0 and soa: Converging concepts enabling the Internet of services. IT Professional, 9(3):36–41, 2007

[10] Smith J.E., Nair R., The architecture of virtual machines. IEEE Computer, 38(5):32–38, May 2005



Renzo Davoli

renzo@cs.unibo.it

Renzo Davoli è una persona fortunata. Da 35 anni studia informatica e da 20 è docente e ricercatore di

sistemi operativi, reti, sistemi virtuali, didattica dell'informatica. È oggi retribuito come professore associato all'Università di Bologna per fare esattamente ciò che ha sempre desiderato fare.

E allora? La nostra vita, le nostre storie e la conoscenza di cui sono intessute

Giorgio De Michelis

Università degli Studi di Milano–Bicocca

DISCo, Dipartimento di Informatica Sistemistica e Comunicazione



Abstract. Questo articolo contrappone alle previsioni fatte, ad esempio, dagli scienziati e ricercatori di IBM, sulle tecnologie che avranno un maggiore impatto nel prossimo futuro, alcuni argomenti che indicano direzioni promettenti per quanto riguarda la progettazione di sistemi innovativi e il ripensamento delle applicazioni ICT più diffuse. Ciò che rende necessario elaborare nuovi sistemi informativi o nuove versioni di quelli già esistenti è il passaggio, riconosciuto da molti osservatori, dalla società dell'informazione a quella della conoscenza.

La conoscenza, infatti, è "situata" e gestirla vuol dire essere in grado di filtrarla in modo che l'utente abbia a propria disposizione, prontamente, tutta e soltanto la conoscenza che caratterizza il contesto della sua azione e interazione. Il situated computing dunque è la nuova prospettiva che può ispirare lo sviluppo di nuove applicazioni e la riprogettazione di quelle esistenti.

1. Introduzione

Prevedere l'impatto che l'innovazione nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione avrà sulla nostra vita è un esercizio difficile ma affascinante. Non è sorprendente perciò che uno dei massimi player del mercato delle ICT, l'IBM, indichi ogni anno le cinque innovazioni che cambieranno la nostra vita nei prossimi cinque anni [5]. Non è neanche sorprendente che non poche delle previsioni fatte dall'IBM negli anni passati si siano dimostrate errate o esageratamente ottimistiche. Quelle di quest'anno, presentate come sempre a dicembre, sono queste:

- genereremo da soli tutta l'energia di cui abbiamo bisogno;
- non useremo più le password;
- la lettura della mente non sarà più fantascienza;
- il digital divide cesserà di esistere;
- la posta spazzatura si trasformerà in posta prioritaria.

Come negli anni precedenti, alcune di queste previsioni sono plausibili e interessanti, altre sono tecnicamente fattibili, ma non tengono conto delle condizioni di contesto (economiche, sociali e culturali) che ne possono in-

fluenzare la diffusione, altre ancora mi sembrano del tutto irragionevoli perché non tengono conto della complessità dell'esperienza umana. Faccio qualche esempio: è vero che, grazie alle tecnologie in studio ora, potremo recuperare gran parte dell'energia che consumiamo nelle nostre giornate, ma per capire se davvero la recupereremo, dobbiamo capire quanta energia è necessaria per creare e distribuire i dispositivi che ci consentono tale recupero e quanto esso ci costerà; è quanto meno un po' superficiale pensare che i dispositivi mobili possano cancellare il digital divide, perché è come credere che se diamo un telefonino ad un analfabeta, il suo analfabetismo sparirà.

Ma dove le previsioni dell'IBM non mi convincono affatto è quando sembrano immaginare che l'ICT potrà far sì che spariscono le contraddizioni tra i bisogni e i desideri delle persone: se una persona ha le idee poco chiare, cosa capirà la macchina che ne legge la mente? Se tutti gli operatori di un mercato mi mandano nello stesso momento la loro offerta per un servizio di cui ritengono che abbia bisogno, siamo sicuri che sia così rilevante che la loro offerta colga nel segno perché noi non riteniamo in-

vadenti e fastidiosi i loro messaggi? Insomma, mi sembra che gli scienziati dell'IBM che hanno, come sempre, formulato 5 in 5 continuo a pensare che il compito delle tecnologie è risolvere i problemi degli esseri umani, senza tenere conto che la gran parte dei "problemi" degli esseri umani non possono essere risolti. Piuttosto gli esseri umani avrebbero bisogno di un aiuto nel gestire quei problemi, che sono tali per il loro non essere ben definiti, non per il loro essere computazionalmente gravosi.

2. E allora?

Se invece di lanciarsi in previsioni, ragioniamo un po' più approfonditamente sul modo in cui si è sviluppato il rapporto tra gli uomini e le tecnologie in questi cinquanta e più anni, scopriamo che dalle tecnologie potremmo aspettarci altro e che forse possiamo e dobbiamo attivarci per orientare in questo senso il loro sviluppo.

È in questa direzione che si muoverà il mio intervento. Non ho la pretesa di sviluppare il mio argomento in modo completo (sia perché il ragionamento è ancora in costruzione, sia perché in un breve intervento non possiamo andare oltre la traccia di un discorso più ampio), ma spero di suscitare nel lettore riflessioni e domande.

3. Dai dati alle informazioni, alla conoscenza

Tutti noi abbiamo letto o sentito la distinzione tra dati, informazioni e conoscenza: la media di una serie di numeri, è un dato; la media delle età dei clienti di un centro commerciale è un'informazione; il fatto che il cliente che abbiamo di fronte, nel nostro ristorante, è allergico alle fragole è una conoscenza. In altre parole, in termini molto schematici, un'informazione è un dato interpretato, mentre una conoscenza è un'informazione capace di influenzare la nostra azione. E una conoscenza che cos'è? Quando usiamo conoscenza in opposizione a informazione, e non come suo sinonimo, è chiaro che la conoscenza è sempre una conoscenza per l'azione: quindi una cono-

scienza è un'informazione che ci abilita ad agire. Questo vuol dire che la stessa informazione, in momenti, in tempi o in contesti sociali, diversi può essere o meno conoscenza, oppure è una conoscenza di tipo diverso. E vuol dire anche che spesso la conoscenza non può essere ricondotta ad alcuna informazione, come quando essa ha le forme di un saper fare di cui disponiamo, senza saperlo descrivere, come l'andare in bicicletta, il saper moltiplicare due numeri di tre cifre, ecc.

Se ripensiamo allo sviluppo delle tecnologie dell'informazione da questo punto di vista, è facile riconoscere che i primi calcolatori trattavano dati, mentre con i sistemi informativi essi hanno iniziato a trattare informazioni. In entrambi questi casi essi venivano usati per eseguire compiti che avevano a che fare con il calcolo, nel primo caso da persone che avevano una competenza nel calcolo stesso, nel secondo da persone che avevano competenza nel dominio in cui quell'informazione aveva un significato. Oggi, molti (ad esempio la Comunità Europea) dicono che le tecnologie dell'informazione e della comunicazione ci stanno portando nella società della conoscenza: come possiamo caratterizzare i compiti per cui abbiamo bisogno di sistemi per l'elaborazione della conoscenza? Non è semplice, in quanto la conoscenza sfugge ad una sua definizione statica (Nonaka e Takeuchi, autori del fortunato libro "L'impresa che crea conoscenza" dicono, ad esempio, che la conoscenza è in verità il conoscere, il processo tramite cui la conoscenza viene creata, fatta circolare e condivisa [6], [1]). Per venire a capo di questa *impasse*, possiamo approfondire la caratterizzazione della conoscenza, ricordando che diversi autori distinguono tra conoscenza tacita (che è la conoscenza incorporata nel nostro saper fare) e conoscenza esplicita (che è la conoscenza contenuta nei nostri libri e documenti e nelle nostre basi di dati) e tra conoscenza interna (che è quella che possediamo) e conoscenza esterna (che è quella che altri possiedono). Ma questo non ci aiuta a individuare

i compiti che possiamo associare al suo trattamento. Perché entrambe le distinzioni ci richiamano al fatto che la conoscenza è tale per una persona, o per un gruppo di persone, nel contesto in cui la abilita ad agire, che è un contesto spaziale, temporale e, soprattutto, sociale.

La conoscenza, insomma, è situata e il suo esser situata è ciò che la caratterizza come conoscenza, per cui la gestione della conoscenza deve supportare non solo la sua creazione, circolazione e condivisione, ma anche, e soprattutto, la sua situazione nel tempo, nello spazio e nel contesto sociale in cui essa deve essere “usata”. E questo non è un problema semantico, ma squisitamente pragmatico: il contesto in cui agiamo e interagiamo con gli altri non è infatti caratterizzato in termini semantici, da ciò di cui si parla, ma da ciò che ha preceduto il momento corrente (messaggi, documenti, cose di ogni genere) e dagli impegni che abbiamo preso in termini generici e/o specifici per il futuro. La conoscenza che ci abilita ad agire ed interagire è quindi una conoscenza su qualche cosa, ma filtrata da ciò che è stato fatto prima e dalle cose che restano da fare. Diventa, quindi, di fondamentale importanza il filtro delle informazioni che ci vengono presentate dal punto di vista della loro rilevanza nella situazione in cui siamo. E tale filtro, che è insieme la difesa dall'*information overload* da cui siamo sempre più frequentemente oppressi e la selezione di quello che ci può servire nel futuro, non è determinato dai compiti che dobbiamo svolgere, ma piuttosto ha a che fare con le nostre responsabilità e con gli impegni che abbiamo con altri esseri umani in quella situazione. Un contesto sociale si costruisce nel tempo e si fa forza degli spazi in cui evolve ma è caratterizzato dalle interazioni che intrattengono i suoi partecipanti tra loro e con strumenti, materiali, documenti ed altri artefatti. Ogni persona partecipa a esperienze diverse che definiscono contesti diversi, in cui interagisce con persone e cose diverse, anche se non mutuamente esclusive. Se chiamiamo storie i contesti delle esperienze uma-

ne, è chiaro che il problema per le applicazioni delle ICT è passare dal supporto ai compiti che una persona svolge a quello rivolto all'azione e all'interazione efficace nelle storie a cui partecipa. Da una parte, questo consente di situare semplicemente, senza fare uso di servizi “intelligenti”, quello che accade in una storia, perché essa si sviluppa in *threads* in cui ogni evento è collegato ad eventi precedenti e le cose importanti per essa sono generalmente collegate ad eventi di quei *threads* (sono cioè cose che l'utente mette in condivisione con altri o riceve da altri). Dall'altra, non bisogna però banalizzare le storie: esse hanno una geometria variabile al massimo grado. In primo luogo, diverse storie possono condividere persone e cose, così da generare intrecci molto significativi tra le conoscenze che vi vengono generate, perciò i supporti che noi costruiamo per esse devono rifletterli efficacemente e senza bisogno di forzature. In secondo luogo le storie hanno confini mobili, in quanto una storia può generare delle nuove storie oppure più storie possono convergere in un'unica storia ed i supporti che noi costruiamo per esse devono evitare di ostacolare questa evoluzione.

Infine, diverse persone hanno viste differenti di una stessa serie di eventi e possono inserire la storia in contesti più o meno ampi e/o filtrando in essa alcuni eventi e scartandone altri (ed è proprio questo che rende le interazioni tra i partecipanti ad una storia capaci di creare nuova conoscenza poiché ognuno porta in essa la propria esperienza e ha gradi diversi di intensità nella partecipazione o diversi ambiti di partecipazione); perciò gli strumenti che noi costruiamo per contestualizzare la loro collaborazione non deve forzare questa diversità nei modi di partecipazione.

Sono questi aspetti, che costituiscono il sale delle storie vissute dagli esseri umani e dalle loro organizzazioni, che rendono difficile se non impossibile supportare gli utenti nelle loro storie organizzando i sistemi a base ICT attorno alle loro funzioni e ai compiti dei loro utenti.

4. Il *Situated computing* come nuovo orizzonte delle applicazioni dell'ICT

È giunto il momento di ripensare le applicazioni dell'ICT sulla base di un nuovo paradigma, capace di riflettere il nuovo modo con cui si usano le tecnologie. Questo nuovo paradigma non è sostitutivo del precedente, quello che vedeva un accoppiamento tra le funzioni dei sistemi e i compiti dei suoi utenti, ma lo supera inglobando le sue funzioni in una cornice dove i contesti dell'azione degli utenti sono riflessi dinamicamente.

Spesso infatti, per fare un esempio, il problema degli utenti non è dover scrivere un documento testuale, ma piuttosto rispondere ad un messaggio facendo riferimento ad alcuni documenti archiviati precedentemente, ad altri trovati nel web e tenendo conto dei pareri ricevuti da altre persone: quanto costa loro, con i personal computer attuali, trovare tutto ciò? Riguardo ai mutamenti del contesto, inoltre, al livello di impresa, ad esempio, non può essere la norma che la *business intelligence*, l'elaborazione delle informazioni sull'andamento delle operazioni per prendere decisioni sul da farsi, abbia bisogno di fare il *data mining* nei sistemi informativi dell'impresa stessa.

Rispetto, dunque, a sistemi che sono finalizzati all'esecuzione ottimale dei compiti dell'utente, ma che falliscono nell'aiutarlo ad avere sottomano quello che serve per far fronte alle situazioni in cui si trova, oppure finalizzati ad assecondare i mutamenti del contesto in modo da conservare l'efficacia nell'azione, si tratta di passare a sistemi che invece sono disegnati per affiancare i loro utenti in ogni momento della loro vita.

È giunto quindi il momento di pensare le applicazioni in modo nuovo, perché facciano il salto dall'elaborazione delle informazioni al trattamento della conoscenza. È un terreno di innovazione che comprende nuove applicazioni (nel web 2.0 con le sue evoluzioni già se ne possono vedere alcune) in cui, per esempio, articolare e differenziare gli spazi sociali e le ap-

plicazioni che si basano sull'integrazione della rete con sistemi localizzati nel territorio, ma è soprattutto l'occasione per ridisegnare le principali applicazioni dell'ICT, da quelle per le organizzazioni (penso, innanzitutto, ai sistemi informativi, agli ERP) a quelle per le persone (penso, in primo luogo, ai sistemi operativi per personal computer e alle *suites* di *productivity tools*). Si tratta, va ricordato, di disegnare nuove applicazioni e quindi di qualche cosa di altamente complesso, esposto a notevoli rischi di fallimento. Oltre infatti a disegnare nuove applicazioni e nuovi sistemi operativi che siano intuitivi, facili da usare e capaci di assecondare naturalmente l'utente nei suoi passaggi da una storia all'altra, da un contesto all'altro, e di riorganizzarsi in accordo alle trasformazioni delle storie e nelle storie che si susseguono senza soste, è necessario che l'utente possa passare dai sistemi che stava usando e che, anche se non soddisfacenti, gli erano familiari ai nuovi sistemi senza soluzione di continuità. Progettazioni di questo tipo richiedono quindi la capacità di fare applicazioni che uniscono un'innovazione radicale come quella che deriva da un cambio di paradigma, con la massima continuità con il passato: una sfida paradossale!

Per fornire comunque alcune indicazioni al lettore sulle piste che si possono seguire per realizzare le innovazioni che ho prospettato, fornirò in conclusione qualche idea per quanto riguarda i sistemi informativi delle organizzazioni e i sistemi informativi dei personal computer e delle workstation.

Per quanto riguarda i sistemi informativi, i nuovi ERP, si tratta di creare sistemi modulari e perciò evolutivi, modificabili e taylorizzabili, in grado di integrare i sistemi che supportano le operazioni dell'organizzazione ed i sistemi di supporto alle decisioni e alla *business intelligence* con le reti di collaborazione e comunicazione dell'organizzazione, in accordo con il modello di impresa che ne riflette la strategia [3]. Tali sistemi sono oggi possibili perché, da una parte, il cloud computing offre una piatta-

forma di grande efficienza per i sistemi modulari e, dall'altra, le ontologie consentono un'integrazione leggera e facilmente modificabile delle componenti di un sistema informativo.

Per quanto riguarda i sistemi operativi per personal computer, il terreno sul quale sono attualmente impegnato con il progetto ITSME [4], si tratta invece di creare un ambiente per l'utente che lo aiuti a situarsi nelle storie in cui è chiamato o decide di agire ed interagire momento per momento. Il sistema deve quindi superare la metafora della scrivania per organizzarsi attorno alle storie del suo utente, creando per esse delle *venues* (dei luoghi "virtuali") in cui egli può trovare tutto quello che è rilevante in quella storia. Sono già numerosi i progetti di sistemi che, dal lato server o, meno frequentemente, dal lato client, cercano di aiutare l'utente a situarsi nel contesto in cui sta operando, per cui è probabile che presto vedremo, oltre al mio ITSME, altre proposte che si muovono in questa direzione.

5. Conclusioni

Ho cercato, in termini molto sommari, di delineare il quadro che secondo me caratterizza l'ICT in questo inizio di secolo e millennio. Non voglio opporre le mie previsioni a quelle di altri, anche perché non penso che in un campo come questo si possano fare previsioni significative. Piuttosto, trovo utile offrire ai lettori delle indicazioni sulle direzioni in cui ci si può muovere per progettare delle innovazioni promettenti. Esistono molti argomenti che aiutano a pensare che il *situated computing* possa aiutare l'informatica italiana ad uscire dal cono d'ombra in cui è finita, ma questo richiederebbe un altro discorso, per cui preferisco finire qui.

Riferimenti bibliografici

[1] De Michelis G., Cooperation and Knowledge Creation, in I. Nonaka and T. Nishiguchi (eds.): Knowledge Emergence: Social, Techni-

cal and Evolutionary Dimensions of Knowledge Creation. Oxford University Press, New York, 2001, pp.124-144

[2] De Michelis G., The Design of Interactive Applications: A Different Way – First Notes, in P: Spirakis, A, Kameas, S. Nikolettseas (editors), Proceedings of the International workshop on Ambient Intelligence Computing, Santorini (Greece), June 2003, pp. 101-114

[3] De Michelis G., Dubois E., Jarke M., Matthes F., Mylopoulos J., Schmidt J., Woo C., Yu E., A Three-Faceted View of Information Systems: The Challenge of Change, Communications of the ACM, 41.12, 1998, pp. 64-70

[4] De Michelis G., Loregian M., Moderini C., ITSME: interaction design innovating workstations, Knowledge, Technology & Policy, 22, 2009, pp.71-78

[5] IBM 5 in 5, http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibm_predictions_for_future/ideas/index.html

[6] Nonaka I., Takeuchi H. (1995). The Knowledge Creating Company. Oxford University Press, New York, 1995



Giorgio De Michelis

gdemich@disco.unimib.it

Insegna Informatica per l'Organizzazione e Interaction Design all'Università di Milano-Bicocca. Insegna anche all'Università della Svizzera Italiana a Lugano. Si occupa di ricerca nel campo delle Reti di Petri, Computer Supported Cooperative Work, Community Systems, Knowledge Management, Interaction Design.

Nel 2008 ha creato ITSME, uno spin off che ha l'obiettivo di creare un nuovo sistema operativo per workstation nella prospettiva del situated computing.

L'Infosfera: uno spazio per le tendenze in atto nel mondo ICT

Gabriele Falciassecca

Alma Mater Studiorum Università di Bologna



Abstract. L'invenzione della radio, il cui merito va soprattutto a Guglielmo Marconi, ha messo in moto un processo molto ampio la cui portata può essere valutata solo a grande distanza di tempo: ciò che se ne è originato è stato definito - dal grande massmediologo canadese Marshall Mc Luhan - "Galassia Marconi" in analogia alla già nota "Galassia Gutenberg", la cui origine è stata l'invenzione della stampa. L'invenzione primordiale ha messo in moto un'ininterrotta innovazione tecnologica che dai primi rudimentali dispositivi ci ha condotto alle valvole termoioniche, ai transistor e ai circuiti integrati della microelettronica e a una corrispondente introduzione di nuovi servizi e applicazioni che hanno trasformato il nostro modo di operare sull'informazione. Sono state inventate molte "macchine", ovvero modalità artificiali di azione sull'informazione, che hanno costruito nel tempo un ambiente a sé stante che si è posto in parallelo a quello biologico dove operano gli esseri viventi. È quello che ho definito infosfera, in contrapposizione alla biosfera la cui popolazione è invece costituita dagli esseri viventi. Di fatto oggi ognuno di noi vive contemporaneamente nella biosfera e nella infosfera, dove ci introduciamo con i vari dispositivi che accompagnano le nostre giornate. Tempi e dimensioni nell'infosfera non sono soggetti ai vincoli fisici allo stesso modo della biosfera e dunque l'interazione tra i due mondi, che è resa reale dalla presenza degli esseri umani, può creare frizioni e discrasie. Ma si generano anche meravigliose opportunità. Biosfera ed infosfera sono intimamente legate, non solo perché la prima ha generato la seconda, ma perché questa è stata costruita spesso ad immagine e somiglianza dell'altra. Il concetto di infosfera nasce da una integrazione tecnologica, avviatasi circa alla fine degli anni ottanta, ma che è diventata evidente soprattutto nell'ultimo decennio. Questa integrazione è stata preceduta da altre due, legate allo sviluppo delle telecomunicazioni che ne hanno esteso la portata pratica. In questo articolo verranno considerate le tre integrazioni sopra indicate e verranno tratte alcune conseguenze.

1. Introduzione

Ci sono invenzioni che, seppure importanti, limitano la loro influenza a un settore ben definito e altre che mettono in moto un processo molto ampio la cui portata può essere valutata solo a grande distanza di tempo. L'invenzione della radio, il cui merito va soprattutto a Guglielmo Marconi, appartiene a questa seconda categoria: il processo che se ne è originato è stato definito - dal grande massmediologo canadese Marshall Mc Luhan - "Galassia Marconi" in analogia alla già nota "Galassia Gutenberg", la cui origine è stata l'invenzione della stampa. Dal punto di vista tecnico scientifico l'invenzione primordiale ha messo in moto una ininterrotta innovazione tecnologica che dai primi rudimentali dispositivi ci ha condotto alle valvole termoioniche, ai transistor e ai circuiti integrati della microe-

lettronica e a una corrispondente introduzione di nuovi servizi e applicazioni che hanno trasformato il nostro modo di operare sull'informazione. Se dapprima la radiodiffusione e poi la televisione hanno dilatato nello spazio e compresso nel tempo la comunicazione umana, successivamente sono state inventate altre "macchine" - ovvero modalità artificiali di azione sull'informazione - che, in conseguenza dell'innovazione tecnologica, hanno nel tempo costruito un ambiente a sé stante che si è posto in parallelo a quello biologico dove operano gli esseri viventi. È quello che ho definito infosfera, in contrapposizione alla biosfera la cui popolazione è invece costituita dagli esseri viventi. Di fatto oggi ognuno di noi vive contemporaneamente nella biosfera e nell'infosfera, dove ci introduciamo con i vari dispositivi che accompagnano le nostre giornate.

Tempi e dimensioni nell'infosfera non sono soggetti ai vincoli fisici allo stesso modo della biosfera e dunque l'interazione tra i due mondi, che è resa reale dalla presenza degli esseri umani, può creare frizioni e discrasie. Ma si generano anche meravigliose opportunità perché nell'infosfera si riproducono funzioni che gli essere viventi svolgono nella biosfera, ma che le macchine possono realizzare in termini quantitativi sconvolgenti. In questo mondo artificiale, c'è poi in atto una tendenza a svolgere in modo autonomo da noi una serie di compiti, che nel tempo ci rendono sempre più dipendenti da questi robot dell'informazione.

Un aspetto tra i più rilevanti resta comunque la quantità di informazione che si riversa ogni giorno su di noi, un vero e proprio diluvio che ha capovolto i termini del problema. Se un tempo era difficile ottenere informazioni, oggi sono così tante quelle a disposizione che il problema è la selezione e l'eliminazione di quelle false. Biosfera ed infosfera sono intimamente legate, non solo perché la prima ha generato la seconda, ma perché questa è stata costruita spesso ad immagine e somiglianza dell'altra. C'è dunque un rapporto tra creatura e creatore che però non si è esaurito nell'atto iniziale ma continua sempre.

Il concetto di infosfera nasce da una integrazione tecnologica, avviatasi circa alla fine degli anni ottanta, ma che è diventata evidente soprattutto nell'ultimo decennio. Questa integrazione è stata preceduta da altre due, legate allo sviluppo delle telecomunicazioni che ne hanno esteso la portata pratica. In questo articolo verranno considerate le tre integrazioni sopra indicate e verranno tratte alcune conseguenze.

2. La prima integrazione: la multimedialità

La comunicazione a distanza è nata digitale: c'è traccia in molti antichi testi storici di modalità assai intelligenti per trasmettere a distanza un numero finito di messaggi. Con l'avvento dell'elettricità e con Morse nascono

le comunicazioni via filo, quindi, con Marconi, quelle senza filo, sempre basate su un codice di segnali finito. Con l'invenzione dei tubi elettronici nascono le comunicazioni analogiche e con esse il *broadcasting* radiotelevisivo. Ma da quando la microelettronica ha reso applicabile il teorema del campionamento, le opportunità offerte dall'altro teorema di Shannon, quello sui codici e la capacità di un canale rumoroso, hanno prodotto una spinta verso le tecniche digitali che ha portato a trasmettere nelle reti segnali dello stesso tipo indipendentemente dalla loro origine. Nel contempo, l'insieme di reti dedicate ai particolari segnali da trasmettere ha lasciato lo spazio a reti sempre più integrate, dove segnali e servizi assai diversi vengono trattati con modalità simili. Internet è naturalmente l'esempio più calzante, ma non è il solo: la terza generazione di telefonia cellulare è un altro rilevante esempio. Una fondamentale conseguenza di ciò è stata la possibilità di offrire servizi ed applicazioni innovativi da parte di soggetti diversi dagli operatori di rete, con successiva trasformazione del modello di business delle telecomunicazioni che ha messo in crisi gli operatori tradizionali. Da un lato è sorto il problema della qualità del servizio: se infatti i segnali oggi si distinguono solo sul piano quantitativo – quanti Mbit/s occorrono – le differenze nei servizi per assicurare ad ognuno la dovuta qualità toccano più nel vivo il ruolo degli operatori. Un servizio telefonico richiede il tempo reale e dunque ritardi di trasmissione assoluti dell'ordine dei decimi di secondo, mentre per una trasmissione televisiva è più importante il sincronismo tra i vari segnali che lo compongono che non il ritardo effettivo. Se poi l'utente scarica un film, le esigenze temporali sono modeste, ma l'impegno della rete è rilevante. È chiaro che se le risorse non sono infinite la necessità di far fronte a queste esigenze contemporaneamente può mettere in discussione la cosiddetta neutralità tecnologica, ovvero la trasparenza nel trasporto dell'informazione.

Se poi si considera che gli operatori devono fare continui investimenti per adeguare le loro reti mentre i fornitori di servizi come Google e Facebook (i cosiddetti *over the top*) che le utilizzano fanno il grosso dei guadagni si comprende la criticità della situazione in atto.

3. La seconda integrazione: la mobilità

Dai tempi di Marconi e Bell il cavo e la radio si sono affrontati in una continua competizione che ha visto il sopravvento ora dell'una ora dell'altra modalità di trasmissione. Significativi successi li ottenne la radio quando riuscì per la prima volta a far varcare l'Atlantico a un segnale telefonico o quando, con l'avvento dei primi satelliti, consentì le prime trasmissioni intercontinentali televisive. Oggi, con il consolidamento delle tecnologie ottiche, la superiorità di prestazioni del cavo ottico è indiscutibile, mentre la radio, oltre ad avere ancora nicchie tattiche importanti, è il padrone indiscusso delle applicazioni in mobilità. Le connessioni wireless in ambiente locale – wireless LAN – consentono una mobilità di accesso, mentre con le reti cellulari si ottiene la completa mobilità, dovunque sul globo, anche in movimento, grazie all'integrazione di tecnologie di rete e radio. Quella che fu appunto definita “la battaglia di Marconi contro Bell” si è oggi conclusa con l'individuazione di indiscutibili e ampie aree dove è superiore l'una o l'altra modalità e con l'integrazione delle tecnologie. Anche ciò ha rimescolato le carte. La televisione, tradizionalmente legata alle trasmissioni radio, tende sempre più ad essere usufruita via cavo, mentre ormai il grosso delle telefonate è originata da terminali wireless di vario tipo. Il risultato è che oggi un individuo può usufruire di servizi di comunicazione personali che tendono ad essere sempre più uniformi dovunque si trovi nel mondo. L'infrastruttura che ne è derivata non realizza il vecchio sogno della radio – comunicazione tra terminali individuali senza bisogno di infrastrutture né di regole imposte – ma nem-

meno risponde alla vecchia rigida logica del mondo dei telefoni che, potendo, avrebbe centralizzato tutto per controllare tutto.

Un retaggio delle vecchie scuole di pensiero sopravvive ancor oggi: esistono infatti due modalità per raggiungere wireless l'utente finale. La prima è usare la rete tradizionale e poi solo nella parte finale usare una connessione radio: è, per esempio, la soluzione Wi-Fi. È peraltro possibile immaginare che si progetti una rete alternativa, che ovviamente avrà la sua parte fissa, ma che nasce fin dall'inizio per offrire prestazioni di mobilità nella maniera più ampia, controllando le coperture: sono le reti cellulari, che così sono state concepite dai tempi del GSM. Oggi in alcune recenti innovazioni – vedi il concetto di femtocella – i contorni si sono sfumati, ma le due scuole di pensiero competono ancor oggi con conseguenze non banali sui modelli di business che si portano dietro.

4. La terza integrazione: le operazioni elementari e l'infosfera

Il vecchio mondo dell'Information and Communication Technology offriva ai clienti prodotti e servizi. All'interno delle reti di telecomunicazione i due concetti si sono presto integrati: il sistema telefonico veniva gestito dal monopolista come servizio, ma imponeva l'uso di terminali, che sono tipicamente un prodotto, dallo stesso noleggiati. La simbiosi tra servizio e prodotto diventò totale sicché l'hardware del prodotto rifletteva in pieno il tipo di funzione da svolgere. Nel contempo il servizio soddisfaceva un bisogno primario dell'individuo – come comunicare a distanza – e quindi si presentava come una sorta di protesi. Osservando i telefoni fino agli anni settanta, si poteva, dalle loro caratteristiche, desumere la distanza media tra bocca ed orecchio, la dimensione del dito ecc. dell'essere umano. Tutte queste corrispondenze si sono progressivamente perse e già nella seconda generazione i terminali della telefonia mobile offrivano una varietà

di funzioni integrate e si presentavano in modi assai diversi. Concettualmente per realizzare un'applicazione, termine moderno al posto di prodotto o servizio, è necessaria una base materiale (hardware) che è difficilmente modificabile. Si tratta di cavi, antenne, elettronica di base ecc. Vi è poi una parte più flessibile, che possiamo chiamare software in senso lato, che consente la generazione delle applicazioni, e allo stesso tempo ne limita la tipologia. È ad esempio il sistema operativo di PC e telefonini, la banda di frequenza a disposizione ecc.. Infine c'è il come le due precedenti risorse vengono impiegate per ottenere l'applicazione: qui serve la capacità di individuare il giusto obiettivo, compatibile con le risorse ed attuarlo in modo efficace: è il *knoware*, in cui la componente creativa e basata sull'intelligenza è fondamentale. Nel passato queste tre cose erano così legate da formare un tutto unico. Oggi i legami si sono progressivamente allentati e hanno portato alla miriade di applicazioni che sono sotto i nostri occhi. Ma per analizzare meglio questo nuovo scenario è opportuno affrontare la terza, più intrigante integrazione, che è stata resa possibile dal fatto che le modalità di trattamento di ogni tipo di informazione è oggi uniformemente basata sui chip e che la microelettronica ha reso disponibili risorse sempre crescenti che hanno abilitato la realizzazione di cose inizialmente impensabili. A questo proposito va notato che un progresso tipicamente quantitativo come è quello che secondo la legge di Moore ha interessato la microelettronica ha dato luogo, ad intervalli a priori non facilmente definibili, a step qualitativi che hanno trasformato profondamente un oggetto già esistente. Si pensi soltanto a cosa è oggi uno smartphone se paragonato ai primi telefoni GSM. Ma già prima la continua riduzione delle dimensioni aveva trasformato ad un certo punto il telefono mobile in un telefono personale, con le straordinarie conseguenze del caso.

La comunicazione di informazione (o, co-

me si usa dire tecnicamente, la telecomunicazione, per sottolineare il fatto che si intende superare anche notevoli distanze) è una delle capacità più importanti dell'"*homo sapiens*": la nostra specie ha sviluppato all'uopo il "linguaggio naturale" che è universalmente considerato un elemento decisivo per il successo nella competizione ambientale che si accompagna ad una limitata segnalazione gestuale e mimica. Sul linguaggio naturale si basa la nostra possibilità di agire efficacemente in gruppi, dote che consentì nel passato di affrontare la caccia ai grandi animali e oggi di operare in un ambiente sociale estremamente complesso e dalle molteplici interconnessioni.

Ben presto l'essere umano sentì il bisogno di estendere le proprie capacità comunicative oltre i ristretti confini che, per via sonora o visiva, gli erano imposti dalla sua natura fisico-biologica. Tentò quindi di sviluppare delle specie di "protesi" del suo apparato comunicativo, per estendere le proprie capacità. La tecnica delle telecomunicazioni nasce dunque come risposta ad un bisogno primario dell'essere umano, come un naturale potenziamento artificiale di una operazione elementare biologica, per vincere l'opposizione della distanza. Ma esistono altre operazioni sull'informazione che possono essere a questa accomunate? Se con la telecomunicazione si tende a vincere un vincolo spaziale, il parallelo più immediato è con un'operazione che consente di superare il vincolo del tempo: la memorizzazione. In effetti potremmo dire che il tempo nasce, per l'uomo come per le macchine, con la memoria, come si vedrà più avanti. Fin dai primi disegni sulle pareti delle caverne si riconosce, oltre al tratto artistico primitivo, la volontà di preservare per future generazioni l'organizzazione della caccia o gli usi del gruppo. Tavole, papiri, libri, stampa sono tutti mezzi artificiali per immagazzinare un'informazione ritenuta importante, per se stessi o per altri. Straordinaria è quindi l'importanza di questa operazione che consente all'uomo di comuni-

care con i suoi simili, oltre la morte individuale, vincendo le barriere del tempo.

Si può anche osservare come la memorizzazione artificiale, ad esempio tramite la scrittura su carta, è la base di un sistema di telecomunicazione, come quello postale. In effetti nella memorizzazione si riconosce questa funzione di supporto e conservazione che consiglia di trattare questa operazione diversamente dalla telecomunicazione e dalle altre operazioni elementari che si definiranno, nonostante la sua indubbia rilevanza. È indubbio che senza memorizzazione e senza le tecnologie che l'hanno sviluppata nelle macchine ben poco si potrebbe fare di elevato. Tuttavia ad essa si richiede non di operare sull'informazione, ma di mantenerla intatta, di renderla disponibile all'occorrenza in modo rapido. Ecco quindi perché verrà trattata a parte.

Sempre partendo dal parallelo biologico, un'ulteriore operazione elementare fondamentale è l'acquisizione dell'informazione. Di fatto essa ha segnato il passaggio tra vivente e non vivente: il più infimo degli esseri viventi è in grado di relazionarsi con l'ambiente, seppure nelle forme più elementari, quanto meno per metabolizzarne una parte. Tornando all'uomo, esso è indubbiamente dotato di un grande numero di sensori in grado di reagire a variazioni di molteplice natura (ottica, sonora, chimica ...). Successivamente però egli opera una sofisticata elaborazione degli stimoli primari, che lo mette in grado di sfruttare l'informazione acquisita ai fini della sopravvivenza immediata, oppure per prendere decisioni sul comportamento futuro: si consideri, come esempio fra i tanti, il processo della visione che porta ad una rappresentazione assai accurata del mondo esterno, tramite la quale siamo fra l'altro in grado di riconoscere persone e cose già incontrate. Anche queste due operazioni elementari, cioè acquisizione ed elaborazione, hanno la loro versione artificiale, ancora una volta nata inizialmente come protesi per il potenziamento delle capacità biologiche.

Sia in campo biologico che per i sistemi artificiali si può stabilire un'analogia tra le operazioni elementari sull'informazione ed altre tipiche attività umane. L'informazione è come una preziosa materia prima¹ che viene estratta, a volte assai faticosamente, dall'ambiente circostante (Acquisizione); può poi essere utilizzata per produrre manufatti, oggetti dall'aspetto ben diverso rispetto all'originario materiale (Elaborazione). A tal proposito il prodotto ultimo dell'elaborazione è una "decisione", cioè qualcosa che "va verso l'ambiente" con l'intento di modificarlo fisicamente in qualche modo o comunque di reagire ad esso. È quindi ben differente dall'informazione, che dall'ambiente² proviene. In forma grezza o più o meno elaborata, l'informazione può essere comunicata; ciò corrisponde alla funzione di trasporto, distribuzione, scambio (Telecomunicazione). Inoltre è noto che per materie prime e manufatti occorre disporre di magazzini (Memoria): senza di essi non si conserva ciò che si è ottenuto, ma lo scopo primario di questa operazione è il mantenimento di tutte le caratteristiche utili senza apportare modifiche.

Tornando alle operazioni sull'informazione e alle loro variazioni artificiali, ognuna di esse dà valore aggiunto. L'acquisizione fornisce il materiale di base su cui operare; l'elaborazione lo trasforma, fino al limite, alla decisione; la comunicazione, ovvero la possibilità di stabilire flussi di informazioni tra parti diverse di un sistema artificiale o tra esseri viventi è alla base della nascita di strutture complesse il cui comportamento non è facilmente prevedibile a partire dai costituenti elementari.

Ognuna delle operazioni elementari, pur

.....
¹ Il paragonare l'informazione, entità immateriale, ad una materia prima può generare perplessità. Non c'è dubbio peraltro che la nostra civiltà ha bisogno di informazione quanto di ferro, rame, energia e che sul costante aumento del consumo dell'informazione è oggi basato lo sviluppo della più recente forma di società umana. In questo senso va contenuto il paragone senza la pretesa di dare risposta in questa sede alla domanda: cosa è l'informazione?

² Qui ambiente va inteso in forma del tutto generale, includendo esseri viventi, mondo materiale ecc..

definibile a partire da una funzione biologica, ha conosciuto e conosce la sua versione artificiale, che l'uomo ha inventato per potenziare le proprie capacità nelle varie direzioni. È interessante notare che a lungo gli sviluppi delle tre operazioni si sono mantenuti distinti, in questo ben conformandosi all'iniziale concetto di protesi che ne aveva caratterizzato l'introduzione. Sul piano poi dell'importanza per le varie forme di società succedutesi sul pianeta, la telecomunicazione è stata certamente la prima delle tre ad essere rilevante; in effetti esse hanno acquisito reale importanza nel tempo in un ordine che è opposto a quello più plausibile sul piano biologico, dove la necessità di acquisire informazione è primaria, segue quella di elaborarla ed infine di comunicarla.

Nelle telecomunicazioni, con il passare del tempo, si sono sviluppati nuovi servizi, sempre più efficienti nel trasporto a distanza e con la capacità di operare su informazioni di livello sempre più alto. Così il telefono e poi la radio hanno direttamente esteso l'ambiente comunicativo del linguaggio naturale e la televisione ha fornito all'umanità il potere di diffondere informazioni in forma di immagini in movimento.

I vari servizi sorti possono essere ordinati in senso di crescente funzionalità, considerando sia il tipo e la quantità di informazione su cui operano, sia la loro rapidità nel superare i vincoli di spazio. Così il telefono può collocarsi su un asse più lontano dall'origine di quanto non sia il telegrafo o il telex, poiché opera direttamente sul linguaggio naturale; ma più avanti ancora è la radio, servizio diffusivo non limitato dal vincolo spaziale della presa telefonica e, oltre ancora, la televisione che, trasmettendo immagini, opera su informazioni a più alto livello. Tutto ciò è schematicamente rappresentato nella figura 1.



Fig. 1 Asse dei sistemi di telecomunicazione

In tutti i servizi citati, che sono di tecnologia di crescente sofisticazione si riconosce la presenza di elaborazione negli apparati terminali: essa è però strettamente funzionale allo scopo di trasmettere una certa informazione e di renderla poi fruibile da parte dell'uomo. Essendo il trasporto basato sull'uso di onde elettromagnetiche è stato necessario sviluppare opportuni "trasduttori" (elettro-acustici, elettro-ottici ecc.) in grado di trasformare l'informazione in segnale elettrico e viceversa. Queste operazioni, nei sistemi di telecomunicazione, non avevano e non hanno nessuno scopo di acquisizione diretta dell'informazione, sebbene la stessa tecnologia metta oggi in grado di realizzare anche dei veri sensori. Analogamente ogni elaborazione mirava di solito alla semplice estrazione efficiente del contenuto informativo. Tipico esempio è costituito dai filtri, organi deputati alla eliminazione del rumore quanto più è possibile. Si può quindi sostenere che l'unica operazione veramente svolta in forma artificiale sia stata ed è, per questi servizi, il trasporto a distanza, risultando di fatto concettualmente inessenziale l'elaborazione e di diretta responsabilità umana l'immissione dell'informazione.

Si conferma quindi che per caratterizzarne le proprietà di fondo sia sufficiente un unico asse di riferimento. Anche il percorso seguito dall'elaborazione è molto simile. Molte macchine ingegnose furono inventate per facilitare soprattutto il calcolo. Il progresso dell'hardware (circuiti elettronici) e del software (programmi) ha consentito alle nuove generazioni di macchine di trattare dapprima dati, poi informazioni, ed infine conoscenza (informazioni e metodi di elaborazione congiuntamente). Per lungo tempo ogni elaborazione cominciava e finiva nel medesimo ambiente e le informazioni venivano direttamente immesse da operatori umani tramite terminali, cioè in forma direttamente strutturata per l'uso da parte del calcolatore. Si può quindi ritenere che queste macchine abbiano semplice-

mente svolto, in forma via via più potente, l'operazione di elaborazione.

In effetti, con l'aumentare della potenza di calcolo della singola macchina, si aprì il problema di consentirne un adeguato sfruttamento e quindi di dotarla di mezzi di accesso a distanza. Si potrebbe quindi arguire che da un certo momento in poi si sono combinate le operazioni di elaborazione e telecomunicazione. In realtà, per un lungo periodo, il fatto che gli utenti fossero disseminati in una stanza, un edificio o una città è stato influente per lo svolgimento dell'elaborazione: si era semplicemente allontanato un terminale di input/output. Così come al sistema telefonico progettato per le comunicazioni vocali non si erano richieste modifiche di funzionamento di una qualche rilevanza, se non l'adozione di un'interfaccia numerica (modem). Si trattò praticamente di una prima giustapposizione di due operazioni elementari, senza una vera interazione tra le tecnologie, o come si usa dire, senza una vera "sinergia" che facesse comparire qualcosa di nuovo o negli apparati o nel modo di usarli. L'avvento dell'informatica distribuita ha modificato profondamente questo stato di cose. Oggi il concetto di "cloud computing", comunque lo si voglia declinare, è basato su una integrazione indissolubile di comunicazione ed elaborazione.

Fino a quando però questo fenomeno non si è manifestato, i vari elaboratori potevano essere collocati su un asse come quello già introdotto per le telecomunicazioni, in ordine crescente in base alla loro velocità di calcolo, memoria ecc.. Su questo asse, proprio della Elaborazione possono essere collocate le varie generazioni di elaboratori centrali.

Un terzo asse si rende inoltre necessario per la presenza di un processo artificiale di acquisizione dell'informazione. Per lunghissimo tempo le circostanze nelle quali l'uomo ha utilizzato un mezzo artificiale per procurarsi informazioni direttamente sono state rare e occasionali, ancorché di estrema utilità spe-

cifica. Date le sue grandi capacità percettive egli ha solitamente proposto se stesso come strumento principe di questa operazione, lasciando tutt'al più alla tecnologia il compito di migliorare le capacità sensoriali elementari attraverso l'uso di "protesi" in senso tradizionale (occhiali, cornetto acustico, cannocchiale, microscopio ...). Si può cominciare a parlare di acquisizione diretta dell'informazione con la comparsa di strumenti scientifici in grado di rivelare "entità" non direttamente captabili, come onde elettromagnetiche, sensori all'infrarosso o agli ultrasuoni ecc.. Per un certo periodo però questi sistemi artificiali non hanno avuto grande impatto sulla società se non molto indirettamente, cioè attraverso l'uso che ne facevano gli specialisti. Un po' come i sensori primordiali utilizzati in guerra o nella caccia per rendere manifesto il passaggio di animali o nemici. Si può affermare che l'uomo ha mantenuto assai a lungo il diretto controllo della acquisizione dell'informazione e dell'interpretazione dell'ambiente; alla tecnologia non veniva quasi mai demandato un compito di completa sostituzione dell'intervento umano, senza possibilità di controllo prima di prendere decisioni.

È stato con l'avvento del RADAR e di altri moderni sensori acustici, ottici, a infrarossi, ecc., che, in tempi assai recenti, l'uomo si è messo nella posizione di farsi fornire da una macchina una informazione di cui non poteva avere nessun tipo di controllo diretto. Ciò accade ad esempio per il RADAR, perché l'oggetto da individuare è estremamente lontano, ma anche perché il metodo scelto per l'avvistamento è assolutamente al di fuori delle capacità percettive umane, trattandosi di uno strumento basato sull'uso di onde elettromagnetiche fuori dalla zona del visibile. Non solo, ma i tempi di utilizzo dell'informazione acquisita non consentono nessun riscontro alternativo. In tali casi l'attendibilità dell'informazione acquisita risiede nella capacità tecnica di dominare il fenomeno fisico. Anche

nel caso, ad esempio, di sensori all'infrarosso, l'uomo controlla solo la fase di messa a punto o taratura, dopo di che è costretto a prendere per valida ogni segnalazione: il controllo successivo, effettuato per esempio da sorveglianti, ha le caratteristiche più di un intervento operativo che conoscitivo. Si dimensiona il sistema in modo da avere un tasso di errore, o di mancata segnalazione, accettabile e ci si rassegna (come nel caso del RADAR) a pagare le conseguenze di una errata acquisizione dell'informazione.

Anche per le macchine che operano una semplice acquisizione di una informazione elementare si può introdurre un asse dove collocarle in ordine di funzionalità crescente.

Ma è necessario a questo punto affrontare il tema di fondo: l'integrazione tra le varie operazioni. L'uomo, in forma biologica le integra da sempre. Si pensi ad esempio all'elaborazione degli stimoli dei due occhi che consente l'estrazione di una informazione di profondità, inesistente nei singoli flussi informativi oculari. Questo è un tipico esempio di obiettivo raggiungibile solo facendo operare congiuntamente due funzioni. Altro esempio è il riconoscimento di un amico anche al telefono tramite la comunicazione di

ricordi comuni ecc.. Di fatto nella propria attività l'uomo integra le tre operazioni elementari e, per lungo tempo, ha anche rappresentato il tramite per connettere le medesime operazioni quando svolte da macchine. Ma sotto i nostri occhi vi sono macchine che operano integrando due o anche tre operazioni assieme in vista di

un obiettivo originale: è dunque opportuno affrontare il tema dell'integrazione nell'ambito dei sistemi artificiali, con riferimento alle tecnologie sviluppate e al loro uso.

Una sintetica rappresentazione della situazione si può avere con l'introduzione di uno spazio cartesiano dove le tre operazioni sono le coordinate degli assi e dove ogni applicazione o sistema viene collocato in relazione all'utilizzo che fa delle stesse (fig. 2).

Questo ambiente può essere denominato infosfera e rappresenta il luogo dove si collocano le macchine che operano sull'informazione. Si intreccia e si contrappone con la biosfera, che è l'ambiente nel quale operano gli essere viventi, che sono i soli, oltre alle macchine che hanno creato, ad operare sull'informazione. Si può notare come i sistemi più tradizionali si collocano sugli assi, a riprova del fatto che usano solo una operazione. Quelli più moderni sono nei piani, o si librano nello spazio. Il loro operare è dunque un intreccio indissolubile di due o tre operazioni e la loro missione non si raggiunge attraverso una giustapposizione di operazioni, ma intrecciandole. Sullo sfondo si vedono applicazioni che già esistevano al momento in cui per la prima

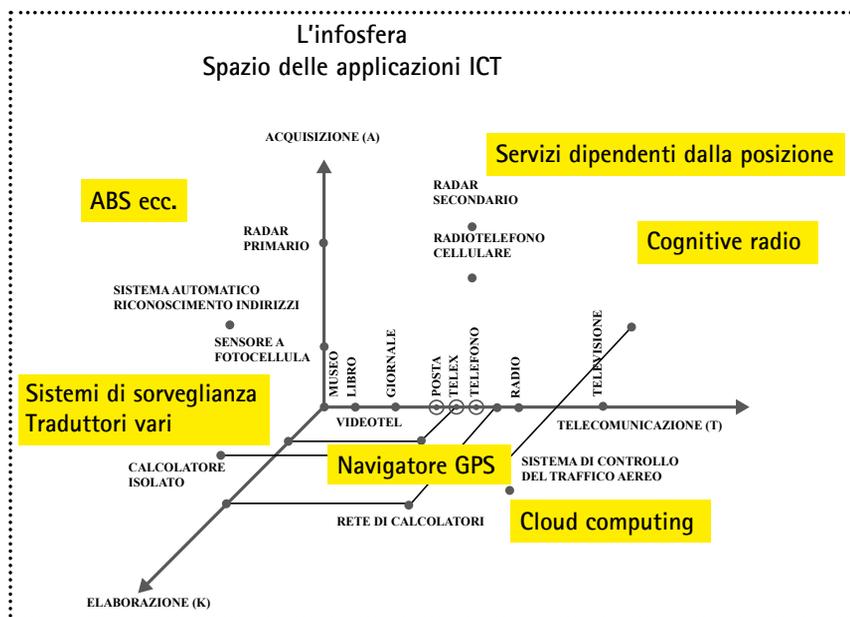


Fig. 2 L'infosfera

volta ho usato questa modalità di analisi (G. Falciasacca- “Non spegnete la luce” – Ed. Esculapio 1992). Più in evidenza quelle più recenti. Per brevità sottolineo solo il cloud computing e il Navigatore GPS che sono esempi di integrazione completa delle tre operazioni e il piano di acquisizione ed elaborazione dove si collocano molte applicazioni altrimenti definite di intelligenza artificiale come il riconoscimento di persone ostili in un ambiente, o la traduzione automatica ecc.

5. Alcune conseguenze

Con la presenza di macchine che operano su tre assi, si è accentuata la possibilità di concepire applicazioni sempre più creative e slegate dalla sfera biologica: non sono più protesi. In contemporanea, è ora assai più difficile prevedere se un’applicazione potrà avere successo, perché legata non tanto al comportamento del singolo, che l’evoluzione culturale ha reso stabile da un milione di anni, ma a come la collettività si organizza dal punto di vista produttivo, sociale, politico, ludico ecc. Ciò che dunque accade è che il progettista mette sul mercato un’applicazione e poi, a posteriori, si vede se questa ha le caratteristiche adatte per avere successo per la massa o una nicchia di mercato. Esattamente ciò che accade nel campo della evoluzione biologica. Inoltre queste esigenze sono meno stabili nel tempo e per converso la comparsa di nuove applicazioni è rapidissima. Da qui un’accelerazione della scala dei tempi che porta a durate limitate di vita di prodotti e all’ingordigia nello sfruttamento di un risultato positivo nel timore che possa durare poco. Aumenta il rischio ma aumenta la possibilità di guadagno in una competizione che si fa sempre più globale e senza esclusione di colpi.

Nel vecchio mondo analogico l’uomo manteneva il controllo della attuazione che era una conseguenza del processo informativo effettuato. Oggi alle macchine sono direttamente collegati attuatori o sistemi che rendono

definitiva una decisione, che si tratti di una risposta ad un attacco o il semplice riconoscimento di dati biometrici. Non è una novità assoluta: si è già citato il caso del RADAR. Si sposta quindi il controllo dalla fase diretta al progetto e al monitoraggio di corretto funzionamento. Quando le macchine sono in una rete globale l’effetto cumulativo non aumenta linearmente poiché le macchine stesse si influenzano l’una con l’altra: si pensi ai vari calcolatori che in giro per il mondo decidono se vendere o comprare titoli sulla base di programmi spesso assai simili, per cui una ondata di vendite o altro si propaga e si amplifica in tutto il mondo.

La biosfera e l’infosfera si intrecciano nello spazio reale e nel tempo. Dunque è possibile influenzare ciò che accade nell’infosfera da parte degli uomini che vivono nella biosfera. In particolare è possibile introdurre degli elementi di valore che correggano una evoluzione che altrimenti potrebbe portarci là dove non vogliamo. Nella evoluzione biologica non esiste “il valore” nel senso che la specie più adatta a sopravvivere prolifera a prescindere da ogni altra considerazione. Un esempio: se lo spettro radioelettrico è considerato un bene scarso, e dunque ha per noi valore, conviene privilegiare gli standard che lo usano in modo più efficiente, anche se costano di più e dunque un mercato totalmente libero potrebbe preferire soluzioni più economiche. Ma se a comunicare in modo artificiale oggi più che mai sono le macchine, esse comunque hanno dietro esseri umani e quindi producono reti che fanno crescere in modo esponenziale anche i comportamenti delle masse: gli eventi nel Nord Africa come il movimento degli Indignados ne sono un chiaro esempio.

L’effetto scardinante sulla politica si è già manifestato nel nostro paese. Si dirà che le masse sono sempre state influenzate dal politico tramite radio o televisione ed è vero. Oggi però non è impossibile immaginare che una rete di supporto venga progettata e messa

in campo per recuperare adesioni con limitato intervento umano e certamente senza la necessità che il politico di turno se ne occupi minimamente. E non è solo l'amplificazione del volantinaggio, che era palese e limitato. Obama ha fatto credere a milioni di persone che erano davvero entrate in contatto con lui.

6. Conclusioni

La conclusione è semplice quanto antica: ogni tecnologia amplifica ed accelera, e ciò basterebbe per creare problemi, ma cambia anche il nostro modo di vivere. Le tecnologie dell'ICT cambiano anche il nostro modo di pensare in una maniera diretta, rapida ed amplificata. A maggior ragione dunque vanno usate responsabilmente e quindi la biosfera deve assumere la piena responsabilità dell'infosfera. Rifacendomi allora a chi è stato in buona parte responsabile di tutto ciò chiudo con una citazione riportata nella figura 3 che è una sintesi perfetta anche del mio pensiero.



Gabriele Falciasacca

gabriele.falciasacca@unibo.it

Professore ordinario di materie di elettromagnetismo presso l'Università di Bologna ha insegnato anche in corsi

legati alle telecomunicazioni. Si è occupato principalmente di comunicazioni mobili e su portante fisico. È autore di circa 200 articoli pubblicati per lo più in riviste e atti di congressi internazionali. Ha ricoperto ruoli in senato accademico e come direttore di dipartimento (Elettronica Informatica Sistemistica). Presidente della Fondazione Marconi si è occupato anche di storia delle telecomunicazioni e di divulgazione scientifica. Ha realizzato il Museo Marconi presso la Villa Griffone. Ha svolto attività di consulenza industriale ed è oggi anche presidente di Lepida, la società di telecomunicazioni degli enti pubblici dell'Emilia-Romagna.



Fig. 3 Frase autografa di Guglielmo Marconi

Archeologia Virtuale Online

Bruno Fanini¹, Luigi Calori², Guido Lucci Baldassari¹,
Sofia Pescarin¹

¹ CNR, ITABC Istituto per le tecnologie applicate ai beni culturali,

² CINECA



Abstract. L'articolo presenta alcune problematiche e potenzialità dell'utilizzo del web per pubblicare paesaggi tridimensionali ricostruiti, navigabili in tempo reale e connessi a database, con particolare riferimento al settore dell'Archeologia Virtuale. Dopo una breve disamina delle necessità del settore archeologico rispetto all'utilizzo della rete, vengono descritte le difficoltà incontrate durante lo sviluppo di applicazioni real-time e viene indicato l'approccio seguito per superare tali difficoltà e il *workflow* di lavoro scelto. La quantità di dati, anche se processati tramite strumenti di ottimizzazione e di decimazione dei poligoni, risultano di ingenti dimensioni tanto da richiedere l'implementazione di tecniche avanzate di paginazione, streaming e livelli di dettaglio, per permettere sia l'esplorazione che la fruizione remota in tempo reale sul web. L'approccio seguito è stato quello di scegliere e utilizzare una libreria open source per la gestione di grafi di scena con sufficienti performance e flessibilità per l'adattamento al web, sviluppando e fornendo un plugin per il browser: OSG4WEB.

1. Introduzione

Negli ultimi anni sta emergendo un crescente interesse verso l'archeologia virtuale, tanto da dare l'avvio ad un vivo dibattito sulla sua eventuale integrazione nei curricula accademici, elevandola a disciplina [6]. Nell'ambito di tale dibattito, l'archeologia virtuale si configura come una disciplina attraverso cui ricostruire e visualizzare dati archeologici. Attraverso la costruzione di modelli e simulazioni è possibile ricreare il nostro processo cognitivo sul passato e permetterne la fruizione anche ad altri utilizzando un sistema di presentazione interattivo. Le ricostruzioni 3D e i mondi virtuali creati da tale processo ci permettono anche di testare in maniera visiva più completa informazioni complesse, ridefinendo gli obiettivi della ricerca stessa. Rimangono aperte alcune questioni: come realizzare un modello virtuale archeologico accurato partendo da dati reali? Come comunicare in maniera appropriata la ricostruzione ad un pubblico, utilizzando la rete, soprattutto nei casi in cui la ricostruzione si basi su dati frammentari? Quale rapporto esiste tra realismo e realtà e come evidenziarlo nel processo digitale? All'interno dell'archeologia virtuale emergono due componenti e due

approcci: uno connesso alla ricerca e l'altro alla comunicazione. Il processo digitale che sta alla base di tale disciplina infatti si basa sui risultati della ricerca (archeologica, storica, ambientale ecc.) e fa uso di un canale di comunicazione, basato su strumenti di visualizzazione e spesso di interazione, rivolti in prima battuta ad un gruppo ristretto di utenti esperti che hanno determinate necessità che si possono riassumere nell'interesse per la creazione di simulazioni e di ambienti condivisi di lavoro. Gli strumenti interessanti per tale comunità sono quelli che consentono di connettere modelli 3D e altri *asset* digitali multimediali a database alfanumerici, creare ambientazioni 3D basate su dati reali (*reality-based modelling*), confrontare diversi modelli tra di loro, esplorare in maniera completamente libera, interattivamente, ambienti 3D complessi, editandoli e consentire lo scambio di dati e informazioni durante la fase di interpretazione. In tale primo caso vengono preferiti percorsi interattivi, aperti, condivisi, caratterizzati dall'accesso a tutte le informazioni. Parimenti emerge la necessità di raggiungere un tipo di utenza più ampia non esperta. Questo gruppo di utenti richiede l'utilizzo di diversi media comu-

nicativi incentrati sulla narrazione, di strumenti lineari (video) o interattivi ma caratterizzati da un numero limitato di scelte o da percorsi guidati. I due approcci, rivolti alle due tipologie di utenti, hanno un punto di riferimento in comune, ovvero gli asset digitali. A partire dagli stessi dati acquisiti, modellati, ricostruiti, ottimizzati, vengono sviluppate applicazioni che possono rispondere ai diversi requisiti e necessità posti dalle due comunità.

2. Mondi virtuali online con OSG4WEB

Nell'ambito della visualizzazione e fruizione di contenuti 3D ed ambienti virtuali sul web all'interno di un browser, non è attualmente disponibile una soluzione che sia stata largamente adottata tale da diventare uno standard *de facto* fornendo una controparte 3D ben definita all'HTML. Durante lo sviluppo di un plugin 3D orientato al web, che permetta di aprire una "finestra" nel browser su un mondo virtuale, abbiamo quindi preso in considerazione diversi parametri sia qualitativi che quantitativi, in particolare:

- *performance di rendering*: qualità visiva e fluidità durante la visualizzazione di paesaggi di grandi dimensioni;
- *performance di rete*: tempo di attesa per una visualizzazione ottimale dei dettagli e carico di lavoro sulla banda;
- *distribuzione*: quanto semplice sia distribuire la piattaforma sui browser web attuali e quale hardware sia necessario.



Fig. 1 FrontEnd di OSG4WEB

Per realizzare questo tipo di esplorazione real-time completa dell'ambiente virtuale 3D, è stato quindi sviluppato e notevolmente esteso il precedente progetto open source OSG4WEB: un plugin basato sull'efficiente framework OpenSceneGraph, utilizzato in precedenza per il progetto Virtual Rome [9] che permetteva di inserire un componente di visualizzazione 3D all'interno di una pagina web. A partire da questa prima versione [3] sono stati implementati e introdotti nel corso del progetto *Aquae Patavinæ VR* una maggiore portabilità (Windows e MacOSX), una maggiore robustezza e una maggiore usabilità dell'interfaccia utente oltre a maggiori sviluppi su navigazione ed effetti grafici. Per conservare una fluidità accettabile sono state riscritte, ottimizzate e migliorate diverse funzionalità internamente al cuore del plugin. In questa ottica, i tre obiettivi principali sui quali abbiamo focalizzato lo sviluppo del plugin sono stati:

- *multi-risoluzione*: rappresentazioni dei modelli e della realtà virtuale con diversi livelli di dettaglio e multi-scala, cruciale per contesti di archeologia virtuale per la fruizione del micro e macro dettaglio;
- *esplorazione e interazione*: navigazione avanzata, realistica e soddisfacente per l'utente con possibilità di integrazione con interfacce naturali e interazioni avanzate con il virtual world;
- *fruizione online*: ottimizzazione, paginazione e gerarchie utilizzate su enormi database per la fruizione remota dei contenuti.

Comportamenti specifici nel plugin OSG4WEB come la modalità *walk* e altre complesse funzionalità di navigazione, sono stati ampiamente rivisitati: l'esplorazione è stata arricchita con effetti di Fisica come attriti e adattamento a superfici, oltre a un nuovo sistema di collisioni. Alcune recenti novità nel framework di OpenSceneGraph hanno permesso inoltre l'implementazione di

algoritmi efficienti per illuminazioni avanzate e ombre real-time, in particolare con supporto ad ambienti virtuali molto vasti utilizzando di base l'approccio multi-risoluzione e un buon livello di personalizzazione. La piattaforma fornisce due strumenti che nelle intenzioni dovrebbero servire a rispondere alle necessità degli utenti sopra descritti: un *BackEnd* (gestione della scena, ad accesso ristretto) e un *FrontEnd* (il *canvas* di visualizzazione 3D ad accesso pubblico, *fig. 1*).

3. Aquae Patavinae VR

Per meglio illustrare i due tipi di approcci viene di seguito riportato il caso di studio Aquae Patavinae VR [8], dedicato al paesaggio termale di un territorio nei pressi dei Colli Euganei (Montegrotto, PD) recentemente presentato alla mostra ArcheoVirtual 2011 [10]. Il progetto è stato finanziato dalla Regione Veneto e dal MIUR e coordinato dal Dipartimento di Archeologia dell'Università di Padova, in collaborazione con la Soprintendenza Archeologica del Veneto. In Aquae Patavinae VR gli asset, prodotti seguendo flussi di lavoro differenti (*reality-based modelling* e *non-reality-based modelling*), sono stati composti all'interno di una sezione BackEnd accessibile esclusivamente agli specialisti. Una versione del mondo 3D viene poi pubblicata per essere accessibile all'interno di un ambiente VR, a-

perto a tutti ed esplorabile su un browser tramite il plugin OSG4WEB.

A partire da un *concept* di base frutto di vari *brainstorming*, il lavoro, che ha coinvolto diverse figure professionali, è iniziato con l'acquisizione 3D del paesaggio e dei siti archeologici di primaria importanza che sono stati poi ricostruiti in 3D (modelli dei siti, modelli procedurali degli edifici della città, terreno 3D, vegetazione), attraversando successive fasi di ottimizzazione e preparazione dei dati per il web, fino alla pubblicazione del virtual world online (*fig. 2*). Le problematiche principali che sono state affrontate durante le fasi di modellazione e creazione degli asset in vista della pubblicazione sul web sono state:

- streaming del modello di un terreno di grandi dimensioni;
- visualizzazione della città (modelli 3D di diversi edifici) attuale di Montegrotto;
- gestione di modelli 3D di dimensioni troppo grandi nonostante decimazione poligoni;
- gestione della scena da remoto;
- gestione del realismo e interazione utente con il *virtual world* di Aquae Patavinae.

4. Ottimizzazione dei modelli 3D

Nell'ambito del progetto Aquae Patavinae, i modelli 3D da gestire online sono stati principalmente:

- modelli 3D del terreno (a partire da dati GIS);

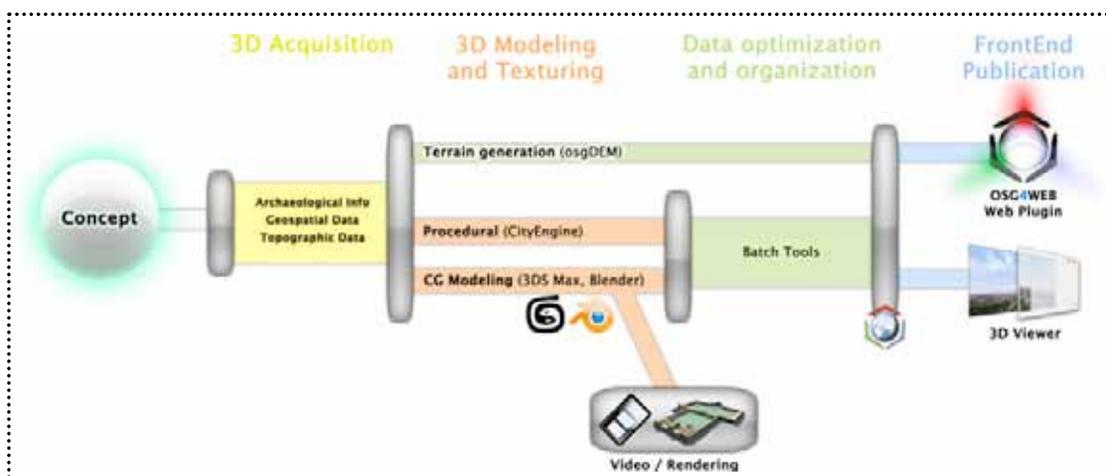


Fig. 2 Schema del workflow adottato

- modelli 3D procedurali della città attuale (circa 6000 edifici comprensivi di case, appartamenti, condomini, hotel, ecc.): si tratta di modelli piuttosto schematici e semplici;
- modelli 3D in computer grafica relativi alle ricostruzioni delle fasi antiche dei siti archeologici a partire dai dati di scavo: si tratta di modelli più complessi ma realizzati a diversi livelli di dettaglio;
- modelli 3D *reality-based* ottenuti tramite acquisizione sul campo (sia *Image Based* che *Range Based*): si tratta di modelli estremamente complessi caratterizzati da mesh di diversi milioni di poligoni;
- oggetti e componenti 3D legati all'interfaccia grafica.

Per quanto riguarda le soluzioni adottate per la gestione del terreno, sono stati utilizzati alcuni strumenti come *osgDem*, forniti dalla piattaforma *OpenSceneGraph*, per la generazione di terreni paginati in porzioni (*tiles*) organizzate in una gerarchia *quad-tree*. Nel caso di Montegrotto si tratta di circa 70.000 *tiles* da 200 Kb in media, ottimizzate su geometria e texture, fornendo quindi un buon compromesso tra qualità e dimensione per lo streaming spaziale su richiesta delle porzioni. La città di Montegrotto consiste di circa 6.000 edifici prodotti dal software *CityEngine*, che sono stati poi importati e ri-organizzati in *cluster* da alcuni strumenti di BackEnd sviluppati appositamente per la generazione di gerarchie paginate ottimizzate (fig. 3).

Gli altri dati hanno richiesto una prima fase di ottimizzazione per il real time che ha seguito alcuni accorgimenti: ogni modello proveniente sia dalla scansione laser che diretta-

mente dal software di modellazione è stato decimato e suddiviso in piccole porzioni per uniformare il carico di rete e riorganizzato secondo gerarchie bilanciate. Le *texture* sono state ulteriormente trattate e organizzate in *atlas*, completi di informazioni colorimetriche e *ambient occlusion*.

5. BackEnd e gestione dei dati remoti

Rispetto al componente FrontEnd, responsabile dell'inizializzazione del plugin OSG4WEB e della visualizzazione pubblica del mondo virtuale, il BackEnd di OSG4WEB rappresenta un insieme di servizi web installati su una macchina server, utilizzabili da un team ristretto, dotato di opportune credenziali (username e password) e accessibili da un qualunque browser. Il BackEnd funziona come gestore della scena: tra i servizi vi è infatti un semplice CMS basato su MySQL, che il team di progetto può utilizzare per accedere ad un database che gestisce i dati della scena. Qui infatti è possibile configurare e organizzare il grafo del mondo virtuale compresi la lista dei modelli 3D geo-localizzati, terreni disponibili, *tooltip* visibili agli utenti nel componente FrontEnd e inserendo informazioni aggiuntive (metadata) associate ai modelli 3D. I servizi web associati si occupano poi della generazione del nodo radice di scena e dello streaming dei dati 3D, fruibili da un FrontEnd remoto. Nel caso del progetto qui descritto di *Aquae Patavinae*, dopo opportuni test è risultata molto efficiente e portabile la soluzione del server virtuale, dimostrando ottimi vantaggi sulla portabilità e mantenimento del sistema.



Fig. 3 Struttura *quad-tree* del terreno e generazione della gerarchia OSG per la città attuale di Montegrotto

6. Realismo, Esplorazione e Interazione

Il progetto ha richiesto uno sviluppo specifico per quanto riguarda il realismo, la qualità e l'usabilità dell'esplorazione e interazioni avanzate dell'utente. Diverse tecniche sono state implementate all'interno del plugin in modo da massimizzare la qualità percettiva preservando una fluidità accettabile anche su sistemi non recenti. Alcuni di questi sviluppi hanno permesso l'implementazione di tecniche di illuminazione avanzate (fig. 4), con supporto al *self-shadowing* su mondi virtuali molto ampi come quello di *Aquae Patavinae*, illuminazione volumetrica (ad esempio vapori negli interni delle ricostruzioni delle vasche termali) e supporto ad ambienti dinamici e animati. L'utente ha inoltre la possibilità di interagire con la sorgente di luce in tempo reale, impostando diverse condizioni di illuminazione.

Il sistema di navigazione è stato ampiamente rivisitato e ulteriormente sviluppato, fornendo all'utente diversi moduli separatamente attivabili che permettono l'adattamento al mondo virtuale simulato, gestione di collisioni, gravità, attriti e vincoli di esplorazione. Per quanto riguarda le interazioni, durante lo sviluppo di *Aquae Patavinae*, è stata aggiunta la possibilità di gestire nodi speciali chia-



Fig. 4 Ombre in tempo reale nella Villa di via Neroniana ricostruita e illuminazione volumetrica dei vapori nella vasca tonda (Via Scavi)

mati *ActionNodes* in grado di generare eventi all'interno del virtual world. Ogni nodo nella scena (un qualsiasi modello, icona, hotspot, pin, etc..) è infatti in grado di incapsulare uno o più comandi che vengono eseguiti quando l'utente vi interagisce. Questo approccio inoltre supporta la possibilità di invocare altri *ActionNodes*, consentendo una modularizzazione precisa e razionale del grafo di interazione (fig. 5) permettendo anche chiamate in cascata. Nel progetto *Aquae Patavinae*, questa struttura ha dimostrato diversi vantaggi, consentendo un altissimo livello di flessibilità e adattabilità ai cambiamenti via via richiesti dal

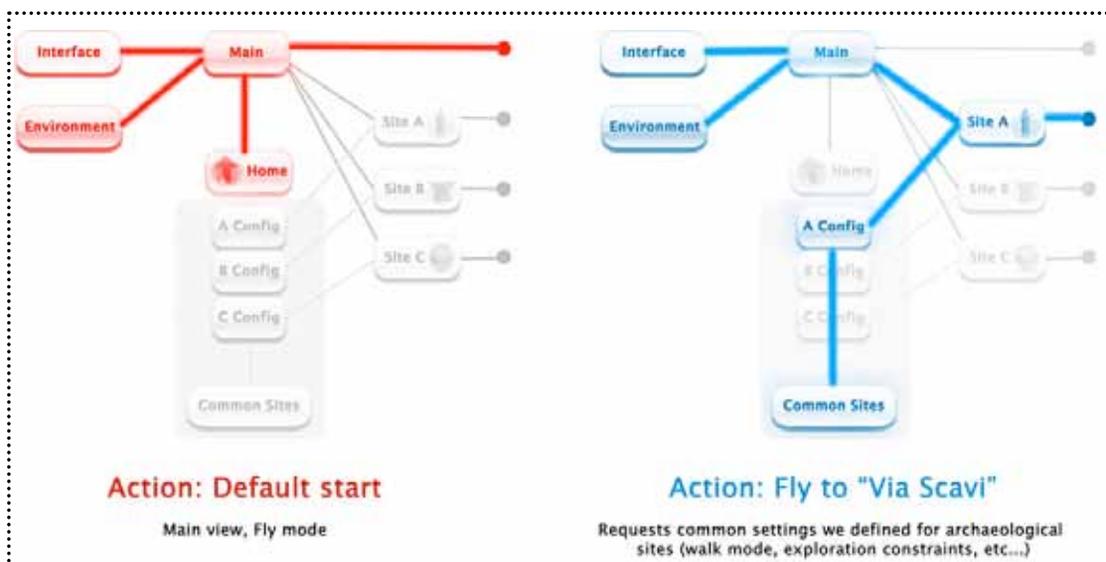


Fig. 5 Caricamento standard con vista globale (a sinistra) e caricamento o attivazione del sito archeologico A (Via Scavi)



Fig. 6 Stato attuale, interpretazione e ricostruzione del Teatro romano in via Scavi

progetto (es. altezza avatar, illuminazione, aggiunta in scena di modelli, etc.).

L'interfaccia 3D ed effetti specifici sono stati studiati ed introdotti con lo scopo di rendere più coinvolgente l'esperienza di visita dell'utente sia nello spazio sia nel tempo: in ognuno dei siti archeologici l'utente ha la possibilità di attivare diverse fasi storiche dei monumenti, passando dallo stato attuale al livello di interpretazione (confronto tra modelli ricostruiti in semi-trasparenza e resti attuali) e infine ricostruzione (*fig. 6*).

7. Conclusioni

Il plugin OSG4WEB, applicato al progetto Aquae Patavinae, ha mostrato le proprie potenzialità ed estensibilità con applicazioni avanzate sia su web sia come componente locale. Oltre agli sviluppi futuri previsti, in particolare l'implementazione di uno scene editor con maggiori potenzialità, tra le possibilità attuali sono disponibili opzioni di stereo anaglifo o stereo passivo/attivo, fornendo all'utente un sistema molto flessibile ed orientato ad incrementare il livello di immersività e di interazione. In occasione della mostra ArcheoVirtual è stato infatti possibile integrare il sistema di navigazione con touch-screen come primo strumento di interazione naturale, accostato ad un secondo sistema di interazione

naturale con *camera-tracking* utilizzando una semplice webcam, privo di *marker* o infrarossi, in grado di tracciare i movimenti dell'utente per tradurli in movimenti virtuali. Tutte queste possibilità, come si può ben immaginare, aprono nuove strade per sviluppi futuri e applicazioni nel campo dell'esplorazione di paesaggi virtuali ricostruiti in contesti di fruizione differenti, dal web agli spazi museali.

Riferimenti bibliografici

- [1] Akenine-Möller T., Haines E., 2002, Real-Time Rendering Second Edition, pp.477-479, A K Peters Natick, Massachusetts US, 2002
- [2] Barcelò J.A., Forte M., Sanders D.H., 2000 (ed. by). Virtual Reality in Archaeology, BAR International Series 843, Oxford
- [3] Calori L., Camporesi C., Pescarin S., 2009. Virtual Rome: A FOSS approach to WEB3D. In 3D technologies for the World Wide Web. Proceedings of the 14th International Conference on 3D Web Technology, Darmstadt, Germany, ISBN: 978-1-60558-432-4, pp. 177-180
- [4] Kuehne B., Martz P., 2007, OpenSceneGraph Reference Manual ver. 2.2, Skew Matrix Software and Blue Newt, 2007
- [5] Parish Y., Muller P., 2001. Procedural Modelling of the Cities, ACM Siggraph, New



Fig. 7 Stereo, interazione touch e multi-touch con remote gestures da iPod. Video interazione touch (ArcheoVirtual 2011): http://www.youtube.com/watch?v=LUIy9_w6OGs

York 2001, pp. 301-308

[6] Gillings M., 1999, Engaging Place: a Framework for the Integration and Realisation of Virtual-Reality Approaches in Archaeology. In Archaeology in the age of the Internet. CAA 1997. Edited by L. Dingwall, S. Exon, V. Gaffney, S. Laffin, M. Van Leusen. Oxford: British Archaeological Reports (Int. Series, S750)

[7] OpenSceneGraph framework

<http://www.openscenegraph.org/projects/osg>

[8] Aquae Patavinae

<http://www.aquaepatavinae.it>

[9] Virtual Rome, <http://www.virtualrome.it>

[10] ArcheoVirtual 2011

<http://www.archeovirtual.it>



Bruno Fanini

bruno.fanini@gmail.com

Programmatore di grafica 3D e artista digitale, si occupa di Virtual Heritage, grafica 3D real time e di realtà virtuale. Ha partecipato

a diversi progetti nel campo del virtual world online (OSG4WEB), dei sistemi di aiuto alla navigazione all'interno di ambienti virtuali e interfacce utente. Ha lavorato con framework open source, nell'ambito di visualizzazione di modelli di grandi aree e applicazioni 3D web based. Ha lavorato con il framework OpenSceneGraph e si interessa di ottimizzazione web 3D, realismo e immersività nelle realtà virtuali, periferiche Wii, interfacce avanzate e di Agent-Based crowd simulations.

OpenWISP, una soluzione open source originale per la diffusione di servizi WiFi

Davide Guerri

CASPUR



Abstract. L'articolo presenta una soluzione originale sviluppata per permettere in modo semplice e versatile la diffusione di reti di accesso WiFi, anche tecnologicamente complesse, su connettività non dedicata ed eterogenea. Gli strumenti e le strategie utilizzate hanno permesso di implementare alcuni importanti progetti di diffusione di reti WiFi per il pubblico, principalmente promossi da Pubbliche Amministrazioni italiane. L'articolo propone inoltre una strategia per la semplice e veloce installazione di punti di accesso al servizio di roaming internazionale Eduroam in siti con limitate risorse tecnologiche.

1. Introduzione

La collaborazione fra il CASPUR e la Provincia di Roma per il progetto ProvinciaWiFi [1] ha permesso di implementare, in soli due anni, la più grande rete WiFi gratuita e aperta al pubblico mai realizzata in Italia e probabilmente la più grande d'Europa, con l'installazione di punti di accesso nei comuni del territorio provinciale di Roma. Le originali tecniche e gli strumenti utilizzati in questo contesto hanno mostrato il chiaro vantaggio di permettere la semplice e veloce diffusione di servizi di connettività pubblica su infrastrutture di rete che, per differenti ragioni di natura tecnica e legale, non avrebbero altrimenti potuto essere utilizzate per tale scopo. Inoltre questo approccio, abbracciando la filosofia della condivisione delle risorse tipica dei progetti open, permette a chiunque di contribuire alla crescita della rete, ospitando, senza alcun onere amministrativo e tecnologico, un punto di accesso.

Dall'esperienza acquisita sul campo, a seguito di un processo di reingegnerizzazione degli strumenti software utilizzati, è nata la suite software OpenWISP [2], che include quanto necessario per realizzare un servizio di connettività pubblica WiFi del tutto equivalente a quello utilizzato da ProvinciaWiFi. Come si vedrà, quest'ultimo servizio è solo uno dei

possibili utilizzi degli strumenti presentati.

2. La suite di applicazioni OpenWISP

La suite OpenWISP comprende cinque applicazioni open source rilasciate con licenza GPLv3, utilizzabili congiuntamente o integrandone solo alcune con applicativi di terze parti, per realizzare e gestire l'infrastruttura tecnologica di un generico Wireless Internet Service Provider. OpenWISP, infatti, comprende quanto necessario per la gestione degli apparati di accesso WiFi e per la registrazione, identificazione, controllo degli accessi e *accounting* degli utenti finali del servizio.

2.1 OpenWISP User Management System

L'OpenWISP User Management System (OWUMS) è una delle applicazioni principali della suite poiché costituisce il punto di contatto degli utenti finali del servizio, che la utilizzano per auto-registrarsi, per gestire il proprio account e per consultarne le statistiche.

L'applicazione, sviluppata su framework Ruby on Rails, è strutturata in due sezioni principali: un *front-office*, che tipicamente viene reso accessibile anche dall'esterno della rete WiFi al quale è destinato, e un *back-office* utilizzabile dal personale tecnico per gestire il servizio ed espletare le procedure di helpdesk. Il front-office espone una ricca interfaccia web 2.0, in versione desktop e mobile che utilizza esclusivamente

javascript al fine di garantire la massima compatibilità con tutti i recenti dispositivi mobili. Le operazioni effettuate sul front-office agiscono sulle tabelle di un DBMS relazionale, create e mantenute dal framework Ruby on Rails. Tali relazioni sono rese disponibili anche a un server RADIUS mediante opportune viste. Quest'ultimo servizio, interagendo con un Network Access Server (NAS) quale un *captive portal*, implementerà l'autenticazione, l'autorizzazione e l'accounting (AAA) per il servizio WiFi.

L'identificazione degli utenti costituisce uno strumento estremamente utile per la gestione di un servizio WiFi, anche dal punto di vista della sicurezza, permettendo il corretto utilizzo delle risorse. Su OWUMS la registrazione iniziale degli utenti può avvenire mediante tre differenti meccanismi, di seguito esposti.

2.1.1 Verifica di possesso di un'utenza di telefonia mobile

Secondo quanto riportato in un parere fornito dal Ministero dell'Interno in risposta ad una specifica richiesta da parte dell'associazione provider indipendenti (AssoProvider), è ammessa un'identificazione indiretta degli utenti di un servizio WiFi, ovvero senza obbligo di acquisizione di un documento d'identità, purché questa sia basata sulla verifica di possesso di un'utenza di telefonia mobile italiana [3]. L'applicazione OWUMS implementa tale verifica tramite acquisizione dell'identificativo chiamante (Caller-ID o CID): le credenziali dell'utente saranno abilitate solo se, entro un periodo di tempo configurabile, quest'ultimo effettuerà una chiamata telefonica ad un numero di rete fissa, associato tramite VoIP all'applicazione, dall'utenza telefonica inserita in fase di registrazione.

2.1.2 Transazione economica tramite carta di credito

L'applicazione OWUMS consente anche l'identificazione affidabile degli utenti che si auto-registrano sul sistema per mezzo della verifica di possesso di una carta di credito

2.1.3 Acquisizione della copia di un docu-

mento d'identità

Il terzo metodo di identificazione degli utenti del servizio segue pedissequamente quanto era prescritto dalla normativa italiana fino alla fine del 2010: tramite la supervisione di un operatore, opportunamente istruito, l'applicazione OWUMS permette l'upload della scansione di un documento d'identità che rimarrà associato all'account dell'utente.

2.2 OpenWISP Manager e Firmware

Il management dei punti di accesso di un servizio WiFi è un aspetto estremamente delicato della gestione di un Wireless ISP. Il controllo di apparati con hardware eterogeneo ma con configurazione uniforme e potenzialmente mutevole nel tempo è stata una delle criticità riscontrate durante la gestione del progetto ProvinciaWiFi. La scelta del *firmware* per gli apparati di accesso è caduta inevitabilmente su openWRT, open source e leader nel settore delle distribuzioni specifiche per *wireless router* [4]. Il grande vantaggio di utilizzare openWRT in un contesto quale quello presentato è stato individuato anche nella presenza di un sistema integrato di configurazione in grado di agire su ogni aspetto fondamentale del sistema, lo Unified Configuration Interface (UCI). Tale sistema, pur essendo limitato alla configurazione locale, permette un buon livello di astrazione dallo specifico hardware utilizzato e consente l'utilizzo di molteplici funzionalità avanzate, quali Bridging Linux 802.1d, Virtual Local Access Network (VLAN) tagging 802.1Q, Virtual Access Point (VAP) multipli su singola scheda radio, Virtual Private Network (VPN) ed il Port Based Network Access Control basato su 802.1X con, ad esempio, WPA o WPA2 in modalità *enterprise*.

Per remotizzare il funzionamento di UCI e permettere l'amministrazione centralizzata di una moltitudine di apparati d'accesso, installati anche su reti con connettività eterogenea e su un'importante estensione territoriale, è stato sviluppato un sistema di *configuration management* che potesse controllare senza sforzo e tramite una comoda interfaccia grafica migliaia

di access point, anche contemporaneamente.

L'applicazione Ruby on Rails denominata OpenWISP Manager (in breve OWM) implementa proprio un sistema di configuration management UCI-oriented, in grado di modellare la configurazione degli access point mediante template che ne descrivono le caratteristiche essenziali. Ogni access point è dunque istanza di un *template* e rimane ad esso collegato: qualunque modifica effettuata sul template sarà applicata anche alle sue istanze, ma rimarrà possibile la personalizzazione di alcune delle caratteristiche di ogni singola istanza, finalizzata alla *finetune* dell'access point ad essa associato.

La gerarchia di oggetti che descrive ogni access point, modellata tramite OWM, è tradotta in una configurazione UCI, scaricata ed eseguita dagli apparati di accesso. Periodicamente, ogni access point verifica lo stato di aggiornamento delle informazioni ricevute dal server OWM e, se necessario, provvede a scaricare nuovamente la sua configurazione.

L'insieme delle applicazioni che risiedono sugli access point, che realizzano i meccanismi sopra riportati, è denominato OpenWISP Firmware (OWF). L'OWF si occupa anche di realizzare e curare la disponibilità di un canale di comunicazione sicuro, mediante una VPN realizzata con il software openVPN [5] tra l'access point e il server OWM. Tale canale, denominato setup-VPN, è utilizzato dagli apparati di accesso per richiedere la propria configurazione e consente il monitoraggio e la gestione dell'apparato da parte degli operatori.

Infine, per semplificare l'installazione degli access point, l'OWF espone un'interfaccia web minimale attraverso la quale è possibile inserire alcune informazioni essenziali per la configurazione di rete, in funzione di quanto richiesto dal sito ospitante e per effettuare il *troubleshooting* delle più comuni problematiche in fase di *deployment* dell'apparato.

La sequenza delle operazioni implementate dall'OWF per ottenere la configurazione da un server OWM è riportata in figura 1. Poiché

la setup-VPN è originata dall'access point, lo svolgimento dei processi legati alla *configuration management* è garantito anche se l'apparato viene installato dietro ad un firewall o ad un dispositivo che implementa il NAT, a patto che le comunicazioni originate dall'access point possano raggiungere il server OWM.

La configurazione *runtime* tipica di un access point consiste nel veicolare all'interno di una VPN più VLAN 802.1Q. Ogni VLAN sarà poi opportunamente collegata ad un VAP tramite un bridge 802.1d. Poiché tutte le VPN sono realizzate con flussi UDP o TCP, tale configurazione permette la propagazione di reti WiFi multiple (ad esempio dedicate rispettivamente a servizi di connettività pubblica e a servizi municipali) su connettività preesistente, quale una semplice ADSL, anche in presenza di firewall o NAT.

2.3 OpenWISP Geographic Monitoring

Per assicurare l'opportuno livello di qualità e disponibilità di un servizio WiFi è necessario avere un adeguato strumento di monitoraggio. L'OpenWISP Geographic Monitoring (OWGM) è stato sviluppato per rispondere alle esigenze maturate nel corso della gestione

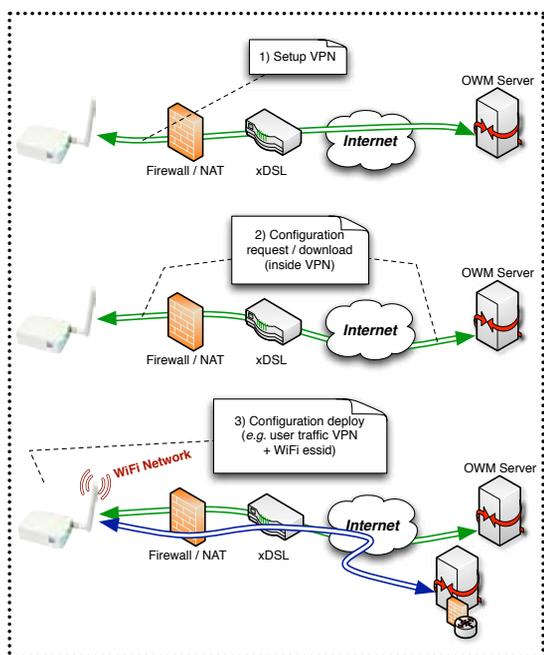


Fig. 1 Sequenza delle operazioni implementate dall'OWF per ottenere la configurazione da un server OWM

di numeri molto elevati di apparati di accesso. OWGM permette la visualizzazione dello stato della rete tramite differenti livelli di dettaglio: ad alto livello, con una mappa realizzata mediante la terza versione delle API di Google Maps, mostrando lo stato degli access point anche suddividendoli in *cluster* ove necessario; a livello intermedio, attraverso statistiche di disponibilità percentuale dei singoli apparati di accesso rispetto ad un arbitrario periodo di osservazione; e a basso livello, permettendo l'analisi dettagliata dei singoli apparati in termini di disponibilità e numero di utenti collegati.

Per consentire l'esportazione dell'elenco geo-referenziato degli access point, utilizzabile ad esempio per mostrare agli utenti finali la posizione dei punti di accesso al servizio, OWGM consente l'emissione di un *feed* di tipo Geographic Really Simple Syndication (GeoRSS) [6], personalizzabile nei contenuti descrittivi mediante l'interfaccia web dell'applicazione.

2.4 OpenWISP Captive Portals Manager

Attualmente, è tipico che le reti WiFi aperte al pubblico presentino un controllo degli accessi basato su captive portal. Le motivazioni di questa scelta, in contrapposizione a quanto offerto dallo stato dell'arte dei protocolli, dagli algoritmi e dai meccanismi crittografici implementati da 802.1X quando utilizzato da WPA/WPA2 in modalità *enterprise*, va ricercata nella semplificazione delle procedure e delle competenze necessarie per il grande pubblico ad utilizzare il servizio. Benché le applicazioni della suite OpenWISP permettano l'utilizzo di standard con alti livelli di sicurezza, tutte le installazioni effettuate sono state dotate di un portale di accesso web verso il quale avviene la redirectione forzata del protocollo HTTP fino all'avvenuta autenticazione.

Il panorama open source presenta alcune interessanti soluzioni per la realizzazione di captive portal, tuttavia, fondamentalmente per esigenze di personalizzazione e integrazione, si è scelto di realizzare un'implementazione *ad hoc*: l'OpenWISP Captive Portals Mana-

ger (OWCPM). OWCPM supporta, tra le altre funzionalità, la gestione di captive portal multipli, l'utilizzo di un server RADIUS per autenticare gli utenti del servizio e per autorizzarli in modo differente nell'utilizzo della rete e per implementare l'accounting.

2.5 OpenWISP MiddleWare

L'ultima applicazione è l'OpenWISP MiddleWare (OWMW), che costituisce il collante tra le applicazioni della suite, mediante un livello d'astrazione che espone un'interfaccia di tipo RESTful. Mediante OWMW, è inoltre possibile esportare verso applicazioni di terze parti alcune informazioni, come ad esempio quelle sulla posizione geografica degli access point o degli utenti attivi.

3. Risultati

3.1 Le reti WiFi gestite da OpenWISP

La suite OpenWISP è oggi utilizzata per gestire alcune delle principali reti wireless italiane. Oltre a ProvinciaWiFi, che può essere considerata come il motore di tutti i progetti esposti nel presente articolo, alla fine del 2011 OpenWISP è alla base dei servizi WiFi delle città di Genova e Torino e delle Province di Grosseto, Prato, Pistoia e Gorizia. Il totale degli access point gestiti nell'ambito dei vari progetti è, sull'intero territorio nazionale, superiore alle 1.200 unità, per oltre 160 mila utenti complessivi.

3.2 OpenWISP e Eduroam

Eduroam (Education Roaming) realizza un servizio di accesso in *roaming*, con elevati standard di sicurezza, tramite una federazione mondiale di comunità di ricerca e istruzione. Dal punto di vista tecnico, Eduroam è implementato mediante meccanismi, protocolli e algoritmi di WPA/WPA2 Enterprise per l'accesso alla rete e ad una gerarchia di *proxy* RADIUS per la validazione delle credenziali degli utenti in roaming [7].

Nella seconda metà del 2011 è stata avviata una collaborazione tra il GARR, coordinatore per la federazione italiana Eduroam, la Provincia di Roma e CASPUR. La collaborazione era finalizzata a capire se le tecnologie uti-

lizzate per Eduroam fossero fruibili attraverso gli access point di ProvinciaWiFi e, in caso affermativo, iniziare una sperimentazione su un sottoinsieme di questi ultimi apparati. Il setup elaborato per la sperimentazione è riportato in figura 2. Questo ha previsto, oltre a quanto necessario per annunciare le reti WiFi della Provincia di Roma, l'inoltro di due VLAN 802.1Q: una per veicolare il traffico IPv4 e IPv6 degli utenti autenticati e l'altra per permettere la comunicazione tra l'*authenticator* 802.1X (nella fattispecie il *daemon hostapd*) e il proxy RADIUS Eduroam di GARR.

La sperimentazione si è conclusa positivamente, anche se i risultati hanno indicato la necessità di aggiornare il firmware OWF degli apparati in produzione per poter risolvere alcuni *bug* e supportare propriamente WPA/WPA2 con 802.1X. Alla fine del 2011 un piccolo nucleo di apparati ProvinciaWiFi annuncia Eduroam mediante connettività ADSL, in luoghi utilizzati da potenziali utenti del servizio di roaming mondiale. Dato l'intrinseco livello di sicurezza, i requisiti d'installazione richiesti per Eduroam non sono facilmente realizzabili da tutte le istituzioni potenzialmente interessate al servizio e comunque potrebbero insorgere delle difficoltà per sedi distaccate con risorse tec-

niche limitate. Uno dei vantaggi fondamentali che si ottiene utilizzando Eduroam con l'architettura proposta, è invece quello di permettere una veloce e semplice installazione di apparati di accesso ovunque vi sia disponibilità di connettività IP verso il *datacenter* dell'istituzione interessata alla promozione della federazione.

Riferimenti bibliografici

- [1] ProvinciaWiFi, <http://www.provincia.roma.it/percorsitematici/innovazione-tecnologica/progetti/4035>
- [2] OpenWISP application suite <http://www.openwisp.org>
- [3] Parere del Ministero dell'Interno, prot. n.300D/89/44IF.320/3668 del 27/11/2007 <http://www.scribd.com/doc/54536635/Autenticazione-Parere-Ministero-Delle-Comunicazioni-1>
- [4] OpenWRT, <https://openwrt.org>
- [5] OpenVPN, <http://www.openvpn.net>
- [6] GeoRSS, <http://wikipedia.org/wiki/GeoRSS>
- [7] Eduroam, <http://www.eduroam.it>

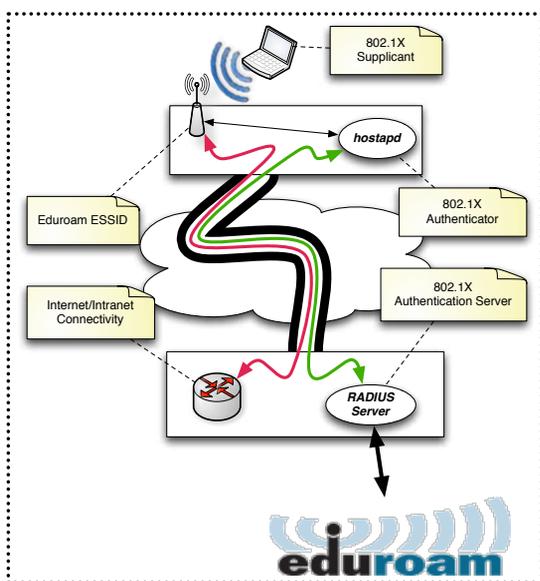


Fig. 2 Setup elaborato per la sperimentazione dell'integrazione di ProvinciaWiFi e Eduroam



Davide Guerri

davide.guerri@gmail.com

Laureato in Informatica, ha conseguito il master in "Sicurezza dei sistemi e delle reti" de "La Sapienza" di Roma.

Ha progettato l'infrastruttura tecnologica di ProvinciaWiFi, è ideatore e lead developer della suite OpenWISP e CTO dei servizi WiFi offerti da CASPUR alle P.A. È CTO dell'IX-WiFi.

Misura delle prestazioni di accesso ad Internet offerte dagli operatori italiani

Luca Rea, Paolo Talone

Fondazione Ugo Bordoni



Abstract. Nel seguente lavoro viene illustrata l'attività della rete di misura realizzata dalla FUB (Fondazione Ugo Bordoni) sulle prestazioni di accesso ad Internet da postazione fissa erogate dagli operatori nazionali. Nel lavoro è descritta l'architettura della rete di monitoraggio nazionale da postazioni fisse dedicate, allestita per le misure dette dei valori statistici, che forniscono un quadro regionale delle prestazioni degli accessi offerti dai vari operatori su linee fisiche con prestazioni adeguate. Viene anche descritta la modalità di misura di utente finale, che ricalca quella dei valori statistici, ma costituisce una misura puntuale che caratterizza la linea del singolo utente che la effettua. L'infrastruttura realizzata permette di condurre analisi dettagliate sui comportamenti del traffico Internet e analizzare le eventuali cause di degradazione della qualità. Tale infrastruttura può essere considerata una base di partenza per uno studio dettagliato dei comportamenti macroscopici della rete. Il lavoro oggetto del presente articolo è svolto all'interno del progetto Misura Internet dell'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (di seguito AGCOM), che prevede il monitoraggio della qualità di accesso ad Internet da postazione fissa per gli operatori italiani. Ne.Me.Sys è il nome del software open source commissionato dall'AGCOM e sviluppato da FUB, l'unico accreditato per certificare la qualità del servizio di ciascuna linea di utente.

1. Introduzione

L'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni, con l'approvazione della Delibera n. 244/08/CSP e di alcune delibere seguenti, ha avviato il progetto italiano di monitoraggio della qualità degli accessi a Internet da postazione fissa. L'obiettivo è comparare in modo certificato la qualità delle prestazioni offerte da ogni operatore relativamente ai profili/piani tariffari ADSL più venduti, ma soprattutto mettere in condizione l'utente/consumatore di valutare autonomamente, attraverso uno specifico software gratuito, la qualità del proprio accesso ad Internet dalla propria postazione fissa.

La Fondazione Ugo Bordoni è stata designata come "soggetto indipendente", responsabile della progettazione dei sistemi e della conduzione delle misure. Per realizzare le campagne di misurazione, la Fondazione ha realizzato il software Ne.Me.Sys. (Network Measurement System), lo strumento ufficiale per le misure di qualità dalla rete fissa, che costituisce il primo e unico caso in Europa di

software ufficiale e certificato messo a disposizione degli utenti.

Per le misure ad uso degli utenti privati, la Fondazione, ha inoltre allestito il sito di Misura Internet [2] da cui i cittadini traggono informazioni e scaricano il software di misura.

Al termine della misura viene rilasciato un certificato (con valore probatorio) che illustra le prestazioni dell'accesso ad Internet. Per l'utente che non riscontra nelle proprie prestazioni conformità rispetto a quanto garantito dall'operatore, il risultato di tale misura costituisce prova di inadempienza contrattuale e può essere utilizzato come strumento di tutela, al fine di proporre un reclamo per richiedere il ripristino degli standard minimi garantiti e, ove non vengano ristabiliti i livelli di qualità contrattuali, il recesso senza penali.

2. Architettura del sistema

L'innovazione dell'architettura Ne.Me.Sys rispetto a quanto realizzato in altre nazioni consiste nella possibilità di misurare le prestazioni della sola tratta di rete sotto la responsa-

bilità diretta dell'Operatore, evitando l'attraversamento di altre reti. Questo si ottiene attraverso la localizzazione fisica dei server di misura utilizzati dal progetto nei punti fisici di interscambio tra le reti dei vari operatori (chiamati NAP Neutral Access Point o IPX Internet Exchange Point). Ciò assicura che lo scambio dei dati tra il PC dell'utente con Ne.Me.Sys ed il server remoto transiti esclusivamente attraverso la rete di responsabilità dell'operatore (fig. 1).

La misura di Ne.Me.Sys si basa su uno scambio di pacchetti tra il computer dell'utente ed un server posizionato nell'IPX più prossimo. La localizzazione dei due punti di misura basata su questi criteri, assieme al grande numero di misure ed alla loro distribuzione nell'arco di 24 ore, unite ad una serie di garanzie sullo svolgimento dei test, rende possibile parlare di misura certificata. L'utilizzo di Ne.Me.Sys, pertanto, rende possibile ottenere un risultato probante ed usabile sia come riferimento sia per eventuali contenziosi, seppur sopportando un iter di misura considerevolmente più gravoso rispetto ai pochi secondi necessari con altri software.

Ne.Me.Sys. è un software libero, gratuita-

mente scaricabile (previa registrazione) dal sito Misura Internet ed è realizzato con criteri open source (codice sorgente disponibile in chiaro) con licenza GPL (General Public License). Il software opera sulle principali piattaforme di calcolo (PC e Server) e sui principali sistemi operativi (Windows, Unix, MAC OS) presenti sul mercato. Ne.Me.Sys è il primo ed unico caso in Europa di software ufficiale e certificato messo a disposizione degli utenti.

3. Parametri considerati nelle misure

Di seguito si descrivono i parametri misurati da Ne.Me.Sys., identici sia nei casi di misure d'utente (24 misure in altrettante fasce orarie) sia nel caso dei valori statistici (una misura l'ora a giorni alterni, continuata nel tempo). I parametri sono stati scelti da AGCOM e tratti dalla norma ETSI EG 202 057-4 v.1.2.1. [1]. Si tratta di tre metriche (banda, ritardo, perdite di pacchetti), una delle quali, la banda, misurata nei due versi di trasmissione (download e l'upload). Al fine di avere una caratterizzazione statistica affidabile, ciascuna misura è il frutto dell'aggregazione di più test ripetuti consecutivamente. In particolare, ciascuna

misura è composta di 50 test: 20 download, 20 upload e 10 ping. Sulla base dei test vengono prodotti i risultati per ciascuna misura, che a sua volta concorrerà alla caratterizzazione della linea assieme alle altre misure ricavate nell'arco della giornata di misura (per le misure di utente) o del semestre (per le misure dei valori statistici).

Per le misure d'uten-

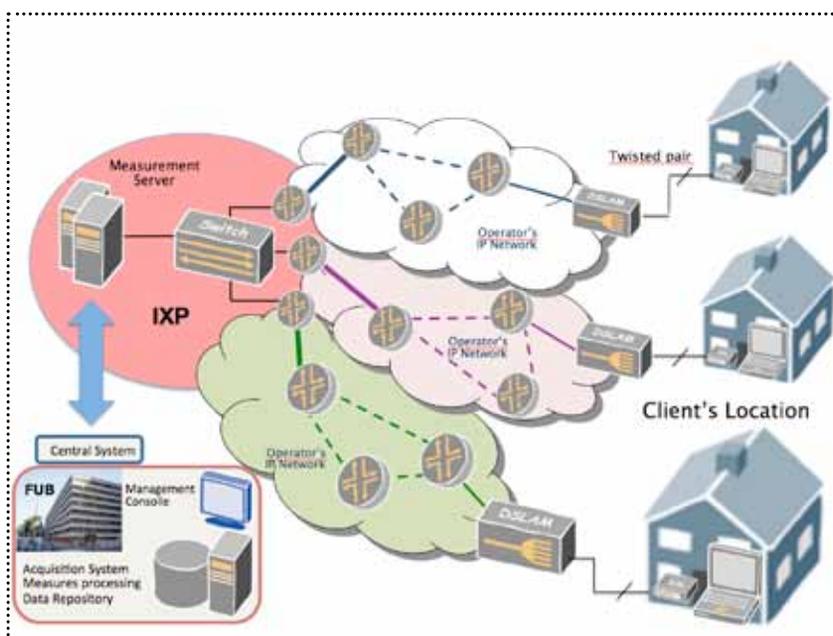


Fig. 1 Architettura del sistema in una rappresentazione generale con tre operatori

te, l'insieme dei test è ripetuto 24 volte in altrettante fasce orarie, per caratterizzare completamente la linea sotto misura ed ottenere il certificato probatorio, tuttavia, in caso di palese ed incontrovertibile violazione dell'impegno contrattuale di banda minima, ovvero, nei casi più problematici, il certificato viene rilasciato con molto anticipo rispetto alle 24 ore normalmente richieste.

Del parametro principale (la banda) vengono forniti i valori di: banda massima, banda minima, media e deviazione standard. Bande massime e minime sono calcolate rispettivamente come il 95° e 5° percentile dei singoli test che caratterizzano la misura. La misura è dunque composta dai valori di qualità della linea che vengono di seguito illustrati.

3.1 Velocità di trasmissione dati

La banda è misurata separatamente per il download e per l'upload, tramite lo scambio di file di dimensioni opportune, tra un server remoto ed il PC utente. Lo scambio avviene su protocollo FTP (File Transfer Protocol) e la dimensione del file è pari a 10 volte la velocità nominale della linea considerata, il che garantisce la saturazione dei meccanismi intrinseci del TCP (alla base di FTP), rendendo trascurabile il periodo di transitorio in cui vanno a stabilizzarsi i valori della finestra di ricezione e della finestra di congestione. Inoltre il contenuto del file è incompressibile (*pseudorandom*). Da questa misurazione risultano i seguenti valori della velocità di trasmissione dati con FTP sia in download che in upload:

- banda massima (95° percentile);
- banda minima (5° percentile);
- banda media;
- deviazione standard.

3.2 Packet Delay (RTT)

Questa metrica rappresenta il tempo (espresso in millisecondi) necessario a un pacchetto ICMP Echo Request/Reply Packet (comando *ping*) per compiere il tragitto di andata e ritorno verso un indirizzo IP valido (PC che emette il *ping* => server di misura => PC). Il pacchetto

è di 32 byte. Dalla misurazione risultano i seguenti valori:

- valore medio del ritardo di trasmissione dati;
- deviazione standard del ritardo di trasmissione dati.

3.3 Pacchetti persi

Questa metrica rappresenta il rapporto dei pacchetti non andati a buon fine sul totale dei pacchetti emessi; il risultato è espresso in percentuale.

4. Le campagne di misura e la rete nazionale

Il progetto realizza due campagne di misura distinte e permanenti, che ricavano, in situazioni differenti, i medesimi parametri prestazionali ed operano in contemporanea ed in permanenza dall'inizio del progetto:

4.1 Misure per i valori statistici

Effettuate su linee dedicate selezionate in base a criteri di rappresentatività, le misure per i valori statistici hanno l'obiettivo di rendere pubblici i parametri di qualità delle offerte più vendute da ciascun operatore.

Le misure sono effettuate in siti predeterminati su base regionale, con lo scopo di determinare una statistica che ciascun operatore evidenzia nella carta dei servizi. I risultati delle misure effettuate da ciascun sito su ciascuna rete sono resi pubblici con cadenza semestrale e pubblicate sul sito [3]. I dati vengono riportati su base regionale mentre, per il solo indicatore di banda minima (quinto percentile),



Fig. 2 Uno screenshot dal sito Misura Internet mostra la pubblicazione dei dati relativi ai valori statistici

vengono aggregati tutti i campioni su base nazionale. La Delibera AGCOM n.244/08/CSP e le successive modifiche ed integrazioni, prevedono infatti che il risultato dell'aggregato nazionale delle campagne di misura dei valori statistici sia il valore da inserire nelle pubblicità radiofoniche e televisive quale termine di riferimento per l'offerta commercializzata.

4.2 Misure ad uso degli utenti privati

Ad uso del singolo utente, queste misure permettono di verificare, con un software certificato che operi sul proprio PC, le prestazioni degli accessi ad Internet (da postazione fissa) offerti dagli operatori sul territorio nazionale.

I valori ottenuti con la misura vanno confrontati con i parametri di qualità indicati dal proprio operatore nella carta dei servizi e presenti in ciascun contratto, in particolare con la banda minima garantita che l'operatore si impegna ad offrire.

Per le misure dei valori statistici, i siti scelti sono allestiti dalla Fondazione in tutti i capoluoghi di regione (generalmente nelle sedi periferiche del Dipartimento Comunicazioni del Ministero dello Sviluppo Economico). In queste sedi, tutti gli operatori attestano i sistemi di accesso (ADSL) alle proprie reti con garanzia di assoluta parità di trattamento. La parità consiste essenzialmente nella selezione e nella certificazione delle linee, simili per tutti gli operatori attestati nel sito e tali da rispettare le condizioni medie delle linee nazionali (distanza dalla centrale circa 1,5 km, ovvero attenuazione di circa 11 dB in upload). Le condizioni di uniformità sono ottenute scegliendo opportunamente il sito e certificando singolarmente le linee.

Nei casi in cui la sede non sia tale da garantire le condizioni necessarie in termini di attenuazione, possono verificarsi due casi: se

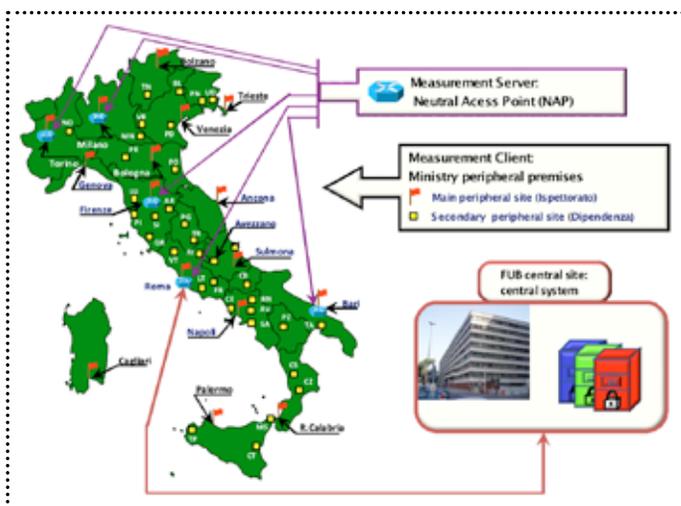


Fig. 3 Dislocazione degli ispettorati e delle dipendenze del MiSE sul territorio

le linee sono troppo lunghe, si sceglie una sede alternativa, se invece sono troppo corte, si procede modificando la rete di accesso, oppure inserendo opportuni simulatori di linee.

5. Primi risultati ottenuti

Dal primo anno di disponibilità di Ne.Me.Sys per l'utente finale e delle campagne di misura condotte sul territorio nazionale, è possibile trarre le prime conclusioni. In un anno di Ne.Me.Sys sono stati prodotti oltre 6000 certificati, sostanzialmente distribuiti nelle prime 20 città d'Italia in termini di popolazione.

Dai dati aggregati, rappresentati in figura 5 (in blu le velocità nominali e in rosso le medie delle velocità misurate) risulta che l'utenza che ha utilizzato Ne.Me.Sys è assai polarizza-

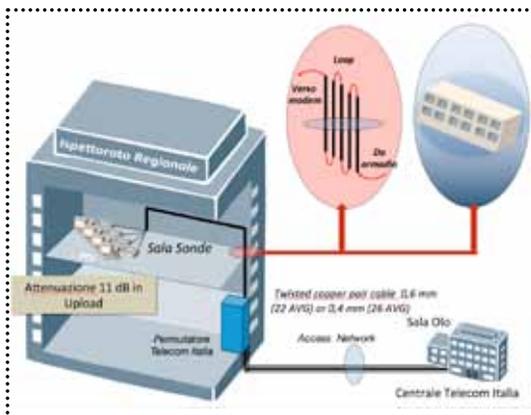


Fig. 4 Esempio di allestimento di una singola sala sonde in una generica regione italiana

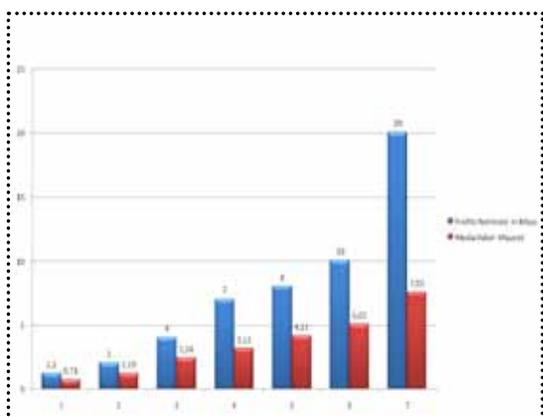


Fig. 5 Velocità nominali vs Velocità effettive

ta, nel senso che lo strumento è stato impiegato nei casi di effettivo malfunzionamento delle linee misurate. Lo dimostra il fatto che le velocità misurate sono sempre la metà (e nel caso dei 20 Mbps un terzo) delle velocità nominali dichiarate nei contratti, mentre nel caso delle misure per i valori statistici non vengono riscontrate queste differenze.

Un altro dato interessante, ricavato dalle misure dei valori statistici, riguarda l'andamento delle linee ULL (Umbundling Local Loop), che risulta completamente differente da quello delle linee Bitstream. In quest'ultimo caso infatti, l'andamento orario delle prestazioni in download (in termini di *Throughput*) segue un andamento ben delineato, con picchi di congestione nelle ore diurne e che rallentano le velocità misurate fino ai due terzi delle loro capacità effettive (fig. 6). Lo stesso fenomeno non si apprezza nelle linee ULL, che si mantengono su valori costanti durante tutto l'arco delle 24 ore.

6. Conclusioni

In questo lavoro è stata presentata un'infrastruttura innovativa che consente il monitoraggio permanente delle perfor-

mance in termini di QoS nazionale per la qualità di accesso ad Internet da postazione fissa, per singolo operatore e per singolo profilo. Oltre alla sua funzione istituzionale (fare misure e confrontare le prestazioni rilevate), il sistema Ne.Me.Sys. ha importanti ripercussioni sul mercato della larga banda:

- il cliente ha strumenti per valutare diverse offerte e valorizzare la qualità;
- i gestori sono incentivati a considerare politiche di marketing che differenzino l'offerta a diversi livelli di prezzo/prestazione;
- si può facilitare un aumento del valore medio e contribuire ad attivare un ciclo virtuoso: maggiore qualità, prezzi unitari più alti per servizi a qualità elevata, maggiori investimenti.

Ne.Me.Sys. ha ricadute anche in ambito della Network Tomography nazionale. È possibile, infatti, effettuare una mappatura statistica delle reali coperture e prestazioni degli accessi a larga banda sul territorio e, con un numero sufficiente di campioni, fotografare l'evoluzione dello stato delle connessioni d'utente sul territorio. Questo rende possibile valutare soluzioni di copertura durature nel tempo

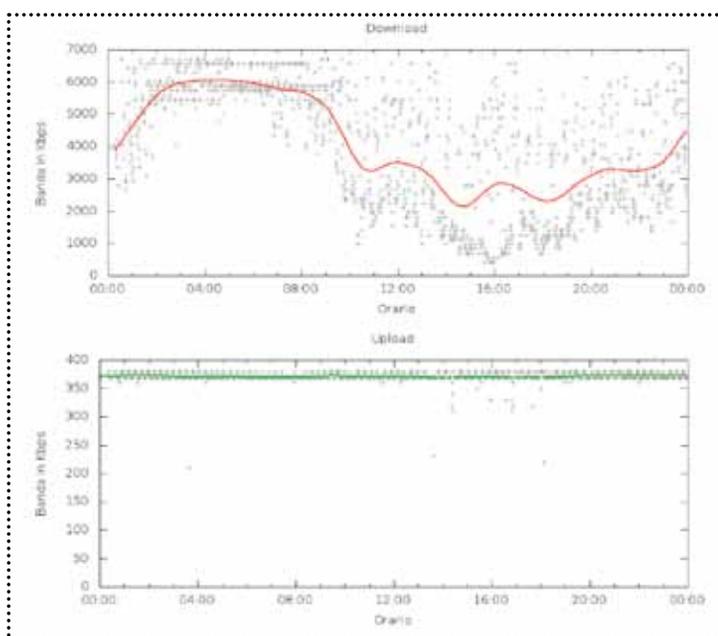


Fig. 6 Andamento del downstream nelle 24 ore di linee ADSL in bitstream (in alto) e ULL (in basso)

ed economicamente vantaggiose per le aree in digital divide, che siano alternative o complementari a quelle tradizionali. In più, incentiva l'incremento della banda larga nelle aree già coperte grazie ad un sistema di competizione tra gli operatori attraverso campagne di misura ripetute nel tempo.

Ringraziamenti

Questo lavoro fa parte del progetto di monitoraggio della qualità delle prestazioni di accesso ad Internet da postazione fissa voluto e portato avanti dall'Autorità Garante per Comunicazioni, che gli autori desiderano ringraziare.

Riferimenti bibliografici

[1] J ETSI EG 202 057-4 "Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); User related QoS parameter definitions and measurements; Part 4: Internet access", July 2008

[2] Misura Internet

<http://www.misurainternet.it>

[3] Misura Internet, Valori statistici comparativi, <https://www.misurainternet.it/stats.php>



Luca Rea

lrea@fub.it

Laureato in ingegneria delle Telecomunicazioni presso l'Università La Sapienza di Roma, comincia a lavorare presso la FUB sul progetto

"Convergenza di reti per la QoS in IP". Si occupa della realizzazione di test-bed sperimentali multivendor nell'ambito di reti metropolitane per la gestione della QoS di piattaforme per servizi Real Time. Si occupa inoltre di HD IP-TV, VoIP, VPNs e VPLS (Virtual Private LAN Service). Collabora nel progetto europeo BONE e partecipa al tavolo tecnico istituito dall'AGCOM per la regolamentazione della Qualità del Servizio per accessi ad Internet da postazione fissa.

Archivi astronomici di oggi...e che immaginiamo tra 20 anni?

Riccardo Smareglia

*INAF, Istituto Nazionale di Astrofisica
Osservatorio Astronomico di Trieste*



Abstract. In astronomia, scienza osservativa, l'esperimento (osservazione) è unico ed irripetibile in quanto legato al trascorrere del tempo. In questo contesto i dati acquisiti assumono un particolare valore soprattutto per ciò che può essere ricercato successivamente. Inoltre, la moderna astronomia si sta concentrando su grandi progetti (SKA, CTA, EST, ELT, LSST per fare degli esempi) il cui prodotto sarà una mole di dati difficile da gestire e soprattutto da archiviare. Il rischio è una perdita "di memoria" dell'evento, contrapposta ad una affannosa ricerca della cattura "dell'attimo fuggente". Sotto questo profilo, un'analisi della situazione esistente, di quella prevista nel prossimo decennio, ed una, non facile, estrapolazione dei possibili sviluppi nei 20 anni, verrà esposta ed analizzata.

Mentre la produzione e l'analisi dei dati provenienti da un singolo telescopio potrebbe non essere un problema, anche se si parla di decine, se non centinaia di TeraByte al giorno, le nuove frontiere dell'astronomia sono sempre più indirizzate alle cross-correlazioni di dati provenienti da più telescopi ed alle osservazioni multibanda utili per la creazione della SED (Spectral Energy Distribution) di ogni singolo oggetto. Questo porta ad avere la necessità di accedere a decine se non centinaia di archivi distribuiti sul pianeta. Affinché questo possa essere possibile due sono i punti essenziali che possono inficiare l'efficienza della ricerca scientifica: l'accesso ai dati ed il loro trasferimento. Relativamente al primo punto, ossia la facilità di accesso al dato e la sua interoperabilità, (senza soffermarci sul problema della qualità), un occhio di riguardo verrà dato all'Osservatorio Virtuale (VO), sviluppato all'interno dell'I-VOA (International Virtual Observatory Alliance). Il suo scopo è quello di sviluppare standard e strumenti che permettano l'interoperabilità dei dati e quindi la loro facile ricerca e confronto (cross-correlazioni e creazioni di SED per esempio). Questo sforzo potrebbe però essere pesantemente limitato dal collo di bottiglia della rete. Si vede quindi che la rete, e la sua efficienza, sono elementi essenziali che possono influenzare profondamente la qualità della scienza prodotta nei prossimi decenni. Quindi reti veloci che colleghino i generatori dei dati, il sistema di elaborazione degli stessi e l'osservatore, stanno diventando una priorità pari allo sviluppo degli strumenti stessi.

1. Astronomia: Scienza Osservativa!

In astronomia, scienza osservativa, l'esperimento (osservazione) è unico ed irripetibile in quanto legato al trascorrere del tempo. In questo contesto i dati acquisiti assumono un particolare valore soprattutto per ciò che può essere ricercato successivamente. È anche vero che, per fortuna, c'è tanto da osservare, ma in ogni caso anche se

nuovi strumenti e nuove tecnologie permetteranno di ottenere dati sempre più raffinati, l'utilizzo del dato "storico" permette di sco-

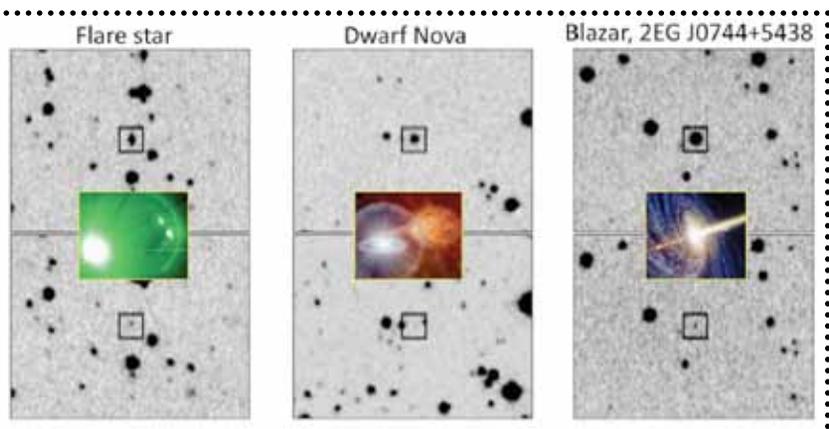


Fig. 1 Gli oggetti transienti hanno un aspetto molto simile nelle immagini astronomiche, ma possono rappresentare fenomeni fisici assai differenti

prire effetti come i “Transienti”. Si tratta di oggetti celesti che sono variabili e che quindi hanno una luminosità diversa a seconda del periodo in cui vengono osservati. Questa diversa luminosità può essere dovuta a diversi fenomeni fisici, come stelle variabili, doppie, stelle Flare, Nove nane, stelle Blazar, per non parlare delle famose SuperNovae.

È inoltre importante ricordarsi che i telescopi sono solitamente posizionati in luoghi remoti, se non su satelliti, mentre gli scienziati, gli archivi ed i centri calcolo sono di solito distribuiti su molte sedi. Solo l’INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica) è distribuito su 19 sedi su 12 città oltre ad avere diverse *facility* osservative tra cui il telescopio nazionale Galileo (TNG), i radio telescopi di Medicina ed il radio telescopio SRT. Tutte le strutture italiane sono collegate tramite la rete GARR.

2. Astrofisica: una scienza ricca di dati

Come si è detto, per fortuna c’è molto da osservare e, tramite i telescopi terrestri e spaziali, a tutte le lunghezze d’onda. Negli ultimi anni si è passati dall’osservazione del singolo oggetto a grandi *Survey*. Una *Survey* è un’osservazione sistematica di tutto o parte della sfera celeste, ad una o più lunghezze d’onda, in modo da ottenere un’osservazione omogenea. Se a questo ottimizzazio-

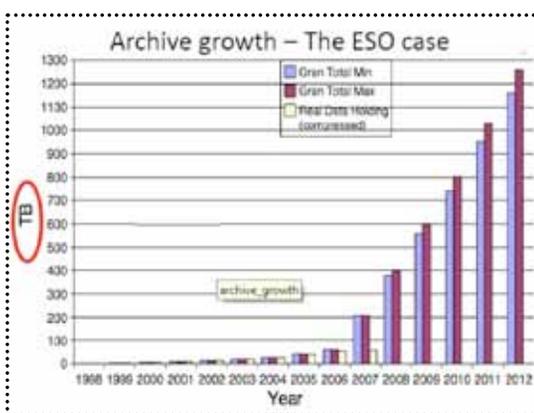


Fig. 2 L’occupazione dell’archivio ESO nel tempo

ne dell’osservazione aggiungiamo gli sviluppi tecnologici che ci permettono di lavorare con telescopi e strumentazioni sempre più grandi ed efficienti, otteniamo una quantità di dati complessi ed eterogenei che al momento hanno dimensioni intorno ai 100 Terabyte a survey e che possono creare cataloghi con centinaia di milioni di sorgenti. Ciò porta ad un notevole aumento dei dati archiviati, come ad esempio si può vedere nel grafico dell’archivio dell’ESO (European Southern Observatory) di cui l’Italia è membro.

Ma se già gli attuali telescopi distribuiti in giro per il mondo producono una quantità di dati difficili da gestire, gli astronomi stanno pensando a strumenti sempre più performanti. Un esempio può essere il telescopio LSST (Large Synoptic Survey Telescope) ed il CTA

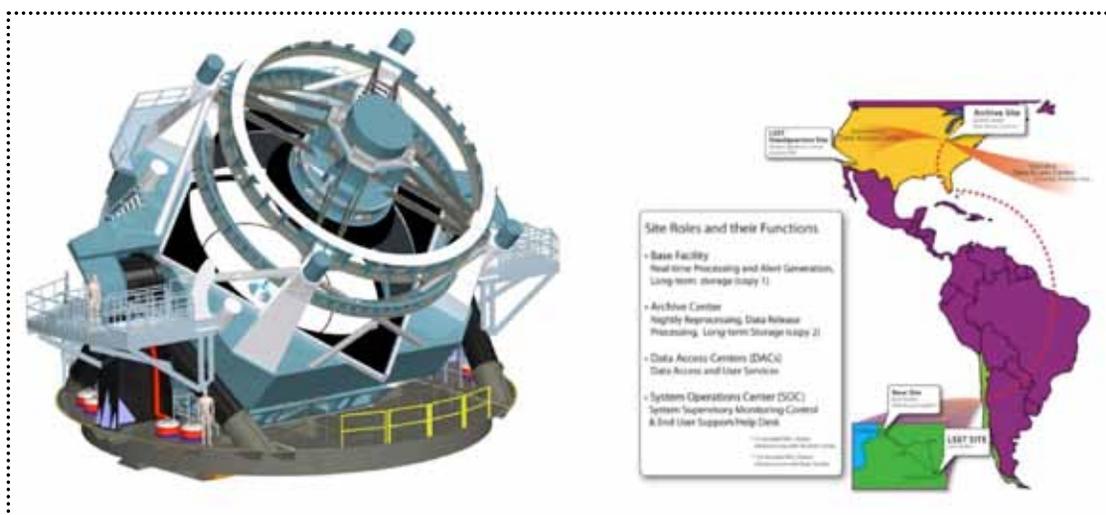


Fig. 3 Il telescopio LSST, la sua posizione (Cile) e la posizione dell’archivio (Ohio)

(Cherenkov Telescope Array).

Il LSST è un telescopio con uno specchio da 8.4 mt (come gli specchi dei telescopi dell'ESO) che però è dedicato ad eseguire una Survey di tutto il cielo, con lo scopo dichiarato di "visitare almeno 1000 volte la sfera celeste in 10 anni!". Si prevede che possa entrare in funzione tra il 2015 ed il 2020, con una "camera" che produrrà immagini di dimensioni di circa 6 Giga Pixel. Tutto ciò porterà ad avere un volume di dati prodotti pari a circa 20TB a notte, che in 10 anni porterà ad una quantità di dati *raw* (cioè dati non calibrati) pari a 60 PetaByte, ed un catalogo non inferiore ai 15 PB.

L'altro esempio riguarda il progetto CTA (Cherenkov Telescope Array), che vuole costruire la nuova generazione di strumenti per la ricerca di raggi gamma da alta energia con base a terra. Si parla di circa 150 telescopi (da 24, 12 e 6 metri) posizionati in due siti nei due emisferi per coprire tutta la sfera celeste. Rispetto ai precedenti telescopi per le alte energie dedicati a singoli esperimenti, il CTA sarà un osservatorio che servirà una vasta comunità di utenti. Infatti al momento nel progetto sono coinvolti oltre 800 scienziati di 25 paesi. Anche in questo caso il flusso di dati previsto è di 1-10 GB/secondo per totale di 1-10 PB/anno. In più l'analisi dei dati da questo tipo di telescopio necessita l'utilizzo di pesanti simulazioni Monte Carlo.

Un'altra fonte di grandi quantità di dati

sono anche le simulazioni teoriche: dal singolo evento (l'evoluzione di una supernova) alla evoluzione dell'universo su grande scala. Queste simulazioni richiedono spesso il confronto con i dati osservativi.

La ricerca astrofisica si sta evolvendo:

- nel passato le osservazioni erano "puntuali" ed omogenee, occupavano qualche MByte fino a qualche GByte e si indirizzavano verso pochi e "semplici" oggetti con pochi parametri per la loro identificazione;
- al presente si lavora su grandi survey omogenee (circa dai 10 ai 100 TB)che includono grandi esempi di oggetti (da 10^6 a 10^9 oggetti) con dozzine di parametri fisici;
- in un futuro, neanche tanto lontano, si parlerà di archiviare survey di cieli federati, a diverse lunghezze d'onda, dove i PetaByte saranno la base di ogni archivio e che implicheranno l'osservazione di tutto il cielo nel suo insieme con centinaia di parametri da confrontare per ogni singolo oggetto.

Ci si trova, e ci si troverà sempre più, di fronte ad uno scenario distribuito di generatori di dati (telescopi, simulazioni, centri di calcolo e scienziati distribuiti sull'intero globo terrestre, dove la scienza necessita di lavorare in modo interattivo su tutte le lunghezze d'onda utilizzabili (scienza *multi-wavelength*). Per far fronte a ciò già da 10 anni gli astronomi stanno lavorando al cosiddetto Osservatorio Virtuale (o Virtual Observatory: VO).

Il Virtual Observatory (VO) è una collezione

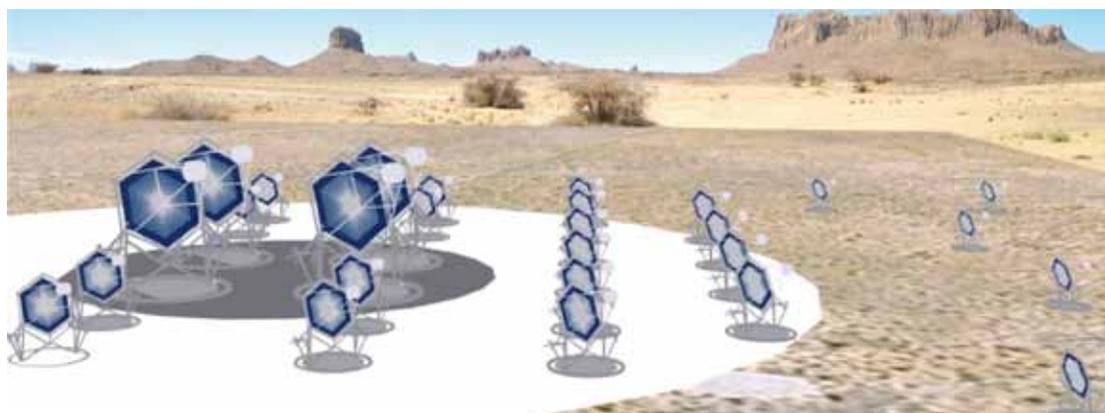


Fig. 4 Un disegno preliminare del CTA



Fig. 5 IVOA con i loghi dei membri

ne di archivi astronomici e strumenti software interoperabili che tramite Internet crea un ambiente di sviluppo scientifico nel quale sviluppare complessi programmi scientifici. Il VO viene sviluppato nei suoi vari aspetti da una alleanza internazionale IVOA (International Virtual Observatory Alliance) che raggruppa le varie organizzazioni nazionali che lavorano nel VO. In particolare l'Italia è rappresentata da VObs.it.

Il VO lo si può anche definire come “un nuovo tipo di organizzazione scientifica nell’era dell’abbondanza dell’informazione”. I suoi pregi sono:

- è intrinsecamente distribuito, ma web-centrico: Non esiste un unico *data center*, ma i dati rimangono dove ci sono le competenze tecniche e scientifiche per un loro efficiente primo utilizzo;
- al passo con lo sviluppo tecnologico: Il VO si basa sulle tecnologie informatiche e web più avanzate e punta decisamente verso il

web 2.0. Infatti un grosso sforzo all’interno del VO è stato fatto nella semantica, in modo da poter facilmente integrare modelli di dati eterogenei indipendentemente dalla disciplina e dalla lunghezza d’onda considerata;

- è “astronomia democratica”: viene rilasciato allo scienziato uno potente strumento di accesso ai dati, focalizzando il suo lavoro sulla ricerca di nuove frontiere da esplorare: identificare facilmente lunghezze d’onda in cui andare, aumentare le osservazioni e sviluppare nuovi strumenti o ricercare interazioni tra i dati esistenti tramite *data mining* etc.

Scopo dell’ IVOA è quello di sviluppare un sistema trasparente e di facile utilizzo da parte dell’utente, senza che questo debba preoccuparsi delle problematiche tecniche che lo compongono. Se si va a infatti a analizzare gli standard che l’IVOA ha sviluppato, e che sta ancora sviluppando, questi rappresentano un bosco di tecnologie e protocolli in cui solo gli sviluppatori esperti sanno destreggiarsi, con i quali la comunità astronomica non necessita di confrontarsi.

Proprio l’uso del VO potrà dare un’accelerazione allo sviluppo della scienza *multi-wavelength* tramite un facile accesso alla SED (Spectral Energy Distribution) cioè all’analisi delle caratteristiche di un oggetto su tutte le lunghezze d’onda.

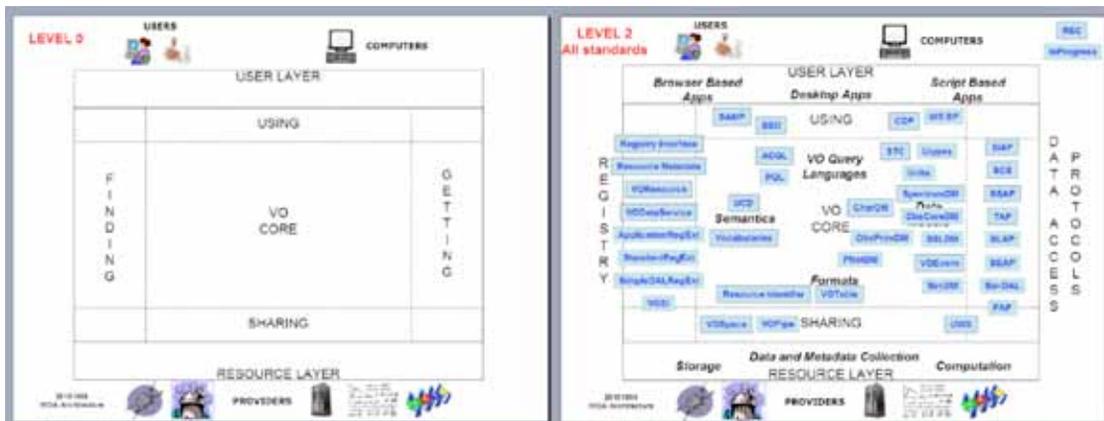


Fig. 6 Il Livello 0 e 2 del disegno del VO



Fig. 7 L'immagine di una galassia vista a diverse lunghezze d'onda

3. Conclusioni

Ci troviamo di fronte ad una sfida in cui scienziati, sistemi di calcolo e “fornitori di dati”(telescopi terrestri e centri di calcolo) saranno sempre più distribuiti e Petabyte (o ExaByte) di dati potranno essere prodotti senza il problema dello storage. Ad unire tutti questi attori ci sarà la rete, sempre più protagonista in questo nuovo scenario. Sarà la rete in grado di permetterci l'acquisizione e l'analisi di questo Tsunami di dati in arrivo?

Riferimenti bibliografici

- [1] INAF: <http://www.inaf.it>
- [2] LSST: <http://www.lsst.org>
- [3] CTA: <http://www.cta-observatory.org>
- [4] IVOA: <http://www.ivoa.net>
- [5] VObs.it: <http://vobs.astro.it>



Riccardo Smareglia

smareglia@oats.inaf.it

Laureato presso l'Università degli studi di Trieste nel 1987. Dal 1991 è dipendente presso l'Osservatorio Astronomico di Trieste.

La sua attività di ricerca si è sempre svolta nel campo del data handling e degli archivi di dati astronomici. Partecipa a diverse attività legate all'Osservatorio Virtuale (IVOA) sin dalla sua creazione nel 2000 e, dal 2006 al 2010, è stato responsabile italiano di due progetti finanziati dalla Comunità Europea (EURO-VO DCA ed EURO-VO AIDA). Dal 2004 è responsabile della creazione e gestione del “Centro per gli Archivi Astronomici” (IA2) il quale gestisce i dati dei telescopi ottici italiani o a partecipazione italiana come TNG ed LBT.

Conferenza GARR_11

Selected papers

Internet è di tutti

G. Attardi

Comput-ER: l'infrastruttura e i servizi di calcolo e archiviazione distribuiti per le comunità scientifiche e non in Emilia Romagna

M. Bencivenni, D. Cesini, A. Venturini, P. Veronesi

LOLA e la nuova frontiera dell'educazione musicale a distanza

N. Buso

Digital divide: la prospettiva in GARR-X

M. Carboni

Osservo, misuro, valuto, agisco. Come la gestione consapevole della rete sia benefica per il suo utilizzo

M. Carboni

Internet of Threads

R. Davoli

E allora? La nostra vita, le nostre storie e la conoscenza di cui sono intessute

G. De Michelis

L'Infosfera: uno spazio per le tendenze in atto nel mondo ICT

G. Falciasacca

Archeologia Virtuale Online

B. Fanini, L. Calori, G. Lucci Baldassari, S. Pescarin

OpenWISP, una soluzione open source originale per la diffusione di servizi WiFi

D. Guerri

Misura delle prestazioni di accesso ad Internet offerte dagli operatori italiani

L. Rea, P. Talone

Archivi astronomici di oggi...e che immaginiamo tra 20 anni?

R. Smareglia

ISBN 978-88-905077-3-1



9 788890 507731