

# Corso di Interazione Uomo-Macchina I

**Paolo Bottoni**

DIPARTIMENTO  
DI INFORMATICA



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

## Lezione 7: Modelli cognitivi

Lucidi tradotti e adattati dal materiale presente sul sito <http://www.hcibook.com/e3/resources/>

# Modelli cognitivi

- Gerarchie di obiettivi e compiti
- Linguistici
- Fisici e di dispositivo
- Architeturale

# Modelli cognitivi

- Modellano aspetti utente:
  - Comprensione
  - Conoscenza
  - Intenzioni
  - Elaborazione
- Categorizzazione comune
  - Competenza contro Prestazione
  - Orientamento a computazione
  - Nessuna separazione netta

# Obiettivi vs. compiti

- **obiettivi – intenzioni**  
ciò che si vorrebbe fosse vero
- **compiti – azioni**  
come ottenerlo
- **Differenza con analisi dei compiti**
  - HTA      – azioni esterne
  - compiti sono astrazioni
  - GOMS    – obiettivi interni

# Strutturazione gerarchie obiettivi

- Granularità
  - Dove si parte?
  - Dove ci si ferma?
- Compiti routinari vs. problem solving
  - Compiti unitari
- Conflitto
  - Modi diversi per raggiungere un obiettivo
- Errori

# Tecniche

- Goals, Operators, Methods and Selection (GOMS)
- Cognitive Complexity Theory (CCT)
- Task Action Grammars (TAG)

# GOMS

## Goals

- cosa vuole ottenere utente

## Operators

- azioni di base eseguite da utente

## Methods

- decompongono obiettivi in sottoobiettivi / operatori

## Selection

- mezzi per scegliere fra metodi alternativi

# Esempio GOMS

GOAL: CLOSE-WINDOW

```
. [select GOAL: USE-MENU-METHOD
    . MOVE-MOUSE-TO-FILE-MENU
    . PULL-DOWN-FILE-MENU
    . CLICK-OVER-CLOSE-OPTION
  GOAL: USE-CTRL-W-METHOD
    . PRESS-CONTROL-W-KEYS]
```

For a particular user:

Rule 1: Select USE-MENU-METHOD unless another rule applies

Rule 2: If the application is GAME,  
select CTRL-W-METHOD



# Cognitive complexity theory (CCT)

Kieras & Polson (basata su GOMS)

- Basata su modello di elaborazione informazione da parte utente umano
- Regole di produzione:
  - Imparate e memorizzate in memoria a lungo termine (LTM)
  - Usate durante interazione con macchina, tramite processi in memoria di lavoro (WM)

# Cognitive Complexity Theory

- Due descrizioni parallele:
  - Regole di produzione utente
  - Generalised transition networks per dispositivo
- Regole di produzione hanno forma:
  - if condition then action

# Cognitive complexity theory (CCT)

Regole di produzione in LTM:

if (condition) then (action)

- condition: test su contenuto WM
- action: trasforma contenuto WM verso attività

Se più regole applicabili: regola di priorità

complessità:

- Numero di regole di produzione in LTM: indice di *learnability*
- Numero di cicli in WM: indice di facilità d'uso
- Numero di produzioni condivise fra due sistemi: indice di trasferibilità

## Esempio: editing con vi

- Regole di produzione in LTM
- WM modellata come associazioni attributo-valore:
  - (GOAL perform unit task)
  - (TEXT task is insert space)
  - (TEXT task is at 5 23)
  - (CURSOR 8 7)
- Regole confrontate con la WM
  - LOOK-TEXT task is at %LINE %COLUMN  
is true, with LINE = 5 COLUMN = 23.

# Modellazione inserimento di uno spazio

## Active rules:

```
SELECT-INSERT-SPACE  
INSERT-SPACE-MOVE-FIRST  
INSERT-SPACE-DOIT  
INSERT-SPACE-DONE
```

## New working memory

```
(GOAL insert space)  
(NOTE executing insert space)  
(LINE 5) (COLUMN 23)
```



SELECT-INSERT-SPACE  
matches current working memory

```
(SELECT-INSERT-SPACE  
IF (AND (TEST-GOAL perform unit task)  
        (TEST-TEXT task is insert space)  
        (NOT (TEST-GOAL insert space))  
        (NOT (TEST-NOTE executing insert space))))  
THEN ( (ADD-GOAL insert space)  
       (ADD-NOTE executing insert space)  
       (LOOK-TEXT task is at %LINE %COLUMN)))
```

# Note su CCT

- Modello parallelo
- Proceduralizzazione azioni
- Regole diverse per principianti ed esperti
- Comportamento di errore rappresentabile
- Misure
  - Profondità struttura obiettivi
  - Numero di regole
  - Confronto con descrizione dispositivo

# Problemi con gerarchie di obiettivi

- Tecnica post hoc
- Esperti versus principianti
- Quanto sono cognitive?

# Notazioni linguistiche

- Comprendere comportamento utente e difficoltà cognitive basandosi su analisi linguaggio fra utente e sistema
- Simile per enfasi a modelli di dialogo
- Backus–Naur Form (BNF)
- Task–Action Grammar (TAG)



# Backus-Naur Form (BNF)

- Notazione informatica
- Visione dialogo puramente sintattica
- Terminali
  - livello più basso di comportamento utente
    - CLICK-MOUSE, MOVE-MOUSE
- Nonterminali
  - ordinamento terminali
  - livello di astrazione più alto
  - e.g. select-menu, position-mouse

# Esempio di BNF

- Sintassi di base:
  - nonterminal ::= expression
- Espressione
  - contiene terminali e nonterminali
  - combinati in sequenza (+) o come alternative (|)

draw line ::= select line + choose points + last point  
select line ::= pos mouse + CLICK MOUSE  
choose points ::= choose one | choose one + choose points  
choose one ::= pos mouse + CLICK MOUSE  
last point ::= pos mouse + DBL CLICK MOUSE  
pos mouse ::= NULL | MOVE MOUSE+ pos mouse

# Misure con BNF

- Numero di regole (primitiva)
- Numero di operatori + e |
- Complicazioni
  - stessa sintassi per semantiche diverse
  - assenza di riflessione su percezione
  - controlli di coerenza minimali

# Task Action Grammar (TAG)

- Rendono coerenza più esplicita
- Codificano conoscenza utente
- Regole grammaticali parametrizzate
- Nonterminali modificati per includere caratteristiche semantiche

# Coerenza nelle TAG

- In BNF, 3 comandi UNIX descritti come:

copy ::= cp + filename + filename | cp + filenames + directory

move ::= mv + filename + filename | mv + filenames + directory

link ::= ln + filename + filename | ln + filenames + directory

- Nessuna misura li distinguerebbe da una grammatica meno coerente in cui:

link ::= ln + filename + filename | ln + directory + filenames

# Coerenza in TAG

- Coerenza argomento resa esplicita con parametri
- Possibili valori parametro  
Op = copy; move; link
- Rules  
file-op[Op] ::= command[Op] + filename + filename  
                  | command[Op] + filenames + directory  
command[Op = copy] ::= cp  
command[Op = move] ::= mv  
command[Op = link] ::= ln

# Task Action Grammar

## List of commands

- move cursor one character forward
- move cursor one character backward
- move cursor one word forward
- move cursor one word backward

## possible values

ctrl-C  
meta-C  
ctrl-W  
meta-W

## List of features

- direction forward, backward
- unit character, word

## dictionary of simple tasks

- move cursor one character forward {direction=forward, unit=char}
- move cursor one character backward {direction=backward, unit=char}
- move cursor one word forward {direction=forward, unit=word}
- move cursor word backward {direction=backward, unit=word}

## rule schemas

task [direction, unit] → symbol [direction] + letter [unit]  
symbol [direction = forward] → “ctrl”  
symbol [direction = backward] → “meta”  
letter [unit = word] → “W”  
letter [unit =character] → “C”

# Altri usi delle TAG

- Conoscenza utente
- Congruenza tra parametri e comandi
- Comandi modellati come regole derivate



# Modelli fisici e del dispositivo

- Modello a livello battitura tasti (KLM)
- Modello a 3 stati di Buxton
- Basati su conoscenza empirica sistema motorio umano
- Compiti di utente: acquisizione, esecuzione
  - Modelli che riguardano solo esecuzione
- Complementari a gerarchie di compiti.

# Modello a livello battitura tasti (KLM)

- Modello più basso GOMS (originale)
- Sei operatori di fasi di esecuzione
  - Motorio fisico:           K - keystroking  
                                  P - pointing  
                                  H - homing  
                                  D - drawing
  - Mentale                    M - mental preparation
  - Sistema                    R - response
- Tempi determinati empiricamente  
 $T_{execute} = TK + TP + TH + TD + TM + TR$

# Esempio KLM

GOAL: ICONISE-WINDOW

[select

GOAL: USE-CLOSE-METHOD

. MOVE-MOUSE-TO- FILE-MENU

. PULL-DOWN-FILE-MENU

. CLICK-OVER-CLOSE-OPTION

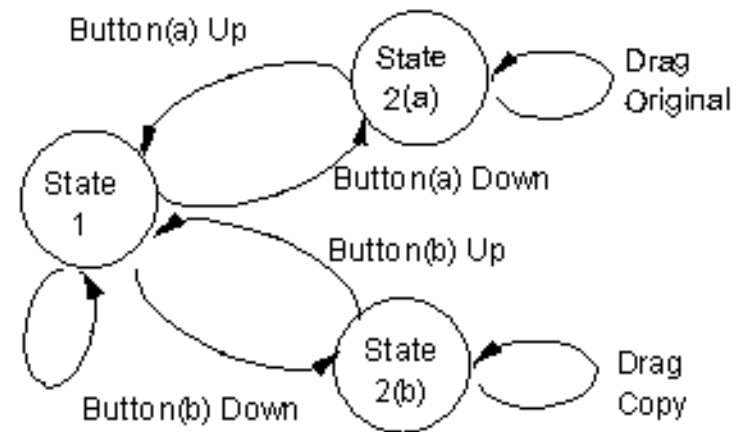
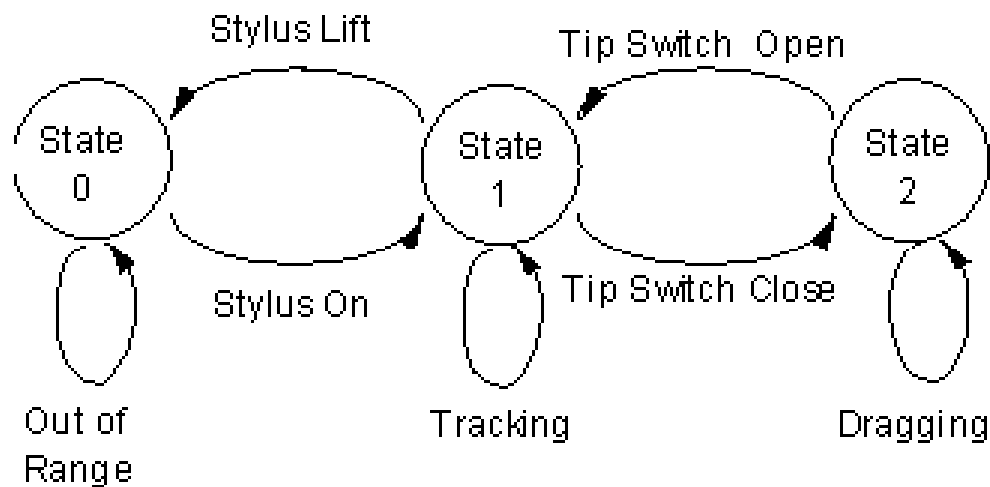
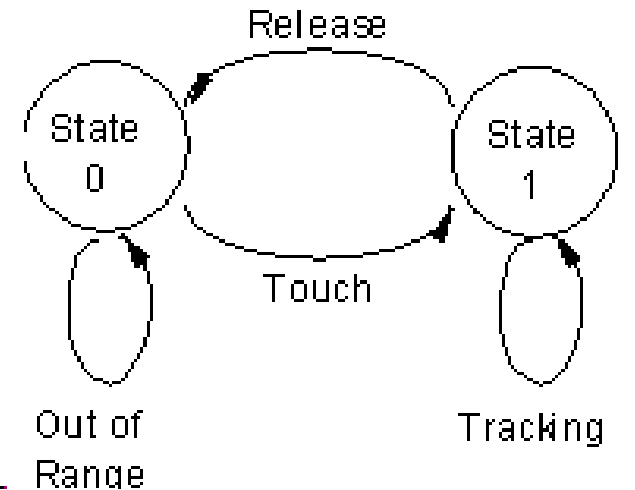
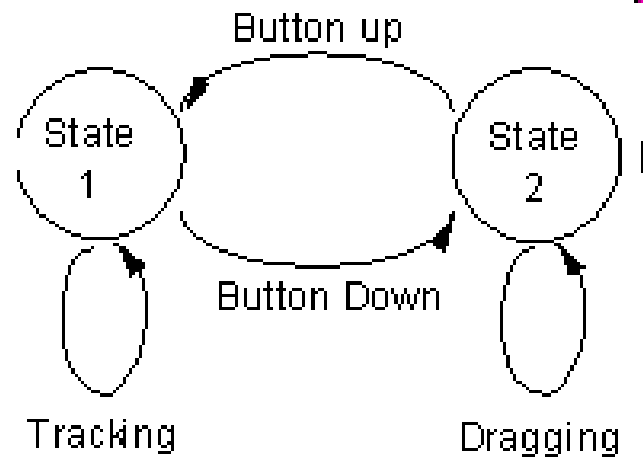
GOAL: USE-CTRL-W-METHOD

PRESS-CONTROL-W-KEY]

- compare alternatives:
  - USE-CTRL-W-METHOD vs.
  - USE-CLOSE-METHOD
- assume hand starts on mouse

USE-CTRL-W-METHOD		USE-CLOSE-METHOD	
H[to kbd]	0.40	P[to menu]	1.1
M	1.35	B[LEFT down]	0.1
K[ctrlW key]	0.28	M	1.35
		P[to option]	1.1
		B[LEFT up]	0.1
<b>Total</b>	<b>2.03 s</b>	<b>Total</b>	<b>3.75 s</b>

# Modello a tre stati



# Modelli architetturali

- Modelli cognitivi fanno assunzioni su architettura mente umana.
- Memoria a lungo / breve termine
- Spazi di problemi
- Sottosistemi cognitivi interagenti
- Connessionisti

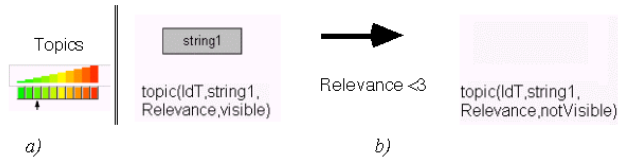
# Interazione basata su schermo

- Maggior parte modelli cognitivi non trattano osservazione e percezione utente
- Alcune tecniche estese per gestire uscita sistema (es. BNF con terminali di rilevamento, Display TAG)  
Ma ancora problemi
- Interazione esplorativa vs. pianificazione

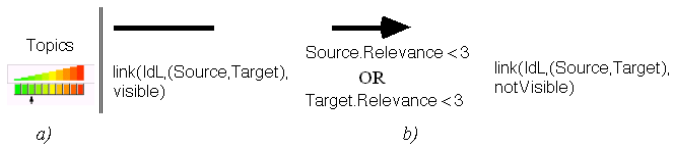
# Sistemi di riscrittura visivi



Presentazione effetto azione utente



Descrizione simbolica effetto azione



Definizione azioni coordinate