

CAPITOLO II

GLI ULTIMI 50 ANNI DELLA STORIA DELL'INFORMATICA

1. GLI ANNI CINQUANTA

Nel 1950 una piccola società di Filadelfia, fondata dagli inventori dell'ENIAC, J. Presper Eckert e John Mauchly, era sulla buona strada verso il completamento di un nuovo computer, più veloce, l'UNIVAC (Universal Automatic Computer).

La maggiore innovazione hardware della nuova macchina era costituita dall'utilizzo del nastro magnetico per l'input/output dei dati, e di una stampante per visualizzarne il contenuto, il tutto in sostituzione delle schede perforate, mentre dal punto di vista architetturale l'UNIVAC a differenza dell'ENIAC, poteva essere programmato per svolgere qualsiasi compito.

La nuova azienda, EMCC (Eckert-Mauchly Computer Corporation), dovette purtroppo affrontare grosse difficoltà; sicuramente i suoi fondatori non erano degli uomini d'affari: Eckert era la mente tecnologica e Mauchly risultava essere lo scienziato, che non si limitava a ricercare mezzi più veloci per il calcolo matematico, ma iniziò a concepire il computer, non come una potente calcolatrice, ma come una macchina in grado di risolvere una varietà di problemi, anche legati al business.

A causa di grossi problemi finanziari l'EMCC fu venduta a Remington Rand, produttrice di macchine tabulatrici e macchine da scrivere.

L'UNIVAC venne utilizzato, per prima dall'Ufficio del Censimento degli Stati Uniti, dall'Esercito che lo utilizzò per calcoli balistici e dall'Aeronautica militare, che lo dedicò alla gestione dei suoi magazzini. Ben presto ebbe impiego anche in campo aziendale, soprattutto per la gestione delle paghe e in campo assicurativo-finanziario (la I azienda ad utilizzarlo fu la General Electric nel 1953). Si vendettero 46 macchine, al prezzo di circa un milione di dollari, fino al 1957, anno in cui l'UNIVAC I venne tolto dalla produzione, (il reddito medio annuo di un cittadino degli Stati Uniti era di poco più 3700 dollari!). Parallelamente si andava sviluppando, da parte del MIT, un nuovo computer il Whirlwind, che portò ad innovazioni tecnologiche fondamentali, quali la RAM, la memoria ad accesso casuale, utilizzando la tecnologia dei nuclei magnetici, nuclei di ferrite inseriti in un reticolo di fili di rame ognuno dei quali conservava un bit ed accessibili in qualsiasi ordine.

Negli stessi anni anche l'IBM, già nota nel campo delle macchine tabulatrici, prese piede nel nuovo settore dei computer.

In verità tale conversione si deve al figlio del fondatore e presidente Watson, Thomas J. Watson Jr., che, durante la seconda Guerra Mondiale aveva lavorato in un laboratorio delle forze armate americane, dove aveva potuto sperimentare le potenzialità delle applicazioni dell'elettronica.

I successi della EMCC e lo scoppio della guerra di Corea contribuirono ad un mutamento nell'indirizzo di IBM verso la nuova tecnologia.

Nacque così una nuova macchina come *Defense calculator*, il calcolatore per la difesa, allo scopo di contribuire allo sforzo bellico; commercialmente noto come Modello 701.

Per effettuare lo sviluppo di tale macchina, IBM mise in piedi una struttura la divisione Applied Science, che, non appena presentato il primo modello, si mise al lavoro su quello successivo.

Venne, inoltre realizzato lo *speedcoding*, una specie di emulatore che permetteva di programmare il 701 (che era una macchina a virgola fissa, con indirizzamento singolo e senza registri a indice), come se fosse una macchina a virgola mobile, a indirizzamento libero con registri a indice.

Lo speedcoding permetteva di scrivere codice senza dover sottostare all'architettura fisica della macchina e costituiva una delle prime applicazioni delle caratteristiche teoriche fondamentali dei computer definite da Alan Turing, secondo cui ogni macchina può emulare il funzionamento di qualsiasi altra macchina.

Lavorare con un computer continuava ad essere un compito lungo e noioso: il problema era la programmazione. Essa avveniva nel linguaggio della macchina, comandi a livello bassissimo che agivano direttamente sull'hardware del sistema. La soluzione del problema era teoricamente ben nota e prevista nella definizione di *Macchina di Turing*, la base concettuale dei computer: realizzare un programma che si occupasse della traduzione di comandi e istruzioni di tipo astratto nel linguaggio della macchina.

Il primo programma di questo tipo fu il compilatore A-O, realizzato da Grace Hopper. Esso era molto lento e difficile da usare e copriva tutti gli utilizzi. IBM sviluppò un programma mirato al mondo tecnico-scientifico, in grado di automatizzare e semplificare la scrittura di codice. Il programma doveva essere un traduttore di formule matematiche, un "formulas translator", da cui *fortran*, che tutt'oggi risulta un linguaggio utilizzato in molte applicazioni militari e scientifiche.

1.1. Verso l'innovazione tecnologica

I Lincoln Laboratories del MIT produssero nel 1956 un computer oggi praticamente dimenticato, ma che avrebbe avuto un influsso decisivo sullo sviluppo dell'informatica: il TX-0. Fu il primo computer programmabile di uso generale realizzato completamente con tecnologia allo stato solido, ossia con transistor, e che faceva uso di memoria a nuclei magnetici di grandi dimensioni (per quel periodo), fu inoltre, il primo computer pienamente interattivo messo a disposizione di un gran numero di utilizzatori.

Alcune delle principali innovazioni tecnologiche, dalla computer grafica alla programmazione simbolica, dal riconoscimento vocale all'editing e alla registrazione digitale si devono a ricercatori che lavoravano sul TX-0. Un'intera generazione di studenti interessata all'informatica e alle sue applicazioni vi compì il proprio addestramento.

L'architetto di sistema Wes Clark, inventò proprio per il TX-0 la penna ottica per disegnare direttamente sullo schermo. Pur essendo molto elementare da un punto di vista tecnico, la macchina era sofisticata per le capacità d'interazione: disponeva della penna ottica e di un monitor, che consentivano l'inserimento dei dati in tempo reale e la visualizzazione immediata dei risultati.

Una delle prime dimostrazioni delle capacità interattive fu un programma, Mouse Maze, che mostrava, in un labirinto un topo, che ogni volta che prendeva la direzione giusta beveva un Martini, diventando sempre più ubriaco.

La vera esplosione di creatività si ebbe nel 1958, con l'installazione del TX-0 al Research Laboratory of Electronics, al MIT e con il conseguente uso da parte degli studenti. Fu proprio in quello stesso anno che un gruppo eterogeneo di scienziati e tecnici, gli "Otto della Fairchild", diede un notevole apporto all'informatica, la produzione di circuiti integrati di silicio.

Erano già stati realizzati i primi transistor e Hoerni stava mettendo a punto il processo di fabbricazione planare, che alla fine consentì la produzione dei circuiti integrati. Alla Texas Instruments Jack Kilby produsse il primo circuito integrato usando, però, germanio, più costoso e delicato. Gli otto furono incoraggiati a realizzare circuiti monolitici migliori di quelli della Texas, fino alla costruzione del primo circuito basato sul silicio; tale lavoro li colloca tra le personalità più importanti della storia della tecnologia.

2. GLI ANNI SESSANTA

All'inizio degli Anni Sessanta i computer non erano più fantascienza, essendo oramai installati in qualche migliaio di esemplari in tutto il mondo. Il modo di funzionare risultava molto diverso da quello che oggi reputiamo normale. Una volta lanciato un programma su un computer, la macchina non poteva far altro che portarlo a conclusione e non si poteva occupare di nient'altro fino a quel momento. Si assistette, dunque ad una vera e propria rivoluzione che modificò radicalmente l'approccio all'informatica.

L'idea partì dal Professor John McCarthy, docente del MIT, ma venne in seguito sviluppata dal Professor Fernando Corbato; si trattava di un nuovo concetto descritto come *timesharing*, letteralmente "condivisione di tempo". Funzionando in timesharing un computer è in grado di eseguire diversi programmi assegnando a ciascuno di essi una porzione di tempo di elaborazione. Nell'unità di tempo la macchina esegue sempre un programma alla volta, ma il passaggio da un programma all'altro è fatto in modo tale da dare l'impressione che l'esecuzione sia contemporanea, inoltre, tale funzionamento aumenta l'interattività tra macchina e utilizzatore, che può, per esempio, creare del codice su una tastiera, mandarlo in esecuzione e vederne i risultati nell'immediato, anche se la macchina sta eseguendo altri programmi.

Nel 1961, il Professor Corbato con il suo gruppo di assistenti, produsse il Compatible TimeSharing System (CTSS), il primo sistema funzionante che adottava i nuovi criteri. L'impresa non fu per nulla semplice, considerando che non esisteva l'hardware adatto a mettere in pratica il timesharing; si ovviò, comunque al problema utilizzando un computer a transistor di IBM e i meccanismi della macchina da scrivere elettrica Selectric di IBM.

La prima dimostrazione del CTSS era incompleta, ma fu presto migliorata tanto che la versione definitiva del sistema venne messa in produzione per fornire servizi di timesharing al MIT, a diversi College del New England e all'Istituto Oceanografico di Wood Hole.

L'eredità più importante del CTSS e del timesharing consiste nell'aver fatto entrare il "fattore utente finale" nell'universo della progettazione degli elaboratori e del software commerciali.

Quando si incominciò a pensare a famiglie di elaboratori capaci di dialogare tra loro, si impose, il problema di standardizzare il codice per la rappresentazione dei caratteri. Allora si contavano nell'informatica 60 modi diversi di rappresentare i caratteri; la sola IBM ne aveva in uso 9.

Robert Bemer propose nel 1961 uno standard, che fu più volte rivisto dai rappresentanti dei produttori di computer allora in attività, in quanto ciascuno cercava di inserire i caratteri di controllo usati nelle proprie macchine. Nel 1963, si giunse comunque ad un compromesso quasi del tutto formale, bisognerà infatti aspettare alcuni anni, prima che lo standard *ASCII* (American Standard Code for Information Interchange) potesse realmente prendere piede.

2.2. L'Avvento dei Compatibili

Nel 1964 Thomas Watson Junior, presidente di IBM annunciò la linea S/360, la prima famiglia di computer compatibili tra di loro. Oltre a consentire prestazioni di tutto rispetto, fu la prima linea di computer a far proprio il concetto di compatibilità, una vittoria strategica per gli utilizzatori di computer, e segnò il debutto commerciale di due innovazioni epocali: il sistema operativo e la multiprogrammazione.

L'S/360 utilizzava una numerazione in base 16, la cosiddetta numerazione esadecimale, che risultava molto più complessa rispetto alle precedenti macchine che lavoravano in base 10. Il nuovo sistema di numerazione richiese individui con processi mentali inclini alla matematica, in grado di pensare in termini astratti.

Anche la scelta di IBM a favore della multiprogrammazione rispetto al timesharing cambiò la natura del lavoro di realizzazione del software. I programmatori non stavano più alla console a scrivere codice in diretta interazione con l'hardware, ma dovevano consegnare le proprie schede

perforate a un operatore e ritirare più tardi i risultati. Se questi ultimi non erano positivi al primo tentativo, occorreva rimettere in coda il proprio programma, aspettare di nuovo. Iniziò così la separazione netta tra utente del computer e custodi dello stesso. Il fatto di non riscrivere tutti i programmi a ogni cambio di macchina significava un enorme risparmio in termini di tempo e denaro.

Nello stesso periodo in Inghilterra, Donald Davies sovrintendente della divisione informatica del National Physics Laboratory, si rese conto dell'inadeguatezza della tecnologia di trasmissione dati dell'epoca. Già qualche anno prima, l'ARPA, l'agenzia di ricerca avanzata del Pentagono stava cercando di sviluppare una rete di comunicazione in grado di sopravvivere ad un attacco nucleare. Erano gli anni della Guerra Fredda ed un attacco sovietico, avrebbe paralizzato l'intera rete telefonica degli USA e le comunicazioni militari. Si trovò il modo di rendere più resistente la rete con il concetto di *packet switching*.

Il concetto di base prevede che il flusso dei dati venga suddiviso in piccole unità, dette pacchetti, trasmesse individualmente utilizzando il percorso più rapido sulla rete.

Ogni pacchetto contiene informazioni sulla propria origine e destinazione, oltre che quelle relative al proprio posto nel flusso dei dati. Una volta arrivati a destinazione, i pacchetti vengono composti per ricostruire il messaggio originale. Il maggiore risultato fu quello di realizzare una rete digitale che collegava le università e i centri di ricerca affiliati dell'ARPA: la cosiddetta *ARPAnet*, l'antenata dell'attuale Internet.

ARPAnet, società specializzata in tecnologie e applicazioni molto innovative, tradizionalmente fornitrice del Pentagono, entrò in attività nel 1969 grazie a Bolt, Beranek e Newman, e a una schiera di programmatori e studenti universitari. Inizialmente la rete aveva solo quattro nodi, tutti nell'ovest degli Stati Uniti: la University of California a Los Angeles (UCLA), la University of California a Santa Barbara, la University of Utah a Salt Lake City e lo Stanford Research Institute a Stanford nella futura Silicon Valley.

Uno dei primi problemi che ARPAnet dovette affrontare fu quello di trovare un set di comandi di sistema standard uguale per tutti i partecipanti e si pensò di usare quelli di Unix, un sistema operativo timesharing che aveva da poco preso piede.

3. GLI ANNI SETTANTA

L'avventura del personal computer come lo conosciamo oggi, ebbe inizio con la concentrazione in un ambiente stimolante di persone di varia estrazione. Xerox aveva deciso nel 1970 di creare a Palo Alto un centro di ricerca il PARC, guidato da Bob Taylor, che aveva idee molto avanzate riguardo ai computer. Egli li vedeva infatti come strumenti di comunicazione tra le persone e non come strumenti di calcolo, per questo tutti avrebbero dovuto possederne uno.

Il suo team di sviluppo iniziò così a progettare un pc interattivo dotato di un grande display, di un'interfaccia utente grafica, di un mouse, di un disco locale e di una tastiera. Il risultato fu l'*Alto*, una macchina dotata di 128 KB di memoria, con un costo di 4000 dollari. Era una quantità enorme per il tempo per una macchina di quelle dimensioni e molti vedevano la cosa come uno spreco anche perché sarebbe stato antieconomico produrla in serie. In realtà, disponendo di una memoria molto grande i creatori di Alto riuscirono a risolvere molti problemi semplicemente consumando RAM. Essi volevano dimostrare cosa sarebbe stato possibile fare una volta che i prezzi fossero scesi a livelli abbordabili. Il progetto andò avanti e produsse *Ethernet*. I ricercatori che stavano sviluppando Alto avevano creato anche una stampante laser da una pagina al minuto.

L'idea era che tutti i dipendenti del PARC disponessero di un computer, e che questi venissero collegati alla laser; per fare ciò era tuttavia necessaria una nuova rete, che fosse molto veloce e in

grado di collegare centinaia di computer. Il compito fu affidato a Bob Metcalfe, che nel 1972 completò un prototipo di rete a 3Mbit al secondo. Metcalfe utilizzò un metodo che consentiva ai computer di operare senza sapere cosa stessero facendo gli altri.

Le macchine trasmettevano solo quando trovavano il canale dati libero; se per caso due computer trasmettevano contemporaneamente e si registrava una collisione, le due macchine ritrasmettevano ciascuna dopo un intervallo casuale. Il metodo venne chiamato CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection.

Nel 1973 il PARC produsse anche la prima scheda Ethernet, che venne costruita in centinaia di esemplari, ma solo per uso interno. Bisognerà aspettare ancora un po' per vedere realizzato il primo pc prodotto in serie.

Nel 1974 in una città del sud-ovest degli Stati Uniti, una piccolissima società elettronica MITS, guidata da Ed Roberts, un ex-ufficiale dell'Aeronautica Militare americana, si imbarcò nella realizzazione di un piccolo computer destinato all'utilizzo individuale.

Lavorando con due ingegneri Bill Yates e Jim Bybee, Roberts realizzò il prototipo del suo computer, chiamato Altair.

La macchina era costruita attorno a un bus, progettato e realizzato artigianalmente, in cui era inserita una scheda madre con un nuovissimo microprocessore Intel 8080 e una scheda di memoria da 256 byte. Unica unità di I/O era un pannello frontale pieno di interruttori e lucette lampeggianti. La cosa più sconvolgente era il prezzo: 397 dollari per la scatola di montaggio e le istruzioni con cui assemblare il tutto.

Altair ebbe notevole successo e giunsero tanti di quegli ordini che la società non riuscì a soddisfare. In verità, le scatole di montaggio che avevano affollato il mercato lasciarono rapidamente spazio a dei pc, già assemblati e quindi immediatamente utilizzabili.

Sicuramente va ricordato il VAX, il primo superminicomputer a 32 bit, sviluppato dalla madre dei mini, Digital Equipment. Si trattava di un sistema con grandi capacità d'indirizzamento della memoria, veloce quanto la maggior parte dei mainframe ma di utilizzo molto più semplice e di costo molto più basso.

I dipartimenti delle grandi università acquistarono direttamente i VAX, creandosi dei propri centri di calcolo e rendendosi autonomi da quelli centrali e dai loro mainframe; le piccole università poterono dotarsi di proprie capacità elaborative, sganciandosi dai centri servizi di timesharing.

Buona parte di questo successo fu dovuto a ciò che Digital costruì attorno al VAX: compatibilità a livello di eseguibili dalla macchina più piccola a quella più potente, unico sistema operativo, connessione di rete integrata tramite Ethernet e i protocolli DECnet.

Apparvero rapidamente sul mercato i primi pacchetti software commerciali che avevano un'utilità reale e soprattutto che consentivano di fare cose altrimenti impossibili. Fecero i primi passi VisiCalc, il primo spreadsheet per pc, della VisiCorp, e due programmi di elaborazione testi, Wordstar della MicroPro International, e WordPerfect.

La caratteristica più importante di Visicalc era che effettuava automaticamente il ricalcolo quando si cambiava il valore di una cella. Il software costava solo 100 dollari ed era uno strumento di simulazione numerica applicabile a qualunque settore, motivo per cui ebbe notevole successo sia in campo finanziario che in campo gestionale.

Negli stessi anni, ebbe fortuna La Texas Instruments con la realizzazione di Speak and Spell, un giocattolo educativo che aveva la caratteristica di parlare con una voce umana. Il sistema era estremamente semplice: una volta acceso, una voce sintetizzata chiedeva di digitare su una piccola tastiera alfabetica le lettere che componevano una delle 200 parole memorizzate e che la macchina pronunciava, in base a quanto inserito, il giocattolo rispondeva "Esatto" oppure "Prova ancora". Il segreto stava in un chip, un DSP (Digital Signal Processor), specializzato nell'eseguire algoritmi matematici in tempo reale. I DSP erano stati inventati per elaborare in tempo reale segnali provenienti da apparecchiature di uso militare, come i radar e i sonar, e da laboratorio.

Dopo quel primo esempio i DSP entrarono in una miriade di altre applicazioni di massa e oggi sono il chip logico più diffuso.

4. GLI ANNI OTTANTA

Il progresso delle tecniche di fabbricazione dei componenti elettronici aveva consentito di aumentare la complessità delle unità centrali dei computer, integrando a livello circuitale un sempre maggior numero di funzioni. In particolare si andava via via allargando il numero di istruzioni base dei linguaggi macchina, il VAX, per esempio aveva più di 400 istruzioni, di lunghezza in bit molto diversa, alcune delle quali così complesse da richiedere dieci cicli base per essere eseguite. D'altra parte la ricerca nel campo dei computer per utilizzi scientifici aveva sviluppato strutture hardware in grado di sfruttare particolari architetture delle unità di esecuzione per operare a velocità molto superiori a quelle consentite da un hardware comparabile a parità di tecnologia circuitale.

Affinchè queste strutture hardware potessero funzionare a pieno regime, però, il codice doveva essere ordinato per poter essere eseguito nella maniera più lineare possibile.

Nel 1980 l'IBM avviò un progetto di esplorazione tecnologica che portò alla realizzazione di un chipset per minicomputer, e poco dopo alla creazione di un nuovo PC. Iniziò, da qui, la nuova fase del software applicativo con l'apparizione dei primi prodotti di seconda generazione 1-2-3 di Lotus, che risultava molto più semplice e più ricco di funzionalità, come la possibilità di creare grafici e di gestire database.

Mentre Lotus stava diventando regina del software per pc, Microsoft stava creando uno spreadsheet, Multiplan, senza alcun successo. Nel 1983 venne presentato un word processor, Word, che segnò una rivoluzione nel modo di promuovere il software. Due anni più tardi Bjarne Stroustrup concepì e realizzò uno dei più diffusi strumenti di programmazione object-oriented il C++.

Sin dall'inizio Stroustrup aveva l'intenzione di dare alla sua creatura la maggior diffusione possibile, per questo fece in modo che il compilatore del suo linguaggio non creasse codice macchina, ma codice C standard. Chiunque aveva un compilatore C poteva usare il nuovo linguaggio; alla fine degli anni 80 gli utilizzatori erano intorno al mezzo milione e tuttora è lo strumento di programmazione object-oriented dominante per tutti i tipi di applicazioni.

4.1. Verso il successo dei portatili

Già nel 1981 Osborne aveva realizzato il primo trasportabile, ma l'arrivo del PC IBM segnò la sua fine. Successivamente tre manager di Texas Instruments decisero di costruire un trasportabile che fosse compatibile con il PC IBM. Nacque così l'azienda Compaq (da compatibilità e quality), che solo nel 1983 riuscì a vendere oltre 53000 esemplari di trasportabili, nonostante l'elevato costo (3000 dollari) e il notevole peso (15 Kg).

Con il passare del tempo l'evoluzione tecnologica consentì una proliferazione di nuovi modelli dal peso sempre più contenuto; nonostante ciò i primi portatili del 1989 dovettero accettare moltissimi compromessi dal punto di vista tecnico; erano dotati di 1 MB di RAM, la presenza di un disco rigido comportava un notevole aumento di peso (e comunque non si andava oltre i 40 MB); ma il vero tallone d'Achille era rappresentato dai monitor: i modelli più leggeri avevano schermi LCD in standard CGA (320 x 200 pixel), mentre la fascia alta arrivava a VGA, il tutto rigorosamente in bianco e nero.

Pur con queste limitazioni la domanda non mancava. Contando tutti i tipi di macchine portatili, il mercato di questo segmento cresceva già allora con un ritmo da tre a quattro volte superiore a quello dei desktop. Gli utilizzatori tipici erano all'inizio privati e liberi professionisti, dopo pochi mesi anche le aziende iniziarono a comprare portatili per i loro lavoratori mobili.

5. GLI ANNI NOVANTA

Quest'ultimo decennio ha visto la realizzazione di un'invenzione il World Wide Web, che è stata la fusione di idee già esistenti da tempo.

Fu proprio un fisico ricercatore del CERN di Ginevra, Tim Berners Lee, che usando una stazione di lavoro, sviluppò il linguaggio HTML, il protocollo HTTP, il relativo software e infine un browser. Egli non si era affatto preoccupato di capire quale sarebbe stata la risposta del mercato, ma voleva semplicemente creare uno strumento in grado di favorire la comunicazione attraverso la condivisione di conoscenze e la collaborazione tra persone.

Nel 1991 il CERN costituì il primo server World Wide Web, su cui il traffico cominciò subito a crescere ad un tasso annuo del 1000 per cento!

A metà del 1992 i server Web erano circa un milione, destinati ad aumentare esponenzialmente in breve tempo. Si iniziò a pensare di poter utilizzare l'infrastruttura Internet per diffondere audio e video. L'informazione sulla rete transita suddivisa in pacchetti che viaggiano indipendentemente verso una stessa direzione; questo vale per tutti i tipi di dati, compresi audio e video. La trasmissione diventa problematica quando il flusso audio va da una sorgente a molti ascoltatori e non da un utente ad un altro utente. Utilizzando i protocolli Internet classici, in questo caso l'IP, è necessario stabilire un flusso separato per ogni ascoltatore che si collega a un server multimediale (multicast IP); ciò comporta che un pacchetto IP possa avere diverse destinazioni e venga duplicato e smistato solo all'ultimo momento.

Il problema, tutt'altro che semplice fu aggirato da un gruppo di ricercatori del PARC di Xerox, sviluppando Mbone (multicast backbone), una rete virtuale che si appoggiava sull'infrastruttura IP e consentiva una specie di multicast creando dei tunnel logici sulla rete, attraverso cui passavano i flussi audio e video. Questo segnò l'inizio di un forte interesse anche commerciale nella trasmissione di audio e video via Internet.

Nel 1994 il World Wide Web generò quasi contemporaneamente le quattro aziende che hanno definito l'evoluzione per tutto il decennio: Amazon.com, Progressive Networks, Yahoo e Netscape Communications.

Il concepire, dunque, una libreria on line, un negozio virtuale, un database di siti ha portato il web da una rete per accademici alle prime pagine dei giornali. Anche se molte altre aziende si sono affacciate sulla scena in seguito e in alcuni settori hanno superato i pionieri, alle quattro aziende creatrici va riconosciuto il merito di aver segnato l'esplosione di Internet.