



Roberto Saracco

La memoria del futuro



APOGEO

La memoria del futuro

Autore:

Roberto Saracco, Future Centre, TILAB

Copyright © 2002 – Apogeo Srl, Roberto Saracco

Via Natale Battaglia 12 – 20127 Milano (Italy)

Telefono: 02-289981

Telefax: 02-26116334

Email apogeo@apogeonline.com

U.R.L. <http://www.apogeonline.com>

Responsabile editoria digitale: Alberto Mari

Copertina: Enrico Marcandalli

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge e a norma delle convenzioni internazionali. È consentita la riproduzione integrale del testo senza alcuna modifica purché a fini non di lucro, inserendo chiara citazione degli Autori e dell'Editore. Nomi e marchi citati nel testo sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

Roberto Saracco



Diplomato in informatica, laurea in matematica, ha partecipato alla evoluzione delle telecomunicazioni iniziando la sua carriera professionale scrivendo programmi per prima centrale elettronica in Italia (1971).

Ricercatore per oltre 30 anni presso lo CSELT, oggi TILAB www.tilab.com, è direttore del Future Centre <http://fc.telecomitalia.com>, fa parte del Councils of Advisors <http://www.thecouncils.com/>, è Vice Presidente della ComSoc, www.comsoc.org, con responsabilità per i servizi, e insegna in vari master di economia e telecomunicazioni in università italiane. Tra le sue attività del passato: ha partecipato alla realizzazione della prima rete dati italiana, alla realizzazione del centro nazionale di controllo della rete, ai gruppi di definizione dei piani di ricerca nell'ITC a livello europeo. Nel periodo 1999-2000 ha sviluppato un progetto per la World Bank per sviluppare idee

imprenditoriali nella America Latina che ha portato ad un centinaio di iniziative nel settore Internet. Autore di alcuni libri (il più recente The disappearance of telecommunications, <http://www.wiley.com/cda/product/0,,0780353870%7Cdesc%7C2815,00.html>) e numerosi articoli (i più recenti <http://fc.telecomitalia.com/articoli.htm>) è interessato alle innovazioni ed al loro impatto nella vita di tutti i giorni, alla storia del pensiero scientifico e tecnologico, alla medicina e ...ai trenini.
roberto.saracco@tilab.com

Indice

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------|-----------|
| 1 | L'evoluzione della capacità di memoria | 9 |
| 1.1 | Memoria vs informazioni | 9 |
| 1.2 | Memoria vs processing | 10 |
| 1.3 | Memorie magnetiche | 13 |
| 1.4 | Memorie magnetiche a nastro | 18 |
| 1.5 | Memorie a semiconduttori | 18 |
| 1.6 | Memoria plastiche | 22 |
| 1.7 | Memorie ottiche | 25 |
| 1.8 | Verso i limiti fisici | 27 |
| 1.9 | Memoria distribuita | 30 |
| 2 | Quanta memoria serve? | 32 |
| 2.1 | Memoria al seguito. | 32 |
| 2.2 | Memoria intermedia. | 35 |
| 2.3 | Memoria. . . compressa | 35 |
| 2.4 | Memoria da interpretare. | 37 |
| 3 | Memoria e architetture di rete e di servizio | 39 |
| 3.1 | Mirroring | 40 |
| 3.2 | Caching | 44 |
| 3.3 | Da streaming a burst | 44 |
| 3.4 | Da streaming a transazionale | 45 |
| 3.5 | Giocare in rete | 46 |
| 4 | Nuovi settori di applicazione | 47 |
| 4.1 | Memoria nel telefonino | 47 |
| 4.2 | Dai codici a barre alle tag | 49 |
| 4.3 | Rabdomanti del XXI secolo | 49 |
| 4.4 | Il manuale in rete | 50 |
| 4.5 | Walkman . . . da manuale | 51 |
| 4.6 | La macchina fotografica | 51 |
| 4.7 | La nuova stilografica | 52 |

| | | |
|----------|--------------------------------------------|-----------|
| 4.8 | Check up continuo | 53 |
| 5 | Nuovi servizi | 55 |
| 5.1 | Memorizzazione digitale dei film | 55 |
| 5.2 | Memorizzazione del mondo reale | 57 |
| 5.3 | Il telegiornale dell'anno scorso | 58 |
| 5.4 | Ritorno al passato | 59 |
| 5.5 | Memoria con le ruote | 60 |
| 5.6 | Informazioni appiccicose | 60 |
| 6 | Alcune riflessioni conclusive | 61 |
| 6.1 | Wetware | 62 |
| 6.2 | Ricordare e dimenticare | 64 |
| 6.3 | Sicurezza dei dati | 65 |
| 6.4 | Durabilità del supporto | 66 |

Non so se ci abbiate fatto caso, ma è da un bel po' di tempo che i programmatori non si preoccupano più di quanta memoria occupi il loro programma; eppure, ricordo che l'ingegno del programmatore ancora 15 anni fa si misurava nella sua capacità di "risparmiare" memoria.

Allo stesso modo, ma è più recente, non ci si preoccupa più di arrivare alla saturazione dell'agenda portatile con indirizzi e numeri di telefono, in genere non sappiamo neppure quanti ce ne possano stare, nel nostro taschino. Eppure ancora 5 anni fa le agende elettroniche erano vendute sottolineando come potessero contenere fino a 200, poi 500, poi 1000 indirizzi. . .

Tra qualche anno, probabilmente verso il 2006, non ci preoccuperemo più di quanta memoria abbia il nostro PC, il laptop, il player Mp3 e la nostra casella postale. Verso il 2010 non ci preoccuperemo più, punto e basta, qualsiasi sia l'informazione da memorizzare, ivi compresi ovviamente i film, gli spettacoli televisivi e tante altre cose che oggi sono difficili da immaginare. Questo accade perché la capacità di memorizzare informazioni continua a progredire a ritmi persino superiori alla legge di Moore, come rappresentato in figura 1, e sta rapidamente raggiungendo le soglie, in vari settori, in cui ogni ulteriore aumento non è più percepito come di valore da parte degli utilizzatori: l'offerta supera, e di molto, la domanda.

L'aumento della capacità, sia questo relativo alla memoria o alla elaborazione. . . o a qualunque servizio di tipo infrastrutturale, cioè utilizzato e utilizzabile da altri per erogare ulteriori servizi, quando supera certe soglie porta a tre conseguenze:

1. quando la capacità offerta supera la domanda

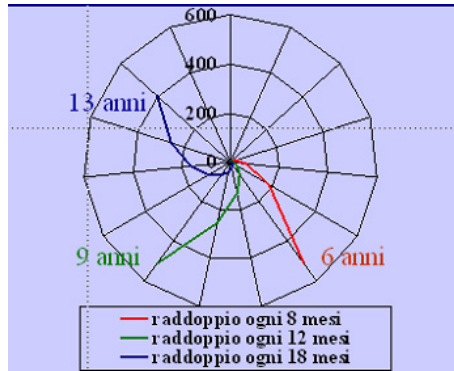


Figura 1: Il grafico rappresenta la crescita della capacità di memoria, linea rossa, della capacità trasmissiva, linea verde, e di quella elaborativa, linea blu. Si noti come per raggiungere la evoluzione conseguita dalla capacità di memoria in 6 anni ne occorrano 13 per la capacità elaborativa

iniziano a manifestarsi pressioni economiche che portano ad una rapida discesa dei prezzi, discesa che va oltre il normale decremento dei prezzi conseguente al miglioramento del processo produttivo e alle economie di scala.

2. si aprono nuovi settori di utilizzo a causa della diminuzione dei costi
3. si apre la possibilità a nuovi servizi che prima erano impossibili per i limiti di capacità.

È importante distinguere tra questi due ultimi aspetti per le implicazioni economiche che questi hanno. Il punto 3 infatti permette di realizzare margini significativi, almeno in fase iniziale, in quanto propone

servizi e soluzioni prima impossibili. Per il punto 2 non è così, infatti il fattore limitante era costituito dal prezzo e quindi i nuovi settori di utilizzo hanno di fatto un price cap imposto per poter essere perseguibili.

In questo e-book cercherò di affrontare tutti e tre gli aspetti, pur con una maggiore enfasi sul terzo.

1 L'evoluzione della capacità di memoria

All'inizio, ma proprio all'inizio, la memoria disponibile per ciascuna persona era stimabile in circa 50GB, cioè quella che si ritiene sia tipica di un cervello umano. Questa capacità di memoria, misurata in "byte", negli ultimi 100.000 anni, non è aumentata significativamente, per quanto ne sappiamo¹.

1.1 Memoria vs informazioni

Diverso sarebbe il discorso se provassimo a misurare la capacità di memoria in termini di "informazioni". Infatti il rapporto tra byte ed informazioni non è affatto costante. Esso dipende dal sistema di codifica dell'informazione, dalla qualità desiderata, dalla sua

¹La stima della capacità di memoria è effettuata a partire dalla numerosità dei neuroni e delle loro connessioni, associata ad un'ipotesi sui meccanismi di memorizzazione utilizzati dal cervello umano. Siccome non è variata la dimensione dei singoli neuroni, e neppure l'architettura e il funzionamento del cervello, per quello che sappiamo dei processi biologici, l'unico elemento di variazione che dobbiamo considerare è la dimensione della scatola cranica e questa, negli ultimi 100.000 anni non è cambiata. Rif: Rita Carter, *Mapping the mind*, University of California Press. ISBN 0-520-22461-2

forma e dal modo in cui viene utilizzata l'informazione stessa.

Tutti gli utilizzatori di un PC sono familiari con l'aspetto della codifica e del suo impatto sulla "densità di informazioni" nei byte. Appositi programmi (come Zip) consentono di aumentare la densità informativa, usare meno byte pur memorizzando la stessa quantità di informazione.

Chi si occupa di computer graphics, ma anche chi usa una macchina fotografica digitale, sa bene che accettando un degrado, spesso non percettibile, dell'informazione (la fotografia) è possibile risparmiare molti byte, memorizzare quindi (all'incirca) la stessa informazione usando molti meno byte.

Inoltre possiamo codificare un'informazione come un'immagine (un cane che abbaia), come un suono (l'abbaiare del cane) o più semplicemente come un testo "un cane sta abbaiando". A queste tre forme di memorizzazione di una stessa informazione corrispondono occupazioni di memoria enormemente diverse (500KB per l'immagine, 12 KB per dieci secondi di "abbaiata", 21 B per la frase).

1.2 Memoria vs processing

L'ultimo elemento che condiziona il rapporto tra informazione e memoria è la modalità con cui l'informazione è utilizzata. Posso ad esempio memorizzare una parola "rosa" e avere un programma (o strumento. . .) che quando riceve la parola "rosa" ricrea una sua immagine e magari anche la sensazione del profumo di una rosa e associato a questo l'immagine

di un giardino fiorito in cui è presente una bella ragazza. . .

È chiaro che i 4B che erano utilizzati per memorizzare la parola "rosa" contengono, quando associati a quel particolare programma, una enorme quantità di informazioni. Questo, per inciso, è quanto avviene nel nostro cervello in cui processamento e memoria sono strettamente collegati fornendo quella enorme capacità di memorizzazione di informazioni che ci consente di tenere traccia dei ricordi di una vita² (magari non proprio tutti ma tuttavia pur sempre una quantità considerevole).

Il cervello ha costituito la sola memoria a disposizione dell'uomo per centinaia di migliaia di anni ma la situazione è cambiata, circa 10.000 anni fa con l'invenzione della scrittura, prima sotto forma di disegni su roccia trasformatisi poi in disegni che esprimevano dei codici (geroglifici) e quindi in scrittura così come la conosciamo oggi. La scrittura aveva bisogno di un supporto di memoria, argilla, una pergamena, un papiro o, più recentemente, di un foglio di carta.

Gli Assiri utilizzavano tavolette di argilla su cui incidevano dei segni utilizzando canne tagliate di sbieco per renderle più sottili. Di qui la forma a cuneo dei segni e il nome che attribuiamo alla loro scrittura.

Una tavoletta poteva contenere all'incirca 100 segni (su entrambe le facce, così come oggi usiamo un disco di un

²Si stima che ogni giorno siamo sottoposti ad un insieme di stimoli (voci, rumori, immagini raccolte dai ns occhi, sensazioni di caldo-freddo, movimento. . .) che codificati secondo gli approcci usati oggi sarebbero equivalenti a circa 30GB. Questo significherebbe che in una vita media occorrerebbe una capacità di memoria di circa 800TB, 16.000 volte la capacità che abbiamo stimato abbia il nostro cervello.

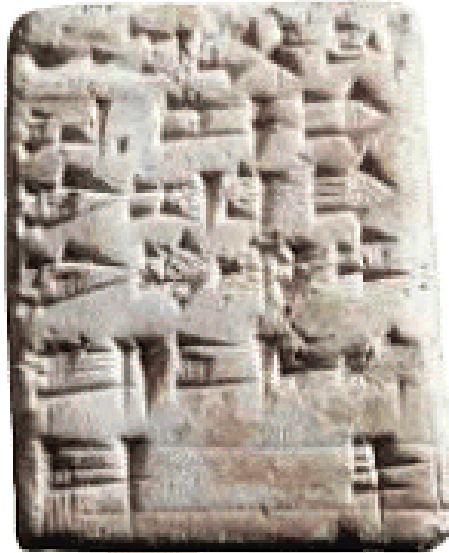


Figura 2: Tavoletta di argilla con scrittura cuneiforme (Assiri).

PC su entrambe le superfici) e quindi possiamo dire che questo corrispondeva a circa 100B. Certo non molti ma dobbiamo anche ammettere che molti di questi 100 B sono ancora leggibili oggi, a quasi 4000 anni di distanza. Provate a leggere i dati contenuti su di un floppy disk degli anni 80 e apprezzerete l'enorme durata che offre l'argilla rispetto ai granuli magnetici.

Gli Incas, 3000 anni dopo gli Assiri, utilizzavano un altro supporto per memorizzare le informazioni, il quipo.

Questo, come mostrato nella Figura 3, era composto da un insieme di cordicelle legate ad una corda principale, ciascuna di un certo colore e annodata in modo tale da esprimere un codice.



Figura 3: Quipo, sistema di scrittura usato dagli Incas e costituito da corde annodate secondo schemi diversi.

Con il quipo si potevano memorizzare informazioni per un equivalente di circa 10 KB.

Un foglio di carta scritto a mano con la penna (o il calamo) possiamo ritenere equivalga a circa 1KB.

Con l'avvento dei computer le tecnologie di memorizzazione fanno un balzo in avanti, anche se i primi passi non sono poi stupefacenti. Una scheda perforata era in grado di memorizzare 120 B, di cui in genere se ne utilizzavano solo 80 in quanto la parte alta della scheda era utilizzata per descrivere il suo contenuto.

I famosi nastri perforati che qualcuno forse ancora ricorda avevano una capacità intorno ai 60KB, i primi supporti magnetici, come i tamburi contenevano 100 KB.

1.3 Memorie magnetiche

La memoria del computer utilizzava degli anellini di ferrite, pazientemente "filati" da ricamatrici asiatiche che avevano una notevole capacità manuale derivante

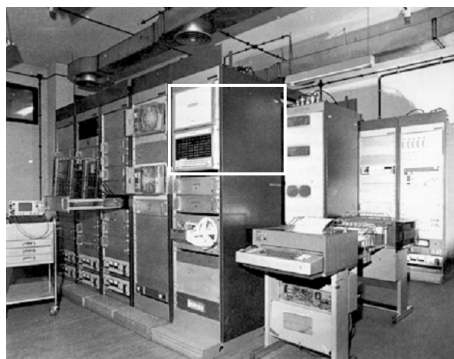


Figura 4: Centrale di Mestre realizzata nel 1971 da CSELT. Nel riquadro la parte del processore centrale che conteneva le schede di memoria. Poco sotto il lettore di nastro perforato.

dall'uso del tombolo. Una scheda di memoria in ferrite era grande circa il doppio di un laptop di oggi e conteneva 8KB. La prima centrale elettronica italiana utilizzava un calcolatore che aveva 64KB di memoria, evidenziati nella figura 4.

Il primo "salto" in termini di capacità avviene con lo sviluppo delle memorie a semiconduttori (chip) per quanto riguarda i processori e con il perfezionamento delle memorie magnetiche nel settore delle memorie di massa. Sono queste ultime che negli anni dal 1985 al 2000 fanno i maggiori progressi creando al contempo una vorticoso natalità e mortalità di aziende che producono gli hard disk (e drive). Il fatto è che l'evoluzione in questo settore deriva dalla contemporanea evoluzione di un mix di tecnologie che coinvolgono la scienza dei materiali (per il substrato magnetico), quella dei micromotori (ingegneria

meccanica), quella dei rilevatori e amplificatori (ingegneria elettronica).

L'evoluzione del substrato consente di restringere sempre di più la zona in cui viene memorizzato il singolo bit e quindi consente di aumentare il numero di bit memorizzabili per unità di superficie. In figura 5 è rappresentato uno di questi progressi tecnologici: i singoli granuli magnetici assumono una forma più regolare ed anche una maggiore stabilità (che a sua volta consente di diminuire le dimensioni). La figura 6, invece, mostra cosa abbia significato l'aumento della densità di bit, in termini di maggiore capacità di memorizzazione dello strato magnetico e della migliore capacità di risoluzione da parte delle testine. In un dischetto grande come il cappuccio di una stilografica si è arrivati a memorizzare un GB di informazioni.

Al diminuire delle dimensioni del "bit" diventa però sempre più critica la fase di lettura, il posizionamento corretto della testina e il distinguere tra un bit e l'altro, di qui l'importanza della evoluzione anche nel settore dei motori e dell'elettronica.

In questo periodo i dischi sono passati da una capacità di 10 MB a 20 GB, una crescita di 2000 volte in 15 anni, cioè un raddoppio di capacità ogni 2 anni se linearizzassimo la crescita. In realtà questa è stata abbastanza contenuta fino agli anni 92-93 per poi esplodere ad un ritmo che negli ultimi anni si è avvicinato ad un raddoppio ogni 8 mesi.

Nel settore degli hard disk al 2002 si è arrivati, per i PC, a hard disk con capacità di 60 GB per piatto (quindi 120GB per periferica). Per portatili, come lap top, sono in commercio minidischi da 20GB che stanno all'interno di una scheda PCMCIA. Ad agosto 2002 gli hard disk più



Figura 5: Evoluzione della capacità di memorizzazione nel substrato magnetico.

grandi in commercio avevano raggiunto i 181GB. Per il 2006 sono state annunciate evoluzioni tecnologiche che dovrebbero portare a piatti da 360GB³.

Inoltre è stata da poco annunciata una tecnologia⁴ che

³L'annuncio è stato dato da Fujitsu che ha sviluppato una nuova tecnologia di lettura che consente di raggiungere una densità di 300 Gbit al pollice quadrato, 6 volte maggiore di quella attuale. www.fujitsu.com

⁴<http://www.newsfactor.com/perl/story/18938.html> . A poche settimane di distanza la Toshiba e la NEC hanno annunciato un pro-



Figura 6: Un dischetto in grado di memorizzare un GB di informazioni

consente di stendere uno strato di pochi atomi metallici sulla sostanza ossido-magnetica utilizzata per memorizzare i bit. Questo permette lo sviluppo di MRAM, Magneto-resistive Random Access Memory, con caratteristica di un bassissimo consumo di energia oltre ad una maggiore velocità. La cosa interessante è che questo tipo di memorie potrebbe trovare applicazione nei PC per consentire una partenza immediata in quanto non sarebbe più necessario caricare il software dopo aver riacceso il computer. Le informazioni resterebbero sempre disponibili (la memoria non si spegnerebbe mai).

getto di ricerca comune, un investimento di oltre 80 MEuro, per realizzare un prodotto commerciale entro il 2004. www.nytimes.com/2002/09/18/technology/18CHIP.html?todayshadlines

1.4 Memorie magnetiche a nastro

I nastri magnetici hanno costituito per molti anni il punto di riferimento per la memorizzazione di grandi quantità di dati. Molti ricordano le lunghe file di armadi in cui erano contenuti i lettori di nastro, come quelli evidenziati in una figura degli anni 70 (Figura 7) in cui si notano anche, sulla sinistra, le batterie di lettori di dischi multiplatto. A fronte di una grande capacità di memoria (alcune decine di MB⁵) il nastro presentava però lo svantaggio di lunghi tempi di ricerca dell'informazione. Questo ha portato al suo progressivo abbandono. Tuttavia, in questi ultimi anni, il nastro, o meglio un suo nipote, sta tornando di moda. Sono recenti gli annunci di varie aziende⁶ che offrono prodotti con capacità superiori ai 2 TB. Il nastro consente di memorizzare informazioni a prezzi bassissimi. Memorizzare un GB su nastro costa 1 centesimo di euro, 8-10 euro se si usano dei dischi magnetici e oltre 100 euro se usiamo memorie a semiconduttori.

1.5 Memorie a semiconduttori

Le memorie a semiconduttori sono state inventate da Intel ed hanno sostituito quelle a nuclei di ferrite. In questi ultimi anni hanno iniziato a costituire "la

⁵L'invenzione del nastro magnetico risale al maggio 1952. Il modello 726 della IBM era in grado di memorizzare 1.4 MB di dati su di una bobina da 12 pollici di diametro. A maggio 2002, esattamente cinquanta anni dopo, IBM ha annunciato di avere registrato 1TB su di un nastro contenuto in una cassetta che sta nel taschino della camicia. www.newsfactor.com/perl/story/17786.html

⁶Ad esempio Exabyte, <http://www.exabyte.com/>, ha in commercio un prodotto da 2.1 TB

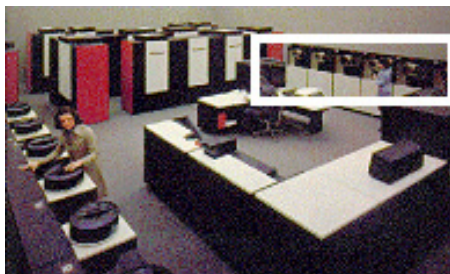


Figura 7: Armadi contenenti lettori a nastro negli anni '70.

memoria” per una varietà di apparecchiature domestiche, dalle macchine fotografiche ai walkman Mp3. Il loro vantaggio è la robustezza e le dimensioni contenute oltre al basso assorbimento di energia, il che le rende ideali per piccoli apparecchi portatili.



Figura 8: Memoria compact flash da 1 GB.

A metà 2002 sono apparse sul mercato le prime

compact flash con 1 GB di capacità e nei prossimi anni questa capacità continuerà a crescere arrivando verso il 2006 a superare i 5GB⁷. La crescita tecnologica non sfrutta solo la diminuzione delle dimensioni dei transistori ma anche la possibilità di memorizzare più bit su di un solo transistore analizzando il livello di corrente⁸.

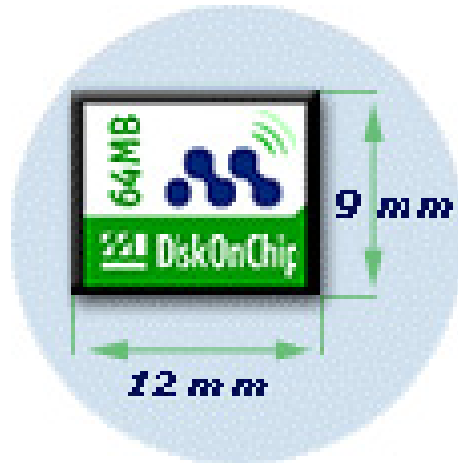


Figura 9: Memoria a semiconduttore “disk on chip” della M-System.

La M-System⁹ mette in commercio a partire da ottobre 2002 delle memorie a semiconduttore dette disk on chip con una capacità di 64MB e una dimensione intorno al

⁷Le nuove xD della Fuji, da poco in commercio, hanno una potenzialità di 8GB.

⁸Annunciato ad aprile 2002 un sistema dalla AMD per raddoppiare la capacità di memoria di una flash memory memorizzando due bit per ogni transistor. www.newsfactor.com/perl/story/17732.html

⁹http://www.m-sys.com/mobile/handsets_doc.asp

cm². La dimensione minima e il basso assorbimento di energia le rendono ideali per un uso nei telefonini. La tecnologia utilizzata è scalabile, con i metodi esistenti fino a 576 MB. Un telefonino di terza generazione, multistandard (3G e WiFi) potrebbe fare il pieno di informazioni memorizzandole su questo tipo di chip ogni volta che si trova in una zona servita da WiFi (con una connessione quindi di oltre 10Mbps) utilizzandole poi quando servono, eventualmente complementandole con altre accedute in tempo reale via cellulare dalla rete. Le memorie a semiconduttori saranno molto importanti nei prossimi anni a livello consumer, andando a sostituire le memorie magnetiche (ad esempio i nastri delle musicassette) e creando nuovi modi di utilizzare gli oggetti. Ad esempio le compact flash (comprendendo anche le loro derivate, Smart Media, Secure Digital. . .) sono ormai il sistema di elezione per le macchine fotografiche digitali e in prospettiva lo saranno anche per le cineprese digitali. In realtà si inizieranno a vedere in commercio una varietà di oggetti dotati di un lettore di compact flash. Già abbiamo stampanti e cornici con incorporato un lettore, le prime per permettere una stampa diretta delle foto, le seconde per visualizzarle. Troveremo presto dei lettori anche nelle radio, permettendo quindi di trasferire e leggere file Mp3. La memoria diventa un elemento di scambio di informazioni così come lo è stato il nastro della musicassetta o il CD. Il vantaggio è che la memoria a semiconduttore si presta a svolgere anche delle funzioni di elaborazione. Stanno per essere messe in commercio memorie compact flash che includono funzionalità WiFi, cioè in grado di trasmettere informazioni (o riceverle) via radio. Inoltre queste memorie possono contenere

allo stesso tempo varie tipologie di informazioni. La compact flash della macchina fotografica conterrà normalmente fotografie ma in alcuni casi anche dei clip video, o dei suoni. Potrà quindi essere utilizzata per fornire informazioni turistiche sfruttando la macchina fotografica¹⁰ come un lettore, così come la radio in auto potrà essere utilizzata per ascoltare notizie registrate durante la notte sul PC di casa e scaricate sulla compact flash.

1.6 Memoria plastiche

Un'altra tecnologia di memorizzazione che si sta sviluppando, anche se per ora è ancora nei laboratori di ricerca, fa uso di supporti plastici. IBM ha annunciato nella primavera 2002 Millipede¹¹. Il nome deriva dal particolare sistema di lettura-scrittura utilizzato: migliaia di microscopici aghi sono portati, singolarmente, ad una temperatura di circa 400 gradi fondendo la plastica (un polimero) sottostante e creando quindi un piccolo indentamento. La temperatura non deve spaventare in quanto questa è limitata ad una zona di pochi micron e l'indentamento ha una dimensione di 10 nanometri. Nello spessore di un capello ce ne starebbero più di 5.000, una densità di 155 miliardi di bit per ogni centimetro quadrato. Una memoria delle dimensioni di un francobollo consentirebbe di

¹⁰Già disponibili vari modelli di fotocamera digitali dotate di lettore Mp3 e annunciate alcune con capacità di collegamento a WLAN con WiFi, modelli quindi adatti ad accompagnare il turista fornendogli informazioni aggiornate sulle località visitate.

¹¹http://news.com.com/2100-1001-934815.html?tag=fd_top

memorizzare oltre 100GB di informazioni, l'equivalente di 25 milioni di libri o di 150 ore di televisione. Memorie di questo tipo dovrebbero fare la loro apparizione dopo il 2006 nei cellulari fornendo una memoria nell'ordine dei 10GB.

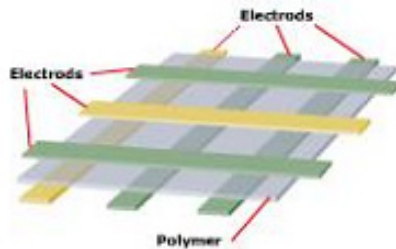


Figura 10: Schema di una memoria plastica

Sempre nel settore delle memorie basate su polimeri una ulteriore tecnologia¹² permette densità di memorizzazione ancora maggiori, anche se a differenza di Millipede non consente la riscrittura della memoria. Il costo di produzione dovrebbe essere bassissimo, in pratica da una rotativa si stampano enormi fogli di memoria che vengono poi ritagliati e venduti, così come oggi si fa con i giornali. In una dimensione equivalente ad una carta di credito, anche come spessore, si potrebbero memorizzare 230 anni di musica in Mp3, o 250 milioni di foto ad alta definizione, insomma l'equivalente di quanta informazione starebbe in 400.000 CD. Secondo una ditta inglese¹³ la capacità di

¹²Thin Film: www.thinfilm.se/index2.htm

¹³www.cmruk.com/cmrKHD.html

memorizzazione potrebbe arrivare a 10.8 TB sulla superficie di una carta di credito, quanto basta per contenere 10.000 film e ad un costo di produzione e supporto intorno ai 50 euro, il tutto entro il 2005. Questo cambierebbe molte regole del gioco. Quando andiamo al cinema insieme al biglietto potrebbe esserci "regalata" la carta film dell'anno (o del lustro) che inserita nel televisore di casa ci consente di vedere le pubblicità delle migliaia di film contenuti (o magari i primi dieci minuti) e di acquistarne la visione tramite rete. L'acquisto comporterebbe uno scambio di pochi bit, effettuabile quindi anche in una rete a banda stretta, quanto basta per abilitare la visione di quel particolare film, addebitandone il costo sul nostro conto. La rete di telecomunicazioni non dovrebbe più, quindi, evolvere per garantire larga banda e capacità di streaming, perlomeno non per vedere i film, servizio questo che pur se mai decollato, è stato a lungo la bandiera per giustificare investimenti nella larga banda. I polimeri si prestano a sviluppare architetture tridimensionali, cioè a sovrapporre diversi strati di memoria, a differenza di quanto accade per il silicio. Questo, ovviamente, permette di aumentare ulteriormente la capacità di memorizzazione per unità di superficie. Curioso come alcuni laboratori stiano studiando di far effettuare la comunicazione tra i diversi strati tramite wireless¹⁴, come se ciascuno strato avesse un telefonino per comunicare con l'altro.

¹⁴www.opticomasa.com

1.7 Memorie ottiche

Le memorie ottiche hanno diversi punti in comune con le memorie a polimeri. E anche qui l'evoluzione è verso enormi capacità e bassi costi di produzione. La tecnologia guida, in questo caso, è il laser¹⁵. Quanto maggiore è la capacità di collimazione e minore la lunghezza d'onda tanto più dense possono essere le informazioni. Un cubo di materiale di un centimetro di lato potrebbe contenere 1 TB di informazioni, quanto basta per memorizzare tutti i libri contenuti nella Biblioteca del Congresso degli Stati Uniti, la più grande del mondo.

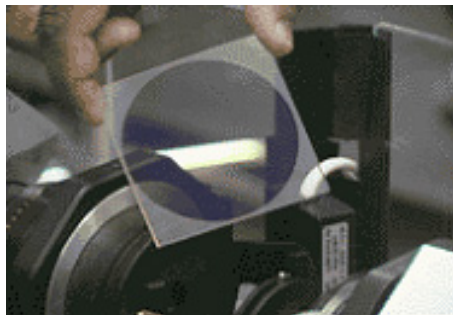


Figura 11: Disco olografico prodotto dai Bell Labs

Oggi le memorie ottiche più diffuse sono rappresentate dai CD e dai DVD. I primi hanno una capacità intorno ai 600-700 MB, i secondi arrivano a poco meno di 5GB. Nuovi sviluppi nelle tecnologie laser dovrebbero portare a sistemi a luce "blu" in grado di registrare 27 GB su un

¹⁵www.infoworld.com/articles/hn/xml/01/04/25-/010425hncube.xml?0425we

DVD¹⁶ e in prospettiva crescere a 50GB¹⁷, quanto basta per contenere oltre 20 film.

Tra le memorie ottiche vi sono quelle che sfruttano la tecnologia dell'olografia, più raggi laser che in contemporanea passano attraverso un substrato semi trasparente che a seconda delle informazioni contenute genera delle interferenze nei fasci luminosi. Da queste viene ricavata l'informazione. In pratica in quello che in un CD o in un DVD è lo spazio per memorizzare un bit (un micro specchio che fa o meno rimbalzare la luce del laser) con la tecnica olografica¹⁸ si riescono a memorizzare un milione di bit.

Sono già in commercio¹⁹, a partire dalla primavera del 2002, i primi dischi ottici e i primi lettori olografici. Al momento la loro capacità è di "soli" 100 GB (e non sono scrivibili) ma questa dovrebbe arrivare rapidamente ad 1 TB²⁰.

¹⁶Annunciato da parte di Sony, Matsushita, Philips, Samsung, LD, Thomson, Hitachi, Pioneer e Sharp un accordo per lo sviluppo di Blue Ray, un DVD da 27 GB. http://news.bbc.co.uk/hi/english-entertainment/new_media/newsid_1829000/1829241.stm

¹⁷La Matsushita, in realtà, ha annunciato una tecnologia per portare un DVD ad una capacità di 100GB utilizzando una luce violetta, www.eet.com/story/OEG20011018S0107 . Non esiste però un accordo su questo tipo di tecnologia, così come invece è stato raggiunto per Blue Ray.

¹⁸Per una spiegazione sul funzionamento di questa tecnologia: www.inphase-technologies.com/index.com

¹⁹www.eet.com/at/news/OEG20020328S0018

²⁰L'annuncio di questo tipo di capacità è stato dato da una azienda giapponese, Optoware. www.optoware.co.jp/eng/index.html

1.8 Verso i limiti fisici

Dicevo all'inizio di questa panoramica sulle evoluzioni tecnologiche che, nel caso di uso di memorie a semiconduttori, si utilizza in genere un transistor (a volte una coppia) per memorizzare un bit e che i ricercatori stanno cercando addirittura di memorizzare più bit sul singolo transistor. Anche se i transistor stanno diventando sempre più piccoli, ciascuno è formato da centinaia di atomi (nelle tecnologie a 0.13 micron un transistor è fatto da un migliaio di atomi) a cui se ne devono aggiungere 2-3 volte tanto per tenere conto degli atomi che separano un transistor dall'altro.

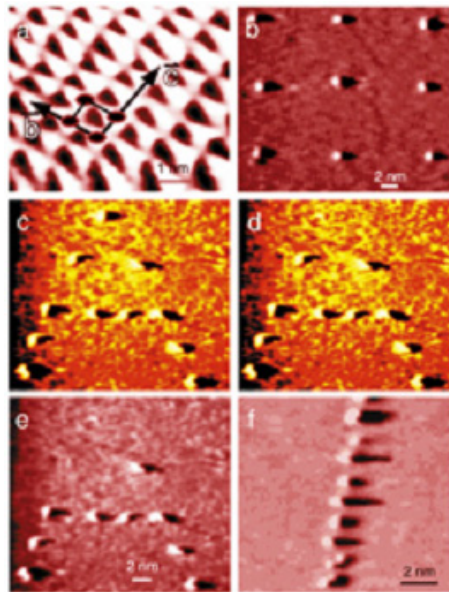


Figura 12: La lettera A scritta utilizzando i singoli atomi, a opera dei ricercatori di IBM.

Alcuni ricercatori, stanno spingendosi verso le frontiere della densità di memorizzazione cercando di utilizzare anziché dei transistor delle singole molecole come la Nantero²¹ che sta lavorando per sviluppare delle memorie basate su nanotubi (tubicini composti da 80 atomi di carbonio che in certe condizioni possono comportarsi come un transistor). L'obiettivo è di disporre di un chip a nanotubi con una capacità di un TB entro il 2006. Chip di questo tipo sarebbero equiparabili in termini di utilizzabilità alle memorie a semiconduttori con un minor consumo di energia.

Altri ricercatori vorrebbero utilizzare come unità di memorizzazione dei singoli atomi: così come la presenza o assenza di una indentatura può essere letta in un disco come uno o zero, la presenza o meno di un atomo in un certo punto può essere letta come zero o uno. Il problema è ovviamente come mettere un atomo in un certo punto e come andare a vedere in che punto è, il tutto ad una velocità che dovrà essere ancora maggiore di quella usata oggi.

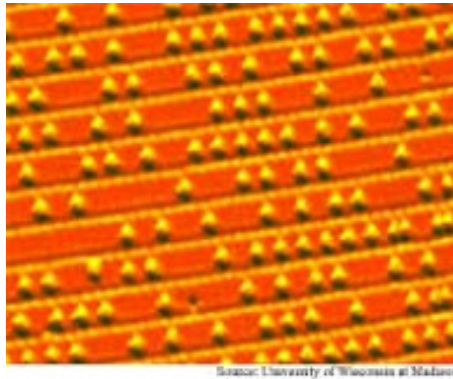
In questa direzione si stanno muovendo i primi passi, un esempio è nella figura 12 in cui si vede come i ricercatori, della IBM in questo caso, siano riusciti a scrivere la lettera A con dei singoli atomi.

Ricercatori della Università del Wisconsin²² hanno messo a punto una tecnologia che porta gli atomi ad aggregarsi, uno ad uno, in modo regolare. Come si vede nella figura 13 vengono realizzate delle strisce di atomi, i puntini sono degli atomi di oro disposti su un substrato di silicio. Ogni striscia ha una larghezza di 5 atomi. Ogni

²¹www.nantero.com/tech.html

²²http://www.trnmag.com/Stories/2002/080702/Ultimate-memory_demoed_080702.html

atomo d'oro rappresenta un 1, la sua assenza uno 0. La spaziatura tra le strisce è di 1,7 nanometri mentre lo spazio tra un bit e l'altro è di 1,5 nanometri. Questa griglia consente una densità di circa 50 Tbit al cm^2 , il che consentirebbe di memorizzare l'equivalente di 1350 DVD in un solo cm^2 .



Source: University of Wisconsin at Madison

Figura 13: Atomi d'oro disposti su un substrato di silicio

Questa tecnologia, dimostrata in laboratorio, comporta però dei tempi lunghissimi di aggregazione degli atomi e quindi di costruzione di una memoria. Occorrerebbe aumentare la velocità di aggregazione di circa 100.000 volte per poter avere un sistema utilizzabile in pratica. Questo progresso potrebbe avvenire nel corso dei prossimi 20 anni. Siamo, comunque, più nel campo delle speculazioni che delle realizzazioni. Si può comunque osservare che un sistema di memorizzazione di questo tipo funziona con successo da diversi milioni di anni. Il DNA che abbiamo nelle nostre cellule ha una densità di memorizzazione simile a quella offerta da questa tecnologia: nel caso del DNA un bit richiede 32

atomi per la sua memorizzazione, in questa tecnologia se ne utilizzano 20 (occorre infatti tenere anche conto di quelli che formano il substrato).

Altre tecniche, sempre al confine con le possibilità attuali dei laboratori più avanzati, cercano di sfruttare le caratteristiche di "spin"²³, siamo quindi all'interno della struttura atomica, per immagazzinare le informazioni. Questo approccio potrebbe consentire di moltiplicare per mille la capacità di memoria²⁴.

1.9 Memoria distribuita

I progressi nella capacità di memorizzazione non avvengono solo nella direzione di trovare meccanismi più efficaci per memorizzare i dati ma anche operando a livello di architetture di sistemi di memorizzazione aggregando più supporti fisici di memorizzazione.

In un PC troviamo ovviamente vari supporti di memorizzazione, la memoria centrale realizzata tramite chip di silicio, l'hard disk in cui si utilizza un supporto magnetico, un lettore di CD – supporto ottico - e in alcuni casi altri strumenti per memorizzare informazioni come compact flash card, nastri. . .

In un certo senso una estensione della memoria del nostro PC sono alcune memorie di massa a cui il PC può accedere tramite una rete locale, spesso utilizzate nelle

²³Le ricerche sono portate avanti dalla università di Buffalo ed al momento sono indirizzate ad aumentare la densità di memorizzazione su hard disk con un obiettivo di 250GB a cm². www.buffalo.edu/research/3spintronics.shtml

²⁴Per approfondimenti sulla storia delle tecnologie per la memorizzazione, sui confini tecnologici e sulle linee di ricerca date un'occhiata a: <http://www.storage.ibm.com/hdd/firsts/> e http://researchweb.watson.ibm.com/cross_disciplines/storage.shtml

aziende per assicurare la gestione dei dati, la loro condivisione e protezione.

Le reti di telecomunicazione rendono possibile la creazione e utilizzazione di enormi quantità di memoria tramite la interconnessione di molti sistemi di memorizzazione. Un esempio evidente è rappresentato da Internet dove ad un click di distanza abbiamo circa 2 PB (2 milioni di GB) di informazioni. Queste sono informazioni "di tutti", non personali. Alcuni servizi Internet, tuttavia, consentono di utilizzare la memoria di massa di qualche fornitore di servizi come fosse nostra. Un esempio sono le memorie su cui memorizzare album fotografici²⁵, un altro esempio sono i Blog²⁶, aree in cui possiamo lasciare i nostri appunti e se vogliamo condividerli con altri.

Tuttavia Internet non può essere usata come memoria "di massa" nello stesso senso che utilizziamo l'hard disk del nostro PC sia per motivi di velocità sia per garanzie di integrità e consistenza dei dati.

Esistono delle ricerche in corso, come quella del progetto Probe²⁷ svolto dall'Oak Ridge National Laboratory's Computer Science e dalla Mathematics Division e NERSC del Lawrence Berkeley National Laboratory, che esplorano tecniche per aggregare enormi banchi di memoria distribuiti geograficamente e collegati tramite la rete di telecomunicazioni.

Il progresso in questa direzione si accompagnerà a quello sul versante dell'incremento di capacità di

²⁵Esistono ormai milioni di album fotografici in rete, ospitati da varie aziende che in genere forniscono un servizio gratuito e ricavano un guadagno dalla richiesta di stampa delle foto.

²⁶www.blogger.com

²⁷<http://hpcf.neresc.gov/storage/hpss/probe/>

memoria locale creando, probabilmente, delle fluttuazioni nel tempo tra le architetture di memorizzazione con un notevole impatto sui servizi e sugli attori. Infatti in alcuni momenti sarà più conveniente non possedere la memoria ma avere una garanzia di accesso, in altri sarà vincente avere la "propria" memoria nel taschino.

2 Quanta memoria serve?

Se avete avuto la perseveranza di leggervi le pagine precedenti oltre ad una (seppur minima) meraviglia per i progressi che si stanno facendo nel settore della memorizzazione vi sarà quasi sicuramente venuta in mente la domanda: "Ma tutta questa capacità di memoria a cosa (mi) serve?"

2.1 Memoria al seguito...

In effetti per memorizzare un libro di 400 pagine, tipo tascabile senza figure, mi bastano 0,5 MB. Se voglio memorizzare le foto delle vacanze ho bisogno di 100 MB (sono un tipo che fa molte foto), se voglio memorizzare la mia cineteca, 200 film, mi servono 400 GB. Questi sono sicuramente numeri grandi ma quando si parla di una memoria da 10 TB significa che in quella memoria quando avrò memorizzato i miei duecento film, le foto delle vacanze di 50 anni, 10.000 tascabili, un archivio di 30 anni di e-mail, . . . ebbene, non sarò ancora riuscito a consumare neppure il 5% della memoria disponibile.

Tuttavia alcune stime indicano in 1TB²⁸ la quantità di informazioni che una persona media avrà nella sua banca dati al 2005, tenendo conto in tale stima non solo delle informazioni direttamente prodotte ma anche di tutte quelle che nel tempo gli passeranno sotto il naso e deciderà di "mettere nel cassetto" perché . . . non si sa mai.

Il costo decrescente della memoria facilita ovviamente questo maggiore uso. Se memorizzare oggi un GB di informazioni ha un costo intorno ai 10 Euro, nel 2005 questo costo dovrebbe scendere a 1 Euro.

Il problema per i privati cittadini diventa analogo a quello di gestire lo sgabuzzino o la cantina: è probabile che la "tecnologia" di gestione sia effettivamente analoga, cioè non esista. Ammucchiamo e ammucchieremo sempre più informazioni (già oggi nell'hard disk, ma il discorso vale probabilmente anche per le diapositive, per i film che registriamo dal televisore. . .) che poi non useremo mai e nel disgraziato caso in cui servissero non sapremmo più ritrovarle²⁹.

Diverso è il discorso per un'azienda. Le aziende producono circa 20 volte più informazioni di quante siano presenti su Internet:

²⁸La stima è della EMC che riprende uno studio effettuato da Berkeley nel 2000 sul numero di informazioni prodotte. www.emc.com

²⁹La memoria residente su ciascun PC è poca cosa se confrontata con quella presente sui vari siti web che compongono Internet. Ma se prendiamo la memoria di tutti i PC collegati ad Internet la situazione cambia! Ad esempio andando su un sito che fa da puntatore per lo scambio di file tra PC collegati in Internet, ad esempio per scambi di canzoni o video clip, si scopre che questi puntatori rendono disponibili oltre 2 PB di informazioni.

- un ospedale che debba tenere in archivio un milione di radiografie (quante potrebbero farne gli abitanti di una cittadina da 50.000 persone nell'arco di 20 anni) avrebbe bisogno di 5TB. . .
- un centro di ricerca nel settore farmaceutico produce intorno ai 2 TB di dati ogni anno³⁰
- gli osservatori astronomici producono circa 2 PB di dati in forma di immagini e mappe celesti
- Google ha una banca dati di circa 2 PB, Yahoo, AOL e Hotmail hanno ciascuno circa un PB di informazioni memorizzate.
- un'azienda di telecomunicazioni con 20 milioni di clienti ha una banca dati clienti dell'ordine del TB e l'offerta di servizi come caselle postali richiede la disponibilità di migliaia di TB. Abbiamo quindi raggiunto, anche qui, il livello dei PB (Peta byte, milioni di GB). Se mai si dovesse memorizzare tutto il traffico vocale occorrerebbe una capacità di oltre 500 PB a livello mondiale, cioè mezzo Exabyte³¹ (EB).
- gli studi sul genoma umano, coinvolgenti 20 centri di ricerca specializzati e circa 100 università creano ogni anno 7 PB (7.000 TB) di dati

³⁰ Ad esempio la Neurome, www.neurome.com , ha un modello ad alta risoluzione del cervello che occupa da solo 1 TB; lo studio di una medicina può richiedere anche un migliaio di modelli su cui valutare gli effetti e quindi si arriva nello spazio del PB.

³¹Dopo il PB vi è l'EB, quindi zettabyte, ZB, e yottabyte, YB <http://www.romulus2.com/articles/guides/misc/bitsbytes.shtml>

2.2 Memoria intermedia...

Inoltre occorre tenere conto che in alcuni casi il produrre informazioni porta a generare un'enorme quantità di informazioni che saranno poi filtrate e ridotte nel prodotto finale. Ad esempio, per memorizzare tutte le informazioni relative ad un film, così come queste sono generate dalla macchina di ripresa cinematografica, e quindi senza alcuna compressione, occorrono molti più byte di quel GB che abbiamo dato, vuoto per pieno, come unità di memoria per un'ora di film: l'intero pacchetto di informazioni del film "Il signore degli anelli"³² occupava 27 TB³³ (equivalenti a 27.000 ore di un film compresso quale lo vediamo da un DVD); la ricerca della particella di Higgs, da parte dei fisici, comporta l'accumulo di centinaia di TB di informazioni che poi una volta analizzate si ridurranno a pochi MB contenenti la sintesi dei risultati.

2.3 Memoria... compressa

Fino a questo punto abbiamo visto che di memoria ne serve tanta e che gli sforzi dei ricercatori hanno consentito di realizzare supporti che ci offrono una grande capacità. Tuttavia altri ricercatori hanno lavorato sul versante opposto, quello di permettere di disporre delle informazioni volute utilizzando piccole quantità di memoria.

³²<http://www.pcworld.co.nz/pcworld/pcw.nsf/UNID-/1C39BC2054D0F7EFCC256BE10075CA5C?OpenDocument>

³³Un segnale televisivo digitale non compresso richiederebbe con il sistema di campionamento in uso circa 166,5 Mbps (quindi un'ora di televisione non compressa richiederebbe circa 75 GB di memoria; con un sistema di compressione tipo MPEG1 sono sufficienti 0,6GB)

Esistono al riguardo diversi approcci. Uno è quello di lavorare sulla codifica della informazione. Possiamo ad esempio memorizzare una lettera spezzettandola in piccoli punti e assegnando un valore a ciascun punto in modo che sia poi possibile ricostruirla. Una alternativa è quella di assegnare un codice alla lettera (ad esempio il numero 1 alla lettera A, il 2 alla B, e così via). In questo secondo caso ovviamente risparmiamo memoria ma... questa codifica non sarebbe adatta se volessimo riconoscere la calligrafia dello scrivente, visto che ogni lettera A, comunque scritta, sarebbe rappresentata sempre dallo stesso numero.

La codifica, quindi, non può prescindere da cosa serva questa riproduzione e neppure dal modo in cui vogliamo poi riprodurre l'informazione. Infatti alcune codifiche possono comportare delle decodifiche complesse e richiedere delle apparecchiature sofisticate e costose non disponibili a chi dovrà fruire l'informazione. Un esempio è la codifica dei film: questa in genere è molto più complicata nella fase di codifica che in quella di decodifica. Il medesimo PC che utilizziamo per convertire in bit un film può richiedere 10 secondi di elaborazione (o anche più) per codificare un secondo di filmato mentre la decodifica richiede qualche decimo di secondo (ovviamente deve richiedere meno di un secondo, in caso contrario non riusciremmo a vedere il film!).

Trovata una codifica efficiente è possibile ridurre ulteriormente la memoria finale necessaria (non quella utilizzata in fase di codifica) tramite la compressione. Nuovamente occorre determinare a cosa servirà l'informazione riprodotta in quanto alcuni sistemi di compressione fanno perdere "qualcosa" alla

informazione. Non saremmo contenti, ad esempio, se il sistema di compressione dei dati utilizzato dalla nostra banca comportasse una perdita di alcuni dei versamenti effettuati. . .

La perdita di qualità in una fotografia, invece, può risultare accettabile: questo consente di passare da una occupazione di circa 16 MB per una foto scattata con una macchina fotografica digitale da 5 Mpixel ad una occupazione di circa 2MB che permette comunque di avere stampe in formato A3.

Nel settore dei film si sono fatti notevoli progressi nel campo della compressione: ad esempio la memorizzazione di un secondo di filmato televisivo richiederebbe circa 20 MB di memoria che vengono fatti scendere a 0,2 MB con il sistema MPEG1³⁴. Una evoluzione di questo sistema, MPEG 2, consente di variare il livello di compressione aumentando la qualità della riproduzione al livello desiderato, ad esempio arrivando a circa 0,8 MB otteniamo una qualità paragonabile ad una produzione da studio televisivo.

2.4 Memoria da interpretare. . .

Un approccio diverso, che comunque può essere seguito insieme a quelli illustrati precedentemente, ricalca il modo in cui i sistemi viventi memorizzano e poi fruiscono delle informazioni³⁵. In questo caso alla

³⁴<http://mpeg.telecomitalia.com/standards/mpeg-1/mpeg-1.htm>

³⁵Il DNA è un esempio tipico. I codici scritti sul DNA sono trasportati nel citoplasma da vettori specifici (RNA) che a loro volta sono "processati" in apposite aree per produrre quanto serve. Analogo sistema di "interpretazione" è utilizzato a livello cerebrale per tradurre la codifica in "memoria" in informazioni utilizzabili.

codifica è associato un sistema di decodifica specifico per il tipo di informazione memorizzato. Si perde in "standardizzazione" ma si guadagna in efficienza. Se ad esempio volessimo memorizzare una lettera scritta a mano da una certa persona potremmo convertire questa lettera in caratteri "scritti a macchina", e quindi aventi un "costo di memorizzazione pari ad un byte per ogni carattere, e associare a questa conversione un programma che scriva con la stessa calligrafia della lettera originaria.

Questo sistema di associare alla informazione ridotta all'osso un programma che permette la sua corretta riproduzione è il sistema adottato da MPEG 4³⁶.

Possiamo ad esempio trasmettere una nostra fotografia e quindi associare la nostra voce. MPEG 4 consente di codificare queste informazioni in modo tale che un apposito programma al punto di ricezione delle informazioni codificate è in grado di animare la foto facendo muovere le labbra e il viso dando quindi l'impressione a chi guarda di ricevere un film e non una foto. Ovvio la riduzione di memoria richiesta in questo caso. Questo consente ad esempio di utilizzare una piccola banda trasmissiva in una comunicazione tra due cellulari dando comunque l'impressione di essere in presenza di una trasmissione di tipo televisivo. Il telefonino trasmittente può "aggiornare" la nostra foto ogni 10 secondi, ad esempio, per aumentare la qualità della riproduzione, un risparmio comunque considerevole rispetto ad inviare la nostra foto tre-quattro volte al secondo come sarebbe richiesto da

³⁶<http://mpeg.telecomitalia.com/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm>

una codifica tipo MPEG2³⁷.

In prospettiva questa associazione memoria-processore specializzato troverà sempre maggiori applicazioni con la progressiva specializzazione dei chip (system on chip SOC).

D'altra parte questa associazione è già oggi utilizzata come meccanismo per la protezione delle informazioni: quando si chiedono certe informazioni in rete queste sono scaricate insieme al programma che ne permette la visualizzazione e che una volta visualizzate cessa di funzionare impedendo quindi una loro duplicazione.

3 Memoria e architetture di rete e di servizio

La prima centrale elettronica di commutazione installata in Italia, precedentemente citata, offriva un servizio "innovativo": gli utenti, allora non erano "clienti", potevano memorizzare numeri di loro corrispondenti abituali (fino a 20!) direttamente nella centrale e poi chiamarli con una numerazione abbreviata. La cosa fece un certo scalpore. La memoria era così costosa che doveva essere condivisa e la centrale assolveva a questo compito.

Nel giro di qualche anno il diminuito costo della memoria ha fatto sì che i telefoni iniziassero a fornire

³⁷MPEG2 in realtà trasmetterebbe una foto completa 2 volte al secondo e degli aggiornamenti sulle piccole variazioni per altre 23 volte al secondo. Nel caso di un viso che parla inquadrato a tutto schermo si può stimare questi aggiornamenti equivalenti a rinviare la foto 3-4 volte al secondo.

localmente la capacità di memorizzare numeri e quindi il servizio fornito dalla centrale cessò di avere senso. Ancora qualche anno e arrivò la segreteria telefonica. Qui la quantità di dati da memorizzare (la voce di chi chiamava) era grande e solo localmente si poteva gestire questo volume ricorrendo ad una minicassetta e ad un registratore inserito nel telefono, o a questo collegato.

Arriviamo agli anni 90: il costo della memoria diventa talmente basso che il servizio di segreteria telefonica viene fornito centralmente. Il vantaggio per i "clienti", sono passati 20 anni, è quello di non avere più la noia di girare la cassetta quando questa è piena o di azzerarne il contenuto.

Come si vede l'evoluzione tecnologica ha portato negli anni ad un cambiamento nella architettura di fornitura del servizio: da centralizzato a decentrato e poi da decentrato a centralizzato.

3.1 Mirroring

Questi cambiamenti sono normali e dobbiamo aspettarceli anche nel prossimo futuro.

Akamai³⁸ ha costruito il suo business offrendo capacità di memoria alla rete. Una rete di banche dati distribuite fornisce una copia delle informazioni consentendo quindi accessi topologicamente più vicini al richiedente.

L'obiettivo, infatti, non è quello di diminuire la distanza tra il richiedente e il punto in cui le informazioni sono memorizzate in quanto la distanza "elettronica" è praticamente irrilevante sia in termini di costo sia di

³⁸www.akamai.com

percezione di ritardo³⁹, piuttosto di minimizzare il numero di risorse di rete coinvolte evitando quindi colli di bottiglia. Quando accediamo al sito della CNN, in modo del tutto trasparente a noi, la nostra richiesta è indirizzata al server collegato dal minor numero di tratte. Questo, molto probabilmente, non è un server della CNN ma uno di Akamai che duplica le informazioni presenti sul sito della CNN.

L'ADSL fornisce una elevata velocità di trasferimento di informazioni sull'ultimo miglio⁴⁰ ma ovviamente non è in grado di garantire che questa velocità permanga anche nell'accesso al server contenente le informazioni né che la rete tra questo server e il punto in cui inizia la connessione ADSL sia sufficientemente libera da fornire la velocità richiesta. Spesso la velocità percepita dal cliente è molto inferiore a quella che potrebbe essere fornita dalla tratta ADSL. Se l'Internet Service Provider (ISP) fornisce un servizio di mirroring intelligente il cliente può fruire veramente della velocità massima consentita dall'ADSL. Infatti le informazioni che lui desidera non si troveranno più sul server del fornitore di quelle informazioni ma saranno state duplicate dall'ISP sul POP a cui è collegato il cliente. Appositi programmi

³⁹Questa affermazione non è sempre vera. In alcune applicazioni la distanza fisica ha una notevole importanza. Ad esempio, la trasmissione di sensazioni tattili richiede un aggiornamento delle informazioni ad una frequenza di almeno 1000 Hz, cioè occorre ritrasmettere l'informazione ogni millesimo di secondo. La radiazione elettromagnetica in un millesimo di secondo percorre circa 300 km e dovendosi avere un feedback su ogni segnalazione in pratica diventa impossibile con architetture normali trasmettere sensazioni a distanze superiori a 150 km. Questo pone un grosso limite all'effettuazione di operazioni chirurgiche da remoto.

⁴⁰In genere dal POP a casa nostra

di analisi delle abitudini dei clienti sono in grado di conoscere quali sono le informazioni normalmente richieste e quindi di caricarne una copia presso il POP. Il servizio di mirroring è molto apprezzato dai clienti in quanto fornisce un vero salto di qualità nell'accesso alle informazioni. Questo apre interessanti opportunità di business per gli ISP in quanto diventa possibile una offerta segmentata, specializzata alle esigenze di vari gruppi di clienti. Ad esempio un ISP potrebbe scegliere come target notai e avvocati e garantire un mirroring di tutte le informazioni relative a normative, leggi. . .

Ovviamente, le informazioni duplicate devono essere mantenute aggiornate in modo da garantire che il cliente abbia effettivamente una copia esatta di quanto sta sul sito principale. Questo può essere effettuato in vari modi. Può essere stipulato un accordo con il fornitore delle informazioni che ogni qualvolta aggiorna una pagina invia copia al mirror (è quanto accade nel caso di Akamai in quanto questo svolge un servizio a favore del fornitore di informazioni). Oppure periodicamente il mirror può andare a verificare se una certa pagina è cambiata, o, ancora, nel momento in cui la pagina viene richiesta la scarica al richiedente con un avvertimento di verifica in corso. Se la verifica rileva una variazione viene scaricata al cliente la nuova pagina e viene aggiornato il mirror.

Il mirroring comporta delle complicazioni per quanto riguarda le pubblicità (i banner). Infatti questi sono generalmente inseriti, e variati, dal proprietario della pagina con una logica commerciale che ovviamente non è quella di chi gestisce un mirroring. Questo potrebbe, addirittura, inserire dei propri banner. Questo in generale costituisce una violazione del diritto di

proprietà delle informazioni per cui quasi sempre o si sottoscrive un accordo tra proprietario delle informazioni e proprietario del mirror oppure occorre andare a richiedere i banner al proprietario delle informazioni per inserirli sulla pagina duplicata in locale nel momento in cui questa viene richiesta.

Il mirroring in generale diminuisce il traffico nella rete in quanto non è più necessario andare a utilizzare ogni volta tutte le tratte dal singolo cliente al fornitore di informazioni.

Il fatto che alcune pagine siano duplicate e che non siano mai richieste è statisticamente irrilevante a livello di mirroring effettuato da ISP (se il mirroring è fatto in modo intelligente). Diverso è il caso di un mirroring effettuato da applicazioni residenti su periferiche di utenti residenziali. PC, o anche video registratori digitali di nuova generazione, possono infatti tramite agenti software richiedere un mirroring di informazioni in modo da averle pronte localmente. In teoria un PC collegato tramite ADSL potrebbe essere configurato in modo tale da richiedere un continuo download di milioni di pagine. Quanta più memoria sarà disponibile localmente, tanto più questo scenario potrebbe diventare attuale. In presenza di un flat rate è chiaro che il singolo utilizzatore non vede controindicazioni a questo approccio. Dal punto di vista della rete, invece, avere dei flussi costanti di trasmissione sballa completamente tutta la progettazione della rete, basata su di una moltiplicazione statistica del traffico⁴¹.

⁴¹In effetti negli USA alcuni Service Provider hanno iniziato a fare retromarcia sul flat rate introducendo un tetto alla quantità di dati scaricabili in un certo periodo, tariffando quanto eccede questo tetto. La risposta dei clienti non è stata positiva per cui in molti

3.2 Caching

Programmi sofisticati sono inoltre in grado di prevedere con una buona approssimazione quale sarà l'informazione che un navigatore andrà a richiedere dopo aver navigato in una certa pagina⁴². A questo punto l'ISP può effettuare un caching della informazioni mentre il cliente sta ancora leggendosi la pagina appena scaricata. Questo è un ulteriore meccanismo che può essere utilizzato nei POP. A differenza del primo non richiede una memorizzazione "stabile" della informazione ma solo un'area di memoria sufficientemente grande da consentire il caricamento temporaneo di informazioni.

La progressiva disponibilità di grandi quantità di memoria locale, sia questa su hard disk o su memorie a polimeri non scrivibili, tende ad alterare i flussi di traffico e quindi le architetture di rete che sono state pensate per soddisfare al meglio certi flussi.

casi i Service Provider sono stati costretti ad una marcia indietro. Il problema comunque si pone e costituirà probabilmente la spinta maggiore verso il passaggio da reti di distribuzione in rame a reti in fibra la cui capacità dovrebbe consentire di superare questi problemi, almeno per un certo tempo. Infatti la soluzione regge a patto di limitare comunque la velocità di accesso. Se con una connessione in fibra si fornisce al cliente una velocità di 100Mbps e questo la utilizza al 100% è chiaro che non abbiamo risolto il problema visto l'incremento della quantità dei dati che possono essere scaricati.

⁴²Un programma meno sofisticato potrebbe semplicemente caricare tutte le pagine che sono indirizzate da link contenuti nella pagina appena richiesta dal "navigatore". È chiaro che questo permetterebbe di garantire sempre la massima disponibilità dei dati; per contro il numero di pagine inutilmente scaricate cresce notevolmente.

3.3 Da streaming a burst

La disponibilità di enormi capacità di memoria su hard drive rende possibile effettuare la trasmissione in modalità burst soddisfacendo la maggior parte delle richieste. Se ad esempio oggi la richiesta di vedere un video richiede uno streaming (ed una banda più o meno grande in funzione della qualità desiderata) la disponibilità di un disco locale su cui caricare il film fa cadere la necessità dello streaming. Potrei, ad esempio, uscire dall'ufficio alle sei di sera e con una chiamata da telefonino richiedere al Blockbuster di turno il film "Mission Impossible 5" entro le nove di sera. Dal mio punto di vista è irrilevante che il content provider mi scarichi il film immediatamente o tra un'ora, come un flusso continuo di bit o in pezzi. Il content provider a questo punto sfrutterà questa flessibilità per negoziare il miglior prezzo per scaricare i 2 GB che costituiscono il film in qualità DVD.

Il gestore della rete si troverà quindi a dover rispondere a richieste di trasferimento file piuttosto che di servizio streaming. Il mercato del trasporto dei bit va verso lo "spot market" in cui si negozia volta per volta il prezzo.

3.4 Da streaming a transazionale

Nel caso in cui si utilizzino memorie come quelle a polimeri è chiaro che il film non può essere scaricato ma questo è irrilevante visto che il film si trova già sulla memoria. Una memoria delle dimensioni di una carta di credito potrebbe agevolmente contenere 2000 film e potrebbe essere distribuita gratuitamente.

Inserendo la memoria in un apposito lettore, magari integrato nel televisore, posso vedere un piccolo clip di

pubblicità per ogni film, o magari i primi 5 minuti del film. Se decido di guardare tutto il film ciò che serve è una semplice transazione che mi consenta di richiedere il codice per decrittare il film, pagandone nel contempo i diritti.

I giochi on line costituiscono un ulteriore elemento di interesse dal punto di vista delle architetture ed anche per questi la evoluzione della capacità di memoria risulta essere un elemento decisivo.

3.5 Giocare in rete

In questo caso l'interesse dei content provider è quello di garantirsi la proprietà del gioco ed il modo più sicuro è quello di mantenere presso i loro server il gioco stesso. Il giocatore avrebbe sulla sua periferica di gioco (playstation o altro) solo una piccola parte che utilizza per gestire l'interfaccia locale e per interagire con il server. Potrebbe anche essere presente una grande memoria locale, ad esempio contenente paesaggi e scenari in cui si svolgerà il gioco ma le interazioni sono tutte gestite dal server in rete. Nuovamente vediamo svilupparsi un forte traffico di tipo transazionale ma, a differenza di quello necessario per il pagamento e la decrittazione di un film, questo pone dei forti requisiti sui tempi di risposta.

I giochi di ruolo⁴³ che si sono diffusi negli Stati Uniti richiedono delle reti particolarmente sofisticate per gestire milioni di giocatori in contemporanea. Inoltre queste reti richiedono enormi quantità di memoria per mantenere traccia del mondo virtuale che si viene a

⁴³Si veda, o meglio si giochi... , www.morphmg.com , o www.everquest.com .

creare tramite le centinaia di migliaia di interazioni giornaliere. Allo stesso tempo cresce la memoria locale richiesta dai singoli giocatori che vogliono restare aggiornati su ciò che succede e la comunicazione tra queste memorie (centrale vs locali) nuovamente comporta enormi flussi transazionale.

In alcuni giochi i giocatori vengono avvertiti tramite SMS su quanto sta accadendo in modo che in qualunque istante possano reagire. È curioso notare che in questi mondi virtuali si opera in una realtà cittadina di e-government notevolmente più avanzata di quella reale ed i servizi degli e-citizen sono parimenti altrettanto avanzati. Ad esempio nella vita reale non siamo ancora in grado di essere avvertiti in tempo reale quando qualcuno suona il campanello di casa mentre noi siamo fuori; in questi mondi virtuali, invece, questo avviene. I Blogger, precedentemente citati, sono ulteriori esempi di richieste di (relativamente) grandi quantità di memoria centralizzata il cui accesso crea un traffico di tipo burst orientato alla transazione piuttosto che allo scambio di file.

4 Nuovi settori di applicazione

Il basso costo della memoria, la sua miniaturizzazione, la bassa energia richiesta e l'incremento di capacità aprono la strada ad un suo inserimento in molti oggetti di uso comune e quindi a moltissime applicazioni.

4.1 Memoria nel telefonino

Il telefonino contiene tre tipi di memorie, una – invisibile – dedicata a garantirne il funzionamento, un'altra che

viene utilizzata come una agenda per mantenere i numeri di telefono che ci servono ed una terza localizzata nella carta SIM, in cui è contenuto il nostro profilo, la nostra identità e quello che . . . riusciamo a farci stare. Oggi le carte SIM più avanzate hanno una capacità di 64 KB.

Il motivo di questa "piccola capacità"⁴⁴ è da ricercarsi nel fatto che la SIM deve continuare a mantenere i dati anche se non è alimentata, consentendo quindi di trasferirla da un telefonino all'altro senza perdere informazioni. Gli sviluppi citati nel settore delle MRAM, disponibili probabilmente da fine 2004, potrebbero consentire di aumentare di mille volte questa capacità. Analogamente la memoria – invisibile – del telefonino potrà aumentare la sua capacità di almeno 10 volte entro i prossimi 2 anni consentendo di effettuare elaborazioni locali molto più sofisticate⁴⁵. Inoltre la memoria oggi utilizzata come agenda potrebbe passare da alcune centinaia di KB, di cui oggi dispone, a oltre 50 MB sempre entro i prossimi due anni.

L'incremento di questa memoria consentirà al telefonino di raccogliere informazioni mentre siamo in giro, ad esempio dialogando in WiFi con il supermercato mentre facciamo la spesa. In questo modo potremmo, ad esempio, portarci a casa, dentro al telefonino, le ricette per cucinare quanto abbiamo comprato. Il telefonino potrebbe diventare una specie di block notes, invisibile,

⁴⁴Ricordo che la prima centrale elettronica realizzata in Italia aveva 64KB di memoria. . . .

⁴⁵Perché questo sia possibile occorre che si rendano disponibili batterie con maggiore potenza di quelle attuali. Verso il 2004 dovrebbero arrivare sul mercato delle micro celle a combustibile utilizzabili nei laptop e nei telefonini.

che cattura quanto ci sta attorno. Sicuramente uno degli utilizzi sarà quello di registratore permettendoci di registrare sia le chiamate che abbiamo fatto sia commenti che ci verrà voglia di fare. . .

4.2 Dai codici a barre alle tag

In qualche modo collegate al telefonino sono le "tag". Queste sono delle microscopiche etichette che possono essere lette anche da qualche metro di distanza tramite un apposito campo elettromagnetico rotante. Il telefonino del futuro (prossimo) sarà in grado di leggere queste tag e speciali applicazioni consentiranno di accedere a banche dati in rete per tradurre l'identità della tag in una informazione. Ad esempio, sarà possibile di fronte ad un monumento "catturare" tramite telefonino la tag e ascoltare una guida vocale che ci racconta la storia del monumento.

Oppure potremo utilizzare il telefonino per raccogliere le tag associate a tutti gli oggetti che abbiamo in salotto e portarcele dietro mentre andiamo alla ricerca di un nuovo mobile. Non è più necessario prendere le misure o fare uno schizzo del salotto. Un qualunque computer, ad esempio quello presente nella esposizione dei mobili, sulla base delle tag che il telefonino gli trasferirà sarà in grado di ricostruire esattamente il nostro salotto presentandocelo in una immagine tridimensionale.

Infatti ad ogni tag il telefonino avrà anche associato la posizione e la tag stessa consente di reperire da una banca dati del produttore le misure esatte del prodotto, la stoffa con cui è ricoperto il divano. . . A questo punto sarà banale inserire nel salotto virtuale anche il mobile

che interessa e provare a vedere che effetto fa, ridisponendo magari i mobili che abbiamo.

4.3 Rbdomanti del XXI secolo

Da non sottovalutare, in termini di utilità pratica, la possibilità di cercare un oggetto tramite il telefonino. Se ogni cosa che acquistiamo la "segniamo in agenda" nel nostro telefonino con la tag associata diventa possibile quando non la troviamo più andare in giro, come faceva il rbdomante, con il nostro telefonino per la casa (o per la camera d'albergo, o per il parco) fino a che questo non rileva la tag, e quindi l'oggetto scomparso. Il telefonino infatti emette un campo elettromagnetico che provoca la lettura di tutte le tag che sono presenti in un raggio di una decina di metri e nel momento in cui rileva la tag che stiamo cercando ci indica sullo schermo la direzione in cui questa si trova. Per chi tende a perdere spesso le cose, come me, credo che questo servizio sia impagabile.

4.4 Il manuale in rete

La diffusione di capacità elaborativa, di sistemi di visualizzazione, di comunicazione locale e della memoria porterà alla scomparsa dei libretti di istruzione. Già oggi questi sono ridotti all'osso per applicazioni su computer (ad esempio per i giochi) in quanto il manuale è contenuto nella applicazione stessa (sul CD che abbiamo acquistato o nel software scaricato dalla rete). In un prossimo futuro molti oggetti avranno il manuale di istruzioni al loro interno, pronto per essere consultato quando serve; altri si limiteranno a contenere una tag che letta da un telefonino permetterà di collegarsi ad un

numero gratuito da cui una voce sintetica fa le funzioni del manuale.

I manuali diventeranno molto più semplici da seguire in quanto la maggiore disponibilità di memoria consente l'utilizzo di immagini e filmati.

4.5 Walkman . . . da manuale

Parlando di manuali. . . una azienda americana, En-Vision, ha recentemente messo in commercio un dispositivo⁴⁶, grande quanto un walkman, in grado di leggere dei microscopici chip integrati nelle etichette di prodotti. Questi chip non sono equivalenti alle tag, anche se vengono letti utilizzando lo stesso meccanismo, ma sono vere e proprie memorie che contengono una spiegazione del prodotto. ScripTalk, questo il nome del prodotto, legge il chip tramite un campo elettromagnetico e usando una applicazione di sintesi della voce legge il testo. Questi chip sono per ora inseriti nelle etichette di alcune medicine ma in prospettiva potrebbero essere utilizzati per qualunque cosa. L'evoluzione della memoria in termini di diminuzione di costo è l'elemento che rende possibile la integrazione di chip all'interno delle etichette, mentre il progresso nella capacità rende possibile la realizzazione di sistemi di sintesi della voce "portabili". Non è ovviamente fantascienza pensare che in un prossimo futuro con la diffusione di questi chip il nostro medico possa registrare su questi la sua prescrizione e quindi noi risentirlo ogni volta spiegarci come dobbiamo prendere quella medicina.

⁴⁶www.envisionamerica.com/txst1.html

4.6 La macchina fotografica

Le macchine fotografiche digitali contengono una memoria che consente di memorizzare le foto. Oggi sono disponibili memorie fino ad un GB, quanto basta per memorizzare mille foto in alta definizione, e nel futuro questa capacità crescerà ulteriormente. Questa memoria può essere utilizzata non solo per contenere fotografie ma anche per contenere musica, commenti⁴⁷. Può essere utilizzata per memorizzare delle presentazioni da computer⁴⁸ o delle pagine di testo. Queste potranno essere fruite sia collegando la macchina fotografica ad uno schermo, sia sfruttando il mirino elettronico o lo schermo della macchina stessa. In questo caso essendo lo schermo molto piccolo occorrerà ingrandire il particolare che interessa, non è certamente l'ideale per leggere un libro. Tuttavia essendo la macchina fotografica un oggetto piccolo che probabilmente fa parte dell'equipaggiamento "standard" di un turista, può essere conveniente memorizzarvi cartine, appunti. . .

4.7 La nuova stilografica

Gli appunti che prendiamo su foglietti sparsi potrebbero essere facilmente memorizzati all'interno della stessa penna, come la Anoto⁴⁹ in figura 14, che potrebbe poi

⁴⁷Sono già diverse le case che offrono macchine fotografiche in grado di riprodurre file Mp3.

⁴⁸È possibile caricare presentazioni PowerPoint, convertite tramite una apposita applicazione, sulla macchina fotografica e quindi collegandola ad un video proiettore effettuare la presentazione direttamente da questa.

⁴⁹<http://www.anoto.com/>; al momento la penna non memorizza quanto scriviamo ma lo trasmette direttamente tramite connesio-

comunicarli al computer palmare o in prospettiva proiettarli su di un altro foglio quando ne avessimo bisogno tramite dei microproiettori formati da laser, come quelli mostrati nella fotografia di figura 15, in cui la striscia di laser che forma il sistema di proiezione è giustapposta alla cruna di un ago per dare l'idea delle dimensioni.

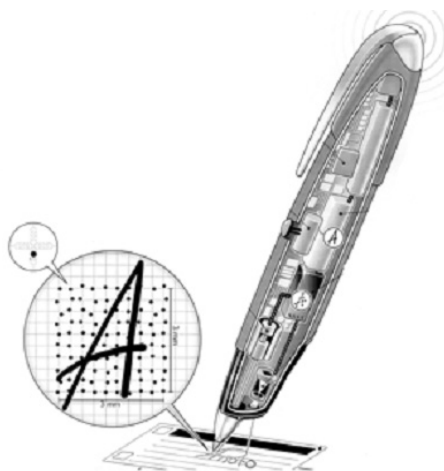


Figura 14: Anoto, una penna in grado di riconoscere la scrittura ed elaborarla direttamente

4.8 Check up continuo

Nel campo della sanità si iniziano a vedere sistemi che consentono di tenere sotto controllo diversi parametri del nostro corpo. È stato sviluppato uno spazzolino da denti in grado di analizzare la saliva, rilevare pressione

ne radio. La disponibilità di memoria consentirebbe ovviamente di memorizzare nella penna stessa le informazioni.

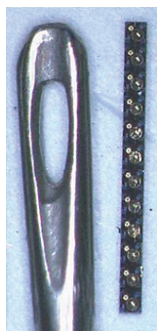


Figura 15: Dimensione di un microproiettore laser a confronto con la cruna di un ago

sanguigna e pulsazioni, fare una analisi del sangue tramite laser per determinare zuccheri e ematocrito. . . Tutti questi parametri possono essere memorizzati nello spazzolino (o nel bicchiere in cui lo appoggiamo) e consentire un confronto nel tempo.

Il dischetto nella fotografia (figura 16) messo alla cintura consente di rilevare le attività motorie svolte durante la giornata. Quando si rientra alla sera queste informazioni sono elaborate da un computer che ci informa su quante calorie sono state verosimilmente consumate e suggerisce anche una eventuale dieta o alcuni esercizi.

Al Media Lab hanno costruito delle scarpe in grado di rilevare il modo in cui una persona cammina.

Memorizzando queste informazioni nel tempo diventa possibile rilevare se si verificano degli scostamenti dal modo normale di camminare. Questo è molto importante in quanto molti problemi cerebrali si manifestano inizialmente con impercettibili variazioni del modo di camminare, talmente minuscole che la persona



Figura 16: Dispositivo che consente di rilevare le attività motorie svolte durante la giornata

non se ne accorge mentre questo sistema si . Diventa quindi possibile intervenire per tempo con analisi e medicine per evitare degli ictus. Non solo. Disporre di una "banca dati" che nel tempo ha memorizzato fedelmente il modo in cui ci si muove consente di predisporre una terapia riabilitativa specifica per ciascuna persona, nel caso, ad esempio, che ci si rompa una gamba. Quanto più il processo riabilitativo è mirato e specializzato tanto più efficace diventa e tanto più si abbreviano i tempi. La "carta della salute", una specie di carta di credito, che porteremo con noi nel futuro potrà contenere tutti questi dati, grazie allo sviluppo nelle tecnologie dei sensori e alla evoluzione della capacità di memoria.

5 Nuovi servizi

5.1 Memorizzazione digitale dei film

La crescente capacità di memoria degli hard disk ha permesso l'evoluzione dei videoregistratori. Negli USA la Replay⁵⁰ offre un videoregistratore digitale che permette di memorizzare le trasmissioni televisivi (anche più canali in contemporanea) direttamente su hard disk. Questo tipo di memorizzazione permette una ricerca più rapida del programma, consente di evitare le pubblicità, effettua la registrazione esattamente del programma desiderato (non quindi da un'ora ad un'altra come in un registratore normale). Tramite particolari applicazioni, come Dartfish⁵¹, è possibile sovrapporre immagini ricevute in momenti diversi permettendo, ad esempio, di vedere come due sciatori hanno percorso una pista di gara affiancandoli l'uno all'altro come mostrato in figura 17.

Inoltre i programmi registrati, essendo dei file, possono anche essere scambiati⁵² con altre persone tramite Internet.

Sistemi come Dartfish possono trovare un'applicazione anche nel settore del turismo o del gioco. Una ricerca

⁵⁰<http://www.replaytv.com/>

⁵¹Questa applicazione è stata utilizzata durante le Olimpiadi invernali del 2002 a Salt Lake. Il punto di partenza è la disponibilità dei filmati in formato digitale. Nei prossimi anni applicazioni come questa diventeranno comuni nei nostri registratori. www.dartfish.com

⁵²Tutto questo non piace alle aziende televisive che hanno iniziato una serie di azioni legali per bloccarne la vendita. Analoghe azioni, tuttavia, erano state prese per bloccare i videoregistratori, senza successo. Per approfondire su cosa si può fare con questi videoregistratori: www.planetreplay.com, per dare un'occhiata al sito per lo scambio di programmi registrati: <http://www.swapdv.net/>



Figura 17: Applicazione di Dartfish che mostra il confronto tra due sciatori che hanno percorso la pista in tempi diversi.

del Media Lab, ad esempio, consente di girare per le strade di una città vedendo sovrapposta all'immagine della città di oggi le immagini di come era la città molti anni prima. La stessa via avrebbe quindi due immagini, una di oggi, un'altra del passato memorizzata su qualche supporto e proiettata ad esempio su lenti di occhiali. Si potrebbero rivedere scene che sono accadute in una certa strada, magari le riprese di un film, rivivendole sovrapposte allo scenario di oggi.

5.2 Memorizzazione del mondo reale

Nel settore dei giochi si sta passando da una fase in cui le immagini "dello sfondo" sono sempre migliori grazie ad una grafica più accurata, resa possibile dalla evoluzione della potenza degli elaboratori, ad una in cui gli sfondi non sono altro che immagini reali del mondo.

La Sony, ad esempio, per il suo nuovo gioco, Getaway⁵³, ha utilizzato come sfondi 50.000 fotografie scattate per le strade di Londra in modo da fornire immagini "reali".



Figura 18: Digital Globe fornisce fotografie della Terra da satellite, con una risoluzione di circa un metro.

Foto del mondo sono ormai alla portata di chiunque grazie a servizi di alcune aziende⁵⁴ che dai satelliti fotografano la terra con una risoluzione di circa un metro, come mostrato nella figura 18. Enormi banche dati contengono centinaia di milioni di fotografie della terra e tramite Internet è possibile andare a recuperare ciò che interessa, a volte gratuitamente a volte pagando qualcosa. È anche possibile richiedere che venga scattata una foto in modo da avere una situazione aggiornata. Nel prossimo futuro per le mappe catastali i geometri useranno il satellite piuttosto che il teodolite.

⁵³<http://www.nytimes.com/2002/05/24/technology-/24GAME.html?todayshadlines>

⁵⁴ad esempio www.digitalglobe.com
<http://terraserver.homeadvisor.msn.com/>

5.3 Il telegiornale dell'anno scorso

La grande capacità di memoria rende possibile la creazione di banche dati centralizzate accessibili tramite la rete di telecomunicazione. Ad esempio la CNN insieme a Sony e IBM hanno iniziato a digitalizzare 115.000 ore di trasmissione della CNN⁵⁵ per consentire a chiunque di vedere, o rivedere, un servizio. La RAI rende disponibile da qualche anno la registrazione dei suoi giornali radio su internet.

5.4 Ritorno al passato

Negli Stati Uniti Alexa sta realizzando una "copia" del contenuto di Internet⁵⁶. L'obiettivo è di mantenere traccia dell'evoluzione delle informazioni in modo tale che si possa "tornare indietro" con l'orologio e vedere come era una certa pagina su Internet ad una certa data⁵⁷. Ad inizio 2002 erano state memorizzate informazioni per oltre 100 TB e queste stanno crescendo al ritmo di 12 TB al mese.

La memorizzazione di quanto accade perché lo si possa "rivivere" nel futuro potrebbe trovare una applicazione a livello di ogni singola persona con una tecnologia chiamata "shadowing"⁵⁸.

Un insieme di sensori, opportunamente inglobati nei nostri vestiti, nel telefonino, nell'orologio e quant'altro in

⁵⁵<http://www.nytimes.com/2001/04/23/technology/23SEAR.html>

⁵⁶<http://web.archive.org/>

⁵⁷Non solo. Una applicazione, the Wayback machine, consente di navigare in Internet come internet si presentava a quella data.

⁵⁸Per una analisi dettagliata sulle tecnologie alla base dello shadowing, oltre alla capacità di memoria, e le sue implicazioni vedere: <http://fc.telecomitalia.it/futuro/>

modo da non risultare percepibili, potranno catturare tutto quanto avviene intorno a noi, quello che diciamo, sentiamo, vediamo. Tutte queste informazioni, circa 20 GB al giorno, sono raccolte in una memoria che potrà poi essere acceduta per rivedere cosa è successo.

5.5 Memoria con le ruote

Anche oggetti come le macchine, saranno dotati di una memoria che consentirà di erogare una varietà di nuovi servizi. Un'auto, mentre è ferma al distributore per fare il pieno, può fare anche il pieno di bit, ad esempio caricandosi tramite una rete wireless locale un cartone animato che i bambini potranno guardare durante il viaggio.

Durante la notte l'auto può mettersi in memoria le trasmissioni di varie stazioni radio, preparando una sintesi secondo un palinsesto che ci aggrada, in modo che al mattino mentre andiamo in ufficio possiamo ascoltare quello che ci interessa.

5.6 Informazioni appiccicose

Le informazioni saranno sempre più numerose ma tante solo alcune saranno quelle che in un certo momento ci serviranno. La capacità di memoria ci permette però di portarcele dietro sempre. Il fatto è che alcune di queste informazioni cambiano nel tempo e quindi la copia che mi porto dietro dovrà essere costantemente aggiornata. Inoltre dovrò in qualche modo garantirmi che effettivamente queste informazioni in qualche modo mi seguano. Posso immaginare che informazioni raccolte automaticamente durante la notte dal PC di casa collegato ad Internet vengano

automaticamente travasate sulla macchina in garage in modo da averle disponibili quando andrò in ufficio. Poi, arrivato in ufficio, queste mi seguiranno andando a depositarsi sul PC sulla scrivania. Se devo prendere un aereo le informazioni dovranno essere trasferite e rese accessibili dallo schermo del mio sedile⁵⁹. . .

Un servizio da poco lanciato da una società di telefonini permette di lasciare le informazioni nel punto in cui sono state generate. L'SMS, anziché essere trasmesso ad un altro telefonino, rimane a galleggiare nell'aria pronto ad essere recapitato sul telefonino che si trova a passare per quel punto. In un certo senso l'informazione rimane appiccicata ad un posto. Chi genera il messaggio può specificare se questo debba essere ricevuto dal primo che passa, dai primi cento, da tutti per un periodo di due giorni. . . o solo da un certo insieme di telefonini. La fornitura di un servizio di questo genere richiede una disponibilità di memoria in rete con delle applicazioni che sulla base delle istruzioni ricevute rendano disponibile l'informazione.

Come si vede i servizi resi possibili dalla evoluzione della capacità di memoria unita alle telecomunicazioni sono moltissimi e costituiranno una importante fonte di introiti per le società di telecomunicazioni ed anche per i fornitori di contenuti e per chiunque sappia proporre modi accattivanti di utilizzo delle informazioni.

⁵⁹La Lufthansa sta sperimentando una rete wireless a bordo di un suo Jumbo che fa capo ad un server sull'aereo su cui vengono caricate le informazioni che i passeggeri si portano dietro in modo che questi le possano avere disponibili durante il volo.

6 Alcune riflessioni conclusive

L'evoluzione tecnologica risponde, e a volte risolve, alcuni problemi ma allo stesso tempo apre nuove possibilità e con queste, spesso, si aprono nuove domande. A conclusione di questa presentazione, sulle prospettive aperte dall'evoluzione nel settore delle memorie, mi pare opportuno toccare almeno alcuni tra i molti aspetti aperti da queste tecnologie.

6.1 Wetware

Un punto che non ho trattato, anche se fra le righe la domanda può essere stata stimolata, è quello della connessione tra questi supporti fisici di memoria e la nostra memoria. Si potrà impiantare un chip sulla nostra testa per garantirci una "espansione di memoria" così come oggi aggiungiamo memoria al PC?



Figura 19: Occhiali con telecamera integrata inviano le informazioni direttamente alle cellule cerebrali di un non vedente.

Questo settore scientifico-tecnologico si chiama

“wetware”, cioè sostanza umida perché a differenza del silicio che compone i chip la materia vivente è sostanzialmente costituita da acqua e quindi è . . . bagnata. L’interconnessione tra chip e materia vivente è oggetto di molti studi, ad esempio come mostrato in figura 19 sono stati realizzati degli occhiali con una telecamera integrata per restituire in parte la vista ai ciechi. I segnali elettrici generati dalla telecamera sono elaborati da un elaboratore (integrato negli occhiali stessi) che li invia tramite un fascio di fili direttamente alle cellule cerebrali deputate alla elaborazione delle immagini. Le terminazioni dei fili sono costituite da micro aghi che si inseriscono direttamente nelle cellule nervose.

Il collegamento di una memoria al cervello si presenta problematico non per l’aspetto delle connessioni tra chip e cellule nervose ma perché da un lato non si saprebbe dove effettuare le connessioni, in quanto non esiste nel cervello una zona di “memoria”, e dall’altro perché non esiste nel cervello un processo di lettura di memoria per cui non si potrebbe attivare un trasferimento di informazioni. Allo stato attuale delle conoscenze quindi si deve affermare che non esiste la possibilità di impiantarci in testa qualche GB in più.

Tuttavia è possibile immaginare dei sistemi che siano in grado di fornirci informazioni quando potremmo averne bisogno, in modo del tutto automatico. Ad esempio alcuni esperimenti nel campo del riconoscimento facciale potrebbero consentire di accedere ad una memoria ausiliaria che ci portiamo appresso in modo da farci apparire, sovrapposto alla immagine di una persona che stiamo incontrando il suo nome e magari alcuni punti che ci aiutano a ricordare che tipo di affari

stiamo facendo con quella persona.

Una micro telecamera impiantata sugli occhiali trasferisce l'immagine della persona ad un microcomputer che cerca nella memoria che abbiamo con noi questa faccia. Potrebbe essere una persona che abbiamo precedentemente incontrato e che lo stesso computer ha provveduto ad inserire in memoria oppure un cliente della nostra ditta che non abbiamo mai incontrato ma la cui immagine ci è stata caricata in memoria dal sistema informativo aziendale. Se la faccia è contenuta nella memoria, il computer recupera le informazioni disponibili, dal nome a quando lo abbiamo incontrato l'ultima volta, a che tipo di cliente è per la nostra azienda ai contratti precedentemente conclusi a quelli in corso. . . Queste informazioni possono essere presentate sovrapponendo alcune scritte sugli occhiali o magari possono esserci bisbigliate all'orecchio. . .

In questo modo, ovviamente, otteniamo un'espansione della nostra memoria neurale. Nuove tecnologie permetteranno sicuramente di espandere questo tipo di ausilio alla nostra memoria e, tutto sommato, non dovrebbero spaventarci più di tanto visto che non si tratta in fondo che di un piccolo miglioramento della agenda o del diario che molti oggi già tengono. Il chip impiantato sul cervello per espandere la memoria, invece, no.

6.2 Ricordare e dimenticare

Ma non è solo un problema di un'incompatibilità strutturale tra il modo in cui noi ricordiamo le cose e quello in cui un chip organizza le informazioni. Credo che vi sia un qualcosa di più profondo che in qualche

modo mette in luce anche il limite della memorizzazione sui chip. Quello che manca al chip, almeno per ora, è la capacità di dimenticare. Per strano che possa sembrare molti studiosi sono concordi nell'affermare che la capacità di dimenticare è altrettanto importante di quella di ricordare. È lo sfumarsi dei ricordi che ci permette la concettualizzazione, è la loro scomparsa che in qualche modo ci permette di ordinare le informazioni a seconda della loro importanza (e valore soggettivo). Nel nostro cervello abbiamo sia strutture che ci permettono di ricordare sia strutture che cancellano i ricordi. Disfunzioni in queste aree causano problemi altrettanto seri. Gli stessi, peraltro, che ha la memorizzazione di informazioni sui chip. Quando queste superano un certo numero non riusciamo più a raccapezzarci.

Una delle sfide aperte nelle tecnologie di memorizzazione è quella di ordinamento delle informazioni per permetterne poi un reperimento. Oggi l'ordinamento usuale è quello alfabetico (o numerico), in alcuni casi sofisticato attribuendo dei pesi alla informazione⁶⁰. Come si fa a ripescare una canzone fischiandone il motivo? Provate con un amico e vedrete che la cosa è semplice, provate con un PC (o con Internet) e vedrete quanto è difficile (impossibile). Come si fa a chiedere "chi era quella persona che aveva la "r" francese?" – idem.

⁶⁰Un esempio è costituito dai siti web a struttura dinamica in cui la presentazione delle informazioni cambia al variare dell'interesse mostrato dai navigatori rispetto a quelle informazioni, ad esempio www.everything2.com

6.3 Sicurezza dei dati

Un'altra area di forte interesse collegata alla evoluzione delle memorie riguarda la sicurezza dei dati. Come si fa a garantirla? Il problema è tutt'altro che semplice e quanto più si vengono a creare grandi banche di informazioni tanto più aumentano le motivazioni per un hacker per cercare di entrare nella memoria. Inoltre la diffusione di copie di memoria rende ancora più difficile garantire la sicurezza complessiva. Basta un "buco di sicurezza" in una di queste copie e tutto crolla.

Un'impresa può proteggere attentamente i propri dati ma poi quando accetta di trasferirli ad un suo dipendente apre un potenziale ingresso ad hackers⁶¹. Le telecomunicazioni potrebbero essere di aiuto in quanto se si impedisce di effettuare copie dei dati in periferia, obbligando gli utilizzatori ad accedere sempre e solo alla zona in cui i dati sono protetti, il rischio diminuisce. In questo modo, ad esempio, non vengono mai rivelati i dati di un cliente ai propri dipendenti ma solo una elaborazione di quei dati che risulta necessaria per una certa attività. È certamente molto più robusta la linea di telecomunicazioni rispetto ad una intrusione che non una banca dati residente su una memoria periferica.

6.4 Durabilità del supporto

Un ulteriore aspetto, di notevole rilevanza in prospettiva, è quello della curabilità dei supporti informativi. Si usa spesso dire che oggi abbiamo ancora

⁶¹Si deve comunque ricordare che le statistiche oggi indicano che il maggiore pericolo di furto di dati non deriva da attacchi esterni ma interni, è l'impiegato stesso che approfitta dei suoi diritti di accesso per impadronirsi impropriamente delle informazioni.

la possibilità di leggere le scritte degli egizi sui papiri di cinquemila anni fa mentre non riusciamo più a leggere la lettera che avevamo memorizzato dieci anni fa utilizzando un floppy disk che oggi non possiamo più a leggere essendo scomparso l'hardware con cui leggerlo. Il paragone fa effetto ma non è completamente corretto. Quasi tutti i papiri che esistevano allora sono scomparsi e non solo dopo 5000 anni. La maggior parte delle informazioni basate su carta, pergamena. . . sono scomparse in breve tempo e per una varietà di motivi. La biblioteca di Alessandria è andata distrutta perché uno sceicco di cattivo umore aveva deciso che non era utile, o forse dannosa.

Questo non toglie che il problema sia reale e che al momento non abbia sostanzialmente una risposta. Il supporto indistruttibile (e il relativo lettore indistruttibile) non esiste. Ad oggi le proposte sono tutte sul versante della messa a punto di processi che garantiscano la conservazione nel tempo, sostanzialmente come facevano i monaci benedettini 1000 anni fa: cioè riscrivendo man mano le informazioni su nuovi supporti via via che quelli esistenti iniziano ad invecchiare.

Il problema oggi è reso ulteriormente complicato dal fatto che la codifica delle informazioni richiede delle applicazioni specifiche (una volta queste applicazioni erano gli occhi e le capacità del cervello, entrambe rimaste stabili nei secoli) e la loro esistenza è condizionata ad una convenienza economica che varia nel tempo.

Non credo tuttavia ci sia da preoccuparsi eccessivamente: in fondo ad ogni problema corrisponde una opportunità di business e la distribuzione delle

informazioni, il loro valore, e la loro intrinseca fragilità è la migliore garanzia per il futuro del settore delle telecomunicazioni.