

A cosa serve un sistema esperto?

prima parte

Sebbene all'inizio, come abbiamo già visto in una puntata precedente, i sistemi esperti siano stati concepiti per risolvere in teoria qualsiasi problema, all'atto pratico, si sono configurate alcune aree preferenziali d'uso in cui essi sono divenuti specialisti; si tratta di aree, scusate la ripetizione, piuttosto specializzate (e non potevo, date le premesse, essere che così), e queste aree sono descritte nella figura della pagina a fianco.

Questa puntata, e la prossima, la dedicheremo quindi a illustrare le caratteristiche specifiche di questi campi, le tecniche e i lati tipicamente coinvolti del sistema, e alcuni esempi di come il tutto sia poi stato effettivamente realizzato

I sistemi esperti che eseguono interpretazione adottano uno o più sensori collegati con l'esterno, è il caso ad esempio, di un altoforno o di un processo chimico. È compito quindi di una interfaccia leggere e colloquiare direttamente con un ambiente di lavoro; maggiore sarà la complessità e l'efficienza dell'interfaccia, minore sarà la necessità di manipolare, direttamente o automaticamente, i valori per farli assomigliare quanto più possibile a una rappresentazione simbolica di una situazione dell'ambiente reale. La cosa non è semplice né facile, se si considera che si maneggiano dati che sono «sporchi», essendo non continui, incompleti, sovente non affidabili e sicuri, in parte errati (cosa che può essere o no a conoscenza dell'operatore). Tutto ciò comporta, è il caso di ripeterlo, tecniche speciali per estrarre le caratteristiche da noi cercate da un fascio di dati, da figure, da rappresentazioni schematiche, da suoni o da qualunque altro metodo adottabile per rappresentare simbolicamente dei dati. Per esemplificare non potevamo fare un esempio senza attingere al campo della medicina. Una regola molto semplificata è quella adottata di seguito ed è tratta da una pubblicazione già diverse volte richiamata su queste pagine (Weys e Kulikowsky, A practical System to designing Expert Systems, New Jersey, Rowland & Allandel, 1983); il SE di nome SPE (ogni sistema ha un nome, che sovente richiama le funzioni che è deputato ad assolvere) è capace di analizzare le curve di un densimetro per distinguere tra differenti stati di infiammazione di un paziente. Un esempio piuttosto semplificato e tradotto in termini banali (come quelli che seguiranno poi) della regola è il seguente:

- se la curva tracciata è del tipo «gamma

asimmetrico» e la quantità di «gamma» è nei limiti normali;

- allora la concentrazione di gammaglobulina è in limiti fisiologici.

I sistemi di interpretazione possono analizzare e leggere diversi tipi di dati. Ad esempio, la visione, l'interpretazione e la comprensione della voce (ultimamente anche dello scritto, area di notevole sviluppo), usano input recuperati direttamente dall'ambiente esterno. Sistemi di interpretazione naturale sono usi a manipolare invece direttamente dati analogici e numerici come dati diffrattometrici provenienti da macchine a raggi X, spettri di massa da spettrografi e, genericamente, dati magnetici, elettrici e termometrici. Sistemi di analisi e interpretazione geologica usano invece dati provenienti da log stratimetrici e stratigrafici o valori provenienti da analisi di laboratorio o risultati di prospezioni sismiche o gravimetriche.

I sistemi di analisi medica generalmente acquisiscono dati ricavati dal monitoraggio di pazienti (es. pressione sanguigna, battito cardiaco, ecc.), per diagnosticare disfunzioni funzionali. E ancora, sistemi di interpretazione militare usano segnali di individuazione da radar, radio, sonar, ecc. per eseguire analisi di situazioni e processi di identificazione.

Tutti i sistemi esperti che eseguono previsioni, come quelli appena descritti, sviluppano essenzialmente deduzioni da situazioni e da segnali a loro forniti. Esempi di applicazioni in tal senso sono la previsione dei danni determinati da certi tipi di insetti alle culture, la stima delle richieste, da parte di certi clienti, dei quantitativi annuali di petrolio da estrarre, la previsione di variazioni geopolitiche nella situazione mondiale o della possibilità di conflitto armato in base a rapporti dei servizi di spionaggio.

I sistemi di previsione e i SE ad essi collegati talvolta usano modelli di simulazione, programmi che simulano l'attività del mondo reale, per simulare scenari adatti ad accogliere particolari dati in input. Queste situazioni potenziali, insieme alla conoscenza dei processi che li hanno simulati formano la base delle predizioni. I ricercatori di A.I., sotto questo punto di vista, hanno in effetti notevoli difficoltà a creare ambienti di simulazione tanto completi da essere effettivamente efficaci per coprire del tutto le aree di influenza dei diversi modelli.

I sistemi esperti che eseguono diagnosi usano descrizioni di situazioni, particolarmente caratteristiche del fatto studiato, o campi di conoscenze circa il malfunzionamento del sistema. Un esempio di deduzione da descrizione di sintomi può essere rappresentato dalla determinazione delle cause di malattia in base ai sintomi descritti dal paziente, o dalla deduzione del tipo di guasto nella componentistica elettrica e elettronica di un circuito in base alle variazioni o agli errori che tali circuiti mandano in output. Ma la vera forza e utilità dei sistemi di diagnosi è rappresentata non solo dalla possibilità di rilevare guasti, ma anche di eseguire il necessario debug, vale a dire di poter fornire assistenza nelle operazioni di riparazione, manutenzione o comunque di gestione dell'impianto. Tali sistemi possono essere resi interattivi con l'utente, per poter affinare i risultati e i dati da manipolare, e suggerire gruppi di azioni o tecniche operative per la correzione dell'errore, del guasto o del malfunzionamento. Ancora una volta (e non poteva essere che così, visto che almeno la metà dei SE è orientato in tal senso), il dominio medico è quello di interesse più specifico, tanto che esistono sistemi di diagnosi in campo medico che numericamente sono almeno il doppio di tutto quelli sviluppati per le altre discipline. La situazione, forse anche in base ai brani successivamente in tale campo si sta sviluppando altre direzioni e attualmente i maggiori sforzi sono orientati verso applicazioni ingegneristiche e sistemi-reti di calcolatori. Un esempio di regola per la diagnosi in campo medico è rappresentato appresso. Esso consente (ovviamente qui è stata molto semplificato, avendo solo funzione di esempio) a un sistema esperto, chiamato MYCIN (Shortcliffe, E. H., ComputerBased Consultation MYCIN, New York, Elseiver,

1976), di diagnosticare infezioni batteriche in pazienti di un ospedale. La regola così può essere esemplificata:

- se il colore dell'organismo è azzurro e la morfologia è rotondeggiante e la conformazione dello sviluppo è a catena;
- allora c'è una elevata possibilità (70%) che l'organismo sia uno streptococco!

I sistemi esperti capaci di sviluppare progetti e disegni sviluppano la configurazione di oggetti su una base di specifiche tipiche proprie di un problema. Un esempio è il disegno di schemi di circuiti integrati, o lo sviluppo, in farmacologia, di molecole complesse organiche. Ma la cosa va anche oltre, in quanto un sistema esperto può, in tal senso, simulare il comportamento di una parte del progetto, consentendo le relative modifiche e contemporaneamente evitando costose costruzioni di componentistica che dovrebbe poi essere smantellata. Ancora, essendo questa fase direttamente collegata con quella della pianificazione, molti sistemi di disegno e progettazione sono progettati per autocor-

reggersi, vale a dire per consentire, in limiti prefissati, allo stesso sistema esperto di eseguire aggiustamenti sul progetto di base per migliorare il progetto stesso e ridurre la componentistica e i costi, da una parte, senza trascurare l'efficienza globale e il livello dei risultati, limite che generalmente viene fissato dal progettista e al di sotto del quale non è consentito scendere. I due campi più utilizzati per la progettazione attraverso un SE sono la biologia molecolare e la microelettronica, e anche qui come al solito, la predominanza di tali campi sugli altri è dovuta essenzialmente all'interesse che il mercato ha nei confronti dello sviluppo di tali materie (che lo sviluppo dei SE sia dominio pressoché assoluto delle leggi di mercato lo dimostra il fatto che, nel campo geologico, campo notoriamente dominio di un non elevatissimo numero di professionisti, siano stati sviluppati fior di SE, essenzialmente in un solo campo, quello della ricerca di giacimenti in generale e di idrocarburi in particolare). Un esempio di regola per il disegno di un sistema esperto nel campo della progettazione e del disegno elettronico è mostrato appresso. Esso è tratto dall'implemen-

Categoria	Problema
Interpretazione	Analisi di situazioni attraverso la loro descrizione proveniente da sensori
previsione	analisi delle conseguenze provenienti da particolari situazioni
diagnosi	analisi di malfunzionamento da sistemi inferenziali
disegno	configurazione e progettazione di oggetti sotto determinate specifiche
pianificazione	previsione di comportamenti
monitoraggio	comparazione di misure e osservazioni con schemi di comportamento generale
debug	previsione e prescrizione di rimedi a problemi
riparazione	sviluppo di piani per fronteggiare malfunzionamenti o modifiche
istruzioni	studio del comportamento nel caso di diagnosi, debug e riparazione
controllo	governo del comportamento di tutti i sistemi

Categorie generiche di applicazione di un sistema esperto (da Waterman, opera citata).

tazione di un SE, chiamato XCON, che gira su VAX e che consente di interfacciare questo computer a un bus sincro ad alta velocità (SBI) fornendogli un alimentatore (MacDernott), J., R1: A rule-based configurer of Computer Systems, Artificial Intelligence, vol. 19, 1982). La regola è così esemplificata e costruita:

- se la più logica operazione da eseguire è di assegnare un alimentatore, e esiste nel contenitore un modulo SBI di qualunque tipo, e la posizione che tale alimentatore occupa nel contenitore è nota e nel contenitore lo spazio per l'alimentatore è vuoto e abbiamo a disposizione un alimentatore dalle caratteristiche desiderate;
- allora occorre inserire l'alimentatore nel contenitore, in corrispondenza dello spazio disponibile.

I sistemi esperti che eseguono invece pianificazioni predispongono azioni; attraverso di essi è possibile decidere l'intero sviluppo di una azione prima di agire. Un esempio può essere la previsione delle reazioni chimiche necessarie e prevedibili coinvolgenti certi componenti per sintetizzare un componente organico complesso; e ancora prevedere, in campo militare, un piano di difesa area, articolato anche in giorni diversi, per ridurre la potenzialità di offesa delle forze nemiche. Una operazione di pianificazione in tal senso deve essere capace anche di eseguire, se necessario, le opportune fasi di «backtracking» vale a dire di «ritorno all'indietro» nello sviluppo del piano per perseguire strategie diverse se i risultati ottenuti fossero più o meno dissimili da quelli desiderati.

Il backtracking comunque è operazione complessa e costosa, in ordine di tempo, per cui è necessario appena possibile ricorrervi cum grano salis; l'alternativa è rappresentata dalla possibilità di dividere il problema principale in subproblemi di dimensioni più piccole, testabili indipendentemente fino alla migliore messa a punto e poi inseribili nel corpo principale del programma. La più comune area di pianificazione di sistema è la chimica, l'elettrotecnica e il campo militare, come avevamo prima accennato. Un esempio di regola in tal senso è ricavata, ancora una volta, da un SE già esistente sul mercato, il TART (Callero, Waterman e Kipps, TART: A

Prototype Expert System for Tactical Air Targeting. Rand Report R-3096 ARPA, Rand Corporation, Santa Monica, CA, 1984), che pianifica incursioni aeree contro aeroporti nemici. La regola esposta, in particolare, consente di valutare la potenzialità di successo di un attacco ed è così articolata:

- se l'aeroporto mostra velivoli sul campo, e il numero dei velivoli stazionanti all'aperto è più grande del 25% del numero totale dei velivoli di stanza nel campo stesso;
- allora un attacco all'aeroporto considerato può fornire eccellenti possibilità di successo.

Continuando nella rassegna delle tipologie operative dei SE, un sistema esperto che esegue monitoraggio di dati compara il comportamento, la condotta di un flusso di dati proveniente da un sistema con quelli che normalmente ci si aspetterebbe. Un esempio di applicazione abbastanza usata è quello di lettura di strumentazione che controlla un reattore nucleare, destinata al monitoraggio di condizioni accidentale, e a fornire la necessaria assistenza in caso di manutenzione o guasto (ne abbiamo parlato due puntate fa). I sistemi di monitoraggio, per la loro stessa natura, sono quelli più legati a un fattore principale, rappresentato dal tempo; essi dipendono sempre e potremmo dire soltanto da questa variabile, e sono, per usare un termine anglosassone timesensitive. La tecnica più logica e quella universalmente seguita è rappresentata da una serie di parametri che vengono letti a intervalli di tempo regolari, e confrontati con una serie di tabelle che rappresentano lo standard, anche in funzione appunto, del momento della campionatura e lettura. Un esempio di regola in tal senso è ancora una volta fornito di seguito; esso è, in analogia a quanto detto precedentemente, prelevato da un SE, REACTOR (Nelson B.P. REACTOR: An Expert System for Diagnosis and Treatment of Nuclear Reactor Accidents, AAAI Proceedings, 1982):

- se lo scambio di calore dal sistema di raffreddamento primario al sistema secondario è inadeguato e il flusso dell'acqua è basso;
- allora la causa del guasto è dovuta al rifornimento dell'acqua.

I sistemi esperti che seguono opera-

zioni di debug trovano rimedi soprattutto a malfunzionamenti. I campi di applicazione non sono mai come in questo caso molteplici; accoppiamento di macchine a computer per studiare un particolare tipo di compito della macchina stessa, selezione del livello di manutenzione da adottare e dei tecnici adatti a questo, nel caso di errore o malfunzionamento di una rete (elettrica, telefonica, ecc.), scelta di una particolare strategia e procedura di riparazione, anche in funzione dei tempi necessari e delle precedenze, per risolvere problemi presentati da una macchina o da un sistema. Molti sistemi di tal fatta sono costruiti in modo da comparare i sintomi del malfunzionamento con una serie di tabelle elencanti associazioni tra tipi di malfunzionamento stesso e rimedi da adottare; ciononostante il problema della scelta del metodo, tranne che in casi abbastanza semplici, è ancora piuttosto difficile da risolvere e richiede grande impegno nella progettazione degli schemi di scelta dei rimedi e di valutazione dell'efficacia degli stessi. I sistemi di debug inoltre incorporano generalmente anche un sistema di diagnostica dei componenti (cosa questa più facile da implementare) che permette di «leggere» la causa del malfunzionamento. Questo è un caso particolarmente comune nei sistemi esperti medici dove un SE diagnostica il malanno e un altro prescrive i rimedi e le medicine.

Ancora una volta passando a un esempio, una regola è tratta da ONCO-CIN (Tsuji e Shortcliffe, Graphical Access to Knowledge Base of a Medical Consultation System. Heuristic Programming Project Report HPP-83-6. Department of Medicine and Computer Science, Stanford Univ. Stanford, CA feb. 1983):

- se il paziente è stato sottoposto a chemioterapia e gli esami del sangue permettono una diminuzione di dose della terapia stessa;
- allora la dose corrente diminuita è la dose precedente ridotta di quel tanto per cui non si ha aggravamento della titolazione delle piastrine presenti.

Abbiamo finora esposto solo una piccola serie di esempi illustranti le possibilità di accesso a dati governabili da un sistema esperto; la serie può continuare all'infinito (continuerà in parte la volta prossima).

A F F I D A B I L I T A' C O M P E T I T I V I T A' E S P E R I E N Z A R I S U L T A T I

Acer: affidabilità, competitività, esperienza, risultati. Acer: un nome a cui affidarsi quando si pretende il meglio. Sia dal punto di vista del valore, sia da quello d'impiego. Nel momento di scegliere un personal computer, Acer rappresenta una guida, un suggerimento verso una direzione razionale, valida nel tempo. I concessionari SHR sono a disposizione dell'utente per rispondere a ogni esigenza con tutta la loro professionalità ed assistiti dal grande know-how SHR nel campo delle reti locali, dei sistemi in multiutenza, delle comunicazioni e del software applicativo. L'obiettivo della SHR è, infatti, quello di poter far dire a chi sceglie un personal computer **"Personalmente preferisco Acer"**. Ecco i 5 perché:



ACER 500+

Microprocessore NEC V20 a 8 MHz
Il computer di ingresso del mondo MS-DOS professionale ed educativo.

ACER 910 e 915V

Microprocessore 80286 a 12 MHz
Rappresentano due modelli di punta nella fascia 286 ideale in tutte le applicazioni professionali.

ACER 1100SX

Microprocessore 80386SX a 16 MHz, interfaccia video VGA e fino a 8 MB su scheda base.
Il sistema d'ingresso nel mondo 386 per non rinunciare, adesso ed in futuro, a tutte le notevoli caratteristiche di questo microprocessore.

ACER 1116, 1120C, 1125

Microprocessore 80386 a 16, 20 e 25 MHz con memoria cache nei modelli 20 e 25.
È la gamma intermedia della famiglia 386 in grado di adattarsi alle specifiche esigenze degli utenti in termini di prezzo e prestazioni.

ACER 1133

Microprocessore 80386 a 33 MHz, 32 KB di memoria cache, memoria RAM espandibile fino a 24 MB e fino a 1,4 Gigabyte di memoria su dischi. Il massimo delle prestazioni consentite dal 386 per le applicazioni più impegnative come host in sistemi multiutente, server di rete o workstation CAD.



Una completa linea di prodotti che include reti locali Ethernet con software Novell, sistemi di telecomunicazioni, sottosistemi video ad alta risoluzione, scanner e stampanti laser. Le prestazioni più elevate consentono l'incremento della produttività e dell'efficienza con la massimizzazione del beneficio economico ed organizzativo reso all'utente. In conclusione si può affermare che Acer rappresenta uno dei migliori rapporti qualità/prezzo disponibile sul mercato.

Chiedete ad SHR il Concessionario più vicino alla Vostra sede.

Le Soluzioni SHR
L'informatica dal volto umano
Gruppo Ferruzzi

SHR ITALIA s.r.l. - Via Faentina 175/A - 48010 Fornace Zarattini (RA)
Tel. 0544/463200 (16 linee r.a.) - Fax 0544/460375

AGENZIE: Roma 06/6875162 - PD 049/624778 - VA 0332/231334 - MO 0536/20379 - PA 091/6817344