

Lo strumentario informatico quale nuovo strumento musicale

Leonello Tarabella

computerART project dell'ISTI/C.N.R.
Area della Ricerca del Consiglio Nazionale delle Ricerche
via Moruzzi, 1 - 56124 Pisa
leonello.tarabella@isti.cnr.it
<http://tarabella.isti.cnr.it>

Sommario

La musica che fa uso degli strumenti musicali meccanici tradizionali si basa sulla diretta interazione uomo-strumento e cioè sull'esistenza di un sistema complesso fatto di più componenti (*creatività, tecnica, sistema nervoso, sistema muscolare, arti*) la cui attività determina l'insieme di azioni bio-meccaniche che, trasferito sullo strumento musicale in uso, porta al risultato musicale finale. Questo tipo di interazione con lo strumento musicale assume caratteristiche diverse quando si fa uso di apparati elettronici come computer, tastiere e sintetizzatori, dove la catena degli elementi elettromeccanici, informatici ed acustici è in generale molto lunga ed i protocolli di comunicazione più imprecisi per assicurare il totale controllo timbrico/espressivo del suono. Tuttavia, tali apparecchiature danno la possibilità di affrontare l'atto compositivo ed esecutivo in un modo del tutto nuovo con potenzialità espressive certamente non realizzabili con la strumentazione e la sintassi musicale della tradizione.

Introduzione

Nella musica della tradizione, di qualunque genere si tratti, suonare un brano di musica vuol dire generare suoni con appositi attrezzi meccanici (gli strumenti musicali) controllati da una o più parti del corpo: bocca, braccia, mani e piedi. A questo proposito Marco Tiella dice [1] che “la musica, astratta per definizione, si materializza negli *arnesi* che traducono i testi musicali in suono”.

Le azioni attraverso le quali i suoni vengono generati, vale a dire le modalità con le quali vengono scelti ed emessi e con le quali viene loro data espressione, possono avvenire in maniera integrata o distribuita a seconda dello strumento in uso. Nel pianoforte, ad esempio, le dita eseguono in maniera integrata i compiti di selezionare una nota e di darle espressione mentre nella chitarra e negli strumenti ad arco i due compiti sono, di base, distribuiti rispettivamente tra la mano sinistra e la destra. Negli ottoni sono essenzialmente le labbra ad avere il compito di *selezionare* le note e di controllarne l'espressione; negli strumenti ad ancia le note sono principalmente stabilite attraverso configurazioni di chiavi aperta/chiusa operate dalle dite di entrambe le mani mentre l'espressione viene controllata dai sistemi orale e respiratorio.

Da un punto di vista fisiologico suonare uno strumento vuol dire dunque attivare e coordinare specifici insiemi di muscoli che a loro volta attivano quelle parti del corpo in contatto con lo strumento musicale stesso. C'è da notare inoltre che negli strumenti tradizionali ogni insieme di azioni produce sempre uno specifico risultato sonoro e ciò vuol dire che esiste una relazione uno-a-uno tra le azioni operate ed i suoni ottenuti.

Naturalmente si sa che fare musica vuol dire molto di più che attivare generatori sonori: spesso i musicisti si riferiscono ai loro strumenti come a qualcosa che costituisce un

prolungamento del loro stesso corpo e non è raro sentirli dire di provare per essi un particolare *sentimento d'amore*. Esiste qui una totale interazione uomo-strumento, una sorta di *olismo zenico* che inizia dai più profondi livelli della volontà e della creatività fino ad arrivare all'insieme di eventi bio-meccanici che, trasferiti sullo strumento, determinano il risultato musicale complessivo.

Gli arnesi della musica

Tra le arti classiche, la musica è quella che maggiormente vede legata la sua storia alla storia del pensiero scientifico e della tecnologia. La musica soprattutto si fa con gli strumenti musicali che, proprio perché attrezzi meccanici, nelle loro fattezze, nei principi funzionali e nelle modalità d'uso sono il risultato del complesso di conoscenze del periodo storico che li ha generati.

La storia della musica è anche la storia degli strumenti musicali.

In linea di principio per strumenti come archi, flauti, oboe, fagotto, percussioni, etc..) si può solo dire che sono il risultato di una lenta evoluzione e che per ciascuno di essi è possibile tracciare lunghi percorsi segnati da interminabili catene di *qualcosa che c'era già prima*. Tuttavia per alcuni strumenti musicali è possibile parlare di luogo e data di nascita e di paternità o per lo meno è possibile conoscere il contesto in cui hanno preso forma: il pianoforte, il sassofono e la chitarra elettrica.

Il pianoforte è nato a Firenze nel 1710 dall'ingegno e dalle mani di Bartolomeo Cristofori. J.S.Bach ed i suoi figli ebbero occasione di conoscere il pianoforte ma continuarono ad usare il clavicembalo dichiarando con ciò che i tempi per questo nuovo strumento non erano ancora maturi. Più tardi Clementi e Mozart lo usarono nelle loro composizioni tracciando con esse precise indicazioni per la storia futura. Ma è il Romanticismo che un secolo dopo fa suo il pianoforte quale strumento che caratterizza e celebra quel momento storico/artistico. Ed è dopo due secoli che il pianoforte contribuisce con rinnovata poesia alla nascita ed alla maturazione della musica jazz.

Il sassofono fu inventato dal belga Adolf Sax verso la metà del XIX secolo ed era destinato alle bande militari e più in generale alle bande di fiati. Nelle trascrizioni per fiati di brani orchestrali le parti dei violini erano affidate ai clarinetti e quelle dei contrabbassi ai genis; non si sapeva mai bene a quali strumenti affidare le parti dei fagotti ed il sassofono era la soluzione al problema. Ma la vera anima del sassofono risultò essere in tutt'altro contesto, decisamente non immaginato da Adolf Sax, quasi un secolo dopo e nel Nuovo Continente per dare vitale contributo alla musica jazz.

La chitarra elettrica è nata negli Stati Uniti dalla necessità di portare il livello sonoro della chitarra acustica a quello delle jazz band degli anni '30. L'idea geniale di Adolph Rickenbacker, George Beauchamp e Paul Barth fu quella di utilizzare il principio dell'induzione elettromagnetica secondo il quale un corpo metallico in vibrazione nelle vicinanze di un solenoide genera un segnale elettrico *analogicamente* equivalente al modo di vibrazione del corpo metallico. Essendo il corpo metallico la corda di chitarra, che continuava a proporre la pratica esecutiva della musica della tradizione, il segnale generato dal dispositivo elettro-magnetico, il pick-up, poteva essere portato a piacimento ad un elevato livello sonoro con l'uso di un amplificatore. Vale la pena ricordare la figura di Charlie Christian come il primo chitarrista jazz che ha fatto uso di questo che può essere considerato un nuovo strumento musicale. Anzi lo strumento che ha caratterizzato la musica del XX secolo. Successe infatti che qualcuno, nel tentativo di alzare troppo il volume di un amplificatore di bassa potenza, mandò *in distorsione* il suono della chitarra elettrica e successe che la cosa

non passò inosservata ma anzi fu giudicata interessante come nuovo materiale sonoro espressivo. Fu quello il momento in cui nacque la musica rock che, a posteriori, è plausibile classificare come una branca della musica elettronica.

La chitarra elettrica è oggi lo strumento in assoluto più popolare a livello mondiale: per averne una prova è sufficiente entrare in un qualunque negozio o emporio di strumenti musicali e constatarne la quantità in esposizione rispetto agli altri strumenti musicali.

La musica elettro-acustica

La musica elettro-acustica nasce con l'elettronica stessa nel momento in cui ci si accorge che i dispositivi elettronici (altoparlante, circuiti oscillatori, filtri, etc..) nati con lo scopo di riprodurre a distanza e nel tempo voce e musica, possono essere essi stessi generatori di originali sonorità. Negli anni '60 la musica elettronica diventa musica informatica (o computer music). L'uso del computer in questo settore porta ad una maggiore conoscenza del fenomeno acustico e psico-acustico e dall'analisi del suono nelle sue caratteristiche timbriche, si passa alla creazione di modelli matematici ed algoritmici per la sintesi del suono. Ed accanto al tentativo di riprodurre i suoni degli strumenti musicali della tradizione, inizia la stagione dell'invenzione degli strumenti sintetici: nuove sonorità, nuovi territori musicali da esplorare.

Tuttavia i computer dell'epoca non sono molto potenti e ci si deve accontentare della preparazione in studio di brani musicali con tecniche di post-produzione. Perciò i brani musicali sono *per nastro magnetico* (vale a dire il supporto ultimo della composizione) con o senza strumenti tradizionali. Negli anni '80 i computer diventano personal, sempre più piccoli, sempre meno costosi e sempre più potenti al punto da poter essere trasportati dal laboratorio alla sala da concerto. Le sonorità e le tecniche di sintesi sviluppate negli anni precedenti, creano un modo di pensare la musica tale che il *vecchio* pentagramma non è più in grado a rappresentare e che le *vecchie* tastiere non sono più in grado di controllare.

Gli elementi in gioco non sono più le *note musicali* che si combinano secondo le regole dell'armonia classica o della dodecafonia, ma più genericamente sono i *materiali sonori* sintetici che devono trovare nuovi equilibri e nuovi dinamismi. E soprattutto devono poter essere controllati da dispositivi ed interfacce del tutto nuove. Nasce così l'idea della *performance elettro-acustica interattiva* come distintiva da quella fino ad allora praticata di musica elettro-acustica su nastro magnetico. C'è un gran fervore negli ambienti della musica contemporanea di tutto il mondo e nei centri di ricerca dove ci si occupa di computer music e si dà libero sfogo all'inventiva per costruire interfacce uomo-macchina che catturino grandi quantità di dati per controllare in tempo reale i sintetizzatori elettronici.

Il crescente interesse verso i settori dei servomeccanismi e della robotica dà un impulso alla realizzazione e all'introduzione sul mercato di una vasta gamma di sensori-di-presenza e sensori-di-distanza che portano alla realizzazione di dispositivi atti alla rilevazione di molte quantità parametriche derivanti da movimenti del corpo [2,3,4].

La musica informatica

Uno strumento tradizionale è dunque un *arnese* compatto che riunisce tutti gli aspetti (forma, meccanica, materiale, ergonomia, ..) necessari per stabilire precise sonorità e per controllare altezza e colore dei suoni emessi. Per alcune classi di strumenti è possibile

persino personalizzare la risposta acustica attraverso la scelta di specifici parti intercambiabili dello strumento: bocchino, ancia, corde. Inoltre la struttura fisica degli strumenti riflette l'alfabeto e la sintassi della musica proposta che per noi occidentali è quella basata sul sistema temperato e riflette persino la struttura anatomica del corpo umano (forse una civiltà aliena potrebbe addirittura ricostruire la forma e il *funzionamento* del corpo umano analizzando la complessità degli strumenti musicali).

In confronto, il nuovo strumento informatico musicale, appare come uno strumento *esplosivo* in più componenti: il controllore, il generatore di segnale (il computer) e le sorgenti sonore vere e proprie e cioè gli altoparlanti. Nel *nuovo strumento* musicale i sensori che costituiscono l'interfaccia tra il performer e il sistema stesso non vengono collegati direttamente ai generatori sonori elettronici: in mezzo c'è il computer che interpreta i segnali provenienti dai sensori ed attiva i generatori sonori in funzione di programmi opportuni; il programma attivo sul computer, legge i dati relativi ai sensori e li *mappa* (e cioè li trasforma) in insiemi complessi di informazioni per controllare i dispositivi di generazione sonora [5]. Ma i programmi, in relazione ad una configurazione hardware, possono essere riscritti in ogni momento ed è perciò possibile di volta in volta dare significati sonori diversi alle azioni esercitate sui sensori.

Il *mapping* perciò, come parte della composizione stessa. Il mapping come vera nuova frontiera compositiva ed espressiva. Ma a questo punto è possibile fare un ulteriore passo in avanti ed introdurre fra i sensori, il mapping ed il sintetizzatore, un ulteriore elemento: la *gestualità* [6].

Nella performance a controllo gestuale, il sistema informatico viene opportunamente programmato per rispondere alle azioni dell'esecutore al momento della performance vera e propria. Qui, dove la situazione è molto simile a quella del concerto tradizionale e il pubblico assiste alla performance, è necessario che l'esecutore conosca a fondo le modalità di interazione col sistema e che abbia fatto il dovuto training necessario al momento dell'esecuzione in pubblico.

Questo approccio all'uso del computer apre ad un territorio della composizione e dell'esecuzione dal vivo del tutto nuovo e di straordinaria vastità. Si tratta di considerare il brano musicale come il risultato di due momenti distinti: quello compositivo in cui il brano musicale viene definito in termini di veri e propri algoritmi scritti in un linguaggio di programmazione standard come il LISP o C (o altri appositamente creati), e quello esecutivo in cui il comportamento a tempo di esecuzione di tali algoritmi viene controllato dall'esterno attraverso flussi di dati provenienti da appositi apparati (i controller) in grado di tradurre azioni gestuali in apposite codifiche numeriche.

La tecnologia *touchless*

In Italia le prime esperienze di utilizzo dell'informatica nella musica sono iniziate al CNUCE di Pisa da Pietro Grossi [7] alla fine degli anni '60. In seguito all'evoluzione dell'elettronica digitale e della crescente potenzialità dei sistemi di calcolo anche a livello personal, sono state realizzati sistemi di trattamento audio, di linguaggi per la composizione musicale ed interfacce gestuali basati su tecnologia a raggi infrarossi ed a elaborazione realtime di immagini in movimento. Oggi le attività di ricerca sull'informatica musicale si collocano all'interno dell'Area della Ricerca del CNR di Pisa con il nuovo nome di *computerART project* [8].

Nella direzione della ricerca di nuovi linguaggi espressivi, artisti e ricercatori hanno progettato e realizzato interfacce uomo-macchina basate sulle tecnologie *touchless* dei raggi infrarossi e dell'analisi in tempo reale di immagini acquisite da telecamera. L'idea

consiste nel rilevare informazioni dalla gestualità delle mani senza alcun collegamento fisico con il sistema in modo che esse diventino l'interfaccia naturale per dare espressività a performance artistiche basate su tecnologia informatica. Negli ultimi anni presso il *computerART project* del CNR di Pisa, sono state realizzate una serie di sistemi e dispositivi di riconoscimento gestuale utilizzati per la composizione e l'esecuzione di opere multimediali.

Nel *Pianoforte immaginario* le mani di un performer vengono riprese nei movimenti tipici di un *pianista* che ha di fronte a sé solo una telecamera: il segnale della telecamera viene inviato ad una scheda di digitalizzazione inserita nel computer che estrae informazioni dai movimenti e posizioni delle dita delle mani utilizzate poi per sintetizzare strutture tipicamente pianistiche [9].

Il dispositivo *PalmDriver* è basato su tecnologia a raggi infrarossi: si tratta di un supporto planare posto ad altezza di tavolo con degli emettitori di luce infrarossa e dei rilevatori che misurano l'altezza di un ostacolo in modo proporzionale alla quantità di luce riflessa. Se l'ostacolo è la mano, poiché i rilevatori sono molto direzionali e non interferiscono tra loro, ciascuno di essi rileva l'altezza di una porzione della mano; è così possibile rilevare altezza, angolazioni e movimenti di entrambe le mani. Le informazioni così ricavate vengono utilizzate in tempo reale per controllare algoritmi di sintesi audio di volta in volta diversi e con diversi tipi di mapping. Il dispositivo è molto sensibile al punto di punto di provocare sull'esecutore la sensazione di *scolpire il suono* [10,11].

In questo scenario una performance di computer music a controllo gestuale estemporaneo somiglia di più a quanto accade nella musica jazz piuttosto che quello che accade nella musica classica dove ciò che si suona è scritto sulla partitura. Ed è questo l'argomento del prossimo paragrafo.

Improvising computer music

Questo paragrafo prende spunto dal libro di Jerry Coker "Improvising Jazz" (molto noto negli ambienti della didattica della musica jazz) ed in special modo a quanto detto nel primo capitolo (the Improviser's Basic Tool) in relazione al ruolo dell'intelletto, della pratica strumentale e del *feeling* di un musicista jazz [12,13].

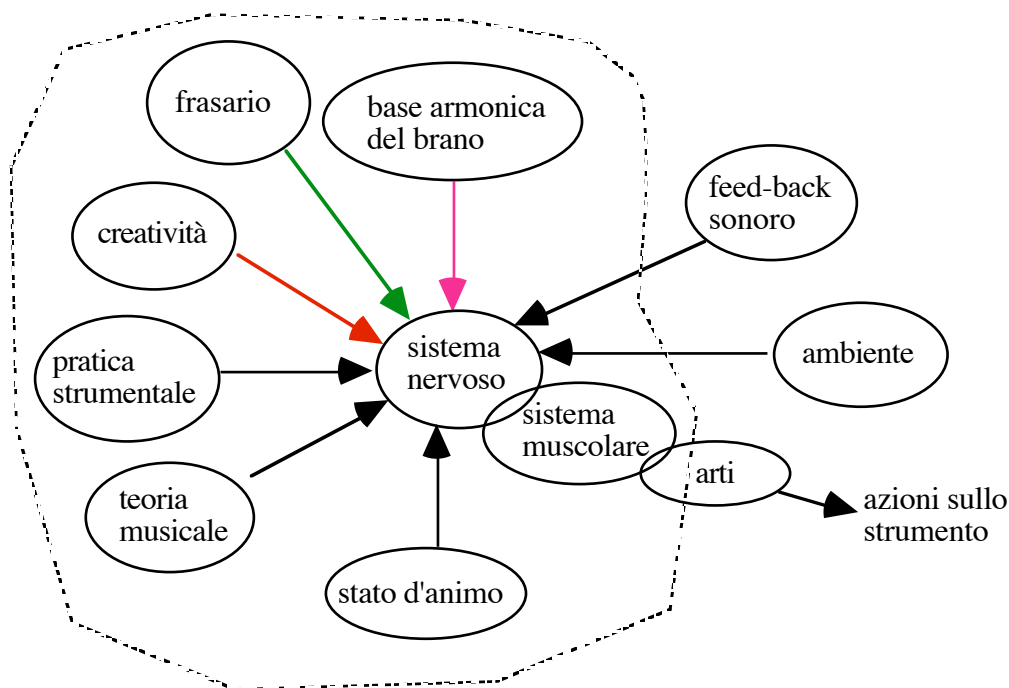
La pratica dell'improvvisazione è presente in moltissime forme musicali di ogni epoca e, se vogliamo, presente anche nelle altre forme di arte effimera (che trova cioè la sua esistenza nello svolgersi del tempo) come il teatro, la danza e la poesia. La storia della musica è ricca di personaggi che a fronte di un grande talento compositivo ed esecutivo, sono stati anche grandi improvvisatori. Ma è nella musica jazz che l'improvvisazione assume caratteristiche di peculiarità distintive: in un brano di musica jazz la quantità di parte scritta è in percentuale decisamente inferiore a quella improvvisata. Qui un personaggio si caratterizza rispetto ad un altro per il suo stile creativo ed improvvisativo piuttosto che per le sue composizioni. E cioè: mentre la storia della musica classica è scandita dalla presenza dei compositori e la sua memoria è nelle pagine di musica scritta, la storia della musica jazz è scandita dagli improvvisatori (e caratterizzatori di strumenti) e la sua memoria è nelle registrazioni su disco.

L'arte di improvvisare presuppone la coesistenza nella stessa persona di più componenti: conoscenza teorica della musica, padronanza tecnica dello strumento e frasario posseduto a livello concettuale-musicale e soprattutto pratico-strumentale. In modo molto esplicito Charlie Parker diceva "impara tutto sul tuo strumento, poi dimentica tutto ed suona" [14,15] dove l'invito a *dimenticare* è in realtà un modo forte e suggestivo per

richiamare la necessaria presenza di un ulteriore fondamentale componente e cioè la creatività intesa nel senso più poetico del termine.

Non voglio qui fare un'analisi dettagliata delle modalità improvvisative che caratterizzano le varie epoche della storia del jazz (dixie, swing, be-bop, modale e free), le scuole e gli stili dei singoli artisti e dei meccanismi di fitting. Non si tratta qui di proporre un sistema automatico per la generazione di linee melodiche su schemi armonici prefissati ma piuttosto quello di parafrasare nell'ambito dell'informatica musicale l'approccio improvvisativo del jazz. Per far questo è necessario innanzitutto porre in risalto le principali *componenti* ed i *flussi di informazione* che entrano in gioco, in modo puramente sistemistico.

Il processo dinamico che porta all'improvvisazione può essere considerato come il coordinamento simultaneo delle componenti in figura.



Componenti e flussi di informazione nell'improvvisazione jazz

- L'assolo improvvisato viene creato in maniera estemporanea come linea melodica che si adatta momento per momento alla successione degli accordi dello schema armonico del brano musicale.
- Oltre ad una indiscutibile tecnica strumentale, è necessario un bagaglio di *frasi fatte* (o *patterns*) originali e/o tratte dalla tradizione che costituiscono il lessico del jazz. Tale bagaglio, oltre a dover essere posseduto a livello concettuale, deve esistere (per così dire) *nella dita* del jazzista e richiamabile all'occorrenza senza esitazione. Un ulteriore fattore appartenente a questa componente ma per certi versi disgiunta ed aggiuntiva, è costituito dal complesso di caratteristiche ritmico-espressive peculiari del linguaggio jazzistico: swing, articolazione (ghost-notes, slur, etc.). E' questo un argomento in cui musicisti e critici di musica jazz hanno in passato consumato fiumi d'inchiostro con mille e mille interpretazioni ed analisi tecniche. Mi limito perciò ad accennare all'argomento in modo veramente sbrigativo con un paragone linguistico: suonare jazz senza swing ed

articolazione è un pò come parlare una lingua diversa dalla lingua madre, con correttezza sintattica e ricchezza di vocaboli e di frasi idiomatiche ma con accento (fonemi ed andamenti) appartenenti alla propria lingua madre.

- E' necessario avere una solida base di teoria musicale conoscendo grammatica musicale (solfeggio) e sintassi musicale (armonia) vale a dire note e figure musicali e come esse si combinano e si adattano alle varie situazioni armoniche.

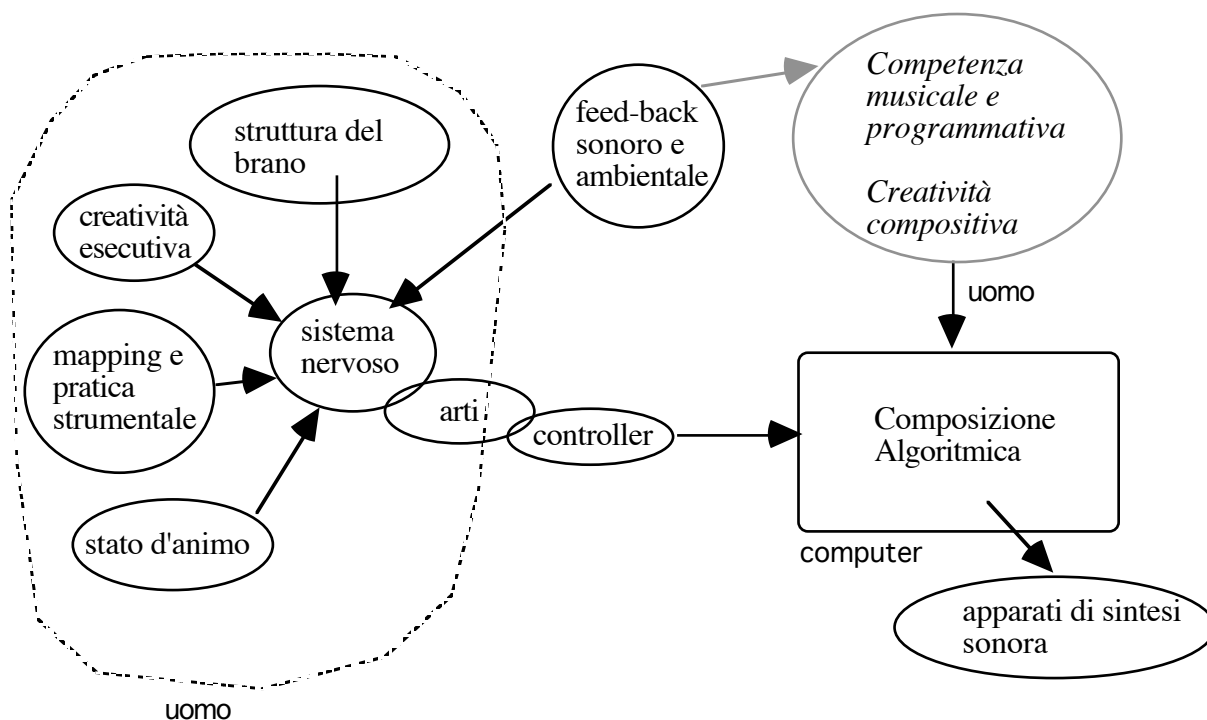
- Su ogni situazione armonica (accordo) è necessario adattare andamenti melodici prelevati dal frasario o, meglio ancora, inventati con creatività sul momento e collegati in modo organico; inoltre si deve essere in ogni momento sul tempo e sul tema dato dal resto del gruppo strumentale tenendo in forte considerazione il feed-back sonoro globale.

Voglio poi mettere in risalto un ultimo aspetto relativo al contesto strumentale qui usato che è quello della tradizione: pianoforte, chitarra, basso, sax, clarinetto, tromba, etc... Come già detto, ad ogni azione operata sulla meccanica di interfaccia degli strumenti musicali (tastiera, sistema di chiavi, etc.) corrisponde sempre una stessa reazione acustica timbrico-dinamico-frequenziale ed indico con il termine *mapping* tale corrispondenza che deriva dalle stesse caratteristiche meccanico/fisiche dello strumento. Come si vedrà, questo fatto di per sé ovvio e scontato in questo contesto, assume valenze decisamente diverse e con maggiori possibilità espressive quando portate nel contesto informatico.

Ma, neanche a dirlo (e mi ripeto), si sa che suonare jazz vuol dire qualcosa di più che semplicemente coordinare simultaneamente più componenti: il processo è, fortunatamente, più complesso e più ricco ed in esso concorrono due ulteriori fattori, apparentemente marginali, ma che influiscono rilevantemente sulla qualità globale di un'improvvisazione: la prima, interna, data dallo stato d'animo dell'artista; la seconda, esterna, data dalla competenza e rispondenza degli altri elementi del gruppo strumentale e in una certa misura dalla natura e dal comportamento del pubblico. Quest'ultima considerazione è importante perché alla fin fine ciò di cui si parla è un'espressione con alto grado di impatto emotivo e comunicativo data proprio dall'azione di personalità creative che operano in presenza di pubblico fruitore del loro prodotto artistico.

Ciò cui si vuol arrivare è di riproporre la stessa situazione di creatività e di partecipazione attiva di un artista esecutore, con nuovi e diversi significati musicali, nel contesto più allargato offerto dall'informatica musicale nella sua globalità. Qui, la catena di elementi meccanico-informatici-elettro-acustici è in generale lunga ed imprecisa rispetto alla semplicità quasi simbiotica della tradizionale relazione tra musicista e strumento, e non consente lo stesso approccio diretto e impressivo come nella musica jazz. Si tratta allora di proporre un situazione sistemistica ed una modalità d'uso degli elementi a disposizione (computer, linguaggi, interfacce, sintetizzatori) in grado di creare situazioni musicali eletto-acustiche controllabili da un performer durante l'esecuzione che, parafrasando l'approccio jazzistico appena analizzato, metta in risalto l'espressività e l'estemporaneità esecutiva.

La configurazione delle componenti viste in precedenza viene ora ridisegnata tenendo presente la coesistenza dei due sottosistemi complessi uomo-sistema informatico: le componenti, magari con alcune trasformazioni e/o duplicazioni concettuali ed operative, vengono ora distribuite tra uomo e computer come segue:



Componenti e flussi di informazione nella performance interattiva con computer

Nella figura va notata l'esistenza dell'elemento *Competenza musicale e programmatica, creatività compositiva* che si riferisce ad una fase precedente alla performance vera e propria. In questa fase viene definita la composizione in termini di materiale sonoro, strutturazione e modalità d'uso di essi, il tutto descritto in forma di procedure algoritmiche scritte in un linguaggio di programmazione.

Conclusioni

Nei concerti di musica di avanguardia eseguiti con strumentazione tradizionale il pubblico si aspetta che i musicisti utilizzino *ben noti attrezzi meccanici* per produrre suono, nello stesso modo in cui si aspetta che un attore o un conferenziere usi la bocca per parlare. In entrambi i casi l'attenzione viene focalizzata sul contenuto. In un concerto di musica elettronica per nastro magnetico il messaggio artistico viene accettato senza curarsi delle modalità e dei dispositivi usati dal compositore, esattamente come succede guardando un film o un video-clip.

Ma in una performance di musica elettro-acustica interattiva la componente visuale è di grande importanza in relazione al fatto che si sta usando un sistema elettronico "esplosivo" nelle varie parti. In questa nuova situazione il pubblico pone attenzione anche sulle relazioni tra la gestualità del performer ed il suono prodotto. E spesso il pubblico vuole capire cosa sta succedendo e vuole capire le nuove regole del gioco, oltre a fruire il risultato musicale. Allora è importante che il compositore/performer pianifichi una ben precisa successione di differenti situazioni acustico/musicali per ciascuna delle quali esista un giusto equilibrio tra mapping semplici e mapping complessi.

Sulla base dell'approccio descritto fin qui, la performance di musica elettro-acustica interattiva è più simile alla musica jazz che a quella composta e scritta su pentagramma. La differenza sta nel fatto che in questa nuova situazione la musica viene composta e scritta in

forma di programma che al momento della performance utilizza anche informazioni provenienti dall'esterno. In questo modo, anche se composta e scritta, ogni performance non è mai uguale alle precedenti.

Riferimenti

- [1] Marco Tiella, "L'officina di Orfeo", il Cardo/Saggi.
- [2] Wanderly, M. <http://www.ircam.fr/equipes/analyse-synthese/wanderle/Gestes/Externe/>
- [3] Mulder, A. (1994). *Virtual musical instruments: Accessing the sound synthesis universe as a performer*: In Proc. of the First Brazilian Symposium on Computer Music.
- [4] Paradiso, J. 1997. *Electronic Music: New Ways to Play*: IEEE Spectrum Computer Society Press. Dec. 1997. pp. 18-30.
- [5] Tarabella L, Bertini G., (2004). *About the Role of Mapping in gesture-controlled live computer music*. U.K.Will, Computer Music Modelling and Retrieval (CMMR2003). Springer-Verlag, ISSN 0302-9743
- [6] Sapir, S. 2002. *Gesture Control of Digital Audio Environments*. In Journal of New Music Research, 2002, Vol.31, No 2, pp.119,129, Swets & Zeitlinger
- [7] Garzanti, Enciclopedia della Musica, alla voce "informatica, musica".
- [8] <http://tarabella.isti.cnr.it>
- [9] Tarabella, L. (2004) *Handel, a free-hands gesture recognition system*, In Proceedings of Computer Music Modeling and Retrieval'04, Alborg University Esbjerg, Denmark
- [10] Tarabella, L., Magrini M., Scapellato G., (1997). *Devices for interactive computer music and computer graphics performances*: In Procs of IEEE First Workshop on Multimedia Signal Processing, Princeton, NJ, USA - IEEE cat.n.97TH8256
- [11] Rowe, R. 2001. *Machine Musicianship*. Cambridge: MIT Press. March 2001, pagg.343,353
- [12] Coker J., *Improvising Jazz*, Prentice Hall, Inc, 1964
- [13] Coker J., *The jazz Idiom*, Prentice Hall, Inc, 1975
- [14] Aebersold J., *A new approach to Jazz Improvisation, All "Bird"*, vol.6 NewAlbany, 1970-80
- [15] Russell R., *Charlie Parker (Bird Lives!)*, Milano Libri Edizioni, 1978

Leonello Tarabella dopo la laurea in Informatica conseguita all'Università di Pisa, si è specializzato nel settore della musica digitale presso il MIT MediaLab di Boston ed il Center for Computer Research in Music and Acoustics (CCRMA) della Stanford University. E' responsabile delle attività di Ricerca Artistico/Tecnologica del computerART project dell'Area della Ricerca del C.N.R. di Pisa. Relatore di numerose tesi di laurea sull'argomento, tiene annualmente un corso di Informatica Musicale presso la Facoltà di Informatica dell'Università di Pisa ed è autore del libro "INFORMATICA e MUSICA" edito dalla Jackson Libri. Con i sistemi informatici da lui ideati e realizzati, compone ed esegue in concerto la sua musica in eventi e manifestazioni di arte e musica contemporanea a livello nazionale ed internazionale. E' stato ospite in trasmissioni televisive (RAIUNO, RAIDUE e RAITRE) di divulgazione artistico/tecnologica come MEDIAMENTE e FUTURA CITY.