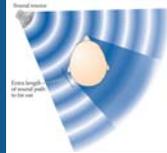


10

Ascoltare i suoni intorno a noi



10

Hearing in the Environment

- Localizzazione dei suoni
- Suoni complessi
- Analisi di una scena acustica
- Effetti di continuità e reintegrazione

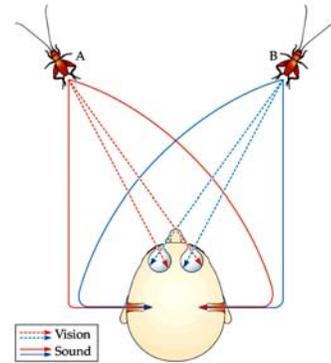
10

Sound Localization

- Come localizziamo i suoni?
 - Un esempio: la localizzazione di un grillo
 - Un dilemma simile si ha anche quando si deve valutare la distanza di una fonte sonora
 - Due orecchi: Fattore critico per la localizzazione dei suoni

10

Visual vs. Auditory Receptors



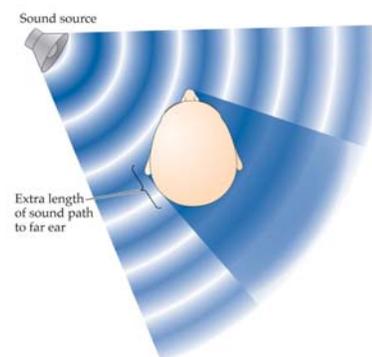
10

Sound Localization (cont'd)

- Interaural time difference (ITD): La differenza in ordine di tempo (ritardo/anticipo) con cui un suono arriva ad un orecchio rispetto a quando arriva all'altro orecchio

10

Different Inputs to the Two Ears



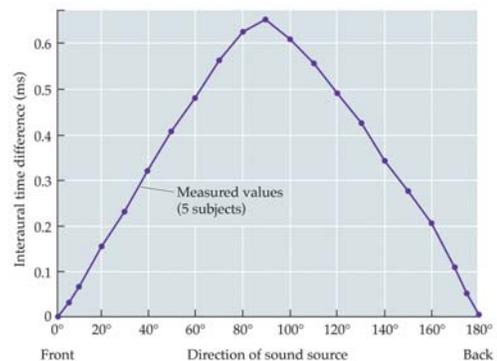
10

Sound Localization (cont'd)

- Azimuth: Usato per descrivere le posizioni dei suoni su un cerchio immaginario che si estende intorno a noi sul piano orizzontale
 - L'analisi dell' ITD: Dove dovrebbe essere posizionata una fonte sonora per produrre il massimo ITD?
 - Quale è invece la dislocazione che provoca il più piccolo ITD?
 - Che cosa accade per dislocazioni intermedie?

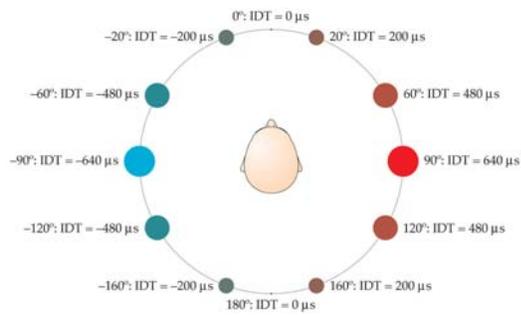
10

Interaural Time Differences (Part 1)



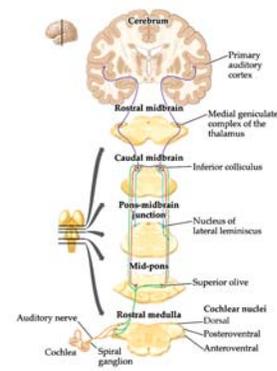
10

Interaural Time Differences (Part 2)



10

La fisiologia dell' ITD



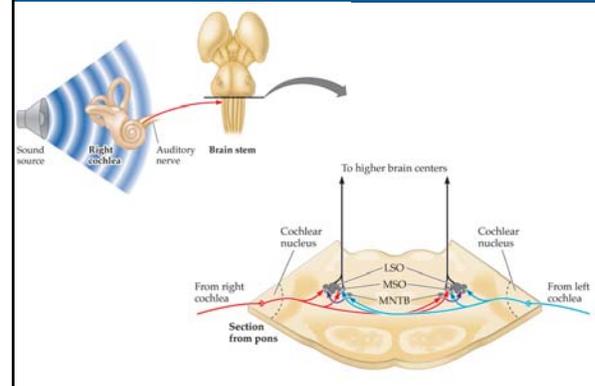
10

Sound Localization (cont'd)

- La fisiologia dell' ITD
 - L'oliva mediale superiore (MSOs): E' il primo luogo dove gli inputs dei due orecchi convergono
 - Detettori dell'ITD formano connessioni con gli inputs provenienti dai due orecchi già nei primi mesi di vita

10

Auditory Information Pathway



10

Sound Localization (cont'd)

- Interaural level difference(ILD): Differenza in intensità percepita da un orecchio rispetto a quella percepita dall'altro orecchio in relazione alla stessa stimolazione acustica

10

Sound Localization (cont'd)

- I suoni sono più intensi per l'orecchio più vicino alla fonte sonora
 - ILD è massimo per 90 gradi e -90 gradi, mentre è nullo per 0 gradi e 180 gradi
 - ILD correla generalmente con l'angolo della fonte sonora, ma la correlazione non è così robusta come per l'ITDs
 - E' più importante per le frequenze alte.

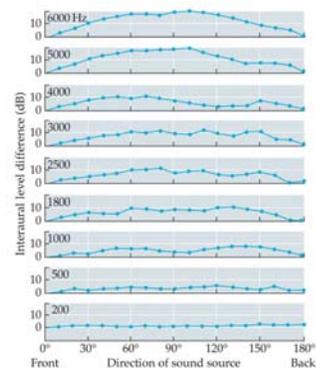
10

Sound Localization (cont'd)

- Fisiologia dell'ILDs
 - Oliva superiore laterale (LSOs): Qui ci sono neuroni che sono sensibili alla differenza di intensità fra i due orecchi
 - Connessioni eccitatorie con LSO provengono dall'orecchio ipsilaterale
 - Connessioni inibitorie con LSO provengono dall'orecchio contralaterale

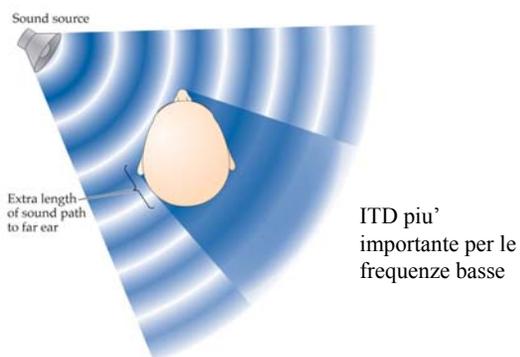
10

Interaural Intensity Differences



10

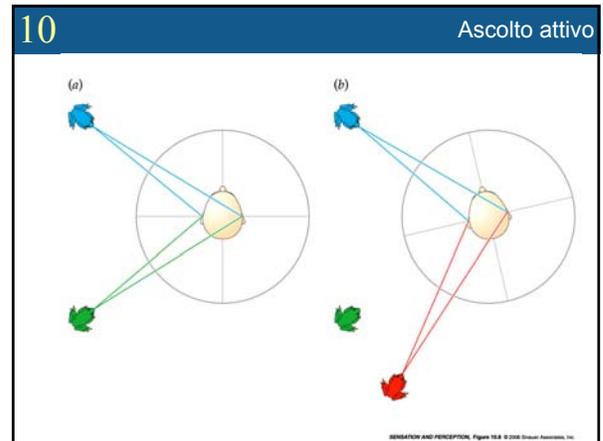
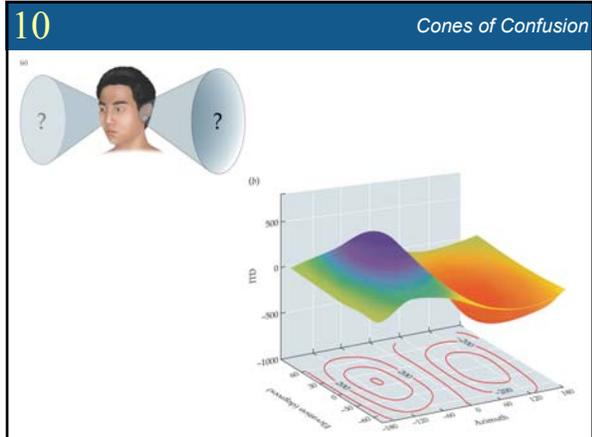
Different Inputs to the Two Ears



10

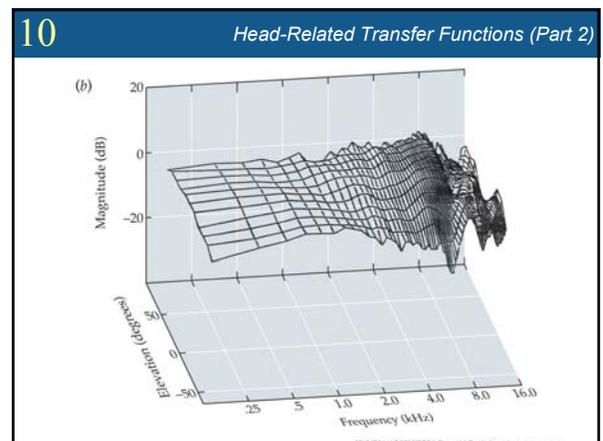
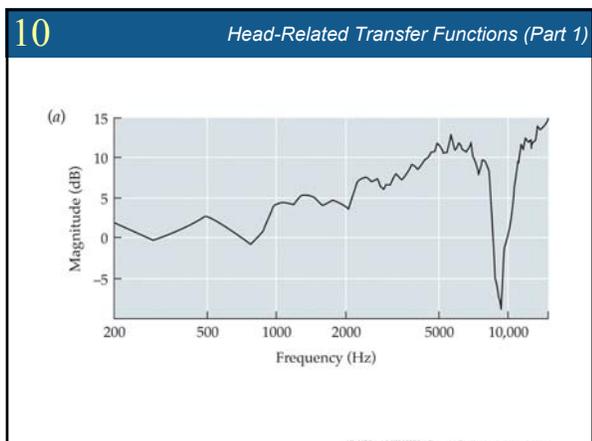
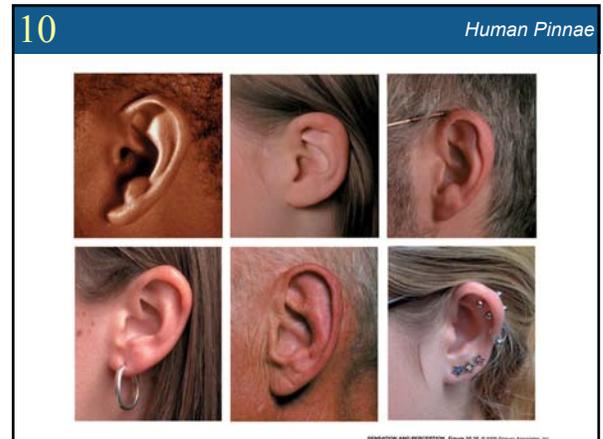
Sound Localization (cont'd)

- Potenziali problemi legati all'utilizzo degli indizi di ITDs e ILDs per la localizzazione dei suoni
 - Cono di confusione: Insieme di posizioni spaziali in cui tutti i suoni producono gli stessi esatti valori di ITDs e ILDs
 - Sono stati gli esperimenti di Wallach (1940) ha dimostrato per primi questi problemi



10 *Sound Localization (cont'd)*

- La sagoma e la forma della pinna danno un contributo per la localizzazione spaziale dei suoni
 - Head-related transfer function: Descrive come la pinna, il canale uditivo e il torso modificano l'intensità dei suoni di diversa frequenza che arrivano ad ogni orecchio da posizioni spaziali diverse (azimuth e elevazione)



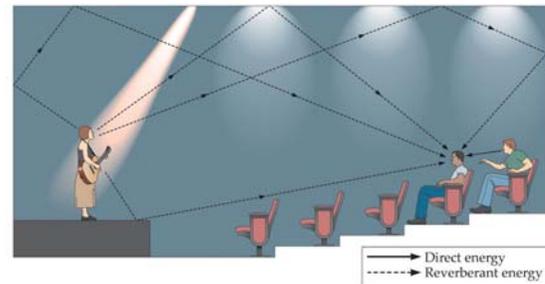
10

Sound Localization (cont'd)

- Come si stima la distanza di una fonte sonora?
 - Indizi semplici: L'intensità relativa del suono
 - Legge dell'inverso del quadrato: Al crescere della distanza della sorgente sonora l'intensità sonora decresce con il quadrato della distanza
 - Componenti spettrali dei suoni: Le frequenze più alte dei suoni perdono energia più rapidamente rispetto alle basse frequenze mentre via via che i suoni si propagano nello spazio
 - Quantità relativa di energia diretta vs quella di ritorno

10

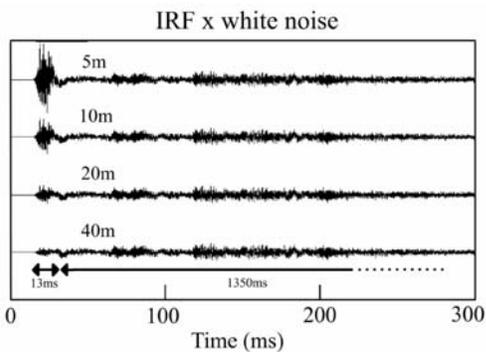
Direct vs. Reverberant Energy



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 16.11 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

10

Direct vs. Reverberant Energy



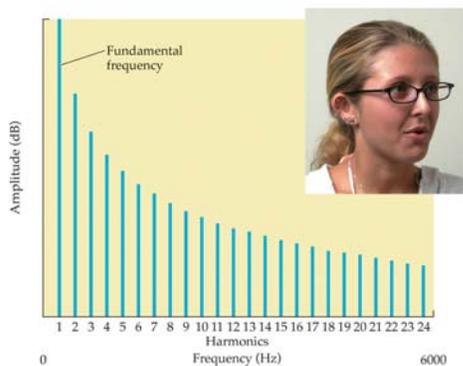
10

Complex Sounds

- Armoniche
 - La più bassa frequenza nello spettro delle armoniche: Frequenza fondamentale
 - Il sistema acustico è molto sensibile alle rapporti naturali fra le armoniche
 - Cosa accade quando la prima armonica viene a mancare?
 - Effetto della mancanza della fondamentale

10

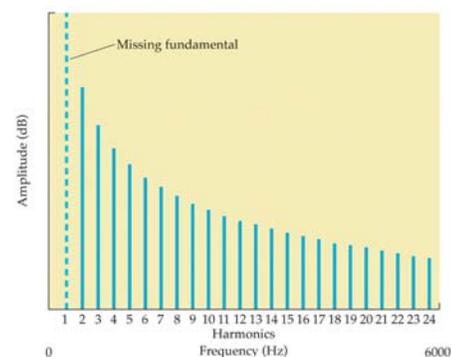
Harmonic Sounds



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 16.12 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

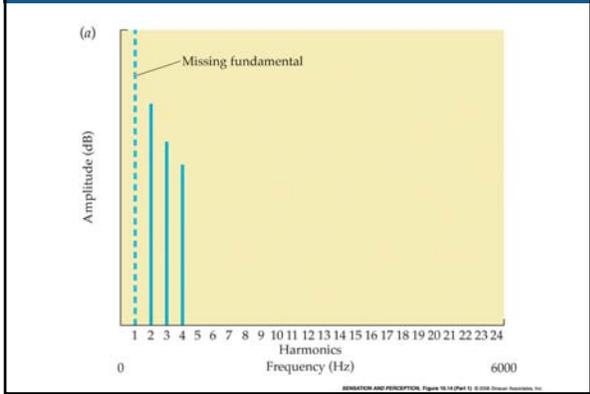
10

Missing Fundamental (Part 1)

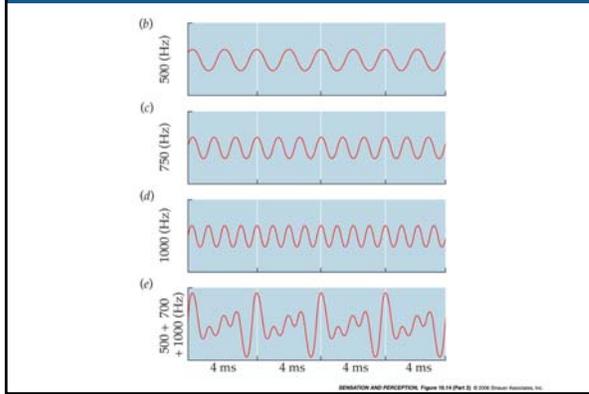


SENSATION AND PERCEPTION, Figure 16.13 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

10 Missing Fundamental (Part 2)



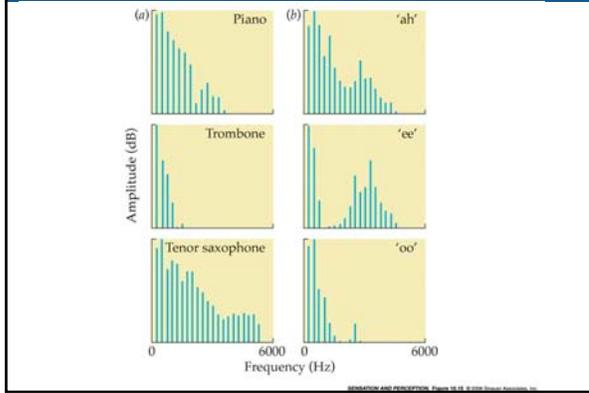
10 Missing Fundamental (Part 3)



10 Complex Sounds (cont'd)

- Timbro: Sensazione psicologica tramite la quale un osservatore riesce a distinguere come diversi due suoni che hanno la stessa altezza e lo stesso volume. Il timbro è estrapolato dalle armoniche e da altre alte frequenze
 - La percezione del timbro dipende dal contesto in cui il suono viene udito
 - Esperimenti di Summerfield et al. (1984)
 - “Il contrasto del timbro” o “Post illusione del timbro”

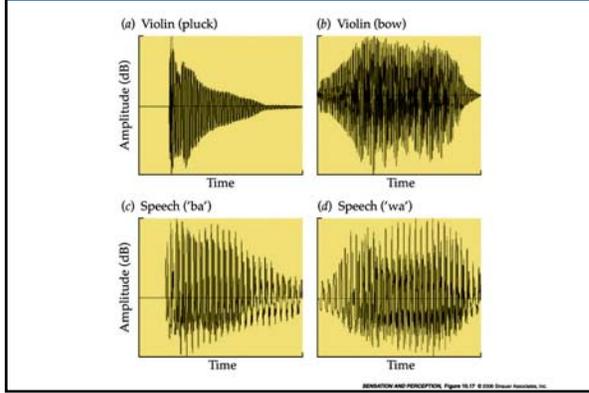
10 Tre strumenti diversi suonando “mi”



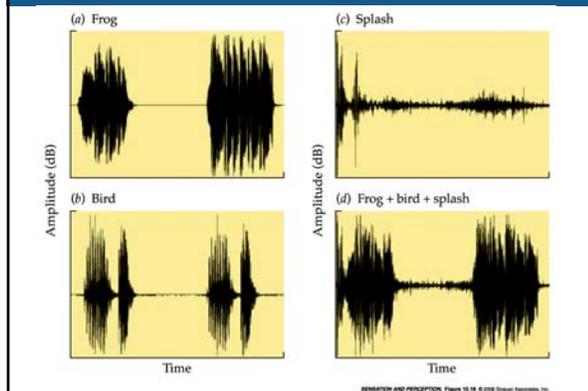
10 Complex Sounds (cont'd)

- Attacco e caduta di un suono
 - Attacco: La parte di un suono durante la quale l'ampiezza cresce (onset)
 - Caduta: Parte di un suono durante il quale l'ampiezza desce (offset)

10 Sound Onsets (Attacks)



10



10

Auditory Scene Analysis

- Che cosa accade in situazioni ecologiche (naturali)?
 - Un ambiente acustico può essere un luogo molto complesso
 - Fonti acustiche multiple
 - Come fa il sistema acustico a distinguere fra queste diverse fonti?
 - Segregazione della fonte o analisi della scena acustica

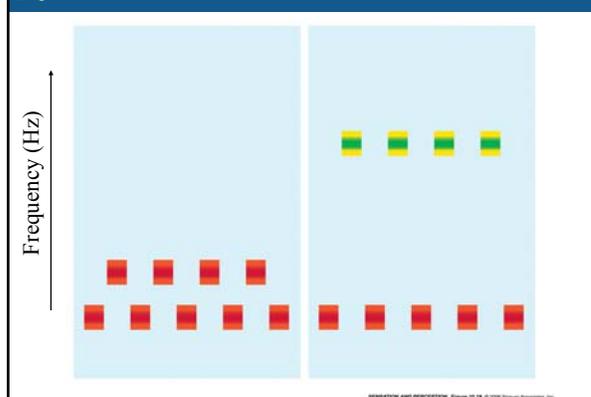
10

Auditory Scene Analysis (cont'd)

- Ecco alcune strategie per differenziare/segregare le fonti acustiche
 - Separazione spaziale fra i suoni
 - Separazione sulla base dello spettro dei suoni o sulle qualità temporali (temporal qualities)
 - Segregazione del flusso audio: Organizzazione percettiva di un segnale acustico complesso in diversi eventi acustici che vengono percepiti come flussi acustici distinti

10

Auditory Stream Segregation



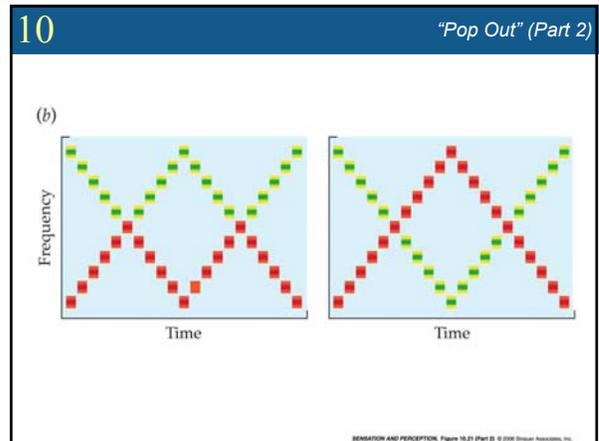
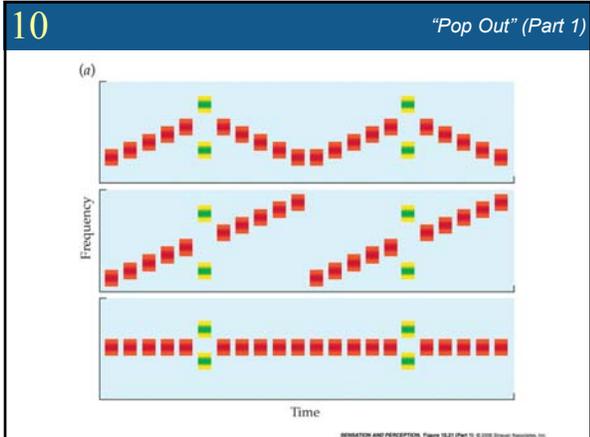
10 "Auditory steam segregation" in Bach's "Tocatta and Fughe"

SENSATION AND PERCEPTION, Figure 10.20 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

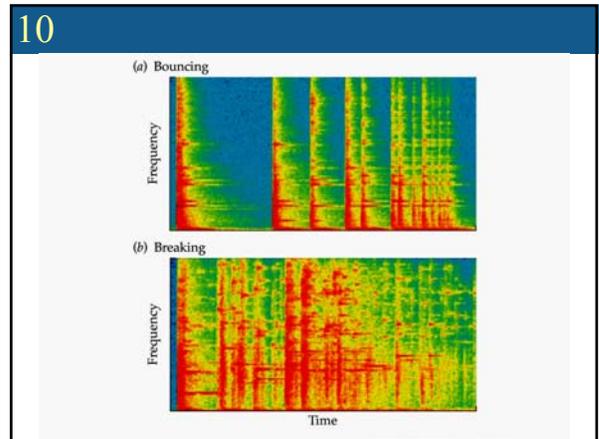
10

Auditory Scene Analysis (cont'd)

- Raggruppamento per timbro
 - Toni che hanno frequenze che salgono e decrescono o toni che si differenziano da questo andamento di salita/discisa risaltano immediatamente (pop out) nella scena acustica



- 10 Auditory Scene Analysis (cont'd)
- Raggruppamento per inizio (on set)
 - Armoniche dei suoni del linguaggio o della musica
 - Raggruppare armoniche diverse in un singolo tono complesso
 - Rasch (1987) mostrò che è molto più semplice distinguere fra due toni quando l'inizio di uno precede quello dell'altro di un tempo molto piccolo
 - Legge della Gestalt del destino comune

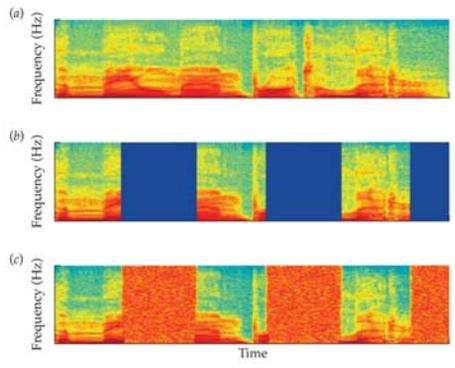


- 10 Continuity and Restoration Effects
- Come facciamo a sapere che chi ascolta i suoni li sente come patterns continui?
 - Principio della buona continuità: In particolari condizioni, nonostante la presenza di interruzioni, si è sempre in grado di sentire i suoni
 - Esperimenti che usano un compito di detezione del segnale (e.g., Kluender and Jenison) suggeriscono che in un qualche momento i suoni fisicamente mancanti nella sequenze vengono reintegrati da sistema percettivo ed analizzati come se fossero stati presentati davvero!

- 10 Continuity and Restoration Effects (cont'd)
- Reintegrazione di suoni complessi (e.g., music, speech)
 - Fonti di informazione di alto livello "Higher-order" non solo informazioni acustiche

10

The Restoration Effect



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 11.21. © 2010 Sinauer Associates, Inc.