

## Cosa è un sistema esperto (2) È davvero efficiente e utile un sistema esperto?

La prima domanda che ci viene in mente affrontando l'argomento del titolo è: «Perché utilizzare un sistema esperto in attività dove fino a oggi il consulente umano ha svolto le sue funzioni nella maniera migliore?»

Ci sono una serie di eccellenti ragioni per utilizzare un sistema esperto; esse sono state efficacemente sintetizzate in Kahn, Nowlan, Mac Dermott ed altri, «A Foundation for knowledge acquisition, Proceedings of IEEE Workshop on principles of knowledge based Systems, IEEE Computer Society», IEEE Computer Press, 1109 Spring Street, Silver Spring, MD, 1984. Alcuni dei vantaggi sono riassunti nella figura a.

Forse il più grosso vantaggio di un sistema esperto, e comunque di un «organismo artificiale» rispetto ad un umano è la sua disponibilità; un umano può facilmente venire meno (morte, licenziamento o semplicemente cambio di attività o interessi). È sempre stato questo uno dei più grandi problemi delle aziende medie e grandi, che si trovano a investire grandi quantità di mezzi, anche economici, per preparare i loro esperti per poi vederseli soffiare da un miglior offerente sul mercato. Inoltre un esperto ha necessità di continuo allenamento e pratica negli argomenti di sua competenza, per mantenere un continuo e costante metodo e una efficace possibilità di intervenire con prontezza ed efficienza. Infatti ogni prolungato periodo di interruzione dell'attività dell'e-

sperto umano si traduce generalmente in perdite d'efficienza e in conseguenti successivi più o meno lunghi periodi di riallenamento per recuperare la completa e veloce padronanza degli argomenti (a questo proposito l'adagio «Usa quel che sai, altrimenti lo perderai», non ha mai se non qui maggiore significato).

Lo stesso adagio, applicato ad un sistema esperto, non ha invece valore e significato: in questo caso le conoscenze una volta acquisite e testate, sono virtualmente indistruttibili (fatti salvi, ovviamente, imprevedibili e catastrofici incidenti coinvolgenti le memorie di massa). Un altro indubbio vantaggio di un esperto artificiale è rappresentato dalla sua relativa facilità di trasferimento e riproduzione. Trasferire conoscenza da un umano a un altro è un lungo, lento e noioso processo chiamato educazione (o, in alcuni casi ingegneria della conoscenza): quasi sempre trasferire conoscenza artificiale consiste in una semplice operazione di duplicazione e copiatura di file e/o programmi.

Ancora, i processi di conoscenza artificiale e i relativi prodotti sono molto facili da documentare, mentre documentare esperienze umane è estremamente difficoltoso, lungo e spesso fru-

strante, come ogni addetto ai lavori in ingegneria della conoscenza ben sa. Nel campo artificiale esiste una via chiara e diretta fra le modalità di rappresentazione dell'esperienza nel sistema e la descrizione in linguaggio naturale della rappresentazione stessa della conoscenza. Inoltre l'esperienza di un sistema artificiale produce risultati più costanti e riproducibili di quanto può avvenire attraverso una esperienza umana; un umano, infatti, riesce a prendere differenti decisioni in identiche situazioni a causa di fattori contingenti, ad esempio emozionali; così un uomo, in una situazione di crisi, potrebbe tralasciare o dimenticare di usare un dato o una personale esperienza a causa dello stress (vedi riquadro), della fretta o solo dalla pressione cui è sottoposto; questo non potrà mai avvenire per un sistema esperto (a tale proposito, e forse non sbagliando, gli oppositori delle teorie appena esposte obiettano che, al contrario, il sistema esperto può trovarsi di fronte a particolari della situazione che non conosce, e che un umano può meglio dominare, grazie al cosiddetto «buon senso» di una macchina).

Infine, particolare di non poco conto, il vantaggio finale di un sistema esperto è il suo (relativamente) basso costo. Un esperto umano, specialmente in aree estremamente specializzate, non è facile da trovare, e risulta sempre molto costoso, anche in termini di puro salario. Un sistema esperto ha un costo solo proporzionale alla sua complessità, espressa in termini di mesi-anni lavoro di coloro che hanno provveduto a costruirlo; ma la possibilità di suddividere tali costi (e i sacrosanti guadagni del produttore) tra diversi clienti consente di abbattere proporzionalmente il suo prezzo, senza, ovviamente, per questo, avere diminuzione della qualità del prodotto, anzi, come è ben noto, maggior numero di vendite significa a tutti gli effetti maggior garanzia, da parte del costruttore, di nuove release e aggiornamenti.

Tutto quello che costa in più è, infine,

### esperienza umana

corrottabile  
difficile da trasferire  
difficile da documentare  
non prevedibile  
costosa

creativa  
facile alla modifica  
supportata dai sensi  
ampio spettro  
supporto del "buon senso"

### esperienza della macchina

permanente  
facile da trasferire  
facile da documentare  
prevedibile  
poco costosa

non creativa  
non sempre semplice da modificare  
input solo simbolico  
spettro ristretto  
solo conoscenza tecnica

Figura a - Confronto fra le risorse umane e quelle di un sistema esperto.

il costo della macchina destinata a far girare il sistema (o anche qui, ovviamente il costo di questa può essere suddiviso tra diversi utenti o facendo girare diverse applicazioni) e quello delle relative memorie e periferiche. Allora consenteci una domanda, che sicuramente sarà venuta a mente di molti lettori: «Se, con questa teoria, che pare inoppugnabile, un esperto artificiale è più efficiente, efficace, costante e affidabile di un esperto umano, perché non eliminare completamente il componente umano dalle attività di ricerca e di gestione dei sistemi?».

In altre parole, più semplici, che bisogna c'è di un esperto così costoso e «pericoloso» da usare se un sistema è tanto più efficiente? La risposta è molto articolata, e ci sono diverse buone ragioni per non eliminare mai un esperto umano, anche non eccessivamente specializzato, da un sistema d'utenza di sistemi esperti. Col pericolo di contraddirci nei confronti di quanto appena affermato precedentemente vedremo qui i motivi di questa apparente contraddizione.

Innanzitutto occorre precisare che disporre di un esperto umano in un sistema d'utenza di sistema esperto non rappresenta una limitazione intrinseca dei sistemi di IA; si tratta solo dell'attuale stato dell'arte, visto che è prevedibile che, col migliorare delle tecniche e della tecnologia hard e soft di base, giungeremo, prima o poi, alla eliminazione dell'esperto umano.

Attualmente un'area non coperta da un sistema artificiale è la creatività (abbiamo appena accennato a questa deficienza poco prima). La persona meno immaginifica e disposta all'improvvisazione è senz'altro più creativa e innovativa del più efficiente programma; il gran vantaggio di un umano è che esso è capace, in qualsiasi momento, di riorganizzare e usare la sua conoscenza per sintetizzarne di nuova, mentre un sistema esperto, almeno allo stato attuale delle cose, consiste in un esecutore cieco di routine precostituite; ancora riallacciandoci a quanto detto prima, un esperto umano può intervenire su eventi inaspettati usando immaginazione, estro personale, «buon senso», e in pratica applicando nuove tecniche di approccio e di soluzione di problemi, incluso (cosa per ora non possibile ai sistemi artificiali) sconfinamenti in campi di conoscenza diversi.

Un altro campo in cui l'esperienza umana è insostituibile è la conoscenza. Un esperto umano si adatta al cambiamento delle situazioni in maniera praticamente automatica; in altre parole adatta le sue strategie alla particolarità

delle diverse situazioni. I sistemi esperti sono molto meno elastici e le routine di adattamento e di ricerca di strategie alternative in caso di situazioni non previste sono a dir poco ancora allo stato rudimentale e primitivo.

Un altro campo in cui l'esperto umano ha un indiscutibile vantaggio è rappresentato dalla capacità di imparare dalle esperienze; tradotto in altri termini, più essenziali, è possibile dire che gli esperti umani si adattano ai cambiamenti delle situazioni, come abbiamo detto prima, non solo, ma riescono a memorizzare le strategie adottate se queste si dimostrano efficaci, senza per questo crearsi eccessivi problemi (e, addirittura fanno il contrario, vale a dire che eliminano procedure e tecniche se queste si dimostrano obsolete o non più capaci di soddisfare alle esigenze, mutate, dell'utente). I sistemi esperti, anche allo stato attuale delle conoscenze, non possiedono implementate strategie efficaci per simulare le tecniche di apprendimento proprie di un umano; in questo campo solo piccoli progressi sono stati compiuti, in particolare per aree estremamente limitate e solo se le aree di apprendimento erano specifiche al particolare dominio di studio e prossime al campo di conoscenza principale.

Un esperto umano, inoltre, possiede, ci si consenta l'analogia, tecniche e mezzi di input estremamente specializzati e precisi, e, comunque, sicuramente più elastici di quelli di una macchina (chi segue questa rubrica ricorderà quanto abbiamo detto qualche mese fa circa le difficoltà di rendere una macchina capace di vedere, o anche solo di riconoscere oggetti anche particolarmente semplici). Un uomo può far uso di input sensori particolarmente complessi, coinvolgenti in maniera più o meno integrata, vista, udito, odorato, tatto e perfino gusto. Non che non sia impossibile in via teorica inserire in una macchina come input dati ottenuti attraverso questi sensi (ammesso di risolvere il problema della codificazione di tali segnali), ma qualunque sistema esperto manipola simboli che rappresentano idee e concetti, per cui i dati sensoriali devono appunto essere trasformati in *simboli* per poter essere poi inseriti nel sistema. Nel processo di traslazione-traduzione di tal fatta più di un dato può essere perso, sia per la incapacità intrinseca della macchina di acquisire-capire dati di particolare complessità (talora «intraducibili»), sia per la impossibilità materiale di affidare al sistema la estremamente complessa messe di input provenienti da una esperienza sensoriale.

In questi casi per forza di cose il

«traduttore» sfronderà l'esperienza sensoriale di alcuni dati poco importanti o addirittura inutili in quel momento, ma quegli stessi dati potrebbero essere estremamente significativi in altre occasioni, cosa che, al momento dell'input, non è dato di prevedere. Un esempio: una scena visiva ha molta più efficacia e significato della rappresentazione, fornibile al sistema esperto, di una serie di oggetti e della relazione intercorrente tra essi. Il vecchio detto «Una figura vale più di mille parole», in questo caso, vale ancora maggiormente.

Il vero cuore del problema è che esperti umani possono guardare ad un problema anche complesso tenendo conto di tutte le variabili, anche quelle più particolari e finalizzate. Un sistema esperto, invece, tende a focalizzare la sua attenzione sul problema particolare rischiando di ignorare simboli o particolari separati dal sistema di base. Questo è l'aspetto del problema più legato al fatto tecnologico, e probabilmente l'evoluzione della tecnica porterà a decisi miglioramenti della situazione (come dice spiritosamente A. K. Edward nel suo volume «*Knowledge and Expert System*», di prossima pubblicazione, tradotto, in Italia: «*Datemi più memoria e solleverò il mondo*»).

Infine, e cosa non da poco, un umano, esperto o no, possiede un attributo, una qualità che, proprio perché non codificabile, è difficilmente implementabile: il senso comune, o buon senso. Si tratta di un tool, a disposizione dell'uomo, di straordinario effetto, che rappresenta, tra l'altro un patrimonio che continuamente si aggiorna.

Facciamo un esempio: se in un sistema esperto introduciamo dati relativi a un malato del peso di venti chili e di cento anni possono verificarsi due cose: o il sistema non si accorge dell'errore e i risultati sono, ovviamente, inimmaginabili, o più probabilmente, possiederà un trap d'errore, che avviserà l'utente che gli sta fornendo dati errati. L'uomo, al contrario, si accorgerà immediatamente che c'è qualcosa che non va, non perché non possa esistere un malato di venti chili o uno di cento anni, ma perché la combinazione delle due cose è virtualmente impossibile. Gli verrà pertanto immediatamente il sospetto che i due valori siano stati accidentalmente scambiati (ammalato di venti anni e di cento chili).

Un altro esempio di buon senso è rappresentato dalla ricerca di un numero in un elenco telefonico: ciò vuol dire che se si desidera cercare il numero di Mino Consumi a Siena (è solo un esempio, ho usato il nome di un mio amico; per favore non chiamatelo visto che è

impegnatissimo con la sua azienda) il sistema e l'uomo si comporteranno allo stesso modo: cercheranno, il primo nella memoria di massa, il secondo sull'elenco il numero desiderato. Ma, al contrario se si decidesse di cercare il numero del presidente della repubblica nessun umano comincerebbe a sfogliare elenchi telefonici, in quanto il suo «buon senso» gli suggerirebbe che tale numero ben difficilmente sarebbe a disposizione del pubblico; ancora di più la ricerca del numero di telefono di Ales-

sandro Manzoni o di Gioachino Rossini porterebbe solo ad una risata e neppure per scherzo si penserebbe di prendere in mano l'elenco telefonico. Un sistema esperto non ha la possibilità di discernere l'inutilità o l'assurdità della ricerca; egli continuerebbe a cercare nella sua memoria i numeri di Cossiga o di Napoleone, magari tentando l'uso di regole strane e assurde per la soluzione del problema: e sommo del ridicolo crederrebbe, dopo la conclusione infruttuosa, che la sua base di conoscenza sia incompleta e chiederebbe all'utente informazioni aggiuntive per completare la sua base di conoscenza.

Per questi motivi, e per altri legati

stranamente alla diffidenza dell'utenza a utilizzare macchine «intelligenti» (ah, von Neumann, cosa hai fatto con la tua definizione di «cervello elettronico»!) i sistemi esperti sono stati sempre guardati con diffidenza, anche dall'utenza specializzata, che li ha quasi sempre relegati allo scopo di consulenti, magari destinati al novizio: si tratta di un errore gravissimo, in quanto un sistema esperto, se ben utilizzato, fa meglio e più velocemente di un esperto umano: tutto sta a conoscere e ben interpretare i suoi limiti; nessuno si sognerebbe di usare la Volvo sotto casa per affettare il salame o per scrivere una lettera di protesta alla Technimedia. **MC**

## A prova di errore

Andrew Anderson, lo sceneggiatore del famoso «A prova di errore», film degli anni Sessanta tanto angosciato quanto realistico, ha forse il pregio di aver più di tutti descritta la possibilità di errore della macchina, che coinvolge l'uomo (in quel caso l'umanità), in una guerra distruttiva e totale.

Parlare qui ancora una volta delle possibilità di errore della macchina sarebbe stupida e inutile retorica, perciò non ci «piccheremo» di fare un'altra ampia discussione sulle probabilità che un evento catastrofico (che non necessariamente deve essere una guerra, ma potrebbe essere rappresentato anche dalla perdita della banca dati di una azienda o dall'iniziativa di un mainframe della BNL di accreditare, che so, un centinaio di miliardi sul conto corrente di chi scrive con ciò dimostrando ampiamente la relatività del concetto di disastro); lasciamo questo compito agli elzeveristi di quotidiani e di riviste, che talvolta ci deliziano con «perle» e chicche sulla pericolosità delle macchine nel nostro futuro prossimo venturo che forse neppure un bambino si sognerebbe di tirar fuori dalla bocca.

Invece, proprio per cercare di essere originali, racconteremo uno dei tanti episodi, altrettanto gravi e degni di nota di quelli cui abbiamo accennato in precedenza, in cui ci pare di poter spezzare una lancia a favore della macchina, che nel caso specifico, avrebbe fatto meglio e più velocemente il lavoro dell'uomo.

Il 28 marzo 1979, alle 4 del mattino, si verificò uno stato di allarme nella centrale nucleare di Three Miles Island, in Pennsylvania, centrale di proprietà della compagnia Metropolitan Edison Inc.; l'attivazione di un segnale d'allarme in una centrale nucleare non desta, sovente, grande preoccupazione; proprio per garantire la massima sicurezza dell'impianto, basta a far scattare un segnale anche un disturbo di poco conto, come la mancanza di illuminazione in un corridoio d'ispezione o l'entrata di un animale, come un topo o un uccello, in un'area circoscritta. In quel caso, però, i tecnici, quasi immediatamente si resero conto che la cosa era assai più grave.

Si era bloccata, infatti, una valvola che regolava l'afflusso dell'acqua al circuito n. 2

di raffreddamento del reattore principale; la conseguenza istantanea e disastrosa fu il quasi immediato surriscaldamento del nocciolo di uranio del reattore; nonostante tutti i tentativi di risolvere il problema, la situazione degradò rapidamente; l'acqua di raffreddamento aumentò di temperatura fino all'ebollizione (con raggiungimento, dato che il circuito era in pressione, di temperature prossime ai 130°); l'elevata pressione raggiunta dall'impianto determinò l'apertura di una valvola di sicurezza di scarico che inondò l'edificio del reattore di acqua surriscaldata e di vapore radioattivi. Inoltre si formò, nel contenitore esterno del nocciolo, una bolla d'idrogeno ad alta temperatura che minacciava di esplodere da un momento all'altro; nelle ore che seguirono le cose volsero sempre al peggio finché si temette il disastro, rappresentato dalla fusione del nocciolo; l'intera Pennsylvania sarebbe in questo caso stata investita da una nube radioattiva.

Nei giorni che seguirono i tecnici, in collaborazione con gli esperti dell'NRC (National Regulatory Commission) lavorarono febbrilmente per riprendere il controllo della situazione. Il governatore della Pennsylvania provvide ad ordinare l'evacuazione delle donne e dei bambini dalle aree circostanti la centrale, ma più dei tre quarti della popolazione, di sua spontanea volontà, si allontanò dalle aree immediatamente soggette a rischio. La bonifica delle aree inquinate dalla radioattività richiese diversi anni, né si è ancora accertato complessivamente il vero danno provocato dalla emissione di acqua e vapori inquinati (circa 250.000 litri dispersi nel terreno e nell'atmosfera).

Cosa c'entra questo col nostro discorso sui sistemi esperti? Semplice; una situazione di per sé non pericolosa, con problematiche agevolmente risolubili, si risolse in un disastro (che poteva sfociare in tragedia) a causa della inadeguatezza di reazione dell'esperto umano, o, come riferì la commissione d'inchiesta insediata dopo l'accaduto, a causa del «caos» che seguì al primo allarme.

Nel giro di pochi minuti scattarono, per il disastroso convergere di numerose componenti negative, circa un centinaio di se-

gnali di allarme successivi. Bill Zewe, direttore di turno in quel momento, così poi descrisse, per la rivista «Scientific American» lo stato della centrale di controllo:

«Notai che erano accesi tutti o quasi gli indicatori di allarme del pannello 15, che monitorizza la maggior parte dei parametri ICS riguardanti il controllo dell'acqua di alimentazione in funzione della temperatura e della pressione».

James Higgins, ispettore dei reattori, così si espresse alla commissione:

«Nella sala di controllo c'era una attività frenetica. Molti si occupavano, nello stesso tempo, di problemi diversi, e viceversa, allo stesso problema accudivano diversi operatori, che non facevano altro che eseguire comandi e dare ordini spesso contrastanti tra loro. Il personale tecnico era in crisi; allarmi che suonavano, pompe azionate e poi bloccate, valvole aperte e poi chiuse, o magari abbandonate a se stesse. Io stesso persi totalmente il controllo di quello che stava succedendo e di ciò che si stava facendo per far fronte alla situazione, e, ancora oggi, non sono completamente sicuro di ciò che effettivamente, in quei momenti fu fatto, di giusto e di sbagliato».

La commissione istituita dal presidente Carter concordò nello stabilire che la colpa andava attribuita alla «scarsa attenzione» prestata al fattore umano nel campo della sicurezza nucleare.

(Da Michie Ihonson, «Intelligenza Artificiale e futuro dell'uomo», Edizioni Comunit, Milano).

Quale la lezione? Semplice; è questo il caso in cui la presenza di un adeguato sistema esperto (che, data la specificità e la completezza intrinseca della problematica non presenterebbe alcuna difficoltà di realizzazione), del tutto ignaro del fattore confusione, capace di sollevare l'uomo dalle routine di base destinate alla sicurezza dell'impianto, avrebbe consentito probabilmente di limitare il caso ad una più o meno semplice «emergenza», lasciando all'esperto umano la gestione «globale» del problema, senza che questi, come accade, dovesse preoccuparsi di aprire e magari richiudere valvole, saracinesche e condotte.

# Problema.

Come avere una visione unitaria dell'azienda?

# Soluzione.

Mosaico-4GL:  
l'arte software per la  
gestione più evoluta.

Mosaico-4GL, ovvero la soluzione alla gestione delle imprese anni '90. Disponibile su una vastissima gamma di sistemi operativi, garantisce operazioni svolte in tempo reale, in ambiente di Database di IV generazione. La visione unitaria aziendale che l'impiego di Mosaico-4GL offre è tale da integrare in un'ottica di controllo e "governo" i vari settori aziendali con il risultato di una gestione più corretta, più evoluta, più strategica.



**Le Soluzioni SHR**  
L'informatica dal volto umano



SHR ITALIA s.r.l. - Via Faentina 175/A - 48010 Fornace Zarattini (RA)

Tel. 0544/463200 (16 linee r.a.) - Fax 0544/460375

SEDI REGIONALI: Roma 06/6875162 - PD 049/624778 - VA 0332/231334 - MO 0536/20379 - PA 091/6817344 - CA 070/495774