

**Dispense di elaborazione analogica e numerica
del segnale sonoro per la musica elettronica.**

Tecnologie ed estetiche musicali

Note sulla non neutralità della tecnica.

© 2007 Lorenzo Seno - Versione 0.1

Indice generale

1	Note sul copyright.....	1
2	Rapporti tra tecnica ed estetica nella musica elettronica e nella sua storia.....	1
3	Generazione e sintesi del suono oggi.....	1
4	La natura dei suoni generati.....	2
5	Neutralità e non della tecnica.....	3
6	Computer prossimi venturi.....	6
7	I computer così come li conosciamo, sono adatti alla musica?	8
8	Elaborazioni del suono prossime venture.....	10
9	Altre aporie.....	13

1 Note sul copyright

Questo testo è rilasciato sotto la licenza Creative Commons “Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 2.5”

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/it/legalcode>.

E' permessa la diffusione e la riproduzione per uso non commerciale in forma non modificata.

2 Rapporti tra tecnica ed estetica nella musica elettronica e nella sua storia.

Queste brevi note hanno lo scopo di illuminare la trattazione finora svolta¹ sugli argomenti “classici” delle tecniche di musica elettronica con una luce diversa, nel tentativo di esplicitare le motivazioni che hanno condotto ai diversi gradi di approfondimento e al modo di esporre i temi affrontati.

Nello sviluppo delle tecniche (e della corrispondente teoria) di elaborazione dei segnali a scopo musicale sono stati fatti notevoli sforzi per ottenere generatori di suoni semplici o composti con il minimo possibile di risorse di calcolo. Questo “principio di economia” ha condotto il pensiero scientifico-tecnico e musicale su sentieri diversi in funzione, da una parte, del contesto tecnologico e merceologico (che definisce in ogni momento storico cosa sia fattibile e cosa infattibile, cosa costoso e cosa no, *latu sensu*). Dall'altra, in funzione della esplicita o implicita impostazione estetica di cui il ricercatore (o compositore) è un più o meno consapevole portatore.

Anche nell'elaborazione dei segnali concreti gli stessi principi di economia hanno condotto allo sviluppo di tecniche (mutuate spesso da altri campi, con una notevole torsione di senso, quali l'AM e la FM che provengono dalle radiotrasmissioni) che in qualche modo sono fortemente relate alla produzione di spettri equispaziati e di suoni intonati.

Il testo cercherà, a partire da note critiche sulle tecnologie e sulle tecniche, di mettere in luce i nessi tra queste tecniche e quanto meno i fondamentali tecnici del pensiero musicale che si è sviluppato inizialmente attorno alla musica elettronica.

3 Generazione e sintesi del suono oggi

Percorriamo velocemente una panoramica sulle tecniche di elaborazione di segnale in voga e sopravvissute fino ad oggi.

Relativamente agli oscillatori sinusoidali, la scelta oggi si limita di fatto tra

¹ Si tratta dei testi e dispense che trattano di oscillatori, sintesi additiva, modulazione di ampiezza e di frequenza.

l'oscillatore complesso (non modificato) e quello tabellare. Quello complesso ha una struttura simmetrica che si presta particolarmente bene ad essere implementato nelle unità di calcolo vettoriale delle quali ogni moderna CPU è ormai dotata, permettendo il calcolo simultaneo di più di un oscillatore in parallelo². Garantendo continuità di fase e costanza di ampiezza, si presta bene anche alle tecniche di modulazione di ampiezza e di frequenza, ed il segnale generato ha la massima purezza armonica compatibile con il numero di bit utilizzati nel calcolo. Esso è quindi un candidato ideale per la sintesi additiva non armonica tempo variante. E' inoltre elemento cardinale (ed insostituibile) per lo *spostamento di frequenza*.

Un uso pratico dell'oscillatore sinusoidale comporta l'uso di tabelle per evitare calcoli di funzioni trascendenti (che sono da evitare soprattutto in tempo reale). Tuttavia queste tabelle giocano un ruolo diverso dal caso degli oscillatori tabellari. Negli oscillatori complessi, il loro carattere discreto si riflette in un errore di frequenza, non nella composizione armonica del segnale generato. Si tratta inoltre di tabelle *universali*, quindi calcolabili off-line una volta per tutte.

Nel caso degli oscillatori tabellari, la discretizzazione dei valori ha impatto invece sulla composizione armonica del segnale generato, e non sulla frequenza che è invece stabilita dalla velocità di scansione. Tuttavia le dimensioni odierne della memoria rendono possibili tabelle di dimensione tali da rendere trascurabile questo particolare tipo di distorsione armonica.

Gli oscillatori tabellari hanno peraltro il vantaggio di permettere la generazione di suoni composti (sia pure con il limite dell'impossibilità di una loro gestione "naturale", relativamente all'estremo alto delle frequenze) senza costi di calcolo supplementari. Anche essi, operando in continuità di fase e costanza di ampiezza, sono adatti alla modulazione di ampiezza e di frequenza e alla sintesi tempo-variante.

Infine, i banchi di oscillatori, oggi caduti in disuso. Essi sono in un certo senso equivalenti alle tecniche di *waveshaping* (distorsione non lineare), e tutte e due queste tecniche sono equivalenti ad un insieme di oscillatori sinusoidali *dipendenti*. Anche qui, siamo di fronte alla produzione di pettini questa volta perfettamente armonici, e quindi di suoni intonati. Va de sé che tali scelte hanno una valenza estetica molto forte e determinante.

4 La natura dei suoni generati

Sia gli oscillatori tabellari, sia i banchi di oscillatori, condividono dunque una caratteristica di fondo di rilevanza estetica e formale: producono suoni sì composti, ma con rigide e predeterminate relazioni di frequenza (generano cioè *suoni armonici perfettamente periodici*) e di fase, relazioni che sono assolutamente tempo-invarianti, una caratteristica con un forte impatto percettivo e quindi, in ultima analisi, musicale. Essi nascono all'interno di una tensione tecnologica ed

² Ad esempio, nei moderni Pentium l'unità SSE permette in modo particolarmente efficiente il calcolo parallelo di quattro oscillatori complessi indipendenti a 32 bit.

estetica che considera come preminente l'ottenimento di suoni armonici e *intonati*, all'interno quindi di una più o meno consapevole concezione della musica che privilegia il gioco orizzontale delle altezze (la *melodia*).

Anche le tecniche classiche di modulazione (ampiezza, frequenza, modulazione ad anello) sono state concepite almeno originariamente nell'intento di generare in modo economico pettini armonici, e quindi sempre suoni *intonati*³. Le modulazioni citate, però, se da una parte instaurano delle relazioni di frequenza e fase tra le componenti anch'essen "rigide" (anche se tempo-varianti, ma non a piacimento: si tratta sempre di *pettini equispaziati*), dall'altra non vincolano alla generazione di pettini equispaziati *intonati*. Sia in AM, sia in FM, è infatti possibile generare pettini equispaziati ma frequenzialmente "fuori posto" rispetto alla implicita fondamentale, ottenendo quindi suoni non intonati, o con componenti percettivamente anarmoniche accentuate. Inoltre, il gioco del foldover e delle frequenze negative (generabili sia in AM, sia in FM) consente di ottenere gruppi di pettini sempre equispaziati ma diversamente "fuori posto" tra loro, con effetti percettivi complessi. Le tecniche di modulazione si sono quindi prestate e si prestano alla fuoriuscita dall'ambito prettamente "melodico" (o addirittura imitativo degli strumenti acustici), pur restringendo l'insieme delle frequenze ottenibili e predeterminando in modo deterministico le relazioni di frequenza e di fase.

Il desiderio più volte espresso da Karlheinz Stockhausen (solo oggi realizzabile) di avere a disposizione un numero elevato di oscillatori *indipendenti* ("migliaia di oscillatori") si riferisce proprio a questa "impronta estetica" e formale (se nella forma vogliamo includere anche la "microforma") non superabile se non per mezzo della sintesi additiva non armonica, effettuata con oscillatori tempo-varianti *indipendenti*. Questa istanza può essere pienamente intesa - a giudizio di chi scrive - solo alla luce di considerazioni analoghe alle presenti.

La totale libertà di concezione che la sintesi additiva non armonica fornisce ha però come contropartita una notevole complessità nel controllo di un numero elevato di parametri indipendenti (ampiezza, frequenza e fase per ogni oscillatore), il cui dominio non rappresenta più una sfida di ordine tecnico, ma sostanzialmente di ordine estetico e formale: è oggi solo responsabilità dei principi ordinatori del pensiero musicale (anche se con la scorta delle conoscenze acustiche, psicoacustiche e di segnale) riuscire a individuare sentieri e aree utili all'interno dello spazio a migliaia di dimensioni dei parametri della sintesi additiva.

5 Neutralità e non della tecnica

Tra tecnica ed estetica sussistono relazioni non semplici, che si sono sviluppate e modificate nel corso del tempo. L'indubitabile esistenza di condizionamenti è il senso dell'affermazione secondo la quale la tecnica *non è neutrale*, intendendo con questo che le scelte tecniche hanno implicazioni sul piano dell'estetica (in questo caso musicale) e ne condizionano lo sviluppo ed il pensiero.

³ Per la FM, si vedano i lavori di Chowning, e il destino della FM all'interno della tastiera DX7 della Yamaha.

Si può nello stesso modo affermare che anche l'estetica non è neutrale rispetto alla tecnica: esigenze estetiche musicali possono (ed hanno effettivamente) indirizzato e condizionato la ricerca tecnologica (e talvolta anche scientifica) esprimendo una determinata "domanda" in modo talvolta esplicito e talvolta implicito. Talvolta, ancora di più forse oggi, ricercatori scientifici e tecnici hanno indirizzato (e indirizzano) i loro interessi e scelgono obiettivi sulla base di una loro, sovente unilaterale, autonoma interpretazione dei bisogni del pensiero musicale. Talvolta le domande dei musicisti sono cadute nel vuoto, e per l'impossibilità materiale di soddisfarle, e per la mancata comprensione del loro senso.

Sono queste considerazioni certamente sensate e fondate, se non ovvie. Bisogna però guardarsi da interpretarle in modo "forte", "deterministico": una determinata tecnica può anche essere piegata a scopi diversi rispetto a quelli per i quali era stata pensata, e non sempre questo corrisponde ad una forzatura. Vi sono scelte tecniche più polivalenti, o addirittura la cui polivalenza o flessibilità può essere scoperta "a posteriori". Non è una novità: strumenti musicali concepiti e nati nella temperie della musica dell'ottocento, romantici e postromantici, sono stati sottoposti a torsioni - o semplicemente a nuovi usi - in tutto l'arco del '900, fino ad oggi.

E' tuttavia inevitabile che un determinato strumento condizioni (anche se senza determinarlo) il pensiero di chi lo usi.

Un altro tema di riflessione a questo proposito è il numerico. La musica elettronica è nata ed ha conosciuto i suoi primi sviluppi nell'orizzonte dell'elettronica analogica (e persino, agli inizi, dell'elettrotecnica). L'elettronica analogica - soprattutto all'epoca di cui stiamo parlando - era marcata dal punto di vista dell'ascolto da determinate caratteristiche (alcune delle quali definite "indesiderabili", da un punto di vista libresco) che hanno costituito il suo "marchio estetico". Si tratta essenzialmente di tre fattori: rumore di fondo, distorsioni armoniche, e limitatezza della banda passante.

Questi tre "difetti", o se vogliamo semplicemente "caratteristiche", sono stati spesso "incorporati" nell'estetica musicale, articolandosi in un equilibrio del quale non è detto tutti gli attori dell'epoca fossero completamente consapevoli. Il rumore di fondo, i "tac" dovuti al taglio del nastro, determinate distorsioni, trovavano una compensazione nella limitatezza di banda e di dinamica dei dispositivi elettroacustici coevi. "Limiti" che attenuano o caratterizzano altri "limiti", e che vengono all'interno di questo equilibrio utilizzati espressivamente.

Alcuni brani storici di cui esistono registrazioni sono riproducibili con difficoltà nei contesti moderni, perché le migliorate caratteristiche dei dispositivi elettroacustici ne alterano in modo sostanziale gli equilibri, fino a presumibilmente distorcere il pensiero musicale dell'autore.

Si apre qui la *vaexata questio* della filologia interpretativa. La musica barocca deve essere suonata solo su strumenti barocchi e con le tecniche esecutive barocche? Le registrazioni di cui parliamo devono essere auralizzate riproducen-

do le condizioni d'ascolto dell'epoca, ad esempio riducendo artificialmente la banda passante e la dinamica degli impianti? Oppure è necessario intervenire sul materiale originale per adeguare (“interpretare”) il materiale alle nuove condizioni di fruizione, per fare ri-emergere la *partitura*?

Non è certo questa la sede per fornire risposte - sia pure interlocutorie - a domande del genere: ci si contenta di avere posto il problema. Certo è che anche in materia di musica elettronica, elettroacustica e mista sono possibili un'infinità di approcci: da quello più filologico, scientificamente basato, a quello più inventivo, che esalta il momento interpretativo.

Tornando in questa chiave ai sistemi digitali, o meglio numerici, essi non soffrono come noto di questi inconvenienti, e i sistemi analogici di auralizzazione di potenza si sono progressivamente adeguati alla “qualità CD”. Il rumore di discretizzazione (dal punto di vista dell'ascolto assai peggiore del rumore Schottky dell'elettronica analogica) si è talmente ridotto con gli attuali 24 bit da rendere dubbia l'utilità del “noise shaping”. 24 bit forniscono una dinamica da grande orchestra, ovvero *superiore* a quella dei dispositivi elettroacustici a valle del convertitore. Sul piano dell'elaborazione, la generalizzazione dell'uso del *floating point* ha drasticamente ridotto, se non annullato, i problemi legati all'arrotondamento dei calcoli, e al cumulo di rumore di discretizzazione.

Queste considerazioni, di per sé indubitabili, hanno però generato una *vulgata* che considera - senza talvolta dirlo - i sistemi numerici come “strettamente superiori” a quelli analogici. Questa visione - che ha condotto a diverse distorsioni nel trasporto di concetti, tecniche e stilemi dal mondo analogico a quello numerico, dimentica che un sistema campionato nel tempo è equivalente ad uno continuo solo nel limite per frequenze di campionamento tendenti ad infinito.

I sistemi numerici (campionati) soffrono di inconvenienti - gravi o quantomeno udibili - sconosciuti a quelli analogici, legati fundamentalmente alla banda non tanto limitata, quanto *finita in modo brusco* al limite di Nyquist. Le conseguenze sono molteplici: tutte le tecniche di modulazione, e perfino quelle di generazione, del segnale sono suscettibili di condurre a *foldover*. Il *warping* dell'asse delle frequenze sul cerchio numerico fa sì che i filtri digitali, ottenuti per derivazione da quelli analogici proprio allo scopo di imitarli, hanno spesso comportamenti assai diversi dai corrispondenti analogici, a meno di non utilizzare tassi di sovracampionamento elevati.

La voracità del pensiero musicale ha però trovato spesso il modo, come nel caso dell'analogico, di incorporare questi “difetti” e piegarli ad un uso espressivo. Accade così di ascoltare brani nei quali il foldover gioca un ruolo essenziale. Si tratta spesso di un uso musicalmente consapevole, ma tecnicamente inconsapevole. Niente di male, se non fosse per il fatto che il pensiero compositivo si avvale, o addirittura di fonda, sulla capacità predittiva dei risultati rispetto alla partitura, e senza consapevolezza tecnica, quella estetica può diventare rapidamente un'arte esoterica, poco trasmissibile, poco insegnabile, e poco sviluppabile, sia sul piano filogenetico, sia su quello ontogenetico.

La non neutralità (sia pure relativa) della tecnica pone inoltre un altro problema: dopo l'iniziale "età dell'oro" della musica elettronica, il fecondo rapporto reciproco tra compositori da una parte, e ricercatori e tecnici dall'altra, sembra essersi oggi interrotto. La strumentazione musicale elettronica si è ossificata attorno a prodotti essenzialmente uguali tra di loro⁴, privi di valenze estetiche, e del tutto in-flessibili. Il condizionamento estetico è schiacciante, in quanto questi si presentano spesso come "prodotti chiusi" nel senso culturale del termine⁵. E' questo un argomento sul quale è possibile aprire un fronte di riflessioni e discussioni molto ampio, forse smisuratamente ampio, che ci condurrebbe a riflettere sui meccanismi profondi di funzionamento e di evoluzione della società umana attuale. Ci si limita qui alle prime e più superficiali considerazioni.

6 Computer prossimi venturi

Se gli strumenti musicali elettronici (numerici) acquistabili sono monchi di un lato, anche gli strumenti "evoluti" della *computer music* lo sono da un altro, per avere mutuato idee ricevute dalla "informatica generale" (generica) su come debba essere fatto uno strumento informatico. Nell'informatica dominante i principi dell'ergonomia sono stati distorti e ridotti a quella filiforme del bricolage domestico: quella che vede come fruitore un'astrazione senza articolazioni, una folla composta da repliche di un solo essere umano: frettoloso, sostanzialmente stupido, che non ha tempo né voglia di imparare quel che serve a quella bisogna per la quale ha peraltro acquistato un *computer*, un essere sostanzialmente non interessato a ciò che sta facendo. Quando usa il computer, deve "divertirsi", avere la sensazione di stare giocando, perché evidentemente è tediato da ciò che fa, e deve svagarsi coi bottoncini colorati, le animazioni e gli effetti speciali.

A questo unico utente serve un unico *computer*, confezionato e cucinato in diverse salse, ma sostanzialmente lo stesso computer *general purpose*, con il quale si possa "fare di tutto". Questo deve dunque prendere il posto degli strumenti musicali, della televisione, dell'HI-FI, del telefono, del fax, della carta e della tela su cui dipingere, e così via.

Non si tratta però solo della cultura del bricolage: secondo la *vulgata* silenziosamente inculcata, poco enunciata, ma comunque praticata (e anche confessata nelle discussioni, purché un minimo approfondite) nella cultura del normotipo laureato in materie tecnologiche (ancor più se manageriali) esiste un solo *sistema, universale*, incarnato nel *computer*. Questo, come Proteo, è in grado di fare qualsiasi cosa, a patto di programmarlo adeguatamente. Se in qualche compito questi riesce male, o non vi riesce affatto, si tratta sicuramente di una situazio-

4 Una caratteristica di fondo del tutto generale nelle nostre società "post-industriali", frutto almeno in parte della riduzione del "bisogno" a "domanda", principio fondante della mistica del marketing.

5 Non è un segreto come l'uso "imitativo" dell'elettronica sia predominante. Dunque questa elettronica non è certo in grado di rispondere - non diciamo di suscitare - ad alcunché sul piano estetico, artistico.

ne provvisoria: basta *aspettare* che la legge di Moore⁶ ci regali una macchina più potente. Questo è il *Credo* che recitano i fedeli delle nuove religioni tecnologiche.

Peccato che le cose stiano molto diversamente. La legge di Moore ha fatto crescere la potenza di calcolo dei nostri sistemi numerici elettro-domestici in modo smisurato. Con la stessa legge, se non di più, e senza che ve ne sia un vero motivo, è però aumentata la complicazione del software con il risultato che i *computer*, con le loro interfacce sempre più “belle”⁷, sono sempre altrettanto lenti, se non più lenti. Il software diventa sempre più complicato ed obeso per due fattori predominanti. Il primo è il gigantismo delle interfacce (le quali sono poi però sempre le stesse, e fisicamente, e nelle loro metafore: tastiera e mouse, “finestre” e “pulsanti” (tondi, quadrati, stondati, piatti, 3D...: molte salse, una sola pietanza). E' un miracolo che siano così cresciute di peso restando sempre uguali a se stesse, e con gli stessi difetti⁸. Il secondo è la multivocità degli scopi, che conduce inevitabilmente a delle sovrapposizioni. Ogni applicativo fa tutto: uno fa scrittura, disegno, ma anche calcolo e impaginazione. Un altro fa calcolo, disegno, ma anche impaginazione e scrittura. Un altro ancora fa impaginazione, ma anche disegno scrittura e qualche calcolo. E in un testo si può mettere anche un filmato, o una canzonetta, o un cartone animato, a quale scopo dio solo lo sa. Non solo è il computer ad essere *general purpose*, ma anche ciascun software aspira alla totalità dell'essere. Anche qui l'importante è fare tutto, magari male, ma tutto. Togliere ogni spazio agli altri, questo è l'imperativo categorico, o almeno provarci: la concorrenza divora se stessa.

E' un po' come nell'attrezzistica domestica, dove si trovano ircocervi quali la pinza-cacciavite-martello, la chiaveinglese-cacciavite-pappagallo, il trapano-sega-molatrice, tutto *all-in-one*. L'uso domestico - infrequente e con labili esigenze di efficacia - li rende equiparabili a giocattoli, ma poco male. Il guaio sarebbe se dovessimo mai scoprire l'officina del meccanico popolata di mostriciattoli del genere, anziché di ferri concepiti secondo l'antico motto “un attrezzo per ogni compito”.

Quello del “attrezzo per ogni compito” era un paradigma anche dell'informatica, prima della sua era di massa, ma apparentemente è stato oggi abbandonato. La sprofessionalizzazione ha colpito anche qui. Fondamenti di cultura risalenti agli anni '60 sono andati dimenticati: i dischi rigidi si frammentano, e tutto ciò è venduto come la cosa più normale del mondo⁹. La sicurezza (come robustezza

6 La frequenza di clock delle CPU raddoppia ogni tre anni. Qualcuno ne deduce, erroneamente, che lo stesso accada alla potenza di calcolo. Ma questa dipende da altri fattori, oltre alla frequenza di clock, ed esibisce una crescita *effettiva* molto più lenta, se non nulla. Inoltre, questo *trend* non può durare in eterno, e siamo ormai molto vicini all'asintoto. Non potendo raddoppiare il clock, si raddoppiano allora le CPU (i *dual core*). Ma in un contesto *general purpose* è molto difficile trarre pieno profitto da un marchingegno del genere. Raddoppiare la CPU significa oggi guadagnare forse un 30%.

7 “Bellezza” presunta, che se non ha niente a che vedere con l'ergonomia, ha in compenso molto a che vedere con il marketing.

8 Sui difetti delle “metafore” informatiche, tutte vecchie come il cucco, tutte inventate in Rank Xerox negli anni '60, si potrebbe scrivere una enciclopedia.

9 C'è un bel testo del 1998 di Roberto di Cosmo, un (vero) informatico che lavora a Parigi,

rispetto alle intrusioni fraudolente, al furto di informazioni) è riscoperta come se non fosse un problema arcinoto fin dall'aurora del *computing*. Software giocattolo vengono proposti (ed accettati) per compiti professionali, per poi scoprire che un hacker ragazzino può mettere in ginocchio con un "Troiano" un intero Ente Pubblico. E invece di dare del fesso a qualcuno che se lo meriterebbe, si grida al precoce genio dell'informatica, che peccato sia rivolto al male.

7 I computer così come li conosciamo, sono adatti alla musica?

Se c'è qualcosa di inadatto alla gestione del suono, alla sua produzione e elaborazione, sono proprio i computer *general purpose*¹⁰: e per le architetture, e per le interfacce.

Restando momentaneamente sull'architettura, un sistema operativo decente (non cioè come quelli maggiormente in voga) per una macchina *general purpose* deve prioritizzare la risposta all'utente e per fare questo deve dare alta priorità ad alcuni task di sistema operativo. Questo è un paradigma generalmente accettato e santificato. Tutti sappiamo però che non è vero: il nostro *computer general purpose*, orientato agli eventi utente (click del mouse, tasto premuto, ecc.) ogni tanto si mette misteriosamente ad eseguire compiti di natura esoterica e imperscrutabile, e tocca a noi aspettare che abbia finito il suo *housekeeping*. Questi momenti di "assenza" possono durare diverse decine di secondi.

Ma un sistema siffatto - anche quando faccia ciò che promette e sia relativamente immune da questi inconvenienti - ha comunque latenze software che anche se trascurabili dal punto di vista della riflessologia mousistica, sono considerevoli dal punto di vista dell'elaborazione audio. I tempi di latenza del sistema audio di Windows¹¹ sono dell'ordine delle centinaia di millisecondi. Si tratta di una circostanza poco evitabile anche con i 3 GHz¹² di frequenza di clock delle CPU CISC circolanti. Di più: una interfaccia audio multicanale (diciamo a 8 canali di I/O) con le frequenze di campionamento attuali (96, 192 KHz¹³) comincia ad avere seri problemi con le latenze hardware di un bus di I/O come il PCI.

Ai seguaci dell'idea del progresso informatico lineare bisognerebbe far notare che la diminuzione dei tempi di latenza non segue la legge di Moore, e non è

"Trappola nel Cyberspazio" dove a questo proposito si illustra il carattere *regressivo* di questo piccolo fenomeno. I *file system* che non si frammentano, basati sullo "algoritmo della brava segretaria" sono stati inventati in IBM negli anni '60. Qualcuno se ne è dimenticato. <http://www.pps.jussieu.fr/~dicosmo/Piege/cybersnare/trappola.ps.gz>

10 Non tutti i computer general purpose sono inadatti nella stessa misura. Quelli fatti con i criteri dell'informatica professionale lo sono meno di quelli ispirati all'informatica-bricolage.

11 ®! Le finestre sono marchio registrato. E le porte?

12 Una frequenza di clock di questa entità, in una CPU sia pure CISC quali sono le uniche rimaste in circolazione, implica la capacità di eseguire quasi un miliardo di operazioni al secondo. Questa immane potenza di calcolo - rispetto agli scopi - è somministrata ad utenti che la utilizzano per scrivere lettere e documenti, e che utilizzano questa potenza *uno alla volta!* Il *word processing* deve essere un'attività terribilmente complessa!

13 Queste frequenze di campionamento non hanno senso alcuno per la *riproduzione* musicale. Hanno però senso per l'elaborazione del suono. Se esistono, però, è per la riproduzione. Per una volta, un *nonsense* ha prodotto una conseguenza utile.

proporzionale alla frequenza di clock delle CPU: in quindici anni non sono neanche dimezzati.

L'ostacolo è putativamente aggirato con i “driver a bassa latenza”, un falso clamoroso in quanto la latenza non è legata certo al driver, ma ad esigenze generali del Sistema Operativo (non scansabili, se è *General Purpose*). Si tratta in realtà di un mezzo per fare girare codice, che dovrebbe girare a livello utente, nel ring dei driver, col il risultato di mettere in serio pericolo l'integrità software di sistemi già fragili.

Mentre il nostro sottosistema audio e musicale cerca disperatamente, utilizzando trucchi ed illusioni, di fare il proprio mestiere avendo in realtà a disposizione solo una frazione minima della potenza di calcolo della potentissima CPU¹⁴ (mestiere che farebbe agevolmente, senza problemi e rischi in un ambiente privo di sistema operativo, o con un sistema operativo adeguato allo scopo) il nostro Sistema Operativo *General Purpose* del *Computer General Purpose* esegue nel frattempo milioni di task del tutto inutili in quel momento, dedicandosi anima e corpo a servire potenzialmente quell'unico generico *utente general purpose*, predisponendosi continuamente a servire possibili azioni che non verrebbero in mente a nessuna persona sana di mente mentre sta eseguendo un concerto, come inserire improvvisamente un CD nell'apposita unità, visionare un filmato o le fotografie delle vacanze, scrivere una lettera, disegnare, chiacchierare con cuffia e microfono con un parente lontano, fare linguacce alla webcam, stampare una fotografia, fare il conto della spesa con un foglio elettronico, e così via. Ma il nostro sistema deve essere astrattamente *pronto* ad ogni *generica* evenienza (*general purpose*), che possa sopravvenire in ogni generico momento, a causa del generico comportamento del generico utente. In questo consuma gran parte delle sue energie e della sua potenza. Tanta ne usa per ciò che è *in potenza*, che poca glie ne resta per ciò che è *in atto*.

Anche con l'hardware *general purpose* che abbiamo a disposizione si potrebbero tuttavia fare cose mirabolanti, solo ad utilizzare un Sistema Operativo in Real Time¹⁵ (poco adatto a scrivere lettere, per la verità)¹⁶. Ma invece di sviluppare un Sistema Operativo Real Time per la musica, si sviluppano driver Asio®, compito assai più arduo e precario.

A chi obietasse che tutto questo non è che la conseguenza di quella sana tendenza ad abbattere i costi per rendere disponibile tutto a tutti, consigliererei di dare un'occhiata ai prezzi di un computer *general purpose* carrozzato per soddisfare solo uno dei più rudimentali requisiti di un sistema audio (per non dire musicale): non inondare l'ambiente del rumore dei ventilatori.

14 Regola fondamentale di buon comportamento, in un *computer general purpose*: nessuno può diventarne padrone.

15 Ne esistono di Open Source, anche se nessuno ha pensato ad adattarli alla musica: RT Linux ed Ecos.

16 In compenso, adattissimo ai videogiochi. La circostanza deve essere sfuggita agli esperti di marketing.

8 Elaborazioni del suono prossime venture

Come già detto, la gran parte degli argomenti che trovano posto in un corso di elaborazione del suono riguardano tecniche di sintesi nate per produrre suoni intonati, eccezionalmente suoni con pettini equispaziati ma “fuori posto”. Oltre alle tecniche di generazione e modulazione citate, anche la FOF, il *waveshaping*, ricadono in questa categoria.

Il “suono elettronico” deve a questo gran parte delle sue caratteristiche percettive. A questo destino sfuggono oggi solo la sintesi additiva e quella granulare, purché usate in modo non triviale.

Campi ancora da esplorare sono le sintesi per modelli fisici e tecniche di trasformazione come ad esempio il *frequency warping*, nessuna delle quali usate significativamente nella musica elettronica. Ma in generale, tecniche di analisi-resintesi *aiutate* dall'operatore (cioè: dall'interprete), per raggiungere così delle caratteristiche di esattezza e robustezza che il solo automatismo non permette.

C'è chi ritiene che l'elaborazione del segnale a scopi musicali sia ferma perché sostanzialmente “non vi sia più niente da scoprire”. Questa visione deve molto all'idea che il problema principale dell'elaborazione del segnale musicale sia *la sintesi*. A parte la circostanza che non è vero che per la sintesi si sia detto tutto quel che c'è da dire¹⁷, restano enormi problemi aperti sul piano dell'elaborazione del segnale in senso proprio, cosa che conduce all'analisi, che è una parte assai importante dell'elaborazione. Qui restano aperti problemi assolutamente basilari: ad esempio, il pitch following, che non è robusto neanche in condizioni ideali (un solo strumento, e poche voci), per non parlare della segregazione di sorgenti su base timbrica (seguire uno strumento, una voce, in mezzo ad altri, o in mezzo al rumore di fondo).

Il punto è che l'interruzione del dialogo tra compositori e “scientifici” non fornisce più, da una parte, ai ricercatori stimoli alla ricerca “musicalmente sensati” (o anche, sensati *tout court*), dall'altra occulta ai compositori la percezione delle potenzialità nuove che si aprono (o si aprirebbero) col progredire delle capacità di elaborazione, intese queste sia come forza bruta (velocità di calcolo, una volta che si riesca a liberarla alla sua grassa prigione di *fatware*), sia come tecnica e conoscenza. E' vero che in un certo senso il fondo della pentola è stato raschiato: ma dei problemi “facili”. Ora restano quelli “difficili”, anche se forse non più difficili di quanto apparissero i problemi “facili” nel momento in cui venivano affrontati per la prima volta, con i mezzi dell'epoca, e con le conoscenze dell'epoca.

Il dato di fondo è che la sintesi è (relativamente) facile. Difficile è l'analisi. Se guardiamo ai sistemi per lo *speech* abbiamo una conferma: i sistemi di sintesi del parlato sono arrivati a gradi di perfezionamento notevoli, tali da essere proficuamente usati là dove abbia senso (gli annunci nelle stazioni, ad esempio; oppure i sistemi di lettura automatica per non vedenti). Si tratta del *Text to Spee-*

¹⁷ E' altamente dubbio che una affermazione del genere possa essere fatta a proposito di qualsiasi argomento, a carattere conoscitivo o artistico.

ch. I sistemi opposti, lo *Speech to Text*, il riconoscimento del parlato, sono tutti miseramente falliti, soprattutto quelli che pretenziosamente aspiravano alla *speaker independance*. Perché qui ci si deve misurare con le capacità più elevate del pensiero umano, qui ci si scontra con tutte le problematiche delle lingue intese appunto come attività umane (non come sequenze di segni su pezzi di carta): ambiguità, polisemia, rumore di fondo, distorsione dialettale, difetti di pronuncia, significato, senso, tutto assieme e tutto mescolato.

A questo proposito c'è una divertente citazione, una frase che costituiva la postilla della firma di posta elettronica di uno spiritoso esperto IBM di sistemi di riconoscimento del parlato, e che potrebbe comparire come epitaffio sulla tomba dei sistemi ASR (*Automatic Speech Recognizer*):

“It's hard to wreck a nice beach as peaches am big you us!”

Questa frase inglese suona foneticamente in modo quasi esattamente identico a quest'altra:

“It's hard to recognize speech as speech is ambiguous”

Nel primo caso una traduzione potrebbe essere:

“E' difficile sfasciare una bella spiaggia dato che le pesche io sono grande voi noi”

Nel secondo la traduzione è meno ardua:

“E' difficile riconoscere il parlato perché il parlato è ambiguo”

Il parlato è però anche polisemico, non solo in senso lessicale. Ora, questo riconosciuto, viste le difficoltà nel riconoscimento automatico del parlato, legate alla mancanza di vere conoscenze dei processi corticali profondi¹⁸, e di questa situazione non contento, qualcuno si spinge a perorare la necessità di incorporare il *significato* nel processo di riconoscimento automatico, la *comprensione automatica* del testo. Ecco qui una possibile “firma” di un esperto di automazione¹⁹ della semantica dotato di sufficiente spirito:

“La vecchia porta era tutta sfasciata”

18 Inoltre è assai poco probabile, con buona pace dei più o meno consapevoli sostenitori della “accezione forte” dell'intelligenza artificiale, che le capacità fondamentali del nostro sistema corticale, anche una volta ben comprese (ammesso che ci si riesca mai), siano riproducibili in un “hardware” diverso dal neurone, e di un neurone collegato ad un corpo umano. Ancor meno probabile che siano riproducibili nel silicio, e ancora meno in “macchine sequenziali” finite, cioè i *computer*. Ciò che viene a mancare è la percezione della misura. Tra il vivente senziente e le macchine sequenziali c'è una distanza astrale: il primo sta alle ultime come la Galassia ad un granello di polvere.

19 Tra ottocento e novecento andava di moda invece la “meccanizzazione”. Dell'agricoltura, ad esempio (cosa degna del massimo rispetto). Accadde così a Sergej Prokof'ev di sentirsi augurare, dall'allora ministro dell'Agricoltura dell'URSS, “grandi successi nella meccanizzazione della musica”. Ci siamo arrivati, al dunque.

“La vecchia porta la bambina a scuola”.

Il tentativo di “disambiguare” questo tipo di polisemia sintattico-lessicale ha portato alle reti semantiche, che correlano statisticamente le parole al loro contesto. Non che siano inutili, sia chiaro, ma per favore non si parli di *comprensione*. E' del tutto probabile che il grande successo dell'oramai unico motore di ricerca Internet sia almeno in parte dovuto alla adozione di reti semantiche per “disambiguare” le frasi di ricerca e i testi dei siti web. E' però assurda la pretesa di basarsi su concetti puramente statistici per fare eseguire “riassunti automatici” di testi qualsivoglia, senza una restrizione semantica ad un contesto molto ben definito e molto ristretto²⁰.

L'abbandono invece di certe “ostinazioni”, da “intelligenza artificiale”²¹, nel volere privilegiare “l'automazione” rispetto alla “assistenza del calcolatore”, potrebbe spalancare nuove possibilità e risolvere *effettivamente, efficacemente*, in ambito musicale (cioè: non generale) problemi astrattamente molto difficili.

Si pensi a questo proposito al solito *pitch-following*, utilizzato per estrarre caratteristiche da un suono concreto a scopo di resintesi o elaborazione. Gli algoritmi automatici non possiedono nemmeno lontanamente il grado di sensibilità, prontezza, robustezza necessari ad un uso musicale *effettivo*. Ma il loro compito sarebbe enormemente facilitato da una restrizione di ambito frequenziale e temporale operata da un esecutore (anche alla abusata tastiera bianca e nera) che esegua la partitura del *pitch* da inseguire. La rivelazione del *pitch*, l'analisi sinusoidale, l'estrazione di involuppi (e tutte le conseguenti rielaborazioni) diverrebbero a questo punto affidabili, robuste, adatte alla prassi musicale, anche utilizzando i rudimentali algoritmi (e gli hardware) oggi a disposizione, e che non si misurano nemmeno alla lontana con le capacità della nostra corteccia cerebrale (della corteccia cerebrale, e di tutto il resto, comprese braccia, gambe e stomaco, cioè, dell'esecutore).

Si tratta di tornare a pensare all'elettronica, alla *computeristica*, come integrazione delle capacità umane (funzioni *assistite* dal calcolatore), non come loro *sostituzione*, resistendo alla illusione “commerciale” di pervenire a sistemi che riescano a far cantare una campana fessa come fosse un Pavarotti, o a trasformare uno strimpellatore domestico in un fine virtuoso. Alla smisurata ambizione delle intenzioni corrisponde assai spesso l'estrema modestia degli scopi.

20 Di un “riassuntore” *general purpose* del genere, dagli effetti esilaranti, è stata dotata qualche versione di Microsoft Office®. L'involontaria comicità sembra essere uno dei più frequenti epifenomeni di queste attitudini. Darsi l'obiettivo di incorporare la *comprensione* del testo allo scopo di permetterne un efficiente riconoscimento automatico fa pensare ad una asserzione del genere: “Sviluppando la ricerca sul cancro, fino a permetterne la comprensione dei meccanismi eziologici più profondi, perverremo finalmente ad una cura efficace del raffreddore”. Non risulta che una frase del genere sia mai stata effettivamente pronunciata, ma non si può mai dire, diamo tempo al tempo.

21 Le protesi sono state da sempre associate alle disgrazie. Non si erano mai visti tanti entusiasti propagandisti di protesi.

9 Altre aporie

A quanto pare l'evoluzione tecnologica, ridotta al dato quantitativo della legge di Moore (potenza di calcolo sempre maggiore, ma per farci cosa? Per scrivere lettere?) non interagisce più (o lo fa molto meno) con il pensiero musicale, il quale cerca altrove le fonti del suo rinnovamento e della sua evoluzione.

Siamo oggi dunque arrivati ad una situazione paradossale. Gli strumenti musicali elettronici sul mercato sono in effetti dei sistemi adeguati al loro compito, a quello di generare suoni in tempo reale e a farne una certa dose di elaborazione (limitata peraltro ai classici "effetti"). Il loro impatto sul pensiero musicale è però nullo, se non negativo²², dato che si tratta di sistemi chiusi, di tipo "imitativo", e per di più generalmente basati sulla tastiera, restando così confinati in una concezione "ottocentesca", "popolare", della musica. In sostanza, alla musica come intrattenimento, svago, quindi - ancora una volta - come "gioco per (più o meno) adulti"²³.

Gli strumenti musicali "aperti", pur essendo tali, soffrono anche essi di una concezione limitata del pensiero musicale, avendo assorbito tutta la paradigmatica tipicamente informatica dell'indipendenza hardware-software, e più ancora, dell'*indifferenza, della neutralità, dell'intercambiabilità dei sistemi* (i quali sarebbero dunque *riassumibili in uno solo*). Girano quindi in ambienti *general purpose*, ai quali tentando sempre più di adeguarsi e assomigliare - pur essendo oggetti per uno scopo specifico - e cioè *in contesti inadatti al suono e alla musica, alla prassi musicale*.

Questa scelta, più che non neutra, è *costrittiva*: i musicisti usano spesso, per suonare, il mouse. Difficile che possano fare altro, in certe circostanze. Il mouse sarebbe un'interfaccia musicale?

Non sembra ancora all'orizzonte un lavoro concertato per un *sistema aperto per la musica*²⁴, con un grado ragionevole di indipendenza dall'hardware, stratificato in *hardware abstraction layer*, sistema operativo Real Time, sistema di sviluppo di applicazioni, interfacce verso una *pluralità* di sensori, non solo tastiere, e verso una parametrica più ampia del *note-on note-off* e *velocity* MIDI, e con tempi di latenza trascurabili e legati in modo semplice alle caratteristiche dell'hardware utilizzato²⁵.

Un sistema del genere dovrebbe essere veramente confezionabile²⁶, proteiforme, mettendo in grado il tecnico, il ricercatore, l'ingegnere del suono, l'esecutore e il compositore di generare facilmente una serie di "sotto-sistemi" di lui

22 Cioè *regressivo*. Nessuno si illude che il progresso non sia un cammino tortuoso, e spesso nebbioso. Ma resta pur sempre il contrario del regresso.

23 Il gioco dei bambini è altra, serissima, cosa. Il gioco è il lavoro dei bambini. Serve a crescere, non a regredire.

24 *Aperto* nel senso che permetta di comporre liberamente il suono, la micro e la macroforma, secondo paradigmi musicali, e non secondo un solo paradigma tecnologico.

25 Qualcosa che permetta veramente di dire: se i tempi di latenza non sono sufficientemente brevi, aspetta (o usa) un hardware più veloce.

26 *Tayloring*, dicono in inglese, dove *taylor* è il sarto.

stesso, di diverso grado di complessità a seconda delle bisogna, in grado di girare su hardware diversi (magari “freddi” e silenziosi, autonomi e affidabili), dando luogo a prodotti diversificati, magari in sé e per sé anche tecnicamente “chiusi”, in quanto singoli sistemi. Dei sistemi specializzati, dotati dell'ergonomia adeguata a scopi prefissati, a *precisi scopi prefissati hinc et nunc* (cioè, magari mutevoli nel corso del tempo), anziché sedicentemente a “tutti” gli scopi, in ogni momento.

Di un sistema del genere, il Meccano® o il Lego® della *computer music*, si gioverebbero e l'industria (ma forse non quella multinazionale), e i musicisti.

La prima perché sarebbe in grado di concepire, realizzare e commercializzare sistemi diversificati con investimenti e rischi ridotti. I secondi perché potrebbero concepire (e forse, *acquistare* oltre che costruire in proprio) sistemi in grado di recepire e incorporare le esigenze del pensiero musicale in modo *nativo*, naturale e flessibile, sistemi che si presterebbero così a tornare a contribuire alla evoluzione del pensiero, oltre che del *business*.

<http://www.mnt-aq.it>

Versione: 0.1 del 7 agosto 2007

Testi, formule e figure: OpenOffice

Grafici, calcoli: Scilab

Calcolo simbolico: Maxima