

Marco Marinoni

INTERPRETAZIONE MUSICALE E SIGNAL PROCESSING

(2012)



INDICE

1. Introduzione
2. L'interprete del live electronics
3. L'ambiente esecutivo



1. INTRODUZIONE

- Le mutazioni del linguaggio musicale del '900 e l'avvento della tecnologia elettronica hanno favorito la nascita di una nuova figura di musicista: l'**interprete agli strumenti musicali elettronici** che affianca le tradizionali competenze musicali a quelle sonologiche dell'esperto in signal processing.



1. INTRODUZIONE

- La funzione dell'**interprete agli strumenti musicali elettronici** non è solo quella di esecutore in concerto ma anche di *progettista degli ambienti esecutivi del brano e di interfaccia fra l'idea musicale del compositore e la sua realizzazione sonora.*



1. INTRODUZIONE

- **L'ambiente esecutivo** è l'insieme di strumenti hardware e software che trasformano un sistema tecnologico in uno "strumento" musicale sviluppato dall'interprete per eseguire in concerto uno specifico brano musicale.



1. INTRODUZIONE

- Gli elementi principali di progettazione sono:
 - le tecniche di elaborazione del suono;
 - l'interfaccia uomo macchina;
 - l'ergonomia dei controlli gestuali;
 - la sincronizzazione dei tempi fra esecutori tradizionali e processi elettronici;
 - la rapida transizione da un ambiente esecutivo ad un altro.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- La funzione dell'interprete
 - Nella musica tradizionale l'interprete traduce in suono ciò che il compositore ha notato su carta mediante un linguaggio grafico-simbolico che discretizza nel tempo il continuo sonoro dell'opera musicale.
 - Egli svolge un ruolo in parte **operativo**, nel senso che deve *realizzare esattamente ciò che è scritto*, e in parte **creativo** poiché deve *completare in maniera stilisticamente corretta e talvolta anche inventare, gli elementi e i gesti esecutivi* che il linguaggio di notazione non consente di esprimere in termini dettagliati, o che il compositore ha volutamente lasciato arbitrari.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- La funzione dell'interprete
 - Nel corso del '900 il linguaggio musicale si è arricchito di *nuovi materiali sonori* e di *tecniche esecutive* che trovano difficoltà ad essere notate con il linguaggio tradizionale.
 - Il concetto stesso di **nota**, che è stato il pilastro di molti secoli di musica viene sempre più spesso sostituito da quello di **evento sonoro**, necessario per poter descrivere il mondo dei suoni ad altezza indeterminata e dei suoni-rumore.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- La funzione dell'interprete
 - La **prassi sperimentale del comporre**, adottata oggi con maggior frequenza, fa precedere la fase di stesura della partitura definitiva da un lungo lavoro di sperimentazione realizzato in collaborazione con gli interpreti.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- La funzione dell'interprete
 - Con la nascita della musica elettronica, **il concetto di evento è stato affiancato a quello di processo** in quanto una parte musicale non è più definita dalla semplice successione degli eventi ma anche dal processo di trasformazione a cui essi vengono sottoposti, non tanto singolarmente quanto nella loro globalità.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- La funzione dell'interprete
 - consistenti mutazioni del linguaggio musicale e delle tecniche di realizzazione della musica comportano altrettanto radicali trasformazioni del ruolo di chi la esegue ovvero dell'interprete, delle sue competenze e funzioni.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- La funzione dell'interprete
 - Nel corso del secolo scorso
 - l'interprete degli strumenti tradizionali si è specializzato imparando nuove tecniche esecutive (ad es. la tecnica dei suoni multifonici negli strumenti a fiato)
 - è nato **l'interprete agli strumenti musicali elettronici** (Davies, 1984) il cui ruolo e le cui competenze non sono ancora ben definite in quanto spaziano dal *suonatore di sintetizzatori* al *ricercatore in signal processing* con molti livelli intermedi di specializzazione.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- La funzione dell'interprete
 - In molti casi non suona uno strumento bensì **programma e controlla un insieme di apparecchiature;**
 - non si limita a tradurre in suono una partitura, ma **trasforma in fatti operativi progetti musicali astratti del compositore;**
 - opera con **metodologie scientifiche** avvalendosi della tecnologia digitale e delle nuove conoscenze sulla sintesi ed elaborazione dei segnali



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- La funzione dell'interprete
 - Questa **varietà di funzioni** svolte dall'interprete viene riscontrata anche ripercorrendo le varie tappe della musica prodotta con gli strumenti elettrofoni.
 - La rapida evoluzione tecnologica e del linguaggio musicale porta a fare convivere in un'unica persona le figure di
 - ricercatore
 - inventore di strumenti
 - esecutore
 - compositore.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- La funzione dell'interprete
 - Nella **prima metà del '900** è prevalsa la *coincidenza fra l'inventore di strumenti musicali elettronici e il virtuoso degli stessi*
 - Lev Termen per il **Theremin**
 - Maurice Martenot per le **Ondes Martenot**.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- La funzione dell'interprete
 - A partire dagli **anni '50** con la nascita della musica elettroacustica prodotta in studio è invece il compositore a dominare la scena rendendo quasi sempre intrecciate le fasi ideativa e realizzativa del brano.
 - Questa metodologia di lavoro, che è tipica della musica sperimentale, è stata adottata successivamente anche da quei compositori di **computer music** che hanno scelto il computer come proprio *strumento di aiuto alla composizione.*



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete in studio
 - Il fatto che un'unica persona possa essere l'artefice dell'intero prodotto musicale, utopia in voga negli anni '50, ha dato importanti risultati musicali ma ha anche dimostrato i suoi **limiti**.
 - **Se prevale la figura del compositore** ciò che a lui importa è la concretizzazione sonora dell'idea musicale senza curare eccessivamente la qualità del dettaglio
 - una volta realizzata l'opera cade l'interesse di mantenerla in vita attraverso nuove esecuzioni, in quanto l'attenzione si sposta immediatamente verso l'opera successiva.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete in studio
 - **se invece prevale l'interprete** il lavoro di costruzione formale viene sopraffatto dal piacere dell' effetto e dall'intento dimostrativo della propria abilità tecnica.
 - il vantaggio di poter **controllare l'intero processo di composizione e realizzazione dell'opera** ha come risvolto il fatto che troppo spesso il compositore-interprete viene distratto dai frequenti e banali problemi tecnici del proprio sistema informatico e che riducono le sue letture alla arida consultazione di manuali, i suoi passatempi all'aggiornamento del software e le proprie fantasie alla implementazione di un nuovo algoritmo.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete in studio
 - La **necessità di mantenere separati i ruoli di compositore e di interprete** è stata avvertita ancora negli anni '50 allo Studio per la musica elettronica della WDR di Colonia e, a quei tempi, tale ruolo era svolto principalmente dal giovane **Gottfried Michael Koenig** che doveva realizzare elettronicamente le partiture grafiche prodotte dai vari compositori invitati a lavorare nello studio.
 - Analogamente allo *Studio di Fonologia Musicale della Rai* di Milano troviamo **Marino Zuccheri**, il quale si è sempre rivelato un prezioso assistente dei vari compositori, ricco di sensibilità e capacità musicali.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete in studio
 - Negli anni più recenti i vari compositori che sono invitati all'**IRCAM di Parigi** per produrre una composizione musicale avvalendosi delle moderne tecnologie informatiche vengono affiancati da un **assistente musicale** il cui compito, per analogia, può ancora considerarsi parte del ruolo tradizionale dell'interprete.
 - Questo modo di operare è praticato in quasi tutti i centri di produzione musicale ad elevato contenuto tecnologico.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete al live electronics
 - Le **tecniche digitali di generazione e di elaborazione dei segnali acustici** consentono di dare corpo sonoro a molte fantasie timbriche che hanno affascinato la mente dei compositori del '900.
 - La conoscenza del suono, dei meccanismi percettivi e lo **sviluppo di una tecnologia atta alla manipolazione dell'universo acustico** cambiano il processo di creazione e di realizzazione dell'opera musicale.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete al live electronics
 - L'**orchestra tradizionale**, vista in termini di segnali, realizza il continuo sonoro mediante somma di sorgenti complesse.
 - L'**elettronica**, in aggiunta a ciò, consente di trasformare singolarmente o a gruppi tali sorgenti per ottenere
 - una moltiplicazione degli eventi, e quindi un aumento di densità;
 - una sottrazione dei contenuti spettrali;
 - altre forme di trattamento che in termini musicali possono essere considerati un ampliamento del concetto tradizionale di variazione.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete al live electronics
 - Il ruolo del **compositore**, del **direttore d'orchestra** e degli **esecutori**, che riflettono il modus operandi della società meccanicistica del secolo scorso, viene modificato seguendo i mutamenti dei sistemi di organizzazione del lavoro che si attuano nel mondo della produzione industriale.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete al live electronics
 - Le grandi masse orchestrali vengono oggi sostituite da grossi sistemi di generazione e/o vengono ridotte a pochi solisti i cui suoni vengono elaborati elettronicamente dal vivo;
 - nasce una nuova figura di **interprete agli strumenti elettrofoni** che ha il compito di **realizzare il sistema di elaborazione e di progettare l'ambiente esecutivo.**



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete al live electronics
 - Buona parte del suo lavoro si svolge nella fase di preparazione dell'opera, mentre durante l'**esecuzione dal vivo** egli
 - controlla il corretto funzionamento delle macchine;
 - gestisce l'interazione con gli eventuali solisti;
 - tara i livelli dinamici globali;
 - realizza la proiezione spaziale dei suoni.
 - Questo interprete, spesso chiamato **regista del suono**, svolge un ruolo concettualmente più vicino al direttore d'orchestra che all'esecutore.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete al live electronics
 - Nella produzione di un'opera musicale riveste grande importanza il **lavoro di sperimentazione** che precede e accompagna la fase vera e propria di composizione dell'opera.
 - Il compositore così come spesso deve fare affidamento su virtuosi degli strumenti tradizionali altrettanto frequentemente ricorre ad esperti delle moderne tecnologie affinché lo aiutino nelle diverse fasi di progettazione dell'opera.



2. L'INTERPRETE DEL LIVE ELECTRONICS

- Interprete al live electronics
 - L'interprete agli strumenti elettronici, quindi, diventa una sorta di **interfaccia fra l'idea compositiva e il suono**:
 - un suono che non nasce più dalla sola gestualità vocale o dal gesto su di uno strumento acustico, ma dalla progettazione di un algoritmo di sintesi, di un processo di elaborazione, di un ambiente esecutivo, opportunamente "suonati".



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- **L'esecutore tradizionale** suona strumenti codificati e stabili da secoli, impara per imitazione dal maestro e sviluppa una abilità gestuale che sfrutta lo strumento come fosse una estensione del proprio corpo.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Nel mondo del signal processing, invece, **i dispositivi si evolvono seguendo il passo della tecnologia** e quindi le generazioni tecnologiche si inseguono con ritmi meno che decennali.
- Pochi apparecchi sono autonomi, come invece lo sono gli strumenti musicali acustici, bensì ognuno di essi fa parte di un insieme di apparecchiature che, opportunamente collegate fra loro e programmate, costituiscono l'entità che può essere assimilata al vecchio concetto di strumento e che nel mondo tecnologico viene chiamata **sistema**.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Nel nostro caso il **sistema**
 - prende come ingresso i segnali audio da elaborare;
 - è dotato di dispositivi di controllo che consentono di variare i parametri di trattamento o di generazione del suono;
 - fornisce in uscita i segnali elaborati.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Per **trasformare questo sistema in strumento musicale** è necessario rendere i controlli funzionali alla performance.
 - Pertanto essi dovranno:
 - **variare secondo unità di misura sonologico-percettive o meglio ancora musicali** (ad esempio, per l'intensità: dB, phon, sone o la scala dinamica da ppp a fff);
 - avere un **campo di variabilità predefinito (*range*)**;
 - poter **seguire una opportuna legge di variazione** (ad esempio lineare, esponenziale o arbitraria) in modo da rendere più semplice ed efficace l'esecuzione di quella specifica parte musicale.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- L'interprete:
 - spesso è anche il **progettista dell'ambiente esecutivo**;
 - deve **effettuare la scelta dei dispositivi** che andranno a costituire il sistema di elaborazione;
 - deve **costruire l'interfaccia** che mette in relazione i controlli del performer (ovvero i parametri musicali che devono essere variati durante l'esecuzione e che sono fissati dalla composizione) con i controlli del sistema che dipendono dalle apparecchiature scelte.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Spesso conviene **rendere multifunzionale lo stesso dispositivo di controllo**, in modo tale che attraverso un singolo gesto si possano variare contemporaneamente e in maniera coerente più parametri di sistema.
 - Es. per ottenere una variazione della dinamica che vada da *ppp* a *fff* è utile associare a un unico controllo del performer la variazione di più controlli di sistema quali
 - l'*ampiezza*
 - il *filtraggio* passa basso per ottenere il *piano*
 - la presenza dell'*exciter* per il forte.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- La necessità di disporre di **controlli gestuali** che favoriscano una azione naturale dell'esecutore e che consentano di ottenere con un singolo gesto la variazione coerente di più parametri musicali ha portato allo **sviluppo di nuovi dispositivi di controllo** che si vanno ad affiancare o che addirittura sostituiscono i tradizionali potenziometri, tastiere, e pulsanti.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- **I controlli del performer devono essere contenuti nel numero per**
 - favorire un rapido apprendimento dell'ambiente esecutivo
 - consentire un accesso immediato alle principali funzioni esecutive.
- **Ad esempio, il mixer non è ergonomicamente adatto alla esecuzione dal vivo in quanto**
 - i controlli sono tutti monodimensionali
 - si trovano allo stesso livello controlli di taratura e controlli di esecuzione.
 - Delle centinaia di potenziometri e interruttori di cui esso dispone, nel corso della esecuzione in concerto del singolo brano, nella maggioranza dei casi *ne vengono variati poco più che una decina* e questi ultimi *non sono facilmente raggruppabili in un'unica zona e accessibili senza essere guidati da una attenta analisi topologica.*
- **Conviene quindi riportare in un dispositivo di controllo remoto gli elementi soggetti a variazione.**



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Nel corso della esecuzione di un brano e ancora di più nella successione dei diversi brani che costituiscono il concerto, si avvicendano **diversi ambienti esecutivi**.
- La **transizione** da un ambiente ad un altro deve essere istantanea e senza disturbi.
- I **controlli** del performer devono essere organizzati in modo tale da ridurre al minimo il cambiamento.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- L'interprete deve poter scegliere con libertà la propria posizione nella sala in dipendenza dalle caratteristiche architettoniche della stessa o dal luogo che gli viene imposto dalla partitura.
- Talvolta la migliore posizione è *a centro sala*, in altri casi è necessario che egli sia *sul palcoscenico* assieme agli altri musicisti.
- Pertanto è necessario disporre di un **dispositivo di controllo remoto** avente dimensioni contenute e *facilmente trasportabile* anche da una sola persona, nonché *dotato di feedback visivo con il sistema tecnologico principale*.
- Può essere utile il **collegamento radio** al posto della tradizionale linea via cavo.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Il **controllo remoto via MIDI** può essere una soluzione economica e semplice da attuare con apparecchiature e software di facile reperibilità commerciale.
- Purtroppo la quantità di informazione che può transitare su una linea MIDI è molto limitata (31250 bit/s) e i dati sono organizzati in modo tale da trattare agevolmente solo campi di escursione da 0 a 127.
 - Se l'ambiente esecutivo richiede molte variazioni continue di parametri piuttosto che la semplice commutazione fra situazioni prefissate è necessario usare **più linee MIDI indipendenti** o per casi particolarmente complessi adottare sistemi diversi di controllo.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Un ambiente esecutivo è dunque l'interfaccia musicale (hardware e software) che consente di trasformare un complesso sistema tecnologico in una sorta di strumento musicale generalizzato, adatto alla esecuzione di una specifica composizione musicale da parte dell'interprete.
- La progettazione di tale ambiente è affidata all'interprete stesso in modo da poter conciliare lo stile esecutivo personale con le caratteristiche della singola opera.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- **Gli ambienti esecutivi, a differenza delle partiture musicali, sono soggetti a mutazione nel tempo** in quanto molti dispositivi, nell'arco di una decina d'anni, diventano obsoleti e devono essere sostituiti con nuove apparecchiature, concettualmente analoghe alle precedenti, ma diverse sul piano operativo.
- **Su archi di tempo più lunghi, cambia anche la struttura del sistema**, come è avvenuto nel passaggio dagli ambienti esecutivi analogici a quelli misti (analogici a controllo digitale) e successivamente a quelli completamente digitali.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Questo **vincolo di costante aggiornamento degli ambienti esecutivi in dipendenza dalla continua evoluzione tecnologica**, può migliorare l'esecuzione dell'opera musicale in quanto la necessità di riprogettare l'ambiente esecutivo può
 - perfezionare le soluzioni tecniche
 - rendere più efficaci alcuni passi della partitura attraverso una nuova "orchestrazione" della parte elettronica.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Modelli di segnale per l'interprete
 - La musica tradizionale del repertorio colto utilizza diverse **tecniche per lo sviluppo del discorso musicale** (ripetizione, variazione, sviluppo, contrappunto, armonia, figura, sfondo, ecc.) e queste sono applicate nella fase di scrittura del testo ovvero durante la composizione della partitura.
 - Con gli strumenti del **signal processing**, invece, è possibile organizzare il discorso musicale agendo direttamente sul suono anziché sul testo.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Anche se molti processi sono simili sul piano teorico, **esistono delle diversità operative fra il lavoro in tempo differito che si realizza in studio e l'esecuzione dal vivo.**
- Pertanto nel live electronics alcuni processi non si possono realizzare oppure danno risultati meno controllabili.
 - Un caso emblematico è la compressione della durata di un suono che, se realizzata in tempo reale, dovrebbe agire nel futuro.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- Di seguito sono elencate le **principali tecniche di elaborazione del suono** seguendo il punto di vista dell'interprete ovvero in base alla loro incidenza sui parametri musicali primari di durata, altezza, intensità, timbro e spazio.
 - E' importante notare che la separazione dei parametri qui attuata per chiarezza espositiva lo è molto meno nei fatti, in quanto **sono rari i casi in cui variando un solo parametro non si vadano ad influenzare in maniera più o meno forte anche gli altri.**



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- TIME PROCESSING

<i>Processing</i>	<i>Technique</i>	<i>Results</i>
translation	delay, $t > 50$ ms	eco semplice, ripetizione
accumulation	feedback delay, $t > 50$ ms, gain < 1 . Nel feedback si possono inserire altri elementi di trasformazione come filtri, trasposizioni, ecc	ripetizione con accumulazione. Struttura a canone con eventuali variazioni in presenza di trasformazioni nel feedback.
slowing down and quicking the pace	sampling	the pitch goes down when the time slows down and viceversa
backward	backward sampling	inversione temporale del suono; transient inversion
augmentation or diminution of duration	sampling with looping or skipping segment	prolungamento o accorciamento della durata di un suono mantenendo inalterate le caratteristiche di attacco e di decadimento. Vale per suoni con steady state.



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- TIME PROCESSING

freezing	asynchronous granular feedback delay, grain duration > 1 s; loop time $<$ grain time; gain < 1	prolungamento di una finestra temporale di un suono. Per non avere disturbi usare una finestra temporale di tipo gaussiano
foot tapping	adaptive and/or cognitive system	estrazione del beat da una musica ritmica
stretching and shrinking	phase vocoder; wavelet ; lpc	la durata di una sezione musicale viene allungata o compressa senza variarne l'altezza. Transient modification



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- PITCH PROCESSING

<i>Processing</i>	<i>Technique</i>	<i>Results</i>
detection (pitch follower)	zero crossing; Tunable IIR filter; FFT	estrae il pitch di un suono. Funziona solo con suoni periodici
transposition	harmonizer; phase vocoder; wavelet	varia la altezza del suono senza variarne la durata. Formant transpositions
transposition	lpc	varia la altezza del suono senza variarne la durata. Constant formants
vibrato	low frequency (4÷ 8 Hz) frequency modulation	periodic pitch fluctuation



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- DYNAMICS PROCESSING

<i>Processing</i>	<i>Technique</i>	<i>Results</i>
increment or reduction	amplitude scaling	più che una variazione di dinamica talvolta può dare l'effetto di allontanamento o l'avvicinamento della sorgente
increment	distorsion; excitement	si arricchisce il suono di armoniche supplementari nel registro acuto
reinforcement	doubling by FIR comb filter, delay < 30 ms	rinforzo del suono. Aggiunge una prospettiva di spazio
reduction	low pass filtering, cutoff frequency = $1 \div 10$ KHz	si riduce l'energia delle armoniche superiori
tremolo	low frequency ($4 \div 8$ Hz) amplitude modulation	lenta variazione periodica di ampiezza



3. L'AMBIENTE ESECUTIVO

- DYNAMICS PROCESSING

expansion or compression	amplitude scaling dependent on signal power	i segnali forti vengono più amplificati dei segnali deboli; viceversa per la compressione
gate	interruttore a soglia	vengono fatti passare solo i segnali che superano una certa soglia di ampiezza
detection (envelope follower)	low pass filtering the RMS value	segue le variazioni dell' ampiezza estraedone l'inviluppo
hybridization	amplitude scaling by the envelope detected from an other signal	fragmentation of a signal by another one

