

I quaderni di Telèma

INTELLIGENZA ARTIFICIALE: MITO O REALTÀ? **TUTTI PAZZI PER LA 'GHIGLIOTTINA', ANCHE I COMPUTER**

Media Duemila già dagli anni Ottanta ha aperto il dibattito sull'Intelligenza Artificiale e da allora ne ha costantemente seguito l'evoluzione. Nel 2006 in occasione dei cinquanta anni di questa disciplina Giovanni Giovannini, nostro direttore e fondatore scrisse: "...Lentamente, ma con un crescendo sempre più deciso, l'Intelligenza Artificiale ha veicolato il concetto di intelligenza in macchine e processi che sono diventati via via intelligenti. Forse alcuni risultati sarebbero stati conseguiti lo stesso perché il calcolatore di per sé ha permesso alla tecnologia di avere uno strumento in grado di immettere direttamente ed esplicitamente procedure completamente automatizzate nei vari dispositivi costruiti dall'essere umano. Un tempo l'intelligenza era immessa nella macchine attraverso un'incredibile congerie di meccanismi meccanici fatti di ruote dentate, camme e molle. Per guidare una motocicletta il guidatore doveva preoccuparsi di agire con estrema destrezza attraverso tutta una serie di levette poste sul manubrio. Oggi, dice il meccanico, la motocicletta fa tutto da sola: è diventata intelligente. Come sono diventati intelligenti gli ascensori, gli elettrodomestici, gli edifici; perfino le bombe - ahimé - durante la prima Guerra del Golfo, furono denominate intelligenti. Ray Kurzweil nel suo saggio *The Singularity in Near*, pubblicato nel 2005, ipotizza che entro il 2050 verranno costruite macchine dotate di comportamenti intelligenti molto sofisticati. L'Intelligenza Artificiale ha avuto e avrà un ruolo fondamentale nella costruzione di tali macchine: essa si ispira all'intelligenza mostrata da alcuni organismi biologici, ma non più di tanto. Il termine artificiale non si riferisce al fatto che si conosce l'intelligenza umana e se ne cerca di costruire una copia un'emulazione, come avviene quando si costruiscono fiori artificiali. Il termine artificiale sottolinea il ruolo dell'essere umano come artifex di oggetti che in natura non esistono...".

SUPPLEMENTO AL NUMERO 267 GIUGNO 2009 DI

MEDIA DUEMILA

INDICE

Introduzione	61
Lavori correlati	62
L'architettura del sistema	62
Il modulo di ragionamento: cosa viene in mente e perchè	63
Conclusioni	64

Il quaderno di Telèma è stato realizzato dalla Fondazione Ugo Bordoni.

Presidente Enrico Manca

Direttore delle Ricerche l'ing. Mario Frullone

Hanno collaborato: Pierpaolo Basile, Marco de Gemmis, Pasquale Lops, Giovanni Semeraro
Università degli Studi di Bari.

SONO USCITI NEL 2008/2009:

Nuove piattaforme di diffusione terrestre e satellitare della TV digitale: gli standard DVB-T2 e DVB-S2	MAGGIO	2008
Piattaforme e contenuti in un mondo in movimento	GIUGNO	2008
La tecnologie Fotoniche per la Larga Banda e per le NGN	LUGLIO/AGOSTO	2008
Robot con noi, tra noi e dentro di noi	SETTEMBRE	2008
Robot: tra realtà e fantasia	OTTOBRE	2008
Passaggio al digitale: il modello Sardegna	NOVEMBRE	2008
Tv digitale terrestre in Sardegna: ecco i primi bilanci	DICEMBRE 2008/GENNAIO	2008
E-Inclusion: accessibilità nella società dell'informazione	FEBBRAIO	2009
Tecnologia e disabilità: due mondi non ancora globali	MARZO	2009
Il futuro di Internet: Ipv6 un indirizzo per tutti e tutto	APRILE	2009
Information Mining: tracce digitali dati utili alla conoscenza strategica	MAGGIO	2009

INTRODUZIONE



Stefano Bartezzaghi l'ha definito "Uno dei punti più alti della tv italiana" ("Il gioco si fa serio", L'Espresso, 28 maggio 2009), Umberto Eco gli ha dedicato una delle sue proverbiali 'bustine (di Minerva)' ("La nostra ghigliottina quotidiana", L'Espresso, 4 aprile 2008, <http://espresso.repubblica.it/dettaglio/La-nostra-ghigliottina-quotidiana/2011914/18>) ed appena può si incolla al televisore per non farsela sfuggire, Tullio De Mauro durante un recente congresso dell'Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale ha invitato i ricercatori di quell'area a progettare un sistema automatico che lo risolve.

Stiamo parlando de 'la Ghigliottina', gioco finale del quiz televisivo 'L'eredità', che la RAI propone ogni sera alle 19.50. Le regole del gioco sono molto semplici: il giocatore riceve 5 parole (indizi) apparentemente prive di alcun legame e deve indovinare una sesta parola, collegata in qualche modo ai 5 indizi forniti. Un esempio: date le 5 parole *doppio, carta, soldi, pasta, regalo*, la soluzione è la parola *pacco*, perché "Pacco, doppio pacco e contropaccotto" è il titolo di un film di Nanni Loy, un pacco può essere di carta, ed esistono il pacco di soldi, il pacco di pasta ed il pacco regalo. Il giocatore de 'la ghigliottina' ha dunque la necessità di ragionare attingendo a diverse sorgenti di conoscenza, sia di carattere linguistico sia di carattere culturale, per cercare la parola soluzione, ovvero quella che 'spiega' (nel modo più coerente possibile) gli indizi forniti. E noi ci abbiamo provato a progettare OTTHO (On the Tip of my



THOught), un sistema che modella conoscenza relativa agli argomenti più disparati (film, politica, letteratura, storia, proverbi, e cultura popolare) e 'ragiona' su questa conoscenza per trovare la soluzione corretta al gioco. Le parole rivestono un ruolo fondamentale nei giochi linguistici, ovvero quelli in cui va tenuto in considerazione il significato delle parole. L'interesse verso questi giochi è dovuto principalmente alla ricchezza e all'ambiguità del linguaggio naturale, ma anche alla difficoltà che si riscontra nel tentare di modellarli, perché inconsistenti con l'*ipotesi di mondo chiuso*, ovvero non è sufficiente un insieme (finito) di regole per definire completamente il gioco.

È stato progettato un sistema intelligente, chiamato OTTHO (On the Tip of my THOught), in grado di 1) modellare diversi tipi di conoscenza relativa a svariati argomenti, ad esempio i film, la politica, la letteratura, la storia, i proverbi, e la cultura popolare e 2) ragionare su questa conoscenza per trovare la soluzione corretta al gioco.

La principale motivazione per progettare un giocatore artificiale per il gioco della ghigliottina risiede nella sfida di dotare la macchina della conoscenza linguistica e culturale che la renderebbe simile ad un essere umano, con l'abilità di interpretare documenti scritti in linguaggio naturale e di ragionare sul loro significato. Riteniamo che il sistema presentato non sia fine a se stesso, ma abbia delle grandi potenzialità per applicazioni più pratiche oltre a quelle di cimentarsi con la soluzione di un gioco linguistico



LAVORI CORRELATI

In letteratura ci sono diversi tentativi di realizzare sistemi artificiali per risolvere giochi linguistici.

Nel contesto dei giochi linguistici ci sono i cosiddetti *word games*, in cui il significato delle parole non è importante (ad esempio lo Scrabble o l'impiccato), e i *language games*, in cui il significato delle parole riveste un ruolo fondamentale. Un esempio di tale tipo di giochi è *Chi vuol essere milionario?*, in cui il giocatore deve rispondere a domande piuttosto semplici, scegliendo la risposta tra diverse alternative. Per rispondere alle domande il giocatore deve mostrare di avere conoscenza di senso comune e conoscenza specifica su alcuni argomenti di cultura popolare. Sono già realtà sistemi automatici in grado di usare il Web per rispondere alle domande, e che hanno un'abilità confrontabile con quella degli essere umani. Un altro esperimento interessante è

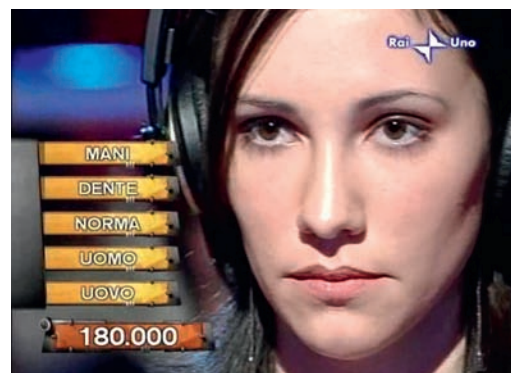
stato portato a termine per la costruzione di sistemi artificiali per la soluzione dei cruciverba. Alcune implementazioni, come il sistema WebCrow (realizzato presso l'Università di Siena), sono in grado di utilizzare il Web come base di conoscenza per risolvere cruciverba in lingua italiana. Per risolvere tale tipo di gioco, il sistema si basa anche su molti di esempi di cruciverba già risolti, in modo da *apprendere* alcune regole particolari per risolvere il gioco. Questi pochi esempi citati mostrano che l'obiettivo dei ricercatori è quello di vincere la sfida per rendere i sistemi automatici il più simile possibile all'uomo, con una vasta conoscenza di base, o di tipo specifico, e con la capacità di interpretare le diverse fonti di conoscenza rappresentate sotto forma di linguaggio naturale e di ragionare in modo da raggiungere uno specifico obiettivo.



L'ARCHITETTURA DEL SISTEMA

Per progettare un giocatore artificiale per il gioco della ghigliottina, è necessario: 1) identificare le sorgenti di conoscenza di carattere linguistico e culturale, e 2) modellarle in modo da poter implementare meccanismi di ragionamento. Analizzando diversi esempi del gioco, sono state identificate le sorgenti di conoscenza più utili per risolvere il gioco, in particolare:

- ▶ un'enciclopedia - sono stati analizzati tutti gli articoli estratti da Wikipedia in lingua italiana;
- ▶ un dizionario;
- ▶ un insieme di proverbi e aforismi;
- ▶ titoli di film, canzoni, libri e poesie.



Una fase del gioco 'La ghigliottina'.

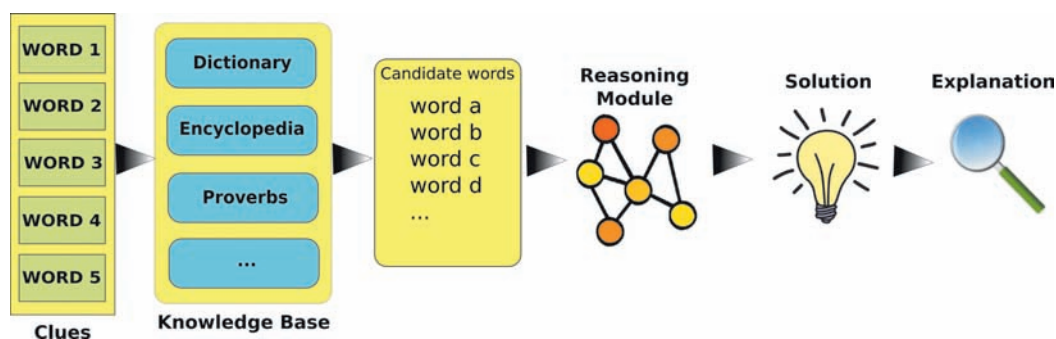


Figura 1. Il processo solutivo del sistema OTTHO.

Queste sorgenti di conoscenza servono a modellare la conoscenza posseduta dai giocatori umani. È fondamentale organizzare opportunamente questa mole di dati, in modo che sia facilmente consultabile e sia possibile implementare dei meccanismi di ragionamento che, partendo dagli indizi, trovino la soluzione del gioco. Il processo solutivo realizzato nel sistema OTTHO è rappresentato in Figura 1. Partendo dalle 5 parole fornite come indizio, il sistema consulta la base di conoscenza per recuperare dalle varie sorgenti gli elementi (concetti) ad esse correlati. Ad esempio, partendo dall'indizio 'mela' si potrebbero recuperare il proverbio 'una mela al giorno toglie il medico di turno' e la entry di Wikipedia che descrive il frutto. Il sistema elabora i concetti correlati agli indizi e ne estrae una lista di parole candidate, potenzialmente utili a trovare la soluzione finale.

Nell'esempio precedente, la lista di parole candidate associate all'indizio 'mela' potrebbe essere "giorno, medico, frutto", poiché 'giorno' e 'medico' sono i sostantivi più prossimi all'indizio nel proverbio, mentre 'frutto' è tra le prime parole nel testo

della pagina di Wikipedia che ha come titolo 'mela'. Il modulo di ragionamento seleziona tra queste parole quella che ritiene con più probabilità essere la soluzione del gioco. Infine, il modulo di *explanation* può spiegare il motivo per cui è stata scelta una parola piuttosto che un'altra. La knowledge base che codifica tutta la conoscenza contenuta in un dizionario, in un'enciclopedia, ecc., viene costruita utilizzando euristiche diverse che dipendono dal tipo di sorgente: ad esempio le regole per codificare un articolo tratto da un'enciclopedia sono fondamentalmente diverse da quelle utilizzate per codificare un proverbio. Senza scendere nei dettagli, le diverse sorgenti vengono modellate utilizzando algoritmi che individuano relazioni esistenti tra i termini presenti nelle sorgenti.

In tal modo è possibile partire da una parola qualsiasi, ad esempio un indizio, e reperire da ogni specifica sorgente tutte le parole ad esso collegate, associando anche un peso che indica il loro grado di correlazione. Questo è il punto di partenza per il meccanismo di ragionamento.

IL MODULO DI RAGIONAMENTO: COSA VIENE IN MENTE E PERCHÈ

Tutti gli esseri umani memorizzano migliaia di parole e relazioni, ma in che modo esse sono organizzate nella nostra mente? Esiste una struttura e, in caso affermativo, è diversa per ogni essere umano? Più di duemila anni fa, Aristotele affermava che nella nostra memoria i significati delle parole non sono isolati, ma legati da relazioni

quali similarità o contrasto. Lo si può sperimentare direttamente con un semplice gioco. Il lettore scriva su un foglio, per ognuna delle 5 parole che seguono, la prima parola che viene in mente: *padre, tavolo, freddo, sole, cantare*. C'è un'alta probabilità che la lista prodotta sia nell'ordine: *madre, sedia, caldo, luna e canzone*.

Per risolvere il gioco della ghigliottina, un essere umano deve eseguire un compito simile, ancora più complicato per via dell'unico legame da scoprire con cinque diverse parole. La differenza inoltre risiede nel fatto che la risposta da fornire non è così semplice ed immediata come la prima parola che viene in mente, ma è necessaria un'operazione di ritrovamento nell'insieme dei fatti e dei concetti che costituiscono la conoscenza del giocatore.

Il meccanismo di modellare le diverse sorgenti di conoscenza mostrate in precedenza rappresenta un tentativo di infondere conoscenza nel sistema, per creare memoria della conoscenza linguistica e dei fatti del mondo. Per completare il processo è fondamentale disegnare un algoritmo per ritrovare i *pezzi di conoscenza* più appropriati associati alle parole date come indizio, simulando il meccanismo cognitivo di un essere umano nel modo più fedele possibile. Diversi studi hanno mostrato che le parole nella mente sono organizzate in una rete in cui i nodi sono i significati stessi delle parole, e sono collegati ad altri nodi. Questa organizzazione si sposa bene con il modello cosiddetto di *spreading activation*, che partendo da alcuni nodi di base, procede in maniera iterativa nell'ampliamento della rete attraverso l'aggiunta di altri nodi correlati a quelli di partenza. Ad ogni passo ogni nodo ha un certo livello di 'energia', quantificato numericamente, che rappresenta il grado di attivazione (stimolazione) ricevuto dai nodi

di partenza. Infatti, ogni nodo trasmette, secondo una determinata funzione matematica, un certo quantitativo di energia ai nodi direttamente collegati, in modo tale che nei passi successivi solo i nodi il cui valore di attivazione superi una certa soglia possano far crescere la rete.

Questo modello di ragionamento è stato utilizzato da OTTHO per trovare la soluzione al gioco della ghigliottina. Il processo di costruzione della rete parte dai 5 indizi forniti e procede ampliando la rete aggiungendo i nodi che rappresentano le parole presenti nella lista delle parole candidate. La fase di *reasoning* inizia con l'attribuzione di un valore di attivazione standard ai nodi indizio, e procede con la propagazione di tale valore ai nodi ad essi collegati, che a loro volta proseguiranno nella propagazione, fino a raggiungere una condizione di terminazione.

Alla fine del processo di propagazione dell'energia dai nodi iniziali, si considerano come soluzioni candidate le parole associate ai nodi con livello di attivazione più alto. Dunque, l'output fornito da OTTHO è un elenco di possibili soluzioni, ordinato per livello di attivazione.

Sarà necessario introdurre in futuro un ulteriore passo di selezione all'interno di tale elenco per arrivare ad ottenere un'unica soluzione, come previsto dalle regole del gioco. Anche il modulo che fornisce la spiegazione della soluzione proposta non è al momento completamente realizzato.

CONCLUSIONI

La descrizione dell'approccio utilizzato per risolvere il gioco della ghigliottina ha messo in evidenza le caratteristiche in comune tra la conoscenza ed il ragionamento umani e la base di conoscenza ed il meccanismo di ragionamento implementate nel sistema OTTHO. I risultati sperimentali hanno mostrato che OTTHO è in grado di risolvere un numero di ghigliottine paragonabile a quello che si riscontra in media osservando il giocatore umano. I tempi di risposta sono decisamente accettabili: meno di un minuto per fornire la lista di possibili soluzioni, una volta modellate le sorgenti. Oltre che come testbed per il gioco della ghigliottina, OTTHO può rappresentare uno strumento utile per implementare sistemi di *information seeking*, che aggiungono funzionalità avanzate a quelle classiche di ritrovamento e filtraggio dell'informazione. Parten-

do dalle parole presenti all'interno di un documento, OTTHO può scoprire ulteriori termini utili a ritrovare documenti correlati. Ad esempio fornendo in input al sistema 5 parole, alcune tratte dalla frase in copertina del libro di Roberto Saviano, "Gomorra - Viaggio nell'impero economico e nel sogno di *dominio* della camorra", (le parole scelte sono *impero* e *dominio*), altre relative agli appalti riguardanti costruzioni e rifiuti come *sabbia*, *cemento* e *rifiuti*, una delle soluzioni suggerite da OTTHO è la parola *ecomafia*, che è abbastanza sorprendente, ma (sfortunatamente) fortemente connessa alle parole fornite come indizi.

**Pierpaolo Basile, Marco de Gemmis,
Pasquale Lops, Giovanni Semeraro**
Università degli Studi di Bari