



via Masaccio, 4 20063 Cernusco Sul Naviglio – MI
tel. 02.9240552 – 02.9242087 – 02.9232731
fax 02.9244512 – 02.9232731
email itsos@tes.mi.it

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Mind Control

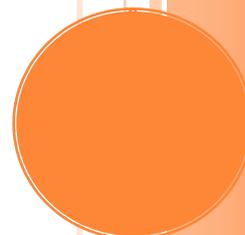
Docenti di indirizzo:

Informatica: prof. Carlo Bocchetti
Telecomunicazioni: prof. Marco Ferrari
Matematica: prof. Giuseppina Ferreri

Docenti di base:

Filosofia: prof. Enrico LaSala
Inglese: prof. Maria Boschetti

Giuseppe Taverna
Liceo Tecnico ind. Informatico
a.s 2006/2007



SOMMARIO

Capitolo I: Cos'è l'Intelligenza Artificiale	2
1.1 Introduzione.....	2
1.2 Origine del termine	2
1.3 Cenni Storici	2
Capitolo II: Analisi dell'Intelligenza Artificiale.....	5
2.1 Fondamenti teorici	5
2.2 Turing e l'avvicinamento all'AI: Test di Turing.....	5
2.3 Architettura base dei sistemi di Intelligenza Artificiale	6
2.4 Primi programmi di AI.....	7
2.5 Linguaggi di AI	7
2.6 Linguaggi di programmazione logica.....	9
2.7 I bots	9
2.8 I sistemi esperti	9
2.9 L'apprendimento	10
2.10 Limiti e nuovi traguardi.....	11
2.11 Le reti neurali	11
Capitolo III: Frattali e modelli geometrici di neurone	13
3.1 Introduzione.....	13
3.2 Frattali: I neuroni.....	15
Capitolo IV: Dibattiti filosofici sull'AI: AI fra scienza e coscienza.....	16
4.1 Introduzione.....	16
4.2 Filosofia della mente	16
4.3 Formulazione originaria del pensiero AI	18
4.4 Formulazione attuale	19
4.5 Come è possibile creare un computer pensante	19
Capitolo V: AI and Human Being Intelligence: Are they distinguishable?.....	21
5.1 Introduction	21
5.2 The Turing Test approach.....	21
5.3 Understanding & Interpreting IQ.....	22
5.4 Theories of Intelligence.....	24
5.5 Summary and Analysis of "The Terminal Man" by M.Crichton	26
Bibliografia	28
Webgrafia.....	28

Capitolo 1

COS'È L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

1.1 Introduzione

Non esiste una definizione univoca di **Intelligenza Artificiale**. Usualmente con questo termine, spesso abbreviato con l'acronimo A.I. (dall'inglese *Artificial Intelligence*), si indica l'insieme di studi e tecniche che portano alla realizzazione di macchine, specialmente calcolatori elettronici opportunamente programmati, in grado di risolvere problemi, di svolgere funzioni e ragionamenti tipici della mente umana.

Dal punto di vista letterale, la locuzione “intelligenza artificiale” è un evidente ossimoro, in quanto attribuisce al termine “artificiale” qualcosa che è essenzialmente “naturale”. L'intelligenza artificiale è una disciplina dibattuta tra scienziati e filosofi, in quanto caratterizzata sia da aspetti teorici che pratici.

L'obiettivo primario dell'A.I. è creare macchine in grado di pensare e agire come gli esseri umani.

Nel suo aspetto puramente informatico, essa comprende la teoria e le tecniche per lo sviluppo di algoritmi che consentano alle macchine (tipicamente ai calcolatori) di mostrare un'abilità e/o attività intelligente.

1.2 Origine del termine

L'espressione “Intelligenza Artificiale” (*Artificial Intelligence*) fu coniata nel 1956 dal matematico americano John McCarthy, durante uno storico seminario interdisciplinare svoltosi nel New Hampshire. Secondo le parole di Marvin Minsky, uno dei “pionieri” della I.A., lo scopo di questa nuova disciplina sarebbe stato quello di “far fare alle macchine delle cose che richiederebbero l'intelligenza se fossero fatte dagli uomini”.

1.3 Cenni Storici

L'idea di delegare a congegni meccanici talune operazioni tipiche della mente è molto antica, ma gli sviluppi che più specificamente interessano la nascita dell'I.A. avvengono attorno alla metà del Novecento.

Si devono ad Alan Turing (1912-1954) due contributi fondamentali:

1. Nel 1936 il matematico inglese Turing sviluppò le basi teoriche dell'informatica, proponendo un modello ideale di calcolatore “universale”, conosciuto appunto come **macchina di Turing**. Egli prese spunto da un'analisi del processo mentale di calcolo e, benché il suo lavoro fosse puramente matematico, Turing usò a più riprese una terminologia antropomorfa, parlando in particolare di “stati mentali” per riferirsi a configurazioni interne della macchina.
2. Nel 1950 Turing propose il **gioco dell'imitazione**, ossia un paradigma per stabilire se una macchina è “intelligente”. Nel suo noto articolo *Computing Machinery and Intelligence*

sulla rivista *Mind* (1950), viene indicata la possibilità di creare un programma al fine di far comportare un computer in maniera intelligente.

Quindi la progettazione di macchine intelligenti dipende fortemente dalle possibilità di rappresentazione simbolica del problema.

***Il test di Turing** - così viene chiamata la condizione che la macchina dovrebbe superare per essere considerata intelligente – non è stato ancora superato da nessun sistema artificiale, se non dai computer che si trovano nei romanzi di fantascienza. Negli anni è stato riformulato, tanto che queste teorie hanno ricevuto diverse confutazioni. Per di più, l'abilità di gioco viene appresa dal programma scontrandosi con avversari umani.*

Il primo lavoro che si usa ascrivere all'intelligenza artificiale risale al 1943, quando Warren McCulloch e Walter Pitt progettaron una rete neurale.

Se la teoria dell'IA evolve indipendentemente dai progressi scientifici, le sue applicazioni sono fortemente legate agli avanzamenti della tecnologia informatica. Infatti, solo nella seconda metà del XX secolo è possibile disporre di dispositivi di calcolo e linguaggi di programmazione abbastanza potenti da permettere sperimentazioni sull'intelligenza.

***CURIOSITÀ:** Nello stesso anno dell'articolo di Turing sull'omonimo test per le macchine pensanti, Arthur Samuel presenta il primo programma capace di giocare a Dama, un risultato molto importante perché dimostra la possibilità di superare i limiti tecnici (il programma era scritto in Assembly e girava su un IBM 704) per realizzare sistemi capaci di risolvere problemi tradizionalmente legati all'intelligenza umana. Per di più, l'abilità di gioco viene appresa dal programma scontrandosi con avversari umani.*

L'espressione **Artificial Intelligence** è stata utilizzata per la prima volta in ambito scientifico da John McCarthy durante uno storico convegno tenutosi nella città statunitense di Dartmouth nel 1956.

McCarthy produsse il **Lisp**, un linguaggio di programmazione ad alto livello dedicato specialmente all'I.A. (seguito poi, nel 1973, dal ProLog), e incominciò a sviluppare programmi generali per la soluzione di problemi. S'incominciò anche a studiare quelli che oggi sono chiamati **algoritmi genetici**, ossia programmi capaci di modificarsi automaticamente in modo da migliorare le proprie prestazioni.

Già nel 1952 Marvin Minski parlava di **intelligenza artificiale** nella sua tesi presentata per il dottorato di Matematica presso l'Università di Princeton. Minski sarebbe poi diventato uno dei massimi studiosi dei processi mentali e delle loro applicazioni nei sistemi computerizzati (sono suoi gli studi sui **frames**, strutture che riproducono il concetto di "stereotipo" per le macchine intelligenti).

"Il problema della ricerca efficace con euristiche rimane un presupposto soggiacente, ma non è più il problema a quale pensare, per quanto siamo immersi in sotto-problemi più sofisticati, ossia la rappresentazione e modifica di piani" (Minsky, 1968).

Secondo le parole di Minsky, dopo il 1962 l'I.A. cambia le sue priorità: essa dà minore importanza all'apprendimento, mentre pone l'accento sulla rappresentazione della conoscenza e sul problema ad essa connesso del superamento del formalismo finora a disposizione per liberarsi dalle costrizioni dei vecchi sistemi.

I punti cardine di questa ricerca sono gli studi di Minsky sulla rappresentazione distribuita della conoscenza, quella che viene chiamata la “società delle menti”, e il lavoro di John McCarthy sulla rappresentazione dichiarativa della conoscenza. Quest’ultima viene espressa formalmente mediante estensioni della logica dei predicati e può quindi essere manipolata facilmente. Con i suoi studi sul “ragionamento non monotono” e “di default”, McCarty contribuisce a porre gran parte delle basi teoriche dell’IA.

Alla base dei moderni studi sull’intelligenza artificiale si colloca però un’altra disciplina fondamentale, **la scienza cognitiva**. Si tratta di un’area di studi sviluppatasi negli ultimi trent’anni e intersecante diverse materie (linguistica, filosofia, psicologia e neuroscienze), e il cui oggetto è lo studio dei sistemi intelligenti, sia naturali che artificiali. Essi vengono trattati come sistemi di elaborazione dell’informazione che interagiscono con un ambiente complesso.

Un’altra area di ricerca fondamentale per un’analisi esaustiva dell’intelligenza artificiale è il moderno **connessionismo**: esso sostiene che per ottenere un comportamento intelligente da parte di una macchina occorre riprodurre o perlomeno simulare il funzionamento del cervello a livello cellulare. Poiché il cervello è costituito da un numero di neuroni che varia tra 10 e 100 bilioni, e ciascuno di essi è connesso a un numero variabile tra 10 e 10.000 altri neuroni attraverso sinapsi, secondo i teorici del connessionismo è necessario ricostruire con strumenti informatici la fitta rete di connessioni che legano tra loro le cellule neuronali per riuscire a creare una macchina realmente pensante.

Nell’ultimo decennio del secolo scorso, al perfezionamento delle reti neurali si è affiancato lo sviluppo di nuovi procedimenti di calcolo, soprattutto derivati dalla teoria delle probabilità e delle decisioni; e, sul versante delle applicazioni, sono stati sviluppati metodi efficaci per la costruzione dei sistemi esperti e per il riconoscimento del parlato e delle forme, questi ultimi specialmente destinati alla robotica e alla visione artificiale.

Capitolo 2

ANALISI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

2.1 Fondamenti teorici

Sono stati enunciati alcuni fondamenti teorici unanimemente considerati alla base della moderna A.I.:

1. Il ragionamento ed ogni tipo di attività della mente è un calcolo.
2. Il calcolo è inteso come manipolazione di simboli in base a regole prestabilite.
3. Il simbolo, o rappresentazione, è un oggetto che sta per o raffigura un altro oggetto.
4. Può esistere un manipolatore automatico di simboli.

*Macchina deriva dal greco *mechané* (μηχανή) che a sua volta deriva da *méchos* (μηχος), *mezzo*, *rimedio*, *espediente*. La definizione più generale di macchina è quella per cui essa è vista come un insieme funzionale composto da parti chiaramente definite, cioè da dei 'meccanismi', tale che le sue funzioni (sia interne che esterne) si possano comprendere conoscendo le parti che lo compongono e il modo in cui esse interagiscono.*

2.2 Turing e l'avvicinamento all'Intelligenza Artificiale: Test di Turing

Uno degli obiettivi dei primi studiosi di Intelligenza Artificiale è stato realizzare una macchina che funzionasse come un sistema formale, le cui caratteristiche di una macchina con sistema formale sono state definite rigorosamente dal grande matematico inglese **Alan Turing** (1912-1954) che diede un contributo fondamentale agli studi sull'A.I.

Nel suo saggio del 1936 “*Sui numeri computabili con una applicazione al problema della decisione*” Turing immagina una macchina teorica in grado di compiere qualsiasi tipo di calcolo, di qualunque genere, facendo delle banali operazioni computazionali. Una macchina di Turing è costituita da un dispositivo che può scrivere e leggere simboli su un nastro di lunghezza anche infinita, diviso in celle che possono contenere un solo simbolo ciascuna. Il dispositivo, oltre a scrivere e leggere i simboli, può spostarsi a destra o sinistra, una cella alla volta. Il suo funzionamento avviene per passi successivi e ogni passo è determinato da regole precise che, oltre a considerare il simbolo letto, valutano anche il suo stato interno. Si può dimostrare che una macchina di Turing è in grado di simulare il funzionamento di qualsiasi sistema formale e che i moderni calcolatori sono equivalenti a una macchina di Turing.

Una caratteristica fondamentale della macchina di Turing è che separa l'informazione in due elementi: il suo **stato interno** e **ciò che ne deriva esternamente**.

La macchina di Turing costituirebbe la rappresentazione meccanica di un algoritmo, ovvero di un insieme di istruzioni che specificano i passaggi tramite i quali si rende possibile la soluzione di un determinato problema.

Il matematico Church ha inoltre espresso la **congettura di Church**: *qualsiasi cosa sia calcolabile da un algoritmo, esso è calcolabile da una macchina di Turing*. La macchina di Turing potrebbe eseguire tutti i procedimenti mentali trasformabili in un procedimento formale di passaggi, da uno stato all'altro, ma, proprio perché basata su procedimenti formali, ne condividerebbe i limiti. Le proposizioni espresse nell'ambito di un sistema formale non sono infatti verificabili restando all'interno del sistema e ciò rappresenta un limite di incompletezza del sistema stesso.

Alcuni teorici dell'A.I. sostengono invece che il cervello è una specie di macchina di Turing e le operazioni che avvengono in esso sono una sorta di programmi. Questa teoria è detta **teoria rappresentazionale della mente** e in base a essa si potrebbero trovare le regole con cui il nostro cervello elabora i simboli, trasformarle in programmi e riprodurle artificialmente in un computer.

Alan Turing è inoltre l'autore di un test, apparso nel 1950 nell'articolo *Computing machinery and intelligence* sulla rivista *Mind*, che è universalmente conosciuto come l'unico in grado di stabilire se una macchina è in grado di pensare o meno: viene infatti definita **“intelligente” una macchina che riesce a superare il test di Turing**.

In che modo definiva “intelligente” una macchina?

Il test di Turing consiste essenzialmente nel rispondere alla sua domanda iniziale: *“Can machines think?”*. Per rispondere a questa domanda Turing la riformulò nei termini di un gioco, che chiamò **gioco dell'imitazione**.

Questo gioco viene effettuato da tre persone: un uomo (A), una donna (B) ed un interrogante. Quest'ultimo viene chiuso in una stanza, diviso dagli altri due, i quali sono da lui conosciuti con i nomi X e Y. Scopo del gioco è che l'interrogante capisca chi sia l'uomo e chi sia la donna, facendo delle domande ai due. Affinché nulla possa aiutare l'interrogante a capire chi sia l'uomo e chi la donna, le risposte verranno dattiloscritte. Lo scopo di A è quello di ingannare l'interrogante, lo scopo di B è quello di aiutarlo.

Il test di Turing si basa sulla convinzione che una macchina si sostituisca ad A, e nel caso in cui l'interrogante non si accorgesse di nulla, la macchina dovrebbe essere considerata intelligente, dato che sarebbe indistinguibile da un essere umano. Per macchina intelligente Turing ne ritiene una che sia in grado di pensare, ossia capace di produrre idee e pensieri concatenati tra loro e di esprimerle.

Il test di Turing è stato riformulato negli anni successivi. Le ragioni sono varie: dalla formulazione originale imprecisa, al sorgere di nuovi problemi sulla definizione di macchine intelligenti. Il filosofo John Searle, ha proposto una modifica del test di Turing, che ha preso il nome di stanza cinese, ritenendo di essere riuscito a dimostrare che il test di Turing non era sufficiente a provare che una macchina o un sistema informatico siano sistemi dotati di intelligenza.

Ancora oggi nessun sistema artificiale ha superato il test di Turing, e ogni anno si imbandiscono premi per incentivare i programmatori a costruirlo.

2.3 L'architettura base dei sistemi di Intelligenza Artificiale

L'I.A. è valutata per le sue capacità e prestazioni, indipendentemente dai metodi e meccanismi che sono utilizzati per realizzarla.

L'idea che sta alla base è quella di costruire macchine che non necessariamente **simulino** riproducendo il comportamento del cervello umano, ma siano in grado di **emularlo** selettivamente nel risultato finale di certe operazioni.

È questa la tesi sostenuta da A. Turing nel **gioco dell'imitazione**: egli propone di “valutare” l'intelligenza di una macchina solamente dalla sua capacità di presentare un comportamento comunicativo indistinguibile da un essere parlante umano.

Quest'impostazione è stata sicuramente dominante nella storia dell'IA ed ha portato alla costruzione programmi che raggiungono un alto livello di competenza nella conoscenza e nella risoluzione di problemi ritenuti complessi.

L'applicazione software alla base di un sistema di I.A. è un “ambiente” in cui rappresentare, utilizzare e modificare una base di conoscenza. Il sistema esamina un largo numero di possibilità e costruisce dinamicamente una soluzione. Ogni sistema di tal genere deve riuscire ad esprimere due tipi di conoscenza in modo separato e modulare: una base di conoscenza e un motore inferenziale.

2.4 Primi programmi di Intelligenza Artificiale

A partire dalla metà degli anni '60, lo sviluppo della tecnologia dei circuiti integrati consentì il nascere di quella che viene definita la terza generazione dei computer. Con queste nuove macchine si rese possibile anche un salto qualitativo dei programmi ed una ricerca dell'A.I. applicata soprattutto alla comprensione del linguaggio umano, al calcolo simbolico ed alla rappresentazione semantica.

Uno dei primi programmi di A.I. ad avere successo fu **Eliza**, inventato nel 1964 da Joseph Weizenbaum, prima ricercatore al MIT poi prestigioso docente. Eliza (nome preso dall'omonima Eliza del 'Pigmaliote' di G. B. Shaw) era in grado di sostenere una conversazione in inglese su “copioni” prestabiliti di diverso argomento. La sua notorietà fu dovuta anche al ‘ruolo’ di psicanalista che Weizenbaum fece assumere ad Eliza, talmente realistico da far credere agli utilizzatori di essere davanti a un vero dottore.

Uno psichiatra, Kenneth Colby, realizzò poco dopo un programma simile ad Eliza che chiamò **Parry**, in grado di simulare il comportamento linguistico di un paranoico. Furono persino organizzate sedute di dialogo tra Parry ed Eliza, a detta di molti psichiatri estremamente realistiche.

2.5 Linguaggi di AI

Uno dei limiti caratteristici nel modo di procedere formale del computer è quello che la macchina ignora il significato dei simboli che va manipolando. E' la distinzione esistente fra un procedimento sintattico ed uno semantico.

Il primo programma dotato di un modulo per la comprensione semantica del linguaggio umano fu SHRDLU sviluppato da T. Winograd fra il 1968 e il 1970. Il nome è ottenuto dalla sequenza di lettere dell'alfabeto inglese che va dalla settima alla dodicesima in ordine di frequenza decrescente. SHRDLU era in grado di comprendere il linguaggio naturale e di spostare a piacimento, tramite un braccio articolato, un gruppo di oggetti geometrici diversi per forma, misura e colore, sperimentava la percezione del mondo esterno con rappresentazioni proprie di oggetti fisici. La procedura di risposta ai comandi impartiti prevedeva una fase di riconoscimento della frase.

Sulla comprensione e la formulazione del linguaggio naturale furono iniziati a Yale da Roger Schank, alla fine degli anni '60, studi particolari che portarono al programma **Margie**, proposto nel 1975 dallo stesso Schank. Successivamente furono sviluppati altri programmi, come **Eli**, scritto da Riesbeck al fine di perfezionare la fase di segmentazione del linguaggio naturale, e **Babel**, scritto da Goldman per generare testi. I più recenti programmi, considerati come la terza generazione dei programmi di Intelligenza Artificiale, sono finalizzati come nel caso di **Sam** (Script Applier Mechanism) alla comprensione testuale.

Le ricerche sull'elaborazione del linguaggio naturale (Natural Language Processing) costituiscono uno dei settori di punta dell'intelligenza artificiale e sono oggetto di una ulteriore disciplina che si chiama **linguistica computazionale**. L'elaborazione automatica del linguaggio naturale prende le mosse dalla teoria linguistica di Noam Chomsky. Secondo Chomsky la capacità che ogni essere umano ha di capire e produrre frasi e discorsi nella sua lingua è dovuta ad un insieme di conoscenze presenti nella sua mente: definiamo questo insieme di conoscenze implicite **competenza linguistica**. Tale competenza è almeno in parte inconsapevole, visto che la maggior parte delle persone sono in grado di produrre e capire le frasi corrette, così come di individuare immediatamente gli usi scorretti della loro lingua, pur senza sapere il modo in cui questo avviene.

Per la rappresentazione delle conoscenze si utilizzano le cosiddette reti semantiche. La prima formulazione del concetto di rete semantica si deve a Ross Quillian, che lo elaborò nel 1968 per costruire un modello dell'organizzazione dei significati delle parole nella memoria e della capacità di associare concetti. Secondo Quillian i concetti nella nostra mente sono organizzati in una struttura reticolare, solo che in questa rete esistono due tipi di nodi: i **nodi tipo** e i **nodi occorrenza**. I nodi tipo corrispondono ai significati delle singole parole. Da ogni nodo tipo si dipartono una serie di collegamenti o archi che terminano nei nodi occorrenza, che hanno la funzione di descrivere il significato della parola in questione.

Questo modo di rappresentare la conoscenza è inadeguato per rendere conto del modo assai rapido in cui un essere umano è in grado di accedere alle conoscenze immagazzinate nella sua memoria e di utilizzarle per ragionare, comprendere un discorso in lingua naturale o riconoscere gli oggetti e le situazioni che gli si presentano. Per rendere conto di queste caratteristiche della nostra memoria concettuale, e per riprodurla su un computer, Marvin Minsky, uno dei pionieri dell'Intelligenza Artificiale, ha elaborato la nozione di frame (cornice). Un frame è una struttura che raccoglie e organizza secondo vari livelli tutte le informazioni che sembrano comporre un determinato concetto. Alcune informazioni sono considerate necessarie, altre probabili e altre solo opzionali. I frame sono inoltre interconnessi tra loro in un modo molto articolato: ogni componente di ciascun frame è collegata al frame che ne descrive la struttura.

Minsky è anche l'autore di una teoria della Società delle Menti, secondo cui la mente sarebbe organizzata in più 'agenti' fra loro intercomunicanti tramite canali che egli chiama K-Lines ed ordinati gerarchicamente secondo regole precise.

2.6 Linguaggi di programmazione logica

L'utilizzo della logica e l'automazione delle dimostrazioni matematiche è un altro campo applicativo in cui l'I.A. ha raggiunto notevoli risultati. La logica è sicuramente uno degli strumenti più antichi e rigorosi utilizzati dall'uomo per formalizzare e spiegare il proprio ragionamento. Gran parte dei programmi che utilizzano la logica in I.A. sono basati sugli studi sulla dimostrazione automatica dei teoremi di logica, ed in particolare sul metodo di risoluzione messo a punto da J.A. Robinson negli anni '60 ed allo sviluppo di strategie per rendere più efficiente la dimostrazione. Figli di questi studi sono anche la programmazione logica ed il linguaggio Prolog (da PROgramming in LOGic), che si sta affermando come uno dei più interessanti ed innovativi paradigmi di programmazione per lo sviluppo di applicazioni "intelligenti".

La programmazione logica condivide con la dimostrazione automatica dei teoremi l'uso della logica per rappresentare la conoscenza e l'uso della deduzione per risolvere problemi. Tuttavia pone l'accento sul fatto che la logica può essere usata per esprimere programmi e che particolari tecniche di dimostrazione possono essere usate per eseguire i programmi.

2.7 I bots

Ultimamente stanno avendo una notevole diffusione i bots, programmi che si trovano in rete (soprattutto nelle chat, in cui si dialoga in tempo reale con altri utenti connessi) e che simulano dialoghi spesso semplici con esseri umani ma sovente hanno un nickname cioè un nome virtuale indistinguibile da quello degli utenti reali. Sono spesso utilizzati per gestire canali di conversazione o fare da arbitri in giochi interattivi. Sulla rete Undernet è storicamente attivo da diversi anni robbot, un elaborato bot che fa da supervisore al canale #riskybus (un quiz con tabellone) ed è in funzione 24 ore su 24.

Sul sito del film di Steven Spielberg, *A.I. Artificial Intelligence*, si può chattare con Chatbot e Alice, due bot dell'ultima generazione che sanno conversare in tempo reale in inglese con notevole proprietà di linguaggio e sono in apparenza indistinguibile da utenti in carne e ossa. Il film è tratto da un soggetto di Stanley Kubrick che, tra l'altro, nel suo film '2001: Odissea nello Spazio' (1968) dava voce al computer intelligente dall'inquietante occhio rosso Hal 9000 in grado di conversare amabilmente in linguaggio naturale e di esprimere giudizi su opere d'arte e governare da solo l'astronave Discovery.

2.8 I sistemi esperti

Una delle più importanti applicazioni dell'intelligenza artificiale soprattutto a livello commerciale è rappresentata dalla creazione dei sistemi esperti.

Un sistema esperto, ossia un **sistema basato sulla conoscenza**, è uno strumento in grado di risolvere problemi complessi che rientrano in un particolare dominio, con prestazioni paragonabili a quelle di un esperto umano di quel settore.

Di norma tutti i sistemi esperti hanno i seguenti componenti:

1. una base di conoscenza specialistica su un determinato dominio, che rappresenta il sapere necessario ad affrontare
2. risolvere problemi in quel campo

Ovviamente la base di conoscenza dovrà essere opportunamente rappresentata nella memoria del calcolatore mediante uno dei formalismi.

Questo significa che il compito fondamentale di un sistema esperto è quello di coadiuvare l'attività di utenze professionali, laddove è usualmente richiesta la consulenza di uno specialista umano dotato di competenza (*expertise*) e capacità di giudizio.

Il termine *expertise* (esperienza specifica) venne utilizzato per la prima volta nel 1967 da Joel Moses nella sua tesi di laurea sull'Intelligenza Artificiale discussa al MIT di Cambridge. Rispetto ad un esperto umano, questi applicativi si rivelano più limitati e superficiali, non disponendo di quella completezza che costituisce la conoscenza culturale della persona competente. Inoltre non è possibile sperare che un sistema esperto possa giungere a conclusioni in maniera intuitiva o saltando alcuni passaggi logici, affidandosi al "buon senso" o al meccanismo dell'analogia, com'è invece prerogativa dell'uomo.

Le prime applicazioni dell'IA ai sistemi esperti possono essere fatte risalire agli anni '60. L'ambiente di ricerca è quello delle università statunitensi. Il primo e più noto di tali sistemi è *Mycin*, sviluppato da E.M. Shortleffe a partire dal 1972 all'Università di Stanford ed applicato in campo medico.

MYCIN fu il primo programma ad applicare la procedura di backward chaining, ovvero di ricerca all'indietro entro l'albero degli stati, e dal suo modello presero spunto altri sottosistemi destinati all'ampliamento degli studi sulla **spiegazione**, sull'**acquisizione della conoscenza** e sul **motore inferenziale**.

I tipi di problemi che un sistema esperto è chiamato a risolvere sono:

- a) **diagnosi**: individuare, in base al riconoscimento di determinati sintomi, le possibili cause di "malfunzionamento" e suggerire un cammino di cura;
- b) **monitoraggio**: viene seguito lo sviluppo temporale di un processo; si procede al controllo dell'acquisizione e dell'elaborazione di dati di vario tipo, fornendo in uscita informazioni sintetiche sullo stato e stime sulla sua evoluzione;
- c) **pianificazione**: note le risorse a disposizione, se ne individua l'impiego ottimo allo scopo di conseguire un certo obiettivo entro un dato tempo; parallelamente si indirizza l'acquisizione di nuove risorse;
- d) **interpretazione di informazioni e segnali**: avendo in ingresso una serie di dati relativi ad un certo ambito, si vuole effettuare una valutazione complessiva al fine di riconoscere il presentarsi di alcune situazioni predeterminate.

2.9 L'apprendimento

E' universalmente riconosciuto che le macchine non potranno dirsi intelligenti fino a quando non saranno in grado di accrescere le proprie conoscenze e di migliorare le proprie abilità. Scrive Simon (1981): "***L'apprendimento consiste in cambiamenti del sistema che siano adattativi, nel senso che mettano in grado il sistema di svolgere la prossima volta lo stesso compito in modo più efficiente ed effettivo***". Per risolvere questo problema bisogna dotare le macchine simboliche di capacità ragionamento induttivo oltre che deduttivo.

Uno dei più noti programmi di apprendimento è ID3, sviluppato da J. Ross Quinlan (fra il 1979 e il 1983), da cui sono nati prodotti commerciali per la classificazione automatica. Attualmente i programmi di apprendimento sono ampiamente utilizzati dal punto di vista pratico per far fronte all'esigenza di sfruttare il patrimonio informativo contenuto nelle grandi raccolte di dati accessibili su rete, o nelle basi di dati aziendali, per estrarre regolarità fra i dati, informazioni e conoscenze nascoste (***data mining***).

2.10 Limiti e nuovi traguardi

Il teorema di incompletezza di Gödel afferma che in qualunque sistema logico formale (purché sufficientemente potente) è possibile formulare proposizioni vere delle quali tuttavia gli strumenti propri del sistema non permettono di dimostrare la verità. Osserva John Lucas in un famoso articolo, *Minds, Machines and Gödel* (1961): «Mi pare che il teorema di Gödel dimostri che il meccanicismo è falso, cioè che le menti non possono essere equiparate a macchine». C'è dunque una cosa che le macchine non possono fare: decidere la verità di proposizioni indecidibili. L'uomo invece sì, perché egli sa «porsi fuori dal sistema».

Attualmente vi è una forte spinta all'integrazione dei sistemi di I.A., ed in particolare dei sistemi esperti, ove ritroviamo l'uso corrente di tecnologie quali la programmazione o la costruzione di basi di dati “orientate agli oggetti” (***Object Oriented Programming e Object Oriented Data Base***) e le “interfacce grafiche” (***Graphic User Interfaces***), talune delle quali sono originariamente nate nell'ambito dell'I.A. L'idea è quindi quella di costruire “agenti intelligenti” con capacità di ragionamento deduttive ed induttive, preposti a particolari compiti e in grado di coordinarsi con altri agenti in ambito distribuito al fine di raggiungere insieme un unico obiettivo.

2.11 Le reti neurali

L'idea di base è di riprodurre l'intelligenza e l'apprendimento simulando all'elaboratore la struttura neurale del cervello animale. I calcolatori possono memorizzare con facilità grandi quantità di informazioni, operano in nanosecondi e possono svolgere enormi moli di calcoli aritmetici senza errore, mentre gli uomini non sono in grado di avvicinarsi a tali prestazioni. È indubbio, però che gli uomini, normalmente, svolgono “semplici” compiti come camminare, parlare, interpretare una scena visiva o comprendere una frase, ragionare su eventi di senso comune, trattare situazioni incerte, in modo molto più brillante ed efficiente dei più raffinati e costosi programmi di IA risultanti dall'approccio simbolico e funzionale.

L'idea di costruire una macchina intelligente a partire da neuroni artificiali si può fare risalire alla nascita dell'IA, e già alcuni risultati furono ottenuti da McCulloch e Pitts nel 1943 quando nacque il primo modello neurale. Le ricerche hanno cercato di emulare il comportamento delle cellule neuronali facendo ricorso alle cosiddette reti neurali: una rete neurale è una struttura formata da un certo numero di unità collegate tra loro da connessioni.

Una rete neurale è costituita da un insieme di nodi collegati. Per ogni nodo vi sono dei collegamenti di input (da cui arrivano segnali) e dei collegamenti di output (attraverso cui la rete emette segnali). I nodi possono assumere due stati: stato di riposo e stato di attivazione. Quando un nodo è in stato di attivazione esso invia dei segnali ai nodi con cui è collegato. Ogni collegamento tra un nodo della rete e un altro è dotato di un peso che assegna diversi valori ai segnali che li attraversano. Ogni nodo diventa attivo e dunque manda un segnale ai nodi ad esso connessi solo se i messaggi che gli arrivano lo portano oltre una certa soglia di attivazione (misurata mediante una scala numerica). Visto nel suo complesso, il comportamento di una rete neurale può essere descritto come un processo in cui, una volta fornita in ingresso alla rete una configurazione di segnali-stimolo (mediante l'attivazione di alcuni suoi nodi, detti nodi in input), la rete rilascia in uscita un'altra configurazione di segnali.

Le reti neurali hanno diverse interessanti proprietà: a differenza dei computer digitali, funzionano in modalità parallela, nel senso che in ogni istante molti nodi cambiano il loro stato simultaneamente; sanno apprendere, cioè possono imparare a svolgere dei compiti senza bisogno di essere programmate esplicitamente (le reti di Hopfield, dotate di memoria associativa, e quelle di Kohonen autoapprendenti, in cui l'apprendimento è non supervisionato, competitivo e cooperativo).

Le reti neurali sono quindi più adatte a compiti di classificazione e di percezione concettualmente "di basso livello" anche se tecnicamente ardui, quali il riconoscimento del parlato, il controllo di processi e il riconoscimento di immagini, mentre problemi concettualmente complessi quali progettazione, diagnosi, pianificazione, rimangono dominio della IA simbolica. Mentre i modelli a reti neurali sono basati sulla simulazione del cervello umano, molte altre tecniche di IA si ispirano all'evoluzione del mondo animale e dei raggruppamenti sociali.

Nel sito Internet www.20q.net è possibile giocare a "Twenty Questions", in realtà una rete neurale che migliora le proprie prestazioni 'apprendendo' dalle partite precedenti. Il gioco dà risultati sorprendenti: spesso il computer indovina con meno di 20 domande.

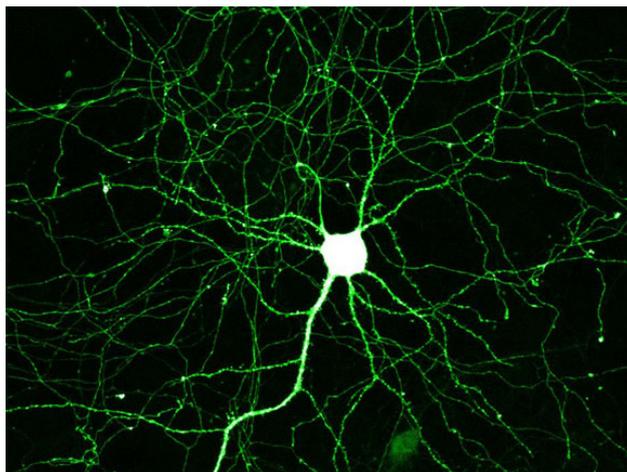


Capitolo 3

FRATTALI E MODELLI GEOMETRICI DI NEURONE

3.1 Introduzione

Un **frattale**, dal latino *fractus* che significa “interrotto” o “irregolare”, è un **oggetto geometrico che si ripete nella sua struttura allo stesso modo su scale diverse**, ovvero che non cambia aspetto anche se visto con una lente d’ingrandimento. Esso consiste cioè di frammenti geometrici di grandezza e orientamento variabile, ma con forma simile.



Questo significa che ingrandendo la figura si otterranno forme ricorrenti e ad ogni ingrandimento essa rivelerà nuovi dettagli. Contrariamente a qualsiasi altra figura geometrica un frattale invece di perdere dettaglio quando è ingrandito, si arricchisce di nuovi particolari.

Questa caratteristica è spesso chiamata **auto-similarità** o **invarianza** (*self-similarity*).

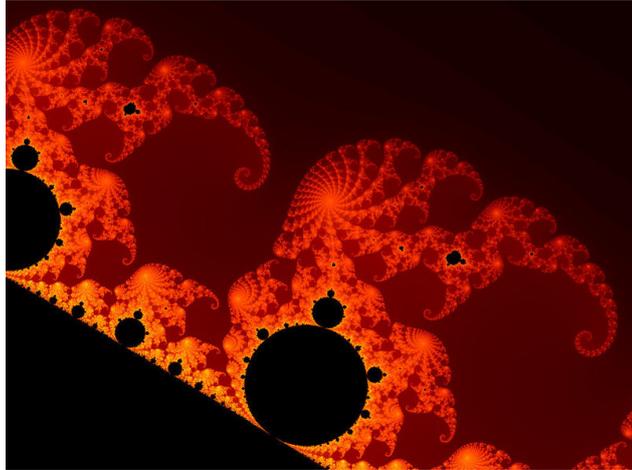
L’invarianza di scala trova un notevole parallelo nella teoria contemporanea del caos, nella quale molti fenomeni, benché seguano rigide regole deterministiche, manifestano andamenti simili su scale temporali diverse, più o meno come gli oggetti dotati di autosomiglianza presentano forme strutturali simili su scale spaziali diverse. La corrispondenza tra frattali e caos non è accidentale e, viceversa, il segno di una relazione profonda: la geometria frattale è la geometria del caos.

Una sostanziale differenza tra un oggetto geometrico euclideo ed un frattale è il modo in cui si costruisce. La costruzione dei frattali si basa su un algoritmo, mentre un oggetto euclideo su un’equazione. Ciò significa che si è in presenza di un metodo, non necessariamente numerico, che deve essere utilizzato per disegnare la curva. Inoltre, l’algoritmo non è mai applicato una volta sola: la procedura è iterata un numero di volte teoricamente infinito: ad ogni iterazione, la curva si avvicina sempre più al risultato finale (per approssimazione), e dopo un certo numero di iterazioni l’occhio umano non è più in grado di distinguere le modifiche oppure l’hardware del computer non è più in grado di consentire ulteriori miglioramenti: pertanto, quando si disegna concretamente un frattale, ci si può fermare dopo un congruo numero di iterazioni.

Certi neuroni, per esempio, hanno una struttura simile ai frattali. Se si esaminano tali neuroni a basso ingrandimento si possono osservare ramificazioni asimmetriche, i dendriti, connesse con i corpi cellulari. A ingrandimento leggermente superiore si osservano ramificazioni più piccole a partire da quelle più grandi. Aumentando

ulteriormente l'ingrandimento, si può scorgere un altro livello di dettaglio: ramificazioni di ramificazioni di ramificazioni.

BENOIT B. MANDELBROT, docente di matematica alla Harvard University, pubblica nel 1982 il saggio *The Fractal Geometry of Nature* frutto di una ricerca su una parte della matematica che lui chiama **geometria dei frattali** (Mandelbrot "Gli oggetti frattali" ed. Einaudi) nella quale descrive l'inadeguatezza della geometria euclidea nella descrizione della natura. Mandelbrot è il padre fondatore della teoria dei frattali e inventore del famoso insieme che porta il suo nome.

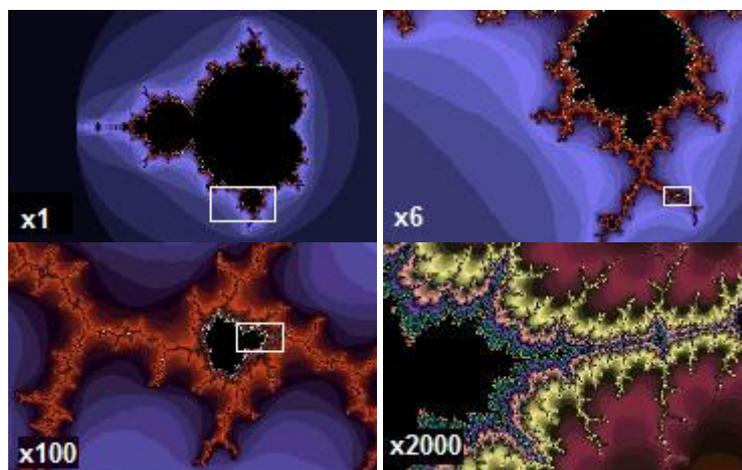


Le caratteristiche principali di un frattale sono tre:

- **FORMA**: estremamente irregolare
- **CASO**: per generare l'irregolarità frattale occorre considerare costruzioni dominate dal caso, la cui evoluzione genera la dinamicità dei sistemi frattali
- **DIMENSIONE**: si indica con D e misura il grado di irregolarità e interruzione

La **dimensione frattale** (o *dimensione di Hausdorff*) è un parametro molto importante che determina il "grado di irregolarità" dell'oggetto frattale preso in esame. A differenza delle dimensioni abituali, la dimensione frattale può essere una frazione o anche un numero irrazionale (log o pi greco).

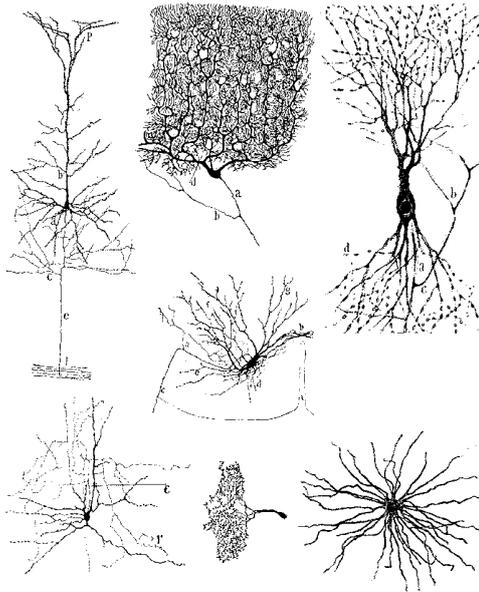
La dimensione di un oggetto non è sempre la stessa, ma può assumere una successione di valori diversi. Questo dipende dal fatto che la dimensione fisica ha una base soggettiva e dipende dal grado di risoluzione, cioè dall'ingrandimento con il quale si guarda l'oggetto. La dimensione della figura saltella così dall'aspetto tridimensionale all'aspetto unidimensionale e così via, all'infinito, man mano che se ne varia il suo ingrandimento.



3.2 Frattali: il neurone

La geometria frattale si può applicare anche nel campo biologico-scientifico. Nel corpo umano strutture riconducibili a frattali sono osservabili nei neuroni e nelle fibre nervose, nel muscolo cardiaco, nei vasi sanguigni, nell'intestino e nell'albero bronchiale.

Il neurone è una cellula simile a tutte le altre, per quanto riguarda il suo patrimonio genetico. La forte somiglianza tra le ramificazioni neuritiche nel neurone e le ramificazioni arboree nelle piante è all'origine del tentativo di applicare gli L-system alla modellistica dei neuroni.



Alcune morfologie del neurone.
Ramon Y Cajal, 1889



Il sistema nervoso di un essere umano è formato da circa 10 miliardi di cellule nervose che comunicano tra loro. Sebbene il cervello e il resto del nostro sistema nervoso contengano più di un migliaio di tipi diversi di cellule nervose, alcune possono essere classificate come **neuroni**, le cellule nervose che concretamente realizzano la funzione di comunicare. Tutti i neuroni funzionano raccogliendo informazioni e trasmettendole ad altre cellule dell'organismo: un neurone raccoglie le "informazioni" mediante un insieme di sottili prolungamenti citoplasmatici chiamati **dendriti**, questi raccolgono segnali dall'ambiente o da altre cellule nervose e li trasferiscono al corpo cellulare.

I neuroni sono un esempio di struttura frattale. Il corpo cellulare si ramifica in dendriti che si ramificano a loro volta e questa struttura può essere correlata al caos nel sistema nervoso.

I neuroni hanno una struttura simile ai frattali, se si esaminano a basso ingrandimento si possono osservare ramificazioni asimmetriche (i dendriti) connesse con i corpi cellulari, a ingrandimento leggermente superiore si osservano ramificazioni più piccole a partire da quelle più grandi e così via. Anche se la ramificazione dei neuroni a un certo livello si ferma, i frattali ideali possiedono infiniti dettagli, il fatto più notevole è che questi ultimi, ad una certa scala, sono simili (seppur non necessariamente identici) a quelli della struttura vista a ingrandimento maggiore o minore.



Capitolo 4

DIBATTITI FILOSOFICI SULL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE: I.A. FRA SCIENZA E COSCIENZA

4.1 Introduzione

Il dibattito sull'I.A. è stato negli ultimi due decenni del Novecento, ed è tuttora, fra i più appassionati e appassionanti della ricerca filosofica. Ciò può essere considerato naturale perché l'I.A. riapre il problema di che cosa siano la mente, l'intelligenza o l'intelligenza cosciente (rapporto **mente-corpo**).

4.2 Filosofia della mente

La **filosofia della mente** (Philosophy of Mind) è lo studio filosofico della mente, degli atti, delle funzioni mentali e della coscienza, e delle loro relazioni con il corpo. Inoltre, la filosofia della mente si addentra nelle questioni di fondo e nei problemi che stanno dietro la ricerca scientifica sulla mente, con esperimenti mentali e tenendo conto dei risultati ottenuti nella ricerca empirica.

Problema mente/corpo

Uno dei problemi fondamentali nella filosofia della mente è il problema mente-corpo. Nella filosofia della mente si vorrebbe risolvere questo problema fondamentale ed arrivare ad una vera e completa scienza della coscienza. Essa non opera necessariamente in maniera riduzionistica, tentando di ricondurre tutto alla fisica, e proprio grazie a questo fornisce sempre nuovi punti di sperimentazione alle altre scienze cognitive.

Dualismo

Rispetto al problema mente-corpo si può individuare il dualismo. Il dualismo è una concezione filosofica e teologica che, a differenza del monismo, sostiene che la realtà sia costituita da due sostanze fondamentali distinte, la mente e il corpo, separate ed incapaci di interagire causalmente l'una con l'altra. Inoltre implica la credenza nell'esistenza di una sostanza non fisica: il mentale. Per questo motivo, esso si oppone al monismo per il quale, al contrario, la realtà è costituita da un'unica sostanza.

I dualisti, per aggirare il problema dell'iterazione mente/corpo, sostengono che il legame apparente tra mente e corpo è un'illusione, questa idea è nota come **parallelismo psicofisico**. Un altro modo è l'occasionalismo, che invece ammette che ci sia realmente un legame, ma messo in atto da Dio. Entrambi i metodi assumono l'esistenza di Dio per risolvere problemi che non sono spiegabili in un altro modo.

Comportamentismo

Il comportamentismo fornisce una soluzione al problema mente/corpo diversa rispetto alle teorie dualiste. I comportamentalisti negano del tutto l'esistenza della mente, pensano invece che si tratta di una descrizione di ciò che le persone farebbero in determinate circostanze, cioè delle loro disposizioni mentali in situazioni ipotetiche, e la

tendenza a comportarci in un certo modo. I comportamentalisti, rendendo il problema mente/corpo uno pseudo-problema e quindi non un problema autentico, ritengono di averlo dissolto completamente.

Funzionalismo

Il **funzionalismo** è una proposta di soluzione del problema mente/corpo sviluppata da Hilary Putnam nel 1950. Essa si concentra sul ruolo funzionale degli stati mentali, ovvero sui rapporti tra stati interni e sulle loro relazioni in entrata ed in uscita con altri fenomeni. L'idea di base è che gli stati mentali (convinzioni) sono costituiti solamente dal loro ruolo, cioè dalla loro funzione, la loro relazione causale, rispetto ad altri stati mentali, percezioni e comportamento. Gli stati mentali possono manifestarsi in vari sistemi, anche artificiali (e.g. calcolatori), se il sistema computa le funzioni adatte.

L'obiettivo principale è quello di specificare le relazioni che intercorrono tra diversi generi di pensiero e di comportamento.

Sebbene questa teoria sia molto diffusa tra i filosofi, spesso viene rivolta di non fornire una spiegazione adeguata dell'esperienza cosciente e delle sensazioni. Una obiezione simile viene rivolta ad esempio contro l'idea che i computer possano avere una mente.

Il filosofo John Searle presentò l'argomentazione della **Stanza cinese** nel suo articolo "*Minds, Brains and Programs*" nella rivista "*The Behavioral and Brain Sciences*" pubblicato nel 1980. Si è servito di un esperimento mentale per tentare di mostrare la differenza tra la comprensione di una storia da parte di un essere umano e da parte di un computer. Un programma di computer cosiddetto "intelligente" si trova nella situazione dell'esperimento mentale di Searle: un uomo in una stanza deve decifrare delle domande in cinese e deve saperle rispondere. Non conoscendo il cinese, l'uomo non fa altro che manipolare dei caratteri che per lui sono privi di significato.

Il cuore dell'argomentazione è una teorica simulazione umana di un computer simile alla Macchina di Turing. L'essere umano nella Stanza Cinese segue istruzioni in inglese per manipolare simboli cinesi, mentre un computer esegue un programma scritto in un linguaggio di programmazione. L'uomo crea l'apparenza della comprensione del cinese seguendo le istruzioni di manipolazione dei simboli, ma non giunge per questo a capire il cinese. Poiché un computer non fa altro che ciò che fa l'uomo, manipolare simboli in base alla loro sola sintassi, nessun computer, semplicemente eseguendo un programma, giunge a comprendere realmente il cinese.

Secondo tale teoria, un computer adeguatamente programmato può comprendere il linguaggio naturale e possedere effettivamente altre capacità mentali simili a quelle degli uomini che imita. L'argomentazione della Stanza cinese è volta a confutare la teoria che calcoli formali svolti su simboli possano generare il pensiero.

Il punto centrale dell'argomento di Searle è la distinzione tra **sintassi** e **semantica**. La stanza è in grado di combinare i caratteri secondo le regole, cioè si può dire che la stanza si comporta come se seguisse regole sintattiche. Ma, secondo Searle, essa non conosce il significato di ciò che ha fatto, cioè non ha contenuto semantico. I caratteri non rappresentano neppure simboli perché non sono interpretati in nessuna fase del processo.

Con le precedenti considerazioni si giunge ad un punto ritenuto centrale, vale a dire al “**problema della coscienza**”.

Con **prospettiva riduzionistica** si intende l'identificazione della mente con il suo “supporto” materiale, il cervello, visto come una “macchina” riproducibile con dispositivi artificiali. Per cui, se v'è differenza fra mente e macchina, essa è da attribuire o a una temporanea insufficienza della macchina, a cui porre rimedio in futuro, o a un limite che la mente non sa ancora d'avere.

Più in generale, s'intende *per riduzionismo l'idea che la mente umana possa essere simulata, almeno in via di principio, da sistemi artificiali capaci di riprodurre le prestazioni in maniera così perfetta da rendere indistinguibile l'una dagli altri.* Per alcuni autori la simulazione arriva al punto che il sistema artificiale possieda attributi umani quali la coscienza e l'intenzionalità.

Searle mette in luce il nodo della questione, e cioè la diversa natura del cervello e della macchina, del *naturale* e dell'*artificiale*: ***Le simulazioni al calcolatore dei processi cerebrali forniscono modelli degli aspetti formali di questi processi, ma la simulazione non va confusa con la riproduzione. Il modello computazionale dei processi mentali non è più reale di quello di qualsiasi altro fenomeno naturale.***

4.3 Formulazione originaria del pensiero di I.A.

Il filosofo Immanuel Kant si domandò: ***Come mai la rielaborazione mentale di un concetto fu quasi del tutto indipendente dalla particolare esperienza che ci ha precedentemente condotti ad esso?*** La sua indagine partì dal presupposto che il pensiero di un oggetto non si forma a partire da una “catalogazione” di percezioni, ma da una sintesi di un molteplice che scaturisce da una serie di informazioni in ingresso.

Un primo approccio potrebbe essere quello di chiedere alla macchina se essa è naturale (test di Turing), ma che valore potrebbe avere questa risposta? Un eventuale “sì” o il suo contrario non ci illuminerebbero più di tanto: entrambi sono “costruiti” a partire dai medesimi elementi, ma, mentre la macchina è fredda e inespressiva, la persona manifesta caratteristiche che noi definiremmo “**emozionali**”. Ci si potrebbe allora chiedere se siano proprio le emozioni a fare la differenza, ma, pur rispettando coloro che pensano che esse siano una sorta di “ispirazione divina”, è giusto precisare che ciò che noi chiamiamo paura, ansia o felicità è traducibile in tutta una serie di percezioni-elaborazioni cerebrali-auto condizionamenti dovuti ai neurotrasmettitori prodotti dai neuroni.

L'emozione è uno stato interno che scaturisce a partire da una causa qualunque, ma che si sviluppa seguendo una sorta di copione che il nostro organismo conosce estremamente bene.

Agli albori dell'intelligenza artificiale, grandi pionieri come Marvin Minsky proposero quella che per molti anni a seguire fu la “metodologia” da adottare per affrontare problemi di particolare complessità. La loro idea si basava sul presupposto che l'aggettivo “**artificiale**” fosse riferito non tanto all'intelligenza della macchina, ma piuttosto al fatto che un **bravo programmatore riuscisse a scrivere algoritmi innovativi e capaci di far fronte a situazioni computazionalmente molto pesanti.** A partire da questi risultati si è pensato di implementare particolari strutture (le reti

neurale); in questo modo fu immediato constatare che il ruolo del programmatore non era più centrale, ma andava assumendo una posizione sempre più marginale per lasciare spazio ad un'evoluzione interna semi-autonoma guidata solo dagli obiettivi che si desiderava raggiungere.

4.4 Formulazione attuale

L'I.A. tratta dell'individuazione dei modelli (appropriata descrizione del problema da risolvere) e degli algoritmi (procedura effettiva per risolvere il modello).

Questa formulazione viene studiata con approcci differenti. Ognuno dei due aspetti (modellizzazione o algoritmico) ha via via maggiore o minore importanza e varia lungo uno spettro abbastanza ampio.

4.5 Come è possibile creare un computer pensante

Le attività e le capacità dell'Intelligenza Artificiale comprendono:

- l'apprendimento automatico (machine learning), utile in contesti quale il gioco degli scacchi
- la rappresentazione della conoscenza e il ragionamento automatico in maniera simile a quanto fatto dalla mente umana
- la pianificazione (planning)
- la cooperazione tra agenti intelligenti, sia software che hardware (robot)
- l'elaborazione del linguaggio naturale (Natural Language Processing)
- la simulazione della visione e dell'interpretazione di immagini, come nel caso dell'OCR.

La domanda al centro del dibattito sull'intelligenza artificiale è fondamentalemente una sola: **“I computer possono pensare?”**.

Le risposte sono varie e discordi, ma perché abbiano un senso bisogna prima determinare cosa significhi pensare. Ironicamente, nonostante tutti siano d'accordo che gli esseri umani sono intelligenti, nessuno è ancora riuscito a dare una definizione soddisfacente di intelligenza; proprio a causa di ciò, lo studio dell'AI si divide in due correnti:

- la prima, detta intelligenza Artificiale Forte, sostenuta dai funzionalisti, ritiene che un computer correttamente programmato possa essere veramente dotato di una intelligenza pura, non distinguibile in nessun senso importante dall'intelligenza umana. L'idea alla base di questa teoria è il concetto che risale al filosofo empirista inglese Thomas Hobbes, il quale sosteneva che ragionare non è nient'altro che calcolare: la mente umana sarebbe dunque il prodotto di un complesso insieme di calcoli eseguiti dal cervello;
- la seconda, detta intelligenza Artificiale Debole, sostiene che un computer non sarà mai in grado di essere equivalente ad una mente umana, ma potrà solo arrivare a simulare alcuni processi cognitivi umani senza riuscire a riprodurli nella loro totale complessità.

Le due declinazioni di A.I. convogliano le proprie teorie nella comprovata necessità di elaborare l'informazione che sta alla base dei processi cerebrali (rappresentata da simboli discreti) attraverso dei programmi informatici: questo è il punto di partenza della cosiddetta Intelligenza Artificiale classica. Bisogna tuttavia riconoscere che, con la diffusione sempre maggiore di reti neurali, algoritmi genetici e sistemi per il calcolo parallelo, la situazione si sta evolvendo a favore dei sostenitori del connessionismo.

A detta di alcuni esperti del settore, però, è improbabile il raggiungimento, da parte di un computer, di una capacità di pensiero classificabile come “intelligenza”, in quanto la

macchina stessa è “isolata” dal mondo, o, al massimo, collegata con esso tramite una rete informatica, in grado di trasmettergli solo informazioni provenienti da altri computer. La vera “intelligenza artificiale”, perciò, potrebbe essere raggiungibile solo da robot (non necessariamente di forma umanoide) in grado di muoversi (su ruote, gambe) ed interagire con l'ambiente che li circonda grazie a sensori ed a bracci meccanici. Spesso, difatti, anche nell'uomo, l'applicazione dell'intelligenza deriva da qualche esigenza corporea, perciò è improbabile riuscire a svilupparne un'imitazione senza un corpo.

Inoltre, nel tentativo di creare AI, si è spesso compiuto un errore che ha portato i computer all'incapacità di applicare il buonsenso. L'errore consiste nel non considerare a sufficienza il fatto che il mondo reale è complesso e quindi una sua rappresentazione lo sarà altrettanto. Non solo sarà complessa, ma sarà anche incompleta, perché non potrà mai includere tutti i casi che il robot potrà incontrare.

Perciò, o immettiamo nel cervello artificiale una quantità enorme di informazioni corredate da altrettante regole per correlarle (il che originerà, probabilmente, un vicolo cieco logico alla prima difficoltà incontrata), oppure lo mettiamo in condizione di imparare. La chiave dell'AI, sembra proprio essere questa: **Pimitazione della sua analoga naturale, tenendo ben presente l'importanza dei processi evolutivi nello sviluppo delle caratteristiche morfologiche e comportamentali di un individuo e nella formazione di ciò che viene definito “senso comune”.**

Vincenzo Tagliasco, ricercatore al Laboratorio integrato di robotica avanzata, fa notare che nell'evoluzione delle macchine intelligenti si è cercato di saltare intere generazioni di macchine più modeste, ma in grado di fornire preziosi stimoli per capire come gli organismi biologici interagiscono con l'ambiente attraverso la percezione, la locomozione, la manipolazione. Ora c'è chi segue un approccio più coerente: prima di insegnare a un robot a giocare a scacchi, è necessario insegnargli a muoversi, a vedere, a sentire. Insomma, anche nel robot intelligente occorre creare una “infanzia”, che gli consenta di mettere a punto autonomi processi di apprendimento e di adattamento all'ambiente in cui si troverà ad agire. È necessario quindi riprodurre due evoluzioni parallele: una che da costrutti semplici porti alla produzione di macchine sempre più complesse e sofisticate, un'altra, tutta interna alla vita del singolo automa, che lo faccia crescere intellettualmente, dandogli modo di apprendere, da solo o sotto la supervisione umana, le nozioni necessarie al suo compito ed alla formazione di un'autonomia decisionale.

Questo modo di procedere è sintetizzato in una disciplina di recente sviluppo come branca dell'IA.: Artificial Life - A.L., la cui prima proposta si deve a Chris Langton. Comprendendo la robotica avanzata, che fa uso di simulazioni software e hardware di quello che potrebbe essere l'ambiente e gli organismi primitivi che in tale ambiente interagiscono, si riproducono ed evolvono verso popolazioni sempre più complesse e sofisticate ma senza necessità dell'intervento umano.

L'intelligenza artificiale, continuando lungo le attuali direttrici di sviluppo, diverrà sicuramente un'intelligenza “diversa” da quella umana, ma, probabilmente, comparabile a livello di risultati in molti campi in cui è necessario applicare capacità di scelta basate su casi precedenti, nozioni generali e “ragionamento”.

Capitolo 5

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND HUMAN BEING INTELLIGENCE: ARE THEY DISTINGUISHABLE?

5.1 Introduction

Artificial Intelligence (AI) is the area of computer science focusing on creating machines that can engage on behaviours that humans consider intelligent. This generally involves borrowing characteristics from human intelligence, and applying them as algorithms in a computer friendly way. A more or less flexible or efficient approach can be taken depending on the requirements established, which influences how artificial the intelligent behaviour appears.

The ability to create intelligent machines has intrigued humans since ancient times and today with the advent of the computer and 50 years of research into AI programming techniques, the dream of smart machines is becoming a reality. Researchers are creating systems which can mimic human thought, understand speech, beat the best human chess player, and countless other feats never before possible. Find out how the military is applying AI logic to its hi-tech systems, and how in the near future Artificial Intelligence may impact our lives.

Computers are fundamentally well suited to performing mechanical computations, using fixed programmed rules. Unlike humans, computers have trouble understanding specific situations, and adapting to new situations. Artificial Intelligence aims to improve machine behaviour in tackling such complex tasks. Together with this, much of AI research is allowing us to understand our intelligent behaviour. Humans have an interesting approach to problem-solving, based on abstract thought, high-level deliberative reasoning and pattern recognition. Artificial Intelligence can help us understand this process by recreating it, then potentially enabling us to enhance it beyond our current capabilities.

5.2 The Turing Test approach

The Turing Test, proposed by Alan Turing in 1950, was designed to provide a satisfactory operational definition of intelligence.

Turing defined intelligent behaviour as the ability to achieve human-level performance in all cognitive tasks, sufficient to fool an interrogator. Roughly speaking, the test he proposed is that the computer should be interrogated by a human via a teletype, and passes the test if the interrogator cannot tell if there is a computer or a human at the other end.

The computer would need to possess the following capabilities:

- **natural language processing** to enable it to communicate successfully in English (or some other human language);

- **knowledge representation** to store information provided before or during the interrogation;
- **automated reasoning** to use the stored information to answer questions and to draw new conclusions;
- **machine learning** to adapt to new circumstances and to detect and extrapolate patterns.

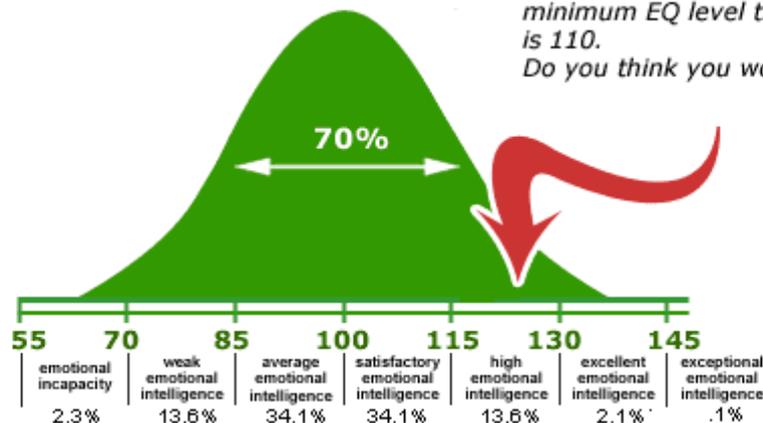
*From: Alan Turing's Forgotten Ideas in Computer Science
April 1999 - Scientific American Magazine
by Copeland, Proudfoot.*

Alan Turing conceived of the modern computer in 1935. Today all digital computers are, in essence, "Turing machines". The British mathematician also pioneered the field of artificial intelligence, or AI, proposing the famous and widely debated Turing test as a way of determining whether a suitably programmed computer can think. During World War II, Turing was instrumental in breaking the German Enigma code in part of a top-secret British operation that historians say shortened the war in Europe by two years.

5.3 Understanding & Interpreting IQ

EMPLOYEES = EQ of 110 and above
HOW ABOUT YOU?

"Well-known international companies are now using EQ tests in their recruitment process for certain key positions. The minimum EQ level they require is 110. Do you think you would qualify?"



To understand IQ (Intelligence Quotient), you should first have an idea about what intelligence is. IQ scores reflect general capacity for performing intellectual tasks, such as solving verbal and mathematical problems. The average IQ score is 100.

The standard deviation of IQ scores is 15. So, this means:

50% of people have IQ scores between 90 and 110

2.5% of people are very superior in intelligence (over 130)

2.5% of people are mentally deficient/impaired/retarded (under 70)

0.5% of people are near genius or genius (over 140)

Lewis Terman (1916) developed the original notion of IQ and proposed this scale for classifying IQ scores:

Over 140: Genius or near genius

120 - 140: Very superior intelligence

110 - 119: Superior intelligence

90 - 109: Normal or average intelligence

80 - 89: Dullness

70 - 79: Borderline deficiency

Under 70: Definite feeble-mindedness

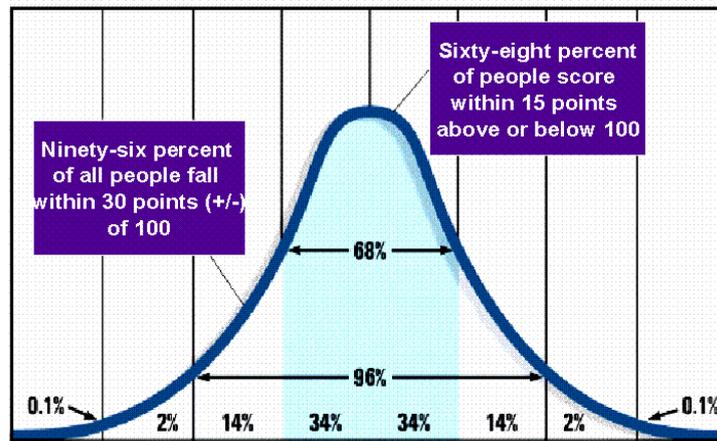
The properties of the normal distribution apply to IQ scores:

50% of IQ scores fall between 90 and 110

70% of IQ scores fall between 85 and 115

95% of IQ scores fall between 70 and 130

99.5% of IQ scores fall between 60 and 140



Low IQ & Mental Retardation

5% of people have an IQ under 70 and this is generally considered as the benchmark for “mental retardation”, a condition of limited mental ability in that it produces difficulty in adapting to the demands of life.

Severity of mental retardation can be broken into 4 levels:

50 - 70: Mild mental retardation (85%)

35 - 50: Moderate mental retardation (10%)

20 - 35: Severe mental retardation (4%)

IQ < 20: Profound mental retardation (1%)

High IQ & Genius IQ

Genius IQ is generally considered to begin around 140 to 145, representing ~25% of the population (1 in 400). Here’s a rough guide:

115 - 124: Above average (e.g. university students)

125 - 134: Gifted (e.g. post-graduate students)

135 - 144: Highly gifted (e.g., intellectuals)

145 - 154: Genius (e.g. professors)

155 - 164: Genius (e.g. Nobel Prize winners)

165 - 179: High genius

180 - 200: Highest genius

IQ > 200: “Unmeasurable genius”

More notes on High IQ and Genius IQ:

- Einstein was considered to “only” have an IQ of about 160.

- Mensa is a society for people with high IQ, in the top 2% (1 in 50).

- In 1926, psychologist Catherine Morris Cox published a study “of the most eminent men and women” who had lived between 1450 and 1850 to estimate what their IQs might have been.

5.4 Theories of Intelligence

INTELLIGENCE AS SPEED OF PROCESSING THEORY

Mike Anderson is a researcher in the area of intelligence. He's posited a theory of Minimal Cognitive Architecture in which he suggests that one route to knowledge is through thinking, and thought is constrained by the speed of some basic processing mechanism and it is this speed that is the fount of one's general intelligence or IQ.

According to Anderson, this speed of processing is an innate component of individual differences. Anderson however also argues that there is more to intelligence than speed of processing. It is also to do with higher levels of knowledge which are acquired through the low-level components (such as processing speed). In other words this low-level functioning limits the higher level capacities.

WHO IS HOWARD GARDNER?

Howard Gardner's theory of multiple intelligences makes people think about "IQ" about being "smart". The theory is changing the way some teachers teach.

Howard Gardner, Ph.D. is a professor at Harvard University and the author of many books and articles. His theory of multiple intelligences has challenged long-held assumptions about intelligence, especially about a single measure of intelligence.

GARDNER'S MULTIPLE INTELLIGENCES

Gardner continues in the tradition of Thurstone's proposal that there are rather multiple and distinct intelligences. Gardner proposes seven intelligences:

1. Linguistic intelligence
2. Musical intelligence
3. Logical- mathematical intelligence
4. Spatial intelligence
5. Bodily-Kinaesthetic intelligence
6. Interpersonal intelligence
7. Interpersonal functioning

Additional intelligences are:

- Naturalistic intelligence (ability to discern patterns in nature)
- Spiritual Intelligence - recognition of the spiritual
- Existential intelligence - concern with 'ultimate issues'

Gardner's approach to intelligence

Howard Gardner believes that we have multiple intelligences, rather than a general intelligence that underlies performance in all tasks. In arguing that there are distinct and separate components to intelligence Gardner offers nothing particularly new. However, what is new about Gardner's work is that he does not attempt to support his approach purely through statistical reanalysis of data, but instead he has looked at various "signs" to inform his theory of what constitutes intelligence.

Gardner's Five Signs of an Intelligence

Gardner has examined a variety of sources in order to formulate his theory of intelligence: intelligence tests, cognition experiments, neuropsychological research, child prodigies and idiot savants.

As a result, Gardner has proposed five “signs” or criteria that he uses to identify whether an intelligence qualifies as being distinct and autonomous from other intelligences:

1. Neuropsychological evidence: isolation by brain damage:

Gardner argues that people have multiple intelligences because they have multiple neural modules. Each module, he believes, has its own way of operating and its own memory systems. Brain damage may sometimes impair one intellectual skill whilst other skills remain at least partially intact after brain damage. (Hodges, 1996; Sergent, 1993).

2. The existence of individuals with exceptional talent:

Selective competence (such as idiot savants, prodigies), like selective deficits, suggests autonomy of that particular competence. In other words, the presence of extraordinary intelligence in one area suggests a distinct form of intelligence. If Mozart could write music before he could even read, then the neural systems involved in musical intelligence must be separate from those involved in language processing.

3. A distinct developmental history:

Another source of evidence for an intelligence is a characteristic developmental trajectory leading from basic and universal manifestations to one or more expert end-states. In contrast, while all normal individuals can count small quantities, few progress to an understanding of higher mathematics even with formal schooling. (Torff - Gardner, 1999).

4. Experimental evidence:

Individuals performing two different tasks at once indicate that some intelligences (or is it just abilities) operate autonomously.

5. Psychometric support:

Factor analysis shows different factors in intelligence. FA generally supports the existence of two big group factors: verbal and spatial (Torff - Gardner, 1999).

Gardner’s Seven Intelligences

Howard Gardner concludes that the cumulative evidence points to seven (or possibly eight) distinct intelligences. The first three are somewhat similar to previous components of intelligence identified by other approaches; whereas the second four/five are more novel. He believes these develop differently in different people due to both heredity and training. He believes that all need to be measured to provide a truly global assessment of intelligence.

Gardner first identified and introduced to us seven different kinds of intelligence in *Frames of Mind*.

1. **Linguistic Intelligence:** a sensitivity to the meaning and order of words, involved in reading, writing, listening and talking
2. **Logical-Mathematic Intelligence:** ability in mathematics and other complex logical systems, involved in solving logical puzzles, deriving proofs, performing calculations
3. **Spatial Intelligence:** the ability to “think in pictures”, to perceive the visual world accurately, and recreate (or alter) it in the mind or on paper. Spatial intelligence is highly developed in artists, architects, designers and sculptors, involved in moving from one location to another or determining one’s orientation in space

4. **Musical Intelligence:** the ability to understand and create music. Musicians, composers and dancers show a heightened musical intelligence, involved in playing, composing, singing and conducting. Furthermore, Gardner believes that auto mechanics and cardiologists may have this kind of intelligence in abundance as they make diagnoses on the careful listening to patterns of sounds.
5. **Bodily-Kinaesthetic Intelligence:** the ability to use one's body in a skilled way, for self-expression or toward a goal. Mimes, dancers, basketball players, and actors are among those who display bodily-kinesthetic intelligence, involved in using one's body (or parts of it) to perform skilful and purposeful movements (dancers, athletes and surgeons)
6. **Intrapersonal Intelligence:** the ability to perceive and understand other individuals, their moods, desires, and motivations. Political and religious leaders, skilled parents and teachers, and therapists use this intelligence, involved in understanding oneself and having insight into one's own thoughts, actions and emotions (self-understanding).
7. **Interpersonal functioning:** an understanding of one's own emotions. Some novelists and or counsellors use their own experience to guide others, involved in understanding of others and one's relations to others. Being high in social skills (psychologists, teachers and politicians are supposed to be high in this type of intelligence).
8. The eighth intelligence was proposed by Gardner in 1999 and he calls it **Naturalistic Intelligence**. This intelligence involves the ability to understand and work effectively in the natural world. This is exemplified by biologists and zoologists.

References

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.

5.5 Plot and Analysis of “The Terminal Man” by M. Crichton

The Terminal Man is a novel by Michael Crichton about the dangers of mind control.

PLOT SYNOPSIS

The story is set in Los Angeles in 1972. Harold Benson, a computer programmer, is brought into a large urban hospital by the police, suffering from brain damage that causes “blackouts” and violent behaviour. Benson is described by Dr. John Ellis, the head of the neurosurgery team, as an ideal candidate for an experimental procedure called “Stage Three” which consists in implanting electrodes and a mini computer directly into his brain in order to control his violent outbursts.

Surgeons Ellis and Morris are to perform the surgery, which is unprecedented for the time. Dr. Janet Ross, a psychiatrist member of the team, is quite sceptical about the success of the procedure, but she has to comply with the decisions made by the other team members. The highly specialized surgery is performed. The electrodes are placed deep in the patient's brain and they start sending monitored soothing pulses to its pleasure canyons. A nuclear-powered “pack” is inserted into his shoulder as well.

Ellis admits that what they are doing isn't a cure but just a way to stimulate the brain when the computer senses a seizure coming on.

As Benson heals, the doctors find out that he is generating seizures on purpose with the aim of receiving a pleasurable response. As a consequence, he becomes an “electric” addict.

Once the operation is complete, Benson escapes from the hospital and lapses into murderous rampages as the doctors and the police search for him. Dr. Ross is convinced that the patient will eventually come back to the hospital and waits for his return. She receives a phone call from Benson who tells her that he knows how the story is going to end and that he must fix the computer himself. In the meantime, the police trace the call and discover that it’s coming from within the hospital. At that point, all the team rushes to the computer room where a policeman gets killed in a shooting and Ross is left with Benson’s gun.

In the end, for security reasons, Ross is forced to pull the trigger and shoot Benson in the chest in spite of herself. Thus the story ends as Benson had foretold her: “They have turned their little computers against me. The program is hunt. Hunt and kill. The original human program. Hunt and kill.”

ANALYSIS

I’m going to analyse an extract from “The Terminal Man”, a Michael Crichton’s Science Fiction novel. In this extract the action is focused on Doctor McPherson that is looking at the tape of Benson’s operation while he is dictating some Philosophical Implication of this new kind of surgery.

He admits that the operation is not like an art substitution but it has many implications that go further than that. He explains that this operation have created a man with two brains, the new computer one that is designed to correct the damage of the biological one.

We can think about the brain computer has the controller of the biological brain that became, as the whole patient body, a periferical terminal for the new computer. The patient is a read-out device for new computer, and he is as helpless to control the read-out as a TV screen is helpless to control the information presented on it.

BIBLIOGRAFIA

Nigel Warburton, **Il primo libro di filosofia**, Torino, Piccola Biblioteca Einaudi, 1999

Atti della conferenza “**Intelligenza Artificiale tra Scienza e Coscienza**” della facoltà di Filosofia dell’Università Statale di Milano al Politecnico di Milano, 1998

Andrea Pellizzari, prof. James Butler, **Me Human, You Machine: A journey through Artificial Intelligence in Science Fiction**, Milano, Loescher, 2001 con riferimento a M. Crichton, *The Terminal Man* (1972)

Keith Devlin, **Mathematics: The New Golden Age**, Penguin Book, 1998; trad. it. **Dove va la matematica**, Torino, Bollati Boringhieri Scienze, 1998

Russell S.J, Norvig P., **Artificial Intelligence: a Modern Approach**, Prentice Hall, Englewood Cliff N.J. 1995; trad. it. **Intelligenza artificiale. Un approccio moderno**, UTET Libreria, Milano 1998.

WEBGRAFIA

Nome della pagina: **Intelligenza artificiale**

Autore: Wikipedia, L’enciclopedia libera.

Link permanente:

http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Intelligenza_artificiale&oldid=9001318

Nome della pagina: **Intelligenza artificiale**

Autore: Dipartimento Scienze dell’Informazione Università di Bologna
CRIAD Centro di Ricerca per l’Informatica Applicata alla Didattica

Link permanente: <http://www.racine.ra.it/curba/set/privato/>

Nome della pagina: **Analisi introduttiva all’Intelligenza artificiale**

Link permanente:

http://www.strategiaglobale.com/ANALISI_INTRODUTTIVA_ALL_INTELLIGENZA_ARTIFICIALE.htm

Nome della pagina: **Intelligenza artificiale**

Autore: Marco Montanari

Link permanente: http://keynes.scuole.bo.it/ipertesti/intel_artif/

Nome della pagina: **Sulle realtà virtuali e l’Intelligenza Artificiale**

Sito di divulgazione scientifica

Autore: contributori di vialattea.net: docenti, professionisti e appassionati

Link permanente: <http://www.vialattea.net/odifreddi/sommario.html>

Nome della pagina: **Intelligenza Artificiale 900**

Autore: Salvatore Arcidiacono

Link permanente: <http://web.tiscali.it/ia900/>

Nome della pagina: **Frattale**

Autore: Wikipedia, L’enciclopedia libera.

Link permanente: <http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Frattale&oldid=9197470>