



UNIVERSITÀ DI PISA

Corso di Laurea in Informatica Umanistica

RELAZIONE

**La musica narrativa nei videogame:
nuove regole e concetti di composizione per una
nuova forma d'arte**

Candidato: *Michele Tarabella*

Relatore: *Maria Simi*

Correlatore: *Davide Morelli, Mirko Tavosanis*

Anno Accademico 2012-2013

Indice

| | |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introduzione | 3 |
| 2. Breve storia della musica come elemento narrativo | 6 |
| 2.1 Dall'opera al cinema..... | 6 |
| 2.2 Dal cinema ai videogiochi..... | 7 |
| 3. Nuove regole di composizione | 9 |
| 3.1 Storia della composizione algoritmica..... | 9 |
| 3.2 Composizione algoritmica..... | 13 |
| 3.3 Musica adattiva nei videogiochi..... | 13 |
| 3.3.1 <i>Definizione e regole</i> | 14 |
| 3.3.2 <i>Primi esempi di musica narrativa nei videogiochi</i> | 15 |
| 3.3.3 <i>Nuove tecnologie</i> | 16 |
| 3.3.4 <i>Tipi di Videogioco</i> | 16 |
| 3.3.5 <i>Caratteristiche narrative</i> | 17 |
| 3.3.6 <i>Nuove frontiere</i> | 18 |
| 4. Progetto | 18 |
| 4.1 Introduzione..... | 18 |
| 4.2 Linguaggi musicali..... | 19 |
| 4.2.1 <i>Linguaggi visuali</i> | 20 |
| 4.2.2 <i>Programmazione dataflow</i> | 20 |
| 4.2.3 <i>Pure Data</i> | 21 |
| 4.3 Descrizione dell'algoritmo..... | 23 |
| 4.3.1 <i>Modello dell'interfaccia</i> | 23 |
| 4.3.2 <i>Mixer grafico</i> | 26 |
| 4.3.3 <i>Percorso di lettura delle tracce</i> | 27 |
| 4.4 Potenzialità..... | 32 |
| 4.4.1 <i>Mapping</i> | 32 |
| 4.4.2 <i>Scelte registiche</i> | 32 |
| 4.4.3 <i>Scelta dei brani</i> | 34 |
| 4.5 Simulazione del comportamento dell'algoritmo..... | 34 |
| 5. Conclusioni | 35 |
| 5.1 Una nuova forma d'arte..... | 35 |
| 5.2 Futuro interattivo..... | 36 |
| 5.3 I nuovi concetti di composizione..... | 36 |
| 6. Bibliografia | 38 |
| 6.1 Volumi..... | 38 |
| 6.2 Articoli..... | 38 |
| 6.3 Sitografia..... | 40 |

1. Introduzione

La musica è connaturata nella nostra stessa esistenza con la melodia (o prosodia) del parlato e con la ritmica del passo o della corsa. Sin dai primordi della civiltà, la musica è stata parte integrante di tutte le forme di coinvolgimento collettivo come i riti tribali.

Spesso la musica è stata definita un linguaggio a-semantico che trasmette soltanto emozioni: «Coloro che negano alla musica una dimensione semantica non solo le riconoscono una dimensione sintattica, ma anche una dimensione pragmatica.» (Eco, *Il codice del mondo*, p. 4).

Questo tipo di concetto assume particolare valenza nel caso della musica applicata alle altre espressioni artistiche come la danza, il teatro e cinema.

Un caso concreto è costituito proprio dalla musica per film che, oltre al contenuto musicale vero e proprio della tradizionale colonna sonora con *Leitmotiv* specifico, fa uso, in special modo nei film d'azione di ultima generazione, di sonorità ed effetti ambientali che suscitano nello spettatore un grande coinvolgimento emotivo.

Il cinema di oggi rappresenta uno degli esempi più significativi del modo in cui il suono, associato al racconto, ha un potere narrativo molto coinvolgente ed emozionante.

Questo è stato reso possibile anche grazie alla tecnologia multi-canale di cui sono dotate ormai la maggior parte delle sale cinematografiche, dove otto e più sorgenti sonore indipendenti sono distribuite in modo circolare nella sala (lo stesso accade a livello casalingo con i sistemi home-theatre), effetti e sonorità speciali sono molto curati anche in quegli aspetti che riguardano la cosiddetta *spazializzazione del suono* con direzioni e “movimenti” del suono che aumentano il coinvolgimento emotivo dello spettatore.

Nella storia della musica, la caratteristica di musica come elemento narrativo ha sviluppato con il melodramma un insieme di regole musicali atte allo svolgimento della narrazione e alla descrizione della personalità e della psicologia dei personaggi. Ma il genere di musica a cui il cinema s'ispira maggiormente nelle forme di

composizione è stato la musica impressionistica, corrente sviluppatasi dalla seconda metà del XIX secolo all'inizio del XX.

A questo proposito si riporta nel paragrafo 2.1 un breve excursus storico sull'evoluzione della musica narrativa che va dalla musica classica al Cinema per introdurre poi l'ulteriore passaggio, relativo all'evoluzione di nuove regole e concetti di composizione da applicare nei videogiochi.

Dagli anni Settanta, infatti, il videogioco, nato come nuova forma d'intrattenimento, diventa sempre più fenomeno culturale. Oggi i videogiochi costituiscono un'attività creativa in cui confluiscono competenze ed espressioni artistiche come, per l'appunto, la musica e la grafica.

Con le moderne tecnologie, per produrre un videogioco (in particolare quelli appartenenti alla categoria FPS¹ come *BioShock 2* o *Tomb Raider 2013*), sono necessari, come ordine di grandezza, lo stesso numero di persone, la stessa quantità di tempo e di investimento finanziario, necessari per produrre un film. Sembra che tra industria videoludica² ed industria cinematografica i fatturati della prima abbiano superato quelli della seconda³, almeno negli Stati Uniti. È possibile trovare sul mercato prodotti videoludici appartenenti a generi tra i più vari: d'avventura, d'azione, di ruolo (RPG⁴), sportivi, ecc...

Proprio per la sua componente di interattività, il videogioco si differenzia fortemente da precedenti forme d'intrattenimento come il teatro e il cinema.

È evidente che fra molte delle caratteristiche provenienti dagli ultimi decenni della cinematografia, l'industria videoludica abbia preso in seria considerazione anche la cura della componente sonora per intensificare il coinvolgimento emotivo del giocatore esaltando la linea narrativa, esattamente come la colonna sonora fa per il cinema. Anzi, molte delle caratteristiche delle colonne sonore per alcuni

¹ First Person Shooter, soprattutto in prima persona: la visuale simula il punto di vista del personaggio principale

² Egham, GB, 5 Luglio 2011, articolo su Gartner.com: nel 2011 il fatturato dell'industria videoludica ha superato i 74 miliardi di dollari. <http://www.gartner.com/newsroom/id/1737414>

³ Ben Fritz, LA, 22 Gennaio 2013, articolo su LA Times: nel 2012 il fatturato dell'industria cinematografica ha raggiunto i 62,4 miliardi di dollari <http://articles.latimes.com/2013/jan/22/entertainment/la-et-ct-global-movie-spending-20130122>

⁴ Role player game: gioco di ruolo

videogiochi traggono ispirazione, nello stile compositivo, dalle colonne sonore dei film. Basti far riferimento ai giochi della serie *Assassin's Creed* della *Ubisoft* (il primo uscito nel 2007) per rendersi conto di queste caratteristiche musicali.

Se in un film, come nell'Opera, la colonna sonora è già definita dal regista e dal compositore tramite la preparazione dello *storyboard* per la sincronizzazione tra suono e immagine, in un videogioco (da quelli degli esordi a quelli di ultima generazione quali *Halo 3*, *Bioshock Infinite*, *Skyrim*, *Portal* ecc...) si richiede che la musica “segua” ciò che accade e ciò che viene proposto visivamente in seguito alle mosse del giocatore. In questo modo la “colonna sonora” del videogioco viene generata, momento per momento, per adattarsi alle varie situazioni del gioco.

Il *soundtrack* di un videogioco viene perciò realizzato con un diverso approccio compositivo rispetto a quello utilizzato dai compositori di colonne sonore per il cinema: in questo ambito infatti si fa uso di linguaggi informatici specializzati nella composizione musicale che consentono di implementare algoritmi che generano musica automaticamente adattandosi all'azione e all'esperienza del giocatore.

Si parla infatti di meta composizione: invece di comporre musica in senso tradizionale con la scrittura su pentagramma delle varie parti che i musicisti dovranno eseguire, si scrive un programma informatico che definisce un insieme di regole da seguire per generare in real time eventi musicali, come sarà meglio esplicitato nel capitolo 2.

Il progetto di questa tesi consiste nell'analisi e nella realizzazione di una composizione algoritmica utilizzata, in maniera esplicitativa, per eseguire il *mixing* di otto tracce musicali, ciascuna caratterizzata da uno specifico significato narrativo, controllabile in tempo reale per mezzo di un interfaccia grafica. L'algoritmo è stato implementato in Pure Data, un linguaggio di programmazione visuale tra i più diffusi nel campo della composizione algoritmica e disponibile *open source*. L'interfaccia grafica traduce a un livello più basso ciò che l'utente, in questo caso un giocatore, può modificare dal punto di vista della colonna sonora del videogioco.

Per illustrare il comportamento dell'algoritmo è stata girata una videoclip in cui viene mostrata una schermata di un frammento di *gameplay*⁵ del gioco *The Elder*

⁵ Gameplay: giocabilità, parametro o termine di valutazione utile a giudicare un videogioco

Scrolls: Oblivion, assieme all'interfaccia per mezzo della quale si controlla l'andamento musicale: lo scopo è quello di simulare il comportamento degli algoritmi di composizione automatica durante il gioco, a seconda delle varie situazioni semantiche che si presentano.

2. Breve storia della musica come elemento narrativo

2.1 Dall'Opera lirica al cinema

La musica come elemento narrativo ha subito notevoli cambiamenti nel corso della storia. Nell'Opera lirica, ad esempio, la struttura narrativa musicale consiste nella successione di brani che non hanno una vera e propria relazione gli uni con gli altri: i brani si susseguono in maniera fluida, ma sono "staccati" l'uno dall'altro. Questo fatto si verifica sia nei primi melodrammi del XVII secolo (ad esempio *L'Orfeo* di Claudio Monteverdi, 1607) che nelle opere del Classicismo Viennese dove non esiste una vera e propria continuità tematica della composizione musicale.

Con Wagner viene introdotto il concetto di *Leitmotiv*, dimostrando con questo come la musica possa valorizzare la componente drammaturgica dell'opera, conferendole maggior compattezza e unità narrativa. All'orchestra viene dato un "valore teatrale" maggiore e i brani hanno anche il compito di identificare e caratterizzare i personaggi.

Giacomo Puccini è il compositore che meglio ha sintetizzato le nuove tendenze del teatro musicale: temi e personaggi appartenenti ad una nuova realtà contemporanea (*La Bohème*, *Madama Butterfly*, *La Fanciulla del West*), o una dimensione di quotidianità e verità teatrale (*Manon Lescaut*). In Puccini, secondo la tradizione operistica italiana, gli sviluppi narrativi vengono amministrati dall'orchestra, alla quale viene assegnata una parte di primo piano; vengono inoltre inserite strutture narrative sostenute da sinfonie ereditate dalla tradizione tedesca wagneriana. La musica funge da collante narrativo: gli stessi temi, con o senza

variazioni, vengono riproposti per rappresentare scene diverse. Si assiste all'evoluzione del melodramma verso il dramma musicale moderno e, in ultima analisi, verso il *musical* cinematografico.

Il cinema non solo surrogherà l'opera, ma ne erediterà le forme più essenziali dando vita a film musicali come *West side story* (V. Coletti, *Da Monteverdi a Puccini*, p. 169)

L'impianto narrativo della *Madama Butterfly* o della *Fanciulla del West* ha permesso di comporre partiture che possiedono tutte le caratteristiche di una colonna sonora *ante litteram*.

Nello stesso periodo, la corrente musicale dell'impressionismo portò all'abbandono di forme consolidate come la sinfonia, la sonata, il concerto, tipiche del Classicismo Viennese. Questa volta la musica comunica sensazioni e atmosfere immaginarie, attraverso forme musicali più sfumate, meno nette, ponendo l'accento sul colore e sul timbro dei suoni. Il fondatore di questo genere fu Claude Debussy (1862-1918) che insieme a Maurice Ravel (1875-1937) viene considerato il maggiori compositore di questo genere.

Per le colonne sonore dei film di Hollywood, ad esempio, è stato utilizzato questo tipo di linguaggio impressionistico, non tanto quello operistico. Come possiamo notare anche nei film degli ultimi decenni.

2.2 Dal Cinema ai Videogiochi

La nascita del cinema ha costituito uno dei più grandi fenomeni culturali del Ventesimo secolo e ha profondamente influito anche sul modo di vivere la quotidianità. Proprio per le sue particolarità e caratteristiche tecnologiche, il cinema cambia anche il modo di relazionarsi a questa forma d'arte, rispetto al teatro: sul palcoscenico gli attori sono persone reali; «(...) nel cinema invece sono copie di persone che sembrano vivere in un loro universo scorrelato dalla realtà quotidiana» (Prieberg, *Musica ex machina*, p. 264). La scena è come si presenta sullo schermo e tutto è definitivo: non è possibile aggiungere o togliere niente, l'immagine e l'azione sono quelle stabilite dal regista in fase di ripresa e di montaggio. Il ruolo

della musica nel cinema è particolarmente importante e con l'accompagnamento musicale il film diventa un'opera totale.

Il cinema si è impadronito della musica nella sua funzione di completamento dello scenario per l'immagine. Ad una scena panoramica come quelle dei film western classici viene ad esempio associata una musica di un pieno orchestrale con andamento lento che contribuisce ad sottolineare la vastità del luogo; oppure, ad un inseguimento di auto in un film poliziesco viene associata una musica molto ritmata a sottolineare la dinamicità e l'ansietà della situazione.

In questo modo al pubblico non è richiesto di ascoltare consapevolmente la musica, ma è sufficiente che ne avverta la presenza. In un film la musica penetra nel subconscio dello spettatore e lo coinvolge emotivamente; la musica suscita stati d'animo, sentimenti ed emozioni. Anche se la scena sembra avere una sua forma definita, l'accompagnamento musicale conferisce allo spettatore l'impressione di prendere parte alla storia.

La musica per film non è assoluta⁶ e non vive di vita propria, ma trova significato nel montaggio, nell'assemblaggio con la drammaturgia del film e nella sincronizzazione con la scena. La strumentazione e le sezioni dell'orchestra non è diversa da quella utilizzata dai compositori del primo Novecento, come Debussy o Šostakovič.

Ogni singolo particolare (musicale compreso) è prestabilito dal regista, ma soprattutto è permanente: ne deriva pertanto una fruizione a livello "passivo" da parte del pubblico.

Nel cinema, la sincronizzazione tra immagine e suono è fondamentale. Scrive Morricone: «Quando andrete a dirigere la vostra composizione dovrete dirigerla con il cronometro, quindi quelle prove che avrete fatto a casa sulla partitura dovrete ritrovarle dirigendo. L'occhio sarà sulla partitura e sul cronometro. (...) Il *click* è un metronomo. Il compositore decide la velocità che gli occorre per il pezzo che ha scritto (...) Facciamo un esempio con una composizione di 4/4, in cui ogni battuta dura 4". Se vogliamo dare un sincro al 21° secondo potremo fare quattro battute di 4/4 e la quinta di 5/4, in modo da poter dare l'accento sul I quarto e non sul II quarto;

⁶ Conferenza di Ennio Morricone al Teatro Verdi di Pisa 19/01/2012: differenza tra musica assoluta e musica applicata

è una ragione essenzialmente musicale: si cambia il metro in modo tale che il sincrono coincida con il tempo forte della battuta. (...) Se si dirigesse senza il metronomo sarebbe difficilissimo trovare queste frazioni.» (Morricone, *Comporre per il Cinema*, pp. 70-71)

In un videogioco, il concetto di sincrono perde significato, dal momento che la musica deve saper prevedere le mosse del giocatore.

A differenza di ciò che accade in un film, infatti, in un videogame si può interagire con l'immagine: l'utente, il fruitore del prodotto, si ritrova adesso a vivere la storia in prima persona; anzi, è egli stesso a portarla avanti. L'opera diventa quindi interattiva.

I giochi, a causa della loro interattività, non sono lineari, ma sono soggetti a innumerevoli cambiamenti di flusso narrativo, dipendenti dalle scelte del giocatore. L'obiettivo dell'audio e della musica è pertanto adattare la composizione alla linea narrativa del gioco, anch'essa variabile.

Per raggiungere quest'obiettivo si è fatto ricorso alla composizione algoritmica, in cui la matematica, e successivamente anche l'informatica, hanno dato supporto alla musica traducendone le regole per comporre e generare i suoni.

3. Nuove regole di composizione

3.1 Storia della composizione algoritmica

Per composizione algoritmica si intende una modalità creativa rivolta alla definizione di un insieme di regole rispettate da una procedura automatica che genera musica. In realtà anche nel modo tradizionale di comporre musica, un brano "prende forma" dall'operato del compositore nel rispetto di un numero ristretto di *regole* specifiche riguardanti quello specifico brano e, contemporaneamente, l'insieme più ampio delle *regole formali* relative all'armonia classica. Ma nel caso della composizione algoritmica, la parte creativa del compositore consiste soltanto nella definizione di un insieme di regole, mentre lo sviluppo dei percorsi melodici e ritmici viene delegato al computer che fa della casualità l'ingrediente principale.

Se l'espressione "composizione algoritmica" designa una modalità operativa, un particolare brano composto con questa modalità viene denominato *meta composizione*, sottolineando che l'attività creativa include la definizione dell'insieme di regole.

L'idea di utilizzare un insieme di regole formali per creare musica era già nata addirittura ai tempi dell'antica Grecia con Pitagora, il quale credeva nell'esistenza di una relazione diretta tra le leggi della natura e l'armonia del suono.

Verso la fine del XV secolo viene fatto largo uso del *canone*, una forma di contrappunto che trae origine nella polifonia del XIII e XIV secolo. Nel canone (ed in seguito nella *fuga*) il principio compositivo consiste nel creare un frammento musicale costituito da una singola melodia (o tema) dalla quale un'intera composizione viene sviluppata utilizzando i meccanismi principali dell'inversione, del moto retrogrado, dell'inversione del retrogrado, della sovrapposizione, ecc... come avviene, ad esempio, per il *Canone di Pachelbel* composto da Johann Pachelbel (1653-1706) negli anni Ottanta del Seicento.

Mozart stesso utilizzò le tecniche di composizione "casuale" nei suoi *Musikalisches Würfelspiel* (Musica per Dadi) che consistevano nell'assemblare in maniera aleatoria, tramite il lancio dei dadi, un numero di frammenti musicali precostituito, caratterizzati ciascuno da fatto che poteva "raccordarsi" musicalmente con tutti gli altri.

Nel Novecento, John Cage (1912-1992) fece utilizzo del concetto di casualità in molte delle sue composizioni: ne è un esempio il brano *Reunion* (1968) che consiste nel giocare una partita a scacchi e nel far corrispondere a ogni configurazione assunta dai pezzi sulla scacchiera dopo ogni mossa dei due giocatori una specifica situazione musicale sulla base di un insieme di regole prestabilite.

Anche per quello che riguarda la musica dodecafonica/seriale sono state fatte interessanti esperienze utilizzando questo approccio compositivo. Ne è un esempio lo studio per pianoforte *Quattro studi sul ritmo* di Olivier Messiaen (1908-1992): il secondo studio *Modi di valore e di intensità* è stato composto sulla base di un insieme di regole prestabilite con le quali scegliere una tra 36 altezze di suono, uno tra 24 valori di durata, uno tra 12 tipi di attacchi ed una tra 7 sfumature d'intensità. La composizione consisteva nel generare una sequenza di eventi ciascuno dei quali

risultante dall'assemblaggio di valori di altezza, durata, e modalità di espressione operato in modo casuale ma nel rispetto dell'insieme di regole prestabilite.

Tutte queste esperienze hanno prevalentemente valore storico piuttosto che artistico/estetico vero e proprio. L'importanza di questo approccio alla composizione musicale riguarda infatti più il metodo che il contenuto e la produzione "artistica" vera e propria. Fino al momento della realizzazione del primo calcolatore elettronico (anni Cinquanta), si è trattato perciò di esperienze tanto interessanti quanto isolate che genericamente erano espressione di una ricerca di nuovi approcci sul piano strutturale.

Con l'avvento della tecnologia informatica, nata ed evolutasi sotto la spinta delle crescenti esigenze dei settori commerciale e scientifico, nasce il concetto di *programmazione informatica* e si afferma la definizione formale di *algoritmo* come processo atto alla risoluzione di problemi logici attraverso il calcolo matematico da eseguirsi in base a regole decisionali.

A posteriori possiamo riconoscere nelle idee ed esperienze di composizione aleatoria di Mozart, Cage, Messiaen, ecc... caratteristiche *ante litteram* di "composizione algoritmica". Ma è solo in presenza della programmazione e del computer che è corretto parlare di composizione algoritmica, cui sicuramente le prime esperienze si sono ispirate.

A questo proposito va ricordata la prima esperienza di composizione musicale generata attraverso la programmazione di regole formali implementate come programma informatico. Si tratta della *Illiac Suite* (1957) realizzata dai Lejaren Hiller e Leonard Isaacson all'Università dell'Illinois: il programma generava una codifica numerica delle note con informazione di altezza e durata, utilizzata per trascrivere (a mano) su pentagramma una partitura tradizionale fatta in seguito eseguire da un quartetto d'archi.

Da segnalare, poi, in quest'ambito l'operato di Iannis Xenakis (musicista, architetto ed ingegnere greco naturalizzato francese) che è stato un esponente di prim'ordine della musica contemporanea: a lui si devono importanti studi sull'uso delle leggi della probabilità per la scrittura di programmi di generazione musica e

sonorità attraverso un processo stocastico⁷. Xenakis condusse anche un'accurata indagine sull'uso del calcolo delle probabilità che si applicassero in alcune delle sue composizioni quali *Atreés* (1962) e *Morsima-Amorsima* (1962). Il programma avrebbe composto una partitura musicale da una lista di note di durata e dinamica differente per poi assemblarle sulla base di una successione di numeri generati casualmente.

La casualità e la formalità (cioè la *casualità controllata*) sono i due elementi necessari ed essenziali alla composizione algoritmica.

Il controllo della casualità si può effettuare facendo uso di meccanismi matematici di cui si conoscono le prerogative come il calcolo combinatorio, la ricorsione (usata anche in grafica con in frattali) il processo stocastico delle catene di Markov. Una Catena di Markov, in particolare, è un processo matematico in grado di produrre sequenze di eventi casuali caratterizzate da andamenti riconoscibili e con livelli di coerenza opportunamente decidibili sulla base di un percorso governato da leggi probabilistiche. Le catene di Markov possono essere applicate a un gran numero di situazioni reali come il susseguirsi delle condizioni atmosferiche di un periodo dell'anno in una particolare regione geografica, l'andamento dei mercati azionari, l'estrazione di una carta da un mazzo di carte da gioco. Nel caso della musica, una volta scelto e stabilito l'insieme figure musicali elementari, il processo di Markov genera andamenti melodici con transizioni coerenti e riconoscibili.

Un altro approccio utilizzato nella composizione algoritmica viene implementato prendendo spunto dai sistemi di regole delle grammatiche formali reinterpretate come regole di composizione musicale. Uno degli esempi di questo secondo approccio trova esempio in un lavoro di William Shottsædt: un programma che scrive musica basandosi sulle regole di composizione del *Gradus ad Parnassum* di Johann Joseph Fux (1660-1741), un trattato in due libri sul contrappunto e sulla fuga.

Infine, un altro approccio alla composizione algoritmica è quello tipico dell'intelligenza artificiale. I sistemi di questo tipo sono in grado di definire loro stessi le regole formali, o quanto meno sono in grado di apprendere automaticamente. Un esempio di questo tipo sono gli *Experiments in Musical*

⁷ Formalized Music (1963): raccolta di saggi e idee di Iannis Xenakis

Intelligence (EMI). EMI è basato su di un database contenente descrizioni di stili o regole di differenti forme di composizione; l'EMI è anche in grado di creare una propria grammatica e un proprio database di regole. È stato utilizzato per comporre partiture automaticamente. Questi brani evocano in maniera abbastanza precisa lo stile di Bach, Mozart, Bartók, Brahms, Joplin e molti altri.

Tra le varie tecniche rese disponibili dall'intelligenza artificiale vi è quella della programmazione genetica, una metodologia di programmazione automatizzata⁸. A differenza dell'EMI, che basa la propria grammatica su partiture in input nel computer, la programmazione genetica genera da sola il proprio materiale musicale, dal momento che crea da sé le proprie regole di composizione.

3.2 Composizione algoritmica

Pertanto, la composizione algoritmica è una modalità compositiva dove un'idea musicale viene espressa in forma di programma informatico (detto anche *meta composizione*) che implementa un insieme di regole seguite durante l'esecuzione del programma stesso da parte del computer, per generare dinamicamente eventi acustico/musicali. Una *meta composizione* definisce una classe di composizioni di cui ciascuna è un esemplare, o istanza, della classe.

Un programma che implementa una composizione algoritmica può fare uso durante la computazione anche di informazioni numeriche che provengono in tempo reale dall'esterno, generate da un utente che ascolta il risultato della generazione. Si dice allora che la composizione musicale è algoritmica ed interattiva.

3.3 Musica adattiva nei videogiochi

Il principale obiettivo della musica dei videogiochi è quello di aumentare il coinvolgimento, la *immersiveness*⁹, nel gioco stesso in modo da dare al giocatore la sensazione di essere *nel* videogioco e di provare la stessa esperienza del personaggio nella storia (Barrett, *Interactive Music in Computer and Videogames*, p. 1)

⁸ Wikipedia, voce *Programmazione genetica*

⁹ Immersività

È allora necessario che la musica generata in maniera algoritmica e interattiva, dovuta proprio all'intervento attivo del giocatore, si adatti ai vari livelli di complessità ed alle varie situazioni prospettate dal videogioco, in modo da sottolineare ed enfatizzare (a seconda dei casi) sensazioni di eccitazione, paura, suspense, stupore, e persino sentimenti come tristezza e gioia, che il gioco contiene nella storia.

3.3.1 Definizione e regole

Si può definire la musica adattiva (in un videogioco) come musica che cambia e si evolve in base agli eventi nel gioco. Gli eventi degli gioco devono essere dinamici e il sottofondo musicale non deve consistere in un unico brano che si ripete una volta giunto al termine. La musica può essere generata dinamicamente dal gioco per evocare atmosfere semantiche coerenti ed ben adatte alla scena e può essere impiegata per enfatizzare particolari parametri presenti nel gioco: livello di energia, paura, progresso, performance di combattimento, ora del giorno, tempo atmosferico ecc...

Il concetto di musica adattiva permette di comporre una partitura musicale che si adatta in tempo reale agli eventi e alle situazioni che appaiono sullo schermo.

Un sistema adattivo permette di suonare diversi brani di una colonna sonora come se fossero un unico brano. Secondo Kejero¹⁰, un compositore di musica adattiva, ci sono varie modalità per adattare la musica alle azioni sullo schermo, come ha dimostrato nel suo videogame *Kameleon*.

1) Aggiunta di tracce: a una traccia di partenza, dedicata ad una situazione stabile e calma, si aggiungono via via tracce di altri strumenti, per incrementare la suspense, fino ad arrivare a livelli d'intensità massima, come quando si affronta un nemico o una battaglia.

2) Piccoli frammenti: si eseguono piccole parti di brano in un'unica successione. Nella regione audio in cui si verifica un cambio viene quindi utilizzata la dissolvenza incrociata tra una traccia e altra.

¹⁰ www.kejero.com Music for media

Nell'articolo *Adaptive Music Techniques* di Andrew R. Brown e Thorin Keer vengono espone altre tecniche di musica adattiva, tra cui *Pitch Range*, *Rhythmic Density Thinning*, *Dynamic Level*, *Tempo*.

- *Pitch range*: l'aumento di tonalità può essere utilizzato per aumentare il livello di tensione nel gioco. (Si veda l'esempio di *Space Invaders*)
- *Rhythmic Density Thinning*: prendendo come modello una traccia musicale, si vanno ad aggiungere o rimuovere note, in base alla situazione nel gioco.
- *Dynamic Level*: la dinamica è la gestione delle intensità sonore. Va di pari passo con il timbro e può essere associata semanticamente a una maggiore enfasi di gioco.
- *Tempo*: il cambio della velocità è una tecnica efficace di musica adattiva e può essere integrato con il livello della dinamica. È stato osservato che la scelta di questa tecnica dipende molto dal genere musicale. Ad esempio: l'aumento di velocità del tempo è molto efficace se si sceglie uno stile che rimanda alla musica classica del periodo romantico. Meno efficace se applicata alla musica elettronica più recente. (Andrew R. Brown, Thorin Keer. *Adaptive Music Techniques*, 2009).

Nel video, in cui viene simulato il comportamento dell'adattività musicale, le tecniche utilizzate sono state: *dynamic level* (da stabile a movimentato) e cambio di tonalità (da maggiore a minore).

3.3.2 Primi esempi di musica adattiva nei videogame

Esempi elementari di musica adattiva se ne possono trovare già a partire dalla fine degli anni Settanta. In giochi come *Space Invaders* (1978) o *Asteroids* (1979) esisteva un primitivo *soundrack* interattivo. In *Space Invaders*, ad esempio, una serie di note discendenti veniva suonata ad una determinata velocità che aumentava all'avvicinarsi degli alieni verso la navicella del giocatore. Dal momento che la tecnologia dell'audio era rudimentale, dovuta soprattutto alle basse velocità di calcolo dei microprocessori, i sound designer dell'epoca avevano a disposizione poche possibilità operative per creare musica adattiva.

Un esempio analogo si può ritrovare nello stesso *Super Mario Bros* (1985): una musica allegra, da cartone animato, il cui ritmo veniva accelerato con l'avvicinarsi dell'ultimo minuto a disposizione per terminare il "livello".

In questi primi videogiochi la musica, spesso cambiava istantaneamente, o al limite, tramite un brusco *crossfading*.

3.3.3 Nuove tecnologie

Con la disponibilità sempre maggiore di memoria RAM, i sound designer hanno potuto registrare molte e lunghe sequenze di musica e di suoni ambientali da utilizzare durante il gioco (Ryan Barrett, 2001). Si faccia riferimento a giochi come *Need for Speed I e II* della EA Games (1994 e 1997) o *Blood Omen: Legacy of Kain* della Crystal Dynamics (1997). Vengono composti brani che si adattassero a specifiche situazioni nel gioco. Se il personaggio si trova a nuotare sott'acqua viene eseguito un brano lento e rilassato; se si ritrova in una Jungla, si possono udire tamburi in lontananza. La prima impressione che si ebbe era che la musica appariva meno ripetitiva e coinvolgeva maggiormente il giocatore.

Alistair Hirst, compositore della colonna sonora per *Need for Speed I* (1996), disse: «Se progettata bene, molti consumatori non si renderanno conto che la musica è interattiva, ma troveranno il gioco molto più coinvolgente» (Guy Whitmore, 1999); il contributo della musica interattiva quindi è sottile e raffinato, ma è uno dei settori in cui l'industria dei videogiochi ha iniziato a investire, al fine di aumentare la vendita dei prodotti.

3.3.4 Tipi di videogioco

Tra i generi e i sottogeneri più popolari dei videogiochi arcade, vale la pena citare:

- D'avventura: incentrato sulla narrazione; caratterizzato dall'esplorazione dei luoghi, interazione con personaggi e risoluzione di enigmi
 - Avventura grafica (*Monkey island*)
 - Avventura dinamica (*Tomb Raider*)
 - Survival horror (*Doom*)

- D'azione: basato sull'azione; al giocatore è richiesta prontezza e agilità nel muovere i comandi del gioco.
 - Videogioco a piattaforme (*Super Mario Bros*)
 - Picchiaduro (*Tekken, Street fighter*)
 - Sparatutto
 - Sparatutto in prima persona - First person shooter (*Far Cry, BioShock*)
 - Sparatutto in terza persona (*Metal gear solid, Grand theft auto, Assassin's Creed*)
 - Di ruolo (*Gothic, The Elder Scrolls: Arena*)
 - Sportivo (*Pro Evolution Soccer 2013*)
 - Strategico (*Age of Empire, Warcraft, Caesar III, Stronghold*). (AESVI, *Classificazione dei Videogiochi*, 2005)

3.3.5 Caratteristiche narrative

Uno delle principali caratteristiche della musica adattiva è la non linearità, vale a dire che non esiste una predefinita successione di episodi musicali come succede in una composizione classica: un pezzo di opera teatrale o una colonna sonora sono definiti per tutta la loro durata; sono pertanto lineari, non ci saranno cambiamenti nel corso dell'esecuzione. Ma un videogioco è, per definizione, soggetto appunto a cambiamenti che dipendono dalle mosse del giocatore. La musica adattiva pertanto deve conformarsi a questo tipo di narrazione "corruttibile" e modificabile.

Dal momento che questo tipo di musica trova applicazione nei videogiochi, i tradizionali concetti di narrazione e composizione vengono rivisitati. Non si parla più di sottofondo musicale lineare che possiamo ancora trovare in giochi come *Crash Bandicoot* (1996) o *Spyro the Dragon* (1998): la musica interattiva, viene adesso composta dal programma nel gioco, in situazioni ben precise ed adatte alla linea narrativa. In punti di transizioni, il gioco può passare da un brano all'altro attraverso il *fading*¹¹ o generare una transizione musicale apposita.

¹¹ Dissolvenza: lo sfumare graduale che avviene tra un brano e il successivo.

Altre caratteristiche possono essere la corrispondenza di alcuni temi del soundtrack con determinati ruoli o psicologie dei personaggi, oggetti posseduti, quantità di energia, di vita, nemici da affrontare, ecc...

L'importante è che la musica sia coinvolgente e sempre diversa; deve inoltre dare l'idea di non essere stata generata dalla performance non deterministica di ogni giocatore.

3.3.6 Nuove frontiere

La musica nei videogiochi ha sempre costituito un importante vettore della cultura popolare (*Strider*, *Mega Man* o *Final Fantasy VIII*) e lo stesso utilizzo della musica interattiva ha permesso alla cultura dei videogame di crescere sempre di più.

Questo tipo di musica è sempre e comunque applicata, ma dal momento che è non lineare, è problematico persino il convertirla ad un brano lineare, dal momento che ogni singolo giocatore è autore di una colonna sonora sempre diversa.

La musica interattiva fa da sfondo sonoro alla scena nel videogioco, cercando di farsi notare il meno possibile e adattandosi all'esperienza del gioco. I primi tentativi sono stati molto rudimentali, ma programmatori e compositori stanno sviluppando nuove possibilità per rendere l'esperienza di gioco più coinvolgente, dando all'utente la sensazione di "essere dentro" la narrazione; è uno degli strumenti più potenti per abbattere le barriere della finzione. (R. Barrett, 2001).

4. Progetto

4.1 Introduzione

Il progetto, come già stato detto nella parte introduttiva, consiste nell'analisi di un algoritmo implementato in linguaggio musicale Pure Data, un linguaggio di programmazione visuale, molto versatile nella realizzazione di programmi per generare materiale audiovisivo.

La composizione algoritmica in questione effettua il missaggio di otto tracce in loop di diverso significato.

È stata utilizzata per spiegare il concetto di adattività della musica a seconda di ciò che accade nella storia e degli eventi che occorrono. Per far questo è stato realizzato un videoclip in cui vengono visualizzati contemporaneamente un frammento di gameplay del gioco *The Elder Scrolls: Oblivion* e un'interfaccia dell'algoritmo che cambia i parametri in base a ciò che accade nel gioco. È pertanto una simulazione del comportamento di questo tipo di algoritmi realazionato all'esperienza del giocatore.

Segue quindi una descrizione sui linguaggi visuali utilizzati, la descrizione dell'algoritmo e delle possibilità che offre.

4.2 Linguaggi musicali

Un linguaggio musicale (*Audio Programming Language*) è un tipo di linguaggio specializzato nella sintesi del suono e nella produzione musicale. Alcuni linguaggi musicali sono specializzati nella composizione musicale altri invece nella sintesi del suono.

I linguaggi di programmazione musicale si dividono in due categorie principali: testuali e visuali (o grafici). I linguaggi testuali consentono di descrivere algoritmi di sintesi e composizioni musicali attraverso linee di “testo scritto” in caratteri alfanumerici tipiche dei linguaggi di programmazione come il C, Python, Java, ecc...; i linguaggi visuali consentono invece di descrivere algoritmi di sintesi e composizioni musicali attraverso il posizionamento su una finestra di lavoro di elementi grafici che rappresentano oscillatori, generatori di inviluppo, filtri, cursori, monopole ...eccetera e di farne gli opportuni collegamenti: il risultato finale è quello che viene chiamato una *patch* che viene attivata per produrre il risultato acustico/musicale desiderato.

Tra i vari linguaggi audio testuali possiamo citare:

CSound, sviluppato tramite il linguaggio C. È un linguaggio testuale che permette la realizzazione di suoni partendo dalle oscillazioni e cambiandone i parametri; permette inoltre possibile effettuare vari tipi di sintesi audio.

SuperCollider, un linguaggio testuale che utilizza il modello della programmazione a oggetti, riprendendo la sintassi del codice C.

4.2.2 Linguaggi visuali

Un linguaggio visuale è un tipo di linguaggio di programmazione che permette la gestione degli elementi in maniera grafica.

Molti sound-designer, musicisti e artisti grafici, trovano che la programmazione testuale sia difficile e anti intuitiva, nella creazione di lavori musicali; per questo che la maggior parte dei linguaggi musicali offre pertanto un ambiente grafico orientato alla programmazione musicale che consente di disporre sulla finestra di lavoro oggetti visuali opportunamente collegati tra loro in schemi complessi detti *patches*.

Tra le altre cose questa metafora visiva si sovrappone molto bene all'esperienza della più tradizionale musica elettronica in cui gli "strumenti" di generazione sonora venivano creati e trasformati connettendo tramite cavi fisici i dispositivi elettronici di generazione sonora, come gli oscillatori, e di elaborazione, come filtri, riverberi, etc..

I linguaggi di programmazione visuale o grafici consentono di descrivere algoritmi di sintesi e composizioni musicali (v. p. prec.).

Tra i linguaggi visuali più utilizzati vi sono MAX/MSP e Pure Data; il secondo è una versione *open source* del primo, scaricabile gratuitamente e alimentato da una community online di utenti i quali contribuiscono rendendo disponibili le loro composizioni.

4.2.1 Programmazione dataflow

La programmazione dataflow è un particolare paradigma di programmazione che permette di scrivere un programma come un diagramma di flusso. Questo modello di programmazione si concentra su come sono collegati gli oggetti fra di loro. A differenza della programmazione imperativa, dove il programma è costituito da una serie di operazioni per ottenere un determinato risultato, nella programmazione dataflow il flusso di dati passa in primo piano, per concentrare l'analisi sul comportamento delle operazioni stesse.

Le operazioni sono visualizzate come scatole fornite di un ingresso e di un'uscita: se i dati che entrano risultano validi all'operazione, il flusso di informazione continua il percorso.

Un programma tradizionale può essere visto come una serie di *statement*: «esegui questo, ora fai questo ecc...»: le operazioni di un programma dataflow sono metaforicamente riconducibile agli operai di una catena di montaggio che eseguono il loro compito all'arrivo del materiale. Una delle caratteristiche della programmazione dataflow è la concorrenza¹², pertanto le operazioni non hanno bisogno di variabili di stato dal momento che sono tutte quante attive nello stesso momento.

4.2.3 Pure Data

Pure Data è un linguaggio visuale che utilizza il paradigma di programmazione *dataflow* per l'elaborazione audio, video e grafica. Viene generalmente utilizzato per creare musica interattiva, effetti sonori e analisi audio accorpendo talvolta l'utilizzo di strumenti come videocamere, robot di controllo e persino siti web.

Sviluppato da Miller Puckette negli anni Novanta e presentato per la prima volta nel 1996 durante la sua permanenza all'IRCAM di Parigi, Pure Data è anche un prodotto software con varie distribuzioni *open source* compatibile con Linux, Mac OS X, Windows e persino con sistemi operativi come iOS e Android, per dispositivi portatili ¹³.

Le principali strutture utilizzate da Pure Data sono le seguenti:

- 1) *objects*: le funzioni in Pure Data; possono essere operazioni matematiche, logiche o funzioni per generare suoni (*noteout*, *makenote*) e definire tempi (*metro*).
- 2) *message box*: frammenti di codice che forniscono informazioni agli oggetti. Gli oggetti di PureData comunicano tramite le informazioni inviate dai messaggi. I messaggi possono essere di vario tipo: valori numerici (*float*), stringhe (*symbol word*), liste (*list*). Un tipo speciale di messaggio senza contenuto è chiamato *bang* (v. fig. 1) e viene utilizzato per far partire un evento e far scorrere i dati nel flusso.
- 3) *number box*: contengono valori espressi in numeri reali (in virgola mobile), stringhe, liste e costituiscono l'unità base di dato in input.

¹² Concorrenza(informatica): caratteristica dei sistemi di elaborazione in cui un insieme di processi o sottoprocessi computazionali possono essere in esecuzione nello stesso istante.

¹³ Wikipedia, lingua inglese, (voce *Pure data*)

Nella figura seguente viene riportato un esempio di patch realizzato in Pure Data che illustra come viene eseguita una semplice operazione di somma utilizzando atomi e collegamenti dati tra essi.

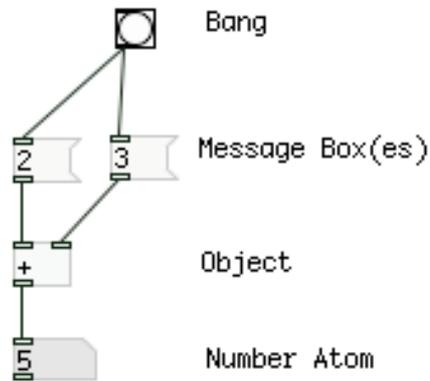


Figura 1. Esempio di operazione aritmetica in Pure Data tramite l'utilizzo di un bang.

Ci sono due tipi di collegamenti in Pure Data: il primo, come quello dell'esempio di Figura 1, è di tipo *dataflow*, ed è destinato al flusso dei dati di controllo, come operazioni matematiche e logiche. Nell'interfaccia questo collegamento viene visualizzato con linee sottili dell'ordine di un pixel di spessore.

Il secondo tipo di collegamento è destinato al trasporto dei dati del segnale audio nel flusso e presenta linee graficamente più spesse.

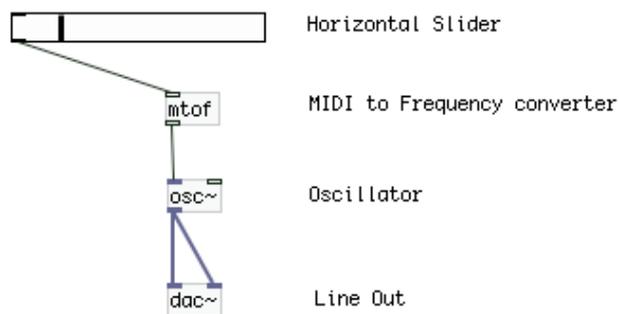


Figura 2. Esempio di oscillatore in Pure Data tramite l'utilizzo di uno slider orizzontale.

Questo tipo di informazione viene generato dagli *object* che recano una tilde (~) alla fine del loro nome, come appunto oscillatori (*osc~*) o riverberi (*freeverb~*); il carattere ricorda iconicamente il segnale audio. L'esempio in figura 2 mostra il

funzionamento di un oscillatore. 1) lo slider orizzontale seleziona l'altezza di una nota (valori da 0 a 127), 2) *mtof~* associa al valore della nota in formato MIDI un valore in Hertz della rispettiva frequenza. 3) questo valore viene immesso nell'oscillatore *osc~*, il quale manda due segnali audio a 44100 Hz (frequenza di campionamento¹⁴) al convertitore *dac~* (*digital analogic converter*). Il segnale digitale viene mandato alla scheda audio del computer e viene convertito in fonte sonora. Questo tipo di separazione fra i due tipi di collegamento viene attuata per ottimizzare la potenza di calcolo della CPU.

La scelta di utilizzare un linguaggio come Pure Data è stata motivata da vari fattori.

Uno di questi è il fatto che il software è *open source* e sul web è possibile trovare una community di utenti che mettono a disposizione di tutti le loro composizioni, permettendo di scaricarne la patch.

Un altro motivo è la caratteristica di Pure Data di essere *embeddable* (inseribile) all'interno di un programma anche commerciale, come un gioco. Questa proprietà è stata utilizzata da alcune società di sviluppo videoludiche, come ad esempio la Electronic Arts Game (EA), per creare un modello di generazione audio per videogame utilizzando EAPd, una versione proprietaria di Pure Data utilizzata per creare musica dinamica in *Spore* (2008)¹⁵.

4.3 Descrizione dell'algoritmo

4.3.1 Modello dell'interfaccia

Questo tipo di composizione algoritmica è a tutti gli effetti un mixer grafico di otto tracce audio, riprodotte in loop.

La scelta delle tracce è stata effettuata seguendo un criterio ben preciso: ognuna doveva evocare una situazione semantica diversa.

Per far questo è stato fatto riferimento alla struttura geometrica del quadrato per collocare le tracce in vari ambienti semantici.

¹⁴ Frequenza di campionamento: è la misura espressa in Hertz del numero di volte al secondo in cui un segnale analogico viene misurato e memorizzato in forma digitale

¹⁵ Articolo su Gamespy del 20/02/2008

Il modello dell'algorithmo trae ispirazione dall'articolo *Dynamic Response: Real-Time Adaptation for Music Emotion* di Steven R. Livingstone e Andrew R. Brown, pubblicato nel 2005 e dall'articolo *Colors and emotions in videogames* di Evi Joosten, Giel van Lankveld, and Pieter Spronck della Tilburg University.

In questi articoli sono stati esposti modelli semantici, simili tra loro, al quale una potenziale composizione algoritmica avrebbe dovuto far riferimento.

L'algorithmo del progetto effettua il mix fra due campioni da quattro tracce l'uno. Tutte le tracce vengono eseguite in parallelo e vengono disposte geograficamente una per ognuno dei quattro angoli del quadrato.

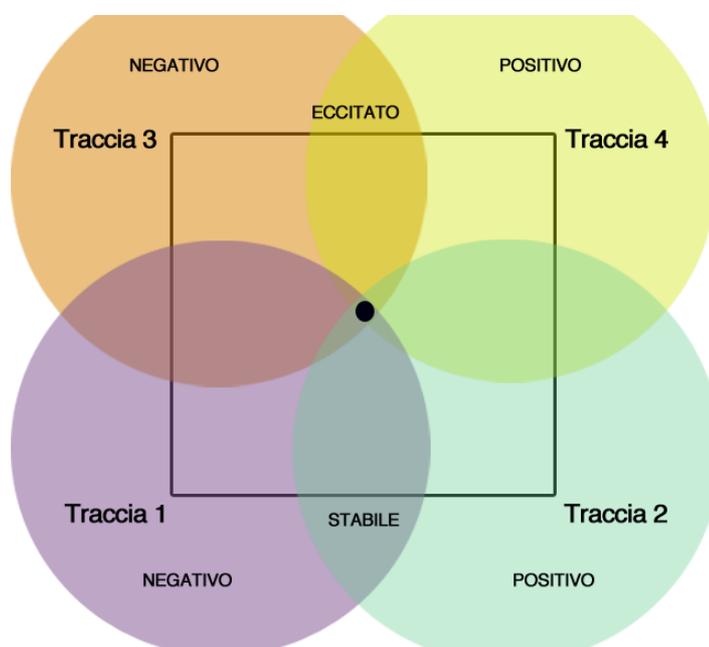


Figura 3. Diagramma che visualizza la disposizione delle tracce sull'interfaccia.

Pertanto è il quadrato che determina la variabilità semantica musicale traducibile nel gameplay.

Siccome si vogliono controllare tre caratteristiche, utilizziamo tre parametri: l'asse orizzontale e verticale del quadrato e uno slider orizzontale (vedi Figura 4. *Change_Tracks*) come terza dimensione; operiamo pertanto in uno spazio cubico vettoriale. Di conseguenza vengono collocate una traccia in ogni vertice: otto tracce totali.

A ognuno di questi parametri dimensionali è stato assegnato un valore semantico; nel caso specifico l'associazione è stata:

Asse orizzontale: valenza (*valence*); è un tipo di sensazione che può variare da negativa (sgradevole) o positiva (piacevole), in conformità del verificarsi di un evento, associabile arbitrariamente a certi parametri nel gioco.

Asse verticale: stimolazione (*arousal*); è lo stato fisiologico e psicologico che determina la reattività agli stimoli. Una situazione molto movimentata, come un combattimento, è associabile a valori di *arousal* molto alti.

Slider orizzontale: cambio del gruppo di tracce. Questa dimensione viene utilizzata per rendere più varia la colonna del gioco. Dal momento che vengono utilizzate tracce che si ripetono, per ognuno dei due gruppi di tracce è stato scelto anche un parametro che influisse sulla varietà musicale delle tracce nel gioco.

Posizionando il cursore in determinati punti del quadrato si esegue pertanto il missaggio tra le varie tracce, contenute negli angoli del quadrato.

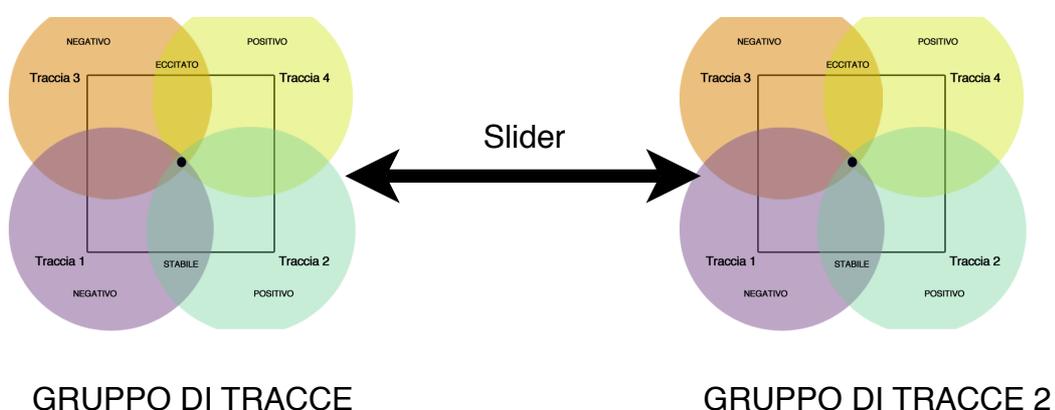


Figura 4. Cambio del gruppo di tracce mediante lo slider orizzontale.

Esempio: se in un determinato gameplay si presenta una situazione calma e stabile il cursore rimane nella zona alla base del quadrato e si muove pertanto sull'asse orizzontale. Se la situazione si è concentrata su di un unico gruppo di tracce per troppo tempo, si può influire sulla varietà della colonna sonora mediante lo Slider, variando pertanto la composizione, come viene mostrato in figura.

4.3.2 Mixer grafico

L'interfaccia dell'algoritmo, implementato tramite Pure Data, è composta da due elementi principali: il pannello di selezione traccia e lo slider orizzontale (*Change_Tracks*).

Gli altri elementi della patch sono un pulsante (bang) di On/Off (*I/O*) che attiva il DSP (Digital Sound Processor), un potenziometro (slider *Volume*) e un pulsante che permette la sincronizzazione fra tutte le loop, sia del campione di sinistra che di destra (*Resynch LR*).

All'interno di *pd controlsurf* sono contenute le funzioni che amministrano i valori ottenuti dalla griglia colorata, dallo slider orizzontale *Change_Tracks* e dal volume.

Nei file *pd left* e *pd right* sono contenute le funzioni per l'elaborazione del messaggio dei due gruppi di tracce. In *pd audio*, infine, vi è contenuto il file che effettua il missaggio totale delle tracce e la funzione *dac~*, che converte il segnale audio da digitale ad analogico, passandolo alla scheda audio del computer e convertendolo in forma sonora.

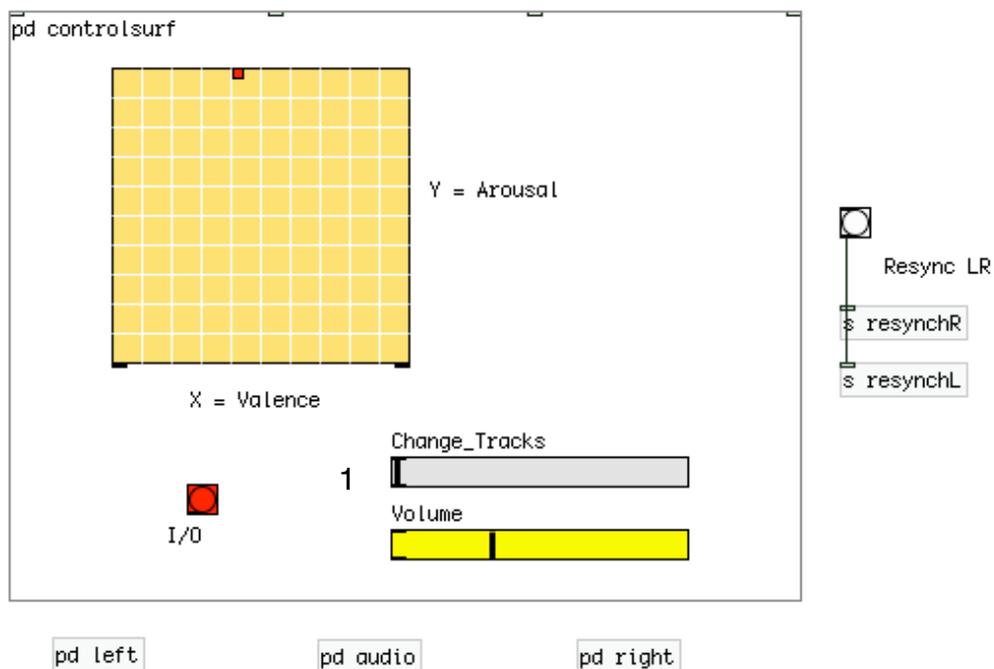


Figura 5. L'interfaccia grafica dell'algoritmo.

4.3.3 Percorso di lettura delle tracce

Le funzioni del programma che richiamano le tracce sono contenute nel file *pd readsam*. Per ogni traccia vi è un *pd readsam* associato (vedi fig. 6 *pd readsam1*, *pd readsam2*, *pd readsam3*, *pd readsam4*); lo stesso avviene con *pd engine*. Le tracce vengono in seguito inviate al file *pd engine* sottostante e infine si effettua il missaggio totale in *pd output*. Lo stesso meccanismo avviene nel campione di tracce di destra.

Concentriamo per il momento l'analisi del percorso di lettura sulle tracce del pannello di sinistra.

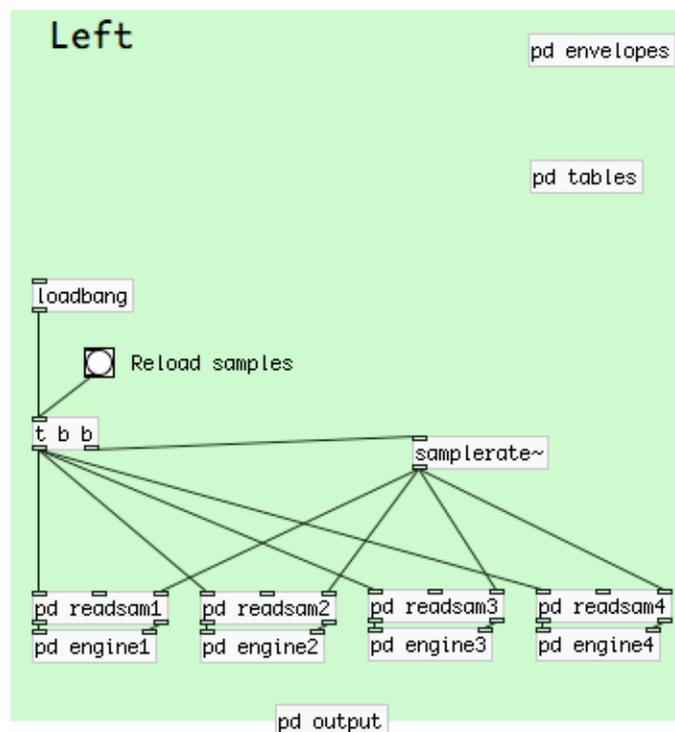


Figura 6. Campione di tracce di sinistra, Left Panel.

In *pd readsam* viene richiamata, mediante l'oggetto *read*, la traccia contenuta nella directory. Vengono inoltre creati due segnali audio digitali, che poi saranno elaborati da *pd engine* per la riproduzione stereofonica delle tracce (R e L).

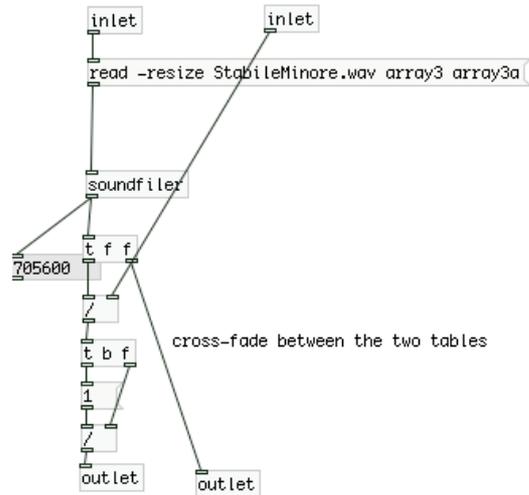


Figura 7. Diagramma di pd readsam

Le due informazioni vengono ricevute da *pd engine*. In questo file vengono inizialmente creati due segnali audio tramite l'oggetto *phasor~*. I segnali vengono inviati, dopo opportune normalizzazioni del valore, alle funzioni *cos~* e a *tabread4*.

La prima crea un'onda cosinusoidale del segnale e la seconda un grafico per ognuno dei due canali stereofonici della traccia. Il segnale audio viene quindi mandato a *throw~ bus1L* per il canale (*bus*) di sinistra della traccia e a *throw~ bus1R* per il canale (*bus*) di destra.

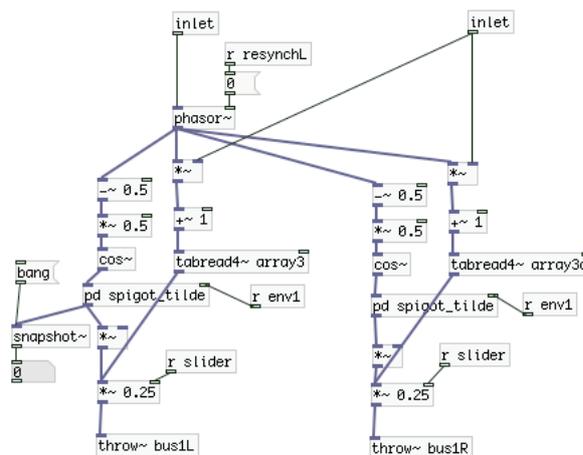


Figura 8. Diagramma di pd engine

Ogni gruppo di tracce fornisce quattro tracce stereo. Di conseguenza avremmo otto segnali associati al canale di sinistra e di destra di ciascuna traccia.

Tutti gli otto canali vengono immessi nel file *pd output* e poi in *pd mixall* dove avviene il primo missaggio delle tracce.

Il missaggio audio viene effettuato attraverso l'interpolazione bilineare delle coordinate ricavate graficamente dal cursore del pannello quadrato. Questa funzione assegna un valore (un peso) a ognuna delle otto tracce totali, rispetto ai valori delle ascisse e delle ordinate forniti dalla posizione del cursore rosso sulla griglia.

L'interpolazione lineare si pone il problema di calcolare il valore di una funzione in un generico punto x sapendo il valore della funzione $f(x_1)$ e $f(x_2)$ dove x è interno al segmento x_1, x_2 .

Si assume che la funzione sia una retta nell'intervallo x_1, x_2 e pertanto il valore di $f(x)$ è definita dalla funzione:

$$\frac{f(x_1) - f(x)}{x_1 - x} = \frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1} = \operatorname{tg}(\alpha)$$

L'interpolazione bilineare si effettua invece trovando i valori della funzione in R_2 , conoscendo il valore della funzione in Q_{12} e Q_{22} e il valore della funzione in R_1 , basandosi sul valore della funzione in Q_{11} e Q_{21} .

Infine si calcola il valore in P conoscendo il valore approssimato della funzione in R_1 e R_2 . (Vedi fig.8).

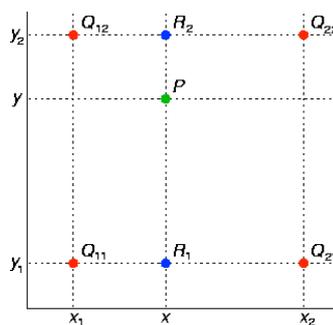


Figura 8. Interpolazione bilineare (Wikipedia, voce Bilinear interpolation)

I “pesi” ottenuti da questo calcolo sono situate nel file *pd mixall*, che contiene appunto le formule dell’interpolazione bilineare specifiche per l’algoritmo.

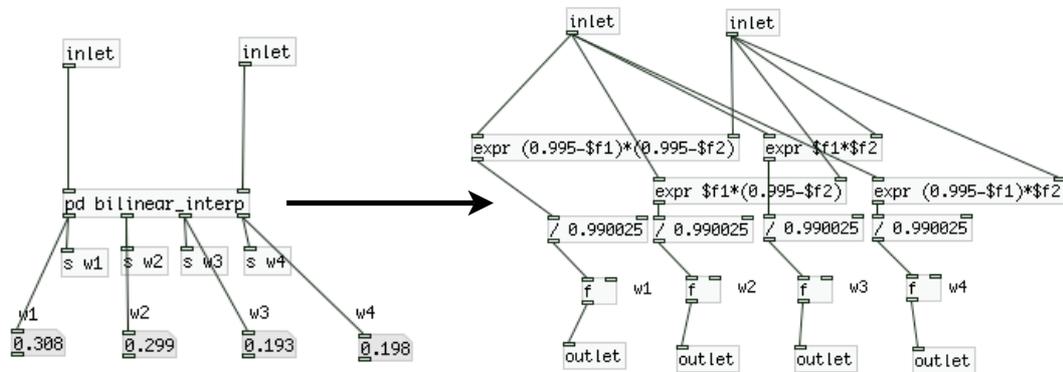


Figura 9. Calcolo dell’interpolazione bilineare nell’algoritmo.

Infine, ogni canale, sinistro e destro, di ciascuna traccia, viene inviato come unico segnale in *throw~ sumbus* (somma dei canali). Riavremo quindi quattro tracce, stavolta elaborate, sia per il gruppo di sinistra che di destra. Ciascuna traccia viene poi richiamata dal file *pd audio* tramite le funzioni *catch~ sumbus*.

Prima di essere mandate definitivamente nel *dac~*, le tracce vengono rielaborate dal *pd mixpanels* dov’è inserita la funzione dello slider orizzontale. Viene quindi effettuato il missaggio definitivo fra tutte le otto tracce.

Il segnale, passando dal *dac~*, sarà pertanto un’unica traccia stereofonica del missaggio totale. Vedi tav. 1.

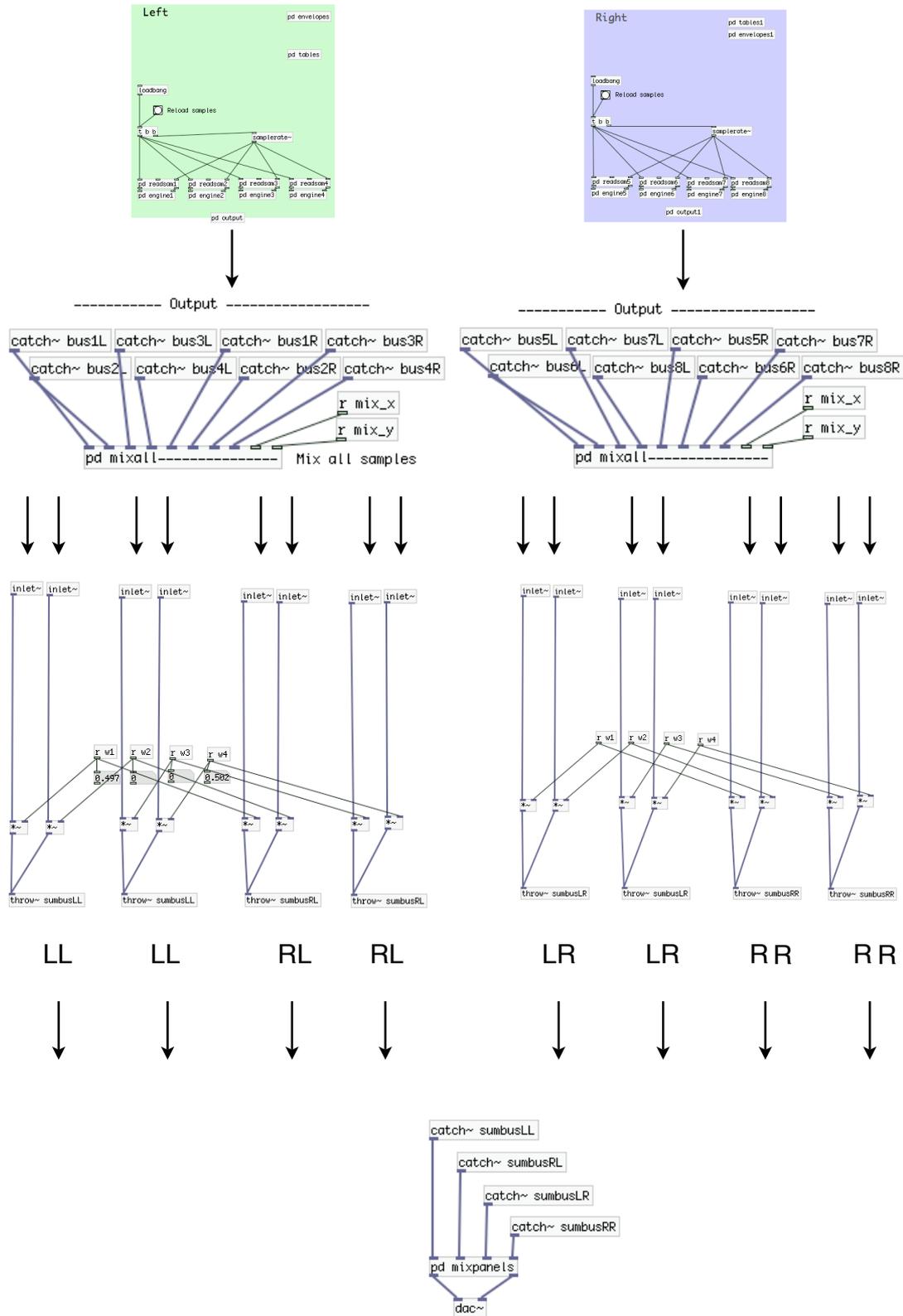


Tavola 1. Schema del percorso di lettura delle tracce

4.4 Potenzialità

4.4.1 Mapping

Con il termine *mapping* si indica la possibilità di configurare dinamicamente le modalità di collegamento tra i dati provenienti da controllori esterni con la generazione del suono vera e propria. Nel caso specifico possiamo immaginare che (in un gioco, ad esempio un FPS) determinati parametri come la quantità di energia, progresso raggiunto, armi a disposizione ecc..., possano costituire questo tipo di dati.

Questo modo di mettere in relazione i gesti dell'esecutore con gli algoritmi che generano strutture sonore si riflette anche e soprattutto sulle modalità compositive di un brano musicale perché in questo contesto il giocatore non "suona uno strumento" ma piuttosto controlla attraverso i dispositivi di input, quali ad esempio un *joystick*, una *meta composizione*: il programma di *mapping* stesso che definisce il meccanismo algoritmico è la composizione musicale.

Come conseguenza della presenza del *mapping*, al termine *meta composizione* si aggiunge quello di *meta strumento* per evidenziare che la relazione tra causa (il gesto, le mosse del giocatore) ed effetto (il risultato acustico musicale, la colonna sonora) viene mediata dalla logica nell'algoritmo di *mapping*, di volta in volta implementata in modo arbitrario e creativo.

Il concetto di *mapping* rende indefiniti i confini tra strumento, composizione ed esecuzione così netti invece nella situazione RR R
tradizionale. La semplice relazione *uno a uno* tra azioni sullo strumento e suono generato, diventa ora *uno a molti*, *molti a molti* se non addirittura, in modo poco formale, *molti ad algoritmo*. (Marcelo M. Wanderley, 2000, *Gestural Control of Music*).

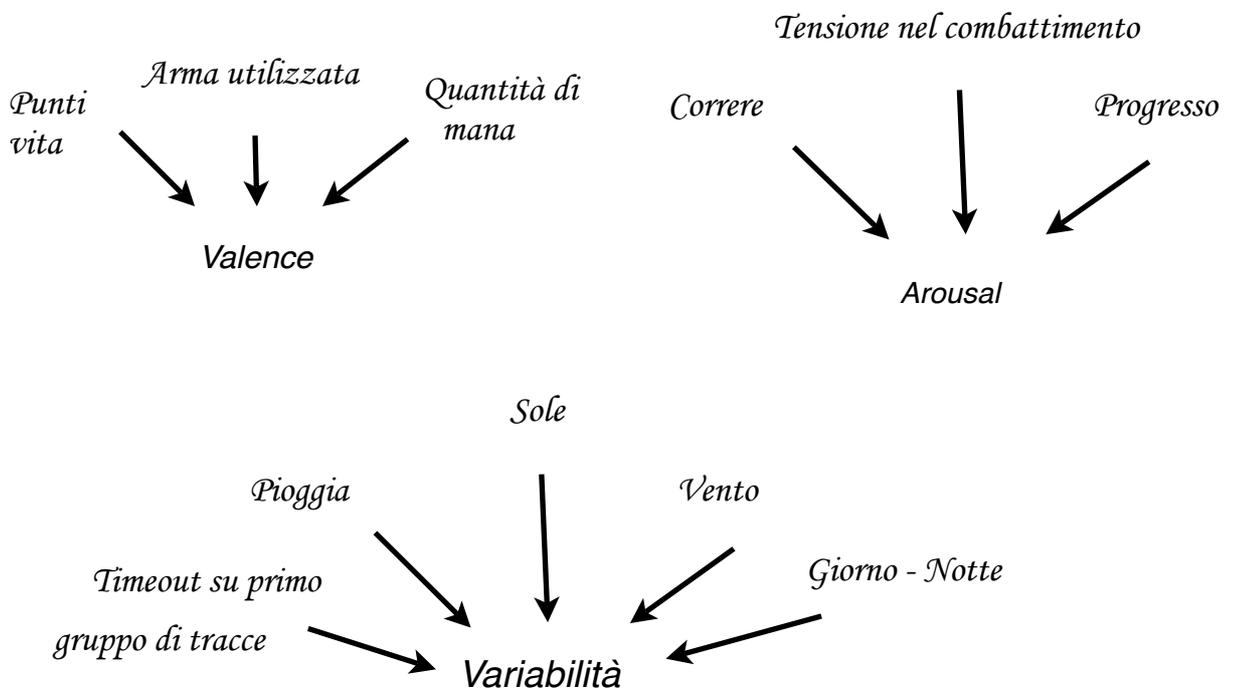
4.4.2 Scelta registica

Da un punto di vista umanistico, si possono operare scelte registiche, fra le più varie. Nel caso specifico, ad esempio, alle ascisse è stato associato il parametro di *valence*, alle ordinate *arousal* e allo slider la *variabilità* della colonna sonora nel tempo. I valori di questi parametri possono essere ricavati da particolari elementi del

gioco, inerenti alla situazione, allo stato del personaggio, o a una particolare condizione atmosferica.

Ad esempio, se il personaggio di un cavaliere è nella condizione di avere un numero basso dei punti vita, questo valore andrà a modificare il parametro di *valence*, portandolo nel nostro caso, verso sinistra dove prevale una tonalità minore. Se nello stesso momento si verifica un combattimento con un nemico, un determinato valore nel gioco relativo alla tensione, tenderà a salire, influenzando sul parametro della *arousal*. Nel caso specifico dell'algoritmo, il cursore in questo caso andrà a posizionarsi nell'angolo in alto a sinistra (vedi fig. 3).

Più elementi del gioco possono influenzare un unico parametro, ad esempio:



Da un punto di vista registico, associare più elementi del gioco come valori di un parametro è una delle potenzialità che la composizione algoritmica può sfruttare per la musica nei videogiochi. Attraverso complessi algoritmi di mapping si può pertanto scrivere una narrazione musicale dove il giocatore ne determina la composizione.

4.4.3 Scelta dei brani

La scelta dei brani è stata operata sulla base del modello di figura 4. Le tracce sono state scelte in modo che evocassero precise atmosfere musicali riferite ai valori di *valence* e *arousal*, per ogni angolo del quadrato. Otto tracce totali, infine, per il parametro della variabilità.

Negli angoli sinistri del quadrato sono state collocate due tracce di tonalità minore, una stabile, l'altra eccitata. Negli angoli di destra, le tracce sono di tonalità maggiore, una stabile, l'altra eccitata. Lo stesso criterio di scelta è stato adottato per il pannello di destra, in modo che si potesse operare sulla variabilità tra campioni di tracce.

La scelta dei brani può rappresentare in piccolo, ciò che nella creazione di un videogioco un compositore tradizionale può fare con un'orchestra, registrando le tracce e inserendole nell'algoritmo per la creazione di composizioni musicali *ad hoc* nel gioco.

Le tracce sono state scaricate dal sito www.looperman.com e rielaborate tramite il software di editing audio Audacity.

4.5 Simulazione del comportamento dell'algoritmo

Come già spiegato nell'introduzione a questo capitolo, il programma non è un vero algoritmo adattivo all'esperienza del giocatore, ma attraverso la sua manipolazione, è possibile simulare il comportamento dell'adattività, di questo tipo di algoritmi, all'esperienza del giocatore.

L'algoritmo che effettua il mapping non è presente in questo programma. Il compito di effettuare il mapping semantico, viene qui assolto in maniera manuale tramite l'utilizzo del mouse attraverso cui si agisce sull'interfaccia, come è stato fatto nel video.

Il frammento di gameplay è tratto dal videogame *The Elders Scrolls: Oblivion*. Nel girare il video, sono state utilizzate tutte le tracce della patch.

5. Conclusioni

5.1 Una nuova forma d'arte

La tecnologia informatica, la componente grafica e la composizioni musicali utilizzate nella realizzazione di prodotti videoludici di ultima generazione, hanno raggiunto livelli incredibilmente sofisticati. Viene addirittura da pensare che i videogiochi, possano essere considerati una forma d'arte a tutti gli effetti, come lo è il cinema.

Negli ultimi anni alla Game Developer Conference¹⁶ si vedono sempre più spesso prodotti che hanno più carattere di opere d'arte che di forme di intrattenimento puro, spesso anche con forte componente sperimentale.

Un videogioco vede impiegate nella sua realizzazione componenti artistiche come la letteratura (una narrazione), il cinema (scenografia e regia) e la musica (colonna sonora) riferimenti storici e geografici, tecniche grafiche e sonore.

Da un punto di vista culturale, le nuove generazioni faranno sempre più riferimento a questa nuova forma artistica interattiva.

Un videogioco è qualcosa di ibrido: include cioè elementi di sceneggiatura , colonna sonora e fotografia. Ma non è la stessa cosa che fa il cinema?

I contenuti che un videogioco tratta possono essere gli stessi che vengono raccontati non solo dal cinema, ma anche dalla letteratura. Una *chanson de geste* come la *Chanson de Roland* può essere riadattato come videogioco, in cui oltre che ad una componente ludica, vi potrebbe essere anche una componente didattica. È il caso del videogioco (avventura dinamica) di *Dante's Inferno* (2010), dove viene proposta una storia liberamente ispirata alla Divina Commedia. In altri videogiochi come *Deus Ex: Invisible War* (2004), in cui vengono affrontati temi come il rapporto tra umanità e tecnologia, al giocatore viene lasciata la libertà di scegliere percorso, futuro e conseguenze.

Una sceneggiatura, una storia, una linea narrativa può essere adesso tradotta in forma videoludica, così come viene fatto per un film.

¹⁶ <http://www.gdconf.com/events/choiceawards.html>

Addirittura film e videogiochi traggono ispirazione a vicenda. Vengono realizzati videogiochi da sceneggiature cinematografiche e letterarie (la serie di *Harry Potter* o *007 James Bond*) e film che riprendono la linea narrativa da videogiochi (*Lara Croft: Tomb Raider*, *Resident Evil*).

5.2 Futuro interattivo

Possiamo immaginare un futuro sempre più dominato da questa forma d'intrattenimento interattiva. Un futuro che vede un'interazione uomo-macchina sempre più sofisticata, dove l'usufruire dei contenuti, siano essi artistici, storici e letterari è più realistico e più ricco di informazioni.

Nuovi concetti come la *realtà aumentata* o *internet delle cose* stanno sempre più prendendo parte alla quotidianità, grazie anche a dispositivi portatili come *smartphone*, come iPhone e Android, fino addirittura ai *Project Glass*¹⁷ di Google.

È intuibile che fra qualche decina di anni saremo immersi nell'interattività, e di conseguenza nei contenuti che possiamo condividere.

5.3 Nuovi concetti di composizione

Attraverso l'impiego della composizione algoritmica che, mediante l'implementazione di programmi, si crea un nuovo tipo di composizione altresì detta *meta composizione*.

Cambiano i concetti che derivano dalla composizione tradizionale, in cui uno spartito, scritto su carta, viene eseguito da un musicista o da un'orchestra, tramite strumenti musicali.

Una *meta composizione* stravolge in un certo senso questi concetti tradizionali: chi è il compositore? Il computer che genera il brano o il giocatore che mediante il *controller* agisce sui valori di input nell'algoritmo?

Qual è la composizione? La stessa composizione algoritmica o la generazione sonora?

¹⁷ <http://reviews.cnet.com/google-glass/?ttag=fbwp>

Chi è l'esecutore? Il computer o lo stesso giocatore in tutt'uno con la storia del videogame?

Quali sono gli strumenti? Il joystick, l'interfaccia uomo-macchina o la linea narrativa?

È evidente che a questa nuova forma d'arte, dispositivo elettronico, interfaccia o semplice gioco che sia, bisogna relazionarsi tenendo conto di nozioni tecnologiche e informatiche (linguaggi di programmazione, algoritmi, grafica), storiche e sociali (cambiamenti culturali), filosofie compositivo-musicali (mapping semantico, composizione algoritmica).

6. Bibliografia

6.1 Volumi

1. Coletti, Vittorio. 2003. *Da Monteverdi a Puccini*. Torino, Giulio Einaudi Editore
2. Mila, Massimo. 1963. *Breve storia della musica*. Torino, Giulio Einaudi Editore.
3. Mila, Massimo. 1979. *Lettura delle "Nozze di Figaro"*. Torino, Giulio Einaudi Editore.
4. Morricone, Ennio e Miceli, Sergio. 2001. *Comporre per il cinema: teoria e prassi della musica nel film*. Venezia, Marsilio Editori S.p.a.
5. Prieberg, Fred K. 1963. *Musica ex machina*. Torino, Einaudi editore S.p.A.

6.2 Articoli

1. Brown, A. R. e Kerr, T. 2009. *Adaptive Music Techniques*. *Improvise: The Australasian Computer Music Conference*, Brisbane, Australia: pp. 26-31.
2. R. Barrett. 2001. *Interactive Music in Computer and Video Games*. Stanford, California, USA. STS145 Case History.
3. M. di Paola. 2009. *Il ruolo della musica nei videogame: esempi a confronto*. Roma, Italia. Estratto dalla Tesi di Laurea in Etnomusicologia del corso in Storia, Scienze e Tecniche della Musica e dello Spettacolo (ex DAMS), della facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università di studi di Roma, Tor Vergata, a.a. 2008/2009.
4. U. Eco. 1987. *Il codice del mondo*. Bologna. Prolusione svolta in apertura del XIV congresso della Società Internazionale di Musicologia. Pubblicata su *Intersezioni*, VIII, 2, 1988.

5. M. Eladhari, R. Nieuwdorp e M. Fridenfalk. 2006. *The Soundtrack of Your Mind*. Hollywood, California, USA.
6. J. Hopkins e R. L. Hazlett. 2006. *Measuring Emotional Valence during Interactive Experiences: Boys at Video Game Play*. Montréal, Québec, Canada. Proceedings • Novel Methods: Emotions, Gestures, Events.
7. Bruce L Jacob. 1993. *Algorithmic composition as a model of creativity*. Michigan, USA. Cambridge University Press. Published in Organised Sound, volume 1, number 3, December 1996.
8. E. Joosten, G. van Lankveld, and P. Spronck. 2010. *Colors and emotions in videogames*. Tilburg, The Netherlands. Tilburg University / TiCC.
9. Steven R. Livingstone e Andrew R. Brown. 2005. *Dynamic Response: Real-Time Adaptation for Music Emotion*. St. Lucia, Australia. Kelvin Grove, Australia. J. Proceedings of the Second Australasian Conference on Interactive Entertainment was used to cover the extraneous sound of the movie projector.
10. A. Maurer. 1999. *A Brief History of Algorithmic Composition*. Stanford, California, USA. Stanford University.
11. T. S. Stevenson e P. Cairns. 2010. *Time perception, immersion and music in videogames*. Edimburgh, UK. CollegeCRAFT Edinburgh e York, UK. Dept. of Computer Science University of York
12. S. Stober, Andreas Nurnberger. 2009. *User-Adaptive Music Information Retrieval*. Magdeburgo, Germania. Data & Knowledge Engineering Group
13. K. P. Truong, David A. van Leeuwen, M. A. Neerincx, e F. M.G. de Jong. 2009. *Arousal and Valence prediction in spontaneous emotional speech: felt versus perceived emotion*. The Netherlands. University of Twente, Human Media Interaction, Enschede. TNO Defence, Security, and Safety, Soesterberg.

14. M. M. Wanderley. 2001. *Gestural Control of Music*. Parigi, Francia.
IRCAM - Centre Pompidou 1, Pl. Igor Stravinsky 75004.

6.3 Sitografia

1. Kejero - Music for Media. (kejero.com)
2. Algorithms in music. (musicalgorithms.ewu.edu/musichist.html)
3. The Beat Goes on: Dynamic Music in Spore.
(uk.pc.gamespy.com/pc/spore/853810p1.html)
4. Pure Data. (puredata.info)
5. Cut scene: il cinema nei videogame. (schermininterattivi.org/
2008/04/cut-scene-il-ci.html#_ftn1)
6. Game Developers Conference. (gdconf.com)
7. AESVI - Classificazione dei videogiochi (aesvi.it/cms/view.php?
dir_pk=505&cms_pk=60)