



Auditory Display in Human-Computer Interaction

Davide Rocchesso – rocchesso@sci.univr.it

Corso di Interazione Uomo-Macchina

Introduzione alla Psicoacustica

[http://www.sci.univr.it/~rocchess/
htmls/corsi/SoundProcessing/sp.pdf](http://www.sci.univr.it/~rocchess/htmls/corsi/SoundProcessing/sp.pdf)

Il suono (non verbale) nelle interfacce

- segnali di allarme (*warning*)
- (rap)presentazione di informazioni (*sonification*)
- comunicazione di eventi e processi (*auditory display*)
- interazione multimodale (e.g. feedback cross-modale)
 - **Multimodalità:** coinvolge più canali sensoriali
 - **Multimedialità:** usa una molteplicità di media

Cosa mai sentiamo al mondo?

Gaver affrontò questa domanda in ambito psicologico e fornì i primi esempi di *Auditory Icons* [HCI, 1989; Ecological Psychology, 1993]

Sentiamo principalmente le sorgenti:

Sentiamo anche attributi di segnale e di sorgente:

Costruiamo significato a partire dall'evoluzione temporale degli attributi:

una – Voce

la – [voce]

la parola – “voce”

Nell'**approccio ecologico**, si guarda alle sorgenti per individuare i termini della rappresentazione.

Cosa è il mondo uditivo?

E' debolmente legato al mondo fisico:

- percepiamo suoni senza riconoscerli;
- ci sono riconoscimenti falsi o cangianti;
- lo stesso suono può sollecitare diversi livelli di rappresentazione;

Nell'approccio **fenomenologico**, iniziamo guardando all'esperienza diretta e agli indicatori acustici di segnale.

Nell'approccio **sensoriale**, si individuano gli attributi elementari del suono a partire da stimolazione mediante suoni semplici.

Attributi del suono

- Intensità (continuo, ratio, bassa risoluzione)
- Altezza (*pitch*) (continuo, intervallo, alta risoluzione)
- Timbro (attributo multidimensionale) (categoriale, alta risoluzione)
 - Brillantezza (*brightness*) (continuo, ratio, bassa risoluzione)
- Spazio
 - dislocazione di sorgenti
 - sensazione di “ambienza”
- Attributi “musicali”
 - ritmo
 - profilo melodico
 - struttura armonica

Udito vs. Vista

- Lo spazio è la dimensione principale per la percezione visiva;
- Il tempo (con le grandezze correlate, altezza, timbro) è la dimensione principale per la percezione uditiva;
- La percezione uditiva spaziale è al servizio della percezione visiva [Van Valkenburg and Kubovy, Cognition, 2001];
- Il sistema uditivo, al contrario di quello visivo, percepisce le sorgenti meglio dei modificatori (ambiente);
- I suoni possono essere organizzati in *soundscape*, nei quali l'uomo ha la capacità di estrarre figure e sfondo, seguire *stream*, estrarre informazione multivariata.

Audification

Traduzione diretta dei dati in suoni \Rightarrow ascoltare i dati.

Esempio: Auditory Seismology:

- I segnali vengono trasposti nel campo dell'udibile (20 – 20000Hz);
- I segnali vengono compressi per consentire l'ispezione rapida di giorni di registrazioni;
- Sono riconoscibili
 - la distanza dell'epicentro dal sismografo (riverberazione);
 - la regione di rilevamento (timbro);
 - il rumore di fondo;
 - il tipo di **movimento tettonico** .

Information Sonification

Traduzione delle relazioni tra i dati in relazioni tra attributi di suoni.

Strategie:

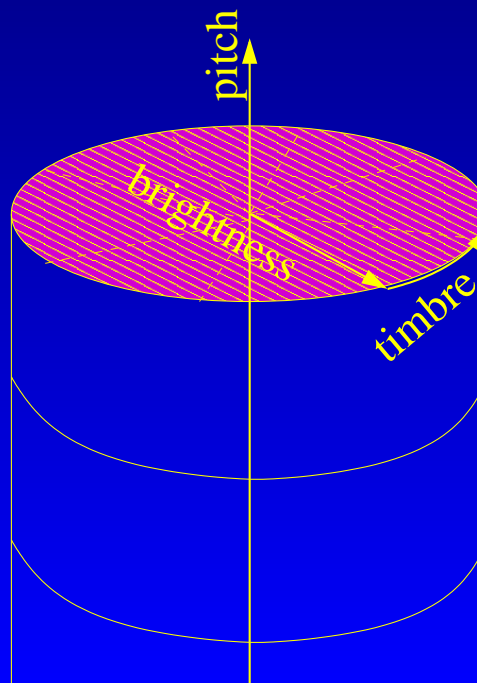
- *Mapping* naturalistico (es.: frequenza respiratoria mappata su *rate* di **suono di soffio** .)
- *Mapping* astratto, secondo criteri di massima risoluzione, minimo mascheramento, robustezza al tipo di dispositivo.

Esempio:

- Dati di temperatura e precipitazioni in **Nebraska** .

Information-Sound Space (ISS)

- E' un *cognitive artefact* che aiuta a collocare le informazioni in uno spazio sensoriale organizzato;
- Un prototipo di ISS è il modello **Timbre-Brightness-Pitch** (TBP), costruito per analogia con lo spazio HSL dei colori [Barrass, 95].



Timbre-Brightness-Pitch Model

- Timbro, brillantezza, e altezza sono attributi percettivamente separabili e controllabili indipendentemente (**diagonale T-B**);
- I timbri sono ordinati secondo uno spazio percettivo (i contigui sono percettivamente vicini);
- Lo spazio può essere accessibile mediante interfaccia geometrica;
- I suoni possono essere specificati come coordinate di uno spazio piuttosto che come parametri di dispositivi (portabilità).
- **Domanda:** come si rappresenta una scala ordinale di dati nello spazio TBP?

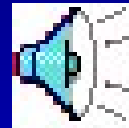
Earcons

- Le earcons [Blattner, 1989; **Brewster**] sono combinazioni strutturate di suoni astratti e sintetici, atte a veicolare messaggi per via uditiva;
- L'approccio è musicale: si usano altezza, intensità, ritmo;
- Le unità fondamentali sono i *motivi*;
- Richiedono apprendimento.

Auditory Icons

- Nella forma più semplice, sono suoni preregistrati di eventi o processi che avvengono nel mondo reale;
- Nella forma più sofisticata, racchiudono algoritmi di sintesi del suono che rispondono ad eventi o processi. I suoni possono essere imitativi o evocativi di sorgenti reali;
- E' stata dimostrata la efficacia delle auditory icons come veicolo di informazione su eventi (allarmi) o processi (e.g., progress bar);
- Esistono tentativi di integrazione nei Sistemi Operativi con metafora desktop [Gaver's SonicFinder].

Sound Cartoon



Sound Cartoon



Sound Cartoon



Suono e cross-modalita'

- Il suono può compensare le limitazioni dei display visivi o tattili.
- Esistono interferenze tra i sensi:
 - **Effetto McGurk**;
 - *Visual flashing* indotto da stimolazione uditiva [Shams et al., Nature, 2000];
 - Realismo di un **rimbalzo** indotto dal suono;
 - Senso di sforzo reso mediante suoni di **frizione** invece di feedback di forza;
 - Senso di progresso reso mediante suoni di **versamento** invece della *progress bar*.



Suoni e computer evanescenti

<http://www.soundobject.org>