

Progettare macchine per apprendere: la Mappa Oggetti/Legami

Vindice Deplano
Mafrau S.r.l.
Via del Gesù, 62
00186 Roma
v.deplano@tin.it
deplano@mafrau.it

ABSTRACT

Nella realizzazione di sistemi autodidattici (definiti "macchine per apprendere") si percepisce la mancanza di metodi, linguaggi e formalismi grafici utili per la progettazione e la documentazione (che abbiano la stessa valenza del modello Entità-Relazioni nell'analisi dei dati o dei Data Flow Diagram in quella delle funzioni).

Si propone quindi un sistema procedurale grafico, la Mappa Oggetti/Legami, i cui nodi informativi (Oggetti) sono collegati da archi (Legami) che ne descrivono le modalità di accesso e navigazione.

La Mappa Oggetti/Legami, viene utilizzata, a titolo esemplificativo, nella rappresentazione di alcune strutture tipiche dei sistemi di apprendimento.

1. Introduzione

Dal punto di vista del progettista, i sistemi automatici destinati alla trasmissione di conoscenza sono un sottoinsieme dei sistemi informatici. Ma con caratteristiche peculiari.

La differenza principale è che si tratta di "macchine per apprendere", artefatti cognitivi¹ il cui fine ultimo è interagire con il fruitore per modificarne il comportamento, le conoscenze, le idee, gli atteggiamenti. Sono sistemi in cui le interfacce (che determinano le modalità di comunicazione tra computer e utente) hanno una funzione del tutto particolare. Infatti, il progettista di macchine per apprendere si chiede (o dovrebbe chiedersi) soprattutto:

- quali informazioni trasmettere al fruitore;
- quali meccanismi di apprendimento (tentare di) attivare nella sua mente.

E considera giustamente un dettaglio gli aspetti funzionali del software².

1.1 Oggetti per pensare

I metodi usati per progettare macchine per apprendere e i relativi linguaggi (simboli e regole) dovrebbero rispecchiare le particolari finalità e i processi di pensiero del progettista. Così avviene nella progettazione dei sistemi informatici, dove si utilizzano rigorosi strumenti formali, come il modello Entità/Relazioni per l'analisi dei dati [1], i Data Flow Diagram [6] per l'analisi delle funzioni, la programmazione modulare [6], i diagrammi di flusso e la programmazione strutturata [9] per il disegno del software.

Al contrario, nella progettazione di sistemi per l'apprendimento gli strumenti (meno formalizzati) nascono dall'esperienza dei singoli autori: linguaggio naturale, grafici ad albero, sceneggiature, ecc. Sono strumenti utili, ma insufficienti. Anche perché ciò che si richiede a un sistema formale è soprattutto di diventare un "oggetto per pensare"³.

¹ Nel senso proposto da Norman [3].

² Anche perché i moderni sistemi autore permettono di ignorare quasi del tutto il codice del programma.

³ In quanto permette di rendere concreto, e quindi più facilmente "maneggiabile", il pensiero [4].

1.2 Il motore dell'apprendimento

Dietro la nostra proposta di un metodo di rappresentazione applicabile alle macchine per apprendere c'è una profonda convinzione: ciò che veramente determina la loro qualità non risiede nello specifico contenuto didattico o nella tecnologia. Si tratta piuttosto di una caratteristica strutturale del sistema stesso, da cui dipende il tipo di processo di apprendimento che è in grado di attivare.

In altre parole, il cuore del sistema deve essere progettato in modo da costituire, nella sua interazione con l'utilizzatore, un efficace "motore dell'apprendimento"⁴.

1.3 Obiettivi di un metodo di progettazione

Qualunque metodo di progettazione, cui corrisponde un linguaggio composto da simboli e regole, deve soddisfare tre esigenze:

1. Documentare il lavoro di progettazione, separandolo da quello di codifica e test.
2. Fornire uno strumento semplice e univoco per comunicare tra progettisti, tecnici del software, esperti del contenuto didattico, clienti, utilizzatori. In più, la presenza di un linguaggio sufficientemente sintetico e astratto facilita il flusso informativo all'interno della comunità scientifica, alla ricerca dei migliori motori dell'apprendimento.
3. Produrre oggetti per pensare. Rappresentando su carta gli aspetti significativi dell'idea in corso di realizzazione, si avvia quel processo di "riflessione nel corso dell'azione" [7] che è la base del lavoro professionale creativo.

1.4 La Mappa Oggetti/Legami (Mol)

Il modello proposto risponde a questi obiettivi mettendo al centro della progettazione gli aspetti strutturali del sistema, che sono determinati dal modo in cui i contenuti informativi possono essere messi in relazione tra loro.

Da questo punto di vista, la rappresentazione formale più efficace è un grafo (Mappa) i cui nodi informativi (Oggetti) sono collegati da archi (Legami). Si tratta di una rappresentazione:

- procedurale, dal momento che, a differenza di altri metodi di progettazione del software⁵, tiene conto degli aspetti temporali dei processi;
- centrata sul punto di vista del fruitore.

La metafora utilizzata è, quindi, la navigazione in un ambiente ipermediale dove, in un determinato momento, solo alcuni nodi (generalmente uno) sono "attivi" in quanto:

- occupano lo spazio percettivo (visivo e/o sonoro) dell'utilizzatore;
- contengono un certo numero di comandi (icone, pulsanti, voci di menu, link, ecc.) effettivamente utilizzabili.

La simbologia è stata scelta cercando di riutilizzare elementi grafici entrati nell'uso comune dei progettisti del software. Da questo punto di vista, deve molto al modello Entità/Relazioni, alla programmazione strutturata, ai diagrammi di flusso.

2. Oggetti e Legami

L'**oggetto** è un insieme di schermate, sequenze filmate, animazioni, voci fuori campo, nodi di ipertesto, ecc., omogeneo rispetto al contenuto informativo, organizzato in modo tale da costituire un'unità percettiva. A seconda delle opportunità o del livello di dettaglio, l'oggetto può contenere uno o più elementi (occorrenze).

Come già accennato, in un determinato momento si considerano attive quelle occorrenze di uno o più oggetti che sono immediatamente percepibili (attraverso monitor, altoparlanti o altre periferiche).

⁴ Per una panoramica delle tecnologie didattiche e dei relativi paradigmi cognitivi vedi Varisco [8].

⁵ È il caso dei Data Flow Diagram [6].

Un oggetto è rappresentato graficamente da un rettangolo che contiene:

- al centro, un nome (al singolare);
- in corrispondenza dei quattro angoli, altrettanti campi che descrivono le sue caratteristiche.

Il **legame** è una possibilità per l'utilizzatore di passare dall'occorrenza attiva a un'altra occorrenza, dello stesso oggetto o di oggetti diversi⁶. Un legame può rappresentare qualunque forma di passaggio, dalla sequenza di schermate gestita dall'elaboratore alla navigazione in un mondo ipertestuale.

Un legame è rappresentato graficamente da una linea orientata che presenta:

- due terminazioni che ne definiscono il verso;
- in prossimità degli oggetti, un gruppo di tre campi che ne descrivono le caratteristiche.

2.1 Esempio

Il cd-rom *Gli impressionisti* (L'Unità multimedia, 1998) contiene informazioni su alcuni pittori (i membri di questo movimento artistico) e sulle loro opere⁷. A partire da ciascuno degli autori è possibile raggiungere le relative opere.

L'insieme può essere rappresentato con due oggetti (*Pittore* e *Opera*), composti da più occorrenze, connessi da un legame⁸ (vedi Fig.1).

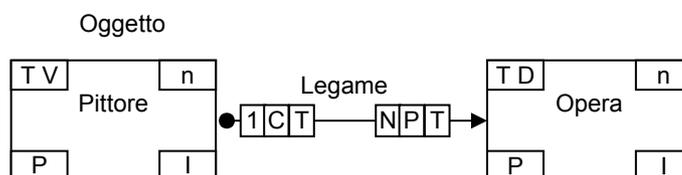


Fig.1 - Oggetti e legami

3. Caratteristiche degli oggetti

Si descrivono quattro caratteristiche degli oggetti. Nella rappresentazione grafica corrispondono ad altrettanti campi posti agli angoli (vedi Fig.2):

- **significato** informativo;
- **numero** di occorrenze;
- **modalità di comunicazione**;
- **forma**.

Significato, modalità di comunicazione e forma possono essere omissi quando l'oggetto contiene più occorrenze in cui tali caratteristiche non sono omogenee.

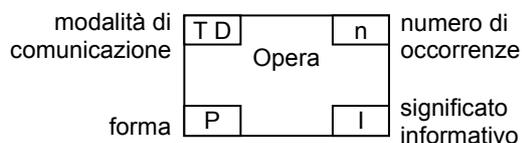


Fig.2 - Caratteristiche degli oggetti

3.1 Significato

Il campo in basso a destra descrive la funzione dell'oggetto in quanto portatore di informazioni. Il significato dei simboli è riportato in tabella.

⁶ È in questo senso che la rappresentazione può essere considerata come una mappa topografica di un luogo virtuale.

⁷ A fini espositivi, alla descrizione del cd-rom *Gli impressionisti* utilizzata per gli esempi è stata apportata qualche semplificazione.

⁸ Per il significato dei simboli vedi oltre.

Simbolo	Significato	Descrizione
I	Informazione	Conoscenze che si vogliono trasmettere ai fruitori. Sono gli oggetti principali di ogni sistema comunicativo.
T	Test	Domande, esercitazioni, ecc. che richiedono una scelta o una risposta. In base al risultato del test, si attivano particolari legami o pagine di feedback (considerate oggetti di tipo <i>informazione</i>).
H	Help	Ogni forma di aiuto operativo per l'uso del sistema.
P	Presentazione	Informazioni relative al sistema: introduzione, elenco dei contenuti, autori, ecc.
M	Menu	Oggetti privi di un vero contenuto informativo, che costituiscono uno snodo nella navigazione all'interno del sistema: i menu, le mappe e le altre rappresentazioni grafiche, bi o tridimensionali, che permettono di scegliere altri oggetti.
D	Dato	Oggetti che permettono al fruitore di inserire dati (anagrafica, password, ecc.), prendere appunti, ecc.
S	Scena	Elementi con esclusiva funzione scenica.

Il significato di un oggetto è fondamentale per determinarne la funzione nell'economia del sistema autodidattico. È evidente che il meccanismo di apprendimento risente soltanto del modo con cui interagiscono gli oggetti di tipo *informazione* e in alcuni casi *test*. Gli altri hanno una funzione di servizio e possono essere ignorati nelle prime fasi della progettazione.

3.2 Numero di occorrenze

Il campo in alto a destra descrive il numero di occorrenze che fanno parte dell'oggetto. Il valore del campo può essere una cifra precisa, ma l'unica distinzione significativa è tra:

1 = **Una occorrenza.**

n = **Più occorrenze.**

3.3 Modalità di comunicazione

Il campo in alto a sinistra descrive le modalità con cui l'oggetto comunica le informazioni che contiene. Il significato dei simboli è riportato in tabella.

Simbolo	Significato	Descrizione
T	Testo	Testo.
D	Disegno	Immagine fissa, grafica o fotografica.
V	Voce	Parole, suoni, musica.
F	Filmato	Filmato.
S	Simulazione	Simulazione interattiva. Si tratta di oggetti complessi in grado di sostenere un "dialogo" con il fruitore, seguendo criteri di comportamento predefiniti. Presuppongono l'uso di modelli matematici, motori inferenziali, reti neurali, ecc.
M2/3	Mappa	Rappresentazione grafica di un ambiente a due o tre dimensioni.
A2/3	Animazione	Grafica in movimento a due o tre dimensioni senza sonoro (in caso contrario, si aggiunge la modalità di comunicazione <i>voce</i>).

Se è necessario è possibile definire tipi di oggetto misti, inserendo nel campo più voci.

La modalità di comunicazione può essere ignorata nella progettazione del motore dell'apprendimento, ma è fondamentale per la realizzazione del software e la stima dei costi.

3.4 Forma

Il campo in basso a sinistra descrive la forma con cui l'oggetto si presenta all'utilizzatore. Il significato dei simboli è riportato in tabella.

Simbolo	Significato	Descrizione
P	Pagina	Pagina intera.
F	Finestra	Finestra che si sovrappone alla schermata attiva. La parte di schermo non coperta dalla finestra rimane sullo sfondo e i relativi comandi (pulsanti, icone, link ipertestuali, ecc.) non sono attivi.
R	Riquadro	Finestra che fa parte integrante della schermata attiva (pagina intera o finestra), i cui comandi sono attivi.
O	Oggetto	Oggetto sensibile, animato o comunque distinto all'interno di una schermata.
V	Voce	Voce fuori campo. Sono oggetti cui non corrisponde alcun elemento grafico.
S	Stampa	Pagina inviata alla stampante.

Generalmente, la forma di un oggetto non ha alcuna influenza nei meccanismi di apprendimento e può essere trascurata fino alle ultime fasi della progettazione.

3.5 Esempio

Nel cd *Gli impressionisti*, l'oggetto *Opera* contiene raffigurazioni delle diverse opere pittoriche, corredate da un commento testuale, in una schermata a pagina intera. Pertanto (vedi Fig. 2):

- ❑ il significato informativo è *informazione* (I);
- ❑ il numero di occorrenze è *maggiore di 1* (n);
- ❑ la modalità di comunicazione è un misto di *testo e disegni* (T D);
- ❑ la forma è *pagina* (P).

4. Caratteristiche dei legami

I legami sono funzioni del sistema che collegano le occorrenze di un **oggetto di partenza** con quelle di un **oggetto di arrivo** o le occorrenze di uno stesso oggetto tra loro. Sono espressi con una linea orientata che congiunge i due oggetti. Per ogni legame è possibile descrivere alcune caratteristiche, evidenziate in diverso modo nella rappresentazione grafica (vedi Fig.3):

- ❑ **verso** (rappresentato con la forma delle terminazioni del legame: freccia, linea o pallino scuro);
- ❑ **molteplicità** (rappresentato con un simbolo in corrispondenza di ciascuno degli oggetti coinvolti nel legame);
- ❑ **attivazione** (rappresentato con un simbolo in corrispondenza di ciascuno degli oggetti coinvolti nel legame)
- ❑ **obbligatorietà** (rappresentato con un simbolo in corrispondenza di ciascuno degli oggetti coinvolti nel legame);
- ❑ **condizionamenti**;
- ❑ **alternative**.

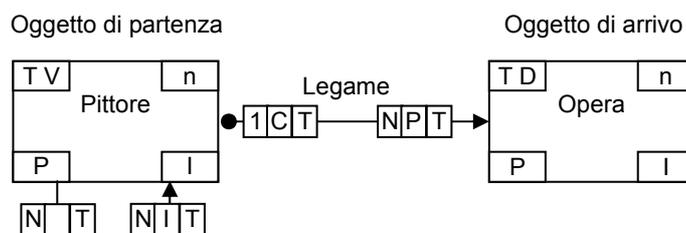


Fig.3 - Caratteristiche dei legami

4.1 Verso

Il verso del legame definisce le possibilità di accesso agli oggetti.

È descritto graficamente dalla forma delle sue terminazioni. I tre casi, riportati in tabella, si differenziano per le possibilità di percorrere il legame in senso inverso.

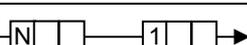
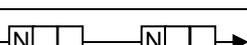
Simbolo	Significato	Descrizione
	Legame a una via	Permette il solo passaggio dall'oggetto di partenza a quello di arrivo.
	Legame a una via con funzione di ritorno	Permette anche il ritorno all'oggetto di partenza, in automatico o con appositi comandi (funzioni di ritorno). Non rientrano in questa categoria i comandi indipendenti dalla volontà del progettista (funzioni di history, pulsante "back" dei browser, ecc.).
	Legame a due vie	Permette di mantenere due oggetti (generalmente nella stessa schermata) contemporaneamente attivi.

La definizione del tipo di legame deve essere effettuata fin dalle prime fasi della progettazione, perché concorre a determinare la natura del motore dell'apprendimento.

4.2 Molteplicità

La molteplicità definisce il numero di occorrenze dei due oggetti che sono messe in relazione dal legame.

È descritta graficamente dal primo dei tre simboli inseriti in corrispondenza degli estremi del legame. Sono possibili quattro casi, riportati in tabella.

Simbolo	Significato	Descrizione
	Legame uno a uno	Da un'occorrenza dell'oggetto di partenza si può raggiungere una sola occorrenza di quello di arrivo e viceversa.
	Legame uno a molti	Da un'occorrenza dell'oggetto di partenza si possono raggiungere più occorrenze di quello di arrivo. Un'occorrenza dell'oggetto di arrivo può essere raggiunta da una sola occorrenza di quello di partenza.
	Legame molti a uno	Da un'occorrenza dell'oggetto di partenza può essere raggiunta una sola occorrenza di quello di arrivo. Un'occorrenza dell'oggetto di arrivo può essere raggiunta da più occorrenze di quello di partenza.
	Legame molti a molti	Da un'occorrenza dell'oggetto di partenza possono essere raggiunte più occorrenze di quello di arrivo. Un'occorrenza dell'oggetto di arrivo può essere raggiunta da più occorrenze di quello di partenza.

È evidente che:

- in presenza di legami che coinvolgono più occorrenze di un oggetto di arrivo (legami 1-N o M-N), la scelta può dipendere da due fattori:
 - volontà del fruitore;
 - condizionamenti propri del legame (vedi oltre).
- Nel caso di oggetti con numerosità 1, i legami (dal lato degli oggetti stessi) non possono che avere molteplicità 1.

La molteplicità rientra tra i fattori chiave del motore dell'apprendimento.

4.3 Attivazione

L'attivazione definisce il tipo di azione (svolta dal fruitore o gestita dal programma) che permette di realizzare operativamente il legame.

È descritta graficamente dal secondo dei tre simboli inseriti in corrispondenza degli estremi

del legame (in corrispondenza dell'oggetto di partenza deve essere indicata solo se il legame è a due vie o con funzione di ritorno). Il significato dei simboli è riportato in tabella.

Simbolo	Significato	Descrizione
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	Stessa schermata	Gli oggetti coinvolti nel legame (che deve essere a due vie) fanno parte della stessa schermata. Sono entrambi attivi e percepibili (visibili o udibili) nello stesso tempo.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/>	Pulsante	Pulsante o icona.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/>	Ipertesto	Legame ipertestuale costituito dalla porzione di un testo, di un disegno o di una mappa, da un oggetto sensibile, ecc.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	Navigazione	Movimento continuo in ambienti a due o tre dimensioni.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Menu	Scelta da un elenco di opzioni (che non siano risposte a un test).
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	Risposta	Risposta a una domanda (l'oggetto di partenza è sempre <i>test</i>).
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/>	Tastiera	Inserimento di comandi da tastiera.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	Chiusura	Icona di ritorno, pulsante di chiusura, "clic" esterno all'oggetto, ecc.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	Automatica	Attivazione gestita dal programma, senza intervento del fruitore.

Esistono alcuni limiti relativi alle attivazioni degli oggetti di partenza:

1. se il legame prevede una funzione di ritorno, la sua attivazione può essere solo di tipo *chiusura* (C) o *automatica* (A);
2. se il legame è a due vie, la sua attivazione nei due sensi è sempre *stessa schermata* (S).

È possibile definire più modalità di attivazione di un legame e della sua funzione di ritorno.

L'attivazione è della massima importanza per la realizzazione del software, ma può essere trascurata nelle prime fasi di progettazione.

4.4 Obbligatorietà

L'obbligatorietà definisce se tutte le occorrenze dei due oggetti sono necessariamente coinvolte dal legame.

È descritta graficamente dal terzo dei simboli inseriti in corrispondenza degli estremi del legame. Il significato dei simboli è riportato in tabella.

Simbolo	Significato	Descrizione
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/>	Tassativo	Ciascuna occorrenza dell'oggetto è sempre coinvolta dal legame.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/>	Opzionale	Alcune occorrenze dell'oggetto possono non essere coinvolte dal legame.

In genere, un legame è obbligatorio per oggetti con numerosità 1.

4.5 Esempio

Nel cd *Gli impressionisti*, le pagine biografiche degli artisti (oggetto *Pittore*) contengono icone che permettono di accedere alle relative opere (oggetto *Opera*). Da ogni opera, cliccando sull'area di schermo contenente il nome, è possibile tornare al suo autore. Pertanto (vedi Fig. 3):

- il legame è *a una via con funzione di ritorno*;
- la molteplicità è *uno a molti* (1 – N);
- l'attivazione del legame è di tipo *pulsante* (P);
- l'attivazione del ritorno è di tipo *chiusura* (C);
- il legame è *tassativo* per entrambi gli oggetti⁹ (T – T).

Inoltre, dalla pagina biografica di un artista è possibile accedere, cliccando sui nomi inseriti nel testo, a quelle degli altri artisti con cui è entrato in contatto. L'oggetto *Pittore* è quindi un tipico **ipertesto reticolare**, che può essere rappresentato con un secondo legame tra le sue occorrenze (vedi Fig. 3). In questa struttura¹⁰:

⁹ Nel cd non sono riportati pittori senza le relative opere, né opere anonime.

¹⁰ Un generico ipertesto ad albero sarebbe rappresentato in maniera analoga, con alcune differenze:

- il legame è *a una via* (senza funzione di ritorno);
- la molteplicità è *molti a molti* (N – N), poiché ogni nodo è collegato a N nodi ed è accessibile da N altri nodi;
- l'attivazione del legame è di tipo *ipertestuale* (I);
- il legame è *tassativo* nei due sensi (T – T), dato che tutti gli artisti sono collegati tra loro.

4.6 Legami condizionati

Un legame è condizionato (vedi Fig. 4) quando le modalità di attivazione non dipendono solo dalla scelta del fruitore ma anche da: variabili di sistema, scelte precedenti, punteggi raggiunti, configurazione dell'hardware, ecc. Queste circostanze possono determinare:

- quando il legame è attivo e quando non lo è;
- con quale occorrenza dell'oggetto di arrivo viene attivato il legame;
- da quali occorrenze dell'oggetto di partenza viene attivato il legame¹¹.



Fig.4 - Legame condizionato

Le diverse condizioni sono riportate in una legenda, espresse in linguaggio naturale e/o formale, con l'uso di operatori logici e matematici.

Se in un legame a due vie le condizioni sono diverse nei due sensi, è necessario modificare la rappresentazione trasformandolo in due legami a una via.

4.7 Alternative

L'insieme dei legami condizionati tra un oggetto di partenza e più oggetti di arrivo in cui le diverse condizioni non possono verificarsi contemporaneamente costituisce una struttura di alternativa (vedi Fig. 5).

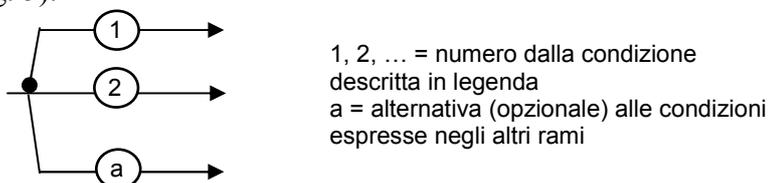


Fig.5 - Alternativa

Ciascuna ramificazione dell'alternativa può prevedere o meno l'opzione di ritorno.

5. Scomposizione degli oggetti

La scomposizione di un oggetto (**padre**) in uno o più **oggetti figli** permette di definirne a un livello di dettaglio maggiore:

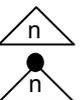
- i contenuti informativi;
- la struttura dei legami interni tra determinati tipi di occorrenza;
- i legami di alcune occorrenze dell'oggetto padre con altri oggetti.

La simbologia della scomposizione utilizza diversi elementi grafici, riportati in tabella, che permettono di descrivere i diversi casi particolari.

Simbolo	Significato	Descrizione
	Scomposizione parziale	L'oggetto o gli oggetti figli contengono solo parte delle occorrenze dell'oggetto padre.

- legame con la *funzione di ritorno* (necessaria per risalire l'albero), attivata da un'*icona di ritorno* (C);
- molteplicità uno a molti (1 – N);
- legame *opzionale* dal lato dell'oggetto di arrivo (T – O), perché l'albero presenta nodi terminali.

¹¹ Infatti, quando la numerosità dell'oggetto di partenza è maggiore di 1 e il legame è opzionale dal suo lato, può essere utile definire meglio quali sono le occorrenze dell'oggetto di partenza dalle quali il legame stesso è attivo.

	Scomposizione completa	Tutte le occorrenze dell'oggetto padre rientrano in uno degli oggetti figli.
	Scomposizione ciclica (parziale o completa)	L'oggetto padre comprende oggetti figli collegati tra loro in modo da presentare una struttura regolare che si ripete un certo numero di volte (n = numero di ripetizioni della struttura).

La scomposizione ha le seguenti proprietà:

- ❑ Una stessa occorrenza non può far parte contemporaneamente di più oggetti figli (mutua esclusione).
- ❑ È possibile effettuare più operazioni di scomposizione (con criteri differenti) su un oggetto padre. In questo caso una stessa occorrenza può far parte di oggetti figli derivanti dalle diverse scomposizioni.
- ❑ È possibile ripetere l'operazione di scomposizione considerando l'oggetto figlio come oggetto padre di un successivo livello, fino al livello di dettaglio desiderato.
- ❑ I legami che coinvolgono l'oggetto padre coinvolgono automaticamente, con le stesse modalità, tutti gli oggetti figli.
- ❑ Nella scomposizione possono essere rappresentati i legami tra oggetti figli.
- ❑ Se gli oggetti figli sono disomogenei per modalità di comunicazione e forma, i relativi campi dell'oggetto padre possono essere lasciati in bianco.

5.1 Esempio

Una **sequenza tutoriale** lineare, un modello di corso in autoistruzione proposto originariamente dallo psicologo comportamentista Burrhus F. Skinner¹², è composta da item ciascuno dei quali contiene una pagina di informazioni e un test, a cui si accede tramite un pulsante. Rispondendo esattamente si passa alla successiva pagina di informazioni. L'insieme può essere rappresentato con (vedi Fig. 6):

- ❑ una scomposizione ciclica dell'oggetto padre *Item* in due oggetti figli (*Informazione* e *Test*);
- ❑ un legame a una via tra *Informazione* e *Test* (molteplicità uno a uno, attivazione mediante pulsante, tassativo per entrambi gli oggetti);
- ❑ un legame a una via condizionato (attivo solo se la risposta è esatta) tra *Test* e *Informazione* (molteplicità uno a uno¹³, attivazione a seguito della risposta, opzionale per l'oggetto *Informazione*, dal momento che la sequenza termina con un test finale).

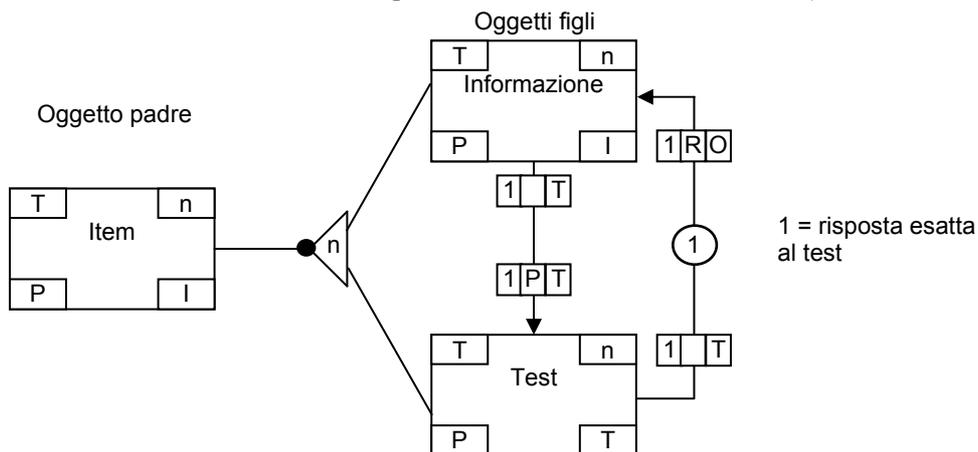


Fig.6 - Sequenza tutoriale skinneriana

¹²L'approccio comportamentista di Skinner [2][5], oggi superato, era (giustamente) controverso fin dalle origini. Tuttavia rimane suo il merito di avere ipotizzato per primo la realizzazione di "macchine per insegnare". Ancora oggi, molti corsi in autoistruzione, per quanto arricchiti di multimedialità ed effetti speciali, non si discostano molto dal modello skinneriano: una serie di pagine (che il fruitore può scorrere avanti e indietro) intervallate da test. A nostro avviso, la loro efficacia in termini di apprendimento è molto limitata.

¹³È interessante notare che il modello "ramificato" di sequenza tutoriale, proposto da Norman Crowder [2], può essere rappresentato dallo stesso schema, con una sola modifica: la molteplicità uno a molti nel legame tra *Test* e

6. Simboli funzionali

6.1 Ingresso e uscita

Dal momento che la rappresentazione dei sistemi di apprendimento è procedurale, si devono utilizzare simboli specifici per identificare i punti di ingresso e uscita (Vedi Fig.7).

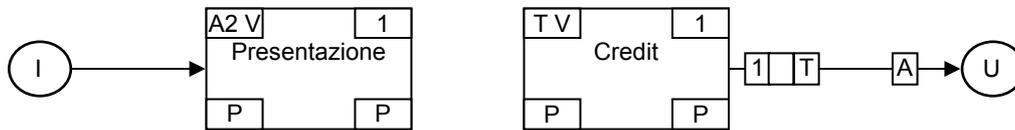


Fig.7 - Ingresso e Uscita

I collegamenti dei simboli di ingresso e uscita con uno o più oggetti sono, a tutti gli effetti, dei legami. Con alcune particolarità:

1. In generale:
 - ❑ sono legami a una via;
 - ❑ dal lato dell'ingresso o dell'uscita hanno sempre molteplicità 1 e sono obbligatori (pertanto le relative indicazioni si devono omettere);
 - ❑ possono essere condizionati.
2. Nei legami con l'ingresso:
 - ❑ molteplicità, attivazione e obbligatorietà si omettono sia dal lato dell'ingresso, sia da quello dell'oggetto iniziale¹⁴.
 - ❑ se il numero di occorrenze dell'oggetto di arrivo è superiore a 1, il legame deve essere condizionato per definire qual è l'occorrenza iniziale (se questa è fissa) o quali sono i criteri per selezionarla (se può cambiare);
 - ❑ sono possibili alternative tra più oggetti di arrivo.
3. Nei legami con l'uscita:
 - ❑ dal lato dell'uscita deve essere sempre indicata la sola attivazione;
 - ❑ dal lato dell'oggetto da cui è prevista l'uscita devono essere indicate molteplicità, attivazione e obbligatorietà;
 - ❑ può essere presente una funzione di ritorno (che corrisponde, generalmente, a un pulsante di annullamento del comando di uscita).

6.2 Esempio

Il cd *Gli impressionisti* inizia con un'animazione a due dimensioni, corredata da un commento musicale.

L'uscita dal sistema si effettua attraverso un menù dal quale, dopo una richiesta di conferma dell'uscita, vengono presentati i "titoli di coda" (i cosiddetti credit) che scorrono al suono di una musica di sottofondo. Poi il programma termina. Pertanto, l'uscita viene collegata con l'oggetto *Credit* (vedi Fig. 7).

6.3 Rimandi

Quando più parti di uno schema grafico vengono separate, per ragioni di spazio o di opportunità, il collegamento si ottiene con un simbolo di rimando (vedi Fig. 8), che utilizza una lettera dell'alfabeto (tranne I e U, già usate per ingresso e uscita).

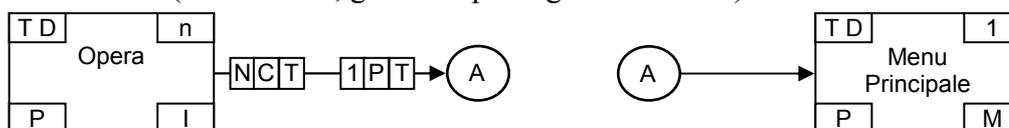


Fig.8 - Rimandi

Informazione: a seconda della risposta al test, il corso prende una strada diversa.

¹⁴ Infatti, non conterebbero alcuna informazione: l'attivazione è sempre gestita dal programma, molteplicità e

Anche i rimandi (come i collegamenti con l'ingresso e l'uscita) sono a tutti gli effetti legami tra oggetti. Pertanto, devono essere inseriti i riferimenti relativi a verso, attivazione, molteplicità, obbligatorietà ed, eventualmente, condizionamenti e alternative.

Per evitare ripetizioni, questi riferimenti devono essere inseriti solo nel legame tra oggetto di partenza e simbolo di rimando.

7. Uso della Mappa Oggetti/Legami

La Mappa Oggetti/Legami si presta alla progettazione di sistemi per la comunicazione e l'apprendimento e all'analisi della struttura dei sistemi già realizzati.

7.1 Progettazione di sistemi

La Mappa Oggetti/Legami consente di utilizzare lo stesso linguaggio formale nelle diverse fasi della progettazione (dall'idea iniziale al dettaglio delle singole pagine), che differiscono per la selezione degli oggetti, il livello di scomposizione, l'uso di alcune informazioni accessorie, ecc.

7.1.1 Progettazione del motore dell'apprendimento

Nella progettazione del motore dell'apprendimento, che costituisce la base cognitiva dell'intero sistema, si prendono in considerazione solo gli oggetti che contengono il corpo principale delle conoscenze e le loro relazioni più significative, alla ricerca del modo più efficace per attivare nel fruitore un'adeguata modifica del comportamento cognitivo e/o operativo. È evidente l'importanza di progettare questo "motore" partendo da una coerente teoria dell'apprendimento.

Nella rappresentazione si inseriscono:

1. gli oggetti con significato informativo ed, eventualmente, quelli che contengono test;
2. il significato e la numerosità relativi a questi oggetti;
3. i legami principali con le loro molteplicità.

7.1.2 Progettazione di massima

Nella progettazione di massima, il disegno del sistema si completa inserendo gli elementi funzionali e di servizio:

1. gli oggetti informativi e di test non compresi nel motore dell'apprendimento e quelli che contengono i menu, le istruzioni, la presentazione, ecc., con i relativi legami;
2. modalità di comunicazione e forma degli oggetti;
3. attivazione e obbligatorietà;
4. condizioni e alternative dei legami, con la relativa legenda che li descrive in dettaglio;
5. i punti di ingresso e uscita.

7.1.3 Progettazione di dettaglio

Se necessario, la progettazione può essere affinata mettendo in luce tutte le relazioni significative tra le occorrenze degli oggetti con numerosità superiore a 1.

Nella rappresentazione:

1. si scompongono gli oggetti informativi;
2. si definiscono i legami tra gli oggetti figli.

La scomposizione può essere ripetuta fino a ottenere oggetti con numerosità 1: in questo modo ogni elemento del sistema (pagina, schermata, finestra, nodo ipertestuale, ecc.) viene rappresentato sulla carta con i propri legami.

7.1.4 Schede descrittive

Dopo il completamento dello schema, per ciascuno degli oggetti (con esclusione di quelli originati da operazioni di scomposizione) si compila una scheda che contiene, al livello di dettaglio desiderato:

- una descrizione del contenuto dell'oggetto, delle sue particolarità tecniche, ecc.;
- un esempio grafico (se disponibile);
- l'elenco degli oggetti figli con le relative descrizioni;
- qualunque altra informazione utile a comprendere meglio il funzionamento del sistema.

7.2 Analisi strutturale

A fini di valutazione o di ricerca, la Mappa Oggetti/Legami può essere applicata all'analisi dei sistemi didattici e informativi già disponibili: Cbt (Computer based training), cd-rom multimediali, ipertesti, siti web, ecc.

L'operazione non presenta difficoltà: è sufficiente esplorare questi prodotti mettendosi nei panni di un qualunque utilizzatore tipo e disegnare progressivamente a partire dal punto di ingresso la mappa delle pagine che via via vengono presentate.

Portando alla luce la struttura del sistema, questo genere di analisi permette una serie di valutazioni critiche. A titolo di esempio:

1. Il peso dei diversi media (testi, suoni, filmati, animazioni, ecc.).
2. Il grado di libertà dell'utilizzatore nella scelta dei percorsi informativi.
3. Il tipo di motore dell'apprendimento e, quindi, la sottostante teoria dell'apprendimento (anche implicita), di cui è possibile e utile verificare la natura e la coerenza.

8. Bibliografia

[1] Batini Carlo, De Petra Giulio, Lenzerini Maurizio, Santucci Gaetano, *La progettazione concettuale dei dati*, 1993, Angeli

[2] Maragliano Roberto, Vertecchi Bruno, "Mezzi didattici e tecnologie dell'insegnamento", 1978, in Visalberghi Aldo (a cura di), *Pedagogia e scienze dell'educazione*, Mondadori

[3] Norman Donald, *Things that make us smart*, 1993 [*Le cose che ci fanno intelligenti*, Feltrinelli, 1995]

[4] Papert Seymour, *The Children's Machine*, 1993, Basic Books [*I bambini e il computer*, Rizzoli, 1994]

[5] Pocztar Jerry, *The Theory and Practice of Programmed Instruction*, 1972, Unesco [*L'insegnamento programmato*, Armando, 1974]

[6] Santucci Gaetano, *Sistemi per l'elaborazione dei dati*, 1988, Consorzio per l'università a distanza

[7] Schön Donald, *The Reflexive Practitioner*, 1983, Basic Books [*Il professionista riflessivo*, Dedalo, 1993]

[8] Varisco Bianca Maria, "Sviluppo storico delle tecnologie informatiche e della loro applicazione alla didattica e alla formazione", 1998, in Varisco Bianca Maria, Rosso Luciano, Pinnelli Stefania, *Nuove tecnologie per l'apprendimento*, Garamond

[9] Wirth Niklaus, *Sistematisches Programmieren*, 1972, Teubner [*Principi di programmazione strutturata*, Isedi, 1987]