

Approcci computazionali all'analisi musicologica: un caso di studio

Abstract

L'utilizzo di metodologie di Computer Science in ambito musicologico ha aperto le porte a un nuovo e crescente settore di indagine, all'interno della più grande area del Digital Signal Processing, chiamato "Music Information Retrieval" (MIR). Questo settore interdisciplinare che raccoglie contributi da differenti discipline come Informatica, Ingegneria, Psicologia e Musicologia, si prefigge tra i suoi obiettivi quello di fornire strumenti per arricchire l'esperienza interattiva con la musica. Attualmente le sue principali applicazioni si ritrovano nell'industria di servizi multimediali, per automatizzare operazioni come il riconoscimento di caratteristiche musicali, trascrizione, catalogazione e raccomandazione di brani musicali, sincronizzazione del flusso audio con stimoli esterni e creazione di musica generata da intelligenza artificiale.

Il presente studio ha voluto mostrare alcuni strumenti di indagine MIR applicati in un contesto pratico di analisi. Sono state confrontate le caratteristiche di un brano originale scritto da un compositore professionista contemporaneo con altri due brani provenienti dalla tradizione colta europea.

I risultati ottenuti permettono di dare nuove chiavi lettura alle differenze strutturali e stilistiche dei brani in esame, confermando l'utilità delle tecniche computazionali per lo studioso di settore ma anche per il compositore interessato a comprendere un determinato linguaggio musicale.

Metodo e brani scelti

L'analisi è stata condotta attraverso il linguaggio di programmazione *GNU Octave*, e la libreria *MIDI Toolbox*, un software creato per la ricerca musicale che utilizza files MIDI. Si è scelto di esaminare uno studio per tre trombe, scritto dal compositore e musicista professionista Gaetano Zocconali: *May 2021*. Il brano è un esempio del linguaggio di avanguardia di questo compositore, dichiaratamente in rottura con i dettami della cultura tradizionale. In questo linguaggio è possibile trovare elementi *Funk Jazz*, uniti a tratti del tutto personali, di difficile comprensione in ottica tonale, che tuttavia sono di forte impatto e lasciano disorientato l'ascoltatore.

Il brano è stato messo in relazione con un *Preludio* (BWV 870) e una *Sarabanda* (BWV 1013) di Johann Sebastian Bach. Il *Preludio* e la *Sarabanda* sono opere che mostrano caratteristiche tipiche della musica colta europea, il primo è un brano polifonico mentre il secondo è per flauto solo. Le motivazioni della scelta sono nate dalla volontà di confrontare, attraverso strumenti computazionali, brani molto diversi tra loro per testare quali aspetti potessero essere messi in luce rispetto a un'analisi musicologica tradizionale.

L'analisi computazionale ha utilizzato la partitura dei brani in formato MIDI, anche se durante la presentazione in occasione della manifestazione "Arte e Scienza", è stato possibile ascoltare la registrazione di *May 2021* suonata dai Maestri Giancarlo Ciminelli e Claudio Graziano.

Estrazione delle caratteristiche di studio

Il passo preliminare dell'analisi è la definizione delle caratteristiche di studio e la loro estrazione in forma numerica dal brano. Nel presente studio ci si è focalizzati in via preliminare sulla struttura della disposizione delle note nel tempo e in altezza, anche se la struttura delle articolazioni di dizione stilistica, che è parte integrante dell'esecuzione dal vivo, risulta di notevole interesse (e precisamente codificata nelle partiture di Zocconali).

A partire dai file MIDI che rappresentano la partitura dei brani, è stato estratto l'insieme finito $\Omega = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ degli eventi musicali, ogni evento è stato considerato come un vettore che contiene determinate caratteristiche a seconda dell'analisi da effettuare, ad esempio per rappresentare la disposizione delle altezze e delle durate nel tempo (figura 1), il vettore $v_i = (t_i, p_i, d_i)$ contiene tre caratteristiche: il punto di inizio t_i detto *onset*, misurato in multipli della pulsazione di riferimento (*beat*), la sua altezza p_i espressa attraverso una nota musicale e la durata p_i anch'essa in multipli del *beat*.

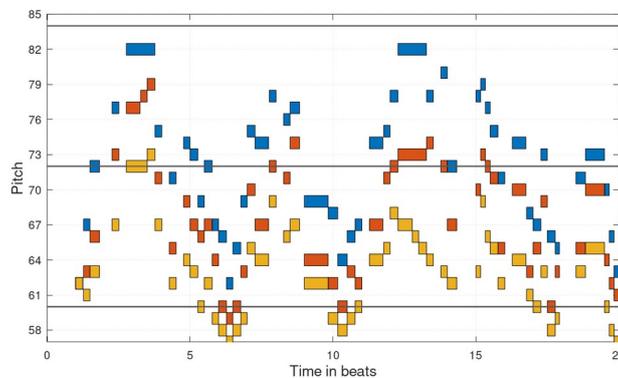


Figura 1: Rappresentazione dell'inizio del brano *May 2021*, ogni parte è rappresentata con un diverso colore.

Analisi degli accenti metrici

L'organizzazione metrica tradizionale prevede di norma la ripetizione ciclica di strutture percettive della durata di un certo numero di pulsazioni, uguali tra loro. La disposizione degli elementi del discorso sonoro formano in modo del tutto naturale nell'ascoltatore dei momenti di rilevanza percettiva. Si parla in questi casi di accenti di intensità, durata, altezza o timbro, e la loro ripetizione in punti costanti del ciclo metrico crea delle aspettative più o meno consistenti che danno vita ad un'alternanza di accenti forti e deboli all'interno del metro stesso.

E' possibile verificare che la disposizione degli accenti nella musica occidentale segua principalmente una disposizione simmetrica all'interno di strutture metriche binarie o ternarie. Ad esempio osservando la distribuzione delle note del *Preludio* (fig. 2A) all'interno del proprio metro di riferimento in $\frac{4}{4}$, si nota una prevalenza di note sui tempi forti (la grandezza dei cerchi è in relazione al numero di note suonate in quelle posizioni e i cerchi rossi indicano i tempi forti).

Contrariamente nel brano di Zocconali assistiamo a continui cambi di metro, l'organizzazione delle misure è subordinata alle logiche del discorso melodico, non organizzato in maniera ripetitiva.

Anche dove localmente si ritrova lo stesso metro $\frac{4}{4}$ per un certo numero di misure, la disposizione

delle note crea accenti inconsueti (fig. 2B), non ricorrenti, tali da generare momenti inaspettati per l'ascoltatore.

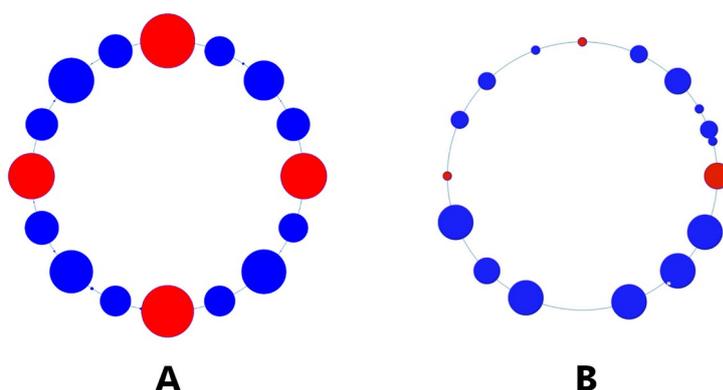


Figura 2: Disposizione ciclica delle note rispetto alla struttura metrica. I cerchi rossi indicano le posizioni dei tempi forti, i cerchi azzurri indicano le posizioni dei tempi deboli. La grandezza di ogni cerchio è proporzionale alla quantità di note che viene suonata in una determinata posizione. A: *Preludio*. B: *May 2021*.

Analisi delle altezze

La distribuzione delle altezze rispetto a delle classi di riferimento (*pitch-class*) crea la scala o le scale che vengono utilizzate nel brano. Gran parte della musica occidentale è costruita su scale diatoniche o pentatoniche: sottoinsiemi della scala cromatica che comprendono sette o cinque *pitch-classes*. La figura 3A mostra la distribuzione delle altezze nel *Preludio* di Bach mettendo in luce il prevalente uso di scale diatoniche di *Do* e di *Fa* (con progressioni che insistono su tonalità maggiori o relative minori). La figura 3B mostra la stessa analisi su *May 2021*, in questo caso non esiste una netta prevalenza di alcune note sulle altre, neanche all'interno della stessa misura, la musica di Zocconali è infatti espressamente estranea dal concetto di tonalità.

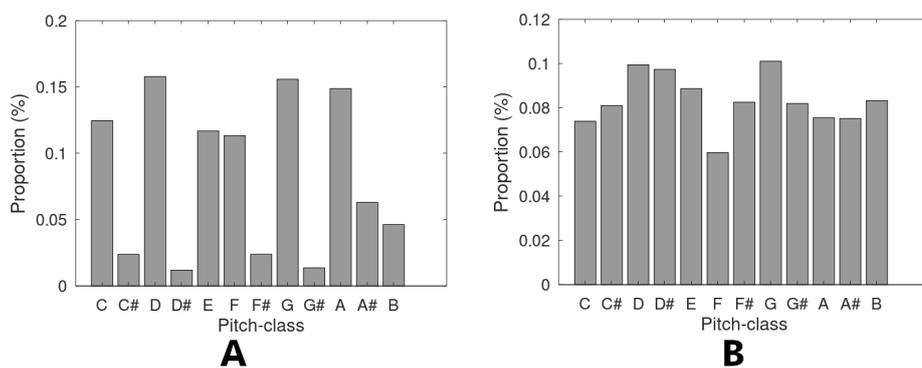


Figura 3: Distribuzione delle altezze nella Pitch-class di appartenenza. A: *Preludio*. B: *May 2021*.

Per quanto riguarda l'analisi degli intervalli melodici, sono state messe a confronto le singole voci del brano di Zocconali con *Sarabanda* in quanto quest'ultimo è un brano monofonico a differenza del *Preludio*. I risultati hanno mostrato due distribuzioni simili, con una predominanza degli intervalli melodici piccoli rispetto a quelli più ampi. In figura 4 possiamo vedere una somiglianza tra la distribuzione degli intervalli di *Sarabanda* (A) e *May 2021* (B). Si può notare anche che in entrambe le distribuzioni l'intervallo di unisono viene scarsamente utilizzato, anzi in Zocconali è praticamente assente.

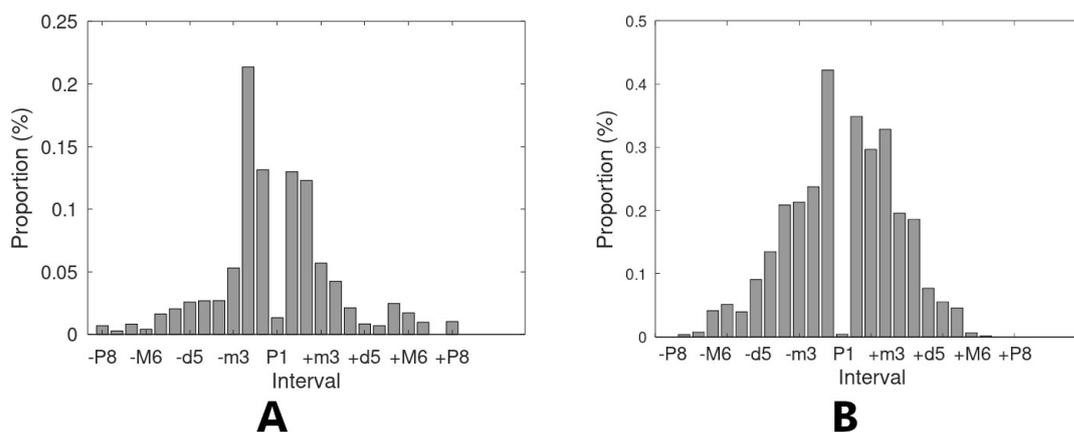


Figura 4: Distribuzione degli intervalli melodici. In ogni grafico la colonna P1 corrisponde agli intervalli di unisono, le colonne contrassegnate con il segno + corrispondono a intervalli ascendenti, le colonne contrassegnate con il segno - corrispondono a intervalli discendenti. A: *Sarabanda*. B: *May 2021*, ogni voce è stata analizzata separatamente e il grafico mostra la somma dei risultati parziali.

Una ulteriore analisi sulla qualità degli intervalli melodici in relazione alla loro direzione rileva che gli intervalli discendenti in *May 2021* sono in proporzione più estesi di quelli ascendenti e ciò risulterebbe estraneo alla tradizione occidentale in base alle ricerche effettuate da Vos & Troost (1989).

Elementi formali

Le matrici di auto-similarità sono uno strumento di fondamentale importanza per catturare le proprietà strutturali di un brano (Müller, 2015), si tratta di matrici quadrate che vengono formate attraverso una operazione di confronto; tipicamente un prodotto scalare tra coppie di vettori di caratteristiche. Ogni vettore descrive la condizione delle caratteristiche ad un certo momento e viene confrontato con tutti i vettori precedenti e successivi del brano stesso.

Nell'indagine formale di *May 2021* sono stati calcolati gli intervalli armonici delle note che si sovrapponevano almeno parzialmente in partitura, tali valori sono stati inseriti in un vettore di caratteristiche insieme al valore di altezza della nota al canto (*lead*) presente in quel momento. In questo modo si è voluto osservare le proprietà della struttura armonica che sorregge la melodia principale.

Il vettore delle caratteristiche per il brano *May 2021* è risultato: $v = (H_1, H_2, H_3, p)$ dove H_1, H_2, H_3 , sono gli intervalli armonici possibili e p la *lead* presente in quel punto del brano. Per il *Preludio* il vettore è risultato: $v = (H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, p)$ perché essendo un brano a quattro voci, sono possibili 6 combinazioni di intervalli armonici fra coppie di note, in un determinato momento.

La covarianza incrociata tra il profilo melodico della *lead* in relazione all'estensione complessiva degli intervalli armonici in un determinato punto ha rilevato una buona correlazione in *May 2021* e una ancora migliore correlazione in *Preludio*.

La matrice di auto-similarità degli intervalli armonici rispetto la *lead* per *Preludio* è riportata in figura 5A ed è possibile osservare chiaramente in essa delle strutture ricorrenti. La stessa matrice di auto-similarità per *May 2021* viene mostrata in figura 5B, in essa si possono notare delle strutture di ripetizione ma in forma meno chiara.

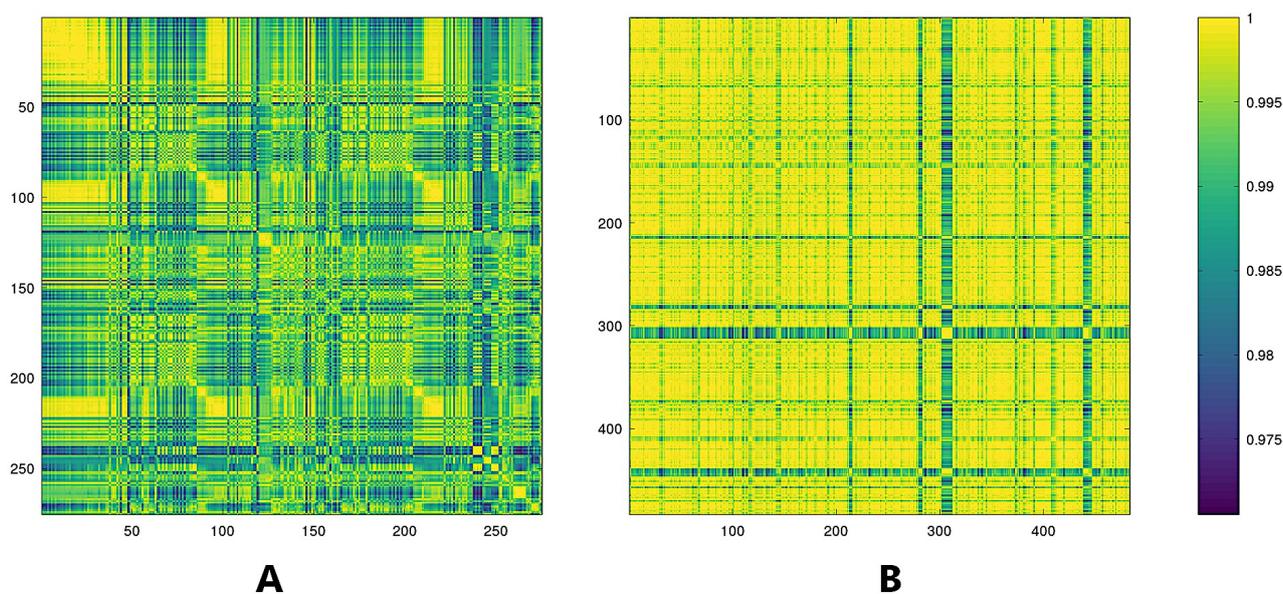


Figura 5: Matrici di auto-similarità della struttura armonica in relazione con la nota più acuta del tema. A: *Preludio*. B: *May 2021*.

Discussione

Già dalle premesse di questo studio era stato preannunciato di incontrare un brano d'avanguardia, estraneo alle logiche della musica tradizionale europea. I risultati hanno confermato tali premesse, tuttavia l'utilizzo di strumenti di musicologia computazionale ha permesso di cogliere aspetti inusuali e di apprezzare anche la presenza di elementi comuni tra i brani. Ad esempio se da un lato l'utilizzo degli accenti metrici e della scala di riferimento è in netto contrasto tra i brani tradizionali e il brano d'avanguardia, la costruzione del profilo melodico segue delle logiche comuni, attraverso l'uso di piccoli salti melodici preferiti a quelli più estesi, le note ribattute vengono evitate, mentre la prevalenza degli ampi salti melodici discendenti in *May 2021* potrebbe essere un espediente per creare sorprese percettive.

Un altro elemento comune tra i brani è l'uso di intervalli armonici più estesi quando la melodia sale nei registri più acuti, oppure l'uso comune di altre regole di condotta delle parti che per l'economia del discorso non sono state trattate, come il divieto dello scambio delle parti o del moto parallelo.

I risultati raccolti non hanno la pretesa di fornire un'analisi esaustiva dell'opera, gli aspetti forse più interessanti legati all'interpretazione della partitura da parte dei musicisti non sono stati considerati, dato il carattere preliminare di questa ricerca. Tuttavia gli strumenti di analisi computazionali utilizzati si sono dimostrati in grado di offrire preziose riflessioni e risposte per il ricercatore che voglia indagare componenti inesplorate del linguaggio musicale. Come ricorda Meredith (2016) l'analisi fornisce risposte multiple proprio a causa della stessa natura di un brano musicale e quindi ci possono essere multiple prospettive di analisi, senza che una abbia la pretesa di prevalere sulle altre.

Ringraziamenti:

Si ringrazia Giancarlo Ciminelli e Claudio Graziano per aver dato voce alla partitura di *May 2021* e Monserrat per aver supportato la preparazione e la presentazione del lavoro durante la manifestazione di “Arte e Scienza”.

Bibliografia e riferimenti in rete

Müller, M. (2015). *Fundamentals of Music Processing Audio, Analysis, Algorithms, Applications*. Springer.

Meredith, D. (2016). *Computational Music Analysis*. Springer.

MIDI Toolbox : <http://www.jyu.fi/musica/miditoolbox/>

Vos, P. G., & Troost, J. M. (1989). Ascending and descending melodic intervals: statistical findings and their perceptual relevance. *Music Perception*, 6(4), 383-396.