

LUIGI STRINGA (*)

INTELLIGENZA ARTIFICIALE: SVILUPPI E PROSPETTIVE

1. INTRODUZIONE

L'Intelligenza Artificiale (IA), nata tra mille contestazioni, è restata per più di un ventennio monopolio di pochi ricercatori.

Solo recentissimamente è stata riconosciuta ufficialmente come disciplina scientifica, e già oggi esce prepotentemente dal ristretto ambito dei centri di ricerca accademici. Il suo ingresso nel mondo industriale non si arresta alla presenza nei reparti di ricerca e sviluppo: ciò è certamente più sorprendente dei risultati che vanno via via ottenendosi, e che, pur essendo ancora parziali e modesti rispetto agli obiettivi, non finiscono pur tuttavia di sorprenderci. Sono infatti ormai quotidianamente usati sistemi che svolgono il ruolo di consulenti e di esperti (Sistemi Esperti) in vari campi della conoscenza, come le analisi lessicologiche, la diagnostica medica, l'ingegneria genetica ecc.; robot dotati di percezione e possibilità di riconoscimento visive, capaci di comportamenti coerenti anche in ambienti sconosciuti; terminali dialoganti in linguaggio naturale sia parlato che scritto (sia pure con diverse limitazioni); sistemi che «risolvono problemi», «dimostrano teoremi» ecc.

La portata delle loro applicazioni industriali li vede già protagonisti di rilevanti «business» nei processi di automazione industriale e nella robotica e, più in generale, in quei settori dove il colloquio uomo-calcolatore è diventato essenziale.

Ma ecco che, come è abitudine dell'intelligenza naturale, si passa all'estremo opposto: se ne parla troppo, e come se le macchine pensanti si potessero comprare ai grandi magazzini! Invece dobbiamo rassegnarci: l'Intelligenza Artificiale (IA) non è ancora del tutto pronta.

(*) Relazione tenuta in occasione del 237° anno accademico.

D'altronde, a costo di disattendere le più ottimistiche, ma forse comprensibili, aspettative, va subito chiarito che l'IA non si propone come protesi sostitutiva del cervello umano. Essa è intesa piuttosto a fornire una serie di utensili capaci di rendere il lavoro intellettuale meno faticoso e più efficace. D'altra parte, con l'invenzione della gru nessuno s'è mai sognato di trapiantare il braccio, coi relativi organi, su torsi umani. Epperò la gru come tant'altri marchingegni non solo meccanici, sono strumenti sicuramente utilissimi, che ci hanno spesso anche permesso di eseguire opere del tutto irrealizzabili con gli strumenti naturali. Provate a discutere con un collega a New York senza usare il telefono: per quanto gridiate, non vi sente proprio. Una disputa che non creerà certo malintesi, ma nessuno potrà convincervi che il non averlo potuto convincere non è solo colpa della mancanza del telefono.

Ridimensionato un po' il ruolo dell'Intelligenza Artificiale, cosa di cui quella naturale non ha invece alcun bisogno, vorrei adesso passare in rassegna un po' di quella utensileria che questa nuova tecnologia ha apportato, e sta studiando e sviluppando.

Per far ciò, tentata al paragrafo successivo una definizione sperabilmente esplanatoria dell'IA, mi soffermerò al paragrafo 3 sui Sistemi Esperti, che sono il primo strumento maturo messi a disposizione dall'Industria dell'IA. Se avessi detto «dalle fabbriche dell'intelligenza», oltre al suonar peggio, non sarebbe stato del tutto corretto. I Sistemi Esperti, come molti dei prodotti dell'IA, non sono veri prodotti in senso commerciale, ma piuttosto algoritmi, tecniche e tecnologie. Al paragrafo 4, oltre a qualche considerazione di carattere non proprio epistemologico di cui chiedo venia sin d'ora, proverò a delineare alcuni aspetti delle evoluzioni attese dell'IA.

2. CHE COSA È L'IA

Anche senza punto interrogativo, una gran bella domanda! Non per l'attributo artificiale, che se qualcuno mi definisse Intelligenza sarei capaccissimo anche io a spiegare a tutti cosa vuol dire che è artificiale. Ci si sono cimentati in tanti, più bravi e famosi di me, e da millenni. Temo con scarso successo. Per la scienza, la definizione è pragmatica, di quelle che vi tolgono subito da tanti imbarazzi: «L'Intelligenza Artificiale è quella parte della Computer Science che si occupa del progetto di Sistemi

Intelligenti, i.e. Sistemi che esibiscono un comportamento che se riscontrato in un umano verrebbe dichiarato intelligente». Come imparare, ragionare, risolvere problemi, colloquiare in linguaggio naturale, etc. Semplice, vero! Mica rinunciatario però. Proviamo infatti a vedere se ci soddisfa. Ad esempio usandolo per verificare se una certa macchina siamo disposti a dichiararla intelligente. Nascondete nella stanza accanto la macchina sotto test, insieme ad un intelligente umano. Mettete due terminali nel mio studio, uno collegato con la macchina, e l'altro con l'uomo, senza dirmi qual è. Se interrogando i terminali ottengo risposte tali da non riuscire a distinguere quando parlo con la macchina da quando parlo con l'uomo, allora dirò che la macchina è intelligente. È questo, nella sostanza, il famoso test di Turing, del tutto congruo con la nostra definizione di IA. Peraltro si potrebbe obiettare che in effetti abbiamo provato o che la macchina è intelligente, o che l'uomo della stanza accanto è stupido, ma ciò contraddice l'assunto. C'è però almeno un'altra possibilità: che io non sappia distinguere perché non capisco niente. Questo però lo sapevo già.

Un altro approccio è tentar di definire l'IA per confronto con l'Informatica, disciplina ormai arcinota perché quotidianamente usata, e anche abusata, in quasi tutti i processi in cui l'uomo è coinvolto. L'Informatica può definirsi come l'automazione della gestione dei dati. Dati intesi in senso nozionistico: recito a memoria una poesia in turco, senza sbagliare una parola, ma senza aver assolutamente capito nulla di ciò che vuol dire. Ovviamente non parlo turco. L'Intelligenza Artificiale è invece l'automazione della gestione delle conoscenze. Della poesia in turco, non so ripetere neanche una parola. Però un benevolo interprete mi ha spiegato di che parla e che dice: ho capito. Ne ho acquisito la conoscenza: è intelligenza naturale. Automatizzo questo processo su un computer: è Intelligenza Artificiale.

LE PRINCIPALI LINEE DI RICERCA SU CUI L'IA SI MUOVE SONO:

a) *Interfacciamento uomo-macchina, con un approccio orientato all'uomo*

Si tratta finalmente di parlare coi calcolatori in linguaggio naturale umano (parlato, scritto, icone, cenni, e quant'altro noi usiamo già o potremmo usare per comunicare). Smetterla cioè di inventar macchine che potrebbero far di tutto, a velocità altissima; peccato però che per dar loro ordini dobbiamo usare procedure e linguaggi (si fa per dire) artificiali

e artificiosi. Così difficili, così innaturali da saper un po' di stregoneria e quasi di soprannaturale (*).

Dotando le macchine della capacità di vedere, sentire e di capire ciò che vedono e sentono, le potremmo usare tutti e non solo gli esperti in «Computer Cabalas».

I temi più importanti di queste ricerche sono: la visione automatica, il riconoscimento e la comprensione del parlato, l'elaborazione automatica dei linguaggi naturali.

b) *I Sistemi Esperti*

c) *La modellistica dei processi cognitivi*

È questa la parte teoricamente più pregnante. Si occupa di definire modelli matematici dell'apprendimento, del ragionamento, della capacità di dedurre, indurre, etc. Di definire logiche matematiche adatte all'IA. Di definire algoritmi capaci di trattare informazione semantica. Insomma, di costruire il modello matematico dell'Intelligenza.

E qui, senza esporvi tutte le linee di pensiero, occorre evidenziare due approcci, ritenuti profondamente diversi, all'IA. Il primo, detto da qualcuno anche debole (me lo hanno spiegato mille volte tanti esperti naturali, e non sono ancora riuscito a capire il vero perché), si propone di realizzare funzioni intelligenti con modelli non mutuati dall'Intelligenza Naturale (IN). Nel senso che non si ritiene necessario conoscere, ma soprattutto riprodurre sul calcolatore i meccanismi usati dalla IN, e quindi dall'uomo.

L'altro invece, detto anche forte, lo ritiene necessario.

Personalmente non mi sento di asserire quale sia migliore. Anzi, ritengo che porre gli approcci in contrapposizione sia sbagliato, come in tutti gli altri casi in cui si è cercato con un distinguo di binarizzare il mondo. In alcuni casi conviene ed è più efficiente simulare il modello naturale, in altri no. Nessuno penserebbe convenga metter le gambe e i piedi alle automobili! Ritengo invece che il conoscere i meccanismi dell'IN sia sempre utile. Anche quando per quella Artificiale si intende

(*) Così infatti nacque la religione, i cui sacerdoti, detti analisti e programmatori, hanno prodotto e codificato liturgie e riti senza precedenti, per complessità e misteriosità, nella storia dell'umanità. Almeno per i comuni mortali.

usarne di diversi. Almeno per due ragioni: se introduco un nuovo modello, posso confrontarlo e valutarlo a fronte di uno, quello naturale, se non altro ben collaudato. Infine, l'IA deve interfacciarsi con quella Naturale, ciò che sarà tanto più efficacemente realizzabile quanto più conoscenza di quest'ultima acquisisco.

d) *Gli strumenti hardware e software per l'IA*

La ricerca cioè di nuovi calcolatori e metodi di programmazione, più adatti alla soluzione di problemi cognitivi, che consentono più facilmente degli attuali di gestire conoscenza.

Dico strumenti con un piccolo spunto polemico, perché ancora troppo spesso si confondono tali strumenti con l'IA, ciò che fra l'altro distorce notevolmente anche il censimento delle risorse dedicate alla ricerca sulla IA, quella vera. Infatti pochi sono i casi in cui l'intelligenza non si è potuta produrre per insufficiente capacità elaborativa dei nostri computer: se avessimo gli algoritmi e i modelli giusti, vedreste quanta IA si potrebbe calare anche in un Personal Computer!

3. SISTEMI ESPERTI

Cosa è, e soprattutto cosa fa un Sistema Esperto (SE) lo proviamo a dedurre da come è fatto. Intanto è un programma. Meglio, un sistema di programmi che gira su un calcolatore. Gira è un esoterismo che nulla ha a che vedere con le rotazioni. Si deve intendere semplicemente che il programma, che non è altro che una sequenza di comandi semplici, viene eseguito dal calcolatore facendolo comportare da esperto nel campo in cui è stato espertizzato. La struttura logica di base di un SE è riportata in fig. 1.

L'esperto umano trasferisce la sua esperienza alla base di conoscenza. Una memoria, continuamente arricchibile, in cui sono descritte le conoscenze e non dati o nozioni. Quindi situazioni conoscitive, e soprattutto regole. Un esperto enologo sa che con la carne van bevuti i rossi. Un Sistema Esperto in vini dovrà quindi conoscere tale regola. Se gli chiedete cosa bere col vostro abbacchio dovrà dapprima capire che si tratta di carne. Applicata la regola vi proporrà di certo un vino rosso. A capire, oltre alle conoscenze già acquisite, lo aiuterà il motore inferenziale. Strumento questo

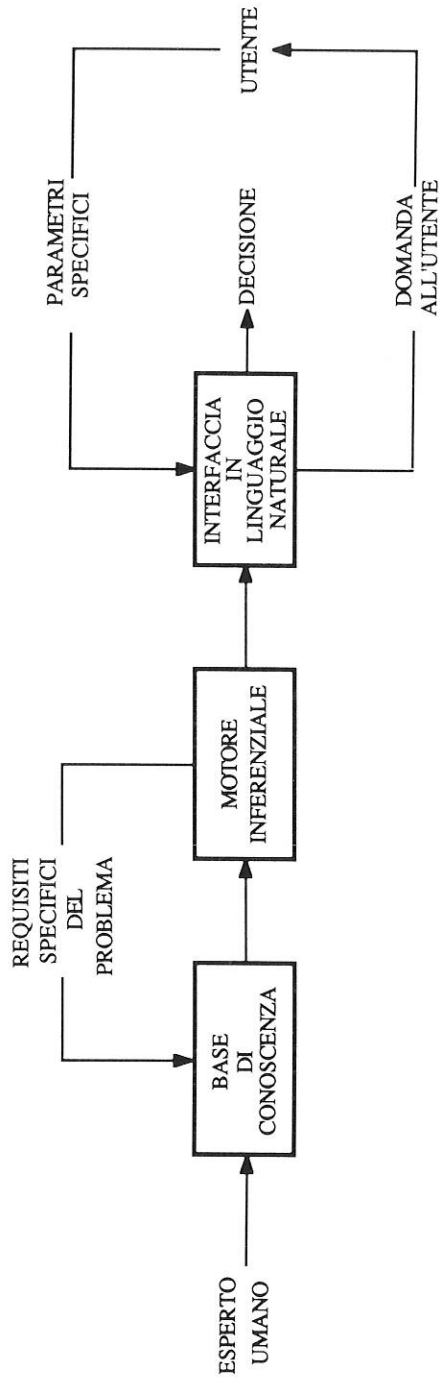


Fig. 1 - Struttura di un tipico Sistema Esperto.

privo di cilindri o altri organi in movimento, essendo un meccanismo logico. Il suo scopo primario è derivare regole dalla esperienza. A furia di vedere che togliendo il tavolo di sotto ai piatti, o a qualsiasi altro oggetto, questi cadono per terra, si costruisce la regola della caduta dei corpi. Quella che Isaac Newton chiamò la legge di gravitazione. L'IA ha mutato il verbo inferire dalla linguistica. Il suo significato era: dedurre dalla struttura del linguaggio le regole grammaticali.

Così, proprio come accade agli uomini, più esperienza SE acquisisce e più esperto diventa. Nel senso che si costruisce regole più efficaci, oltre ad acquisire maggiore conoscenza. E meno male che lo fa da solo, perché l'Intelligenza naturale è assai poco adatta a trasferire esperienza.

Qui assomiglia un po' troppo all'informatica: nessun problema a trasferire nozioni. Ma quando si tratta di far capire! Chiedete un po' al vostro idraulico perché se il rubinetto perde una volta sostituisce subito la guarnizione, e la successiva invece riduce per prima cosa la pressione nel tubo, e ci azzecca. Ha fatto qualche inferenza che non sa proprio spiegare. Al più fa delle ipotesi: forse ho pensato che . . . Tornando allo schema, l'interfaccia in linguaggio naturale è lo strumento che il SE usa per comunicare con voi. Magari con l'uso di una tastiera e di uno schermo di tipo televisivo.

Se volete una consulenza, ponete pure la vostra domanda senza troppe preoccupazioni di precisione o rigidità: intanto se SE non ha capito o siete stati incompleti, vi aiuterà lui con domande più precise a comunicargli cosa volevate davvero. Poi decide, e vi dà il suggerimento. E, finalmente qualcosa di più dell'Esperto Naturale, ve lo illustra, con le sue brave motivazioni. Cioè dicendovi che regole e che conoscenze ha usato.

Però, per il SE che volete voi c'è ancora del lavoro da fare.

Prima di tutto i Sistemi Esperti commercialmente disponibili sono sì basati sullo schema appena illustrato, ma ne realizzano le principali funzioni in maniera ancora piuttosto rozza. Intanto di linguaggio naturale ne parlano ben poco, e di vere inferenze ne fanno ancora meno. Il lavoro per espertizzarli risulta quindi piuttosto pesante e costoso. Ciò nonostante essi rappresentano un vero salto di qualità rispetto alle soluzioni convenzionali dell'informatica e, seppur con oneri di personalizzazione elevati, forniscono prestazioni di tutto rispetto. Inoltre l'introduzione oggi di un SE è comunque un investimento nella direzione corretta perché, oltre al ritorno immediato, permette l'introduzione di una mentalità nuova capace di generare approcci più completi ed efficaci.

PROSPETTIVE

A breve-medio termine saranno disponibili Sistemi Esperti con qualche limitazione in meno degli attuali. I vantaggi attesi rispetto ai metodi dell'informatica convenzionale sono sintetizzabili col termine: consultazione intelligente.

Nel medio-lungo termine la potenza dei motori inferenziali e la capacità di interpretare i linguaggi naturali subiranno incrementi via via crescenti, facendo intravedere possibilità insperate di consulenza da parte dei Sistemi Esperti. Quando poi il leggere qualsiasi documento e il comprendere il parlato sarà realizzabile a basso costo, anche l'onere di esperizzazione diverrà trascurabile. È perfettamente plausibile ritenere che tutti potranno avere sul loro Personal Computer il proprio esperto.

E nel lungo periodo?

Dovrei rispondere come rispondeva Niels Bohr: è difficile fare previsioni, specie sul futuro.

Verranno messi a punto modelli dei processi cognitivi, verranno definite logiche per IA; soprattutto si procederà con approcci sempre più integrati.

Già oggi alle ricerche di IA collaborano fisici, neurofisiologi, matematici, biologi, informatici, psicologi etc. Nel nuovo scenario si torna al concetto di unitarietà della cultura umana.

Questo richiede l'apporto di tutte le conoscenze, di tutte le tradizioni. Non a caso è stato autorevolmente scritto che «la tradizione plurisecolare di valorizzazione della cultura intesa nel senso più ampio e privo di pregiudizi settoriali, colloca l'Italia in una situazione di particolare vantaggio nella sfida intellettuale posta da questi nuovi e formidabili problemi».

Un esempio di approccio integrato, che ritengo la carta vincente, è rappresentato dalla linea di ricerca della divisione IA dell'I.R.S.T. di Trento che prevede la copertura di tutti i principali temi di ricerca che possano portare a risultati utili.

I temi di ricerca sono stati strutturati in quattro aree: Interfacce (con le linee Fattori Umani; Visione; Riconoscimento della Voce; Linguaggio Naturale); Sistemi Esperti (Metodologie e applicazioni, in particolare per l'Automazione Industriale); Modelli (Apprendimento Automatico; Logica per IA; Rappresentazione della Conoscenza; Architetture dei Sistemi); Strumenti (Software e Hardware); a fianco un gruppo di ricercatori è addetto al cosiddetto osservatorio, per seguire la produzione scientifica mondiale e verificare le ricadute tecnologiche.

Problemi saranno risolti, altri problemi si porranno. Già oggi, mi sembra, stanno cadendo molte reazioni di rigetto. L'IA sta anzi correndo il rischio di diventare una moda. Se ne scrive sui settimanali, ne parlano i mezzi di comunicazione di massa.

L'incredulità piuttosto diffusa fino a non molto tempo fa derivava, credo, dalla presunzione dell'uomo di avere, almeno per questo attributo dell'intelligenza, una sorta di monopolio, ciò che si giustificerebbe dal punto di vista psicologico come una forma di autoprotezione o, se vogliamo, come una manifestazione dell'istinto di conservazione della specie umana che è sopravvissuta a specie fisicamente più forti proprio in virtù dell'intelligenza.

Esempi di macchine già realizzate tendono a far ritenere verosimile che le «macchine» possano aver capacità creative, fantasia o perlomeno comportamenti che tali funzioni simulano.

Non solo: l'era dell'Intelligenza Artificiale, già iniziata, sta ponendo problemi sociali, culturali ed economici del tutto nuovi. La disponibilità diffusa di esperienza e conoscenza può mutare la struttura e la distribuzione del potere.

La speranza è di saper risolvere questi problemi a vantaggio di un progresso non solo tecnologico, ma soprattutto culturale.

RIASSUNTO – Nell'articolo si affronta l'evoluzione ed il ruolo che l'Intelligenza Artificiale può avere sia come disciplina scientifica, che nelle possibili applicazioni. Vengono focalizzate le principali linee di ricerca in cui l'IA si muove. Nella parte finale si parla dei Sistemi Esperti che rappresentano il primo strumento maturo prodotto dall'IA.

SUMMARY – Artificial Intelligence: Development and Perspectives. This article is concerned with the development of AI and the role that AI may play both as a scientific field and as a tool for developing applications. The main research lines investigated by AI are here focused. The last section is concerned with Expert Systems, which represent the first «ripe» instrument produced by AI.

