

Micro tutorial sulla spazializzazione

Carmine-Emanuele Cella

La muse en circuit - Paris

July 28, 2012



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



- 1 Suono e spazio
- 2 Metodologie
- 3 Conclusioni

Topologia del suono

- Il suono possiede tre tipologie di spazio differenti (*topoi*):
 - **spazio interno**: rapporto tra le parziali (timbro)
 - **spazio esterno**: rapporto tra un suono e l'altro (es. strumenti dell'orchestra)
 - **spazio proiettivo**: rapporto tra una musica ed il luogo in cui viene eseguita

Topologia del suono

- Il suono possiede tre tipologie di spazio differenti (*topoi*):
 - **spazio interno**: rapporto tra le parziali (timbro)
 - **spazio esterno**: rapporto tra un suono e l'altro (es. strumenti dell'orchestra)
 - **spazio proiettivo**: rapporto tra una musica ed il luogo in cui viene eseguita
- Ogni compositore situa la propria creatività all'interno di questa topologia: alcuni compositori scrivono *coi* suoni, altri che scrivono *nei* suoni, ecc.

Spazializzazione (1)

Per spazializzazione in generale si intende, generalmente, la gestione lo spazio proiettivo. Esso è caratterizzato da:

- geometria e dimensione (ambiente)

Spazializzazione (1)

Per spazializzazione in generale si intende, generalmente, la gestione lo spazio proiettivo. Esso è caratterizzato da:

- geometria e dimensione (ambiente)
- localizzazione delle sorgenti e dell'ascoltatore

Spazializzazione (1)

Per spazializzazione in generale si intende, generalmente, la gestione lo spazio proiettivo. Esso è caratterizzato da:

- geometria e dimensione (ambiente)
- localizzazione delle sorgenti e dell'ascoltatore
- movimento delle sorgenti e dell'ascoltatore

Spazializzazione (2)

Alcune tecniche possibili per la spazializzazione sono:

- immagine virtuale

Spazializzazione (2)

Alcune tecniche possibili per la spazializzazione sono:

- immagine virtuale
- panning vettoriale (vbap)

Spazializzazione (2)

Alcune tecniche possibili per la spazializzazione sono:

- immagine virtuale
- panning vettoriale (vbap)
- tecniche di surround (ambisonia)

Spazializzazione (2)

Alcune tecniche possibili per la spazializzazione sono:

- immagine virtuale
- panning vettoriale (vbap)
- tecniche di surround (ambisonia)
- wave-field synthesis

Spazializzazione (2)

Alcune tecniche possibili per la spazializzazione sono:

- immagine virtuale
- panning vettoriale (vbap)
- tecniche di surround (ambisonia)
- wave-field synthesis
- tecniche ibride (panning ambisonico)

Immagine virtuale (1)

E' una tecnica che mira a creare uno spazio d'ascolto *artificiale* mediante l'uso di effetti psico-acustici. Gli strumenti tipicamente utilizzati a tal fine sono: panning, riverbero, effetto doppler, ecc.

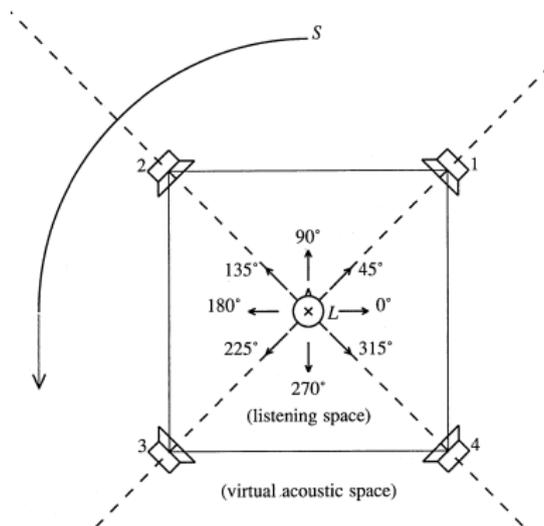
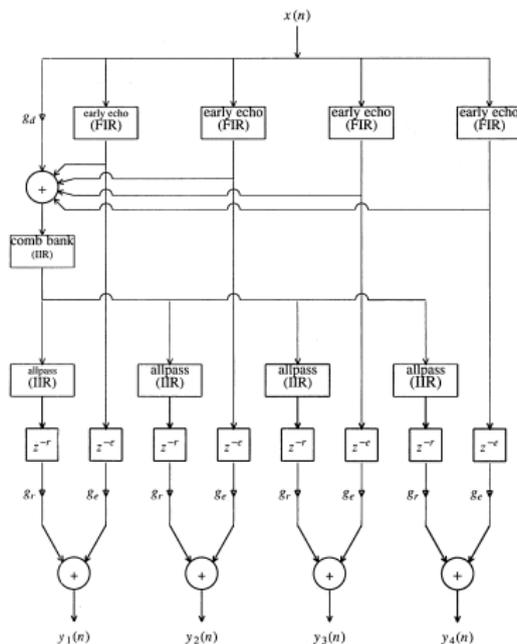


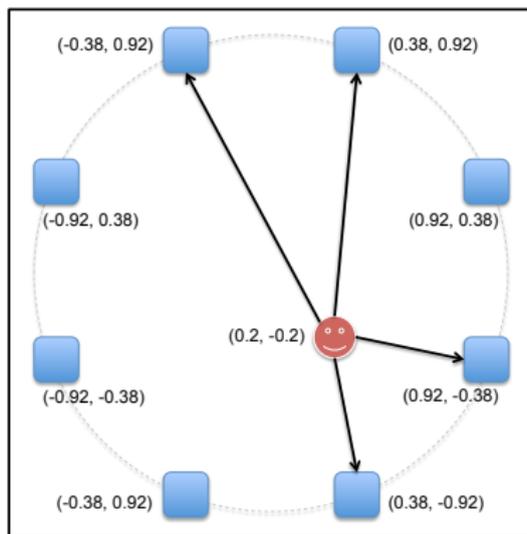
Immagine virtuale (2)

Un tipico spazializzatore multicanale simula distanza, movimento e localizzazione.



Panning vettoriale (vbap)

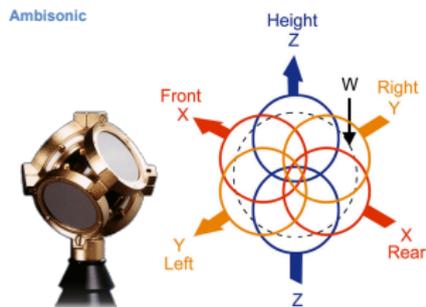
E' una variante più precisa del panning e può essere usata insieme agli altri algoritmi per la creazione di immagini virtuali. Gli altoparlanti sono trattati come coppie consecutive o, nelle tre dimensioni, come triplette.



Tecniche di surround (ambisonia) (1)

Derivano dalle soluzioni dell'equazione d'onda:

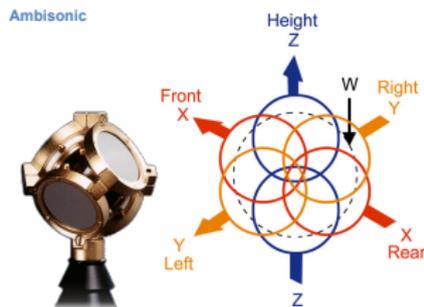
- realizzano un'immagine 3D (coordinate polari o rettangolari)



Tecniche di surround (ambisonia) (1)

Derivano dalle soluzioni dell'equazione d'onda:

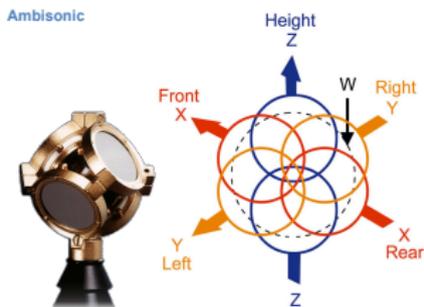
- realizzano un'immagine 3D (coordinate polari o rettangolari)
- la codifica è indipendente dal numero di altoparlanti



Tecniche di surround (ambisonia) (1)

Derivano dalle soluzioni dell'equazione d'onda:

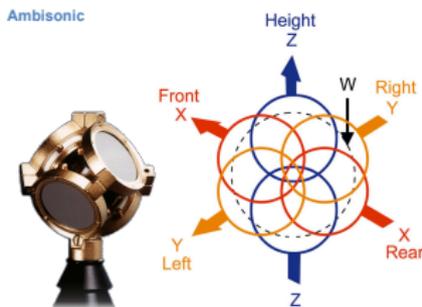
- realizzano un'immagine 3D (coordinate polari o rettangolari)
- la codifica è indipendente dal numero di altoparlanti
- possono avere diversi gradi di precisione (ordini)



Tecniche di surround (ambisonia) (1)

Derivano dalle soluzioni dell'equazione d'onda:

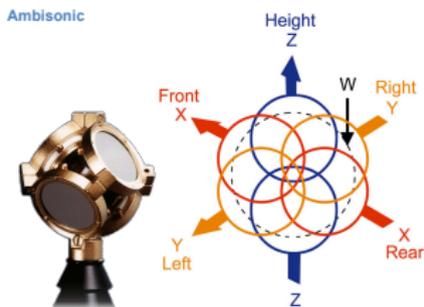
- realizzano un'immagine 3D (coordinate polari o rettangolari)
- la codifica è indipendente dal numero di altoparlanti
- possono avere diversi gradi di precisione (ordini)
- supportano il movimento delle sorgenti e dell'ascoltatore



Tecniche di surround (ambisonia) (1)

Derivano dalle soluzioni dell'equazione d'onda:

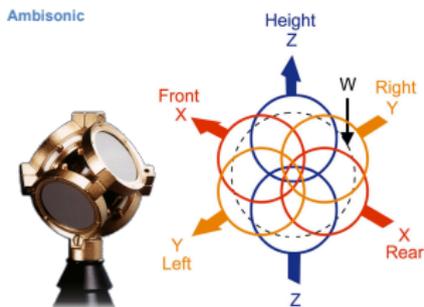
- realizzano un'immagine 3D (coordinate polari o rettangolari)
- la codifica è indipendente dal numero di altoparlanti
- possono avere diversi gradi di precisione (ordini)
- supportano il movimento delle sorgenti e dell'ascoltatore
- si basano su criteri psico-acustici per la simulazione dell'ambiente



Tecniche di surround (ambisonia) (1)

Derivano dalle soluzioni dell'equazione d'onda:

- realizzano un'immagine 3D (coordinate polari o rettangolari)
- la codifica è indipendente dal numero di altoparlanti
- possono avere diversi gradi di precisione (ordini)
- supportano il movimento delle sorgenti e dell'ascoltatore
- si basano su criteri psico-acustici per la simulazione dell'ambiente
- supportano la registrazione codificata (es. eigenmike)



Tecniche di surround (ambisonia) (2)

Esempio: soluzione del secondo ordine.

$$\begin{aligned}W &= S * \frac{1}{\sqrt{2}} \\X &= S * \cos(\phi)\cos(\theta) \\Y &= S * \sin(\phi)\cos(\theta) \\Z &= S * \sin(\theta) \\R &= S * 1.5\sin(\theta)\sin(\theta) - 0.5 \\S &= S * \cos(\phi)\sin(2\theta) \\T &= S * \sin(\phi)\sin(2\theta) \\U &= S * \cos(2\phi)\cos(\theta)\cos(\theta) \\V &= S * \sin(2\phi)\cos(\theta)\cos(\theta)\end{aligned}$$

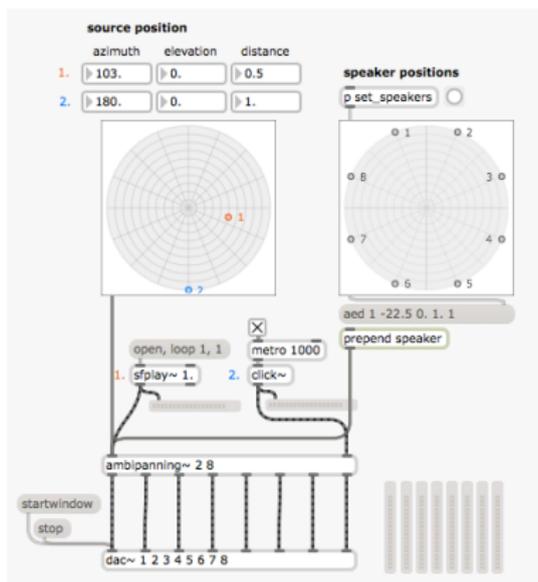
Wave-field synthesis

Si basa sulla ricostruzione *fisica* del fronte d'onda mediante il principio di Huygens: le membrane degli altoparlanti vengono messi in vibrazione quando la sorgente raggiunge la corrispondente posizione nello spazio. Non dipende criteri psico-acustici ed è indipendente dalla posizione dell'ascoltatore; richiede molti altoparlanti e per tale ragione generalmente non è 3D.



Tecniche ibride (panning ambisonico)

Crea un'immagine virtuale usando principi derivati dall'ambisonia;
 è molto efficiente ma meno precisa.



Confronto

Qualche considerazione in merito alle metodologie presentate:

- le tecniche basate sull'immagine virtuale sono efficienti ma imprecise e dipendono molto dalla posizione dell'ascoltatore

Confronto

Qualche considerazione in merito alle metodologie presentate:

- le tecniche basate sull'immagine virtuale sono efficienti ma imprecise e dipendono molto dalla posizione dell'ascoltatore
- l'ambisonia è in grado di creare un'immagine 3D ed è più robusta rispetto alla posizione dell'ascoltatore; permette di avere N sorgenti, per M canali di uscita, codificati in un qualsiasi ordine; tende a distribuire il segnale su tutti i canali

Confronto

Qualche considerazione in merito alle metodologie presentate:

- le tecniche basate sull'immagine virtuale sono efficienti ma imprecise e dipendono molto dalla posizione dell'ascoltatore
- l'ambisonia è in grado di creare un'immagine 3D ed è più robusta rispetto alla posizione dell'ascoltatore; permette di avere N sorgenti, per M canali di uscita, codificati in un qualsiasi ordine; tende a distribuire il segnale su tutti i canali
- la WFS è la codifica più precisa che si possa avere di uno spazio; non dipende dalla posizione dell'ascoltatore ne' da criteri psico-acustici; in generale non crea immagini 3D ed è molto dispendiosa dal punto di vista del calcolo

Confronto

Qualche considerazione in merito alle metodologie presentate:

- le tecniche basate sull'immagine virtuale sono efficienti ma imprecise e dipendono molto dalla posizione dell'ascoltatore
- l'ambisonia è in grado di creare un'immagine 3D ed è più robusta rispetto alla posizione dell'ascoltatore; permette di avere N sorgenti, per M canali di uscita, codificati in un qualsiasi ordine; tende a distribuire il segnale su tutti i canali
- la WFS è la codifica più precisa che si possa avere di uno spazio; non dipende dalla posizione dell'ascoltatore ne' da criteri psico-acustici; in generale non crea immagini 3D ed è molto dispendiosa dal punto di vista del calcolo
- tutte le tecniche esposte permettono, in modo differente, di localizzare e muovere le sorgenti

Sul design spaziale

- La distanza è un attributo importante e il suo uso fa migliorare sempre la percezione dello spazio

Sul design spaziale

- La distanza è un attributo importante e il suo uso fa migliorare sempre la percezione dello spazio
- Il movimento delle sorgenti è legato ad un uso più *storico* della spazializzazione e va usato con attenzione

Sul design spaziale

- La distanza è un attributo importante e il suo uso fa migliorare sempre la percezione dello spazio
- Il movimento delle sorgenti è legato ad un uso più *storico* della spazializzazione e va usato con attenzione
- E' preferibile optare per criteri di *diffusione* spaziale piuttosto che di localizzazione: rendono più efficace l'immagine acustica nella sala da concerto