

# L'arte di "suonare"

Relazione del Seminario di Cultura Digitale  
A.A. 2014/2015

Marta Martino (302664)

## Indice

---

Indice .....	2
Introduzione .....	3
Nuovi strumenti, vecchie abitudini: l'interazione uomo-macchina .....	3
L'evoluzione dello strumento musicale .....	4
Il theremin .....	5
La musica elettronica .....	7
La chitarra elettrica .....	7
Il modular moog .....	8
Dall'analogico al digitale: il problema del mapping .....	9
La musica informatica .....	9
PalmDriver (1996) .....	10
ReacTable (2013) .....	11
Roli Seaboard (2014) .....	11
LeapMotion Controller .....	12
La musica generativa .....	13
Bjork - Biophilia (2011) .....	14
BioBeats - Pulse (2012) .....	14
Radiohead - PolyFauna (2014) .....	14
Problematiche relative al feedback acustico della musica elettronica e informatica .....	14
Stabilità .....	15
Linearità .....	15
Campionamento e quantizzazione .....	15
Latenza .....	15
Triggering .....	16
Conclusioni .....	16
Sitografia .....	17

## Introduzione

---

*Oggi si può scrivere musica col computer, ma nella testa dei musicisti il computer è sempre esistito: essi potevano addirittura scrivere una sonata senza una sola idea originale, limitandosi a sviluppare “ciberneticamente” le regole della composizione.*

*(Milan Kundera, L'arte del romanzo, 1986)*

Da Beethoven ai Led Zeppelin, dal clavicembalo alla chitarra elettrica, dalla musica live alla musica generativa. E' innegabile che l'uomo abbia fatto strada nell'arte della musica, un'arte che ha attraversato tutto il mondo e centinaia di generazioni. Ormai, da un punto di vista puramente semantico, affermare che “suonare” significhi attivare determinati muscoli che *a contatto* con lo strumento lo attivano, sembra riduttivo.

La citazione di Milan Kundera (scrittore e appassionato pianista ceco) unisce due concetti che fino a non troppe decine di anni fa non sarebbero stati accostati con tanta leggerezza. E' certamente una sua affermazione piuttosto recente, ma rappresenta l'emblema dell'evoluzione musicale che ha caratterizzato in particolare l'ultimo secolo: la musica che si evolve, attraverso l'elettronica e grazie al passaggio da analogico a digitale, diventa addirittura modellabile dal computer partendo da regole di composizione. Kundera afferma che tutto ciò avviene già nella mente del compositore, ma le domande da porsi a monte sono altre. Come è avvenuta questa evoluzione? Quali sono (stati) gli strumenti più interessanti? Come è cambiato il modo di suonare? E, soprattutto, ne è valsa la pena?

## Nuovi strumenti, vecchie abitudini: l'interazione uomo-macchina

---

L'evoluzione musicale che ha portato l'analogico ad essere soppiantato dal digitale, ha sicuramente coinvolto una branca dell'informatica nello sviluppo di software e strumenti atti alla musica. Infatti, non solo sono necessari computer sempre più performanti, leggeri, resistenti e computazionalmente potenti, ma è altrettanto importante introdurre e far luce sull'aspetto dell'interazione fra il musicista e il suo strumento. Uno strumento che appare sempre meno simile a quello musicale, ma più simile a quelli di cui disponiamo quotidianamente, come i dispositivi touch (e touchless). La branca dell'informatica che si occupa dello studio dell'interazione tra le persone (utenti) e computer per la progettazione e lo sviluppo di sistemi interattivi che siano usabili, affidabili e che supportino e facilitino le attività umane, è la HCI (*Human Computer Interaction*).

L'obiettivo fondamentale dell'HCI è l'usabilità, ovvero la misura in cui un prodotto può essere usato da specifici utenti per raggiungere obiettivi con efficacia, efficienza e soddisfazione in uno specifico contesto d'uso. I motivi per cui l'usabilità è importante sono vari a seconda dei contesti in cui l'HCI viene applicata, ma nel campo musicale è indubbiamente necessario avere interfacce che aumentino la produttività e l'intuitività d'uso, cioè che riducano sia gli errori - aumentando la sicurezza - sia il tempo necessario all'apprendimento della piattaforma.

Per capire cosa sono lo human-computer interaction e l'usabilità bisogna far riferimento al modello di Norman. Egli identifica le fasi principali nell'interazione utente-calcolatore:

- formulare l'obiettivo,

- formulare l'intenzione,
- identificare l'azione,
- eseguire l'azione,
- percepire lo stato del sistema,
- interpretare lo stato del sistema,
- valutare il risultato rispetto all'obiettivo.

Un principio fondamentale è capire gli utenti e i compiti che intendono svolgere. Le interfacce utente devono consentire tali compiti nel modo più immediato e intuitivo possibile.<sup>1</sup>

Esistono dispositivi famosissimi, come quelli della famiglia Apple, per i quali ci si vanta di disporre di una grandiosa esperienza utente. Questo avviene soprattutto grazie all'efficacia e all'efficienza con cui l'utente riesce a fare tutto quello che vuole col minimo sforzo. Questo concetto è valido anche in musica: se si vogliono creare nuovi strumenti digitali, che sfruttino la tecnologia e la programmazione per produrre suoni, è strettamente necessario che il compositore possa disporre della migliore interfaccia per dare sfogo alla propria creatività, senza limiti imposti dai rigidi meccanismi tecnologici.

## L'evoluzione dello strumento musicale

Se consideriamo lo strumento musicale come un semplice oggetto costruito con lo scopo di produrre un suono, non possiamo non spostare l'inizio delle nostre considerazioni addirittura a 40000 anni fa: infatti, il famoso flauto di Divje Babe<sup>2</sup> è stato sì criticato per la definizione di "strumento musicale", ma innegabilmente ne aveva tutto l'aspetto, seppur ovviamente primitivo.

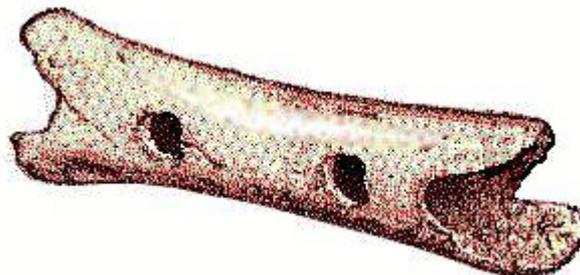


Figura 1: Illustrazione del flauto di Divje Babe. (Flauto di Divje Babe)

Ad oggi, invece, uno strumento musicale viene considerato tale se e solo se è stato costruito o modificato con lo scopo di produrre della musica. Le azioni attraverso le quali i suoni vengono generati possono avvenire in maniera integrata o distribuita a seconda dello strumento in uso. Per esempio, nel pianoforte 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

<sup>1</sup> (Interazione uomo-computer, s.d.)

<sup>2</sup> (Strumento musicale, s.d.)

note sono principalmente stabilite attraverso configurazioni di chiavi aperta/chiusa operate dalle dita di entrambe le mani mentre l'espressione viene controllata dai sistemi orale e respiratorio.

Per come li hanno conosciuti i nostri avi, gli strumenti musicali sono sempre stati corpi fisici con cui interagire fisicamente attraverso l'uso di braccia, gambe, bocca, mani, dita. Fanno parte di questa categoria tutti gli strumenti che conosciamo come "classici": archi, flauti e strumenti a fiato, percussioni, pianoforte, chitarra, timpani e così via. Per alcuni di questi è possibile addirittura stabilire data e luogo di nascita, mentre per la maggior parte si parla di una lenta e naturale evoluzione dovuta al contesto storico in cui hanno preso forma. Per esempio, il "fortepiano" (trasformatosi poi nel comune pianoforte) è nato a Firenze nel 1710 dall'ingegno e dalle mani di Bartolomeo Cristofori. Inizialmente i suoi strumenti non ebbero grande successo, come dimostra la riconversione in clavicembali di molti di essi, tuttavia è importante rilevare come il suo lavoro aprì la strada a una sempre più forte sperimentazione e ricerca nel campo del perfezionamento del nuovo strumento da lui ideato.<sup>3</sup>

Uno dei punti di forza, ma anche di debolezza, degli strumenti musicali "classici" è quello di generare suoni in relazione strettamente dipendente dalla fisicità degli stessi. Un flauto di legno, modellato e costruito nella sua forma, produrrà un suono grazie all'oscillazione dell'aria contenuta nella cavità dello strumento. Questo suono sarà legato a certe frequenze contenute in un intervallo, che non potrà mai cambiare. La stessa cosa succede con gli strumenti a corda, le percussioni e così via. Rimane ovviamente sempre possibile l'opzione dell'accordatura secondo la scala favorita. Intorno al 1720 infatti, veniva ufficializzato un sistema musicale pensato già da molto tempo, ma usato per la prima volta da Bach ne "Il clavicembalo ben temperato": il *temperamento equabile*. Usato per la costruzione della scala musicale, questo sistema si basa sulla suddivisione dell'ottava in intervalli tra loro uguali. Questi dodici semitoni temperati sono, quindi, della stessa ampiezza: il DO# coincide con il RE $\flat$ , il RE# coincide con il Mi $\flat$  e così via. Il temperamento equabile rappresentava una svolta, in quanto permetteva di suonare in tutte le scale senza dover ri-accordare gli strumenti (ovviamente quando possibile: un flauto non può certo essere riaccordato, se non usando delle sezioni costruite appositamente<sup>4</sup>). Ma con l'avvento del digitale, problemi di questo tipo non sussistono più.

Oggi è possibile distinguere diverse categorie di strumenti musicali: aerofoni, cordofoni, membranofoni, idiofoni e infine elettrofoni. Quest'ultima categoria è stata aggiunta alla classificazione di Hornbostel-Sachs "solo" nel 1961, e rappresenta una vera e propria svolta nel mondo degli strumenti musicali. Vengono così definiti quegli strumenti il cui suono viene generato per mezzo di una circuitazione elettrica o un dispositivo elettromagnetico: non ne fanno parte quindi gli strumenti che utilizzano l'elettricità solo per l'amplificazione (per esempio, la chitarra elettrica)<sup>5</sup>, mentre l'esempio di appartenenza più eclatante è sicuramente il theremin.

## Il theremin

In generale, non si può parlare di una vera e propria evoluzione degli strumenti e del modo di suonare fino al 1919, anno in cui il fisico sovietico Léon Theremin inventa l'omonimo strumento, il primo funzionante sulla base dell'elettromagnetismo e – soprattutto – il primo strumento *touchless*

---

<sup>3</sup> (Bartolomeo Cristofori, s.d.)

<sup>4</sup> (Flauto dolce, s.d.)

<sup>5</sup> (Elettrofoni, s.d.)

di sempre. Il *theremin* infatti si basa su oscillatori che, lavorando in isofrequenza al di fuori dello spettro udibile, producono dei suoni sul principio fisico del battimento, ovvero per alterazioni delle loro caratteristiche a seguito della presenza delle mani del musicista nel campo d'onda, questa volta nel campo delle frequenze udibili. Questo strumento è composto fondamentalmente da due antenne poste sopra e a lato di un contenitore nel quale è alloggiata tutta l'elettronica. Il controllo avviene allontanando e avvicinando le mani alle antenne: mediante quella superiore (posizionata verticalmente) si controlla l'altezza del suono, quella laterale (posta orizzontalmente) permette di regolarne l'intensità. Il timbro può variare tra quello di un violino e quello vocale. Lo strumento è considerato molto difficile da suonare proprio perché lo si suona senza toccarlo, quindi senza riferimenti facilmente visibili di posizione relativa delle mani.<sup>6</sup>

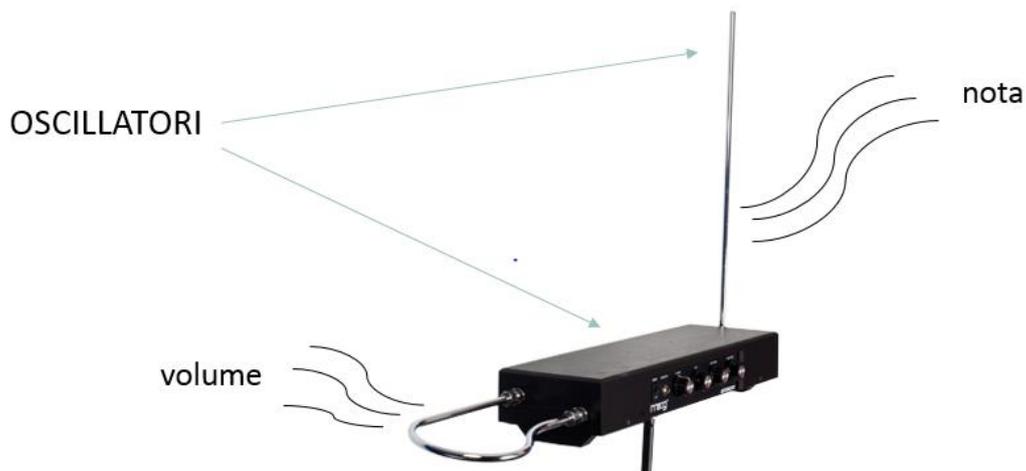


Figura 2: Rappresentazione del funzionamento di un theremin. Fonte: [acquris.se](http://acquris.se), modificata dall'autrice.

---

<sup>6</sup> (Theremin, s.d.)



Figura 3: Lev Sergeevič Termen e la sua invenzione, in una foto di un concerto del 1924. (Theremin, s.d.)

### La musica elettronica

Intorno al 1950 l'evoluzione prosegue quando ci si rende conto che i dispositivi elettronici possono produrre e modificare suoni. Due degli strumenti più rappresentativi di quest'epoca sono la chitarra elettrica e il sintetizzatore Moog.

#### La chitarra elettrica

La chitarra elettrica nasce negli Stati Uniti dall'idea geniale di Adolph Rickenbacker, George Beauchamp e Paul Barth 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. Questo strumento merita di essere definito come quello 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. Ad oggi, la chitarra elettrica è lo strumento in assoluto più popolare a livello mondiale.”<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> (Tarabella, Lo strumentario informatico quale nuovo strumento musicale)



Figura 4: Chitarra elettrica Epiphone. (Chitarra elettrica, s.d.)

Il modular moog

Il primo sintetizzatore basato su tastiera viene inventato da Robert Arthur Moog nel 1963, il quale crea una specie di primo “computer musicale” (ad oggi, i sintetizzatori possono anche essere virtuali, sfruttando l'hardware del computer). Il moog era infatti composto da un insieme di moduli (da qui il nome *modular moog*), ognuno dei quali era predisposto all'esecuzione di un compito diverso, dalla generazione del segnale alla modifica di una funzione specifica. Questi moduli offrivano un controllo e una possibilità di creazione sonora senza precedenti, permettendo al musicista di agire sulle forme d'onda primarie, sulla modulazione sonora e su altri vari parametri del suono. I vari moduli del sintetizzatore potevano essere collegati tra loro attraverso appositi cavi, detti *patch*: il musicista, collegando i moduli in diversi modi, genera il circuito che produce il suono. Questo fa sì che un sintetizzatore modulare sia da considerarsi un sintetizzatore dalle possibilità di sintesi pressoché infinite.<sup>8</sup>



Figura 5: Il Moog 55, uno degli ultimi prodotti della serie. (Moog modular V, s.d.)

---

<sup>8</sup> (Moog modular V, s.d.)

## Dall'analogico al digitale: il problema del mapping

Prima di proseguire con l'analisi dell'evoluzione strumentale, è necessario introdurre un concetto puramente scientifico, ma che si applica altrettanto bene alla teoria musicale. Il termine *mapping*, molto utilizzato in ambito informatico, indica una funzione che associa uno o più elementi di un dominio X a uno o più elementi di un codominio Y (non a caso questo termine viene usato anche in ambito matematico per intendere il concetto di funzione, ovviamente considerandone i limiti su dominio e codominio).<sup>9</sup> In ambito musicale il concetto di mapping può essere applicato in tutte le sue forme:

- 1 a 1: a seconda di quanto forte pigio il tasto sul pianoforte, ottengo più o meno potenza di suono (tasto → suono).
- 1 a N: se provo a suonare il trombone semplicemente col fiato senza usare le dita, possono uscire diverse note (fiato → più note).
- N a 1: sempre col trombone, se voglio far uscire una determinata nota ho bisogno di modulare il fiato, la pressione delle labbra e le posizioni delle dita sulle aperture (fiato, labbra, dita → nota).
- N a N: su un moog, le diverse impostazioni modulari permettono di avere una nota con diverso volume, diversa distorsione, ecc.

Il concetto di mapping è quindi intrinseco nella natura dello strumento musicale "classico". Più o meno tutti – anche i più ignoranti in materia – hanno almeno una vaga idea di come avvenga l'approccio ad uno strumento, e come debba essere utilizzato per produrre un suono.

Funziona così anche con gli strumenti più moderni? I primi spettatori di Theremin, a prima vista, saranno stati in grado di intuire l'utilizzo della sua invenzione? E i nuovi strumenti della musica informatica sono costruiti in modo da essere facilmente utilizzabili? Il mapping, come le interfacce, dovrebbe essere né troppo facile né troppo complesso, in quanto nel primo caso potremmo non sfruttare appieno le potenzialità del calcolatore, mentre nel secondo caso, ipotizzando di trovarsi di fronte ad un'esibizione, il pubblico non avrebbe modo di comprendere cosa sta succedendo e neanche apprezzare completamente il contenuto artistico della performance.

In realtà, il mapping offre nuovi orizzonti per i compositori di musica di ultima generazione (la cosiddetta "musica informatica"). Infatti, disponendo di strumenti programmabili da zero, non esiste più l'imposizione di un mapping "forzato" dovuto alla fisicità dello strumento.<sup>10</sup> Mentre un flauto non potrà mai suonare note diverse da quelle che gli sono imposte dalla sua forma, uno strumento digitale potrà essere riprogrammato all'infinito, garantendo al compositore (il quale, a seconda del tipo di strumento, potrebbe essere chiamato *programmatore*) la più ampia potenzialità espressiva.

## La musica informatica

Dalla necessità di amplificare, distorcere e modulare, si passa all'impiego sistematico della programmazione su un calcolatore numerico per la generazione di suoni. In senso più esteso, qualunque produzione musicale che utilizzi il mezzo informatico può definirsi *computer music*. Spesso, con questo termine si fa riferimento oggi anche alla cosiddetta "informatica musicale". La

---

<sup>9</sup> (Map, s.d.)

<sup>10</sup> (Tarabella, Devices and systems for giving expression to elettro-acoustic music)

produzione musicale è esclusivamente basata sull'utilizzo del computer, delle periferiche audio (interfacce audio/MIDI, superfici di controllo, campionatori software, librerie di campioni e così via).<sup>11</sup>

Una delle caratteristiche degne di menzione è sicuramente quella relativa alle note riproducibili. Supponiamo di avere una chitarra, o un pianoforte, o un altro strumento in grado di emettere dei suoni: questi suoni saranno sempre compresi in un determinato intervallo di frequenza. Questa imposizione non vale più nel digitale, dove tutto viene rappresentato in termini di sequenze binarie, e i suoni riprodotti possono andare dai più bassi ai più acuti che l'orecchio umano sia in grado di sentire - ovviamente nei limiti di un determinato numero di bit.

In sostanza, nella musica informatica non esiste più niente che sia analogico: il processo di produzione, modellazione e riproduzione del suono è completamente digitalizzato. La musica informatica però non è solo questo: esistono una grande quantità di nuovi strumenti, alcuni non pensati strettamente per suonare ma riconvertiti allo scopo, che stanno cambiando il modo di approcciarsi alla composizione, senza però stravolgerne l'idea di fondo. Esistono poi altri strumenti che invece sono pensati sì per comporre musica, ma rivedono totalmente l'approccio fisico del compositore allo strumento.

PalmDriver (1996)

Questo strumento è stato sviluppato da Leonello Tarabella, un ricercatore del CNR di Pisa che da sempre si occupa di musica informatica. Originariamente chiamato Twin Towers, il dispositivo è basato sulla tecnologia ad infrarossi ed è composto di due gruppi di quattro elementi, disposti negli angoli di due parallelepipedi.

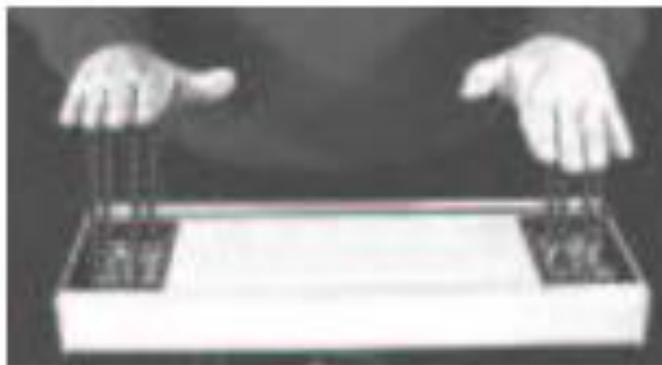


Figura 6: Tarabella con il PalmDriver.

(Tarabella, *Devices and systems for giving expression to elettro-acoustic music*)

La misura della distanza tra le zone d'interesse e i palmi delle mani viene eseguita considerando l'ammontare di luce riflessa catturata dai ricevitori, e pare essere piuttosto accurata nonostante le variazioni di colore e le irregolarità di diversi palmi. Il device è stabile e responsivo, e per questo Tarabella afferma che il suono generato evoca al performer la sensazione di averlo scolpito.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> (Computer music, s.d.)

<sup>12</sup> (Tarabella, *Devices and systems for giving expression to elettro-acoustic music*)

ReacTable (2013)

Il ReacTable è un esempio lampante di come le apparenze degli strumenti musicali siano sempre più dissimili rispetto al passato. E' stato ideato da un gruppo di ricerca (Marcos Alonso, Günther Geiger, Sergi Jordà, Martin Kaltenbrunner) dell'Università Pompeu Fabra di Barcellona.

La sua interfaccia utente è costituita da un tavolo il cui piano superiore circolare, è un grande touchscreen. Su di esso vanno posati e mossi oggetti di varie forme che generano diverse forme d'onda per formare un *pattern* sonoro. Questi oggetti sono detti *tangibles* e ognuno di essi rappresenta un diverso modulo di un sintetizzatore analogico. Una volta poggiati sul piano traslucido, appaiono diversi simboli animati, a seconda del tipo di *tangible*. Il *tangible* viene riconosciuto da una telecamera posizionata sotto il ReacTable, che riconoscendo posizione e orientamento degli oggetti genera non solo una serie complessa di mutazioni nei parametri dei diversi moduli sonori, ma simultaneamente anche un movimento luminoso sincronizzato (*lightshow* interattivo). Il ReacTable è pensato anche come uno strumento elettronico collaborativo che consente a più esecutori di muovere e ruotare oggetti.

Il ReacTable è stato impiegato durante il Coachella Festival 2007 in California durante l'esibizione della cantante Björk (artista da anni molto attiva dal punto di vista dell'interesse verso la musica generativa) ed è stato presentato nel corso di numerosi eventi in Europa e negli Stati Uniti.

In Italia è stato presentato dal suo ideatore Sergi Jordà nella prima edizione di EAS a Pisa nel 2008.<sup>13</sup>

Roli Seaboard (2014)

Roland Lamb, fondatore della ROLI Ltd., ha sviluppato il primo prototipo della Roli Seaboard nel 2009, che è stato poi commercializzato nel 2014. Questa tastiera ha una superficie più piatta rispetto a quella dello strumento a cui si ispira, e i suoi tasti sono fatti in silicone. In questo modo, il compositore può suonare senza mai staccare le mani dallo strumento: questo meccanismo prende il nome di "continuous touch". Inoltre, lo spazio tra un tasto e l'altro non è vuoto come nel pianoforte: la superficie della tastiera è completamente siliconata, e tra i tasti sono presenti dei bottoni nascosti, che toccati modificano il suono lavorando sulla sua frequenza.

---

<sup>13</sup> (ReacTable, s.d.)



Figura 7: La superficie siliconata della tastiera è completamente "suonabile". (ROLI, 2013)

Questo tipo di innovazione colma definitivamente la distanza tra l'analogico del pianoforte e il digitale di uno strumento i cui suoni sono puramente imitati. Sebbene la fisicità dello strumento e l'interazione con esso siano assolutamente naturali, la Roli Seaboard fornisce un'esperienza musicale totalmente nuova, che consente all'artista di spaziare tra nuove possibilità di composizione.

#### LeapMotion Controller

Il Leap è una piccola periferica USB che è stata disegnata per essere posta su una scrivania reale rivolta verso l'alto. Usando 2 telecamere e 3 LED infrarossi essa osserva un'area approssimativamente a forma di semisfera di circa un metro. E' progettata per identificare dita (o oggetti simili come una penna) con una precisione di 0,01 mm.<sup>14</sup>

A prima vista, lo strumento non dà l'idea di essere stato costruito per suonare; difatti, la sua funzione principale è quello di migliorare l'esperienza dell'utente, il quale può interagire direttamente muovendo le proprie mani anziché usare i soliti strumenti di input, come mouse e tastiera. Quando le interfacce sono pensate per essere comandate dal corpo umano, per esempio con il Kinect della Microsoft o con lo stesso Leap Motion Controller, i suddetti movimenti prendono il nome di *gestures*. Una curiosità interessante è quella relativa alla sua nascita: il Leap è stato pensato e costruito a causa della frustrazione provata nel creare modelli 3D con il mouse e la tastiera. La Leap Motion afferma che modellare creta virtuale con il loro controller è semplice come modellare la creta nel mondo reale.<sup>15</sup>

A prescindere dai motivi legati alla sua creazione, il Leap è uno strumento che viene utilizzato per moltissimi tipi di attività, tra cui – ovviamente – la musica. Sono state sviluppate infatti numerose interfacce che consentono, attraverso movimenti di palmi e dita, di eseguire comandi specifici, come per esempio la generazione o la modellazione di suoni. Il Leap infatti non è altro che il sostituto di mouse, tastiera e altre periferiche di input. Ovviamente, con lo sviluppo di interfacce volte alla musica, si ripresenta il noto problema dell'usabilità, ma anche le nuove potenzialità del mapping

---

<sup>14</sup> (Leap Motion, s.d.)

<sup>15</sup> (Leap Motion, s.d.)

introdotte precedentemente. Sarà infatti il programmatore a decidere quali *gestures* causeranno certe reazioni.

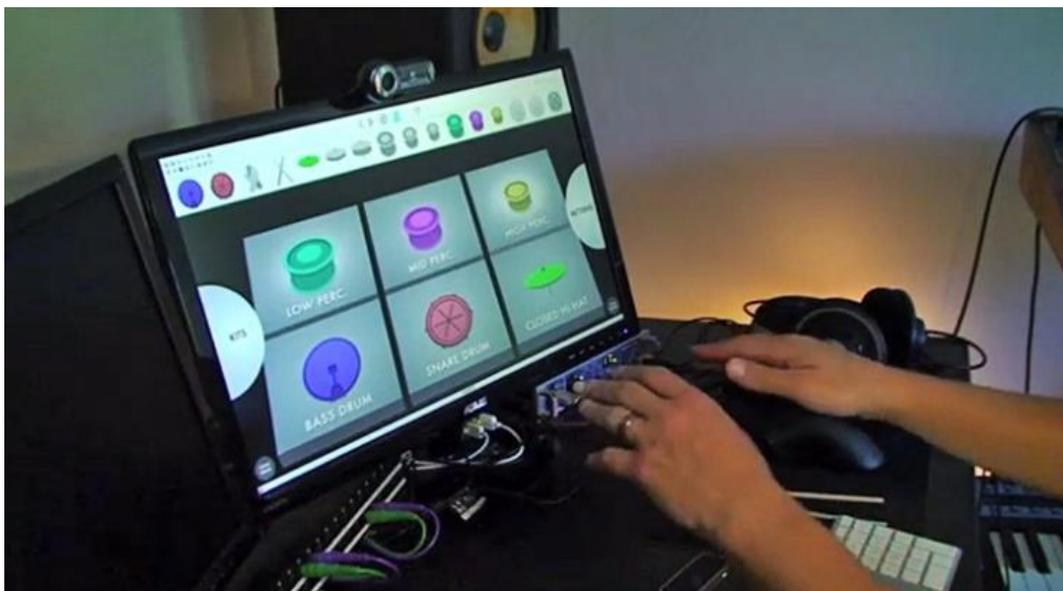


Figura 8: AirBeats, ovvero un'interfaccia per suonare percussioni virtuali con il Leap. (Handwavy, 2013)

### La musica generativa

Nel digitale, l'arte generativa muove i primi passi a partire dagli anni '80 e nasce da una limitata interazione fra uomo e macchina data dall'uso di software (generativo) o dall'impiego di formule matematiche che consentono la realizzazione di opere d'arte, visuali, architettoniche, letterarie o musicali, partendo da un'idea che non sia esclusivamente quella umana.<sup>16</sup>

Il termine "musica generativa", inteso come musica che si auto-produce ed evolve continuamente sempre in modo diverso, è stato popolarizzato da un artista inglese, Brian Eno. I suoi primi coinvolgimenti con la musica generativa abbracciano sia il panorama del rock progressivo che la ricerca dell'avanguardia classica inglese. Nel 1968, accompagnato alla chitarra da un compagno della Winchester School of Art, Eno "suona" un generatore di segnali - in pratica uno strumento di controllo per apparecchiature di laboratorio, e quasi totalmente inadatto come strumento musicale. Entrambe queste esperienze formative fecero aumentare l'interesse di Eno nei confronti della relazione tra sistemi e caso - interesse che si sarebbe evoluto nel suo lavoro durante gli anni Settanta, assumendo una consumata eleganza (sebbene senza una conclusione) nel leggendario album del 1975 *Discreet Music*. Nella introduzione pubblicata sulla custodia del disco, Eno riassume il suo pensiero sulla musica generativa: "Dal momento che ho sempre preferito concepire piani, piuttosto che eseguirli" scrive, "ho gravitato alla volta di situazioni e sistemi che, una volta divenuti operativi, potessero creare musica con interventi minimi o addirittura senza interventi da parte mia. Cioè, io tendo al ruolo di programmatore e pianificatore e in seguito a quello di ascoltatore dei risultati."<sup>17</sup>

Esistono diversi linguaggi di programmazione a disposizione dei programmatori che desiderano cimentarsi con la musica generativa. Tra i più famosi, SSEYO<sup>18</sup> (utilizzato dallo stesso Brian Eno),

<sup>16</sup> (Arte generativa, s.d.)

<sup>17</sup> (Bracewell, 2008)

<sup>18</sup> SSEYO homepage, <http://www.intermorphic.com/about/>, luglio 2015

Tune Smithy<sup>19</sup> (scritto interamente in C) e Nodal<sup>20</sup>, in cui gli eventi musicali rappresentano i nodi di un grafo, mentre gli archi sono i collegamenti tra gli eventi stessi.

Bjork - Biophilia (2011)

Nel 2011, Bjork pubblica un album in versione "app" per smartphone iOS e Android chiamato "Biophilia". All'interno dell'app è possibile navigare in uno spazio virtuale simile all'universo, in cui ogni stella rappresenta un brano dell'artista. Entrando nei singoli pianeti, è possibile interagire con gli elementi dello stesso, mentre in sottofondo il pezzo viene riprodotto, fino a raggiungere un momento in cui il brano diventa "interattivo", ovvero cambia il suo andamento musicale a seconda dell'interazione a schermo che l'utente sta avendo con l'app.

BioBeats - Pulse (2012)

Frutto della mente dell'inglese David Plans e dell'italiano Davide Morelli, l'applicazione per smartphone "Pulse" nasce come generatore di musica in base al battito cardiaco, rilevato dalla fotocamera. Posizionando il dito sull'obiettivo, infatti, è possibile rilevare il cambiamento del colore del sangue al battito del cuore; combinando poi un insieme di ulteriori dati è possibile ottenere dati sullo stato fisico dell'utente. Quest'applicazione consente quindi di avere a disposizione una musica che si auto-genera in base all'umore, a cosa l'utente sta facendo, e così via.

Radiohead - PolyFauna (2014)

Erede dell'app di Bjork, *PolyFauna* utilizza un pezzo dell'album dei Radiohead *The King of Limbs – Bloom* – e, a detta di Thom Yorke, nasce da “un interesse nei confronti della vita primitiva su computer e delle creature immaginarie del nostro subconscio”. Consente di creare con un dito delle forme di vita bizzarre e fluttuanti nel nulla che assomigliano davvero a organismi preistorici (oppure ad alieni, o a catene del DNA) ispirate dal lavoro di Karl Sims; è un'app immersiva e misteriosa, che conduce – attraverso qualcosa che assomiglia a differenti livelli – tra diversi paesaggi brulli, quasi postatomici.<sup>21</sup>

## Problematiche relative al feedback acustico della musica elettronica e informatica

---

Ovviamente, i vari passaggi dalla musica tradizionale a quella odierna non sono stati del tutto indolori. Le principali problematiche che caratterizzano la musica elettronica e informatica sono quelle legate sia alla pura meccanica dei dispositivi, sia alle caratteristiche tecniche, le quali vanno comunque migliorando di anno in anno, permettendo un continuo potenziamento delle prestazioni.

Nella musica generata in *realtime* è di fondamentale importanza il feedback acustico, che deve essere quantomeno credibile. I concetti da tenere in considerazione sono: instabilità, linearità e, in presenza di devices digitali, frequenza di campionamento, quantizzazione, latenza e triggering multipli.

---

<sup>19</sup> Tune Smithy homepage, <http://www.intermorphic.com/>, Ultimo accesso effettuato nel luglio 2015

<sup>20</sup> Nodal, <http://www.csse.monash.edu.au/~cema/>, Ultimo accesso effettuato nel luglio 2015

<sup>21</sup> (Cos'è PolyFauna, l'app lanciata dai Radiohead, 2014)

## Stabilità

Il termine *stabilità* è correlato al concetto che un sistema sotto stimoli “finiti” produce un numero infinito e non decrescente di risposte. Tale sistema, per essere mantenuto stabile, deve essere controllabile. La *controllabilità* indica se sia più o meno difficile controllare lo stato del sistema e i vari output in base ai tipi di input dati<sup>22</sup>. La controllabilità può essere bassa o alta: nel caso dello strumento musicale, una controllabilità bassa potrebbe essere tradotta in “difficile da suonare”.

## Linearità

In molti tipi di controller elettronici, la maggior parte dei sensori non sono lineari, ovvero i segnali in uscita non sono frutto di una risposta strettamente correlata agli ingressi<sup>23</sup>. E' altrettanto vero che la linearità non è presente neanche nei tradizionali strumenti musicali: nel violino, per esempio, è molto più difficile suonare la nota corretta quando il dito si avvicina al ponte, e questo è dovuto alla risposta non lineare della nota rispetto alla posizione del dito. In ogni caso, quando la non linearità è un problema, possono essere usati metodi appositi di linearizzazione usando il *mapping*; in generale, la misura del problema relativo alla linearità dipende dalle pretese creative dell'artista.

## Campionamento e quantizzazione

Per convertire l'analogico in digitale, è risaputo che sono necessari due processi: il *campionamento* e la *quantizzazione*.

Il campionamento è il processo secondo cui l'ampiezza del suono analogico viene misurata (o meglio campionata) in intervalli regolari di tempo, e dunque il segnale viene trasformato da continuo a discreto<sup>24</sup>. Nei sistemi di *gesture capturing*, i sensori hanno basse frequenze di campionamento, circa 10Hz. Con così pochi valori, è difficile avere la percezione di un suono davvero continuo; dunque è necessario lavorare per creare dei valori intermedi che il dispositivo non fornisce. Questo risultato si ottiene processando i dati del dispositivo prima di fornirli in output al sintetizzatore.

La quantizzazione è il processo che segue il campionamento, e consente di trasformare la misurazione ottenuta in un numero discreto di bit (tipicamente 8 o 10). Con la quantizzazione vengono però introdotti degli errori, detti *errori di quantizzazione*, pari alla differenza tra il valore quantizzato e il suo valore "reale" nel campo continuo<sup>25</sup>. Quindi, anche in questo caso non è una buona idea lavorare direttamente con questi parametri. Per risolvere entrambi questi problemi vengono tipicamente usate delle tecniche di sovracampionamento e di interpolazione, ovvero aumentando la frequenza di campionamento per ottenere valori più frequenti e più vicini.

## Latenza

La *latenza* (o tempo di latenza) di un sistema può essere definita come l'intervallo di tempo che intercorre fra il momento in cui arriva l'input al sistema e il momento in cui è disponibile il suo output. In altre parole, la latenza non è altro che una misura della velocità di risposta di un sistema.<sup>26</sup> Mentre negli strumenti fisici la latenza non è presente, in quanto il suono è udibile non appena si mette mano allo strumento, con le nuove strumentazioni si hanno due tipi di latenza: *short-time* e *long-*

---

<sup>22</sup> (Controllabilità, s.d.)

<sup>23</sup> (Linearità, s.d.)

<sup>24</sup> (Campionamento, s.d.)

<sup>25</sup> (Quantizzazione, s.d.)

<sup>26</sup> (Latenza, s.d.)

*time*. La prima dipende dalle dimensioni del buffer che contiene il segnale audio, dalla frequenza di campionamento (più veloce viene fatto il campionamento, più dati vengono raccolti, prima il buffer si riempie) e dal diverso tipo di dato che devo processare. Quando il ritardo tra causa ed effetto è troppo alto, la risposta è percepita in ritardo, e sia il performer che l'audience si accorgono che il sistema non risponde prontamente. Invece, la latenza long-time può essere usata proprio come strumento dai compositori per implementare specifici effetti sonori altrimenti difficilmente ottenibili (per esempio l'effetto eco).

## Triggering

Un altro problema importante relativo alla gestione degli eventi nei dispositivi informatici è quello del *triggering*<sup>27</sup>, ovvero l'effetto causato dal "trigger" - ovvero dall'innescò - dell'evento sonoro nel momento in cui il segnale viene rilevato dal sensore. Può succedere che, invece di un solo evento sonoro, ne vengano lanciati molti in veloce successione. Se questi eventi non passano attraverso una fase di filtraggio, danno l'impressione di generare un suono "non pulito". Per evitare quindi questo fastidioso effetto sonoro, è necessario filtrare i successivi *triggering* per un periodo di tempo pari alla durata del segnale audio stesso. Questo problema, chiamato di sincronizzazione, è molto ben conosciuto in tutto il campo informatico. Ovviamente, essendo in campo sì informatico ma anche artistico, è bene che l'artista ne sia a conoscenza, ma non è detto che l'artista non possa farne uso a proprio vantaggio per creare degli effetti particolari addirittura da enfatizzare.

## Conclusioni

---

Tirare le somme su questo argomento non è banale. Sicuramente è possibile affermare che l'avvento del digitale non ha in alcun modo scalfito la passione delle persone nei confronti degli strumenti tradizionali. Gran parte degli artisti in giro per il mondo continua ad utilizzare chitarre, tastiere, batterie e altri oggetti non propriamente convenzionali (gli artisti di strada spesso utilizzano secchi, piatti e quant'altro per le proprie performance).

Una valutazione realmente oggettiva sui miglioramenti o peggioramenti introdotti dal digitale rimane un'utopia irrealizzabile, e sarà sempre influenzata dai gusti musicali soggettivi di chi critica. D'altronde, così come non tutta la musica classica generata in modo tradizionale (cioè con strumenti musicali tradizionali) piace a tutti, in egual modo sarà impossibile che - nonostante le potenzialità del digitale - la produzione musicale che ne scaturisce possa generare un gradimento diffuso.

Inoltre, viene spontaneo chiedersi se la figura del compositore sia ancora così ben delineata come lo era un tempo: chi (o cosa) è che compone la musica che ascoltiamo? Un musicista, un programmatore, o addirittura un programma?

E' indubbiamente vero che il digitale ha aperto le porte ad un'infinità di nuove possibilità artistiche, e che ormai non esistono limiti a quello che un artista o compositore (o programmatore) può creare, avendo a disposizione anche un solo controller come il Leap Motion. Ma sarebbe interessante sapere se i Beethoven, i Mozart, i Tchaikovsky di un tempo, trasportati nella nostra epoca, sarebbero comunque stati in grado di produrre le armoniose melodie che tutt'oggi ascoltiamo e ammiriamo, potendo però scegliere tra una vastità più ampia di strumenti a loro disposizione.

---

<sup>27</sup> (Triggering, s.d.)

## Sitografia

---

*Arte generativa*. (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Arte\\_generativa](https://it.wikipedia.org/wiki/Arte_generativa)

*Bartolomeo Cristofori*. (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Bartolomeo\\_Cristofori](https://it.wikipedia.org/wiki/Bartolomeo_Cristofori)

Bracewell, M. (2008, maggio). *Breve introduzione alla musica generativa di Brian Eno*. Tratto il giorno luglio 2015 da Opera per l'Ara Pacis. Mimmo Paladino | Brian Eno:

[http://www.arapacis.it/mostre\\_ed\\_eventi/mostre/opera\\_per\\_l\\_ara\\_pacis\\_mimmo\\_paladino\\_brian\\_eno/breve\\_introduzione\\_alla\\_musica\\_generativa\\_di\\_brian\\_eno](http://www.arapacis.it/mostre_ed_eventi/mostre/opera_per_l_ara_pacis_mimmo_paladino_brian_eno/breve_introduzione_alla_musica_generativa_di_brian_eno)

*Campionamento*. (s.d.). Tratto il giorno luglio 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Campionamento\\_%28teoria\\_dei\\_segnali%29](https://it.wikipedia.org/wiki/Campionamento_%28teoria_dei_segnali%29)

*Chitarra elettrica*. (s.d.). Tratto il giorno luglio 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Chitarra\\_elettrica](https://it.wikipedia.org/wiki/Chitarra_elettrica)

*Computer music*. (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Computer\\_music](https://it.wikipedia.org/wiki/Computer_music)

*Controllabilità*. (s.d.). Tratto il giorno luglio 2015 da Wikipedia:

<https://it.wikipedia.org/wiki/Controllabilit%C3%A0>

*Cos'è PolyFauna, l'app lanciata dai Radiohead*. (2014, Febbraio 2). Tratto il giorno luglio 2015 da

Wired: <http://www.wired.it/play/musica/2014/02/12/polyfauna-app-radiohead/>

*Elettrofoni*. (s.d.). Tratto il giorno luglio 2015 da Wikipedia:

<https://it.wikipedia.org/wiki/Elettrofoni>

*Elettrofoni*. (2015, giugno). Tratto da Wikipedia: <https://it.wikipedia.org/wiki/Elettrofoni>

*Flauto di Divje Babe*. (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Flauto\\_di\\_Divje\\_Babe](https://it.wikipedia.org/wiki/Flauto_di_Divje_Babe)

*Flauto dolce*. (s.d.). Tratto il giorno luglio 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Flauto\\_dolce#L.27epoca\\_barocca](https://it.wikipedia.org/wiki/Flauto_dolce#L.27epoca_barocca)

Handwavy. (2013, giugno 2013). *AirBeats for Leap Motion*. Tratto il giorno luglio 2015 da

Youtube.com: <https://www.youtube.com/watch?v=fU4ZWAPwvcM>

*Interazione uomo-computer*. (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia:

[http://it.wikipedia.org/wiki/Interazione\\_uomo-computer](http://it.wikipedia.org/wiki/Interazione_uomo-computer)

*Latenza*. (s.d.). Tratto il giorno luglio 2015 da Wikipedia: <https://it.wikipedia.org/wiki/Latenza>

*Leap Motion*. (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Leap\\_Motion](https://it.wikipedia.org/wiki/Leap_Motion)

*Linearità*. (s.d.). Tratto il giorno luglio 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Linearit%C3%A0#Profilo\\_tecnico-scientifico](https://it.wikipedia.org/wiki/Linearit%C3%A0#Profilo_tecnico-scientifico)

*Map*. (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Map\\_\(mathematics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Map_(mathematics))

*Moog modular V.* (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Moog\\_modular\\_V](https://it.wikipedia.org/wiki/Moog_modular_V)

*Quantizzazione.* (s.d.). Tratto il giorno luglio 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Quantizzazione\\_%28elettronica%29](https://it.wikipedia.org/wiki/Quantizzazione_%28elettronica%29)

*ReacTable.* (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia:

<https://it.wikipedia.org/wiki/ReacTable>

ROLI. (2013, marzo 7). *Introducing the Seaboard.* Tratto il giorno luglio 2015 da Youtube.com:

<https://www.youtube.com/watch?v=8n-bEy9ISpM>

*Strumento musicale.* (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Strumento\\_musicale](https://it.wikipedia.org/wiki/Strumento_musicale)

Tarabella, L. (s.d.). *Devices and systems for giving expression to elettro-acoustic music.* Tratto il giorno giugno 2015 da UNICAL - University of Calabria:

[http://galileo.cincom.unical.it/convegni/CD\\_simai/English/atti/pdf/tarabella.pdf](http://galileo.cincom.unical.it/convegni/CD_simai/English/atti/pdf/tarabella.pdf)

Tarabella, L. (s.d.). *Lo strumentario informatico quale nuovo strumento musicale.* Tratto il giorno luglio 2015 da Leonello Tarabella - Musicista Informatico:

<http://tarabella.isti.cnr.it/Gorizia04.pdf>

*Theremin.* (s.d.). Tratto il giorno giugno 2015 da Wikipedia: <https://it.wikipedia.org/wiki/Theremin>

*Triggering.* (s.d.). Tratto il giorno luglio 2015 da Wikipedia:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Trigger\\_%28basi\\_di\\_dati%29#Definizione](https://it.wikipedia.org/wiki/Trigger_%28basi_di_dati%29#Definizione)