

Le tecniche di descrizione degli elementi in un sistema esperto

È assioma che una macchina è tanto efficiente e tanto più verrà usata con rapidità, frequenza ed efficacia quanto più facile è da usare, a parità di prestazioni. Questo è ancora più valido se parliamo di macchine programmabili, sia esso un calcolatore, magari da istruire attraverso un linguaggio di programmazione, sia essa una macchina per cucire o un forno a microonde. La fortuna di Rosie, lo abbiamo detto fin da tre puntate fa, risiede nella sua facile programmabilità e la ancora più semplice manipolabilità dei database che rappresentano il suo capitale; questa interfaccia cordiale è spinta al punto da rendere utilizzabili frasi umane come «Marco ama il vino moscato» o «Giovanna viene in redazione in motorino». Ma come avviene il colloquio tra macchina e utente, sia in fase programmatoria che durante l'uso quotidiano di chi la utilizza per risolvere i suoi problemi?

Dicemmo, in chiusura della scorsa puntata, che Rosie, attraverso l'uso delle [descrizioni] poteva accettare e manipolare frasi che, molto da vicino, assomigliavano alla lingua inglese, sia nella struttura, sia nella elasticità d'uso. Le descrizioni, attraverso l'uso di quantificatori, identificatori e determinatori sono, lo ricordiamo per averlo già detto la volta scorsa, rappresentate da una descrizione primitiva (il soggetto), seguita da una o più descrizioni accessorie, che consistono in una serie di aggettivi, avverbi, clausole relative ecc. Vediamo, in questa puntata, come interagiscono queste parti tra di loro e all'interno del database.

L'uso delle descrizioni

Poiché le descrizioni sono utilizzate in maniera estesa per cercare e aggiungere conoscenza all'interno della base di dati, è interessante vedere come Rosie le interpreta e le adatta alla sua bisogna. Ogni «pezzo» della asserzione è considerato come una parte a sé stante, riferita all'identificazione iniziale: così:

Assert Marco è il primo unico responsabile che coordina la rivista

(Assert, si ricordi, è il comando responsabile dell'apertura e dell'aggiornamento del database) inserisce nel database le seguenti proposizioni:

Marco è il responsabile
Marco è primo
Marco è ultimo
Marco coordina la rivista

Il sistema, sebbene molto facile da usare (e forse proprio per questa voluta facilità) non è esente da errori; infatti l'affermazione

Assert Marco è l'ultima persona a lasciare il tavolo di lavoro

determina il seguente inserimento

Marco è una persona
Marco è ultimo
Marco lascia il lavoro

C'è qualcosa che non va; da una parte c'è un inserimento di dati esattamente contrari alla realtà (Marco lascia il lavoro), dall'altra c'è una contraddizione in termini con una inserzione fatta in precedenza (Marco è primo — Marco è ultimo). Il guaio è che il database le contiene tutte e due e alla domanda «Chi è il primo» e «Chi è l'ultimo» risponderebbe allo stesso modo. Perciò, come nell'uso di tutte le macchine, occorre porre un poco di attenzione a come si maneggiano.

La stessa tecnica della descrizione può essere utilizzata per ricavare informazioni da un database. Ad esempio, le due azioni «Mostra la persona» o «mostra il primo» o «mostra l'ultimo» darebbero lo stesso risultato Rosie è, in questa tecnica, molto molto permissivo, in quanto ammette diverse formulazioni per una stessa domanda, ed è capace di accettare più o meno complesse distinzioni per creare risposte più o meno specializzate.

Ma come fa il programma a maneggiare le parti della frase che gli viene fornita? Esso adotta una tecnica di scansione della proposizione che si basa sul riconoscimento delle parti della frase stessa.

Una frase è costituita da un soggetto, che rappresenta la «testa» della struttura ad albero, immediatamente seguito da un verbo, anzi per essere preciso da un predicato nominale. Senza per questo voler complicare le cose, vediamo come è costruita una frase in lingua inglese, lingua «capita» dal programma:

"Mark is an efficient director"

[is] crea una barriera divisoria tra il soggetto, Mark, e la parte successiva che è destinata ad essere letta per la successiva analisi delle parti da assegnare, all'interno del database, alla radice [Mar-

co], appunto. Ma abbiamo anche la frase:

"Mark is efficient"

in cui la cupola individua non un predicato nominale ma un aggettivo. La differenza di semantica tra le due parti (e la differente tecnica di riconoscimento) si basa sulla presenza o meno dell'articolo (non a caso abbiamo evidenziato in corsivo le parti differenti). Basta ciò per consentire a Rosie di trattare in maniera del tutto diversa le due frasi. Questo può portare a particolarità buffe se si considera che possono sussistere le due frasi

Mark is sweet
Mark is a sweet

che, trattate in maniera differente dal programma, hanno anche nella vita reale significati diversi. Spingendo ancora la distinzione avremo che il programma tratterà in maniera diversa le quattro frasi:

Mark is sweet
Mark is a sweet
Mark in on the sweet
Mark is for the sweet

con completa analogia a quanto avviene in un linguaggio umano. È solo un poco di pratica che permette di evitare assurdi come quelli visti in precedenza (una tecnica forse banale ma utile è rappresentata dall'uso di parole composte, come ad esempio nel nostro caso, potrebbe essere ultima_persona_che_lascia_il_lavoro, forse non bella da vedere, ma che permette di registrare univocamente e legare tra loro ultima_persona e posto_di_lavoro, per cui Marco sarà «ultimo» solo quando si tratta di abbandono della scrivania la sera.

Ma tutto ciò sarebbe indegno di un buon sistema esperto, che finora abbiamo magnificato per la sua facilità d'uso, se non ci venissero in aiuto altri elementi specifici del linguaggio; il maggior supporto è dato dall'uso sapiente delle clausole relative che aggiungono specifiche particolari alle descrizioni. Si tratta di un tool molto particolare, che, al contrario delle frasi preposizionali, racchiudono e si limitano al set di elementi generato da una descrizione, invece che divenire parte delle relazioni generali inserite nel database.

Le frasi verbali

Che confusione, comunque, se dovessimo solo servirci di quello che mettono a disposizione le sole descrizioni. Meno male che ci vengono in aiuto le cosiddette frasi verbali, una struttura piuttosto polivalente che risolve gran parte dei problemi intrinseci alle strutture precedenti. Le frasi verbali eseguono una serie piuttosto svariata di funzioni; esse possono, ad esempio, formare relazioni di base, comparare elementi, eseguire collegamenti tra elementi appena definiti o già presenti nel database, e così via.

Rosie permette cinque frasi verbali di base, ognuna impostata su una struttura grammaticale sintattica della lingua inglese, o ognuna legata alle cinque forme relazionali di base. La prima, quella più generale (l'abbiamo già praticamente vista nel paragrafo precedente) è quella che permette la definizione della classe di membri (intesa come gruppo omogeneo di elementi aventi le stesse caratteristiche). Essa è regolata dall'uso delle voci del verbo essere, seguite da un articolo indeterminativo. È presente o meno la forma negativa. Esempi sono quelli già descritti:

Joan is an advertising coordinator
Max is an art director

La seconda forma è quella predicativa. Essa è simile a quella precedente, ma formalmente sparisce l'articolo e possono essere presenti diversi predicati legati tra di loro. Un esempio è

Paul is gently
Loris is very reliable as phone girl

La forma successiva è detta complemento di predicato, che crea relazioni univoche fra soggetto della frase e termini seguenti il complemento. Un esempio è

Marylin is motor-cicle supplied

La quarta forma è molto semplice, essa si identifica con un verbo intransitivo:

Motor bubbles up

Infine l'ultima forma identifica un verbo transitivo, come negli esempi:

Joan calls by telephone Conrad
Mark cooks Raf at sluggish fire

Accanto a queste forme principali, esiste anche una forma di verbo comparativo, che permette confronti tra numeri o altri elementi. In questo caso è ammessa la forma discorsiva finora adottate:

variabile_A is equal to variabile_B
variabile_A is not equal to variabile_B

ma anche

variabile_A=to variabile_B
variabile_A≠variabile_B (il segno di ≠ può variare a seconda delle implementazioni)

Il concetto di eguaglianza o disegualianza, in Rosie, è qualcosa di non molto diverso da quello che avviene in realtà. Alcuni esempi, di seguito, mostreranno le differenze:

15.5=15.5
40.0 kg=40 kg
40.20 kg=40.2 kg
12°C=12°C
12°≠12
22 A≠22

Il linguaggio ammette una serie di forme relazionali abbastanza simili a quelle viste nei linguaggi più convenzionali; saranno presenti, pertanto i comparatori [greater than], [not greater than], [greater than or equal to], [not greater than or equal to], e quelli relativi alla forma [less than] sono tutti adottati. Ovviamente anche in questo caso la comparazione deve essere eseguita tra identificatori perfettamente analoghi.

Accanto a queste forme di comparazione che potremmo definire standard, ne esistono altre specifiche di un ambiente di sistema esperto; sono ammesse infatti alcune forme comparative che, sebbene anche presenti nella lingua umana, hanno un significato leggermente diverso. Queste forme sono [probably true] e [probably false], con tutto il corollario di [probably greater than], [probably not greater than], [probably greater than or equal to], e così via. L'affermazione della mancata o non probabilità è legata al ritrovamento dell'affermazione nel corpo del database.

Le affermazioni

La forma di base a disposizione del

programmatore per aggiungere dati nella base dati è l'affermazione (detta anche frase). La forma più semplice di essa è l'affermazione primitiva, ma Rosie permette di giungere alla formulazione di frasi estremamente complesse.

La manipolazione di queste è comunque abbastanza articolata, in quanto il linguaggio decompone la frase nelle sue parti e cerca di costruire frasi più piccole, riconducibili agli schemi di comprensibilità che esso possiede. Le frasi primitive sono quelle che definiscono una singola (anche se non biunivoca) relazione. Forme di frasi primitive sono:

Mark is a man
Joan is a woman
Max is a taylor
Mark supports Conrad as candidate
Paul is a computer friend

Le condizioni

Anche se piuttosto semplici da capire, le strutture condizionali sono uno dei tool più potenti in assoluto. Le parole chiave di tali forme sono, al solito, [if], [while] e [until]. Alle spalle di tutto questo esiste la illimitata possibilità di combinazioni degli [and] e [or]. Del resto di tali forme avevamo già diverse volte detto in precedenza per cui ci pare inutile approfondire ulteriormente la questione.

Regole e azioni

È il vero cardine di tutta la struttura di Rosie, le regole costituiscono la principale categoria sintattica del linguaggio, e possiedono una struttura abbastanza semplice, essendo rappresentate da un [if] iniziale seguito da una serie di rego-

le, appunto. In più Rosie consente una forma abbreviata di regola del tipo

```
if <true> aaaa
```

forma dove aaaa rappresenta una azione.

Le azioni sono i veri e propri cavalli da tiro del linguaggio; esse interagiscono con l'utente e controllano da sole il motore inferenziale. Di azioni ce ne sono diversi tipi, tra cui:

- azioni che determinano l'inserimento di proporzioni nel database
- azioni che definiscono strutture condizionali
- azioni che controllano loop ripetitivi
- azioni di input-output
- azioni che richiamano regole
- azioni destinate alla manipolazione dei file.

La prima azione contiene affermazioni

A proposito di cervelli e cervelloni

Un esempio di come sia piuttosto lontano dalla verità il paragonare macchine e uomini solo in base alla velocità di ragionamento, e a misurare la relativa intelligenza utilizzando come parametro la velocità di calcolo, è dato dall'analisi di quanto in genere era luogo comune fino a non pochi anni fa. Come ragiona in effetti una mente umana e come può essere «quantizzata» l'intelligenza?

Un esempio caratteristico è dato dalle ricerche su coloro che possiedono capacità di calcolo mentale a dir poco prodigiose. Queste persone, davvero dotate di potenza e rapidità di calcolo fuori dal comune, venivano una volta esibite sui palcoscenici o nei circhi, e, oggi, compaiono talvolta per televisione; ma il numero di persone in possesso di questa dote innata è ben superiore a quelle viste negli spettacoli, in quanto per essi il calcolo matematico non è che un passatempo (ricordo che esiste un volumetto interessante e dal piglio molto piacevole, intitolato «Come eseguire calcoli mentali in maniera rapida e precisa» edito dalle «Edizioni Paoline», che insegna una serie di tecniche di facile uso che farebbero, se non l'hanno già fatta, la felicità di Corrado Giustozzi) e certo non hanno alcun interesse a mettersi in mostra.

Certo nell'era dei computer un calcolatore umano non fa più tanta sensazione, ma a noi interessa evidenziare come velocità di calcolo e intelligenza non siano sinonimi, né in uomini né in macchine. L'errore di credere queste persone mostri di pensiero sta nel fatto che si immagina che

tali prodigi umani abbiano una capacità di elaborazione numerica superiore ad un H-P o a un Cray-1 (da 80 milioni di operazioni al secondo). Si cade (leggiamo da Michie e Johnston, opera citata) nel cosiddetto errore di Van Dusen, indicato da Julian Symons nella recensione dei racconti di Jacques Futrelle, un giallista americano che ebbe un discreto successo, agli inizi del Novecento, con il suo personaggio-detective prof. S.F.X. Van Dusen; in un episodio di un racconto questo professore, definito un estremo manipolatore delle regole della logica, sebbene non avesse mai conosciuto il gioco degli scacchi sfida il campione Tchaikowsky ad una partita a patto che lo stesso lo istruisca sulle regole del gioco. Secondo la teoria, la conoscenza e l'applicazione delle regole della logica avrebbe potuto consentire al professore di battere il gran maestro, cosa che effettivamente avviene in quindici mosse, e cosa che fa esclamare al campione battuto «Mon Dieu! Lei non è un uomo, lei è un cervellone, una macchina, una macchina pensante» (Julian Symons, *Bloody Murder*, Faber & Faber, London, 1972, pag. 80).

In effetti si tratta solo di una finzione letteraria; utilizzando le leggi della logica, vale a dire calcolare un matto in quindici mosse solo basandosi sulla conoscenza delle mosse stesse è impresa praticamente impossibile per qualsiasi marchingegno pensante, sia esso macchina o uomo. Un Cray-1, con la sua enorme potenza di fuoco, impiegherebbe almeno 10^{30} anni per sviluppare tutte le possibili mosse. Il buon Tch-

kowsky, se avesse avuto un poco più di conoscenza delle leggi della fisica si sarebbe reso conto che l'impresa del grande detective aveva dell'umano, o addirittura del sovranaturale; o magari avrebbe sospettato che, senza farsene accorgere, la grande abilità dell'ancora più grande prof. Augustus consisteva probabilmente nel barare o nel rubare qualche pezzo dalla scacchiera.

In effetti, per ritornare all'argomento precedente, i cosiddetti fenomeni umani, capaci di calcolare immediatamente prodotti o divisioni con numeri di dieci o venti cifre non sono, generalmente, particolarmente abili nel calcolo vero e proprio. È praticamente impossibile per qualunque mente umana eseguire, ad esempio una moltiplicazione così come ce l'hanno insegnata alle elementari con numeri superiori alle tre o quattro cifre. La vera abilità di questi giocherelloni dei numeri è quella di avere una mente tanto abile da saper costruire e utilizzare immediatamente un piano di calcolo che superi l'uso della matematica altrimenti necessaria. Si tratta di una dote innata, che probabilmente neppure i possessori conoscono a fondo, e che, oltre tutto, può essere articolata in maniera diversa da persona a persona. Ciononostante riesce a sbalordire.

Molto spesso si tratta, inoltre, di conoscenza di tecniche, applicabili solo a certi tipi di numeri, che permettono di ottenere risultati sorprendenti senza sforzo apparente. Un esempio (ma per carità, non abbiamo alcuna intenzione di addentrarci in

proposizionali, che possono essere negative e positive (in funzione della forma verbale usata). Le forme di valore possibili sono tre [vero, falso e indeterminato], ma sono determinate tutte dall'uso di un impostore, la forma grammaticale [assert] già vista diverse volte.

Esiste comunque qualcosa non presente in alcun linguaggio formale, vale a dire che quando una sentenza primitiva, sia semplice o articolata con una serie di [and] e [or] è affermata, la sua negazione è immediatamente «negata».

Per quanto attiene alle strutture condizionali, abbiamo già diverse volte detto delle loro funzioni, ricordiamo solo la presenza di un nuovo costrutto-operatore [unless], dall'ovvio significato, ma anch'esso stranamente ignorato dalla maggior parte dei linguaggi.

Circa le strutture iterative, non è neppure il caso di dilungarsi. Anche qui no-

tiamo la presenza di un costrutto piuttosto originale, [for each], che maneggia una descrizione quantificata e una azione come argomenti. La differenza dal più comune [for] sta nel fatto che il sistema esegue l'azione prevista per la corrispondente serie di elementi del database che rispondono alla descrizione. Il resto è storia comune, se si ricorda che al solito, l'iterazione termina al soddisfacimento delle condizioni imposte dall'«until» o dal «while».

Per le sue stesse ragioni di esistenza, Rosie supporta un set di utility di comunicazione estremamente ampio. L'azione più semplice di invio dei dati è regolata dall'operatore [send], e quella di ricezione da [read]. Il costrutto di base che regola la gestione dell'I/O è il «pattern», che può essere inteso, nella accezione più semplice, come una costante di stringa, e in quella più complessa, come una vera e

propria espressione direttamente collegata con il materiale in I/O.

Infine una delle azioni più complesse coinvolge l'iterazione con i file di database. L'azione di analisi può eseguire operazioni di lettura, controllo della struttura grammaticale e sintattica, backup o riordino del file, o editing diretto, sotto forma di word processing del file stesso. Le utility si possono spingere fino alla analisi del set di regole nel file, individuando quelle che vi sono definite.

E con ciò abbiamo completato l'analisi delle caratteristiche generali di Rosie. La prossima volta vedremo come il linguaggio è stato applicato convenientemente a una serie di problematiche diverse; ma ben altri concorrenti stanno per spuntare all'orizzonte; uno tra tutti mostra di poter dare filo da torcere alla pur splendida realizzazione rappresentata da Rosie; a risentirci. MS

questo campo di cineserie; di letteratura in tal senso ce n'è in abbondanza, e poi, questa è il classico argomento su cui Giustozzi sarebbe capace di tenere sveglia una intera redazione per una notte) è il calcolo dei quadrati dei numeri terminanti per cinque che sono eguali a un numero le cui due ultime cifre sono 25 e quelle precedenti sono date dal prodotto del numero stesso senza la cifra finale per quello immediatamente superiore ($65^2=6*7=42...25=4225$). Ma non si tratta di abilità solo con i numeri; ci sono correttori di bozze capaci di individuare errori in una pagina dandole solo uno sguardo; tipografi che riescono a contare il numero dei caratteri di uno stampato solo osservandolo per un istante, o quei fenomeni da quiz televisivo che indovnano al primo colpo il numero dei fagioli contenuti in un barattolo.

Come avviene tutto ciò in un cervello umano, per definizione bravissimo nel «pensare» ma certo non proprio un fulmine nel calcolare? E come, viceversa, una combinazione occhio-cervello è un fulmine nel riconoscere una persona in una fotografia, cosa che invece alla combinazione scanner-computer potrebbe essere addirittura impossibile e, comunque, estremamente lunga e soggetta a errori di tutti i tipi?

Come processore il cervello umano è piuttosto grossolano, le caratteristiche di elaborazione sono modeste, è lento e non privo di errori; è una Land Rover che combatte con una F40. Ma quest'ultima si ferma davanti a un marciapiede, mentre la prima si arrampica sui muri; in altri termini, mutuando una espressione di De Crescenzo, il calcolatore vive in lungo, mentre il cervello umano vive in largo... Quale è il procedimento che permette a questa unità

non molto dotata di memoria centrale e con un «engine» neppure paragonabile allo Z80 di qualche anno fa di prevalere quasi sempre sulla macchina?

Parliamo delle capacità (e dei limiti) della mente umana e consideriamo, in forma bruta, la quantità di informazioni che in una mente umana possono essere conservate. Si potrebbe pensare che il vantaggio della mente si basa sulla possibilità di es-

sa di dedurre concetti da informazioni di base semplici, ed è questa la credenza comune; invece non è così, o per meglio dire non è proprio così; la mente non ha infatti capacità di eseguire discriminazioni del tipo sì/no in quantità superiori a 20-25 al secondo, né le velocità di calcolo numerico, anche per una mente ben allenata, sono di molto superiori; ebbene l'incredibile risultato a cui si giunge da una analisi di tal fatta è che la mente può accedere, in maniera estremamente rapida ed efficiente (incomparabilmente meglio che per una macchina, di qualunque dimensione e potenza possiamo immaginarla), ad un database estremamente potente, elastico e complesso; la memoria; questa sola prerogativa è più che sufficiente per permettere analisi e decisioni che ad una macchina come il Cray-1 sarebbero possibili in anni.

Un esempio? In una situazione di pericolo, come per esempio una frenata di emergenza per evitare un tamponamento, il corpo umano, guidato dalla mente, esegue una serie di operazioni estremamente specializzate che, a loro volta, sono risultato della combinazione di numerose operazioni altrettanto complesse. Frenata d'istinto, irrigidimento degli arti, bloccaggio del volante, e tante altre cose sono frutto di una elaborazione, unica per ogni singola situazione, che neppure Multivac di Asimov potrebbe mai prevedere; né è pensabile che lo scarso flusso di dati sensoriali relativi a una situazione di possibile tamponamento possa determinare da sola la complessa serie di reazioni appena descritte (si parla di alcune migliaia di elaborazioni ancorché inconscie) ed azioni diverse, tutte combinate allo stesso risultato.

Ma lo spazio è tiranno, continueremo la prossima volta. MS

1. velocità di trasmissione dell'unità di informazione lungo canali di I/O (es. orecchio, occhio, ecc.)
30 bit/sec

2. quantità massima di informazioni memorizzabili direttamente alla età di 50 anni
 10^{10} bit

3. numero di differenziazioni mentali al secondo, durante il lavoro intellettuale
18

4. numero di indirizzi memorizzabili in memoria, per un tempo breve
7

5. tempo necessario per l'accesso ad una unità complessa di memoria
2 secondi

6. velocità di trasferimento di unità complesse di memoria dall'area a lungo termine a quella a breve termine
3 elementi/sec

La trasposizione in forma numerica di alcuni parametri di elaborazione della mente umana da R.A. Miller in Psychology Review, vol. 63, 1956, pp. 81-97; J.M. Strioud in Annali dell'Accademia delle Scienze, 1966; W.G. Chase e H.A. Simon in Cognitive Psychology, vol. 4, 1974, pp. 55-91.