

[reti]

anno 7 numero **13** / 10.12

asimmetrie

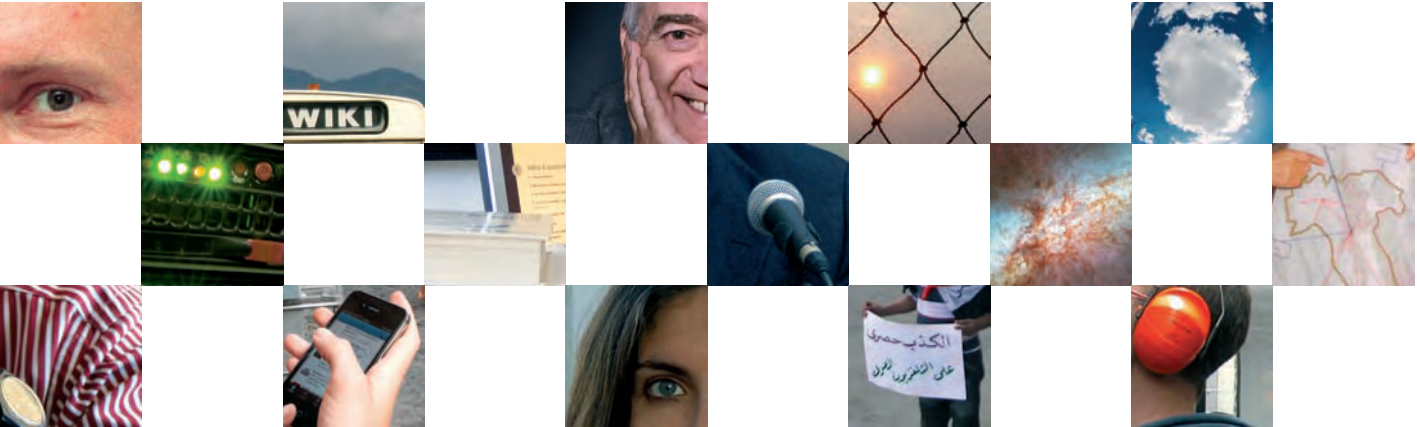
rivista semestrale dell'Istituto
Nazionale di Fisica Nucleare

asimmetrie

Cari lettori di Asimmetrie,

la lentezza, che a molti di noi piace, perché rende la vita più gradevole, non è però uno dei pilastri della scienza. Alla fine degli anni '80, al Cern di Ginevra centinaia di persone lavoravano su un grande progetto e lo scambio di informazioni avveniva per posta interna, una bella busta marrone che conteneva il documento da visionare e che veniva consegnata puntualmente due volte al giorno. Allo stesso tempo, tutti i ricercatori sapevano scrivere un documento su un computer, ma nessun altro sarebbe mai stato capace di trovarlo e leggerlo, pur disponendo di internet. Un ricercatore inventò l'Url (e qualcosa di più) e da quel giorno un diluvio esponenziale di informazioni iniziò a seppellire l'umanità. Oltre a una serie di nuove rubriche e a una nuova faccia del sito web (www.asimmetrie.it), che vi invitiamo ad andare a guardare, in questo numero di Asimmetrie trovate un po' di storia, un po' di informazione, un po' di prospettiva, insomma il tentativo di riassumere l'evoluzione di una idea, quella della rete, che ha trasformato il mondo in cui viviamo in modo sostanziale e che promette di continuare a farlo. Non per nulla parlare di *digital divide*, ovvero del divario tra chi ha accesso ai computer e alla rete digitale e chi ne è escluso, ormai evoca lo spettro del Medioevo.

Fernando Ferroni
presidente Infn



as

13 / 10.12

[reti]

asimmetrie
Rivista dell'Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare

Semestrale, anno 7,
numero 13 ottobre 2012

direttore responsabile
Fernando Ferroni, *presidente Infn*

direttore comitato scientifico
Crisostomo Sciacca

comitato scientifico
Vincenzo Barone
Egidio Longo
Massimo Pietroni
Giorgio Riccobene
Barbara Sciascia

caporedattore
Catia Peduto

redazione
Eleonora Cossi
Vincenzo Napolano
Francesca Scianitti
Antonella Varaschin
Francesca Cuicchio
(infografica)

hanno collaborato
Federico Calzolari, Massimo Carboni,
Antonella Del Rosso, Marco
Fabbrichesi, Fabio Fortugno, Pietro
Greco, Leonardo Merola

contatti redazione
Infn Ufficio Comunicazione
piazza dei Caprettari 70
I-00186 Roma
T +39 06 6868162
F +39 06 68307944
comunicazione@presid.infn.it
www.infn.it

impaginazione
Istituto Arti Grafiche Mengarelli

sviluppo sito internet
IAG Mengarelli/kmstudio

stampa
IAG Mengarelli

su carta di pura cellulosa
ecologica ECF
Fedrigoni Symbol™ Tatami
250 - 135 g/m²
Registrazione del Tribunale di Roma
numero 435/2005 del 8 novembre 2005.
Rivista pubblicata da Infn.
Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte della
rivista può essere riprodotta, rielaborata o
diffusa senza autorizzazione scritta dell'Infn,
proprietario della pubblicazione.
Finita di stampare nel mese di settembre 2012.
Tiratura 15.000 copie.

come abbonarsi
L'abbonamento è gratuito.
Tre modi per abbonarsi:
Compilare l'apposito form sul sito
www.asimmetrie.it
Inviare una mail di richiesta a
comunicazione@presid.infn.it
Contattare la redazione

sito internet
Asimmetrie 13 e tutti i numeri
precedenti della rivista sono disponibili
anche online su www.asimmetrie.it

crediti iconografici
Foto copertina ©Giorgio Fochesato
(Istockphoto) // foto p. 4 Sanja Gjenero (Lusi);
fig. a p. 5 ©Asimmetrie-Infn; foto b p. 6 ©Cern;
fig. p. 7 ©Asimmetrie-Infn; foto c p. 8 ©Andrew
Laing; fig. 1 p. 9 ©Asimmetrie-Infn; foto d p.
10 ©Cern // foto a p. 11 ©Cern; fig. b p. 12
©Cern // foto a, b pp. 13-14 ©Infn // foto a p.
15 ©Sensor; fig. b p. 16 ©Asimmetrie-Infn //
fig. p. 18-19 ©Asimmetrie-Infn // fig. 1 p. 20
©Asimmetrie-Infn // foto a p. 21 ©Fermilab;
fig. b p. 22 ©Asimmetrie-Infn; foto 1 p. 23
©Nasa/Esa/Hubble Heritage Team
(STScI/AURA); fig. c p. 24 ©Real Time Monitor
// foto a p. 25 ©Mark Kostich (Istockphoto) //
foto a p. 27 ©JanneM; foto b p. 28 ©Shahram
Rahatlou; foto c p. 29 ©Cern // fig. a p. 30
©Opte; foto c p. 32 ©Ihsanyildizli (Istockphoto)
// foto b p. 34 ©Federico Picco // foto a p. 35
©Domenico Santonocito,Lns // foto b p. 38
©Cornell University; foto c p. 39 ©Despina
Hatzifotiadou // foto a p. 40 ©Domenico
Santonocito, Lns; foto b p. 41 ©mobile9; fig. c
p. 41 ©Asimmetrie-Infn; foto d p. 42
©Ap/LaPresse; fig. 1 p. 43 ©Asimmetrie-Infn
// foto a p. 44 ©Ap/LaPresse; foto b p. 45
©Federico Picco // foto b p. 47 ©Nasa // p.
48 Boson Higgs ©Cern; Opera ©Infn (S.
Schiavon); Gssi ©Infn.

Ci scusiamo se, per cause del tutto indipendenti
dalla nostra volontà, avessimo omissso o citato
erroneamente alcune fonti.

Grande come il mondo
di Egidio Longo

Yes! That's it!
di Antonella Del Rosso

[as] radici
Prima del web: Infn-Net.
di Antonella Varaschin

Viaggiare informatici
di Massimo Carboni

[as]
Le vie segrete dei bit.
di Fabio Fortugno

[as]
Sempre più veloci.
di Crisostomo Sciacca

Griglie e nuvole
di Leonardo Merola

[as] riflessi
Diagnosi in un clic.
di Catia Peduto

Fisici sulle nuvole
di Eleonora Cossi

Società interconnessa
di Vincenzo Napolano

[as] traiettorie
Studiare dinamiche della comunicazione.
di Antonella Varaschin

Fisica 2.0
di Vincenzo Napolano

Open science
di Marco Fabbrichesi

Chi cerca trova
di Federico Calzolari

[as] intersezioni
Homo zappiens.
di Pietro Greco

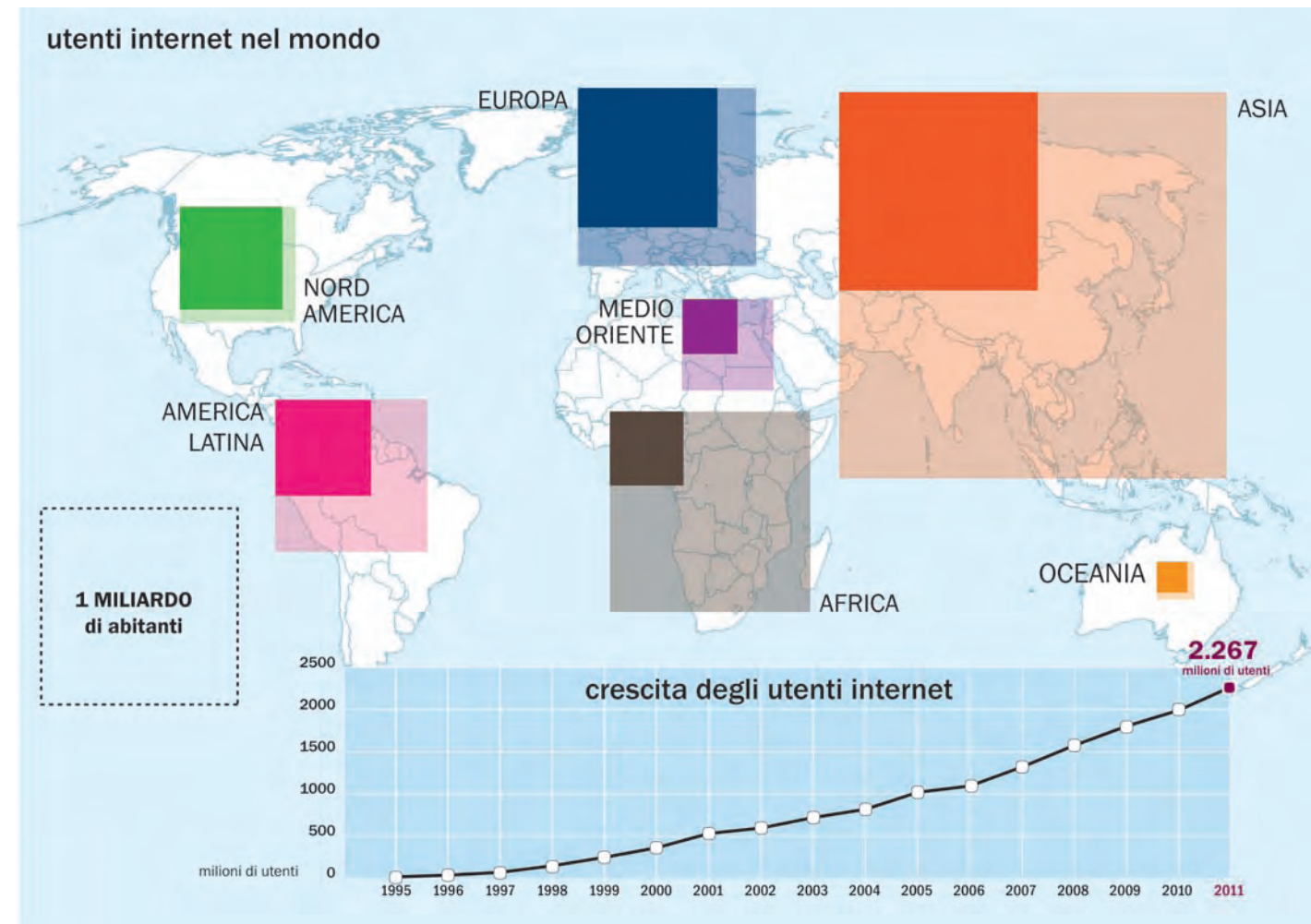
[as] spazi
Giocare a Spheres.
di Catia Peduto

[as] in primo piano

Grande come il mondo

La rete, dalle particelle ai social network

di Egidio Longo



Oggi la rete connette più di due miliardi di persone in tutto il mondo. Tenendo conto della distribuzione uniforme dei suoi utenti su tutto il pianeta, si può dire che in qualunque istante del giorno e della notte, ad esempio proprio ora mentre state leggendo questo articolo, ci sono un centinaio di milioni di persone connesse che possono scambiarsi istantaneamente un messaggio, vedere contemporaneamente una stessa immagine, ascoltare lo stesso pezzo musicale, leggere lo stesso articolo di giornale e soprattutto far sapere a tutti gli altri che lo stanno facendo. Per quanto possa sembrare inverosimile, questa rivoluzione che ha modificato nel profondo le telecomunicazioni con conseguenze economiche incalcolabili, che ha inciso sulle modalità di lavoro, sulla fruizione del tempo libero di ciascuno di noi, che è arrivata negli ultimi tempi persino a modificare profondamente le dinamiche politiche e sociali

di paesi che sembravano irrimediabilmente lontani dalla modernità, è nata nell'ambiente dei fisici delle particelle. In realtà, fin dalla nascita di questo campo di ricerca nella prima metà del Novecento, i fisici delle particelle hanno operato attraverso una fitta rete internazionale di scambi e collegamenti. E almeno in questo settore, grazie al prestigio e ai rapporti internazionali di Enrico Fermi, la scuola italiana è sempre stata parte integrante di questa rete, non soffrendo mai di quella provincializzazione che ha rallentato in altri settori lo sviluppo della scienza italiana. Fermi, giovanissimo, visitò Gottinga e Leida, dove conobbe e si fece apprezzare da Born e Einstein. Dagli inizi degli anni trenta prese l'abitudine di spedire i suoi giovani allievi per periodi più o meno lunghi nei più prestigiosi laboratori del mondo a discutere le loro ricerche o a imparare qualche nuova tecnica sperimentale.

a. Sopra, il numero di utenti di internet suddiviso per regioni geografiche: i quadrati in colore tenue rappresentano la popolazione totale di ciascuna regione, i quadrati ad essi interni, in colore pieno, ne indicano la parte connessa in rete. Sotto, la crescita del numero di utenti, dal 1995 ad oggi.

Così, quando il collegamento in rete dei computer, quello che oggi chiamiamo *internet* (contrazione dell'inglese *interconnected networks*, ovvero reti interconnesse), nato in ambito militare intorno alla fine degli anni '60 (vd. approfondimento p. 17), si trasformò in una rete sviluppata appositamente per la ricerca scientifica, l'Infn non si fece trovare impreparato. Anzi, per tutto un periodo tra la fine degli anni '70 e gli inizi degli '80, l'Infn si trovò all'avanguardia, rispetto ad altri istituti tra i quali lo stesso Cern (il laboratorio europeo della fisica delle particelle a Ginevra, in Svizzera), grazie all'adozione diffusa dei Vax (Virtual Address eXtension) della Digital: piccoli computer modulari dal sistema operativo avanzatissimo ed estremamente "user-friendly", facilmente integrabili tra loro in una rete *ethernet* (un protocollo per la trasmissione di dati su una rete locale compatibile con la connessione a internet, tuttora largamente utilizzato), alternativa modernissima, ma niente affatto

scontata ai grandi calcolatori *mainframe* (calcolatori di grande potenza, che richiedevano uno spazio adeguato e una poderosa struttura di servizio, ai quali si poteva accedere tramite terminali) allora privilegiati dai centri di calcolo di molte università e centri di ricerca. Attraverso il sistema operativo dei Vax era semplicissimo scambiare mail e messaggi istantanei tra le varie sedi dell'ente e con il Cern. Ricordo ancora le ore e ore passate a scambiare informazioni scientifiche, ma anche a "chattare" (naturalmente nessuno di noi sapeva che un giorno si sarebbe detto così) con qualche collega al Cern o semplicemente nella stanza accanto, tanto era stimolante la novità della cosa. Sempre all'Infn si deve la prima *back-bone* (spina dorsale) della rete italiana, sviluppata da quello che sarebbe poi diventato il Garr (Gruppo per l'Armonizzazione delle Reti della Ricerca) (vd. p. 13). L'idea del *web* (ragnatela) nasce per rispondere all'esigenza di una

condivisione automatica di informazioni tra scienziati che lavoravano in università ed enti di ricerca sparsi nel mondo, e che gravitavano attorno al Cern. Nel 1989, l'anno in cui entrava in funzione il Lep (l'acceleratore di particelle che ha permesso di verificare con fantastica precisione il modello standard delle interazioni fondamentali), il Cern contava già tra i suoi associati 6000 scienziati provenienti da tutte le università del mondo. La prima proposta fu formulata da Tim Berners-Lee nel 1989, e alla fine del 1990 esisteva già un prototipo funzionante, sviluppato in collaborazione con Robert Cailliau (vd. p. 11). Nel 1991 il sistema era già in grado di funzionare su un qualunque personal computer e un gran numero di università e di centri di ricerca iniziò a usarlo. Subito dopo, il sistema fu reso disponibile in internet a qualunque utilizzatore, in maniera del tutto gratuita, e si cominciò a usare il termine "www" (*World Wide Web*, o "ragnatela estesa a tutto il mondo").

[as] approfondimento

Gli ingredienti del web

- Url: Uniform Resource Locator**
stringa che inseriamo nella barra degli indirizzi per raggiungere una determinata pagina
- Html: HyperText Markup Language**
linguaggio di marcatura per ipertesti
- Ftp: File Transfer Protocol**
protocollo per la trasmissione di file
- Http: HyperText Transfer Protocol:**
protocollo per la trasmissione di ipertesti

Già alla fine degli anni '80 gli ingredienti del web erano tutti più o meno disponibili, alcuni addirittura da parecchi anni. Si potrebbe dire che le tecnologie necessarie erano tutte lì, in attesa che qualcuno, come poi fece Tim Berners-Lee, le mettesse insieme. Vediamone gli elementi fondamentali: il concetto di *ipertesto*, ossia un testo scritto in una lingua ordinaria, nel quale alcune parole nascondono dei collegamenti (o *link*) che rinviano ad altre pagine di testo o a immagini; un sistema di indirizzamento (detto Url) che

permette di rappresentare questi collegamenti in maniera sintetica; un linguaggio (Html) che permetta in maniera semplice di codificare queste informazioni nel testo, che poi appare nella lingua ordinaria; un certo numero di protocolli (come Ftp, Http) che permettono al sistema di riconoscere le diverse tipologie di file; infine, un *browser* (dall'inglese *to browse*, "sfogliare"), una interfaccia utente intuitiva e user-friendly che permette di operare in maniera semplice (con un click del mouse!) sui campi

dell'ipertesto (come ad esempio Firefox o Internet Explorer). Benché tutte queste componenti, come detto, esistessero già (famoso era *hypercard* della Apple, il primo software per la creazione di ipertesti a grande diffusione), Berners-Lee ebbe l'intuizione di mettere tutto insieme in un sistema integrato e di stabilire uno standard universale, attraverso una ridefinizione delle varie componenti, che nella versione da lui proposta sono poi quelle che sostanzialmente si usano ancora adesso.



b.
L'inventore del World Wide Web,
Tim Berners-Lee.

Il vantaggio complessivo di questo sistema è che da un qualunque computer personale, conoscendo soltanto l'indirizzo virtuale (l'Url) di una pagina, si può accedere ai suoi contenuti, e se questi sono a loro volta ipertestuali, ossia contengono altri link, saltare di pagina in pagina attraverso tutta la rete. Non si deve sapere dove si trova fisicamente un certo file di dati, e neanche in quale formato questi sono codificati (si tratti di un testo, di una immagine o altro), perché questa informazione è contenuta nello stesso file di dati e il browser sa da solo (attraverso il protocollo) come riconoscerlo e come trattarlo. Non bisogna confondere il web con internet: internet esisteva da molto prima del web. Solo che prima era necessario essere uno specialista di software per utilizzare le potenzialità della rete. Con il web, anche una persona inesperta può navigare in internet. Qualcuno potrebbe obiettare che il coinvolgimento del Cern nell'invenzione del web potrebbe essere avvenuto in maniera piuttosto casuale: se una persona geniale come Berners-Lee si

fosse trovata a lavorare a quel tempo intorno a problemi simili in una grande società di informatica o di nuove tecnologie, il web forse sarebbe nato lo stesso. Tuttavia non c'è dubbio che la repentina e vertiginosa diffusione del web al di fuori del Cern è legata soprattutto alla filosofia dell'*open access*, ossia dell'accesso libero e gratuito alle scoperte e alle innovazioni scientifiche, che è tipica di un grande laboratorio internazionale di ricerca fondamentale come lo è il Cern, ed è lontanissima invece dalla logica delle grandi società che sviluppano nuove tecnologie. Non si può fare a meno di ricordare come ancora nel 1995, quattro anni dopo la nascita del web, all'epoca già utilizzato da oltre 15 milioni di persone in tutto il mondo, Bill Gates bollò l'uso personale di internet come una moda passeggera, e fu poi costretto a correre ai ripari alla fine dello stesso anno, lanciando in tutta fretta la prima lacunosa versione di Internet Explorer della Microsoft, che sarebbe diventato in pochi anni il browser più diffuso nel mondo.



c.
L'autobus "wiki wiki" sulle Isole hawaiane, da cui prendono il nome le pagine *wiki*. Il padre della prima pagina *wiki*, Ward Cunningham, si ispirò al nome "wiki wiki" usato per i bus navetta dell'aeroporto di Honolulu, sulle isole Hawaii. "Wiki wiki" in lingua hawaiana significa "rapido" oppure "molto veloce".

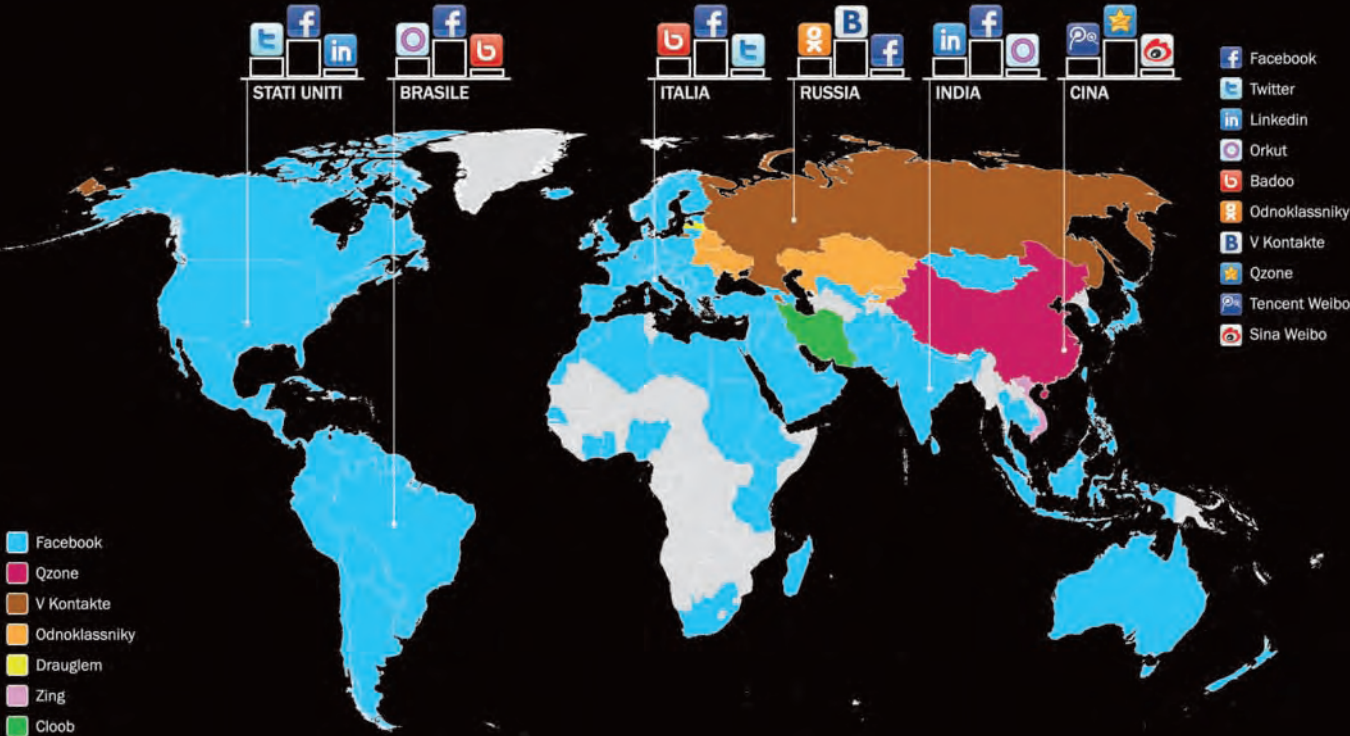
E invece è proprio la filosofia dell'*open access* alla rete che ha maggiormente contribuito alla rivoluzione culturale associata al web. Non si tratta soltanto della possibilità di accedere gratuitamente a contenuti di informazione e ad altre risorse che solitamente richiedono un costo unitario all'utente, ma del fatto di "condividere" con altri le proprie risorse, in un rapporto di scambio che arricchisce in maniera esponenziale tutti i partecipanti al crescere del loro numero. Questa filosofia compie un nuovo passo in avanti con l'introduzione di quello che spesso viene chiamato *web 2.0* e che consiste nella possibilità da parte dell'utente di interagire in maniera semplice con i siti web (di nuovo senza essere un esperto informatico), per inserire propri contenuti e renderli immediatamente accessibili ad altri utenti. L'interazione con la pagina web diventa così bidirezionale. Lo strumento di base è la pagina *wiki*, ossia una pagina web che l'utente può non solo leggere, ma anche modificare, e che diventa così il motore per lo sviluppo simultaneo di contenuti condivisi da parte di un numero praticamente illimitato di utenti e fornitori. Inutile dire che le

pagine wiki sono il cuore di Wikipedia, l'enciclopedia libera online. Ma altri esempi di web 2.0 sono i blog (vd. p. 35), i forum, i social network (come Facebook o Twitter, vd. approfondimento) o anche semplicemente le chat. E un aspetto parallelo è quello dello sviluppo dei motori di ricerca (vd. p. 40). Un'altra idea nata tra i fisici e che ha avuto una grande influenza sulla filosofia dell'*open access* è stato lo sviluppo dell'*arXiv* (vd. p. 37), archivio aperto e online di *preprint* (articoli non ancora approvati per la pubblicazione in una rivista scientifica). Si può dire che l'*arXiv* è stato una delle cause scatenanti di un processo di ridefinizione del concetto stesso di proprietà intellettuale, dalle enormi implicazioni socio-economiche via via che venivano coinvolte tutte le forme di produzione culturale (libri, musica, film ecc.). Oggi nuovi paradigmi basati sul continuo sviluppo della rete stanno rivoluzionando ancora una volta su scala mondiale le modalità di utilizzazione delle risorse di calcolo: sono il *Grid computing* e il *Cloud computing*, due approcci nei quali la potenza di calcolo e l'accesso ai file personali

[as] approfondimento

Social network

1.
Mappa mondiale della popolarità dei social network per paese, aggiornata a giugno 2012, e classifica di popolarità in alcuni paesi. (fonte Google Trends for Websites/Alexa, Vincenzo Cosenza vincos.it)



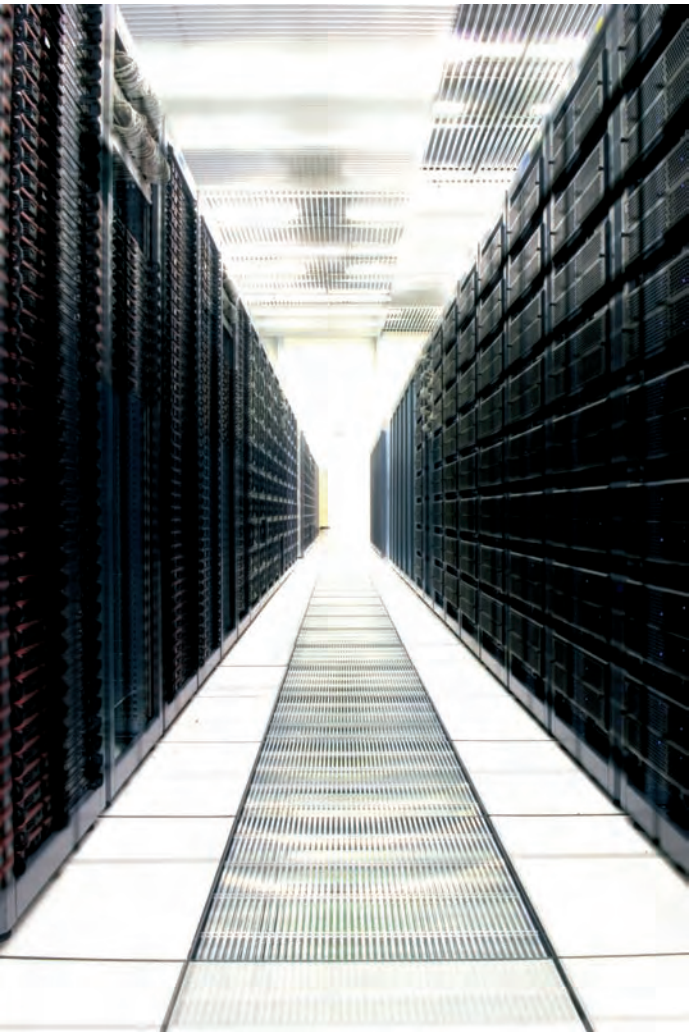
Se con l'avvento del web il modo di comunicare a distanza ha subito una prima rivoluzione grazie alle email, la nascita del web 2.0 ha provocato una seconda rivoluzione nei rapporti sociali grazie allo sviluppo dei social network. In Europa e in America, come in tutto il resto del mondo, la stragrande maggioranza delle persone, perlomeno quelle fino ai 45 anni di età, fa parte di almeno un social network. Da questo punto di vista i social network abbattano le frontiere tra gli stati e addirittura tra i continenti. Persone che abitano in paesi diversi possono tenersi in contatto in tempo reale, ritrovare vecchi amici o incontrarne di nuovi. È un fenomeno in continua evoluzione. Tutto incominciò già nel 1997, ancor prima dell'invenzione delle pagine *wiki*, quando venne lanciato il sito web *Six Degrees*, il cui nome deriva dall'idea che due abitanti qualsiasi del mondo

possono essere collegati tra loro con solo sei contatti intermedi. Anche se dopo tre anni *Six Degrees* fu chiuso, erano state gettate le basi che portarono nel 2002 alla nascita di *Friendster*, finalizzato all'organizzazione di appuntamenti fra i suoi utenti, e poi nel 2003 di *MySpace* e *LinkedIn*: il primo ebbe grande successo tra gli artisti, il secondo diventò il riferimento per i professionisti di tutto il mondo. Ma l'inizio della vera e propria rivoluzione è il 2004, con la nascita del popolare sito *Facebook*. Inventato dal giovane studente dell'Università di Harvard Mark Zuckerberg per connettere fra loro gli studenti dell'università, dal 2006 si è espanso a livello mondiale, rendendo Zuckerberg in poco tempo un miliardario. In Italia, gli utenti sono oltre 20 milioni: circa un italiano su tre ha un profilo *Facebook*. Resistono a questa

inarrestabile diffusione alcune aree geografiche, che continuano a preferire social network locali, a volte a causa di censure politiche: in Cina spopola *Qzone*, in Kazakistan *Odnoklassniki*, in Russia *Vkontakte*, in Vietnam *Zing* e nella piccola Lettonia *Draugiem* (vd. fig. 1). Il 2006 è stato anche l'anno della nascita di *Twitter*, un servizio di "microblogging" che offre agli utenti una pagina personale, dove inserire messaggi di non oltre 140 caratteri. *Twitter* ha incontrato un notevole successo tra le star del cinema e gli sportivi più famosi e tale fama ha permesso di raggiungere più di 200 milioni di iscritti e circa 65 milioni di tweet al giorno. In Italia il boom di *Twitter* si è registrato solo nell'ultimo anno. Nel giugno 2011 il popolare motore di ricerca ha lanciato *Google+*, con l'intento di sfidare il colosso di Facebook. I numeri per ora non gli danno ragione.

dell’utente vengono delocalizzati in server remoti, a cui l’utente può accedere da qualunque postazione connessa con la rete. Come agli albori del web, la fisica delle particelle svolge un ruolo guida sia nel fissare gli obiettivi, legati alla insaziabilità di potenza di calcolo e di *storage* (“immagazzinamento”) dei dati dei grandi esperimenti come quelli dell’acceleratore di particelle Lhc (Large Hadron Collider) inaugurato nel 2008 al Cern, sia nel realizzare e nello sperimentare le tecniche necessarie per questi sviluppi. E l’Infn continua a essere in prima fila nei più importanti progetti internazionali (vd. p. 21). Se la scienza, e la fisica in particolare, è stata il motore di queste rivoluzioni, gli aspetti sistemici della interconnessione in rete sono divenuti a loro volta oggetto di ricerca scientifica (vd. p. 30). E a sua volta, lo studio della rete diventa paradigmatico per lo studio dei sistemi complessi, tornando a retroagire sulle teorie fisiche della complessità. Il processo è piuttosto facile da spiegare: la struttura stessa della rete informatica rende molto semplice il suo monitoraggio, per cui

si può raccogliere una mole enorme di dati sul comportamento della rete. Mettendo ordine in questi dati, si può sviluppare una *teoria delle reti* (come si formano e si gestiscono le code, come si possono sfruttare i collegamenti alternativi ecc.). Se ora si individuano sistemi di interconnessioni completamente diversi (la rete degli scambi commerciali o finanziari, o la rete delle sinapsi neuronali), le teorie che funzionano per la rete informatica possono essere utilizzate per comprendere od ottimizzare i funzionamenti di queste altre reti. È facile capire come si può andare ben oltre la semplice ricaduta tecnologica, arrivando a un nuovo paradigma culturale che incide profondamente sull’interpretazione di realtà tra loro diversissime del mondo in cui viviamo, siano esse naturali, come il cervello degli esseri viventi, od opera dell’uomo, come la finanza o i mercati. Questo è il motivo per cui il web è stato non solo una incredibile innovazione tecnologica, ma anche una vera rivoluzione culturale, ancora in frenetica evoluzione dopo venti anni dalla sua introduzione.



d. La “fattoria dei Pc” al Cern, dove vengono immagazzinati i dati prodotti dall’acceleratore Lhc, che ogni anno potrebbero riempire una pila di cd alta 20 km. Per gestire quest’enorme mole di dati è stata sviluppata la Grid che permette di condividere la capacità di calcolo di altri computer collocati in diversi paesi del mondo.

Biografia
Egidio Longo insegna alla Sapienza, Università di Roma, e svolge attività di ricerca in fisica delle particelle elementari. È membro della collaborazione Cms che conduce un esperimento nell’acceleratore Lhc del Cern.

Yes! That’s it!

A colloquio con uno dei padri del web

di Antonella Del Rosso

Negli anni '80, prima che Tim Berners-Lee inventasse il web, non c’erano molte delle cose di cui oggi faremmo difficilmente a meno: non c’era né Facebook né Twitter, non si sbrigliavano pratiche online, non si acquistavano biglietti aerei da casa, non si guardavano film su YouTube, non si facevano telefonate via internet. Tuttavia, non era certamente un periodo buio per l’informatica. In quegli anni diversi gruppi di esperti cercavano soluzioni a un problema che stava assumendo un’importanza crescente per tutti gli addetti ai lavori: come diffondere e organizzare le grandi quantità di dati e la moltitudine di informazioni che già allora venivano prodotti al Cern e, più in generale, nel mondo? Alcuni dei tentativi per dare una risposta alla domanda si sono ormai persi nei ricordi di pochi testimoni, ma all’epoca (nemmeno poi tanto lontana!) ciascuno di loro ebbe il suo momento di gloria e tutti furono molto utili alla soluzione del problema. “Eravamo in molti a cercare la stessa risposta”, ricorda Robert Cailliau, l’ingegnere informatico del Cern che, tra i primi, riconobbe la genialità del primo documento scritto da Tim Berners-Lee sul web. “Tra i sistemi che sembrarono andare più vicini a ottenere un certo successo in termini di diffusione, ricordo soprattutto Mondaneum, Memex, Xanadu, Minitel. Non dobbiamo dimenticarci che all’epoca, anche in un laboratorio avanzato come il Cern, e nonostante il fatto che si facesse già uso della posta elettronica, i file da scambiare venivano ancora messi su floppy disk e inviati per posta interna ai colleghi che li avevano richiesti”. Anche per questo, all’epoca, il corriere interno del Cern passava due volte al giorno a consegnare la posta! Nel 1989 Robert Cailliau ricevette sulla sua scrivania un documento scritto da Tim Berners-Lee accompagnato da un commento di Mike Sendall, un altro esperto di informatica del Cern, che diceva: “Vago ma entusiasmante” (vd. fig. b). Quel documento conteneva il disegno di quello che sarebbe poi diventato il web. “Quando lessi il documento di Tim non potei fare altro che dire ‘Sì, ci siamo!’ (Yes! That’s it!). Sebbene fossimo in molti a cercare di risolvere il problema dello scambio e della gestione dell’informazione, ciascuno di noi lo guardava sotto uno specifico angolo. Tim trovò la soluzione per tutti”, continua Robert.



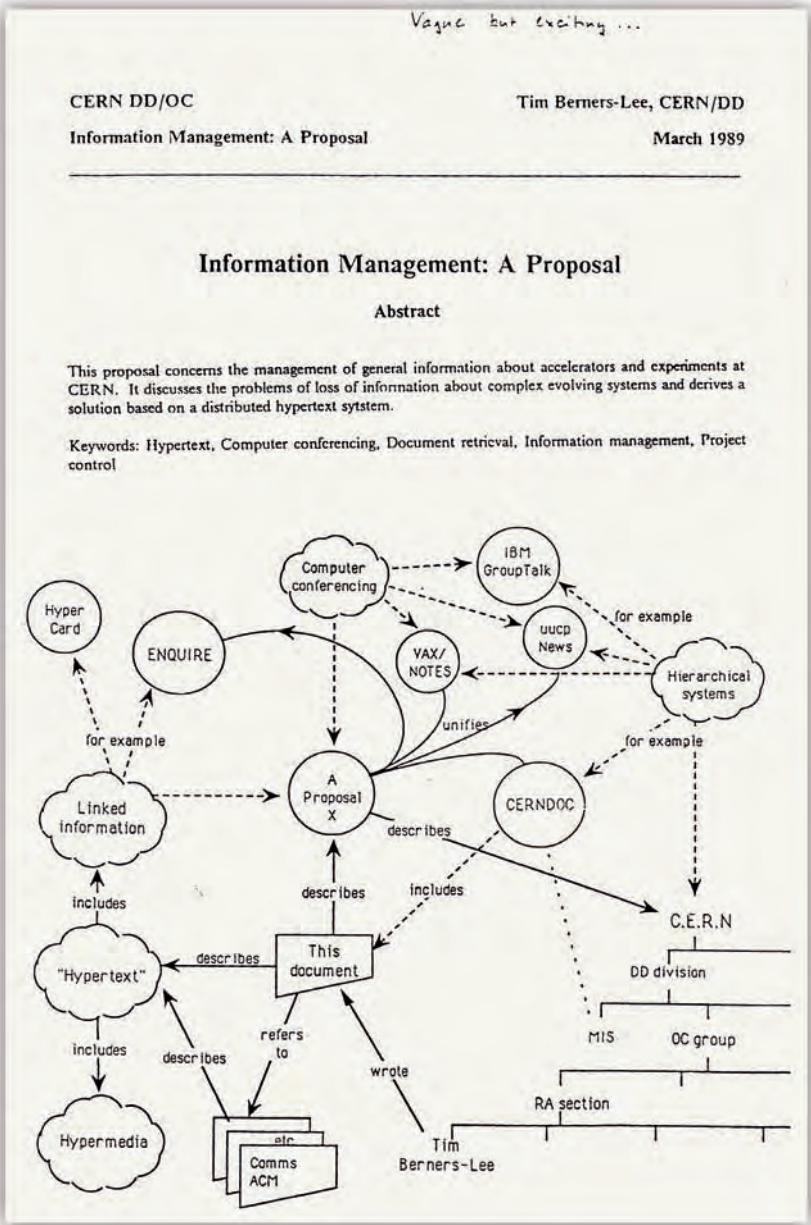
a. Robert Cailliau insieme a Next, il computer su cui Tim Berners-Lee sviluppò il web.

In effetti, gli ingredienti necessari a far nascere il web erano già lì e sotto gli occhi di tutti: i primi personal computer, le reti come internet e l’ipertesto (vd. approfondimento p. 7). Ma non c’era il browser e, soprattutto, non c’era la comprensione generale di come utilizzare tutte le tecnologie in una soluzione unica. Il web era un’idea così innovativa che nemmeno gli esperti della divisione informatica del Cern ne capirono subito l’importanza. “Tim stava sviluppando una delle più grandi invenzioni del secolo scorso in un piccolo ufficio e in parallelo alle sue attività ‘ufficiali’. In quegli anni io ero amministrativamente in un’altra divisione, ma avevo abbastanza libertà di movimento da poter offrire a Tim il supporto di cui aveva bisogno per lavorare a sviluppare le sue idee”, ricorda Robert Cailliau.

Nei mesi che seguirono la presentazione del primo documento, il progetto cominciò a prendere quota. Tim aveva sviluppato un primo browser, altri seguirono. Alcuni di loro permettevano addirittura di modificare il testo direttamente sulla pagina web. “In quei primi browser – spiega Robert Cailliau – un semplice clic su una parola permetteva di apportare modifiche direttamente sul testo, mentre il doppio clic attivava il link. I browser di oggi hanno perso questa funzionalità”.

Nel giro di un paio di anni, nel 1991, la prestigiosa biblioteca di fisica dello Slac, uno dei più importanti laboratori americani, decise di aprire un sito web. Praticamente tutta la comunità scientifica cominciò a richiedere siti web e proporre versioni online dei suoi servizi, inizialmente gli elenchi telefonici e i cataloghi delle biblioteche.

Tuttavia, nonostante il grande successo all’interno della comunità di fisici, il web inizialmente stenta a essere accettato dagli informatici. Robert ricorda aneddoti divertenti: “Nel 1991 il nostro articolo sul web venne rifiutato dagli organizzatori della conferenza Hypertext con la giustificazione che ‘non si vede il bisogno di utilizzare l’ipertesto su una rete informatica’. E nel 1995, la Microsoft annunciò il lancio di una nuova rete che, nel giro di pochi mesi, avrebbe surclassato completamente internet e il web”. Evidentemente, le cose andarono diversamente... Oggi il web è lo strumento naturale che tutto il mondo utilizza per accedere all’informazione.



b. Riproduzione del documento originale di Tim Berners-Lee contenente il primo disegno della struttura del web. In alto a destra le parole di Sendall “Vague but exciting...”.

Biografia
Antonella Del Rosso si laurea in fisica all'Università di Perugia e segue tre anni post-laurea in un esperimento di fusione fredda presso il Paul Scherrer Institute di Zurigo. In parallelo avvia una carriera da giornalista free-lance. Torna al Cern nel 1999, dove incomincia a lavorare nell'ambito della comunicazione e didattica. Da quattro anni Antonella è responsabile della comunicazione interna del Cern.

[as] radici

Prima del web: Infn-Net.

di Antonella Varaschin



a. Enzo Valente, uno dei protagonisti della nascita di Infn-Net e direttore del Garr.

“Ho iniziato a occuparmi di connessioni tra computer non perché fossi un esperto informatico, ma perché ero convinto che le reti potessero rappresentare uno strumento di grandissima utilità per la comunicazione tra i centri di ricerca di fisica delle particelle”, così Enzo Valente, fisico dell’Infn e protagonista della nascita di Infn-Net, inizia il suo racconto. E i fatti ci dicono che aveva visto lungo. “Una volta, negli esperimenti venivano usati piccoli ma potenti calcolatori sia per il controllo degli apparati, sia per l’acquisizione dei dati – inizia a raccontare Valente – e, quando verso la fine degli anni ’70, queste attività sperimentali giunsero a conclusione, tutte le macchine furono dismesse. L’Infn – prosegue – si trovò così ad avere a disposizione calcolatori, sparsi in tutta Italia nelle varie sezioni, in grado di fare un sacco di

cose e dotati di un protocollo condiviso: da qui l’idea di collegarli tra loro, idea che si concretizzò nel 1977, quando le sezioni di Milano, Pavia e Roma sperimentarono la prima connessione. È la nascita di Infn-Net, la prima rete italiana di computer e una delle prime al mondo”. Siamo alla preistoria di internet in Italia. “Stiamo parlando di connessioni che oggi appaiono ridicole: erano via *dial-up*, cioè si facevano parlare i computer tra di loro tramite una telefonata, a 1200 bit al secondo (vd. p. 20, ndr). Ma l’idea era rivoluzionaria, all’epoca non c’era nulla di simile”, sottolinea Valente. Da quel nucleo iniziale, la rete iniziò a crescere. Nel 1980 si aggiunsero la Sezione Sanità e i Laboratori Nazionali di Frascati, e poi progressivamente il progetto coinvolse la gran parte delle sezioni dell’Infn. Nel 1983 entrò nel progetto il Centro Nazionale di Analisi

b.
Il gruppo che ha realizzato il primo collegamento europeo ad alta velocità tra computer dal Cnaf, a Bologna, al Cern, il 6 luglio 1989: da sinistra, Massimo Cinque, Antonia Ghiselli e Umberto Zanotti.



Fotogrammi (nato originariamente per l'analisi automatica delle immagini fotografiche di tracce di particelle ottenute negli esperimenti, ndr), il Cnaf, che successivamente sarebbe diventato non solo il centro di calcolo nazionale dell'Infn, ma anche uno dei nodi di primo livello (Tier 1) della Grid di Lhc (vd. p. 21, ndr). “Fu sempre nel 1983 – prosegue Valente – che la rete si estese fino al Cern e ad altri laboratori di fisica come il Fermilab di Chicago, il giapponese Kek, il Ral (Rutherford Appleton Laboratory) in Inghilterra e tanti altri, fino a formare la prima rete internazionale della ricerca nel mondo. Inoltre, 20 giorni prima che venisse acceso il Lep nell'agosto del 1989, tra il Cnaf e il Cern fu realizzato il primo collegamento tra due paesi europei a 2 milioni di bit al secondo”. Nel 1987 la rete collegava praticamente tutte le sedi Infn con linee ad alta velocità, non venivano più impiegate schede perforate ma si andava da disco a disco. Nel corso del tempo però si era diffusa una certa disomogeneità nei protocolli utilizzati ed era sorta l'esigenza di armonizzare tutta la rete di calcolo. “Il progetto si realizzò – ricorda Valente – grazie all'intervento dell'allora Ministro dell'Università e della Ricerca Antonio Ruberti, che lo finanziò, e anche grazie

agli investimenti degli istituti di ricerca: fu così creato il Garr (Gruppo Armonizzazioni Reti di Ricerca), di cui l'Infn è stato uno dei fondatori” (vd. p. 11, ndr). Intanto al Cern si continuava a lavorare allo sviluppo delle applicazioni sulla rete. Ed entravano in scena Robert Caillau e Tim Berners-Lee, che nel 1989 proposero un progetto globale di connessione tra computer, inventando il web così come oggi lo conosciamo e usiamo. “Nel processo che ha portato alla creazione delle reti – spiega ancora Valente – l'Infn ha giocato un ruolo determinante, ha rappresentato la scintilla d'avviamento e lo ha fatto perfettamente in linea con le proprie peculiarità. Se l'Infn ha una necessità che non può essere soddisfatta con ciò che al momento è disponibile, si ingegna per ideare, progettare e realizzare la soluzione più appropriata. Non dimentichiamo, inoltre, che l'Infn è sempre stato al suo interno molto coeso e che fin da allora aveva un vastissimo numero di collaborazioni internazionali, per cui avvertiva la necessità di sviluppare un sistema di comunicazione pratico, veloce ed economico. Insomma – conclude Valente – l'Infn non ha fatto ricerca sulle reti, ha creato le reti della ricerca in Italia”.

Viaggiare informatici

Autostrade della ricerca

di Massimo Carboni

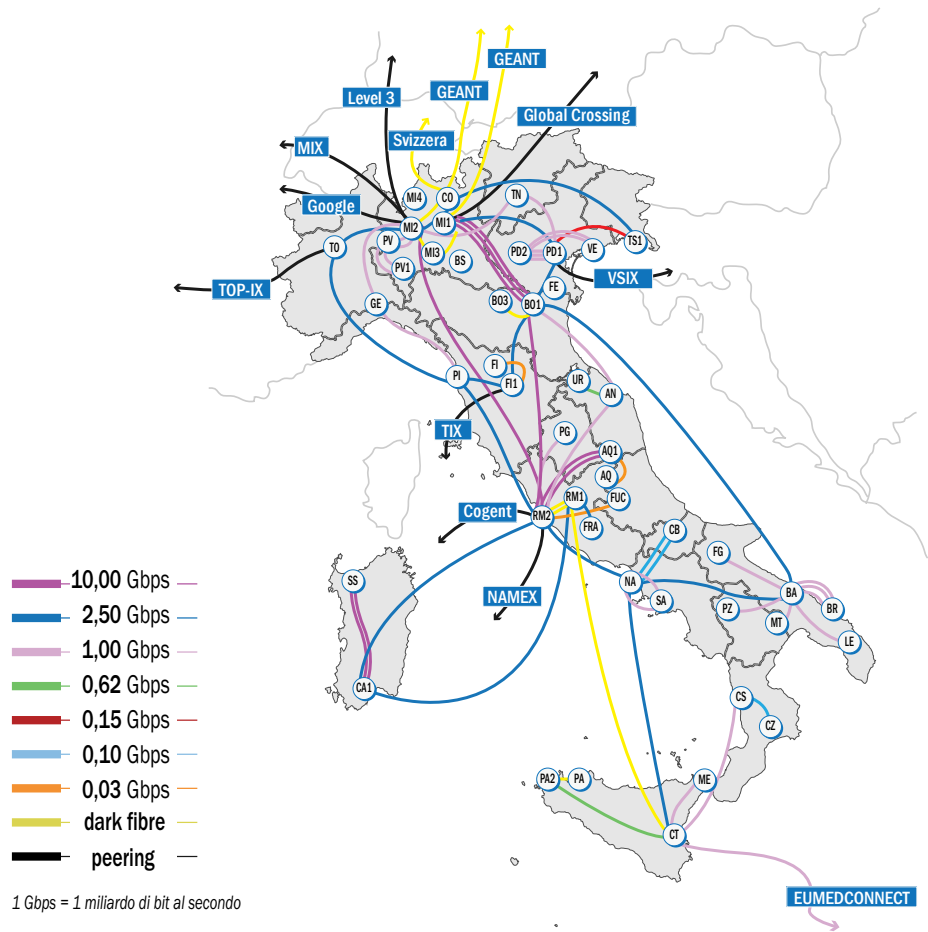
a.
Come una rete da pesca, internet consiste di un insieme di nodi e collegamenti ed è resistente a possibili danneggiamenti esterni, perché è stata studiata in modo che ogni nodo possa continuare a elaborare (e trasmettere) dati anche nel caso i nodi vicini siano inutilizzabili.



La parola “rete” per molti di noi è legata al ricordo di quando eravamo bambini, intenti a pescare sulla riva di un torrente durante una calda estate. Ripensando alla nostra infanzia, una rete può essere rappresentata in modo semplice come un insieme di nodi e fili. Oltre alla leggerezza, la caratteristica più importante di una rete è la resistenza, che resta invariata anche nel caso di danneggiamento parziale. Queste semplici proprietà sono anche alla base della più famosa delle reti: internet. Di fatto internet è l'insieme di reti singole, che collegate tra di loro costituiscono la più grande rete di comunicazione esistente al mondo. Può essere rappresentata come un insieme di nodi e collegamenti che, unitamente a regole d'instradamento, permettono a oltre due miliardi di persone di comunicare, scambiandosi informazioni in tempo

reale. I nodi sono gli strumenti con cui accediamo alla rete come pc, smartphone o server, i collegamenti sono le “strade” attraverso cui viaggiano le informazioni e possono essere, ad esempio, circuiti di rame o fibre ottiche. I vari nodi hanno funzioni diverse: alcuni sono nodi terminali, da cui si accede alla rete, come il computer, altri hanno la funzione di veicolare il traffico all'interno della rete e si chiamano *router* (dall'inglese “instradatore”). La loro funzione assomiglia a quella svolta dai controllori di volo che gestiscono le diverse rotte degli aeroplani in modo da evitare quelle più sature, il maltempo o le collisioni. Così i router si scambiano le informazioni sullo stato di funzionamento dell'intero sistema modificando i percorsi secondo regole prestabilite. La rete internet è costituita da un insieme di reti indipendenti tra loro,

ognuna delle quali viene identificata mediante un codice numerico. Alla base del suo funzionamento c'è un protocollo di comunicazione che disciplina l'invio e l'organizzazione dei bit di informazione tra computer diversi e che si chiama Tcp/Ip, acronimo di *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*. In realtà si tratta dell'unione di due protocolli. Tcp/Ip è indipendente dalla rete di comunicazione su cui si poggia, sia essa radio (Wi-fi, Gsm, Umts), cavo (fibra o rame) o satellitare, e si integra facilmente con diverse tecnologie hardware in un'unica struttura logica di comunicazione. Le caratteristiche e l'unione di questi due protocolli hanno determinato il successo e la diffusione di internet. Abbiamo detto che a ciascuna rete è associato un codice numerico, ma questo sistema, pur funzionando ottimamente per lo scambio



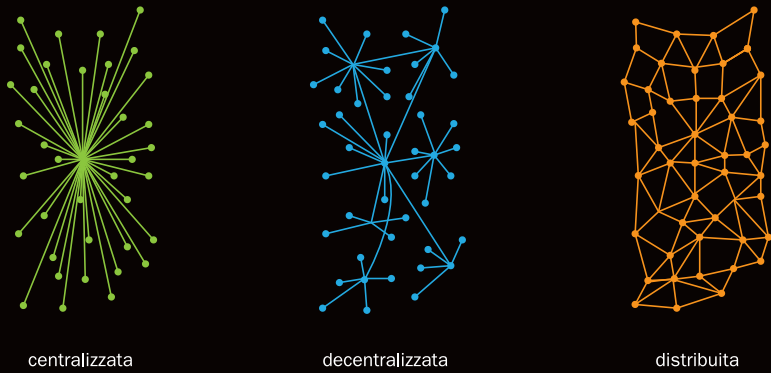
b.
Schema della rete Garr. Sono evidenziate a colori le velocità di trasmissione dei dati tra un nodo e un altro. Una *dark fibre* è una fibra ottica che non trasporta servizi forniti da un operatore di telecomunicazioni, ma che viene “illuminata” mediante apparati acquistati e gestiti dal Garr. Con il termine *peering* si considera il rapporto che due organizzazioni stabiliscono al fine di scambiare traffico dati, sia a titolo oneroso che gratuito. Ad esempio, con Google (fornitore di contenuti su internet) è a titolo gratuito, mentre con Level3/Global Crossing/Cogent è oneroso.

d’informazione, non è intuitivo e dunque funzionale per gli utenti che normalmente usano la rete. Al fine di semplificare le cose sono state introdotte delle agende di indirizzi Ip associate a nomi di più facile memorizzazione: il meccanismo in questione si chiama *Domain Name System* (Dns) ed è interrogabile da ogni nodo della rete. La comunità accademica, per sua natura, è abituata a lavorare in gruppi di ricerca distribuiti a livello nazionale e internazionale che, da sempre, hanno avuto la necessità di scambiarsi informazioni in modo rapido e semplice. Per rispondere a questa esigenza i ricercatori hanno sviluppato una rete dati che collegasse i diversi gruppi di ricerca a partire dal progetto di rete realizzato per il Dipartimento della difesa Usa (Arpanet) (vd. approfondimento, ndr). In Italia le iniziative accademiche dei primi anni ’80 (vd. p. 11, ndr) si sono consolidate rapidamente con la costituzione del Gruppo di Armonizzazione delle Reti della Ricerca (Garr). Il Garr aveva il compito di fare sinergia tra i diversi enti pubblici di ricerca italiani come il Cnr, l’Enea, l’Infn e le università, rendendo disponibile una rete di telecomunicazioni comune a tutti. La capacità di rete del Garr era decisamente lontana dagli attuali valori, ma le basi tecniche, così come quelle funzionali, erano del tutto simili a quelle in uso oggi. Dai primi passi della rete ad oggi sono passati 30 anni; attualmente la rete Garr, gestita da un decennio dal Consortium Garr, collega tutti gli enti pubblici di ricerca, le università, gli Istituti di Alta Formazione (Afam), gli Istituti di Ricovero e Cura a Carattere

Scientifico (Irccs), le Biblioteche Nazionali e molte altre strutture di ricerca e istruzione italiane. Complessivamente ne fanno parte oltre 500 sedi distinte, ognuna delle quali è a sua volta una rete composta da diversi nodi e collegamenti e fornisce l’accesso ai servizi di rete dati a oltre due milioni tra ricercatori, professori, dipendenti e studenti. Anche le sedi Infn sono connesse alla rete Garr e hanno una capacità di accesso compresa tra i 0,1 Gbps e i 3 Gbps, con una sola sede connessa a 30 Gbps: il Cnaf di Bologna (vd. fig. b). Con l’evoluzione attuale di rete nota come Progetto Garr-X anche le sedi Infn potranno disporre di accessi alla rete Garr a 10 Gbps, mentre il Cnaf sarà la prima sede italiana connessa a 100 Gbps alla rete accademica di ricerca. Mediante queste straordinarie possibilità i fisici hanno costruito negli anni un’infrastruttura di calcolo distribuita, nota come Wlcg (Worldwide Lhc Computing Grid), in grado di elaborare i dati provenienti dagli esperimenti di fisica presenti sull’acceleratore di particelle Lhc (vd. p. 21, ndr). Il Cnaf è uno degli undici centri di elaborazione al mondo ed è in grado di immagazzinare su disco oltre 10 petabyte, ovvero dieci milioni di gigabyte, e su nastro una quantità tre volte superiore (il byte, pari a 8 bit, è l’unità di misura della capacità di memoria di un computer, ndr). Il numero di nodi di calcolo presenti al Cnaf è dell’ordine di 100.000. Il sistema è utilizzabile da differenti comunità di ricercatori, sia fisici che di altre discipline. Ancora una volta ci troviamo di fronte alla nostra rete di nodi, ognuno con la

[as] approfondimento

In principio fu Arpanet



La prima versione di internet si chiama Arpanet e nasce alla fine degli anni ’60 negli Stati Uniti da una collaborazione fra il Dipartimento della Difesa, che si occupava di sviluppare nuove tecnologie militari attraverso la Defense Advanced Research Projects Agency (Darpa), e le principali università americane. In piena guerra fredda, l’esigenza era quella di poter disporre di uno strumento di comunicazione digitale in grado di operare anche in caso di distruzione di una sua parte. Fino a quel momento le tipologie di reti erano due: le reti *centralizzate*, con tutti i collegamenti che conducono a un unico nodo

centrale, e le reti *decentralizzate*, dove i collegamenti si dipanano da un certo numero di nodi principali collegati tra loro. Gli ingegneri che lavoravano ad Arpanet trovarono un terzo approccio: la rete *distribuita* (vd. fig. 1), composta da moltissimi nodi collegati gli uni agli altri in modo ridondante. Il cosiddetto *livello di ridondanza* indica il grado di connettività tra i nodi di una rete e un buon livello di sicurezza sarebbe stato garantito da una rete con livello di ridondanza tre o quattro (ogni nodo può essere raggiunto attraverso tre o quattro link diversi). La seconda idea sviluppata dagli ingegneri di Arpanet

1.
Le tre tipologie di rete: centralizzata, decentralizzata e distribuita. La prima versione di internet è stata concepita negli Stati Uniti come una rete distribuita dal nome Arpanet.

fu ancora più rivoluzionaria: riguardava la tecnica di trasmissione dei dati, frammentati in piccole porzioni, che successivamente fu denominata *packet switching*. I dati, prima di essere inviati, vengono scissi e spediti autonomamente a destinazione, dove vengono ricomposti. Nel 1969, l’anno passato alla storia per la prima volta dell’uomo sulla Luna, Arpanet collegava quattro nodi: l’Università della California di Los Angeles, l’Università della California di Santa Barbara, lo Stanford Research Institute di Stanford e l’Università dello Utah. Nel 1972 fu inventata la posta elettronica. Con l’introduzione dei protocolli che disciplinano lo scambio di pacchetti di informazione, la rete Arpa varcò l’oceano e vi si collegarono prima la Norvegia, poi il Regno Unito e, nel 1986, l’Italia (vd. p. 13, ndr). All’aumentare progressivo del numero di utenti e della quantità di informazione scambiata tra i diversi nodi corrisponde una diminuzione della sicurezza e della capacità di controllo sulla rete. Così nel 1983 il Dipartimento della Difesa separò da Arpanet una parte della rete, che riservò esclusivamente a scopi militari (Milnet) e la restante parte, ormai chiamata da tutti internet, continuò a servire prevalentemente il mondo accademico della ricerca fino all’invenzione del World Wide Web. [E.C.]

propria specializzazione, che può essere l’elaborazione, l’immagazzinamento e la movimentazione dei dati o la presentazione dei risultati. Questo modello è di fatto la nuova frontiera che la comunità scientifica sta sviluppando da oltre dieci anni e che oggi comincia a entrare nella vita di tutti i giorni con il nome evocativo di “Cloud”.

c.
Il Tier 1 di Bologna, il nodo italiano della rete Grid di Lhc al Cnaf. I ricercatori indossano delle cuffie a causa dell’eccessivo rumore prodotto dai computer.



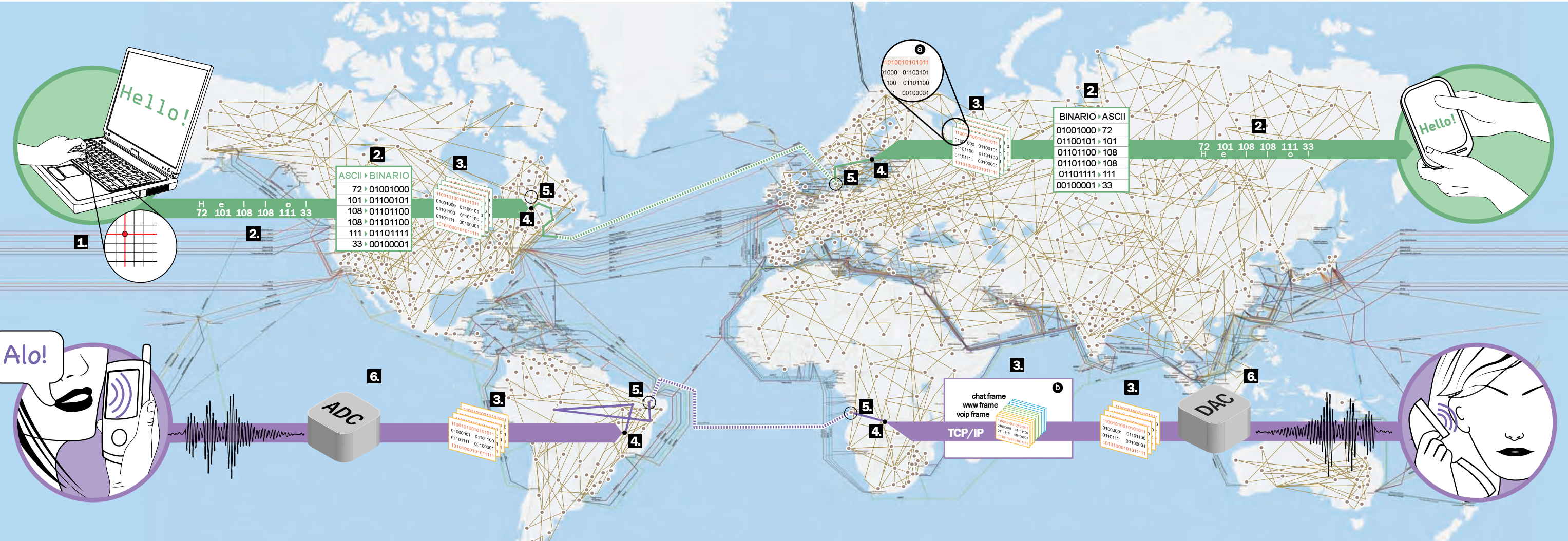
Biografia
Massimo Carboni lavora presso i Laboratori Nazionali di Frascati. Esperto di sistemi informatici, dal 1999 lavora per conto dell’Infn all’interno del Consortium Garr, dove ricopre l’incarico di responsabile dell’infrastruttura di rete e del progetto di rete Garr-X.

Link sul web
<http://www.garr.it/>
<http://log.web.cern.ch/>

[as]

Le vie segrete dei bit.

Cosa succede, quando Tim in Canada scrive in chat sulla sua tastiera “Hello!” a Hans, che si trova in Norvegia e lo legge sul suo smartphone? E se la brasiliana Maria chiama con un cellulare la sua amica che si trova in un hotel in Sudafrica? Nello schema è rappresentata la distribuzione dei router e delle connessioni sottomarine, che costituiscono la rete mondiale che ci “interconnette” tutti. Sia i tasti premuti sulla tastiera sia ciò che viene detto al microfono di un telefono è scomposto e codificato in frame, che ubbidiscono ai protocolli di rete e che poi vengono inviati al destinatario attraverso switch e router. [Fabio Fortugno]



- 1. TASTIERA**

Ogni tasto della tastiera è come se fosse un interruttore. Quando viene premuto, due segnali (uno che identifica la riga, l'altro la colonna) arrivano a un microprocessore interno, che ha una mappa di caratteri in memoria. Il microprocessore codifica quindi il carattere premuto e lo comunica al computer.
- 2. CODICI: ASCII E BINARIO**

Il codice Ascii (American Standard Code for Information Interchange) è un sistema di codifica dei caratteri in numeri interi da 0 a 255, raccolti nella tabella dei caratteri Ascii. I numeri decimali si possono rappresentare anche come numeri binari, cioè utilizzando solo due simboli, come 0 e 1: i bit. In questo senso, il codice Ascii è considerato un codice binario a 8-bit.
- 3. FRAME**

Insieme di bit (chiamato anche pacchetto) che costituisce un'unità strutturata di informazioni. È l'entità minima trasmessa dalle reti. Ogni frame incomincia con le informazioni relative al computer del mittente e del destinatario (a). Il campo dati di un frame può contenere dati relativi a servizi diversi, come www, voip o chat (b).
- 4. SWITCH**

Uno switch (in inglese, commutatore) è un dispositivo di rete che si occupa di indirizzamento e instradamento all'interno di reti locali usando gli indirizzi Mac, Media Access Control (che è l'indirizzo fisico e univoco di ciascun computer). Lo switch instrada nella rete i frame ricevuti da ciascun computer e inoltra a ciascun computer i frame ricevuti dalla rete.
- 5. ROUTER**

Un insieme di processori e programmi (quindi un insieme di elementi hardware e software), in grado di instradare i frame, interconnettendo più reti locali e la rete mondiale, attraverso il protocollo Ip.
- 6. ADC/DAC**

Il microfono di un telefono o un cellulare trasforma il suono in un segnale elettrico. L'Adc (Analog to Digital Converter) è un circuito elettronico in grado di convertire un segnale analogico con andamento continuo e variabile nel tempo (come ad es. un segnale elettrico) in una serie di valori discreti, quindi in digitale. Il Dac (Digital to Analog Converter) compie l'operazione inversa.

Sempre più veloci.



La *Divina Commedia* è probabilmente il primo libro che ci viene in mente, tanta poesia in tante pagine e in tante parole, quasi 92.000, per un totale di circa mezzo milione di caratteri. Immaginiamo di racchiuderla tutta in un semplice file di Word: con 1 byte da 8 bit per ogni carattere, “peserà” circa 500.000 byte, cioè 0,5 MB (per inciso, in una comune “pennetta” da 32 GB potremmo portare in giro 64.000 “Divine Commedie”!). Quanto tempo è necessario per trasmettere la *Divina Commedia*? Naturalmente, dipenderà dalla velocità di connessione che si ha a disposizione. La velocità di trasferimento dati si misura in numero di bit trasmessi al secondo e l'unità di misura usata è il *bps* (dall'inglese, *bit per second*), con i suoi multipli: Mbps, Gbps, Tbps rispettivamente per un milione, un miliardo e mille miliardi di bit al secondo. Trent'anni fa, quando si trasmetteva a 300 bit al secondo, per inviare un file simile erano necessarie quasi 4 ore, mentre con la velocità di oggi ci vogliono solo 0,13 secondi! La velocità di trasmissione è aumentata esponenzialmente in questi anni, grazie a sviluppi su molti fronti, soprattutto nelle apparecchiature e nei protocolli di collegamento alla rete telefonica. Si è partiti dai vecchi *modem analogici* in uso negli anni '80 del secolo scorso, con velocità da 300 bps in su (per i nostalgici: <http://tinyurl.com/cs6uju3>) e da allora si sono succedute varie tecniche di trasmissione dell'informazione, non più analogica ma digitale, come l'*Isdn* della fine degli anni '80 (da 56.000 bps in su), successivamente superata dalla *Adsl*, nata una quindicina di anni fa e tuttora in uso, con velocità progressivamente crescente, dalla decina di Mbps iniziali alle varie decine di oggi. Naturalmente è essenziale che anche i “canali di trasporto” dell'informazione siano in grado di tenere il passo: il vecchio cavo telefonico che arriva nelle nostre case (tuttora valido!), spesso, nelle grandi città, è sostituito dalla fibra ottica, che invece fa da padrona nelle potenti infrastrutture primarie, le vere “autostrade” che intersecano i continenti e attraversano gli oceani, con velocità di trasmissione mostruose, anche dell'ordine di decine di milioni di Mbps, necessarie a soddisfare milioni di

comunicazioni in contemporanea. Esse ospitano la quasi totalità del traffico dati e voce, mentre i satelliti svolgono un ruolo assolutamente marginale. Un'idea della complessità della rete si può avere dal sito <http://www.cablemap.info/>, che ne descrive la parte più ardua, quella sottomarina e transoceanica, che interconnette le infrastrutture terrestri dei cinque continenti. La storia delle comunicazioni intercontinentali è antica e avventurosa (vedi <http://atlantic-cable.com/>). Il primo cavo tra Inghilterra e Stati Uniti d'America fu steso nel 1858. La nave da guerra britannica Hms Agamemnon e l'americana Uss Niagara si incontrarono in pieno Atlantico, dove vennero faticosamente connesse le due metà del cavo transatlantico che ciascuna aveva a bordo (oltre 3000 km di cavo in totale); ciò fatto, le due navi si allontanarono depositando via via il cavo sottomarino sul fondo dell'oceano, fino a raggiungere rispettivamente l'Irlanda a est e l'isola di Terranova a ovest. Seguirono festeggiamenti trionfali e il 16 agosto 1858 lungo questo cavo transitò la prima “email” transoceanica della storia tra due capi di stato: la Regina Vittoria inviò (o per meglio dire, “fece inviare”) un telegramma di congratulazione al Presidente degli Stati Uniti James Buchanan. Il messaggio, meno di cento parole, circa 500 byte, ci mise ben 17 ore e 40 minuti per arrivare a destinazione! Oggi, da Buckingham Palace alla Casa Bianca, il messaggio avrebbe avuto una durata dell'ordine dei microsecondi, e sarebbe arrivato a destinazione dopo qualche decina di millisecondi, l'inevitabile tempo di percorrenza dei segnali nelle fibre ottiche, a velocità appena inferiore a quella della luce. Purtroppo la storia del primo cavo transoceanico non ebbe lieto fine. Infatti, il segnale Morse era debole e, per correre ai ripari, aumentarono la tensione elettrica di alimentazione: scelta infelice, qualcosa si ruppe e il cavo cessò di funzionare per sempre, dopo appena tre settimane! [Crisostomo Sciacca]

La versione integrale è consultabile online su www.asimmetrie.it

Griglie e nuvole

Le nuove infrastrutture digitali

di Leonardo Merola

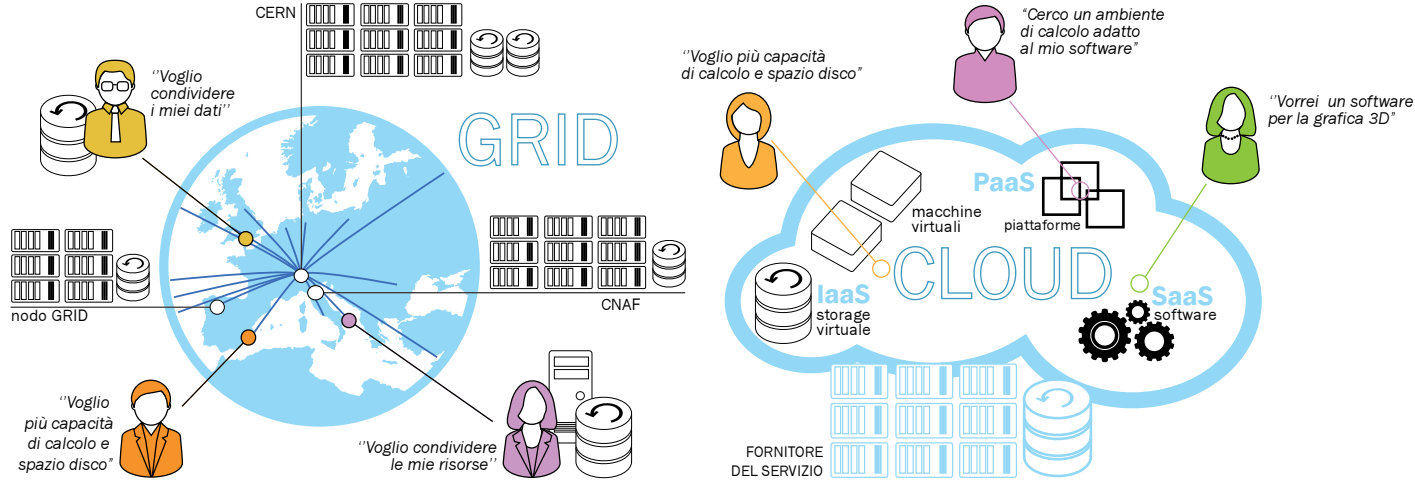
Ormai tutti siamo abituati a usare computer da tavolo, portatili, tablet o smartphone per risolvere problemi o rispondere alle nostre curiosità: in pochi attimi possiamo recuperare informazioni dall'altra parte del mondo, vedere immagini di luoghi lontani, assistere in diretta ad avvenimenti altrimenti inaccessibili. L'accesso a questi servizi richiede però memorie e capacità di calcolo che vanno ben oltre quelle contenute nei nostri dispositivi.

Un semplice esempio è fornito dai *social network* come Facebook o Twitter, che coinvolgono oggi circa un miliardo di persone. Ogni utente utilizza in media 10 gigabyte, quindi in totale si tratta di 10 miliardi di gigabyte, una quantità di dati e informazioni non gestibile da un singolo computer, la cui capacità massima è di qualche migliaia di gigabyte. Se poi passiamo alla condivisione e all'analisi dei dati acquisiti da un esperimento scientifico, come quelli oggi in corso al Cern di

a. Il centro di calcolo del laboratorio Fermilab, negli Stati Uniti costituisce uno dei principali nodi della Grid americana.



Ginevra, sono milioni i gigabyte di dati complessi elaborati ogni anno per comprendere la struttura e l’origine dell’intero universo. Esigenze di questo tipo, insorte soprattutto nell’ultimo decennio, hanno portato allo sviluppo di due nuovi paradigmi nel campo della gestione dei flussi informatici, quello del Grid computing (dall’inglese *grid*, “griglia”) prima e quello del Cloud computing (dall’inglese *cloud*, “nuvola”) dopo: due modelli complementari e con obiettivi diversi. Il Grid computing è nato in ambito scientifico per risolvere il problema di rendere disponibili un insieme di centri di calcolo distribuiti in tutto il mondo, per applicazioni la cui elaborazione è particolarmente onerosa. Una volta definito un problema in termini di calcoli da eseguire e di dati da utilizzare, un ricercatore può richiedere l’elaborazione del calcolo a una media di 100.000 server connessi e sparsi in molti centri nel mondo, suddividendo così la sua richiesta di elaborazione tra un gran numero di risorse diverse (vd. fig. b, a sinistra) e riducendo così enormemente i tempi di calcolo. Inoltre la Grid permette a utenti diversi, accomunati sotto la stessa “Virtual Organization”, di condividere dati e programmi, con notevole risparmio di risorse di *storage*. Il Cloud computing, in modo complementare, ha come principale obiettivo quello di distribuire attraverso la rete risorse di calcolo e di *storage* dei dati senza che gli utenti pubblici e privati (che sono per loro natura interessati ai servizi e non all’infrastruttura) si debbano occupare della complessità della loro



gestione. Oggi è possibile condividere un documento con altri utenti accedendo, ad esempio, alle “nuvole” Dropbox o iCloud in modo “virtuale”, senza conoscere l’ubicazione delle risorse “fisiche” (disco e macchine) del fornitore del servizio (*provider*). Grazie al concetto del Cloud, l’infrastruttura diventa così un servizio (vd. fig. b, a destra) e *provider* come Google e Amazon sono già in grado di offrire servizi di calcolo a qualsiasi utente, dal singolo cittadino alle piccole e grandi imprese. Il termine “Grid” deriva dalle “power grid”, le reti di distribuzione dell’energia elettrica, il cui sviluppo ha rappresentato la vera rivoluzione tecnologica avvenuta all’inizio del secolo scorso. Non abbiamo un generatore elettrico nelle nostre case, ma l’elettricità è fornita da impianti di distribuzione, che ci consentono di disporne a basso costo. Analogamente, grazie alla Grid o al Cloud, la potenza di calcolo a nostra disposizione non è più solo quella del nostro computer da tavolo, ma è distribuita su numerosissimi computer in diverse parti del mondo. Per questo si parla di “calcolo distribuito” o di “griglia” di calcolatori. La vera rivoluzione in questo campo non è stata lo sviluppo di macchine sempre più sofisticate, seppur indispensabili, quanto la realizzazione dell’infrastruttura software: il cosiddetto *middleware* (che costituisce il “ponte” fra l’hardware e il software), che ha consentito l’accesso agevole, affidabile e trasparente alle risorse di calcolo. Il primo sistema di *middleware* per Grid è stato sviluppato negli Stati Uniti a partire dal 1998. Nello stesso periodo in Europa

b. Attraverso la Grid (a sinistra), costituita dalla connessione – organizzata secondo precisi protocolli – di centinaia di migliaia di risorse di storage dati e di calcolo sparse su tutto il globo, si può elaborare in poche ore il lavoro di anni di un singolo computer (Grid computing). Il Cloud computing (a destra) è sinonimo di una riserva di risorse informatiche: nodi di calcolo e storage (IaaS, Infrastructure as a Service), software (SaaS, Software as a Service) e piattaforme di sviluppo (PaaS, Platform as a Service) che possono essere utilizzate dagli utenti di una rete in modalità “virtuale”. Gli oggetti fisici sono invisibili agli utenti dei servizi Cloud e gestiti solo dal fornitore del servizio.

Volontariato informatico

La Grid non è solo appannaggio del mondo della ricerca, delle imprese e delle amministrazioni. Accanto a queste applicazioni professionali per la scienza, il business e la società, si vanno sempre più diffondendo esperienze di cosiddetto “calcolo distribuito volontario”, nate dalla semplice constatazione che nel mondo esistono milioni (o forse miliardi) di nodi di calcolo (tipicamente pc, mac, sistemi linux) non utilizzati o scarsamente utilizzati, soprattutto a livello privato. A chi di noi non è capitato di lasciare il proprio computer inattivo per ore (o forse per giornate intere)? E nella maggior parte dei casi, anche quando attivo, il nostro computer non utilizza al 100% le risorse del processore: è sufficiente attivare il sistema di monitoraggio delle risorse del sistema per rendersene conto. Ecco allora che, in maniera del tutto volontaria, milioni di utenti privati (o anche pubblici) offrono la potenza inutilizzata dei propri computer, o sistemi di calcolo più o meno sofisticati, negli intervalli di tempo in cui questi sono inattivi, diventando così dei *citizen scientist* (vd. anche p. 32, ndr). Così sono nate iniziative a livello mondiale di cooperazione volontaria e (cosa fondamentale)

anonima, a disposizione di progetti di ricerca accademica (matematica, fisica, biologia, chimica, medicina, climatologia e tanto altro), ma anche di settori estranei a essa: Boinc, Gims, distributed.net sono tra le principali piattaforme per il calcolo distribuito volontario. In ambito accademico l’esperienza più interessante è gestita da Boinc (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing) che è un sistema non-commerciale supportato dalla National Science Foundation Usa e che offre una piattaforma a scelta dell’utente per la partecipazione volontaria a offrire calcolo per progetti scientifici. Conta quasi 300.000

utenti volontari che mettono a disposizione quasi un milione di nodi di calcolo. I progetti di maggior successo sono: PrimeGrid, Distributed Rainbow, Galaxy Zoo, MilkyWay@home, Collatz Conjecture, ma è anche possibile partecipare alle ricerche sul bosone di Higgs con il progetto LHC@home!

1. Uno dei progetti di calcolo distribuito volontario della piattaforma Boinc è *Galaxy Zoo*, in cui si aiuta gli astronomi a classificare le galassie fotografate dal telescopio Hubble, come questa nella foto (M82).



c.
Il sito Real Time Monitor (<http://rtm.hep.ph.ic.ac.uk/>) permette di visualizzare in tempo reale l'attività dei nodi Grid nel mondo (cerchi) e lo scambio di informazioni tra questi (linee). La maggior parte dei nodi e delle connessioni sono utilizzati dalla WLCG (Large Hadron Collider Computer Grid) per l'analisi dati degli esperimenti del Cern.

Il futuro della Grid, sempre più strettamente connesso con le opportunità offerte dall'evoluzione delle reti informatiche e della presenza di potenti e ramificate infrastrutture di calcolo, è, per così dire, già presente. Da un lato il calcolo intensivo e distribuito potrà soddisfare le sempre maggiori richieste da parte del mondo accademico-scientifico-tecnologico e delle imprese; dall'altro si è ormai fatta strada da tempo la consapevolezza di coniugare i bisogni tradizionali di calcolo con offerte di servizi a richiesta da parte del cittadino, della Pubblica Amministrazione, della società in tutti quei settori (ad es. Sanità, Beni culturali, Scuola, Trasporti), in cui occorre accedere in modo trasparente e facile per l'utente a "nuvole" e a servizi informativi in tempo reale o quando se ne sente la necessità. In tal senso, il Grid computing sta evolvendo sempre di più verso il Grid/Cloud computing. Grid e Cloud rappresentano quindi infrastrutture digitali di primissima importanza per lo sviluppo della scienza collaborativa e applicativa in questo particolare momento storico.

Biografia

Leonardo Merola è professore di fisica sperimentale presso l'Università di Napoli Federico II. È stato direttore della sezione di Napoli dell'Infn dal 2004 al 2011. Ha lavorato al Cern e ai Laboratori Nazionali di Frascati ed è attualmente impegnato in esperimenti presso l'acceleratore Lhc al Cern. È inoltre responsabile del progetto Recas (Rete di calcolo per SuperB e altre applicazioni).

Link sul web

- <http://www.italiangrid.it/>
- <http://www.egi.eu/>
- <http://lcg.web.cern.ch/lcg/>
- <http://www.boincitaly.org/>
- <http://boinc.berkeley.edu/>
- <http://lhcatome.web.cern.ch/LHCathome/Grid/index.shtml>
- <http://www.gridcafe.org/>
- <http://www.earthsystemgrid.org>
- <http://rtm.hep.ph.ic.ac.uk/desc.php>
- <http://web.infn.it/wnodes/index.php/cloudintegration>
- <http://www.helix-nebula.eu/index.php/helix-nebula-use-cases/uc1.html>

[as] riflessi

Diagnosi in un clic.

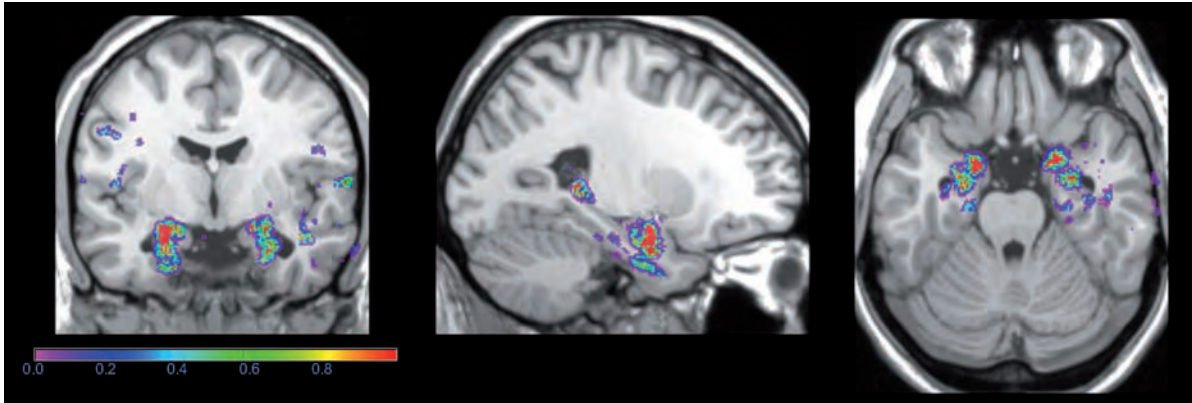
di Catia Peduto



a.
Un paziente viene sottoposto all'esame della Tac.

“Grid/Cloud computing per la salute!”. Potrebbe essere questo lo slogan che anima da anni una parte della ricerca dell'Infn, prima con il progetto Magic-5 (Medical Applications on a Grid Infrastructure Connection) e oggi con Mind (Medical Imaging for Neurodegenerative Diseases), entrambi sviluppati con la collaborazione di medici e informatici. Strumenti diagnostici, come la radiografia, la risonanza magnetica nucleare (Rmn), la tomografia a emissione di positroni (Pet) o la tomografia computerizzata (Tac), sono oggi utilizzati per diagnosticare varie malattie. Ma molte informazioni contenute nelle immagini prodotte da questi strumenti non vengono sfruttate, a causa della mancanza di sistemi capaci di estrarre in maniera automatica dati quantitativi utili ad aiutare l'occhio del radiologo.

Partendo da tecniche di analisi dei dati utilizzate per interpretare le collisioni di particelle dentro gli acceleratori, da un lato, e dal know-how acquisito sul Grid/Cloud computing, che permette di analizzare molteplici informazioni in poco tempo grazie al calcolo distribuito, dall'altro, i ricercatori dell'Infn hanno sviluppato degli strumenti che sono risultati molto utili a colmare questa mancanza. Si tratta di sistemi dal nome Cad (Computer Aided Detection), che contengono degli algoritmi in grado di assistere il radiologo nella diagnosi. La tecnologia Grid, con l'evoluzione verso il Cloud computing, oltre a offrire la potenza di calcolo, consente di analizzare le immagini su richiesta del medico, senza che sia necessario l'acquisto di hardware o l'installazione di software nella struttura ospedaliera.



Il progetto Magic-5 è nato nel 2004 con l'obiettivo di sviluppare degli algoritmi che analizzassero immagini Tac in maniera automatica, per la diagnosi precoce del tumore al polmone. Successivamente, dal 2006, è stata avviata una linea di ricerca sull'analisi di risonanze magnetiche del cervello, con l'obiettivo di cercare criteri di identificazione precoce degli effetti degenerativi che sfociano nella malattia dell'Alzheimer. Questa linea di ricerca da quest'anno si è evoluta nel progetto Mind.

Magic-5 ha realizzato con successo un algoritmo, dal nome M5I, per la ricerca automatica di noduli polmonari. Questo si basa sull'idea, successivamente confermata dalla sperimentazione, che l'analisi parallela attraverso diversi algoritmi migliora le prestazioni complessive. M5I potrà diventare un servizio di supporto per futuri programmi di screening del tumore polmonare. Attraverso un fornitore di servizi il radiologo potrà caricare le immagini Tac da analizzare in un Cloud (vd. fig. b p. 22, ndr), in cui viene eseguito l'algoritmo M5I che produce una lista dei noduli sospetti. Il fornitore di servizi potrebbe essere, ad esempio, quello già sviluppato (Widen) dalla società diXit (spin-off dell'Infn e dell'Università di Torino) in collaborazione con i ricercatori dell'Infn. Non appena l'analisi delle immagini è terminata, la lista dei noduli

viene recapitata nella casella di posta elettronica del radiologo, permettendo di ridurre notevolmente i tempi della diagnosi. I radiologi possono utilizzare questo sistema connettendosi da qualunque computer.

Il progetto Mind, nato in collaborazione con alcuni ospedali di Genova, Trieste, Brescia e Perugia, vuole invece aprire nuove prospettive nell'ambito della diagnosi di malattie neurodegenerative cerebrali. Oltre all'Alzheimer, si parla anche della demenza fronto-temporale, del Parkinson e di altre ancora. L'estrazione di informazioni clinicamente rilevanti dalle immagini di Rmn e Pet, infatti, necessita di sofisticati strumenti di calcolo. Scopo di Mind è lo sviluppo di algoritmi di analisi di immagini cerebrali, per fornire al neurologo un ulteriore strumento di indagine, che potrebbe ridurre il rischio di errore diagnostico e rendere la diagnosi più precoce. Al momento, a questo scopo, i ricercatori stanno implementando un sistema compatibile con la Grid, ma più snello, già consolidato nel campo delle neuroscienze (il sistema Pipeline). Da febbraio 2013, grazie al servizio sviluppato dal consorzio europeo Decide, i neurologi potranno accedere a questa Grid, inserire le immagini Rmn e ricevere il risultato dell'analisi, che fornirà la probabilità che il paziente contragga la malattia di Alzheimer nei due anni successivi all'esame.

b.
Sezione coronale (a sinistra), sagittale (al centro) e assiale (a destra) di una immagine di risonanza magnetica cerebrale. Le regioni in colore indicano le zone clinicamente rilevanti per la diagnosi precoce di soggetti affetti da malattia di Alzheimer.

Fisici sulle nuvole

Una giornata con Shahram Rahatlou

di Eleonora Cossi

a.
Grazie al Cloud computing oggi i nostri dati possono essere conservati in una "nuvola" virtuale.

b.
Shahram Rahatlou lavora
all'esperimento Cms di Lhc anche
a distanza, dal suo ufficio a Roma.



“Sognatore è un uomo con i piedi fortemente poggiati sulle nuvole”. Quando Ennio Flaiano lo scrisse negli anni '70 nel suo *Diario degli errori*, certo non immaginava che, quasi mezzo secolo dopo, vivere agganciati a una nuvola sarebbe diventata una questione di praticità. Shahram Rahatlou è un giovane professore dell'Università “La Sapienza” di Roma e sull'iCloud, la nuvola più famosa del mondo, ha tutto il suo lavoro. “Il Cloud computing si basa su un principio semplice: tutti i contenuti creati o acquistati sono conservati in rete e vi si può accedere da dispositivi diversi, purché collegati a internet”, mi spiega, mentre sincronizza il suo smartphone (in italiano, “telefonino intelligente”). Quando l'ho contattato su Skype per fissare questa intervista, Shahram mi ha inviato un link al suo calendario di Google, in modo che io potessi trovare autonomamente una data compatibile tra i suoi e i miei impegni. La cosa che mi ha colpito scorrendo con un click le date sullo schermo è che Shahram sembrava avere un impegno dopo l'altro in mezzo mondo. Anche viaggiando molto non sarebbe stato possibile. Gli appuntamenti che vedevo negli Stati Uniti alle 10 del mattino e in Giappone, lo stesso

giorno alle 15, erano in realtà “riunioni virtuali” fissate su Evo. “Si tratta di un programma gratuito simile a Skype, che ormai in tanti conoscono, ma con funzionalità più complete. Lo usano quasi tutte le istituzioni accademiche perché è una tecnologia valida e a costo zero”, mi racconta Shahram. Evo è il successore di un programma sviluppato al Caltech (California Institute of Technology), che si chiamava Virtual Room Videoconferencing System (Vrvs), e permette, infatti, di collegarsi a una stanza virtuale per partecipare a una riunione in cui possono intervenire contemporaneamente anche 140 utenti che si collegano in modalità audio o video da tutto il mondo. “Quasi tutti i miei meeting si svolgono su Evo. Questo mi permette di lavorare nello stesso giorno con colleghi che si trovano in paesi molto lontani”. Mentre parliamo apre la schermata del programma e mi mostra che ci sono 13 riunioni virtuali in corso. Shahram Rahatlou, laureatosi a Roma nel 1998, è tornato nel 2005 con il programma “Rientro dei cervelli”, dopo un lungo periodo negli Stati Uniti dove ha lavorato al laboratorio Slac, e si trovava a Stanford nell'anno in cui è stato inventato Google (vd. p. 40, ndr).

Oggi, oltre a essere professore presso l'Università la Sapienza, lavora con l'Infn nell'ambito dell'esperimento Cms (Compact Muon Solenoid), uno degli esperimenti di Lhc. La sua giornata lavorativa al secondo piano del Dipartimento di Fisica, che va ben oltre le otto ore e le pareti del suo ufficio, comincia sull'autobus n. 93, dove dà una prima occhiata alle email e risponde velocemente in chat ai messaggi degli studenti. Shahram divide il suo tempo tra la didattica e la ricerca e, in entrambe, internet e la tecnologia sono fondamentali. Per fare un esempio, durante le sue lezioni raramente si vedono diapositive in powerpoint: la lezione in tempo reale si scrive sull'iPad. “Lo uso come una lavagna luminosa, con il vantaggio che posso caricarci tutti i documenti e portarla dove voglio. Ci faccio tutto quello che farei con la carta – continua Shahram – però non credo a un'unica tecnologia per fare tutto. Per me a usi diversi corrispondono anche tecnologie diverse. L'iPad è perfetto per la didattica e per sfogliare i quotidiani online, ma i libri li leggo sul Kindle o in versione tradizionale. Spesso

mi capita di essere in riunione di gruppo su Evo e di confrontarmi contemporaneamente via Skype con un collega che magari si trova negli Stati Uniti su quello che stiamo ascoltando e, contemporaneamente, segnarmi le note su Evernote, un programma che le salva nella “nuvola”. Sono su Facebook ma preferisco tenerlo fuori dall'ambito lavorativo, mentre invece uso Twitter anche per seguire lo stato di Lhc”. Internet e in particolare la rete Grid sono parte strutturale del suo lavoro di ricerca. Dall'inizio del 2011 Shahram è a capo delle ricerche di particelle esotiche nell'esperimento Cms e coordina un gruppo di 400 fisici sparsi in circa 15 paesi che lavorano sull'analisi dei dati. Shahram e il suo gruppo di ricerca, collegandosi alla Grid, analizzano i dati sfruttando un programma sviluppato dal Cern che si chiama Root. “Questo programma è usato da tutti gli esperimenti di Lhc”, racconta Shahram. “L'analisi dati procede così: i dati di Cms, ad esempio, sono inizialmente trattenuti su una ‘fattoria’ di dischi che si trova a Ginevra. Entro 48 ore vengono processati e distribuiti attraverso la Grid,

viaggiando dove c'è disponibilità di banda. Quelli a cui accedo dal terminale, cioè dal mio computer, sono dati conservati nel Tier 2 di Roma (nodo di secondo livello gestito dall'Infn), ospitato nel Dipartimento di Fisica della Sapienza – continua Shahram – Il processo funziona anche in senso contrario. Mi collego da un punto della rete, lavoro all'analisi dati e condivido in rete i risultati che ho ottenuto. Ma la rete può essere utilizzata anche per intervenire direttamente nell'acquisizione dei dati dell'esperimento: è possibile monitorare da remoto le varie componenti del rivelatore e addirittura modificare qualche parametro, per esempio intervenendo sulle tensioni di alimentazione”. Come lui centinaia di ricercatori che lavorano agli esperimenti di Lhc popolano ogni giorno la rete. Grazie alla Grid possono unire le loro risorse intellettive e di calcolo senza essere compresenti in uno stesso luogo. Molti non si stringeranno mai fisicamente la mano, ma tutti sono parte di una grande impresa scientifica che fa funzionare Lhc, la macchina più grande mai costruita al mondo.

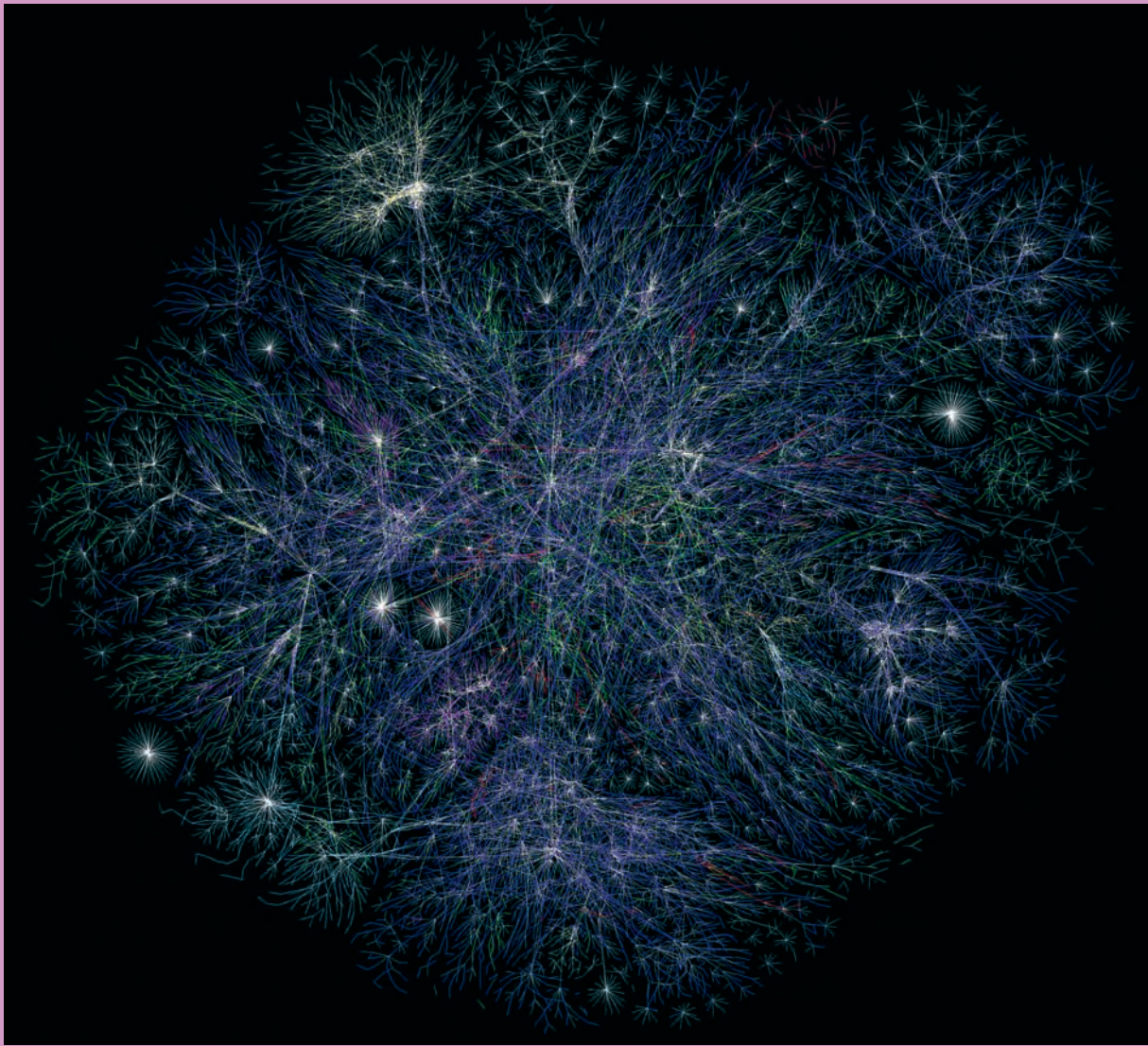


c.
La sala di controllo
dell'esperimento Cms di Lhc a
Ginevra, dove anche Shahram
passa parte del suo tempo.

Società interconnessa

Intervista a Vittorio Loreto, fisico teorico

di Vincenzo Napolano



Non vi facciamo attenzione quasi mai. Eppure il web, oltre ad aver potenziato e trasformato il nostro modo di comunicare, avere relazioni, recuperare informazioni e coltivare i nostri interessi, è anche uno straordinario osservatorio sociale. Ci offre una mole di dati sterminata sulle preferenze, le opinioni, i consumi di milioni di persone, ma anche sul modo in cui gusti, idee e tendenze si formano. Non si tratta in questo caso di un grande fratello che fa profitti sui dati

a.
Nodi e connessioni. Il web ha messo a disposizione degli studiosi una grande quantità di nuovi dati su molti aspetti della società, dell'economia e del nostro pianeta.

personalì, ma di un numero crescente di scienziati (e molti fisici) convinti che il web possa aiutarci ad approfondire e “quantificare” i più diversi aspetti della società e del pianeta. Oltre a essere una specie di laboratorio virtuale di ciò che poi tutti noi repliciamo anche nella vita reale. Ci spiega come e perché, Vittorio Loreto, giovane e brillante fisico teorico dell'Università la Sapienza di Roma e della Fondazione Isi (Institute for Scientific Interchange) di Torino, che negli ultimi anni ha concentrato le sue ricerche in questo settore, guardato con particolare attenzione anche dai programmi di finanziamento della comunità europea.

[as]: Perché un fisico teorico può aiutarci a studiare e analizzare la società?

Vittorio Loreto [V]: La fisica statistica studia e descrive sistemi composti da moltissimi elementi in interazione tra loro. Benché le interazioni a livello microscopico siano spesso facilmente intuibili, le proprietà collettive sono tutt'altro che ovvie da decifrare e prevedere. Da questo punto di vista le società, intese come sistemi composti da moltissimi individui, non fanno eccezione. Nonostante il fatto che i componenti elementari siano individui e non particelle, i sistemi sociali presentano straordinarie regolarità a livello globale: si pensi, ad esempio, all'emergere di linguaggi e culture, di leggi, opinioni condivise e comportamenti di massa. Tali cosiddetti “comportamenti emergenti” presentano spesso tratti caratteristici che poco sembrano dipendere dai dettagli delle scelte individuali. I fisici provano perciò a costruire dei modelli statistici della società, considerando gli individui come variabili con un numero “limitato” di possibilità, quelle essenziali rispetto al fenomeno studiato. E in qualche caso funziona.

[as]: Ad esempio?

[V]: Esiste ad esempio un modello di notevole successo (dovuto al sociologo Robert Axelrod), in cui ogni individuo è caratterizzato da un certo numero di variabili che rappresentano specifici tratti culturali (ad esempio, la lingua, la religione, le tendenze politiche, le preferenze, ecc.) e interagisce solo con pochi altri “vicini”. Stabilendo semplici regole di scambio e assimilazione culturale tra le persone, è possibile mostrare sotto quali condizioni un sistema sociale possa evolvere verso una situazione eterogenea o frammentata, piuttosto che verso una completa uniformità, una situazione che oggi chiameremmo globalizzazione. Più in generale modelli di fisica statistica ci stanno aiutando a decifrare meccanismi attraverso cui nelle nostre società possa emergere il consenso, possano propagarsi opinioni e tendenze o fenomeni virali, possano evolversi linguaggi e nuove forme di comunicazione.



[as]: L'idea di utilizzare le tecniche e i metodi della fisica statistica per studiare la società è recente?

[V]: A ben guardare l'idea di cercare leggi statistiche per alcune caratteristiche e comportamenti sociali (la natalità e la mortalità, la frequenza dei crimini...) risale ai padri delle scienze sociali ed economiche e probabilmente influenzò la nascita della stessa fisica statistica con Maxwell e Boltzmann. In tempi più recenti è interessante ricordare che Ettore Majorana, in un articolo apparso postumo nel 1942, già preconizzava l'applicazione di strumenti matematici e di modelli raffinati sviluppati dalla fisica del '900 allo studio dei fenomeni sociali.

[as]: Cosa poi ha fatto sì che questa idea prendesse piede?

[V]: Nonostante tutte le semplificazioni che facciamo, i modelli statistici dei sistemi sociali restano molto complessi e per studiarli è indispensabile usare delle simulazioni al computer, che sviluppino gli scenari possibili a partire da condizioni iniziali e valori dei parametri diversi. La possibilità di fare simulazioni con calcolatori sempre più potenti e veloci ha permesso di sviluppare modelli teorici sempre più sofisticati con un valore predittivo sempre più alto. Restava aperto però il problema di confrontare i risultati delle simulazioni con i dati reali per dare consistenza ai modelli teorici e adattarli sempre meglio ai fenomeni studiati. Fino a pochi anni fa non avevamo a disposizione dati realmente significativi dal punto di vista statistico sulle nostre società.

b.
Vittorio Loreto davanti al Dipartimento di Fisica dell'Università “La Sapienza” di Roma.



c.
Il numero di individui che compongono un sistema sociale è molto elevato. Ognuno di noi interagisce però solo con pochi altri individui, quelli a lui più “vicini”.

[as]: Poi cosa è successo?

[V]: L’avvento di nuove tecnologie dell’informazione e della comunicazione come telefoni cellulari, smartphone, tablet, sensori, oltre naturalmente al web, stanno consentendo di accumulare una quantità di dati – fino a ieri inimmaginabile – su tantissimi aspetti della società, dell’economia e in generale del nostro pianeta. Oggi possiamo monitorare con precisione sempre più capillare i livelli di inquinamento e le condizioni ambientali di grandi aree geografiche, misurare i flussi di persone e merci, registrare dati sull’evoluzione delle organizzazioni criminali o quelli sulla diffusione di epidemie e malattie, come anche le fluttuazioni dei mercati finanziari ecc. Grazie a questo vero e proprio “diluvio di dati” il lavoro della costruzione di nuovi modelli si sta orientando in direzioni nuove e più proficue. In alcuni modelli l’evoluzione dei sistemi è simulata ricalibrando in continuazione le condizioni iniziali a partire da dati sperimentali, per ottenere previsioni sempre più accurate e vicine alla realtà delle cose. Un po’ quello che accade già da tempo con le previsioni del tempo.

[as]: E il web che ruolo svolge?

[V]: Il web è uno strumento potente e fondamentale da molti punti di vista. Permette, ad esempio, di coinvolgere volontari e non professionisti nel lavoro di ricerca, in particolare nel monitorare e raccogliere i dati, con i cosiddetti progetti di *citizen science*. Far partecipare comuni cittadini al monitoraggio di alcuni dati sensibili significa inoltre anche motivarli e in un certo senso attivare e trasformare la loro percezione di un certo fenomeno.

[as]: Puoi farci un esempio?

[V]: Se ad esempio chiediamo a un campione di persone di registrare i livelli di inquinamento acustico o ambientale dell’area in cui vivono o lavorano, otteniamo almeno due effetti. Il primo è costruire una banca dati di rilevazioni estremamente preziose per analizzare e modellizzare il fenomeno studiato. Allo stesso tempo però il coinvolgimento in questa attività cambierà

la consapevolezza e la sensibilità dei partecipanti rispetto all’inquinamento, alle cause che lo generano e soprattutto ai suoi effetti. E questo, oltre ad aumentare la qualità e la raffinatezza dei dati raccolti, potrebbe stimolare un cambiamento nelle nostre abitudini e nei nostri comportamenti sia a livello individuale che a livello collettivo. Un circolo virtuoso di cui le nostre società potrebbero certamente giovare.

[as]: Un intreccio di fattori che può quindi accrescere la consapevolezza pubblica rispetto a molti temi sensibili...

[V]: Ma non solo. In questi progetti i partecipanti commentano, si confrontano e riflettono sulla loro attività. Il dibattito e le riflessioni online diventano ulteriore materiale di studio e analisi da parte dei ricercatori delle scienze sociali. In generale, del resto, tutti i nuovi strumenti del web 2.0 – social network, blog, forum e chat di vario genere – sono dei microcosmi in cui gli utenti replicano meccanismi e dinamiche sociali ben presenti anche nella vita reale. Sono cioè dei veri e propri laboratori virtuali che ci aiutano a capire in che modo si formano le opinioni e prevalgono determinate idee o come prendono forma le mode.

[as]: Ed è possibile descrivere anche questi meccanismi con dei modelli quantitativi?

[V]: Questo è da sempre uno degli obiettivi più ambiziosi delle scienze sociali. Probabilmente oggi, grazie al web – utilizzato contemporaneamente come osservatorio sociale e strumento di indagine – e alla capacità di descrivere sistemi complessi con gli strumenti teorici derivati dalla fisica statistica, abbiamo nuove armi per affrontare questa sfida.

Link sul web

www.everyaware.eu

www.xtribe.eu

<http://samarcanda.phys.uniroma1.it/vittorioloreto/>

[as] traiettorie

Studiare dinamiche della comunicazione.

di Antonella Varaschin

a.
Giovanna Miritello, ricercatrice dell’Università Carlos III di Madrid e Telefonica Research Madrid.



“Quando inizi l’università spesso non hai ben chiaro che cosa vuoi fare. Io mi sono iscritta a fisica perché ho scelto quello che mi divertiva: la fisica è quel campo in cui si cercano le risposte alle curiosità di tutti”, esordisce così Giovanna Miritello, quando le chiedo il perché della sua scelta universitaria. Giovanna si è laureata in fisica all’Università di Catania e ora lavora con una borsa di dottorato all’Università Carlos III di Madrid, a un progetto di ricerca in collaborazione con la società Telefónica, la prima compagnia di telecomunicazioni della Spagna. Nata e cresciuta a Catania, dopo la laurea Giovanna aveva voglia di cambiare argomento di studio e trascorrere qualche anno fuori dall’Italia. Così, dopo gli studi in fisica teorica, tra termodinamica e meccanica statistica,

ha deciso di dedicarsi ai sistemi complessi, che trovava interessanti perché erano una branca della fisica in crescita, che lasciava intravedere possibilità di ricerca e sviluppo in vari settori, sociale, economico, biologico, urbanistico. “Dopo la laurea ho cercato un gruppo che si occupasse di reti e complessità – racconta la ricercatrice – e qui a Madrid ne ho trovato uno che lavorava a progetti stimolanti. C’era una borsa di studio disponibile solo per i primi sei mesi – prosegue – ma mi sono trasferita comunque e una volta arrivata ho cercato dei finanziamenti, finché ho vinto una borsa di dottorato per sviluppare un progetto di collaborazione tra l’Università e Telefónica, che da quasi 30 anni ha un dipartimento che si occupa di ricerca”. Giovanna ora lavora

sulle reti sociali. “Nel nostro studio abbiamo analizzato le tracce di nove miliardi di telefonate durante un anno – spiega – allo scopo di indagare le dinamiche della comunicazione tra persone e che effetti hanno sulla diffusione di informazioni. Fino a qualche anno fa gli studi sulle reti sociali riguardavano la struttura delle connessioni (con chi ci relazioniamo), oggi invece si iniziano a indagare anche gli aspetti dinamici di una rete: siamo interessati a capire quando e come avvengono le relazioni tra persone. Capire questo tipo di dinamica è molto importante per comprendere processi come la propagazione di idee o di opinioni sociali e politiche o la diffusione di informazioni commerciali a scopo di marketing. Oggigiorno – prosegue –

questo è possibile perché abbiamo a disposizione una enorme quantità di dati che un tempo ci sognavamo: prima queste ricerche venivano condotte basandosi sulle interviste agli utenti, ma ciò implicava una bassa statistica e il rischio di incorrere in condizionamenti dovuti, per esempio, ai criteri di selezione del campione. L'avvento della comunicazione elettronica ha consentito di disporre di una grandissima quantità di dati digitali che offrono un'opportunità senza precedenti: studiare le interazioni umane a grandissima scala. Il nostro obiettivo infatti è arrivare a un risultato universale. I dati sono codificati e ovviamente è impossibile risalire all'identità delle persone o al contenuto della telefonata. Quello che ci interessa non è chi fa le telefonate, ma come vengono effettuate a livello globale. Ciò che sta emergendo da questo nostro lavoro – conclude Giovanna – è che la comunicazione procede a ondate, nel senso che le comunicazioni presentano un forte carattere di discontinuità e la diffusione di un'informazione è connessa al livello di attività di una persona".

È anche interessante osservare come la comunicazione sia cambiata con l'avvento delle nuove tecnologie. "In particolare – spiega Giovanna – un forte impatto lo hanno avuto internet e gli smartphone. È meglio



comunicare via internet: una mail o un post su un social network sono più veloci ed economici di un sms. Questi nuovi canali di comunicazione hanno cambiato il modo in cui ci si relaziona tra conoscenti, ma hanno anche facilitato la comunicazione tra persone che, pur non conoscendosi personalmente, condividono gli stessi interessi, le stesse esigenze o la stessa professione. Virtualmente, quindi, ci relazioniamo con molta più gente di quella che realmente appartiene alla nostra cerchia di amici: posso avere moltissimi contatti su Facebook ma poi telefono solamente a una ristretta parte di persone". A proposito di internet e nuovi media, racconta la ricercatrice: "Ho saputo da poco che andrò un mese e mezzo a Palo Alto, in California, per seguire un corso intensivo per *data scientists*. Si tratta di un programma per formare una figura professionale emergente, il 'ricercatore analista'. Il corso è finanziato dalle principali società delle nuove tecnologie e nuovi media, da Facebook a Google a LinkedIn, che proprio a Palo Alto hanno le loro sedi principali, e gli insegnanti che terranno le lezioni saranno persone che vi lavorano". Programmi per il dopo dottorato? "Spero che tra qualche mese saprò cosa fare, non lo so ancora. Qui a Madrid sto bene, peccato solo che non ci sia il mare!".

b.
Giovanna Miritello e i colleghi di Telefónica nel loro studio hanno analizzato le tracce di nove miliardi di telefonate durante un anno, allo scopo di indagare le dinamiche della comunicazione tra persone e che effetti hanno sulla diffusione di informazioni.

Fisica 2.0

I blog dei ricercatori

di Vincenzo Napolano



a.
Negli ultimi anni sono nati molti blog di scienziati che raccontano le loro ricerche in prima persona.

Inguaribile narcisismo o bisogno di condividere le proprie conoscenze. Desiderio di sperimentare una comunicazione immediata e libera con un pubblico (potenzialmente) vasto o quello di influenzare le dinamiche di una comunità di specialisti. Quali siano le motivazioni che li animano, è un dato di fatto che i blogger (e i blog) sono divenuti negli ultimi anni sempre più numerosi e visibili e hanno ormai un ruolo rilevante nella comunicazione sul web. I blog (contrazione di *web-log*, ovvero "diario in rete") si presentano solitamente come dei diari online condotti da un unico autore, ai cui post (che in questo contesto in inglese significa "messaggio") i lettori possono rispondere o aggiungere commenti. Uniscono quindi una notevole libertà e soggettività nella scrittura a un alto grado di interattività. La forma comunicativa del blog è risultata così convincente da essere ripresa e adattata da molte testate giornalistiche (dove però è una redazione di professionisti ad aggiornare i contenuti). In questo panorama, un fenomeno decisamente originale è quello degli scienziati che raccontano la

scienza e il loro lavoro in prima persona. E intrecciano – come è nella natura del blog – la dimensione pubblica con quella privata. L'impressione è che i nuovi strumenti tecnologici (informatici, editoriali, di interazione online ecc.) del web 2.0 abbiano realizzato un'aspirazione profonda e diffusa nel mondo della ricerca e delle scienze dure (fisica e matematica) in particolare: quella di comunicare e interagire senza mediazioni con la platea dei non esperti. Potendo creare un proprio spazio online in modo semplice e rapido, gli scienziati si sono sentiti liberi da tutti i limiti dell'editoria tradizionale, come anche da quelli dei classici e laboriosi siti web di prima generazione. Potenzialmente in grado di interloquire con tutti gli utenti della rete, gli autori dei blog sono gli unici responsabili della correttezza, dell'efficacia e del successo di ciò che scrivono. La comparsa di questi "nuovi" autori del resto è stata accolta con entusiasmo dal cosiddetto popolo del web, come testimoniano gli animati e frequentati dibattiti innescati dai post dei blog più seguiti.

Borborigmi

[as]: Riesci a stimare quante persone e in che modo seguono il tuo blog?

Marco Delmastro [M]: “Borborigmi di un fisico renitente” (www.borborigmi.org) riceve un migliaio di visite al giorno nei giorni normali, e diverse migliaia intorno a quei giorni di punta, quando una qualche notizia di fisica delle particelle (come ad esempio l'accensione di Lhc, dove io stesso lavoro nell'esperimento Atlas) raggiunge i media tradizionali. Molti degli affezionati rimangono silenziosi (*lurker*, come si dice in gergo): i commentatori sono probabilmente un centinaio, e quelli abituali e costanti qualche decina. Credo che la maggioranza sia costituita da lettori “curiosi” piuttosto che “specialisti”.

[as]: Tre motivi che ti hanno spinto ad aprire un blog?

[M]: Curiosità per il mezzo: le tecnologie della comunicazione nell'era digitale mi hanno sempre interessato, volevo provare di persona e testarne le potenzialità. Una propensione alla divulgazione scientifica: iniziata con il voler spiegare ai miei amici non fisici che cosa faccio tutti i giorni, rivelatasi poi interessante per un pubblico più ampio. Un'intenzionalità educativa anche politica: la comunicazione della scienza e della fisica in Italia è fatta poco e spesso male, io invece penso sia necessario farla bene e parecchio per formare buoni cittadini.

[as]: È cambiata la tua visibilità al di fuori e all'interno del mondo della fisica?

[M]: Ho sempre tenuto ben separate la mia attività di scrittura sul web e la mia professione di fisico: la mia scrittura è rivolta più a un pubblico di non esperti che ai colleghi. Non uso il blog per costruire la mia visibilità e la mia credibilità professionale, per quella ci sono il lavoro quotidiano e le relazioni professionali. Questa è la ragione per cui scrivo il blog principalmente di notte!

[as]: Hai mai provato la tentazione dello scoop?

[M]: Mai. Non mi interessa, non sarebbe onesto, non sarebbe il mio stile. Non scrivo per massimizzare gli accessi, la gloria effimera di quello che arriva per primo in rete non mi stimola. Preferisco scrivere a freddo, cercando piuttosto di spiegare a chi magari non ha gli strumenti. Molti miei articoli vecchi di mesi e anni sono ancora letti oggi, potrei dire lo stesso di uno scoop?

Grazie alle caratteristiche di aggiornamento continuo e in tempo reale, i blog sono divenuti inoltre anche un luogo privilegiato di confronto in chiave non tecnica ma generale sulle questioni calde della ricerca contemporanea. La scrittura dei post, in qualche caso, diventa per i “blogger-scientiati” il tentativo di recuperare una sintesi e un'interpretazione più generale dei risultati scientifici, di allargare l'orizzonte del proprio sguardo al di sopra dell'estrema specializzazione a cui per forza di cose è costretto lo sforzo quotidiano della ricerca. Alcuni dei blogger più entusiasti equiparano la gioia di una spiegazione riuscita a quella di una scoperta scientifica. Come esempio del tutto peculiare merita di essere citato “Io non faccio niente”, il blog che racconta la comunità dei fisici dell'Infn intrecciando aspetti scientifici, istituzionali e di politica della ricerca.

1.
Il blogger Marco Delmastro. Alle sue spalle l'esperimento Atlas di Lhc.



[as]: La gioia più grande e la più grande frustrazione del blogger?

[M]: La gioia: incontrare di persona un lettore, dare un volto a un nickname, condividere un pezzo di vita reale. La frustrazione: combattere contro gli pseudoscientiati che popolano la rete, che hanno orecchie tappate e una presunzione di correttezza inviolabile e fastidiosissima.

[as]: Raccontare la fisica è difficile. Credi che i blog abbiano sperimentato nuove possibilità?

[M]: Si vedono esperimenti interessanti in ambito inglese, un po' meno nell'ambiente italiano. Penso che la caratteristica stessa dello strumento blog, l'interattività con i lettori e la conversazione, sia stata la base degli esperimenti di comunicazione scientifica più interessanti. E anche l'aver affrontato il racconto della quotidianità della scienza e dei processi umani e sociali che stanno dietro al lavoro del ricercatore.

[as]: Nel complesso la tua attività di blogger è per te soddisfacente?

[M]: Certamente, altrimenti avrei abbandonato da tempo. La cosa che mi stimola di più sono le visite e i contatti di lettori più giovani – gli studenti delle scuole superiori, ad esempio – o meno esperti, che hanno un entusiasmo e una fame di comprensione che meritano rispetto e dedizione.

Link sul web

- <http://www.keplero.org/>
- <http://www.borborigmi.org/>
- <http://battiston-lescienze.blogautore.espresso.repubblica.it/>
- <http://peppe-liberti.blogspot.com/>
- http://www.science20.com/quantum_diaries_survivor
- <http://iononfaccioniente.wordpress.com/>

La versione integrale è consultabile online su www.asimmetrie.it

Open science

Gli archivi del sapere in rete

di Marco Fabbrichesi



In principio non c'era valutazione. Nessuno giudicò il contenuto scientifico del *De Revolutionibus Orbium Coelestium* di Copernico prima che fosse pubblicato, eccetto, forse, la Santa Sede in Roma. Lo stesso vale per il *Sidereus Nuncius* di Galilei e i *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* di Newton. Questi sono tutti esempi di comunicazione scientifica diretta: gli scienziati pubblicavano il loro lavoro in libri, le cui poche copie venivano distribuite dagli editori. Stava al lettore scegliere che cosa considerare giusto o sbagliato. È solo con la seconda metà del XVII secolo che si ha la comparsa delle riviste scientifiche.

a.
Frontespizio del *Sidereus Nuncius* di Galilei, un esempio di comunicazione scientifica diretta. Fu il primo trattato scientifico basato su osservazioni astronomiche realizzate con un telescopio, uscito il 13 marzo 1610 e che subì la censura di alcune sue parti dalla Santa Sede.

Dapprima come minute delle società scientifiche, come *Philosophical Transactions* della Royal Society di Londra, dove il presidente stesso della società decideva se un articolo potesse essere presentato e quindi pubblicato. In seguito, con l’aumento del numero degli articoli inviati e del loro grado di specializzazione, la valutazione viene delegata anonimamente a uno o più membri della società stessa, i cosiddetti *peer* (che in inglese significa “collega” o “persona pari a”, ndr), incaricati tra gli esperti nello stesso campo dell’autore dell’articolo. Insomma, qualcuno doveva certificare la serietà e la rilevanza dell’articolo prima che fosse pubblicato, cioè fare da *referee* (“ revisore”). Nel corso dei secoli le riviste scientifiche basate su questo processo di valutazione detto *peer review* (“revisione tra pari”, ndr), sono diventate una vera e propria istituzione: sono proliferate, si sono specializzate e hanno acquisito un ruolo determinante nella diffusione del sapere e nel riconoscimento della validità della produzione scientifica dei singoli ricercatori. Le cose cominciarono a cambiare verso la fine degli anni ’60 del secolo scorso. In quel periodo, nella fisica delle particelle, si era stabilito un sistema di diffusione dei risultati della ricerca basato sui cosiddetti *preprint*, nei quali i nuovi risultati, nella forma di articoli scientifici, venivano stampati e distribuiti per posta ai vari centri di ricerca, università e biblioteche. Questa prassi, che si è diffusa fino a essere adottata negli anni ’70 quasi

b.
Paul Ginsparg che ideò l’archivio di preprint online nei laboratori di Los Alamos nel 1991, e poi nel 1999, a seguito del suo trasferimento nella stessa università, li fece spostare nella Cornell University.

universalmente, era nata per supplire alla lentezza intrinseca del sistema delle riviste, che richiedeva tempi di vari mesi, se non anni, per la pubblicazione di un articolo. Alla fine, con la loro affermazione, i *preprint* avevano soppiantato completamente la lettura delle riviste, i cui articoli apparivano quando ormai erano già noti e spesso superati. A partire dalla fine degli anni ’80 hanno iniziato a diffondersi i programmi di formattazione testuale e di elaborazione di disegni e immagini: questo ha permesso ai ricercatori di scrivere direttamente i propri lavori sui computer, che nello stesso periodo erano diventati personali, con risultati di alta qualità tipografica confrontabili con quella delle riviste scientifiche. Nell’agosto del 1991, il sistema dei *preprint* iniziò la sua migrazione dalla forma cartacea, con distribuzione via posta, a quella elettronica, con distribuzione via internet, prima sotto forma di richieste via email e poi con accesso diretto via web. Quando Paul Ginsparg del Los Alamos National Laboratory (Lanl) li ideò, gli archivi online di *preprint* erano limitati a pochi (circa 200) utenti che lavoravano in un campo specifico della teoria delle stringhe. Nel giro di un anno il servizio venne esteso all’intera fisica delle particelle sostituendosi al vecchio sistema, ormai superato, dei *preprint* cartacei, e in seguito si estese rapidamente alla totalità delle varie comunità di ricercatori in tutto il mondo. Originariamente l’archivio era ospitato sui server del laboratorio di Los Alamos nello stato del Nuovo Messico



c.
Il vecchio archivio cartaceo dei *preprint* al Cern.

negli Stati Uniti all’indirizzo xxx.lanl.gov. Il sistema attuale consiste in un archivio di *preprint* di alta qualità tipografica distribuito gratuitamente sul web attraverso un sito centralizzato aperto a tutti, non solo agli scienziati dal nome di *arXiv* (che si pronuncia come la parola inglese *archive*, come se la “X” fosse la lettera greca “chi”). L’archivio Lanl cambiò nome e indirizzo in arXiv.org nel 1999 e fu trasferito nella Cornell University (nello stato di New York) con *mirror* (che in informatica ha il significato di copia esatta di un insieme di dati) in varie parti del mondo. Ad esso, ogni giorno, accedono i ricercatori di tutto il mondo per leggere i nuovi articoli sottomessi e per inviare i propri lavori in modo che vengano letti – il giorno successivo – dai colleghi. L’intero sistema delle riviste scientifiche è rimasto, invece, sostanzialmente immutato, con l’unica differenza di essere migrato anch’esso sul web, dove gli articoli pubblicati vengono resi disponibili e il processo di valutazione è condotto per

mezzo di email e interfaccia via web. La migrazione delle riviste scientifiche sul web viene iniziata anch’essa dalla comunità della fisica delle particelle con il Journal of High Energy Physics (Jhep), che costruisce alla fine degli anni ’90 il prototipo in cui tutte le interazioni tra editore, *referee* e autori vengono mediate da un software robot che agisce sul web, un modello poi imitato da tutte le altre riviste e rapidamente divenuto lo standard. Mentre questa migrazione ha certamente aumentato l’efficienza del processo, i costi sono rimasti invariati, così come invariato sembra essere rimasto il peso crescente degli abbonamenti a queste riviste sui bilanci delle biblioteche e dei fondi di ricerca. In buona sostanza, grazie alla rete, il sistema della diffusione dei risultati della ricerca scientifica, almeno nella fisica delle particelle, sembra essere tornata alle sue origini quando un Galilei o un Newton potevano pubblicare i loro risultati e lasciare il giudizio al vaglio della comunità che a questi lavori aveva diretto accesso.

Biografia Marco Fabbrichesi è ricercatore dell'Infn a Trieste. Ha studiato all'Università della Virginia e lavorato a Dubna (Russia), al Niels Bohr Institute (Copenhagen) e al Cern. Ha progettato il Journal of High Energy Physics (Jhep) e coordinato due progetti europei sull'uso della rete nella comunicazione scientifica.	Link sul web www.arxiv.org www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/ www.biomedcentral.com/jhep.sissa.it prd.aps.org http://thecostofknowledge.com/
--	--

Chi cerca trova

Evoluzioni dei motori di ricerca

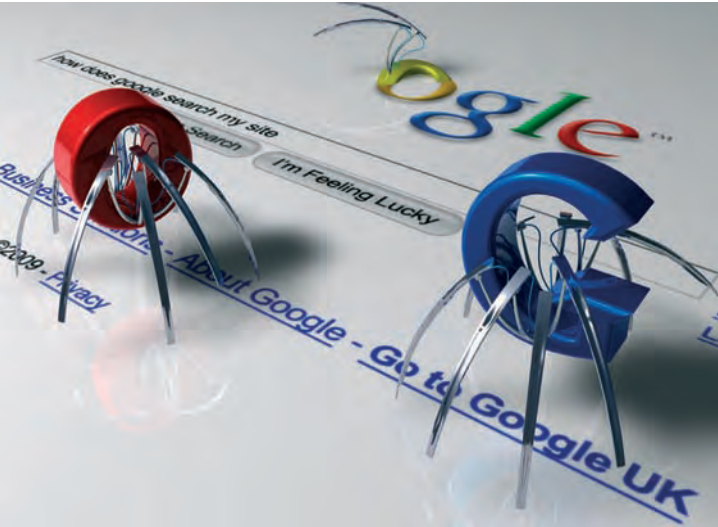
di Federico Calzolari

Che cos'è il "dadaismo"? Come si cucina il risotto ai funghi? Di cosa tratta il film "Mon oncle d'Amérique" di Alain Resnais? Quasi tutti oggi, per trovare una risposta a queste domande, andrebbero semplicemente a cercarla in internet, in un motore di ricerca (come ad esempio Google), invece di cercarla nella propria libreria o rimanere senza una risposta. È da quando, agli inizi degli anni '90, il World Wide Web ha iniziato a ospitare qualche milione di pagine, che è nata la necessità di provvedere alla realizzazione di un sistema per rendere pagine e documenti facilmente reperibili agli utenti finali. Altrimenti occorrerebbe conoscere con precisione l'indirizzo fisico del server e della pagina dove il documento è salvato. È per questo che sono nati i primi indici, sotto forma di *directory*. Una *directory* è semplicemente un catalogo che, classificando le pagine web per argomenti trattati in categorie e sottocategorie tematiche, struttura lo scibile umano in una sorta di albero ramificato a struttura gerarchica. La categorizzazione in *directory* risulta essere uno strumento particolarmente utile per guidare l'utente nelle proprie ricerche. Partendo da una categoria, per passi successivi, l'utente può perfezionare e affinare la propria ricerca, dal momento che la specificità degli argomenti indicizzati aumenta all'aumentare della profondità di scansione della struttura. È a metà degli anni '90 che nascono i primi motori di ricerca testuali: Yahoo!, Altavista, Google, dove è sufficiente digitare una parola, un pezzo di una frase, per trovare – con un'approssimazione dipendente dalla precisione della ricerca effettuata – le pagine che le contengono. È però solo dai primi anni del nuovo millennio che gli utenti si sono spostati in massa dall'utilizzo delle *directory* verso i nuovi motori di ricerca testuali.



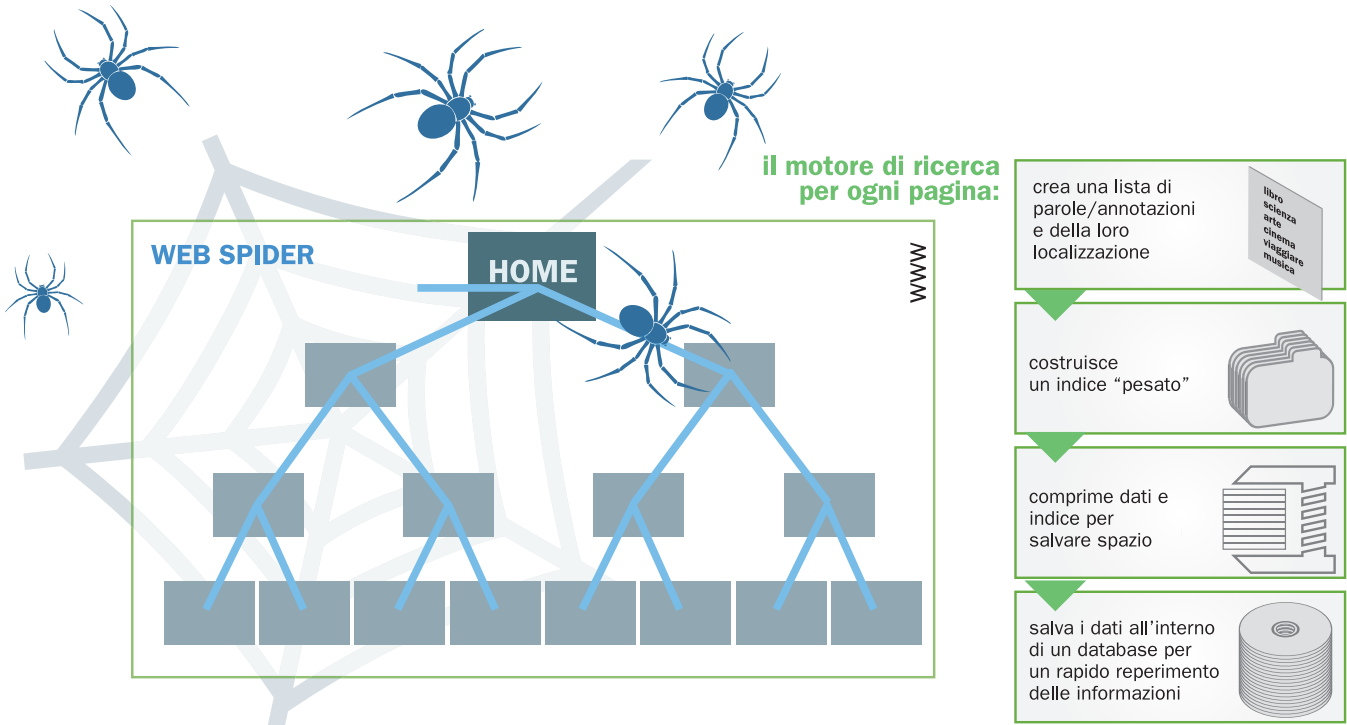
a.
Un motore di ricerca è una buona alternativa a passare ore a cercare risposte alle proprie curiosità in una biblioteca o in libreria.

Il lavoro di un motore di ricerca si può in linea di massima suddividere in tre fasi: scansione del web, analisi e catalogazione dei dati, risposta alle richieste degli utenti. La fase di scansione di tutte le pagine raggiungibili in rete è un'operazione oggi relativamente facile da eseguire attraverso l'utilizzo di *spider* (anche chiamati robot o *crawler*). Uno *spider* è un sistema completamente automatizzato capace di scandagliare in profondità tutto il web seguendo i link presenti sulle pagine da cui transita, salvando in locale le pagine visitate e tenendo traccia dei puntatori alle pagine stesse. Estremamente più complessa, tanto da essere al centro di casi di spionaggio industriale, è la fase di analisi e indicizzazione, dove sistemi derivati dalla linguistica computazionale catalogano le pagine per contenuti e per parole chiave, organizzandole e indicizzandole all'interno di un database di dimensioni gigantesche. La risposta alle richieste degli utenti, in termini di tempo impiegato e precisione, è quello che fa, alla fine, la differenza tra un motore di ricerca e un altro. Comprensibile quindi il perché di tanta segretezza in tutto quel sistema di hardware, software e algoritmi che presiedono al sistema di archiviazione, indicizzazione e recupero delle informazioni. Nel 1998 nasce Google. Il nome deriva dal termine Googol, che in matematica indica un numero enorme, esprimibile con un 1 seguito da 100 zeri. Ma dato che al momento



b.
La scansione di tutte le pagine raggiungibili in rete è un'operazione realizzabile attraverso l'utilizzo di uno *spider*.

c.
Schema di funzionamento di un motore di ricerca.





d. Sergey Brin (in alto) e Larry Page (sotto), fondatori di Google, assieme a Eric Schmidt (sulla loro sinistra), terzo uomo del Consiglio di Amministrazione della società dal 2001.

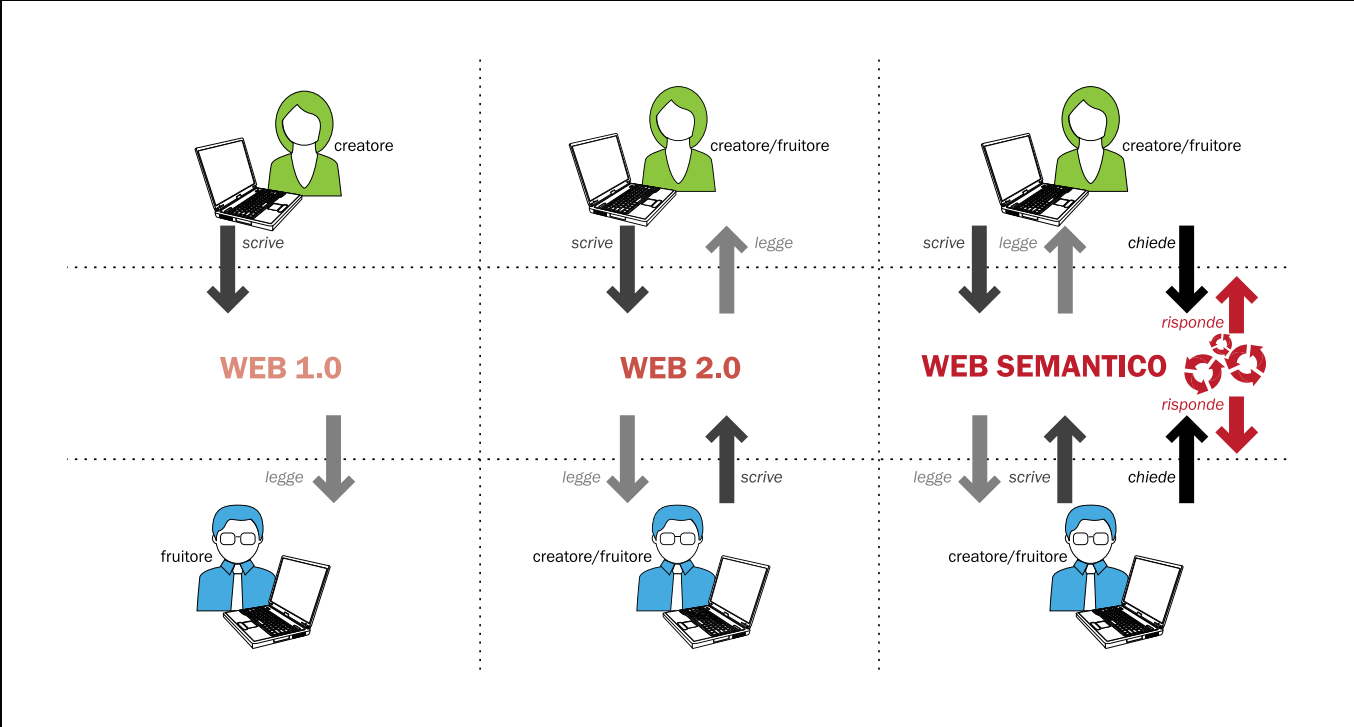
della registrazione il dominio era già assegnato, Larry Page e Sergey Brin, i fondatori del motore di ricerca, ripiegarono su quello che di lì a pochi anni avrebbe segnato una rivoluzione nell’ambito del web: Google. Oggi è il motore di ricerca più utilizzato, con una percentuale di affezionati superiore al 65% a livello mondiale e con picchi che superano il 90% in molti stati – in Italia, ad esempio, Google viene utilizzato dal 93% degli utenti. Ad oggi Google indicizza circa 50 miliardi di pagine, su un totale stimato di circa 80 miliardi di pagine ospitate in tutto il web. Cos’è che ha portato Google a un predominio pressoché assoluto del mercato? Il *PageRank*. Si tratta di un algoritmo, inventato dal matematico italiano Massimo Marchiori per un suo prototipo di motore di ricerca e poi adottato da Page e Brin, capace di assegnare un peso a una determinata pagina in funzione della rilevanza della pagina stessa in relazione ai termini cercati. In questo modo, le pagine frutto di una specifica ricerca non hanno più tutte lo stesso peso, ma sono classificate in funzione della pertinenza con quanto cercato dall’utente. Sono circa 200 i fattori che contribuiscono al peso di una specifica pagina e al suo posizionamento nel motore di ricerca; in primis, il grado di popolarità del sito che la ospita – determinato tendenzialmente dal numero di link che la puntano, a loro volta pesati dal livello di popolarità del sito di origine. Una delle ultime sfide lanciata nell’ultimo anno da Google è la ricerca per immagini, un’alternativa – in alcuni casi indispensabile – alla ricerca testuale. L’utente può iniziare la sua ricerca da un’immagine che ha sul proprio computer, andando a scandagliare la rete, attraverso un motore di ricerca *ad hoc*, in cerca di immagini simili. Quindi, non è più

strettamente necessario partire da una parola, ma è sufficiente un’immagine, una foto, magari scattata con il proprio cellulare, per sapere il nome del monumento davanti al quale ci si trova, e scoprire magari che, anche se illuminata di verde in onore del *Saint Patrick’s Day* (il 17 marzo, ndr), si tratta della Torre di Pisa. Tale sistema, integrato con un qualunque dispositivo Gps per la geolocalizzazione (oggi disponibile su praticamente qualunque dispositivo mobile, dal cellulare alla macchina fotografica), attraverso l’integrazione di informazioni testuali, visive e geografiche, apre scenari fino a ieri inimmaginabili: da informazioni dettagliate sul luogo e sui dintorni di dove ci troviamo, a possibili interazioni con altri utenti nella stessa area geografica. Sebbene il *PageRank* abbia rivoluzionato il funzionamento dei motori di ricerca, l’interesse da parte di questi ultimi è oggi indirizzato alla *profilazione* degli utenti (una classificazione dell’utenza in funzione dei dati raccolti), al fine di rendere il risultato delle ricerche pressoché *ad personam*, sia dal punto di vista dei risultati, sia dal punto di vista della pubblicità associata. È infatti la pubblicità, oramai inscindibilmente legata ad ogni pagina che riporti i risultati di una ricerca, la prima e spesso unica fonte di guadagno per un motore di ricerca. Pubblicità mirata in funzione delle ricerche di ogni singolo utente: è questa oggi la base dell’economia del web 2.0, quello fatto non solo di web e motori di ricerca, ma anche e soprattutto di social network. Sarà probabilmente dall’unione di motori di ricerca e social network, in modi ad oggi probabilmente ancora inimmaginabili ai più, che nasceranno un domani prodotti più indirizzati alle esigenze di ogni singolo utente. Qualcuno già chiama questa terza rivoluzione della rete *web 3.0*.

[as] approfondimento

Dal cercare al chiedere

1. Evoluzione dal web 1.0 al web semantico. L’interazione con la rete e i motori di ricerca diventa sempre più “umana”.



Ancora a livello di chimera è il *web semantico* (termine coniato dallo stesso Tim Berners-Lee), di cui si parla oramai da più di un decennio. La maggior parte dei motori di ricerca già oggi è capace di catalogare in modo totalmente automatico le pagine per contenuti tematici e comprendere più o meno correttamente una richiesta effettuata in linguaggio umano. Resta tuttavia cosa ancora pressoché impossibile da realizzare con le tecnologie attuali la possibilità per l’utente di effettuare ricerche per significato, un qualcosa che vada oltre le parole scritte nel testo. Questo è l’obiettivo ultimo del web semantico. Una concreta interazione tra motori di ricerca e web semantico potrebbe essere costituita da ricerche del tipo “qualcosa di simile a” o “qualcosa che abbia a che fare con”, dove la ricerca della singola parola nel testo non può soddisfare i criteri di ricerca. La ricerca nel web per parole chiave può ovviamente produrre falsi positivi per l’utente a causa di *polisemie* (alla stessa parola corrispondono più

significati). Allo stesso tempo possono esistere falsi negativi, a causa di testi che trattano l’argomento richiesto ma utilizzando sinonimi delle parole chiave cercate. Il web semantico si propone di risolvere questi problemi attraverso l’utilizzo di strutture dati che contengano oltre alle parole di un testo anche informazioni, sotto forma di metadati, che ne specifichino il contesto semantico. Manca però ancora la capacità di collegare i vari termini tra loro in funzione di relazioni che intercorrano tra gli stessi (compito della *ontologia*). Una tale ristrutturazione dei dati, con l’utilizzo di ontologie, renderebbe il significato di un testo accessibile non solo a un umano, ma anche a una macchina. Questo potrebbe portare un motore di ricerca a capire, ad esempio, se il termine “vodka” indichi un liquore o la marca di un tostapane, e al tempo stesso trovare in rete pagine e documenti che trattino non solo di “vodka”, ma anche di altri liquori o alternative per un piatto flambé.

Biografia
Federico Calzolari, esperto di Grid computing, lavora presso la Scuola Normale Superiore di Pisa e collabora con l’Infn e il Cern di Ginevra. È stato riconosciuto da Google e accreditato da stampa e media come autore del primo exploit degli algoritmi di ranking di Google ed elencato dal Corriere della Sera nel 2009 tra i “20 Italiani che cambiano l’Italia”.

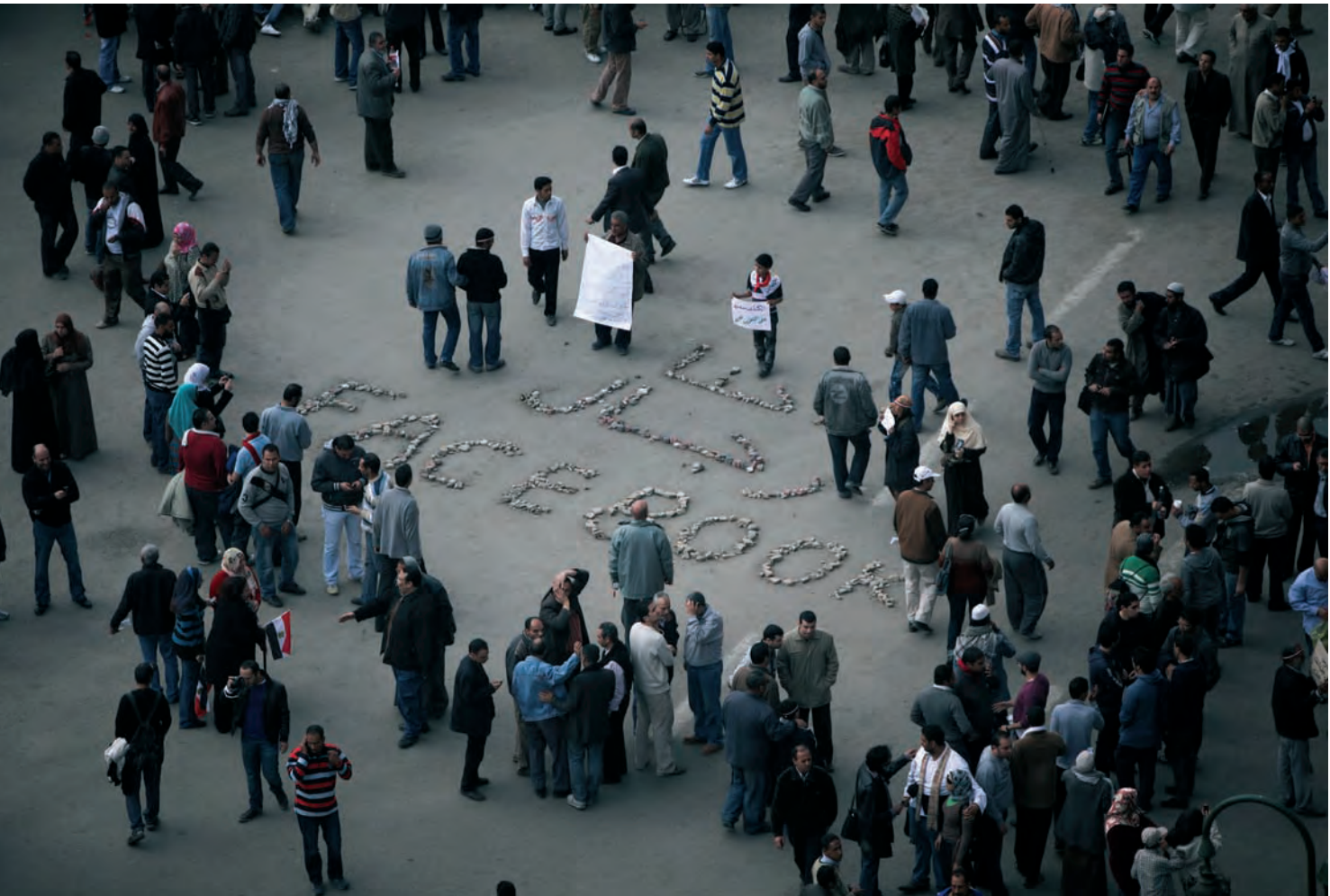
Link sul web
www.google.com
www.yahoo.com
<http://www.segnalidivita.com/motoridiricerca/>

[as] intersezioni

Homo zappiens.

di Pietro Greco

giornalista scientifico



a.
Un momento simbolico della “primavera araba” in piazza Tahrir, a Il Cairo, il 6 febbraio 2011: in arabo sul suolo è scritto “Noi siamo gli uomini di Facebook”.

Per chi avesse dubbi, basta che si affacci sull’altra parte del Mediterraneo. Dove le maglie dell’ordito costituito da telefoni cellulari connessi a internet attraverso vari nodi – da Youtube a Facebook – hanno consentito di mobilitare grandi masse, di abbattere vecchie tirannidi e di dar luogo a quel processo democratico, magari ancora fragile ma certo inedito, che va sotto il nome non usurpato di “primavera araba”.

I più pigri possono affacciarsi nella stanza accanto, dove vivono i nostri figli: “nativi digitali”. Completamente immersi in un mondo tecnologico rapidamente evolutivo fatto di computer, internet, telefoni cellulari, video game, Wi-fi, iPod, iPad, tablet, social network, Facebook, Twitter, YouTube. Non conoscono altro mondo che questo. Non conoscono alcun altro modo di muoversi nel mondo che questo. Sono le avanguardie di una

nuova “specie cognitiva”, quella che Wim Veen e Ben Vrakking hanno battezzato *Homo zappiens*: sempre connessi, interattivi e creativi. Una ne pensano, cento ne fanno. Letteralmente. Sono *multitasking*: mentre studiano ascoltano musica, inviano sms, con l’occhio fisso all’aggiornamento della chat. L’apprendimento avviene per “quanti di informazione”, per bit, non per flussi continui. Immagine, suono e scrittura – che per noi “immigrati digitali” sono dimensioni differenti – per loro formano, al contrario, un continuo. Non c’è dubbio, la rete delle reti sta cambiando radicalmente la società. Come poche altre tecnologie hanno fatto, nella lunga storia dell’umanità. A iniziare dall’economia. La rete evolutiva delle reti ha consentito, negli ultimi due o tre decenni, due processi, peraltro integrati: la (nuova) globalizzazione e lo sviluppo dell’economia della conoscenza. Gli scambi di beni e di servizi a livello internazionale sono aumentati a ritmo vertiginoso. Mentre la produzione di beni e di servizi Kti (Knowledge and Technology Intensive) rappresenta ormai il 30% del Prodotto Interno Lordo mondiale (oltre 16.000 miliardi di dollari nel 2007). Nulla di tutto ciò sarebbe stato possibile senza il computer e la rete di computer (internet) e la rete delle reti di cui internet è parte. Non solo perché la quota maggiore di questi beni è costituita da strumenti per la comunicazione (45% del totale) e da computer (20% del totale). Ma perché anche lo scambio di altri beni e altri servizi Kti non sarebbe possibile – non con questa intensità, almeno – senza la rete delle reti. Anche la scienza è stata rivoluzionata dal ciclone delle connessioni elettroniche. E non solo perché gli uomini di scienza possono sperimentare nuove forme di comunicazione interna (dalle email alle

teleconferenze; dagli *open archives*, ai giornali *open access*) e di comunicazione pubblica (esplosione dei blog dei singoli ricercatori, ma anche comunicazione diretta tempestiva delle grandi istituzioni scientifiche). Ma soprattutto perché, per la prima volta nella storia, possono operare e portare avanti progetti di ricerca fisicamente delocalizzati. Infatti è in atto un processo di reale internazionalizzazione della comunità scientifica senza precedenti: in molti paesi oltre il 60% delle ricerche vengono realizzate in compartecipazione nell’ambito di gruppi internazionali. La rete fa sì che oggi vivano sul pianeta 7,1 milioni di ricercatori connessi in tempo reale. Alla fine del XIX secolo vivevano nel mondo non più di 80.000 uomini di scienza, divisi, talvolta più per costrizione che per convinzione, in comunità nazionali abbastanza rigide. Anche la comunicazione giornalistica è stata sconvolta dalla rete. Flussi praticamente infiniti di informazione provenienti da fonti le più diverse si trasferiscono all’istante da una parte all’altra del pianeta. I lettori dei giornali e i telespettatori si stanno trasferendo su internet. Non sta facendo altrettanto la pubblicità, creando seri problemi al giornalismo professionale e, di conseguenza, al controllo delle notizie. Ma questo è un piccolo (o grande) prezzo da pagare. Narra Platone che il faraone Thamus non mostrò affatto entusiasmo quando il dio Thoth gli presentò la sua più grande invenzione, l’alfabeto. La scrittura ci farà perdere la memoria, sosteneva. Thamus commise ovviamente un errore. Non quello di aver previsto, con lucidità, che la nuova tecnologia (la prima tecnologia capace di connessione) avrebbe distrutto antichi equilibri. L’errore è quello di non aver intuito che, dopo la distruzione, la nuova tecnologia avrebbe consentito la ricomposizione di nuovi equilibri. A un livello più alto.



b.
L’*Homo zappiens*: sempre connesso, interattivo, creativo, completamente immerso in un mondo tecnologico rapidamente evolutivo fatto non solo di computer e internet, ma anche di telefoni e cellulari, video game, Wi-fi, iPod, iPad, tablet, social network, Facebook, Twitter, YouTube ecc.

[as] spazi

Giocare a Spheres.

di Catia Peduto

Un'affascinante sfida: programmare al meglio “satelliti-robot”, che poi gareggeranno sulla Iss, la stazione spaziale internazionale, e farlo in continua competizione e collaborazione con studenti di altre scuole europee, approdando alla fine alla sede dell'Esa (European Space Agency) di Noordwijk, in Olanda. È stata questa l'opportunità offerta dall'iniziativa *Zero Robotics* al Liceo “Enrico Fermi” di Padova. Giunto alla terza edizione, questo programma educativo americano organizzato dal Massachusetts Institute of Technology (Mit) in collaborazione con la Nasa e il Darpa (lo stesso che ha sviluppato Arpanet, vd. approfondimento p. 17, ndr), nel 2011 si è allargato per la prima volta anche alle scuole europee. Alla competizione hanno preso parte 140 scuole americane e 23 europee, ma questi numeri stanno crescendo (nel 2012-13 sono previste 250 scuole di 10 paesi europei). Scopo dell'iniziativa è quello di programmare in linguaggio C i “satelliti-robot” spaziali di nome Spheres (Synchronized Position Hold, Engage, Reorient, Experimental Satellites), piccoli satelliti

delle dimensioni di un pallone da basket che la Nasa usa all'interno della Iss per testare i veri satelliti. “Si tratta di un gioco, ma effettuato con i metodi e gli strumenti della ricerca vera e propria: tutta la competizione ha richiesto applicazione, atteggiamento, abilità tecniche e comunicative tipiche della ricerca scientifica”, ci racconta il prof. Renato Macchietto, tutore della squadra del liceo padovano. Il gioco consiste nel programmare gli Spheres in maniera che essi siano in grado di riconoscere la situazione in cui si trovano e di decidere autonomamente le operazioni da fare. Proprio come dovranno fare i veri satelliti, ad esempio riparare o recuperare un altro satellite fuori controllo. Nel gioco di *Zero Robotics* gli studenti devono valutare le situazioni possibili e decidere cosa far eseguire al “satellite-robot” in ciascuna situazione, secondo certe regole predefinite. Il tutto con lo scopo di accumulare più punti dell'avversario. Ma collaborando tra squadre che manovrano satelliti differenti, per far compiere agli Spheres azioni comuni, il punteggio si raddoppia.



a.
I ragazzi del liceo “Enrico Fermi” di Padova che hanno partecipato nel 2011 al programma educativo *Zero Robotics*.

“Durante la sfida, fra noi studenti, c'è stata una continua tensione tra collaborazione e competizione. I ricercatori ci hanno spiegato che questo accade spesso nella ricerca scientifica”, conferma Isabel Naranjo De Candido, studentessa del “Fermi” di Padova. La gara è suddivisa in tre fasi. Le prime due si svolgono online. Ogni scuola forma una propria squadra di studenti che, nella prima fase, deve passare la selezione virtuale, un tutti contro tutti (europei e americani). “Superati i primi ostacoli, si è trattato di tradurre in linguaggio C formule e strategie con un livello di astrazione sempre maggiore, ristrutturando il codice ogni qualvolta i termini della sfida cambiavano”, racconta Silvio Galesso del “Fermi” di Padova. Nella prima fase della competizione il liceo padovano si è classificato come primo, battendo tutte le altre squadre europee e americane. Nella seconda fase, sono state create delle “alleanze”, composte da tre squadre di paesi differenti. “In questa fase è stata molto utile la chat, che ci ha consentito di lavorare

assieme agli studenti delle altre scuole, confrontandoci interattivamente durante la scrittura del codice e la verifica sperimentale dei risultati ottenuti – racconta Emilio Corso del liceo padovano – È stato molto stimolante comunicare con le squadre di diversa nazionalità!”. Il liceo padovano ha passato anche la seconda fase della gara, assieme ad altre scuole italiane (l'Itis “Amedeo Avogadro” di Torino, l'Itis “Pininfarina” di Moncalieri e l'Itis “Camillo Olivetti” di Ivrea). La finalissima si è svolta il 23 gennaio scorso, ma questa volta il gioco è diventato realtà. Dalla sede dell'Esa in Olanda, le squadre finaliste hanno potuto seguire le gare che si sono svolte 400 km sopra la Terra, sulla Iss, dove si trovavano gli “astronauti-arbitri” Donald R. Pettit e André Kuipers e i veri “satelliti-robot” Spheres. “Per gli studenti della mia scuola, che si è classificata al secondo posto, il veder muoversi sulla Iss i satelliti, che nei mesi precedenti avevano programmato, è stata un'emozione unica!”, conclude il prof. Macchietto.

b.
Gli astronauti Donald R. Pettit (a sinistra) e André Kuipers (a destra) sulla Iss durante la gara finale di *Zero Robotics*, insieme a due Spheres ai loro piedi: uno rosso e uno blu, delle dimensioni di un pallone da basket.

[as] in primo piano

13 / 10.12

Individuato bosone di Higgs? _ Il 4 Luglio 2012 l'aula seminari del Cern di Ginevra è stata protagonista dell'annuncio di una delle più grandi scoperte scientifiche degli ultimi anni. I portavoce dei due principali esperimenti dell'acceleratore Lhc (Large Hadron Collider), Atlas e Cms, hanno mostrato chiari segni nei loro dati della presenza di una nuova particella nella regione di massa intorno ai 126 gigaelettronvolt. Nonostante lo straordinario risultato sia basato su un'analisi preliminare dei miliardi di collisioni protone-protone ottenute a Lhc tra il 2011 e il 2012, la significatività statistica della misura è pari a 5 sigma, un valore che per i fisici di tutto il mondo significa scoperta. Le caratteristiche della particella sono coerenti con le proprietà del bosone di Higgs previsto dal Modello Standard – la teoria oggi più accreditata per spiegare il comportamento dei costituenti fondamentali dell'Universo – ma saranno necessarie indagini più approfondite per definire nel dettaglio il quadro teorico legato alla sua esistenza. In particolare, sarà necessario capire se il segnale osservato corrisponda a quanto previsto dal Modello Standard o se le caratteristiche della particella impongano una modifica della teoria, facendo quindi prevedere l'apertura di una nuova frontiera della fisica. [F.S.]



Un altro neutrino “trasformista” _ L'esperimento Opera ha osservato il secondo neutrino tau. Dopo il primo “fotografato” nel 2010, questa nuova misura rappresenta un passo quasi decisivo verso la verifica del fenomeno dell'oscillazione, in base al quale queste particelle si trasformano da un tipo in un altro. Opera, allestito nei laboratori sotterranei dell'Infn del Gran Sasso, è come una gigantesca macchina fotografica che immortalava le particelle in arrivo dal Cern di Ginevra. I neutrini che partono dal Cern sono tutti di tipo muonico: fotografare al Gran Sasso un neutrino tau significa che questo si è trasformato lungo il percorso. L'esperimento Opera era balzato agli onori delle cronache per la misura della velocità alla quale i neutrini percorrono i 730 km che separano i Laboratori del Gran Sasso dal Cern, perché aveva registrato una velocità superiore a quella della luce. Misura poi smentita da altri esperimenti e dallo stesso Opera dopo alcuni mesi di controlli. In realtà l'obiettivo scientifico primario di Opera è proprio la verifica dell'oscillazione, la quale provverebbe anche che queste particelle hanno massa. [A.V.]



GSSI in arrivo! _ Nasce a L'Aquila la scuola sperimentale di dottorato internazionale Gran Sasso Science Institute (Gssi). L'obiettivo dichiarato della scuola è attrarre competenze specialistiche e formare ricercatori altamente qualificati in diversi campi: fisica, matematica, informatica, gestione dell'innovazione e sviluppo territoriale. L'istituto entrerà in funzione nell'anno accademico 2013-2014 e opererà in fase sperimentale per tre anni. Allo scadere del triennio, i risultati saranno esaminati dall'Agenzia Nazionale di Valutazione del sistema Universitario e della Ricerca (Anvur) e si deciderà se rendere la scuola una realtà stabile. Nella fase iniziale sono previsti circa 130 studenti. La nuova struttura potrà valorizzare le ricerche dei Laboratori del Gran Sasso e favorire lo sviluppo del territorio, stimolando il rapporto con le imprese ad alto contenuto scientifico e tecnologico. [Francesca Gatti]



I laboratori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare sono aperti alle visite.

I laboratori organizzano, su richiesta e previo appuntamento, visite gratuite per scuole e vasto pubblico. La visita, della durata di tre ore circa, prevede un seminario introduttivo sulle attività dell'Infn e del laboratorio e una visita alle attività sperimentali.

Per contattare i laboratori dell'Infn:

Laboratori Nazionali di Frascati (Lnf)
T + 39 06 94032423
/ 2552 / 2643 / 2942
sislnf@lnf.infn.it
www.lnf.infn.it

Laboratori Nazionali del Gran Sasso (Lngs)
T + 39 0862 4371
(chiedere dell'ufficio prenotazione visite)
visits@lngs.infn.it
www.lngs.infn.it

Laboratori Nazionali di Legnaro (Lnl)
T + 39 049 8068547
schiavon@lnl.infn.it
www.lnl.infn.it

Laboratori Nazionali del Sud (Lns)
T + 39 095 542296
sislns@lns.infn.it
www.lns.infn.it



www.infn.it

rivista online
www.asimmetrie.it