



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BRESCIA

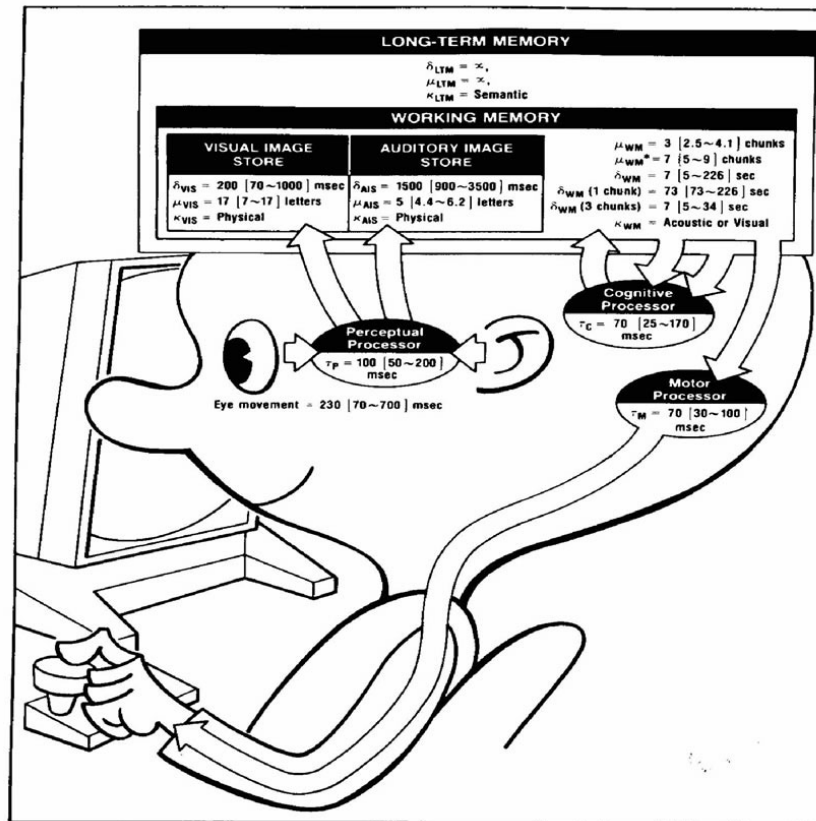
# Interazione Persona-Calcolatore

## Conoscere l'utente – parte 2

Prof.ssa Daniela Fogli

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

# Model Human Processor



Memoria multi-deposito

Sistema percettivo

Sistema cognitivo

Sistema motorio

(Card, Moran and Newell, 1983)

# Sistema cognitivo

- Modellato in termini di
  - **Strutture di memoria**
  - **Processi di elaborazione**

# Sistema cognitivo: strutture di memoria

- Strutture di memoria
  - **STM è il collo di bottiglia** ( $7 \pm 2$  elementi unitari): il sistema cognitivo tende ad organizzare l'informazione in strutture significative (*meaningfulness* facilita il ricordo)
  - **LTM persistente e illimitata** ma con *lenti ed inaffidabili processi di memorizzazione e aggiornamento* il ritrovamento è facilitato se avviene in contesti simili a quelli di memorizzazione (es. riconoscimento persone)

# Knowledge in the head vs. Knowledge in the world

- **Richiamo** vs **riconoscimento**
- Quando svolgiamo un compito combiniamo informazioni provenienti dalla nostra memoria (***knowledge in the head***) e provenienti dal mondo esterno (***knowledge in the world***)
- Per facilitare il **richiamo**: uso categorie, visualizzazioni, storie (“30 giorni a novembre...”), regole (es. per password)
- Per facilitare il **riconoscimento**: affordance

# Implicazioni per il progetto

- Si deve fare in modo che l'utente non debba pensare a come sta interagendo oppure ricordare una sequenza di comandi: l'unico problema è imparare a interagire con gli oggetti virtuali, **la maggior parte dell'informazione deve essere disponibile sull'interfaccia** (knowledge in the world)
- Il progettista quindi deve strutturare il 'mondo virtuale' in modo che l'utente **riconosca** cosa può fare e su cosa può operare
- Fornire agli utenti una **varietà di modi per etichettare e classificare** le informazioni per ritrovarle più facilmente (cartelle, tags, colori, icone, ...)
- E se l'interfaccia non è visuale?

# Sistema cognitivo: processi di elaborazione

- Processi coinvolti:
  - **Attenzione selettiva**
  - **Apprendimento**
  - **Ragionamento** (problem solving, planning, decision-making)
  - **Comunicazione** attraverso il linguaggio umano (leggere, parlare, ascoltare)
- L'elaborazione lenta rispetto alla percezione  
(non sempre: processi *automatici* vs. *controllati*)
- Costruisce, aggiorna e gestisce la *conoscenza* nella LTM

# Risorse limitate

- L'elaborazione può essere impossibile se richiede risorse superiori a quelle disponibili
- Se un essere umano deve eseguire **più compiti cognitivi contemporaneamente** le prestazioni nell'eseguire uno o più compiti decadono a causa della competizione per le risorse (**interferenza**)
- L'utente esegue due tipi di compiti:
  - **Funzionali**: individuare e risolvere il problema corrente
  - **Operazionali**: individuare e gestire i mezzi per svolgere il compito (interagire con l'interfaccia)
- I due tipi di compiti **competono per le risorse cognitive**



# I compiti funzionali possono diventare operazionali ...

- Norman distingue i processi cognitivi in
  - **Experiential cognition**: uno stato della mente in cui la persona percepisce, agisce e reagisce agli eventi in maniera intuitiva e senza sforzo (es. guidare un'auto, leggere un libro, fare una conversazione, ...)
  - **Reflective cognition**: questo processo richiede uno sforzo mentale, attenzione, giudizio, etc. che possono portare anche a nuove idee (es. progettare, imparare, scrivere un documento senza ChatGPT...)
- Descritti anche dal premio Nobel Daniel Kahneman come **fast e slow thinking** (trd. "Pensieri lenti e veloci", Mondadori, 2022)

# Implicazioni per il progetto

- Richiedere **minime risorse cognitive** per svolgere i compiti operazionali
  - progettare in consistenza, usare standard, usare metafore, favorire prestazioni basate sulla destrezza (skill) piuttosto che sul ragionamento (problem solving)
- Massimizzare la **qualità dei dati** disponibili per i compiti funzionali
  - immagine sullo schermo e organizzazione delle funzionalità
- Sfruttare le **differenti modalità (multimodalità)** che utilizzano differenti processi percettivi e cognitivi
  - voci e suoni **per richiamare l'attenzione** nell'esecuzione di compiti visuali
- Evitare all'utente di effettuare operazioni mentalmente e/o traduzioni complesse in presenza di memorizzazione (**evitare interferenze**)

# Sistema cognitivo: Attenzione selettiva

- **L'attenzione selettiva** è un meccanismo adattivo basato sull'elaborazione semantica
- Permette di concentrare *volontariamente* le limitate risorse cognitive su un singolo canale, momentaneamente il più importante, mentre si continua a monitorare *inconsiamente* l'ambiente circostante per altri segnali ad alta priorità
- Dunque coesistono un meccanismo **volontario** ed uno **autonomo**
- Si parla invece di **attenzione divisa** quando si seguono più eventi contemporaneamente (es. controllo di apparati complessi, ma anche ciò che succede oggi con smartphone e Internet...)
- Attenzione divisa è ciò che accade nel **multitasking**, ma il tempo di completamento dei task può aumentare così come il tasso di errore

# Implicazioni per il progetto

- **Suggerimenti percettivi (indizi attentivi)** per sfruttare aspetti volontari della attenzione selettiva
  - Es. scrivere **intestazioni in grassetto** e valori in normale, aiuta letture selettive, **organizzazione delle informazioni** sfruttando leggi della Gestalt
- **Attributi visuali e/o uditivi eccezionali** per sfruttare aspetti involontari (ma dipendenti dalla cultura, perché implica la semantica)
- **Aiuti cognitivi** per tornare al punto in cui si era arrivati (mostrare lo stato del sistema)
- **Notifiche** che permettono alle persone di riflettere sul loro comportamento, es. TimeToFocus [Borghouts et al. TimeToFocus: Feedback on Interruption Durations Discourages Distractions and Shortens Interruptions, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 2020]

Find the price for a double room at the Holiday Inn in Bradley

Pennsylvania  
Bedford Motel/Hotel: Crinaline Courts  
(814) 623-9511 S: \$118 D: \$120  
Bedford Motel/Hotel: Holiday Inn  
(814) 623-9006 S: \$129 D: \$136  
Bedford Motel/Hotel: Midway  
(814) 623-8107 S: \$121 D: \$126  
Bedford Motel/Hotel: Penn Manor  
(814) 623-8177 S: \$119 D: \$125  
Bedford Motel/Hotel: Quality Inn  
(814) 623-5189 S: \$123 D: \$128  
Bedford Motel/Hotel: Terrace  
(814) 623-5111 S: \$122 D: \$124  
Bradley Motel/Hotel: De Soto  
(814) 362-3567 S: \$120 D: \$124  
Bradley Motel/Hotel: Holiday House  
(814) 362-4511 S: \$122 D: \$125  
Bradley Motel/Hotel: Holiday Inn  
(814) 362-4501 S: \$132 D: \$140  
Breezewood Motel/Hotel: Best Western Plaza  
(814) 735-4352 S: \$120 D: \$127  
Breezewood Motel/Hotel: Motel 70  
(814) 735-4385 S: \$116 D: \$118

(Rogers et al., 2023)

Find the price of a double room at the Holiday Inn in Columbia

South Carolina					
City	Motel/Hotel	Area code	Phone	Rates	
				Single	Double
Charleston	Best Western	803	747-0961	\$126	\$130
Charleston	Days Inn	803	881-1000	\$118	\$124
Charleston	Holiday Inn N	803	744-1621	\$136	\$146
Charleston	Holiday Inn SW	803	556-7100	\$133	\$147
Charleston	Howard Johnsons	803	524-4148	\$131	\$136
Charleston	Ramada Inn	803	774-8281	\$133	\$140
Charleston	Sheraton Inn	803	744-2401	\$134	\$142
Columbia	Best Western	803	796-9400	\$129	\$134
Columbia	Carolina Inn	803	799-8200	\$142	\$148
Columbia	Days Inn	803	736-0000	\$123	\$127
Columbia	Holiday Inn NW	803	794-9440	\$132	\$139
Columbia	Howard Johnsons	803	772-7200	\$125	\$127
Columbia	Quality Inn	803	772-0270	\$134	\$141
Columbia	Ramada Inn	803	796-2700	\$136	\$144
Columbia	Vagabond Inn	803	796-6240	\$127	\$130

(Rogers et al., 2023)

# Sistema cognitivo: Apprendimento

- **Processi complessi** che richiedono da pura memorizzazione all'acquisizione di capacità mentali o motorie
- Facilitato da:
  - **analogia** (metafore, linguaggio)
  - **struttura** e **organizzazione**
  - presentazione dell'informazione **incrementalmente** in unità separate
- Molti apprendono osservando gli altri, o provando i sistemi (importanza del **feedback** e della **tolleranza agli errori**)
- Gli utenti sono **restii a imparare** nuovi metodi di lavoro e dunque nuovi sistemi
- Ma gli utenti **evolvono** da “novizi” a “esperti”

# Ricordare che...

Nell'imparare un sistema, gli utenti

- 1) si concentrano sul **completare un'attività** piuttosto che sull'imparare ad usare il sistema bene
- 2) applicano **conoscenza a priori** (modelli mentali) proveniente da problemi che a loro sembrano analoghi, anche quando l'analogia non esiste



# Implicazioni per il progetto

- Sfruttare **cultura** e **abilità** dell'utente per creare **metafore** adatte
- Evitare **gerghi informatici** (nomi funzioni e concetti nuovi non necessari)
- Presentare le informazioni in modo da **non sovraccaricare la memoria e la capacità di elaborazione** della persona
  - sfruttando *visibilità* e *affordance*
  - usando notazioni consistenti e aiuti mnemonici
- Favorire l'**esplorazione** garantendo la possibilità di **correggere gli errori** consentendo la **semantizzazione progressiva**
- Rendere possibile l'**apprendimento modulare** (imparare nozioni limitate immediatamente utili)

# Sistema Cognitivo: Problem solving

- Implica non solo memorizzazione di nuova informazione in LTM ma **l'applicazione di conoscenza già memorizzata** (dipende dall'esperienza del singolo)
- Gli umani usano più spesso **strategie euristiche** (più rapide e con meno richiesta di memoria ma incerte - **basate sui modelli mentali**) - che algoritmiche (più precise ma costose in tempo e memoria)
- Gli umani usano **strategie non ottimali** per risparmiare risorse
- La tecnologia può essere usata per incoraggiare altre scelte (**behavior change**)
- Gli umani apprendono migliori strategie con la **pratica**

# Ragionamento

- Processo mediante il quale **usiamo la conoscenza** per trarre delle conclusioni o inferire qualcosa di nuovo sul dominio
  - **Deduttivo**: a partire da delle premesse deduco logicamente delle conclusioni  
→ ma molte persone sbagliano a fare deduzioni
  - **Induttivo**: generalizzazione da casi visti per inferire informazioni su casi mai visti  
→ ma siamo più bravi a usare le evidenze positive che negative
  - **Abduttivo**: si ragiona su un fatto per derivare l'azione o lo stato che l'ha determinato  
→ ma spesso risaliamo a cause errate

# Un esperimento

- Caso 1: carte segnate su una faccia con una lettera, sull'altra con un numero
  - **Regola**: se su un lato c'è una vocale sull'altro c'è un numero pari
  - **Osservazione**: 4 carte posate su un tavolo:

vedo **E D 4 7**

- **Domanda**: quali carte devo voltare per capire se la regola è rispettata?

# Altre formulazioni

## Caso 2: cassa negozio

- **Regola:** se una fornitura supera 100\$, il cassiere deve firmarla dietro
- **Osservazione:** 4 ricevute posate su un tavolo:  
vedo 110\$ 30\$ firma ~firma
- **Domanda:** quali ricevute devo voltare per capire se la regola è rispettata?

## Caso 3: formulazione astratta

- **Regola:** se P allora Q
- **Osservazione:** 4 istanze: P , ~P , Q , ~Q
- **Domanda:** quali istanze devo verificare per capire se la regola è rispettata?

Solo P e ~Q danno informazione

# Alcuni risultati e giustificazioni

- Si osservano:
  - a) dipendenza da come il problema è posto: problema posto in forma astratta: 9% risposte corrette; 91% scorrette; mentre in casi concreti: 60% corrette, 40% scorrette
  - b) errori sistematici coerenti: scelgono solo tipo P o P e Q
- Giustificazione:
  - 1) le persone **non usano la logica**, ma la risposta riflette la forma della domanda
  - 2) le persone ricorrono alla **memoria** (esperienza diretta)
  - 3) le persone ragionano su schemi e modelli basati **analogie** con casi visti (esperienza e memoria)

# Implicazioni per il progetto

- **Help attivo**, sistema di suggerimenti, sistemi di giustificazione (sotto controllo degli utenti)
- Fornire **informazioni aggiuntive facilmente accessibili** agli utenti che vogliono comprendere meglio ciò che stanno facendo
- **Sforzo di apprendimento** del sistema non superiore allo **sforzo per la risoluzione dei problemi**
- **Adattare l'interfaccia** alla crescente abilità dell'utente (**adattività**)
- Permettere all'utente di **definire e salvare le proprie preferenze (adattabilità)**

# Sistema Cognitivo: Comunicazione attraverso il linguaggio

- Tre livelli di astrazione (sintattico, semantico, pragmatico)
  - A **livello sintattico** si prescrivono le **regole del linguaggio** e si può verificare se una frase è correttamente costruita in quel linguaggio
  - A **livello semantico** si attribuiscono **significati** alle espressioni prescindendo dalle possibili influenze del contesto
  - A **livello pragmatico** si tiene conto di **chi comunica** e del **contesto** e di come essi influenzano l'attribuzione di significato ad un messaggio
- La comunicazione efficace è **cooperativa**, basata su un comune dominio e sull'accurata rappresentazione dello stato della comunicazione e di comprensione di ciò che significa per l'altro (semantizzazione progressiva)



# Implicazioni per il progetto

- Il **linguaggio naturale** sembrerebbe ottimale per ridurre i golfi dell'esecuzione e della valutazione (sintassi e semantica)
- Ma occorre anche tener conto della **variabilità degli utenti e del contesto** (pragmatica)
- Lettura, scrittura e parlato hanno effetti diversi sugli utenti (**sforzo cognitivo, sforzo articolatorio, velocità, intuitività**)

# Confronto fra linguaggio scritto e linguaggio parlato

- **Ascoltare** un testo richiede **meno sforzo cognitivo** che leggerlo
- L'informazione trasmessa tramite linguaggio parlato è **transitoria**, quindi pone più richieste alla memoria a breve termine, il testo scritto è **permanente**
- Il **linguaggio scritto** è **più formale** e attento alle regole grammaticali del parlato
- Dare un comando vocale (**parlare**) consente talvolta un'interazione **più veloce**
- La **lettura è più veloce** dell'ascolto in quanto è un processo di percezione selettiva
- Il **testo scritto stampatello** viene letto più lentamente

# Provate così

- LA PREFERENZA FRA I DIVERSI CANALI VERBALI DIPENDE DALLE PERSONE, DAL CONTESTO E DAL COMPITO
- PER ESEMPIO, GLI UTENTI DISLESSICI HANNO DIFFICOLTÀ A LEGGERE, MENTRE LE PERSONE ANZIANE NECESSITANO DI CARATTERI PIÙ GRANDI PER LA LETTURA E DI UN AUDIO PIÙ FORTE PER L'ASCOLTO
- IL PARLATO DIMINUISCE LA PRIVACY DELL'INFORMAZIONE E QUINDI NON È CONSIGLIABILE PER INFORMAZIONI SENSIBILI IN CONTESTI PUBBLICI
- LA LETTURA NON E' POSSIBILE QUANDO L'ATTENZIONE VISIVA È CONCENTRATA SU ALTRI COMPITI, PER ESEMPIO LA GUIDA DI UN VEICOLO

# Da uno studio recente ...

## NATURAL LANGUAGE INTERACTION FOR END-USER DEVELOPMENT: IS IT ALWAYS FEASIBLE?



**Barbara Rita Barricelli, Daniela Fogli, Davide Guizzardi**

Department of Information Engineering, University of Brescia (Italy)

{barbara.barricelli, daniela.fogli} @ unibs.it



UNIVERSITY  
OF BRESCIA



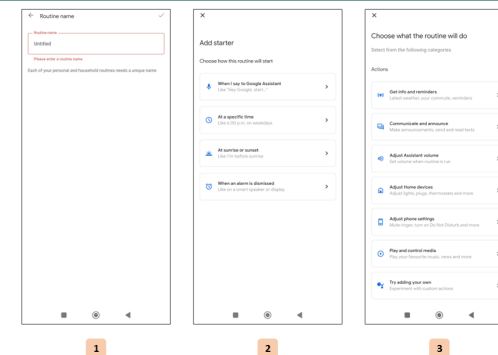
CHItaly  
Turin 2023

### End-User Development (EUD) and routine creation on mobile phones

**Routine creation for virtual assistants is a common example of EUD activity:** users can customize the behavior of their smart speakers and all the connected devices by defining when the routine should start and the actions that need to be executed.

**The main steps of the routine creation with the Google Home app are:** (1) assignment of a name to the routine, (2) definition of when the routine will be executed, and (3) specification of one or more actions that the routine will run.

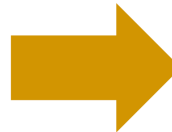
**Goal:** we would like to explore the use of a speech-only interaction approach to creating routines exploiting the NLP capabilities of smart speakers, thus transferring this EUD activity from the smartphone to the smart speaker.



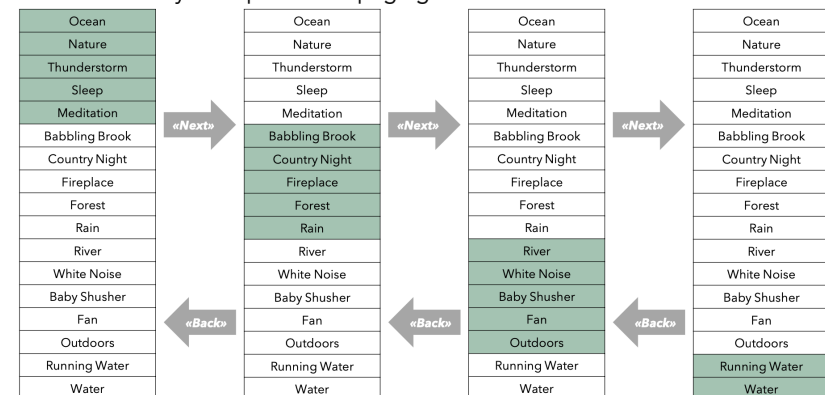
# ... alcune implicazioni di progetto

## Challenges peculiar to the speech-only interaction modality and proposed solutions

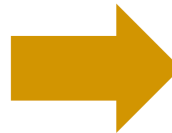
**The interaction with a speech-only interface requires a high cognitive effort.** Those routine creation tasks that heavily rely on mobile devices' touchscreen characteristics (e.g., list browsing, time and date pickers) must be converted into appropriate speech-only procedures that facilitate the user in making decisions and choices without the risk of making mistakes.



It was necessary to implement a paging mechanism.



**The lack of visual feedback on the output of the virtual assistant makes it difficult to follow the conversation.** Virtual assistant utterances must have a clear and appropriate structure that emphasize the most relevant elements of the speech to capture user's attention and effectively guide them during the routine creation process.



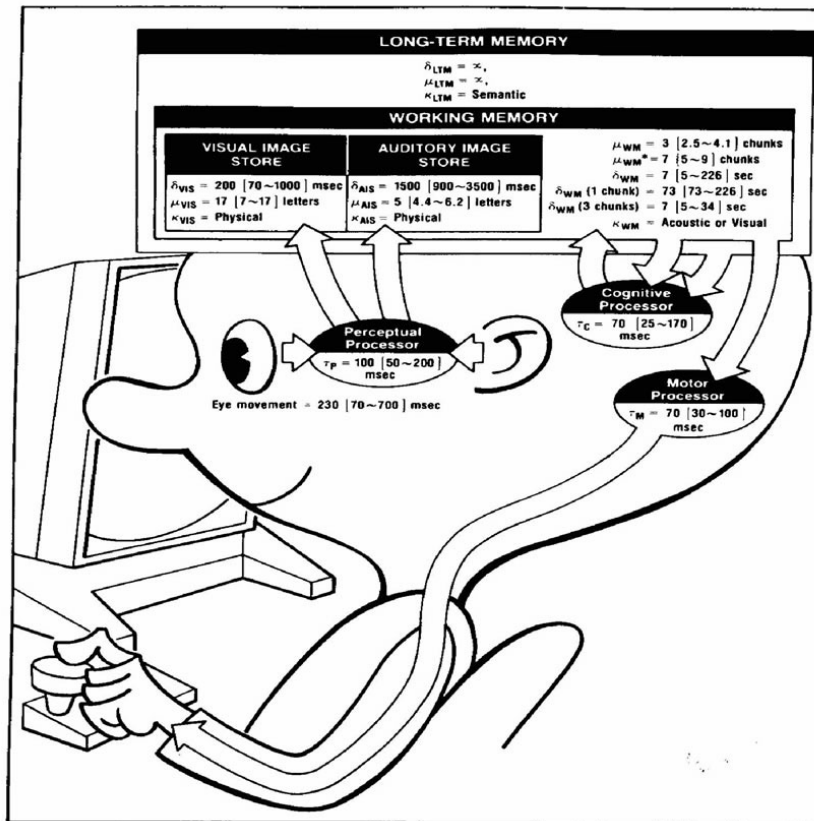
It was necessary to provide most of the strings read by the assistant with elements of the Speech Synthesis Markup Language (SSML) for controlling pronunciation, volume, pitch, and rate.

```
<say-as interpret-as="time" format="hms24">6:30 </say-as> and  
<say-as interpret-as="time" format="hms24">8:30 </say-as>.  
You will be notified when the routine starts.  
</speak>
```

# Sistema Cognitivo: sintesi

- Il progettista dovrebbe **allocare i compiti** all'utente o alla macchina in funzione di chi lo può eseguire più efficacemente
- **Alla macchina:** attività ripetitive e precise, algoritmiche, di trasformazione di dati, di trasmissione
- **All'umano:** attività creative, che richiedono giudizio e responsabilità
- Specialmente nell'era dell'AI (e della AI generativa) i compiti assegnati alla macchina possono evolvere e aumentare l'intelligenza umana (IA – **intelligence augmentation**), attraverso *raccomandazioni, simulazioni, aiuto per la generazione di idee, ...*

# Model Human Processor



**Memoria multi-deposito**

**Sistema percettivo**

**Sistema cognitivo**

**Sistema motorio**

(Card, Moran and Newell, 1983)

# Sistema Motorio

- Una semplice azione, come premere il pulsante in risposta a una domanda, implica molte **fasi di elaborazione**
- Ciascuna fase richiede del **tempo**, approssimativamente divisibile in **tempo di reazione** e **tempo motorio**
- Il *tempo di reazione* varia in funzione del **canale sensoriale** attraverso cui viene ricevuto lo stimolo
- Il *tempo motorio* dipende dalle **caratteristiche fisiche** dei soggetti (età, salute, ...)
- Oltre al tempo, una seconda misura dell'abilità motoria è la **precisione**
- Tempo e precisione sono **interconnessi** e dipendono da compito e utente (es. videogame)



# La legge esponenziale della pratica

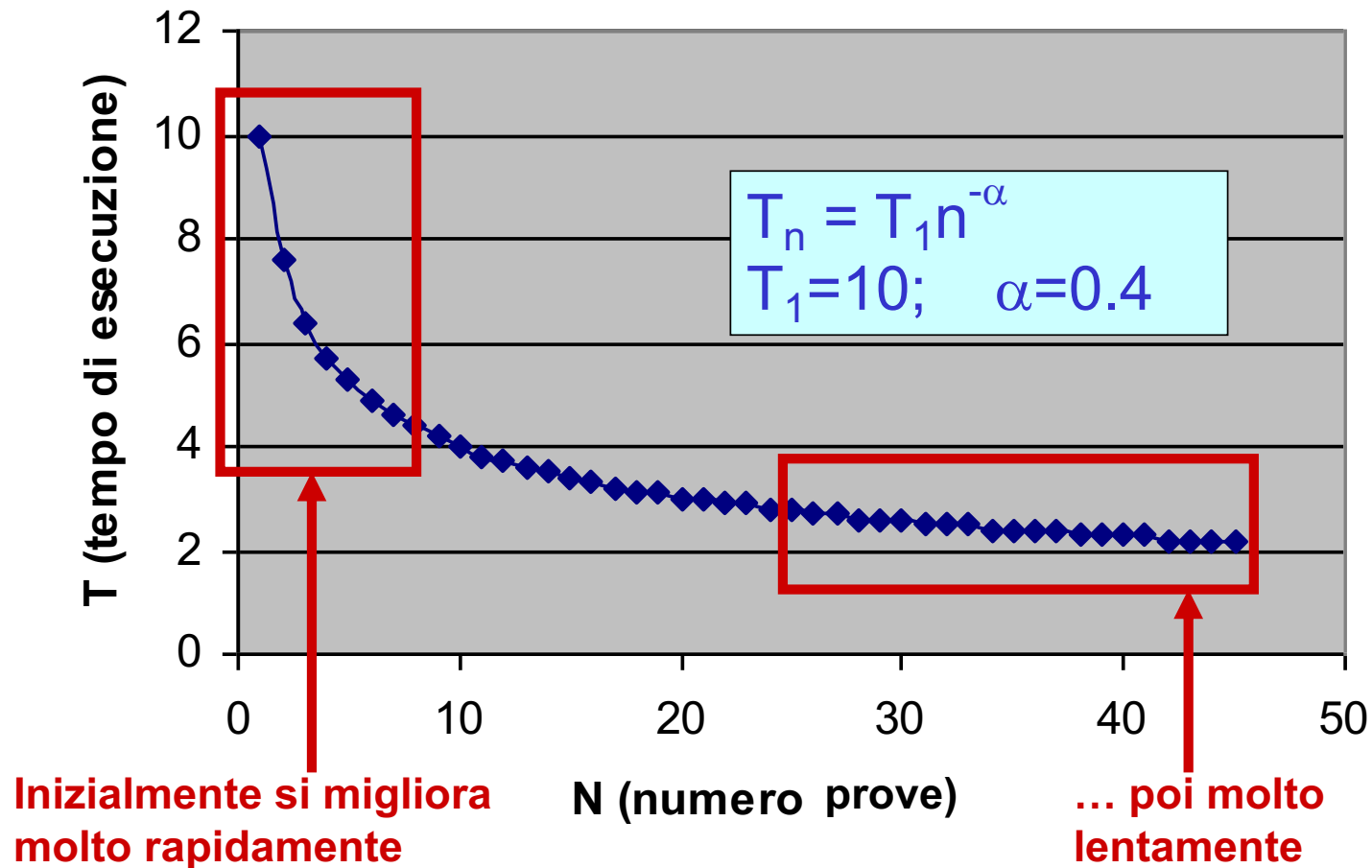
Il tempo necessario per effettuare un compito diminuisce con la pratica

In particolare, il tempo  $T_n$  per effettuare un compito all' $n$ -esima prova è dato da:

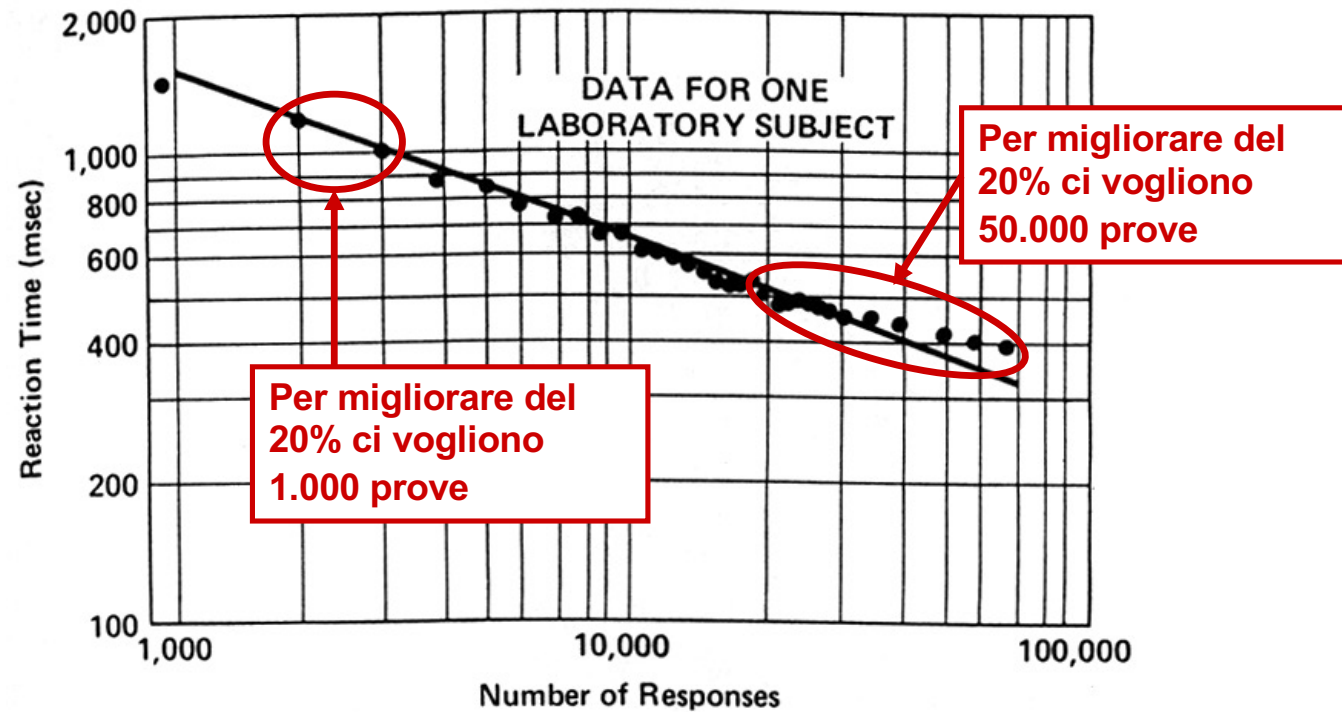
$$T_n = T_1 n^{-\alpha}$$

dove  $\alpha \cong 0.4$  [0.2 ~ 0.6]

# La legge esponenziale della pratica



# Un esperimento

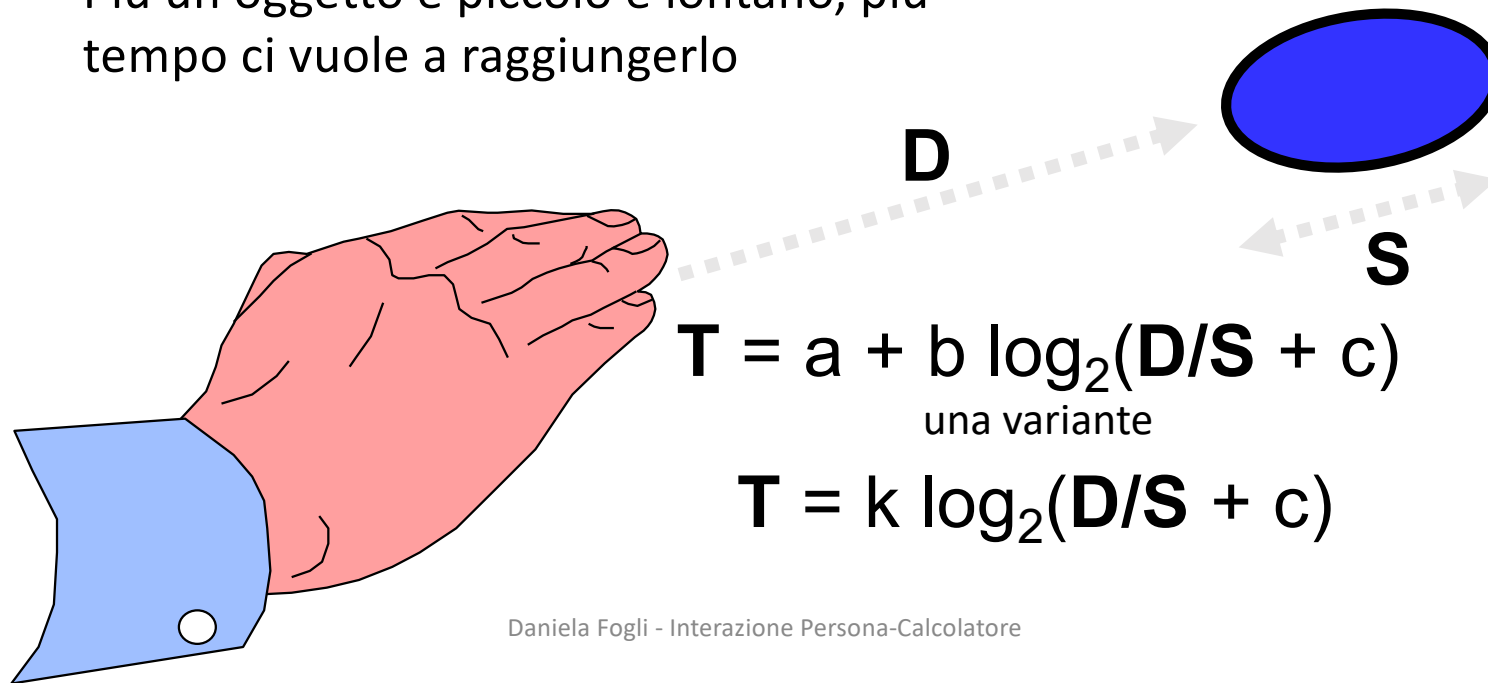


Un pannello ha 10 tasti situati sotto 10 luci. L'utente deve premere un sotto-insieme di tasti in risposta all'accensione di un sottoinsieme di luci (Klemmer, 1962)

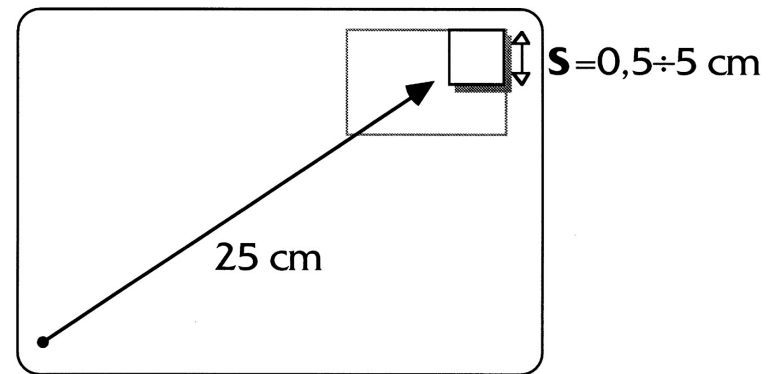
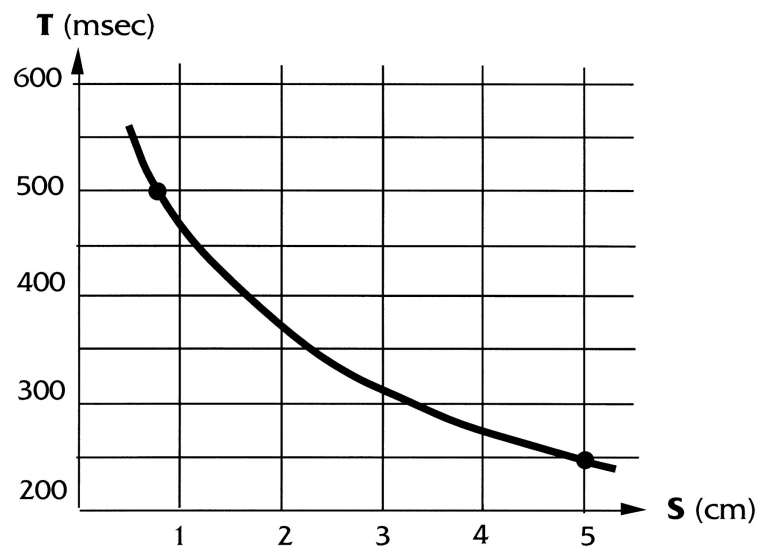
# La legge di Fitts

Il tempo **T** necessario per muovere la mano su un bersaglio di dimensioni **S** a distanza **D** dipende dalla precisione relativa richiesta (rapporto **D/S**)

Più un oggetto è piccolo e lontano, più tempo ci vuole a raggiungerlo

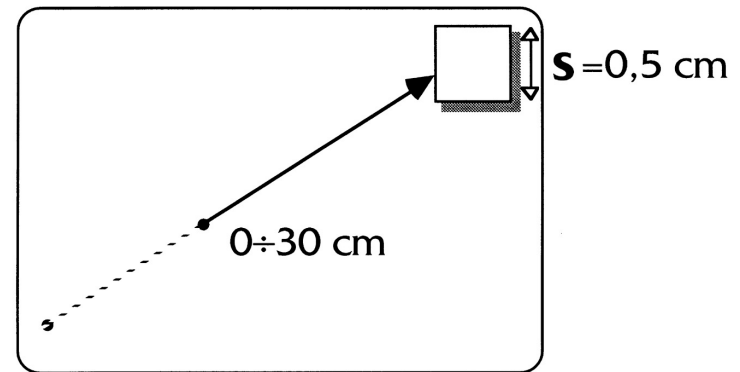
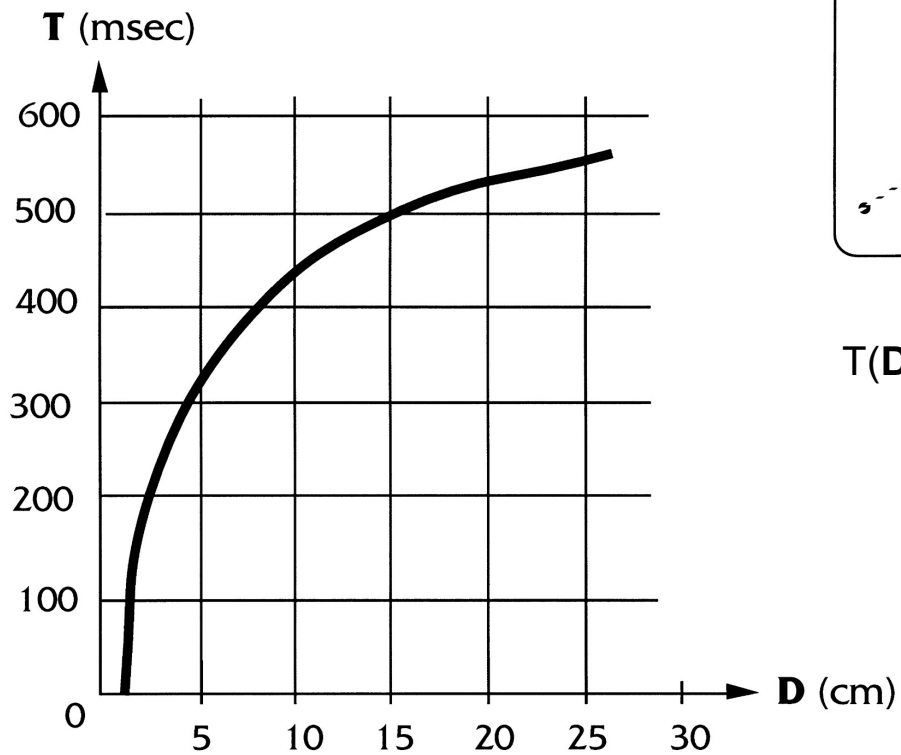


# Esempio



$$T(S) = 100 \log_2 (25/S + 0,5)$$

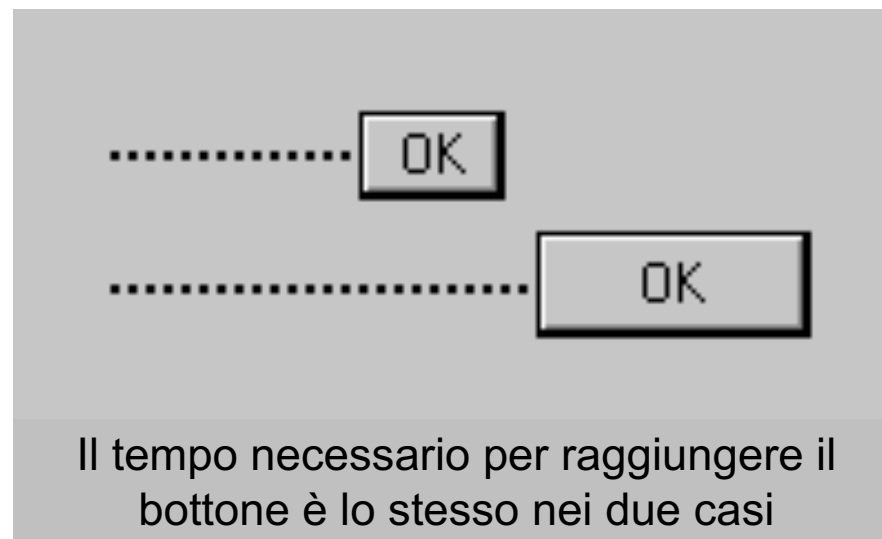
# Esempio



$$T(D) = 100 \log_2 (D/0.5 + 0,5)$$

# Quindi...

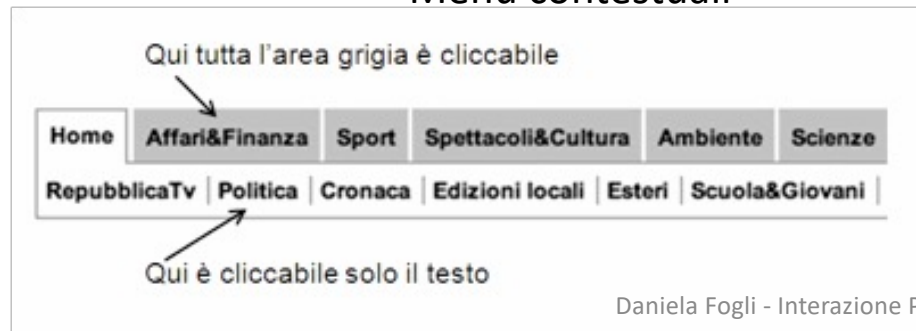
- Bersagli lontani devono essere grandi
- Bersagli piccoli devono essere vicini



# Buone e cattive applicazioni della legge di Fitts



Menu contestuali



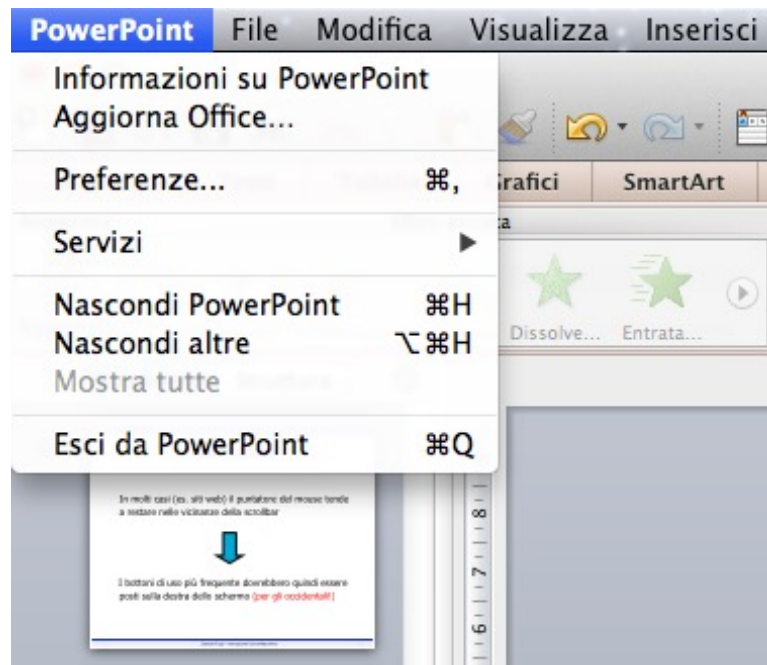
Daniela Fogli - Interazione Persona-Calcolatore



Pie menu



# Un caso interessante



I bersagli disposti lungo i bordi sono particolarmente veloci da raggiungere

Il puntatore non può oltrepassare il bordo

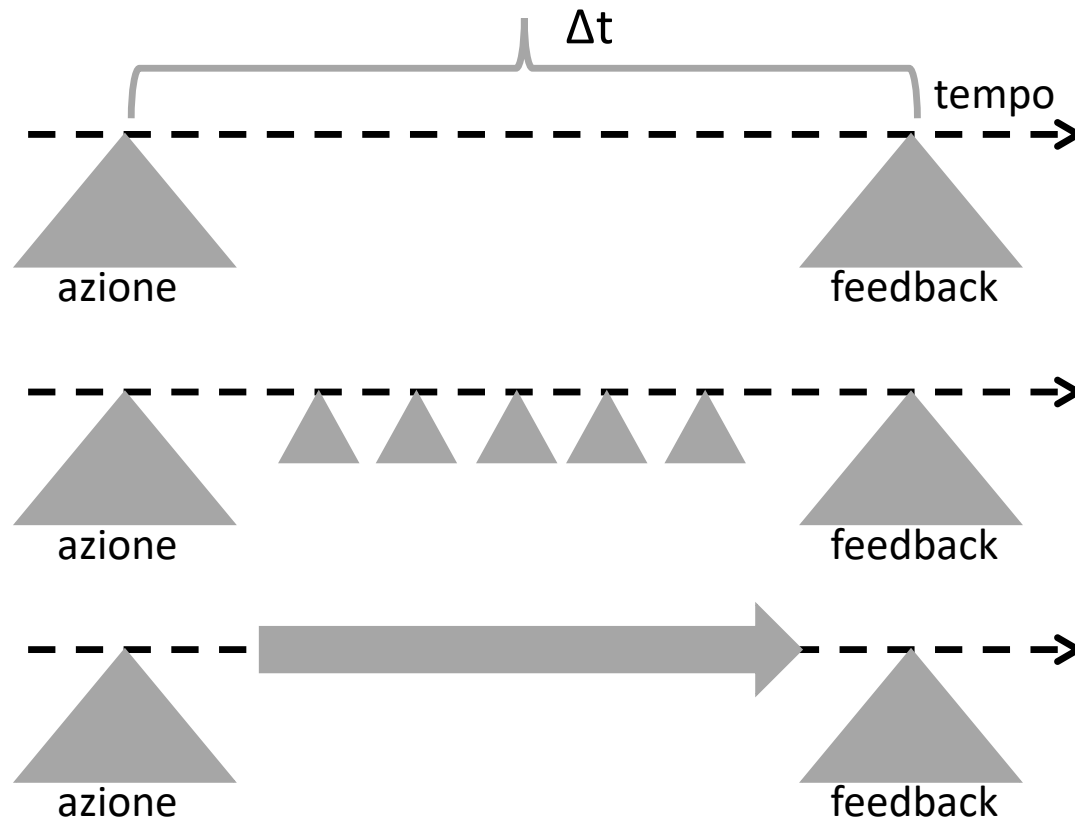
Come se  $S = \text{infinito}$ , da cui  $T = a$

# L'importanza del feedback

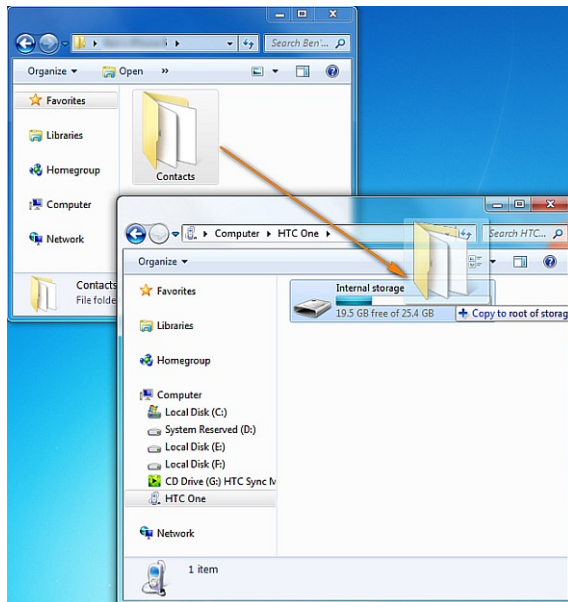
Feedback = conoscenza dei risultati

In operazioni che richiedono **apprendimento motorio**, fornire sempre un **feedback** all'utente

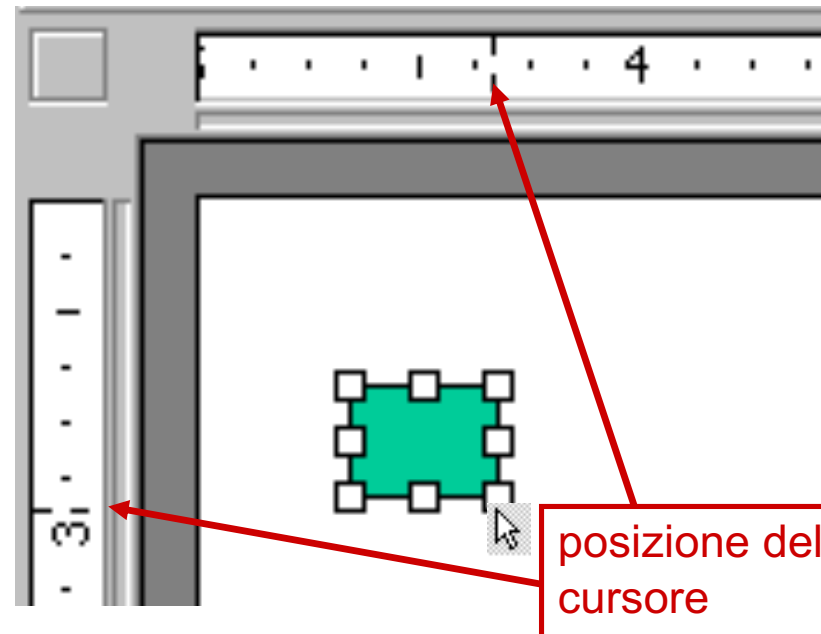
# Feedback discreto e continuo



# Feedback qualitativo e quantitativo



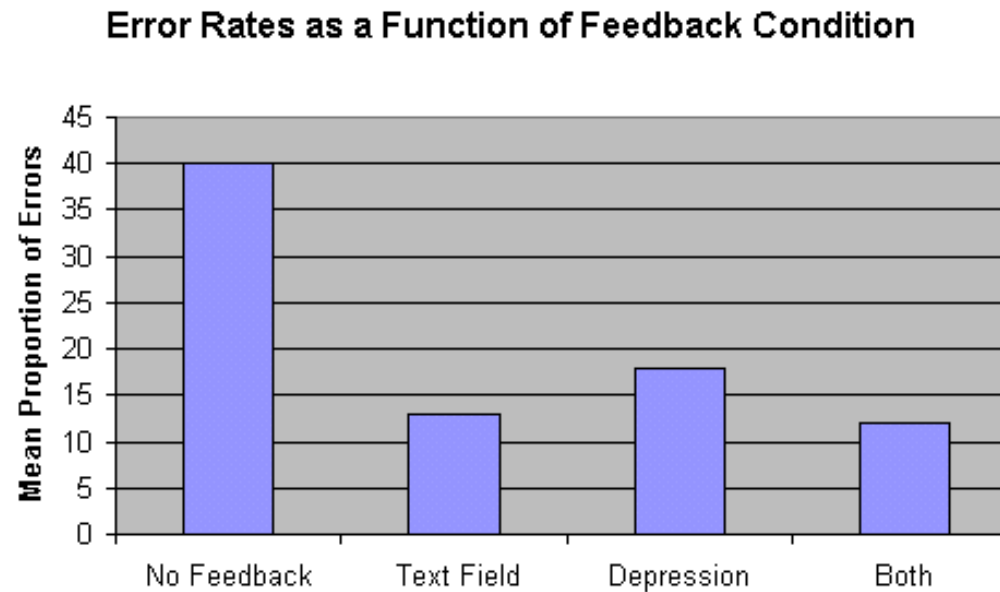
Qualitativo



Quantitativo

# Esempio: Feedback visivo e touch screen

Esperimento: digitare numeri di 4 cifre su una tastiera numerica visualizzata su un touch screen



(M. Deron, How Important is Visual Feedback When Using a Touch Screen?, Usability News, Winter 2000)

# Implicazioni per il progetto

- Il progettista deve
  - **minimizzare i 'grandi' movimenti**: testa, braccia, mano (es. dal mouse alla tastiera, etc.)
  - **minimizzare il movimento degli occhi**
  - fornire **feedback** adeguato
  - consentire **adattamento** parametri alle esigenze dell'utente