

# VERSO UN'OPERA MUSICALE ADATTIVA (e INTERATTIVA)

**Riccardo Dapelo**

Conservatorio "G. Nicolini" Piacenza

ricdapelo@gmail.com

www.riccardodapelo.com

## SOMMARIO

In questo articolo si delineano alcune ipotesi di implementazione di un'opera "adattiva" musicale per uno o più esecutori e sistema di live electronics. Tali ipotesi si fondano su una serie concreta di studi, inaugurati nel 2015, che hanno incluso tutti i parametri dell'opera, dal momento del concepimento alla realizzazione della partitura, dalle istruzioni per l'esecuzione alla concezione algoritmica del live electronics. L'obiettivo, innanzitutto compositivo e al tempo stesso algoritmico, era ed è quello di progettare e realizzare un'opera non definita/chiusa a livello temporale, capace di adattarsi al mutare di alcune condizioni durante la sua esecuzione.

## 1. INTRODUZIONE

Per progettare questo ciclo di lavori tale è stato necessario definirne i vari aspetti:

- la capacità di reagire agli stimoli forniti dall'esecutore;
- la simulazione di una "coscienza temporale" (memoria del tempo trascorso durante la performance);
- la manipolazione di strutture simboliche (frammenti di partiture);
- la abilità di operare scelte sulla base di quanto eseguito (o prodotto dal sistema) fino al momento attuale;
- il mantenimento del controllo della densità massima, senza degenerazione entropica.

Restava da definire in quale modo e se fosse possibile che la scrittura stessa potesse venir coinvolta nel processo dalla sua fondazione. Pertanto con una tecnica di retro-dizione, analizzando le conclusioni desiderate sono state definite le condizioni tecniche necessarie per la realizzazione.

*Copyright: © 2016 Riccardo Dapelo. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/), which permits copy, distribute, display and perform only verbatim copies of it, not derivative works based upon it, provided the original author and source are credited.*

### 1.1 I precedenti

A partire dagli anni 60 l'idea di un'opera musicale aperta, mutevole e che potesse cambiare ad ogni esecuzione ha avuto molti sostenitori [1] e sperimentatori [2]. Ovviamente la "apertura" si poteva verificare in sede compositiva e/o performativa, delegando agli esecutori l'assemblaggio finale di una serie di indicazioni compositive lasciate più o meno velatamente (o volutamente) indefinite. Ma l'indefinito in sé non contiene il nucleo dell'opera aperta, né appare sufficiente a risolvere il problema (il compositore aveva comunque predeterminato il campo delle azioni possibili).

Sicuramente l'approccio stocastico, probabilistico (comunemente definito aleatorio) può liberare l'opera musicale dal carico simbolico della narrazione,<sup>1</sup> ma non riesce spesso a scongiurare un valore molto alto di imprevedibilità percettiva e una certa impossibilità di controllo del campo mini e meso-strutturale.<sup>2</sup>

Scrive K. Stockhausen a proposito della *moment-form* :

*"In queste forme un minimo o un massimo può essere previsto in ogni momento, e nessuna direzione di sviluppo può essere prevista con certezza dato il momento attuale; hanno sempre già cominciato, e potrebbero continuare per sempre"[2].*

In queste affermazioni emerge uno dei problemi che hanno afflitto alcuni tentativi di opera aperta dell'epoca: l'eccesso di imprevedibilità. Questo eccesso di imprevedibilità può peraltro riflettersi in maniera critica sia nella percezione sia nella scrittura.<sup>3</sup> Visto lo stadio attuale della composizione algoritmica sarebbe relativamente semplice creare un sistema algoritmico-stocastico con le caratteristiche percettive (ma anche formali) descritte da Stockhausen, cioè un sistema dato di proporzioni

<sup>1</sup>...è un approccio compositivo in cui è volutamente evitata una linea narrativa complessiva. I momenti componenti in tale forma sono legati da un principio non lineare di proporzioni. Se questo sistema di proporzioni esaurisce una serie di possibilità, la forma è definita 'chiusa'; se no, o se la serie di proporzioni non è finita, allora la forma è 'aperta'. [2]

<sup>2</sup>I. Xenakis distingue in *Formalized Music* tra microstruttura (= timbro), ministruttura (= nota), mesostruttura (= poliritmo, scale melodiche di intensità), macrostruttura (= evoluzione globale dell'ordine di decine di minuti).[3]

<sup>3</sup>Se, come illustrato successivamente, si può definire "stile" una invarianza organizzativa del materiale sonoro, con questo tipo di comportamento si può ottenere una variazione totale e continuata, che potrebbe essere definita "stile" a sua volta e che però sfugge al controllo percettivo del compositore e dell'ascoltatore.

temporali che regola eventi non correlati tra loro. D'altro canto i sistemi di live electronics si sono sempre più evoluti verso la massima e ampia reattività, abituandoci a livelli sempre più sofisticati di interazione diretta. L'unica mancanza di questi sistemi consiste nell'assenza di capacità semantiche, di interpretazione di ciò che avviene, sia in un singolo evento sia soprattutto a livello di flusso temporale. Al giorno d'oggi, con lo sviluppo delle tecnologie di sensori, realtà espansa, aumentata ecc, su cui ci invita a riflettere anche il titolo di questo CIM - Estensione dell'interattività -, la prospettiva di introdurre ed esplorare capacità semantiche di un sistema sembra allettante e praticabile.

## 2. DEFINIRE L'ADATTIVITÀ

A seguito di queste considerazioni la ricerca è consistita nel progettare un'opera aperta con le seguenti caratteristiche:

- adattiva (in grado cioè di adattarsi a certe condizioni esterne e/o ai loro mutamenti), in cui però sia possibile il controllo di determinati aspetti temporali, (in primis, ma non solo, la modulazione della densità degli eventi nel micro e macro livello);
- che consenta e realizzi ciò che M. Lupone definisce "stile" (invarianza organizzativa del materiale sonoro [4]);
- interattiva, ossia in forma dialogante con uno o più esecutori;
- in cui le azioni possibili, sia da parte dell'esecutore sia da parte del sistema, non siano predeterminate; altrimenti si tratterebbe semplicemente di assegnare un coefficiente di probabilità a una delle diverse possibili soluzioni;
- che sia in grado di reagire a uno stimolo diretto e simuli un certo grado di memoria del passato prossimo (attraverso la scrittura?);
- che sia in grado di manipolare strutture simboliche (frammenti di partitura sia in input che in output);
- che sia in grado di rilevare alcuni comportamenti dell'esecutore (ad es. la dinamica media, la densità di eventi prodotti ecc);

Nell'affrontare il percorso, trattandosi di un tale livello di complessità, si è preferito optare per lo studio, ossia una forma in cui poter sperimentare un sistema di ipotesi, test, retro-dizione, visti i limiti metodologici che l'opera d'arte presenta.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Nel caso dell'arte si pone un problema metodologico bidirezionale: una ipotesi elegante e/o efficiente non garantisce un risultato (estetico) equivalente e/o controllabile e d'altronde un risultato eccellente non sempre può essere formalizzato o replicato. La predicibilità del risultato non può essere stabilita, se non a posteriori. Scrive a proposito P. Veyne: "opera d'arte che per quanto oggettiva, non ha metodo e

Il percorso di studio e progettazione è iniziato con Adaptive\_Study#01-Lexicon<sup>5</sup> e proseguito con Adaptive\_Study#02-Symbolic structures per Sax Contralto e Live electronics, qui di seguito descritto.<sup>6</sup>

### 2.1 Suggerimenti della biologia evolutiva

La riflessione su queste problematiche e la ricerca di una possibile metodologia in grado di unificare la realizzazione compositiva e la sua declinazione temporale attraverso il live electronics, ha portato ad esplorare e ricercare aspetti della biologia evolutiva che potessero rappresentare una fenomenologia applicabile al caso in oggetto o che, a proposito, si potessero "adattare" al progetto. Metodologicamente si può partire dalla definizione di uno o più risultati per selezionare e ricavare i processi più efficaci/efficienti. In questo caso volendo progettare un sistema che dovesse operare in input un riconoscimento e successivo concatenamento di strutture musicali (di tipo monodico, almeno per i primi passi della ricerca) sono stati mutuati alcuni concetti dalla biologia evolutiva, specificamente per trovare regole di connessione e selezione di microstrutture. Spesso nella tras migrazione di concetti i sistemi viventi presentano caratteristiche utili e stimolanti sul piano artistico.<sup>7</sup> La sperimentazione di modelli si è orientata verso una pluralità di soluzioni alternative e concomitanti, senza concentrarsi su una unica soluzione o via ottimale, cercando di cogliere i medesimi aspetti da entrambi i lati del problema, l'aspetto della elaborazione elettronica e quello della scrittura.<sup>8</sup>

### 2.2 Adattamento

Il termine **adattamento** [7] in biologia si riferisce alla facoltà degli organismi viventi di mutare i propri processi metabolici, fisiologici e comportamentali, consentendo loro di adattarsi alle condizioni dell'ambiente nel quale vivono. In particolare, l'adattamento è riferito alle modificazioni di una struttura anatomica, un processo fisiologico o un tratto comportamentale di un organismo che si è evoluto in un certo periodo di tempo come effetto della selezione naturale, in maniera tale da au-

tanto meno è scientifica. Lungi dallo sboccare in una scienza o in una tipologia, essa non cessa di confermare che l'uomo è materia variabile sulla quale è impossibile pronunciare un giudizio permanente". [5]

<sup>5</sup>per Sax baritono e live electronics (Eseguito con G. Antongirolami a Piacenza nel 2015).

<sup>6</sup>Il prossimo step sarà Adaptive\_Study#03\_Lsystems per cello, pft, live e immagini di prossima realizzazione (novembre 2016).

<sup>7</sup>A tale proposito si cita un estratto dal programma di artescienza 2016 del CRM: "l'Arte e la Scienza connessi attraverso l'intuizione, la migrazione dei concetti, le tecnologie e i metodi sperimentali, rispondono alle esigenze di una percezione più sofisticata e complessa della realtà. La bellezza, l'emozione, la comprensione e il sapere sono gli elementi immediatamente riconoscibili della loro sinergia, sono gli elementi che percepiamo come dono per la nostra intelligenza o sensibilità, [...]".

<sup>8</sup>In particolare in questa fase è risultato utile il modello sperimentazione-decimazione-diversificazione-riduzione secondo cui si crea una radiazione iniziale e si procede poi per adattamenti successivi alla selezione di un ristretto numero finale di candidati. [6]



ESEMPI di possibili Exaptation sul ritmo (raggruppamenti di prossimità diversi dalla lettura iniziale)

**Figura 1.** exaptations sulla prossimità temporale



ESEMPI di possibili Exaptation sulle altezze (raggruppamenti di prossimità frequenziale)

**Figura 2.** exaptations sulle altezze. Chunk generato dalla combinazione di lettura 1 e lettura 2 (cfr. Fig 4)

mentare il successo riproduttivo di tale organismo (nelle determinate condizioni ambientali in cui si trova).

Nel cercare una riverberazione musicale di questo concetto sono stati presi in esame alcuni parametri che potevano essere strutturalmente significativi: in un adattamento diretto (inizialmente a livello piuttosto rudimentale) la valutazione della velocità di esecuzione (valore medio delle durate delle note trascritte in input) in un dato intervallo temporale influenza la velocità delle sequenze proposte dal sistema in output;<sup>9</sup> in seguito sono state esplorate possibilità di adattamento più raffinate, valutando la densità media di un certo intervallo temporale. Il sistema mentre trascrive non è attualmente in grado di valutare la velocità/densità di esecuzione, se non con un certo grado di ritardo, il tempo fisiologico/algoritmico della formazione (ossia trascrizione) dell'immagine percettiva, che sarà poi accessibile come ricordo. [8] Attualmente la velocità di esecuzione delle sequenze in output ha una possibilità di aggiustamento manuale.<sup>10</sup> In una accezione di livello superiore l'adattamento dovrà anche stabilire la percentuale di successo delle diversificazioni ottenute mediante **exaptations**.

### 2.3 Exaptation<sup>11</sup>

Nell'exaptation un carattere evoluto per una particolare funzione ne assume una nuova, indipendente dalla primitiva: un classico esempio è costituito dalle piume degli uccelli, evolute dai dinosauri presumibilmente per scopi di isolamento termico e poi rivelatesi utilissime per il volo, oppure il primitivo polmone che si è evoluto dalla vescica natatoria dei pesci. Nella specie umana, le pieghe laringee, comparse per impedire che il rigurgito del cibo entrasse nei polmoni, sono state successiva-

mente cooptate per produrre suoni e si sono trasformate nelle corde vocali, pur mantenendo la loro funzione originaria. Nel caso musicale le exaptations sono state implementate in scrittura variando la distanza e/o il raggruppamento tra alcune figure ritmiche, applicate alla lettura dei frammenti (Fig.1), oppure ad altezze contigue di differenti figure (Fig.2), creando dei nuovi raggruppamenti di prossimità temporale o frequenziale.

È quindi possibile definire exaptation musicale, almeno a questo stadio del lavoro, la creazione arbitraria di raggruppamenti di prossimità temporale e/o frequenziale.<sup>12</sup> In questo modo si può esplorare il possibile adiacente, ossia l'insieme degli stati potenziali che distano un solo step dallo stato attuale. Allo stesso modo gli algoritmi di live electronics operano dei raggruppamenti simili sulle strutture da interpretare, trascritte in frammenti di partitura.

## 3. TECNICHE DI SCRITTURA

Dati i presupposti indicati nel paragrafo precedente per la scrittura musicale il punto di partenza è stato la conclusione, ossia il tentativo di ottenere, a partire dal materiale iniziale che ancora non esisteva<sup>13</sup>, una potenzialità di radiazione percettiva del materiale musicale che potesse assicurare il controllo dello stile. I requisiti per la generazione di mini-strutture (unità di articolazione) [10, 11] devono presentare:

- una alta capacità combinatoria;
- una dimensione relativamente breve;
- un certo numero di ripetizioni di alcune altezze;
- una capacità (ovviamente arbitraria) di costituirsi in "figure" percettivamente definibili e/o riconoscibili;
- la capacità delle "figure" di unirsi in "chunks", sequenze complesse di ordine superiore; [12]

<sup>9</sup> Questa operazione di valutazione si aggiunge al ritardo iniziale dovuto al primo segmento di trascrizione.

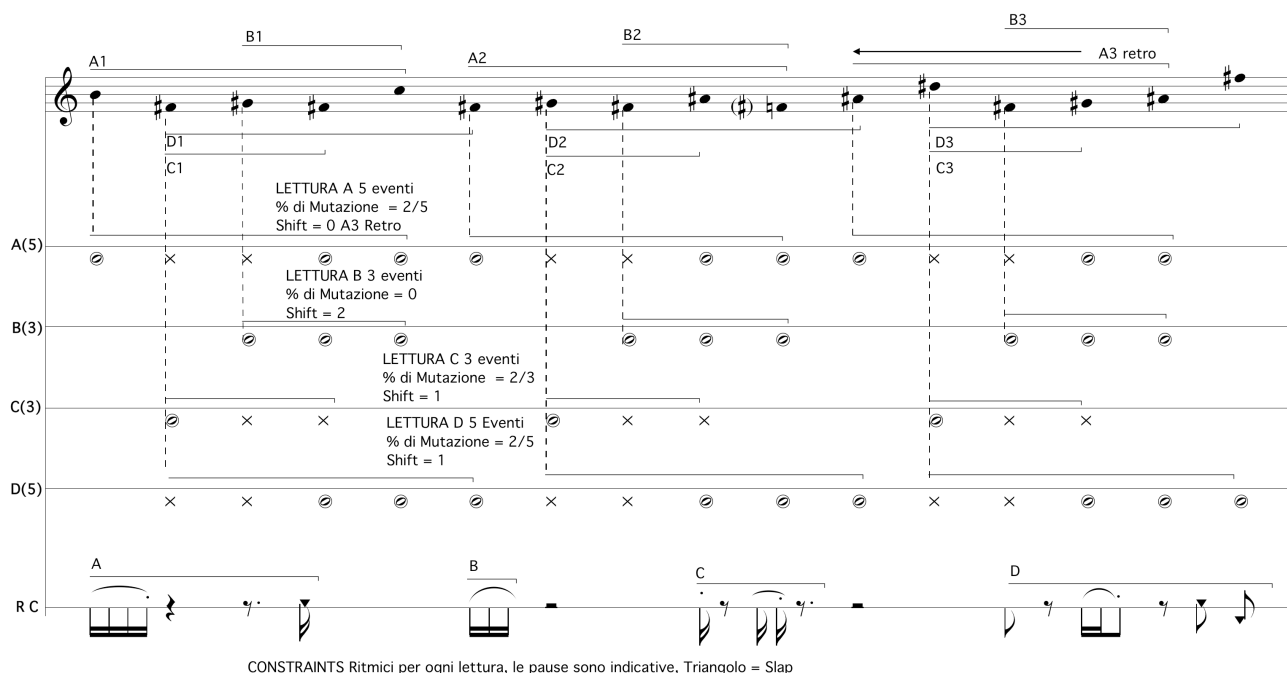
<sup>10</sup> Nelle fasi di studio l'obiettivo è comunque di ottenere un risultato artisticamente soddisfacente, pertanto sono stati inseriti aggiustamenti arbitrari ove necessario.

<sup>11</sup> Il **preadattamento** (o exattamento) è un concetto utilizzato per descrivere un particolare tipo di evoluzione delle caratteristiche degli esseri viventi; dall'espressione inglese *exaptation* introdotta da Stephen Jay Gould ed E.S. Vrba. [9]

<sup>12</sup>Lo studio preliminare della costruzione compositiva dei frammenti ovviamente favorisce la formazione di queste exaptations (cfr Fig.3).

<sup>13</sup>Scandagliare le dinamiche di ciò che ancora non è.

## START\_SEQ



**Figura 3.** La matrice di generazione dei materiali

Successivamente è stato elaborato un piano delle possibili conseguenze di ogni singolo tratto.<sup>14</sup>

Il punto di partenza è stata una sequenza di altezze generata da un algoritmo di uno dei primi software di Computer Aided Composition<sup>15</sup> [13] che ha delle caratteristiche morfologiche<sup>16</sup> che soddisfano potenzialmente quanto sopra espresso, sulla quale sono state effettuate:

- quattro diverse letture della sequenza con tecniche di segmentazione indicate nella Fig.3,<sup>17</sup> con segmenti che hanno indici di mutazione (possibilità di sostituire l'altezza originale) diversi, ottenendo tre differenti "sequenze"(Fig.4), tramite l'applicazione di uno strato di constraints (figure ritmiche obbligate);<sup>18</sup>



**Figura 4.** le 3 letture successive, con shift iniziale di 1/16 (lett2) e di 3/16 (lett3)

<sup>14</sup> In senso gestaltico, di buona e/o possibile continuazione.

<sup>15</sup> Open Music in una delle sue prime versioni. Non è stato possibile ricostruirne le modalità generative.

<sup>16</sup> Si tratta evidentemente di una salita melodica difettiva dal S13 al FA# 4, alternata con una polarizzazione attorno al FA# 3 e altezze limitrofe.

<sup>17</sup> I numeri tra parentesi indicano il numero di step di ogni lettura, lo shift la distanza dall'inizio, le letture con X la possibilità di mutazione dell'altezza originale.

- una serie di mutazioni ottenute sovrapponendo le varie "sequenze/chunks", alternando un frammento di una lettura con uno dell'altra (1A, 2A, 1B, 2B ecc), sfruttando i silenzi preventivamente inseriti nelle sequenze tramite i constraints ritmici (la sequenza generata dalla sovrapposizione delle letture 1 e 2 è visibile in Fig.2);
- una ricorsività generale ottenuta riapplicando la mutazione sopra descritta;<sup>19</sup>

A questo punto della elaborazione il materiale generato presenta un grado soddisfacente di modularità adattativa e si presta ad una elaborazione confacente alle premesse, realizzando così la condizione posta all'inizio. Le operazioni di manipolazione si sono limitate a tratti molto semplici, confidando nella consapevolezza che

<sup>18</sup> Tecnica assimilabile alla *talea* del XV secolo, ripetizione sistematica dello stesso schema ritmico, su serie di altezze spesso non congruenti nel numero di componenti. [14]

<sup>19</sup> Dopo la sovrapposizione della lettura (1+2) con la lettura 3 si ottengono dei resti (altezze non entrate nel sistema per mancanza di spazi ritmici). A tali resti sono state riapplicate le sovrapposizioni per un totale di 24 sequenze.

spesso si creano sistemi complessi a partire da regole semplici, come nel caso della iterazione di funzioni non lineari.<sup>20</sup> Inoltre nel caso specifico la semplicità strutturale dei singoli frammenti (unità di articolazione) era condizione espressamente richiesta e ricercata.

### 3.1 Assemblaggio

Il materiale generato dalle tecniche appena descritte è stato diviso in una serie di frammenti combinabili a piacere dall'esecutore,<sup>21</sup> in cui si realizza comunque un certo grado di invarianza stilistica, mantenendo il sistema doppiamente aperto, in quanto all'esecutore è richiesto, dopo aver eseguito il primo frammento (unico determinato insieme all'ultimo) di realizzare la radiazione iniziale del materiale in completa autonomia, e successivamente, ascoltando le risposte del sistema, di cambiare atteggiamento adattandosi a sua volta nel corso dell'esecuzione.

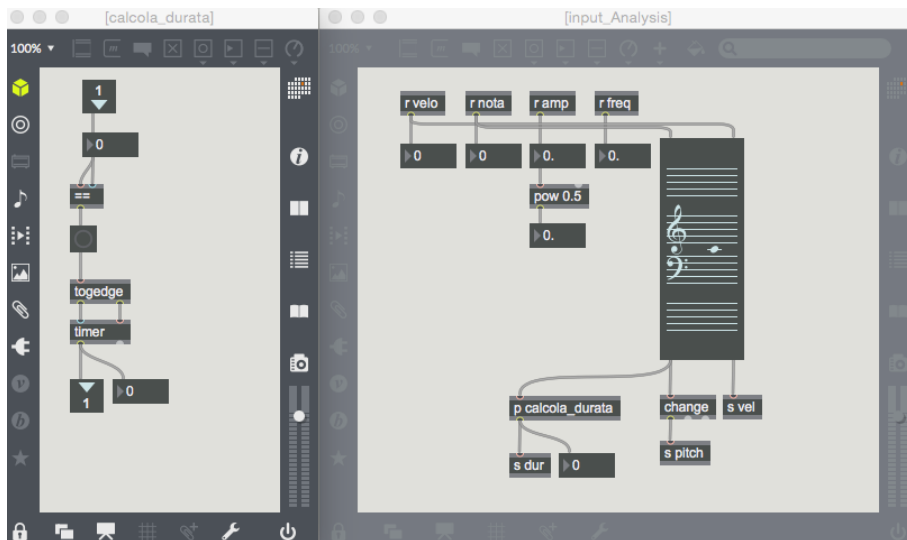


Figura 5. input analysis in MAXMsp, le informazioni su frequenza e ampiezza provengono dall'oggetto *retune*<sup>22</sup> opportunamente tarato e configurato.

## 4. LIVE ELECTRONICS

La libreria *bach* e il set di astrazioni *cage* [15,16] di A. Agostini e D. Ghisi sono state un contributo fondamentale per poter realizzare questo progetto in ambiente MAXMsp. L'ipotesi di affrontare un progetto di Computer Aided Composition in tempo reale compie un ul-

<sup>20</sup>Si ritiene che un sistema di generazione di frammenti musicali si possa definire efficace se risulta convincente sul piano percettivo (seppur arbitrario) e non necessariamente per la complessità delle sue regole.

<sup>21</sup> Il totale è impaginato in modo simile al Klavierstück XI di K. Stockhausen. L'esecutore può scegliere e combinare liberamente frammenti brevi, medi e lunghi ed una serie di gesti strumentali (multifonici e rumori) che servono per interrompere la trascrizione del sistema e creare nuove condizioni di adattamento.

<sup>22</sup>In questo e nei successivi paragrafi i termini indicati con ~ si riferiscono all'implementazione MAXMsp.

teriore passo avanti e quello che nella non lontana epoca del lavoro di G. Grisey all'Ircam doveva essere fatto in tre differenti passaggi (analisi, quantizzazione, riscrittura – quest'ultimo passaggio anche in modo manuale) può al giorno d'oggi essere affrontato nella dimensione *real time*

### 4.1 Struttura dell'algoritmo

L'input (monofonico in questi primi studi) viene analizzato per la stima dell'altezza e contestualmente ne viene calcolata la durata (Fig.5); l'array viene inviato ad una struttura di oggetti della libreria *bach* (tra cui è fondamentale *bach.transcribe*) (Fig.6). Il primo problema tecnico che si pone in questo stadio riguarda la segmentazione dell'ingresso. Per necessità di buffer e per poter applicare gli algoritmi di elaborazione lo stream di ingresso deve essere necessariamente segmentato. Nella prima versione si è optato per la segmentazione manuale.<sup>23</sup> In questo secondo studio viene sperimentata la segmentazione automatica sulla base di un valore delta di silenzio. Resta ancora da risolvere l'alternativa tra una

lunghezza costante dei frammenti e la segmentazione dell'input sulla base di pause.

A questo punto interviene il processo di quantizzazione che viene gestito dalla libreria *bach* in modo molto sofisticato e complesso, potendo controllare anche le reazioni alla densità nei vari slot in cui la trascrizione viene segmentata.

Lo stream segmentato in sequenze viene memorizzato in strati successivi. La registrazione in immagini successive può rappresentare un minimo di coscienza temporale, a livello di una Short Term Memory; ogni immagine, segmentata dall'esecutore al live o automaticamente, è una sorta di snapshot di un breve momento esecutivo. Al termine di ogni intervallo di registrazione la sequenza viene trascritta in forma di partitura e archi-

<sup>23</sup>Non essendo possibile risolvere tutti i problemi al primo step si è scelto di risolverli con soluzioni temporanee da approfondire negli stadi/studi successivi.

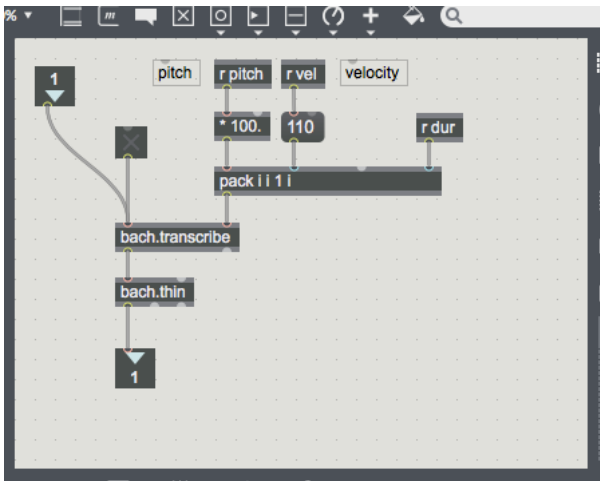


Figura 6. la struttura del trascrittore di input

viata nella struttura dati *coll* (Fig.7). In questa implementazione viene calcolata una media globale e locale (per ogni snapshot) delle durate e delle dinamiche e tale valore viene aggiunto come flag nella struttura dati.<sup>24</sup> In questo punto è inserita una variabile (shift amount, visi-

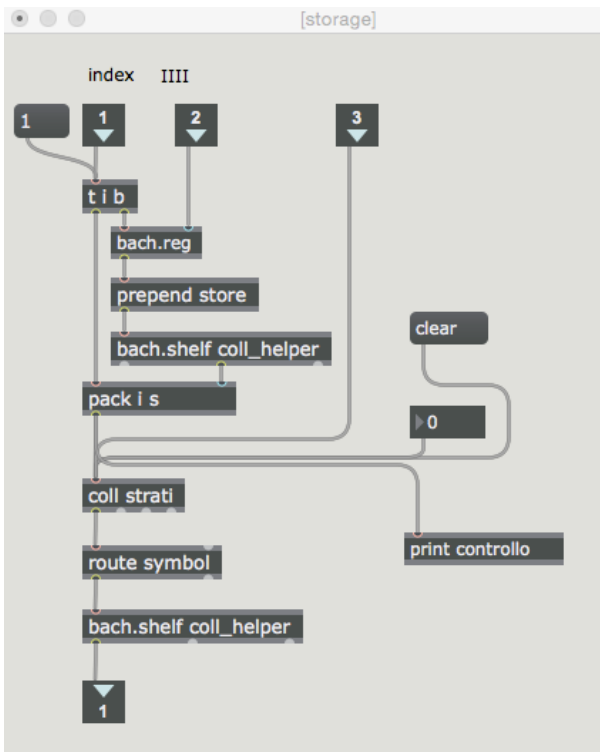


Figura 7. la struttura di memorizzazione delle sequenze

bile in Fig.8) che permette la trasposizione in altezza della sequenza prima della sua memorizzazione. Il parametro è a controllo manuale ma potrebbe esser mappato ad una successiva analisi di comportamenti rilevati dall'osservazione dell'esecutore. Un contatore tiene conto del numero progressivo di sequenze memorizzate, che possono essere richiamate individualmente in qualsiasi ordine. Ovviamente anche l'ordine delle sequenze può

<sup>24</sup>In modo che ad esempio al verificarsi di una certa condizione si possa richiamare una struttura simbolica di grado differente di densità o dinamica

essere scelto dall'interprete al live electronics o può essere affidato ad un algoritmo pseudocasuale.

## 4.2 Filtraggio e exaptations

L'ultimo oggetto *bach.score* (ultimo pentagramma di

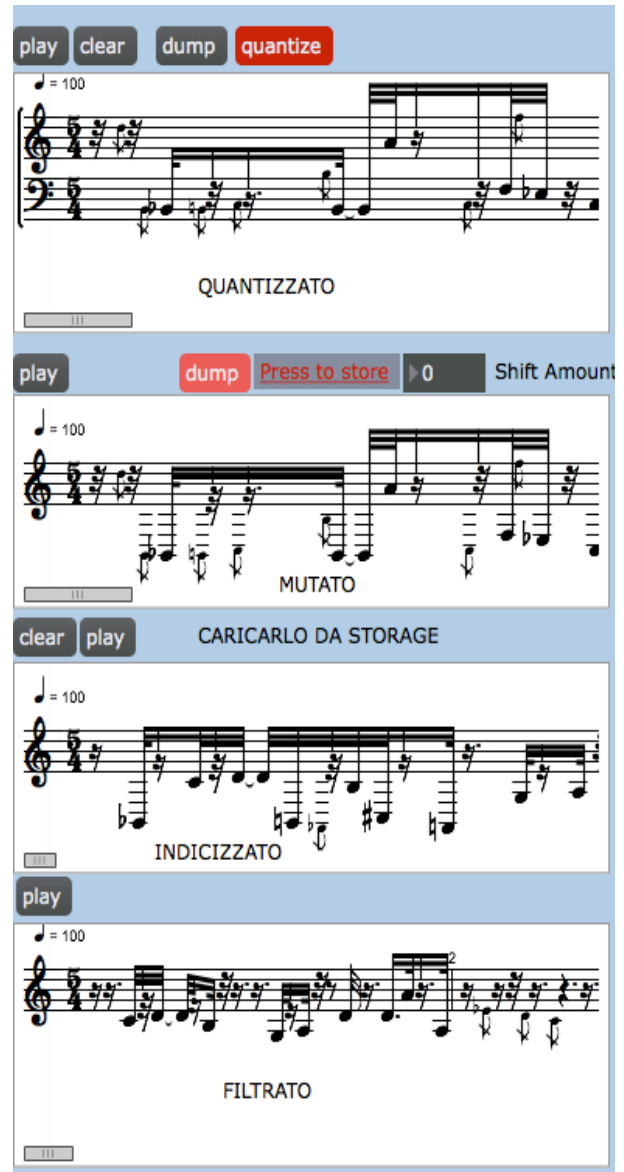


Figura 8. la struttura del manipolatore di strutture simboliche (frammenti di partitura)

Fig.8) mostra l'applicazione di una exaptation alla sequenza memorizzata: tramite l'astrazione *cage.cascade~* alla sequenza richiamata dallo storage viene applicato un filtro passa banda simbolico, riducendo la sequenza ad altezze all'interno di una determinato range. Tramite l'applicazione di questi filtri simbolici in parallelo vengono realizzate le exaptations di tipo frequenziale.<sup>25</sup> Parallelamente vengono effettuate interpolazioni ritmiche (*cage.rhythminterp*) tra fram-

<sup>25</sup> E secondo il principio riduzione-decimazione-diversificazione il risultato in output, rispetto a  $n$  voci in cui si può dividere l'input, può essere una sola linea e/o una qualsiasi combinazione possibile. Applicando un principio di retroazione, si amplificano le caratteristiche di un tratto a scapito di altri.

menti di sequenze per ottenere le exaptations ritmiche. Questi trattamenti per adesso vengono memorizzati in una diversa struttura dati e richiamati a parte. È in corso di valutazione una opzione algoritmica per sostituire o integrare le mutazioni all'interno della struttura dati principale (locking-in) [17], ossia riscrivere la snapshot nella struttura dati qualora sia stato applicato un certo grado di mutazione.

### 4.3 Strutture simboliche in output

Tutti i frammenti generati, sia quelli di trascrizione di ingresso sia quelli di mutazione delle trascrizioni vengono riproposti all'esecutore. Al termine della catena di *bach.score* si trova un sampler software che gestisce una libreria di campioni di sax di alta qualità.

La velocità di lettura dei frammenti è un aspetto critico, ed è una delle variabili di adattamento del sistema (deve essere valutata attentamente la prevedibilità della risposta, ad es rispondere con lentezza ad una determinata modalità esecutiva).

Il termine del playback di una sequenza o di una sua mutazione attiva il playback di un'altra sequenza, ma l'intervallo di tempo che intercorre dipende dal comportamento dell'esecutore: ad es una grande densità di eventi suonati mette il sistema in attesa per il playback, mentre la trascrizione dell'input resta sempre attiva.

### 4.4 Diffusione spaziale

La dislocazione spaziale delle risposte del sistema è stata implementata (su impianto quadrifonico) sulla base della valutazione della percentuale di suoni lunghi prodotti dall'esecutore: percentuale maggiore risposta lontana, verso il fondo della sala, percentuale minore (prevalenza di suoni corti) risposta vicina all'esecutore. Bisogna rilevare che la caratteristica dei frammenti da assemblare a cura dell'esecutore è principalmente a prevalenza di suoni corti. Sono stati inseriti solo pochi "gesti" lunghi e dirompenti, con lo scopo di interrompere il flusso delle figure e "allontanare" le risposte del sistema. Questi "segnali", come precedentemente accennato, hanno anche la funzione di definire una sezione formale degli algoritmi di live electronics.

## 5. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

### 5.1 Approfondimenti necessari

Al livello attuale di sviluppo restano aperte una serie di questioni che necessitano di ulteriori approfondimenti e procedure di test:

- l'applicazione di tecniche di feedback sulla trascrizione in ingresso (locking-in), in modo da amplificare i fenomeni emergenti all'interno dello stream musicale, dovrebbe enfatizzare una struttura che si auto stabilizza e le cui origini malgrado la semplicità dell'anello di feedback sono di fatto impenetrabili [16].

- l'applicazione di tecniche di feedback sulle exaptations di tipo frequenziale/o ritmico, in modo da selezionare e amplificare solo alcuni tratti distintivi delle figure trascritte.<sup>26</sup>
- un progressivo affinamento delle regole interpretative per separare/definire i vari tratti e conseguentemente il tipo di segmentazione da applicare. Attualmente come descritto in precedenza si applicano elementari raggruppamenti di prossimità frequenziale e temporale.
- Un approfondimento dell'analisi qualitativa delle sequenze trascritte.
- La definizione di un repertorio di simboli attivabili (e riconoscibili dal sistema). Per questo occorre definire un simbolo e tutte le sue condizioni attinenti e determinanti [17,18,19].
- La definizione e catalogazione delle operazioni di constraints programming e predicati condizionali che possono far prendere decisioni al sistema.

### 5.2 Questioni aperte

Lo scopo di questo articolo è di riportare le esperienze affrontate nella progettazione e nell'implementazione di un'opera musicale. Il risultato finale che si può sottoporre a giudizio è l'opera in sé. Come riferito dal titolo questo lavoro è un primo passo verso l'idea di opera adattiva.

Si potrebbe definire uno studio di Computer Aided Composition in tempo reale, con caratteristiche di adattività.

Resta sul tavolo la questione aperta più spinosa: controllare lo sviluppo temporale.

Può un sistema riuscire a passare dall'universo materiale delle unità di articolazione a quello delle forme? [3]

Si può riuscire a creare un sistema completamente autonomo nel prendere decisioni di tipo compositivo/artistico o serve la decisione umana?

Quale può essere il livello di percezione temporale (memoria) del sistema?

Si può aggiungere al sistema un grado di consapevolezza temporale e coniugare le strutture nel tempo (la generazione dei micro eventi) e quelle fuori tempo (le articolazioni formali che si adattano alle mutate condizioni)?

### 5.3 Sviluppi futuri

Le prossime aggiunte previste e immaginate per il sistema sono:

- un approfondimento dell'analisi spettrale in input, con un sistema di trascrizione di immagini spettrali simile a quanto illustrato per i sistemi di altezze e durate. La accoppiata di oggetti

<sup>26</sup>Come già accennato in precedenza inserendo le modifiche in sostituzione nelle varie snapshot.

come *sigmund*<sup>27</sup> e *bach.transcribe* ha mostrato risultati lusinghieri. Sarebbe piuttosto interessante realizzare una memoria di immagini spettrali da richiamare e trasformare, per realizzare in tempo reale una sorta di migrazione dal dominio dello spettro a quello della scrittura, simile a quella applicata da G. Grisey ad esempio in *Partiels*.

- La aggiunta di un sistema di videocamera e/o kinect per rilevare anche le informazioni di movimento dell'esecutore e poter introdurre nell'analisi anche i dati di movimento, posizione ecc.
- La generazione di una partitura al termine dell'esecuzione. Ipotesi che richiede un lavoro aggiuntivo di affinamento per perfezionare la trascrizione in input e le procedure di quantizzazione.
- La applicazione di stati probabilistici (implementati con catene di Markov) per la concatenazione delle snapshot da parte del sistema.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- [1] U. Eco, *Opera aperta*, Bompiani, Milano, 1962/2006.
- [2] K. Stockhausen. "Momentform: Neue Beziehungen zwischen Aufführungsdauer, Werkdauer und Moment". In his *Texte zur Musik*, vol. 1, pp. 189-210, DuMont Schauberg, Cologne, 1963.
- [3] Iannis Xenakis, *Formalized Music*, Indiana University Press, Bloomington, 1971.
- [4] A. Gabriele, *Ladopl: Definizione e Computazione degli adattamenti in opere d'arte intermediali e interattive* in Atti del XX CIM, pp.75-80, Roma, 2014.
- [5] P. Veyne, *Come si scrive la storia*, Laterza, Milano, 1973.
- [6] T. Pievani, *Introduzione alla filosofia della biologia*, Laterza, Bari, 2005.
- [7] T. Pievani, *La vita inaspettata*, Raffaello Cortina, Milano, 2011.
- [8] H. Bergson, *Materia e Memoria*, Laterza, Bari, 1996.
- [9] S.J.Gould, E.S.Vrba, *Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, a cura di T. Pievani, tr. It Bollati Boringhieri, Torino, 2008.
- [10] F.Oppo, *Per una teoria generale del linguaggio musicale*, in Quaderni della Rivista Italiana di Musicologia, a cura di M. Baroni e L. Callegari, Modena, 1982
- [11] N. Chomsky, *Syntactic Structures*, Mouton & co, The Hague, 1957
- [12] D. Coon, J. O. Mitterer, *Psicologia Generale*, Utet, Torino, 2011
- [13] F. De Sanctis De Benedictis, *Dall'analisi musicale alla composizione e formalizzazione algoritmica: esempi applicativi con PWGL*, in Atti del XX CIM, pp.11-14, Roma, 2014.
- [14] A. F. Gallo, *La polifonia del Medioevo vol.3*, EDT, Torino, 1996
- [15] A.Agostini and D.Ghisi *bach: una libreria per la composizione assistita in Max* in Atti del XIX CIM, pp.150-157, Trieste, 2012.
- [16] A. Agostini, E.Daubresse, D.Ghisi *cage: una libreria di alto livello per la composizione assistita da computer in tempo reale* in Atti del XX CIM, pp.17-22, Roma, 2014.
- [17] D. Hofstadter *Anelli nell'io*, Mondadori, Milano, 2008.
- [18] R. Jakobson *Saggi di linguistica*, Feltrinelli, Milano, 2002.
- [19] U. Eco, *Apocalittici e integrati*, Bompiani, Milano, 1962/2006.
- [20] N. Ruwet, *introduction a la grammaire generative*, Plon, Paris, 1967

<sup>27</sup>Analizzatore di spettro di M. Puckette