

Storia dell'Informatica - Seconda Parte

Appunti

Luca Barra

Anno accademico 2023/2024



CAPITOLO 1	PREMESSA	PAGINA 1
1.1	Licenza	1
1.2	Formato utilizzato	1
CAPITOLO 2	DALLA SEMIOTICA A VON NEUMANN	PAGINA 4
2.1	La preistoria dell'informatica Semiotica — 5 • Kenneth Iverson e Raimondo Lullo — 5	4
2.2	Leibniz L'origine del bit — 6 • La caratteristica universale — 7 • La mereologia del Frammento XX — 8	6
2.3	Ulteriori sviluppi Peano e i numeri naturali — 9 • Hilbert e lo Entscheidungsproblem — 9	9
2.4	La logica matematica Sistemi formali — 10 • Confronto tra logica e informatica — 11 • Kleene e le funzioni ricorsive — 11	10
2.5	Curry e la logica combinatoria Paradosso di Russell e combinatori — 12	11
2.6	L'analisi dei processi di calcolo di Turing Non tutte le funzioni sono calcolabili da una macchina di Turing — 13	12
2.7	Von Neumann: il Computer come Organismo Artificiale Automi cellulari — 15 • La Vita Artificiale secondo Conway (Game of Life) — 17	15
CAPITOLO 3	INFORMAZIONE E CIBERNETICA	PAGINA 18
3.1	Shannon Il modello di comunicazione — 19	18
3.2	Nascita della cibernetica Cibernetica e neurofisiologia — 19 • Von Neumann e la termodinamica del calcolo — 20	19
3.3	La cibernetica Il feedback e il flusso di messaggi — 22 • Osservatori — 23 • Comunicazione sincrona e asincrona — 23	22
CAPITOLO 4	BUSH ED ENGELBART, MEMEX E DEMO	PAGINA 26
4.1	Introduzione	26
4.2	Il Memex Problemi di organizzazione dell'informazione — 27 • Indicizzazione — 28 • Browser vs Search — 29 • Associazione — 30 • Le funzionalità del Memex — 31	27
4.3	Il progetto di Doug Engelbart: Demo L'idea di "Augmentation" — 32 • Classi di Strumenti di Aumentazione — 34 • Il Memex come strumento per la strutturazione simbolica — 34 • Panoramica della DEMO — 35	32

CAPITOLO 5	LICKLIDER E OTLET	PAGINA 37
5.1	Licklider e le biblioteche del futuro Man-Computer Symbiosis — 38 • Le critiche al libro — 38	37
5.2	Otlet e la documentazione universale Il futuro del libro — 40 • Il Traité de documentation — 41	40
CAPITOLO 6	NELSON E KAY	PAGINA 42
6.1	Verso gli ipertesti: Ted Nelson Xanadu e Parallel Textface — 42 • Ipertesti — 43 • Implementazione degli ipertesti — 46	42
6.2	Il Computer come Medium: Alan Kay Gli inizi — 48 • Il Dynabook — 48 • Smalltalk — 50	47
6.3	Per concludere: una storia alternativa Whole Earth Catalog e Computer Lib/Dream Machines — 51	51
CAPITOLO 7	LETTURE	PAGINA 53
7.1	Come potremmo pensare	53
7.2	Douglas Carl Engelbart: Developing the Underlying Concepts for Contemporary Computing	54
7.3	Man-computer symbiosis	56
7.4	Alan Kay's Universal Media Machine	56
CAPITOLO 8	DOMANDE	PAGINA 58
8.1	Lullo, Leibniz e la storia del calcolo	58
8.2	Turing e la fisica del calcolo	59
8.3	Funzioni calcolabili e combinatori	61
8.4	"As we may think" Sezione 1 — 64 • Sezione 6 — 64 • Sezione 7 — 64	64
8.5	Engelbart e Nelson Engelbart — 66 • Nelson — 69	66
8.6	Otlet, Licklider e Kay Otlet — 72 • Licklider — 73 • Alan Kay — 75	72

1

Premessa

1.1 Licenza

Questi appunti sono rilasciati sotto licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale (per maggiori informazioni consultare il link: <https://creativecommons.org/version4/>). Sono basati sulle slides del corso "Storia dell'Informatica" del prof. Felice Cardone.



1.2 Formato utilizzato

In questi appunti vengono utilizzati molti *box*. Questa è una semplice rassegna che ne spiega l'utilizzo:

Box di "Corollario":

Corollario 1.2.1 Nome del corollario

Testo del corollario. Per corollario si intende una definizione minore, legata a un'altra definizione.

Box di "Definizione":

Definizione 1.2.1: Nome delle definizioni

Testo della definizione.

Box di "Domanda":

Domanda 1.1

Testo della domanda. Le domande sono spesso utilizzate per far riflettere sulle definizioni o sui concetti.

Box di "Esempio":

Esempio 1.2.1 (Nome dell'esempio)

Testo dell'esempio. Gli esempi sono tratti dalle slides del corso.

Box di "Note":

Note:-

Testo della nota. Le note sono spesso utilizzate per chiarire concetti o per dare informazioni aggiuntive.

Box di "Meta-nota":

Meta-nota 1.2.1

Testo della meta-nota. Le meta-note utilizzate com note più personali per fornire riflessioni e motivazioni al perchè si sta facendo ciò che si sta facendo. Vengono usate per simulare lo stile espositivo del prof. Cardone che spazia in poco tempo su molti argomenti. Possono essere scollegate direttamente dal contesto in cui si trovano e ai fini degli appunti possono essere tranquillamente ignorate.

Box di "Teorema":

Teorema 1.2.1 Nome del teorema

Testo del teorema.

2

Dalla semiotica a von Neumann

Il corso si divide in una serie di sezioni:

- ⇒ Macchine mai esistite (Knowledge Navigator, Dynabook, Memex): poiché la storia dell'informatica è una storia di idee, di pionieri e di visionari;
- ⇒ Il modo di organizzare i testi in rapporto all'inondazione informativa: workstation di Otlet (non realizzata), the mother of all demos (Doug Engelbart, 1968), gli ipertesti di Ted Nelson, libraries of the future;
- ⇒ La cibernetica: originata da Norbert Wiener, ci si concentra sugli aspetti matematici della neurofisiologia che portarono al modello formale di neurone (McCulloch e Pitts, 1943) utilizzato da von Neumann per la definizione della sua architettura di calcolatore;
- ⇒ Gli hippies e la controcultura: si parla di come la controcultura abbia influenzato la nascita dell'informatica;
- ⇒ La semiotica: si parte in ordine cronologico dalla preistoria, passando per Lullo fino a Leibniz, per arrivare ai sistemi formali.

2.1 La preistoria dell'informatica

Domanda 2.1

Perché studiare così indietro nel tempo?

Risposta: perché si vuole caratterizzare il concetto di calcolo e si vogliono comprendere le abilità cognitive su cui tale concetto si basa.

Circa 110.000 anni fa si ha, in Cina, il primo esempio di astrazione con degli *osso intagliati*. Essa è la produzione consapevole di una traccia relativamente stabile. Successivamente, intorno al 8000 a. C., sono stati usati dei *gettoni* in argilla. Presumibilmente questa è la nascita simultanea della scrittura e del calcolo. I gettoni vennero affiancati dalle *tavolette d'argilla*, modellate usando dei calchi (come un rudimentale libro contabile).

I gettoni:

- ⇒ Favoriscono la raccolta di dati;
- ⇒ Sono immediati da comprendere;

⇒ Permettono le operazioni aritmetiche come manipolazioni concrete.

Un ulteriore fenomeno è quello delle *bolle* che contengono dei gettoni. Venivano usate come registrazione di un contratto quando un proprietario di bestiame dava in affitto la sua mandria per la transumanza.

Oltre agli strumenti d'argilla vennero usati dei *bastoncini di legno* che venivano divisi in due metà: una ricevuta e un titolo di credito. Il titolo di credito si chiamava *stock* (da qui il termine "stock market") e la ricevuta si chiamava stub.

2.1.1 Semiotica

Nei meccanismi illustrati nella sezione precedente i segni hanno un ruolo importante.

Definizione 2.1.1: Semiotica

La *semiotica* è la scienza che studia i linguaggi e i segni che li costituiscono.

Corollario 2.1.1 Il linguaggio

In ogni linguaggio sono presenti tre componenti:

- ⇒ Chi produce i segni (studiati dalla pragmatica);
- ⇒ I segni prodotti (studiati dalla sintassi);
- ⇒ Il significato dei segni (studiati dalla semantica).

La semiotica è direttamente collegata all'informatica (computer semiotics):

- ⇒ Un computer è spesso utilizzato per generare, trasformare e visualizzare segni (il PC come medium);
- ⇒ Un computer viene programmato utilizzando un linguaggio.

2.1.2 Kenneth Iverson e Raimondo Lullo

Kenneth Iverson fu un importate semiotico e fu il fondatore del linguaggio esoterico APL, che nacque come linguaggio logico. APL influenzò molti linguaggi funzionali, come Haskell, e il paradigma di parallelismo.



Un altro personaggio importante fu Raimondo Lullo, un filosofo, teologo e missionario catalano. Egli fu il primo a proporre un sistema di combinazione di segni per ottenere nuove conoscenze. Il suo sistema era basato su un insieme di simboli che rappresentavano le nozioni e le relazioni tra di esse. Questo sistema era chiamato *Ars Magna*. Oltre a ciò si occupò di *logica combinatoria* nella sua opera *Ars Combinatoria*.

2.2 Leibniz

Nasce a Lipsia il 21 Giugno 1646, si laurea in Giurisprudenza nel 1666. I suoi primi scritti sono finalizzati al conseguimento di titoli accademici. Importante in questo periodo è la *Dissertatio de Arte Combinatoria* del 1666. Negli anni immediatamente successivi alla laurea diventa consigliere dell'Elettore di Magonza ed assume diversi incarichi politici.

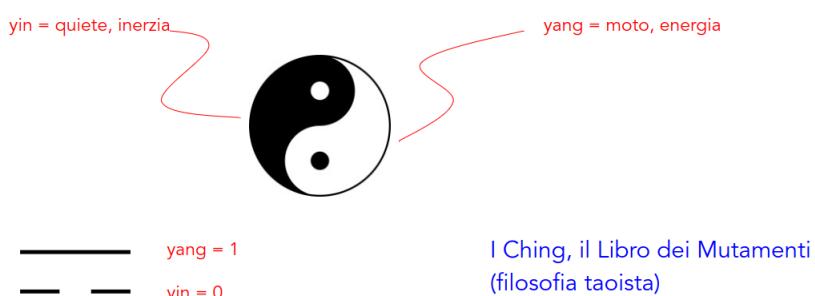


Nel 1672 viene inviato a Parigi in missione diplomatica, per distogliere Luigi XIV dalla progettata invasione dell'Olanda ed invogliarlo invece alla conquista dell'Egitto. Fallita la missione, ottiene il permesso di fermarsi a Parigi (e Londra), dove rimane per 4 anni (marzo 1672-ottobre 1676) avendo la possibilità di conoscere la matematica e la fisica più avanzate. Nel 1676 scopre il calcolo infinitesimale (che verrà pubblicato solo ne 1684), già introdotto da Newton indipendentemente 10 anni prima. Nel 1705 inizierà tra i due una polemica che finirà solo con la morte di Leibniz. Nello stesso anno torna ad Hannover come bibliotecario presso il Duca di Hannover.

Tra il 1685 e il 1694: migliora la scatola di Pascal (*pascalina*) per l'addizione e la sottrazione per realizzare anche la moltiplicazione e la divisione (e l'estrazione di radice). La macchina, che opera mediante pulegge e ruote dentate, è conservata nella biblioteca di Hannover.

2.2.1 L'origine del bit

Leibniz fece un parallelismo tra i simboli dello yin e dello yang e i numeri binari. Le linee piene potevano essere associate al 1, mentre le linee vuote al 0. Così facendo si ottiene un sistema di numerazione binario.



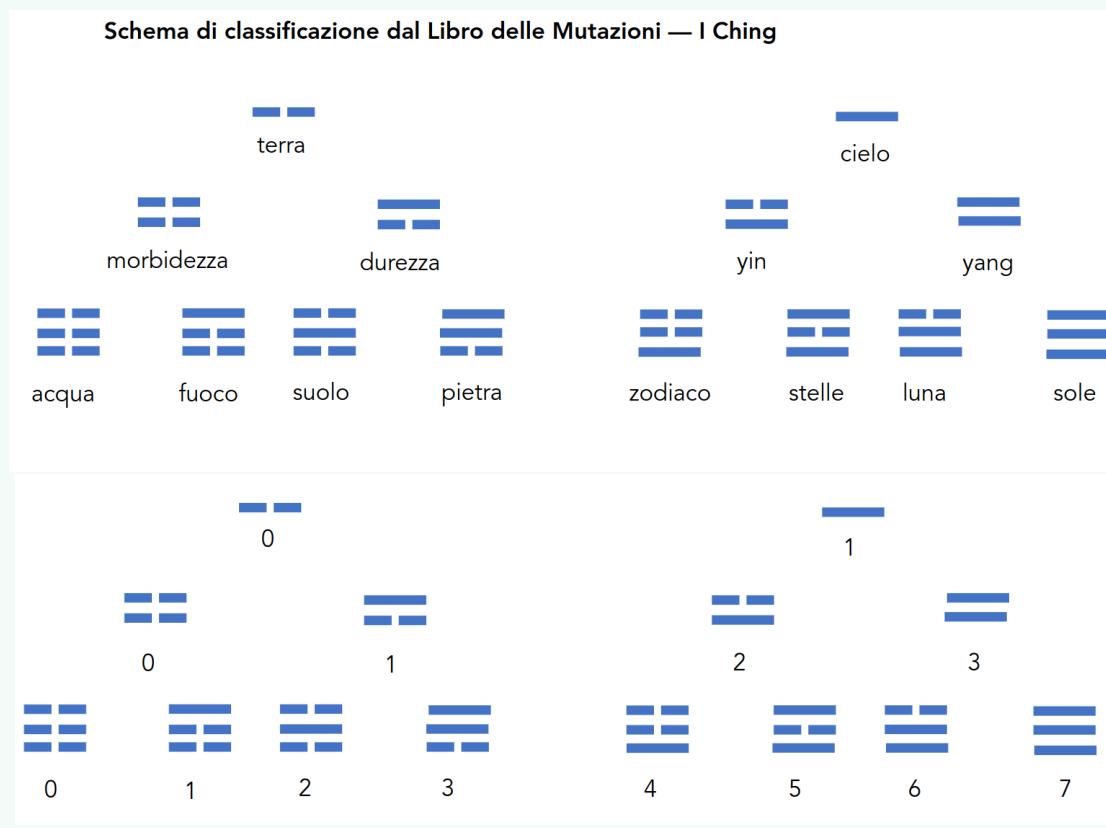
$2^3 = 8$ trigrammi

pericolo, moto fluido

$2^6 = 64$ esagrammi

seguente,
successione

Esempio 2.2.1 (L'interpretazione di Leibniz)



2.2.2 La caratteristica universale

La *caratteristica universale*, concepita come lingua o scrittura universale, si fonda sui seguenti principi:

- ⇒ Le idee sono analizzabili fino a idee semplici (atomiche);
- ⇒ Le idee possono essere rappresentate da simboli;
- ⇒ Le relazioni tra idee possono essere rappresentate da simboli;
- ⇒ Le idee si combinano mediante regole.

Definizione 2.2.1: Caratteristica universale

La *caratteristica universale*^a è un sistema di segni che rappresentano nozioni e cose, ma non parole. Le connessioni tra i segni rappresentano le relazioni tra le nozioni e le cose. Il nome di una nozione serve a:

- ⇒ Relazionarla con altre nozioni;
- ⇒ Relazionarla con lo schema dell'universo;
- ⇒ Indicare le esperienze necessarie per la conoscenza.

^aIspirata da Lullo e dal "Lullismo", da Atanasio Kircher e da uno scrittore anonimo del 1963.

Note:-

L'apprendimento della lingua universale coincide con l'*enciclopedia*.

Il calculus ratiocinator

Definizione 2.2.2: Calculus ratiocinator

Il *calculus ratiocinator* è un insieme di tecniche per manipolare i segni della caratteristica universale. Può essere considerato come un *sistema formale*. Il frammento XX offre un'idea di questo calcolo: in esso vengono trattati molti assiomi e teoremi come il principio degli indiscernibili, la simmetria, la transitività, etc.

2.2.3 La mereologia del Frammento XX

Definizione 2.2.3: Mereologia

La *mereologia* è la "dottrina delle parti".

Definizione 2.2.4: Princípio di identità degli indiscernibili

Sono identici i termini che possono essere sostituiti a vicenda senza alterare la verità degli enunciati in cui compaiono. Si scrive $A = B$ quando A e B sono identici.

$\Rightarrow B + N = L$ significa che B e N compongono L, cioè che B è parte di L;

$\Rightarrow A \leq B$ significa che A è parte di B.

Teorema 2.2.1 Simmetria

Se $A = B$ allora $B = A$.

Teorema 2.2.2 Transitività

Se $A = B$ e $B = C$ allora $A = C$.

Teorema 2.2.3

Se $A + B = B$ allora $A \leq B$.

Teorema 2.2.4

Se $A = B$ allora $A + L = B + L$.

2.3 Ulteriori sviluppi

2.3.1 Peano e i numeri naturali

Peano nacque a Cuneo il 27 agosto 1858. Si laureò in matematica nel 1880 e divenne professore di analisi matematica a Torino nel 1890. Nel 1889 pubblicò i suoi famosi *Principi di aritmetica*, in cui formulò un sistema assiomatico per i numeri naturali.



Definizione 2.3.1: Principi di aritmetica

I *Principi di aritmetica* sono un insieme di assiomi che definiscono i numeri naturali.

2.3.2 Hilbert e lo Entscheidungsproblem

Hilbert fu un matematico tedesco nato a Königsberg il 23 gennaio 1862. Egli fu uno dei più grandi matematici del XX secolo e fu uno dei fondatori della logica matematica. Nel 1928, insieme ad Ackermann, pubblicò il libro *Grundzüge der theoretischen Logik* in cui si venne enunciato il *problema della decisione* (o *Entscheidungsproblem*).

Definizione 2.3.2: Entscheidungsproblem

L'*Entscheidungsproblem* è un problema che consiste nel trovare una procedura che consente di decidere la validità di una data espressione logica con un numero finito di operazioni.

2.4 La logica matematica

Note:-

Sono trattati più in dettaglio nel corso "Metodi formali dell'Informatica" e, in misura minore, nel corso di "Linguaggi e paradigmi di programmazione".

2.4.1 Sistemi formali

Definizione 2.4.1: Sistema formale

In un *sistema formale* si definiscono:

- ⇒ *Oggetti*, che sono tutti i termini costruibili a partire da atomi mediante operazioni;
- ⇒ *Proposizioni*, della forma $P(a_1, \dots, a_n)$ dove P è un *predicato* e a_k sono termini;
- ⇒ *Regole di inferenza*, che permettono di dedurre nuove proposizioni. La conclusione di una regola di inferenza senza premesse è un'*assioma*.

$$\frac{A_1 \quad \dots \quad A_v}{A}$$

Domanda 2.2

Come si usano le regole di inferenza?

Risposta: Per costruire derivazioni:

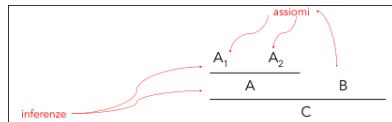


Figure 2.1: Derivazione.

Esempio 2.4.1 (Numeri naturali)

- ⇒ *Oggetti*: un atomo 0, un'operazione S, con un solo argomento;
- ⇒ *Proposizioni*: un predicato Num con un solo argomento;
- ⇒ *Regole di inferenza*: $\frac{\text{Num}\{0\}}{\text{Num}\{S(n)\}}$ e $\frac{\text{Num}\{n\}}{\text{Num}\{S(n)\}}$.

Esempio 2.4.2 (Grammatiche formali)

Frase → SN SV SN → Articolo SN Aggettivo SN professore libro Articolo → il un Aggettivo → grande SV → Verbo SN Verbo → ha preso	Frase → SN SV → Articolo SN SV → il SN SV → il professore SV → il professore Verbo SN → il professore ha preso SN → il professore ha preso Articolo SN → il professore ha preso un SN → il professore ha preso Aggettivo SN → il professore ha preso un Aggettivo SN → il professore ha preso un grande SN → il professore ha preso un grande libro
--	--

2.4.2 Confronto tra logica e informatica

Logica:

- ⇒ Si studiano modelli di processi deduttivi;
- ⇒ Si studiano modelli di ragionamento;
- ⇒ Operatori modali.

Informatica:

- ⇒ Si studiano modelli di processi trasformazionali;
- ⇒ Si studiano modelli di calcolo (sequenziali, paralleli, distribuiti).

2.4.3 Kleene e le funzioni ricorsive

Nel 1981 Stephen Cole Kleene, matematico e logico statunitense, pubblicò l'articolo "*Origins of recursive function theory*" in cui descrisse l'attività di ricerca svolta da alcuni matematici e logici negli anni '30. In particolare, Kleene descrisse una serie di lezioni di Gödel tenute nel 1934 a Princeton sullo sviluppo di definizioni ricorsive primitive di funzioni numeriche. Lo *sistema di ricorsione primitiva* permette di definire una funzione di numeri naturali $f(x, n)$ a partire da funzioni predefinite $b(x)$ e $h(x, n, m)$ mediante lo schema:

$$f(x, 0) = b(x)$$

$$f(x, n + 1) = h(x, n, f(x, n))$$

Inoltre si ha la composizione:

$$f(x) = h(g_1(x), \dots, g_k(x))$$

Gödel usava la nozione di *sistema matematico formale* basata sulla nozione informale di *regola costruttiva* la cui applicazione si basava su una *procedura finita* del tipo necessario per calcolare funzioni definite mediante ricorsioni generali.

Nasce il problema della caratterizzazione delle ricorsioni ammissibili. Kleene aggiunse un *operatore di ricerca* non limitato che dato un predicato $P(x, y)$ restituisce il valore minimo che soddisfa il predicato. Nel 1938, Kleene ammise la possibilità di definire funzioni parziali.

2.5 Curry e la logica combinatoria

Nel 1927, Haskell Brooks Curry, matematico e logico statunitense, riscopri la nozione di *combinatore* (introdotta da Moses Schönfinkel nel 1920).

Definizione 2.5.1: Combinatore

Un *combinatore* è una funzione senza variabili libere.

Note:-

I sistemi di combinatori attuali usano K e S come combinatori, perché sono sufficienti a generare tutti gli altri combinatori.

Esempio 2.5.1 (Combinatori)

- ⇒ $K(x, y) = x;$
- ⇒ $S(x, y, z) = x(z)(y(z)).;$
- ⇒ $B(x, y, z) = x(y(z));$
- ⇒ $C(x, y, z) = x(z)(y);$
- ⇒ $W(x, y) = x(y)(y).$
- ⇒ $I(x) = x.$

Inoltre riprende anche la possibilità di trattare funzioni a più argomenti come funzioni a un solo argomento che verrà chiamata *curryfication*.

$$f(x, y) = f'(x)(y)$$

Nello stesso tempo, Alonzo Church, sviluppa il *lambda calcolo*¹.

Definizione 2.5.2: Lambda calcolo

Il *lambda calcolo* è un sistema formale per la definizione di funzioni intese come regole di corrispondenza. $\lambda x.M$ descrive la regola che assegna a un argomento x il valore M .

2.5.1 Paradosso di Russell e combinatori

$$WS(BWB) = Y = \lambda x.(\lambda z.x(zz))(\lambda z.x(zz))$$

Note:-

Si tratta del combinatore di punto fisso. Permette di definire funzioni ricorsive.

Definizione 2.5.3: Paradosso di Russell

$$(\lambda x.(\lambda z.x(zz))(\lambda z.x(zz)))\neg = (\lambda z.\neg(zz))(\lambda z.\neg(zz))$$

In cui $\{z|\neg(z \in z)\} \in \{z|\neg(z \in z)\}$. Ciò vuol dire che qualcosa appartiene a se stesso, ma non può appartenere a se stesso.

2.6 L'analisi dei processi di calcolo di Turing

Nel paragrafo 9 del suo articolo del 1936, Turing introduce il comportamento di un *computer*. Lo esemplifica con un foglio di carta che viene astratto come un "nastro infinito" suddiviso in caselle (quadratini):

- ⇒ Il numero di simboli che si possono stampare è finito, perché se ci fossero infiniti simboli ci si potrebbe confondere²;
- ⇒ Il comportamento è determinato dallo stato mentale e dal simbolo osservato, c'è un limite alla percezione delle caselle per lo stesso motivo di prima;

¹Visto approfonditamente nei corsi "Metodi formali dell'informatica" e "Linguaggi e paradigmi di programmazione", per cui in questi appunti non andrò in dettaglio dato che esula gli obiettivi del corso.

²Un po' come il fatto che molti caratteri Unicode non possono essere usati nei nomi dei siti web in quanto troppo "simili".

- ⇒ Le operazioni sono elementari, cioè non possono essere ulteriormente scomposte. Esse consistono in cambiamenti di stato mentale e del simbolo osservato³.

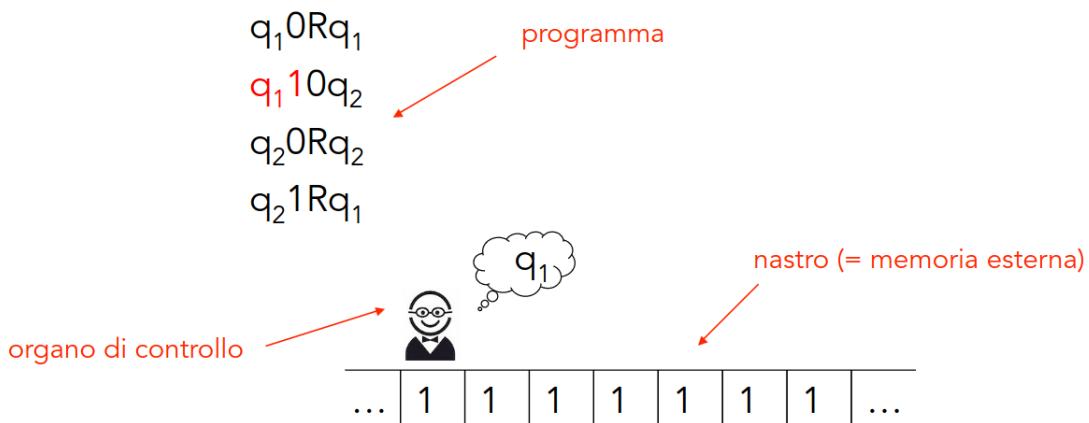


Figure 2.2: Macchine di Turing come Computer.

Definizione 2.6.1: Macchina universale

Una *macchina universale* (U) è una macchina di Turing che può simulare il comportamento di qualsiasi altra macchina di Turing (M) dato il suo programma (I_M) per ogni dato x :

$$U(I_M, x) = M(x)$$

È possibile che U sia più complessa di M . In informatica, il programma di U è chiamato *interprete*.

Note:-

Questo risultato suggerirà a von Neumann la possibilità di automi che generano automi di pari o maggiore complessità.

2.6.1 Non tutte le funzioni sono calcolabili da una macchina di Turing

Per dimostrare che non tutte le funzioni sono calcolabili da una macchina di Turing si può utilizzare la *diagonalizzazione di Cantor*⁴:

- ⇒ Si immagina di poter numerare le funzioni da \mathbb{N} in \mathbb{N} ;
- ⇒ Si considera una funzione da \mathbb{N} in $\{0, 1\}^{\mathbb{N}}$;
- ⇒ Questo elenco può essere visto come una tabella;
- ⇒ Si vuole dimostrare che esiste una sequenza che non è in questa tabella;
- ⇒ Si prende la diagonale, che interseca tutte le righe in un punto;
- ⇒ Si cambiano tutti i valori della diagonale (0 diventa 1 e viceversa);
- ⇒ La diagonale trasformata può essere una riga dell'originale?
- ⇒ No, perché differisce da ogni riga in almeno un punto.

³Un solo simbolo viene alterato.

⁴Visto nel corso "Matematica discreta".

0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	...
1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	...
2	1	0	1	0	0	0	0	1	1	...
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	...
4	1	0	1	0	0	0	1	0	1	...
5	1	0	0	0	0	1	0	1	1	...
6	1	1	1	1	1	1	0	1	1	...
7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	...
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	...
...

Figure 2.3: Diagonalizzazione di Cantor.

0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	...
1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	...
2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	...
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	...
4	1	0	1	0	1	0	1	0	1	...
5	1	0	0	0	0	0	0	1	1	...
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...
7	1	0	0	0	0	0	0	1	1	...
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
...

Figure 2.4: Diagonalizzazione di Cantor, inversione della diagonale.

Corollario 2.6.1 Problemi indecidibili

Non esiste una macchina di Turing M che, operando su un nastro che contiene:

- ⇒ La descrizione di una qualsiasi macchina di Turing T ;
- ⇒ Un input x .

termina sempre i suoi calcoli scrivendo sul nastro il valore $M(T, x)$ dove:

- ⇒ $M(T, x) = 1$ se $T(x)$ termina;
- ⇒ $M(T, x) = 0$ se $T(x)$ non termina.

Note:-

Il problema della fermata è indecidibile.

2.7 Von Neumann: il Computer come Organismo Artificiale

Von Neumann, matematico e fisico ungherese⁵, fu influenzato dalle idee di McCulloch e Pitts⁶, che avevano definito un modello di neurone le cui reti potevano essere caratterizzate come *automi finiti*⁷.

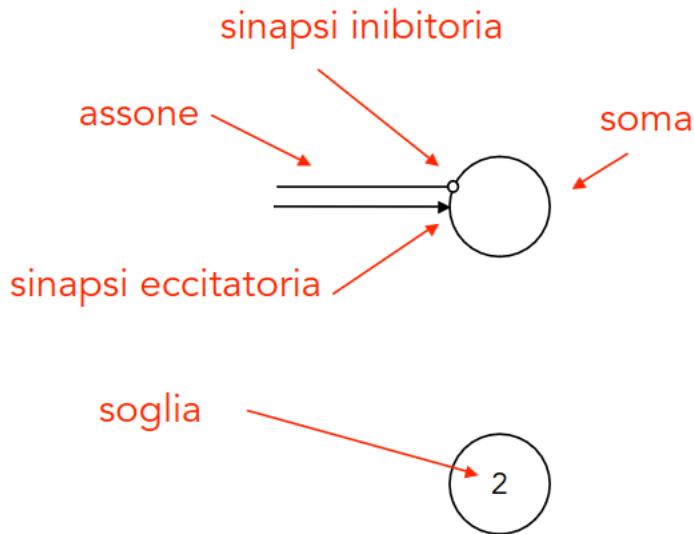


Figure 2.5: Il neurone di McCulloch e Pitts.

Nel 1945, von Neumann pubblicò il "First Draft of a Report on the EDVAC" in cui descriveva gli elementi di un calcolatore in termini "biologici" utilizzando il modello di McCulloch e Pitts:

- ⇒ *CPU*: neuroni di associazione;
- ⇒ *Input*: neuroni sensoriali;
- ⇒ *Output*: neuroni motori.

L'obiettivo di von Neumann era quello di *unificare*, tramite una teoria generale degli automi, il lavoro di Turing sulle macchine teoriche, il lavoro di McCulloch e Pitts sui neuroni e il lavoro di Shannon sulla teoria dell'informazione⁸.

Note:-

Questo tentativo verrà criticato dai neurofisiologi perché tentava di descrivere computer e cervello assiomatizzando il comportamento di *scatole nere*.

2.7.1 Automi cellulari

Negli anni '40, a Los Alamos, von Neumann e Ulam ebbero l'idea di automi che operino su una griglia di celle infinita (bidirezionale). Ogni cella ha un proprio stato e lo stato di una cella in un'istante T dipende dallo stato delle celle adiacenti in un istante $T - 1$. Il modello di von Neumann e Ulam aveva 29 stati.

⁵Già visto nella prima parte del corso.

⁶A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity.

⁷Notato da Kleene nel 1951

⁸Si vedrà nel prossimo capitolo.

Meta-nota 2.7.1

Da notare che la nozione di *celle adiacenti* è relativa: per von Neumann erano solo 4 (nord, sud, est, ovest), mentre per Moore erano 8 (aggiungeva anche le diagonali). Oltre a questo esistono altri modelli con celle esagonali e con forme diverse.

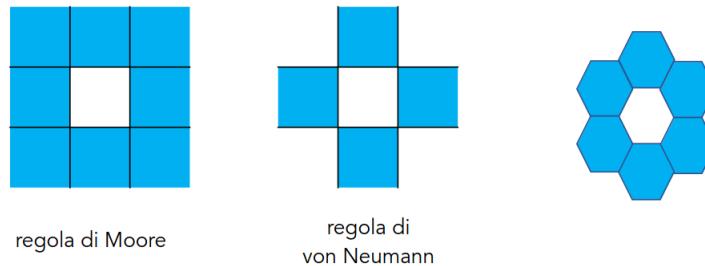


Figure 2.6: Ci sono differenti versioni.

Per von Neumann c'erano due modi di descrivere gli automi cellulari:

- ⇒ *McCulloch-Pitts (modo sintetico)*: strutture costruite a partire da elementi più semplici. Bisogna solo definire gli elementi e le loro connessioni (può essere complesso);
- ⇒ *Turing (modo integrale)*: si descrive, tramite assiomi, l'intero automa senza descrivere gli elementi da cui è composto, ma solo il loro comportamento.

L'eredità di von Neumann

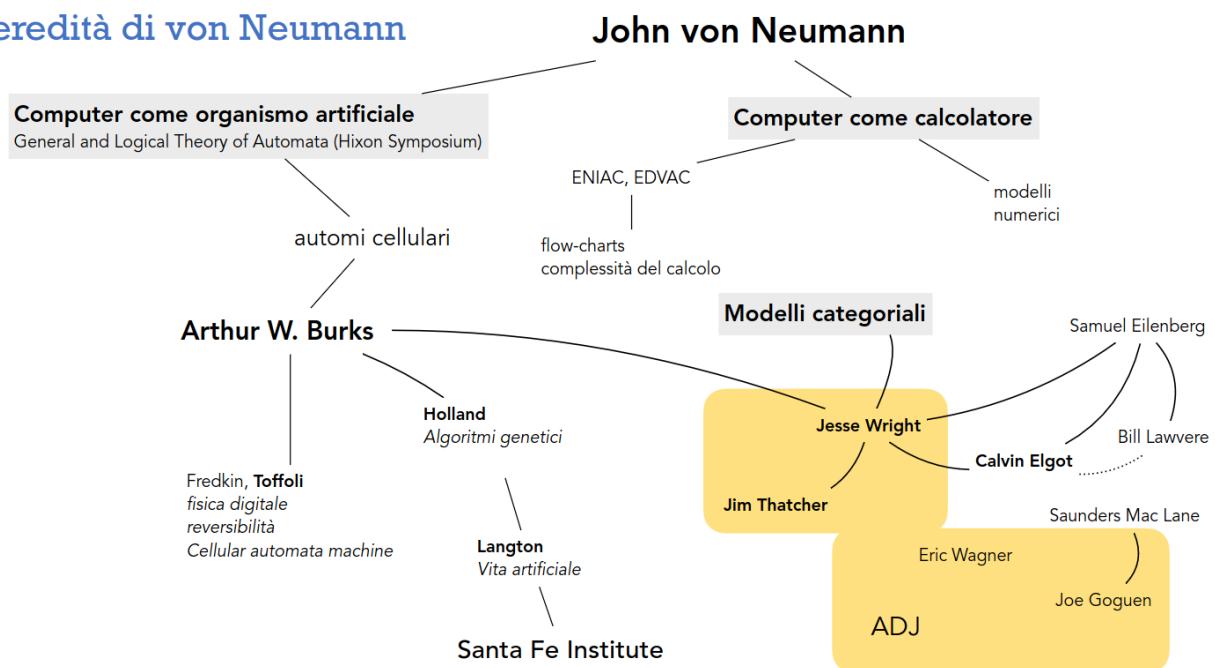


Figure 2.7: Sommario.

2.7.2 La Vita Artificiale secondo Conway (Game of Life)

Definizione 2.7.1: Game of Life

Il *Game of Life* è un automa cellulare ideato da John Conway nel 1970. Si basa su una griglia bidimensionale di celle quadrate, ognuna delle quali può essere in uno di due stati: vivo o morto. Le celle comunicano con le otto celle adiacenti. È un gioco a zero giocatori, cioè il suo sviluppo è determinato solo dallo stato iniziale.

Corollario 2.7.1 Regole

Le regole sono le seguenti:

- ⇒ Una cella morta con esattamente tre celle vive adiacenti diventa viva;
- ⇒ Una cella viva con due o tre celle vive adiacenti rimane viva;
- ⇒ In tutti gli altri casi la cella muore.

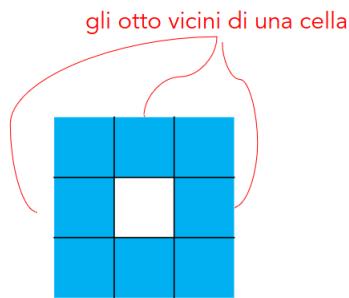


Figure 2.8: Game of Life.

Note:-

Una configurazione famosa è il *glider* (aliante), che si muove nella griglia.

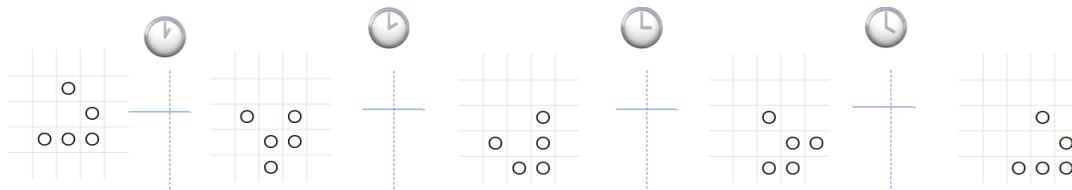


Figure 2.9: Glider.

3

Informazione e cibernetica

3.1 Shannon

Claude Shannon fu un matematico che ha lavorato per la Bell Labs. Nel 1948 scrisse un articolo, *A Mathematical Theory of Communication*, in cui ha definito la teoria dell'informazione¹: "il problema fondamentale della comunicazione è quello di riprodurre ad un punto, esattamente o con qualche approssimazione, un messaggio scelto in un altro punto".

Shannon definisce un contesto tecnico di termini:

- ⇒ **Emittente - Ricevente**: il mittente è colui che invia il messaggio, il ricevente è colui che lo riceve.
- ⇒ **Messaggio**: è l'informazione che si vuole trasmettere.
- ⇒ **Rumore**: è tutto ciò che può interferire con la trasmissione del messaggio.
- ⇒ **Informazione**: è la quantità di incertezza che si riduce nel ricevente dopo aver ricevuto il messaggio.

• **Note:-**

L'informazione in sé è considerata in base al numero di possibili messaggi che possono essere inviati.

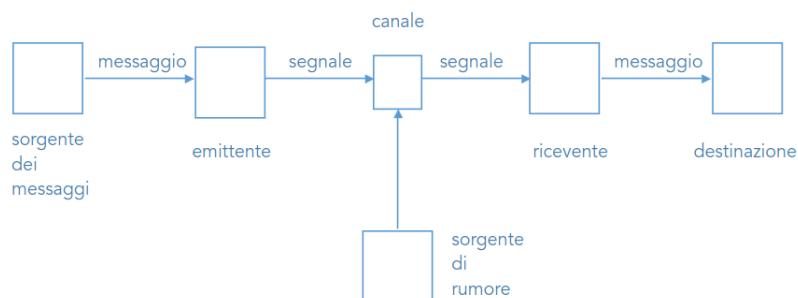


Figure 3.1: Schema di Shannon

¹Nella laurea magistrale è presente il corso "Teoria dell'Informazione" che approfondisce questi argomenti.

Meta-nota 3.1.1

L'informatica non è solamente uno scheletro che può essere riempito con qualsiasi cosa. Alla sua base vi sono idee e atteggiamenti fondanti che possono essere applicati in molti campi. Un esempio è la cibernetica che ha avuto una breve durata (circa 20 anni), ma ha avuto un impatto molto forte in molte aree della scienza e della tecnologia.

Esiste un'epistemologia dell'informatica, che ne studia le basi e le fondamenta.

Se si vuole approfondire l'argomento, nella prima parte del corso "Metodologie e Tecnologie Didattiche dell'Informatica" (MTDI o PREFIT) si ha una panoramica "motivazionale" sulle basi dell'informatica e sul suo essere una scienza.

3.1.1 Il modello di comunicazione

Il modello di comunicazione di Shannon purtroppo non mette in evidenza il fattore temporale e il ritardo. Quando si comunica in un contesto asincrono bisogna utilizzare un sistema di feedback per capire se il messaggio è stato ricevuto correttamente². Il modello di comunicazione di Shannon ha avuto varie interpretazioni, una delle quali è quella di Chapman.

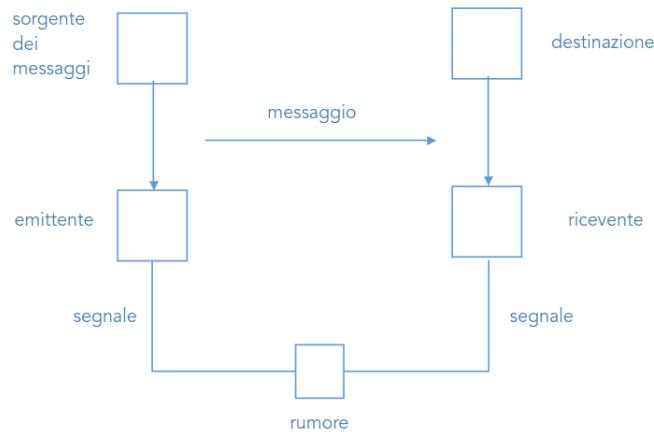


Figure 3.2: Modello di comunicazione di Shannon, reinterpretato da Chapman.

In questa interpretazione vengono identificati i livelli a cui i segnali possono esistere:

- ⇒ Nello strato basso è presente il rumore;
- ⇒ Al livello superiore è presente il messaggio.

3.2 Nascita della cibernetica

3.2.1 Cibernetica e neurofisiologia

La cibernetica viene codificata da Norbert Wiener nel 1948, e si occupa di studiare i sistemi di controllo e di comunicazione nei sistemi biologici e nelle macchine. Von Neumann aveva come obiettivo l'unificazione del lavoro di McCulloch e Pitts con il lavoro di Shannon e di Turing. Per Wiener, la nozione unificante era il feedback, mentre per von Neumann era la nozione di automa come elaboratore di informazione.

²Per esempio il sistema di ACK (Acknowledgement) di TCP visto nel corso "Reti I" / "Reti di calcolatori".

Lavori di von Neumann sugli automi:

- ⇒ *The general and logical theory of automata*, Hixon Symposium, 1948;
- ⇒ *Theory and organization of complicated automata*, serie di 5 lezioni all'università dello Illinois, 1949;
- ⇒ *Probabilistic logics and the synthesis of reliable organisms from unreliable components*, appunti delle lezioni alla Caltech, 1952;
- ⇒ *The Theory of Automata: Construction, Reproduction, Homogeneity*, 1952-1953;
- ⇒ *The computer and the brain*, Yale University Press, 1956 pubblicato postumo.

Per ricapitolare le relazioni tra i vari "attori":

- ⇒ *Shannon - Turing*: si incontrano nel 1943 ai Bell Labs, e discutono di comunicazione³;
- ⇒ *Wiener - Von Neumann - McCulloch - Pitts*: partecipano alle conferenze di Macy la cui nozione centrale è il messaggio (con le accezioni di Shannon);
- ⇒ *Wiener - McCulloch - Pitts*: membri del RLE;
- ⇒ *Von Neumann - Turing*: si incontrano nel 1937 a Princeton. Nel 1939 von Neumann offre a Turing un posto di lavoro come assistente a Princeton, ma Turing rifiuta;
- ⇒ *Shannon - Wiener*: sviluppano una teoria matematica della comunicazione basata sulla concezione dell'informazione/entropia di un insieme di messaggi.

Meta-nota 3.2.1

Pare che Shannon adorasse il monociclo e che spesso tenesse dei party in cui si esibiva in numeri di equilibristismo.



Figure 3.3: Shannon sul monociclo

3.2.2 Von Neumann e la termodinamica del calcolo

Von Neumann cercò di valutare il costo energetico minimo per un atto elementare di generazione di informazioni. Da ciò deriva, nel 1949, la formula:

$$kT \log_e N$$

- ⇒ k : costante di Boltzmann;
- ⇒ T : temperatura;
- ⇒ N : numero di alternative o possibili stati.

³Da ricordare Enigma e la crittografia.

Questo calcolo attirò le attenzioni di *Landauer*, un fisico teorico, che non riuscì a dimostrarlo, ma osservò che le operazioni logicamente irreversibili (come l'operazione di cancellazione di un bit) generano entropia pari alla quantità di informazione cancellata. *Bennet*, un suo studente, nel 1973, dimostrò che ogni calcolo può essere reso logicamente reversibile. *Fredkin*, un altro fisico teorico, lavorò a una base fisica per i calcoli reversibili.

Note:-

Da questo tipo di interessi nasce la computazione quantistica (che cosa succede se si considera la computazione come composta da operazioni meccaniche?).

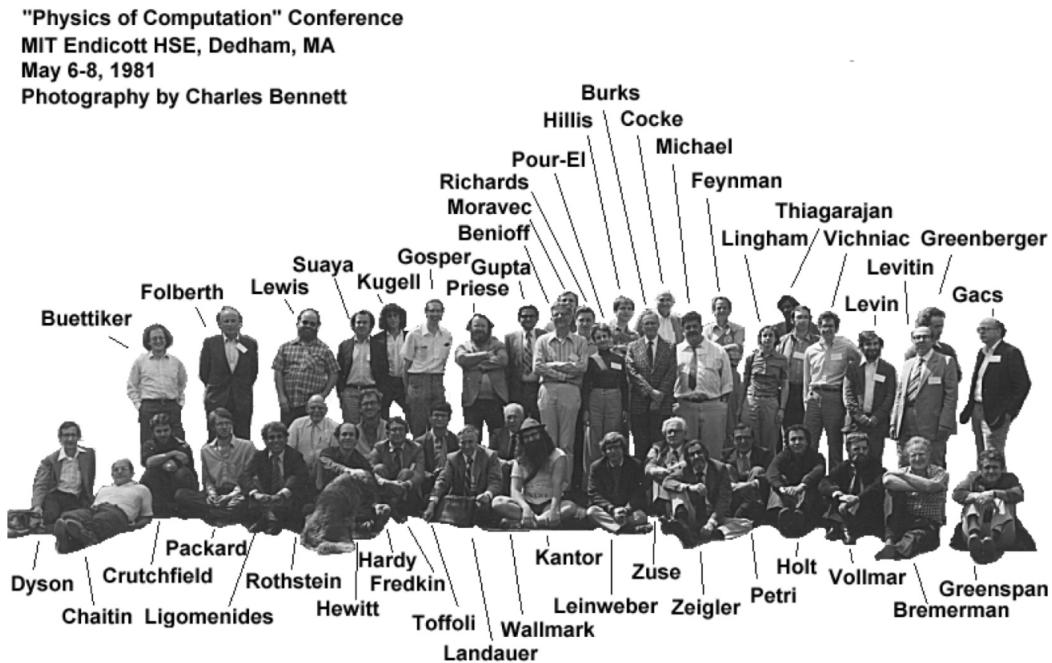


Figure 3.4: Physics of Computation

Meta-nota 3.2.2

- ⇒ *Bennet*: è un fisico teorico, non è direttamente presente nella foto perché fu lui a scattarla;
- ⇒ *Landauer*: è presente nella foto in primo piano;
- ⇒ *Fredkin*: è presente nella foto, vicino a Landauer e Toffoli;
- ⇒ *Toffoli*: fu uno studioso di fisica della computazione che interagi con Burks;
- ⇒ *Burks*: in secondo piano;
- ⇒ *Feynman*, *Dysan* e altri fisici famosi;
- ⇒ *Zuse*: già visto nella prima parte del corso, inventore dello Z1;
- ⇒ *Kantor*: inventore e specialista dell'informazione come principio ontologico;
- ⇒ *Holt*: esperto di cibernetica;
- ⇒ *Gosper*: inventore della configurazione ad aliante, uno dei primi "hacker".

3.3 La cibernetica

Quando si *comunica* con un'altra persona le si trasmette un messaggio, e quando l'altra persona risponde, si riceve un messaggio che contiene informazioni accessibili a sé stessi e all'altro. Ma anche quando si *controllano* le azioni di un'altra persona le si comunica un messaggio (in forma imperativa). Tutto ciò si riduce a uno *scambio di messaggi*.

Definizione 3.3.1: Cibernetica

La *cibernetica* può essere vista come una teoria della trasmissione dei messaggi e delle sue condizioni che presentano un successo.

Note:-

Il computer diventa un oggetto cibernetico, in quanto è inserito in un contesto di comunicazione con esseri umani o con altri computer.

3.3.1 Il feedback e il flusso di messaggi

Wiener confrontava l'attività umana con quella di figure che danzano sopra un carillon secondo un modello. Tuttavia il modello in esame è un modello predisposto in cui il loro passato non ha influenza sul loro futuro. Non c'è feedback.

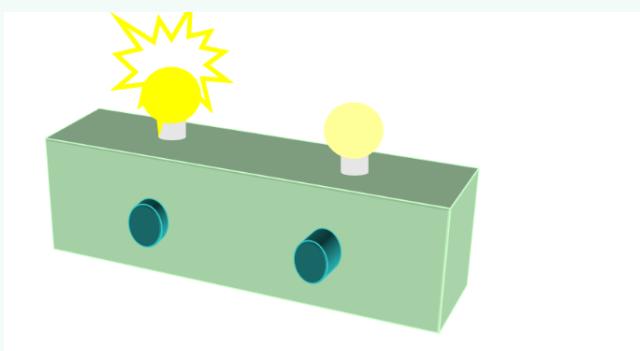


Figure 3.5: Modello IO

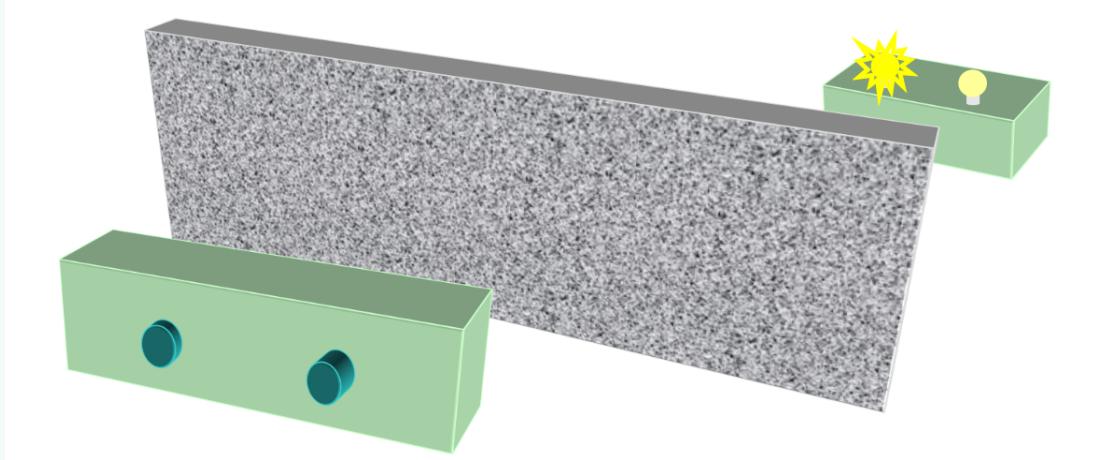
Holt propose l'idea che quando una persona scrive su una macchina premendo il tasto esso fornisce un feedback tornando indietro. La temporizzazione dei tasti è ciò che consente la scrittura. Questo si può estendere all'utente e all'interfaccia: la scelta di un'interfaccia comporta la progettazione dell'utente indicando cosa si può o non si può fare.

Esempio 3.3.1 (Scatola nera)

Si immagini una scatola con dei pulsanti che si possono premere. Quando si preme un pulsante si accende una luce. Prima di poter schiacciare un altro pulsante bisogna controllare che la luce si sia accesa. In questo caso la luce è il feedback.



Se i pulsanti sono premuti da un operatore che non può vedere le luci e le luci sono visibili a un altro operatore che non può premere i pulsanti, non si potrebbe stabilire una corrispondenza tra luci e pulsanti e dunque la connessione non ha successo.



3.3.2 Osservatori

In alcuni sistemi, per esempio un termostato, è l'osservatore a concettualizzare il ciclo. Nei sistemi di secondo ordine, l'osservatore è esso stesso parte del sistema osservato.

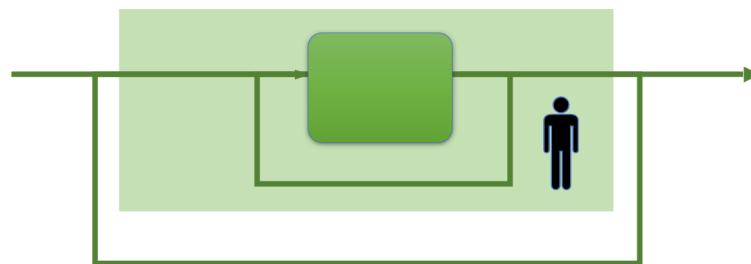


Figure 3.6: Osservatore

3.3.3 Comunicazione sincrona e asincrona

Definizione 3.3.2: Comunicazione sincrona

La *comunicazione sincrona* è una comunicazione in cui il mittente e il ricevente sono sincronizzati. In una comunicazione sincrona è presente un unico sistema di riferimento temporale condiviso da tutti i partecipanti.

Esempio 3.3.2 (Comunicazione sincrona)

- ⇒ Chiamata telefonica;
- ⇒ Conversazione faccia a faccia;
- ⇒ Sistema di posta elettronica in cui i messaggi impiegano n secondi per essere consegnati;
- ⇒ Segnali di fumo.

Definizione 3.3.3: Comunicazione asincrona

La *comunicazione asincrona* è una comunicazione in cui il mittente e il ricevente non sono sincronizzati. In una comunicazione asincrona non è presente un unico sistema di riferimento temporale condiviso da tutti i partecipanti.

Esempio 3.3.3 (Comunicazione asincrona)

- ⇒ Sistema di posta elettronica con garanzia di consegna entro n secondi;
- ⇒ Sistema postale ordinario;
- ⇒ Messaggi in bottiglia.

Note:-

Nella comunicazione asincrona è necessario un sistema di feedback per capire se il messaggio è stato ricevuto.

Definizione 3.3.4: Circuiti asincroni

I *circuiti asincroni* sono circuiti in cui i segnali di controllo non sono sincronizzati con un segnale di clock (orologio globale).

Corollario 3.3.1 C-Muller

Un elemento asincrono è il C-Muller per cui l'uscita è 1 se e solo se entrambi gli ingressi sono 1 e diventa 0 se entrambi gli ingressi sono 0.



Figure 3.7: C-Muller

Note:-

Combinando più C-Muller si può costruire un circuito asincrono che implementa le micropipeline.

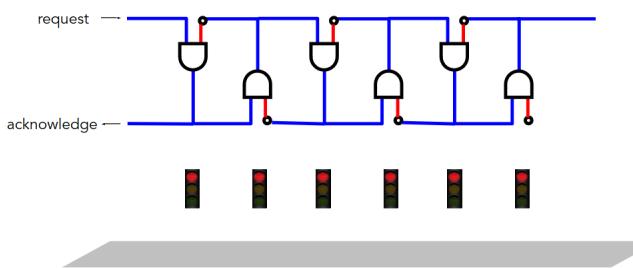


Figure 3.8: Micropipeline

Corollario 3.3.2 Reti di Petri

Grafi che generalizzano gli automi a stati finiti (DFA e NFA). Si hanno posti (condizioni) e transizioni (eventi).

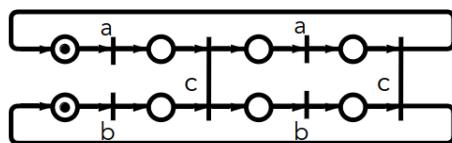


Figure 3.9: Rete di Petri

4

Bush ed Engelbart, Memex e Demo

4.1 Introduzione

Definizione 4.1.1: Knowledge Navigator

Un'idea di Apple (John Sculley), presentata nel 1987, di un assistente virtuale che aiuta l'utente a navigare tra le informazioni.

Il filmato di presentazione del Knowledge Navigator (1987):

- ⇒ *La comprensione del parlato*: il computer capisce il linguaggio naturale;
- ⇒ *La grafica e le finestre*: dietro questo video c'è Alan Kay, che ha lavorato a Xerox PARC e fu l'inventore delle finestre;
- ⇒ *Il touch screen*;
- ⇒ *La videochiamata*;
- ⇒ *La simulazione*: della desertificazione.

Domanda 4.1

Chi era Vannevar Bush?

Risposta: Vannevar Bush (1890 - 1974) fu un ingegnere e scienziato americano. Bush teorizzò il Memex (non fu mai realizzato).

Note:-

Durante una conferenza in occasione del 50° anniversario di "As we may think" (1945) venne presentata un'animazione del Memex.

4.2 Il Memex

Definizione 4.2.1: Memex

Un sistema di archiviazione e ricerca delle informazioni, teorizzato da Vannevar Bush.

Note:-

Il Memex offre anche un'anticipazione di ciò che sarà l'*ipertesto* (Ted Nelson), che nascerà vent'anni dopo.

4.2.1 Problemi di organizzazione dell'informazione

Il problema che preoccupava Bush era *la perdita di informazioni* che si accumulano continuamente nel tempo¹. Inoltre la specializzazione tende ad aumentare progressivamente: le informazioni sono sempre più frammentate e sempre più specializzate (più difficili da comunicare). Bush riteneva che il problema non fosse l'eccesso di pubblicazioni, ma il fatto che si fossero estese oltre la capacità di gestione dei documenti.

Note:-

La *selezione*^a è un problema per via delle enormi quantità di informazioni.

^aProcesso di scelta delle informazioni.

Esempio 4.2.1 (Addetto dell'ufficio informazioni)

L'addetto all'ufficio del personale di una fabbrica immette una pila di alcune migliaia di schede degli impiegati in una macchina selezionatrice, imposta un codice secondo una convenzione stabilita e produce in poco tempo una lista di tutti gli impiegati che vivono a Trenton e conoscono lo spagnolo.

Esempio 4.2.2 (Centralini telefonici automatici)

Si compone un numero e la macchina seleziona e connette solamente una tra un milione di possibili stazioni. Non le ispeziona tutte. Presta attenzione solo a una classe data dalla prima cifra, poi solo a una sottoclasse data dalla seconda cifra e così via; così procede rapidamente e quasi infallibilmente verso la stazione selezionata.

Problemi dell'indicizzazione:

- ⇒ Si cerca da sottoclasse a sottoclasse;
- ⇒ L'informazione si trova in un unico punto (a meno che non sia duplicata);
- ⇒ Bisogna avere regole per specificare il percorso, ma le regole sono complicate;
- ⇒ Quando si trova l'elemento bisogna riemergere dal sistema e rientrare attraverso un nuovo percorso.

Note:-

La situazione peggiore, ma più facilmente verificabile, è la ricerca in un albero.

Definizione 4.2.2: Classificazione

La *classificazione* è una segmentazione spaziale, temporale o spazio-temporale del mondo.

Un sistema di classificazione è un insieme di scatole in cui si mettono cose per fare un qualche tipo di lavoro.

¹Questo problema non era nuovo. Era già stato affrontato da Paul Otlet.

Proprietà di un sistema di classificazione:

- ⇒ Ci sono principi univoci e consistenti;
- ⇒ Le categorie sono reciprocamente esclusive;
- ⇒ Il sistema è completo.



Figure 4.1: Snoopy secondo due sistemi di classificazione.

4.2.2 Indicizzazione

Definizione 4.2.3: Indicizzazione

L'operazione di *indicizzazione* è l'azione di descrivere o identificare un documento (o un oggetto) nei termini del suo contenuto concettuale^a.

^aISO 5963.

Note:-

Lo scopo generale dell'indicizzazione è quello di rappresentare oggetti in modo che possano essere efficacemente trovati e utilizzati.

Corollario 4.2.1 Linguaggio di indicizzazione

Un linguaggio di indicizzazione è un sistema di rappresentazioni simboliche (un codice) che consentono la classificazione e la ricerca di documenti attraverso i codici assegnati ai concetti che essi contengono (indicizzazione per concetti).

Note:-

Ted Nelson, in "As we will think", criticherà il fraintendimento per cui si vede nel lavoro di Bush un contributo alla information retrieval^a.

^aReperimento di oggetti informativi.

4.2.3 Browser vs Search

Le seguenti definizioni sono state date da Clay Shirky in "Ontology is Overrated. Categories, Links, and Tags" (2005).

Definizione 4.2.4: Browse

Browse significa che le persone fanno ontologia e categorizzazione, avendo la responsabilità di organizzare il mondo in anticipo.

Note:-

Il browse è uno schema passivo.

Definizione 4.2.5: Ricerca

Il paradigma della *ricerca* sostiene che nessuno può prevedere cosa sarà necessario in futuro. Quando se ne ha bisogno si tenterà di trovarlo basandosi sulla struttura di link disponibile.

Note:-

Per esempio, Google è un sistema di ricerca.

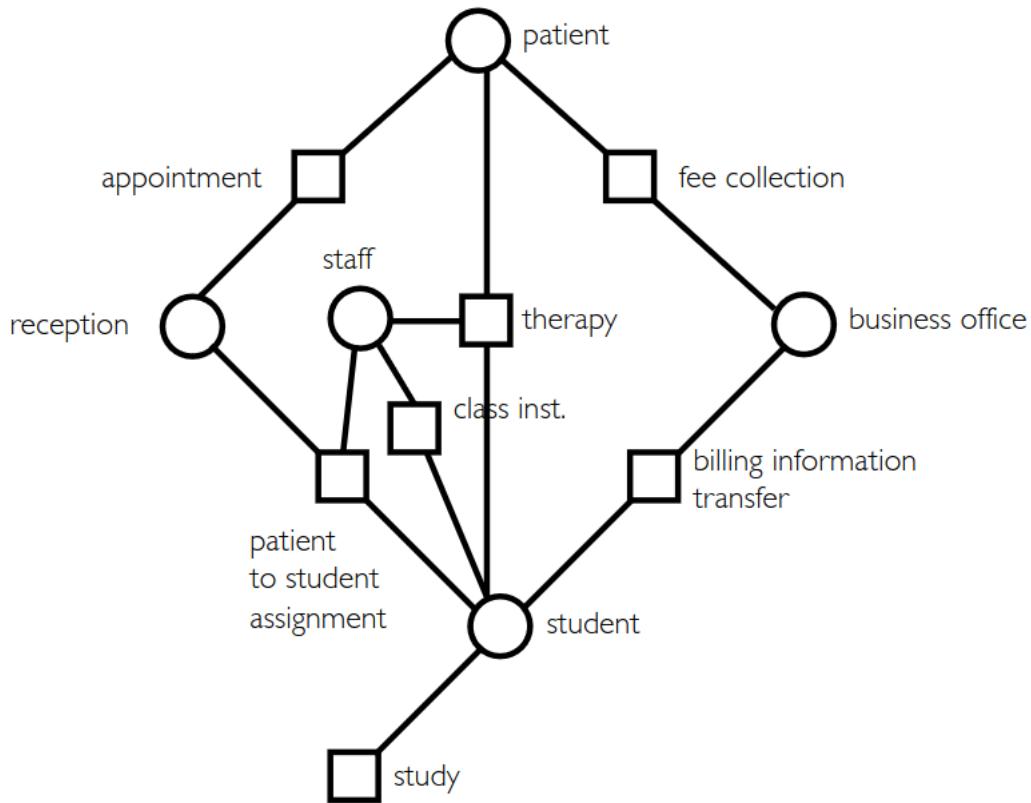


Figure 4.2: Il sistema di classificazione della scuola dentistica dell'Università di Boston - Ruoli e attività.

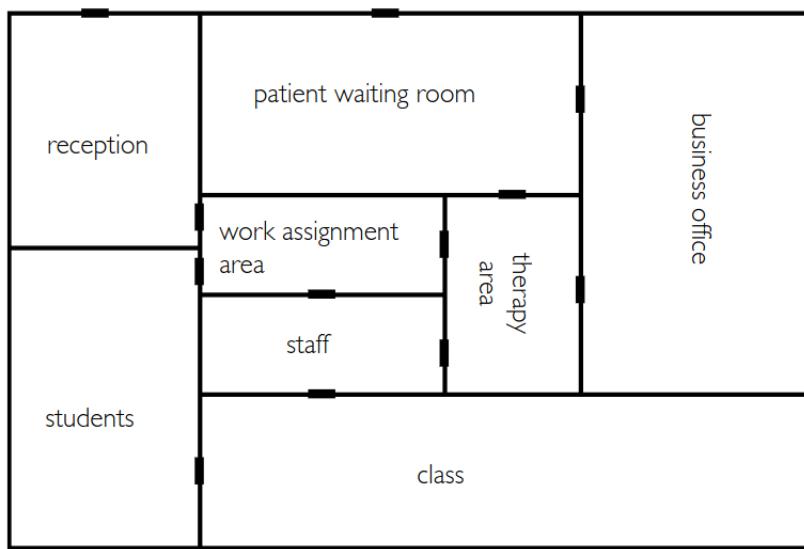


Figure 4.3: Il sistema di classificazione della scuola dentistica dell'Università di Boston - Mappa degli spazi.

Note:-

Un esempio di gerarchia ad albero si ha nel filesystem del Multics.

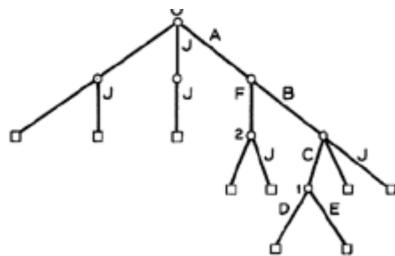


Figure 4.4: Filesystem Multics.

4.2.4 Associazione

La mente umana, secondo Bush, lavora per associazione: quando "afferra" un elemento scatta istantanemente a quello successivo in base a un'associazione di pensieri in accordo con una rete di percorsi determinata dai neuroni. La selezione per associazione può essere meccanizzata dal *Memex*. Nel Memex vengono archiviati tutti i libri, le registrazioni e le comunicazioni. Esso è meccanizzato in modo da essere consultato con estrema velocità e flessibilità. Si tratta di un supplemento *personalizzato* e allargato alla memoria dell'individuo.

Il Memex è uno strumento personale:

- ⇒ È utilizzato da una sola persona;
- ⇒ L'utilizzatore lo adatta ai propri interessi;
- ⇒ Il Memex non è collegato ad altri dispositivi (non esiste una rete di Memex).

Note:-

Il Memex è stato disegnato da Alfred D. Crimi, in Life.

Meta-nota 4.2.1

La versione del Memex su Life (As we may think) è stata letta da Engelbart in una baracca della croce rossa nelle Filippine. Engelbart rievocherà questa descrizione tra la fine degli anni '50 e l'inizio degli anni '60 quando deciderà di dedicarsi ad alcune problematiche di cui aveva avuto un'anticipazione nell'articolo di Bush (questo porterà a nLS e alla Demo).

4.2.5 Le funzionalità del Memex

La maggior parte dei contenuti del Memex è archiviata su microfilm (con rapid selector). Il microfilm è un grande limite del Memex, in quanto analogico.

Le potenzialità del collegare elementi:

- ⇒ Fornisce un passo verso un'*indicizzazione associativa*²;
- ⇒ Quando un utente crea un percorso, il Memex lo *nomina*, *inserisce il nome nel libro dei codici* e lo batte sulla tastiera;
- ⇒ In fondo a ogni elemento ci sono degli *spazi vuoti* per immettere dei codici e viene impostato un puntatore per indicarne uno per ciascun elemento;
- ⇒ L'utente preme un singolo tasto e gli elementi vengono uniti in modo permanente³.

Questo processo fa sì che, in qualsiasi momento, quando uno di questi elementi viene richiamato, venga richiamato anche l'altro⁴. Si può dire che gli oggetti fisici siano stati raccolti da fonti remote e rilegati insieme per *formare un nuovo libro*⁵.

Esempio 4.2.3 (Un Caso d'Uso del Memex)

Questo esempio è ripreso parola per parola dalle slides del prof. Cardone.

Poniamo il caso che il proprietario del memex sia interessato all'origine e alle proprietà dell'arco e delle frecce. Più precisamente egli sta studiando la ragione per cui l'arco corto turco fu apparentemente migliore dell'arco lungo inglese nei combattimenti delle Crociate.

Egli ha dozzine di libri e articoli potenzialmente pertinenti nel suo memex.

Prima sfoglia un'encyclopedia, trova un articolo interessante ma non abbastanza dettagliato, e lo lascia proiettato. Poi, in un libro di storia, trova un altro articolo pertinente e collega i due insieme. Procede in questo modo, creando un percorso composto da molti elementi.

Occasionalmente inserisce un proprio commento, collegandolo al percorso principale o, attraverso un percorso laterale, a uno specifico elemento.

Quando diventa evidente che le proprietà di elasticità dei materiali a disposizione avevano molto a che fare con l'arco, egli crea una ramificazione su un percorso laterale che lo porta a testi sull'elasticità e a tavole di costanti fisiche.

Egli inserisce una pagina di analisi scritta a mano da lui stesso.

Quindi crea un percorso di suo interesse attraverso il labirinto dei materiali a sua disposizione. Diversi anni più tardi [con] un tocco accede al libro dei codici. Premendo alcuni tasti egli proietta l'inizio del percorso. Con una leva lo scorre a piacere fermandosi sugli elementi interessanti, facendo delle digressioni. Appariranno tipi totalmente nuovi di encyclopedie, già munite di una rete di tracce associative che le attraversano, pronte per essere immesse nel memex dove vengono ampliate. [Esempi sull'uso di una grande massa di informazioni da parte di avvocati, medici e scienziati.]

²Qualsiasi elemento può immediatamente selezionarne automaticamente un altro.

³Nei relativi spazi appare il codice.

⁴Proprio come un ipertesto.

⁵Quest'idea (un libro costruito attivamente da chi lo sta consultando), anticipata da Otlet, verrà ripresa da Licklider a proposito delle *biblioteche del futuro*.

Lo storico con un vasto resoconto cronologico di un popolo lo accosta ad un percorso saltuario che si sofferma solamente sui temi salienti, e può seguire in ogni momento percorsi paralleli che lo portano a spaccati di civiltà in particolari epoche.

Meta-nota 4.2.2

Wikipedia è nata in un'ottica di collegamenti e di ipertesti. Il concetto di *wiki*, inventato da Ward Cunningham, fu implementato per la prima volta in *HyperCard*. Inoltre Cunningham è anche noto in ambito di programmazione OO per l'Extreme Programming (XP), visto nel corso "Sviluppo Applicazioni Software".

Definizione 4.2.6: Apripista

Un'*aprivista* è una nuova professione che si occupa di stabilire *percorsi utili* attraverso l'enorme massa delle informazioni archiviate.

4.3 Il progetto di Doug Engelbart: Demo

- ⇒ 1945: Legge "As we may think" di Vannevar Bush;
- ⇒ 1957: Entra alla Stanford Research Institute (SRI);
- ⇒ 1962: Pubblica il rapporto "Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework";
- ⇒ 1963: partono i finanziamenti per il progetto allo "Augmentation Research Center" (ARC) ⁶;
- ⇒ 1968: La "madre di tutte le dimostrazioni" (Demo), San Francisco;
- ⇒ 1969: Primo collegamento ARPANET⁷ (tra UCLA e ARP).

Definizione 4.3.1: Augmenting Human Intellect

Augmenting Human Intellect (il rapporto del 1962) contiene la proposta del progetto e *anticipa* tutte le realizzazioni tecnologiche fino al 1968. Esso punta a migliorare l'efficacia intellettuale dell'uomo, scivolando nell'interazione/simbiosi tra uomo e macchina.

Meta-nota 4.3.1

A un certo punto del progetto si fece uso di uno strumento hardware a 5 dita e gli operatori comunicavano tra loro, da una postazione all'altra, mostrando le dita della mano.

4.3.1 L'idea di "Augmentation"

Engelbart puntava ad affrontare i problemi "*complessi*": di diplomatici, di scienziati, di fisici, avvocati, etc.. Questi problemi vanno affrontati non tramite trucchetti, ma comprendendo il problema. I problemi possono essere ben posti/tame problems o mal posti/wicked problems (sul lato della progettazione⁸).

Note:-

La questione dei problemi mal posti e ben posti è affrontata approfonditamente nel corso "Metodologie e Tecnologie Didattiche per l'Informatica".

⁶Anche grazie a Licklider.

⁷Uno dei primi nodi a essere associati ad ARPANET fu proprio quello del SRI.

⁸Un esempio è la pianificazione di una linea di metropolitana. I problemi urbanistici sono generalmente wicked problems.

wicked problems	tame problems
il problema non è compreso fino a quando non si sviluppa una soluzione	hanno una formulazione ben definita e stabile,
non c'è un punto in cui il problema possa dirsi chiuso	hanno un punto di chiusura definito, in cui la soluzione si può dire raggiunta,
le soluzioni non possono dirsi giuste o sbagliate	la soluzione, se esiste, può essere valutata oggettivamente come giusta o sbagliata,
ogni problema di questa classe è essenzialmente nuovo e unico	appartengono a classi di problemi risolubili tutti allo stesso modo,
nessuna ricerca di una soluzione può procedere per tentativi ed errori (non si può costruire un'autostrada per vedere come funziona)	hanno soluzioni che possono essere tentate o abbandonate facilmente,
non ci sono soluzioni alternative preassegnate	hanno insiemi limitati di soluzioni alternative.

Figure 4.5: Problemi mal posti vs. Problemi ben posti.

Esempio 4.3.1 (Quali wicked e quali tame?)

Con ✕ si indicano i wicked problems e con ✓ i tame problems.

- ✓ Trovare la radice quadrata di 7358.
- ✓ Trovare il cammino più breve tra un punto A e un punto B.
- ✗ Progettare un'automobile sicura.
- ✓ Riparare una lavatrice.
- ✗ Costruire una linea di metropolitana.
- ✓ Racimolare 10.000 euro.
- ✗ Organizzare una mostra.
- ✗ Preparare un disegno di legge.

Esempio 4.3.2 (Un architetto "aumentato")

Engelbart racconta l'esempio di un architetto che sta progettando un edificio.

Attività di questo architetto aumentato da un computer (il "clerk"):

- ⇒ Ha già fantasticato su diverse strutture e le *mette alla prova sullo schermo*;
- ⇒ Sullo schermo ha una *vista prospettica* del sito di costruzione sul pendio della collina sormontata dalla sede stradale, una rappresentazione dei vari alberi che devono rimanere sul terreno e i vari punti di allacciamento per i servizi;
- ⇒ Con il *puntatore* indica due punti di interesse;
- ⇒ Dopo un po' l'architetto *cambia la scena* sullo schermo in una visione dall'alto che mostra lo scavo;
- ⇒ *Immette con la tastiera un elenco di elementi* controllandoli uno a uno mentre appaiono sullo schermo, rimandandone lo studio in seguito.

4.3.2 Classi di Strumenti di Aumentazione

- ⇒ **Artefatti**: oggetti fisici progettati per la comodità dell'uomo, per la manipolazione di cose, materiali e simboli.
- ⇒ **Linguaggio**: i modi in cui l'individuo segmenta l'immagine del mondo in concetti che la sua mente usa per modellare, i simboli che associa a quei concetti e utilizza nella manipolazione consci dei concetti (il "pensiero").
- ⇒ **Metodologia**: i metodi, le procedure e le strategie con cui un individuo organizza la sua attività finalizzata alla soluzione di problemi.
- ⇒ **Addestramento (training)**: il condizionamento necessario all'essere umano per portarlo a utilizzare i precedenti elementi in modo efficace.

Definizione 4.3.2: H-LAM/T

Questo sistema è: Trained Human being together with his Language, Artefacts and Methodology (H-LAM/T^a). Un esempio di un sistema H-LAM/T sono delle possibili "biblioteche del futuro" (Licklider) in cui sono presenti vari artefatti (scaffali, schedari, etc.), componente umana (bibliotecari, catalogatori, etc.), l'addestramento (dei bibliotecari). Il tutto ciò poteva essere sostituito da loro versioni digitali che "ri-media" dei media analogici in digitali.

^a"Purtroppo Engelbart usava degli acronimi assurdi", citazione necessaria del prof. Cardone

Meta-nota 4.3.2

Benjamin Lee Whorf, ingegnere chimico e poi linguista, affermava che il linguaggio influenza il pensiero. Whorf studiava le lingue dei nativi americani, insieme a Edward Sapir. Questi due linguisti formularono l'ipotesi per cui la concettualizzazione del mondo dipendesse dal linguaggio. In "Science and Linguistics" Whorf mostrò il modo di segmentare le esperienze di varie popolazioni a confronto con quello degli inglesi. Per esempio il fatto che gli eskimesi avessero diverse parole per "neve". Per ricollegarci al tema di questo corso, Whorf influenzò gli informatici come Nelson (che si vedrà più avanti) ed Engelbart (che lo cita direttamente nel suo lavoro).

4.3.3 Il Memex come strumento per la strutturazione simbolica

I percorsi associativi del Memex forniscono una capacità di strutturazione di simboli che deriva da una nuova capacità in termini di artefatti e processi⁹. Inoltre il Memex può aumentare le capacità umane di strutturazione ed esecuzione dei processi. Engelbart poneva un altro esempio: un sistema di *schede a bordi perforati (edge-notched)*, a funzionamento manuale. Le "registrazioni unitarie", a differenza di quelle del Memex, sono pezzi di testo o manoscritti su *schede di formato IBM a bordi perforati*. Esse sono dati, pensieri, fatti, considerazioni, concetti, idee, preoccupazioni, etc. pertinenti a un *determinato problema*.

Note:-

Queste schede sono alla base di HyperCard, il primo sistema di ipertesto.

Meta-nota 4.3.3

La novità dell'utilizzo di queste "card" è l'utilizzo di unità minime di informazione, di insiemi di argomento ristretto che forniscono grande flessibilità e capacità di manipolazione. Esse mettono a disposizione uno *spazio di lavoro* che si può sfogliare^a, a cui si possono fare aggiunte o correzioni e che permettono la costruzione di nuovi insiemi di nuclei di pensieri.

^a"Browse".

⁹Il Memex è un artefatto che supporta queste nuove strutture di concetti.

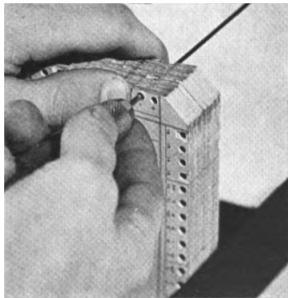


Figure 2-1. Start of single needle direct sort.

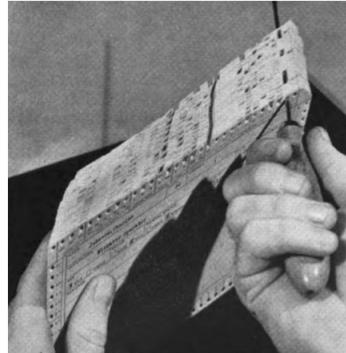


Figure 2-2. Second step in sorting cards.

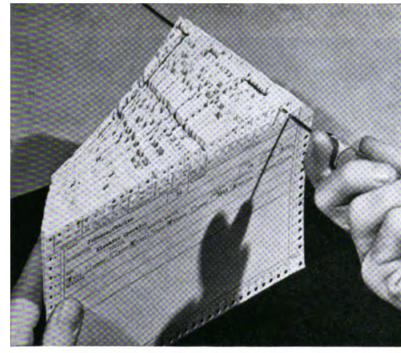


Figure 2-3. Third step—cards are fanned out.

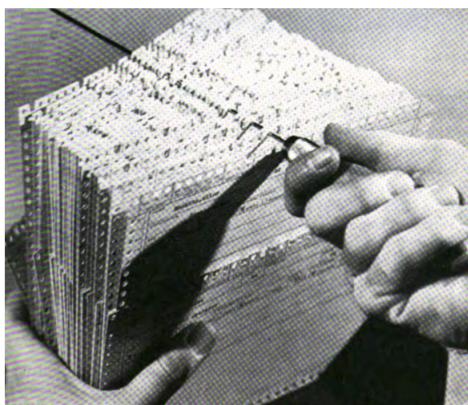


Figure 2-4. Fourth step—separation of cards begin.

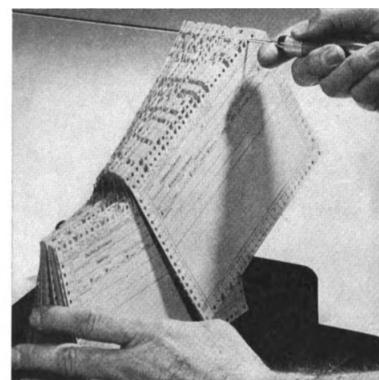


Figure 2-5. Fifth step—vertical edge on alignment block helps separate dropped cards.

Figure 4.6: Gestione delle schede perforate.

Utilità del computer:

- ⇒ Un computer è direttamente in grado di eseguire processi primitivi di manipolazione simbolica;
- ⇒ Con quei processi primitivi si possono costruire ogni altro processo che possa essere descritto da un linguaggio;
- ⇒ Un programma è una struttura di processi primitivi memorizzato sotto forma di simboli;
- ⇒ I computer hanno vari modi per memorizzare simboli in modo che possano essere manipolati;
- ⇒ È possibile descrivere al computer nuovi simboli;
- ⇒ L'interfaccia è il punto di contatto tra l'uomo e la macchina (nascita dell'interazione uomo-macchina¹⁰);
- ⇒ 1962: *un programma sperimentale di ricerca che è ancora lontano alcuni anni dalla fase presente della sua realizzazione* (DEMO del 1968).

4.3.4 Panoramica della DEMO

Sezioni:

1. La più celebre introduzione dell'informatica, descrive, in tono epico, la situazione che il sistema nLS intende aumentare con l'uso del computer;
2. Manipolazione di testi, ri-organizzazione e visualizzazione sullo schermo del computer. Livelli e outline. Hyperlinks;

¹⁰Importante il time-sharing.

3. La metodologia di ricerca: l'approccio bootstrap (gruppo di ricerca) sul sistema nLS e sui principi di progettazione per lo sviluppo di sistemi di aumentazione;
4. Periferiche: il mouse e il "keyset" (tastiera);
5. Descrizione dell'hardware del sistema;
6. Software di sistema (con Jeff Rulifson);
7. Applicazioni del sistema: studio e modifica di articoli;
8. Collaborazione online tra due persone attraverso condivisione di file e dello schermo (con Bill Paxton);
9. Collegamento di computer in rete con condivisione di programmi ed esecuzione remota (viene annunciato ARPANET);
10. Presentazione del gruppo di ricerca.

Meta-nota 4.3.4

Engelbart, inoltre, fu un sostenitore del lavoro di gruppo, infatti e nel suo gruppo di ricerca che nasce la figura del *facilitatore visuale*: una persona che durante le riunioni si occupa di disegnare su un foglio ciò che viene detto.

Tuttavia, il laboratorio di Engelbart fallì perché propose un'immagine dell'utente che non ebbe successo (l'idea di un utente di personal computer che rimane circoscritto dal sistema). Molti dei collaboratori di Engelbart andarono a lavorare alla Xerox PARC che proponeva un'idea di utente diversa, più realistica.

5

Licklider e Otlet

5.1 Licklider e le biblioteche del futuro

Licklider (1915-1990) è stato uno psicoacustico che, nel 1950, iniziò ad appassionarsi ai computer (al MIT). Partecipò sia alle "cene del Martedì" di Wiener¹ che alle Macy Conferences. Nel 1960 pubblicò un articolo intitolato *Man-Computer Symbiosis* in cui parla di una simbiosi uomo-computer in cui il computer è un collaboratore a cui si possono delegare compiti di calcolo e di memorizzazione.

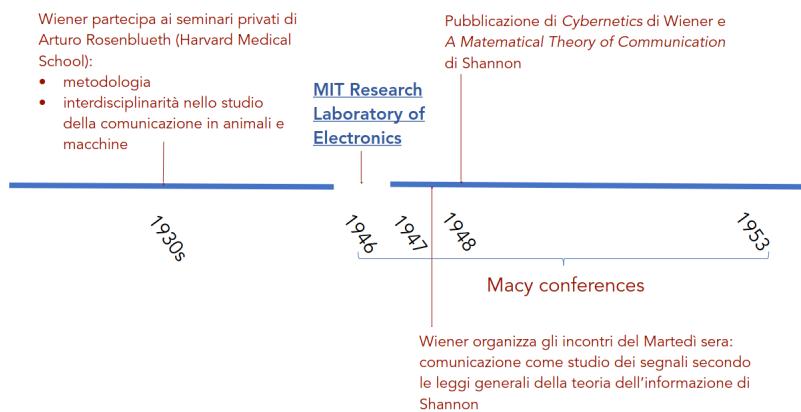


Figure 5.1: Il MIT

- ⇒ Licklider compie ricerche psico-acustiche (1943-1950);
- ⇒ Nel 1950 si appassiona ai computer;
- ⇒ Partecipa alle "cene del Martedì" di Wiener e alle Macy Conferences;
- ⇒ Lavora sul sistema SAGE (Semi-Automatic Ground Environment);
- ⇒ Vicepresidente della BBN (Bolt, Beranek and Newman), nel 1957 (inizia a lavorare sulle biblioteche del futuro);
- ⇒ Nel 1962 diventa direttore dell'ARPA (Advanced Research Projects Agency);

¹In cui si radunavano appassionati di cibernetica.

⇒ Convince Robert Fano a dirigere il progetto MAC (Multiple Access Computer)².

Meta-nota 5.1.1

C'è una leggenda secondo cui Licklider avrebbe persuaso Fano durante un viaggio in treno. Fano era un po' scettico, ma conosceva Minsky, il ché era una garanzia di essere portati per l'informatica. Inoltre aveva scritto un po' di programmi che funzionavano.

5.1.1 Man-Computer Symbiosis

Prerequisiti per la symbiosi:

- ⇒ *Time-sharing*;
- ⇒ *Estensione* della capacità e della velocità di accesso alla memoria;
- ⇒ *Organizzazione* della memoria: accesso per nome o per schema con procedure di ricerca più veloci di quelle sequenziali (memorie associative, *trie memory* di Fredkin);
- ⇒ *Linguaggio*: gli ordini al computer specificano *procedure*, all'uomo specificano *obiettivi*.

Input e Output:

- ⇒ *Riconoscimento* dei caratteri, *immissione* dei dati in forma grafica;
- ⇒ *Schermo gigante da parete* per la collaborazione e il coordinamento di gruppi³;
- ⇒ *Riconoscimento* del parlato.

Definizione 5.1.1: La rete intergalattica (1963)

Nel 1963 Licklider scrive un articolo come Memorandum per i "Member and Affiliates of the Intergalactic Computer Network" in cui invita le università a collegare i loro computer in una rete per condividere risorse software.

Meta-nota 5.1.2

Sulla West Coast, il movimento hippie^a, concepisce l'idea di dare all'individuo la completa libertà che può essere messa in parallelo con l'idea di personal computer (nn c'è condivisione di risorse, il computer è individuale).

^aNato nella zona di San Francisco.

5.1.2 Le critiche al libro

Nel libro *Libraries of the Future* (1965) Licklider esplora lo studio di classi di informazioni e domini di conoscenza, ci si concentra sui concetti, sui principi e sulle idee dei libri più che sul loro aspetto tangibile. Licklider vuole modificare gli *schemi* impiegati per pensare alle biblioteche.

Componenti → *Pagine*
Sottosistemi → *Volumi*
Sistemi → *Biblioteche*

²Come visto nella prima parte del corso, nasce il *time-sharing*.

³Vedrà la sua realizzazione negli anni '80 con il Computer-Supported Cooperative Work (CSCW), ma anche allo Xerox.

	visualizzazione	memorizzazione	organizzazione	recupero
pagina (componente)	😊	😊	😊	😊
volume (sottosistema)	😐	😐	😐	😐
biblioteca (sistema)	🙁	🙁	🙁	🙁

Figure 5.2: Schemi tradizionali.

Nelle prime pagine di **Libraries of the Future** vengono mosse delle critiche alla struttura e al concetto di libro:

- ⇒ La pagina può essere facilmente visualizzata e modificata, ma più pagine (libri) sono pesanti;
- ⇒ I libri contengono troppe informazioni e ciò nasconde le parti utili;
- ⇒ I libri sono scarsi anche dal punto della visualizzazione e del recupero delle informazioni⁴;
- ⇒ I testi sono passivi;
- ⇒ Dato che i libri (collezioni di pagine) diminuiscono i vantaggi della pagina, le biblioteche (collezioni di libri) diminuiscono i vantaggi dei libri.

Problema (passività della pagina stampata):

- ⇒ Il trasferimento di informazioni contenuta dai libri richiede lo spostamento del lettore, del libro o di entrambi;
- ⇒ Le operazioni di elaborazione del contenuto devono essere eseguite dal lettore.

Proposta di soluzione: unire biblioteche e computer in un *sistema procognitivo* (o biblioteca del futuro) per facilitare l'interazione umana con informazione manipolabile e trasformabile.

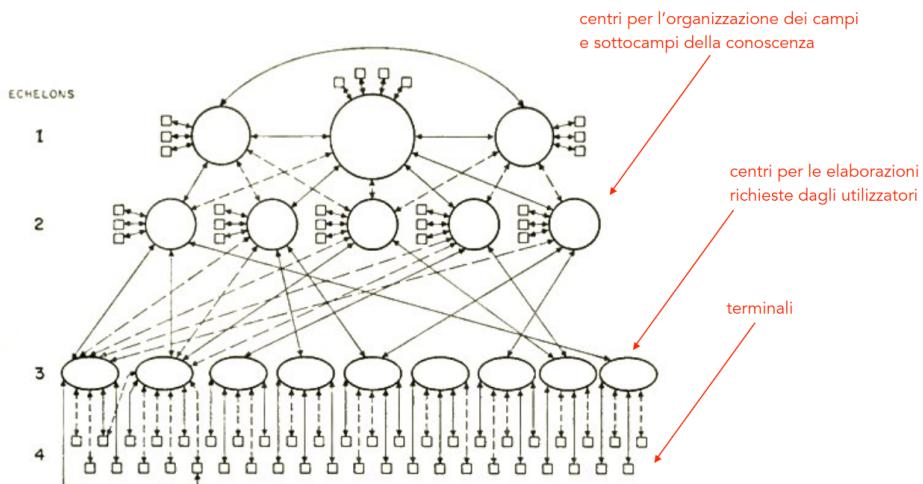


Figure 5.3: Una biblioteca del futuro.

⁴I problemi di indicizzazione già messi in evidenza da Bush.

Riassunto dei difetti (✗) e dei pregi (✓) degli schemi tradizionali:

- ✗ Schema della biblioteca fisica con scaffali, schede, banchi di consegna, sale di lettura;
- ✗ Schema del libro fisico come archivio passivo di informazione stampata;
- ✗ Schema della pagina stampata come strumento per la memorizzazione a lungo termine;
- ✓ Gerarchie di segmenti di testo (carattere, parola, frase, paragrafo, capitolo, libro);
- ✓ La suddivisione in informazione testuale, grafica e figurativa;
- ✓ Le parti dei documenti (indice, prefazione, appendice, bibliografia, ecc.);
- ✓ Tipologie di pubblicazioni (libri, riviste, giornali, ecc.);
- ✓ Infrastrutture come catalogo, indice, etc..

Note:-

Inoltre i "centri di calcolo" sono inefficaci nel tempo. Ed è proprio da questo che si reinventa il calcolo in chiave contemporanea (time-sharing).

5.2 Otlet e la documentazione universale

Paul Otlet (1868-1944) è stato un avvocato belga. Nel 1895 fonda l'Institut International de Bibliographie (IIB) a cui si poteva scrivere per avere risposte in merito a domande bibliografiche. Nel 1904 Otlet e Henri La Fontaine, un avvocato e politico belga, crearono la *Classificazione Decimale Universale* (una variante della Dewey). Nel 1919 Otlet creò il *Palais Mondial* e nel 1924 il *Mundaneum*.

5.2.1 Il futuro del libro

Otlet affrontò il problema della *crescita disordinata della letteratura* nelle scienze sociali (1892 - Sulla bibliografia). Per Otlet bisognava ridurre tutti i *fatti osservati*, rimuovendo tutte le *interpretazioni possibili* trasformandoli in leggi, *statistiche* e *fonti*⁵. Subito dopo gli elementi ottenuti verrebbero trasferiti su schede classificate con la Classificazione Decimale Universale. Così si arriverebbe alla creazione di un *cervello artificiale*. Nel 1918 Otlet pubblica "Trasformazioni nell'apparato bibliografico delle scienze" in cui viene messo in risalto il problema della crescente produzione di libri⁶ e si parla di un miglioramento delle biblioteche⁷. In questo testo vengono introdotte alcune idee:

- ⇒ *Repertorio*;
- ⇒ *Classificazione*;
- ⇒ *Ufficio della documentazione*.

Otlet criticò il libro:

- ⇒ Non è pratico per la consultazione di specifici passaggi;
- ⇒ È un'entità completa a cui non si può aggiungere nulla;
- ⇒ Rende difficile il collegamento di elementi correlati (richiede indicizzazione).

⁵Idea figlia del Positivismo.

⁶Ripreso da Bush.

⁷Ripreso da Licklider.

Note:-

Probabilmente Licklider non conosceva Otlet, ma le conclusioni a cui sono giunti sono molto simili.

Definizione 5.2.1: Repertorio

Il repertorio separa ciò che nel libro è unito e lo riduce a elementi a cui viene dedicata una scheda. Non esiste la *rilegatura*, ma le schede vengono tenute insieme in modo da poter essere riordinate, eliminate o intercalate da nuove schede^a. Il repertorio permette di *suddividere* un libro secondo il suo contenuto: un libro è solo un'unica riga continua suddivisa per conformarsi alle pagine^b.

^aRicorda un quaderno ad anelli. Inoltre ci si può vedere un rimando all'idea di schede di Engelbart.

^bUn po' come se fosse scritto sul nastro di una macchina di Turing.

Meta-nota 5.2.1

Il prof. Cardone esprime disappunto riguardo il significato di "pagina" di Otlet. La pagina ha una sua portata e persino i margini possono essere usati per esprimere qualcosa.

Definizione 5.2.2: Classificazione UDC

La Classificazione Decimale Universale (UDC) è un sistema di classificazione bibliografica che si basa su un sistema di numeri decimali. È simile al linguaggio ideale per l'organizzazione della conoscenza. È decimale perché divisa in 10 classi, suddivise in almeno 10 gruppi e ogni gruppo in almeno 10 divisioni.

Note:-

La notazione UDC permette di creare senza limitazioni codici di classi.

Definizione 5.2.3: Ufficio della documentazione

Le biblioteche sono *musei di libri*. Le loro collezioni sono relative alle esigenze di documentazione. Per rimediare a ciò, Otlet propose l'idea di un *ufficio della documentazione* che avrebbe come punto di partenza queste collezioni e dovrebbe stabilire dei collegamenti tra loro in modo da formare il *Libro Universale*^a.

^aQuesto ricorda ciò che saranno gli ipertesti di Nelson.

5.2.2 Il Traité de documentation

Nel 1934 Otlet pubblicò il *Traité de documentation* in cui vengono sistematizzate le proprie idee, parzialmente realizzate dal Mundaneum. Otlet studiò la possibilità di *macchine a supporto dei processi intellettuali*:

- ⇒ Una *scrivania* con superfici separate per la gestione di progetti paralleli;
- ⇒ Macchine per la consultazione remota di documenti;
- ⇒ Una scrivania *senza libri* ma con solo *schermo e telefono*.

Note:-

La standardizzazione della creazione, organizzazione, pubblicazione ed elaborazione dei documenti favoriranno la creazione di una *Rete Universale di Documentazione*.

Meta-nota 5.2.2

Nel 1968, Licklider collabora con Taylor (direttore di una sezione dello Xerox PARC) per un articolo, "The Computer as a Communication Device"^a, in cui si parla di una rete di computer che permetta la condivisione di risorse. Ossia il fatto che, nel giro di pochi anni, gli utenti comunicheranno più efficacemente attraverso una macchina che faccia a faccia.

^aScritto per via della sua esperienza nel laboratorio di Engelbart.

6

Nelson e Kay

6.1 Verso gli ipertesti: Ted Nelson

Ted Nelson nacque nel 1937, i suoi genitori (un'attrice e un regista) divorziano nel 1939 e lui viene cresciuto dai nonni materni. Nelson studiò filosofia e si laureò in sociologia (1963) prendendo un dottorato nel 2002 (in realtà la sua tesi è una riproposizione di idee avute nel 1959). Le sue pubblicazioni più importanti sono:

- ⇒ *Complex Information Processing: A File Structure for the Complex, the Changing and the Indeterminate* (1965): articolo tecnico su cui si introduce il concetto di *ipertesto* con le strutture dati collegate;
- ⇒ *Computer Lib/Dream Machines* (1974): libro autopubblicato. Il titolo è doppio perché il libro è doppio, ossia si legge in due direzioni. Inoltre la grafica richiama una pubblicazione della controcultura hippie (curata da Stewart Brand), ossia il *Whole Earth Catalog*¹;
- ⇒ *Literary Machines* (1981): descrizione del sistema Xanadu.

Meta-nota 6.1.1

Nelson fa il compleanno lo stesso giorno del prof. Cardone.

Meta-nota 6.1.2

Nelson ha anche girato un video "estremo":

- ⇒ *Silicon Valley Story* (1992): non si capisce niente, surreale. Ma compaiono personaggi come Timothy Leary (profeta delle droghe psichedeliche^a), Douglas Engelbart e Stuart Brand.

^aAKA psicologo di Harvard.

6.1.1 Xanadu e Parallel Textface

Anche Nelson fa parte del gruppo di persone che ha letto *As We May Think* di Vannevar Bush. Nelson scrive un articolo, *As We Will Think*, dove analizza il testo di Bush.

¹Catalogo di oggetti (in particolar modo libri) messi in vendita. Molti testi appartenevano alla libreria dello Xerox PARC.

Per Nelson il memex può essere considerato come:

- ⇒ Una console personale per la *presentazione*, la *manipolazione* (editing) e l'*archiviazione* (file);
- ⇒ Una *rete di alimentazione per la distribuzione di documenti* in formato digitale²;
- ⇒ Un *nuovo tipo di documento* (ipertesto), pensato per essere ricevuto e spedito.

In As We Will Think Nelson parla delle interpretazioni sbagliate che sono state date all'articolo di Bush. Per esempio un interesse di Bush nel rendere più efficiente l'indicizzazione (Information retrieval) che in realtà non c'era. Come abbiamo visto il memex è in contrasto con tutto ciò. Nel *sistema Xanadu* Nelson spiega la sua interpretazione del memex e delle idee di Bush.

Definizione 6.1.1: Xanadu

Xanadu è un sistema stand-alone, costruito su un minicomputer con vari metodi di recupero delle informazioni automatici e manipolazione del database del sistema soggiacente tramite *theaters* (front-end).

Corollario 6.1.1 Parallel Textface

Il più importante dei theaters è il *Parallel Textface*: un sistema testuale di una certa potenza e raffinatezza. L'utente siede davanti allo schermo con una tastiera o una lightpen e può scrivere, cancellare, spostare, copiare e incollare testo. La memorizzazione è digitale.

Note:-

Il Parallel Textface è un'implementazione delle "note e commenti marginali" di Bush.

6.1.2 Ipertesti

Nel 1967, Nelson scrisse delle note³ significative sugli ipertesti.

Meta-nota 6.1.3

Le sue note si possono trovare nell'archivio di Nelson. Purtroppo Nelson è molto disordinato quindi molte delle sue note sono incomprensibili fuori dal contesto, scarabocchi su carta, etc.

Ordinary text is like this:



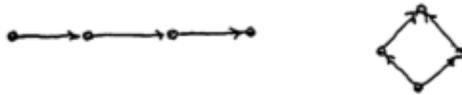
However, since it is possible to backtrack or skip, it is really more like this:



²Bush pensava alla condivisione su microfilm.

³Mai pubblicate.

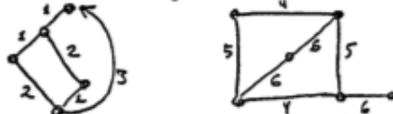
To generalize the idea of ordinary text, we need to find a means of representing departures from mere sequential order. This lies in the mathematical theory of graphs. A graph structure is a web of connections between points. It may have connectors that have directions ("arcs")



or it may have undirected connectors ("edges")



and it may even have arcs or edges of different kinds ("colors"):



Arches, edges and colored connectors all have possible analogues in the hypertext.

Note:-

Un esempio di ipertesto come inteso da Nelson sono le mappe mentali o le mappe concettuali.

Meta-nota 6.1.4

Engelbart, al contrario di Nelson, era più un fan dei testi strutturati ad albero diviso in capitoli, sezioni, sottosezioni, etc. dove sono le etichette a stabilire dei link tra parti diverse di un testo (Un po' come i miei appunti).

Definizione 6.1.2: Connettori

Si hanno due tipi di *annotazioni* (connettori):

- ⇒ *Tag*: marcatore nel testo a cui è allegata una breve nota o spiegazione;
- ⇒ *Link*: collegamento tra due elementi testuali. È un salto da un punto a un altro.

Definizione 6.1.3: Piste

La *pista* (trail) è una sequenza di documenti, estratti di documenti e commenti su essi. Si stabilisce realizzando degli accoppiamenti.

Corollario 6.1.2 Tipi di piste

- ⇒ *Side trail*: pista laterale, si dirama da una pista principale;
- ⇒ *Skip trail*: sottoinsieme di una pista principale, contiene solo i punti salienti.

Meta-nota 6.1.5

Tutto ciò che si fa in questo corso è opinabile e soggetto a eventuali critiche. È necessario riflettere su queste cose, per esempio: in un ipertesto, che nasce per contrastare la struttura sequenziale, bisogna comunque tracciare delle piste, ricadendo nell'inevitabilità della sequenzialità.

La critica di Nelson al testo sequenzializzato è a sua volta criticabile.

Domanda 6.1

Ma quindi che cos'è, per Nelson, un ipertesto?

Definizione 6.1.4: Ipertesto

Un ipertesto è una struttura del testo che non può essere comodamente stampata.

Corollario 6.1.3 Stretchtext

Un esempio di ipertesto è lo *stretchtext*, un testo che può essere allungato a piacimento.

Note:-

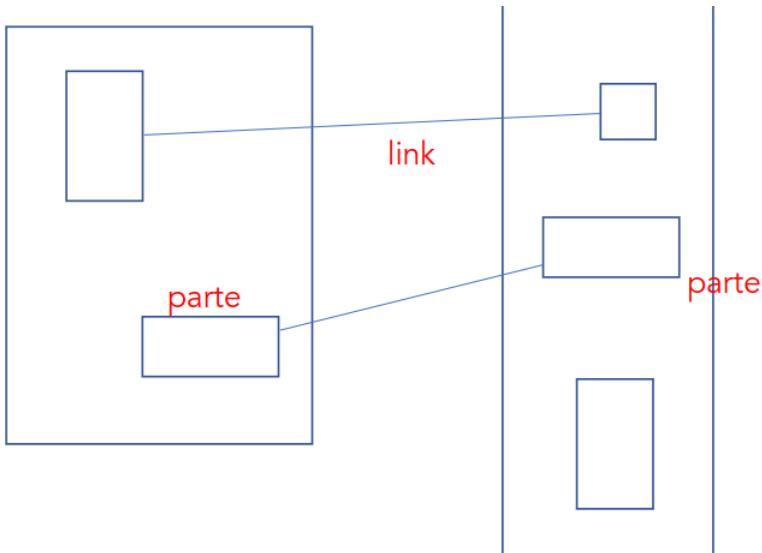
Interi ipertesti possono essere collegati tra loro formando dei libri. Idee già viste nella classificazione di Otlet, nelle biblioteche del futuro di Licklider e nel memex di Bush.

Definizione 6.1.5: Transclusion

La *transclusion* è un'operazione che permette di condividere fisicamente un testo in altri testi.

Corollario 6.1.4 Collateration

La *collateration* è un'operazione che permette di creare collegamenti con *zippered lists* (liste con cerniere) per mezzo di link visualizzabili.

**Note:-**

Esempi di collateration sono le note a margine, le note a piè di pagina, sommari, indici, intestazioni, etc. Ossia il paratesto.

Definizione 6.1.6: Docuverso

Il *docuverso* è un nuovo sistema di iperpubblicazione che contiene un insieme di documenti collegati tra loro, grazie alla transclusion.

Questo è alla base di Xanadu.

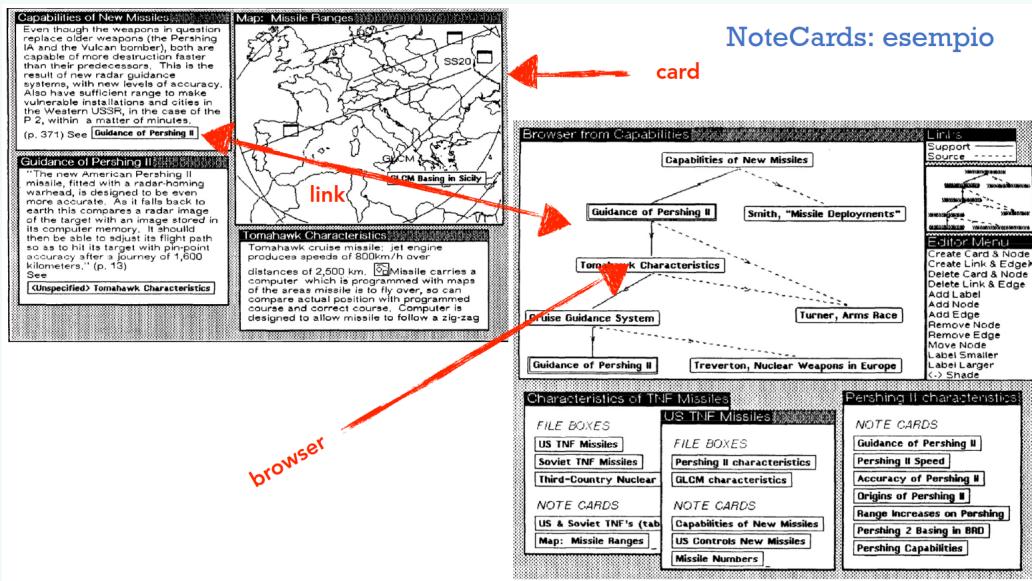
6.1.3 Implementazione degli ipertesti

- ⇒ *Pianificazione di strutture non lineari*: per esempio delle mostre;
- ⇒ *Strutture informative in forma grafica*: per esempio diagrammi PERT e programmi;
- ⇒ *Hypermedia*: per esempio alcuni film, fumetti, etc.

Definizione 6.1.7: NoteCards

Le *NoteCards* sono un sistema di Hypermedia per rappresentare e manipolare informazioni. Sono state sviluppate a Xerox PARC.

Esempio 6.1.1 (NoteCards)



Note:-

Successivamente si può parlare di HyperCard, che veniva regalato con i Macintosh. HyperCard è un sistema di pile di schede e aveva una funzione didattica.

Definizione 6.1.8: Thinkertoys

I *Thinkertoys* sono un sistema di visualizzazione per computer che aiuta a considerare alternative complesse.

Alternative complesse:

- ⇒ Progetti alternativi;
- ⇒ Discrepanze tra le testimonianze;
- ⇒ Bozze successive di un documento.

Definizione 6.1.9: Fantics

La *fantics* (o fantica) è:

- ⇒ L'arte e la scienza della presentazione;
- ⇒ Tecniche di presentazione: scrittura, regia, realizzazione di filmati, etc.
- ⇒ I media, la loro analisi, la loro progettazione, etc.;
- ⇒ La progettazione di sistemi per le presentazioni.

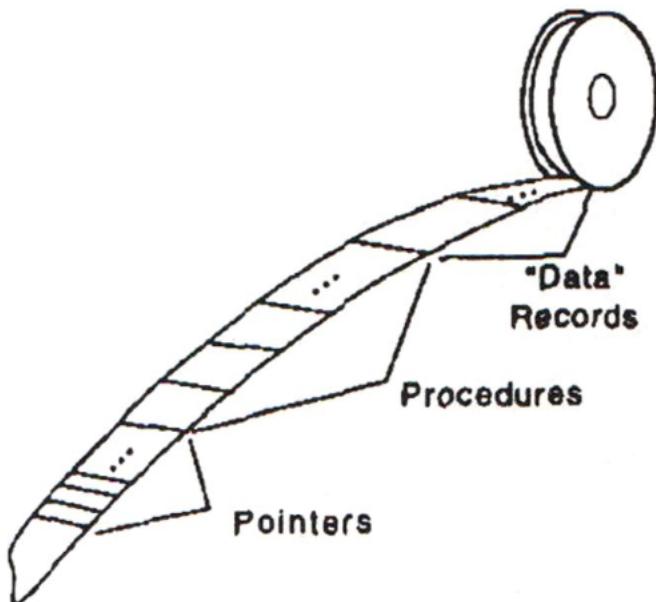
Note:-

Nelson parla di spazio fantico: uno spazio creato ad arte per la presentazione di informazioni. Da ricordare la figura del "Facilitatore visuale" nata nel laboratorio di Engelbart.

6.2 Il Computer come Medium: Alan Kay

Alan Kay è nato nel 1940. Dal punto di vista della storia dell'informatica è importante perché creò lo Smalltalk⁴. Nel 1962 si arruola nell'esercito e analizza il sistema per condividere i dati tra basi militari:

- ⇒ La prima parte era una *sequenza di puntatori* alla seconda parte;
- ⇒ La seconda parte conteneva le *procedure* utilizzate per accedere e modificare i dati della terza parte;
- ⇒ La terza parte conteneva i *record* con i dati.



⁴Visto nella prima parte del corso.

6.2.1 Gli inizi

Dopo la laurea Kay entra nel programma di dottorato⁵ all'università di Utah. Qui scopre *Sketchpad* (programma di grafica interattiva) di Ivan Sutherland

Definizione 6.2.1: Simula 67

Il *Simula 67* è un linguaggio di programmazione orientato agli oggetti inventato da Ole-Johan Dahl e Kristen Nygaard.

Kay osservò le relazioni tra Sketchpad e Simula 67 (con una metafora biologica):

- ⇒ Le cellule ("instances") si conformano ai comportamenti "master";
- ⇒ Le cellule sono autonome e comunicano tra loro scambiandosi messaggi;
- ⇒ Le cellule diventano parti diverse di un organismo a seconda del contesto.

Note:-

Questa metafora sarà alla base del Smalltalk.

Altre influenze che hanno dato forma al lavoro di Kay:

- ⇒ *McLuhan*: il medium è il messaggio;
- ⇒ *Papert e il linguaggio LOGO*⁶: il computer come strumento per l'apprendimento.

DOING	mouse	operazionale	manipolare, orientarsi
with IMAGES	icone, finestre	iconico	riconoscere, confrontare, configurare concreto
makes SYMBOLS	Smalltalk	simbolico	concatenare ragionamenti astratto

Figure 6.1: Apprendimento secondo Kay.

6.2.2 Il Dynabook

Note:-

Il computer è un medium di comunicazione:

- ⇒ Conversazionale;
- ⇒ Attivo;
- ⇒ Universale: può essere usato per simulare qualsiasi altro media;
- ⇒ Dinamico.

⁵Era stato creato da poco grazie a Licklider.

⁶Visti nel corso "Metodologie e Tecnologie Didattiche per l'Informatica".

Definizione 6.2.2: Dynabook

Il *Dynabook* è un computer portatile per bambini, con un'interfaccia grafica e un linguaggio di programmazione semplice.

Note:-

Non molto diverso da un tablet.

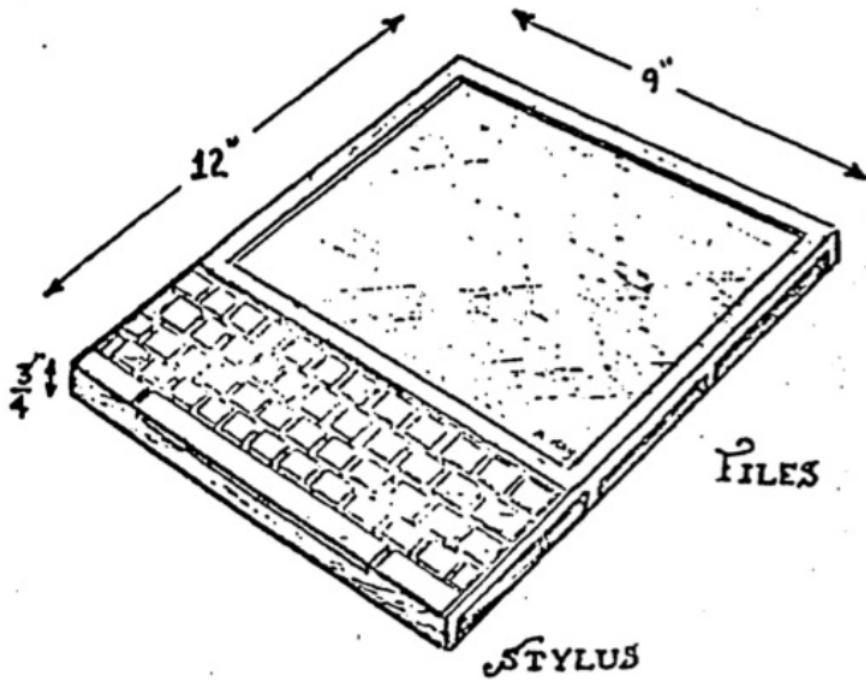


Figure 6.2: Il Dynabook.

Caratteristiche del Dynabook:

- ⇒ Possibilità di memorizzazione interattiva;
- ⇒ Lettura di testi ordinari e ipertesti;
- ⇒ Fonts personalizzabili;
- ⇒ WYSIWYG⁷ nell'editing di testi;
- ⇒ Finestre multiple e sovrapponibili;
- ⇒ Sensorializzazione di processi dinamici;
- ⇒ Animazione e musica;
- ⇒ Programmazione;
- ⇒ Simulazione.

⁷What You See Is What You Get: il testo visualizzato sullo schermo è uguale a quello stampato.

Definizione 6.2.3: Xerox ALTO

L'Xerox ALTO^a è un tentativo di realizzare il Dynabook.

^aVisto nella prima parte del corso.

Definizione 6.2.4: Xerox NoteTaker

Il *Xerox NoteTaker* fu il primo computer portatile utilizzato in aereo da Douglas Fairbairn (informatico che si occupò di linguaggi funzionali).

6.2.3 Smalltalk

Definizione 6.2.5: Smalltalk

Lo *Smalltalk* è un linguaggio di programmazione orientato agli oggetti che avrebbe dovuto essere usato per programmare il Dynabook.

Principi dello Smalltalk:

- ⇒ *Oggetti*: tutto è un oggetto;
- ⇒ *Messaggi*: gli oggetti comunicano scambiandosi messaggi (oggetti);
- ⇒ Gli oggetti hanno *memoria privata*;
- ⇒ Ogni oggetto è istanza di una *classe*;
- ⇒ Le classi contengono i *comportamenti* comuni alle loro istanze;
- ⇒ Per valutare un programma il controllo è passato al primo oggetto e il resto è interpretato come un suo messaggio.

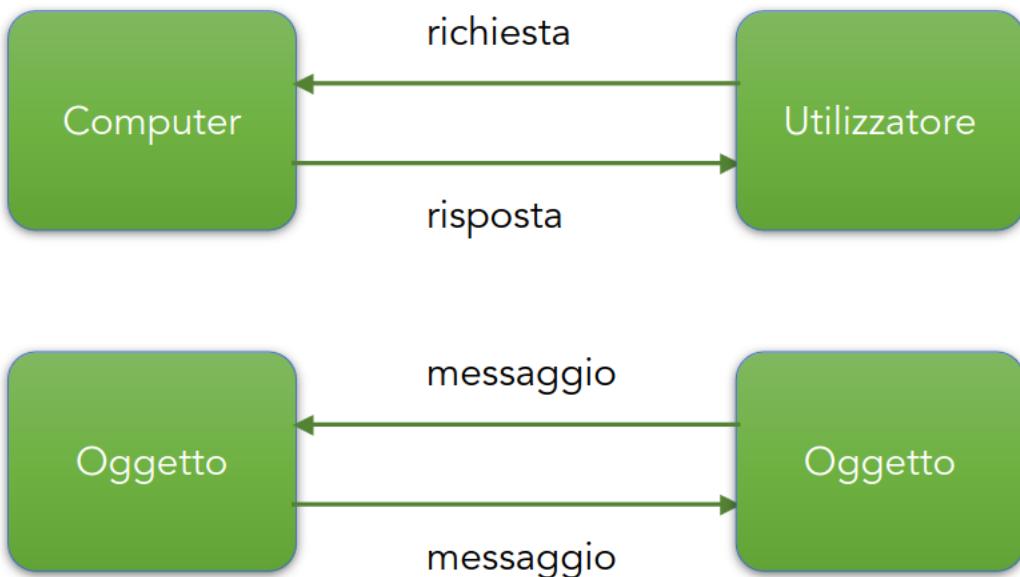


Figure 6.3: Smalltalk.

6.3 Per concludere: una storia alternativa

6.3.1 Whole Earth Catalog e Computer Lib/Dream Machines

Il *Whole Earth Catalog* fu una pubblicazione curata da Stewart Brand. Si trattava di un catalogo di oggetti (in particolar modo libri) messi in vendita, con al centro il motto "Access to tools", garantendo l'accesso a strumenti e conoscenze. Si trattava di un'opera di controcultura hippie e di un Google ante litteram (come detto da Steve Jobs).

Un articolo è elencato nel WEC se:

- ⇒ È utile come strumento;
- ⇒ Serve per l'istruzione;
- ⇒ È di buona qualità o di basso costo;
- ⇒ È facilmente disponibile per corrispondenza.

Sezioni del WEC:

- ⇒ Understanding Whole Systems;
- ⇒ Shelter and Land Use;
- ⇒ Industry and Craft;
- ⇒ Communications;
- ⇒ Community;
- ⇒ Nomadics;
- ⇒ Learning.

Note:-

Si può considerare il WEC come un'ipertesto in formato cartaceo.

Definizione 6.3.1: Computer Lib/Dream Machines

Il *Computer Lib/Dream Machines* è il già citato libro pubblicato da Ted Nelson. È ispirato al WEC e ha una grafica simile.

Note:-

Successivamente si sviluppò il *Whole Universe Catalog* di Kirk Kelley (ex sviluppatore nel laboratorio di Engelbart), che era un'opera di controcultura hippie, ma non fu mai finanziato.

7

Letture

Questo capitolo contiene dei mini-riassunti delle Letture obbligatorie per l'esame. Poiché è possibile e consigliato consultare i documenti durante l'esame, questi riassunti hanno la funzione di aiutare a ricordare i concetti principali per facilitare la navigazione e la consultazione.

- ⇒ Vannevar Bush, Come potremmo pensare, 1945;
- ⇒ Susan Barnes, Douglas Carl Engelbart: Developing the Underlying Concepts for Contemporary Computing, 1997;
- ⇒ J. C. R. Licklider, Man-computer symbiosis, 1960;
- ⇒ Lev Manovich, Alan Kay's Universal Media Machine, 2013.

• Note:- •

Inoltre per "Man-computers symbiosis" è presente questa traduzione in italiano: Simbiosi uomo-computer.

7.1 Come potremmo pensare

Introduzione, sezione 1 e sezione 2: l'articolo si apre con una riflessione sulla seconda guerra mondiale (infatti l'articolo è del '45) in cui vari scienziati (in particolare fisici) hanno contribuito allo sforzo bellico invece che alla ricerca. Subito dopo si passa a parlare del fenomeno dell'accumulo di conoscenza (*Information Overload*) e di come il problema non fosse l'eccesso di informazione, ma la mancanza di strumenti per gestirla¹. Successivamente si parla della question costi-benefici relativa all'utilizzo di determinate tecnologie².

Sezione 3: è presente una descrizione di un sistema per convertire la voce in testo, che permetterebbe di velocizzare la scrittura di documenti e lascerebbe più tempo per la riflessione. Si parla di *meccanizzazione di processi ripetitivi*³ e di come, in futuro, si potrebbero avere macchine in grado di fare ragionamenti complessi a velocità molto elevate⁴.

Sezione 4 si parla di come il matematico non sia una persona che fa calcoli, ma una persona che risolve problemi logici complessi (ad alto livello) e che per questo dovrebbe delegare i calcoli, anche di complessità elevata, a macchine. In futuro potranno esistere macchine sufficientemente meticolose da poter soddisfare anche i matematici più esigenti.

¹Come esempio vengono viste le leggi della genetica di Mendel, passate inosservate per una generazione.

²Nè la macchina per i calcoli di Leibniz, nè la macchina analitica di Babbage sono state realizzate.

³Collegamento a Licklider, "Man-computer symbiosis"

⁴Tali macchine saranno controllate mediante schede o pellicole (i microfilm adorati da Bush).

Sezione 5: si parla di macchine in grado di fare ragionamenti logici prendendo in input delle premesse e restituendo delle conclusioni. Per fare ciò nascerà un nuovo simbolismo, probabilmente posizionale. Inoltre non ci si limiterà a manipolare la logica, ma anche le *idee*. Dopo di ché, Bush, ritorna al problema della *selezione* con l'esempio di un impiegato che deve trovare tutti gli impiegati che vivono a Trenton e conoscono lo spagnolo (lo fa tramite una macchina selezionatrice⁵). Però questa è una selezione semplice. Un altro esempio è quello di una centralina telefonica che deve connettersi a un'altra centralina, quindi senza ispezionare tutte le linee, ma solo quella che interessa. Termina la sezione con ulteriori esempi e cita le *biblioteche*.

Sezione 6 e sezione 7: finalmente si parla del problema dell'*indicizzazione*. Il problema è che la mente umana non funziona per indicizzazione, ma per *associazione*, facendo continui collegamenti tra idee⁶. Difficilmente ciò può essere meccanizzato perfettamente al 100%, ma si può, in parte, emulare. Questa è l'idea alla base del *Memex*⁷. Bush parla di come sia importante il processo di collegare due elementi insieme. Nella settima sezione si fa un esempio del Memex che si vedrà nel famoso filmato.

Sezione 8: Bush parla di nuovi tipi di encyclopedie fruibili da tutti e personalizzate sulla base delle esigenze dell'utente. Inoltre viene introdotta la professione di *apripista* (o trail blazers⁸): persone che si occupano di creare nuovi collegamenti tra idee. Le ultime pagine sono dedicate a delle riflessioni di natura più filosofica che consiglio di leggere.

7.2 Douglas Carl Engelbart: Developing the Underlying Concepts for Contemporary Computing

Introduzione: si parla dei progressi della tecnologia dovuti alle idee di Engelbart⁹. Queste idee diventaron le fondamenta della moderna informatica.

Influenze della formazione: viene descritta la formazione di Engelbart e come questa abbia influenzato il suo lavoro. In particolare si parla di come "*As We May Think*" di Bush, letto dopo la seconda guerra mondiale, lo abbia spinto a perseguire una carriera nello sviluppo di *strumenti per la conoscenza*. Engelbart cercava uno scopo nella vita che non fosse solo il guadagno personale, ma che potesse aiutare l'umanità.

Il concetto iniziale di Augmentation: si inizia con il tempo trascorso da Engelbart alla Stanford Research Institute (SRI), dal 1957. Nel 1962 viene pubblicato "Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework" in cui si parla di come la tecnologia possa essere usata per aumentare l'intelletto umano. L'anno successivo espone l'idea di aumentare l'intelletto umano partendo dai processi di informazione che possono essere:

- ⇒ *Consci*: processi che l'individuo è consapevole di fare. Per esempio, riconoscere pattern, visualizzare, astrarre, dedurre, etc.;
- ⇒ *Inconsci*: processi che l'individuo non è consapevole di fare. Per esempio, l'informazione autogenerata.

L'aumento dell'intelletto umano si divide in 4 classi:

- ⇒ *Artefatti*;
- ⇒ *Linguaggio*;
- ⇒ *Metodologia*;
- ⇒ *Addestramento*.

Note:-

Queste cose sono viste in dettaglio nel capitolo 4.3.2.

⁵Ricorda una SELECT in SQL.

⁶Ipertesti.

⁷Anche qua Bush si lascia trascinare dall'amore per i microfilm.

⁸Honkai Star Rail refernce.

⁹Mouse, GUI, etc.

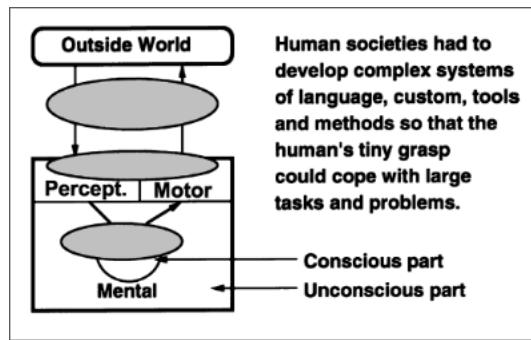


Figure 7.1: Visione del mondo.

Per Engelbart l'addestramento è necessario per poter utilizzare i nuovi strumenti. Es. un aborigeno non addestrato non riuscirebbe a utilizzare una macchina, ma con il giusto addestramento composto da *piccoli step* potrebbe farlo. Infatti si impara meglio con piccoli step che con un'unica grande lezione.

Manipolazione simbolica: parla dell'attività chiamata "pensiero" e di come gli esseri umani riescano a effettuare astrazioni e *manipolazione concettuale* (primo stadio di sviluppo). Successivamente passano alla *manipolazione simbolica* (secondo stadio di sviluppo) in cui si manipolano simboli che rappresentano concetti. Il terzo stadio di sviluppo consiste nella manipolazione simbolica mediante *grafici*¹⁰. Il quarto stadio è l'unione del terzo con la componente linguistica.

Computazione interattiva: Si parla della maggiore symbiosi tra uomo e macchina. Viene anche portato in evidenza il "*Bootstrap*", ossia un metodo per analizzare e migliorare il proprio lavoro in team.

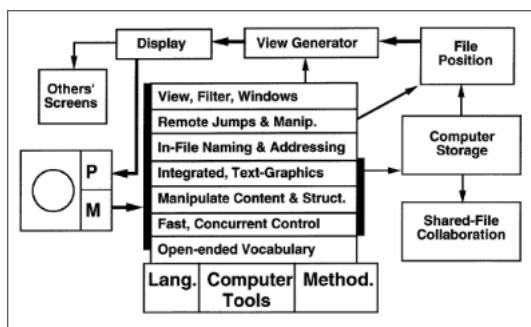


Figure 7.2: Aumentazione.

Supporto da ARPA: Viene descritto il supporto che Engelbart ha ricevuto da Licklider (grazie ad ARPA) e, successivamente, da Taylor (NASA).

THe Augmentation Research Center: In questo capitolo si parla della creazione del *The Augmentation Research Center* (ARC) e della tecnologia che è stata sviluppata al suo interno, ossia il *NLS* (o *oN-Line System*). NLS è un sistema che permette di fare molte cose, tra cui la condivisione di documenti, la creazione di documenti, mail, etc. Inoltre si parla di altri dispositivi come un oggetto che si utilizzava con una mano e aveva 5 tasti (per esempio I - insert, D - delete, etc.), ma ebbe poco successo per via dei possibili crampi ai muscoli. Oltre a ciò veniva utilizzato un mouse analogico.

¹⁰Questo è derivato dal linguaggio che si utilizza.

The Mother of All Demos (Demonstration): Engelbart spese la maggior parte dei suoi fondi per la DEMO del '68, doveva essere un successo e così fu. Il capitolo si concentra su una descrizione della presentazione della DEMO.

Su ARPANET: Viene descritto ARPANET (il cui secondo nodo fu ARC) e come sia stato il precursore di Internet, anche grazie a NLS.

Conclusione: Si parla del declino del team di Engelbart al SRI e di come i suoi membri si trasferirono allo Xerox PARC. Si chiude con una considerazione riguardo al fatto che Engelbart non sia famoso o ricco sebbene il suo lavoro abbia avuto un impatto enorme sul Web e sul concetto di personal computer.

7.3 Man-computer symbiosis

Introduzione: Licklider inizia descrivendo la collaborazione tra uomo e macchina e la sua speranza che in futuro si possa avere una simbiosi tra i due.

Scopo della simbiosi uomo-macchina: Ci sono due scopi principali:

- ⇒ Portare le macchine nella parte formulativa del pensiero;
- ⇒ Pensare in tempo reale.

Necessità della partecipazione del computer alla formulazione e pensare in tempo reale: Viene descritto come l'85% del tempo di un uomo sia speso nel mettersi in condizione di poter pensare, ma solo il 15% nel pensare effettivamente. Inoltre si parla di come il linguaggio umano sia ridondante rispetto a quello delle macchine.

Funzioni separabili di uomini e computer in anticipazione dell'associazione simbiotica:

- ⇒ Gli uomini si dovrebbero occupare degli obiettivi e delle ipotesi. Sono loro a porre i problemi e pensare a procedure e modelli. Oltre a gestire situazioni impreviste;
- ⇒ I computer si dovrebbero occupare di convertire le ipotesi in modelli testabili e di testarli. Inoltre dovrebbero gestire i dettagli e le procedure. Oltre a ciò i computers serviranno a fare inferenza statistica, teoria delle decisioni, teoria dei giochi, etc.

Prerequisiti per la realizzazione della simbiosi uomo-computer:

- ⇒ Differenza di velocità tra uomo e macchina: la velocità del computer deve essere bilanciata con quella dell'uomo;
- ⇒ Requisiti di memoria hardware: una parte deve essere indelebile, mentre un'altra deve essere modificabile;
- ⇒ Requisiti di organizzazione della memoria: devono esserci specifici meccanismi che garantiscono l'efficienza nel recuperare informazioni;
- ⇒ Il problema del linguaggio: il computer deve essere in grado di comprendere un linguaggio. Per esempio il FORTRAN o l'ALGOL;
- ⇒ Equipaggiamento per l'input e l'output:
 - Display e controlli;
 - Wall display;
 - Produzione e riconoscimento vocale.

7.4 Alan Kay's Universal Media Machine

Si tratta del primo capitolo di un libro che parla dei principali contributi di alcuni personaggi chiave per lo sviluppo dell'informatica. Questo capitolo si concentra su Alan Kay.

8

Domande

8.1 Lullo, Leibniz e la storia del calcolo

Domanda 8.1

Che cos'è l'Ars Magna di Lullo?

Risposta: L'Ars Magna di Lullo è un'opera scritta da Raimondo Lullo, un filosofo, teologo e mistico catalano, che trattava di un metodo per risolvere i problemi logici attraverso l'uso di diagrammi e figure. In questo modo si potevano raggiungere verità in ogni campo del sapere.

Domanda 8.2

Quali sono le funzioni della combinatoria di Lullo?

Risposta: L'Ars Combinatoria di Lullo è un metodo inventivo che permette di elaborare dimostrazioni allo scopo di convertire gli "infedeli" al cristianesimo¹.

Domanda 8.3

Elencare almeno tre dei principi alla base della caratteristica universale di Leibniz.

Risposta:

- ⇒ Le idee sono analizzabili;
- ⇒ L'analisi termina con le idee primitive;
- ⇒ Le idee possono essere rappresentate da simboli;
- ⇒ Le relazioni tra le idee possono essere rappresentate da simboli;
- ⇒ Le idee possono essere combinate, tramite opportune regole, per ottenere nuove idee.

¹Sì, lo scopo era proprio quello.

Domanda 8.4

Elencare le principali caratteristiche della lingua universale.

Risposta:

- ⇒ Segni che rappresentano direttamente le nozioni e le cose, non le parole;
- ⇒ Segni composti da figure geometriche e da pitture;
- ⇒ Direttamente collegata con l'encyclopedia;
- ⇒ Connessioni tra i caratteri corrispondono alle connessioni tra le cose;
- ⇒ I caratteri della lingua universale esprimono relazioni tra pensieri.

Domanda 8.5

Fare un esempio di proposizione dal frammento XX di Leibniz.

Risposta: Se $A \geq B$ e $B \geq C$, allora $A \geq C$.

Domanda 8.6

Qual è l'idea alla base di un approccio "pointless" alle nozioni geometriche e topologiche?

Risposta: L'idea alla base di un approccio "pointless" è quella che la classe degli spazi aperti di uno spazio topologico costituisce un reticolo rispetto all'inclusione per cui vale la proprietà di distributività.

Domanda 8.7

Che cosa è lo Entscheidungsproblem formulato da Hilbert e Ackermann nel 1928?

Risposta: L'Entscheidungs problem è un problema matematico che consiste nel determinare un modo combinatorio finito per il quale combinazioni di simboli primitivi conducono a dimostrazioni. In altre parole, trovare una procedura che consente di decidere la validità di una data espressione logica con un numero finito di operazioni.

8.2 Turing e la fisica del calcolo

Domanda 8.8

Perché Turing richiede che i simboli che possono essere scritti sul nastro di una macchina di Turing siano elementi di un insieme finito?

Risposta: Perché se l'insieme dei simboli fosse infinito, ci sarebbero un numero infinito di simboli molto simili tra loro, rendendo impossibile distinguerli.

Domanda 8.9

Perché Turing richiede che gli stati che possono essere assunti dall'unità di controllo di una macchina di Turing siano elementi di un insieme finito?

Risposta: Perché c'è un limite alla percezione delle caselle del nastro determinato dallo stato mentale.

Domanda 8.10

Che cosa stabilisce il procedimento diagonale di Cantor?

Risposta: Il procedimento diagonale di Cantor stabilisce che non esiste una corrispondenza biunivoca tra l'insieme dei numeri naturali e l'insieme dei numeri reali. Serve a dimostrare il fatto che non tutte le funzioni siano calcolabili².

Domanda 8.11

Qual è la relazione tra una macchina di Turing generale e un automa finito?

Risposta: Un automa finito è una macchina di Turing generale con un nastro finito.

Domanda 8.12

Quali sono state le tappe fondamentali della formalizzazione degli automi finiti?

Risposta:

- ⇒ Reti di neuroni di McCulloch e Pitts;
- ⇒ Eventi regolari di Kleene;
- ⇒ Lavoro di Rabin e Scott.

Domanda 8.13

Che cos'è il gioco della vita di Conway?

Risposta: Il gioco della vita di Conway è un automa cellulare bidimensionale (gioco a zero giocatori). Il risultato di ogni generazione è determinato dallo stato della precedente secondo semplici regole.

²E, per estensione, calcolabili da una macchina di Turing.

Domanda 8.14

Qual è la relazione tra termodinamica e teoria dell'informazione?

Risposta: Von Neumann cercò di valutare il costo energetico minimo per un atto elementare di generazione di informazione ($kT \ln N$), ma Landauer non riuscì a provarlo.

Domanda 8.15

Che cos'è il Principio di Landauer?

Risposta: Le operazioni logicamente irreversibili (cancellazione di bit) generano entropia pari alla quantità di informazione cancellata.

Domanda 8.16

Quali sono le difficoltà nell'applicazione della logica matematica classica alla formalizzazione di automi che descrivano sia i computer che il cervello umano?

Risposta: L'assiomatizzazione a scatole nere non è sufficiente per descrivere il comportamento di un computer in relazione al comportamento del cervello umano.

Domanda 8.17

Quali sono, secondo Landauer, le operazioni che aumentano l'entropia nel processo di calcolo?

Risposta: Le operazioni che aumentano l'entropia sono quelle che comportano la cancellazione di bit.

8.3 Funzioni calcolabili e combinatori

Domanda 8.18

Quali sono gli ingredienti principali di un sistema formale nella formulazione di Curry?

Risposta: I combinatori, la trattazione di funzioni a più argomenti come funzioni a un solo argomento e la sostituzione.

Domanda 8.19

Quando una regola è ammissibile in un sistema formale?

Risposta: Una regola è ammissibile in un sistema formale se è possibile dimostrare che essa è derivabile dalle regole di base del sistema.

Domanda 8.20

Indicare almeno due applicazioni dei sistemi formali alla formalizzazione di processi di riscrittura.

Risposta:

- ⇒ Deduzione naturale di Gentzen;
- ⇒ Combinatori;
- ⇒ Lambda calcolo.

Domanda 8.21

Come si può caratterizzare la ricorsione strutturale?

Risposta: Con una teoria generale della sostituzione.

Domanda 8.22

Come può essere utilizzata la ricorsione strutturale in un linguaggio di programmazione?

Risposta: La ricorsione strutturale può essere utilizzata per definire funzioni ricorsive e tipi induttivi³.

Domanda 8.23

Quando è opportuno usare la coricorsione per la definizione di funzioni?

Risposta: Per esempio con iteratori o generatori.

Domanda 8.24

Che cosa è lo schema di ricorsione primitiva?

Risposta: Lo schema di ricorsione primitiva è un metodo per definire funzioni di numeri naturali $f(x, n)$ a partire da funzioni predefinite $g(x)$ e $h(x, n, f(x, n))$ mediante lo schema:

$$\begin{cases} f(x, 0) = g(x) \\ f(x, n + 1) = h(x, n, f(x, n)) \end{cases}$$

³Visto in "Metodi formali dell'informatica" e nella parte da +3 CFU di "Linguaggi e paradigmi di programmazione".

Domanda 8.25

Che cosa è l'operatore di ricerca non limitato utilizzato da Kleene per definire le funzioni ricorsive generali?

Risposta: Dato un predicato $P(x, y)$, viene restituito il più piccolo y tale che $P(x, y)$:

$$f(x) = \mu y P(x, y)$$

Domanda 8.26

Dare un esempio di almeno due combinatori con le relative uguaglianze caratteristiche.

Risposta:

- $\Rightarrow Kxy = x;$
- $\Rightarrow Yf = f(Yf).$
- $\Rightarrow Ix = x;$
- $\Rightarrow Bxyz = x(yz);$
- $\Rightarrow Cxyz = xzy;$
- $\Rightarrow Sxyz = xz(yz).$

Domanda 8.27

Perché Curry chiamava il combinatore Y il "combinatore paradossale"?

Risposta: Perché il combinatore Y è un combinatore che si autoapplica.

Domanda 8.28

Come si può motivare il tipo $a \rightarrow (b \rightarrow a)$ per il combinatore K?

Risposta: Prendiamo un qualsiasi x di tipo a e un qualsiasi y di tipo b : poiché $Kxy = x$, il tipo di Kxy deve essere lo stesso del tipo di x , cioè a . Poiché Kx prende come argomento y (un b) e restituisce x (un a), il suo tipo è $y \rightarrow a$ (ossia $b \rightarrow a$). Poiché K prende come argomento x (un a) e restituisce un $b \rightarrow a$, ha tipo $a \rightarrow (b \rightarrow a)$.

Note:-

Il motivo per cui si prende sempre un argomento è perché le funzioni sono considerate currificate.

Domanda 8.29

Che cosa si intende con "isomorfismo di Curry-Howard"?

Risposta: L'isomorfismo di Curry-Howard è una corrispondenza tra dimostrazioni logiche e programmi informatici.

8.4 "As we may think"

8.4.1 Sezione 1

Domanda 8.30

Formulare sinteticamente il complesso delle problematiche relative all'organizzazione dell'informazione.

Risposta: Si ha difficoltà nel trovare le informazioni che si stanno cercando. Il problema deriva dal fatto che si utilizza l'indicizzazione (per nome, autore, etc.), ma la mente umana funziona per associazione, collegando idee tra loro.

8.4.2 Sezione 6

Domanda 8.31

Isolare quattro problemi fondamentali delle classificazioni tradizionali (e dei relativi processi di indicizzazione).

Risposta:

- ⇒ Artificiosità dei sistemi di indicizzazione;
- ⇒ L'informazione deve essere cercata da sottoclasse a sottoclasse;
- ⇒ Bisogna avere delle regole per localizzare le informazioni;
- ⇒ Dopo aver trovato l'elemento cercato bisogna tornare indietro.

Domanda 8.32

Caratterizzare l'operazione di associazione secondo Bush.

Risposta:

- ⇒ La mente umana scatta istantaneamente da un'idea all'altra;
- ⇒ Gli elementi non sono fissi, ma si modificano;
- ⇒ La memoria umana è associativa, ma transitoria.

8.4.3 Sezione 7

Domanda 8.33

Elencare in modo analitico le operazioni compiute nel collegare due elementi mediante il memex. Qual è la funzione del codice e del libro dei codici?

Risposta: Un utente che crea un percorsolo nomina, lo inserisce nel libro dei codici e lo batte sulla sua tastiera. L'utente preme un singolo tasto e il memex collega i due elementi. Da quel momento in poi, ogni volta che l'utente preme un elemento del percorso, il memex richiama l'elemento collegato.

Domanda 8.34

Discutere la seguente affermazione: la creazione di percorsi associativi contraddice la struttura lineare del testo scritto.

Risposta: Il testo scritto è, per sua natura, immutabile, fissato in un ordine lineare. Mentre l'associazione è un processo dinamico, che si evolve nel tempo. Si possono creare percorsi associativi, ma il testo scritto rimane invariato.

Domanda 8.35

Descrivere una struttura di dati che permetta una implementazione (astratta) delle piste (trails).

Risposta: Una struttura dati che permetta di implementare le piste è un grafo. In un grafo ogni nodo rappresenta un'idea e ogni arco rappresenta un collegamento tra due idee⁴.

Domanda 8.36

Quali sono le principali operazioni di organizzazione della conoscenza compiute dall'utilizzatore del memex nell'esempio dell'arco?

Risposta: L'utente del memex, nell'esempio dell'arco:

- ⇒ Apre un'encyclopedia, trova un articolo e lo lascia proiettato;
- ⇒ Apre un libro di storia, trova un articolo pertinente;
- ⇒ Collega i due articoli;
- ⇒ Continua a creare collegamenti;
- ⇒ Occasionalmente lascia dei commenti e aggiunge note scritte a mano da lui;
- ⇒ Diversi anni dopo è in grado di mostrare a un suo amico i percorsi che ha creato;
- ⇒ Trasferisce i percorsi sul Memex del suo amico in modo che egli possa continuare il lavoro.

Domanda 8.37

In quale senso le encyclopedie generate con il memex sono di un tipo totalmente nuovo?

Risposta: Sono personalizzabili e non sono statiche, ma dinamiche.

Domanda 8.38

In che cosa consiste la nuova professione di "apripista" (trail blazer)^a?

^aHonkai Star Rail reference

Risposta: Gli apripista sono persone che esplorano nuovi collegamenti tra idee.

⁴Per esempio, su Obsidian (tool per MarkDown), esistono dei grafi che mostrano i collegamenti tra i propri appunti.

8.5 Engelbart e Nelson

8.5.1 Engelbart

Domanda 8.39

Quali sono le caratteristiche dei problemi che hanno motivato il lavoro di Engelbart sul progetto di aumentazione dell'intelligenza umana?

Risposta: I problemi wicked.

- ⇒ I problemi sono mal definiti;
- ⇒ Non c'è un punto in cui si possa dire che il problema è risolto;
- ⇒ Le soluzioni sono soggettive (non giuste o sbagliate);
- ⇒ Non si può procedere per tentativi;
- ⇒ Ogni problema è un caso a sé;
- ⇒ Non c'è una soluzione alternativa preassegnata.

Domanda 8.40

Fare almeno due esempi di problema wicked e due esempi di problema tame.

Problemi wicked:

- ⇒ Problemi urbanistici;
- ⇒ Organizzare una mostra.

Problemi tame:

- ⇒ Risolvere un'equazione;
- ⇒ Racimolare 10.000 euro.

Domanda 8.41

Che cosa intende Engelbart con "problema complesso"?

Risposta: Un problema complesso è un problema che non può essere affrontato ricorrendo a trucchetti, ma deve essere compreso.

Domanda 8.42

Che cosa intende Engelbart con "incremento delle capacità" (increased capability)?

Risposta: L'incremento delle capacità intellettuali umane che porti alla simbiosi tra uomo e macchina.

Domanda 8.43

Che cosa intende Engelbart con "sistema H-LAM/T"? Spiegare sinteticamente ciascuno dei termini coinvolti nell'acronimo.

Risposta: Il sistema H-LAM/T⁵ è un sistema che permette di aumentare le capacità umane.

- ⇒ H: Human;
- ⇒ L: Language;
- ⇒ A: Artefacts;
- ⇒ M: Methodology;
- ⇒ T: Training.

Domanda 8.44

In quale modo la manipolazione di simboli entra nelle considerazioni di Engelbart sulla aumentazione?

Risposta: La manipolazione di simboli è importante perché la concettualizzazione del mondo dipende dal linguaggio e dai simboli che si usano per rappresentare le idee.

Domanda 8.45

In quali aspetti il computer può contribuire come strumento di aumentazione?

Risposta: Come supporto alle operazioni e ai processi di manipolazione dei simboli.

Domanda 8.46

Descrivere sinteticamente di quali sono gli aspetti principali del sistema H-LAM/T che comprende un architetto aumentato.

Risposta: Un architetto aumentato:

- ⇒ Ha già fantasticato su diverse strutture e le *mette alla prova sullo schermo*;
- ⇒ Sullo schermo ha una *vista prospettica* del sito di costruzione sul pendio della collina sormontata dalla sede stradale, rappresentazione dei vari alberi che devono rimanere sul terreno e i vari punti di allacciamento per i servizi;
- ⇒ Con il *puntatore* indica due punti di interesse;
- ⇒ Dopo un po' l'architetto *cambia la scena* sullo schermo in una visione dall'alto che mostra lo scavo;
- ⇒ *Immette con la tastiera un elenco di elementi* controllandoli uno a uno mentre appaiono sullo schermo, rimandandone lo studio in seguito.

⁵I termini sono spiegati nella sezione 4.3.2.

Domanda 8.47

Estendere le considerazioni di Engelbart relative a un architetto aumentato a un avvocato.

Risposta: Un avvocato aumentato:

- ⇒ Ha già fantasticato su diverse strategie e le *mette alla prova sullo schermo*;
- ⇒ Sullo schermo ha una *vista* del caso giudiziario sul quale sta lavorando, rappresentazione dei vari documenti che devono essere presentati e delle varie testimonianze che devono essere raccolte;
- ⇒ Con il *puntatore* indica due punti articoli interessanti;
- ⇒ Si segna un elenco di casi giudiziari da studiare.

Domanda 8.48

Estendere le considerazioni di Engelbart relative ad un architetto aumentato ad un artista (musicista, scrittore, pittore, scultore o altro).

Risposta: Un musicista aumentato:

- ⇒ Sullo schermo si segna un elenco di brani da studiare;
- ⇒ Con il puntatore indica gli spartiti correlati a un certo stato d'animo e li raggruppa;
- ⇒ Dopo un po' l'artista decide di confrontare due sinfonie e le fa suonare sullo schermo, mediante un dispositivo audio.

Domanda 8.49

Spiegare il funzionamento del sistema di schede perforate che permette una primitiva implementazione di alcune delle funzionalità del memex. Quali di queste funzionalità trovano supporto adeguato?

Risposta: Engelbart voleva utilizzare un sistema di schede perforate per ottenere delle registrazioni simili a quelle del memex. Le schede perforate contenevano dati, pensieri, considerazioni, concetti, idee, preoccupazioni, etc. pertinenti a un determinato argomento. Potevano facilmente essere selezionate mediante un sistema di buchi.

Domanda 8.50

In che senso il computer può essere considerato, per Engelbart, un medium universale?

Risposta: Il computer può essere considerato un medium universale perché può essere utilizzato per creare, manipolare e condividere informazioni in modo flessibile. Inoltre, a differenza di altri tipi di medium, come il libro o il cinema, con il computer si può interagire⁶.

⁶Motivo per cui, a mio avviso, i videogiochi sono la forma d'arte più "completa".

Domanda 8.51

Illustrare brevemente gli aspetti principali degli strumenti di elaborazione dei testi presenti nel sistema nLS, come sono illustrati nella demo del 1968.

Risposta:

- ⇒ Il sistema nLS era concepito come una versione elettronica di una rivista scientifica;
- ⇒ Era costituito da una base di dati permanente composta da un insieme di documenti;
- ⇒ Era presente un sistema di indici e collegamenti incrociati;
- ⇒ Era possibile creare nuovi documenti e collegarli a quelli già presenti.

Domanda 8.52

Illustrare brevemente gli aspetti principali della collaborazione on-line nel sistema nLS, come sono illustrati nella demo del 1968.

Risposta:

- ⇒ Era possibile lavorare in gruppo;
- ⇒ Gli utenti potevano inviare al journal commenti e articoli;
- ⇒ Era un "manuale della comunità";
- ⇒ Anticipava il concetto di wiki.

Domanda 8.53

Cenni sulla nascita dei primi modelli di personal computer allo Xerox PARC.

Risposta: Molti dei collaboratori di Engelbart si trasferirono allo Xerox PARC, dove svilupparono il primo personal computer. Il motivo di ciò era l'idea di personal computer dello Xerox PARC, più realistica rispetto a quella di Engelbart (il PC che rimaneva circoscritto al sistema). Fondamentali furono le idee di Alan Kay, che sviluppò il concetto di desktop e di finestre.

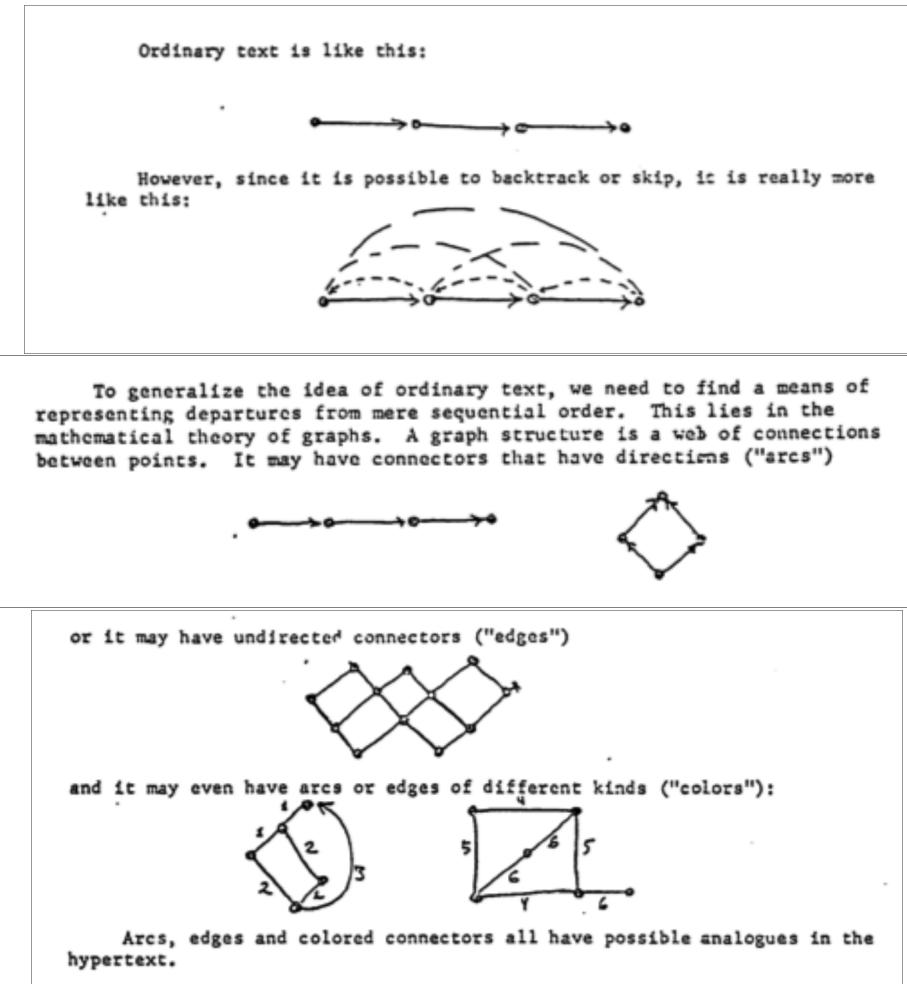
8.5.2 Nelson**Domanda 8.54**

Spiegare mediante esempi che cosa è il "testo parallelo".

Risposta: L'idea di visualizzare diversi testi contemporaneamente, in modo che l'utente possa compararli e confrontarli tra loro. È utile per confronti, traduzioni, commenti, etc.

Domanda 8.55

Che cosa è un ipertesto per Ted Nelson?



Domanda 8.56

Quali sono i tipi di annotazioni (o connettori) che si possono immaginare in un ipertesto?

Risposta:

- ⇒ Il **tag**: un marcitore a cui è allegata una breve nota o spiegazione;
- ⇒ Il **link**: unisce due elementi testuali. È un semplice salto da un punto all'altro.

Domanda 8.57

Elencare e descrivere brevemente i tipi di pista (trail) individuati da Nelson nella descrizione del memex di Bush.

Risposta:

- ⇒ **Side trails**: piste laterali che si dipartono da una pista principale;
- ⇒ **Skip trails**: sottoinsiemi di una pista principale contenenti i punti più importanti.

Domanda 8.58

In che senso, come osservato da Nelson, Bush può essere considerato l'origine della nozione di ipertesto?

Risposta: Si deve a Bush l'intuizione che la mente umana operi per associazioni.

Domanda 8.59

Fare un esempio di ipertestualità dalla storia delle religioni, indicando esplicitamente quali aspetti ipertestuali sono coinvolti.

- ⇒ *Bibbia*: contiene diversi libri che si riferiscono l'uno all'altro;
- ⇒ *Mahaābhāārata*: contiene diversi racconti che si riferiscono l'uno all'altro;
- ⇒ *Talmud*: contiene diversi commenti che si riferiscono l'uno all'altro.

Domanda 8.60

Fare un esempio di ipertestualità dalla letteratura scientifica.

Risposta: Praticamente ogni articolo scientifico fa riferimento ad altri articoli. Per esempio in ambito matematico si fa riferimento a teoremi, dimostrazioni, etc.

Domanda 8.61

Spiegare il concetto di "collaterazione" in Nelson, facendo riferimento alle "zippered lists".

Risposta: La collaterazione è un'operazione che permette di creare una lista di elementi che si riferiscono l'uno all'altro, mediante link. Le zippered lists sono liste che si riferiscono l'una all'altra.

Domanda 8.62

Spiegare brevemente l'idea di "docuverso" in Nelson.

Risposta: Un docuverso è un documento che contiene un insieme di documenti che si riferiscono l'uno all'altro.

Domanda 8.63

Spiegare l'idea di "thinkertoy" in Computer Lib/Dream Machines di Nelson, anche commentando i suoi esempi.

Risposta: Un thinkertoy è un sistema facile e divertente da usare per aiutare le persone a pensare. In altre parole è un sistema di visualizzazione per computer che aiuti a considerare alternative complesse.

Domanda 8.64

Spiegare l'idea di "fantics" (fantica) in Computer Lib/Dream Machines di Nelson, anche commentando i suoi esempi.

Risposta: La fantics (fantica) si occupa sia delle arti espressive (scrittura, teatro e così via) sia delle strutture e dei meccanismi del pensiero.

- ⇒ L'arte e la scienza della presentazione;
- ⇒ Tecniche di presentazione: scrittura, regia, realizzazione di filmati, etc.
- ⇒ I media, la loro analisi, la loro progettazione, etc.;
- ⇒ La progettazione di sistemi per le presentazioni.

8.6 Otlet, Lickider e Kay

8.6.1 Otlet

Domanda 8.65

Che cosa è il Mundaneum?

Risposta: Il Mundaneum è un'organizzazione internazionale fondata da Paul Otlet e Henri La Fontaine. Dopo la nascita di Internet, il Mundaneum è stato rivalutato come un "Google su carta".

Domanda 8.66

Che cosa è la Mondothèque di Otlet?

Risposta: La Mondothèque è un'anticipazione di ciò che diventerà una workstation.

Domanda 8.67

Quali possibilità di trasmissione dei documenti considera Otlet nelle sue visualizzazioni?

Risposta: La videoconferenza e la didattica a distanza.

Domanda 8.68

Quali sono i difetti del libro secondo Otlet?

Risposta:

- ⇒ Non è pratico per la consultazione di specifici passaggi;
- ⇒ È un'entità completa a cui non si può aggiungere nulla;
- ⇒ Rende difficile il collegamento di elementi correlati (richiede indicizzazione).

Domanda 8.69

Quali sono i vantaggi delle schede realizzate secondo il Principio Monografico?

Risposta: L'utilizzo di repertorio, classificazione e ufficio della documentazione. A ogni scheda del repertorio è associato un solo argomento. Si ha la suddivisione per contenuto informativo.

8.6.2 Licklider

Domanda 8.70

Quali sono gli aspetti comuni tra la concezione del libro di Otlet e quella di Licklider in "Libraries of the Future"?

Risposta: Entrambi considerano il libro in veste principalmente negativa, in quanto non permette di collegare facilmente le informazioni tra loro.

Domanda 8.71

Quale è stato il ruolo di Norbert Wiener nel gruppo cresciuto intorno al Research Laboratory of Electronics del MIT?

Risposta: Negli anni '30 Wiener partecipò ai seminari di Arturo Rosenblueth su metodologia e interdisciplinarità nello studio delle comunicazioni in animali e macchine. Nel 1946 si unisce al gruppo del MIT. Negli anni successivi partecipò alle Macy Conferences e, organizzava degli incontri il Martedì sera, in cui si discuteva di comunicazione come studio dei segnali secondo le leggi generali della teoria dell'informazione di Shannon.

Domanda 8.72

Quali sono i punti deboli nell'utilizzo interattivo del computer, prima del time-sharing?

Risposta:

- ⇒ Il computer poteva essere utilizzato solo da un utente alla volta;
- ⇒ Il sistema precedente era batch processing;
- ⇒ Non c'era interazione in tempo reale.

Domanda 8.73

Quale può essere una ragionevole divisione dei compiti nella simbiosi uomo-macchina?

Risposta: L'uomo si occupa di problemi complessi, mentre la macchina si occupa di problemi ripetitivi.

Domanda 8.74

Qual è la differenza principale, a livello di linguaggio, tra controllo di una macchina e controllo di un essere umano?

Risposta: Gli ordini al computer specificano *procedure*, mentre gli ordini all'uomo specificano *obiettivi*.

Domanda 8.75

Fare un esempio di feedback con un insieme di procedure predeterminato che correlano input e output.

Risposta: Vedere capitolo 3.3.1.

Domanda 8.76

Fare un esempio di feedback (interazione) in assenza di procedure predeterminate che correlano input e output.

Risposta: Vedere capitolo 3.3.1.

Domanda 8.77

Che cosa era il Memorandum for members and affiliates of the Intergalactic Computer Network di Licklider?

Risposta: Era un'idea di una rete geograficamente distribuita di utenti che condividono risorse di calcolo, file, compilatori e programmi. Può essere considerata l'origine di ARPANET.

Domanda 8.78

Quali sono gli aspetti comuni alla concezione delle biblioteche adottata da Licklider in "Libraries of the Future" e la concezione di Paul Otlet?

Risposta:

- ✗ Schema della biblioteca fisica con scaffali, schede, banchi di consegna, sale di lettura;
- ✗ Schema del libro fisico come archivio passivo di informazione stampata;
- ✗ Schema della pagina stampata come strumento per la memorizzazione a lungo termine;
- ✓ Gerarchie di segmenti di testo (carattere, parola, frase, paragrafo, capitolo, libro);
- ✓ La suddivisione in informazione testuale, grafica e figurativa;
- ✓ Le parti dei documenti (indice, prefazione, appendice, bibliografia, ecc.);
- ✓ Tipologie di pubblicazioni (libri, riviste, giornali, ecc.);
- ✓ Infrastrutture come catalogo, indice, etc..

Domanda 8.79

Indicare vantaggi e svantaggi della pagine di libro, del libro e della biblioteca

	visualizzazione	memorizzazione	organizzazione	recupero
pagina (componente)	😊	😊	😊	😊
volume (sottosistema)	😊	😊	😊	😊
biblioteca (sistema)	😊	😊	😊	😊

Domanda 8.80

In quale senso la pagina stampata è passiva?

Risposta: La pagina stampata è passiva perché il trasferimento di informazioni richiede lo spostamento del lettore, del libro o di entrambi. Inoltre le operazioni di elaborazione devono essere eseguite dal lettore.

Domanda 8.81

Che cosa è un sistema procognitivo?

Risposta: Un sistema procognitivo è una biblioteca del futuro composta da centri di elaborazione dati connessi tra loro.

8.6.3 Alan Kay**Domanda 8.82**

Descrivere sinteticamente il procedimento di condivisione dei file per il computer Burroughs B220 che Alan Kay descrive come primo esempio di astrazione dei dati, nella prospettiva degli oggetti.

Risposta:

- ⇒ La prima parte era una *sequenza di puntatori* alla seconda parte;
- ⇒ La seconda parte conteneva le *procedure* utilizzate per accedere e modificare i dati della terza parte;
- ⇒ La terza parte conteneva i *record* con i dati.

Domanda 8.83

In quale modo il funzionamento del sistema Sketchpad di Sutherland può essere confrontato con un linguaggio orientato agli oggetti?

Risposta: Kay utilizza una metafora biologica per confrontare Sketchpad con Simula 67:

- ⇒ Le cellule ("instances") si conformano ai comportamenti "master";
- ⇒ Le cellule sono autonome e comunicano tra loro scambiandosi messaggi;
- ⇒ Le cellule diventano parti diverse di un organismo a seconda del contesto.

Domanda 8.84

Indicare una metafora-guida nello sviluppo delle idee di Alan Kay sugli oggetti.

Risposta: La metafora-guida è quella della biologia.

Domanda 8.85

In quale modo Papert ed il suo linguaggio LOGO hanno influenzato Kay?

Risposta: LOGO è un linguaggio di programmazione che permette di creare oggetti grafici. Papert ha trasmesso a Kay l'idea del computer come strumento per l'apprendimento che si concretizzò nel progetto Dynabook.

Domanda 8.86

Che cosa si intende dicendo che il computer è un "medium dinamico"?

Risposta: Il computer è un medium dinamico perché permette di creare, manipolare e condividere informazioni in modo flessibile. Non è statico come un libro o un film, ma è interattivo.

Domanda 8.87

In che senso il computer è un medium universale?

Risposta: Il computer è un medium universale perché può simulare qualsiasi altro medium.