

SCIENZE DELLA COMUNICAZIONE

Collana diretta da

Roberto Cordeschi, Annibale Elia
e Agata Piromallo Gambardella

12

Ernesto Burattini

LEGGERE E SCRIVERE IPERTESTI

Collana Scienze della Comunicazione

1. C. D'ELIA, *Words and Sentences. Viaggio nelle strutture dell'inglese*, 1996
2. G. VERCELLI, R. ZACCARIA, *Informatica*, 1998
3. *Abitare la comunicazione* (a cura di G. Minichiello), II ed., 1999
4. S. TISSERON, *La felicità nell'immagine*, 1998
5. AA.VV., *Frammenti di mondo. 30 sguardi sulla pubblicità* (a cura di C. Gily Reda), 1999
6. F. DI MAIO, *Impariamo il P.C.: dall'alfabetizzazione a Internet*, 1999
7. AA.VV., *Appunti per una lettura del cinema e della televisione* (a cura di G. Jacquinet e G. Leblanc), 1999
8. C. D'ELIA, *English at work*, 2000
9. F. IANNUCCI, *Dalla rete del consumo al consumo della rete*, 2000
10. S. VIETRI, *Navigare nei testi. Applicazioni in linguistica computazionale*, 2001
11. E. D'AGOSTINO, *Le forme lessicali del parlare. Analisi quantitativa e qualitativa del parlato italiano*, 2001

Editoriale Scientifica

Per i casi in cui non è stato possibile ottenere il permesso di riproduzione nonostante le ricerche effettuate, si è comunicato all'ufficio della proprietà letteraria, artistica e scientifica che il compenso è a disposizione degli aventi diritto. L'editore è a disposizione per eventuali errori di attribuzione nei riferimenti bibliografici, a cui porrà rimedio in caso di segnalazione.

*a Anna, Massimiliano
e Marina*

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

© Copyright 2001 Editoriale Scientifica s.r.l.
Via Generale Giordano Orsini, 42
80132 Napoli
ISBN 88-87293-83-X

Sommario

<i>Presentazione</i>	9
<i>Premessa</i>	11
1. Dal graffito all'ipertesto	
La scrittura	17
La stampa	27
La video scrittura	30
2. L'ipertesto: lettura e scrittura	
Il testo	37
L'ipertesto	42
Qualche notizia tecnica	47
I modelli dell'autore e del lettore	50
Dal testo all'ipertesto	55
La scrittura ipertestuale	60
3. Iper testi letterari	
Le teorie letterarie	63
La letteratura ipertestuale	67
4. Gli ipertesti: la tecnica e la scienza	
Gli ipertesti e la manualistica	83
Iper testi scientifico/tecnologici	92
Ricapitolando	108

5. Progettare ipertesti

Elementi di progettazione	111
La forma	114
Il contenuto	123
Nodi e link	125
I linguaggi di programmazione	128
Un'ultima considerazione	137
Un'occhiata a Internet	138

6. Intelligenza Artificiale e Sistemi Esperti

Breve cenno alla storia dell'Intelligenza Artificiale	143
Un esempio tanto per capirci	147
Rappresentazione simbolica della conoscenza, deduzione e abduzione	152
Reti neurali	158
Sistemi Ibridi	164
L'associazione di idee: una meta lontana	177

7. Il futuro degli ipertesti

Gli ipertesti e l'Intelligenza Artificiale	181
Il Sistema Informativo Iper-testuale sugli Scavi di Ercolano	186
Gli Scavi di Ercolano: i modelli di utente	195
Un ultimo sforzo di fantasia	198

Bibliografia 201**Altre letture** 207**Siti Internet** 211**Presentazione**

Questo libro si rivolge a studenti universitari di corsi di laurea in discipline umanistiche e a chiunque sia interessato ad avere una conoscenza non squisitamente tecnica degli ipertesti.

In una prima parte viene fatto un excursus sulla storia della scrittura e del libro e, attraverso il richiamo a testi classici delle teorie letterarie, viene mostrato come il concetto di ipertesto è sempre stato latente in letteratura. Anche il romanzo viene guardato da questo punto di vista e vengono riportati esempi classici di racconti potenzialmente ipertestuali. Ogni argomento è trattato sempre nell'ottica di ricercare legami evidenti o ipotizzabili con la nozione attuale di ipertesto.

In una seconda parte vengono introdotti alcuni criteri di progettazione e realizzazione di sistemi ipertestuali ricorrendo alla esemplificazione piuttosto che alla presentazione di tecnicismi. L'esemplificazione è condotta sulla scorta di alcune ricerche fatte dall'autore.

Nella terza e ultima parte, al fine di immaginare quale futuro potranno avere i sistemi ipertestuali, si discute di intelligenza artificiale, del ruolo che questa disciplina sta giocando nella costruzione degli ipertesti e quali potranno essere gli sviluppi.

A titolo esemplificativo è illustrato un Sistema ipertestuale sugli Scavi di Ercolano la cui navigazione è assistita da un agente intelligente. Questo stesso sistema in una versione prototipale è riprodotto sul CD-ROM che accompagna il testo.

Premessa

Quando fui invitato a scrivere un libro sugli ipertesti indirizzato non a specialisti informatici ma a potenziali utenti di sistemi ipertestuali, ritenni che per proporre un discorso comprensibile sarebbe stato opportuno partire dal padre dell'ipertesto, cioè il libro, per poi passare a descrivere il nuovo strumento di comunicazione, non solo scritta, messo a disposizione dalle moderne tecnologie informatiche. Pensavo che la rassegna sarebbe stata veloce e che nel giro di qualche mese avrei potuto consegnare le mie pagine all'editore. Grave errore di valutazione. Dopo i primi approfondimenti bibliografici mi resi conto che fornire una presentazione sintetica di un argomento come la storia della scrittura era impresa titanica data la vastità della letteratura in proposito. Ero quasi deciso ad abbandonare ma mi trovavo ormai immerso in testi che parlavano della scrittura, della storia del libro e della letteratura da ottiche del tutto diverse da quelle alle quali ero abituato. Il fascino della lettura mi faceva di conseguenza rimandare di giorno in giorno la decisione di inviare la lettera di rinuncia all'editore. Mantenere l'impegno costituiva per me una buona giustificazione per non abbandonare quelle letture che mi appassionavano. E alla fine eccomi qui. Il testo sugli ipertesti è scritto. Esso rappresenta il prezzo che pago volentieri al piacere sottile che ho provato nell'immergermi, anche se da profano, nella storia della scrittura.

Un aspetto di questo lavoro può indurre qualche perplessità immediata. Se, come alcuni sostengono, gli ipertesti saranno il futuro della scrittura, che senso ha scrivere un testo sugli ipertesti? Sarebbe stato forse più opportuno e ragionevole scrivere un ipertesto sugli ipertesti. Da questa obiezione non so difendermi molto bene. Riconosco che ha un qualche fondamento, confesso tuttavia che, almeno per questa volta, non ho voluto rinunciare al piacere di vedere fissata sulla carta fruscante di un libro le poche idee che avevo, rinunciando ad affidarle all'impalpabile leggerezza dei bit che ordinatamente vanno a disporsi su uno schermo per mostrare lo scritto e scomparire al cambiare di pagina.

Il percorso di lettura che propongo in questo libro è, come già accennato, dettato dalla necessità di ricercare un filo conduttore che dalle prime testimonianze scritte su pietra porta alla scrittura ipertestuale. I primi due capitoli sono dedicati alla storia della scrittura, interpretata, ove possibile, come suggestiva dello sbocco ipertestuale a cui oggi siamo giunti. Chi volesse approfondire questa parte non dovrebbe fare altro che partire dalla bibliografia citata sull'argomento, per necessità di cose ridotta a pochi spunti, e iniziare a sua volta un viaggio nel mondo della scrittura.

Nel terzo capitolo si cerca di capire se e come la letteratura intesa come romanzo, saggio e così via possa avere un futuro ipertestuale e se per caso non lo abbia già avuto, in maniera non palese, con autori di un recente o più lontano passato. Questa parte del lavoro, che si racchiude in poche pagine, ha costituito uno dei momenti per me più appassionanti. Cercare libri potenzialmente ipertestuali, nel presente e nel passato, è impresa ardua se non impossibile, ma avere la soddisfazione di indivi-

duarne alcuni e presentarli al mio ipotetico lettore mi ha reso grata la fatica. Sono così passato da "I Ging", libro di oracoli cinesi al "Castello dei destini incrociati" di Italo Calvino attraverso un percorso quanto mai vario.

Vengono poi considerati, nel quarto capitolo, i rapporti che si possono instaurare tra le discipline scientifiche e gli ipertesti, facendo riferimento ad una delle prime esperienze di implementazione degli ipertesti fatta dal mio gruppo di ricerca.

Dopo questa breve rassegna delle possibili applicazioni degli ipertesti nel mondo umanistico e scientifico vengono introdotti, nel quinto capitolo, i principi di base per una corretta progettazione di un sistema ipertestuale. I criteri proposti sono del tutto qualitativi, pur se fondati su esperienze reali sempre condotte dal mio gruppo di ricerca. Il capitolo si chiude con un breve excursus sulla rete Internet, l'ipertesto planetario che diverrà il principale mezzo di trasmissione di informazioni e conoscenza nell'immediato futuro.

Il libro si conclude con un capitolo in cui si cerca di mostrare come la tecnologia ipertestuale richieda l'applicazione delle metodologie che si sviluppano in Intelligenza Artificiale. Giustificare questa affermazione è abbastanza facile. Con i sistemi ipertestuali si vuole oggi introdurre un nuovo mezzo di trasmissione della conoscenza che, superando lo schema classico della presentazione sequenziale, cerca di utilizzare gli schemi paralleli intrinseci al concetto di ipertesto. Di qui l'opportunità di articolare e rappresentare la conoscenza con metodologie e schematismi del tutto innovativi nati dallo studio e dalla simulazione algoritmica dei processi cognitivi. Ecco allora spiegato lo stretto rapporto tra Iper-testi e Intelligenza Artificiale. Inoltre le grandi quantità di informa-

zioni, oggi rese disponibili sia dalle banche dati che dalla rete Internet, non possono più essere esplorate con i metodi classici delle ricerche statistiche o delle parole chiave, ma hanno bisogno di nuove metodologie di interrogazione legate prevalentemente ai contenuti semantici. E in questo l'Intelligenza Artificiale può fornire metodi e tecniche risolutive. Anche in questo capitolo, oltre a poche note storiche, vengono riportati a titolo esemplificativo alcune esperienze in corso.

A questo capitolo fa riferimento il contenuto del CD-ROM allegato al libro con un esempio di navigazione assistita da un agente "intelligente". Un contributo essenziale alla realizzazione di questo CD lo hanno dato Luca Serino e Francesco Gaudino che ringrazio di cuore.

In conclusione si cerca di fornire, con questo libro, uno strumento a lettori non esperti di informatica per accedere all'uso degli ipertesti, per valutare in maniera critica ma senza preconcetti i sistemi già sviluppati, ma soprattutto per stabilire una base di partenza per coloro i quali, pur non essendo informatici, nel futuro volessero entrare a far parte di una equipe per la realizzazione di un ipertesto. La conoscenza a volte quasi enciclopedica che è necessaria per progettare e realizzare un ipertesto non può riassumersi oggi in un unico soggetto; è invece possibile raccoglierla in un gruppo di esperti i quali, tenendo presente le potenzialità dello strumento che intendono usare, possono trasmettere al meglio il loro messaggio ai futuri lettori. Ogni esperto del gruppo potrà conservare le proprie caratteristiche culturali e anzi rafforzarle mediante una intelligente interrelazione con le culture degli altri esperti.

Come in ogni buona prefazione desidero ringraziare tutti coloro che mi hanno aiutato in questo lavoro.

Innanzitutto ringrazio mio padre per non essersi risparmiato nessun sacrificio pur di darmi cultura e conoscenza. Oggi egli non è più però non posso non onorarlo ancora una volta per quanto in vita ha fatto per me.

Ringrazio poi due persone senza le quali questo libro non avrebbe mai visto la luce: Roberto Cordeschi e Guglielmo Tamburrini. Roberto mi ha suggerito, direi quasi trascinato in questa avventura e mi ha dato sostegno sia nella fase di progettazione che nella fase di stesura del libro. Guglielmo, come un severo fratello, ha spulciato, insieme a Roberto, le varie stesure per migliorare forma e contenuti ed entrambi sono stati essenziali nell'aiutarmi a impostare e scrivere l'ultimo capitolo, quello sui rapporti tra ipertesto e IA. La loro esperienza e conoscenza dell'IA è stata preziosa.

Questo mio ringraziamento non è una chiamata di corresponsabilità, al più il lettore scontento potrà dire che nonostante l'aiuto di siffatti amici non sono riuscito a realizzare un'opera significativa poiché di ogni errore, svista o incongruenza sono e resto l'unico responsabile.

Grazie infine a tutti gli amici che negli anni, come risulta anche dai riferimenti bibliografici, hanno collaborato con me ai vari progetti che vengono richiamati nel libro. Li vorrei nominare tutti ma il timore di dimenticarne qualcuno mi trattiene dal farlo per cui li abbraccio tutti insieme.

Capitolo 1

Dal graffito all'ipertesto

“Fra i diversi strumenti dell'uomo, il più stupefacente è senza dubbio il libro. Gli altri sono estensioni del suo corpo.

Il microscopio, il telescopio, sono estensioni della sua vista; il telefono è estensione della voce; poi ci sono l'aratro e la spada, estensioni del suo braccio.

Ma il libro è un'estensione della memoria e della immaginazione”.

JORGE LUIS BORGES

La scrittura

Un urlo gutturale lacerò il silenzio della foresta di Montignac¹ e Grok, un piccolo homo sapiens di circa diciassettemila anni fa, capì che il suo amico Tark lo avvertiva dell'arrivo di un animale che, seppure grosso, poteva essere abbattuto e servire da cena per entrambi. L'animale arrivò, e Grok e Tark, tra suoni gutturali e concitati gesti delle braccia pelose, spinsero l'animale in trappola conquistandosi così un lauto banchetto.

¹ Montignac è un piccolo paese, in Francia, dove si trova la grotta di Lascaux, in cui, nel settembre del 1940, furono fortuitamente scoperti dei bellissimi graffiti. Essa è anche conosciuta come la “Versailles dell'arte parietale” o la “Cappella Sistina dell'arte preistorica”. Visitata da moltissima gente, fu poi chiusa al pubblico nel 1963, poiché la presenza dei visitatori modificava drammaticamente l'equilibrio bioclimatico delle grotte con grave rischio per i graffiti.



Fig. 1.1. Graffiti della grotta di Lascaux

Mi piacerebbe descrivere così la storia di due ominidi a caccia di cibo, spinti a comunicare tra loro con gesti e suoni. Uno dei due, diciamo Grok, sente il bisogno di lasciare una traccia dell'impresa incidendo sulla roccia di Lascaux le forme dell'animale catturato (fig. 1.1). Forse la storia non è andata proprio così. Forse le urla erano di sfida e di lotta per il possesso dell'animale morto, visto che ancora oggi una grande ferinità alberga tra gli uomini. Comunque sia, un nostro antenato sentì il bisogno di rappresentare la sua impresa dipingendo l'immagine dell'animale sulla pietra, a mo' di documento perenne, come si può ammirare andando a fare una passeggiata virtuale a Lascaux².

Possiamo dire, con buona approssimazione, che le prime forme di comunicazione tra gli uomini sono stati i

² Le grotte di Lascaux sono oggi visitabili su Internet all'indirizzo: http://bach.iie.cnam.fr:8080/faure_1/AQUITAIN/montigna/taureaux.htm

gesti, la rappresentazione pittorica, i suoni che poi si trasformarono in parole.

Immaginiamo, continuando la nostra storia, che qualche anno dopo, il nostro buon Grok raccontasse, con i soliti grugniti, ai suoi amici raccolti intorno al fuoco nelle grotte di Lascaux, la sua impresa indicando ripetutamente, con gesti ampi e solenni delle mani, il disegno sulla parete di roccia. Ecco una prima rappresentazione *multimediale* di un avvenimento, cioè una trasmissione di conoscenza tra esseri umani che avviene utilizzando più mezzi (media): nel caso specifico, la voce, il gesto, il disegno³. La comunicazione è probabilmente uno degli elementi che più di altri distingue l'uomo dagli animali. Mentre questi sono rimasti per così dire a un livello di comunicazione sonora o gestuale in senso lato, l'uomo è passato lentamente dall'espressione orale a quella scritta, filmata e, ora, ipertestuale e multimediale.

La parola detta, che si suppone sia stata la principale forma di interazione tra gli uomini fino a circa cinque-seimila anni a.C., è stata affiancata dal testo scritto solo tra il sesto e il primo millennio a.C. Risalgono a tale periodo le tracce a noi giunte dei primi sistemi di scrittura. In effetti, sembra che la scrittura non sia nata per raccontare avventure di eroi o storie di dei, ma più prosai-

³ Si intende per *sistema multimediale* un sistema nel quale la conoscenza è rappresentata attraverso più strumenti: il testo scritto, la musica, la voce, l'animazione, i filmati e così via. I sistemi multimediali contengono anche i cosiddetti *sistemi ipertestuali*, nei quali le informazioni possono essere collegate fra loro oltre che sequenzialmente, come di solito avviene in un testo, anche in parallelo, consentendo il passaggio da parti del testo ad altre che in qualche maniera sono logicamente collegate con esse. I collegamenti possono avvenire non solo all'interno di uno stesso testo ma anche fra testi diversi, o con immagini, suoni e così via.

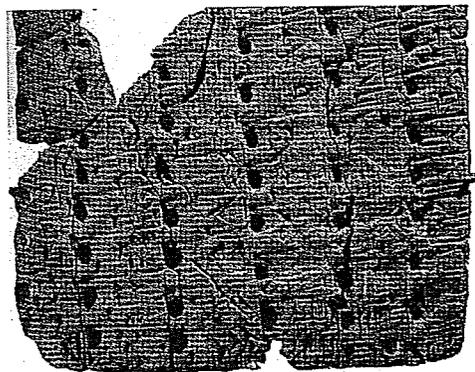


Fig. 1.2. *Tavoletta di Uruk, IV millennio a.C.*

camente sia servita a tenere conto di possedimenti, oggetti, case, armi o quant'altro vantassero i vari potenti dell'epoca. Uno dei primi documenti noti, la cosiddetta *tavoletta di Uruk* (fig. 1.2), datata attorno al IV millennio a.C., ci dice infatti che al tempo dei Sumeri il tempio di Uruk (l'attuale *Warka*) possedeva grano e bestiame; da un'altra tavoletta si apprende che il tempio di Lagash impiegava 18 panettieri, 31 birrai, 7 schiavi e così via. Questo tipo di comunicazione avveniva attraverso *pittogrammi*, simboli che descrivevano gli oggetti mediante disegni stilizzati.

Possiamo allora immaginare la scena di un venditore di animali che sottoscrive un contratto di vendita sulla base dello schizzo di un asino, una pecora e un bue. Accanto alle figure vengono tracciati alcuni segnetti per indicare per ogni animale quanti ne sono venduti. Abbiamo in questo caso una rappresentazione della realtà mediante un sistema *iconico* che, pur rozzo, viene usato per riferirsi con grande precisione a fatti, cose e quantità.

Con il passare dei secoli i pittogrammi si trasformarono in *ideogrammi*, cioè non rappresentarono più solo

gli oggetti ma anche i concetti. In questo caso il significato del simbolo tracciato dipendeva anche dal contesto a cui il disegno faceva riferimento. Dal pittogramma di "re" si passò ad esempio all'ideogramma del concetto di "potere".

La rappresentazione del mondo degli oggetti e dei concetti con pittogrammi o ideogrammi comportava che questi aumentassero costantemente di numero e ciò rese la vita molto difficile a coloro i quali se ne dovevano o potevano servire. Ancora oggi, in paesi come la Cina e il Giappone, in cui la scrittura è, almeno in parte, ancora basata su ideogrammi, la "sapienza" di un uomo si misura anche sulla base del numero di ideogrammi da lui conosciuti.

Gli antenati semiti degli Arabi e degli Ebrei, gli Accadi, intorno al 2000 a.C. introdussero la scrittura cuneiforme, che utilizzava i simboli non più per descrivere cose o concetti ma fonemi, cioè gli elementi del linguaggio parlato che, uniti insieme, andavano a costituire il suono con il quale veniva identificato l'oggetto o il concetto.

Il miracolo della rappresentazione del linguaggio parlato attraverso la scrittura veniva attribuito dagli Egizi agli dei, e ancora oggi la loro scrittura è detta *geroglifica*, dal greco *hieròs*, "sacro", e *gluphèin*, "incidere". E proprio gli Egizi trasformarono la scrittura da semplice sistema di memorizzazione di dati a sistema in grado di esprimere qualunque cosa venisse espressa a parole. In effetti i geroglifici erano formati da ideogrammi che rappresentavano i concetti, da fonogrammi che rappresentavano i suoni con i quali i concetti venivano espressi verbalmente e da determinativi, che indicavano la categoria di oggetti o di esseri animati trattati in quel contesto⁴.

⁴ Georges J., 1992.

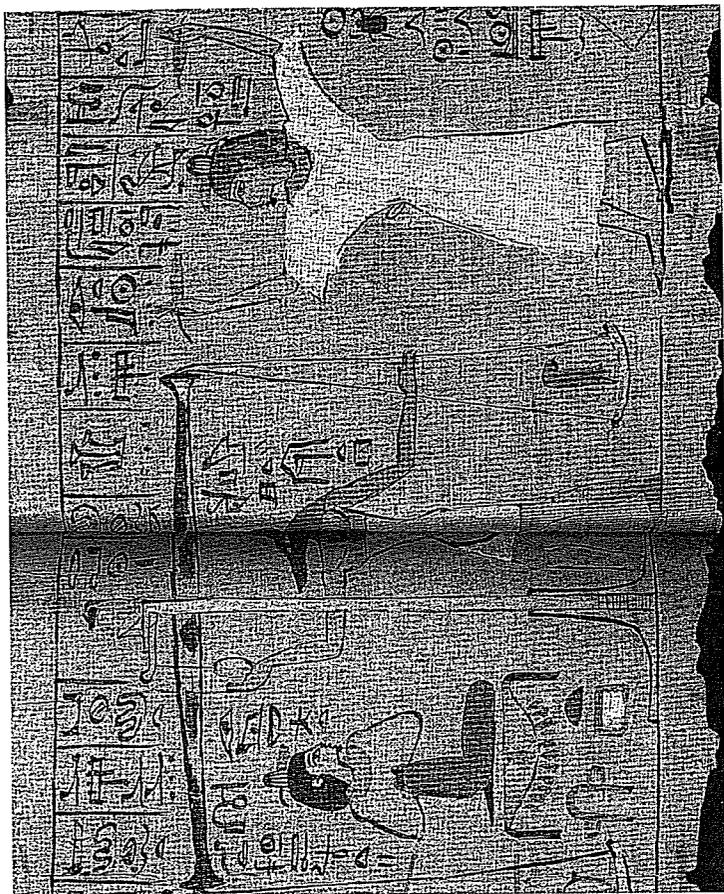


Fig. 1.3. *La pesature delle anime. XIV sec. a.C.*

Nei papiri egiziani al geroglifico vero e proprio venivano spesso associate figure umane o animali che avevano il compito di illustrare meglio il contenuto del testo. Lo splendido papiro del XIV secolo a.C. in cui viene rappresentata *la pesatura delle anime* è una efficace testimonianza di quanto significativa sia l'associazione di scritto e disegno (fig. 1.3).

La difficoltà della scrittura e la sua sacralità fecero sì che prevalentemente essa stesse a testimoniare credi, religioni, fatti miracolosi o imprese di potenti, con la conseguenza che per secoli essa rimase appannaggio di pochi, i quali ne fecero strumento di potere oltre che testimonianza di storia per noi.

Intorno al I millennio a.C. Greci, Fenici, Arabi usano una nuova forma di scrittura: quella *alfabetica*. Con questo sistema i suoni, attraverso i quali si articolano le parole, vengono rappresentati mediante pochi simboli, in media tra 20 e 30, distinti in consonanti, sempre presenti, e vocali, non sempre presenti.

A testimonianza dello stretto legame tra religione e scrittura troviamo che il Corano, la Bibbia, il Talmud sono i testi scritti più diffusi e più riprodotti nei vari alfabeti e nelle varie lingue. I Greci contribuirono grandemente ad arricchire la scrittura con testi poetici, teatrali, filosofici scientifici. Questo popolo diede così un impulso decisivo alla trasmissione della cultura e delle conoscenze affidandole non più alla parola detta, un mezzo instabile e suscettibile di profonde modifiche, ma alla scrittura impressa su supporti fisici, quali la terracotta, le tavolette di cera, i papiri, vari tipi di tessuti, la pergamena ed altro ancora. Con i Greci possiamo dire che si stabilisce una linea di demarcazione tra uno scritto destinato solo alla fissazione e alla conservazione dei testi e uno scritto destinato alla lettura⁵. Dire scritto destinato alla lettura significa qui, letteralmente, che lo scritto veniva letto ad alta voce da chi era in grado di farlo. Costui rappresentava semplicemente il mezzo attraverso il quale il contenuto del libro veniva trasferito dal libro al destinatario, cioè a colui che ascoltava, che era il vero "lettore".

⁵ Cavallo G. et al., 1995.

In realtà la scrittura si presentava come una sequenza di caratteri senza spazi bianchi per la distinzione delle parole, con abbreviazioni e a volte omissioni di vocali. La lettura era quindi una vera e propria opera di decrittazione, che rendeva molto difficoltosa una comprensione simultanea del contenuto. Di qui la necessità di servirsi di persone capaci di decrittare velocemente e comunicare quindi al “lettore” le parole del testo. Sulla base delle parole ascoltate il “lettore”, destinatario finale del messaggio, attribuiva un significato al testo originario.

Non tutti, comunque, condividevano questa trasposizione del *logos*, pensiero espresso verbalmente all’ascoltatore, a documento scritto, immutabile nel tempo ma spersonalizzato nel rapporto con l’uditore.

Platone nel *Fedro* mette sulla bocca di Socrate questa frase:

*“Una volta che sia stato scritto poi, ogni discorso circola ovunque, presso quanti lo intendono, così come presso coloro con cui non ha niente a che fare, e non sa a chi deve e a chi non deve parlare. E se è maltrattato e offeso ingiustamente, ha sempre bisogno dell’aiuto del padre; perché non è capace né di difendersi né di aiutarsi da solo”*⁶.

⁶ Platone, 1998. Un ragionamento all’inverso può essere fatto se, come sostiene Ong, “...l’autore potesse essere sfidato se fosse possibile raggiungerlo, ma di fatto egli non può essere raggiunto in nessun libro. Non esistono modi diretti di confutare un testo. Anche dopo una confutazione totale e distruttrice, esso dirà ancora esattamente le stesse cose di prima. Questo è uno dei motivi per cui l’espressione il “libro dice” ha assunto popolarmente lo stesso significato di “è vero”. E questo è anche uno dei motivi per cui i libri sono stati bruciati più volte nel corso della storia. Un testo che dichiara falso qualcosa che tutti sanno, fintantoché esiste ripeterà questa menzogna”. Ong W. J., 1982.

Dall’alfabeto greco si passa attraverso i secoli a quello latino, e in entrambe le lingue vengono prodotti migliaia di testi non solo economici e religiosi ma anche filosofici, scientifici, giuridici, fantastici. La modalità della lettura ad alta voce persiste e rende il testo “animato”, cosicché il libro entra, con una sua personalità, in un gioco di relazioni con i suoi lettori, con quanti gli si rivolgono o gli “prestano” la voce. Il motivo del libro “animato” incontra larga fortuna negli autori latini di età imperiale, quando si ha la massima diffusione della lettura.

Frequenti sono i mosaici e gli affreschi di quest’epoca che mostrano il “lettore” con in mano il *rotolo*, cioè il lungo papiro arrotolato sul quale venivano impressi i caratteri, nell’atto di declamarne il contenuto. È chiaro che l’uso del rotolo doveva essere alquanto scomodo sia per il trasporto che per l’uso. A partire dal II secolo d.C. appare il *codice*, un insieme di fogli di pergamena tenuti uniti da un lato. Il rotolo, realizzato da artigiani specialisti, era fatto con il papiro che, essendo prevalentemente importato dall’Egitto, era molto costoso. Il codice, invece, costava di meno perché era fatto di pergamena, che era prodotta con le pelli di animali comuni, quali pecore e mucche, e si poteva preparare ovunque. Inoltre, esso poteva essere scritto su due facce e realizzato anche da artigiani non specializzati.

A questo punto possiamo in qualche modo sostenere che sin dai suoi albori il libro nasce *multimediale*. I diversi media sono stati la voce umana, lo scritto, il gesto, l’atteggiamento del lettore.

Comunque, la lettura, che nel mondo antico si svolgeva per lo più tra giardini e porticati, o addirittura piazze e strade urbane usate come spazi di esposizione per le scritture e come occasioni di lettura, nell’alto Me-

dioevo, in occidente, quasi si rifugiò nel chiuso delle chiese, delle celle, dei refettori, dei chiostri, delle scuole religiose, qualche volta delle corti. Essa, per altro, si limitava di solito alle Sacre Scritture e a testi di edificazione spirituale.

La scrittura rimase però ancora privilegio di pochi, anzi, inoltrandoci nell'alto Medioevo, scopriamo che il suo uso è praticamente ristretto all'ambito delle abbazie, nelle quali una delle principali occupazioni era la copiatura di tutti i testi posseduti. Il tempo e l'uso degli antichi volumi da parte dei lettori, infatti, consumavano lentamente la pergamena sulla quale erano scritte le parole. L'unica maniera per salvare quei libri era quindi quella di produrne nuove copie. È in questa epoca, la tarda antichità, che si hanno i primi esempi di lettura non più ad alta voce ma silenziosa o al più mormorata. Grande è lo scandalo di Agostino (354-430)⁷ che scopre Ambrogio (339-397)⁸ leggere silenziosamente. Per altro la necessità di pregare e meditare tutti insieme nei grandi conventi impose la necessità di leggere in silenzio.

Ogni abbazia, a partire dal IX o X secolo d.C., possedeva uno *scriptorium* in cui i manoscritti venivano copiati, decorati e rilegati. Con il copista collaborava il miniaturista, che arricchiva l'opera scritta con immagini, decorazioni floreali, scene di vita di santi o di battaglie.

⁷ Nato nel 354 si convertì al Cristianesimo per opera di S. Ambrogio, dal quale fu battezzato nel 387, abbandonando il manicheismo. Tra il 397 e il 401 scrisse le famose "Confessioni" (13 libri) in cui le considerazioni filosofiche sulla memoria e sul tempo si intersecano con il tema dell'interiorità e con le lodi a Dio.

⁸ Nato a Treviri nel 339 ca. fu acclamato vescovo di Milano nel 369. Unificò la liturgia, di qui il rito ambrosiano. Combatté l'arianesimo, fondò molti monasteri femminili, scrisse commenti alla Bibbia, orazioni funebri e compose molti inni liturgici.

La lingua non era più solo quella latina: cominciavano ad essere usate anche le cosiddette lingue volgari, le lingue utilizzate dal *vulgus* (cioè dal popolo minuto) e soprattutto dalla nascente piccola e media borghesia. Rimaneva comunque arduo alla maggior parte della popolazione accedere alla lettura dei testi sia per la scarsa alfabetizzazione che per la difficoltà di consultarli. Fanno eccezione a questa situazione gli Ebrei, che per motivi religiosi erano educati sin dall'infanzia a leggere i testi sacri scritti in ebraico. Questa loro capacità spesso veniva addirittura adoperata per accusarli di pratiche magiche e quindi per perseguitarli.

Intorno al XII-XIII secolo illuminati signori raccolsero presso le loro corti eruditi e scriba, e permisero la nascita delle università, cioè di luoghi laici in cui si faceva istituzionalmente cultura. Man mano che aumentavano i lettori cresceva la necessità di avere più copie degli stessi testi. Si diffuse quindi il mestiere del copista, esercitato per altro anche da eruditi quali il Petrarca. Essi si raccolsero in botteghe dove riproducevano testi su commissione. La vita dei copisti era piuttosto austera. Ad essi, secondo quanto raccontato dallo storico della stampa John Dreyfus, veniva raccomandato, al fine di avere sempre una mano sicura e di non commettere errori, di evitare i lavori pesanti, gli eccessi di vino e di cibo e i frequenti rapporti con le donne!

La stampa

Nel 1450 appare finalmente un primo testo, una "Bibbia latina", in minima parte manoscritta e per la rimanente parte impressa mediante un processo meccanizzato. L'autore del miracolo è Johannes Gensfleisch, detto

Gutenberg (1397-1468)⁹. Una serie di intuizioni, dall'uso della carta, già inventata dai cinesi nel II secolo d.C., a quello dei caratteri mobili, che permetteva ad una sola macchina di imprimere non solo molte copie rapidamente ma anche copie di testi diversi, sconvolgono il mondo della cultura e della conoscenza.

Prima di Gutenberg leggere un libro voleva dire possederlo, tanto che il suo possesso¹⁰ poteva condurre ad acquisire notorietà e potere nel mondo dei dotti, o a nascondere il prezioso gioiello e perfino a manipolarlo. Non è raro che tra gli intellettuali fosse diffusa una sorta di gelosa avarizia, che li spingeva a godere da soli e per sempre del privilegio di consultare un testo ad altri sconosciuto o interdetto.

Ci vollero però ancora circa 100 anni perché il processo di stampa si industrializzasse e producesse il libro nell'accezione attuale, oggetto non più riservato ad una ristretta elite ma accessibile ad un numero sempre maggiore di persone. La trasformazione non fu ovviamente senza conseguenze. Verso la seconda metà del XVI secolo, quando la Controriforma e l'Inquisizione presero il sopravvento e perseguirono le nuove idee, molte pubblicazioni vennero proibite o distrutte, a riprova che il potere aveva ben compreso l'importanza e soprattutto la pericolosità della stampa. Il 3 agosto 1546 venne bruciato in place Maubert, insieme ai suoi libri lo stampatore lionese Etienne Dolet, reo di aver pubblicato opere di contenuto religioso non ortodosso, e in particolare l'*Enchiri-*

⁹ Bechter G., 1992.

¹⁰ Si ricordi il dramma intessuto sul secondo libro della Poetica di Aristotele ne "Il Nome della Rosa" di Umberto Eco (Eco U., 1980).

dion militis christiani di Erasmo da Rotterdam, in odore di eresia¹¹.

All'inizio del Seicento compaiono i primi periodici in Germania e nei Paesi Bassi (non dimentichiamo che l'Olanda protesse molti autori di opere proibite dall'Inquisizione, permettendone anche la stampa). Il 30 Maggio 1631 appare in Francia il primo giornale, "*La Gazette*" ad opera di Théophraste Renadout. Durante la Rivoluzione Francese, nell'agosto del 1789, con l'articolo 19 della Dichiarazione dei diritti dell'uomo viene garantita la libertà di stampa¹². Nel 1783 Didot introduce la pressa mentre, circa sessanta anni dopo, nel 1847, viene inventata la linotype, che permette di stampare dai 6000 ai 9000 caratteri l'ora contro i 1200-1500 precedenti. Questo fa sì che si possano meglio e più ampiamente diffondere i giornali, e dunque che l'informazione possa essere tra-

¹¹ Per avere notizie su Etienne Dolet mi sono rivolto ad un amico teologo e filosofo, studioso tra i più preparati, Leen Spruit, che mi ha fatto avere le note che riporto di seguito. Un episodio curioso si accompagna alla trasmissione di questi dati. Essi mi sono stati forniti su un file su un dischetto. Sono riuscito a leggere a video il file ma non c'è stato verso di stamparlo. Eppure un po' di pratica con i calcolatori io la posseggo! Misteri dei bit o potenza della Santa Inquisizione?

Etienne Dolet (1509-1546) editore e scrittore. Autore sicuro di *Cato Christianus*, Lyon 1538; *Fata regis*, Lyon 1539; *Commentarium Linguae Latinae*, Venezia (1549, condannato a Parma 1580); *Exhortation à la lecture de la Sainte Escripiture* (1544); *Brief discours de la Republique Francaise*. Editore di: Martin Bucer, Lefèvre d'Étaples, Victor Brodeau (segretario di Margherita di Navarra; Erasmo (tra l'altro: *Le chevalier chrestien*, circa 1543; *Le vray moyen de bien et catholiquement se confesser* (... 1542); *Nouveau Testament*

¹² Sullo sviluppo della stampa e il suo rapporto con gli aspetti sociali, culturali e politici nel XV e XVI secolo è di grande interesse il libro di Eisenstein E. L., 1995.

smessa tra strati di popolazione sempre più ampi, sia per aggiornarla sia, volendo, per condizionarla.

Sorge a questo punto il problema dell'accesso ai mezzi di informazione, non sempre disponibile a tutti poiché stampare costa, e spesso chi si oppone al potere, in rappresentanza di una qualche minoranza, non ha mezzi economici sufficienti per farlo. Il dibattito sulla stampa libera e non condizionata è ancora oggi aperto, ed essa può essere vista come un nuovo potere, il Quarto Potere, in grado a volte di condizionare i precedenti tre: il legislativo, l'esecutivo, il giudiziario.

La video scrittura

Arriviamo finalmente ai nostri giorni. Il cinema, la radio e poi soprattutto la televisione diventano negli anni '60 e '70 potenti strumenti di diffusione dell'informazione. Una delle maggiori differenze tra questi sistemi e la stampa è il sostrato per la diffusione dell'informazione. L'oggetto stampato, sia esso un libro o un giornale, ha bisogno di un supporto fisico, di una struttura fatta di atomi, come dice Negroponte¹³, per essere realizzato. Lo stesso vale pressappoco per il cinema, che necessita della celluloide, mentre per la radio e la televisione le cose cambiano notevolmente. In questo caso, infatti, la diffusione dell'informazione non avviene più su un supporto materiale palpabile, ma attraverso onde radio, un mezzo che sicuramente non si vede e non si tocca con mano, ma che è ancora un supporto fisico!

Il vantaggio di questi nuovi sistemi è la capillarità con la quale possono raggiungere ciascuno di noi, anche

se delle informazioni che essi trasmettono, in genere, non resta traccia, fatto salva una loro registrazione su nastro magnetico. Al contrario, l'informazione stampata si concretizza su un supporto materiale, la carta, e rimane immutabile nel tempo, a meno di non distruggere il supporto fisico su cui è impressa.

Negli ultimi decenni i problemi connessi a questi nuovi mezzi di diffusione dell'informazione sono stati dibattuti, discussi, analizzati da tanti punti di vista diversi, e non ci azzarderemo ad entrare qui nel merito della questione: se, ad esempio, questi strumenti hanno aumentato o diminuito la libertà dei popoli, la loro cultura, il loro progresso. Probabilmente essi hanno avuto entrambi gli effetti e, anche se con qualche eccezione, bisogna dire che i timori "orwelliani"¹⁴ di un Grande Fratello comunicatore si sono mostrati, alquanto infondati, almeno nei termini descritti da Orwell, anche se spesso di certi condizionamenti ce ne accorgiamo solo a posteriori.

Sul finire degli anni '40 viene introdotto un altro strumento che influenzerà grandemente i sistemi di comunicazione: il calcolatore. Inizialmente esso sembra destinato ad operare sui dati più che sulle informazioni¹⁵. Infatti con il calcolatore si risolvono equazioni, si gesti-

¹⁴ George Orwell, pseudonimo di Eric Blair (1903-1950) si scagliò con i suoi scritti contro ogni forma di dittatura e ipotizzò con il suo "1984", scritto nel 1949, una società priva di qualunque spirito libertario, sedotta e subornata dal "Grande Fratello" metafora dei grandi sistemi di comunicazione di massa.

¹⁵ Con il termine *dato* si intende in genere un insieme di numeri, di dimensioni, di oggetti, sui quali si applicano operazioni elementari quali ad esempio quelle aritmetiche (somma, prodotto, ...) o quelle logiche (congiunzione, disgiunzione, ...) o insiemistiche (inclusione, equivalenza, ...). Le *informazioni*, invece, servono a qualificare i dati, attribuiscono ad essi un significato per cui l'utente li può usare.

¹³ Negroponte, N., 1995.

scono contabilità, si costruiscono archivi di grandi dimensioni ma non si produce informazione. Ma già nel 1950 Alan Turing si poneva una questione che all'epoca poteva sembrare fantascientifica e tale può sembrare ancora oggi: le macchine possono pensare? La questione veniva posta da Turing¹⁶ sulla base del riconoscimento che la nuova macchina, il calcolatore, diversamente dalle altre, poteva, in una qualche misura, operare autonomamente, mostrando "comportamenti che se osservati in un essere umano ci suggeriscono di dire che esso è intelligente!". Questa ipotesi, o se vogliamo questa suggestiva considerazione, dipende crucialmente dal fatto che, oltre a trattare numeri un calcolatore può trattare simboli, e inoltre, a seconda della natura del simbolo può effettuare inferenze. Turing pose la questione "le macchine possono pensare?" solo per scartarla immediatamente, dato che, non essendo ben chiaro cosa significhi nel caso di un uomo "pensare", sarebbe ancora più difficile definirlo nel caso di una macchina. La sua domanda provocatoria voleva solo invitare a ragionare attorno alla questione di come costruire macchine il cui comportamento fosse il più possibile vicino a quello dell'uomo.

Nell'ultimo capitolo vedremo se e come le metodologie e le tecniche che scaturiscono da questi studi, detti di Intelligenza Artificiale, possono essere utili ai fini del nostro discorso. Ci limitiamo a sottolineare per ora come sin dalla nascita del calcolatore vi fosse qualcuno che aveva intuito che trattare i simboli, gli elementi che sono cioè alla base della scrittura, poteva portare molto lontano uno strumento che, nato per fini bellici¹⁷, sembrava

¹⁶ Turing A., 1950. Trad. in Somenzi V. et al., 1994.

¹⁷ La nascita dei calcolatori elettronici si fa risalire alla seconda guerra mondiale quando grande era il bisogno di calcolare

destinato ad essere usato solo da scienziati, militari o ragionieri.

Già negli anni '60 vengono introdotti i cosiddetti *editori*, sistemi in grado, attraverso un monitor, di mostrare uno scritto e, attraverso una tastiera, di modificare in maniera veloce e semplice il testo presente sul video. Tali sistemi, migliorati e resi estremamente "amichevoli" mediante l'uso del *mouse* e di altre piccole diavolerie *hardware* o *software*¹⁸, sono oggi disponibili su ogni personal computer alla portata di tutti.

Ma quali sono i risvolti che la video-scrittura ha introdotto ai fini della diffusione dell'informazione e della conoscenza? Per rispondere al quesito e comprendere i vantaggi che comporta la video-scrittura è sufficiente sottoporsi al seguente esercizio: si scriva una paginetta su un argomento qualunque, ad esempio sul problema di scrivere una paginetta, senza mai commettere un errore, senza costruire una scaletta, senza mai ripensare a quanto scritto due righe prima e essere quindi costretti a rivedere, cancellare e così via. Chi è capace di fare questo sempre bene, può fare a meno di acquistare un calcolatore con un *software* di *word processing* o editore di testi. Per tutti gli altri non c'è rimedio più pratico: o si usa

rapidamente e correttamente le parabole di lancio dei proiettili e razzi sparati contro il nemico. Molti sono i testi di storia dei calcolatori fra essi ricordiamo: Bashe C.J. et al., 1986; Hodges A., 1983; Slater R., 1987.

¹⁸ Si intende con *hardware* la parte elettronico/meccanica che costituisce il calcolatore, mentre con *software* si intendono le istruzioni che introdotte nella macchina le permettono di operare. Il *mouse* è un sistema di puntamento che collega un oggetto mobile (il *mouse*) sul piano della scrivania con il cursore che scorre sul video. Allo spostarsi del *mouse* sul tavolo corrisponde uno spostamento del cursore sul video.

molta carta riscrivendo più volte il testo, o si usa la gomma per cancellare, con il rischio di arrivare comunque a bucare la carta, o ancora si produce un brogliaccio in cui cancellature, riscritture, frecce e richiami renderanno il testo pressoché incomprensibile.

Un software di word processing è un sistema che permette di passare dalla parola pensata a quella scritta, senza preoccuparsi dello spazio fisico occupato, senza incontrare difficoltà nell'inserire nuovi elementi in frasi appena scritte, nel cancellare parti superflue o spostarle in posizioni più adeguate. Ecco, per quanti scrivono, dal giornalista al ricercatore, al romanziere, dal dirigente alla sua segretaria, uno strumento che permette di dedicare il meglio delle proprie energie mentali al contenuto piuttosto che alla forma grafica, dato che a quest'ultima ci pensa la macchina.

Va fatta però una considerazione. Fino all'avvento della video-scrittura i caratteri che venivano scritti con la penna, la macchina da scrivere o quant'altro erano fatti di materia, erano segni impressi con qualche sistema su un supporto fisico, in genere la carta. Con la video-scrittura, secondo Negroponte¹⁹, passiamo dagli atomi, che costituiscono la carta e l'inchiostro, ai bit, gli elementi con i quali i calcolatori rappresentano il mondo. Il bit c'è sempre, lo scritto no. Esso c'è se e solo se c'è anche il software che permette di tradurre il bit in caratteri, parole, disegni e così via.

In verità, contrariamente a quanto sostiene Negroponte, la differenza non consiste nella presenza o assenza di materia, dal momento che i bit in fondo sono elettroni e quindi sempre materia, ma nel fatto che la scrittura su

¹⁹ Negroponte N., *op. cit.*

carta, una volta impressa, resta immutata nel tempo e non esistono comodi artifici per modificarla. Per la video-scrittura è sufficiente cambiare il software interpretativo dei bit e il risultato cambia radicalmente.

Normalmente uno scritto, una volta impresso su un foglio di carta, vi resta fintanto che non si distrugge o non si cancella il suo supporto. Nel mondo dei bit uno scritto c'è se e solo se c'è anche il software che gli dà vita e la macchina che permette al software di operare. Spengo la macchina e via, lo scritto non c'è più, e può non esserci più in assoluto, in quanto quello stesso insieme di bit che lo rappresenta, se viene interpretato da un altro software, può diventare una cosa qualsiasi: caratteri senza senso, grafici incomprensibili, suoni di protesta della macchina.

Ad esempio, la sequenza di bit 00010101 può rappresentare la lettera U se interpretata da un software di word processing, la nota DO se interpretata da un software che produce musica, il color MAGENTA se interpretata da un software per il trattamento di immagini.

In *Writing Space*, Bolter²⁰ dice

“Il testo elettronico è il primo testo in cui gli elementi di significato, di struttura e di visualizzazione sono fondamentalmente instabili. A differenza della stampa, o del codice medievale, il calcolatore non richiede che alcun aspetto della scrittura sia determinato in anticipo per l'intera vita di un testo. Questa instabilità è insita in una tecnologia che registra l'informazione raccogliendo evanescenti elettroni per frazioni di secondo in minuscoli frammenti di silicio e di metallo. Nel mondo del calcolatore, tutte le informazioni e tutti i dati costituiscono una sorta di movimento

²⁰ Bolter J.D., 1990.

controllato, e così l'inclinazione naturale della scrittura informatica è il cambiamento”.

Quindi attenzione: la video-scrittura è bella, ma rispetto alla scrittura è un'altra cosa! Facendo un paragone forse un po' azzardato possiamo dire che la video-scrittura rappresenta un salto di qualità della stessa importanza di quello introdotto dalla linotype nel 1847. Rende ancor più veloce il processo di scrittura, questa volta, però, non solo al livello della stampa, ma al livello della elaborazione del testo, nel momento, cioè, in cui il testo viene pensato.

Capitolo 2

L'ipertesto: lettura e scrittura

Potreste pensare che le parole capiscano quello che dicono ma se chiedi loro qualcuno dei concetti che hanno espresso, con l'intenzione di comprenderlo, esse danno una sola risposta e sempre la stessa ¹.

PLATONE

Il testo

Uno dei sogni più antichi dell'uomo è l'onniscienza: sapere tutto di tutto, essere in grado di disquisire di filosofia come di medicina, d'arte come di tecnologia, insegnando e diffondendo la propria conoscenza, ma trattendone sempre per sé almeno un piccolo granello che garantisca una qualche supremazia.

Dai grandi sacerdoti dell'antichità ai multiformi ingegni rinascimentali, dai padri della Chiesa agli scienziati moderni, tutti hanno cercato di possedere la fonte di tutta la conoscenza. Una fonte a lungo identificata nel libro. Un oggetto, il libro, la cui evoluzione, seppure solo accennata nel capitolo precedente, lascia intravedere quali e quante influenze esso ha avuto sulla storia dell'uomo. Se l'aramaico, l'ebraico, il greco, l'arabo non si fossero trasformate da lingue parlate in lingue scritte, oggi forse non

¹ Platone, 1998.

avremmo la Bibbia, il Talmud, il Corano, testi sui quali sono state fondate intere civiltà, dai quali sono scaturite leggi e con i quali sono stati governati popoli. Dunque,

“il testo scritto è la testimonianza stabile del pensiero e per raggiungere questa stabilità il testo dovette essere basato su un mezzo materiale: argilla, papiro o carta; tavoletta, rotolo o libro. Ma il testo è più della mera ombra o traccia di un pensiero già formato; in una cultura, che abbia raggiunto un carattere letterario, le strutture testuali che si sono evolute nei secoli determinano il pensiero quasi con la stessa forza della struttura primaria che dà forma ad ogni espressione, la lingua. Fin quando il testo è stato associato ad un elemento fisico, lettori e scrittori hanno dato per scontati tre attributi cruciali: che il testo fosse lineare, delimitato, fisso. Generazioni di studiosi e autori hanno interiorizzato queste qualità come regole del pensiero ed esse hanno avuto conseguenze sociali pervasive”².

Purtroppo non tutto quello che si vorrebbe dire si riesce a esprimere con il libro. La sua struttura, il suo carattere sequenziale, il limite imposto al numero di possibili note interpretative ed esplicative, che ne dovrebbero chiarire e illustrare il contenuto, sono ben noti. E l'esigenza di superare il limite dettato dalla sequenzialità la troviamo già agli albori del libro, quando, verso la metà del 1400, il cronista Jean Froissart³ (fig. 2.1) sente il bisogno di arricchire il suo testo manoscritto non solo con

² Delany P. et al., 1991.

³ È possibile ammirare le “Cronache” di Froissart nel magnifico museo Plantin-Moretus di Anversa che ha sede nell'antica dimora di uno straordinario stampatore, Cristofaro Plantin (1520-1583).



Fig. 2.1. Manoscritto del chierico francese Jean Froissart

le immagini delle gloriose battaglie che i suoi signori combattevano, ma anche con l'immagine di sé stesso intento a scrivere il testo in questione.

Una informazione che a prima vista non ha nulla a che vedere con il contenuto del testo, ma che ciononostante è ritenuta dall'autore importante al punto da inserirla in esso. Una orazione di Cicerone, accompagnata da gesti, sguardi, esposizione di prove ed altro ancora, di sicuro sarebbe molto più efficace della sua rappresentazione testuale. Di questa possiamo apprezzare la purezza dello stile e la sottigliezza del ragionamento giuridico, ma essa poco ci trasmette della passione e dell'abilità dell'oratore.

Un discorso può momentaneamente infiammare una piazza con migliaia di persone e provocare moti popolari; che possono per altro essere sedati da adeguate forze dell'ordine; un libro, invece, può essere letto, analizzato, direi quasi metabolizzato e quindi fatto proprio da milioni di persone che ben difficilmente si lasciano poi sopraffare da forze di polizia o di repressione, e che spesso riescono a rovesciare democrazie o dittature. In altre parole, fissare in maniera permanente le idee dà ad esse forza e capacità di penetrazione ben superiori della loro semplice trasmissione verbale.

Riconosciamo dunque almeno due forme importanti di comunicazione che permettono all'uomo di trasmettere il sapere e la conoscenza: la parola detta, accompagnata eventualmente dal gesto, e il libro, a volte illustrato con immagini.

La parola è spesso condizionata dal gesto, dal contesto in cui viene pronunciata, dalla possibilità di divagare, di lasciare un periodo in sospenso senza più ritornarvi, di accompagnarla con lacrime o sorrisi. Tutto ciò con il libro non è possibile. La sua struttura costituisce la camicia di forza del parlato, impone regole e forme di espressione senza le quali, a causa dell'assenza degli altri strumenti espressivi che ha la parola, il suo contenuto diventa incomprensibile. In compenso, il libro rende possibile la riflessione, la rilettura, la comprensione e l'interpretazione più profonda, e per questo motivo può lasciare una traccia più forte di quanto non faccia un bel discorso.

Fino agli inizi degli anni '60 il libro era lo strumento principale di diffusione delle conoscenze. Coloro che erano alfabetizzati dedicavano molto del loro tempo alla lettura di testi o giornali. Poi venne la televisione. Inizialmente questa poteva sembrare solo uno strumento di

appoggio al testo, in quanto le notizie erano praticamente lette dai giornali e molti spettacoli erano la riduzione teatrale o cinematografica di famosi racconti o romanzi.

Pian piano, invece, la parola ha avuto di nuovo il sopravvento sullo scritto. Essa può rivolgersi sia al colto che all'analfabeta, ma ora non è più tanto importante *quello* che si dice ma *come* lo si dice. Spesso non è la profondità del pensiero espresso verbalmente quello che conta ma l'urlo con cui lo stesso pensiero, se pensiero è, viene accompagnato. Si noti che questo effetto non si era verificato, nella stessa misura, con l'avvento della radio. In questo caso, infatti, anche se era la parola lo strumento di comunicazione, essa non poteva essere accompagnata dal gesto o dall'espressione del viso, anzi, tutto questo era lasciato all'immaginazione dell'ascoltatore. Costui era in qualche modo libero di arricchire con l'immaginazione quanto ascoltava, poteva collocarlo in un certo contesto piuttosto che in un altro, dando forma a persone e cose che gli venivano descritte solo verbalmente.

Il processo tecnologico ha sempre giocato un ruolo fondamentale nella storia dell'umanità. Nulla è mai riuscito a fermarlo: né la Santa Inquisizione che, vedendo diminuire il proprio dominio sulla scrittura, prevalentemente sviluppata nelle abbazie, bruciava i libri stampati grazie all'invenzione di Gutenberg, né le censure sulle trasmissioni radio nei periodi bellici, né la demonizzazione che spesso si fa della televisione. E dunque, probabilmente, nemmeno la comunicazione ipermediale via rete, una delle ultime innovazioni fornite dalla scienza dei calcolatori, sarà fermata.

Questa ultima invenzione che permette, utilizzando la rete telefonica, il collegamento tra tutti coloro che posseggono un calcolatore debitamente attrezzato, contiene

dentro di sé uno strumento, l'ipertesto, che permette, come vedremo, di associare i vantaggi della parola a quelli della scrittura, eliminando molti dei rispettivi svantaggi.

L'ipertesto

Ma cosa è un ipertesto? Daremo una definizione tecnica di ipertesto più avanti. Qui cercheremo invece di dare un'idea qualitativa dei principi su cui sono fondati gli ipertesti e degli obiettivi che si propongono.

Immaginiamo di essere al nostro tavolo da lavoro e che su esso sia posato un testo. Nel leggere questo testo possono sorgere mille curiosità: quali autori parlano dell'argomento, dove si trova geograficamente una certa città, chi è l'autore citato, cosa ha scritto, qual è il suo pensiero su un certo argomento, quali altri autori hanno fatto ricorso alla stessa fonte bibliografica, come era fatta quella città nel '500 e così via. Man mano che sorgono queste curiosità o questi interessi ecco che, con l'ipertesto, possiamo vedere magicamente apparire sulla nostra scrivania, a nostra richiesta, i libri citati, le immagini desiderate, le citazioni riportate, e noi li a saltellare dall'una all'altra, a divagare cambiando percorso di lettura, abbandonando quasi il nostro testo di partenza e addirittura, se l'argomento ci sta a cuore, prendendo "appunti" dei vari "pezzi" di conoscenze mostrate sul video semplicemente indicandole con un dito (o *mouse* che dir si voglia). E allora, colui che ha scritto il libro, che inizialmente ci ha indirizzato su una certa strada, comincia quasi a svanire dall'orizzonte, diventa come il buon padre che una volta indicata al figlio la via da seguire lo lascia al suo destino. E noi ci avviamo lungo percorsi che forse nessuno ha mai esplorato prima e ci costruiamo il

testo, via via che navighiamo lungo fiumi o rivoli di conoscenza.

Questa nuova maniera di leggere-scrivere è l'ipertesto. Esso ha abbandonato la sequenzialità del libro e ha introdotto una diversa contestualizzazione della parola, permettendo di vedere o ascoltare quanto al libro è collegato, concedendo la divagazione fino al punto di lasciare, se vogliamo, il discorso in sospeso, anche per sempre, ma fornendo per altro la facoltà di fermarci, riflettere, dire la nostra. Da libro si è fatto parola, pur restando libro.

A questo punto può essere naturale chiedersi quale sia, in un contesto tanto cambiato, la differenza tra lo scrittore e il lettore. Fino all'avvento dell'ipertesto lo scrittore era colui che esprimeva per iscritto una serie di idee, conoscenze, considerazioni su fatti reali o immaginari, e il suo prodotto, il libro, diveniva vitale non quando esso era materialmente stampato e reso disponibile, ma quando almeno un primo lettore lo aveva letto, condividendone il contenuto o rigettandolo, ricavandone piacere o disgusto, reagendo comunque ad esso. Quindi, l'autore esisteva se e solo se esisteva il lettore⁴. D'altro canto vi è chi sostiene che il lettore, anche se risulta indispensabile alla vita del libro, è comunque un soggetto passivo rispetto ad esso. Egli è come il catalizzatore di una reazione chimica la cui assenza impedisce la combinazione dei vari componenti, ma la cui presenza non assume alcun ruolo attivo. Per secoli la distinzione autore-lettore è sempre stata vera e, come dice Ong⁵, il lettore non ha mai potuto interagire con l'autore né modificare il contenuto del suo libro.

⁴ Su questo tema vedi: Eco U., 1994; Calvino I., 1988.

⁵ Ong W.J., *op. cit.*

Il libro spesso condiziona il lettore al punto da farlo immedesimare, nella storia che racconta fino al coinvolgimento totale, e questa, come sostiene Ricciardi ⁶, è la posizione di

“chi proclama l’eternità della scrittura e la sua funzione salvifica rispetto all’esperienza, come avviene nella Recherche du temps perdu di Proust”⁷

oppure è dal lettore ritenuto solo un elemento aggiuntivo ma non significativo della propria realtà, potendo esso richiamare voci e suoni, cioè

“immaginando la letteratura come un universo così plastico, così plasmabile da essere riscritto attraverso una fusione inedita con la sfera dell’oralità e del linguaggio naturale, come avviene nell’Ulisse di Joyce⁸. Per Proust la scrittura letteraria salva nella memoria un simulacro di realtà; per Joyce invece si piega all’oralità e afferra il presente”⁹.

Oggi con l’ipertesto cambia tutto. In primo luogo il sostrato fisico della scrittura non è più una materia inerte, come la carta o il papiro, ma è un flusso di elettroni prodotto temporaneamente da una macchina, secondo le istruzioni provenienti da un software che gli attribuisce una forma alla quale è collegato un significato. Tutto quello che l’autore ha prodotto è ora modificabile, non essendo più riportato su un foglio di carta in maniera indelebile, ma su un video, dal quale può scomparire al premere di un tasto. Lo scritto, parto intellettuale dell’au-

⁶ Ricciardi M., 1995.

⁷ Proust M., 1978.

⁸ Joyce J., 1960.

⁹ Ricciardi M., 1995.

tore, può così divenire un oggetto del tutto diverso e nuovo. Esso ha sì l’impronta di chi gli ha dato i natali, ma può essere modificato da chi lo alleva e interpreta, cioè il lettore. Il lettore, dunque, fuoriesce dalla sua passività, diventa, quando vuole, coautore, e probabilmente è spinto, avendo uno strumento che glielo permette, ad approfondire il lavoro dell’autore, facendo così in qualche modo il gioco di quest’ultimo.

Ogni libro, in quanto mondo chiuso, contiene in sé una sua verità, anche se in esso a volte vengono sostenute tesi false o improprie. Fin quando il libro è scritto su un supporto fisico quale la carta, ogni contestazione rimane nel ristrettissimo cerchio di chi la propone, e la sua diffusione comunque non può accompagnarsi al testo, visto che questo ora esiste ed è immutabile. Quando invece il libro è scritto come un ipertesto ed è immesso su una rete telematica, ecco che chiunque può collegarlo ad altri testi che lo smentiscono o lo contraddicono, permettendo al lettore di orientarsi meglio su tesi controverse o innovative. Lo stesso libro che state leggendo potrebbe essere messo in rete sotto forma ipertestuale e quindi subire analoga sorte.

Dunque, se l’invenzione della stampa strappò dalle mani di pochi privilegiati il potere della conoscenza rendendo riproducibili i testi in tante copie, con il risultato che la conoscenza stessa veniva diffusa passando dall’abbazia o dall’università alla maggioranza dei cittadini, ora anche un’altra nicchia di potere, costituita da chi scrive e affida al libro la propria opinione, viene erosa dalla possibilità, condivisa da chiunque, sia di modificare direttamente quella opinione, sia di accedere facilmente ad altre opinioni che con questa possano collidere, scegliendo infine quella che più lo convince.

Come si è giunti a questo punto? Nel 1945 Vannevar Bush, consigliere scientifico del presidente americano Roosevelt, di fronte alle grandi quantità di informazioni disponibili presso gli uffici del più potente paese del mondo, proponeva un sistema, denominato “memex”, in cui si ipotizzava di

*“memorizzare libri, registrazioni e comunicazioni e che è meccanizzato per poter venire consultato velocemente e con estrema flessibilità”*¹⁰.

Così come poco dopo, nel 1950, Turing¹¹ parlava di “pensiero” nelle macchine, Bush proponeva un modello che si rifaceva al meccanismo dell’associazione di idee tanto frequente nel pensiero umano. Evidentemente negli anni ’40 e ’50 l’idea di modellare aspetti della mente umana – vuoi con la simulazione della realtà biologica¹², vuoi con l’emulazione del ragionamento¹³, o ancora con questo modello per l’associazione di idee – era di grande attualità. Ma bisognerà attendere ancora 35-40 anni prima che vengano realizzati dei software che in qualche modo tengano conto delle idee emerse durante e dopo questo periodo.

Bush faceva riferimento alla associazione di idee nei seguenti termini:

“la mente umana non funziona così” ma *“opera per associazioni”*.

La mente umana, cioè, non opera come uno schedario

¹⁰ Bush V., 1945.

¹¹ Turing A., *op. cit.*

¹² Vedi McCulloch e Pitt (1943) con le reti neurali.

¹³ Vedi Turing ed altri con l’Intelligenza Artificiale.

rio con indici e cataloghi ma, una volta afferrato un fatto o un’idea

“salta istantaneamente all’elemento successivo suggerito dalla associazione dei pensieri, in base a un intrico di piste registrate nelle cellule del cervello”.

Qualche notizia tecnica

Vediamo ora cosa si è riusciti a realizzare fino ad oggi delle idee di Bush, e cioè come è fatto attualmente un ipertesto. La base di partenza è tradizionalmente il testo, scritto però su un supporto magnetico leggibile da un calcolatore attraverso un appropriato software. Ogni termine del testo può, in linea del tutto teorica, essere definito un “nodo” dell’ipertesto, un elemento, cioè, al quale è associata nuova informazione, oltre a quella intrinsecamente in esso contenuta. Da questo nodo, volendo, si può migrare verso un altro nodo dello stesso testo o di un altro testo. I collegamenti tra nodo e nodo sono detti *legami* (“links”)¹⁴.

I nodi, che in qualche modo rappresentano i luoghi del testo ai quali è associata una ulteriore informazione, possono far riferimento ad altri testi, immagini, grafici, animazioni, suoni, e comunque a ogni possibile conoscenza che sia in qualche modo in relazione all’idea o al concetto che l’autore in quel momento sta proponendo. Ogni elemento contenuto nel nodo può a sua volta essere un nodo e quindi, mediante i link, è possibile inoltrarsi su percorsi conoscitivi che via via si allontanano dal sentiero principale costituito dal testo di partenza.

¹⁴ Useremo di seguito prevalentemente il termine *link* perché è molto più diffuso del corrispondente *legame*.

Si noti che allorché i nodi fanno riferimento ad altri ipertesti, ad essere potenzialmente esplorate dal lettore non sono più le indicazioni dell'autore di partenza ma quelle dell'autore del nuovo nodo in cui il lettore si è spostato, e così via, con la conseguenza che il percorso finale di lettura non è più determinato dall'autore ma dal lettore che, con le proprie scelte, lo ha per così dire "tracciato".

Un'idea di quanto sopra descritto è data dalla fig. 2.2, in cui i nodi sono indicati con il simbolo ■ mentre i link sono indicati con linee rette. Alcuni link possono essere unidirezionali, altri bidirezionali, come nella figura, per permettere il ritorno ai passi precedenti o al punto di partenza.

È possibile tracciare una tassonomia dei link relativa al ruolo che essi giocano nella struttura dell'ipertesto. In prima approssimazione possiamo distinguere tra link cosiddetti "estensionali", cioè esplicitamente memorizzati, e link "intensionali", ricavabili dal contesto ma non memorizzati esplicitamente.

Tra i link estensionali vanno collocati quei link che, sulla base di una citazione o un riferimento, collegano il nodo di partenza con altri nodi nei quali la citazione è resa esplicita e documentata. Si hanno poi link che vengono utilizzati quando a partire da un nodo si vuol far riferimento ad una intera classe di nodi che godono di una qualche proprietà. Ad esempio, si può avere un nodo che fa riferimento all'insieme di tutti i grafici del testo, in modo che questo sia collegato a tutti i nodi contenenti grafici. Vi sono poi link utilizzati per dare informazioni specifiche, come quando, ad esempio, essendo pervenuti, durante la navigazione, in una qualche parte di un testo, ci indicano di quale testo si tratta, eventualmente dandoci

le sue coordinate bibliografiche. Molte informazioni sono spesso legate tra loro da una relazione di tipo gerarchico-semantica, come quella che intercorre tra individui e concetti che li sussumono. Ad esempio, il mio cane Flick è un'istanza del concetto di cane, che è a sua volta un sotto-concetto di mammifero, che è sotto-concetto di essere vivente e così via.

I link intensionali sono ottenuti invece mediante l'applicazione di un software che, operando sulla struttura dell'ipertesto, può estrarre da questa le informazioni che l'utente richiede. Se ad esempio abbiamo a che fare con una raccolta di documenti, può essere di nostro interesse accedere a uno qualunque di questi, citandone direttamente il nome. Un opportuno software di "information retrieval" (per la ricerca di informazioni), che opera sulle liste dei nomi dei nodi, può risolvere questo problema. Quando i dati sono accorpati in maniera organizzata, come nel caso delle banche dati, allora è possibile accedere ad essi utilizzando diversi algoritmi di ricerca che permettono, ad esempio, l'individuazione delle diverse accezioni di uno stesso termine o la lista degli oggetti che soddisfano certe proprietà. In questi casi i link non fanno riferimento ai singoli elementi ma a parti della struttura dati nelle quali si prevede che si trovino le risposte cercate.

Un problema più complesso sorge quando si vogliono ottenere da un insieme di documenti quelli che hanno una forma particolare, ad esempio le successive versioni di una certa lettera. Infine, può essere addirittura avanzata una richiesta condizionata da una serie di vincoli logici di inclusione o esclusione di alcune caratteristiche. A richieste di questo genere è possibile dare una risposta solo mediante algoritmi di ricerca molto raffinati.

I modelli dell'autore e del lettore

Come si può ancora notare dalla fig. 2.2, l'ipertesto è costituito da una rete di testi, di grafici e di informazioni di vario genere, che poco hanno a che vedere con i contenuti, i modi di costruzione e di fruizione di un libro. Appaiono sulla scena nuove tipologie di lettore e di autore. Quest'ultimo, quando produce un testo tradizionale, lo fa sulla base di una serie di idee, pezzi di conoscenze, informazioni varie che in maniera più o meno caotica gli affollano la mente costituendo una sorta di rete di concetti. Tuttavia, a causa della linearità e sequenzialità del testo, egli è costretto a ordinare e linearizzare questo materiale. Quando dobbiamo scrivere un documento, in generale, prima sviluppiamo una bozza di idea, quindi organizziamo e mettiamo su carta i nostri pensieri, rive-

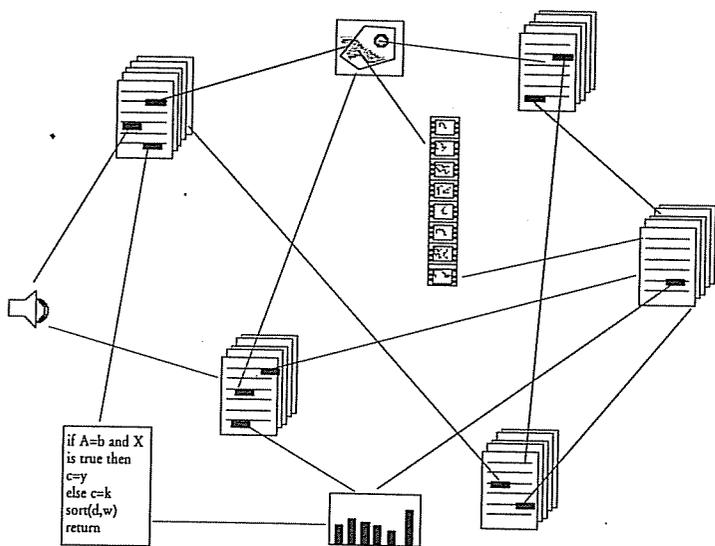


Fig. 2.2. Esempio schematico di rete ipertestuale

diamo lo scritto, lo riorganizziamo e ripetiamo il ciclo tante volte finché non riteniamo di aver prodotto un documento coerente e corrispondente alle nostre esigenze.

Quando invece leggiamo un testo, spesso andiamo avanti e indietro per rivedere o reinterpretare un certo paragrafo o una certa parola o per chiarirci quanto precedentemente letto. A volte consultiamo addirittura altri libri, prendiamo appunti e così via.

La scrittura di un testo è di solito condizionata dall'obiettivo che l'autore si pone e dal pubblico al quale egli intende rivolgersi. Ad esempio, se avessi dovuto scrivere un libro sugli ipertesti diretto a informatici, avrei scelto dei contenuti e uno stile espositivo diversi da quelli che ho scelto nello scrivere un libro come questo, diretto a un pubblico più vasto.

In genere, una volta stabilito, più o meno consapevolmente, l'obiettivo e il potenziale tipo di lettori, l'autore cerca di mettere insieme, sotto forma di scalette o di appunti, sia le idee e le conoscenze che egli ha sull'argomento sia le fonti bibliografiche da cui spera di ricavare ulteriori informazioni.

Quando questo materiale è più o meno disponibile e, almeno in prima approssimazione, egli sa quali saranno i contenuti del suo testo, allora comincia a porre sotto forma organizzata tutte le sue note, appunti e scalette, individuando quella che sarà pressapoco la struttura finale del testo. Questa fase assomiglia a quella in cui il progettista di un manufatto edilizio, dopo aver stabilito la destinazione d'uso, le dimensioni, gli stili architettonici da adoperare, stende un progetto di massima mediante il quale traccia un primo schizzo del suo edificio. L'autore transita pertanto attraverso un fase di astrazione nella quale, stabiliti i cardini attorno ai quali ruota l'opera, in-

dividua nessi e relazioni tra di essi, fa confronti, bilancia e proporziona i capitoli, le sezioni, i paragrafi.

Ultimo, ma non definitivo passo della scrittura di un testo, è la sua stesura materiale, è il momento della trasformazione di quelle che sono le conoscenze e le idee già note o acquisite per l'occasione in uno scritto lineare, sequenziale, attraverso il quale il disordinato mosaico del sapere disponibile si organizza e prende forma. Il processo non è definitivo in quanto, sia durante la stesura che in fase di rilettura globale, ogni parte può essere rimessa in discussione e quindi tutto il materiale, che da informe e caotico aveva assunto forme e contorni, può ritornare allo stato magmatico: di nuovo in esso andranno ripescati concetti, informazioni, note che più proficuamente si incastrano nel vecchio puzzle rendendolo se possibile meglio decifrabile. Naturalmente, non tutto il materiale acquisito viene utilizzato, cosicché gli scarti restano per un po' segnati su appunti più o meno volanti, e un po' si insinuano e si depositano nella memoria dell'autore per essere eventualmente ripescati in altra occasione.

Il processo di scrittura può essere dunque interpretato come un processo di aggregazione di pezzi di conoscenze provenienti dalle fonti più diverse, oltre che da noi stessi. Questi atomi o molecole di sapere, raccolti e strutturati secondo logiche legate ai modelli linguistici e letterari di riferimento, nonché alla condizione di linearità e sequenzialità imposta dalla materializzazione del pensiero sulla carta, collassano tra di loro fino a formare il testo.

Il processo di comprensione di una frase in un testo, secondo le definizioni tradizionali della semiotica, si sviluppa su quattro livelli: lessicale, sintattico, semantico e pragmatico. Al livello lessicale il lettore attribuisce ad

ogni sequenza di simboli o parola incontrata un suo valore, cioè una definizione che ad essa può essere collegata. Al livello sintattico è tutta la frase ad essere presa in considerazione, e in essa vengono individuati gli elementi fondamentali come il soggetto, il verbo e così via. Al livello semantico alla frase è attribuito un significato derivante anche dal livello lessicale e dal livello sintattico, mentre infine al livello pragmatico il significato della frase viene contestualizzato al mondo cui fa riferimento e al livello di conoscenze di chi legge, assumendo così il suo senso finale.

Ovviamente, questo processo di comprensione non si svolge nella maniera lineare e sequenziale sopra descritta, ma è una continua sovrapposizione e rielaborazione di ciascun livello, soprattutto quando nella lettura di un testo si passa da una frase all'altra. In pratica il lettore va costruendosi un *modello mentale* del testo, mediante il quale attribuisce un significato sia al tutto che alle singole parti. Questo modello, che si produce e si modifica via via che il testo viene letto, è formato dall'insieme di concetti, idee e conoscenze attribuiti dal lettore all'autore, o che comunque il lettore si forma sulla base della sua cultura e del contesto nel quale si muove. I concetti e le conoscenze si correlano tra di loro, addirittura sovrapponendosi e modificandosi man mano che la lettura prosegue, svincolandosi dalla struttura sequenziale e lineare imposta dallo scritto e disponendosi secondo schemi del tutto non lineari, accessibili da molti punti anche mediante elaborazioni parallele. Ma non è tutto. Questi concetti e conoscenze possono far riferimento ad altre conoscenze, appartenenti al bagaglio culturale del lettore, facendole emergere dal subcosciente mediante processi di associazione di idee, ed assumendo addirittura

tura significati non previsti o non voluti dall'autore del testo¹⁵.

È chiaro quindi che entrambi i modelli, di autore e di lettore, evidenziano l'uno il passaggio da uno stadio non-lineare delle conoscenze ad una loro strutturazione in forma sequenziale, l'altro il passaggio alla destrutturazione di quanto linearmente presentato sotto forma scritta. In questo secondo passo si ha come una esplosione che riduce il testo a brandelli di conoscenza, assemblaggio di concetti e di loro astrazioni fino a che il tutto non viene "assorbito" dal lettore.

Queste considerazioni sono solo uno schizzo estemporaneo di quanto è oggetto sistematico di indagine nell'ambito della psicologia cognitiva. Alcune tracce di questo tipo di ricerche possono essere rinvenute negli articoli di Thuring¹⁶, Smith¹⁷ e Rada¹⁸.

Se queste considerazioni sui modelli di autore e di lettore sono valide, allora risulta chiaro l'interesse che può suscitare un sistema di scrittura non più lineare e sequenziale, ma libera e spaziale, che meglio sembrerebbe interpretare il processo produttivo della scrittura. L'ipertesto appare essere quindi uno strumento ideale per soddisfare tali esigenze. Ovviamente, non ha molto senso riscrivere sotto forma ipertestuale un libro qualunque già scritto secondo i canoni classici. È di grande interesse, in-

¹⁵ Rappresentazioni della conoscenza di questo tipo sono state tentate mediante le reti semantiche e le memorie associative neurali ma, al momento, nessuno di questi modelli riesce a dar conto nella loro complessità dei processi di formazione del pensiero o dell'associazione d'idee. Si veda: Findler N.V., 1979; Kamp Y. et al., 1990.

¹⁶ Thuring M. et al., 1991.

¹⁷ Smith J. B. et al., 1987.

¹⁸ Rada R., 1991.

vece, comprendere quali norme sia opportuno seguire per scrivere nuovi libri in forma ipertestuale, quali regole "sintattico-semantiche" debbano essere adottate per la loro scrittura e conseguentemente per la loro lettura.

Prima di cercare risposte a questi quesiti, cercheremo di individuare quali siano i vincoli, per così dire "grammaticali", che vanno soddisfatti, evidenziando differenze e similitudini tra testo e ipertesto e come dall'uno si possa passare all'altro.

Dal testo all'ipertesto

Vi sono a mio modo di vedere due diverse situazioni in cui va studiato il rapporto tra testo e ipertesto.

Il primo caso è quello in cui si vuole produrre un ipertesto, cioè si vuole scrivere un nuovo testo utilizzando la metodologia ipertestuale. In questo caso, al di là di una serie di suggerimenti che riporteremo in seguito, l'impostazione da seguire è quella di scrivere un testo normale senza buttar via note, appunti, riferimenti bibliografici e testi consultati. Tutto ciò va "agganciato" al testo base e lasciato a testimonianza del lavoro svolto o, se vogliamo, del travaglio dell'autore nello sviluppare il discorso finale.

Il secondo caso è quello in cui si vuole operare su testi già scritti rendendoli ipertestuali. Qui il discorso si fa più difficile. Infatti la scelta dei collegamenti da realizzare non è più affidata all'autore, ma ad un suo interprete o lettore, che decide il da farsi sulla base delle sue conoscenze ed esperienze culturali. Ovviamente i risultati potrebbero non essere soddisfacenti per un altro lettore, il quale potrebbe desiderare qualcosa di più o di diverso. Nel primo caso, infatti, le scelte dell'autore sono in qual-

che maniera insindacabili, dato che è lo scritto nel suo complesso che può essere accettato o meno dal lettore, mentre nel secondo caso travisamenti delle intenzioni dell'autore potrebbero stravolgere il contenuto complessivo del testo.

Oggi si studiano sistemi che permettano al lettore di un ipertesto, oltre che all'autore, di aggiungere nuovi link e nuovi nodi a suo piacimento, cosicché il testo finale può diventare un testo del tutto nuovo e personalizzato. Rimane comunque un problema aperto. Se nel leggere un ipertesto il lettore è interessato ad avere maggiori informazioni su tesi, concetti, situazioni, parole presenti nello scritto ma non collegate con nessun altro nodo, allora la sua esigenza resterà insoddisfatta, e alla fine si potrà dire che un ipertesto non è molto di più di un testo, dato che esso dipende comunque dalla sensibilità, dalla cultura, dalla disponibilità dell'autore a collegarlo con il resto del mondo dei testi.

Riassumiamo rapidamente le caratteristiche e le differenze tra la rappresentazione testuale e quella ipertestuale per tali tipi di scritti.

In primo luogo la forma testuale, anche se corredata da molteplici note, che rimandano anche ad altri testi, ha comunque una capacità limitata dalle dimensioni fisiche della carta stampata, e la ricerca del materiale annotato, pur se ben referenziata, può risultare complessa. In secondo luogo un testo non può essere aggiornato a nostro piacimento, tranne forse che per poche note a margine. Inoltre, la ricerca in un testo è prevalentemente lessicale. L'indice può suggerire salti di argomenti, ma i riferimenti incrociati generalmente sono ridotti al minimo, e il loro numero non può superare certi limiti sempre a causa delle dimensioni fisiche più o meno fisse. Un glossario co-

struito da un autore secondo certi criteri non necessariamente può essere soddisfacente per un lettore che forse preferirebbe altri criteri. Questa stessa informazione, comunque, non può essere riorganizzata secondo criteri diversi, né la sua ricerca, in presenza di grandi quantità di dati, risulta veloce.

Un caso, invece, in cui il passaggio da testo a ipertesto può essere effettuato senza compromettere troppo l'intenzione dell'autore è quello delle enciclopedie, dei manuali e dei dizionari. Trasformare un'enciclopedia in un ipertesto può comportare molti vantaggi. La forma ipertestuale permette innanzitutto una buona capacità di consultazione e il supporto elettronico ne amplifica enormemente le dimensioni. La navigazione attraverso un gran numero di informazioni è molto più agile e veloce, e possono essere selezionati migliaia di riferimenti e parole chiave non vincolati a particolari condizioni di forma ma piuttosto rispondenti a specifiche richieste dell'utente. Inoltre all'utente viene concessa la possibilità di selezionare ed estrarre parti dei testi, in modo che queste concorrano a formare un nuovo testo, o meglio un nuovo ipertesto. Infine, spesso sono disponibili strumenti per fare statistiche sui testi, ordinarne parti secondo specifici criteri e così via.

Fino ad oggi non sono ancora ben consolidati i criteri da seguire nella trasformazione di grandi testi, quali enciclopedie, dizionari e manuali, in ipertesti (Glushko¹⁹, Riner²⁰). Un certo numero di lavori è stato invece pubblicato sulle norme da seguire per la creazione di nuovi piccoli ipertesti. In questo caso, dopo avere identificato i

¹⁹ Glushko R. J., 1989.

²⁰ Riner R., 1991.

documenti o testi che sono suscettibili di miglioramento se posti in forma ipertestuale, essi vengono convertiti in un qualche formato elettronico, e quindi si identificano i nodi significativi e si stabiliscono i link che li collegano.

Un primo importante problema connesso a questa fase è quello della frammentazione. Ci si chiede quanto ampio deve essere il testo al quale si fa riferimento a partire da un nodo attraverso un link. Si cerca cioè di definire quale sia l'unità testuale di riferimento, che non deve essere troppo piccola rispetto alle esigenze di comprensione e neppure troppo grande, poiché in tal caso potrebbe indurre il lettore a divagare allontanandolo troppo dal tema principale. Questo aspetto è per altro connesso anche al problema del tipo di utente che adopererà il testo. Se si prevede di realizzare un'opera indirizzata ad esperti del settore, i link devono essere molto numerosi e occorre scendere molto a fondo nei riferimenti bibliografici o nei collegamenti con aspetti anche marginali. Se invece l'opera è di tipo divulgativo, è opportuno un minor numero di link, che colleghino tra loro i concetti principali in maniera chiara e non equivoca, cosicché il lettore non sia indirizzato verso percorsi la cui lettura, a causa ad esempio di una terminologia molto tecnica, diventa poco comprensibile.

Anche la scelta dell'etichetta del nodo, cioè della parola "calda" ("*hot word*") che deve fare da riferimento, è di grande importanza. Ad esempio, se in un testo di filosofia il nome "Aristotele" è identificato come *hot word*, l'ipotesi è che il lettore possa essere interessato a una sua breve biografia, e non certo alla illustrazione della sua logica o di qualche altra opera, mentre, se ad essere evidenziato è il termine "sillogismo", parola che potrebbe essere del tutto nuova per il lettore, ci si aspetta di poter trovare

una spiegazione del termine, un'esemplificazione del sillogismo aristotelico e delle sue tipologie principali, con eventuali riferimenti ai successivi sviluppi della logica, e solo un cenno alla vita dell'autore.

Anche la forma di presentazione e di ricerca delle informazioni assume una notevole importanza quando si trasforma un testo in un ipertesto. Oltre alle parole calde, infatti, è possibile identificare come nodi anche immagini, grafici, icone o loro parti. Ad esempio, se su un libro di storia si vuole illustrare una battaglia e viene presentata una cartografia con la disposizione degli eserciti sul terreno, è possibile rendere "calde" singole parti della cartografia alle quali possono corrispondere informazioni di tipo geografico o militare, come la consistenza delle truppe, la loro appartenenza e così via. È chiaro che è veramente difficile stabilire cosa rendere "caldo" poiché, nel caso di un testo preesistente, va ipotizzata quale sarebbe stata la posizione dell'autore se in fase di scrittura avesse avuto disponibile lo strumento ipertestuale. È ragionevole limitarsi in questi casi ad operare come i commentatori dei testi, i quali nel criticare un'opera scritta da un altro autore ne aggiornano la bibliografia, riportano giudizi e commenti di altri critici, aggiungono passi di opere di altri autori, inseriscono commenti e note e danno una propria interpretazione del testo esaminato.

È evidente che, con l'esclusione del caso di manuali, enciclopedie e dizionari per i quali l'operazione sembra più semplice, per gli altri tipi di scritti la trasformazione ipertestuale è più difficile. In tal caso ci si limita a illustrare l'opera con le note che riporta l'autore stesso, citando brani più ampi che nel testo originale non avevano trovato spazio. Altrimenti è necessario avere le capacità e le qualità del critico, che nel commentare l'opera in pra-

tica ne riscrive una nuova, della quale, però, ne ha poi la proprietà intellettuale.

In conclusione, si può dire che molte delle attuali riedizioni ipertestuali di grandi opere del passato, dalla *Bibbia* alla *Divina Commedia*, non sono che una rappresentazione elettronica di quanto già esiste, a livello cartaceo, con l'aggiunta, al più, di immagini e eventualmente di suoni che danno una maggiore informazione sul testo. Queste operazioni non modificano certo in maniera significativa la conoscenza che un lettore di quel testo potrebbe avere se invece di consultare l'ipertesto leggesse direttamente il libro.

La scrittura ipertestuale

Per quanto riguarda l'argomento della scrittura ipertestuale, ancora poco dibattuto nel mondo informatico, in questo libro ci proponiamo solo di lanciare un piccolo sasso nello stagno. Quello che cercheremo di discutere sono alcuni *criteri* generali ai quali ci si potrebbe ispirare per scrivere un ipertesto, tenendo ben presente che tali *criteri* possono ovviamente essere modificati, non solo in base a libere scelte degli autori, ma soprattutto sulla base degli argomenti che si desidera trattare.

Non vi è dubbio che *conditio sine qua non* è disporre dei mezzi necessari per l'implementazione ipertestuale: calcolatore, software appropriato e conoscenze adeguate su come usarlo. Già questo è un primo ostacolo, data la nota ostilità di una parte degli scrittori a usare un calcolatore piuttosto che la fidata macchina da scrivere. Inoltre, conoscere un software è qualcosa in più che non usare un calcolatore come una semplice macchina da scrivere (se non come la penna stilografica). A livello infor-

matico oggi si stanno facendo grandi sforzi per rendere quanto più "amichevole" possibile ogni sorta di software, e in primo luogo i generatori di ipertesti. Non vogliamo però soffermarci in questa sede più di tanto su un problema che, anche se reale oggi, nel 2000, entro i prossimi 10 anni non si porrà più, sia per i miglioramenti tecnici sia soprattutto perché le nuove generazioni saranno per la maggior parte informaticamente alfabetizzate e pronte a recepire le novità del software (proprio come negli anni '50 la nostra generazione, superati i primi momenti di sbalordimento per l'arrivo della televisione, ha poi accettato il colore, il telecomando, l'alta definizione come fatti scontati più che come vere e proprie novità).

Immaginiamoci dunque uno scrittore che si accinge a scrivere un testo, ad esempio nel 2006 (questa data, che può sembrare vicina da un punto di vista temporale, è invece lontana dal punto di vista tecnologico, poiché in cinque anni nel mondo dell'informatica possano verificarsi cambiamenti notevolissimi). Prima di farlo il nostro scrittore si è documentato.

La documentazione, nel 2006, non è più solo cartacea bensì elettronica, cioè tutte le informazioni di cui ha bisogno sono disponibili sulla rete alla quale egli ha normalmente accesso o su CD-ROM, e dunque egli non deve fare altro che richiamare sul video i documenti che ritiene utili al suo lavoro, e disporli su una qualche finestra. Egli inizia a scrivere e, man mano che le idee prendono forma, le illustra con riferimenti ad altri testi che ha sul video, eventualmente mettendo nel suo testo dei puntatori diretti ad essi, in modo che il lettore interessato possa poi consultarli ed interpretarli proprio come egli sta facendo in quel momento. Egli è ora però tenuto, diciamo su richiesta dell'editore, ad individuare quelle che

una volta erano dette “parole chiave” e che ora sono dette “parole calde”. L’obiettivo di questa operazione è quello di lasciare una sorta di potenziali ganci ai quali futuri lettori o scrittori che lo volessero si potrebbero “aggrappare” appendendo i loro scritti o quelli di altri autori che ritenessero ad essi strettamente collegati. Ovviamente costoro possono a loro volta creare nuove parole calde sul testo del nostro autore, ma diciamo che quelle presenti rispecchiano meglio, a giudizio dell’autore, le sue idee.

È evidente che anche i titoli dei capitoli, dei paragrafi, delle sezioni, oltre che del testo, possono diventare parole calde. Ma non tutte. Infatti, che senso avrebbe rendere caldo un paragrafo intitolato “conclusioni”, che pedissequamente si ripete alla fine di ogni capitolo?

Potremo quindi immaginarci che il risultato finale sia simile a una tela di ragno, tessuta dall’autore che l’ha stesa tra i rami della pianta che rappresenta la sua cultura. Da questa pendono fili sospesi ai quali altri ragni-letteri-scrittori possono aggrappare le loro ragnatele, anche se queste sono già saldamente legate ad altre piante. Con il passare del tempo non vi sarà pianta della foresta del sapere che non avrà la sua tela di ragno e non vi sarà tela che non collegherà una pianta all’altra. Sarà allora che l’antico sogno dell’onniscienza potrà ritenersi realizzato? Ebbene no, perché, se è pur vero che tutte le conoscenze sono lì a portata di mano, è necessario comunque avere cultura e intelligenza per passare, nei modi più opportuni, da tela a tela e raccogliere in ciascuna di esse i vari saperi ivi catturati.

Capitolo 3

Ipertesti letterari

“Un tutto è ciò che ha principio e mezzo e fine. Principio è ciò che non ha in sé veruna necessità di trovarsi dopo un’altra cosa, ma è naturale che un’altra cosa si trovi o sia per trovarsi dopo di lui. Fine al contrario è ciò che per sua natura viene a trovarsi dopo un’altra cosa, o che ne sia la conseguenza necessaria o che semplicemente le sussegua nell’ordine normale [e verisimile] dei fatti; e dopo di esso non c’è altro. Mezzo è ciò che si trova dopo un’altra cosa, e un’altra è dopo di lui”¹.

ARISTOTELE

Le teorie letterarie

Il ruolo essenziale che Aristotele attribuiva, nel settimo capitolo della *Poetica*, alla sequenzialità della scrittura, sembrerebbe non lasciare spazio alcuno a una rappresentazione ipertestuale di storie o racconti, libera di esprimersi in più direzioni o di rifarsi a diversi istanti temporali in maniera, per così dire, parallela. Questa ipotesi di lavoro si è profondamente radicata nei secoli, e solo in tempi recenti le teorie e la pratica della letteratura hanno diffusamente messo in dubbio la necessità della sequenzialità, sostenendo invece una concezione non sequenziale della scrittura.

¹ Aristotele, 1983.

Roland Barthes, ad esempio, descrive una testualità ideale come un testo composto da blocchi di parole (*les-sie*²), connesse secondo una ragnatela di percorsi, in una cornice aperta e perpetuamente incompiuta, e usando termini quali: “collegamento”, “nodo”, “rete”, “tela” e “percorso”.

“In questo testo ideale, dice Barthes, le reti [réseaux] sono multiple e giocano fra loro senza che nessuna possa ricoprire le altre; questo testo è una galassia di significanti³, non una struttura di significati; non ha inizio; è reversibile; vi si accede da più entrate di cui nessuna può essere decretata con certezza la principale; i codici che mobilita si profilano a perdita d’occhio, sono indecidibili ...; di questo testo assolutamente plurale i sistemi di senso possono sì impadronirsi, ma il loro numero non è mai chiuso, misurandosi sull’infinità del linguaggio”⁴.

Tutto ciò che scriviamo è, per Barthes, impregnato di ricordi, riferimenti, linguaggi, echi culturali, antichi o contemporanei, che si intrecciano in una complessa rete. Per Barthes ogni testo deve essere inteso in funzione degli altri testi ai quali esplicitamente o implicitamente esso si rifà, e questi stessi testi vanno interpretati analogamente in modo da creare una rete potenzialmente infinita di relazioni e correlazioni “testuali”.

² Barthes R., 1973.

³ Si intende per *significante* il termine (o parola) mediante il quale si rappresenta un *significato*. Ad esempio il termine (o significante) “porta” assume il significato di sistema che chiude un’apertura nella frase “Chiudere la porta”; mentre nella frase “Ugo porta la penna al maestro” il significato è quello di trasportare un oggetto.

⁴ Barthes R., *op. cit.*, 1973.

Concezioni analoghe a quelle di Barthes permeano quella corrente filosofico-letteraria chiamata *post-strutturalismo*. I post-strutturalisti sostengono che la parola può essere spiegata solo con altre parole, e che i significati di tutte le parole sono diffusi attraverso un sistema o rete che non è possibile esplicitare pienamente o sezionare. Esiste cioè una catena nella quale un significante viene spiegato in termini di altri significanti che a loro volta sono espressi in termini di altri significanti, senza che si precluda la possibilità di ritornare a qualcuno dei significanti precedentemente già visitati. Siamo quindi in presenza di una rete *olistica* complessa e percorribile in innumerevoli maniere.

Barthes, nell’ambito di questa teoria, distingue tra l’“*opera*”, l’insieme di parole mediante le quali l’autore esprime il proprio pensiero, e il “*testo*”, che appartiene invece al mondo del linguaggio e che è immerso nella rete dell’interestualità. L’opera può essere rappresentata dal “*significato*” mentre il testo è riferibile sempre ad un altro testo per i rinvii infiniti, che il “*significante*” permette “*secondo un movimento seriale di disconnessioni, di sovrapposizioni, di variazioni*”⁵. Se l’opera è decisamente legata all’autore, il testo, al contrario va riferito al lettore che lo interpreta. Tale interpretazione non solo è funzione delle intenzioni dell’autore, ma soprattutto è relativa alla sua cultura e a tutti gli altri testi dei quali è venuto a conoscenza. Il testo ideale è, dunque, per Barthes “*una galassia di significanti e non una struttura di significati*”, e il lettore può accedervi da infiniti punti senza che necessariamente qualcuno prevalga sull’altro.

Anche Derrida⁶ sostiene che l’autore esiste solo nel-

⁵ Barthes R., *Image, Text, Music*, p. 158.

⁶ Sarup M., 1989.

l'atto della stesura del testo, ma non appena questo entra in possesso del lettore diventa altro da ciò che l'autore intendeva. Il lettore assume a sua volta il ruolo di autore, poichè ne fornisce interpretazioni secondo una rete di sue letture e conoscenze, riconoscendone la pluralità di significati.

Gli scrittori post-strutturalisti rinnegano il principio aristotelico della linearità della scrittura e si rifanno ad altri pensatori. Tra questi occupa un posto di primo piano Nietzsche:

*“nessun sistema rivela l'intera verità; nel migliore dei casi ognuno di essi adotta solo un punto di vista o una sola prospettiva. Ma noi dobbiamo considerare molteplici prospettive e non imprigionare i nostri pensieri dentro un sistema”*⁷.

La multidimensionalità riferita alla figura del lettore può essere estesa all'autore stesso. Ma questi non può esprimerla pienamente poiché il suo testo è fissato su un foglio di carta, che per sua natura è bidimensionale e impone la sequenzialità nella scrittura.

Nel calcolatore, il nuovo strumento che oggi possiamo usare per scrivere, la concretezza tipica del libro, pergamena o carta che sia, viene sostituita da un fascio di elettroni, che permette la visualizzazione dello scritto su un video e concede al lettore di poter cambiare forma e aspetto al testo in maniera semplice ed immediata. In un prossimo futuro, se non già da oggi, l'autore avrà la possibilità di disporre sul video, sua scrivania virtuale, una quantità di testi, immagini, bibliografie che potrà copiare, inserire nel suo testo o collegare ad esso mediante speciali

⁷ Sarup M., *op. cit.*, 1989.

comandi. Egli non dovrà spostarsi fisicamente per andare a consultare libri in lontane biblioteche, ma potrà richiamarli pigiando semplicemente un tasto.

Al lettore, invece, sulla stessa pagina virtuale, sulla quale pochi istanti prima veniva riportato lo scritto di un autore, potrà apparire lo scritto di un altro autore che potrebbe contraddire o confermare il primo. Allo stesso lettore sarà consentito di introdurre il suo pensiero quale novello autore. Il giorno in cui ogni possibile testo fosse collocato su questa ipotetica rete – e sembra che con Internet⁸ questo stia già avvenendo – allora “l'intertesto” di Roland Barthes si potrà dire realizzato.

Possiamo dunque affermare che quella che a prima vista può sembrare una pura tecnologia ha connessioni teoriche e metodologiche, di vasta portata, concernenti l'attività umana per eccellenza: la scrittura.

La letteratura ipertestuale

Nei corso dei secoli molti autori hanno scritto testi e romanzi che ben si presterebbero a una rappresentazione ipertestuale. La maggior parte di loro, ovviamente, non era a conoscenza della potenziale ipertestualità dei propri scritti, generata da un'esigenza espressiva mortificata dalla scrittura sequenziale. Darne una rassegna sarebbe del tutto impossibile, poiché tracce di ipertestualità potrebbero ritrovarsi in moltissimi scritti. Cercheremo invece di capire quali siano i criteri guida per la loro individuazione e a tal fine ricorremo all'aiuto di due autori italiani: Italo Calvino e Umberto Eco.

Calvino, nelle sue opere, non parla di ipertesti o iper-

⁸ Si veda il Cap. 5.

testualizzazione dello scritto, metodica di cui probabilmente non era nemmeno a conoscenza, ma manifesta piuttosto l'esigenza di esprimersi in maniera più libera e direi quasi multidimensionale. Nella sesta delle *Lezioni Americane*⁹, che Calvino avrebbe dovuto tenere alla Harvard University nell'ambito delle Norton Lectures nel 1988, e alle quali lavorava poco prima della sua morte, l'autore parla della *molteplicità* del romanzo contemporaneo, inteso

“come enciclopedia, come metodo di conoscenza, e soprattutto come rete di connessione tra i fatti, tra le persone, tra le cose del mondo”.

Egli richiama diversi esempi di romanzi *molteplici*, in ciascuno dei quali, però, la molteplicità si manifesta in maniera diversa. Cita un breve romanzo di Alfred Jarry, *L'amour absolu* (1899) in cui tre personaggi, un condannato a morte, un sofferente di insonnia e Cristo, si confrontano con l'idea della morte. Abbiamo in questo caso una sola voce recitante che narra diverse storie, a ciascuna delle quali può essere attribuito un diverso significato. Si tratta di un

*“testo unitario che si svolge come il discorso d'una singola voce e che si rivela interpretabile su vari livelli”*¹⁰.

Viceversa, come accade in Platone, Rabelais, o Dostojevski, possono esservi più voci che narrano quanto accade secondo diversi punti di vista, quasi a formare una polifonia narrativa:

⁹ Calvino I., 1988.

¹⁰ Calvino I., *op. cit.*

“testo plurimo, che sostituisce alla unicità d'un io pensante una molteplicità di soggetti, di voci, di sguardi sul mondo”.

In altri autori ancora, quali Robert Musil in *L'Uomo senza qualità*¹¹ e Carlo Emilio Gadda in *Quer pasticciaccio brutto de Via Merulana*¹², può accadere che tale e tanta è la quantità di fatti, emozioni, storie da narrare che, in mancanza di un mezzo di espressione pluridimensionale, l'opera resta incompiuta:

“l'opera che nell'ansia di contenere tutto il possibile non riesce a darsi una forma e a disegnarsi dei contorni e resta incompiuta per vocazione costituzionale”

Infine, vi sono lavori letterari in cui l'autore si esprime attraverso aforismi, schegge di pensieri, lampi di conoscenza e cultura. Tipico rappresentante di questa ulteriore maniera di scrivere non sequenziale è, per Calvino, Paul Valery, affiancato da Jorge Luis Borges, considerato il realizzatore dell'ideale estetico di Valery.

In Calvino stesso l'idea del romanzo, inteso come rete dai tanti possibili significati o come molteplicità di diverse situazioni spazio-temporali, è radicata profondamente in lavori quali *Se una notte d'inverno un viaggiatore*¹³ e *Il castello dei destini incrociati*¹⁴. Questa seconda opera, pensata come *“macchina per moltiplicare le narrazioni partendo da elementi figurati dai molti significati*

¹¹ Musil R., *L'Uomo senza qualità*, Einaudi 1962.

¹² Gadda C.E., *Quer pasticciaccio brutto de Via Merulana*, Garzanti, 1987.

¹³ Calvino I., 1979.

¹⁴ Calvino I., 1994.

possibili come un mazzo di tarocchi"¹⁵, viene da lui chiamata, direi con chiarezza, "iper-romanzo".

L'autore immagina un tavolo su cui sono poggiate le carte dei tarocchi.¹⁶ Ogni carta presenta un'immagine alla quale è possibile attribuire uno o più significati. Passando da una carta all'altra, Calvino costruisce tante storie diverse che si possono moltiplicare all'infinito. Il lettore, infatti, volendo, può separarsi dall'autore, può scegliere un proprio percorso tra le carte e attribuire a ciascun tarocco che incontra un suo personale significato, costruendo così una nuova storia.

Il messaggio di Calvino è il seguente. È sufficiente disporre di pochi "significanti" e percorrerli secondo traiettorie diverse per costruire una gran quantità di storie. L'autore, in questo caso, può limitarsi a proporre le immagini a cui attribuire significati e suggerire traiettorie di visita tra loro. Il lettore stesso può, a sua volta, attribuire significati diversi, anche se non troppo lontani da quelli dell'autore, e soprattutto può incamminarsi su altri sentieri, ottenendo così una storia nuova e mai scritta. Il gran numero di storie che così si producono è evidente.

A conclusione delle sue lezioni americane e in particolare di quella intitolata "*molteplicità*" Calvino dice:

"Sono giunto al termine di questa mia apologia del romanzo come grande rete. Qualcuno potrà obiettare che più l'opera tende alla moltiplicazione dei possibili più s'allontana da quell'unicum che è il self di chi scrive, la sincerità interiore, la scoperta della propria verità. Al contrario, rispondo, chi siamo noi, chi è cia-

¹⁵ Calvino I., *op. cit.*, p. 117, 1994.

¹⁶ Per chi volesse vedere le carte dei Tarocchi può collegarsi al sito internet: <http://astrpi.difi.unipi.it/~alberto/tarocchi/>

scuno di noi se non una combinatoria d'esperienze, d'informazioni, di letture, d'immaginazioni? Ogni vita è un'enciclopedia, una biblioteca, un inventario d'oggetti, un campionario di stili, dove tutto può essere continuamente rimescolato e riordinato in tutti i modi possibili"¹⁷.

È qui evidente il collegamento con il post-strutturalismo barthesiano, così come è chiaro il messaggio che lega strettamente l'opera di Calvino ai possibili sviluppi di una letteratura ipertestuale quando, immediatamente dopo, afferma:

*"... magari fosse possibile un'opera concepita al di fuori del self, un'opera che ci permettesse d'uscire dalla prospettiva limitata d'un io individuale, non solo per entrare in altri io simili al nostro, ma per far parlare ciò che non ha parola, l'uccello che si posa sulla grondaia, l'albero in primavera e l'albero in autunno, la pietra, il cemento, la plastica..."*¹⁸.

Il desiderio di Calvino potrà forse un giorno essere soddisfatto quando un'opera non sarà espressa solo mediante un testo scritto, ma avrà a corredo immagini e suoni, animazioni e filmati, quando si interagirà con essa entrando in mondi virtuali nei quali i nostri sensi, e non più solo la nostra immaginazione, potranno essere illusi da percezioni simulate da macchine che le renderanno del tutto realistiche.

Della nostra seconda guida immaginaria, Umberto Eco, è ampiamente noto l'interesse e l'impegno profuso

¹⁷ Italo Calvino, *op. cit.*, p. 120, 1988.

¹⁸ Italo Calvino, *op. cit.*, p. 120, 1988.

nelle tematiche ipertestuali e ipermediali. Piuttosto che rifarci ai suoi tanti scritti su questo argomento, ci sembra interessante ripercorrere le lezioni che egli, analogamente a quanto avrebbe dovuto fare Calvino, ha invece tenuto alla Harvard University nel 1992-1993. Il titolo di queste lezioni, rivolte prevalentemente all'analisi del lettore più che dell'autore del romanzo, è *Sei passeggiate nei boschi narrativi*¹⁹, e già preannuncia quella che è la tesi di Eco sulla pluralità di interpretazioni e di attese che il lettore ha quando si imbatte in un romanzo:

*“Un bosco è, ..., un giardino dai sentieri che si biforcano. Anche quando in un bosco non ci sono sentieri tracciati, ciascuno può tracciare il proprio percorso decidendo di procedere a destra o a sinistra di un certo albero e così via, facendo una scelta ad ogni albero che si incontra. In un testo narrativo il lettore è costretto a ogni momento a compiere una scelta. Anzi, quest'obbligo della scelta si manifesta persino a livello di qualsiasi enunciato, almeno a ogni occorrenza di verbo transitivo”*²⁰.

Roland Barthes, in *S/Z*²¹, ha già illustrato, prima di Eco, una tesi analoga. In questa opera, Barthes analizza un racconto di Balzac, *Sarrasine*, e, lessia per lessia²², mostra quale interpretazione un lettore, quale lui è in quel

¹⁹ Eco U., 1994.

²⁰ Eco U., *op. cit.*, p. 7, 1994.

²¹ Barthes R., *op. cit.*, 1973.

²² Barthes R., *op. cit.*, 1973, p. 18: “Il significante tutore sarà ritagliato in una successione di brevi frammenti contigui, che chiameremo *lessie*, poiché sono unità di lettura. Questo lavoro di ritaglio, occorre dirlo, sarà quanto possibile arbitrario; non implicherà nessuna responsabilità metodologica poiché verterà sul significante, laddove l'analisi proposta verte unicamente sul significato”.

momento, può dare di un testo che da semplice racconto di fatti verosimilmente accaduti, si trasforma in spaccato di vita, analisi di sentimenti, messa a nudo dei più profondi tabù dell'uomo, ricerca, senza risultato, del perché l'animo umano lasci prevalere la morale comune sui sentimenti più esaltanti.

La storia di *Sarrasine* è presto detta. Egli è un giovane, siamo intorno alla metà del '700, che, abbandonata la casa paterna, dove lo aspettava un agiato ma noioso avvenire da magistrato, si trasferisce dalla provincia a Parigi. Lì egli dà libero sfogo al suo estro di splendido scultore ma anche all'asprezza del suo carattere. Esegue opere meravigliose e vive quasi da disperato. Senza amori né punti di riferimento, si comporta come un genio sregolato che ha pochissimi contatti con il mondo reale. Il caso vuole che egli incroci una cantante che lo turba al punto da fargli abbandonare ogni ritegno o pudore, e lo spinge ad uno sfrenato quanto folle corteggiamento. La mancanza di contatto con il mondo reale, e l'amore che gli offusca la ragione, gli impediscono di comprendere che quanto vede e crede è frutto solo della sua fantasia alterata e della malvagità umana. Egli, che era capace di estrarre dal marmo o dal legno corpi e immagini che ingannavano i sensi facendo credere vive statue di marmo, non s'accorge che la creatura di cui è follemente innamorato non è una donna, pur avendone tutte le splendide fattezze, ma un uomo castrato. L'inganno al quale è sottoposto, in primo luogo da se stesso e poi dalla sua amata, lo conduce alla morte.

Tutto il racconto è immerso in una atmosfera quasi lugubre, nonostante si descrivano feste e danze, e dall'inizio alla fine una figura di vecchio, macabra nella descrizione fisica e misteriosa nella presentazione al lettore,

fa da filo conduttore alla narrazione. Questo vecchio, la cui identità è svelata alla fine, non è altri che il castrato origine della tragedia. Egli è la creatura per la quale un uomo è morto disperato, ingannato dalle vesti illusorie con le quali si presentava a lui. Questo coacervo di passioni, aspetti morali, stati passionali e miserie dell'animo umano, vengono da Barthes analizzate, sminuzzate e ritagliate, lessia per lessia, per mostrare quello che accade, spesso a livello inconscio, in un lettore di Sarrasine.

La prima osservazione, il lettore Barthes, la fa sul titolo del romanzo:

“Sarrasine – Il titolo dà luogo ad una domanda: Sarrasine, che cos'è? Un nome comune? un nome proprio? una cosa? un uomo? una donna?” Il commentatore Barthes aggiunge *“A questa domanda verrà data risposta solo molto più tardi ...”*, ma di nuovo il lettore nota *“... La parola Sarrasine comporta un'altra connotazione: quella di femminilità, percepibile per ogni francese, che riceve la e finale come morfema specifico del femminile ...”*.

In altre parole Barthes suggerisce che già il titolo può indurre il lettore ad entrare in un atmosfera di ambiguità che, solo più tardi, nello svolgimento del romanzo, verrà confermata dalla scoperta dell'ambiguità sessuale della creatura amata dal protagonista.

Un altro punto viene messo in rilievo da Eco quando discute della presenza in un testo di richiami al passato o di anticipazioni del futuro. In questo caso l'autore presenta al lettore eventi accaduti precedentemente nel tempo o anticipa fatti che verranno descritti in dettaglio successivamente. Il lettore stesso può però sentire la necessità di tornare sui suoi passi e rileggere brani già letti

o anticipare pagine di testo nell'ansia di verificare la conclusione di un evento al momento solo annunciato. Immediato, da parte di Eco, il richiamo a Proust che

*“è affascinato dalla ricerca del tempo perduto, e che finirà la sua opera all'insegna del tempo ritrovato”*²³.

Sicuramente Proust può essere guardato (si pensi alla *Recherche*) come uno degli autori in cui ricorre frequentemente il gioco presente-passato. Questo gioco può essere condotto non solo nell'ambito della trama di un romanzo ma anche quando si annotano testi di altri autori.

Lo stesso Proust, nella traduzione e commento al bel libro di John Ruskin *La Bibbia d'Amiens*²⁴, introduce una tale ricchezza e varietà di richiami bibliografici da trasformare quasi il testo di partenza. Qui Proust ha come obiettivo l'arricchimento culturale del lettore e sembra, dalle sue parole, che egli voglia fornirgli quegli strumenti che invece Barthes considera, nel suo S/Z, come propri del lettore:

*“Mettendo una nota in calce al testo de “La Bibbia d'Amiens” ogni volta che questo testo risvegliava con analogie anche lontane il ricordo di altre opere di Ruskin e traducendone nella nota il brano che mi era così ritornato alla memoria, ho cercato di mettere il lettore nella condizione di chi si trova in presenza di Ruskin non per la prima volta, ma che, avendo avuto con lui delle conversazioni precedenti, possa nelle sue parole riconoscere quello che è in lui immutabile e fondamentale”*²⁵.

²³ Eco U., *op. cit.*, p. 40, 1994.

²⁴ Ruskin J., 1988.

²⁵ Ruskin J., *op. cit.*, p. 11., 1988.

Le note a *La Bibbia d'Amiens* mostrano, direi in maniera incontrovertibile come le mille divagazioni che Proust propone ad un testo già ricco di richiami e ricordi storici e geografici siano mal resi da una scrittura sequenziale. Molte pagine di questo libro sono riempite per una metà dallo scritto di Ruskin e per l'altra dalle note di Proust. La lettura diventa così difficoltosa, induce facilmente il lettore a distrarsi, e lo stanca frequentemente anche a causa del diverso spessore dei caratteri adoperati per il testo e le note. In questo caso, forse, l'uso di una rappresentazione non più lineare e sequenziale ma parallela e pluridimensionale, come era auspicato da Calvino, potrebbe essere di aiuto al lettore.

Se alle note di Proust sulla Bibbia di Amiens si aggiungessero anche le informazioni sull'architettura della Cattedrale di Amiens, descritta nel libro di Ruskin, il lettore potrebbe navigare non solo nel tempo avanti e indietro a seconda dei richiami e delle citazioni, ma anche nello spazio, andando a guardare da vicino quelli che sono gli splendidi dettagli architettonici e iconografici della grande costruzione. Questo potrebbe avvenire già oggi se, riscrivendo in maniera ipertestuale il testo di Ruskin, mascherando cioè le note di Proust con connessioni appropriate, si aggiungessero anche immagini, filmati, disegni e dettagli tecnici, antichi e recenti, e così via della Cattedrale di Amiens²⁶.

Nonostante le accattivanti suggestioni di Calvino e di Eco, non è facile immaginare come scrivere concretamente un romanzo ipertestuale. Come abbiamo visto

²⁶ Si può visitare la Cattedrale di Amiens nel sito internet: <http://www.arch.columbia.edu:80/DDL/projects/amiens/soft.htm>

fino a questo punto, molti autori, recenti e meno recenti, hanno sentito il bisogno di esprimersi non più seguendo il filo sequenziale imposto dal testo scritto in modo tradizionale, ma cercando di esprimere le loro idee mediante sistemi che tenessero conto dell'esigenza della multidimensionalità.

Esiste una tradizione letteraria detta frammentaria, sia essa poetica o aforistica, che cerca di rendere sul foglio di carta bidimensionale quello che è invece un pensiero multidimensionale, spesso difficile da esprimere in maniera sequenziale. A questo tipo di letteratura si può pensare appartengano anche i testi oracolari, testi nei quali viene insegnato al lettore a fare profezie sulla base di fenomeni casuali, quali un lancio di dadi o di monete. Un esempio interessante è il libro di oracoli, legati alla filosofia taoista, *I King - Il Libro dei mutamenti*²⁷.

Per consultare gli oracoli raccolti nel libro è necessario costruire figure formate da sei segni o linee orizzontali, intere o spezzate in due. Per costruire una figura si possono adoperare tre monete alle cui facce, testa e croce, si attribuiscono i valori 2 e 3. Si lanciano le tre monete contemporaneamente per sei volte di seguito. Ad ogni lancio si fa la somma dei valori delle singole facce, e ad ognuno di questi valori si associa un segno. Alla figura ottenuta al termine dei sei lanci corrisponde un oracolo che va ricercato nel libro. È evidente quindi che il libro non può essere letto sequenzialmente ma viene consultato su una base del tutto casuale. Spesso nell'oracolo ottenuto si trovano riferimenti ad altre figure alle quali bisogna ricorrere per completare la profezia, "navigando" così avanti e indietro nel libro.

²⁷ I King (Il Libro dei mutamenti), 1995.

La interpretazione dell'oracolo, infine, non è agevole (non per nulla è un oracolo!) in quanto è il lettore che deve attribuire un significato alle parole riportate dalla profezia. Abbiamo dunque un libro che sembra avere molte delle caratteristiche alle quali fa riferimento Barthes, nell'introduzione ai suoi *Fragments d'un discours amoureux*, quando parla dei testi come di

*"figure che non possono essere organizzate, ordinate, percorse, concorrere ad un fine"*²⁸.

Nel mondo del romanzo i testi ipertestuali ancora non sono molto frequenti. Qualche autore ha recentemente provato a scrivere romanzi ipertestuali utilizzando lo strumento informatico. I risultati testimoniano però più un'esibizione di capacità informatiche da parte dell'autore che la realizzazione di un'opera dai buoni contenuti, espressi adeguatamente con il mezzo ipertestuale.

Sono stati scritti, ad esempio, racconti cosiddetti "arborescenti", o a percorsi multipli, nei quali il lettore ha la possibilità di scegliere diversi percorsi per avanzare nella lettura²⁹. A nostro giudizio questi testi non contraddicono lo schema tradizionale, dato che sotto l'apparente molteplicità dei percorsi l'autore non fa altro che narrare diverse storie che nel loro evolversi seguono, ciascuna, ancora una volta il classico sviluppo sequenziale.

È di moda oggi, su Internet, scrivere romanzi a più mani. Un primo autore inizia una storia che altri, casualmente o volontariamente interpellati, continuano secondo il proprio stile e interesse. Ogni parte della storia, inoltre, può essere scritta in molte maniere diverse, poi-

²⁸ Barthes R., 1979.

²⁹ Clement J., 1991.

ché anche più d'uno dei successivi autori può voler dire la sua a quel punto della narrazione. È come una sessione di jazz, in cui uno o più strumenti intervengono di volta in volta a loro capriccio, sia durante la stessa esecuzione che in quelle successive. Già questa mi sembra una maniera nuova di scrivere un romanzo. Va però osservato che in questo caso è fondamentale la scrittura ad essere influenzata dalla introduzione del mezzo ipertestuale, mentre la lettura può sfruttare l'ipertestualità solo per le parti scritte in più versioni.

Esiste poi la possibilità di produrre un testo del tutto casuale. Come esempio di questo tipo di testo è spesso citato *Composition n. 1*³⁰ di Marc Saporta, che mette a disposizione del lettore ben 150 diverse cartelle che possono essere lette in qualsivoglia ordine. Se si pensa che la combinatoria di 150 cartelle è pari a 150 fattoriale (150!), un numero cioè che non è nemmeno possibile scrivere tanto è grande³¹, si capisce che sotto sotto un trucco c'è. In realtà la semplicità con cui le cartelle sono scritte è tale che il contenuto finale del libro letto, ottenuto scegliendo una delle 150! combinazioni di sequenze possibili, non sarà poi molto diversa da quella di una qualunque altra sequenza (libro), pena la possibilità di sequenze (libri) del tutto vuote di significato.

Da quanto abbiamo detto risulta chiaro che è ancora difficile dettare regole valide per una scrittura ipertestuale. Una buona regola per scrivere un romanzo ipertestuale potrebbe essere quella che preveda, nell'ambito dello svolgimento della trama, strumenti (nodi e link) per

³⁰ Saporta M., 1965.

³¹ Il fattoriale di 150 si rappresenta con il simbolo 150! e il suo valore si ottiene dal prodotto di tutti i numeri compresi tra 1 e 150, cioè $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot 149 \cdot 150$.

accedere a quelli che, in quel passaggio, sono state le considerazioni dell'autore, i suoi stati d'animo, le sue fonti bibliografiche, tutto quanto insomma ha contribuito alla costruzione del testo. Un esempio di questa regola è fornito da Jacques Roubaud nel suo romanzo *La Boucle*³², dove l'autore alterna, nella disposizione tipografica e spaziale dello scritto, i ricordi e le riflessioni che gli hanno ispirato quella parte del testo.

C'è anche un'altra maniera di intendere il romanzo ipertestuale. Se la storia prevede dei personaggi che partecipano a un'azione, di solito l'autore riporta o il punto di vista di un solo personaggio o anche quello di altri, ricorrendo però, data la sequenzialità del testo, alla moltiplicazione dei tempi. L'autore ha sicuramente presente nella sua mente la caratterizzazione dei singoli personaggi, e quindi sarebbe ben capace di riscrivere per ognuno di essi la storia che vive dal suo punto di vista. Ne verrebbero fuori tanti romanzi. Se però ad ognuno di tali testi non viene concesso di vivere indipendentemente, ma solo come unione con tutti gli altri, ecco che si può immaginare una struttura ipertestuale. Infatti la storia può essere percorsa a partire da uno qualunque dei personaggi, e può essere abbandonata a piacere laddove si incontra un nuovo personaggio, si può viaggiare un po' con lui e quindi passare ad un'altro ancora o tornare a quello di partenza. La sequenzialità aristotelica non viene ovviamente toccata, ma la storia letta è quella che è venuta fuori a seguito delle scelte fatte durante la lettura. La stessa storia potrà essere riletta scegliendo una delle tante possibili diverse angolazioni.

Un esempio di questo genere, al momento però non

³² Roubaud J., 1993.

ancora reso in forma ipertestuale, è il romanzo di Klaas Huizing³³, *Il Mangialibri*, in cui due storie parallele, collocate temporalmente in secoli diversi, si alternano nella scrittura sequenziale, mentre si influenzano costantemente nella narrazione.

Forse qualche lettore, quando ha iniziato a leggere questo capitolo si attendeva alla fine di avere un manuale del buon scrittore ipertestuale. Ahimè, temo che resterà deluso: infatti, a quanto ho suggerito fino a questo punto non saprei cos'altro aggiungere!

³³ Huizing K., 1996.

Ipertesti tecnico scientifici

Visto che le parole sono solo nomi di cose, sarebbe assai più comodo che ognuno portasse con sé le cose che gli servono per esprimere le faccende di cui intende parlare...In tal modo gli ambasciatori potrebbero trattare con principi o ministri senza conoscerne la lingua¹.

JONATHAN SWIFT

Gli ipertesti e la manualistica

Il mondo dei libri è popolato non solo da testi letterari, che si collocano nell'area delle discipline umanistiche o artistiche, ma anche da testi riguardanti le scienze e la tecnologia. Quale può essere il senso dell'introduzione degli ipertesti nel settore tecnico-scientifico? Esploriamo il problema per gradi e per settori.

Cominciamo con il settore della manualistica. Immaginiamo di prendere un manuale di un video registratore o di un telefono multifunzione. A prima vista tutto sembra semplice: ci sono tante figure con schizzi, frecce, fumetti. Appena però si cerca di capire il funzionamento dell'apparecchio le cose si complicano. La sequenzialità della scrittura e la ridotta dimensione del foglio, sul quale grafici e disegni riproducono l'oggetto o sue parti, impediscono molto spesso di disporre tutte le informazioni

¹Swift J., III, 5, 1998.

nello stesso foglio e di renderle contemporaneamente accessibili. Avviene così che i manuali, nella maggior parte dei casi, sono di difficile consultazione.

Qualche tempo fa ho acquistato un nuovo frigorifero. Forte della mia qualifica di ingegnere, ho rifiutato l'aiuto del venditore per l'installazione, ho preso il manuale di accompagnamento e ho iniziato a consultarlo. Sulla copertina, molto semplice, è disegnato un frigorifero. Nella prima pagina un indice informa in quali lingue è presentato il contenuto: dunque è sufficiente consultare la parte di manuale scritta nella lingua che interessa. Fin qui solo il disegno dice che il manuale è relativo ad un frigorifero e non, ad esempio, ad una lavastoviglie.

Il testo in italiano, come quello in altre lingue, si articola in quattro pagine, mentre una serie di figure, riportate in ultima pagina, quindi lontane da dove ha inizio la lettura, servono di aiuto alla consultazione. Poiché avevo difficoltà a leggere le istruzioni e a guardare contemporaneamente le figure, ho strappato le pagine e me le sono poste davanti per seguire le istruzioni.

Le informazioni sono raggruppate in paragrafi. I titoli di questi paragrafi tentano di dar conto del loro contenuto. Il primo paragrafo, intitolato, "ATTENZIONE", presenta una lista di ben 14 prescrizioni a cui bisogna attenersi prima di installare o adoperare l'apparecchio. Comincio ad essere un po' preoccupato dato che, almeno in teoria, dovrei rileggerle ogni volta che userò il frigo, poiché certo non le ricorderò mai tutte a memoria.

Nel secondo paragrafo, intitolato "INFORMAZIONI RELATIVE ALL'AMBIENTE", si invita l'utente a non gettare l'imballo dove che sia, operazione che si fa quindi una tantum, ma di seguire le norme di legge per lo smaltimento dei rifiuti plastici, polistirolo e così via. Qui

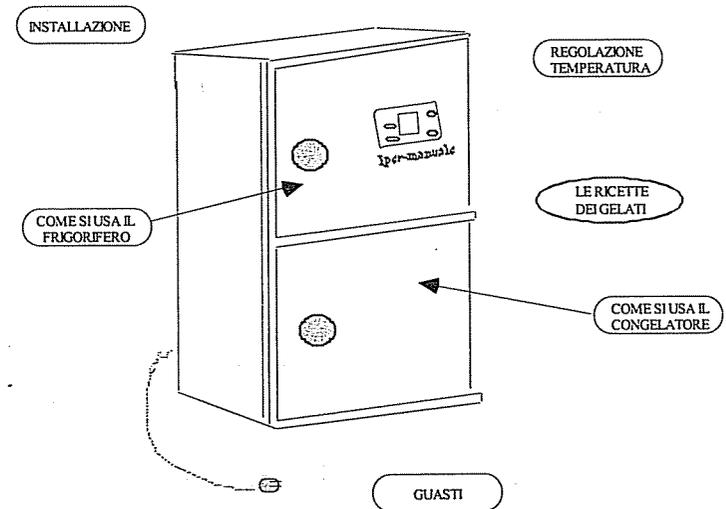


Fig. 4.1. Un frigorifero ipertestuale

mi sento un po' offeso, poiché penso che il venditore mi consideri un incivile che butta l'immondizia per strada.

Nel terzo paragrafo, intitolato "CONOSCERE L'APPARECCHIO", finalmente si dice "Il prodotto che avete acquistato è una combinazione di frigorifero e congelatore", e si prosegue con la descrizione di dove sono collocati il comparto congelatore e quello frigorifero. Non proseguo oltre per non infierire. Solo dopo molte riletture e tanta pazienza sono riuscito ad installare il mio apparecchio. Un solo dubbio mi attanaglia ancora: cosa vorrà dire quella lucetta in alto a destra, sulla cornice del frigo, che si accende e si spegne in maniera del tutto indipendente da quanto faccia io o il frigorifero?

Quello che credo si possa certamente dire di questo come di molti manuali è la loro quasi totale inutilità, dovuta essenzialmente al fatto che l'utente si aspetta di es-

sere informato su ciò che è strettamente necessario, e vuole reperirlo rapidamente quando ne ha necessità.

Vediamo allora come tutto ciò potrebbe essere ottenuto attraverso un ipertesto. Si potrebbe progettare innanzitutto una prima pagina nella quale, oltre all'immagine del frigorifero, potrebbero esservi dei bottoni sensibili, a ciascuno dei quali dovrebbero essere collegate le informazioni alle quali essi fanno riferimento. Nella fig. 4.1 viene riportato uno schizzo di questa ipotetica pagina.

Come si vede vi sono pochi pulsanti con etichette semplici e chiare. A partire da questi bottoni (o pulsanti), "cliccando" su di essi, mediante opportuni link si avrebbe ad esempio l'accesso alla parte dell'ipertesto che descrive l'USO del frigorifero o alla parte che permette la ricerca di un GUASTO. Tutta l'informazione dovrebbe sempre essere corredata da illustrazioni commentate, dalle quali proseguire per approfondire eventualmente l'argomento.

Oltre alle varie informazioni tecniche si potrebbero aggiungere, volendo, nozioni sulle tecniche di conservazione e scongelamento dei cibi, o addirittura proporre ricette per preparare gelati e così via.

Questo esempio mi sembra che illustri chiaramente come certa manualistica riceverà un grande giovamento dall'introduzione degli ipertesti. Inoltre si stanno progettando oggi sistemi multimediali nei quali sono presenti non solo le informazioni ipertestuali ma anche animazioni, voce, suoni, i quali permettono di illustrare nella maniera più semplice e amichevole possibile l'uso e la manutenzione di una qualunque macchina.

Ovviamente non si può pensare di avere un calcolatore a portata di mano per usare un frigorifero, ma non è difficile pensare che già l'attuale tecnologia sia in grado di

dotare ogni apparecchio di un piccolo sportello multimediale, fatto da un mini monitor e un chip² su cui è memorizzato l'ipertesto, con il quale interagire per ricevere le informazioni richieste.

Ben più importante è l'uso degli ipertesti nel settore della manualistica relativa a grosse apparecchiature. Si pensi ad esempio che la documentazione relativa a un aereo può facilmente superare le 300.000 pagine, e che ogni aggiornamento, quando non prevede la ristampa dell'intero manuale, obbliga l'utente a sostituire le pagine vecchie con le nuove estraendole, quando è possibile, dal contenitore e rimpiazzandole. Oggi, con la metodologia degli ipertesti e la tecnologia dei CD-ROM, è sicuramente più economico modificare il testo, memorizzato su un calcolatore in forma ipertestuale, nelle parti volute e produrre un nuovo CD-ROM, distribuendolo agli utenti. Si noti che mentre un manuale di 300.000 pagine occupa circa 3 m³ – cioè una libreria lunga 5 metri con 10 scaffali alti 30 cm e profondi altrettanto – un CD-ROM ha un diametro di 12 cm ed uno spessore di pochi millimetri.

Dopo questa breve illustrazione dell'uso degli ipertesti nell'area della manualistica passiamo a vedere quali sono i principali settori tecnico-scientifici per i quali è ragionevole l'implementazione di ipertesti.

Ben Shneiderman³ suggerisce che un argomento può essere presentato in forma ipertestuale se sono verificate le seguenti condizioni:

² Nel gergo informatico è il supporto di silicio su cui si fissano dati e istruzioni.

³ Shneiderman B., "Reflections on authoring, editing, and managing hypertext". In Barrett, E. (Ed.): *The Society of Text*, MIT Press, MA, p. 115-131.

- la conoscenza è ampia ma spezzettata in numerosi frammenti;
- i frammenti fanno spesso riferimento gli uni agli altri;
- l'utente ha bisogno, ogniqualvolta interagisce con il sistema, solo di una piccola quantità di informazioni.

Sulla scorta di queste indicazioni proviamo ad individuare alcune aree che soddisfano queste condizioni.

Ci sono in primo luogo i calcolatori. Essi sono stati i primi per i quali sono stati realizzati manuali ipertestuali. Oggi, infatti, molto spesso la documentazione relativa al software e allo hardware di ogni singolo prodotto (come ad esempio gli strumenti di aiuto allo sviluppo dei programmi, le interfacce amichevoli di accesso ai sistemi operativi come Windows e Macintosh, la auto-presentazione dei sistemi e dei prodotti) sono realizzati in maniera ipertestuale.

Nel mondo delle applicazioni industriali, tutti gli aspetti della manualistica, come abbiamo accennato, sono decisamente semplificati da una presentazione ipertestuale. Anche i test di autocontrollo e riparazione dei singoli artefatti sono facilitati da questa tecnologia, soprattutto là dove il test si riferisce al rumore, ad esempio, di un motore, o al colore, ad esempio di un gas o di un liquido, che sul testo possono essere solo descritti mentre con un ipertesto multimediale possono essere riprodotti in forma, suono, colore e animazione o filmato.

La possibilità data dagli ipertesti non solo di interagire con l'informazione contenuta in essi ma anche di accettare, laddove è consentito, messaggi o osservazioni da parte dell'utente, fa sì che questi strumenti siano interessanti anche nelle catene di montaggio e di revisione di

macchine, dove spesso la nota sul modulario apposito può sfuggire all'attenzione dell'utente, mentre un appropriato link la rende sempre disponibile, su richiesta, al momento opportuno.

Infine, i cataloghi di presentazione dei prodotti, la pubblicità e in definitiva la vendita, possono avvalersi degli ipertesti come strumenti che non solo attirano la curiosità dell'acquirente per la forma di presentazione nuova e più accattivante, ma anche perché lo possono coinvolgere lasciandogli la possibilità di scegliere direttamente il prodotto, senza essere costretto a sfogliare tutto un libro, ed in definitiva facendogli credere di essere stato così più autonomo nel suo acquisto.

Anche il lavoro manageriale può avvantaggiarsi dall'uso degli ipertesti laddove è frequente o necessario ricorrere a riunioni di presentazione, discussione o avanzamento di progetti della più varia natura. L'uso dell'ipertesto da parte dei singoli oratori può rendere la discussione più agevole e rapida rispetto all'uso dei molti lucidi messi e rimessi su un proiettore con tutti i problemi connessi.

Nel mondo della giurisprudenza, analogamente a quanto avviene per la presentazione dei progetti in ambito industriale, comincia a diffondersi da parte dell'accusa e della difesa l'uso dell'ipertesto per illustrare prove pro o contro gli imputati, soprattutto con lo scopo di rendere quanto più chiara possibile la discussione. In questo modo si riducono i margini ai fraintendimenti e alle subornazioni della giuria causati dalla retorica di qualche eloquente avvocato o pubblico ministero. Recentemente in Italia si sono sentiti casi di documentazione processuale in cui il numero di documenti o pagine superava il milione (caso Ustica). Chi può mai sperare che un

qualunque interlocutore, sia esso lo stesso estensore dei documenti che un suo avversario, possa rapidamente, in fase di dibattito processuale, attingere al documento giusto in un tempo ragionevole? Ma forse l'obiettivo è proprio questo: tanta informazione, nessuna informazione!

Nel campo del giornalismo si possono già trovare, negli Stati Uniti, ipertesti relativi a collezioni di annate di alcuni giornali, dove le informazioni sono collegate o collegabili tra loro. In tal modo il giornalista, che per scrivere un articolo deve ricorrere a notizie vecchie e dimenticate, invece di sfogliare polverose raccolte di vecchie annate, può limitarsi a usare un lucido e leggerissimo CD-ROM che, una volta introdotto nel suo calcolatore, in tempo brevissimo gli fornisce la notizia richiesta. Nel giornalismo televisivo già da tempo si usano piccoli ipertesti per mostrare luoghi o mappe di zone in cui si è verificato un fatto o per descrivere più efficacemente dati e risultati di indagini, votazioni e così via. Il giornale stesso può essere realizzato sotto forma ipertestuale associando fatti a immagini, anche in movimento. Ma senza dubbio la necessità di un mezzo di lettura ancora alquanto ingombrante come il calcolatore, o meglio il suo monitor, ne limita molto l'uso.

Anche il mondo della scuola e della cultura più in generale comincia a fare un uso sempre più frequente degli ipertesti. Insegnare nelle scuole elementari, medie e superiori usando come strumento didattico, accanto al libro, l'ipertesto è un grande vantaggio. Un docente che possa insegnare la storia mostrando contemporaneamente le mappe dei luoghi di cui parla, o i costumi e le opere d'arte dell'epoca studiata, certamente cattura molto di più l'interesse dei suoi allievi che non usando un semplice testo scolastico. Insegnare storia dell'arte facendo visitare

un museo reso ipertestuale su un CD-ROM, oppure fisica spiegando le equazioni del fenomeno e contemporaneamente mostrando un filmato dell'eventuale esperimento, non può non essere più efficace rispetto ai metodi classici. Ancora: l'insegnamento delle lingue può essere facilitato quando è possibile mostrare le parole con la loro traduzione e la loro pronuncia e coinvolgere gli allievi in esercizi interattivi nella lingua da apprendere, trasformando così la lezione quasi in un gioco. La possibilità, infine, di avere sotto forma ipertestuale su un unico CD-ROM tutta la *Divina Commedia*, più altre opere di Dante o di autori del Trecento, e poter navigare tra sonetti e poesie secondo percorsi tematici o casuali è ancora una volta molto coinvolgente.

Le biblioteche stesse potranno utilizzare gli ipertesti mostrando cataloghi illustrati per argomenti, autori e titoli, a partire dai quali si potrà vedere l'immagine della copertina del libro, un sommario e l'indicazione non solo della sala e dello scaffale in cui il libro si trova ma anche del percorso da compiere per raggiungerlo.

Il tempo libero è già oggetto di applicazioni ipertestuali. Ad esempio per il turismo. Un CD-ROM con musiche, filmati, mappe, indicazioni alberghiere e di ristoro, musei e panorami, specialità gastronomiche e artigianali attira certamente di più l'interesse di un potenziale viaggiatore che non un dépliant che, per quanto corredato di belle fotografie, non può rendere appieno la bellezza e l'interesse di certi luoghi.

I giochi interattivi possono essere visti come precursori degli attuali ipertesti. Progettati e realizzati in genere con software di alto livello e specialistici, cominciano ora ad essere implementati con le tecnologie ipertestuali, dato che queste hanno ormai raggiunto un tale livello di po-

tenza software da permettere l'uso contemporaneo di diversi tipi di media: audio, video, testo, animazioni e così via.

Ipertesti scientifico/tecnologici

Abbiamo lasciato per ultimo il mondo della ricerca poiché il ruolo dell'ipertesto in questo settore merita una discussione più approfondita. Questo strumento, a nostro giudizio, svolgerà un ruolo non piccolo nei più disparati settori delle scienze. Già oggi abbiamo ipertesti che illustrano il corpo umano ⁴ in ogni sua più piccola parte, guardata attraverso le più sofisticate tecniche di indagine, PET e TAC incluse. Nel mondo della chimica la struttura delle più complesse molecole ⁵, data implicitamente con formule ed equazioni, di difficile interpretazione anche per gli esperti, può essere resa facilmente visibile mostrando i modelli che la descrivono alle varie scale: molecolare, atomica, e se necessario sub-atomica.

Realizzare comunque ipertesti su argomenti di natura scientifica e tecnologica è, a mio giudizio, una problematica ancora tutta da esplorare. Per fare un esempio, dal quale cercheremo di trarre delle indicazioni del tutto generali, riportiamo un lavoro sperimentale, tratto dal mondo dell'architettura, di cui siamo stati co-protagonisti con un gruppo di architetti e di informatici ⁶.

Il problema che abbiamo affrontato è stato quello

⁴ Si veda ad esempio il sito Internet:

http://www.nlm.gov/research/visible/visible_human.html

⁵ Si veda ad esempio il sito Internet:

<http://www.golgi.harvard.edu/biopages/biochem.html>

⁶ Si vedano a tal proposito i lavori: Amirante I. et al., 1992; Burattini E., 1994; Amirante I. et al., 1994; Burattini E., 1995.

della realizzazione di un ipertesto per l'illustrazione e la definizione della tematica del Recupero Edilizio.

Questo ipertesto è stato realizzato nel 1991, in Hypercard, e lo citiamo qui sia per motivi storici che per giustificare una serie di carenze presenti. Esse sono dovute vuoi al linguaggio di programmazione, sicuramente molto limitato rispetto a quelli attuali, che alla inesperienza nostra, visto che ricerche di questo tipo, condotte con le metodologie di Intelligenza Artificiale, erano, in quegli anni, veramente poche.

Le espressioni Beni Culturali, patrimonio artistico e storico, recupero e salvaguardia sono oggi frequentemente usate, a proposito e a sproposito, sia in ambienti scientifici che politici. Esse fanno riferimento ad una ricchezza del nostro paese che è stata molto spesso trascurata, quando non distrutta. Da qualche tempo si sente più pesantemente il richiamo non solo a salvaguardare queste opere ma anche a gestirle e mantenerle. A tal fine è evidente il beneficio che possono dare i sistemi informatici quando si vogliono conservare informazioni sullo stato del patrimonio culturale, sugli interventi eventualmente realizzati, sulla sua localizzazione, a chi è affidato e così via.

Di particolare interesse sono i centri storici delle nostre città, nei quali si trovano capolavori architettonici spesso sconosciuti, dimenticati o trascurati che, se recuperati, possono divenire motivo di attrazione non solo per lo studioso ma anche per il turista.

Una città moderna che voglia darsi piani regolatori o di intervento sul territorio deve avere piena conoscenza sia della sua natura geomorfologica sia della struttura urbanistica che su essa si dispiega. È quindi ampiamente sentita la necessità di archivi nei quali sia contenuta ogni

possibile informazione sui singoli edifici. Questi archivi devono essere facilmente accessibili ed essere dotati di un'interfaccia uomo-macchina semplice da usare. Di qui è nata l'idea di realizzare ipertesti per la descrizione del patrimonio edilizio presente nei centri storici. Poiché, come abbiamo detto prima, spesso questi edifici, quando non sono monumentali e sono di proprietà privata, si trovano in una condizione di degrado notevole, sorge la necessità di provvedere ad operazioni di recupero. La rappresentazione ipertestuale degli edifici dei centri storici è stata quindi studiata nell'ottica di un loro risanamento.

Il settore del recupero edilizio è di solito esplorato da diversi tipi di studiosi. Esso è di interesse per lo storico dell'architettura, che cerca di datare l'edificio preso in esame, o di fornire le datazioni per le sue parti qualora questo si sia sviluppato o modificato nei secoli; per l'urbanista, che cerca di ricostruire i tessuti urbani sulla base dei quali la città è cresciuta e dei quali tenere conto per operare un recupero in coerenza con l'ambiente circostante; per il tecnologo, che sulla base della presenza di particolari materiali può progettare interventi di risanamento o ristrutturazione in linea con la vocazione materiale dell'edificio; per lo strutturista, che ricerca nelle antiche strutture i principi statici sulla base dei quali può operare eventuali interventi di riassetto; per l'architetto progettista, infine, che sulla base delle qualità architettoniche del manufatto può regolare gli interventi di tutti i suoi colleghi ed operare quindi un intervento che non vada a danno della struttura, della qualità architettonica, del messaggio che dal passato al presente l'edificio trasmette.

Un tale intreccio di interessi culturali e scientifici è ben difficilmente gestibile nell'ambito di una struttura ri-

gida come un testo. Non solo: la materia stessa di cui si tratta è complessa da rappresentare usando prevalentemente la parola scritta. Conseguenza di ciò è che sono stati stampati centinaia di volumi, ognuno su un argomento differente, illustrati da un gran numero di immagini. Ciascuno di tali volumi, però, non è in comunicazione con tutti gli altri, tranne che per qualche citazione bibliografica che tuttavia non riesce ad assumere una connotazione compiuta e definitiva nella descrizione dell'edificio.

Ultimo ma certo non banale ostacolo ad un'opera completa sul recupero edilizio è la differenza di linguaggio che esiste tra i vari esperti, per cui in certi casi oggetti analoghi vengono nominati con termini diversi o uno stesso termine indica oggetti distinti.

La strategia adoperata per tentare di superare tutti questi problemi è stata quella tipicamente usata dai progettisti di sistemi esperti⁷: abbiamo provato a fare l'analisi del problema nella sua globalità e quindi nelle sue diverse sfaccettature. Considerando la situazione dal punto di vista della rappresentazione della conoscenza⁸ ci siamo posti il problema: è possibile riprodurre in maniera coerente diversi saperi che, anche se relativi allo stesso oggetto, vengono espressi con terminologie, metodiche e modelli mentali tanto differenti? La risposta, a nostro

⁷ Un Sistema Esperto è un programma di calcolatore che, utilizzando le metodologie dell'Intelligenza Artificiale, tenta di riprodurre su una macchina il comportamento di esperti, di settori ben delimitati, quando affrontano problemi di loro competenza. Per ulteriori informazioni vedi il capitolo 6.

⁸ La rappresentazione della conoscenza è uno degli aspetti più rilevanti dei Sistemi Esperti. Con essa si cerca di codificare attraverso simboli, formule logiche, algoritmi particolari, la conoscenza dell'esperto.

giudizio, è positiva e qui di seguito vedremo come può essere data.

Sulla base di una iniziale analisi condotta con gli esperti di Recupero Edilizio sono stati individuati sette diversi ambiti all'interno dei quali ricadono tutte le informazioni necessarie e sufficienti a descrivere l'edificio dal punto di vista del recupero: Rilievo, Contesto, Indagine storica, Sistema ambientale, Sistema tecnologico, Concezione strutturale, Condizioni di stato.

Il Rilievo raccoglie tutte le informazioni relative ad immagini, piante, prospetti, planimetrie e così via che schematicamente illustrano la forma e danno le dimensioni dell'edificio e delle sue parti.

Nel Contesto sono presenti le conoscenze legate ai dati ambientali, sia di tipo fisico-climatico che rappresentativi del rapporto dell'edificio con il tessuto urbano circostante.

L'Indagine storica propone una raccolta di documenti storici attestanti la datazione dell'edificio e, in mancanza di tali informazioni, delle ipotesi di datazione ottenute ricorrendo anche alla presentazione di cartografie storiche nella quale è riportato l'edificio.

Con il Sistema ambientale vengono fornite tutte le informazioni relative alla tipologia edilizia, alle destinazioni d'uso, al benessere ambientale, come ad esempio quello termo-igrometrico, e così via.

Nel Sistema Tecnologico si individuano e si riportano tutte le parti dell'edificio sotto forma di elementi tecnici, dei quali si evidenziano le relazioni e l'adeguatezza prestazionale sotto il profilo costruttivo.

Nella Concezione strutturale vengono riportate tutte le informazioni sulle strutture portanti significative per eventuali interventi sulla statica dell'edificio.

Con le Condizioni di Stato, infine, si dà conto dello

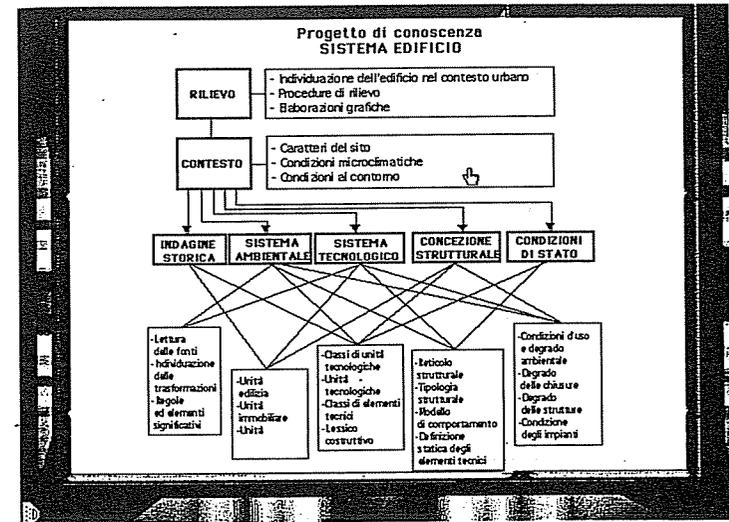


Fig. 4.2. Struttura concettuale di un ipertesto sul recupero edilizio

stato di degrado del manufatto, proponendo sia una pre-diagnosi, fondata sull'osservazione diretta dell'oggetto edilizio, che una diagnosi, basata sulle risultanze di indagini strumentali.

Nella fig. 4.2 è schematicamente illustrato il risultato di questo lavoro.

In essa sono evidenziati i principali legami che collegano un settore ad un altro. Tale rappresentazione fornisce un'idea abbastanza precisa della macrostruttura dell'ipertesto.

Dalla ricerca della migliore maniera per rappresentare i tipi di conoscenze sopra accennati è emersa la necessità di non utilizzare per la maggior parte dell'ipertesto descrizioni di tipo testuale ma di ricorrere prevalentemente ad un linguaggio iconico. Tale scelta scaturisce dal fatto che l'oggetto da rappresentare, di cui riportare pregi e difetti, è fatto di materia, e che ogni suo aspetto

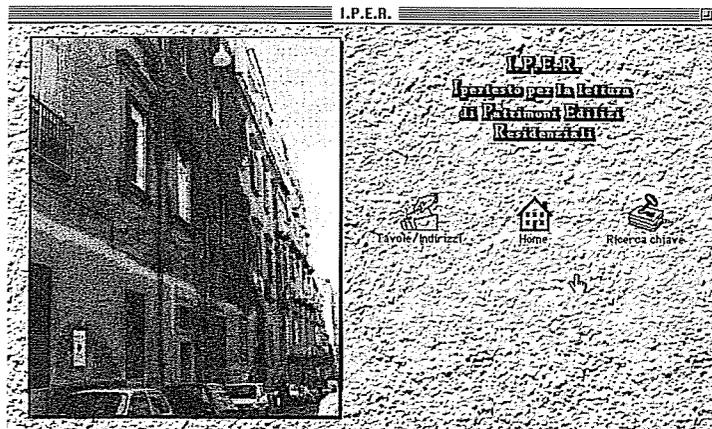


Fig. 4.3. Pagina introduttiva di I.P.E.R.

può essere meglio descritto mediante un'immagine o uno schizzo che spesso contengono più informazione di mille parole.

Descriviamo ora alcune videate dell'ipertesto che illustrano, anche se in minima parte, il nostro sistema.

La pagina di ingresso dell'ipertesto (fig. 4.3) propone, oltre alla classica ricerca per chiavi , e un ritorno al software di sistema , un accesso per indirizzo o per individuazione su mappe, degli edifici da visitare. La successiva videata offre poi, da un lato la lista degli indirizzi degli edifici e, da l'altro lato la loro individuazione su una cartografia o su un ortofotopiano (fig. 4.4).

Nella stessa figura si può ancora notare, in basso a sinistra, un tasto  che, se attivato, propone una animazione che illustra sia la filosofia di base dell'ipertesto (fig. 4.2) sia le varie operazioni che possono essere compiute per accedere alle diverse informazioni.

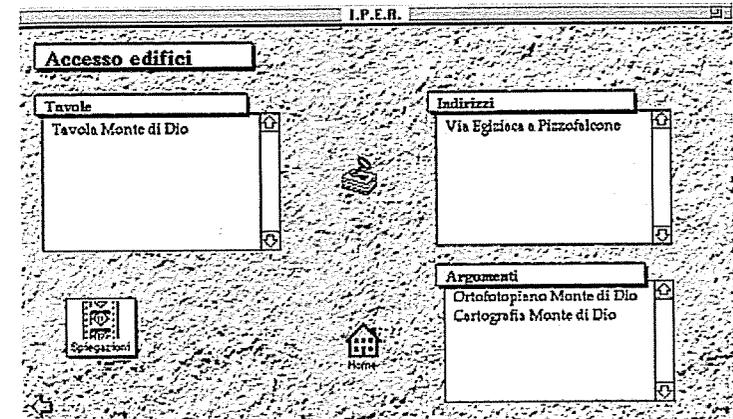


Fig. 4.4. Scelta dell'edificio da visitare

Scelto l'edificio, appare una nuova immagine nella quale sono mostrate una foto dell'immobile e la lista dei diversi ambiti, attraverso i quali esso è descritto. (fig. 4.5).

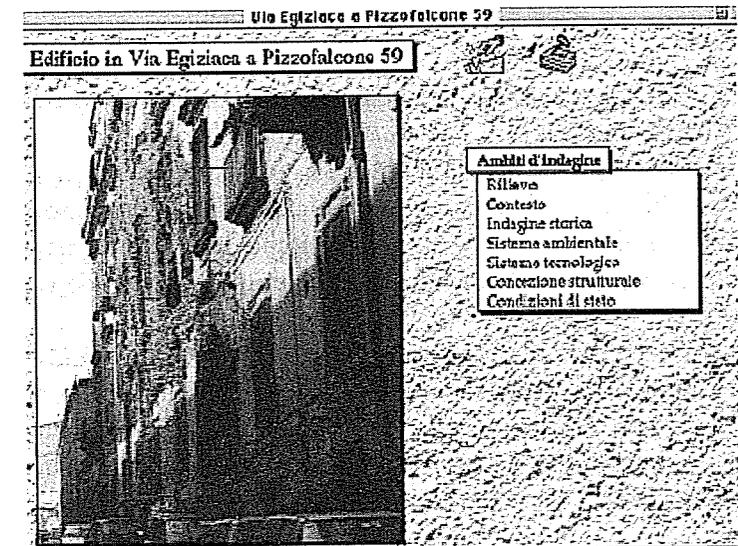


Fig. 4.5. Pagina di accesso dell'edificio prescelto

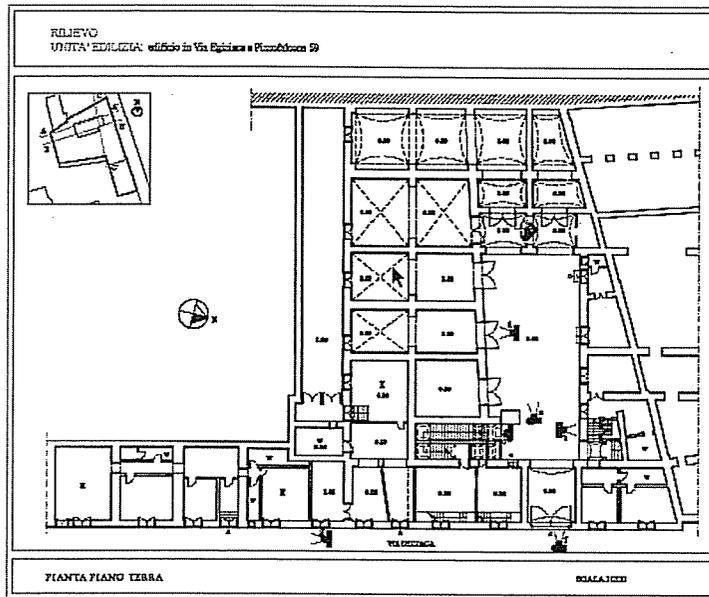


Fig. 4.6. Ambito rilievo: pianta piano terra

Nel nostro caso l'elemento comune ad ognuno dei settori analizzati è il rilievo. Il modello di rilievo da noi adoperato non è però quello che tipicamente viene usato in architettura, cioè il disegno di piante e facciate, ma prevede in più un insieme di immagini che descrivono particolari per i quali il semplice linguaggio del disegno è inadeguato.

Se ad esempio guardiamo la pianta del nostro edificio, posto nel centro storico di Napoli (fig. 4.6), essa ci dà un serie di informazioni relative al complesso tessuto murario, ai servizi, agli accessi e così via, ma nulla può dirci sullo stato dei luoghi, che in genere è ricco di indicazioni sulla datazione ipotizzabile, sulle condizioni statiche, impiantistiche e su altro ancora.

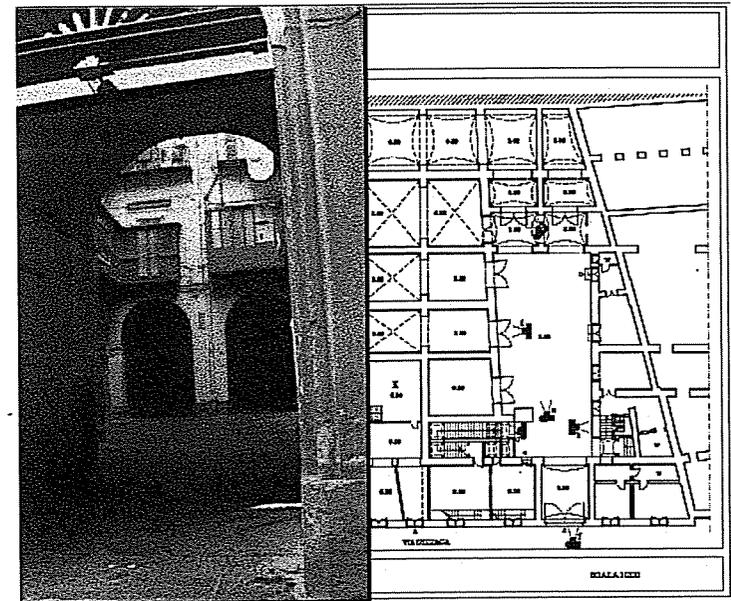


Fig. 4.7. Rilievo piano terra con foto

Nella sua versione ipertestuale la nostra pianta (fig. 4.7) è arricchita da una serie di piccole icone che rappresentano macchine fotografiche orientate verso alcune parti dell'edificio, facilmente interpretabili come strumenti ausiliari in grado di mostrarci, con un semplice click sull'icona, lo stato dei luoghi mediante una fotografia.

È chiaro che, se questa è la base di riferimento per tutti gli ambiti, si potrà ricorrere ad essa e alla sua potenza espositiva ogni qualvolta sarà necessario.

È prevista, in una più recente versione del nostro ipertesto ancora in via di sviluppo, la possibilità per l'utente di inserire sue informazioni e conoscenze utilizzando gli strumenti resi disponibili dal sistema. Ad esem-

pio, nel caso precedente è possibile introdurre una nuova immagine collegabile ad una icona di macchina fotografica e posizionarla nel luogo desiderato. Questo tipo di intervento attivo concesso all'utente, mentre da un lato è positivo poiché concede a chi usa il sistema di caratterizzarlo, aggiornarlo e quindi di renderlo sempre più efficiente per le proprie esigenze, dall'altro, se il sistema è usato da molti utenti, può generare confusioni. In effetti queste forme di personalizzazione vanno regolamentate e sicuramente ristrette a poche persone, pena l'ingovernabilità totale dell'ipertesto dopo poco tempo dalla messa in funzione.

La rappresentazione delle informazioni relative all'ambito del Rilievo è stata resa attraverso immagini e disegni. Poiché questo tipo di interfaccia con il sistema si è mostrato molto interessante, abbiamo cercato di proseguire su questa strada anche per ambiti, come quello Storico, in cui potrebbe sembrare che una descrizione testuale sia più adeguata.

Nel caso dell'edificio in questione, e in genere per tutti gli edifici non monumentali, non esistono documenti storici specifici che lo illustrino, poiché esso non ha una particolare valenza storica. Al fine di ricavare informazioni sulla sua datazione si è pensato di ricorrere alla ricca cartografia della città di Napoli, ricercando e individuando su di essa, nei vari periodi storici, la presenza dell'edificio in esame. Questo, ovviamente, non implica che se troviamo traccia dell'edificio in un certo periodo storico l'attuale manufatto possa necessariamente farsi risalire a quell'epoca. Vanno in questo caso fatte ulteriori indagini a conferma dell'ipotesi.

Del nostro edificio si trova già traccia nella mappa del Lafrery del 1566. Lo abbiamo allora cercato e trovato

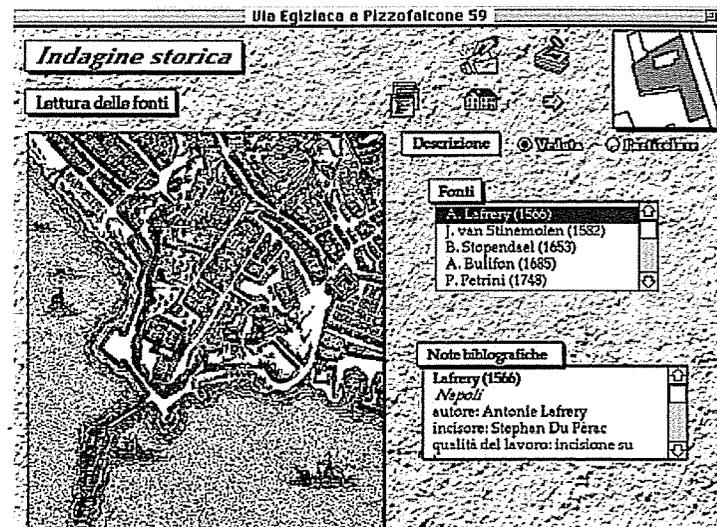


Fig. 4.8. Indagine storica. Mappa del Lafrery (1566)

nelle mappe del '600 e '700 disegnate da diversi cartografi. Nell'ipertesto, oltre alle mappe, vengono anche riportate, in un'apposita finestra (fig. 4.8), informazioni relative ai loro estensori.

Ad ognuna delle mappe, o meglio vedute, quando è risultato possibile è stata associata un'ipotetica assonometria dell'edificio in maniera da rendere esplicita la sua evoluzione nel tempo. Come si vede, pur essendo in possesso di una quantità di informazione ridottissima, si è riusciti a raccontare per immagini lo sviluppo dell'edificio nei secoli (fig. 4.9, 4.10, 4.11).

È stato fatto qualcosa di più. Sfruttando lo strumento ipertestuale, nell'ambito della descrizione delle fasi di trasformazione, vengono offerte all'utente, se lo desidera, immagini delle parti dell'edificio attuale che ancora mostrano tracce del periodo di riferimento.



Fig. 4.9. *Indagine storica. Mappa del Lafrery (1566)*

Accettando infatti l'invito proposto in fig. 4.12, quando si visita l'edificio del '500, l'utente viene trasportato di fronte al Prospetto Est (fig. 4.13) e gli vengono offerte, mediante l'uso delle solite macchine fotografiche, vedute di parti di questa facciata che risalgono al periodo in questione (il '500 in questo caso). Scelto il particolare, cliccando sulla macchina fotografica, si ottiene in sovrapposizione l'immagine voluta (fig. 4.14). Analogamente all'ambito storico anche gli altri ambiti sono arricchiti da immagini e legami dinamici che facilitano la navigazione dell'utente.



Fig. 4.10. *Indagine storica. Mappa del Duca di Noia (1775)*

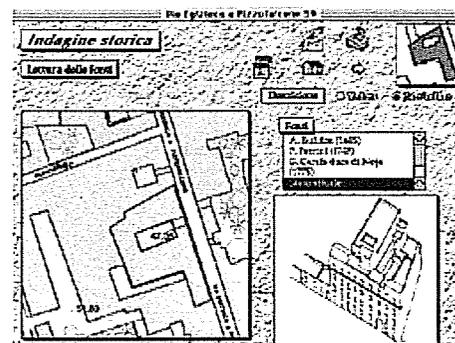


Fig. 4.11. *Indagine storica. Mappa attuale (1996)*

chiti da immagini e legami dinamici che facilitano la navigazione dell'utente.

Va detto che il sistema costruito è solo in uno stadio iniziale, e deve essere ulteriormente migliorato e aggiorn-

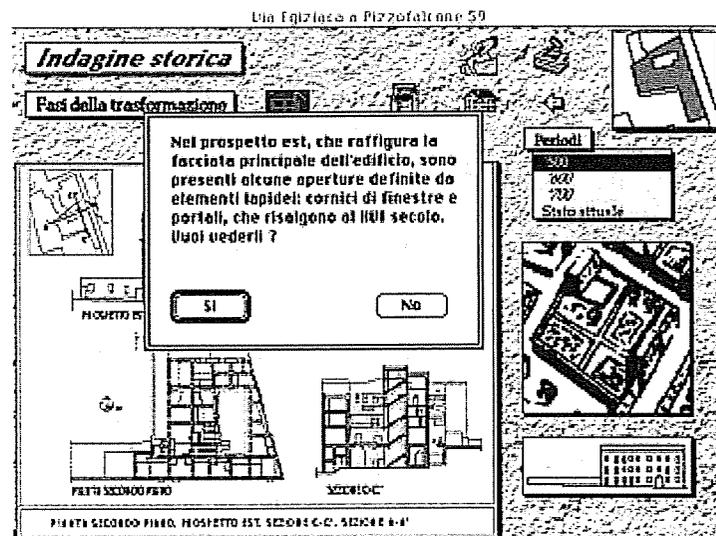


Fig. 4.12. *Indagine storica. Proposta di nuova informazione*

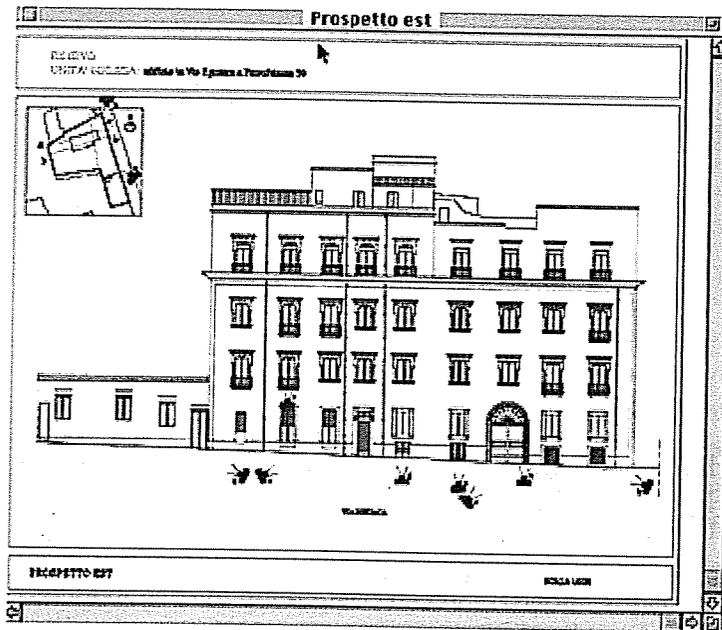


Fig. 4.13. Il Prospetto Est su cui si trovano le tracce del '500

nato. Una prima carenza è legata al fatto che esso offre sì un percorso metodologico a chi di recupero vuole occuparsi, ma non fornisce una guida a chi fosse interessato ad aspetti specifici. Ad esempio, se supponiamo che il sistema ipertestuale, che abbiamo descritto per un solo edificio, fosse esteso ad un intero quartiere, i potenziali utenti del sistema potrebbero essere diversi: l'ufficio tecnico del comune, il progettista incaricato del recupero, il proprietario interessato ad avere notizie sulla sua proprietà, e così via. Ciascuno di questi soggetti avrebbe bisogno di una guida per navigare nell'ipertesto che in funzione delle sue competenze e esigenze lo accompagnasse nella navigazione.

Stiamo ora esplorando questa possibilità introdu-

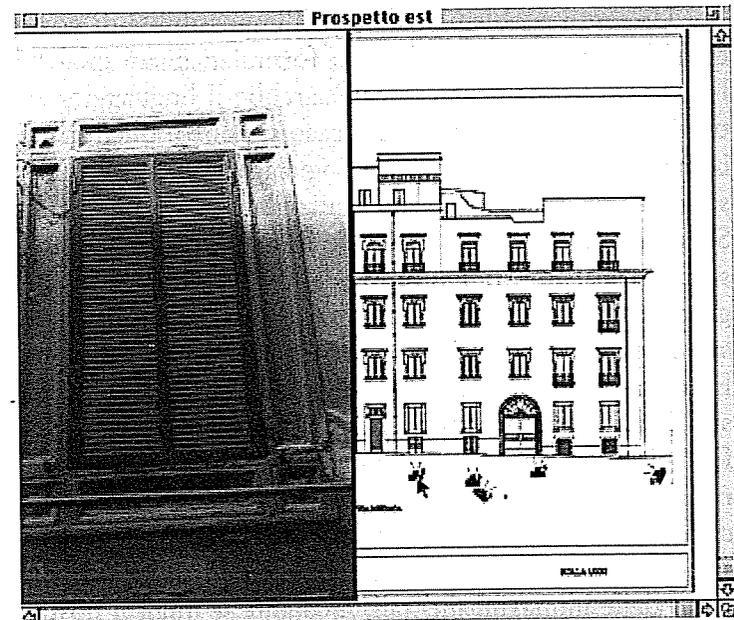


Fig. 4.14. Indagine storica. Finestra del '500

cendo nel sistema tante piccole parti esperte che in ciascun nodo, sulla base del cammino fatto fino a quel punto e sul tipo di utente che sta interagendo, propone nuove tappe, selezionandole tra quelle disponibili. Nell'ultimo capitolo daremo alcune indicazioni più generali su questi aspetti e sulle metodologie adoperate.

Un secondo problema nasce dall'attuale incapacità del sistema di collegarsi con il mondo esterno attraverso le vie telematiche, con la conseguenza che se è vero che esso può essere arricchito dall'utente ciononostante questi non può servirsi del mare di informazioni presenti sulla rete, né proporsi ad eventuali naviganti. Questo limite, dovuto alla anzianità del sistema è, però, un limite facilmente superabile.

Un terzo problema è dato dall'impossibilità di porre quesiti estemporanei al sistema, formulati in un qualche linguaggio (ovviamente l'ideale sarebbe il linguaggio naturale). È chiaro che in questo caso si pone il dilemma di come identificare, usando tale linguaggio, conoscenze che sono in buona parte rappresentate mediante immagini. Se, ad esempio, voglio sapere se in un certo testo è presente la parola "rampicante", allora, usando un programma per la ricerca di simboli (ne esistono molti basati sul confronto della parola richiesta con quella temporaneamente trovata) si riesce facilmente a avere una risposta. Se invece voglio sapere su quale facciata del mio edificio ci sono dei rampicanti, non ci sono ancora oggi strumenti software disponibili per analizzare l'immagine della facciata e scoprire il rampicante. Questo problema si collega a quello che in Intelligenza Artificiale viene detto delle immagini mentali, mediante le quali il nostro cervello è in grado di distinguere il tutto dal particolare e usare l'uno o l'altro dei due fattori a seconda delle necessità del caso. Ancora una volta faremo cenno a qualche soluzione per questo problema nell'ultimo capitolo.

Altri difetti possono certamente essere rinvenuti nel sistema proposto, ma a noi sembra che i precedenti siano i più importanti.

Ricapitolando

Quali conclusioni trarre dalla descrizione, estremamente sintetica, di questa esperienza? Contrariamente all'uso dell'ipertesto in letteratura, in questo caso la conoscenza non è di un solo individuo che magari cerca di arricchirla mediante adeguate ricerche bibliografiche, ma è quella di più persone che hanno da dire la loro sullo

stesso oggetto, ciascuno secondo la propria ottica, pur non dimenticando che sempre dello stesso oggetto si tratta. È risultato evidente, durante la fase di elaborazione, che l'arricchimento culturale che ciascun soggetto riceveva, e che spesso veniva a valle di accese discussioni e a volte di strenue difese del proprio ambito conoscitivo, era molto importante.

Il risultato finale del nostro lavoro, dunque, è stato, non solo il sistema ipertestuale implementato, ma anche un profondo chiarimento tra i vari soggetti coinvolti nel progetto, sul ruolo che le singole discipline giocavano nel descrivere l'oggetto edilizio. Tale chiarimento è stato imposto dalla necessità, sentita dall'informatico, che le conoscenze venissero espresse in maniera semplice e accessibile onde poterle al meglio rappresentare attraverso la macchina.

In termini del tutto generali, laddove si è interessati ad illustrare saperi afferenti a diverse aree la cui coprenza però moltiplica più che addizionare le conoscenze, riteniamo che lo strumento ipertestuale possa essere di grande aiuto, sanando addirittura quelle posizioni di presunta superiorità o inferiorità di una disciplina rispetto ad un'altra. Queste, infatti, possono essere presentate alla pari tutte insieme sullo stesso tavolo (o meglio video) e solo l'utente e le sue esigenze faranno sì che l'una prevalga sull'altra.

Progettare ipertesti

“Quello che è irritante nelle istruzioni di questo tipo è che partono dal presupposto che ci sia un solo modo di montare il barbecue: il loro. E questo presupposto esclude qualsiasi intervento creativo.

... In realtà di modi ce ne sono cento, e quando ti costringono a seguirne uno solo, senza mostrarti il problema complessivo, diventa difficile seguirlo senza fare errori. È un lavoro che si fa senza slancio. Oltre tutto è molto improbabile che il loro modo sia il migliore”¹.

ROBERT M. PIRSIG

Elementi di progettazione

Quante volte ci siamo ritrovati ad imprecare, come Pirsig, contro progettisti e estensori di manuali per averci fornito testi incompleti, rigidi e a volte insensati. Le indicazioni che di seguito cercherò di dare su come progettare un ipertesto sono dettate dall'esperienza e dal buon senso e sono condizionate dalle tecnologie attualmente disponibili. Non esiste, infatti, una teoria o una metodologia consolidata su come progettare un ipertesto, mentre, dal punto di vista tecnico, i suggerimenti di molti autori, e quelli che io stesso darò di seguito, dipendono dalla tecnologia disponibile che per altro è in rapida evo-

¹ Pirsig R., 1981.

luzione. È probabile che in un non lontano domani altri strumenti si aggiungeranno agli attuali, e molti schemi di progettazione, qui suggeriti, dovranno essere riveduti. In questo capitolo, cercherò di dare indicazioni del tutto generali che siano il più possibile indipendenti dagli strumenti tecnici.

Per progettare un ipertesto, come credo per progettare la maggior parte dei manufatti umani, bisogna guardare a due aspetti che, in termini del tutto generali, potremmo chiamare la *forma* e il *contenuto*.

Con l'espressione "progettare la forma" intendo la ricerca di tutti quegli accorgimenti che rendono l'uso dell'ipertesto il più semplice possibile; con "progettare il contenuto", invece, intendo l'acquisizione di tutta quella conoscenza che deve essere trasferita nell'ipertesto affinché sia accessibile a quante più persone è possibile, anche diverse tra loro per cultura ed esperienza.

Nelle sue "Lezioni Americane"² Italo Calvino proponeva la "visibilità" come uno dei valori letterari da salvare per il prossimo millennio:

"Se ho incluso la visibilità nel mio elenco di valori da salvare è per avvertire del pericolo che stiamo correndo di perdere una facoltà umana fondamentale: il potere di mettere a fuoco visioni a occhi chiusi, di far scaturire colori e forme dall'allineamento di caratteri alfabetici neri su una pagina bianca, di pensare per immagini".

In un certo senso questa affermazione di Calvino potrebbe essere un argomento contro l'ipertestualizzazione degli scritti. La possibilità che questa offre di aggiungere

² Calvino I., 1988.

immagini e riferimenti e di proporre vie di evasione dal testo stesso sembra in conflitto con quella "*facoltà umana fondamentale*" di chiudere gli occhi e immaginare la scena.

Se si offre all'uomo uno strumento che lo sostituisca in una qualsivoglia attività, in generale egli l'accetta, e dopo un po' di tempo quasi perde la capacità di operare senza quello strumento. Si pensi alle tante attività artigianali in buona parte scomparse perché sostituite da macchine che più velocemente, economicamente e a volte meglio, realizzano gli stessi prodotti, e si pensi anche al rammarico con cui a volte ricordiamo quelle attività. Dunque l'interpretazione del brano di Calvino, che si dice contraria alla meccanizzazione della scrittura e a una sua integrazione con altre modalità di comunicazione, è sostenibile. Bisogna però osservare che nel nostro caso la macchina non *sostituisce* un'attività umana fisica ma *offre un aiuto* ad un'attività mentale.

Non tutti hanno cultura e sensibilità sufficienti per immaginare una scena a partire dai testi più disparati. Ricordo un severissimo insegnante del ginnasio che nell'illustrarci i *Promessi Sposi* si spogliava quasi del suo ruolo abituale, scendeva dalla cattedra e recitava, con le opportune sottolineature verbali e gestuali, il dialogo di Don Abbondio con i Bravi. Nessuno osava ridere, anzi la nostra fantasia rivestiva momentaneamente l'insegnante, piccolo e magro, dei panni del prete, che immaginavamo basso e corpulento, o del bravaccio, forte e arrogante, e riviveva con lui la scena. Temo che non tutti abbiano avuto insegnanti tanto speciali da contribuire a sviluppare in noi quella "*facoltà umana fondamentale*", di cui parlava Calvino, e se una macchina per qualche istante riuscisse anche parzialmente ad aiutare un giovane a imme-

desimarsi in un'atmosfera, a rivivere racconti fantastici o episodi storici, che sia la benvenuta.

Quello che dobbiamo richiedere alla forma e al contenuto di un ipertesto è proprio questa capacità di indurci, ancor più che non leggendo una semplice sequenza di parole, ad ampliare la nostra visione mentale sull'argomento trattato, presentandoci forme, colori, azioni sempre più precise e vivide.

La forma

Ricordiamo che con il termine "ipertesto" si indica *"un approccio alla gestione delle informazioni tramite calcolatore di tipo non-lineare, in cui i dati sono memorizzati in una rete o grafo di nodi collegati da archi"*³. Ciò implica che con un tale strumento deve essere possibile:

- creare informazioni, ad esempio unendo insieme pezzi di conoscenze provenienti da diversi ipertesti in un nuovo ipertesto;
- annotare un testo, inserendo cioè nell'ambito del testo che si va leggendo proprie note ed osservazioni;
- collegare diverse parti di un testo tra loro mediante un arco indicato tramite un qualche riferimento grafico, oppure collegare un testo ad un altro diverso, in particolare a partire da un certo capitolo o paragrafo.

Il grande oceano o il piccolo lago delle informazioni che vengono rese disponibili deve essere "navigabile" senza troppi sforzi. Il lettore-navigatore deve poter intravedere la terra o l'isola verso cui può dirigersi e scegliere

³ Smith J. B. et al., 1987.

il punto di approdo che preferisce usando la macchina in maniera semplice e naturale.

Molti sono gli strumenti che oggi vengono offerti a questo scopo. Primo fra tutti il *mouse*, il ben noto "topolino" che, seguendo il movimento della mano del navigante che lo stringe, sposta una piccola freccia sullo schermo del monitor. La punta della freccia può essere portata ad indicare una parola, una piccola icona, una parte di immagine resa sensibile, e la semplice pressione dell'indice della mano sulla testa del topolino, o in gergo tecnico un clic sul mouse, apre la porta ad una nuova pagina, o un'immagine, o una musica, a volte del tutto inaspettate.

Una caratteristica fondamentale⁴ di un sistema ipertestuale è pertanto una interfaccia grafica "amichevole", un sistema⁵ cioè che naturalmente aiuti l'utente a viaggiare tra le informazioni, ad attivare i link e a proporre il contenuto dei nodi.

Se l'utente, oltre che essere lettore, vuole essere anche autore di ipertesti è allora necessario che anche i linguaggi di programmazione che permettono la creazione di ipertesti siano semplici e "naturali" nell'uso. Deve quindi essere possibile definire i nodi indipendentemente dalla loro natura - testo, immagine, suono o altro - in maniera immediata. Si devono cioè fornire strumenti⁶, essi stessi ipertestuali, che con semplici clic del mouse permettano ad esempio di collegare due o più parti di un testo.

⁴ Balasubramanian B.V. et al., 1995.

⁵ I programmi di visualizzazione interattiva vengono tecnicamente chiamati browser, presentation tool, etc.

⁶ Tali strumenti sono denominati "sistema autore" (authoring system).

Il software per gestire gli ipertesti, oltre a consentire un rapporto con il mondo esterno molto "amichevole", deve essere dotato di robuste strutture di navigazione. Quando il navigante dirige il suo vascello verso un punto dello spazio, questo deve essere raggiungibile velocemente e senza creare alcun problema. In termini tecnici, diremo che l'ipertesto deve essere dotato di un buon motore ipermediale e di un archivio di dati di rapido e sicuro accesso. A questo archivio si dovrebbe poter accedere non solo con il sistema di puntamento del mouse ma anche avanzando le richieste per iscritto, utilizzando un linguaggio il più possibile vicino a quello naturale. Il fasciame, infine, con cui il vascello è costruito deve essere robusto e ben intrecciato e ricoperto da una vernice che ne copra la tessitura, le chiodature e quant'altro lo tiene insieme, mostrando una forma e un colore che nascondono la struttura. In termini più tecnici, il supporto fisico su cui è collocato l'ipertesto, una memoria di massa, una rete di calcolatori, un sistema di archivi, una base di dati o una base di conoscenza, deve essere gestita da meccanismi propri, trasparenti all'utente che li adopera.

Per gli ipertesti di natura letteraria valgono tutte le considerazioni già fatte nei cap. 1, 2 e 3, mentre solo alcune delle considerazioni che faremo di seguito, quelle estetiche soprattutto, si possono ritenere utili alla loro progettazione. Tutte le osservazioni che seguiranno fanno prevalentemente riferimento agli ipertesti tecnico-scientifici di cui abbiamo discusso nel capitolo precedente.

Molto di quanto diremo nel seguito ci è stato suggerito, per analogia, dalle indicazioni fornite in un interessante libro di Donald Norman, "La caffettiera del masochista"⁷, nel quale viene evidenziata tutta una serie di

⁷ Norman D. A., 1990.

problemi connessi all'uso di oggetti quotidiani che, a causa di difetti di progettazione della loro forma, o con termine più specifico del loro *design*, risultano di difficile uso per i loro potenziali utenti. Nel libro di Norman agli ipertesti si fa appena un fuggevole cenno, ma molte delle indicazioni ivi riportate sono riferibili alla progettazione di questi sistemi.

Riprendendo la discussione sulla "forma", e dopo aver introdotto qualche termine tecnico, proviamo ad analizzare più da vicino il problema.

Abbiamo visto che l'interfaccia frapposta tra utente e strumento gioca un ruolo importante ai fini di un corretto uso dello strumento stesso. Obiettivo della progettazione di una qualunque interfaccia utente deve essere la semplicità del suo uso e la comprensibilità delle azioni possibili. Essa deve essere mirata a soddisfare i bisogni e gli interessi dell'utente. Per esempio, è inutile realizzare un CD-ROM⁸ su un museo d'arte moderna, destinato ad un vasto pubblico, presentando le varie opere elencate per autore o stile espressivo, se a proposito degli autori stessi non si danno informazioni bibliografiche o non si spiega in parole semplici il significato della terminologia artistica. Soprattutto va tenuto in considerazione a quale fascia di utenti è indirizzata l'opera. Se l'opera è indirizzata ad esperti del settore allora, più che spiegare i significati dei termini, vanno ben progettati i collegamenti fra i diversi autori e le diverse opere, va fornito uno strumento software che permetta di poter disporre più opere affiancate sul video al fine di identificarne somiglianze e congruenze, e comunque vanno riproposti tutti quegli interventi che presumibilmente l'esperto compie quando

⁸ Qui il termine CD-ROM è sinonimo di ipertesto.

analizza un artista o una sua opera. Se invece il CD-ROM ha scopi divulgativi, e ha quindi come obiettivo quello di interessare e coinvolgere un utente potenzialmente distratto o poco interessato, allora esso va corredato di sussidi multimediali quali la musica o un filmato sulla vita dell'autore dell'opera o sui paesaggi e i personaggi da lui ritratti.

Se il CD-ROM è diretto a degli esperti, essi sceglieranno da soli, sulla base delle loro esigenze e conoscenze, i percorsi da seguire. Se invece è rivolto a un pubblico non esperto, allora devono essere previste "visite" guidate, o comunque devono essere indicati chiaramente i sentieri principali sui quali incamminarsi. In questo caso, inoltre, l'informazione deve essere offerta in maniera più accattivante. Devono essere immaginati espedienti per catturare l'attenzione dell'utente e sistemi per mantenerne sempre vivo l'interesse e suscitare la curiosità a proseguire nel viaggio.

Dunque, gli elementi che entrano nel gioco della progettazione sono il progettista del software, l'utente e le informazioni che si vogliono rendere disponibili. È evidente che i due protagonisti di questa operazione, il progettista e l'utente, hanno le loro esigenze, le loro visioni del mondo, le loro modalità di interazione con esso, senza dimenticare che le informazioni stesse hanno caratteristiche e forme di volta in volta diverse e diversamente strutturate.

Cominciamo dalle informazioni, oggetto della interazione tra progettista e utente. Esse in genere prendono la forma di immagini, suoni, testi scritti. Per meglio gestirle, deve entrare a far parte del gioco un nuovo protagonista: l'esperto, colui cioè che conosce a fondo le caratteristiche dell'informazione da trattare e sa come poterla comuni-

care ai diversi utenti. Costui può tranquillamente non avere nessuna conoscenza dell'uso dello strumento informatico che si intende adoperare. Egli è come un grande architetto, diciamo un Brunelleschi o un Renzo Piano: ha bene in mente la forma della chiesa o dell'edificio che vuole realizzare, ma ha bisogno del mastro carpentiere, il primo, o dell'ingegnere strutturista, il secondo, se vuole veramente vedere costruita la sua opera. Senza gli esperti del settore la loro conoscenza non potrà essere trasferita ad altri.

Il progettista da parte sua sa come usare il suo strumento, sa quante sofisticatissime applicazioni si possono fare con esso, sa unire insieme suoni e testo, voce e animazioni, sa insomma costruire la struttura più ardita, ma non sa che forma darle. Potrebbe però mettersi d'accordo con l'esperto e realizzare così l'opera! Certamente, ma chi ci assicura che poi qualcuno potrà veramente goderne? A che servirebbe costruire una meravigliosa cattedrale gotica per un popolo di non vedenti?

Ecco allora che interviene il terzo attore, l'utente, che, inserendosi nel duetto progettista-esperto, esprime i suoi desideri, le sue capacità di comprensione e di partecipazione. Ogni progetto, quindi, e in particolare quelli rivolti a sistemi che debbono essere utilizzati da larghe fasce di utenti, deve tenere conto di quest'ombra di Banco, di questo grande assente che però determina il successo del prodotto finale.

Quali sono allora le principali preoccupazioni che il progettista di ipertesti tecnico-scientifici deve avere, dopo aver interagito con l'esperto e l'utente, per realizzare un buon prodotto?

In primo luogo, colui che guarda lo schermo di un video sul quale appare un'interfaccia grafica ipertestuale

deve essere in grado di individuare immediatamente, direi a colpo d'occhio, quali azioni l'immagine gli propone di compiere e con quali effetti. Progettare ad esempio un bottone o pulsante⁹ colorato di rosso, eventualmente affiancato da una fiamma lampeggiante, per indicare che da quel punto si può accedere a nuove informazioni di recente inserite, non è sufficiente in assenza di una qualche didascalia che indichi di cosa effettivamente si tratta. Se invece si affiancasse allo stesso bottone l'immagine di una figura femminile discinta, indicherebbe chiaramente che di lì si può accedere a qualche scritto o immagine erotica; o se l'immagine rappresentasse un termosifone potrebbe significare che lì dietro sono inserite le istruzioni d'uso di un sistema di riscaldamento.

Un secondo accorgimento da tenere presente è quello di evitare che immagini simili possano ingenerare confusioni o dubbi sul loro uso. Ci si trova in questa situazione quando, avendo tra le mani un sistema ad ingranaggi da montare, gli inviti, cioè quelle scanalature che opportunamente guidano l'inserimento di un pezzo nell'altro, sono tutte uguali e intercambiabili, di modo che potrei impiegare ore per scoprire quale pezzo si accoppia con un altro.

È molto importante, inoltre, fornire il sistema di informazioni di ritorno. Una volta lanciato un comando, una volta cliccato cioè su un bottone o su una parola o comunque su un'area sensibile, se per raggiungere l'informazione è necessario attendere qualche secondo, è opportuno segnalare all'utente che il sistema sta lavorando

⁹ Si chiamano così quelle aree del video che, raggiunte dalla freccia del mouse, sono sensibili al click esercitato sul tasto di comando permettendo il collegamento dell'utente con una nuova pagina dell'ipertesto.

per lui e sta cercando le informazioni che desidera. Questo di solito viene realizzato con piccole animazioni, quali ad esempio una barretta orizzontale che riempie pian piano uno spazio vuoto – il che ci segnala anche quanto siamo lontani dalla fine dell'operazione – oppure un cane che corre verso un osso o un marinaio che rema verso un'isola che appare all'orizzonte.

Già oggi molte icone sono divenute quasi uno standard. È chiaro che ciascuno vorrebbe imporre la propria grafica come standard per tutti gli altri ma, come è avvenuto per l'orologio, nel quale le cifre sono scritte in un senso particolare, quello orario, senza alcun reale motivo, così accade nel caso degli ipertesti, dove per esempio l'immagine della casetta  indica sempre la pagina di partenza dell'ipertesto, detta anche *home page*. In questo settore, per ora, sono ancora pochi gli standard, ma un buon progettista deve guardarsi bene intorno prima di progettare nuovi indicatori affinché la sua icona non risulti del tutto nuova o addirittura in contraddizione con quelle più diffuse di altri sistemi, ponendo così l'utente di fronte a qualche dubbio amletico.

Infine, è necessario aver cura della gestione dei possibili errori che l'utente può commettere. Una delle cause principali di errore nei sistemi di calcolatori è la digitazione di comandi errati o sconosciuti. Nel caso dei sistemi ipertestuali, nei quali in genere poca informazione è introdotta dall'utente per via testuale, il rischio non è molto elevato. Nonostante ciò, ogni possibile causa di errore va valutata, e non si deve inviare all'utente solo un terroristico messaggio di ERRORE!!!, eventualmente accompagnato dall'immagine di una bomba che sta per scoppiare, ma una più amichevole indicazione dello sba-

glio commesso con l'indicazione, ove possibile, della maniera per rimediare.

Vi sono altre considerazioni da fare che valgono specificamente per gli ipertesti e riguardano due fenomeni ormai ben noti in letteratura: il sovraccarico cognitivo e l'effetto labirinto.

Con *sovraccarico cognitivo* si intende quel fenomeno che si verifica quando un soggetto è sottoposto ad una "sventagliata" di informazioni collocate sia sulla stessa pagina video che su diverse pagine collegate l'una all'altra. Costringere un utente a percorrere un lungo cammino per raggiungere l'informazione cercata non è una buona strategia. Infatti, facendo consultare all'utente molte pagine video, gli vengono date contemporaneamente molte informazioni che non lo riguardano. Ma egli non lo sa in anticipo, con il risultato che si genera in lui confusione e successivamente disinteresse per il sistema.

Può però accadere che nel caso di ipertesti di grandi dimensioni, anche se ben progettati, l'utente riceva più informazione di quanta non abbia richiesto, e che quindi si presenti il problema del sovraccarico cognitivo. In questo caso gli strumenti di progettazione offerti dai software ipertestuali si rivelano di scarsa utilità. È necessario rivolgersi a quelle discipline, come l'Intelligenza Artificiale¹⁰, che offrono qualche mezzo in più per navigare intelligentemente in un ipertesto. È infatti possibile immaginare che un "agente intelligente" aiuti l'utente nella navigazione. Ancora una volta non è la capacità investigativa o la curiosità naturale dell'uomo che si vuole sostituire: piuttosto, gli si vuole offrire un aiuto a dipanare matasse di conoscenza che a volte sono molto in-

¹⁰ Vedi cap. 6.

garbugliate. L'idea che molti ricercatori di questo settore stanno seguendo è quella di realizzare degli strumenti software, diciamo dei piccoli "ragnetti" intelligenti, ai quali si comunica, possibilmente in linguaggio naturale, cosa si cerca. Il ragno si fa carico del problema, si tuffa nella ragnatela di nodi e di *link*, e con "perizia" e "astuzia" esegue la sua ricerca. Trovato il bandolo della matassa, torna dal suo interlocutore e gli offre la soluzione. Le parole che abbiamo adoperato nelle righe precedenti – "intelligente", "perizia", "astuzia" – fanno riferimento a qualità generalmente attribuite all'uomo più che alle macchine e lasciano quindi intuire quanto lontani siamo ancora da una completa soluzione del problema.

Un altro effetto molto studiato da chi progetta e costruisce ipertesti è l'*effetto labirinto*. Nell'ipertesto, questa enorme tela di ragno attraverso la quale l'utente si avventura, può essere facile perdere l'orientamento, non sapere più da dove si è partiti, o non sapere come tornarci, e soprattutto non ricordare tutti i passi seguiti per giungere in un certo luogo della tela. Questo problema è oggi affrontato fornendo ogni ipertesto di una sorta di filo d'Arianna che segue l'utente lungo tutto il suo viaggio e, a richiesta, gli mostra dove si trova, quale cammino ha percorso e verso quali mete può avviarsi. In alcuni sistemi questo è addirittura realizzato in tempo reale mostrando all'utente, in un angolo del video, la sua posizione rispetto alla "tela" complessiva.

Il contenuto

Il contenuto è l'aspetto cruciale della progettazione e della realizzazione degli ipertesti. Non ha alcun senso prendere un bellissimo libro d'arte pieno di immagini

stupende, commentate da illustri studiosi e critici, e riportare pari pari su un video lo scritto nel quale appaiano parole sensibili, o “calde”, cliccando sulle quali appare l'immagine del quadro o della statua citata. In primo luogo il risultato finale è sicuramente di qualità grafica inferiore all'originale, poiché la risoluzione di una foto può essere riprodotta solo da monitor di grandi prestazioni, a costi certamente non accessibili all'utente medio. Inoltre, una rappresentazione ipertestuale non migliora né modifica sostanzialmente la conoscenza che l'esperto o il critico voleva trasmetterci, ma cambia solo il supporto fisico su cui essa è trasmessa.

Se un prodotto culturale deve essere diffuso attraverso un ipertesto allora è necessario che alla sua realizzazione concorrano ancora altre figure di operatori. In genere è necessario che lo scenografo e il disegnatore si associno all'ideatore dell'interfaccia grafica per rendere al meglio quelle che sono le indicazioni che il progettista dà loro.

Il compito di chi progetta l'ipertesto è in questo caso analogo a quello svolto dall'ingegnere della conoscenza¹¹ quando si progettano i Sistemi Esperti nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale. Il suo compito è di interloquire con gli esperti dei vari settori, comprendere o addirittura far emergere, in forma esplicita, il reale contenuto della loro conoscenza e rappresentarlo adeguatamente alla luce delle esigenze degli utenti ai quali tale contenuto deve essere comunicato.

Non è facile individuare in un dominio di cui non si

¹¹ L'ingegnere della conoscenza è in genere un informatico capace di interpretare quanto l'esperto umano gli va raccontando delle sue conoscenze e di rappresentarle su un calcolatore mediante un qualche sistema simbolico (v. anche cap. 6).

ha alcuna pratica quali siano gli elementi significativi, i punti centrali, quelli da cui iniziare una descrizione corretta ed esaustiva. Di solito è opportuno che l'ingegnere della conoscenza si immerga nella tematica, mediante letture, interviste con gli esperti, confronti con gli eventuali utenti, e quindi ipotizzi una qualche struttura, generalmente un albero o un grafo, mediante la quale rappresentare i capisaldi del dominio. In questa fase vanno ricercati i *meta-concetti* che presiedono alla descrizione della conoscenza, e a partire da questi si individuano aree di interesse, sotto-concetti, elementi di conoscenza via via sempre più specifici, all'interno dei quali vanno collocate le informazioni reali¹². Un problema ben più ostico sorge quando l'esperto con cui si interagisce non è unico, ma esistono diverse competenze necessarie alla descrizione del dominio. In questo caso l'ingegnere della conoscenza deve dare il giusto peso ai singoli contributi, tenendo sempre presente che contenuti e linguaggi di presentazione devono essere soprattutto comprensibili all'utente finale.

Vi è anche un delicato aspetto psicologico da gestire nel trasferimento della conoscenza da esperto a ingegnere della conoscenza. Quest'ultimo, pur non essendo un vero competente della materia, deve far finta di diventarlo, cercando di trasmettere questa sensazione ai vari esperti che in presenza di un “collega” riescono a trasferire compiutamente la loro conoscenza.

Nodi e link

Abbiamo diffusamente parlato in tutto questo libro di nodi e collegamenti, o *link*, mostrando il ruolo prima-

¹² Si veda a tale proposito l'analisi condotta per l'ipertesto “Scavi di Ercolano” presentata nel cap. 6.

rio che essi giocano in un sistema ipertestuale. Guardiamo ora un po' più da vicino questi due oggetti.

Il nodo è l'unità lessicale che, aparendo sul video in maniera evidenziata, ad esempio assumendo un colore o una forma particolare, indica la presenza di altra informazione, non strettamente necessaria alla comprensione del testo in esame, ma comunque ad esso collegata. I software attualmente sul mercato permettono di creare nodi di natura e forma differenti. Possiamo avere una parola-nodo alla quale sia associata non un'immagine o un altro testo ma, ad esempio, una lista, che appare quando viene selezionata. A partire da questa lista si può poi pensare di effettuare una nuova scelta, che può produrre una nuova lista o introdurre un testo o una foto e così via. Ancora, è possibile avere delle immagini di mappe, carte geografiche o foto, e rendere sensibili alcune loro parti, anche piccole, e quindi associare ad esse altre informazioni. Si pensi ad una vista dall'alto dell'antica Pompei. È possibile rendere visibili le immagini dei singoli edifici, individuare la casa dei Vettii, entrare in essa, cliccare su una parete, sempre mostrata in pianta, e ammirare così affreschi o mosaici. Il tutto può essere accompagnato da opportune note a margine. Questo vale anche per i filmati che, eventualmente presenti, possono essere interrotti, fatti ripartire o essere ingranditi nei singoli fotogrammi. Tutta questa potenza espressiva va però progettata oculatamente. Sovraccaricare un singolo nodo di una grande quantità di informazione molto differenziata porta l'utente a perdere di vista il suo obiettivo, a restare meravigliato della qualità tecnica del prodotto dimenticando il contenuto del messaggio. Un luccichio di specchietti tecnologici certamente non favorisce le esigenze di conoscenza dell'utente.

Anche per i link o collegamenti è possibile fare un discorso analogo a quello fatto per i nodi. Essi costituiscono il legame "fisico" fra nodo e nodo e generalmente vengono progettati in anticipo¹³. È però importante che legami tra nodi o informazioni non previsti si possano realizzare sulla base dell'uso che l'utente fa dell'ipertesto. In altre parole, seguendo il percorso che l'utente fa a partire dalla sua entrata nell'ipertesto e fino ad un certo nodo, il sistema, sulla base del percorso fatto, potrebbe ipotizzare diverse scelte per la prosecuzione del viaggio e organizzare un link appropriato verso certe aree dell'ipertesto invece che verso altre. Attualmente questi sistemi sono oggetto di studio sia per le implicazioni tecniche sia per quelle di carattere cognitivo.

Ancora una volta il nostro discorso deve fare riferimento a quelli che sono gli studi e i risultati dell'Intelligenza Artificiale, che approfondiremo nel capitolo successivo. Per poter progettare un sistema capace di riconoscere il tipo di utente, di prevenirne esigenze e desideri, si deve far ricorso agli studi sui modelli di utente progettati in Intelligenza Artificiale¹⁴. Questo obiettivo può essere perseguito, ad esempio, costruendo un sistema che "osservi" il comportamento del singolo utente e pian piano "comprenda" le sue mosse e i percorsi che di solito preferisce, così da poterne in parte prevedere il comportamento nelle varie circostanze, facilitandogli la navigazione. La psicologia cognitiva e le altre discipline che affiancano l'Intelligenza Artificiale nel contesto multidisciplinare delle ricerche sulle capacità mentali saranno sempre più utilizzate nei sistemi ipertestuali (o vogliamo chiamarli "ultratestuali"?).

¹³ Si veda a tal proposito la fig. 2.2.

¹⁴ Kobsa A., 1993.

Queste considerazioni non devono sembrare avveniristiche o inutili: il più grande ipertesto che, come possiamo ormai dire, tutta l'umanità va costruendo, la rete Internet, è già tanto grande che, come vedremo, diverrà presto inutilizzabile per eccesso di informazione, e dovrà quindi necessariamente essere provvisto di strumenti di navigazione intelligente.

I linguaggi di programmazione

I linguaggi¹⁵ per realizzare ipertesti hanno una storia alquanto recente. Il capostipite è identificato con Memex di Vannevar Bush, sviluppato tra il 1932 e il 1933, pubblicato per ragioni belliche solo nel 1945. Esso non vide mai la luce come software implementato. Nel numero di luglio del 1945 della rivista "Atlantic Monthly", Bush introdusse alcuni dei principali concetti che definiscono un ipertesto, in un articolo intitolato "As we may think"¹⁶. In quel lavoro, Bush si ispirava al funzionamento della mente umana osservando che essa

"opera mediante associazioni. Con un elemento in suo possesso, essa scatta verso il seguente che è suggerito dall'associazione dei pensieri".

Da questo tipo di osservazioni nacque Memex,

"... un dispositivo in cui un individuo raccoglie tutti i suoi libri, documenti e notizie, e che è meccanizzato

¹⁵ Si definisce linguaggio di programmazione un codice che permette di esprimere, attraverso parole e frasi standard, simili ad una qualche lingua naturale, la sequenza di operazioni che il calcolatore deve compiere per effettuare una qualsivoglia computazione.

¹⁶ Bush V., 1945.

cosicché possa essere consultato con notevole velocità e flessibilità. Esso rappresenta un supplemento intimo e allargato alla sua memoria".

Ciò che Bush stava immaginando era assai simile a un PC attuale dotato di un sofisticato programma per ipertesti. Il modo in cui Bush ci descrive l'uso del suo Memex è una fedele riproduzione di come un lettore del giorno d'oggi si muove attraverso un ipertesto:

"... egli costruisce un percorso corrispondente ai suoi interessi attraverso il labirinto dei materiali a lui accessibili".

Solo dopo circa 20 anni la tecnologia dei calcolatori permise lo sviluppo di interfacce grafiche e testuali con Douglas Engelbart¹⁷ che, nell'ambito di un progetto teso ad accrescere la produttività del lavoro umano, iniziò nel 1962 la progettazione del sistema chiamato NLS (oN-Line System)¹⁸, che presentò poi nel 1968.

Pressappoco negli stessi anni Ted Nelson, colui che per primo introdusse il termine "ipertesto", propose un suo prototipo denominato Xanadu¹⁹. Con questo sistema, parzialmente implementato, egli immaginava di poter rendere ipertestuale tutta la letteratura mondiale, in maniera tale che una qualunque stringa di caratteri potesse essere ricercata su tutto l'insieme dei libri. Quando, negli anni sessanta gli fu obiettato che per fare questo ci sarebbero volute memorie dell'ordine di miliardi e mi-

¹⁷ Engelbart D.C., 1963.

¹⁸ Questo strano acronimo fu usato per distinguere questo sistema da un altro progettato da Engelbart detto FLS da oFF-Line System.

¹⁹ Nelson T., 1965.

liardi di byte (cioè di caratteri), la sua risposta fu “*So what...?*” – “*E allora...?*” – mostrandosi fiducioso che la tecnologia avrebbe certamente risolto il problema, così come in effetti sta accadendo oggi.

Ancora qualche tentativo fu fatto negli anni '70, ma il vero decennio fortunato per gli ipertesti furono gli anni '80. Si inizia con l'“Aspen Movie Map” (1978), un sistema sviluppato al Massachusetts Institute of Technology (MIT) che permetteva la visita della cittadina di Aspen, in Colorado, mediante due monitor. Attraverso il primo si realizzava una totale immersione nell'ambiente, per cui la vista era quella di chi camminava lungo le strade, mentre un secondo monitor mostrava una vista dall'alto e dava la posizione del visitatore. Una interazione mediante un cursore permetteva di saltare da un punto all'altro della città senza essere ovviamente costretti a percorrerla tutta.

Nel 1983 appaiono due sistemi: KMS e Hyperties. Il primo fu sviluppato alla Carnegie Mellon University. KMS sta per Knowledge Management System (Sistema di Gestione della Conoscenza) e gira sotto il sistema operativo UNIX²⁰. Esso prevede che al più possano essere contemporaneamente aperte sul video due finestre attraverso le quali si può navigare velocemente. E proprio la

²⁰ Nel 1960 alcuni ricercatori del Bell Lab (dipendente dall'AT&T) lavorarono ad un progetto denominato MULTICS (un acronimo che stava per Multiplexed Information and Computing Service). Alla fine degli anni '60 i capi del Bell Lab decisero di abbandonare il progetto MULTICS e rimandarono ai laboratori di partenza i ricercatori. Lo scopo di Multics era di offrire molte risorse di calcolo a molti utenti contemporaneamente. Il progetto non funzionò. Nel 1969 uno dei ricercatori rispediti a casa sviluppò un piccolo sistema operativo per un minicomputer. Essendo il suo sistema piccolo, non ambizioso e usato da una persona alla volta, in contrapposizione con MULTICS lo chiamò UNIX.

velocità di navigazione, grazie anche al sistema operativo su cui si opera, è una delle principali caratteristiche di KMS. Lo sviluppo o ampliamento del sistema è anche reso facile da un semplice accorgimento: se si clicca su un qualche oggetto che non è ancora legato a nulla, si apre una nuova finestra nella quale è possibile inserire una nuova informazione.

Hyperties è stato progettato da Ben Shneiderman all'Università del Maryland. Esso ha la caratteristica di operare in ambiente DOS²¹, il che implica che può essere installato su un qualunque PC e può gestire anche le immagini, purché ovviamente lo schermo del calcolatore sia in grado di mostrarle. Le tecniche di interazione di Hyperties sono molto semplici e permettono di adoperare sia il mouse sia la tastiera o il touch-screen (un monitor particolare sul quale dei sensori individuano la posizione del dito dell'utente quando questo indica qualcosa attivando così l'operazione indicata).

A questi sistemi seguirono altri che ancora oggi sono in commercio o che comunque hanno avuto un qualche successo presso il grosso pubblico, quali ad esempio NoteCards (1985), progettato alla Xerox PARC, o Intermedia (1985), sviluppato per Apple presso la Brown University, che però, operando solo su macchine Apple, non ha avuto una grande diffusione. Esiste inoltre Guide, sviluppato da Peter Brown nel 1986 inizialmente per Macintosh e poi anche per PC (oggi è venduto solo nella versione per Windows)²².

²¹ La sigla DOS sta per Disk Operating System e fu introdotta dalla Microsoft all'inizio degli anni '80. Per un maggior approfondimento si veda Vercelli G. et. Al. 1998.

²² Per una descrizione accurata di tutti questi sistemi si veda anche Nielsen J., 1995.

Veniamo ora ad una rapida presentazione di quelli che attualmente sono i prodotti più popolari per la realizzazione di ipertesti: HyperCard per le macchine Apple (Macintosh) e Toolbook per i Personal Computer.

HyperCard fu progettato nel 1987 da Bill Atkinson ed ebbe subito un gran successo, almeno presso i possessori di calcolatori Macintosh. Questo successo è dipeso in parte dal fatto che ad HyperCard era associato un linguaggio di programmazione, HyperTalk, tanto semplice da poter essere appreso in pochissimi giorni. Un secondo motivo del suo successo fu che almeno le prime versioni, fino al 1992, furono fornite gratuitamente dalla Apple agli acquirenti di macchine Macintosh, e quindi una gran quantità di persone poté sperimentare, senza costi ulteriori, il nuovo linguaggio e soprattutto poté cimentarsi a rappresentare la conoscenza mediante lo strumento ipertestuale²³.

Questo sistema è basato sul concetto di Card (scheda) e un insieme di schede costituisce uno Stack (pila). Uno degli strumenti forniti dal sistema è la possibilità di inserire dei bottoni rettangolari sullo schermo ai quali vanno associati dei programmi scritti in HyperTalk. Tali programmi permettono di passare ad altre schede, immagini o quant'altro in funzione dell'attività svolta fino a quel punto. Ad esempio, è possibile progettare dei bottoni che appaiono sullo schermo solo se ne sono stati toccati una serie di altri, cioè se è stato attivato un certo percorso.

Questo artificio è stato da noi adoperato nel progettare la videata di fig. 5.2 dell'ipertesto presentato nel ca-

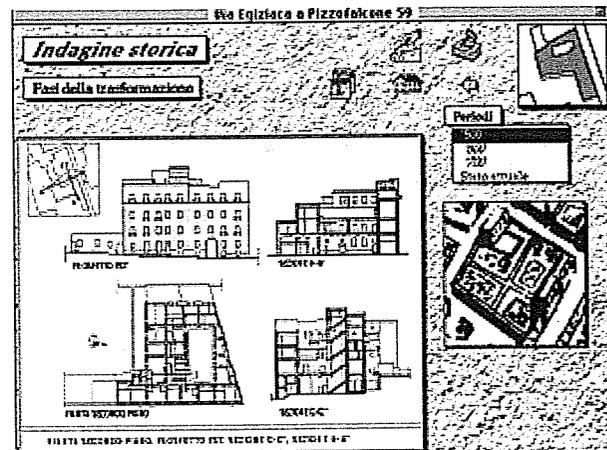


Fig. 5.1. I.P.E.R. - *Indagine storica* - Periodo '500

pitolo precedente. Se a questa videata si giunge attraverso un particolare percorso, allora appare un bottone rosso . Cliccando su questo bottone il sistema avverte che sono disponibili ulteriori informazioni che, a richiesta,

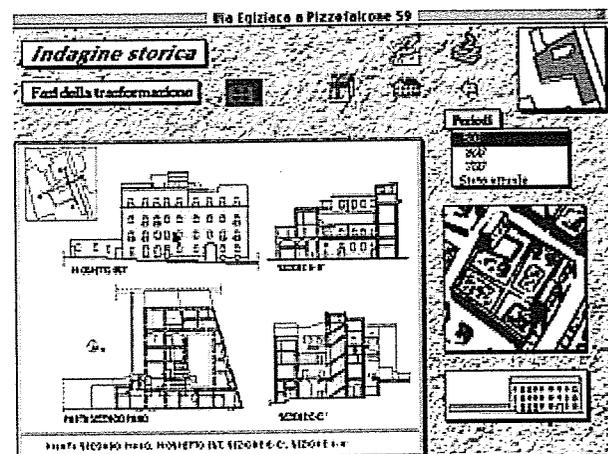


Fig. 5.2. I.P.E.R. - *Indagine storica* - Segnalazione di nuova informazione

²³ L'ipertesto da noi realizzato, e parzialmente descritto qui e nel Cap. 3, è stato appunto realizzato con HyperCard.

possono essere mostrate. Se la risposta dell'utente è ancora positiva viene mostrata la facciata del Prospetto Est dove sono presenti alcune componenti architettoniche che possono farsi risalire al '500. La sequenza di azioni è mostrata nelle fig. 5.1. e 5.2.

Queste due videate presentano tutta una serie di caratteristiche che mostrano la potenza di HyperCard.

In primo luogo è evidente che esse, insieme a molte altre hanno lo stesso sfondo, quella che viene chiamata la scheda di background (fig. 5.3), sulla quale si "appoggiano" altre schede.

Questa scheda è unica e viene, per così dire, ereditata da tutte le altre in una catena di sovrapposizioni, nel senso che le successive, pur avendo le stesse dimensioni di quella di base, sono trasparenti, salvo nei punti in cui sono inseriti testi, immagini, grafici o bottoni. Una seconda scheda presenta solo le scritte ricorrenti INDAGINE STORICA e Fasi della trasformazione (fig. 5.4) ed è del tutto trasparente per il resto.

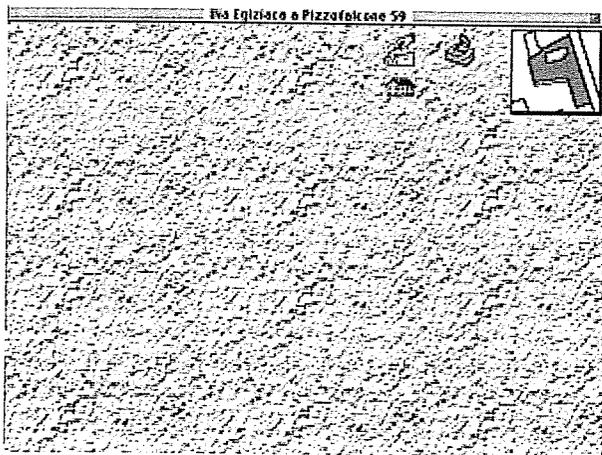


Fig. 5.3. I.P.E.R. Background

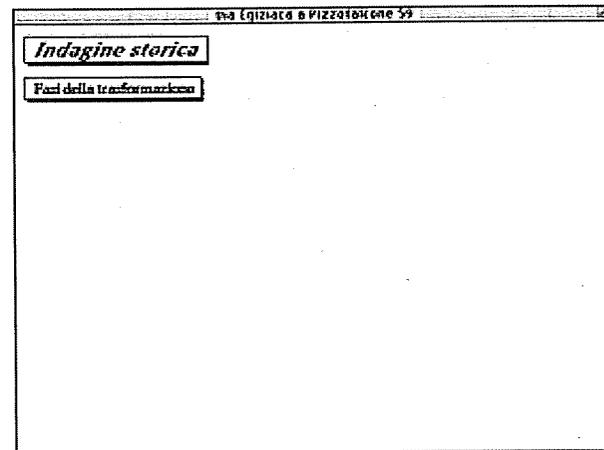


Fig. 5.4. I.P.E.R. - Scheda singola

Un'altra scheda infine completa la figura introducendo i bottoni e le informazioni ad essi relative (fig. 5.2). Cliccando il bottone rosso appare la scritta in sovrapposizione (v. fig. 5.5), anch'essa ottenuta mediante una ul-

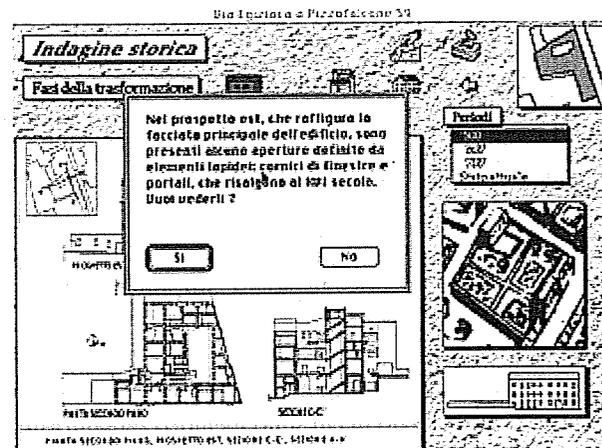


Fig. 5.5. I.P.E.R. - Sovrapposizione di più schede

teriore scheda, trasparente tranne che per la scritta. Anche le rapide indicazioni fornite con l'esempio precedente contribuiscono a mostrare come sia complesso progettare un buon ipertesto, tanto nella forma che nel contenuto.

Per concludere, diamo ora alcune informazioni su uno dei più diffusi software di sviluppo per ipertesti in ambiente Windows: Toolbook. Questo software, prodotto dalla Asymmetrix Corporation è utilizzato per molti dei prodotti ipertestuali venduti su CD-ROM.

La principale caratteristica di Toolbook è di essere un ambiente di programmazione interattivo in cui quanto è ritenuto significativo viene considerato come un "oggetto". In termini informatici ciò significa che Toolbook usa per la programmazione un linguaggio "object oriented", nel quale cioè ogni elemento è caratterizzato da una serie di proprietà, quali quelle di ricevere e trasmettere messaggi, ereditare specifiche e definizioni da altri oggetti, ad esso legati mediante l'appartenenza ad una stessa classe e così via²⁴. Il linguaggio specifico che in Toolbook permette la programmazione è l'OpenScript. Attraverso di esso è possibile definire cosa succede quando un utente fa click su un pulsante di una applicazione.

Toolbook usa la metafora del libro per lo sviluppo delle applicazioni. Così come una biblioteca è piena di libri, ognuno dei quali è formato da tante pagine, altrettanto in Toolbook si avranno tanti file DOS²⁵, detti book (libri). Ogni book è costituito da pagine (page) che rappresentano la videata che apparirà sul monitor quando

²⁴ Per maggiori informazioni sulla programmazione Object Oriented si veda tra gli altri: Goldberg A., 1983.

²⁵ Un file è un archivio in cui sono memorizzate informazioni mentre il DOS è il sistema operativo che più frequentemente si trova sui PC.

quella pagina verrà consultata. Sul monitor potranno apparire più pagine, ciascuna delle quali sarà collocata in una finestra (viewer). Per ogni pagina si possono prevedere dei campi (field) in cui si inseriscono informazioni e pulsanti (button), che portano ad altre pagine ed elementi grafici. Ogni pagina ed ogni elemento della pagina è un "oggetto". Una pagina può contenere oggetti differenti mentre più pagine possono condividere oggetti comuni inseriti su uno sfondo (background), un po' come abbiamo già visto accadere per HyperCard.

Il Toolbook è un software basato sulla gestione degli eventi. Esso appare inattivo fin quando l'utente non interviene inviando comandi o ad esempio cliccando su un pulsante. In questo ultimo caso l'evento "click sul pulsante P" si traduce in un messaggio che il programma invia all'oggetto rappresentante il pulsante per informarlo dell'evento in corso. L'oggetto a questo punto è attivato e opera secondo un prefissato codice, detto handler, che ne determina il comportamento. L'handler non è altro che un pezzo di programma scritto in OpenScript e rappresenta le istruzioni o comandi da eseguire. Ad esempio, potrebbe contenere il comando che fa apparire una determinata immagine.

È evidente, quanto il Toolbook sia più potente degli altri linguaggi a cui finora si è fatto cenno, cosa che giustifica il suo attuale successo in tutti gli ambienti Windows.

Ancora una considerazione

La progettazione di ipertesti, come si è visto, varia in funzione del tipo di testo che si vuole scrivere. Nel caso di ipertesti letterari l'autore è anche il progettista del-

l'ipertesto. Egli non deve fare altro che collegare tutte le conoscenze che ritiene interessanti tra loro e con il suo scritto. Il testo diventa così la strada principale sulla quale il lettore si incammina e dalla quale può deviare seguendo i sentieri che l'autore gli suggerisce che a lui sembrano più interessanti. Questo tipo di progettazione prevede che l'autore del testo sia in grado di rappresentare le sue conoscenze non solo in forma sequenziale ma anche parallela, e che sappia usare gli strumenti software per realizzare una scrittura ipertestuale.

Quando invece facciamo riferimento alla progettazione di ipertesti tecnico-scientifici abbiamo visto che non è più sufficiente, in generale, la presenza del solo autore, ma devono cooperare diverse figure professionali: solo dal loro lavoro congiunto si otterrà un prodotto significativo²⁶. Questo in parte già accade quando nei testi scientifici l'autore deve associare allo scritto le immagini. Egli fa ricorso al fotografo per le foto, all'impaginatore per una loro collocazione ideale nel testo e così via. Non c'è quindi troppo da spaventarsi se ora l'autore deve collaborare con il programmatore o con l'ingegnere della conoscenza. Un prodotto veramente sofisticato, che trasmetta al meglio le conoscenze dell'autore, deve necessariamente essere elaborato da un gruppo di lavoro e non più da un singolo individuo.

Un'occhiata a Internet

Molte volte, in questo libro, abbiamo citato Internet, dando più o meno per scontato che il lettore sapesse cosa fosse, almeno in linea di principio. Prima di concludere

²⁶ Vedi anche i Sistemi Esperti nel prossimo capitolo.

questo capitolo è opportuno dare un'occhiata a questa nuova forma di comunicazione planetaria.

Internet nasce negli anni '70, padre fu il Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti e madre la guerra fredda, ormai in procinto di partorire quell'ultimo suo programma ultratecnologico di corsa agli armamenti noto con il nomignolo di guerre stellari. Il suo nome di battesimo fu ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) e venne al mondo con lo scopo di evitare di tenere concentrati in pochi siti i centri di calcolo per la gestione di situazioni di emergenza bellica quali il lancio dei missili nucleari. Infatti, se questi luoghi fossero stati sabotati, tutto il sistema difensivo americano sarebbe saltato. L'idea di mettere in comunicazione non solo gli uomini ma anche le macchine direttamente, con la possibilità di scambiare e condividere dati e informazioni in tempo reale si rivelò certamente come un'idea vincente.

Fortunatamente negli anni '80, per la precisione nel 1984, cadde il vincolo militare e Arpanet generò tre figli: BITNET (Because It's Time Network), CSNET (Computer Science Network) e NFSNet (National Science Foundation Network). Quest'ultima, prevalentemente usata in ambito universitario, a sua volta generò INTERNET. Negli otto anni successivi la rete si diffuse sempre in ambito scientifico poiché prevedeva una gestione da esperti. Essa era quindi poco proponibile ad un pubblico più vasto pur se con il tempo andavano aumentando le sue prestazioni. Infatti tramite la rete era permesso l'accesso a banche dati (WAIS) e il trasferimento di software (Gopher). Nel 1992 alcuni ricercatori del CERN, il Centro Europeo di Ricerca Nucleare di Ginevra, introdussero l'ormai noto sistema multimediale ad ipertesto detto

WWW (World Wide Web)²⁷ che, rendendo trasparente all'utente tutti i complicati protocolli di comunicazione, aprì la rete anche a coloro che esperti di informatica non erano.

Diamo ora una rapida occhiata ai principi di funzionamento.

Internet è costituita da un numero di calcolatori, che cresce di giorno in giorno, sui quali risiede un software di comunicazione, denominato TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol), che permette la comunicazione tra elaboratori mediante i classici sistemi di telecomunicazione (cavo, satellite etc.). A questi calcolatori, detti server, vengono collegati, sempre tramite linea telefonica, utilizzando i cosiddetti modem, i client, cioè tutta quella miriade di persone che, possedendo un Personal Computer, acquista il modem per poche lire e si collega con tutto il mondo. I server, che nel 1992 erano poche migliaia, ora si contano nell'ordine di alcuni milioni, mentre i client sono già dell'ordine di molte decine di milioni e tendono rapidamente a superare il centinaio.

Nella fig. 5.6 si mostra come oggi, e ancor più nel prossimo futuro, apparirà il nostro pianeta, avviluppato da questa fittissima rete. I vari server, collegati tra loro da sistemi di telecomunicazione ad alta velocità e capacità, distribuiscono il servizio di collegamento sia a server più piccoli per una ulteriore distribuzione sia direttamente a utenti singoli. A questa rete detta WAN (Wide Area Network) che trasmette dati a velocità che vanno da 64kbps (64.000 bit per sec)²⁸ a 2Mbps (2.000.000 di bit

²⁷ Progettato e realizzato da Tim Berners Lee nel 1991 per rendere più semplice il collegamento tra diversi utenti di una rete di calcolatori.

²⁸ Un bit costituisce l'unità elementare (0 oppure 1) mediante

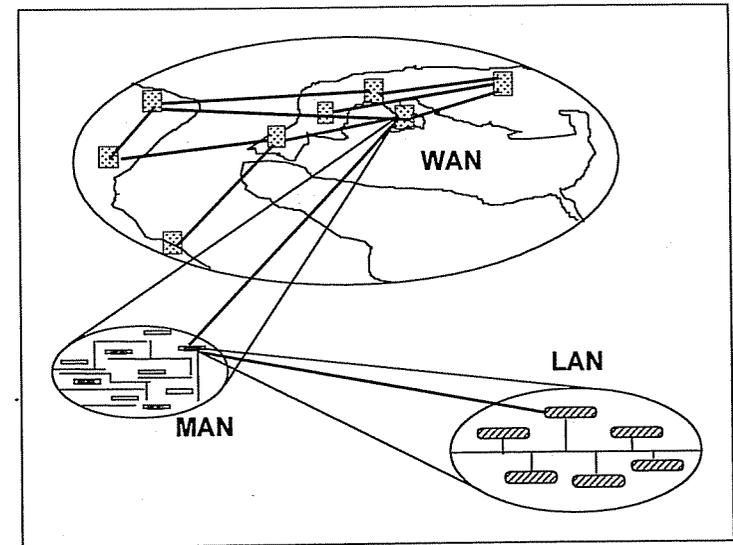


Fig. 5.6. La rete Internet

per sec), si collegano reti territorialmente più piccole, diciamo metropolitane (Metropolitan Area Network o MAN) che distribuiscono il servizio agli utenti che sono presenti ad esempio nell'ambito di un distretto telefonico. Tali utenti possono a loro volta, se sono aziende, uffici pubblici o grossi enti, avere una loro piccola rete locale (Local Area Network, LAN) che fa sì che più persone contemporaneamente accedono alla WAN mentre un solo collegamento telefonico tra le rete locale e quella

la quale si costruisce il codice per i singoli caratteri alfabetici (per ogni carattere necessitano 8 bit che prendono il nome di byte). Una velocità di 64.000 bit per sec significa che in ogni secondo vengono trasmessi $64.000/8=8.000$ caratteri. Questa pagina ad esempio contiene circa 1750 caratteri per cui in un secondo, con una velocità di 64kbps ne potrei trasmettere 4, mentre con una velocità di 2Mbps circa 140.

cittadina è stabilito. Ovviamente con grandi risparmi nei costi di collegamento.

Tre erano, e restano, i servizi fondamentali resi da Internet: il Telnet, la possibilità cioè di collegarsi, magari mediante un semplice telefono, eventualmente cellulare, ed un PC portatile, con una macchina di riferimento (server) e di qui raggiungere qualunque altra macchina presente in rete; il File Transfer Protocol (FTP) che consente il trasferimento di file, archivi, software, immagini e così via, tra due o più elaboratori; l'Electronic mail (E-mail) o posta elettronica che prevede la possibilità, per ogni calcolatore collegato, di essere identificato da uno o più indirizzi con i quali è possibile scambiare messaggi.

A questi servizi si aggiunge l'ormai noto sistema ipertestuale del WWW, la possibilità cioè di collegarsi a siti che presentano i loro dati, informazioni e conoscenze sotto forma ipertestuale. Ad ognuno di questi siti si accede mediante un software ipertestuale del tipo di quelli visti precedentemente, Toolbook e Hypercard per intenderci, che permette la creazione e gestione di nodi e link che possono collegare sia parti dello stesso testo, sia vari siti tra di loro. I più noti software di gestione sono oggi Navigator della Netscape²⁹ e Java della Sun³⁰. Entrambi utilizzano sia un linguaggio denominato HTML (HyperText Markup Language) sia il linguaggio C, un linguaggio di programmazione di basso livello³¹.

²⁹ Netscape è una azienda fondata nel 1994 da James H. Clark e da Marc Andreessen. È principalmente nota per un software per la navigazione su Internet.

³⁰ Sun Microsystems è una azienda fondata nel 1982 da Andreas Bechtolsheim, Bill Joy, Vinod Khosla, and Scott McNealy. La Sun costruisce calcolatori e produce software.

³¹ Per maggiori approfondimenti vedi anche: Vercelli G. et al., 1997.

Capitolo 6

L'Intelligenza Artificiale e i Sistemi Esperti

«Lo evocò» disse con inesplicabile animazione «nel suo gabinetto di studio, come a dire nella torre di vedetta d'una città, munito di telefoni, di telegrafi, di fonografi, di apparecchi radiotelefonici e cinematografici, di lanterne magiche, di glossari, di orari, di prontuari, di bollettini...». Osservò che per un uomo tanto fornito l'azione di viaggiare era inutile; il nostro secolo XX aveva capovolto la favola di Maometto e della montagna; le montagne, ora, venivano al moderno Maometto¹.

JORGE LUIS BORGES

Breve cenno alla storia dell'Intelligenza Artificiale

Spesso in questo libro è ricorsa l'espressione "Intelligenza Artificiale" (IA, d'ora in avanti) e si è rimandato il lettore a questo capitolo per illustrare il rapporto, ancora in buona parte da costruire, tra questa disciplina e gli Iperesti. Tradizionalmente si fa risalire la nascita dell'IA alla metà degli anni '50. L'IA ha l'ambizione di costruire artefatti che si comportano in un modo che, se osservato negli esseri umani, si direbbe intelligente.

Dato l'obiettivo così ambizioso, l'IA ha conosciuto, forse più di ogni altra disciplina recente, successi e insuccessi, ma può contare, per ora, su alcune interessanti

¹ Borges J. L. (1998).

conquiste. Non possiamo in questa sede proporre una storia articolata dell'Intelligenza Artificiale². La vera e propria storia si sta scrivendo giusto in questi tempi³. Qui cercheremo di illustrarne, in poche pagine, gli aspetti che toccano più da vicino le problematiche ipertesimali.

A partire dagli anni '40-'50, contemporaneamente alla comparsa sulla scena scientifica e tecnologica del calcolatore, alcuni studiosi iniziarono a pensare concretamente alla possibilità di costruire modelli della mente-cervello. Due furono le vie seguite: simulare le strutture biologiche, cioè la rete di cellule, dette neuroni, che costituiscono il nostro cervello, oppure emulare il comportamento intelligente dell'uomo mediante sistemi algoritmici in grado di riprodurre tale comportamento in domini come la dimostrazione di teoremi, il gioco della dama o degli scacchi, diversi rompicapi, ecc.

La prima strada è stata quella delle *reti neurali*⁴. Uno dei primi obiettivi fu, in questo caso, di fornire modelli semplificati delle cellule cerebrali, ovvero dei neuroni, e delle loro interazioni. Questo confronto *strutturale* tra reti di neuroni biologici e artificiali fu affiancato da studi sulle loro proprietà *funzionali*. Tali studi si proponevano di arrivare a simulare, mediante reti di neuroni artificiali appropriatamente organizzate, le capacità percettive e cognitive degli esseri umani. Lo sviluppo di questi programmi di ricerca fu negativamente condizionato da studi che misero in evidenza limitazioni fondamentali nell'am-

² Si veda, al proposito, Somenzi V. et al. (1994) che ne ripercorre le origini.

³ Un manuale introduttivo alle tecniche correntemente in uso in IA è Russel Stuart J. et al. (1998).

⁴ McCulloch W.S. et al. (1943).

bito della rappresentazione e dell'elaborazione del ragionamento logico-inferenziale⁵, dei principali modelli di neuroni artificiali elaborati negli anni '50 e '60 (come il *Perceptron* di F. Rosenblatt).

La seconda strada prevedeva la costruzione di programmi per calcolatore, ovvero di un software che potesse essere adottato per la rappresentazione ed elaborazione dell'informazione. A seguito delle limitazioni appena ricordate, relative alle prestazioni dei modelli più comuni di reti neurali in uso in quel periodo, questo approccio – detto poi *simbolico* – ha dominato la scena dell'IA fino ai primi anni '80. Non vi è una definizione soddisfacente di che cosa sia un sistema simbolico, ma si possono indicare molti esempi di sistemi simbolici, sia astratti sia realizzati concretamente. Tra i primi, si può menzionare la macchina di Turing, la quale manipola, in base a un insieme finito di istruzioni, stringhe finite di simboli appartenenti a un alfabeto determinato; i secondi comprendono, per esempio, un qualsiasi dimostratore automatico di teoremi che produce, applicando regole di inferenza logica, quelle particolari successioni di formule, appartenenti a un qualche linguaggio logico-formale, che si chiamano dimostrazioni⁶.

La discussione tra i fautori di un'impostazione simbolica e quelli di un'impostazione neurale (o, come viene ormai detta, sub-simbolica) alla rappresentazione ed elaborazione dell'informazione è ripresa con vigore in-

⁵ Il riferimento canonico per questo tipo di valutazione critica è: Minsky M. et al. (1969), si veda però anche K. Siu et al. (1995), dove vengono correttamente valutate le reti alla McCulloch e Pitt.

⁶ Per un approfondimento ancora informale si veda Vercelli G. et al. (1998).

torno alla metà degli anni '80, con l'introduzione di nuovi modelli di reti di neuroni artificiali, sempre meno ispirati alle reti di neuroni biologici ma con limitazioni nelle prestazioni meno severe dei modelli sopra menzionati.

Le due impostazioni in questione hanno fornito i risultati migliori in aree largamente complementari fra loro. Per esempio, i risultati più incoraggianti in IA, ottenuti mediante reti neurali, riguardano quei processi di riconoscimento e classificazione che sono più strettamente legati all'elaborazione di percezioni sensoriali. In questo ambito è possibile sfruttare al meglio le capacità di tolleranza al rumore presente nei dati, di apprendimento e di generalizzazione, che sono proprie delle reti neurali. I processi di elaborazione tipici dei sistemi simbolici non esibiscono in modo naturale queste caratteristiche e si prestano meglio alla realizzazione di sistemi per il ragionamento e l'inferenza.

Nel paragrafo successivo, introdurrò in maniera del tutto informale alcune nozioni e tecniche caratteristiche dell'impostazione simbolica in IA. In particolare, esemplificherò aspetti elementari del problema della rappresentazione della conoscenza e del ragionamento deduttivo. In seguito, cercherò di illustrare come le reti neurali possano essere utilmente integrate con sistemi simbolici nella soluzione di problemi che coinvolgono l'elaborazione di immagini e forme di ragionamento incerto (e in particolare l'abduzione). Infine, indicherò come tali tecniche di IA potrebbero essere utilmente impiegate per migliorare i sistemi ipertestuali. A questo scopo, farò riferimento a un particolare sistema ipertestuale, elaborato da un gruppo di ricerca da me condotto, che ha come oggetto gli Scavi archeologici di Ercolano.

Un esempio tanto per capirci

Qualche tempo fa ero nel mio studio e cercavo di lavorare attorno a questo libro. Mentre provavo a fare una scaletta per quest'ultimo capitolo, mi ricordai di un bel libro di Bernstein⁷ sull'IA che avevo letto qualche anno prima. Mi diressi verso gli scaffali della mia libreria, cercando di ricordare dove mai potesse essere il libro. Come ogni amante di libri ne possiedo una quantità non piccola, che periodicamente metto sottosopra per una qualche ricerca. Un ordine di base c'è. Da un lato, negli scaffali più in alto, irraggiungibili senza l'aiuto di una scala, ci sono i libri della mia infanzia e giovinezza, da Pinocchio ai romanzi di Salgari. Subito dopo vengono i libri universitari che non ho più usato, perché molto lontani dal mestiere che ho poi intrapreso. Seguendo quest'ordine, che a dire il vero si è naturalmente stabilito con lo scorrere degli anni, sono poi a portata di mano quei libri che più frequentemente consulto vuoi per ragioni di lavoro, – quelli di matematica, fisica, logica, informatica –, vuoi per diletto, come romanzi o saggi, o di archeologia, di storia della città di Napoli e così via.

Dunque diressi subito lo sguardo verso il settore dove sono collocati i libri di lavoro. Questi sono in doppia fila, e fra loro non esiste un ordine. Un'occhiata mi bastò per capire che il libro che cercavo non era lì. In primo luogo perché "non lo vedevo" poi perché "sentivo" che era innaturale cercarlo tra quelli. Mi rivolsi infatti verso lo scaffale dei saggi e dopo pochi minuti lo ritrovai in seconda fila accanto a classici come gli *Analitici Primi* di Aristotele e il *Perceptron* di Minsky e Papert.

⁷ Bernstein J. (1990).

Quali ragionamenti ho seguito per trovare il libro cercato? Perché ho subito escluso una certa area e sono andato a cercarlo in un altro settore?

Trovare una risposta a questi quesiti per poi implementare su un calcolatore un programma che riesca a trovare il libro cercato con la mia stessa rapidità ed efficienza è un'impresa che ricade negli scopi dell'IA e che è ancora lontana dall'essere conclusa, nonostante si tratti di un problema piuttosto semplice per un essere umano che lo affronti.

A dire il vero se io avessi gestito la mia biblioteca con criteri non influenzati dal mio personale modo di organizzare gli scaffali e da un naturale disordine-ordinato che mi caratterizza, non ci sarebbero problemi nel realizzare un semplice programma per calcolatore adeguato allo scopo. Infatti, ogni calcolatore che si rispetti può facilmente gestire migliaia, se non milioni, di titoli, memorizzando i relativi autori, la collocazione e così via. Basterebbe però sistemare un libro secondo un criterio diverso da quelli previsti dal programma (per esempio, per autore, titolo, dimensioni, anno di pubblicazione, ecc.) per mettere in difficoltà il programma, che non sarebbe più in grado di ritrovarlo.

È proprio questo che può accadere quando si cercano dati o informazioni in un sistema ipertestuale molto complesso e ricco di informazioni. Poiché la logica con cui è stato progettato il sistema non è certo quella che si segue per la realizzazione di un semplice archivio, le strategie di ricerca dell'informazione devono essere quelle che abbiamo detto appartenere all'IA.

In maniera, ovviamente semplificata, cerchiamo allora di condurre un'analisi del problema "ricerca un libro nella biblioteca di E.B." così come farebbe il progettista

di un sistema di IA che si proponesse di risolvere questo compito.

Per fare questo rileggiamo alcune delle frasi che ho usato sopra per descrivere la ricerca del libro di Bernstein nella mia biblioteca. Una di queste è:

"diressi subito lo sguardo verso il settore dove sono i libri di lavoro. Questi sono a dire il vero in doppia fila e fra loro non esiste un ordine".

Questa frase implica l'esistenza di una qualche organizzazione di tipo generale della biblioteca, che però si perde all'interno dei singoli settori. È quindi naturale che la prima operazione da fare da parte di un sistema intelligente è quella di prendere conoscenza di questa organizzazione.

Potrei fornire questa conoscenza al sistema dall'esterno, in maniera abbastanza semplice, includendo in essa oltre ai titoli dei libri anche informazioni relative al loro contenuto. Questo però non è ancora sufficiente per ottenere un sistema che individui un libro in un settore piuttosto che in un altro. Il mio "bibliotecario virtuale" deve conoscere quali sono i criteri con cui amo classificarli, i motivi per cui a volte cambio loro di posto, il tempo trascorso dall'ultima volta che ho consultato un determinato libro.

Un'altra frase che ho usato è la seguente:

"Un'occhiata mi bastò per capire che il libro che cercavo non era lì. In primo luogo perché non lo vedevo".

Il sistema deve essere ora dotato di un meccanismo per la visione, capace di inviare informazioni sulla forma e altre proprietà dei libri esposti. Si potrebbe anche supporre che esso non deve essere necessariamente molto so-

fisticato, perché in effetti deve bastargli “*un’occhiata per capire che non era lì*”, cioè deve poter comportarsi così come ha fatto il soggetto umano. Ma come ho fatto io, il famoso “soggetto umano”, a decidere che “non lo vedevo”? Ritengo che ciò sia avvenuto perché avevo una *immagine mentale* di esso, che ho confrontato con quanto vedevo sugli scaffali della libreria. La mia macchina dunque deve poter costruirsi immagini mentali degli oggetti con cui ha a che fare e richiamarle al momento opportuno. In alternativa, poiché la mia immagine mentale conteneva, in forma implicita, l’informazione di un libro, piccolo e non troppo spesso, con la copertina rossa, la mia macchina dovrebbe essere in grado di individuare oggetti della mia libreria che posseggono queste proprietà visive.

Un’altra mia frase è:

“*poi perché “sentivo” che era innaturale cercarlo tra quelli*”.

Dopo aver verificato che il libro non è presente nel primo settore preso in considerazione, il sistema deve mettere in atto un meccanismo che “*senta*” quale sia la più “*naturale*” collocazione per il libro cercato. Questo meccanismo non è altro, a mio parere, che il prodotto di una elaborazione relativa alle conoscenze semantiche sul “contenuto” dei libri. Deve cioè esservi un altro settore della mia biblioteca, il quale comprende tutti i libri simili nel contenuto al libro che sto cercando. In altre parole, devono esservi insieme di caratteristiche, talora precise ma in genere solo vagamente determinate, relative agli argomenti dei libri, che congiuntamente permettono di distinguere con sufficiente chiarezza i vari settori della mia biblioteca. Dunque del libro che cerco devo avere non

solo una conoscenza del titolo, dell’autore e così via, ma anche una conoscenza di cosa parla e di come ne parla, cioè una conoscenza che potremmo dire *semantica*. Devo essere in grado di rappresentare questa conoscenza per poterla confrontare con quella relativa agli altri libri e ai criteri con cui sono raccolti insieme.

Il mio sistema, come risulta chiaro da quanto abbiamo appena detto, non “ragiona” seguendo regole deduttive del tipo “se A allora B”, ma “A, dunque B”. Esso adopera piuttosto ragionamenti plausibili ma non necessariamente corretti con i quali, sfruttando le informazioni via via disponibili, costruisce ipotesi sulla collocazione del libro di Bernstein ed esegue le azioni che discendono da tali ipotesi. Questo tipo di ragionamento incerto, che spesso usa regole *abduitive* di inferenza, è fondamentale in IA per la progettazione di sistemi che pianificano azioni, che interpretano dati sensoriali, che effettuano diagnosi e, in generale, prendono decisioni⁸.

Solo dunque se riuscisse a risolvere importanti problemi nei settori della *rappresentazione della conoscenza*, delle *associazioni di idee*, delle *immagini mentali* e del *ragionamento abduitivo*, una macchina mi potrebbe sostituire nel cercare e trovare un libro nella mia piccola ma non perfettamente organizzata biblioteca.

I problemi sopra citati sono tra quelli più studiati e solo parzialmente risolti in Intelligenza Artificiale. Non è ovviamente questa la sede per entrare nel merito dei risultati e dei problemi ancora aperti che riguardano questi aspetti dell’IA. Qui cercheremo solo di dare qualche indicazione su come essi possano essere affrontati negli ambiti che più ci interessano.

⁸ Charniak E. et al. (1985).

Rappresentazione simbolica della conoscenza, deduzione e abduzione

Vediamo allora come il problema della ricerca del libro possa essere rappresentato e risolto da una macchina attraverso le regole di un ragionamento inizialmente solo deduttivo, e poi anche abduttivo.

Supponiamo che qualcuno abbia acquistato la mia biblioteca, e che costui sia un pignolo, precisissimo bibliotecario che nulla lascia al caso e all'improvvisazione. Egli riorganizzerà dunque la biblioteca per aree, ad esempio "Intelligenza Artificiale" (IA), per sezioni all'interno delle aree, ad esempio "Saggi" (S), e quindi per scaffali.

Immaginiamo ora di chiedergli *"quel libro che parla di Intelligenza Artificiale e che ho già letto qualche anno fa, il cui autore mi pare avesse un cognome che inizia per Ber"*, e vediamo come si comporta. Egli comincerebbe probabilmente cercando tra le schede di prestito quelle dell'anno a cui ho fatto riferimento. Tra esse selezionerebbe quelle che hanno come argomento "Intelligenza Artificiale", e tra queste quella che ha per autore qualcuno il cui cognome inizia per Ber. Questo tipo di ragionamento può essere rappresentato attraverso una serie di regole, ognuna delle quali rappresenta i passi del suo ragionamento.

Ogni regola ha la forma

SE è vero il fatto *a*, E è vero il fatto *b*, ...,

E è vero il fatto *z*, ALLORA è vero il fatto *C*

Oltre all'insieme di regole è necessario avere l'insieme dei fatti che sono già stati accertati come veri. Tutti questi dati costituiscono quella che viene chiamata la *base*

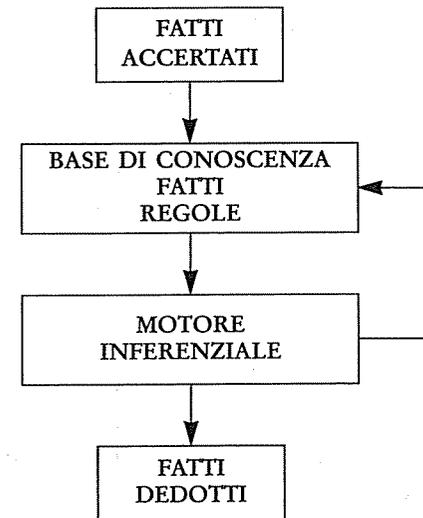


Fig. 6.1

di conoscenza. Quando viene posto un quesito al sistema esso deve essere in grado di fare inferenze, mediante un cosiddetto motore inferenziale, utilizzando le regole di cui è dotato e sulla base dei fatti accertati, secondo lo schema di fig. 6.1.

Come si può osservare, al motore inferenziale è consentito di operare più volte sulla base di conoscenza, poiché può accadere che alcuni dei fatti dedotti costituiscano la premessa di regole non ancora applicate: di qui la necessità di rielaborare la base di conoscenza al fine di ottenere eventuali nuove deduzioni.

Vediamo in che cosa potrebbe consistere la base di conoscenza di cui dispone il nostro bibliotecario.

1. SE il testo è nell'area IA E l'autore è Bernstein ALLORA il libro è collocato nella sezione S.
2. SE il cognome dell'autore inizia per A-D E il testo è nella sezione S ALLORA è collocato nel sesto scaffale

3. SE il libro è stato preso nel 1998 E il cognome del richiedente iniziava per A-K ALLORA prendi la scheda dallo schedario AK98
4. SE nello schedario AK98 esiste la scheda di prestito ALLORA estrai l'uso e il titolo
5. SE nel titolo del testo ci sono le parole Intelligenza Artificiale ALLORA il testo è di IA
6. SE il testo è di IA E l'uso è "libro di lavoro" ALLORA il testo è nell'area IA.

Alla richiesta "Desidero il testo di Bernstein sull'Intelligenza Artificiale", il sistema risponde tentando di applicare le regole nell'ordine in cui sono scritte, cioè nel modo seguente:

- Regola 1: fallisce, perché non conosciamo l'area in cui si trova il testo.
- Regola 2: fallisce, perché non conosciamo in quale sezione si trova.
- Regola 3: viene applicata, perché il libro era stato effettivamente consultato nel 1998.
- Regola 4: viene applicata, perché la scheda è presente nello schedario, e quindi si ricava l'argomento IA e l'uso è "libro di lavoro".
- Regola 5: sulla base delle precedenti inferenze viene applicata, fornendo l'argomento del libro.
- Regola 6: viene applicata e così fornisce l'area in cui si trova il libro.

Il processo inferenziale però non termina qui. Esso può dirsi completato se dopo un giro di consultazione delle regole non viene inferito nessun fatto nuovo.

In questo caso è necessario ricominciare dalla regola 1.

Regola 1: ora viene applicata perché conosciamo l'area di lavoro. Di qui ricaviamo la sezione.

Regola 2: viene applicata, fornendo l'indicazione dello scaffale in cui si trova il libro, perché ora sono noti autore e sezione.

A questo punto tutte le regole sono state applicate, nessuna nuova inferenza è possibile e quindi il processo termina.

L'esempio che abbiamo riportato è ovviamente molto semplice. In generale, il processo di analisi della conoscenza condotto ai fini di una rappresentazione in termini di regole è più complesso e spesso molto lungo.

Al fine di costruire una base di conoscenza più vicina possibile a quanto sa un esperto (il bibliotecario, nel nostro esempio), "l'ingegnere della conoscenza", cioè colui che schematizza il sapere dell'esperto in regole, si comporta secondo lo schema di fig. 6.2.

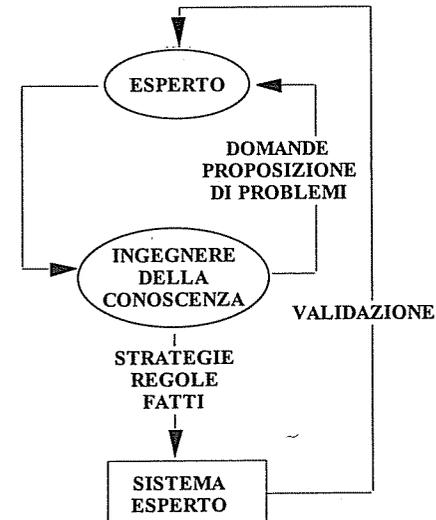


Fig. 6.2

Come si ricava facilmente dal diagramma, il rapporto tra esperto e ingegnere della conoscenza è costante durante tutta la fase di progettazione e implementazione. Naturalmente, la prestazione del sistema così costruito deve essere corroborata attraverso ripetute applicazioni a casi reali. Se il processo di validazione non desse i risultati sperati, bisognerebbe riprendere il lavoro di analisi e trasferimento della conoscenza. Come è facile comprendere, la realizzazione di un sistema esperto è opera lunga e complessa. A volte si richiedono molti test di validazione prima di raggiungere risultati soddisfacenti.

Quando il processo inferenziale non è quello della logica deduttiva bensì coinvolge altri tipi di schemi inferenziali, quali l'abduzione, dove sono note le conseguenze di una serie di fatti e bisogna stabilire quali di essi le hanno prodotte, allora le cose si complicano maledettamente ed è necessario applicare schemi di ragionamento più complessi.

Torniamo al nostro esempio e rappresentiamo, sempre secondo lo schema a regole, questa volta la mia conoscenza, non quella del bibliotecario pignolo. Possiamo dire che:

1. SE *il libro è di IA* E *è cambiata la sezione* ALLORA *è nella sezione S*
2. SE *nel titolo ci sono i termini Intelligenza Artificiale* ALLORA *il libro è di IA*
3. SE *ho tenuto recentemente una conferenza sull'IA* E *il libro non è al suo posto* ALLORA *è stato letto recentemente*
4. SE *è stato letto recentemente* ALLORA *è cambiata la sezione.*

Il ragionamento che ora si applica non è più quello che parte dalle premesse e giunge alle conclusioni, ma al

contrario si parte dalle conclusioni, che rappresentano quello che al momento è noto, e si cerca di verificare se le premesse sono vere. Questo tipo di ragionamento è anche detto ipotetico, si fa cioè un'ipotesi e si verifica se essa è sostenibile sulla base dei fatti già noti.

Nel nostro caso applicando la regola 1 facciamo l'ipotesi che il libro è collocato nella sezione S (saggi). Se questa ipotesi è vera la regola richiede che *il libro sia di IA* e che per un qualche motivo è stata *cambiata la sezione* in cui si trovava. Il primo fatto (libro di IA) viene verificato applicando la regola 2. In questo caso infatti nel titolo ci sono i *termini Intelligenza Artificiale* e quindi *il libro è di IA*. Con la regola 4 viene avanzata una ulteriore ipotesi in quanto essa dice che *la sezione viene cambiata* quando *il libro è stato letto di recente*. Si assume ora questa ulteriore ipotesi e mediante la regola 3 si verifica che, essendo vero che recentemente ho tenuto una conferenza sull'IA e che il libro non è al suo posto, si conclude che la sezione è cambiata. Ora ho verificato che tutte le ipotesi a sostegno della tesi che il libro si trovi nella sezione S sono vere e quindi lo vado a cercare in quella sezione.

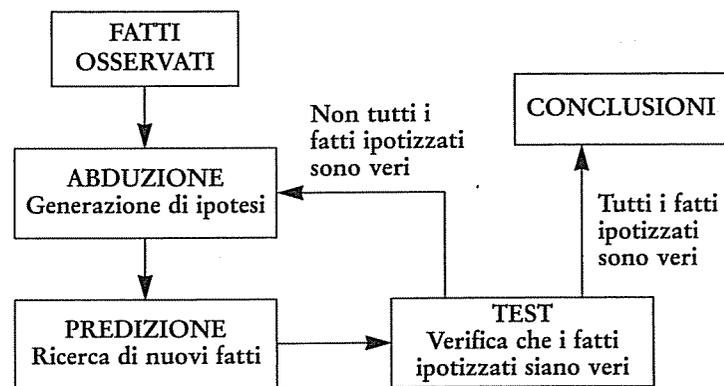


Fig. 6.3

Il processo *abduittivo* descritto con il semplice esempio precedente viene frequentemente applicato dall'uomo nelle più diverse situazioni. Schematicamente può essere rappresentato come in fig. 6.3 e viene denominato processo di abduzione-predizione-test⁹.

Reti neurali

Nel paragrafo precedente abbiamo visto come è possibile rappresentare simbolicamente la conoscenza e realizzare dispositivi che permettano di fare inferenze su un insieme di fatti che siano legati tra loro da una qualche dipendenza logica. Come accennato nell'introduzione di questo capitolo, tra la metà degli anni '40 e i primi anni '70, gruppi di ricerca cercarono di simulare il funzionamento del cervello, a partire dagli studi di neurofisiologia, creando modelli di quelle cellule che in prevalenza lo costituiscono: i neuroni.

Dal punto di vista biologico, il neurone è una cellula molto complessa che interagisce con altre cellule dello stesso tipo, comunicando sia attraverso segnali di tipo elettrico che di tipo biochimico. L'attenzione dei modelisti, McCulloch e Pitt¹⁰ in testa, si è spesso concentrata sull'attività di tipo elettrico, essendo questa più facilmente modellabile e soprattutto più suggestiva di paragoni con una logica bivalente in cui gli unici valori significativi sono vero e falso, equivalenti alla emissione o non emissione del segnale elettrico da parte del neurone.

Non è certo questa la sede per discutere se trascurare

⁹ Burattini E., De Gregorio M., *Qualitative abduction and prediction*, Information and Decision Technologies 1994, 19, pp. 471-481.

¹⁰ McCulloch e Pitt, *op. cit.*



Fig. 6.4

l'attività di tipo biochimico sia stata una scelta corretta o meno ai fini della comprensione di come comunicano tra loro i neuroni. Comunque sia questa è stata la strada maestra intrapresa dai ricercatori e che tuttora sembra dominante. Vediamo ora sommariamente come funziona un semplice modello di questo tipo a partire dal suo riferimento biologico.

Nella fig. 6.4 è riportata l'immagine presa al microscopio elettronico di un neurone del cervello di un vitello¹¹. Esso, come ogni cellula che si rispetti, consta di un nucleo e di un corpo cellulare o citoplasma, ed è connesso alle altre cellule neurali mediante delle fibre nervose che svolgono due differenti funzioni. Alcune fibre, dette "dendriti", convogliano i segnali emessi dalle cellule attivate verso quelle che ne sono le destinatarie; altre fibre, invece, dette "assoni", rappresentano il canale di

¹¹ L'immagine è stata effettuata dai colleghi Guglielmotti e Sada del gruppo di ricerca in neuroanatomia dell'Istituto di Cibernetica del CNR.

uscita dei segnali emessi dalla singola cellula. Sull'assone viaggia il segnale che la cellula emette verso altri neuroni. L'assone lungo il suo percorso, per così dire, si sfilaccia, creando i dendriti che trasmettono i segnali alle successive cellule connesse.

Il meccanismo di eccitazione, dal punto di vista elettrico, di un singolo neurone sembra essere relativamente semplice nei suoi aspetti essenziali. I dendriti si interfacciano con il nucleo del neurone attraverso una membrana, detta sinapsi, che consente l'eccitazione del neurone stesso e quindi l'emissione da parte di questo di un nuovo segnale elettrico, generalmente quando la somma dei segnali elettrici pervenuti supera un certo valore.

Il modello schematico che scaturisce da questa descrizione estremamente semplificata è mostrato nella fig. 6.5. I segnali, che possiamo immaginare sincronizzati in qualche maniera, arrivano al riquadro N, che d'ora in poi chiamiamo neurone N, dai neuroni 1, 2, ..., k collegati in ingresso a N, e vengono istantaneamente sommati. Se questa somma supera un valore prefissato, che chiameremo soglia (S_N), allora dal neurone N viene emesso un segnale che a sua volta viene convogliato verso gli altri neuroni ai quali N è collegato in uscita. È noto che i segnali trasportati dai dendriti non hanno tutti lo stesso valore. Nel modello della fig. 6.5 si tiene conto di questo fenomeno attribuendo ad ogni connessione un peso diverso. Un segnale, quindi, che viaggia lungo la connessione tra il neurone i e il neurone N, avrà un valore pari alla intensità del segnale, che per semplicità supponiamo uguale a 1, moltiplicato un fattore $w_{i,N}$ che viene denominato coefficiente di accoppiamento. Ogni neurone N, che in tal modo rappresenta un neurone artificiale, è a sua volta caratterizzato da una soglia, diciamo s_N , che tiene

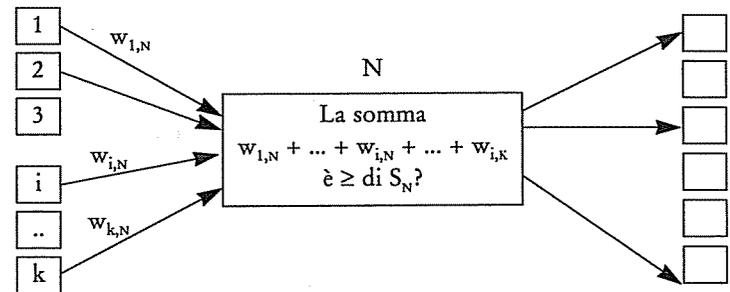


Fig. 6.5

conto del comportamento della sinapsi sopra accennato: se la somma dei segnali in ingresso a N, moltiplicati ciascuno per il peso della connessione lungo la quale viaggiano, è maggiore o uguale del valore della soglia s_N , allora il neurone N emetterà a sua volta un segnale.

Questo modello ha ovviamente un corrispettivo matematico, che qui non riportiamo, che ne riflette il comportamento con precisione. Quello sopra descritto è in sostanza il modello di neurone proposto da McCulloch e Pitts. Altri¹² hanno adottato modelli che incorporano queste caratteristiche di base per studiare il comportamento di reti neurali, cioè di insiemi di neuroni variamente connessi¹³.

Per i nostri scopi, ci limitiamo qui a segnalare i modelli di memoria e apprendimento basati principalmente sulla struttura delle connessioni tra neuroni e sulle regole per modificare i pesi di tali connessioni. Muovendosi in questa direzione molti gruppi di ricercatori hanno cercato di raggiungere obiettivi minimali, nell'ambito del riconoscimento di forme, della formazione dei concetti, delle associazioni di idee e in altri settori di studio dell'IA

¹² Caianiello E. (1961).

¹³ Aiello A. et al. (1970).

e della Scienza Cognitiva nei quali l'apprendimento e la memoria giocano un ruolo centrale. Questi tentativi hanno inoltre condotto a modificare il modello di partenza del neurone, introducendo caratteristiche di variabilità sul valore di soglia che sempre meno trovano riscontro nella realtà biologica¹⁴.

A mio parere una delle principali lezioni emerse da queste ricerche è l'aver compreso che il cervello opera mediante dei piccoli elaboratori che funzionano tutti in parallelo, cioè contemporaneamente, contrariamente a quanto fanno i calcolatori classici. Sembra pertanto opportuno progettare macchine parallele che operino non solo secondo schemi algoritmici precisi e ben definiti, ma anche secondo schemi algoritmici ispirati a modelli cognitivi, in cui l'incertezza, l'approssimazione, se vogliamo anche l'incoerenza, possono essere presenti, ma come espressione reale di un comportamento "umano" prima che "intelligente"¹⁵. Inoltre sarà necessario che tutta l'informazione venga elaborata dalla macchina in parallelo, cioè istante per istante e non pezzo per pezzo.

Un esempio di rete neurale può essere quello proposto nella fig. 6.6. In questo caso abbiamo immaginato di suddividere in strati la rete, di collegare tra loro i neuroni in una qualche maniera e di attribuire ai neuroni del primo strato a sinistra il ruolo di input e a quelli dell'ultimo strato a destra il ruolo di output. Gli strati intermedi vengono a volte detti anche *strati nascosti*. Supponiamo ora di voler addestrare questa rete a riconoscere i caratteri maiuscolo di tre lettere dell'alfabeto: A, B, D scritte in diversi stili (courier, arial, etc.). Per ottenere questo ri-

¹⁴ Rumhmelar D.E. et al. (1986).

¹⁵ In effetti non sappiamo ben definire né l'uno né l'altro.

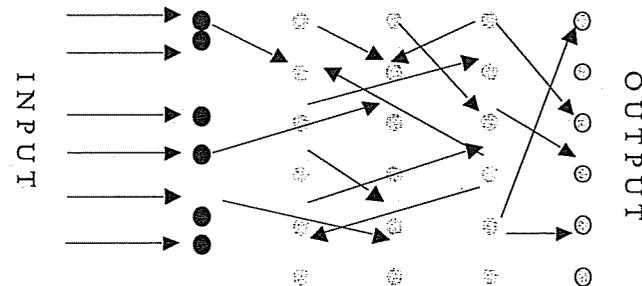


Fig. 6.6

sultato si scelgono una serie di casi tipici per ogni lettera e si danno come input alla rete.

I neuroni eccitati in ingresso, relativi ad esempio alla lettera A, inviano, attraverso le connessioni che li collegano agli strati successivi, impulsi che viaggiando lungo la rete alla fine raggiungono lo strato di output. Se questi neuroni di output rappresentano una risposta che possiamo interpretare come corretta allora lasciamo la struttura della rete del tutto inalterata, se invece la risposta non è corretta allora ricorriamo ad una qualche strategia che modifichi opportunamente le connessioni tra i neuroni affinché la risposta sia soddisfacente. L'obiettivo che ci si propone di raggiungere è quello di realizzare reti capaci di riconoscere forme anche mai viste prima ma che ciò nonostante noi riteniamo siano attribuibili ad una delle classi previste. Per questo scopo si utilizza un insieme di forme di addestramento e, dopo un certo numero di "lezioni", cioè di modifiche delle connessioni tra i neuroni, se la classificazione è operata correttamente allora diremo che la rete ha "appreso" a riconoscere le forme che ci interessavano. Questo meccanismo, facile a descriversi, è nella realtà molto complesso e non sempre

la rete addestrata riesce a riconoscere forme che a noi risultano evidenti appartenere ad una certa classe mentre per la rete ciò non accade.

In conclusione possiamo ritenere che le reti neurali artificiali solo in parte rispondono alle aspettative che negli anni '50-'60¹⁶, e poi ancora negli anni '80¹⁷, erano state riposte in loro.

Sistemi Ibridi

Come abbiamo visto nell'esempio della ricerca del libro, vi sono capacità di carattere percettivo che sono necessarie per eseguire il compito con successo. Inoltre, è stato ipotizzato che la capacità di formare immagini mentali degli oggetti da ricercare (ad esempio il nostro libro) possa giocare un ruolo significativo in questo processo. Cosa significhi con precisione "immagine mentale" è cosa difficile da dirsi. Psicologi, neuroscienziati, esperti di IA hanno dato definizioni a volte differenti e mai del tutto esaustive. Un esempio tipico per chiarire meglio il concetto di immagine mentale è il seguente.

Se qualcuno vi chiede quante finestre ci sono nella vostra casa, voi, a meno che non le abbiate contate di recente e quindi ricordate il numero a memoria, fate mente locale, cioè ricostruite mentalmente gli ambienti del vostro appartamento e "guardandolo" contate le finestre. Adoperate cioè una "immagine mentale" della vostra casa nel rispondere al quesito posto. Lo stesso può accadere nel caso del libro cercato. Ho richiamato una immagine, sfocata ma sufficientemente precisa dell'oggetto e ho cer-

¹⁶ Rosenblatt F. (1958).

¹⁷ Rumhrlart D.E. et al., *op. cit.*

cato, nell'insieme dei libri che vedevo nella realtà della mia biblioteca, quei volumi la cui forma meglio si avvicinava all'immagine che stavo intrattenendo.

La questione che sorge ora è: "È possibile costruire una macchina che sia capace di svolgere le forme di ragionamento incerto richiesto, di riconoscere i libri dalla loro forma e da altre proprietà visive, nonché di evocarli innanzi all'occhio della mente, al fine di risolvere il problema della ricerca dei volumi in una biblioteca?". L'Intelligenza Artificiale inizia ora a trovare risposte positive a quesiti di questo genere, anche se non ancora in forme del tutto generali.

Una delle strade che sono state seguite comporta il ricorso a reti neurali e sistemi simbolici in stretta connessione reciproca. Come si è accennato nel precedente paragrafo di questo capitolo, uno degli strumenti sviluppati in IA sono le reti neurali. Con queste reti è in generale possibile risolvere problemi di riconoscimento e classificazione di immagini purché queste siano sufficientemente semplici e le classi degli oggetti da riconoscere ben differenziate. La tecnica adoperata è quella di sottoporre alla rete un insieme di immagini che rappresentano i campioni delle varie classi e di "insegnare" loro a riconoscerli e classificarli correttamente. Questo obiettivo viene raggiunto, quando possibile, modificando secondo opportune strategie, il valore delle connessioni che caratterizzano i rapporti esistenti tra i vari neuroni.

Distinguere ad esempio i libri contenuti in una libreria sulla base della loro grandezza e del loro colore non è una impresa facile. L'immagine che la rete deve imparare a elaborare le viene trasmessa attraverso un qualche dispositivo visivo, ad esempio una telecamera, dopo essere stata opportunamente filtrata per evidenziare i contorni dei singoli libri.

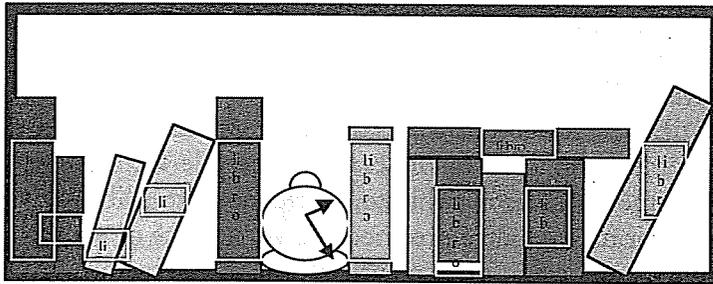


Fig. 6.7

Nella fig. 6.7 è riportato uno schizzo di uno scaffale che, visto da una telecamera e filtrato opportunamente, assume l'aspetto della fig. 6.8. Come si può vedere l'immagine diventa confusa e ben difficilmente una rete neurale potrebbe rivelarsi capace di distinguere i singoli volumi. Un'idea per risolvere questo problema è di affiancare alle reti neurali un sistema simbolico del tipo a regole, come quelli descritti sopra, dividendo il lavoro tra reti e sistema simbolico nel modo seguente.

Nell'immagine del dorso di un libro vi sono alcune caratteristiche visive ricorrenti. Si potrebbero perciò addestrare diverse reti a riconoscere tali caratteristiche, dalla cui composizione è possibile ricavare un'immagine sche-

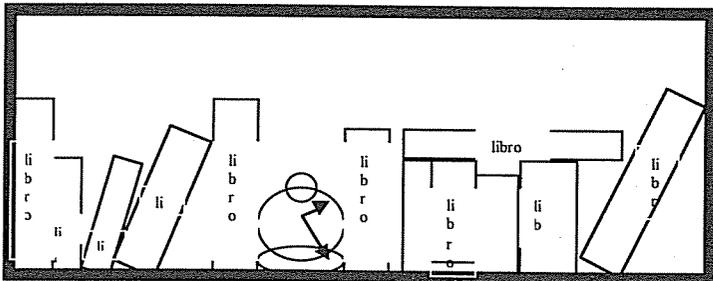


Fig. 6.8

matica completa del dorso di un libro. Ma, supponendo che le reti neurali individuino in un'immagine le caratteristiche visive tipiche del dorso di un libro, come è possibile concludere con una certa sicurezza che effettivamente ci troviamo di fronte all'immagine del dorso di libro? Di questo ulteriore compito potrebbe occuparsi il sistema simbolico, attraverso l'elaborazione di un insieme di regole che permettano di controllare se le caratteristiche individuate nell'immagine godono delle relazioni spaziali tipiche di dorsi di libro. Ad esempio potremmo dire che se due angoli retti dei tipi \lrcorner e \llcorner sono stati identificati a una certa distanza uno dall'altro e se sono allineati e sono simmetrici rispetto ad altri due angoli retti del tipo \lrcorner e \llcorner allora stiamo vedendo il dorso di un libro e il colore limitato dagli angoli retti è quello del libro. Analoghe regole andrebbero scritte per identificare e distinguere i libri posti inclinati o posti in orizzontale sopra gli altri.

Anche se non ho mai affrontato concretamente il problema di costruire un tale sistema per la identificazione dei libri in uno scaffale, il mio gruppo di ricerca ne ha costruito uno¹⁸ ispirato agli stessi principi, per il riconoscimento dei portali di palazzi del Centro Storico di Napoli¹⁹ a partire da una loro fotografia.

Nella fig. 6.9 sono riportate le sei differenti classi che il sistema deve essere in grado di discriminare.

¹⁸ Burattini E., De Gregorio M., Tamburrini G., *Integrazione neurosimbolica nella classificazione di informazioni visive* in Comunicazioni Scientifiche di Psicologia Generale, n. 14, 1997.

¹⁹ Burattini E., Fiengo G., Guerriero L., *Expert Systems in the Building Conservation Process*, in *Intelligenza Artificiale e Recupero Edilizio 1994*, a cura di E. Burattini, Istituto di Cibernetica - C.N.R., pp. 99-108.

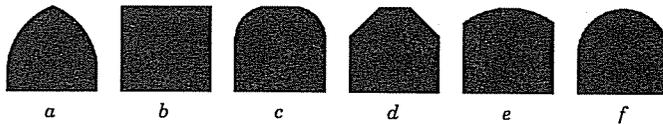


Fig. 6.9

Un primo tentativo di progettare un meccanismo capace di riconoscere automaticamente le forme dei portali è stato quello di adottare una rete neurale addestrata con sei insiemi di figure, ognuno costituito da esempi di una delle classi *a-f*. Ogni insieme di addestramento è composto da un certo numero di figure che variano dalla forma standard della classe solo per posizione e scala.

I risultati ottenuti nella classificazione di un insieme di 85 fotografie di portali non sono stati molto incoraggianti. Infatti, la rete neurale riesce facilmente a discriminare tra forme di portali appartenenti alle classi *a* e *b*, ma fallisce negli altri casi.

Sulla base di questi esperimenti iniziali, si è ritenuto che le caratteristiche geometriche discriminanti della forma dei portali fossero il centro dell'arco, le parti orizzontali e quelle verticali. Dalla fig. 6.10 si può osservare che, oltre alle caratteristiche geometriche, si possono ritenere significative anche informazioni riguardanti la posizione relativa di tali parti. Sembra quindi sensato ipotiz-

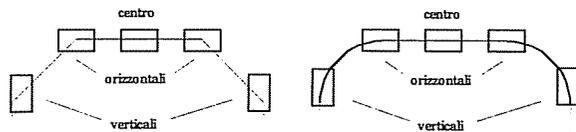


Fig. 6.10

zare che un ragionamento sulle caratteristiche geometriche della forma del portale e sulla posizione relativa dei diversi elementi giochi un ruolo cruciale nella discriminazione tra le diverse classi di portali.

Per trattare questo tipo di informazioni e per superare i limiti riscontrati nell'affrontare questo problema di classificazione con una rete neurale, abbiamo introdotto una componente simbolica del sistema in grado di eseguire ragionamenti di ricostruzione spaziale della forma completa dell'arco a partire dalle sue caratteristiche geometriche. Abbiamo ottenuto in questo modo un sistema *ibrido* composto da un modulo neurale, a cui è affidato il compito di riconoscere le diverse caratteristiche geometriche, e da un modulo simbolico, specializzato nella ricostruzione della forma dell'arco.

Il modulo neurale è un sistema formato da sei piccole reti, ognuna delle quali viene addestrata con semplici disegni rappresentanti le sei diverse caratteristiche geometriche mostrate nella fig. 6.11.

A tre di esse è affidato il compito di discriminare la forma geometrica del centro dell'arco (1, 2 e 3), alle rimanenti tre quello di discriminare le forme orizzontali e verticali (da 4, 5 e 6 con semplici rotazioni di 90° e riflessioni speculari si generano anche le altre posizioni). Anche in presenza di rumore (ovvero di un'immagine non nitida) le reti riescono sempre a fornire un'indicazione relativa all'appartenenza dell'immagine a una delle

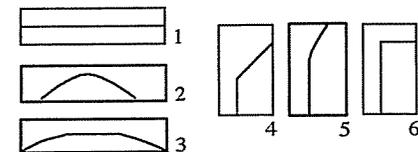


Fig. 6.11

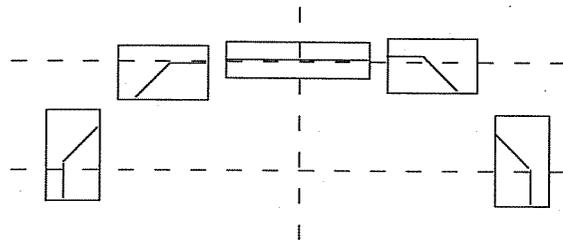


Fig. 6.12

classi date. Questa capacità deriva dalle proprietà di generalizzazione e di tolleranza al rumore tipiche delle reti neurali.

Il sistema, come detto, è fornito anche di un modulo simbolico composto da due insiemi di regole e da un motore inferenziale.

Il primo insieme è formato da regole di "coerenza" geometrica delle parti dell'arco che servono a valutare i responsi delle reti e controllare la "coerenza" geometrica, analizzando le posizioni relative al fine di selezionare i responsi più plausibili.

Le regole sono molto semplici e sono sintetizzate graficamente nella fig. 6.12. Le linee tratteggiate riassumono i controlli effettuati mediante le regole: la parti orizzontali, come quelle verticali, devono trovarsi alla stessa altezza; analogamente, le parti orizzontali devono essere approssimativamente allineate con il centro del-

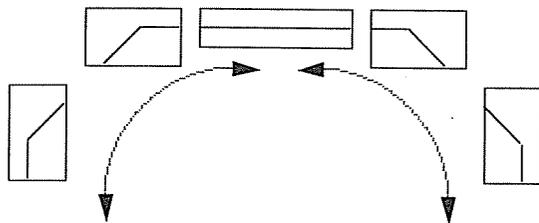


Fig. 6.13

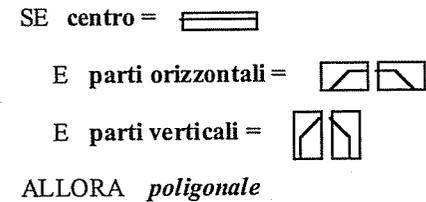


Fig. 6.14

l'arco; sia le parti orizzontali sia quelle verticali devono essere approssimativamente simmetriche rispetto al centro dell'arco. Il sistema ibrido seleziona, in base a queste regole, coppie uguali di caratteristiche geometriche plausibili. Ad esempio, se le parti orizzontali rappresentanti l'angolo retto sono coerenti (allineate e simmetriche) il sistema le accetta anche se la coppia di parti verticali coerenti rappresenta degli angoli ottusi.

Un ulteriore controllo di coerenza geometrica è eseguito dal sistema per verificare la plausibilità della linea che costituisce la forma generale dell'arco (vedi fig. 6.13). In questo caso, il sistema confronta a due a due le caratteristiche geometriche contigue e seleziona, tra le plausibili, solo quelle che realizzano una linea geometrica coerente.

Il secondo insieme di regole definisce i modi di classificare la forma di un arco. Per ogni classe di portali esiste una regola di "composizione" che ne specifica le caratteristiche (vedi fig. 6.14).

Il motore inferenziale che governa l'applicazione delle suddette regole realizza un ciclo *abduzione-predizione-test*, come già precedentemente illustrato. Partendo da un insieme di fatti osservati, si cerca di trovare quelle ipotesi che potrebbero giustificare la presenza (abduzione). Un processo "investigativo" guidato da queste ipotesi individua nuovi fatti che dovrebbero essere pre-

senti se tali ipotesi fossero corrette (predizione). Se si osserva qualcuno di questi nuovi fatti (controllo), l'insieme delle ipotesi iniziali può ridursi. Il ciclo termina quando l'insieme delle ipotesi è composto di una sola ipotesi o quando non ci sono nuovi fatti da investigare. Nel primo caso, l'ipotesi rimasta è la sola spiegazione plausibile dei fatti osservati; nel secondo, tra l'insieme di ipotesi rimaste si sceglie la più plausibile attraverso una valutazione dei risultati ottenuti mediante l'applicazione delle regole di coerenza geometrica e di composizione.

L'esempio riportato nella fig. 6.15 illustra come tale ciclo sia applicato dal sistema ibrido al fine di raggiungere una classificazione plausibile della forma dell'arco in esame.

Nei riquadri a e b notiamo che i disegni rappresentanti caratteristiche geometriche hanno dimensioni diverse. Abbiamo usato questo accorgimento grafico per rappresentare l'affidabilità delle risposte delle reti rispetto a ciascuna caratteristica. Dunque i disegni inseriti in riquadri più grandi (a) sono ritenuti dalle reti più credibili di quelli rappresentati nei riquadri più piccoli (b).

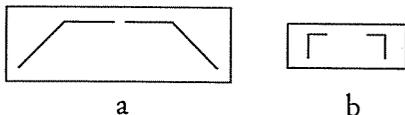
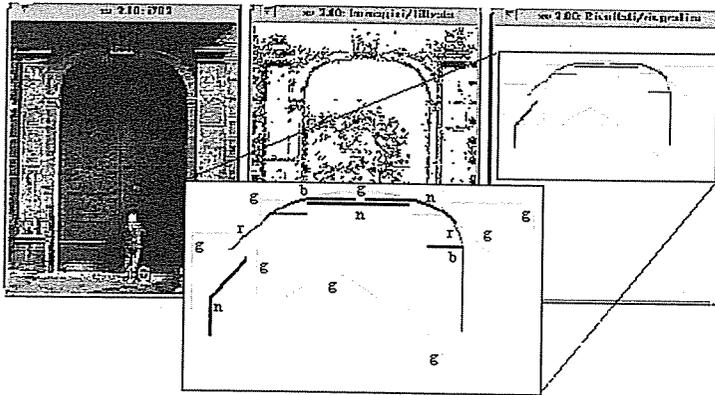


Fig. 6.15

sponsi (controllo). Poiché i responsi relativi all'angolo ottuso sono i più alti, il sistema simbolico riduce l'insieme delle ipotesi iniziali alla sola forma d'arco che giustifica sia la forma del centro sia quella delle parti orizzontali. Si applica lo stesso procedimento per la ricerca della forma delle parti verticali. A questo punto, il sistema ibrido classifica l'arco (conferma l'ipotesi) solo se la forma delle parti verticali è coerente con le altre parti osservate. Nel caso in cui alcune delle regole di coerenza o di classificazione dell'arco non sono applicabili, il sistema può ripercorrere il processo di ragionamento considerando nuove ipotesi (linee chiare).

Il processo inizia attivando solo le reti a cui è assegnato il compito di determinare la forma della parte centrale dell'arco. Riconosciuto il centro dell'arco come lineare, il sistema abduce le possibili classi (ipotesi) che giustificano tale forma. Da quest'insieme si riescono a prevedere le forme delle parti orizzontali (predizione). Il sistema simbolico abilita, quindi, le reti relative al riconoscimento delle parti orizzontali e ne colleziona i re-

Riportiamo qui solo un esempio (fig. 6.16) del funzionamento del sistema ibrido. L'output presentato dal sistema è composto da una ricostruzione grafica della forma dell'arco e dalla sua classificazione. Inoltre, dato che il sistema mantiene traccia di tutto il ragionamento eseguito durante il processo di classificazione, si può richiedere a) una giustificazione motivata della classifica-

Fig. 6.16. *n* - nero, *b* - blu, *g* - giallo

zione data, *b*) una spiegazione sul perché dell'esclusione di altre ipotesi di classificazione.

Nella ricostruzione grafica, il sistema assegna linee colorate alle caratteristiche geometriche indicando, attraverso il colore, il valore del responso delle reti. I colori utilizzati sono nero, blu, rosso, giallo e grigio e rappresentano valori in ordine decrescente.

Come si vede nella fig. 6.16, il centro dell'arco è nero e le due caratteristiche orizzontali sono di colore blu a sinistra e nero a destra. Queste ultime caratteristiche sono circa alla stessa altezza sia reciprocamente sia rispetto al centro dell'arco. Il processo di ragionamento del sistema risulta evidente nella valutazione delle caratteristiche ver-

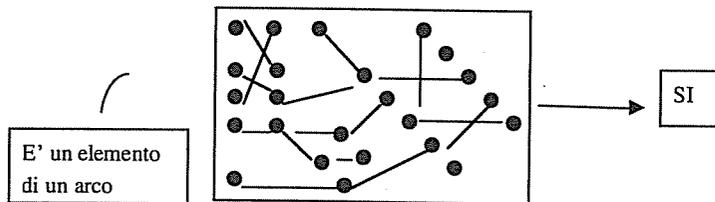


Fig. 6.17

ticali. Infatti, il responso più alto (nero) è ottenuto sull'angolo ottuso sinistro.

Esso è scartato dal sistema in quanto il corrispondente destro non si trova alla stessa altezza. Il sistema, quindi, riprende in considerazione il secondo responso: l'angolo retto blu sulla destra. Anche in questo caso però la caratteristica è scartata dal sistema perché il suo corrispettivo sinistro, pur trovandosi approssimativamente alla stessa altezza, non è simmetrico rispetto al centro dell'arco. Il processo termina quando il terzo responso (curva rossa a destra) è preso in considerazione. Infatti, non solo è alla stessa altezza del suo corrispettivo sinistro e entrambi sono simmetrici rispetto al centro dell'arco, ma la loro forma è coerente con le parti orizzontali. Il sistema classifica la forma dell'arco come *poli-centrico*.

Le reti che abbiamo adoperato in questa applicazione possiedono anche un'altra caratteristica. Abbiamo visto che una volta che sono state addestrate su un insieme di immagini stilizzate, se ad esse viene proposta una nuova immagine questa viene classificata come appartenente o meno alla classe appresa e quindi in uscita dalla rete si ottiene un sì o un no secondo lo schema introdotto in fig. 6.6 e ripreso in fig. 6.17. È però possibile, ponendosi dal lato di output della rete, chiederle di mostrare un esem-

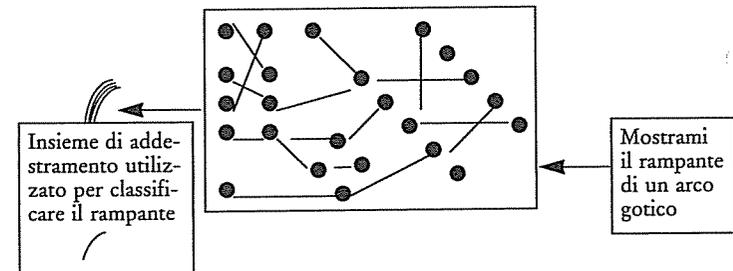


Fig. 6.18



Fig. 6.19

prio di una delle forme appartenente alla classe che la rete è in grado di discriminare.

Poiché la rete mantiene, attraverso le sue connessioni, memoria dell'insieme di addestramento²⁰, questo viene riproposto, attraverso i neuroni che prima svolgevano la funzione di input, sotto forma di sovrapposizione delle immagini adoperate come addestramento. Ovviamente le immagini apprese durante l'addestramento hanno sempre un qualche cosa che le differenzia l'una dall'altra ad esempio per l'inclinazione o la posizione nello spazio per cui il risultato sarà del tipo di quello illustrato in fig. 6.18. Qui le zone più scure indicano semplicemente che più immagini dell'insieme di addestramento coincidevano in quella parte dello spazio.

L'insieme di linee così ottenuto può anche essere visto come la "immagine mentale" che quella rete ha di quell'elemento. Poiché anche i sistemi a regole possono essere percorsi all'indietro avremo che se al nostro sistema chiediamo "mostrami un arco gotico", applicando all'incontrario le regole, il nostro sistema ibrido ricostruirà come un puzzle l'arco che abbiamo richiesto: componendo le immagini mentali dei singoli elementi caratteristici nelle giuste posizioni dell'arco gotico proporrà una immagine sulla base dei criteri espressi nelle regole (v. fig. 6.19).

²⁰ La tecnica di addestramento è descritta in Burattini E. et al. (1998).

L'associazione di idee: una meta lontana

Abbiamo mostrato nei paragrafi precedenti come con l'IA alcune risposte, anche se ancora approssimative, possono essere date a vari problemi di rappresentazione della conoscenza, ragionamento approssimato, riconoscimento di forme e immagini mentali. In relazione al nostro problema di ricerca negli scaffali di una libreria resta ora da dire qualcosa sull'associazione di idee.

Vediamo anzitutto se con le metodologie dei sistemi ibridi prima descritti riusciamo a dare una risposta sia pur vaga e imprecisa al problema dell'associazione di idee. In prima istanza registriamo in un archivio, diciamo di tipo classico, i dati del libro: autore, titolo, argomento e così via. Successivamente addestriamo un sistema ibrido a riconoscere i libri che sono nella mia biblioteca sulla base di una serie di caratteristiche (spigoli, dorso, fregi, etc.) elaborate da una serie di regole che ne rappresentano i legami topologici, geometrici e così via. Si potrà allora dire che il libro X, di autore Y, di contenuto Z, ha una forma riconoscibile sulla base delle caratteristiche C_{XYZ} e delle regole R_{XYZ} . Collochiamo poi, il libro su uno scaffale della libreria. La sua posizione nel tempo potrà cambiare per vari motivi. Viene il giorno in cui si ha bisogno di riprendere in mano il libro XYZ. Ci rivolgiamo allora al nostro sistema, che possiamo immaginare come un robot bibliotecario, che chiameremo Bibliomat. Questo nuovo amico in primo luogo interroga l'archivio, per verificare che il libro in passato è stato veramente inserito nella biblioteca; successivamente, comincia a cercare sugli scaffali della libreria. Cercare il libro, per Bibliomat, significa invertire il processo seguito per la memorizzazione dell'immagine del libro. Sulla base del fatto che il libro è

stato classificato come riconoscibile attraverso l'applicazione delle regole R_{XYZ} alle caratteristiche C_{XYZ} , Bibliomat si costruisce una immagine mentale del libro e quindi cerca, con il suo sistema ottico, diciamo una telecamera, fra i libri che vede, quello che più si avvicina a questa immagine. Può fare questo usando un qualche algoritmo di confronto di immagini (pattern matching) ben noto in letteratura. A differenza del caso degli archi qui abbiamo ipotizzato un sistema più complesso, in quanto dotato di un sistema ottico per la visione e di un archivio dati per il controllo delle informazioni testuali. Questi aspetti però sono ininfluenti ai fini della progettazione del sistema.

Il meccanismo che abbiamo descritto, tuttavia, non corrisponde certo al nostro concetto classico di associazione di idee, anche se in qualche modo esso associa alle informazioni testuali una immagine mentale. In verità quello che manca in questo e in tutti gli altri sistemi di Intelligenza Artificiale che presumono di fare associazioni di idee, è la capacità di catturare non solo le informazioni sintattiche di una certa conoscenza, ma anche e soprattutto il contenuto semantico da rappresentare e elaborare mediante dei processi algoritmici.

Ricordiamo a questo proposito che "associazione di idee" era l'espressione adoperata da Vannevar Bush²¹ per introdurre e illustrare Memex. Egli sosteneva che solo se la sua macchina avesse avuto la capacità di ritrovare informazioni attraverso associazioni piuttosto che attraverso una banale ricerca esaustiva allora il suo obiettivo sarebbe stato raggiunto. Si tratta di un obiettivo difficile da raggiungere: non sappiamo nemmeno come affrontare

²¹ V. Bush, *op. cit.*

in generale il problema nell'ambito della ricerca scientifica e tecnologica.

In primo luogo, che cosa significa associazione di idee? Come o in che maniera un essere umano associa alla lettura di un brano di Dante le proprie esperienze scolastiche, o il suo primo amore, o un precetto religioso o altro ancora? Non si tratta, evidentemente, di un riflesso condizionato, ma di qualcosa di molto più complesso, che è andato formandosi nella mente del soggetto e che, solo in determinati momenti e condizioni, agisce riportando alla coscienza o trasformando fatti antichi o recenti che in qualche maniera si collegano alla situazione attuale.

La psicologia dedica notevoli studi alla comprensione di questo fenomeno. L'Intelligenza Artificiale, più modestamente, e per altro ancora con risultati molto limitati, ha riformulato il problema in termini di rappresentazione ed elaborazione della conoscenza. Si è cercato, e si cerca tuttora, di trovare una metodologia che permetta di rappresentare eventi distinti e possibili connessioni che possono instaurarsi tra essi. Come si è accennato in precedenza, in Intelligenza Artificiale sono state introdotte diverse tecniche di rappresentazione della conoscenza le quali, anche se a volte risultano insoddisfacenti, potrebbero rivelarsi utilizzabili per i nostri scopi. Ma come trovare un meccanismo che sulla base di una codifica dell'esperienza del soggetto colleghi tra loro concetti, episodi, ricordi testi? L'impresa appare ardua, ma forse è possibile affrontare frammenti significativi del problema complessivo. Lo vedremo nel prossimo capitolo.

Il futuro degli ipertesti

“... Nella parte inferiore della scala, sulla destra, vide una piccola sfera cangiante, di quasi intollerabile fulgore. Dapprima credetti ruotasse, poi compresi che quel movimento era un’illusione prodotta dai vertiginosi spettacoli che essa racchiudeva. Il diametro dell’Aleph sarà stato di due o tre centimetri, ma lo spazio cosmico vi era contenuto, senza che la vastità ne soffrisse. Ogni cosa (il cristallo dello specchio, ad esempio) era infinita cosa, perché io la vedevo distintamente da tutti i punti dell’universo”.

J. L. BORGES - L’ALEPH

Gli ipertesti e l’Intelligenza Artificiale

Quando si è in presenza di un sistema ipertestuale e si guarda lo schermo del calcolatore che mostra una pagina piena di simboli, come icone e parole “calde”, che permettono di passare ad altre informazioni – quelle che forse stiamo cercando – si ha un po’ la sensazione che si sia innescato un meccanismo del tipo “associazione di idee”. Naturalmente questi collegamenti sono le associazioni proposte dall’autore, le quali non necessariamente corrispondono a quelle dell’utente. Sarebbe allora interessante fornire al sistema una base di conoscenza se-

¹ Borges J. L. (1998).

mantica attraverso la quale rappresentare i concetti, dotandolo al contempo di un motore inferenziale capace di proporre tutte le associazioni possibili sulla base delle esigenze dell'utente.

Proviamo a immaginare uno schema a blocchi di questo sistema ideale. L'input al sistema viene ovviamente dato dal progettista, che introduce testi e immagini in maniera sequenziale e con i link appropriati, così come si farebbe per un buon ipertesto. Questa prima parte corrisponde a ciò che l'autore pensa debba essere il suo ipertesto, cioè alle modalità intese di navigazione. Abbiamo visto, nei capitoli precedenti che per il lettore la cosa potrebbe essere del tutto diversa. Si ha quindi bisogno di rappresentare da qualche parte i testi e le immagini non solo in termini di sequenze di caratteri o pixel ma anche nei loro contenuti semantici. Alla struttura di input deve allora seguire un Analizzatore Semantico che opera questa analisi e produce una nuova rappresentazione del testo interpretando ad esempio i vari brani (ancora le lessie di Barthes)² e le immagini attraverso l'uso di un qualche modello concettuale del dominio di applicazione. Ad esempio, se stessimo costruendo un ipertesto di argomento archeologico, e riportassimo un brano di un giornale di scavo in cui si facesse riferimento al rinvenimento di una statua di Ercole, il brano che riguarda il rinvenimento dovrebbe poter essere interpretato anche come la testimonianza di un certo culto religioso. Il concetto di culto religioso dovrebbe essere rappresentato attraverso una qualche struttura semantica e da esso dovrebbe essere possibile raggiungere vari elementi che al concetto di culto religioso sono connessi, come la religione, la divinità, la vita, la morte e così via.

² Vedi cap. 3.

A questo punto siamo in presenza di due strutture. La prima, quella ipertestuale, progettata dall'autore, è rigida e riflette un ben preciso punto di vista; la seconda, quella semantica o concettuale, descrive il mondo a cui l'ipertesto fa riferimento e dovrebbe avere una organizzazione tale che dalla conoscenza di Ercole, istanza del concetto di eroe, si possa risalire al concetto di divinità, di religione, di avventura, di mito e così via. Fra le due strutture non esistono link precostituiti. La prima viene percorsa nella maniera classica descritta in precedenza, scegliendo di navigare attraverso i testi e le immagini facendo uso delle parole calde; la seconda verrebbe interpellata quando l'utente vuole sapere di più o vuole capire di più utilizzando una rappresentazione del mondo che è propria della cultura cui egli appartiene.

Questo sistema ideale ha dunque anche una interfaccia di comunicazione tra l'utente e la macchina che, al di là della struttura ipertestuale, permette all'uomo di avanzare alla macchina richieste concettuali più che testuali (v. la fig. 7.1). Naturalmente, si tratta solo di ipotesi di la-

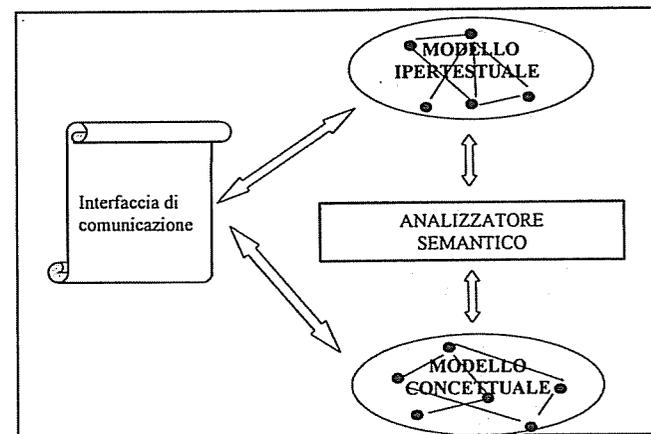


Fig. 7.1

voro, che forse un giorno riusciremo a realizzare. Va comunque tenuto presente che per ciascuno dei blocchi della fig. 7.1 esistono risultati più o meno interessanti, ancora non definitivi, e soprattutto non pensati in un'ottica quale quella qui illustrata, che, proprio per la sua complessità, appare ancora lontana da una implementazione diretta e soddisfacente.

Ad esempio, per la rappresentazione concettuale si può immaginare che i modelli di rappresentazione della conoscenza fondati su basi simboliche³, quali le reti semantiche⁴ o i frame⁵, possano venire in qualche modo in aiuto. Per descrivere invece una immagine con un linguaggio non testuale che tenga conto del contenuto semantico dell'immagine stessa si può pensare che il metodo illustrato nel capitolo precedente possa essere una via da percorrere per trovare una risposta. Ma la strada è ancora lunga prima di giungere a qualche risultato valido per ampi domini di applicazione. I metodi non vincolati a domini specifici, attualmente adottati per rendere agevole la navigazione all'utente dell'ipertesto, sono attualmente molto più poveri.

Tutti coloro che hanno una qualche confidenza con Internet⁶, sanno che è possibile fare ricerche proponendo parole chiave ai motori di ricerca⁷, che estraggono da

³ Russell S. J. (1998).

⁴ Una rete semantica è una forma di rappresentazione della conoscenza attuata mediante grafi in cui i nodi rappresentano concetti e gli archi le relazioni tra essi. Per un approfondimento v. R.C. Shank (ed.) (1975).

⁵ Un frame è una struttura simile alle reti semantiche in cui ogni nodo rappresenta un concetto descritto in termini dei suoi attributi e valori. Per un approfondimento: Minsky M. (1975).

⁶ Si veda il cap. 5.

⁷ Un motore di ricerca è un software che i possessori di grandi banche dati su Internet mettono a disposizione degli utenti

enormi archivi tutti gli indirizzi in cui compaiono tali parole. È esperienza comune che lanciando una ricerca su Internet, di solito, anche per parole non usuali, si ottengono migliaia di indirizzi, rendendo ciò inutile, per eccesso di informazione, la ricerca. Alcuni motori offrono la possibilità di introdurre legami logici fra più parole chiave. Al di là del fatto che non tutti gli utenti hanno dimestichezza con gli operatori logici, anche i più semplici come AND e OR, il risultato delle ricerche in genere è ancora costituito da un gran numero di siti.

Il problema della ricerca per parole chiave è stato studiato anche in altri ambiti (ad esempio, linguistici). In alcuni casi si sono fatte statistiche sulle parole più ricorrenti in uno o più testi al fine di accelerare le ricerche. Di solito dai risultati di tali ricerche si ottiene che alcune parole, quali gli articoli, le preposizioni, gli aggettivi più frequenti, ricorrono molto più di altri termini. Se allora si pone una soglia e si acquisiscono nell'archivio, su cui successivamente verranno effettuate le ricerche, solo le parole che superano una certa frequenza e sono al di sotto di una soglia massima, si avrà un numero ragionevolmente ristretto di termini su cui fare indagini. Tuttavia, si possono generare con queste tecniche situazioni paradossali. Ad esempio, se le applichiamo alla Bibbia, la parola Dio verrebbe esclusa perché troppo ricorrente, e quindi se nell'archivio venisse fatta una ricerca sulla parola Dio, la risposta sarebbe: Dio non esiste nella Bibbia!

La vera soluzione al problema è la possibilità di contestualizzare il termine cercato, evidenziando quindi il contenuto semantico più che il confronto sintattico. E questo è il problema a cui abbiamo fatto riferimento pre-

per la ricerca di parole chiave, proposte dall'utente, e presenti nei siti disseminati in tutto il mondo.

cedentemente per il quale, per ora, non abbiamo una risposta.

Un risultato più incoraggiante viene invece dalla applicazione delle tecniche dei sistemi esperti ai sistemi ipertestuali. Come abbiamo già accennato nei capitoli precedenti, un ipertesto può assumere dimensioni notevoli. Dai manuali tecnici ai testi di storia, dai testi per la didattica in generale ai campionari di vendita di svariate gamme di prodotti, dai testi descrittivi di architettura, pittura, scultura, archeologia ai testi tecnici di costruzione di manufatti, la quantità di informazioni raccolte è enorme e le possibili diverse navigazioni che si possono effettuare spesso rendono l'ipertesto complesso da gestire. L'utente in genere intende raggiungere le informazioni richieste seguendo la via più logica, che non sempre coincide con quella più breve, in tempi ragionevoli, in maniera chiara, con la possibilità di ripercorrere cammini già fatti al fine di approfondire alcuni aspetti.

Vediamo allora con un esempio come è possibile rappresentare un dominio di conoscenze venendo incontro a queste esperienze, applicando le metodologie dell'ingegneria della conoscenza introdotte dai Sistemi Esperti. L'esempio a cui facciamo riferimento è un Sistema Informativo Iper-testuale, ancora in corso di realizzazione, che illustra gli Scavi Archeologici di Ercolano.

Il Sistema Informativo Iper-testuale sugli Scavi di Ercolano

Il Sistema Informativo Iper-testuale sugli Scavi di Ercolano⁸ nasce con lo scopo principale di fornire uno stru-

⁸ Ercolano, città romana, non lontana da Pompei, distrutta dall'eruzione del Vesuvio del 79 d.C.

mento di ricerca e di lavoro agli archeologi interessati all'epoca romana, ai giuristi che si occupano di diritto romano, agli architetti che si interessano di storia, ai vulcanologi che cercano di comprendere l'evoluzione delle eruzioni del Vesuvio nei vari secoli e così via: insomma a specialisti molto diversi. A tal fine è stato costituito un gruppo di lavoro contenente una serie di figure professionali ciascuna in grado di dare risposte adeguate alle domande che provenivano dai vari settori⁹.

Usando le metodologie di analisi adoperate per la progettazione dei Sistemi Esperti, quelle dell'ingegneria della conoscenza per intenderci, abbiamo costruito un grafo di conoscenza dove sono evidenziati i concetti cardine che presiedono alla rappresentazione di un sito archeologico, quale quello di Ercolano, e i sotto-concetti che da essi si diramano sulla scorta delle conoscenze dei singoli esperti. Da questa analisi sono emersi quattro concetti di base dai quali partire per la realizzazione del sistema: la *storia*, l'*eruzione*, lo *scavo*, le *insulae* (fig. 7.2).

Con la *storia* intendiamo la raccolta e documentazione di tutti gli elementi, caratterizzanti la storia della città di Ercolano, connessi allo sviluppo dell'impero romano, presenti nella letteratura latina, nella epigrafica, nelle testimonianze emerse dagli scavi stessi. Questa parte ha un carattere di tipo prevalentemente testuale anche se

⁹ Il gruppo di lavoro è attualmente formato da: Prof. Maria Isabella Amirante (Fac. Architettura Seconda Univ. di Napoli), Prof. Ernesto Burattini (Resp. Scientifico, Istituto di Cibernetica), Arch. Giorgio Castiello (Storico), Arch. Anna Cozzolino (Soprintendenza Pompei-Ercolano), prof. Giuseppe Luongo (Dip. Vulcanologia e Geofisica, Università di Napoli), Dr. M. Pagano (Direttore degli Scavi di Ercolano), Arch. Ubaldo Pastore (Soprintendenza Pompei-Ercolano), Sig. Salvatore Piantedosi (Istituto di Cibernetica), Dr. Luca Serino (Istituto di Cibernetica).

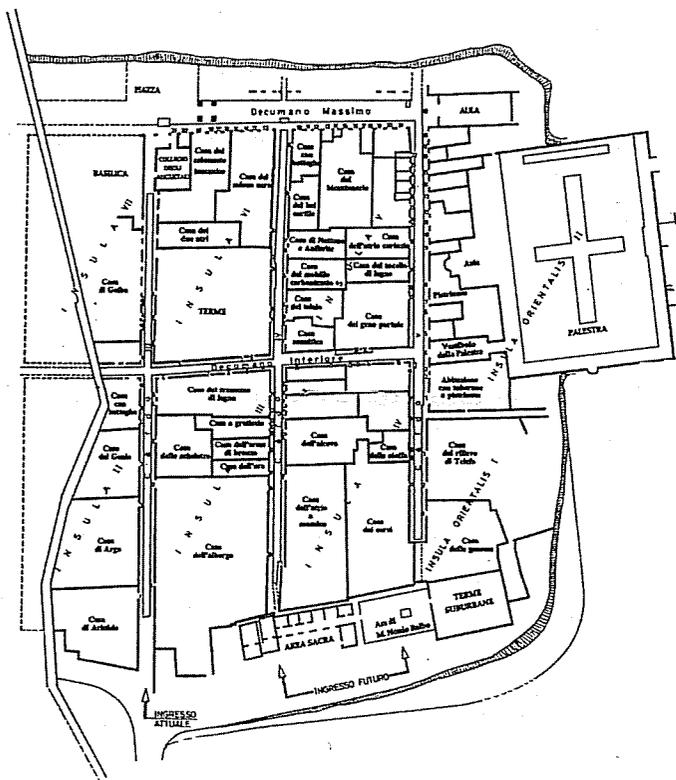


Fig. 7.3. Planimetria di Ercolano (Pagano, 1997)

Un secondo aspetto significativo dell'edificio è la *Destinazione d'Uso* che illustra le attività che in esso si svolgevano e la relativa documentazione. Anche in questo caso vengono allegati foto e documenti, soprattutto di natura bibliografica.

Alla Destinazione d'Uso segue una parte riguardante gli *Utenti*, cioè gli abitanti di Ercolano che probabilmente frequentavano quel luogo. Queste informazioni assumono un ruolo significativo quando l'edificio è un

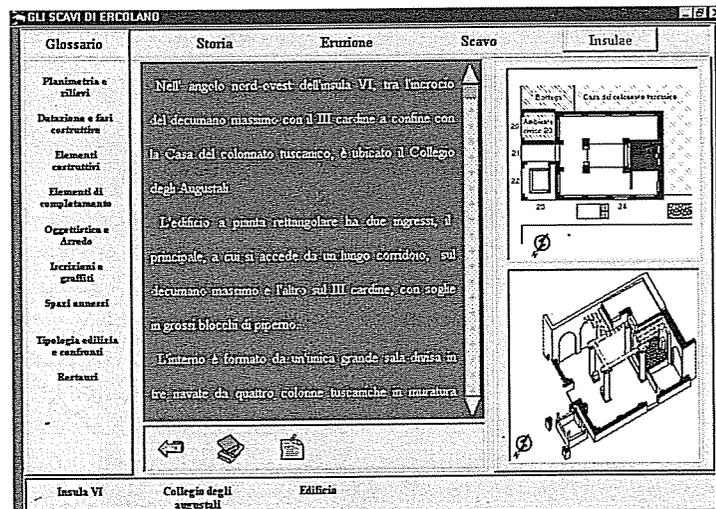


Fig. 7.4

luogo pubblico, come il Collegio degli Augustali, e quindi è necessario descrivere quale parte della cittadinanza lo frequentava. Quando è possibile vengono riportate anche le informazioni derivanti da epigrafi, graffiti e tavolette cerate trovate ad Ercolano. Di questi stessi Utenti verrà fornita anche una descrizione degli eventuali *Resti Umani* che sono stati rinvenuti in ogni edificio con gli oggetti personali ritrovati accanto ad essi e le misure antropometriche, se note.

Viene infine presentata una articolata descrizione dell'*Edificio* (fig. 7.4) dal punto di vista costruttivo, tipologico, tecnologico, materico, con la descrizione anche degli affreschi, oggetti, graffiti e quant'altro in esso è stato ritrovato. Si ha quindi la possibilità di esaminare le *Planimetrie e i Rilievi*, antichi e attuali che lo riguardano. Vengono anche proposte una *Datazione* e le eventuali *Fasi Costruttive*, alla luce anche di un precedente terremoto avvenuto nel 62 d.C.

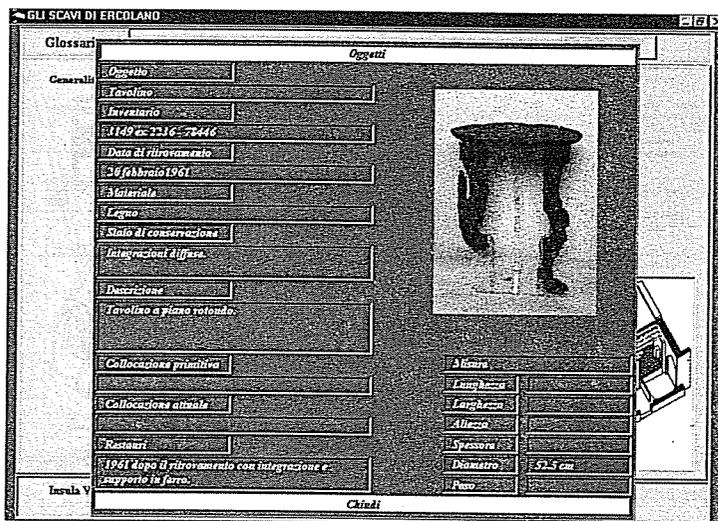


Fig. 7.5

Si propongono poi gli *Elementi Costruttivi*, cioè *Murature*, *Coperture*, *Scale*, *Impianti Tecnologici*. Ognuno di questi aspetti viene descritto e illustrato mediante foto e disegni. Agli Elementi Costruttivi si aggiungono gli *Elementi di Completamento*. Tali elementi comprendono i *Pavimenti*, le *Finestre*, *Balconi*, *Porte* e così via, i *Rivestimenti*, le *Iscrizioni* e i *Graffiti*. Anche in questo caso si ricorre a immagini e disegni per illustrarli meglio.

Se nell'edificio sono stati ritrovati oggetti, essi sono descritti e raccolti sotto la voce *Oggettistica*, che prevede per ogni oggetto una scheda descrittiva (v. fig. 7.5). Lo stesso accade se vi sono *Arredi*. Vengono anche descritti gli *Spazi Adiacenti* all'edificio laddove essi assumano un ruolo sinergico con esso.

In un altro nodo viene descritta la *Tipologia Edilizia* del manufatto, che viene confrontata con quella di edifici

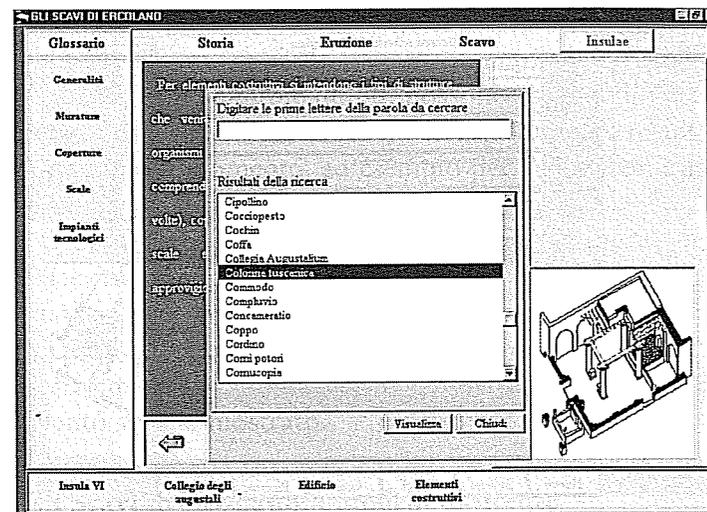


Fig. 7.6

analoghi presenti sia a Ercolano che in altri siti archeologici.

Infine sono registrate tutte le informazioni relative a *Restauri* eventualmente effettuati sull'edificio o su sue parti. Tale aspetto è documentato anche mediante la riproduzione dei contratti e delle perizie relative.

Poiché frequentemente vengono adoperati termini che non sono di uso comune o vengono citati personaggi significativi per l'elemento descritto, è stato realizzato un *Glossario* che può essere consultato quando si incontra il termine ma anche come struttura indipendente (fig. 7.6).

Vi è anche la possibilità di consultare la *Bibliografia* mediante un sistema di ricerca che permette di ricercare i testi o gli articoli sia per autore che per titolo e parole chiave (fig. 7.7). Un ultimo strumento di lavoro, per chi consulta l'ipertesto, è costituito dalla possibilità di copiare automaticamente i testi e le immagini che interes-

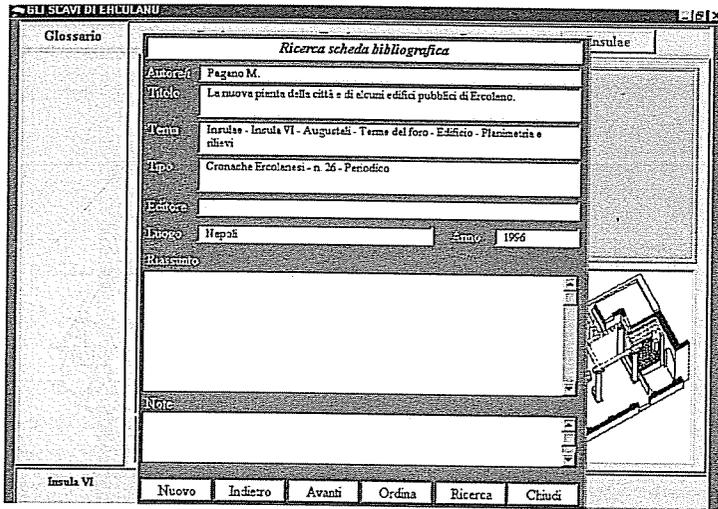


Fig. 7.7

sano mediante un servizio di *Annotazioni* che può essere attivato a discrezione dell'utente (fig. 7.8).

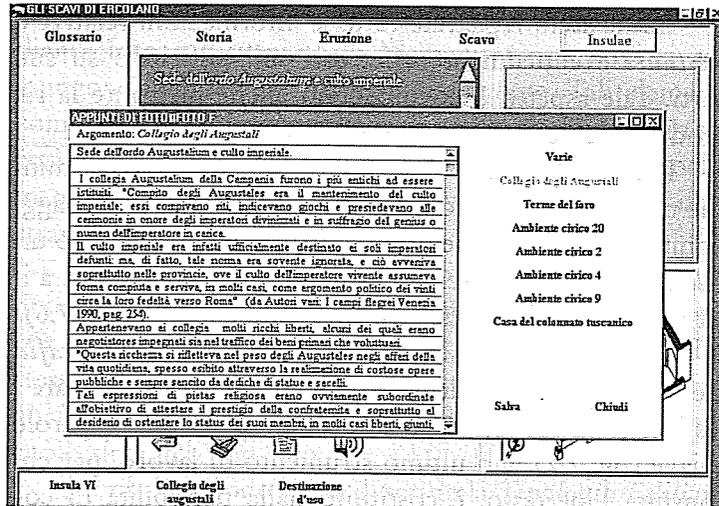


Fig. 7.8

Alcuni dei testi più lunghi, oltre che essere leggibili a video, mediante un sistema a scorrimento, sono registrati in un *Sistema Sonoro* e quindi possono essere uditi attraverso delle casse acustiche. La lettura può essere interrotta in ogni momento, ad esempio per vedere con calma le immagini proposte, e quindi essere ripresa.

Man mano che si va avanti nella navigazione, nella parte inferiore dello schermo vengono indicati i nodi visitati così da avere sempre un'idea di dove ci si trova e come ci si è giunti. Infine, l'area sulla destra è utilizzata per immagini e grafici che completano o commentano quanto via via mostrato.

Gli Scavi di Ercolano: i modelli di utente

Nonostante la succinta descrizione dell'ipertesto sugli Scavi di Ercolano, è facile intuire che la quantità di informazione inserita in esso è enorme. Abbiamo di conseguenza la necessità di strumenti di navigazione semplici e potenti nello stesso tempo.

I problemi da risolvere non sono legati, però, solo alla navigazione ma anche al trasferimento di conoscenze a tipologie di naviganti a volte molto diverse tra loro. Volendo infatti fare in modo che il nostro sistema possa essere utilizzato anche da non esperti di archeologia, si pone la questione di quale conoscenza, quanta parte e con quali modalità possa essere offerta, ad esempio, a uno studente, a un turista, a un bambino. L'IA prova a rispondere a questa esigenza proponendo i cosiddetti *modelli di utente*. Questi modelli, studiati nell'ambito della psicologia cognitiva, in qualche modo cercano di individuare il livello culturale, le modalità di comunicazione, le esigenze che caratterizzano classi di ipotetici utenti del sistema ipertestuale. Una volta stabilito il modello si pos-

sono applicare dei filtri alla base di conoscenza, estraendo da essa una informazione calibrata sul navigatore.

Al momento attuale, per affrontare questo problema, i software ipertestuali forniscono pochi strumenti ai progettisti. Sul versante dell'Intelligenza Artificiale sono state studiate e proposte molte metodologie sia per descrivere e realizzare modelli di utente che per rappresentare gli schemi di ragionamenti che tipologie di utenti perseguono quando operano su una base di conoscenza. Un sistema ipertestuale può essere visto come una base di conoscenza di fatti. Se ad essi si aggiunge una serie di regole, che tengano conto delle prevedibili esigenze dell'utente, è possibile realizzare un meccanismo di navigazione più amichevole per chi adopera l'ipertesto.

Esemplificando, è naturale immaginare che se per un archeologo, ai fini di una corretta datazione, è importante conoscere le strutture e le tecniche murarie presenti in un certo sito o la malta adoperata per uno studente è più interessante conoscere le abitudini degli ercolanesi, l'uso delle terme, i costumi sociali, e per un bambino scoprire un mondo tanto lontano nel tempo in cui altri bambini avevano giochi o giocattoli simili per molti versi ai suoi. Di qui si comprende che non solo le informazioni devono essere diversificate ma anche gli strumenti di comunicazione possono essere del tutto differenti. Se, come abbiamo più volte detto, un ipertesto può essere visto come una enorme ragnatela, allora il "ragno-utente", che si trova in un certo punto del percorso, potrebbe, ad esempio, voler sapere dove si trova e come deve fare per raggiungere la "mosca-conoscenza" che costituisce il suo bottino.

Posto di aver rappresentato il nostro ipertesto come una base di conoscenza, le tecniche per navigare "intelli-

gentemente" possono essere diverse. Una è, come abbiamo detto, quella di costruire per ogni ipertesto uno o più modelli di utente, pressappoco equivalenti al sistema a regole di un sistema esperto e rappresentativi della popolazione degli utenti che con esso interagiranno. Il modello attivato conosce a priori, perché gli sono state date dal progettista, le esigenze dell'utente, e si predispone quindi a rispondere alle sue richieste. Esso è capace di guidare la navigazione tra i nodi (mediante il motore inferenziale) sia sulla base di questa conoscenza a priori che su quella che acquisisce man mano che riceve ordini dall'utente. In altre parole, il modello d'utente deve conoscere completamente la struttura dell'ipertesto per poterla percorrere.

Tuttavia, se gli ipertesti hanno strutture molto complesse, questa soluzione, che è alquanto rigida, può non essere soddisfacente. In questo caso è possibile rifarsi a una seconda tecnica di navigazione "intelligente" consistente nel trasformare il modello d'utente in un agente, un piccolo "ragno" intelligente che, conoscendo sempre le necessità dell'utente, vada in giro per la rete ipertestuale a ricercare per suo conto le informazioni richieste. In questo caso ogni nodo va riprogettato e dotato a sua volta di "intelligenza", cioè di software in grado di descrivere il suo contenuto tanto quanto di offrirlo alle richieste che gli possono avanzare gli agenti-navigatori. In tal modo l'"agente-mercante" (il nodo) negozia con l'"agente-esploratore" le informazioni che questo ricerca e glielne fornisce, oppure gli suggerisce l'indirizzo di un nuovo nodo a cui rivolgersi per raggiungere i suoi fini.

Questo modello di utente, che si richiama al paradigma degli "agenti intelligenti" o "smart-agents"¹¹, co-

¹¹ Russel S. J. et al., *op. cit.*

me vengono chiamati in Intelligenza Artificiale, è certamente di più complessa progettazione e ancora non esiste una teoria che ne tracci le linee principali per la sua realizzazione.

Nel nostro recente lavoro su Ercolano abbiamo introdotto un agente¹² che, se il navigatore è inesperto, vigila affinché non gli venga data troppa informazione noiosa, o lo avverte quando sta per visitare un nodo già visitato così da non fargli ripetere più volte lo stesso percorso, o lo invita ad una visita guidata. Per ora questa applicazione è del tutto elementare ma serve a dare un'idea di cosa ci aspetta nel futuro. Questo volume è accompagnato da un CD-ROM su cui è implementata una versione prototipale ridotta del suddetto ipertesto.

Un ultimo sforzo di fantasia

Per concludere questa esplorazione nel mondo degli ipertesti racconterò di una nostra recente ricerca con la quale ci siamo proposti nuovi orizzonti da esplorare e nuove domande a cui trovare una risposta.

Essa fa esplicitamente riferimento alla realizzazione dell'ipertesto sugli Scavi di Ercolano. Il tema dell'archeologia, di per sé già interessante, diventa di grandissimo fascino quando i luoghi da descrivere e poi visitare ipertestualmente sono Pompei o Ercolano. Per meglio sviluppare l'analisi che ha condotto alla progettazione dell'ipertesto ho cominciato a frequentare gli scavi, a interagire con gli archeologi, a passeggiare tra le rovine, a studiare le tecniche costruttive, a cercare di intuire i modelli di vita degli antichi, il dramma dell'eruzione. Più cresceva la mia conoscenza del problema più mi rendevo

¹² Burattini E. et al. (1999).

conto che, per quanto sofisticato e ricco io facessi il mio ipertesto, non sarei riuscito mai a rendere tutto il fascino dei luoghi.

Mi accorgevo che da un lato il sistema che costruivo era pieno di informazioni, tutte ben relazionate tra di loro, con immagini e suoni. Se ad esempio visitavo virtualmente il Collegio degli Augustali, potevo sapere quando era stato scavato, cosa c'era scritto sul giornale di scavo di quel periodo, cosa vi era stato trovato, quale era la funzione del Collegio nell'ambito della società ercolanese, come erano state costruite le murature, cosa rappresentavano gli affreschi e tanto altro ancora. Se invece la mia visita avveniva realmente e mi facevo accompagnare da un qualche amico archeologo, toccavo con mano le pietre e gli affreschi, leggevo le lapidi e i graffiti mentre il mio amico mi raccontava un po' di tutto, ma certo non avevo disponibile tutta l'informazione che invece è collezionata nell'ipertesto.

È a questo punto che di nuovo le più recenti ricerche in Intelligenza Artificiale mi sono venute in aiuto. Perché non realizzare un sistema che unisse al fascino della visita dello scavo tutta l'informazione di cui potevo disporre, perché non dilatare la realtà dello scavo alla virtualità dell'ipertesto? Di qui è partito un nuovo progetto che tenta di coniugare realtà e virtualità.

Il sistema di base è sempre un ipertesto in cui le conoscenze sono collegate fra loro sulla base di nodi e link: solo che ora esse non sono più offerte all'utente sul freddo schermo di un monitor ma comunicate al suo orecchio mediante un auricolare (fig. 7.9).

E l'utente dove si trova? Ma naturalmente negli scavi. Egli gira tra le case e i templi, sale lungo i cardini o attraversa la cittadina secondo i decumani e un sistema di

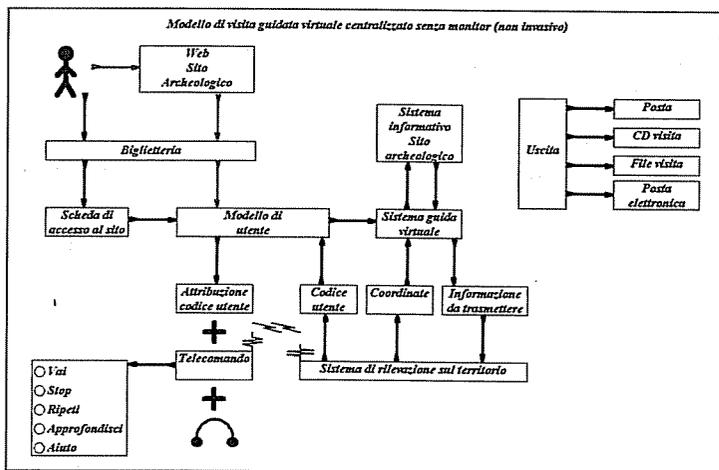


Fig. 7.9

rilevamento, si pensi ai GPS¹³, lo segue passo passo, comunica al Sistema Informativo dove egli si trova e questi gli manda le notizie relative ai luoghi visitati. Inoltre, poiché il Sistema è dotato di diversi modelli di utente, viene scelto quello che più si avvicina al visitatore fornendogli le informazioni secondo linguaggi, schemi e modi che meglio si adattano a lui. Questo stesso nostro visitatore può interagire con il sistema ponendo domande, tramite un telecomando opportunamente progettato, o pigiando su tastiere collegate ad alcuni monitor che incontra lungo la strada. Su questi stessi monitor potrebbe vedere, se vuole, ricostruzioni della città prima dell'eruzione del Vesuvio, o ammirare statue e dipinti che per diversi motivi sono stati portati in altri musei e quindi non sono più presenti sul luogo del ritrovamento.

¹³ GPS sta per Global Positioning System è un sistema di telecomunicazione che permette, tramite un sistema di satelliti, di fornire, con grande precisione, la posizione geografica (latitudine e longitudine) di chi lo usa in quel momento.

Bibliografia

Capitolo 1

Bashe C.J., Johnson L.R., Palmer J.H., Pugh E.W., *IBM's Early Computers*, MIT Press, 1986.

Bechter G., *Gutenberg*, Soc. Editrice Internazionale, 1992.

Bolter J.D., *Writing Space: The Computer in the History of literacy*, Lawrence Erlbaum, 1990.

Cavallo G., Chartier R. (a cura di), *Storia della lettura*, p. XI, Laterza, Bari, 1995.

Eco U., *Il Nome della Rosa*, Bompiani, 1980.

Eisenstein E.L., *The printing revolution in early modern Europe*, Cambridge University Press, 1983, trad. it. *Le Rivoluzioni del libro*, Il Mulino, 1995.

Georges J., *L'écriture mémoire des hommes*, 1986, Gallimard, Parigi, ed. it. a cura di Martine Buyschaert, Electa/Gallimard, 1992.

Hodges A., *Alan Turing: The Enigma*, N.Y., Simon & Schuster, 1983.

Negroponte N., *Essere digitali*, Sperling & Kupfer, 1995.

Ong, W. J., *Orality and Literacy: The Technologizing of the Word*, London, Methuen, 1982.

Platone, *Fedro*, 275d, trad. M. Tondelli, Mondadori, 1998.

Slater R., *Portrait in Silicon*, 1987.

Somenzi V., Cordeschi R., *La filosofia degli automi*, Bollati Boringhieri, 1994.

Turing A., *Computing Machinery and Intelligence*, *Mind*, vol. 59, p. 433-60, 1950.

Capitolo 2

Bush V., As we may think, *The Atlantic Monthly*, July 1945.

- Calvino I., *Sei lezioni americane*, Garzanti, 1988.
- Delany P., Landow G.P., *Hypermedia and Literary Studies*, p. 3, MIT Press, 1991.
- Eco U., *Sei passeggiate nei boschi narrativi*, Bompiani, 1994.
- Findler N.V. (ed), *Associative Networks: Representation and Use of Knowledge by Computers*, Academic Press, 1979.
- Glushko, R.J., *Transforming Text Into Hypertext for a Compact Disc Encyclopedia, Proceedings of CHI '89*, ACM Press, 1989.
- Joyce J., *Ulisse*, Arnoldo Mondadori Editore, 1960.
- Kamp Y, Hasler M., *Recursive Neural Networks for Associative Memory*, Wiley, 1990.
- Platone, *Fedro*, 275d, trad. M. Tondelli, Mondadori, 1998.
- Proust M, *Alla Ricerca del tempo perduto*, Einaudi, 1978.
- Rada R., *Hypertext: From Text to Expertext*, McGraw Hill Publishers, 1991.
- Ricciardi M. (a cura di), *Scrivere Comunicare Apprendere con le Nuove Tecnologie*, Bollati Boringhieri, 1995.
- Riner R., *Automated Conversion, Hypertext/Hypermedia Handbook*, Eds. Berk, E. and Devlin, J., Intertext Publications/McGraw Hill, 1991.
- Smith J.B., Weiss S.F., Ferguson G.J., *Hypertext Writing Environment and Its Cognitive Basis, Proceedings of Hypertext '87*, ACM Press, 1987.
- Thuring M., Haake J.M., Hannemann J., *Proc. Hypertext '91*, 1991.

Capitolo 3

- Agresti L. (trad.), *I King* (Il Libro dei mutamenti), trad. inglese di C.G. Jung, ed. Astrolabio, Roma, 1995.
- Aristotele, *Poetica*, 1450b, Laterza, 1983.
- Barthes R., *Frammenti di un discorso amoroso*, Einaudi, 1979.
- Barthes R., *Image, Text, Music*, p. 158, ed. e trad. ingl. Stephen Heath, Hill, 1977.
- Barthes R., *S/Z, Una lettura di "Sarrasine" di Balzac*, Einaudi, p. 18, 1973.
- Calvino I., *Il castello dei destini incrociati*, Mondadori, 1994.

- Calvino I., *Lezioni Americane, Sei proposte per il prossimo millennio*, Garzanti, 1988.
- Calvino I., *Se una notte d'inverno un viaggiatore*, Einaudi, 1979.
- Clement J., *La Machine à raconter des histoires*, in *Le Journal des Instituteurs*, Nathan, 1991.
- Eco U., *Sei passeggiate nei boschi narrativi*, Harvard University, Norton Lectures, 1992-93, Bompiani 1994.
- Gadda C. E., *Quer pasticciaccio brutto de Via Merulana*, Garzanti, 1987.
- Huizinga K., *Der Buchtrinker*, Albrecht Knaus, 1994, Munchen, trad. G. Gurisatti, Neri Pozzi, 1996.
- Musil R., *L'Uomo senza qualità*, Einaudi, 1962.
- Roubaud J., *La Boucle*, Seuil, 1993.
- Ruskin J., *La Bibbia di Amiens*, Commento e note di Marcel Proust, trad. Salvatore Quasimodo, SE Studio Editoriale, 1988.
- Saporta M., *Composition n. 1*, Seuil, 1965.
- Sarup M., *An introductory guide to post-structuralism and post-modernism*, p. 59, Univ. of Georgia Press, 1989.

Capitolo 4

- Amirante I., Bosco A., Burattini E., Castagneto F., Montuori A., Savi V.R., *Dialogare con l'Edificio: una struttura ipertestuale per la lettura di patrimoni edilizi residenziali, Convegno Sistemi Multimediali Intelligenti*, Ravello, 14-17 Sett. 1994.
- Amirante I., Burattini E., *A Building Rehabilitation expert system as a tutorial tool, I° Congreso Internacional Rehabilitacion del Patrimonio Arquitectonico y Edificacion*, p. 366-370, Canarias 92, 13-18 July, 1992.
- Burattini E., *Intelligenza Artificiale e Recupero Edilizio*, ed. Giannini, 1994.
- Burattini E., *Expert Systems and Hypertext: can they work cooperatively?*, *Proc. ECAADE 1995*, Palermo, 16-18 Novembre, 1995.
- Shneiderman B., *Reflections on authoring, editing, and mana-*

ging hypertext. In Barrett E. (Ed.): *The Society of Text*, p. 115-131, MIT Press.

Swift J., *I viaggi di Gulliver*, III, 5, World's Classics, Oxford University, 1998.

Capitolo 5

Balasubramanian B.V., Bang Min Ma, Joonhee Yoo, A Systematic Approach to Designing a WWW Application, *CACM* 38(8): 47-48, 1995.

Bush V., As we may think, *The Atlantic Monthly*, July 1945.

Calvino I., *Sei lezioni americane*, Garzanti, 1988.

Engelbart D.C., *A Conceptual Framework for the Augmentation of Man's Intellect*, In Information Handling, Volume 1, Spartan Books, Washington D.C., 1963.

Goldberg A., *Smalltalk-80: The Language and its implementation*, Addison-Wesley, Reading, MA, 1983.

Kobsa A., *User Modeling: Recent Work, Prospects and Hazards*, in M. Schneider-Hufschmidt, T. Kühme and U. Malinowski, eds., North-Holland 1993.

Nelson T., A File Structure for the Complex, The Changing and The Indeterminate, *ACM 20th National Conference*, 1965.

Nielsen J., *Multimedia and Hypertext. The internet beyond*, AP Professional., 1995.

Norman D.A., *La caffettiera del masochista, Psicopatologia degli oggetti quotidiani*, Giunti, 1990.

Pirsig R.M., *Lo zen e l'arte della manutenzione della motocicletta*, Adelphi, 1981.

Smith J.B., Weiss S.F., Ferguson G.J., Hypertext Writing Environment and Its Cognitive Basis, *Proceedings of Hypertext '87*, ACM Press, 1987.

Vercelli G., Zaccaria R., *Informatica*, Editoriale Scientifica, 1998.

Capitolo 6

Aiello A., Burattini E., Caianiello E.R., Synthesis of reverberating neural networks, *Kybernetik*, 7, 191-195, 1970.

Bernstein J., *Uomini e macchine intelligenti*, Adelphi, Milano, 1990.

Borges J.L., *L'Aleph*, Adelphi, 1998.

Burattini E., De Gregorio M., Qualitative abduction and prediction, *Information and Decision Technologies*, 19, pp. 471-481, 1994.

Burattini E., De Gregorio M., Tamburini G., Generation and Classification of Recall Images by Neurosymbolic Computation, *Proc. 2nd European Conference on Cognitive Modelling, ECCM98*, Univ. of Nottingham, p. 127-134, 1-4 Aprile 1998.

Burattini E., De Gregorio M., Tamburini G., Integrazione neurosimbolica nella classificazione di informazioni visive in *Comunicazioni Scientifiche di Psicologia Generale*, n. 14, 1997.

Burattini E., Fiengo G., Guerriero L., Expert Systems in the Building Conservation Process, in *Intelligenza Artificiale e Recupero Edilizio*, a cura di E. Burattini, Istituto di Cibernetica, C.N.R., pp. 99-108, 1994.

Bush V., As we may think, *The Atlantic Monthly*, July 1945.

Caianiello E.R., Outline of a Theory of Thought Processes and Thinking Machines, *Journal of Theoretical Biology*, 2, pp. 204-235, 1961.

Charniak E., McDermot D., *Introduction to Artificial Intelligence*, Addison Wesley, 1985.

McCulloch W.S., Pitts W., A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity, *Bull. Mathem. Biophys.*, vol. 5, 115-37, 1943.

Minsky M., Papert S. *Perceptrons*, MIT Press, 1969.

Rosenblatt F., The Perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain, in *Psychological Review*, 65, pp. 386-408, 1958.

Ruhmelhart D.E., McClelland J.L., PDP Research Group, *Parallel Distributed Processing: exploration in the microstructure of cognition*, 2 voll., MIT Press, 1986.

Russell S.J., Norvig P., *Artificial intelligence. A Modern Approach*, Prentice Hall, 1995, trad. it. *Intelligenza Artificiale*, a cura di L. Carlucci Aiello, Prentice Hall, 1998.

- Siu K., Roychowdhury V., Kailath T., *Discrete Neural Computation*, Prentice Hall, 1995.
- Somenzi V., Cordeschi R., *La filosofia degli automi, Origini dell'intelligenza artificiale*, Bollati Boringhieri, Torino, 1994.
- Vercelli G., Zaccaria R., *Informatica*, Editoriale Scientifica, Napoli, 1998.

Capitolo 7

- Borges J.L., *L'Aleph*, Adelphi, 1998.
- Burattini E., Gaudino F., Serino L., Hypermedia knowledge acquisition and a BDI agent for navigation assistance. A case study: the Herculaneum Excavations, *ECCS'99, European Conference on Cognitive Science*, Siena 27-30, 1999.
- Minsky M., *A framework for representing knowledge*, in *The Psychology of Computer Vision*. P. Winston (ed.), McGraw Hill, 1975.
- Pagano M., *Ercolano; Itinerario archeologico ragionato*, Ed. T&M, Napoli, 1997.
- Russell S.J., Norvig P., *Artificial intelligence. A Modern Approach*, Prentice Hall, 1995, trad. it. *Intelligenza Artificiale*, a cura di L. Carlucci Aiello, Prentice Hall, 1998.
- Schank R.C. (ed.), *Conceptual Information Processing*, North Holland, Amsterdam, 1975.

Altre letture

Intelligenza Artificiale

- Bara B.G., *Scienza Cognitiva*, Bollati Boringhieri, 1990.
- Bechtel W., Abrahamsen A., *Philosophy of Mind* (1988), *Filosofia della mente*, trad. it., Il Mulino, 1992.
- Churchland P.M., P.S., Può una macchina pensare?, in *Le Scienze*, 44, (259), pp. 22-27, 1990.
- Churchland P.S., Sejnowski T.J., *The computational brain*, MIT Press (1992), trad. it., *Il cervello computazionale*, Il Mulino, 1995.
- Cordeschi R., *La scoperta dell'artificiale*, Dunod, Milano, 1998.
- Dennett D.C., *Brainstorms: Philosophical Essays on Mind and Psychology*, Bradford Books, 1978, trad. it. *Brainstorms. Saggi filosofici sulla mente e la psicologia*, Adelphi, Milano, 1991.
- Hinton G.E., Anderson J.A. (eds), *Parallel Models of Associative Memory*, Lawrence Erlbaum, 1981.
- Hofstadter D.R., Come possono i calcolatori comprendere l'analogia, il nucleo del pensiero umano?, in *Le Scienze*, 159, novembre 1981.
- Hofstadter D.R., *Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid*, Basic Books, 1976. trad. it. *Gödel, Escher, Bach: un'Eterna Ghirlanda Brillante*, Adelphi, Milano, 1984.
- Johnson-Laird P.N., *Mental Models*, Cambridge University Press (1983), trad. it. *Modelli Mentali*, Il Mulino, 1988.
- Maturana H.R., Varela F.J., *Autopoiesis and Cognition. The Realization of Living*, Reidel Publishing Company, Dordrecht, trad. it. *Autopoiesi e cognizione. La realizzazione del vivente*, Marsilio, 1985.
- Minsky M.L., *The Society of Mind*, Simon & Schuster, New York, 1985, trad. it. *La società della mente*, Adelphi, 1989.

- Newell A., Simon H.A., *Human Problem Solving*, Prentice Hall, 1972.
- Simon H.A., *The science of the artificial*, MIT Press, 1969/1981, trad. it. *Le scienze dell'artificiale*, Il Mulino, 1995.
- Waterman D., *A Guide to Expert Systems*, Addison Wesley, 1986.

Ipertesti

- Brusilovsky P., Efficient techniques for adaptive hypermedia, in C. Nicholas and J. Mayfield eds., *Intelligent Hypertext: Advanced techniques for the World Wide Web*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 1236, pp. 12-30, Springer, 1997.
- Brusilovsky P., Eklund, A Study of User Model Based Link Annotation in Educational Hypermedia, *Journal of Universal Computer Science*, 4, 4, pp. 429-448, Springer, 1998.
- Brusilovsky P., Pesin L., Adaptive navigation support in educational hypermedia: An evaluation of the ISIS-Tutor, *Journal of Computing and Information Technology*, 1998.
- De Bra P., Teaching Hypertext and Hypermedia through the Web, *Proc. Of WebNet'96, World Conference of the Web Society*, 15-19, October, 1996.
- Derrida J., *L'écriture et la différence*, Minuti, trad. it. *La scrittura e la differenza*, Einaudi, 1971.
- Ghislandi P., *Oltre il multimedia*, Franco Angeli, 1995.
- Landow, G.P. (ed.), *Hyper/Text/Theory*, The J. Hopkins University Press, 1994.
- Landow, G.P., *Hypertext. The convergence of contemporary. Critical Theory and Technology*, The J. Hopkins University Press, trad. it. *Iper testo. Il futuro della scrittura*, Baskerville, 1993.
- Lowe D., Hall W., *Hypermedia & the Web*, John Wiley & Sons, 1999.
- Nielsen J., User Interface Directions for the Web, *Comm. ACM*, 42(1), pp. 65-72, 1999.
- Pittarello F., Pittarello M., Italiano G.F., *Architecture and Digital Exhibitions*, The Einstein Tower World, Eurographics98, 1998.

- Rheingold H., *Virtual Reality*, Touchstone Books, New York, 1992, trad. it. *La realtà virtuale*, Baskerville, 1993.
- Schoch V., Specht M., Weber G., ADI - an evaluation of a tutorial agent, *AACE Proc. of ED-MEDIA/ED-TELECOM'98 - World Conference on Educational Multimedia/Hypermedia and World Conf. on Educational Telecommunications*, Freiburg, June, 1998.
- Weber G., Specht M., User Modeling and adaptive support in WWW-based tutoring systems, in A. Jameson, C. Paris and C. Tasso eds., *User Modeling, Proc. of 6th Inter. Conference on User Modeling*, Chia Laguna, June, 1997, Springer, 1997.

Siti Internet

Bibliografia ipertesti:

www.gwu.edu/~gelman/train/hyperbib.htm#use

www.ssgrr.it/usability/quaderni/quaderni_1/pag_1-2.html

www.education.uts.edu.au/staff/john_eklund/PeterBrusilovsky

<http://server.forcom.unito.it:8000/~studente/borlagio/borlagi1/index.htm>

Modello utente:

<http://zeus.gmd.de/~kobsa/papers/1993-aii-kobsa.ps>

www.iicm.edu/jucs_4_4/a_study_of_user/paper.html

Amiens (Cattedrale di):

<http://www.learn.columbia.edu/Mcahweb/index-frame.html>

Corpo Umano:

http://www.nlm.gov/research/visible/visible_human.html

Lascaux (Grotte):

http://bach.iie.cnam.fr:8080/faur_1/AQUITAIN/montignac/taureaux.htm

Molecole:

<http://www.golgi.harvard.edu/biopages/biochem.html>

Tarocchi:

<http://astrpi.difi.unipi.it/~alberto/tarocchi/>

Finito di stampare nel gennaio 2001
presso La Buona Stampa s.p.a., Ercolano