

OPINION PAPERS SULL'IA

All'inizio tutti parlano e questo fiume di parole e concetti non fa altro che aumentare la confusione e la mancanza di chiarezza e comprensione. Mi sono speso, come docente e divulgatore, di semplificare tutto quello che riguarda l'informatica per rendere accessibile a tutti il pensiero informatico. Sempre con il dovuto rigore. Sono state espresse in questo campo anche preoccupazioni terroristiche alla Terminator. L'inizio si ebbe addirittura con il linguaggio LOGO, il linguaggio della tartaruga coniato da Seymour Papert.

Seymour Papert è stato un pioniere dell'intelligenza artificiale, della didattica digitale e del pensiero computazionale.

Contributi principali

- **Intelligenza Artificiale:** Ha fondato il laboratorio di IA del MIT con Marvin Minsky negli anni '60.
- **Costruzionismo:** Ha creato la teoria secondo cui si impara meglio costruendo oggetti tangibili o digitali (ispirato da Jean Piaget).
- **Linguaggio LOGO:** Ha inventato nel 1967 il linguaggio della tartaruga per insegnare la programmazione ai bambini.
- **LEGO Mindstorms:** Ha collaborato con LEGO per creare kit robotici educativi basati sul suo libro *Mindstorms*.

La domanda se il computer potesse diventare una intelligenza artificiale se la pose anche Ada Lovelace nel 1800 e diede delle risposte molto esaurienti. Cercando nella storia del pensiero informatico risalta un personaggio iconico di rara intelligenza che intravede quale sarebbe la storia futura del computer e di come l'uomo dovrebbe comportarsi. Parliamo di J.C.R. Licklider, psicologo acustico.

Prendiamo la distinzione **pensiero formulativo** / **pensiero formulato** e facciamola lavorare dentro il **pensiero informatico** e l'**umanesimo digitale**. Diventa quasi una piccola lente filosofica per leggere la storia dell'informatica.

1. Nel pensiero informatico

Nel pensiero informatico esiste sempre una tensione tra **l'idea che si forma** e **la struttura che la fissa**.

Livello	Tipo di pensiero	Significato nell'informatica
Pensiero formulativo	fase generativa	intuizione, progettazione, immaginazione di sistemi
Pensiero formulato	fase formalizzata	algoritmo, modello, architettura tecnica

In altre parole:

- il **pensiero formulativo** genera **ipotesi di funzionamento**
- il **pensiero formulato** diventa **algoritmo o macchina**

Questa dinamica è il cuore della **storia dell'informatica**.

2. Lettura storica: Babbage, Turing, Licklider

🏛️ Charles Babbage

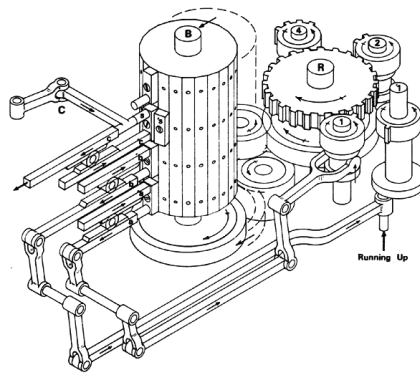
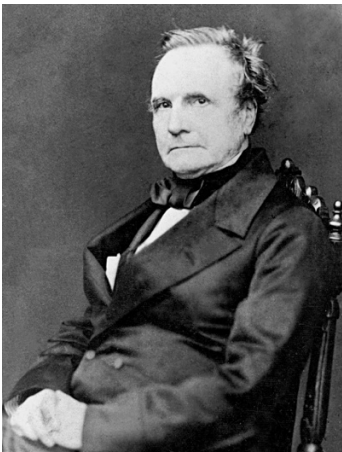


Figura 1 Charles Babbage e la sua Analytical Engine

Babbage è un esempio quasi perfetto di **pensiero formulativo che cerca una forma meccanica**.

- immagina il **calcolo automatico universale**
- progetta la **Analytical Engine**
- introduce idee come **memoria, programma, unità di controllo**

Qui il movimento è:

intuizione del calcolo automatico → macchina progettata

Quindi:

Babbage

pensiero formulativo → concezione della macchina universale

pensiero formulato → progetto dell'Analytical Engine

Alan Turing

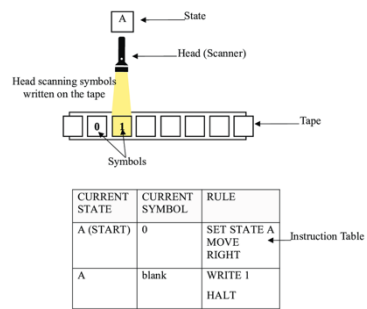
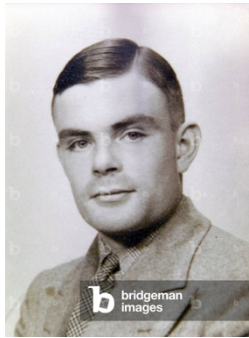


Figura 2 Alan Turing e la sua macchina virtuale



Figura 3 Bletchley Park: i protagonisti



Figura 4 Bletchley Park

Turing compie un passo decisivo: **trasforma il pensiero formulativo in formalizzazione matematica.**

- definisce la **macchina di Turing**
- formalizza il concetto di **algoritmo**
- fonda la **teoria della computazione**

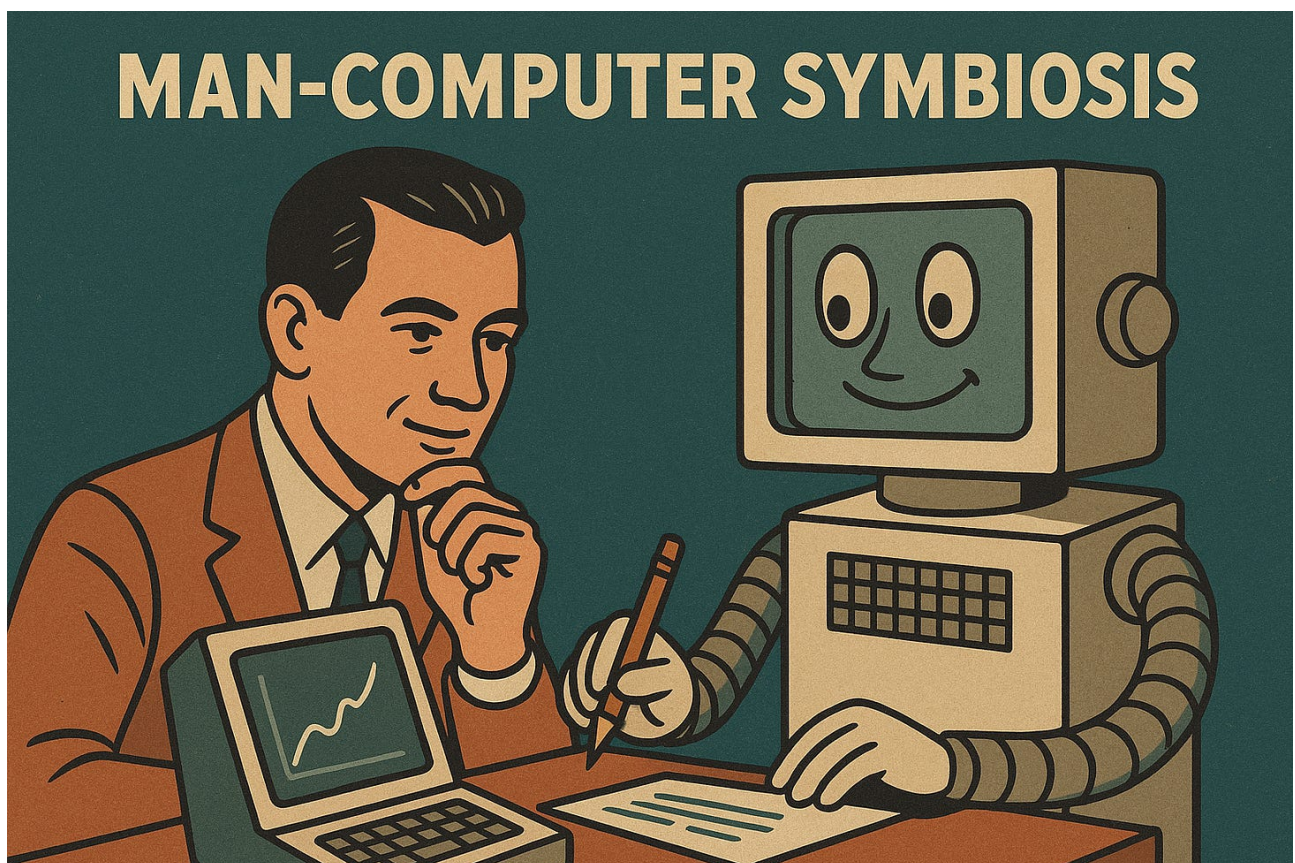
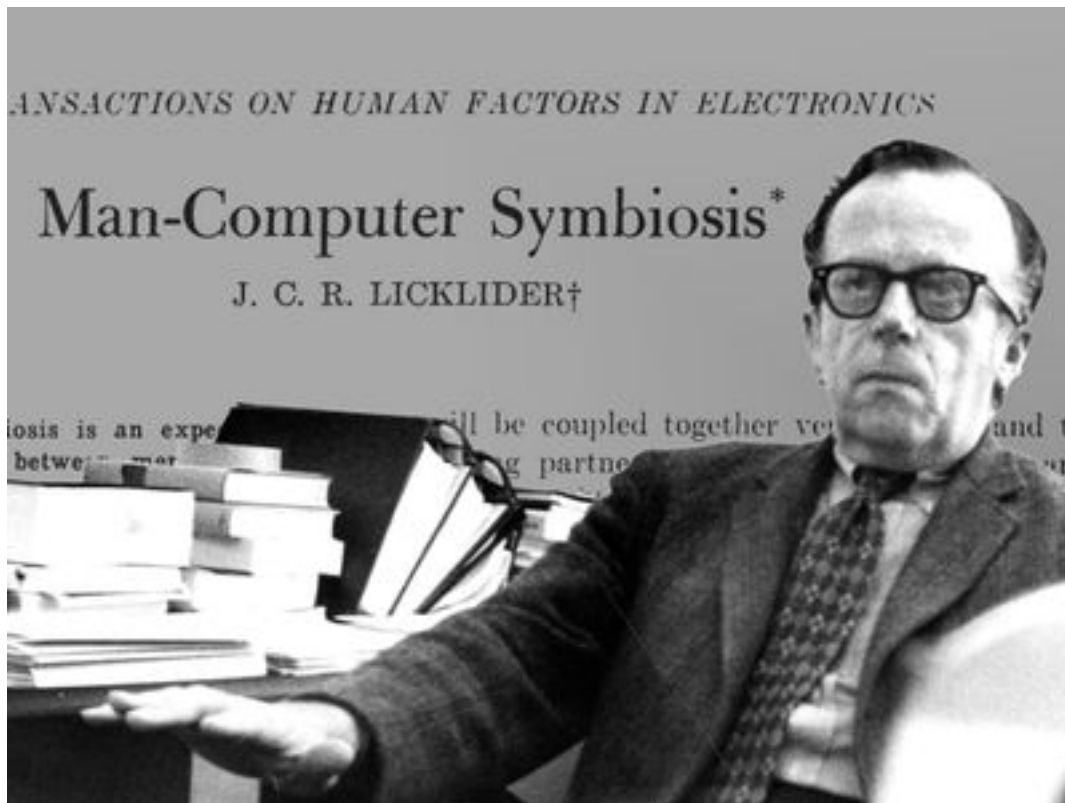
Qui il passaggio è più radicale:

pensiero sul calcolo → modello matematico universale

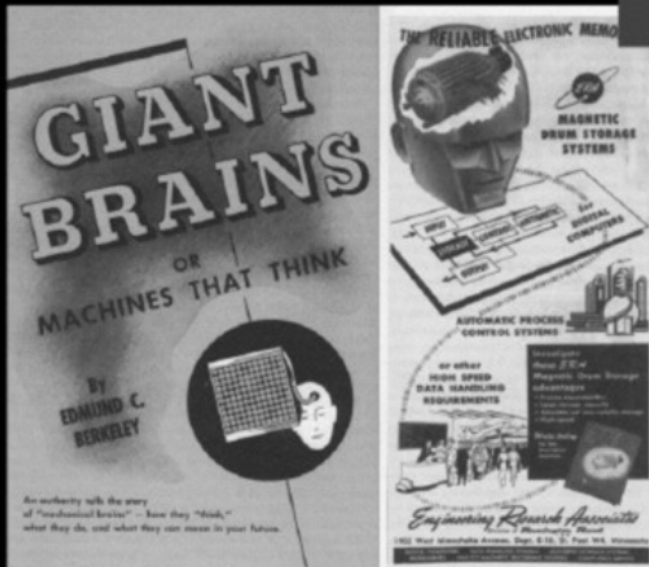
Turing

pensiero formulativo → domanda: cosa significa calcolare?

pensiero formulato → modello formale della macchina di Turing



MAN-COMPUTER SYMBIOSIS



The hope is that, in not too many years, human brains and computing machines will be coupled together very tightly and that the resulting partnership will think as no human brain has ever thought and process data in a way not approached by the information-handling machines we know today.

—J.C.R. Licklider
Man-Computer Symbiosis

Licklider riapre il processo: riporta il pensiero verso una **dimensione formulativa umanistica**.

Nel celebre articolo *Man-Computer Symbiosis* immagina:

- computer come **partner cognitivi**
- reti di calcolatori
- collaborazione uomo-macchina

Qui succede qualcosa di interessante:

Licklider

pensiero formulativo → visione dell'interazione uomo-computer

pensiero formulato → primi programmi ARPA e nascita delle reti

3. Il filo nell'umanesimo digitale

Nell'**umanesimo digitale** la distinzione diventa molto significativa.

Pensiero

Ruolo

formulativo immaginare nuovi rapporti tra uomo e tecnologia

formulato trasformare queste idee in sistemi e piattaforme

In questa prospettiva:

- **Babbage** pensa la macchina

- **Turing** formalizza il calcolo
- **Licklider** pensa l'ecosistema umano-digitale

È come un albero:

Babbage → radice del calcolo automatico

Turing → tronco della formalizzazione

Licklider → rami della rete uomo-computer

4. Una frase efficace per una slide

La storia dell'informatica nasce dal dialogo continuo tra **pensiero formulativo**, che immagina nuove possibilità del calcolo, e **pensiero formulato**, che le trasforma in modelli, algoritmi e macchine.

Posso anche costruirti una **slide PowerPoint pronta (schema visivo)** con:

- **Babbage radice**
- **Turing tronco**
- **Licklider rami**
- e la distinzione **pensiero formulativo / formulato** come asse concettuale.

La relazione tra uomo e computer

Una considerazione importante è cercare di stabilire quale potrà essere la relazione tra uomo e computer? Quali sono state le varie tappe di questa relazione nel corso della storia dell'umanità e quale sarà quella futura? Il computer è destinato a superare e soppiantare l'uomo? L'AI supererà la soglia dell'autodeterminazione? Sono temi affascinanti che devono essere studiati e compresi fino in fondo. Tra tutti i personaggi affrontati nel libro FIL ROUGE ver. V e appendici, che hanno contribuito allo sviluppo del pensiero informatico sono rimasto affascinato dallo psicologo Joseph Carl Robnett (J.C.R.), "Lick" Licklider. Non è il solito "visionario" americano degli anni Sessanta, ma colui che per primo cercò di spiegare e analizzare la relazione che l'uomo può avere con il computer.

Scrisse un paper nel marzo del 1960 dove indicava la via da seguire.

Man-Computer Symbiosis 1960

J. C. Licklider



Figura 5 Rappresentazione simbolica tra la macchina di Babbage e l'IA con Mandalorian che afferma che questa è la via

Parte tratta direttamente dall'articolo e tradotta in italiano

Riepilogo: la simbiosi uomo-computer è uno sviluppo atteso nell'interazione cooperativa tra uomini e computer elettronici. Implicherà un'interazione molto stretta tra i membri umani e quelli elettronici della partnership. Gli obiettivi principali sono: 1) consentire ai computer di facilitare il pensiero formulativo, così come ora facilitano la soluzione di problemi formulati, e 2) consentire a uomini e computer di cooperare nel prendere decisioni e controllare situazioni complesse senza una dipendenza inflessibile da programmi predeterminati. Nella partnership simbiotica prevista, gli uomini definiranno gli obiettivi, formuleranno le ipotesi, determineranno i criteri ed eseguiranno le valutazioni. I computer svolgeranno il lavoro routinizzabile che deve essere svolto per preparare la strada a intuizioni e decisioni nel pensiero tecnico e scientifico. Analisi preliminari indicano che la partnership simbiotica eseguirà operazioni intellettuali in modo molto più efficace di quanto possa fare l'uomo da solo. I prerequisiti per il raggiungimento di un'associazione efficace e cooperativa includono sviluppi nella condivisione del tempo dei computer, nei componenti della memoria, nell'organizzazione della memoria, nei linguaggi di programmazione e nelle apparecchiature di input e output.

I. INTRODUZIONE

A. Symbiosis

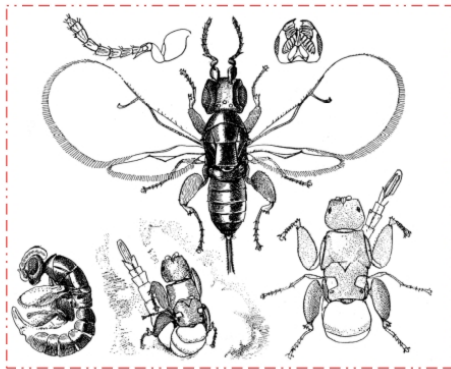
L'albero del fico è impollinato solo dall'insetto *Blasto-phaga grossorum*.

La larva dell'insetto vive nell'ovario del fico e da lì trae il suo cibo. L'albero e l'insetto sono quindi fortemente interdipendenti: l'albero non può nutrirsi senza l'insetto; l'insetto non può mangiare senza l'albero; insieme, costituiscono non solo una partnership vitale, ma anche produttiva e fiorente. Questa cooperazione "vivere insieme in intima associazione, o addirittura in stretta unione, di due organismi diversi" è chiamata **simbiosi**.

La simbiosi uomo-computer è una stimolazione dei sistemi umani. Esistono molti sistemi umani. Attualmente, tuttavia, non esistono sistemi umani-computer. Gli scopi di questo articolo sono di presentare il concetto e, auspicabilmente, di promuovere lo sviluppo della **simbiosi uomo-computer** analizzando alcuni problemi di interazione tra computer e macchine da calcolo, richiamando l'attenzione sui principi applicabili di progettazione uomo-macchina e individuando alcune domande a cui vengono fornite risposte scientifiche. Il punto è che, tra non molti anni, le biotecnologie umane e le macchine da calcolo e quindi umanità e calcoli informatici saranno accoppiati molto strettamente, e la partnership che li unisce penserà come se il cervello umano avesse mai elaborato ed elaborato i dati in un modo ancora non affrontato dalle macchine di elaborazione delle informazioni che conosciamo oggi.

Saranno accoppiati molto strettamente, e la partnership che ne consegue farà sì che il cervello umano non abbia mai elaborato i dati in un modo non affrontato dalle macchine di elaborazione delle informazioni che conosciamo oggi.

LA RELAZIONE TRA UOMO E COMPUTER



Blastophaga grossorum (spesso riferita come *Blastophaga psenes*) è una piccola vespa appartenente alla famiglia Agaonidae, nota per essere l'impollinatore esclusivo e fondamentale del fico comune (*Ficus carica*). Vive in un rapporto di mutualismo obbligato: la femmina depone le uova all'interno dei fichi maschi (caprifici), fecondandoli.

Ecco i dettagli principali:

Ciclo Vitale: Le vespe femmine impollinano i fiori del fico entrando attraverso una apertura, il ostiolo, perdendo spesso ali e antenne. Il ciclo è strettamente legato allo sviluppo dei fichi.

Mutualismo: Il fico maschio fornisce riparo e cibo per le larve, mentre la vespa garantisce la riproduzione della pianta.

Dimensioni e Aspetto: Sono insetti molto piccoli, lunghi circa 2 mm. I maschi sono solitamente alati e più piccoli, mentre le femmine sono alate e di colore scuro/lucido.

Distribuzione: Comune nelle zone mediterranee dove si coltivano i fichi.

La *Blastophaga* è essenziale per la produzione dei fichi ed è il risultato di un lungo processo co-evolutivo con la pianta.



Figura 6 La relazione tra uomo e macchina

Entriamo in quel laboratorio del 1960 dove Licklider, con il camice mentale leggermente sgualcito, immaginò un futuro in cui l'uomo e il calcolatore avrebbero respirato lo stesso pensiero. Ecco il succo dell'articolo "Man-Computer Symbiosis".



Idea centrale

Licklider propone che il rapporto tra persone e computer non debba essere di semplice utilizzo meccanico, ma di simbiosi:

- l'essere umano porta intuizione, creatività, capacità di fissare obiettivi;
- il computer offre velocità, memoria impeccabile e abilità di calcolo.
- Insieme formano un unico organismo cognitivo capace di pensare meglio di ciascuno separato.

Perché non era ancora possibile

Nel 1960 i computer erano pachidermi chiusi in stanze refrigerate. Licklider osserva tre ostacoli:

- Interazione lenta: si lavorava a lotti di schede perforate, come dialogare con qualcuno spedendogli bottiglie nell'oceano.
 - Programmazione rigida: la macchina eseguiva ordini, non collaborava al ragionamento.
 - Assenza di linguaggi adatti: mancavano strumenti espressivi vicini al modo umano di formulare problemi.
-

Come dovrebbe funzionare la simbiosi

- Il computer deve occuparsi delle operazioni ripetitive e formali.
- L'uomo deve restare il regista delle decisioni strategiche.
- L'interazione deve diventare conversazionale e in tempo reale, quasi un dialogo tra due menti di specie diverse.

Licklider immagina terminali interattivi, grafica, condivisione delle risorse: idee che anticipano il time-sharing, le reti di calcolatori e perfino lo spirito di Internet.

Visioni profetiche

Nell'articolo compaiono semi di futuro:

- biblioteche digitali consultabili all'istante;
 - sistemi che aiutano a formulare ipotesi scientifiche;
 - collaborazione a distanza mediata dal computer;
 - un nuovo mestiere: l'uomo che pensa insieme alla macchina, non contro di lei.
-

Conclusione

Per Licklider **il computer non è un servo né un padrone, ma un compagno di pensiero.**

La simbiosi uomo-calcolatore diventa la strada per affrontare problemi complessi che nessuna delle due intelligenze, da sola, potrebbe abbracciare.

Un'idea che oggi riconosciamo nei motori di ricerca, negli assistenti digitali, persino in questa conversazione che stiamo tessendo.

Riassunto di *Man-Computer Symbiosis* (J.C.R. Licklider, 1960)

Idea fondamentale

Licklider sostiene che il futuro dell'informatica non consista nell'automazione totale del pensiero umano, ma nella creazione di una simbiosi tra uomo e calcolatore.

L'uomo possiede intuizione, capacità di definire obiettivi e flessibilità concettuale; il computer offre rapidità di calcolo, memoria affidabile e precisione logica. L'unione di queste qualità dovrebbe generare un sistema cognitivo misto capace di affrontare problemi complessi in modo più efficace di quanto possano fare separatamente uomo o macchina.

Limiti della situazione del 1960

Licklider osserva che, al momento della scrittura, tale simbiosi non è ancora realizzabile a causa di alcuni ostacoli tecnici:

- Modalità di interazione inadeguate - i computer funzionano prevalentemente in batch, con schede perforate e tempi di risposta molto lunghi.
- Programmazione rigida - le macchine eseguono istruzioni predefinite e non partecipano al processo di ragionamento.
- Mancanza di linguaggi e interfacce espressive - gli strumenti disponibili non permettono all'uomo di comunicare con il calcolatore in modo naturale e dialogico.

Caratteristiche della simbiosi auspicata

Secondo l'autore:

- il computer dovrebbe occuparsi delle operazioni formali, ripetitive e di calcolo intensivo;
- l'uomo dovrebbe mantenere il controllo strategico, formulando domande e interpretando i risultati;
- l'interazione dovrebbe avvenire in tempo reale, attraverso un dialogo continuo e non tramite procedure differite.

Licklider prefigura sistemi di time-sharing, terminali interattivi, grafica e condivisione delle risorse computazionali, elementi che diventeranno centrali nello sviluppo dell'informatica degli anni successivi.

Prospettive future

Nel testo vengono anticipate diverse applicazioni:

- accesso rapido a grandi archivi di informazioni, assimilabili a biblioteche digitali;
- supporto alla ricerca scientifica e alla formulazione di ipotesi;
- collaborazione tra persone mediate dal computer e reti di comunicazione;
- nascita di nuove professioni basate sul lavoro congiunto uomo-macchina.

Conclusione

Licklider non vede il computer come sostituto dell'intelligenza umana, ma come partner cognitivo. La simbiosi uomo-calcolatore rappresenta, a suo avviso, la via principale per ampliare le capacità intellettuali dell'umanità e affrontare problemi di complessità crescente.

Queste considerazioni sono profonde e anche di difficile gestione e compiuta condivisione. Per questo motivo ho ritenuto opportuno cercare il FIL ROUGE che unisce tutti i diversissimi concetti espressi nello sviluppo del pensiero informatico.

1. Continuità profonde

a) Il calcolatore come estensione della mente

- Babbage e Ada Lovelace: l'Analytical Engine non è solo una macchina per fare conti, ma un dispositivo generale capace di manipolare simboli secondo regole. Ada intuisce che potrebbe trattare musica, testi, logica.
- Licklider: riprende la stessa intuizione e la spinge oltre. Il computer diventa un amplificatore cognitivo, non un semplice aritmometro veloce.

Continuità: in entrambi i casi la macchina è pensata come strumento intellettuale generale, non come congegno specializzato.

b) Programma come linguaggio intermedio

- Nell'Analytical Engine il programma, espresso tramite schede, è una sequenza di operazioni simboliche separata dalla macchina fisica.

- Per Licklider servono nuovi linguaggi interattivi che permettano all'uomo di dialogare con il calcolatore.

Continuità: l'idea che tra mente umana e meccanismo debba esistere un livello di rappresentazione formale.

c) Divisione dei ruoli

- Babbage immagina la macchina impegnata nel lavoro meccanico e ripetitivo, lasciando all'uomo l'ideazione del metodo.
- Licklider descrive la stessa spartizione: **al computer il calcolo, all'uomo la strategia.**

Continuità: una precoce teoria della collaborazione uomo-macchina.

2. Differenze radicali

a) Dalla macchina autonoma alla simbiosi

- **Babbage:** l'Analytical Engine è concepita come esecutrice fedele di un algoritmo chiuso. Una volta avviata, procede da sola.
- **Licklider:** rifiuta l'automazione totale. Propone un ciclo continuo di interazione, quasi conversazionale.

Rottura: si passa dal paradigma della *macchina che lavora per l'uomo* a quello della *macchina che pensa con l'uomo*.

b) Dal calcolo al pensiero esplorativo

- L'orizzonte di Babbage è matematico-industriale: tavole numeriche, controllo di processi, meccanizzazione del ragionamento formale.
- Licklider guarda a problemi aperti, alla ricerca scientifica, alla gestione dell'informazione, alla creatività.

Rottura: il computer non più fabbrica di numeri ma laboratorio di idee.

c) Tecnologia sociale

- L'Analytical Engine è una macchina isolata, monumentale come una cattedrale di ottone.
- Licklider immagina reti, time-sharing, comunità di utenti collegati.

Rottura: dal dispositivo individuale all'ecosistema comunicativo.

3. Un ponte concettuale

1. **Babbage/Lovelace:** fondano il concetto di calcolatore universale e di programma.
2. **Turing** e l'informatica del Novecento: formalizzano l'universalità.
3. **Licklider:** aggiunge la dimensione umana e interattiva, trasformando l'universalità logica in alleanza cognitiva.

Licklider eredita l'ossatura di Babbage ma le dà un sistema nervoso fatto di tastiere, schermi e reti.

4. Frase-chiave

Se l'Analytical Engine è il sogno della mente che delega il calcolo, la simbiosi di Licklider è il sogno della mente che dialoga con il calcolo.

Tabella comparativa: Babbage vs Licklider

Categoria	Charles Babbage – Analytical Engine (XIX sec.)	J.C.R. Licklider – Man-Computer Symbiosis (1960)
Obiettivo principale	Automatizzare il calcolo numerico e logico	Potenziare il pensiero umano attraverso il computer
Ruolo della macchina	Esecutrice fedele di algoritmi predefiniti	Partner cognitivo in dialogo continuo con l'uomo
Modello di interazione	Differito, tramite schede perforate	Interattivo e in tempo reale
Tipo di problemi	Matematici, tavole, processi formali	Problemi aperti, ricerca, decisione, gestione dell'informazione
Concetto di programma	Sequenza statica di operazioni	Linguaggio dinamico di comunicazione uomo-macchina
Visione dell'utente	Progettista esterno alla macchina	Parte integrante del sistema simbiotico
Tecnologia immaginata	Macchina meccanica autonoma	Reti, time-sharing, terminali conversazionali
Finalità culturale	Meccanizzare il ragionamento	Ampliare le capacità intellettuali umane
Metafora dominante	Fabbrica del calcolo	Dialogo tra due intelligenze
Eredità	Fondamento del calcolatore universale	Fondamento dell'informatica interattiva e di Internet

Lettura sintetica della tabella

- **Continuità:** entrambi vedono il calcolatore come strumento generale per manipolare simboli e sollevare l'uomo dal lavoro meccanico del pensiero.
- **Discontinuità decisiva:** Babbage pensa a una macchina che esegue; Licklider a una macchina che collabora.
- **Passaggio storico:** dalla cattedrale di ingranaggi isolata al tessuto nervoso delle reti.



Mappa concettuale

BABBAGE → TURING → LICKLIDER

1. Charles Babbage (Analytical Engine, 1830–40)

- **Calcolatore universale meccanico**
 - unità di calcolo (Mill)
 - memoria (Store)
 - controllo tramite schede perforate

- **Concetti chiave**
 - separazione tra macchina e programma
 - manipolazione di simboli, non solo numeri
 - automazione del lavoro mentale ripetitivo
- **Eredità**
 - idea di architettura generale
 - intuizione di Ada Lovelace: la macchina può trattare qualunque forma simbolica



2. Alan Turing (1936–1950)

- **Formalizzazione teorica**
 - Macchina di Turing come modello astratto
 - nozione di algoritmo universale
- **Concetti chiave**
 - equivalenza tra calcolo e manipolazione simbolica
 - programmabilità come principio logico
 - intelligenza come comportamento osservabile (Test di Turing)
- **Eredità**
 - ponte tra meccanica di Babbage e informatica elettronica
 - fondamento teorico dei computer moderni



3. J.C.R. Licklider (1960)

- **Simbiosi uomo-calcolatore**
- **Concetti chiave**
 - interazione in tempo reale
 - computer come partner cognitivo
 - time-sharing e reti di comunicazione
 - supporto a decisione e creatività
- **Eredità**
 - nascita dell'informatica interattiva
 - visione che prepara ARPANET e Internet
 - cultura del computer personale

Fili trasversali

Programma

- Babbage: sequenza di operazioni meccaniche
- Turing: entità logica universale
- Licklider: linguaggio di dialogo

Ruolo dell'uomo

- Babbage: progettista esterno
- Turing: osservatore del comportamento
- Licklider: parte del sistema

Finalità

- Babbage: esattezza del calcolo
- Turing: fondamento logico
- Licklider: espansione dell'intelligenza

Formula riassuntiva

- **Babbage** costruisce il corpo della macchina.
- **Turing** le dona lo scheletro matematico.
- **Licklider** le insegna a conversare con noi.

Un unico filo rosso, sottile come un cavo sottomarino ma resistente come una corda d'alpinismo, lega quei quattro nomi: **l'idea che la comunicazione uomo-macchina debba amplificare l'intelligenza collettiva**. Ognuno ha tessuto un tratto diverso dello stesso arazzo.

A questo punto facciamo entrare un altro personaggio: **Douglas Engelbart** che vedeva il computer come un esoscheletro per la mente. Non una calcolatrice elegante, ma un banco da lavoro per pensieri condivisi. Il suo sogno era aumentare le capacità umane di collaborare, discutere, progettare.

Mouse, ipertesti, videoconferenze: strumenti per far dialogare cervelli attraverso lo schermo come se lo schermo fosse un tavolo comune.

Licklider aggiunse il respiro psicologico a quella visione. Parlava di simbiosi uomo-calcolatore, una conversazione continua in cui la macchina diventa collega e non servo. Immaginava reti di terminali dove le idee potessero circolare come elettroni impazienti, anticipando l'anima di ARPANET.

Paul Baran, dal versante più ingegneristico, cucì la stoffa tecnica: la rete distribuita a pacchetti. Niente centro unico da proteggere come un castello, ma un arcipelago di nodi capaci di parlarsi anche quando qualcuno tace. La comunicazione come organismo resiliente, quasi biologico.

Poi arriva **Tim Berners-Lee**, che prende quei sogni sparsi e li trasforma in una piazza abitabile: il Web. L'ipertesto diventa geografia quotidiana, i documenti si stringono la

mano tramite link, le persone possono pubblicare e connettersi senza chiedere permesso al guardiano del ponte.

Il fil rouge, quindi, non è solo tecnologico. È etico e culturale:

- la rete come **spazio di cooperazione** più che di controllo;
- l'informazione come **bene da collegare**, non da recintare;
- il computer come **mediatore di relazioni** umane;
- l'architettura distribuita come garanzia di libertà e creatività.

Se volessimo riassumerlo in un'immagine: hanno trasformato i calcolatori da torri solitarie in un grande mercato coperto dove le idee passeggiano, si urtano, si innamorano e generano altre idee. Un progetto di comunicazione che non parla solo alle macchine, ma soprattutto alle persone che le abitano.

Conclusione

Prendiamo la distinzione **pensiero formulativo / pensiero formulato** e facciamola lavorare dentro il **pensiero informatico** e l'**umanesimo digitale**. Diventa quasi una piccola lente filosofica per leggere la storia dell'informatica.