Introduzione alla sonificazione

Carmine-Emanuele Cella

EmuFest - Conservatorio S. Cecilia

October 14, 2012

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

ircam
Centre
Pompidou

1 Introduzione

2 Micro-particles synthesis

Definizioni (1)

La parola *sonificazione* ha avuto varie definizioni:

- rappresentazione audio di dati multivariati (Bly, 1994)

Definizioni (1)

La parola *sonificazione* ha avuto varie definizioni:

- rappresentazione audio di dati multivariati (Bly, 1994)
- mapping nel dominio acustico di relazioni numeriche presenti in altri domini, allo scopo di interpretare, capire o comunicare tali relazioni (Scaletti, 1994)

Definizioni (1)

La parola *sonificazione* ha avuto varie definizioni:

- rappresentazione audio di dati multivariati (Bly, 1994)
- mapping nel dominio acustico di relazioni numeriche presenti in altri domini, allo scopo di interpretare, capire o comunicare tali relazioni (Scaletti, 1994)
- trasformazioni di relazioni numeriche in relazioni percettive mediante la creazione di suoni non verbali (Kramer et al., 1999)

Definizioni (2)

- rappresentazione di relazioni numeriche mediante relazioni sonore (Anderson et al., 2002)

Definizioni (2)

- rappresentazione di relazioni numeriche mediante relazioni sonore (Anderson et al., 2002)
- **rappresentazione acustica di dati per la creazione di relazioni da parte di un ascoltatore, allo scopo di accrescere la conoscenza sulla sorgente da cui i dati sono stati raccolti (Worrall, 2009)**

Definizioni (2)

- rappresentazione di relazioni numeriche mediante relazioni sonore (Anderson et al., 2002)
- **rappresentazione acustica di dati per la creazione di relazioni da parte di un ascoltatore, allo scopo di accrescere la conoscenza sulla sorgente da cui i dati sono stati raccolti (Worrall, 2009)**
- la sonificazione (*data sonification*) è una disciplina giovane, interdisciplinare e in rapida evoluzione che fa parte dell'area di ricerca chiamata *auditory display*

Classificazione (1)

Esistono vari criteri per classificare la sonificazione (tecnologia, destinazione d'uso, tipi di dati. Due sono tuttavia le categorie ritenute principali: *analogia* e *simbolismo*.

Classificazione (1)

Esistono vari criteri per classificare la sonificazione (tecnologia, destinazione d'uso, tipi di dati. Due sono tuttavia le categorie ritenute principali: *analogia* e *simbolismo*.

- *sonificazione analogica*: attualizza un processo cognitivo di alto livello inteso a creare un trasferimento di informazione da un soggetto ad un altro o a stabilire un legame tra una sorgente ed un target; ha come scopo principale trasformare le informazioni in una forma *migliore* o più semplice dell'originale (es. contatore Geiger)

Classificazione (2)

- *sonificazione simbolica*: rappresenta un processo più astratto di costruzione dell'informazione, mediante *l'assegnazione* di dati ad elementi di uno schema target secondo un insieme di regole

Classificazione (2)

- *sonificazione simbolica*: rappresenta un processo più astratto di costruzione dell'informazione, mediante *l'assegnazione* di dati ad elementi di uno schema target secondo un insieme di regole
- la prima è più connotativa, mentre la seconda è più denotativa

Classificazione (2)

- *sonificazione simbolica*: rappresenta un processo più astratto di costruzione dell'informazione, mediante *l'assegnazione* di dati ad elementi di uno schema target secondo un insieme di regole
- la prima è più connotativa, mentre la seconda è più denotativa
- in generale, un processo di sonificazione deve tenere in considerazione il modo in cui il sistema uditivo organizza le onde sonore in eventi percettivi rilevanti (*auditory stream segregation - Bregman, 1990)*

Tipi di rappresentazioni

Esistono tre tipologie principali di rappresentazione dei dati usate nel processo di sonificazione:

- *rappresentazione discreta (DDR)*: usata generalmente in sonificazioni simboliche

Tipi di rappresentazioni

Esistono tre tipologie principali di rappresentazione dei dati usate nel processo di sonificazione:

- *rappresentazione discreta (DDR)*: usata generalmente in sonificazioni simboliche
- *rappresentazione continua (CDR)*: usata generalmente in sonificazioni analogiche

Tipi di rappresentazioni

Esistono tre tipologie principali di rappresentazione dei dati usate nel processo di sonificazione:

- *rappresentazione discreta (DDR)*: usata generalmente in sonificazioni simboliche
- *rappresentazione continua (CDR)*: usata generalmente in sonificazioni analogiche
- *rappresentazione interattiva (IDR)*: usata generalmente in sonificazioni analogiche, ma in maniera discontinua

Rappresentazioni discrete (1)

Nelle rappresentazioni discrete, ogni dato sorgente è sonificato attraverso un evento uditivo separato; tali rappresentazioni sono altamente simboliche e sono molto flessibili poichè permettono di immagini mentali complesse ed articolate. Alcuni esempi:

- *auditory warnings*: segnali usati per risvegliari stati di allerta (es. suoni sugli aerei)

Rappresentazioni discrete (1)

Nelle rappresentazioni discrete, ogni dato sorgente è sonificato attraverso un evento uditivo separato; tali rappresentazioni sono altamente simboliche e sono molto flessibili poichè permettono di immagini mentali complesse ed articolate. Alcuni esempi:

- *auditory warnings*: segnali usati per risvegliari stati di allerta (es. suoni sugli aerei)
- *auditory icons*: nate dalla metafora del *desktop* nel Macintosh 1984, sono suoni mirati a dare un'immagine più concreta della realtà informatica attraverso registrazioni del mondo reale (es. click)

Rappresentazioni discrete (2)

- *earcons*: suoni astratti (di sintesi) mirati a creare una realta *parallela* ma ugualmente credibile del mondo virtuale (es. ding di Windows); possono articolare un linguaggio

Rappresentazioni discrete (2)

- *earcons*: suoni astratti (di sintesi) mirati a creare una realta *parallela* ma ugualmente credibile del mondo virtuale (es. ding di Windows); possono articolare un linguaggio
- *spearcons (speech earcons)*: suoni artificiali creati mediante il processamento di fonemi o parole umane; si sono dimostrati molto efficaci e richiedono meno apprendimento

Rappresentazioni discrete (2)

- *earcons*: suoni astratti (di sintesi) mirati a creare una realta *parallela* ma ugualmente credibile del mondo virtuale (es. ding di Windows); possono articolare un linguaggio
- *spearcons (speech earcons)*: suoni artificiali creati mediante il processamento di fonemi o parole umane; si sono dimostrati molto efficaci e richiedono meno apprendimento
- esistono studi comparativi molto raffinati sulle tecniche discusse, anche per le disabilità

Rappresentazioni continue (1)

Nelle rappresentazioni continue i dati sono trattati come funzioni analogiche continue; sono però necessarie due precondizioni:

- esistenza di una metrica uniforme in almeno uno dei due domini interessati

Rappresentazioni continue (1)

Nelle rappresentazioni continue i dati sono trattati come funzioni analogiche continue; sono però necessarie due precondizioni:

- esistenza di una metrica uniforme in almeno uno dei due domini interessati
- mole di dati sufficiente per creare una interpretazione dei campioni a frequenze audio

Rappresentazioni continue (2)

Alcuni esempi:

- *audificazione*: traslazione diretta di una forma d'onda nel dominio udibile (Kramer, 1994); viene applicata con più semplicità a dati con una natura oscillatoria (es. sismogrammi)

Rappresentazioni continue (2)

Alcuni esempi:

- *audificazione*: traslazione diretta di una forma d'onda nel dominio udibile (Kramer, 1994); viene applicata con più semplicità a dati con una natura oscillatoria (es. sismogrammi)
- *mapping parametrico*: viene usato per rappresentari dati multidimensionali come suoni; tipicamente, ogni dimensione viene mappata su parametri del suono di tipo fisico (ampiezza, frequenza), psicoacustico (loudness, pitch), percettivo (timbro, ritmo); il principale problema di questo tipo di sonificazione sta nella mancanza di ortogonalità nello spazio psicoacustico dei parametri (es. loudness cambia la percezione del pitch)

Rappresentazioni interattive

Un esempio:

- *sonificazione model-based*: mapping dei dati sui parametri di una sintesi fisica *virtuale*; spesso i dati sono associati a proprietà strutturali di un componente (elasticità, durezza); produce suoni *naturali*, sebbene non sia facile da parametrizzare
- **l'uso di un modello fisico virtuale permette la strutturazione di un pensiero elettronico di tipo resistivo, in cui cioè ogni rapporto causa/effetto possiede una certa fisicità**

Un progetto

La sonificazione delle micro-particelle:

- progetto nato in collaborazione tra l'INFN di Frascati ed il conservatorio S. Cecilia di Roma, che si fonda su ricerche precedenti fatte all'IRCAM di Parigi ed al CNRS francese

Un progetto

La sonificazione delle micro-particelle:

- progetto nato in collaborazione tra l'INFN di Frascati ed il conservatorio S. Cecilia di Roma, che si fonda su ricerche precedenti fatte all'IRCAM di Parigi ed al CNRS francese
- prevede l'uso di dati sperimentali come sorgente della sonificazione e di tecniche di sintesi composite per la creazione di soundscapes artificiali

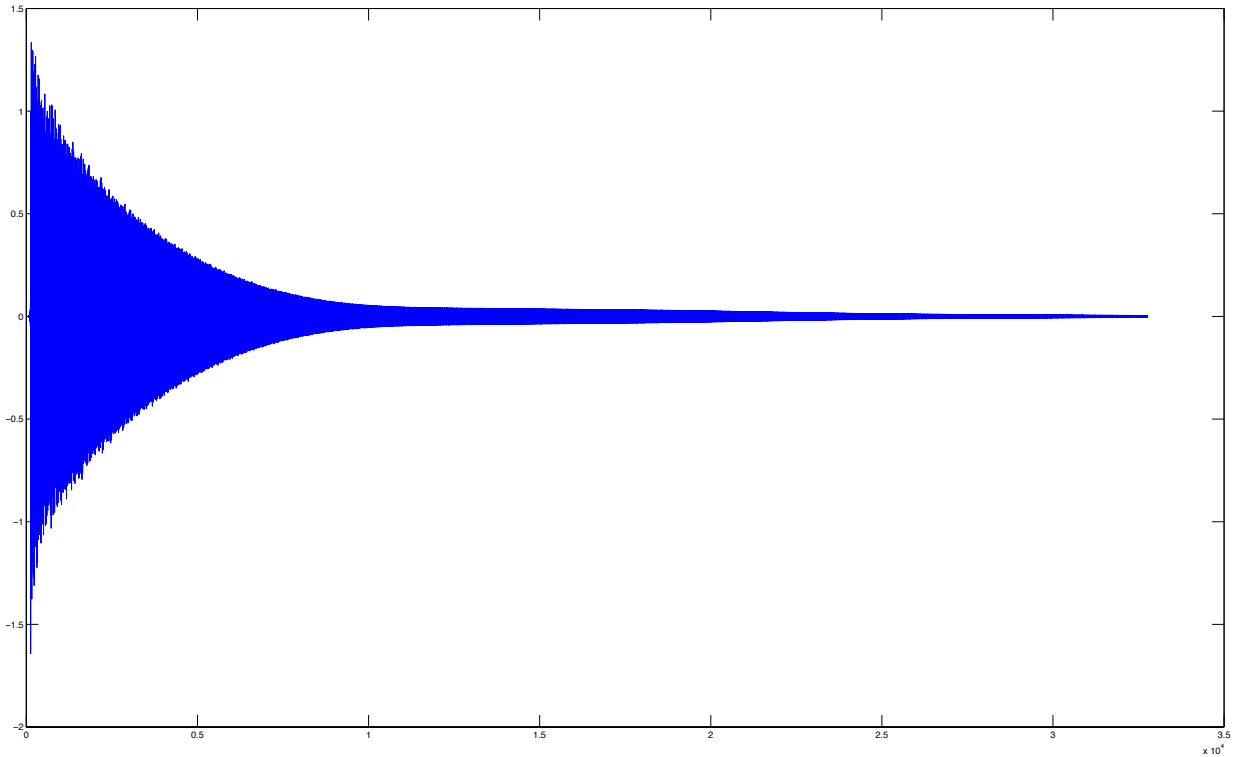
Un progetto

La sonificazione delle micro-particelle:

- progetto nato in collaborazione tra l'INFN di Frascati ed il conservatorio S. Cecilia di Roma, che si fonda su ricerche precedenti fatte all'IRCAM di Parigi ed al CNRS francese
- prevede l'uso di dati sperimentali come sorgente della sonificazione e di tecniche di sintesi composite per la creazione di soundscapes artificiali
- ha una doppia finalità: artistica e didattica

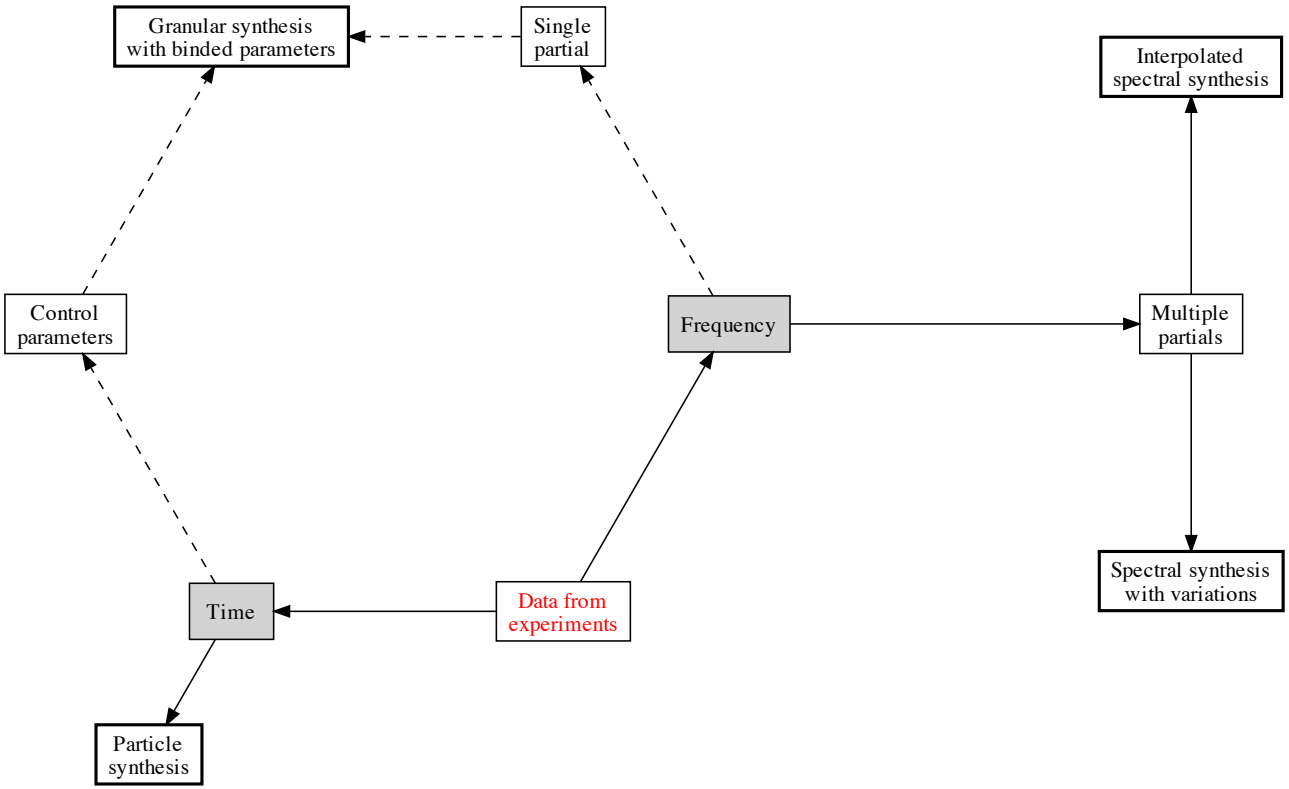
Dati sperimentali

Nel caso del CNRS francese, i dati sperimentali avevano la forma di oscillazioni smorzate, simili ai modi di vibrazione dei corpi:



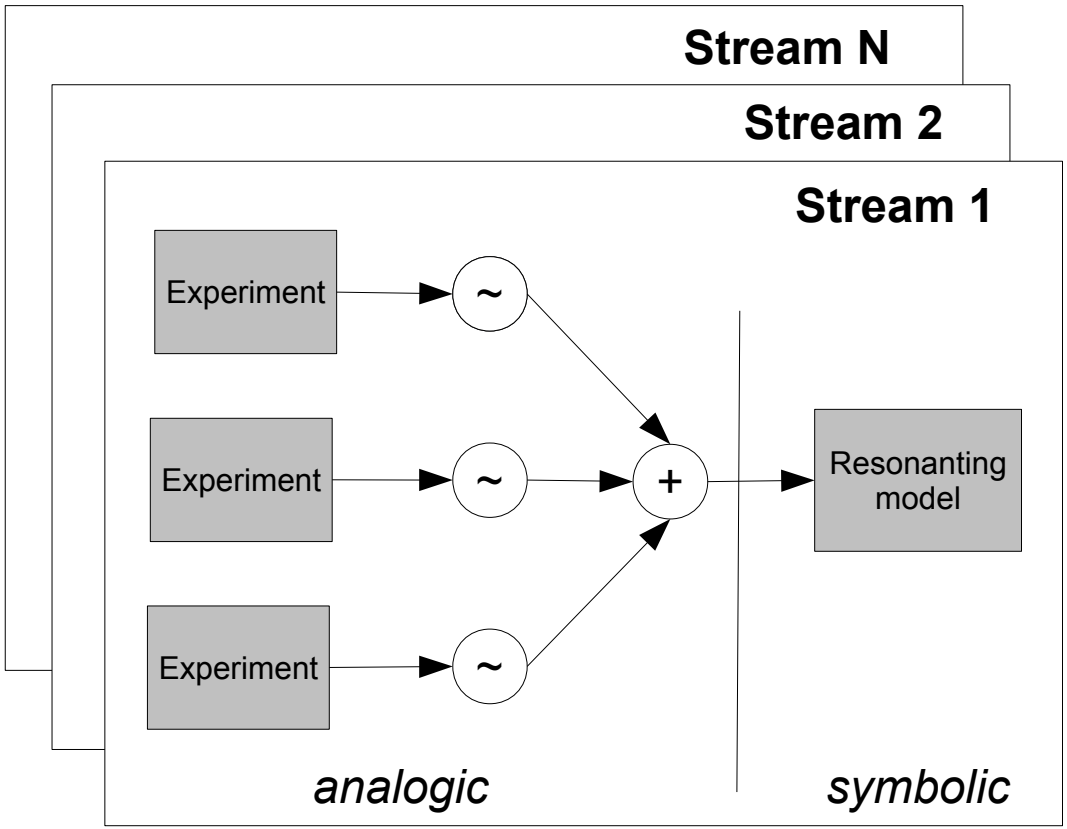
Framework concettuale

Sono state avanzate varie ipotesi possibili sui criteri di mapping, che coinvolgevano sia il dominio del tempo che quello della frequenza:



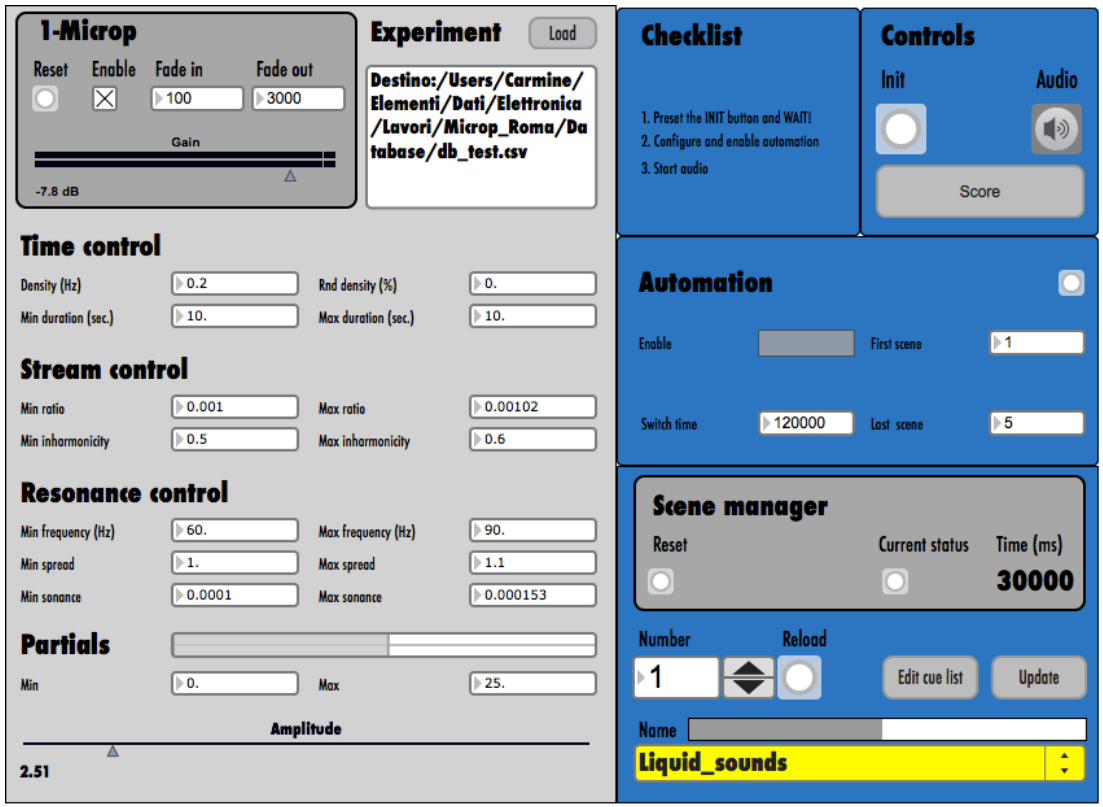
Modello risonante per streams

Alla fine è stato creato un modello basato sul concetto di *risonanza*, organizzato mediante streams paralleli, in cui la fisicità è garantita da un macro parametro chiamato *sonance*:



Implementazione finale

L'implementazione è stata fatta in C++ mediante la creazione di una estensione della piattaforma Max/MSP, chiamata *microp*:



Alcuni esempi

- particelle 1

Alcuni esempi

- particelle 1
- particelle 2

Alcuni esempi

- particelle 1
- particelle 2
- particelle 3

Alcuni esempi

- particelle 1
- particelle 2
- particelle 3
- altri esempi fatti in tempo reale con Max/MSP