



### **ACERBI MATTEO**

**Titolo tesi:** Data Driven Methods for Frequency Response Functions Interpolation

#### **Abstract**

Nel campo della meccanica strutturale, i metodi classici per la caratterizzazione vibrazionale dei corpi sfruttano la ridondanza delle misurazioni acquisite su griglie di campionamento regolari. Tuttavia, vi sono casi in cui parti dei sistemi sottoposti a misurazione non sono accessibili mediante sensori, il che porta ad avere griglie di campionamento irregolari, spesso caratterizzate dalla presenza di fori e dati mancanti. Queste problematiche riguardano inevitabilmente anche specifici studi nel settore dell'Acustica Musicale, dove le analisi vibratorie condotte su strumenti musicali o parti di essi, come le tavole armoniche dei violini, rivelano l'impossibilità di acquisire dati in un qualsivoglia punto della loro superficie. Algoritmi di interpolazione possono essere uno strumento efficace al fine di contravvenire a tal problema, recuperando informazione mancante sulla base di quella acquisita. La categoria più comune è quella dei metodi di interpolazione model-based. In questa tesi proponiamo l'utilizzo di Autoencoder Convolutionali (CA) per l'interpolazione di Risposte in Frequenza (FRF) a partire da griglie afflitte da diversi schemi di sottocampionamento. Questa classe di architetture è in grado di imparare una rappresentazione compressa da un set di FRF sintetizzate mediante Finite Element Analysis (FEA). Test condotti su dati numerici e sperimentali mostrano l'efficacia del modello da noi proposto nel ricostruire strutture dati con una diversa quantità di dati mancanti e la sua capacità di predire FRF reali, indipendentemente dalla frequenza di campionamento utilizzata e dai fattori di smorzamento propri della struttura in analisi.

### **BATTISTI LUCA**

**Titolo tesi:** A practical implementation of non-equal partitioned multi-channel convolver

#### **Abstract**

La convoluzione è un'operazione tra segnali ampiamente utilizzata per le sue numerose applicazioni nell'elaborazione di segnali digitali. Nel campo audio, la convoluzione ricopre un ruolo importante in quanto ha la particolare funzione di modificare le caratteristiche temporali e spettrali di un suono. Queste alterazioni sono definite nella loro totalità dal segnale con il quale la convoluzione è applicata, chiamato Risposta all'Impulso. Questi segnali, infatti, contengono una sorta di impronta acustica che può essere trasferita completamente a un altro suono, che ne acquisirà le sue proprietà. Se inserita in un contesto multicanale, la convoluzione assume significati ulteriori e il campo di applicazioni si allarga. Questo tipo di approccio viene

#### **Polo Territoriale di Cremona**

Via Sesto, 41  
26100 Cremona  
0372 56 7711  
Fax 0372 56 7701  
[segreteria-cremona@polimi.it](mailto:segreteria-cremona@polimi.it)  
[www.polo-cremona.polimi.it](http://www.polo-cremona.polimi.it)

04376620151  
Codice Fiscale 80057930150

Par



utilizzato infatti per gestire le moderne tecniche di suono spaziale come ad esempio Ambisonics, che richiede un'elaborazione matriciale dei segnali coinvolti. Le registrazioni per ottenere questa spazializzazione necessitano di speciali array di microfoni con capsule coincidenti; i segnali provenienti da ogni capsula vanno poi convertiti nel formato standard di Ambisonics mediante l'uso di convolutori multicanale. Un concetto simile si applica anche in una situazione di missaggio di una produzione audio, dove oggetti sonori posizionati nello spazio devono essere convertiti nel formato Ambisonics per poter essere riprodotti nella configurazione di altoparlanti corrispondente. L'uso di particolari matrici permette inoltre ai convolutori di segnali multipli di ottenere microfoni iper-direzionali, o di progettare diffusori la cui direzionalità delle onde acustiche può essere relativa ai movimenti reali di un musicista sul palco. In secondo luogo, specifici array di microfoni e array di altoparlanti possono essere combinati insieme per ottenere una modalità completamente nuova per caratterizzare acusticamente gli ambienti chiusi. Questo metodo permette di acquisire matrici di Risposte all'Impulso chiamate MIMO, che possono essere sfruttate in numerose applicazioni di analisi acustica e di arricchimento del suono spaziale. Questo lavoro si prefigge di analizzare un'esistente realizzazione open-source di un convolatore multicanale, con un'attenzione particolare alla fase di caricamento delle matrici.

#### **MONTALI ALESSANDRO**

**Titolo tesi:** Interpreting Deep Neural Networks Models for Acoustic Source Localization using Layer-wise Relevance Propagation

#### **Abstract**

L'applicazione delle tecniche di apprendimento profondo a problemi di elaborazione spazio-temporale del suono è cresciuta regolarmente nel corso degli anni, permettendo di ottenere ottime prestazioni. Tuttavia, i metodi basati sull'apprendimento profondo sono generalmente trattati come modelli a scatola chiusa rispettivamente alla loro relazione tra ingresso e uscita. Per interpretarli e trarre vantaggio dalla loro conoscenza, è cresciuto l'interesse verso la comprensione di come questi modelli derivino le decisioni finali. In particolare, l'obiettivo di questa tesi è quello di esplorare l'interpretabilità di modelli di reti neurali profonde per localizzazione di sorgenti e stima della direzione di arrivo, usando la tecnica della propagazione della rilevanza attraverso gli strati della rete. Proponiamo una strategia basata su questa tecnica per manipolare le componenti dell'ingresso più rilevanti, in modo da fornire una visione all'interno del processo di apprendimento di due modelli esistenti per localizzazione di sorgenti e stima della direzione di arrivo.

#### **SIMEON FEDERICO**

**Titolo tesi:** Mechanical parameter estimation for vibrometric analysis and development of a low-cost platform for violin making

#### **Abstract**

Il raggiungimento della risposta acustica perfetta di uno strumento musicale è il sogno di ogni liutaio. Durante il processo di costruzione, egli ha a che fare con due problemi principali: la selezione del pezzo di legno migliore con cui lavorare e le successive analisi vibrometriche



durante il processo di produzione, fino a quando il prodotto raggiunge la risposta desiderata. Perciò, per il liutaio è importante avere strumenti che lo supportino nella risoluzione di questi problemi. Il criterio di selezione è basato principalmente sulle proprietà elastiche del materiale, quantificate dai suoi parametri meccanici. È necessaria dunque la corretta caratterizzazione di questi parametri. Questa tesi propone un metodo per la stima dei parametri meccanici in modo non costoso e non distruttivo. In particolare, il metodo fornisce una stima robusta del modulo di elasticità nelle due direzioni principali della piastra di legno (parallela e perpendicolare alle fibre) e del modulo di rigidità. La metodologia consiste in una procedura di Experimental Modal Analysis (EMA) seguita dalla stima effettiva dei parametri usando delle formule derivate dalla teoria delle vibrazioni.