

INTELLIGENZA BIOLOGICA: CENNI STORICI

Si va da **Aristotele** (l'intelligenza risiede nel cuore - mente **associazionista**):

- Modello funzionale: idee, immagini, sensazioni
- Principi associazione: similarità, opposizione, unità aristotelica tempo/spazio

Galeno: prime osservazioni neurologiche: intelligenza nel cervello (ghiandola i cui umori – ormoni – sono portati in periferia mediante i nervi)

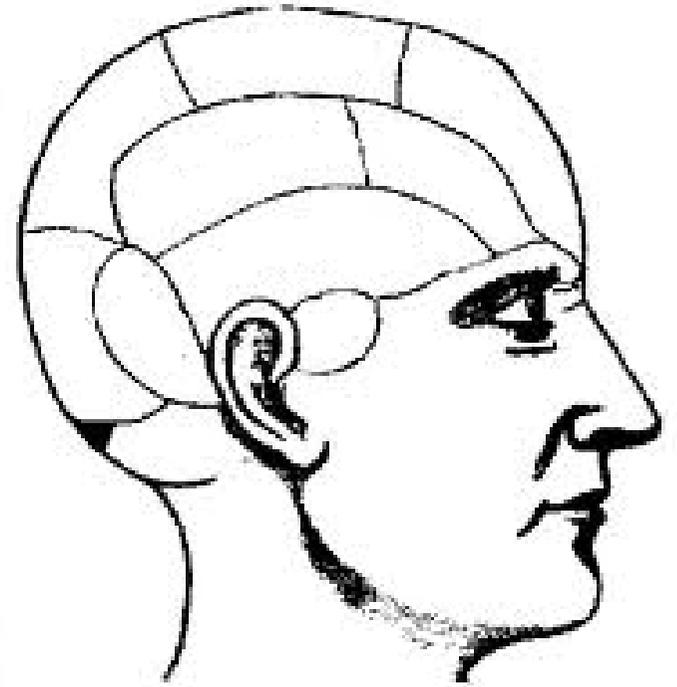
Golgi e Cajal: il sistema nervoso dell'uomo è costituito da elementi (cellule) connesse in punti particolari (sinapsi).

Von Helmholtz scoprì che l'attività elettrica rilevata da Galvani (bisturi sui nervi della zampa di una rana) si trasmetteva da una parte all'altra di un neurone e da neurone all'altro. **Bertrard e Lagley** dimostrarono che alcuni farmaci potevano inibire la trasmissione del segnale elettrico

Localizzazione:

- Frenologia (Gall, 1825)
 - Localizzazione delle funzioni mentali
 - Modellazione ampiezza delle aree associate con l'uso della funzione (muscolo attivato)
 - Se una regione si allarga
 - Protrude sulle regioni più vicine creando i solchi cerebrali
 - Anatomical personology

Varie versioni



Teorie alternative sono:

- Teoria del campo aggregato (Flourens, 1823):
 - Tutte le aree del cervello partecipano a tutte le attività intellettive
 - Una lesione affligge tutte le attività intellettive allo stesso modo
- Connessione cellulare (Wernicke e Cajal, fine 1800):
 - I neuroni sono connessi tra loro in gruppi funzionali
 - Le connessioni sono in numero definito
 - Gruppi funzionali diversi danno origine funzioni intellettive diverse
 - Quest'ultima è la teoria moderna delle funzioni cognitive cerebrali → circuiti neurali

INTELLIGENZA ARTIFICIALE: CENNI STORICI

Teoria del controllo retroazionato (Maxwell, 1868): concetto di feedback

Teoria del *controllo stocastico* (N. Wiener and D. Kolmogorov, 1943)
“Behavior, Purpose and Technology”, Rosemblueth, Wiener, Bigelow, articolo scritto a seguito della loro collaborazione.

Tutto nacque dalla necessità di costruire un meccanismo di puntamento aereo basato sul meccanismo di feedback durante la seconda guerra mondiale. Notate le similitudini con il comportamento umano, fu interpellato Rosemblueth. Fu presentata l'idea di una scienza dei meccanismi di controllo unificata per le macchine e gli esseri viventi (battezzata **cibernetica dal greco kybernetes – timoniere). Il meccanismo di controllo del timone era uno dei sistemi a retroazione all'epoca meglio sviluppati). Maggiori approfondimenti qui: <http://www.murzim.net/notiziario/980406.htm>**

Nel tempo si arriva al *Machine learning* (apprendimento automatico): area fondamentale dell'AI. Algoritmi e sistemi basati su osservazioni (esempi, dati, sensori) da cui la macchina acquisisce nuova conoscenza.

Torneremo sul machine learning, ma occorre prima continuare con alcune conoscenze fondamentali per chi si vuole interessare di A.I. e di scienze cognitive.

Intelligenza artificiale: il termine nasce nel 1956 ad opera del matematico americano **John McCarthy**, durante uno storico seminario interdisciplinare. Le premesse, però, sono molto più antiche.

Occorre partire da molto lontano con la “Pascalina” di **Blaise Pascal** (macchina di calcolo per aiutare il padre, amministratore fiscale della Normania): **addizione e sottrazione automatica, primo calcolatore ad ingranaggi.**

Età vittoriana: **Charles Babbage** e le macchine calcolatrici a rotelle (fra cui “the difference engine”). Ne inventò una programmabile con schede perforate (per problemi tecnici, tuttavia, non funzionò mai).

Inciso: affascinata dalla macchina analitica di Babbage, **Ada Lovelace (Augusta Ada Byron), lavora alla sua implementazione.** Con il suo lavoro crea quello che è conosciuto come il primo algoritmo pensato per essere elaborato da una macchina. **E’ ricordata come la prima programmatrice al mondo (la mamma del software).**

Seconda metà del XX secolo: è possibile disporre di dispositivi di calcolo e linguaggi di programmazione sufficientemente potenti per sperimentazioni di intelligenza. **I relè sono sostituiti da valvole o tubi elettronici.** 1946: nasce **ENICA**, concepito da **Von Neumann** (elaborazione a lotti – batch – di migliaia di informazioni al minuto. Programmazione tramite schede).

Anni '60: seconda generazione basata sul concetto di time sharing. **Si passa dalle valvole ai transistor.** Nel decennio '50-'60 nascono ILP, LISP, POP, linguaggi di manipolazione simbolica. Rivista *Mind*, 1950: **Alan Turing** pubblica un articolo che tratta la possibilità di far comportare un computer in modo intelligente: si comincia a parlare del **test di Turing**.

Il test di **Turing**, per cui una macchina può essere considerata intelligente, oggi è stato comunque più volte superato da programmi (chatbot, ne parleremo...) – anche se la questione è controversa - ma comportò una vera svolta. **Searle**, filosofo, ne confutò la validità attraverso la “stanza cinese”. Nello stesso anno: Samuel e primo programma capace di giocare a dama, scritto in Assembly.

1956: **Newell, Shaw e Simon** presentano il primo dimostratore automatico di teoremi, il programma LT, alla **conferenza di Dartmouth**, la stessa in cui viene coniato il termine AI.

Inizialmente l'AI si concentra su euristiche di ricerca basate su tentativi ed errori e investiga su tecniche di apprendimento efficaci.

Grazie a **Minsky**, dopo il 1962 l'AI pone l'accento non sull'apprendimento, ma sulla **rappresentazione delle conoscenze** e sul connesso problema del superamento del formalismo e delle costrizioni dei vecchi sistemi.

"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).

Punti cardine:

- **“società delle menti” (Minsky, rappresentazione distribuita della conoscenza) e**
- **rappresentazione dichiarativa della conoscenza di McCarthy (basi teoriche dell’AI).**

Non è trascurato il punto di vista psicologico. La Carnegie Mellon University ha condotto (e conduce) molte ricerche per riprodurre i meccanismi del ragionamento umano. Un campo che registra molto interesse è quello dell’**elaborazione del linguaggio naturale** (**approfondire**), soprattutto per la traduzione di testi.

All’inizio degli anni ’70 prendono piede i **sistemi di produzione, programmi che organizzano conoscenze (dati) per fornire risposte a precise domande attraverso l’applicazione di regole impostate.**

Sono presto rimpiazzati dai **sistemi esperti** (le regole di produzione erano poco flessibili), **pensati soprattutto per attività di decision making o risk alarm**. Permane, comunque, la questione del trattamento dell'incertezza, tipica delle problematiche reali. Mycin introduce l'uso di "valori di certezza" associati ai dati. Il successo non è quello sperato, per cui l'uso di regole precostituite e di sistemi basati su questo concetto viene lentamente abbandonato.

Anche gli algoritmi genetici meriteranno un capitolo a sé.

Oggi all'Intelligenza Artificiale si associano le ANN, le SOM, il Machine Learning: tutti concetti che esploreremo approfonditamente senza tralasciare passaggi intermedi chiarificatori.

2006: cinquantesimo anniversario dell'AI.

Due congressi:

- AI@50 "Dartmouth Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years"
- 50 anni di Intelligenza Artificiale - Campus Multidisciplinare in Percezione e Intelligenza 2006 (CMPI), Albacete (Spagna)

MACCHINA E TEST DI TURING. NASCITA DELLE DISCUSSIONI SULL'INTELLIGENZA DELLE MACCHINE

Pensiero ed intelligenza sono concetti spesso associati.

La domanda che ha dato origine a gran parte degli sviluppi dell'AI è
“Le macchine sono in grado di pensare?”

La difficoltà nel fornire una risposta risiede in gran parte nella difficoltà di definire cosa vuol dire “pensare” (ci torneremo).

Se si conoscessero dettagliatamente tutti i meccanismi della mente e dell'intelligenza umana, si potrebbero riprodurre con una macchina?

Molti si sono cimentati nel fornire una risposta e diversi sono gli orientamenti.

Per **approfondire** e formare un vostro pensiero, indagate non solo sulle molte ricerche, ma fate riferimento anche a scienziati-scrittori (uno per tutti: Asimov), libri e film di fantascienza che, nel tempo, hanno interpretato e declinato i vari punti di vista.

Quando si pensa all'AI, a chi non viene in mente HAL?
(pensate al concetto di intelligenza emotiva di Damasio)

Noi siamo macchine, o, meglio, possiamo essere descritti con gli stessi meccanismi che si adottano per descrivere e progettare le macchine?

Ad esempio le Scienze Cognitive asseriscono di sì, visto che adottano un modello informatico.

Un altro esempio è dato dalla decodifica del genoma umano (*GATTACA...*).

Il genoma del batterio *Haemophilus influenzae* è composto di 1.830.137 coppie di basi (le "lettere" A, G, C e T), ossia circa $3,6 \times 10^6$ bit (poco meno di 0,5 Mbyte) di informazione. La funzione dei suoi 1743 geni non è nota nei dettagli, ma gli addetti ai lavori hanno cominciato a utilizzare da tempo, per la loro descrizione, gli stessi diagrammi temporizzati con cui si descrivono i circuiti elettronici.

Un essere umano può essere considerato una macchina?

Se la risposta è positiva, allora, per definizione, esiste almeno una macchina “in grado di pensare” ...

...però alcuni fanno la distinzione tra **macchine proteiche** e **macchine elettroniche**...

... Altri propongono una base **simbolica** dell'intelligenza (sistemi di simboli e regole di riscrittura, indipendenti dalla loro successiva materializzazione)...

... altri ancora presentano un'ipotesi **subsimbolica** (l'intelligenza umana è il risultato della manipolazione di segnali, anche multidimensionali come le immagini)...

- AI “classica” (**GOF AI: Good Old-Fashioned AI**) si basa più o meno esplicitamente su ipotesi simbolica
- “nuova” AI: più orientata a subsimbolismo

A George Boole, matematico britannico (1815 – 1864) si deve l’elaborazione di una matematica algebrica (che da lui prese il nome) che consente di effettuare procedure di calcolo grazie ad operatori (AND, OR, NOT...) che esprimono le leggi della logica.

Nel 1936 Alan Turing (1919-1954. Molte informazioni su un sito dedicato, fatto molto bene: <http://www.turing.org.uk/turing/>) crea (a livello teorico) una “macchina” o “automa” per dimostrare formalmente la possibilità di eseguire qualsiasi **algoritmo** (Abu Ja'far Mohammed ibn Mûsâ al-Khowârizmî) in un numero finito di passi.

La prima operazione che secondo Turing occorre fare è scomporre un'operazione in passi semplici.

Turing si concentrò sulle operazioni matematiche fondamentali, definendone i passi elementari.

Ispirato dalla pascalina (1642) di Blaise Pascal, Turing presenta l'idea del suo “calcolatore universale”.

IL CALCOLATORE UNIVERSALE DI TURING

La macchina è immaginabile come un **registratore a nastro con una testina di lettura, scrittura e cancellazione** .

La testina è dotata di un indicatore che, ad ogni passaggio di calcolo, determina lo stato in cui si trova la macchina mentre legge il simbolo posto nella cella del nastro su cui è posizionata.

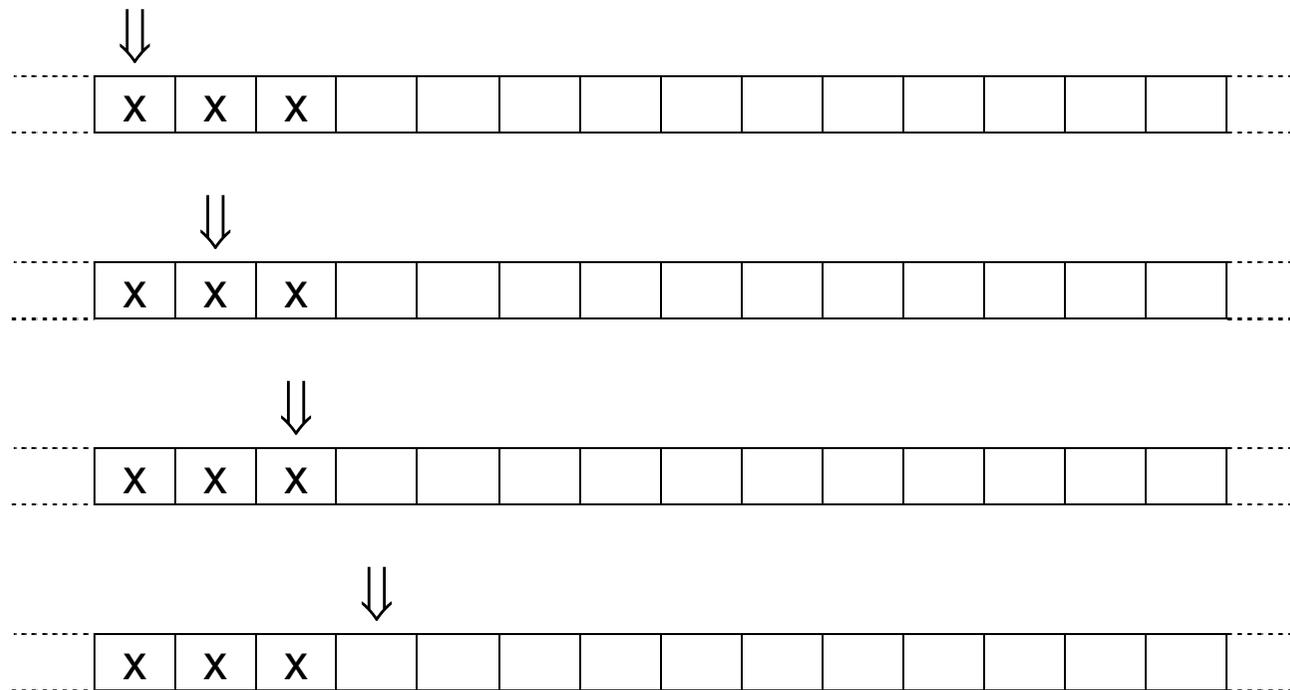
Una macchina di Turing è composta da:

- un nastro
- una testina
- uno stato interno
- un programma
- uno stato iniziale

Il nastro è infinito e suddiviso in celle.

In una cella può essere contenuto un simbolo preso da un opportuno alfabeto (che è un insieme di simboli).

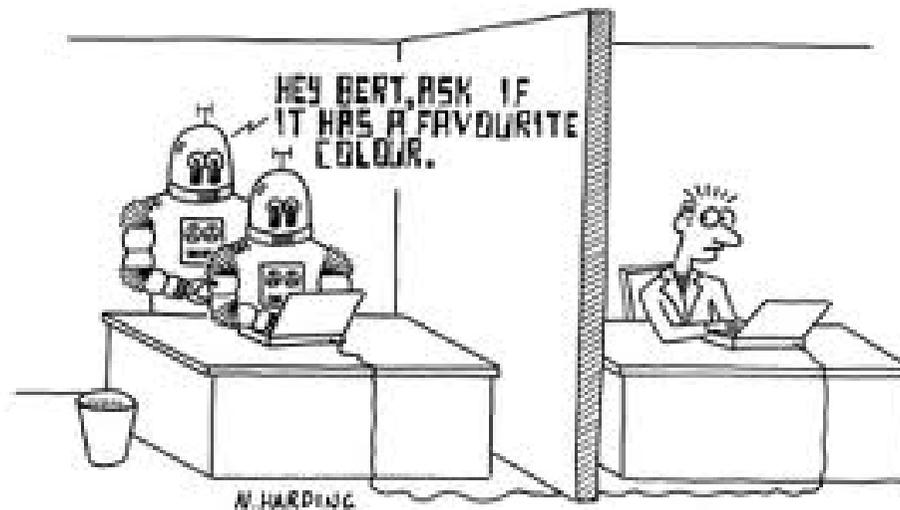
Passo 1: la testina legge una X, per cui va alla cella successiva. Questo avviene tre volte. La testina mantiene il suo stato interno (2) finchè sul nastro non ci sono X da leggere.



“Le macchine sono in grado di pensare?”

Turing se lo chiese e nel 1950 ideò un test per verificare se una macchina fosse in grado di pensare. **Il test può riassumersi come segue:**

- tre partecipanti: un esaminatore (A), un uomo (B), una macchina (C)
- A è tenuto separato da B e C e deve stabilire chi è l'uomo e chi è la macchina attraverso la risposta alle domande poste ad entrambi.
- Se A non distingue B e C, allora C ha superato il test e viene considerata “in grado di pensare”



Approfondire

Come è possibile determinare se una macchina è pensante?

Il test di Turing ha un approccio sperimentale e molte sono le discussioni a contorno:

- **una macchina esegue programmi e non può originare nulla di nuovo** (però può imparare dall'esperienza – programmi scacchi, machine learning, reinforcement learning);
- **non è possibile replicare completamente il comportamento intelligente** (e se fosse solo una questione di tempo e di progressi nelle Scienze Cognitive?);
- **le regole formali non possono descrivere completamente il comportamento intelligente** (e la rappresentazione subsimbolica della conoscenza?);
- **un computer che superi il test di Turing non può comunque definirsi intelligente** (manca di coscienza).

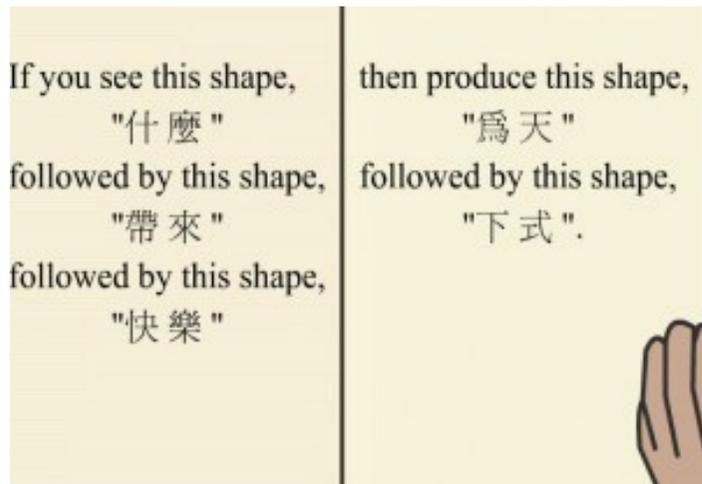
Vi sono due posizioni in AI:

- quella **debole** vede il **calcolatore come uno strumento potente per lo studio della mente umana** (pensiero razionale, logica, AI);
- quella **forte** asserisce che **le macchine in grado di agire intelligentemente sono dotate di mente reale e conscia**(il calcolatore è in grado di comprendere e mostrare altri stati cognitivi propri del cervello umano. Thinking humanly. Scienze Cognitive).

Turing, 1944:

“Fino a quando una macchina non sarà spinta a comporre un sonetto o un concerto dai suoi stati d’animo e dalla sua conoscenza, e, non semplicemente, da una statistica sulla composizione dei simboli, non possiamo pensare che quella macchina sia uguale alla nostra mente; non potremo cioè affermare che la macchina sia uguale alla nostra mente fino a quando non potremo affermare non solo che ha scritto il componimento, ma anche che sa di averlo scritto”

Contro la posizione forte dell'AI, **Searle** (fu lui a “battezzare” strong AI position quella descritta), nell'articolo “Minds, Brains and Programs” apparso su Behavioral and Brain Science nel 1980 presenta l'argomentazione della **Stanza Cinese**.



L'esperimento mentale della stanza cinese (**approfondire**) è un controesempio dell'AI

forte e si basa sull'assunto che la sintassi non è equivalente alla semantica.

Un tizio in una stanza riceve in ingresso dei simboli in cinese (il tizio non conosce il cinese) e li manipola secondo regole che segue pedissequamente (senza conoscerle), fornendo le risposte.

Approfondimento: cosa c'entrano I CHAPTCHA con Turing?
Cominciare cercando il significato dell'acronimo



"Completely Automated Public Turing-test-to-tell Computers and Humans Apart" ("Test di Turing pubblico e completamente automatico per distinguere computer e umani")

L'omino segue la sintassi, ma non ha la minima idea di quale sia la semantica delle domande e delle risposte.

Nella stanza non c'è conoscenza.

Riflettere: gli uomini sono costituiti da molecole. Le molecole non hanno coscienza. L'uomo non ha coscienza? (a questo proposito **approfondire** la stanza di Maxwell, 1986).

Cos'è il Loebner Prize?

Ora si vince partecipando ad un evento annuale

L'ultimo vincitore: <https://www.pandorabots.com/mitsuku/>

AI, RAPPRESENTAZIONE DELLA CONOSCENZA E LOGICA

Torniamo sul concetto di Rappresentazione della Conoscenza (in Inglese **Knowledge Representation – KR**).

E' definita come lo *studio di come la conoscenza del mondo possa essere rappresentata in un sistema di elaborazione e quali tipi di ragionamento possano essere effettuati con tale conoscenza.*

Le sfide sono rappresentate dalla **commonsense** knowledge, la capacità di un sistema **knowledge-based** di trovare un compromesso tra la complessità computazionale richiesta per ottenere la maggiore accuratezza delle inferenze e l'abilità di rappresentare e manipolare conoscenza incerta ed informazioni.

La logica proposizionale e la logica del primo ordine sono uno dei mezzi di base per l'espressione della conoscenza nell'AI.

Non tratteremo esplicitamente la logica (proposizionale e del primo ordine) perché già presenti in molti vostri corsi e trattati ampiamente.

Vedremo, invece, come la logica trovi applicazione nell'AI.

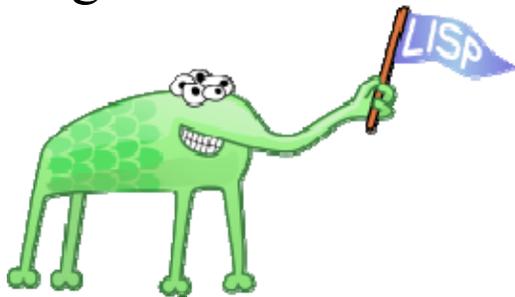
Applicazione della logica all'AI

Nell'AI la logica si studia per le sue implementazioni. In particolare lo studio della logica è necessario per poter accedere al LISP (LISt Processor), linguaggio di programmazione usato spesso nei progetti di intelligenza artificiale.

Il LISP fu ideato da John McCarthy (inventore del termine “intelligenza artificiale” e esperto di logica matematica in relazione all'AI) nel 1958 come linguaggio formale per lo studio di equazioni di ricorsione in un modello computazionale (infatti il LISP vede i programmi come funzioni).

Il primo editor di testo per terminale (progettato negli anni '80 da Richard Stallman) con un core LISP fu emacs. Successivamente fu portato su tutti i sistemi operativi.

Logo e mascotte del LISP:



Un buon manuale di LISP e qualche esempio (in Rete trovate molte altre risorse):

<http://www.matteolucarelli.net/lisp/lispintro.htm>

Non studieremo il LISP durante il corso, ma dovrete essere già in possesso (da precedenti corsi) di tutte le necessarie basi per poterne approfondire autonomamente la conoscenza.

Lo scopo che perseguo in questo corso è mostrarvi diversi modelli cognitivi, adottati o collegabili all'AI e utilizzati-utilizzabili nelle Scienze Cognitive in generale.

I sistemi esperti, di cui abbiamo già parlato, sono basati sulla conoscenza, e le sintassi della logica (o comunque i meccanismi) che abbiamo visto sono stati ampiamente utilizzati per la creazione dei primi (soprattutto) sistemi esperti.

Possiamo dire che un sistema esperto sia formato da due parti: una knowledge base (base di conoscenza) e un motore inferenziale, che ha il compito di utilizzare un insieme di regole logiche che consentono di dedurre un nuovo fatto a partire dalle informazioni già a disposizione.

Spesso l'ostacolo principale è dato dal fatto che l'esperto umano non sa come rappresentare i propri processi mentali tramite un insieme di regole coerente e completo. Da qui l'importanza di comprendere a fondo la logica.

Noi parleremo di un'applicazione semplice derivata dall'unione dei concetti della logica all'AI: i chatbot.

I CHAT-BOT

Chat-bot è una contrazione di “Chatter Robot” (si trova anche come chatterbot) che è un programma che simula una conversazione intelligente con uno (o più) esseri umani, vocalmente o per iscritto (domande e risposte).

Lo scopo primario di questa famiglia di programmi è quello di indurre un essere umano a credere di conversare con un altro umano (Turing test...).

Questa categoria di programmi è più genericamente denominata *Artificial Conversational Entities*, *talk bots* o *chatterboxe*.

Oggi sono molto utilizzati come assistenti (vendite, help, servizi). Alcuni utilizzano sistemi complessi basati sul processing del linguaggio natural, ma molti rispondono semplicemente in base alla corrispondenza tra parole chiave individuate nelle domande poste dall'utente e parole chiave presenti in una base di dati di risposte.

Il termine “ChatterBot” fu introdotto da Mauldin (Verbot Julia) nel 1994.

Sulla scia della notorietà raggiunta dal test di Turing, il programma ELIZA (1966) di Wizenbaum suscitò grande interesse poiché simulava una conversazione con un umano.

Qui: <http://www.chayden.net/eliza/Eliza.html> una riproduzione di ELIZA molto fedele all'originale

Tuttavia lo stesso Weizenbaum afferma, nel suo paper di presentazione, che ELIZA non è intelligente ma simula, riconoscendo alcune parole nell'input e proponendo risposte preconfezionate (con qualche accorgimento – ad esempio riformulando la domanda o, come fanno molti chatbot, introducendo risposte casuali).

Con ELIZA si dimostrò che risposte generiche e a volte non molto chiare potevano indurre l'interlocutore a credere di parlare con una vera intelligenza. Un altro chatterbot molto famoso è PARRY (1973) che, scritto in LISP, simulava un paziente schizofrenico (approfondire).

Oggi i chatterbot sono molto utilizzati ed è possibile trovarne molti in Rete (**provate**).

Alcuni chatbot in Rete (esplorare).

Anche in Italiano:

- **Tobby:** <http://tobbychatbot.altervista.org/>

s:parole_chiavi_per_la_ricerca

cercami: parole_chiavi_per_la_ricerca

e Tobby vi darà i links alle pagine dei risultati dei vari motori di ricerca.

Un chatbot, in generale, è anche in grado di svolgere operazioni semplici.

- **Ginny:** <http://ginnychatbot.altervista.org/>

In Inglese: molti, basta cercare su Internet

- Vari per assistenza tecnica

Tra i chatterbot più recenti vanno annoverati **Jabberwacky** e **A.L.I.C.E.**

Il primo apprende nuove risposte e, come molti chatterbot di nuova generazione, utilizza algoritmi evolutivi che migliorano nel tempo l'abilità di comunicazione (**cercare** anche Kyle su Rete).

A.L.I.C.E. utilizza un markup language, l'AIML (Artificial Intelligence Markup Language, basato su strutture simili all'XML) con specifiche funzioni di conversation agent. I chatbot creati in questa modalità sono molti e vengono spesso designati come Alicebot.

A.L.I.C.E. è basato sulla semplice pattern matching (come ELIZA) e non ha capacità di ragionamento (stiamo parlando di AI debole).

A.L.I.C.E. è stato creato da Wallace nel 1995 ed ha vinto il Loebner Prize nel 2000, 2001 e 2004.

Vi sono due tipi differenti di chatbot: stand-alone oppure web-based.

Entrambi presentano vantaggi e svantaggi, ma, soprattutto per facilità di programmazione e sicurezza, preferiremo i web-based.

Vedremo come implementarne uno.

La forma più semplice prevede una casella per immettere il testo (domanda) ed una casella per ottenere la risposta.

Vi si può associare un'animazione o un avatar (anche dotato di movimento e, per esempio, renderlo attivo in SecondLife).

In Rete trovate molti esempi e molti tool per costruire chatbot. Provate ad esplorare...

Con molta facilità è possibile creare un pandorabot:
<http://www.pandorabots.com/botmaster/en/home>

Si possono creare molti tipi di pandoraboot.

I pandorabot utilizzano l'AIML, dunque, prima di creare un chatbot, occorre apprendere questo linguaggio, XML-compatibile. Su Internet trovate tutto il necessario per apprendere l'AIML autonomamente. Vedremo, però, insieme, come creare un chatbot.

La creazione di un chatbot come progetto d'esame comporta che si cerchi di creare qualcosa di intelligente (rif. Test di Turing) e non semplicemente un'animazione che dia le stesse informazioni che può fornire anche una semplice pagina web...)