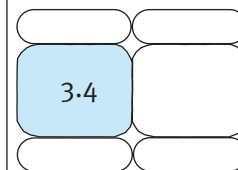


UBIQUITOUS COMPUTING



Roberto Saracco

Con l'espressione *Ubiquitous Computing*¹ si possono intendere più aspetti: la pervasività di sistemi che offrono capacità di elaborazione locale, la presenza di capacità elaborativa in una molteplicità di oggetti attorno a noi, la possibilità di accedere da qualsiasi punto a capacità elaborative in grado di soddisfare qualunque (o quasi) necessità. L'obiettivo del presente articolo è di fare una panoramica sulle tendenze evolutive dell'Ubiquitous Computing con una maggiore attenzione alla terza accezione.



1. UNO PER TANTI, UNO CIASCUNO, TANTI PER UNO

In principio l'uomo creò il *mainframe*. Era così costoso e così complicato che il suo accesso era consentito a pochi che ne condividevano le risorse. Quindi "uno per tanti", ma non solo: era, infatti, difficile anche immaginare che molti potessero volere accedere a risorse elaborative². Poi venne il PC e il paradigma divenne "una persona, un PC". Quindi arrivarono i *laptop* e i PDA (*Personal Digital Assistant*) e ben presto il paradigma è diventato "tanti elaboratore per ogni persona".

Ci si limita per il momento a considerare "i tanti per uno" dove i tanti sono il PC, laptop e PDA ma anche l'agenda elettronica, la calcolatrice tascabile, il telefonino, il navigatore, il telecomando dell'*home entertainment system*: ovvero, tutti quegli oggetti che, in qualche modo, elaborano, su richiesta, le informazioni.

L'evoluzione di questi sistemi ha sostanzialmente cavalcato la legge di Moore, un raddoppio di capacità elaborativa (a costi quasi costanti) ogni 18 mesi; detto in altri termini, ciò significa che nei prossimi diciotto mesi si assisterà a un aumento della capacità

¹ Il termine *Ubiquitous Computing*, in genere, è attribuito a Mark Weiser, direttore scientifico delle ricerche tecnologiche allo Xerox PARC (*Palo Alto Research Centre*). Secondo quanto disse: "ci sarà un'orchestra di oggetti interattivi, non invasivi, dalla presenza discreta, ovunque".

² Come non sorridere ricordando la risposta di Watson, capo della IBM, ai suoi ingegneri che proponevano un ingresso nel business dei computer a inizio anni '50: "al mondo ci sarà un mercato per 4 o 5 computer...". O alla affermazione di Ken Olsen, capo della Digital, che venti anni dopo diceva a chi gli proponeva di entrare nel mercato dei PC: "non riesco ad immaginare perché mai una persona dovrebbe volere un PC sulla sua scrivania...". Forse sarebbe il caso di sorridere anche all'obiettivo enunciato da Al Gore: "nel futuro nelle case di tutti gli americani avremo una connessione ad Internet". E sarebbe il caso di sorridere perché nel futuro avremo probabilmente decine di connessioni ad internet in ogni casa, non una!

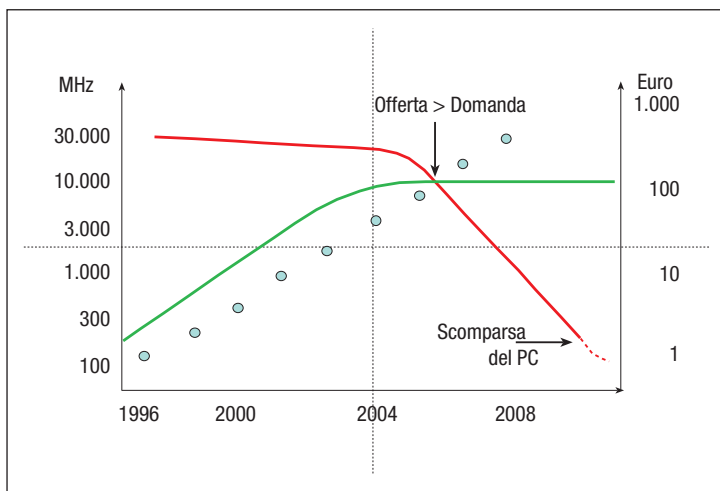


FIGURA 1

La proiezione degli effetti sul mercato del continuo aumento della capacità elaborativa

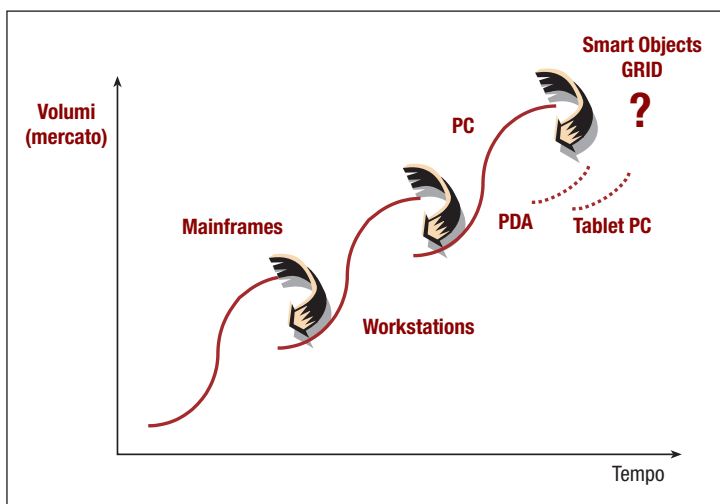


FIGURA 2
Le cosiddette "curve S" di penetrazione dei prodotti

elaborativa analogo a quello che si è verificato negli ultimi 35 anni³! Ora il punto cruciale non è determinare quando la legge di Moore urterà contro il muro dei limiti fisici [2, 6], piuttosto chiedersi fino a che punto ha senso un aumento della capacità elaborativa dal punto di vista del mercato. Nella figura 1, è possibile vedere una proiezione degli effetti sul mercato del continuo aumento della capacità elaborativa. Fino a che la domanda di capacità elaborativa è stata maggiore dell'offerta (spesso grazie ai gio-

chi e ai programmi di grafica) il prezzo non è sceso in modo considerevole (per i PC di fascia alta, cioè quelli che offrono la maggiore capacità elaborativa).

Tuttavia, la continua crescita di capacità inizia a non essere più accompagnata da una crescita di domanda e, pertanto, si vedrà nei prossimi anni un netto decremento del costo della capacità elaborativa (la crescita della fotografia e cinematografia digitale a livello *consumer* rallenteranno questa caduta). Non si deve, comunque, pensare che tutta la scatola PC crolli di prezzo in quanto questa non contiene solo il *chip* di elaborazione ma diverse altre componenti. Quello che crolla è il prezzo del microprocessore. E questo rende possibile il suo utilizzo in moltissimi altri dispositivi, così come la caduta del prezzo dell'8080 lo ha fatto inserire in oggetti come serrature di alberghi e controlli per innaffiare il giardino.

La vendita di PC si è stabilizzata intorno ai 130 milioni di pezzi all'anno⁴, la vendita dei palmari è intorno agli 11 milioni di pezzi e quella dei telefonini intorno ai 400 milioni. In Italia, i PC sono circa 13 milioni di cui circa 6 milioni sono quelli nelle famiglie, una diffusione, quindi, intorno al 28% delle famiglie italiane. Negli USA la penetrazione si sta assestando sul 50% e si sono iniziati a notare segni di un allungamento della vita media del PC (le persone sono meno motivate a cambiarlo dato che le prestazioni offerte sono ritenute sufficienti) e di una raggiunta maturità del mercato per le connessioni a Internet che sta mostrando segni di flessione.

I PC hanno rappresentato un elemento di forte discontinuità nel mercato, nell'uso e nelle tecnologie (si pensi al passaggio ad architetture aperte come il concetto di *bus* che ha creato un nuovo mondo di industrie).

Nel grafico della figura 2 si riportano le discontinuità che si sono verificate nel settore della capacità elaborativa, le cosiddette curve S di penetrazione dei prodotti e come ciascuno abbia in qualche modo "spiazzato" l'altro. Ciò che è interessante notare è il fatto che il parametro che porta a un effetto di disconti-

³ Dal 1968 al 2003 si è passati da 4 MHz a 2 GHz, nei prossimi 18 mesi si passerà da 2 a 4 GHz.

⁴ Rapporto Assinform 2003; PC: 130 nel 2000, 123 nel 2001, 128 nel 2002, Palmari: 11 nel 2000, 12.8 nel 2001, 11.7 nel 2002; telefonini: 410 nel 2000; 390 nel 2001, 405 nel 2002.

nuità non riguarda tanto le prestazioni elaborative, e quindi il progresso della tecnologia in termini prestazionali, quanto piuttosto i volumi. Una delle implicazioni di questo è che i PDA non rappresentano, ne rappresenteranno, un elemento di discontinuità ma semplicemente un satellite nel *big business* della capacità elaborativa. Una trasformazione (attualmente, improbabile⁵) del telefonino nel senso di *gateway* verso capacità elaborativa potrebbe viceversa avere un effetto dirimente dati i volumi in gioco. La prossima discontinuità sarà probabilmente rappresentata dagli *smart object* e poi, forse, dal GRID.

2. A COSA SERVE UN FRIGORIFERO O UNA LAVATRICE CON UN PC EMBEDDED?

Il quesito è più che pertinente. La Ariston ha messo sul mercato Margherita (Figura 3) una lavatrice che a tutti gli effetti ha un PC all'interno. È possibile programmare in modo sofisticato i vari lavaggi, è possibile collegarla a una LAN (*Local Area Network*) domestica e permettere il dialogo con il frigorifero, è possibile collegarla a Internet e ricevere, e inviare, *e-mail* mentre si fa il carico del bucato. Perché collegare la lavatrice a una LAN in modo che si parli con il frigorifero? Non è un'idea così balzana. La connessione tra i diversi elettrodomestici consente di minimizzare i consumi di energia, di mantenere il consumo complessivo entro i limiti di potenza del contratto e, dal punto di vista del fornitore di energia, permette di minimizzare gli sfasamenti dovuti alle induttanze. Se, per esempio, il frigorifero si coordina con la lavatrice non farà partire il suo motore mentre è attivo quello della lavatrice (diminuendo, così, lo sfasamento induttivo). Se la lavatrice è in fase di riscaldamento dell'acqua, la lavastoviglie aspetterà prima di procedere a scaldare la sua evitando, in questo

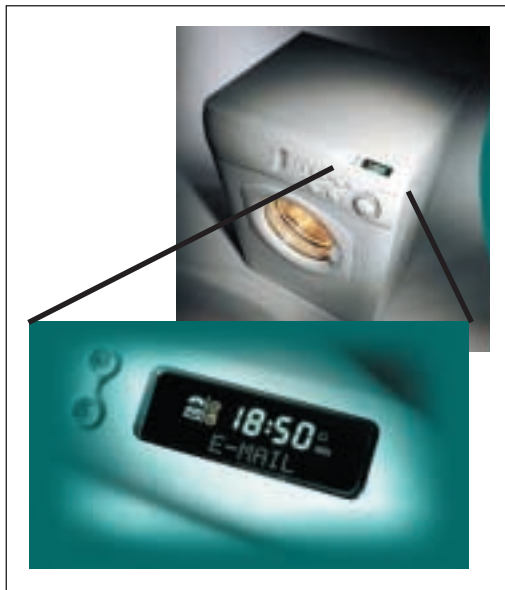


FIGURA 3

La lavatrice Margherita della Ariston può interagire con gli altri elettrodomestici

modo, di far scattare l'automatico per il supero di potenza richiesta.

Il collegamento a Internet non serve, ovviamente, a soddisfare l'impulso di leggersi le *mail* mentre si carica il cestello, quanto piuttosto a segnalare eventuali anomalie a un centro servizi permettendo una pianificazione di intervento (magari da remoto) prima che si manifesti un disservizio⁶. Nel giro di qualche anno, quella stessa connessione a Internet potrà essere utilizzata per richiedere istruzioni su come lavare un certo capo di abbigliamento che la lavatrice riconoscerà dalla *tag* RFID (*Radio Frequency Identification*)⁷ che questo ha nelle trame del tessuto o magari per rimuovere un certo tipo di macchia rilevata da appositi sensori nel cestello.

Ma quanto costa dotare gli elettrodomestici di un *computer*? Uicom [7] offre un microprocessore ai costruttori di elettrodomestici (dai proiettori di lucidi a sistemi di ventilazione e riscaldamento) a 13 dollari. Oltre a essere in grado di elaborare informazioni il microprocessore, ha anche la possibilità di collegarsi in rete. Questo permette ai centri-servi-

⁵ La scarsa probabilità deriva dal limite posto dalle batterie e dalla percezione di funzionalità insita nell'uso del telefonino. Questo serve per parlare, non per gestire applicazioni di elaborazione.

⁶ Non solo. C'è anche il proposito di trasformare la lavatrice da un prodotto a un servizio, un *pay per use* che permette un dialogo continuo con il cliente...

⁷ Entro il 2006 il costo di questo tipo di *tag* dovrebbe essere paragonabile ai codici a barre che identificano i prodotti oggi e si dovrebbe assistere a una loro massiccia diffusione.

zio di monitorare da remoto il corretto funzionamento di questi sistemi. Emware [3] offre, invece, un *software* che permette ai costruttori di mantenere una visibilità sui loro prodotti quando sono utilizzati dai clienti fornendo loro una supervisione da remoto come servizio aggiunto al prodotto.

La pervasività della capacità elaborativa in ambienti industriali sta rapidamente diventando una realtà⁸. La progressiva disponibilità di sensori intelligenti (in grado, cioè, di elaborare localmente le informazioni e di comunicarle a un ambiente che si auto-configura) spingerà ulteriormente in questa direzione.

La Microsoft ha lanciato il programma SPOT (*Smart Personal Object Technology*) in cui prevede che una molteplicità di oggetti disporrà di capacità elaborativa consentendo una loro interazione con l'ambiente, la ricezione di informazioni e il loro processamento. Un portachiavi potrebbe, ad esempio, ricevere via FM (*Frequency Modulation*) le condizioni di traffico ed elaborarle in modo tale che quando si inseriscono le chiavi nella accensione dell'auto si illumini automaticamente un *led* colorato che indichi quale è il percorso con minor traffico. Le informazioni provenienti dall'ambiente vengono elaborate all'interno del portachiavi che ha preregistrati quattro percorsi alternativi per andare dalla casa all'ufficio e viceversa⁹.

Una cornice sul tavolino di un soggiorno potrebbe, invece, contenere una fotografia che cambia a seconda di chi è nell'ambiente, dell'ora del giorno e anche di cosa sta succedendo. Le fotografie sono contenute, in parte, nel chip annegato nella cornice e, in parte, in

qualche computer (o *server*) collegato a Internet¹⁰. Una di queste cornici posta sul tavolino vicino al telefono potrebbe mostrare le foto del nipote, scattate durante una vacanza, per poi fare apparire la foto dell'amico che sta facendo squillare il telefono in quel momento. La stessa cornice potrebbe mandare le foto anche sullo schermo del televisore quando viene acceso, toccando semplicemente con una mano la cornice e con l'altra il televisore. Piccole cose, che però richiedono notevoli capacità elaborative "distribuite" nell'ambiente e gestite in modo "semplice". Questo è un aspetto fondamentale per il successo dell'Ubiquitous Computing.

Questa semplicità, che poi significa utilizzabilità e bassi costi di esercizio (in soldi o in sforzi di uso), porta direttamente al *focus* di questa panoramica sull'Ubiquitous Computing: il GRID.

3. DA INFORMAZIONI AD APPLICAZIONI

Internet era nata per fornire un Ubiquitous Computing. Nei primi anni '60 i computer erano molto cari e le università americane continuavano a chiedere finanziamenti per poterne acquistare uno. Ci si chiese allora perché non realizzare una rete per consentire di accedere da remoto a questi (pochi) computer evitando di moltiplicare gli investimenti. È per rispondere a questa necessità che nasce Internet. L'idea che il valore potesse essere in una rete che condivideva informazioni o che consentisse di scambiare informazioni non era parte della cultura di quegli anni¹¹.

⁸ Anche settori come quello della salute si stanno evolvendo rapidamente sfruttando la pervasività dei computer. Beckman Coulter, www.beckman.com, produce strumenti medicali dotandoli della possibilità di supervisione da remoto, Vivometrix propone delle magliette che inglobano sensori per permettere di seguire l'evoluzione di pazienti appena dimessi dall'ospedale aumentando un questo modo la qualità della cura e diminuendo i costi di ospedalizzazione. Il settore chimico è un altro utilizzatore di questi sistemi ad esempio per verificare lo stato dei silos, così come il settore della distribuzione e della gestione degli inventari di magazzino. In quest'ultimo settore un ulteriore impulso al pervasive computing è dato dalle tag RF ID.

⁹ Questo portachiavi è stato realizzato dal Media Lab di Cambridge, USA.

¹⁰ Un servizio di questo genere è offerto da CEIVA, negli USA. Con 149\$ si acquista la cornice e con 5\$ al mese la cornice attinge automaticamente via Internet a foto che stanno su un server e che possono essere "programmate" per apparire in certi istanti.

¹¹ Anzi: i resoconti di quegli anni indicano che l'idea di condividere i propri dati con altre università venisse visto come il fumo negli occhi da professori gelosi delle loro ricerche. Similmente i realizzatori della prima Internet si stupirono nel vedere che molti utilizzatori cominciavano a utilizzare Internet per scambiarsi messaggi al posto di farsi una telefonata.



Internet ha poi avuto il suo merito maggiore nella condivisione di informazioni. La condivisione gratuita, addirittura, è diventata una specie di religione, ovviamente scontrandosi con molti "atei", come le case discografiche, che insistono sul fatto che la condivisione "non sa da fare". Il concetto dei *property right* è stato portato da Internet a livelli completamente sconosciuti negli anni '80.

A metà degli anni '90 la presenza di migliaia di PC agganciati a Internet e, sostanzialmente, inoperosi per gran parte del tempo ha fatto venire l'idea di utilizzarli per effettuare una elaborazione distribuita dei segnali radio catturati da radiotelescopi per scoprire una eventuale presenza di segnali artificiali emessi da qualche remota civiltà nello spazio cosmico: nasceva SETI@home; era il luglio del 1996, la data che probabilmente si può prendere come nascita di una elaborazione massicciamente distribuita. I calcolatori connessi erano centinaia di migliaia e la capacità elaborativa superava quella dei più grandi supercomputer.

In realtà, erano state molte le iniziative nel settore della elaborazione distribuita e molteplici anche i risultati conseguiti. Tra le tante chi scrive ne ricorda una, in particolare, che non ha avuto successo ma che tra tutte è stata quella più lungimirante e che più, concettualmente, assomiglia al GRID che forse si avrà nel prossimo futuro: TINA.

La *Telecommunication Information Networking Architecture* (TINA) era nata nel 1992 da una serie di incontri tra varie società di telecomunicazioni¹², che vedevano nell'esistenza delle loro reti e nei molteplici sistemi che si collegavano a questa (usandola o per farla usare), un ambiente distribuito che avrebbe potuto evolvere verso una rete di servizi in cui il costo di ogni nuovo servizio avrebbe potuto essere ridotto drasticamente utilizzando varie funzionalità e servizi già presenti in qualche punto della rete.

Le difficoltà per risolvere i molteplici problemi sul tavolo con requisiti che, da un lato, portavano ad aprire al massimo i sistemi e,

dall'altro, si scontravano con l'esigenza di protezione degli stessi non consentì di raggiungere i risultati che ci si era prefissi.

Negli anni '90, si sono avute altre iniziative che, pur non essendo direttamente collegate a un'idea di GRID, hanno portato avanti numerose tecnologie che oggi sono alla base dell'idea del GRID.

Nel 1993, Mosaic rivoluziona l'accesso a Internet rendendo facile raggiungere le informazioni e introduce il concetto, in rete, del *plug in*: diventa possibile a un fornitore di dati procurare insieme ai dati anche una piccola applicazione che ne consente la gestione. La compatibilità di queste piccole applicazioni con una qualunque piattaforma elaborativa diventa realtà nel maggio del 1995 con il lancio di Java da parte di SUN. I precedenti sforzi con CORBA¹³ (*Common Object Resource Broker Architecture*) erano stati importanti ma non avevano portato a una reale convergenza da parte dei costruttori.

A livello applicativo forse il primo esempio di utilizzo di una rete distribuita è quello realizzato da una azienda di avvocati in Arizona che effettua il primo *spam* di tipo commerciale.

Il 1997 segna, tuttavia, il vero inizio del GRID: in quell'anno, inizia lo sviluppo di GLOBUS, un insieme di applicazioni (*toolkit*) che consentono l'accesso ad applicazioni distribuite e viene fondata, inoltre, Entropia Inc. per commercializzare un sistema di utilizzo dei cicli "morti" di PC su di una rete.

Il toolkit GLOBUS contiene 3 protocolli fondamentali per il GRID: il *connection protocol*, il *resource protocol* e il *collective protocol*.

Il **connection protocol** fornisce quell'insieme di "primitive" che consentono a un'applicazione di presentarsi a un'altra, presente in rete, stabilendo una connessione in cui viene autenticata l'identità dei partecipanti oltre a una negoziazione del modo con cui verrà effettuata la comunicazione.

Il **resource protocol** consente a un'applicazione di scoprire quali applicazioni di un certo tipo siano in rete, quali di queste siano disponibili e cosa facciano. Allo stesso tempo,

¹² Tra i fondatori del consorzio, che venne formalizzato a inizio del 1993 ma che iniziò a operare nel 1992, ci furono BT, Bellcore, CSELT (Telecom Italia), France Telecom, NTT, TELSTRA.

¹³ Nel 1991.

stabilisce un meccanismo tramite il quale ogni applicazione che si rende disponibile in rete riesce a dichiarare che cosa fa.

Il **collective protocol** permette, infine, di aggregare insieme più applicazioni distribuite in rete trattandole, dal punto di vista di chi accede, come se fossero un'unica applicazione che fornisce un servizio di alto livello (se si considerano di basso livello quelli forniti dalle singole applicazioni).

Nimrod, un progetto lanciato nel 1994 per utilizzare sistemi altamente paralleli¹⁴ (non necessariamente distribuiti), viene portato sul GRID utilizzando il toolkit GLOBUS e a settembre di quell'anno viene organizzata dall'*Argonne National Lab* (in Illinois, vicino a Chicago) un *workshop* che ha l'obiettivo di costruire un GRID computazionale.

A questo punto, per maggior chiarezza di esposizione conviene definire i diversi tipi di GRID. Ce ne sono almeno 3: il P-GRID, il D-GRID e l'A-GRID.

Questa nomenclatura non è ancora standard e viene utilizzata da chi scrive per comodità di presentazione. In effetti, il GRID è ancora un oggetto in parte inesplorato e anche i vari addetti ai lavori hanno idee diverse su ciò che sia. Una classificazione, anche se non universalmente accettata, può quindi essere utile.

3.1. Il Processing GRID

Il P-GRID, (o Processing GRID), si propone di offrire una infrastruttura che fornisca, a chi vi accede, una capacità computazionale su richiesta (teoricamente grande quanto è la somma delle capacità delle macchine collegate in un certo istante). Si può dire che questo sia il tipo di GRID più semplice da realizzare e, in effetti, utilizzi di questo tipo sono stati i primi ad apparire. Esistono due

sfumature, non di poco conto, di questo tipo di GRID. Una si può definire il supercomputer GRID, cioè una infrastruttura che mettendo a fattor comune molte capacità elaborative singole è in grado di erogare una capacità enorme, equivalente, se non superiore, a quella di un supercomputer.

Il tutto a prezzi significativamente inferiori, così come mostrato nella tabella 1 estrapolata da un'analisi [5].

IBM si è in qualche modo candidata a essere un punto di riferimento su questa concezione di P-GRID offrendo sia servizi di capacità di elaborazione *on demand* sia vere e proprie strutture assimilabili come capacità ai supercomputer¹⁵.

L'altro tipo di P-GRID, che si può definire di *processing commodity*, consiste nell'offerta di capacità elaborativa come se questa fosse acqua che sgorga aprendo il rubinetto. Non si tratta, quindi, di grandi capacità ma di piccole "portate" rese però disponibili a un numero potenzialmente enorme di richiedenti. Non si è, concettualmente, lontani dall'ormai lontanissimo *time sharing* degli anni '60, e neppure dal concetto di *Network Computer* proposto da SUN negli anni '90. Probabilmente non è una coincidenza casuale che sia ancora SUN a proporre questo tipo di GRID¹⁶.

Il Network Computer era una bella idea: si potevano abbattere i costi di possesso dei PC, e soprattutto quelli che derivano dal mantenerli aggiornati e funzionanti, utilizzando un terminale di basso costo che consentiva comunque di immagazzinare dati e fare elaborazioni sofisticate appoggiandosi alla rete, che a questo punto diventava "il computer". L'idea non ha avuto successo sostanzialmente perché nel frattempo il costo dei PC è sceso al di sotto del costo di questi

¹⁴ Si pensi a una applicazione che deve essere applicata a vari insiemi di dati, per esempio studiare come la chiglia di una nave si comporta in presenza di una varietà di tipi di onde e di carico...Coppa America insegna! <http://www.csse.monash.edu.au/~davida/nimrod/>.

¹⁵ In questo caso le richieste di capacità devono essere fatte con un anticipo di almeno un mese per predisporre l'infrastruttura. Un tempo lungo ma sempre molto più breve di quello che passa dall'ordine di un supercomputer alla sua consegna e attivazione, e il tutto a costi molto più bassi. La stima fornita da IBM sulle dimensioni di questo mercato è dell'ordine di una sessantina di aziende in USA che possono essere interessate a utilizzare la potenza elaborativa equivalente a quella di un supercomputer.

¹⁶ L'offerta è chiamata Progetto Orion dalla SUN.

	Capacità			Costo (\$)
	Locale	In rete	Totale	
Soluzione Tradizionale				
Base	500	0	500	2.818.728
Media	1.000	0	1.000	5.037.456
Grande	2.000	0	2.000	9.474.912
Soluzione GRID				
Base	100	400	500	2.753.550
Media	100	900	1.000	3.179.921
Grande	100	1.900	2.000	3.073.328

TABELLA 1
I vantaggi economici del P- GRID

mini terminali facendo perdere molto dell'interesse originariamente suscitato.

Nella figura 4, un'analisi della *Harbor Research*, mostra i ricavi attesi dalla connessione di una molteplicità di oggetti a una rete che fornisce la capacità elaborativa. Si noti il volume dei ricavi conseguenti alle funzionalità di mantenimento e aggiornamento di questi oggetti effettuato tramite servizi di rete.

Se questa stima si dimostrerà vera, SUN avrà fatto la scommessa giusta. IBM, per contro, entra ovviamente in questo tipo di mercato passando dagli oggetti "più grandi" e, quindi, dalla porta dei servizi alle aziende medio grandi.

Esistono, attualmente, diversi progetti che si basano sul P-GRID.

Lo *Smallpox Research GRID Project* [4] vedrà impegnati IBM, United Devices e Accelrys, oltre alla partecipazione di ricercatori delle università di Essex e Oxford in Inghilterra ed esperti del *Robarts Research Institute* e dello *Sloan Kettering Cancer Center*. I due milioni di PC che si prevede di utilizzare saranno, invece, forniti da volontari che scaricando un piccolo applicativo renderanno disponibile la potenza elaborativa che non usano via Internet. Questa potenza è stimata in circa 1.100 teraflop (oltre un milione di miliardi di operazioni al secondo), equivalente a 30 volte la capacità elaborativa del più veloce supercomputer oggi esistente. Questo approccio è di particolare interesse in quanto permette di effettuare ricerche a basso co-

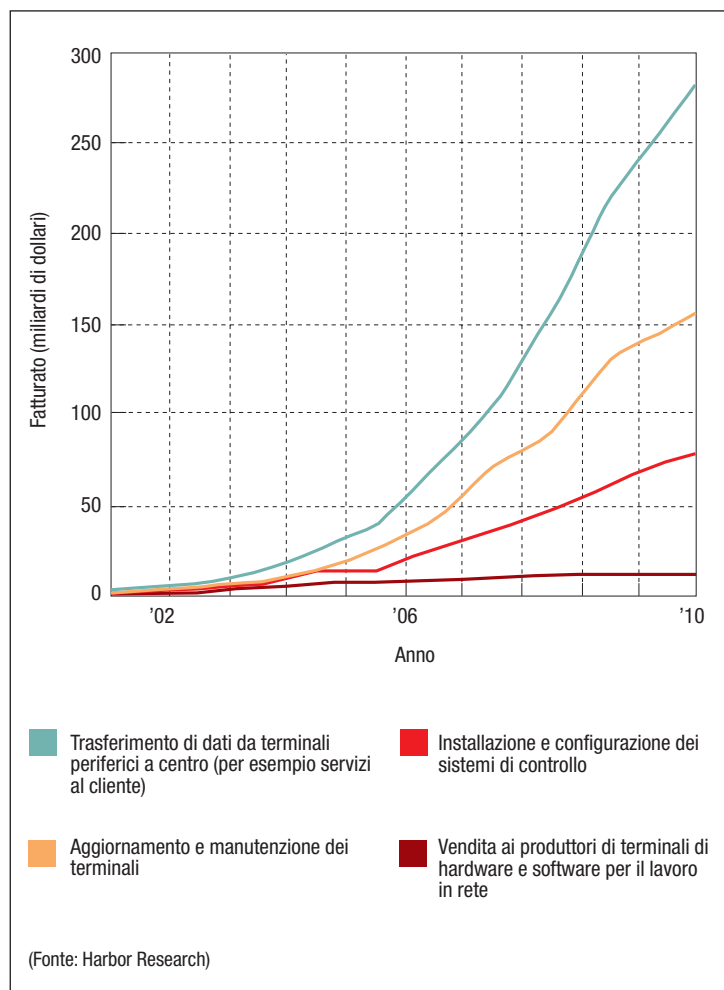


FIGURA 4

Il fatturato potenziale derivante dall'uso pervasivo dei computer. Gli analisti prevedono una crescita esplosiva del numero di terminali connessi a Internet nella seconda metà del decennio 2000-2010.

sto e, quindi, di rendere possibile trovare soluzioni a problemi che hanno un basso ritorno economico (il vaiolo è tecnicamente sradicato e la paura deriva solo da un suo risorgere a seguito di impiego di armi chimiche). Si aprono, dunque, prospettive concrete per lo studio di molte patologie che affliggono molte persone in Paesi in via di sviluppo (soprattutto in Africa) e che oggi le aziende farmaceutiche non affrontano in quanto i ritorni economici sarebbero insufficienti a ripagare le spese.

A fine novembre 2002, il progetto CISS (*Canadian Internetworked Scientific Supercomputer*) ha annunciato l'interconnessione di 1360 computer distribuiti in 21 città: questi, per un giorno, il 4 novembre scorso, hanno fornito una potenza di calcolo equivalente a quella ottenibile dal quinto supercomputer al mondo. La potenza elaborativa messa a disposizione è stata utilizzata per modellare l'interazione tra due molecole in 20.000 diverse configurazioni misurando i legami energetici che si formano. Questo calcolo, se effettuato tramite un PC di ultima generazione, avrebbe comportato un tempo di elaborazione di più di 6 anni. La modalità di aggregazione e di elaborazione parallela utilizzata dal progetto CISS, condotto dalla Università di Alberta è di tipo proprietario e costruita appositamente per affrontare certi tipi di problemi. Diversa, quindi, da quella sviluppata per il GRID che si basa sul concetto di interfacce standardizzate ma pur sempre un esempio di GRID.

Il progetto [Folding@Home](#) ha fornito nuovi indizi su come risolvere il problema del ripiegamento delle proteine. Le proteine iniziano la loro esistenza sotto forma di una lunga catena di amminoacidi all'interno di una cellula, e poi si ripiegano per raggiungere la loro forma caratteristica. Questo processo può richiedere tempi anche molto diversi, da qualche nanosecondo fino a varie decine di microsecondi, a seconda di quali e quanti passaggi sono necessari. Anche se l'intero processo è incredibilmente veloce, un computer moderno ha bisogno di anni per simulare anche un solo microsecondo. Per risolvere questo problema, un gruppo di ricercatori ha tentato un approccio diverso. Piuttosto che simulare le proteine per vari microsecondi

consecutivamente, Vijay Pande e i suoi colleghi della Stanford University hanno studiato per periodi brevi, da 5 a 10 ns, una catena di 23 amminoacidi chiamata BBA5. Le probabilità di vedere il ripiegamento in un simile tempo sono molto scarse, così i ricercatori hanno assegnato il compito a più di 30.000 calcolatori distribuiti in tutto il mondo, che hanno provato le brevi simulazioni. Mettendo insieme un tempo di calcolo equivalente a 2000 anni si è previsto che la proteina dovrebbe ripiegarsi in circa 10 μ s. Per verificare questa previsione, Martin Gruebele, dell'Università dell'Illinois ha usato dei laser per costringere la proteina a dispiegarsi e ha poi misurato il tempo richiesto per il ripiegamento usando amminoacidi fluorescenti, visibili quando la proteina è in forma lineare e vengono nascosti uno a uno durante il processo. Il tempo misurato, 7,5 μ s, è un buon accordo con la previsione numerica. Il successo del progetto è di stimolo alla creazione di reti di applicazioni, come il GRID, ed è ovviamente una prospettiva di grande interesse per gli operatori di telecomunicazioni che possono sfruttare le loro reti come infrastrutture di elaborazione.

L'efficacia dimostrata da progetti come questi che sono stati citati sta spingendo anche verso una messa in rete dei grandi sistemi di elaborazione che, quindi, possono mettere a disposizione di molti la loro potenza elaborativa. In un certo senso, questo è più vicino al concetto di capacità elaborativa come commodity.

L'IBM ha ricevuto una commessa dalla Germania per realizzare un supercomputer che non sarà dedicato a una singola organizzazione ma entrerà a far parte del GRID, sarà quindi accessibile da chiunque (o quasi). Questo supercomputer avrà una capacità elaborativa di solo 5.800 miliardi di operazioni al secondo utilizzando 37 eServer IBM (contro le 7300 del supercomputer USA basato su 44 server).

3.2. Il Data GRID

Il D-GRID (o Data GRID) si propone di rendere possibile la condivisione di enormi quantità di dati che possano essere analizzati in parallelo influenzandosi a vicenda. Questa possibilità di influenza reciproca è la chiave che distingue il Data GRID dal *web* dove, in effetti,

esistono enormi quantità di dati che sono condivisi da milioni di navigatori.

Il Data GRID nasce dal CERN [1] per permettere a circa 8000 ricercatori distribuiti in centinaia di centri di ricerca e università di accedere ai dati che saranno prodotti dal LHD (*Large Hadron Collider*).

A luglio 2003, il Data GRID che è stato costruito a partire da metà 2002 collegando 15 nazioni, sarà aperto ai ricercatori. Questo Data GRID [1] contiene al momento 5 Tbyte di dati; a regime questa rete fornirà una capacità elaborativa equivalente a 200.000 PC e una capacità di memoria in grado di memorizzare fino a 8 Pbyte (8 milioni di Giga/byte) all'anno.

Al momento, le difficoltà di ottenere un insieme omogeneo a cui attingere per disporre di queste capacità sono ancora notevoli. Circa il 20% delle attività non riesce a concludersi per problemi di incompatibilità tra i diversi sistemi. In questa fase, il GRID non sarà disponibile a chiunque ma solo a quelle organizzazioni che si impegnano a fornire garanzie sui loro sistemi e sulle procedure di accesso.

La Oracle ha annunciato l'intenzione di rendere disponibili interfacce (*GRID development kit*) che consentano l'interfacciamento dei suoi *data base* al GRID. La loro speranza è che i data base Oracle possano divenire il sistema di memorizzazione di eccellenza per il GRID. Questo è interessante vista la diffusione di questi sistemi a livello delle imprese che, in questo modo, si troverebbero potenzialmente inserite nel GRID. La visione di Oracle è quella in cui i clienti non sono più interessati a sapere dove stia il server con i dati e neppure il computer su cui vengono effettuate le elaborazioni. Electronics Arts ha sviluppato un gioco di realtà virtuale basato su queste nuove interfacce di Oracle e sulla architettura GRID consentendo l'accesso contemporaneo a 100.000 giocatori.

A inizio ottobre 2002, la Oxford University ha annunciato l'utilizzo del GRID per il progetto *eDiamond*, un progetto iniziato a dicembre del 2001, per aggregare e rendere disponibili informazioni mediche relative alla cura del tumore al seno. Il nome del progetto vuole sottolineare come questo presenti molte

sfaccettature tra cui quella di servire la ricerca avanzata e quello del supporto alla cura giorno per giorno.

Il progetto fa parte di un programma più ampio, (www.research-councils.ac.uk/escienze), che si propone di rendere accessibile: capacità elaborativa, informazioni scientifiche e strumentazioni sperimentali così come avviene per le informazioni su Internet. Per questo viene utilizzato il GRID. L'eDiamond rende possibile non solo l'accesso (a istituzioni, ricercatori, medici e pazienti) a informazioni come mammografie, analisi citologiche e quant'altro in forma che ne garantisce la riservatezza, mette anche a disposizione strumenti di analisi per indirizzare verso la migliore cura. Applicazioni software presenti sul GRID consentono di effettuare analisi comparate di migliaia di situazioni patologiche e delle relative cure derivando da queste le indicazioni sul miglior approccio terapeutico. Interessante, dal punto di vista tecnologico ed economico, il fatto che questo progetto per la prima volta si avvalga di applicazioni commercialmente disponibili la cui utilizzabilità ed efficacia è moltiplicata dalla loro interconnessione tramite GRID.

3.3. L'Application GRID

L'A-GRID (o Application GRID) si propone di rendere disponibili applicazioni presenti sul GRID a chiunque ne abbia bisogno (se questa disponibilità venga fornita gratuitamente o a pagamento è indipendente dal meccanismo che fornisce anche la possibilità di negoziare il costo per l'utilizzo). Non viene solo messa a disposizione un'applicazione residente in qualche punto del GRID che opererà in modo remoto da questo punto, ma viene anche resa possibile l'integrazione di più applicazioni per ottenere il servizio di elaborazione desiderato. Si supponga, per un momento, di essere un ricercatore che vuole verificare l'efficacia di una certa medicina che sta progettando simulando il suo comportamento nel corpo umano. Questo ricercatore esprimerà quello che vuole ottenere tramite una applicazione di interfaccia sul GRID. Il GRID (il *resource protocol*) andrà a cercare se esistono delle applicazioni che possono fornire il servizio richiesto o almeno una parte di questo. È

quasi certo che non esisterà un tale servizio (è una nuova medicina) ma è altrettanto certo che esisteranno diverse applicazioni che possono essere utilizzate per affrontare parte del problema. Per esempio, un'applicazione che può simulare come quel particolare tipo di medicina può essere veicolato (dalla pillola alle molecole di medicinale che raggiungono le cellule), un'altra che permette di studiare il meccanismo di penetrazione attraverso la membrana cellulare di cellule *target* e di altre cellule (che non devono essere attaccate), un'altra che studia la denaturazione delle sostanze medicinali e la loro espulsione, e così via. La creazione di un'applicazione distribuita a partire da un certo insieme di componenti (ciascuno trovato tramite il resource protocol) è la chiave dell'A-GRID. Questo è realizzato tramite una interazione tra la modalità di descrizione di ciò che si vuole e il collective protocol che mette insieme quanto è stato trovato sul GRID. Questa interazione è molto complicata e, attualmente, rappresenta il maggiore scoglio a una effettiva utilizzazione dell'A-GRID. Manca, in altre parole, quello che HTML (*Hyper Text Markup Language*) e *browser* fanno per la condivisione efficace delle informazioni sul *www* (*World Wide Web*). In effetti, l'esempio del ricercatore nel settore farmaceutico non è un esempio ipotetico ma reale e descrive quanto si è iniziato a fare. Il problema è che questo è possibile in quel settore perché, da un lato, si ha un ricercatore che è preparato a descrivere il suo problema con dei linguaggi che non sono alla portata di tutti e dall'altro è stato delimitato in modo preciso il settore con un accordo tra chi opera nella descrizione delle applicazioni.

Un primo esempio di A-GRID, noto a tutti, è quello collegato ai giochi *on-line*. In questo caso, la distinzione tra P-GRID, D-GRID e A-GRID non è semplice ma tendenzialmente si può dire che questo tipo di utilizzo va nella direzione dell'A-GRID.

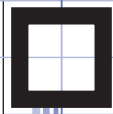
Sony insieme a IBM e Butterfly svilupperà un GRID per la PlayStation 2. Questa evoluzione è in linea con i tempi che queste aziende avevano dichiarato qualche mese fa a inizio progetto. Portare il GRID nel campo dei giochi significa renderne l'utilizzo più semplice ed

economico e questo contribuirà alla sua affermazione. Inizialmente, l'obiettivo è quello di aggregare capacità elaborativa in cui far vivere le comunità dei giochi "massicciamente" distribuiti. I passi successivi, tuttavia, sono nella direzione di permettere a ciascun giocatore di fruire di applicazioni disponibili nella comunità del gioco per ...giocare meglio!

Un altro esempio, forse sorprendente, è quello di fornire una applicazione per aumentare la velocità di trasporto delle informazioni.

A fine novembre 2002, è stato raggiunto un nuovo record di velocità di trasmissione in un collegamento tra il Giappone e gli Stati Uniti. La velocità di trasmissione sulla fibra si sta avvicinando ai 10 Tbit/s (ovvero, 10 mila miliardi di bit al secondo). Il record annunciato riguarda una velocità di 707 Mbit/s: sembra un passo indietro! In realtà, questo annuncio è "una notizia" in quanto occorre distinguere tra la velocità bruta di trasporto ottenibile su di una fibra, che come si è detto ha raggiunto i Terabyte al secondo, e quella utile realizzata tra due applicazioni che per scambiarsi dati devono utilizzare una varietà di *link* in sequenza. È opportuno, a questo punto, "fare due conti". La trasmissione di un pacchetto di dati su una distanza di 10.000 km, e il riscontro che il pacchetto è stato ricevuto, richiede all'incirca due decimi di secondo. Il tipico pacchetto ha una dimensione di 64 kbit per cui in un secondo si riescono a inviare solo 320 kbit su un singolo *stream* Internet. Multiplandone diversi si raggiungono velocità dell'ordine dei 2.5 Mbit/s. Velocità più alte richiedono la parallelizzazione di stream da parte di molti elaboratori a entrambe le estremità. È quanto hanno realizzato in questo caso i ricercatori utilizzando le capacità del GRID di eseguire elaborazioni distribuite. I 7 *cluster* di PC all'Istituto di Tecnologie di Tokyo e negli USA hanno copiato nelle diverse sedi varie centinaia di Gigabyte di dati e, quindi, hanno lavorato insieme su un complessivo di 18 Tbyte.

L'interessante, dal punto di vista dell'A-GRID, è che questo potrebbe essere utilizzato per aumentare la capacità di trasmissione tra due applicazioni su di una rete con la curiosa proprietà che in un certo senso gli instradamenti sono gestiti all'esterno della rete.



4. UBIQUITOUS COMPUTING: LE SFIDE PER IL SUCCESSO

Questa carrellata sull'Ubiquitous Computing è stata in realtà effettuata a cavallo tra passato, presente e futuro dando per scontato che molte delle sfide che ancora attendono questo settore saranno superate.

Vale la pena, pertanto, concludere proprio facendo una riflessione sui problemi che devono essere ancora risolti per far progredire l'Ubiquitous Computing e anche quelli che potranno essere generati da questo.

La crescita tumultuosa delle applicazioni, della capacità elaborativa e la diminuzione del costo oltre ai processi produttivi che consentono di impacchettare dei PC in qualunque oggetto con costi marginali portano in modo naturale ad ambienti in cui l'intelligenza è locale. L'evoluzione delle telecomunicazioni e dell'accesso porta alla interconnessione di questi ambienti e potenzialmente ne rende possibile il controllo da remoto. Tuttavia, queste due forze, una centrifuga (elaborazione locale) e una centripeta (telecomunicazioni), non si bilanciano, e quella centrifuga tenderà a prevalere. Tutto sommato que-

sta dovrebbe essere una buona notizia (o un'ottimistica previsione) per chi teme l'avvento del Grande Fratello.

La localizzazione della capacità elaborativa porta con sé il problema della gestione. Nuove architetture e strutture sono necessarie. L'evoluzione verso gli *autonomic system*¹⁷ è un passo in questa direzione.

Proiettandosi ancora più nel futuro l'esistenza di strutture elaborative altamente distribuite e comunicanti potrebbe cambiare radicalmente quella che oggi si considera come rete di telecomunicazione. Infatti, se ciascun telefonino diventa al tempo stesso un terminale, un gateway e un punto di commutazione la rete scompare, sostituita dalla maglia di decine di migliaia di telefonini che comunicano direttamente tra loro (o sfruttando altri telefonini come punti di transito). Questo tipo di reti (*ad hoc network*) troverà una prima applicazione a livello delle reti di sensori che costituiscono reti locali e potrà espandersi a livello di reti metropolitane (questa volta con i telefonini) dopo il 2010¹⁸.

Un'applicazione più futuribile, ma forse an-

¹⁷ La Fujitsu Siemens Computer ha presentato al CeBIT la propria strategia di sviluppo e implementazione degli Autonomic Systems, denominati SysFrame, capaci di monitorarsi e ottimizzarsi in modo pressoché indipendente. L'idea alla base del sistema SysFrame parte dallo studio di come un organismo vivente automaticamente reagisce di fronte ai cambiamenti che lo riguardano e che riguardano l'ambiente circostante. Questo concetto applicato all'IT, significa sviluppare funzioni di self-management per piattaforme IT. Queste funzioni comprendono quelle di auto configurazione, auto ottimizzazione, auto recovery e auto protezione.

SysFrame copre l'intera offerta orientata ai sistemi critici per il business, Primergy (sistemi Intel), Primepower (sistemi Solaris), BS2000/OSD mainframe e integra i sistemi desktop e laptop.

IBM, il 4 aprile, ha parimenti annunciato l'introduzione di un *blueprint* per aiutare i suoi clienti a sviluppare autonomic systems. L'impegno IBM in questo settore è nato nel 2001 con la costituzione di un apposito gruppo di ricerca e si inquadra nella sua iniziativa eBusiness on Demand.

<http://www-3.ibm.com/autonomic/index.shtml>

Al di là dell'annuncio di Fujitsu e IBM questo tipo di sistemi crescerà nel futuro, andando anche oltre l'area dell'IT ed entrando sicuramente in quella delle telecomunicazioni. Inoltre, gli Autonomic Systems rappresentano una evoluzione nella direzione della capacità elaborativa vista come "commodity" (al pari dell'elettricità, dell'acqua) in sinergia con il GRID.

Ci si attende una diminuzione dei costi di esercizio e manutenzione dei sistemi informatici oltre alla capacità di gestire livelli di complessità maggiori quali quelli che deriveranno dalla moltiplicazione dei processori, interconnessi tra loro, applicati a una miriade di oggetti.

Quello annunciato rappresenta un primo passo verso sistemi realmente autonomi. Il controllo locale e distribuito avviene tramite tecnologie di tipo predittivo che forniscono le correlazioni tra le diverse componenti del sistema. A queste si aggiungeranno tecnologie cosiddette adattative in grado di variare le strategie delle azioni di risposta al variare del contesto in modo completamente autonomo.

<http://www.fujitsu-siemens.com/atbusiness/1020071.html>

<http://www.mcpressonline.com/mc/.6ae62969!more=1#more>

¹⁸ Il fattore limitante è oggi costituito dal consumo delle batterie, troppo grande per rendere pratico un tipo di rete di questo tipo.

