Creazione di una Libreria Audio e di un Campionatore Digitale in Max/Msp

Riccardo Biffi

Relatore: Prof. Luca A. Ludovico Correlatore: Dott. Mattia G. Bergomi



Università Degli Studi di Milano Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali Corso di Laurea triennale in Informatica Musicale

2014

Indice

In	dice	2	
1	Stato dell'Arte 1.1 L'Avvento dell'Era elettronica 1.2 Le Tecnologie attuali	5 5 7	
2	Creazione della Libreria Audio2.1Analisi della Fase di Creazione dei Suoni2.2Il Passaggio da Suono Analogico a Suono Digitale: la Registrazione2.3La Fase di Editing	10 10 11 21	
3	Creazione del campionatore digitale3.1Il campionatore3.2Descrizione del Software Max-Msp3.3Cenni sul protocollo MIDI3.4Analisi del Codice	28 28 31 32 33	
4	Creazione della Composizione Musicale4.1Descrizione del Software Sequencer Live4.2Descrizione del Campionatore utilizzato4.3Analisi della Composizione Musicale	49 49 50 54	
5	Conclusioni	57	
Bi	bliografia	58	
Sit	6 6		

Introduzione

L'obiettivo del mio elaborato di tesi consiste nella creazione di un campionatore digitale, attraverso l'utilizzo di un particolare codice di programmazione, implementato da un noto software, Max-Msp, di casa Cycling'74. Ciò che ci siamo prefissati di fare non è la semplice realizzazione del campionatore, ma tutto il processo che consente ad un artista moderno di creare una propria composizione musicale, utilizzando un qualsiasi suono di qualsiasi natura, sfruttando la tecnica della registrazione. Per poter raggiungere questo traguardo, si passerà attraverso tre fasi principali, che vanno a costituire i tre capitoli cardinali di questa tesi: la creazione di una libreria audio, la programmazione di un campionatore digitale e la composizione di un brano ad hoc, per dimostrare la versatilità della libreria realizzata.

Ognuna delle fasi sfrutterà processi e tecnologie esistenti che andremo ad analizzare singolarmente nei capitoli, come l'utilizzo di apparecchiature idonee alla registrazione di suoni, l'utilizzo di un software di editing, di un ambiente di programmazione ad oggetti grafici e infine, di un software sequencer.

Ogni processo avverrà nel dominio del digitale, poiché rappresenta la tecnologia più accessibile e diffusa al giorno d'oggi. Ci sono due fattori che rendono funzionale la rappresentazione in formato digitale delle informazioni. Innanzitutto, il computer non è solo o principalmente uno strumento per rappresentare in forma statica i nostri dati, la nostra informazione, ma è anche uno strumento potentissimo per lavorare su questa informazione, conservandola, elaborandola, trasmettendola a distanza, attraverso le reti telematiche. In secondo luogo, la disponibilità di un unico linguaggio, la codifica digitale, per rappresentare informazioni di tipologie differenti, associata alla disponibilità di un unico strumento, il computer, per gestire ed elaborare quest'informazione, permette un livello di integrazione totalmente nuovo. Possiamo parlare di un vero e proprio fenomeno storico che prende il nome di convergenza digitale (Cfr [Granata2009]).

La convergenza digitale ha portato radicali cambiamenti anche all'interno del mercato degli strumenti elettronici; difatti sintetizzatori e campionatori analogici di difficile impiego ed alti costi vengono sostituiti da strumenti virtuali, che hanno raggiunto un livello di fedeltà elevato e una versatilità significativa (molto spesso vi sono strumenti virtuali che presentano funzioni sia da sintetizzatore che da campionatore, che prendono il nome di ibridi), oltre che un costo molto più basso, in confronto ai rispettivi hardware analogici. I campionatori digitali, in particolare, rappresentano un elemento fondamentale all'interno della musica moderna dal punto di vista compositivo, principalmente in generi come l'Hip-Hop o la Techno, permettendo di riprodurre qualsiasi tipologia di suono registrato a differenti altezze, andando così a creare delle vere e proprie melodie. La loro versatilità, il basso costo ed il facile utilizzo, hanno reso questi strumenti diffusissimi al giorno d'oggi e, sicuramente per un informatico musicale, la creazione di strumenti virtuali può rappresentare un valido accesso al mondo del lavoro, in un ambiente sempre più in crescita. Questa nuove tecniche di composizione digitale hanno portato ad un grande aumento di artisti, permettendo a chiunque, utilizzando un semplice computer, di poter scrivere musica. L'utilizzo di strumenti tecnologici come il campionatore, il computer e i sistemi multimediali influenza la produzione artistica, che si esprime sempre di più attraverso la contaminazione tra linguaggi e codici diversi.

Il primo capitolo vuole andare a definire lo stato dell'arte attuale della materia (capitolo 1); in questa prima parte descriveremo i principali cambiamenti portati dal fenomeno della convergenza digitale, definendo le tecnologie da noi sfruttate e descrivendo ogni strumento utilizzato nel corso del progetto. I successivi capitoli saranno dedicati ai processi di produzione, analizzando ciascuna fase dal punto di vista teorico e pratico. Più precisamente il secondo capitolo verterà sulla creazione della libreria audio attraverso l'utilizzo di un microfono, di una scheda adio e di un software di editing (capitolo 2), in cui andremo a tracciare e definire le principali tecniche legate alla registrazione audio ed all'editing di un suono; il terzo capitolo riguarda la seconda fase, ovvero lo sviluppo vero e proprio del campionatore virtuale attraverso la scrittura del codice e della sua successiva analisi (capitolo 3); nel terzo e ultimo stadio, infine, andremo a dare vita al prodotto finale, la composizione musicale, attraverso l'utilizzo di un software sequencer (capitolo 4), dimostrando così la versatilità della nostra raccolta di suoni; questi stessi sample verranno riprodotti attraverso l'utilizzo del campionatore Kontakt di Native Instrument e, in parte e a valore dimostrativo, dal nostro campionatore digitale.



Prima di entrare nel cuore del progetto, eseguiamo una semplice analisi dello stato dell'arte attuale della disciplina. Principalmente andremo ad analizzare due eventi chiave strettamente legati al processo evolutivo di questo ambiente dell'informatica:

- l'avvento dell'era digitale, studiando in particolare come questa nuova realtà abbia portato numerosissimi cambiamenti nel mondo dell'arte in generale e quindi, ovviamente, anche della musica, sia dal punto di vista tecnico che commerciale;
- 2. lo sviluppo, nel corso degli anni, di tutti gli elementi che svolgono un ruolo chiave in questo elaborato, mostrando i prodotti di ultima generazione in vendita al giorno d'oggi.

1.1 L'Avvento dell'Era elettronica

A partire dai primi del '900 a oggi, la nostra società ha subito una radicale mutazione. L'avvento dell'era elettronica prima e la rivoluzione informatica di fine secolo hanno profondamente influenzato la nostra vita. Questo cambiamento ha contaminato anche i movimenti intellettuali ed artistici, così come era già accaduto per la rivoluzione industriale. I primi sintetizzatori elettronici ad apparire negli anni Settanta erano gigantesche ingombranti strutture elettroniche, con un limitato bagaglio sonoro. Trent'anni dopo, grazie ad una vertiginosa miniaturizzazione dei componenti elettronici, gli strumenti presentano una vasta gamma di suoni e di possibilità, e possono essere acquistati al prezzo di una chitarra scadente.

Mentre la tecnologia dei processori e delle memorie diminuiva di prezzo ed aumentava di potenza, negli anni Ottanta il campionatore Akai S900 ed altri simili divennero parti standard nell'equipaggiamento musicale negli studi di produzione. Il campionatore permetteva ai musicisti digitali di creare musica con nuove profondità e varietà, tali che i sintetizzatori non potevano dare. Per creare musica con i sintetizzatori ed i campionatori i musicisti usano il protocollo MIDI(Musical Instrument Digital Interface), cioè il linguaggio che questi strumenti sfruttano per comunicare la durata e l'altezza delle note della musica suonata. Il direttore d'orchestra di un insieme di strumenti elettronici è il sequencer, che controlla il flusso della musica mandando messaggi MIDI agli strumenti collegati, dicendo loro quali note suonare, quando e di quale lunghezza. Andremo ad analizzare questo protocollo nello specifico nel paragrafo 3.3.

Durante gli anni Ottanta i suoni elettronici divennero molto comuni nella musica pop e, per la fine di quegli anni, il campionatore era usato in maniera massiccia nei nuovi stili musicali come l'Hip-Hop e la House. Alla metà degli anni Novanta il personal computer aveva ormai sufficiente potenza di calcolo per essere utilizzato nelle composizioni musicali. Il sequencer Cubase della Steinberg divenne leader nel mercato e già nel 1995 permetteva ai musicisti di registrare ed utilizzare campioni audio, componendoli facilmente tra loro. I primi campionatori erano di natura analogica come il Mellotron (3.3), poiché non esistevano ancora le tecnologie necessarie per implementare software complessi, come un campionatore digitale. Quando i personal computer raggiunsero una capacità di calcolo più elevata, il mondo del digitale approdò all'interno della musica e del suo mercato. Nacquero così numerosissime aziende che si dedicarono alla creazione di strumenti virtuali sempre più complessi e di alta qualità. A livello globale il mondo digitale comporta numerosissimi vantaggi, che hanno comportato la sua rapida diffusione.

Più in specifico i principali pregi di questa realtà, già brevemente introdotti nel capitolo, possono essere riassunti in tre punti fondamentali:

- I segnali digitali hanno una maggiore reiezione ai disturbi rispetto ai segnali analogici. I
 segnali analogici sono costituiti da funzioni continue, pertanto possono assumere infiniti
 valori: il rumore che inevitabilmente si sovrappone al segnale, ha la possibilità di determinare
 una variazione del valore del segnale composto (segnale utile + rumore), qualunque sia
 l'ampiezza e la potenza del rumore. I segnali digitali, invece, presentano solamente un numero
 finito di valori. Se il rumore non ha ampiezza (e potenza) tale da determinare un superamento
 del segnale utile, non si riscontra alcuna alterazione del valore (Cfr [Citterio2002]).
- 2. I segnali digitali possono essere elaborati più facilmente rispetto ai segnali analogici. Per elaborare matematicamente i segnali analogici si deve ricorrere agli amplificatori operazionali, mediante i quali è possibile realizzare (in modo a volte molto approssimato) semplici operazioni (somma, sottrazione, logaritmo, esponenziale, integrale e derivata rispetto al tempo, ecc..). La realizzazione di funzioni più elaborate può richiedere una complessità circuitale eccessiva e tale da introdurre un'incertezza non accettabile per gli scopi prefissati. I segnali numerici possono invece essere elaborati mediante microprocessori e microcalcolatori, i quali possono permettere l'esecuzione di operazioni ed elaborazioni, senza richiedere appesantimenti dell'hardware circuitale. Anche in questo caso, però, le operazioni non sono esenti da incertezza: i troncamenti e le approssimazioni introdotte dalla codifica utilizzata dal microprocessore per il trattamento dei dati sono infatti fonte di incertezza, ma si può ricorrere a codifiche (intero, reale a singola o doppia precisione, ecc.) tali da ridurre le incertezze introdotte, in modo da renderle compatibili con gli scopi prefissati.
- 3. I segnali digitali possono essere registrati in maniera più fedele e stabile dei segnali analogici: per registrare un segnale analogico si può fare uso di nastri magnetici, entro cui il segnale viene registrato: le prestazioni delle tecniche di registrazione meno sofisticate vengono penalizzate dal fenomeno della smagnetizzazione del nastro registrato. Risultati migliori si possono ottenere mediante l'uso di tecniche di registrazione basate sulla modulazione di frequenza: la stabilità della velocità di riproduzione del nastro diviene però un vincolo stringente per garantire la fedeltà delle riproduzioni. Ricorrendo all'uso di memorie RAM oppure di dispositivi di memoria di massa a supporto magnetico (hard e floppy-disk), è possibile registrare i segnali digitali con estrema facilità. In questo caso, poi, la codifica usata

è quella binaria e la presenza di una ampia fascia di separazione fra il livello considerato 0 e quello considerato 1 permette di garantire una stabilità del dato nel tempo e la sua reiezione pressoché totale ai disturbi.

Sono proprio questi vantaggi che hanno permesso l'enorme sviluppo di questo mercato, legato alle tecnologie digitali di cui noi informatici musicali ne siamo parte integrante. Cfr [Domingo2012].

1.2 Le Tecnologie attuali

Grazie alle nuove tecnologie dispinibili, a partire dalla seconda metà del ventesimo secolo, vennero sviluppati campionatori digitali sempre più ricchi di funzioni e sempre di più facile utilizzo. Risulta difficile poter tracciare un profilo standard di un campionatore, poiché sono numerosissime le funzioni che possono essere implementate. In linea generale possiamo affermare che un campionatore digitale moderno è composto dalle seguenti sezioni:

- 1. una memoria di grandi dimensioni, in cui poter salvare le proprie librerie audio ed i propri lavori (nel caso dei campionatori virtuali è rappresentata dalla memoria del computer).
- 2. la possibilità di editare il suono e modificare il campione tramite l'aggiunta di effetti come riverbero, delay, lfo e molti altri.
- 3. la presenza di banchi di filtri di ogni tipologia (passa alto, passa basso, passa banda...);
- 4. la presenza di una tastiera per poter riprodurre il campione alle differenti altezze della scala cromatica;
- 5. la possibilità di suonare in polifonia;
- 6. la presenza di uno step sequencer, che permette di creare un loop, componendo differenti suoni all'interno di una griglia temporale.

Lo strumento che abbiamo progettato non ha come obbiettivo il voler superare lo stato dell'arte attuale, ma cercare di avvicinarsi il più possibile ad un campionatore digitale virtuale di ultima generazione, andando ad emulare le principali funzioni. Proprio per questo motivo, nella composizione finale, non utilizzeremo il campionatore da noi creato, ma bensì un noto software di casa Native Instrument denominato Kontakt; questo ci permetterà sia di sfruttare al meglio le potenzialità di un campionatore virtuale, sia d'utilizzare uno strumento riconosciuto a livello mondiale.

Per poter comprendere come sia un campionature digitale moderno, mostriamo la classifica dei dieci software più diffusi sul pianeta (Cfr [7]):

- 1. Morgana, creato dall'azienda 112 dB;
- 2. Halion 3, creato dall'azienda Steinberg;
- 3. NN-XT, creato dall'azienda Propollerhead Software;

- 4. EXS24, creato dall'azienda MkII;
- 5. Structure, creato dall'azienda Avi;
- 6. Sampler, creato dall'azienda Ableton;
- 7. Indipendence Pro, creato dall'azienda Yellow Tools;
- 8. Emulator X-3, creato dall'azienda E-MU;
- 9. Mach Five 2, creato dall'azienda Motu;
- 10. Kontakt 5, creato dall'azienda Native Instruments;

Andandoli ad analizzare uno ad uno, è possibile farsi un'idea delle grandi potenzialità di questi software e dei loro infiniti utilizzi a livello di composizione musicale rendendoli così, come detto in precedenza, un elemento fondamentale per i compositori odierni.

Per portare a compimento il nostro intento, vengono sfruttati numerosi strumenti, ognuno parte fondamentale della catena. Difatti basterebbe un solo anello debole in questo processo per andare a incidere negativamente sulla qualità del prodotto finale. Andiamoli a vedere:

- 1. un codice di programmazione ed un ambiente di compilazione del codice stesso: questi sono elementi fondamentali per lo sviluppo della musica digitale poiché è proprio tramite la scrittura di codici che si vanno a creare tutti gli strumenti virtuali e, in generale, qualsiasi software. Tra i più noti dobbiamo citare Csound (Cfr [Bianchini2011]), molto utilizzato tutt'ora per creare strumenti virtuali. A partire dal 1967 è stata introdotta una nuova tecnica di programmazione, la programmazione ad oggetti (3.2), per semplificare questo difficile compito. Così si arriva a linguaggi assai potenti e funzionali, come quello usato da noi all'intero di questa tesi: Max-Msp, un linguaggio di programmazione ad oggetti grafici. Quest'ultimo, come vedremo nel capitolo 3, permette, attraverso la combinazione di oggetti grafici, di poter programmare qualsiasi tipologia di software musicali, da semplici oscillatori a complessi sintetizzatori.
- 2. una scheda audio di ultima generazione che permette un livello di qualità della registrazione professionale: al giorno d'oggi le interfacce audio hanno raggiunto una potenza di calcolo elevata; si possono raggiungere frequenze di campionamento fino a 96Khz e valori di quantizzazione fino a 24 bit, permettendo così la suddivisione dell'intensità del segnale in 16.777.216 livelli, limitando enormemente il problema dell'introduzione di errori di quantizzazione. Una scheda audio moderna dev'essere equipaggiata, per lo meno, di 2 ingressi e 2 uscite, sia analogiche che digitali, una frequenza di campionamento di almeno 44KHz e 16 bit di quantizzazione. (Cfr[1]).
- 3. un microfono, il quale permette di trasdurre le variazioni di pressione sonora in variazioni di potenziale elettrico che poi possono essere convertite in sequenze di numeri: anche in questo caso le nuove tecnologie hanno permesso di raggiungere livelli di qualità nella registrazione molto alti, grazie all'elevata sensibilità e risposta in frequenza dei microfoni di ultima generazione. I valori standard odierni dei parametri fondamentali sono (Cfr [8]):

- a) dai 20Hz ai 20Khz come risposta in frequenza;
- b) una sensibilità che va dai 20 ai 30 mV/Pa;
- c) un livello massimo di dinamica che va dai 130 ai 140 dB.
- 4. un software editing e un software sequencer: questi elementi verrano utilizzati rispettivamente per pulire e modificare i suoni registrati attraverso il micorofono, andando così a creare la libreria audio definitiva, e per creare la composizione musicale finale. Parleremo in specifico di questi software nei capitoli dedicati, ossia il capitolo 2 ed il capitolo 4.

Conclusa questa sezione, dedicata alla descrizione della strumentazione utilizzata e della qualità tecnologica attuale, passiamo all'analisi del primo obbiettivo da raggiungere: la creazione della libreria audio.

Creazione della Libreria Audio

In questa capitolo andremo ad analizzare, dal punto di vista sia pratico che teorico, tutte le fasi che portano alla realizzazione della libreria audio, primo step dell'intero processo. Il capitolo si dividerà in tre parti:

- 1. studio dell'oggetto utilizzato per la creazione dei suoni;
- 2. descrizione della fase di registrazione;
- 3. descrizione della fase di editing dei campioni ottenuti dalla fase 2.

Esistono un'enorme quantità di librerie audio in formato digitale sulla rete, sia libere che a pagamento. Abbiamo scelto di creare una raccolta di suoni originale per rendere più personale l'intero processo. La realtà delle librerie audio ha preso molto piede, soprattutto nella composizione di musica elettronica. Sempre più spesso i compositori tendono ad utilizzare campioni registrati che possono essere di qualsiasi natura: suoni, voci, loop musicali, registrazioni esterne, ecc...

2.1 Analisi della Fase di Creazione dei Suoni

Andiamo ora a descrivere da vicino la fase di creazione dei suoni, che andranno a formare la nostra libreria audio finale.

Descrizione dello Strumento

Come oggetto per la creazione della libreria abbiamo deciso di utilizzare un fusto in legno di acero, dal diametro di 10 pollici e dall'altezza di 9 (2.1).

Tra le proprietà fisiche del legno che più ci interessano per la propagazione del suono possiamo trovare:

- 1. la rigidità (coefficiente di elasticità lungo la venatura);
- 2. la densità del legno (coefficiente di propagazione del suono al suo interno).

L'acero è tra i legni maggiormente utilizzati nella costruzione di strumenti e percussioni, poiché fornisce il rapporto più ottimale tra rigidità e densità (Cfr [9]). Questa caratteristica consente sia una maggior capacità di vibrazione che di propagazione del suono. Anche dal punto di visto timbrico il legno di acero, per le sue caratteristiche di densità e rigidità, presenta un timbro chiaro

2.2. IL PASSAGGIO DA SUONO ANALOGICO A SUONO DIGITALE: LA REGISTRAZIONE 11

e brillante con un notevole sustain, rendendolo molto utilizzato anche nella creazione di fusti per batteria. Difatti l'oggetto utilizzato da noi nient'altro è che lo scheletro in legno di acero di un tom per batteria.



Figura 2.1: immagine raffigurante lo strumento che ci ha permesso d'ottenere la nostra libreria.

Descrizione dei metodi utilizzati per ottenere i suoni

Per creare una libreria il più possibile simile ad una reale raccolta di suoni in commercio, abbiamo deciso di ispirarci ad un prodotto della società Tonehammer, Bamboo Stick Ensemble, il quale consiste in una raccolta di suoni creata utilizzando fusti di bamboo (Cfr [10]). Ascoltandola possiamo distinguere tre famiglie di suoni, ottenute tramite tre differenti modalità:

- 1. suoni ottenuti colpendo il legno in differenti punti (clack/tom);
- 2. suoni ottenuti sfregando il legno con un oggetto (scrape);
- 3. suoni ottenuti attraverso un movimento rapido dell'oggetto vicino al microfono (swoosh).

Per ottener le tre differenti tipologie di suoni useremo degli strumenti esterni, ossia una bacchetta di legno per batteria per il primo caso ed una forchetta d'alluminio per il secondo caso. Nel terzo caso sarà sufficiente muovere velocemente l'oggetto e registrare il rumore dell'attrito dell'aria causato dall'alta velocità.

2.2 Il Passaggio da Suono Analogico a Suono Digitale: la Registrazione

Selezionato l'oggetto desiderato e definite le modalità con cui ottenere i differenti suoni, si passa alla fase principale di questo primo step: la registrazione. Per descrivere questo stadio, andremo ad analizzare ogni anello della catena che permette il passaggio di un suono dalla realtà analogica a quella digitale e, quindi, la sua registrazione su di un supporto di memoria.

Tutto il processo è eseguito per mezzo di tre strumenti fondamentali:

- 1. un microfono;
- 2. una scheda audio;

3. un computer in grado di memorizzare i segnali digitali inviati dalla scheda audio.

Ognuno di questi passaggi è basato su concetti teorici che andremo a descrivere nel corso del capitolo.

Il Microfono

Il primo elemento di questa catena è il microfono, poiché è quell'elemento che traduce le variazioni di pressione dell'aria, causate dalle onde sonore, in variazioni di potenziale elettrico. Difatti, per definizione, il microfono è un trasduttore di tipo elettro-meccanico in grado di convertire le onde di pressione sonora in segnali elettrici. Esistono diversi tipi di microfono che basano il proprio funzionamento su differenti tecnologie e metodi di conversione. Essi possono essere classificati principalmente secondo la tipologia di funzionamento (in pratica il tipo di trasduttore) e la figura polare (ovvero la diversa sensibilità del trasduttore in relazione alla direzione di provenienza del suono). Altre caratteristiche tecniche sono la banda passante / risposta in frequenza, dinamica e sensibilità, l'impedenza, la necessità o meno di alimentazione. Vi sono poi le caratteristiche psico-acustiche: trasparenza del suono, risposta ai transienti, selettività, resa sulle armoniche, ecc... Noi utilizzeremo un microfono a condensatore. Proponiamo una figura della sua struttura interna:



Figura 2.2: struttura interna di un microfono a condensatore

Il microfono a condensatore è così chiamato perché contiene un condensatore di capacità variabile formato da due armature, una mobile e una fissa. L'armatura fissa è costituita da una griglia metallica, incastrata su un dischetto dielettrico forato tramite un polo centrale, mentre quella mobile è la membrana del microfono, che nei modelli più vecchi era un foglio di titanio, mentre nei più recenti è fatta di materiale plastico. La griglia esterna ha semplicemente la funzione di proteggere meccanicamente la costosa e delicata capsula del microfono e di ridurre i disturbi provocati dal vento. Nei microfoni tradizionali, è necessario mantenere carico il condensatore con una tensione costante tra il polo centrale e lo chassis esterno (A e B in fig. 2.2). Tale tensione, che vale tipicamente 200 V corrente continua, viene detta tensione di polarizzazione; è importante che questa tensione sia molto stabile e pulita, in modo da evitare di introdurre disturbi nella misurazione. Esistono anche microfoni detti prepolarizzati, ove il dischetto dielettrico che sostiene l'armatura fissa è costituito da cristalli anisotropi, che contengono cariche elettriche imprigionate nel loro interno e sono in grado di mantenere una tensione fra i due poli di 200 V. Quando il campo

sonoro sollecita la membrana, varia la capacità del condensatore e, di conseguenza, la tensione tra A e B. Si osservi che è necessario un opportuno condensatore di disaccoppiamento fra i due poli per fare in modo che il microfono risponda alla sola componente alternata del segnale. Il segnale così ottenuto necessita, però, di essere amplificato. Il microfono, infatti, è in grado di generare una tensione, ma non di erogare corrente. Per amplificare il segnale si usa un transistor di tipo FET, che funziona come convertitore di impedenza (impedance converter), cioè applica un'impedenza infinita fra i due poli del microfono ed è in grado di erogare corrente in uscita su un'impedenza di valore finito.

La grandezza che esprime la qualità del microfono si chiama sensibilità e si misura in mV/Pa. In base a tale parametro, si possono classificare i microfoni come (Cfr [Nicolao2004]):

- 1. ad alta sensibilità \rightarrow 50 mV/Pa;
- 2. a media sensibilità \rightarrow 30 mV/Pa.

Il microfono a condensatore utilizzato in questa tesi è prodotto dalla casa Blue e prende il nome di Bluebird; di seguito proponiamo un immagine del microfono (2.3) e la relativa scheda tecnica (2.4), presa dal sito ufficiale dell'azienda (Cfr [11]):



Figura 2.3: immagine del microfono





Andiamo ora ad analizzare il prossimo elemento di questa catena: la scheda audio.

La Scheda Audio

Per poter memorizzare il suono catturato dal microfono su di una meoria fissa, è necessario tradurre i valori analogici ottenuti in valori binari, processabili attraverso un computer. Questa fase viene compiuta dalla scheda audio e prende il nome di conversione analogico-digitale (A/D).

La conversione A/D richiede tre fasi successive:

- 1. campionamento (discretizzazione del tempo);
- 2. quantizzazione (discretizzazione dell'ampiezza);
- 3. codifica come organizzare all'interno di un file le sequenze di numeri binari ottenute, a seconda del formato scelto.

Prima di andare ad analizzare nello specifico le tre fasi, diamo una breve descrizione di come funziona e da che elementi è costituita una scheda audio. Ve ne sono di molti tipi, dalle economiche schede sonore montate sui normali personal computer, a vere e proprie stazioni dedicate, usate in studi di registrazione professionali. La scheda audio (o interfaccia audio se esterna) è, fondamentalmente, il componente hardware che dal punto di vista sonoro collega il computer con il mondo esterno; in pratica, ciò che permette di registrare suoni, così come di emetterne. La scheda audio

2.2. IL PASSAGGIO DA SUONO ANALOGICO A SUONO DIGITALE: LA REGISTRAZIONE 15

può acquisire suoni attraverso appositi ingressi (inputs): il suo convertitore A/D (analogico digitale) trasforma il segnale analogico in ingresso in dati digitali utilizzabili dal computer; l'informazione digitale è poi nuovamente trasformata in segnale elettrico tramite un convertitore D/A, per essere mandata, attraverso le uscite (outputs), verso il sistema di ascolto (casse acustiche, cuffie...). Chiaramente molte schede audio possono anche acquisire e inviare audio direttamente in digitale, tramite specifici input/output (I/O). All'interno di questa tesi utilizzeremo, come interfaccia audio, il modello UR28M di casa Steinberg (2.5).



Figura 2.5: interfaccia audio esterna

Presentiamo anche la scheda tecnica di quest'interfaccia audio, con tutti i principali parametri, presi dal sito ufficiale dell'azienda (Cfr [12]):

- 1. Categoria: USB Interface;
- 2. PC Connection: USB 2.0;
- 3. Numero analogico IO: 4 In / 6 Out;
- 4. Numero di ingressi microfonici: 2;
- 5. Monitor Mixing: Hardware Monitoring DSP controlled;
- 6. Frequenza di campionamento (max): 96 Khz;
- 7. Risoluzione (max.): 24 bit.

Andiamo ora a studiare nello specifico le azioni compiute dalla scheda audio, le quali permettono la memorizzazione di un segnale su un computer e la sua successiva riproduzione.

Conversione Analogico/Digitale

Il processo di conversione di un segnale analogico in uno digitale avviene tramite due fasi di discretizzazione:

- 1. il campionamento (discretizzazione temporale);
- 2. la quantizzazione (discretizzazione dei livelli).

Vi è poi una fase di codifica che permette di ottenere il segnale nel formato digitale prescelto (Wav, Aiff, Mp3....), che andremo ad analizzare nella sezione 2.2.

Andiamo ora a descrivere i due passaggi chiave sopra menzionati:

Il campionamento: durante il processo di campionamento si considerano solamente i valori che il segnale assume in istanti di tempo prefissati, abbastanza ravvicinati tra loro. È facilmente intuibile che, se si specificano i valori che il segnale assume in un numero finito di istanti sufficientemente vicini tra loro, l'andamento del segnale nei restanti punti può essere ricostruito a partire dai valori conosciuti. Questo, ovviamente, è vero solo a patto che i valori conosciuti corrispondano ad istanti sufficientemente vicini tra loro. Altrettanto intuitivamente si può capire come più il segnale varia rapidamente, più i valori noti devono essere vicini tra loro, così che tra un campione all'altro non possano verificarsi variazioni imprevedibili. La distanza tra due successivi valori noti del segnale è solitamente detta passo o periodo di campionamento ed i valori assunti dal segnale negli istanti noti campioni del segnale. Ricordando che la rapidità con cui un segnale varia è legata al suo contenuto in frequenza (segnali con un alto contenuto in frequenza variano più rapidamente), si capisce come una scelta del passo di campionamento debba essere legata alla banda di frequenze occupate dal segnale.

Il valore del periodo di campionamento TC viene scelto in base al cosidetto Teorema del Campionamento (o Teorema di Nyquist-Shannon) [Cipriani2013, capitolo 5 pg 5]. In altre parole, un segnale analogico può essere ricostruito a partire dalla sua versione campionata, se e solo se, il segnale originale è a banda limitata tra -B e +B, e se il periodo di campionamento Tc è minore dell'inverso del doppio della frequenza più alta del segnale originale, come riassunto nella seguente formula:

$$Tc \leq \frac{1}{2B}$$

Se il teorema non viene rispettato, il segnale campionato non riuscirà a descrivere esattamente il segnale analogico di partenza e si avranno, invece, delle componenti indesiderate. Questo fenomeno prende il nome di Aliasing [Cipriani2013, capitolo 5, pg 10]. Per evitare questo sgradevole fenomeno, nella maggior parte dei casi, il segnale in ingresso viene sottoposto ad un filtro passa basso, con una frequenza di taglio impostata sulla frequenza di Nyquist-Shannon.

La quantizzazione: tramite il campionamento è possibile descrivere un segnale, specificandone il valore assunto in un numero finito di istanti opportunamente spaziati. Anche dopo che è stato campionato, però, il segnale non è in una forma utile per essere manipolato da un elaboratore elettronico. Questo perché una rappresentazione esatta dei singoli campioni, dal punto di vista della loro ampiezza, richiederebbe una quantità di memoria infinita. In generale non siamo interessati al valore esatto del campione, ma siamo disposti ad accettare anche un valore approssimato, purché l'approssimazione sia abbastanza accurata. In pratica, si fissa una precisione ritenuta sufficiente al nostro uso e ci si limita a specificare il valore dei campioni con tale precisione.

Determinata la precisione con la quale i campioni devono essere rappresentati, si suddivide l'asse delle ordinate in tanti intervalli ognuno dei quali avente un'ampiezza pari alla precisione richiesta. Se, ad esempio, si decide di rappresentare i campioni fino alla loro prima cifra decimale, ogni intervallo unitario sarà suddiviso in dieci parti uguali (0, 0.1, 0.2, ...). Infine, a tutti i campioni che cadono in un certo intervallo, viene assegnato il valore quantizzato più vicino (arrotondamento) o il valore quantizzato immediatamente inferiore al valore esatto (troncamento). Più sarà accurata la misurazione e la precisione con cui viene quantizzato il segnale, maggiore sarà la qualità del file audio convertito che, in ogni caso, subirà una regressione dal punto di vista qualitativo. Più esattamente, una volta definiti i livelli di quantizzazione mediante i quali approssimare i campioni del segnale, ad ognuno di essi viene fatto corrispondere un diverso numero binario. Sono tali numeri binari che vengono trasmessi al computer per la loro eventuale elaborazione e la successiva memorizzazione. Mentre il campionamento non comporta alcuna perdita delle caratteristiche del segnale (il quale, purché siano verificate le condizioni dettate dal Teorema del campionamento, può essere perfettamente ricostruito a partire dai suoi campioni), la quantizzazione provoca una perdita, in quanto i valori numerici quantizzati non sono uguali a quelli originali, che vanno persi nel processo di arrotondamento o troncamento legato alla quantizzazione. Per ottenere ad ogni modo una buona qualità, solitamente vengono assegnati almeno 16 bit alla discretizzazione dell'asse verticale, in modo tale da consentire 65536 intervalli possibili di ampiezza, ed almeno 44.100Khz alla frequenza di lettura del campioni sull'asse orizzontale, permettendo così di riprodurre suoni in un range di frequenze compreso tra 0 e 20 Khz.

I valori digitali trasmessi dalla scheda audio devono essere, infine, memorizzati su una memoria fissa secondo un formato prescelto. Quest'ultimo processo prende il nome di codifica e avviene attraverso l'utilizzo di un software di editing, attraverso il quale registreremo i nostri campioni. Analizzeremo con maggior dettaglio quest'ultima fase nella sezione dedicata. Infine, nel momento in cui si vorrà riprodurre il nostro file, avviene la conversione D/A. Quest'ultima permette la ritraduzione dei valori digitali in valori analogici. Non affronteremo nello specifico quest'ultimo processo; proponiamo un riferimento bibliografico per chi volesse approfondire la materia: [Cipriani2013, chapter 5, pg13].

Vediamo ora l'intero processo A/D \rightarrow D/A in sintesi:

- 1. Microfono: è fatto da una membrana che vibrando genera un segnale elettrico.
- Amplificazione e condizionamento: il segnale proveniente dal microfono viene amplificato dalla scheda audio.
- 3. Filtro Anti-aliasing: vengono filtrate con un passa basso le componenti spettrali che superano il valore della frequenza di Nyquist.
- 4. Sample Hold: il segnale viene bloccato per effettuare la conversione (se il segnale variasse durante la conversione il valore convertito non sarebbe quello reale).
- 5. Convertitore A/D: effettua la conversione da analogico a digitale.
- 6. Software musicale: una volta digitalizzato il segnale viene elaborato tramite software musicale che ne va a definire anche il formato.

- 7. DSP: Il segnale viene rielaborato al DSP (se è necessario) ad esempio per simulare certe condizioni ambientali.
- 8. Convertitore D/A: dopo l'elaborazione nel DSP è contenuto un convertitore digitale analogico che esegue questa fase.
- 9. Smoothing Filther: Il segnale ha i gradini tipici della conversione digitale analogico(creati dal Sample Hold), quindi viene fatto passare da un filtro in grado di smussare i gradini.
- 10. Amplificazione: una volta che il segnale è diventato analogico viene amplificato con un amplificatore di potenza per poi passare ai diffusori.
- 11. Diffusori: ci permettono di sentire un suono; il segnale proveniente dalll'amplificatore fa vibrare la membrana di cui sono fatti i diffusori e il suono si propaga nell'ambiente (funzionamento inverso del microfono).

Fase di Memorizzazione

Conclusa la fase di registrazione vi è l'ultimo stadio da portare a termine, ossia la memorizzazione su un disco rigido del file audio ottenuto. In realtà questo processo avviene in contemporanea con la registrazione. Fondamentalmente si va a determinare il formato digitale con cui verranno organizzate le sequenze di numeri binari ottenute dalla fase di conversione A/D. Esistono due famiglie di formati audio:

- formati audio Lossless (senza perdita): questi file presentano una tipologia di compressione dei dati che permette la completa ricostruzione dei dati originali. Essi, ovviamente, sono i formati con un peso maggiore a livello di memoria e un tasso di compressione basso (Flac,Wav,Apple losslees...); questa tipologia di formattazione dei dati audio viene utilizzata principalmente in ambienti professionali, in cui la qualità del file ottenuto detiene un'importanza maggiore rispetto alla più facile fruibilità dei formati Lossy.
- 2. formati audio Lossy (con perdita): questi file presentano una tipologia di compressione dei dati che non permette la ricostruzione dei dati originali. Difatti, attraverso l'utilizzo dei formati lossy, andiamo ad eliminare alcune componenti spettrali del nostro segnale audio. Per selezionare le informazioni da scartare vengono sfruttate le teoriche legate alla psicopercettività (Cfr[De Marco2005]). Queste tipologie di formattazione permettono, a discapito di un'elevata qualità, un peso a livello di memoria, assai minore (12:1 in formato Mp3).

Nel nostro elaborato utilizzeremo una compressione senza perdita d'informazione, il Wav, poichè in ambienti professionali è uno dei formati maggiormente utilizzati.

2.2. IL PASSAGGIO DA SUONO ANALOGICO A SUONO DIGITALE: LA REGISTRAZIONE 19

Analisi della Fase Pratica

In questa ultima sezione andremo a descrivere la fase pratica vera e propria, attraverso immagini e commenti. Per portare a compimento la registrazione dei suoni utilizzeremo, come detto e descritto in precedenza, un microfono. I suoni verranno ottenuti attraverso l'impiego di una bacchetta di legno e di una semplice forchetta. Per ottenere timbri e sonorità differenti tra loro abbiamo messo in pratica diversi metodi di registrazione, legati principalmente alla posizione del microfono rispetto alla sorgente sonora. Vediamoli uno ad uno:

- 1. microfono montato esternamente, con colpo della bacchetta interno;
- 2. microfono montato esternamente, con colpo della bacchetta esterno;
- 3. microfono montato internamente, con colpo della bacchetta interno;
- 4. microfono montato internamente, con colpo della bacchetta esterno;
- 5. colpo di bacchetta esterno, eseguito in una posizione posteriore rispetto al microfono;
- 6. forchetta sfregata all'interno del cilindro con microfono montato internamente;
- 7. forchetta sfregata all'interno del cilindro con microfono montato esternamente;
- 8. movimenti rapidi a differenti velocità della bacchetta di legno, per ottenere swoosh a più frequenze(minore sarà la velocità della bacchettà, più grave sarà la nota prodotta);
- 9. movimento rapido del cilindro stesso.

Nel caso del colpo con bacchetta, per ottenere suoni a differenti altezze della scala cromatica, abbiamo registrato colpendo il cilindro sempre con la stessa bacchetta ma con punti differenti di collissione, poichè più stretto è il punto che collide con il cilindro, più acuta sarà la nota ottenuta. Non abbiamo eseguito studi acustici riguardanti la stanza in cui abbiamo eseguito le registrazioni (Cfr[Leoni2005]) ma, principalmente per contenere i suoni provenienti dall'ambiente esterno, abbiamo utilizzato un pannello fonoassorbente in poliuretano espanso, applicato nella zona adiacente al microfono. Proponiamo ora delle immagini di questa fase pratica:



Figura 2.6: immagine rappresentante una delle fasi di registrazione



Figura 2.7: il pannello fonoassorbente utilizzato

Per poter fissare la registrazione portata a compimento dal nostro microfono, abbiamo fatto uso di un software, lo stesso che utilizzeremo nella prossima fase di editing. Verranno creati tanti canali quanti sono i suoni registrati, in modo da avere un'indipendenza completa per ogni campione ottenuto. Il software in questione è Audacity, troverete una breve descrizione nella sezione 2.3.

Come possiamo notare dall'immagine 2.8, e come già accennato in precedenza, abbiamo impostato come freqeunza di campionamento 44100 Hz. Questo permette di poter campionare suoni che raggiungono la frequenza massimo di 22Khz, valore rappresentante la più alta frequenza percepibile dall'orecchio umano. In ogni caso, suoni con frequenze superiori a questa soglia, verrano eliminati attraverso il filtro Anti-aliasing, impostato di default nel programma. Per concludere proponiamo un ulteriore riferimento bibliografico riguardante quanto appena descritto: [Huber2007].

\varTheta 🔿 🔿 libreria-tesi					
Core Au	Core Au ↓ 1) Built-in Output ↓ P Built-in Microph ↓ 2 (Stereo) Canal ↓				
- 0.20	0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 1.00 1.00 1.0				
× reverse-4					
-					
V dark-1					
Test at at					
X Clack-4					
× reverse-5					
🗙 reverse-6 🔻					
-					
× reverse-7 ▼					
-					
× scrape-1					
-					
× scrape-2					
-					
A Jenape-5					
x scrape-4					
× scrape-5					
🗙 scrape-6 🔻					
🗙 swoosh-1 🔻					
-					
× swoosh-2/ -					
-					
Y reverse-8					
V marra-9					
A reverse-5					
Frequenza pr	Frequenza progetto (Hz): Inizio selezione: Fine 🗌 Lunghezza – Posizione audio:				
44100 € □ Ancoraggio 00 h 00 m 00.000 s ⁻ 00 h 00 m 01.012 s ⁻ 00 h 00 m 00.000 s ⁻					
Fai clic e trascina per selezionare l'audio					

Figura 2.8: le tracce singole ottenute dalla fase di registrazione

2.3 La Fase di Editing

In questa sezione andremo a modificare i campioni originali a nostro piacimento, attraverso operazioni di taglio e di modifica del suono stesso. Questo ci permetterà sia di rifinire i suoni registrati, sia di arricchire notevolmente la nostra libreria, andando a creare campioni diversi, ottenuti da uno stesso originale.

I principali effetti che utilizzeremo sono:

- 1. intonazione;
- 2. rimozione del rumore di fondo;
- 3. equalizzazione;
- 4. riverbero;
- 5. reverse.

Ora forniremo una breve descrizione del software di editing che andremo ad utilizzare, e, successivamente, analizzeremo le fasi pratiche di questo processo.

Descrizione di un Editing Software: Audacity

Audacity è un software che permette di registrare dell'audio e di editarlo in modo semplice e potente. Uno dei suoi punti di maggior forza è il fatto che si tratta di un software Open Source

gratuito. Il formato di registrazione è 16 bit stereo a qualsiasi frequenza si desideri, utilizzando gli ingressi della scheda audio. Importa i formati WAV, MP3, AIFF, AU, IRCAM, OGG. Esporta come WAV, OGG o MP3. Le capacità di edit sono avanzate ed intuitive. Difatti presenta tutti i principali elementi che permettono di modificare profondamente il suono originale, essi sono:

- 1. taglia, copia, incolla;
- 2. mix tracce;
- 3. analisi di spettro;
- 4. amplificazione;
- 5. effetti;
- 6. la possibilità di utilizzare strumenti virtuali esterni (plug-ins VST);
- 7. la possibilità di importare anche file MIDI, limitandosi però a riprodurli senza dare la possibilità di editarli.

Per concludere possiamo dire che Audacity è uno dei software di editing maggiormente utilizzato, per la sue potenzialità e per l'assenza di costo e, principalmente per questo motivo, abbiamo deciso di utilizzarlo all'interno di questo elaborato. Vi consigliamo di consultare il manuale d'uso, scaricabile al seguente indirizzo: [13].

Editing dei campioni

Attraverso l'utilizzo di Audacity siamo andati a modificare ogni campione registrato, per ottenere così la nostra libreria audio finale. Ciò che vogliamo ottenere è una raccolta di strumenti a percussione e particolari effetti, molto utilizzati in composizioni destinate a colonna musicale in produzioni cinematografiche. Non andremo ad analizzare la modifica eseguita su ogni singolo campione, ma descriveremo i principali strumenti da noi utilizzati e che, generalmente, devono essere impiegati per ottenere una libreria sonora a livelli professionali. Questo poiché non esistono teoremi o leggi che limitano la nostra sperimentazione; starà poi ad ogni singolo utente utilizzare gli strumenti da noi proposti seguendo il loro personale gusto, nel limite delle possibilità.

Riassumeremo il procedimento da noi seguito attraverso la descrizione dei passaggi fondamentali:

- 1. il campione registrato, prima di tutto, dev'essere tagliato, in modo da eliminare i momenti di silenzio troppo lunghi generati dalla fase di registrazione con microfono;
- 2. il secondo stadio consiste nella rimozione del rumore di fondo. Questo fenomeno si manifesta inevitabilmente nel momento della registrazione; è causato principalmente dal flusso di corrente elettrica che attraversa microfono e scheda audio e dai minimi rumori di fondo causati dall'ambiente circostante (apparecchi elettrici per l'aereazione della stanza, rumore proveniente dal traffico urbano...). La rimozione avviene attraverso due passaggi principali:

2.3. LA FASE DI EDITING

- a) il primo step consiste nell'equalizzare il campione in modo da eliminare le frequenze troppo basse (al di sotto dei 50 Hz), che sono la principale causa del rumore di fondo (Cfr [Canazza]);
- b) il secondo passaggio consiste nell'utilizzo di specifici algoritmi che permettono l'eliminazione delle frequenze ritenute fastidiose [Canazza].

Attraverso Audacity esiste uno strumento in grado di eseguire ciò, vediamone un'immagine attraverso la quale possiamo osservare i parametri da noi impostati:

● ○ ○ Rim	ozione rumore		
Passo 1			
Seleziona pochi secondi del rumore in modo che Audacity riconosca quello che deve filtrare, poi fai clic su Elabora Profilo Rumore: Elabora Profilo Rumore			
Passo 2			
Seleziona tutto l'audio che deve essere filtrato, scegli la quantità di rumore che vuoi filtrare, e poi fai clic su 'OK' per eliminare il rumore.			
Riduzione rumore (dB):	24		
Sensibilità (dB):	0.00	\frown	
Riduzione frequemnza (Hz):	150	$-\bigcirc$	
Tempo di attacco/rilascio (sec):	0.15		
Rumore:	💽 Elimina	Olsola	
Anteprima		Annulla OK	

Figura 2.9: strumento per la rimozione del rumore di fondo

Come possiamo notare, questi parametri possono essere impostati anche automaticamente attraverso l'analisi di una parte del campione in cui viene riprodotto solo rumore di fondo.

 rimosso dal campione il rumore di fondo, la terza e ultima fase obbligatoria è l'amplificazione (2.10). Attraverso questo elemento è possibile gestire l'intensità del campione registrato, sia in positivo che in negativo. In caso avvenga un guadagno in positivo è molto importante evitare di amplificare troppo e di portare il file audio in una situazione di clipping, distorcendolo.

\varTheta 🔿 🔿 🛛 Amplifica
Amplificazione (dB): 7.0
Nuovo picco ampiezza (dB): 0.0
Consenti il clipping
Anteprima Annulla OK

Figura 2.10: strumento per un guadagno in negativo o in postivo dell'intensità del campione

Audacity esegue automaticamente il controllo di clipping, vietando di amplificare il suono con valori di guadagno troppo elevati. Ovviamente è anche possibile raggiungere una situazione di distorsione, in caso si vogliano ottenere sonorità particolari.

Attraverso le prime tre fasi otteniamo un campione pronto ad essere utilizzato in una libreria. Ora è possibile ottenere ulteriori suoni attraverso l'utilizzo di strumenti secondari. Nel nostro lavoro utilizzeremo principalmente due effetti su tutti i campioni originali:

1. riverbero (2.11): rappresenta sicuramente l'effetto principale, utilizzato frequentemente in librerie simili alla nostra; difatti quest'oggetto, che fondamentalmente va a emulare il fenomeno acustico legato alla riflessione dell'onda sonora da parte di un ostacolo posto davanti alla fonte, permette di dare un forte senso di epicità ai suoni su cui viene applicato, grazie alla sensazione di cupezza e magnificenza trasmessa dal timbro ottenuto.

000	Riverbero	
Dimensione stanza (%):	75 🗘	-
Pre-delay (ms):	10 🗘 🗸	-
Riverbero (%):	50 🗘	-
Smorzamento (%):	50 🗘	-
Tono basso (%):	100 🗘)
Tono alto (%):	100 🗘)
Guadagno umido (dB):	-1 🗘	-
Guadagno secco (dB):	-1 🗘	-
Ampiezza stereo (%):	100 🗘)
	Solo umido	
Preset:	Impostazioni utente:	
Carica Carica Salva Rinomina		
Anteprima Anteprima taglio Annulla OK		

Figura 2.11: strumento utilizzato per creare l'effetto di reverbero sul file audio

2.3. LA FASE DI EDITING

 rovescia: quest'effetto, più noto come reverse, scambia il punto di inizio lettura del campione audio con il punto di fine lettura; quindi, fondamentalmente, riproduce il campione a rovescio. Viene utilizzato spesso per ottenere suoni adoperati come elemento d'effettistica all'interno di una composizione musicale.

Quindi, per ogni suono originale registrato, ne abbiamo ottenuti almeno quattro:

- 1. suono originale;
- 2. suono originale con riverbero;
- 3. suono rovesciato;
- 4. suono rovesciato con riverbero.

Ovviamente abbiamo adoperato ulteriori effetti per ottenere sonorità ricercate e particolari, solo su certe tipologie di campioni.

In particolare sono stati utilizzati:

1. equalizzatore (2.12): attraverso quest'oggetto siamo andati, in certi casi, a limitare il range di frequenze di un suono, decrementando l'intensità di alcune ed enfatizzandone altre, ottenendo così sfumatore leggermente differenti dal campione originale. Come equalizzatore abbiamo utilizzato uno strumento di casa Fabfilter denominato Pro-Q (Cfr [14]):



Figura 2.12: immagine dell'equalizzatore utilizzato

- 2. timestretch (2.13): quest'effetto, che rallenta la velocità di riproduzione del campione, l'abbiamo utilizzato nei suoni apparteneti alla famiglia scrape; sfruttando quest'oggetto, siamo riusciti ad ottenere sonorità particolari, facilmente utilizzabili come effettistica all'interno della nostra produzione finale.
- 3. bassi-alti (2.14): quest' effetto permette di andare a incrementare o decrementare le frequenze basse o alte di un suono; è molto utile in caso si vogliano far esaltare certe frequenze e nasconderne altre. Nel nostro caso è stato utilizzato per esaltare in alcuni suoni, principalmente della tipologia swoosh, le frequenze basse.



Figura 2.13: l'oggetto timestretch

00	Bas	si e alti
Bassi (dB):	β.0	
Alti (dB):	0.0	
Livello (dB):	-1.0	$\overline{}$
Abilita cont	rollo livel	lol
Anteprima		Annulla OK

Figura 2.14: l'oggetto che permette di incrementare le frequenze alte e basse di un campione

4. phaser (2.15): quest'effetto, che va a sommare il suono originale con suoni ritardati, con un coefficiente Q legato al filtro utilizzato assai elevato, è stato utilizzato su alcuni campioni della famiglia scrape, ottenendo sonorità originali, utilizzabili anch'esse come elemento d'effettisitca all'interno di una produzione musicale.

000	Phaser	
Periodi:	8] — () — () — ()
Sfasamento:	255]
Frequenza LFO (Hz):	0.4]
Fase iniziale LFO (gradi):	270]
Profondità:	100] — 🔿 — — — — — — — — — — — — — — — — —
Feedback (%):	100]
Anteprima	(Annulla OK

Figura 2.15: l'oggetto phaser

- 5. Cambia intonazione (2.16): quest'effetto è stato applicato su numerosi campioni per ottenere i seguenti scopi:
 - a) rendere nota la frequenza fondamentale del campione originale, in modo da riconoscerne la nota corrispondente;
 - b) ottenere da un singolo campione originale più suoni, che si differenziano tra loro per altezza tonale.

2.3. LA FASE DI EDITING

Vediamo un'immagine dell'oggetto:

⊖ ○ ○ Cambia intonazione
Cambia intonazione senza cambiare il tempo
Inizio intonazione stimata: D2 (73.134 Hz)
Pitch
da D ‡ 2 ¢ a D ‡ 2 ¢
Semitoni: 0.00
Frequency
da 73.134 a 73.134 Hz
Percent Change: 0.000
Anteprima Annulla OK

Figura 2.16: l'oggetto Cambia Intonazione

Terminati tutti i processi legati alla modifica del nostro campione ed ottenuta così la nostra libreria, come ultimo passo rimane l'esportazione delle tracce. Questa fase deve avvenire in modo che vengano esportate tutte le tracce singolarmente, così da ottenere un file audio per ogni canale del nostro mixer virtuale. Per ottenere ciò, è necessario selezionare la voce esportazione multipla ((2.17), presente all'interno del menu file del software Audacity.

Esporta etichette	
Esportazione multipla	ዕ羰L
Esporta MIDI	

Figura 2.17: esportazione multipla

Abbiamo così concluso la fase di editing e quindi l'intero processo che ci ha permesso di ottenere la libreria audio definitiva. Vi esortiamo a dare un ascolto alla nostra raccolta di suoni, per comprendere più agevolmente quanto appena descritto in questa sezione. Per chi fosse interessato ad approfondire l'argomento legato all'editing di file audio, anche per sperimentare combinazioni differenti, proponiamo un riferimento bibliografico alla materia: [Tonelli2007].

Creazione del campionatore digitale

Questo capitolo rappresenta il cuore della tesi, poiché andremo ad analizzare dal punto di vista teorico e pratico la realizzazione del campionatore digitale. Nella prima parte di questo capitolo descriveremo cosa sia un campionatore, eseguendo un breve excursus storico; nella secondo parte daremo una breve descrizione del software che utilizzeremo per la creazione del campionatore stesso, mentre nella terza ed ultima sezione analizzeremo il codice nello specifico.

3.1 Il campionatore

Come preannunciato, in questa prima sezione andremo a descrivere gli elementi base di un campionatore, analizzando come questa strumento si sia evoluto rapidamente nel corso degli anni.

Concetti Base

I campionatori virtuali appartengono alla famiglia degli strumenti musicali digitali. Un campionatore è in grado di registrare qualsiasi tipo di timbro naturale (dal pianoforte ad un cane che abbaia), di memorizzarlo e di riprodurlo mediante una tastiera. Proprio l'ultimo punto consente di distinguere il campionatore da un registratore digitale, che non è appunto in grado di fare ciò. Nel caso dei timbri di un campionatore non si tratta di imitazioni di timbri naturali (come nel sintetizzatore), bensì di registrazioni del timbro naturale vero e proprio. Se non è possibile imitare i timbri naturali, resta soltanto la possibilità di registrare gli originali, per poi renderli suonabili in un secondo momento. Il campionatore, oltre a questa fondamentale funzionalità presenta anche altri numerosi strumenti, i quali permettono di trasportare i campioni a differenti altezze della scala cromatica, memorizzarli su dischetti o dischi rigidi, plasmarne la timbrica mediante filtri e addirittura decurtare la forma d'onda o generare cicli iterativi, chiamati loop.

Come dotazione base solitamente è composto da:

- 1. un ingresso audio, tramite il quale acquisire il segnale da campionare;
- 2. un convertitore analogico-digitale, per digitalizzare il segnale audio in ingresso;
- 3. una memoria per registrare i campioni;
- 4. una tastiera che permette di riprodurre i suoni a differenti altezze della scala cromatica;
- un convertitore D/A (Digitale/Analogico) per riconvertire il segnale ed inviarlo alle uscite analogiche;

3.1. IL CAMPIONATORE

6. un' uscita audio, tramite la quale il segnale campionato viene inviato alle apparecchiature esterne.

Prima di eseguire un breve excursus storico, poniamo rapidamente l'attenzione sulla differenza tra sintetizzatore e campionatore che, in alcuni casi, vengono erroneamente confusi. Entrambi sono generatori sonori in grado di espandere un suono singolo su tutte le note delle ottave musicali. La differenza sostanziale sta nel fatto che, mentre un synth genera i timbri tramite oscillatori (tecnologia analogica) o da campioni salvati nelle memorie interne (tecnologia digitale), un campionatore registra suoni esterni, salvandoli poi in memoria. Si ha così la possibilità di trasportare su una tastiera un qualunque suono reale, come ad esempio il rumore di un bicchiere che cade o i rumori del traffico, che, una volta manipolati, creano effetti sonori che vanno ad arricchire l'universo timbrico musicale.

Cenni Storici

Il primo strumento che aveva alla base il concetto di utilizzare qualsiasi suono o rumore per fare musica è sicuramente l'Intonarumori di Luigi Russolo (1913) (3.1):



Figura 3.1: l'Intonarumori di Luigi Russolo

La prima forma primitiva di campionatore fu il Mellotron (3.2), che prese piede nella seconda metà degli anni '60. Uno strumento analogico a tastiera che recava sotto ogni tasto uno spezzone di nastro, dove era stata pre-registrata la nota dello strumento. Il nastro veniva letto da una testina ogni volta che si premeva il tasto.



Figura 3.2: Il Mellotron

Poiché la tecnologia alla base del suo funzionamento richiedeva molta manutenzione, il Mellotron lasciò presto il posto ai campionatori digitali. Aveva però una sonorità molto caratteristica e negli anni '60-'70 fu utilizzato in molte canzoni dai Beatles, Yes, Pink Floyd, Jethro Tull, King Crimson, Genesis, PFM, ecc...

Successivamente si arrivò al primo vero campionatore digitale, il CMI (Computer Musical Instrument) (3.3), costruito nei primi anni '80 dalla ditta australiana Fairlight e meglio conosciuto appunto come Fairlight. Questo strumento permetteva, per la prima volta, di registrare un suono grazie all'impiego di un convertitore Analogico/Digitale e di immagazzinarlo in memoria, per editarlo e suonarlo. L'intero strumento era controllato da un software proprietario che permetteva di editare, loopare e miscelare i suoni, nonché di creare delle sequenze di campioni.



Figura 3.3: Il CMI

3.2. DESCRIZIONE DEL SOFTWARE MAX-MSP

I primi campionatori, come il Fairlight della australiana CMI, costavano cifre spaventose (dell'ordine di centinaia di milioni di lire) ed avevano prestazioni che, comparate con i loro discendenti contemporanei, erano quasi ridicole. Potevano campionare con soli 8 bit ed avevano una frequenza di campionamento di 32 kHz. Durante i primi anni Ottanta il Fairlight e il Synclavier, altro campionatore molto diffuso all'epoca, rappresentavano l'unica possibilità altamente tecnologica per la sintesi e il campionamento ed erano fuori dalla portata di tutti, esclusi i grandi studi di registrazione. Questa situazione terminò con l'avvento di complessi ed economici sintetizzatori digitali e campionatori come l'Ensoniq Mirage (1986), l'Emu System Emulator e l'AKAI S1000. Attualmente, proprio come è accaduto con i sintetizzatori, i campionatori sono stati inglobati ed integrati all'interno dei computer con software specifici, dando così vita ai campionatori virtuali, i più utilizzati al giorno d'oggi.

Nella musica elettronica odierna si fa molto uso del campionatore. A parte l'hip hop e l'r'n'b, che utilizzano i sample di altre canzoni in maniera massiccia (a volte sfiorando il plagio), ci sono molti artisti che utilizzano suoni o rumori campionati, a volte costruendo la melodia di un pezzo intorno ad essi. Proponiamo un immagine del software Kontakt, uno dei campionatori virtuali maggiormente utilizzati e di cui faremo uso anche all'interno di questa tesi.



Figura 3.4: Il Software Kontakt

3.2 Descrizione del Software Max-Msp

Prima di andare ad analizzare il vero e proprio codice che ci ha permesso la realizzazione del campionatore virtuale, andiamo a dare una breve descrizione di cos'è MAX-Msp. Quest'ultimo è un software scritto da Miller Puckette e poi ripreso da David Zicarelli, prodotto e venduto dalla società Cycling '74 ([15]).

Max/MSP è un ambiente integrato di programmazione per la musica orientato agli oggetti grafici. A differenza di altri linguaggi di programmazione basati sul paradigma dell'Object Orientend Programming (OOP) [Marotta1999] come SuperCollider e C-Sound, basati sulla scrittura testuale dei programmi, Max/MSP si basa su oggetti grafici. La 'scrittura' di un programma, detto patch in Max/MSP, consiste nella interconnessione dei vari oggetti (objects) attraverso dei cavi virtuali (patchcords). Max/MSP può a tutti gli effetti essere considerato un linguaggio orientato agli oggetti in quanto, come i software ai quali si è accennato sopra, è basato sulla regola "un'interfaccia, molti metodi": in pratica l'utente lavora con un numero di moduli funzionali, gli oggetti appunto, concettualmente identici. La differenza fra gli oggetti consiste in quello che fanno (funzione) e nel modo in cui il programmatore 'forza' a farlo (metodi e messaggi). Max/MSP parte con una libreria di oggetti estremamente vasta, mettendo in grado l'utente di implementare praticamente qualunque algoritmo. Gli oggetti disponibili sono divisi in due categorie: quelli dedicati alla composizione assistita, alla parte di controllo e al MIDI (3.3), che costituiscono la parte MAX del software, e quelli dedicati alla generazione ed elaborazione di audio digitale, costituenti la parte MSP (Music Signal Processing) dell'ambiente. In aggiunta è stata sviluppata una terza categoria di oggetti, chiamata JITTER, nata successivamente, che integrano in Max/MSP l'elaborazione e la generazione di segnali Video. Questa terza categoria di funzioni non verrà utilizzata in questa tesi.

Vi esortiamo a consultare il manuale, utilizzato anche da noi per apprendere l'uso di questo software: [Giri2013], [Cipriani2013].

3.3 Cenni sul protocollo MIDI

Per comprendere al meglio l'analisi del nostro campionatore, è necessario eseguire un breve excursus descrittivo legato al protocollo MIDI, a cui abbiamo già accennato nell'introduzione. Questo poichè andremo ad utilizzarlo per la creazione del nostro campionatore e, quindi, risulterà utile apprendere le nozioni base di questo protocollo per poi poter comprendere a pieno il codice finale che descriveremo nella sezione (3.4).

Il protocollo MIDI(Musical Instrument Digital Interface) viene utilizzato per lo scambio di informazioni tra strumenti musicali elettronici. Come standard fu creato agli inizi degli anni '80 ed è tutt'ora il protocollo più diffuso. I dispositivi MIDI possono essere di due tipi:

- 1. dispositivi di controllo usati per generare messaggi MIDI;
- 2. dispositivi sonori che utilizzano i messaggi MIDI ricevuti per produrre o modificare suoni.

Come interfaccia esterna questi dispositivi presentano un canale d'ingresso, un canale d'uscita ed un uscita usb in caso ci si connetta ad un computer. Vi sono dispositivi che fanno da ricevitore, altri da trasmettitore e altri ancora posson coprire entrambi i ruoli (come il computer). Questo protocollo comunica attraverso messaggi, che contengono le informazioni su come suonare un determinato suono, cioè quale nota suonare, quando iniziare a suonarla e quando terminare, quale dinamica utilizzare etc etc... Importante da evidenziare che, quindi, un file MIDI non contiene la forma d'onda del suono, ma contiene solamente informazioni su come suonarlo. Le informazioni solitamente vengono create attraverso l'uso di una tastiera in grado di generare messaggi MIDI; possono essere adoperati anche controller differenti come chitarre, strumenti ad arco, fiati e finger trigger, utilizzati principalmente per controllare campionatori virtuali e sicuramente la tipologia di controller MIDI più diffusa al giorno d'oggi.

3.4. ANALISI DEL CODICE

I messaggi si dividono in due grandi gruppi:

- i messaggi di canale: vengono utilizzati per poter selezionare lo strumento desiderato con cui comunicare. Perciò a un messaggio MIDI è assocciato un numero di canale ed una funzione da compiere sul canale desiderato. Le azioni da compiere sono differenti a seconda della tipogia di messaggio di canale; difatti abbiamo due tipologie di Channel Message:
 - a) i channel voice message, che rigurdano le modalità e i tempi di esecuzione (note On, note Off, Program Change,Pitch Bend,Control Change);
 - b) i Channel Mode Message, che indicano il modo in cui risponde il dispositivo ricevente.
- 2. i messaggi di sistema: sono messaggi inviati a tutti i dispositivi collegati al sistema, indipendentemente dal canale. Ve ne sono di tre tipologie: i System Common Message, che si riferiscono a funzioni di puntamento, sincronizzazione e accordatura tra i dispositivi, i System Exclusive Message ed i System Real Time Message (MIDI Clock, MIDI Start,MIDI Continue, MIDI Stop, MIDI System Reset) che vengono utilizzati per inviare messaggi con priorità massima, eseguiti in tempo reale.

Vi invitiamo a consultare la teoria MIDI per apprendere il significato di ciascun messaggio [Cipriani2013, capitolo 9 pg 511]. Per raggiungere lo scopo del nostro elaborato, utilizzeremo principalmente messaggi di canale poiché permetteranno al nostro campionatore virtuale di comunicare l'altezza della nota da suonare, la sua velocity e le sue tempistiche di inzio e fine nota, attraverso l'utilizzo di una tastiera MIDI.

3.4 Analisi del Codice

Questa sezione rappresenta il cuore di questa tesi. Difatti andremo ad analizzare passo per passo il codice attraverso il quale siamo andati a creare il nostro campionatore virtuale. Come modello da seguire ci siamo attenuti alla definizione tecnica di campionatore, già anticipata all'inizio di questo capitolo:

è quello strumento musicale elettronico che è in grado di acquisire campioni audio per riconoscerne un suono approssimativo alle note musicali del pentagramma (Cfr[5]).

Per facilitare la descrizione, divideremo l'analisi in quattro parti:

- 1. caricamento del campione;
- 2. adattamento del campione alle altezze della scala cromatica;
- 3. effettisitica;
- 4. riproduzione.

Questi quattro punti rappresentano le principali azioni compiute dal nostro campionatore che, quindi, sarà dotato di:

- 1. una tastiera MIDI;
- 2. un algoritmo in grado di regolare la velocità del campione in base all'altezza desiderata;
- 3. un inviluppo che va a regolare e modificare l'intensità del campione;
- 4. un menù dal quale poter selezionare il campione desiderato;
- 5. 9 tipologie differenti di filtro;
- 6. un mixer per la regolazione dei volumi;
- 7. i comandi start e stop;
- 8. possibilità di loppare il campione;
- 9. un buffer in cui poter caricare i campioni.



Figura 3.5: Il nostro Campionatore

3.4. ANALISI DEL CODICE

Ora andiamo ad analizzare le differenti sezioni che compongono il software.

Caricamento del Campione

In questa prima sezione andremo ad analizzare il procedimento che ci permetterà di caricare qualsiasi suono all'interno del nostro software. Nel nostro caso andremo a caricare due sample appartenenti alla libreria creata ed analizzata nel capitolo 2; più precisamente caricheremo due campioni presenti all'interno della categoria Tom, Tom-7 e Tom-8. Per ottenere il risultato finale desiderato siamo andati, per prima cosa, a creare una subpatch (3.6). Quest'ultima è una patch secondaria che, nella nostra patch principale, viene visualizzata come un singolo oggetto, con propri ingressi ed uscite. Questo elemento diviene molto utile in casi di programmi complessi, permettendo di ottenere una visione più ordinata e comprensibile. In questo modo il settore dedicato al caricamento dei campioni risulta inizialmente nascosto all'utente.

buffer~ sample1 Tom-7.wav
buffer~ sample2 Tom-8.wav

Figura 3.6: immagine rappresentante la subpatch

Come possiamo notare, l'oggetto attraverso il quale andiamo a caricare i nostri file audio viene denominato Buffer (3.6). Quest'elemento esegue due operazioni fondamentali:

- 1. alloca una porzione di memoria per contenere un suono;
- 2. colloca il campione nella zona di memoria appena riservata.

I file così caricati all'interno della memoria provvisoria, che prende appunto il nome di buffer, verranno riprodotti infine dall'oggetto Groove, che vedremo nel paragrafo 3.4.

L'oggetto Buffer, come argomenti, richiede un nome da attribuire a sè stesso ed il nome del file che dev'essere caricato. Per allocare correttamente un file all'interno del buffer, è necessario compiere due operazioni:

 come primo step bisogna introdurre i file che si desiderano utilizzare all'interno del percorso di ricerca del software Max-Msp. Per fare ciò è sufficiente selezionare, nella barra superiore, il menù Options e cliccare sulla voce File Preferences ed, infine, selezionare i file da noi scelti (3.7).



Figura 3.7: immagine rappresentante lo strumento File Preferences

2. caricati i campioni nel percorso di ricerca del programma, ora è possibile porre i file all'interno dell'oggetto buffer. Per raggiungere questo scopo occorre utilizzare lo strumento File Browser (3.8), richiamabile attraverso il tasto Alt+B. Grazie a questo elemento è possibile visualizzare tutti i file appartenenti al percorso di ricerca di Max, quindi, anche i file audio selezionati dalla nostra libreria. Ora sarà sufficiente, tramite mouse, scegliere i file audio da riprodurre attraverso il campionatore e trascinarli dal file browser all'oggetto buffer corrispondente, in performance mode.

16 items found	Q-		$ \longrightarrow $
Search For	Name	Kind	
audio files	(enclosing folder: 'Desktop')	folder	
Boot Drive	E [KONTAKT LIB]	folder	
clippings	A - MORA_SECONDA_RATA(1	file	
Desktop	BIFFI'S LIBRARY Samples	folder	
eventhing	CAMPIONATORE/MAX-MSP	folder	
bala patches	Esempio Tesi Latex	folder	
e neip patories	finetirocinio.pdf	file	
a images	finetirocinio.rtf	file	
a large images	ibreria-tesi	folder	
 midi related 	MATERIALE-MAX	folder	
movie files	miatesi	folder	
 msp objects 	Moduli - 18 - Contributo diploma	nie	
 objects 	por por	folder	
a patchers	Tanahammar Ramhas Stick E	folder	
e recent	withusleound macroe	folder	
ref pages		loidel	
tutorials			
u049001448			
073001450			
1/379001449			
1567000268			
047000209			
us47000270			
e vignettes			
 Vizzie Controllers 			
Vizzie Effects			
 Vizzie Generators 	i		

Figura 3.8: immagine rappresentante l'elemento File Browser

Affinché i campioni vengano riprodotti correttamente, nel momento in cui carichiamo un file, vengono trasmesse alcune informazioni secondarie, fondamentali per il corretto funzionamento del software; esse sono:

3.4. ANALISI DEL CODICE

- 1. un valore numerico che va a rappresentare l'indice dei dati; cioè, per ogni valore, corrisponderanno, univocamente, le informazioni legate ad uno specifico campione;
- un numero rappresentante, sotto forma di nota MIDI, la frequenza fondamentale del campione.
- 3. una stringa di caratteri, rappresentante il nome del buffer da riprodurre;
- 4. un valore numerico decimale rappresentante, in millesicondi, il punto d'inizio lettura del campione;
- 5. un valore numerico decimale rappresentante, in millisecondi, il punto di fine lettura del campione. Se questi due valori non vengono impostati correttamente, nel momento in cui attiveremo un loop su un campione, verrà introdotto un rumore denominato click ([Canazza]), poiché il punto di fine lettura non combacia perfettamente con la reale fine del suono. Questi due valori, ossia il punto d'inizio e di fine lettura di un campione, vengono letti attraverso l'oggetto Unpack (3.9), visto in precedenza, e inviati all'oggetto Groove (3.18), che vedremo in seguito.
- 6. un valore numerico binario, 1 o 0, legato alla possibilità di attivare fin da subito la funzione Loop. Nel nostro caso lasceremo 0 come valore di default.

Queste informazioni sono tutte raccolte all'interno dell'oggetto denominato Coll (3.9), il quale permette di memorizzare ed indicizzare una serie di dati. Nel momento in cui selezioniamo attraverso il menù a tendina un file audio, l'oggetto Coll comunica i dati legati al campione selezionato all'oggetto Unpack (3.9). Quest'ultimo permette di scomporre la lista di valori trasmessi da Coll in una serie di elementi indipendenti, che verrano quindi trasmessi da differenti uscite. In questo modo sarà quindi possibile smistare i valori legati alle informazioni appena descritte, trasmettendoli agli oggetti desiderati presenti all'interno del campionatore, secondo le seguenti modalità:

- 1. la frequenza fondamentale del campione verrà trasmessa all'algoritmo responsabile della modifica dell'altezza del file audio, che vedremo a breve.
- 2. il nome del buffer verrà trasmesso all'oggetto Groove, il quale riprodurrà il campione caricato all'interno della cella di memoria. La stringa, quando viene trasmessa dall'oggetto groove, passa attraverso un secondo oggetto, denominato Prepend (3.9). Quest'ultimo antepone il proprio argomento al messaggio che riceve; quindi, nel nostro caso, verrà anteposta la parola set alla stringa rappresentante il nome di un buffer. L'aggiunta di questo attributo ha come scopo il permettere di cancellare il nome del buffer utilizzato precedentemente, prima di comunicare all'oggetto Groove il nuove file da riprodurre.
- 3. i valori di inizio e fine riproduzione del campione e di attivazione del Loop vengono tutti trasmessi all'oggetto Groove.



Figura 3.9: immagine rappresentante gli oggetti umenu, coll, unpack e prepend

Concluso il primo processo, per essere certi di aver caricato correttamente tutti i file, cliccando due volte sull'oggetto Buffer, in performance mode, sarà possibile visualizzare la forma d'onda corrispondete al file audio caricato. Vediamo un'immagine:



Figura 3.10: immagine rappresentante la forma d'onda di un campione caricato dall'oggeto buffer denominato sample1

Attraverso il metodo appena descritto sarà possbile caricare e riprodurre qualsiasi tipologia di suono digitale. Conclusa la fase di caricamento del campione andremo ora ad analizzare la seconda sezione del nostro software, ossia la parte dedicata alla tastiera virtuale ed i messaggi MIDI da essa generati.

La Tastiera ed i Messaggi MIDI Generati

La seconda sezione in importanza, per quanto riguarda un campionatore, è sicuramente la possibilità di suonare i campioni appena caricati attraverso una pianola. Per fare ciò avremo bisogno di una tastiera virtuale in grado di generare messaggi MIDI. In questa tesi utilizzeremo l'oggetto grafico dato in dotazione dal softare Max (3.11), ma è anche possibile utilizzare una tastiera MIDI esterna grazie all'oggetto note in, il quale converte in messaggi MIDI ciò che noi produciamo attraverso la pressione esercitata sulla tastiera.



Figura 3.11: tastiera MIDI virtuale

Come possiamo notare, la tastiera presenta due uscite:

- attraverso l'uscita di sinistra viene comunicata la nota MIDI selezionata dall'utente. L'informazione viene trasmessa, attraverso un numero intero, all'oggetto Makenote che vedremo a breve. Il valore numerico trasmesso rappresenta l'altezza della nota che stiamo premendo. Difatti, nel protocollo MIDI, le note vengono rappresentate attraverso numeri interi (il DO centrale è identificato dal numero 60).
- 2. attraverso l'uscita di destra, invece, viene comunicata, sempre all'oggetto Makenote, la Velocity. Questo valore va a determinare l'intensità della nota e, nella realtà, corrisponderebbe alla velocità e pressione con cui andiamo a premere il tasto di una tastiera. Nel caso della nostra tastiera virtuale, invece, più andremo a cliccare sulla parte superiore di un tasto, maggiore sarà la velocity. Possiamo vedere questo valore attraverso il Number Box collegato.

Queste due cifre, prodotte dalla tastiera virtuale, vengono inviate, come accennato in precedenza, all'oggetto Makenote (3.12).



Figura 3.12: l'oggetto makenote e l'oggetto stripnote

Questo strumento, ogni volta che riceve un comando MIDI Note-On, genera il corrispondente comando MIDI Note-Off, dopo un intervallo di tempo stabilito. Come possiamo notare, l'oggetto presenta tre ingressi e due uscite; i tre ingressi sono rispettivamente per il valore di nota MIDI, la velocity e la durata in millisecondi (ossia il tempo che deve trascorrere tra un note-on e il successivo note-off), mentre le due uscite vengono utilizzate per comunicare ad altri oggetti il valore di nota MIDI e la velocity. Quindi l'elemento Makenote risulta necessario per comunicare al campionatore, in particolare all'oggetto Groove tramite il comando Sel (3.16), quando terminare la riproduzione

del campione. Come impostazioni di default abbiamo posto 1 come valore di velocity e 5000 ms come valore di tempo (3.12). La cifra legata alla velocity sarà successivamente sostituita dai valori espressi dalla tastiera volta per volta, mentre il valore legato al tempo rimarrà costante; quindi possiamo affermare che i nostri campioni avranno una durata massima di 5 secondi.

Continuando ad analizzare il nostro campionatore notiamo che l'entità Makenote invia i propri valori in uscita ad un nuovo oggetto, denominato Stripnote (3.12). Questo elemento quando la velocity ha un valore supeiore a 0 (cioè appartiene ad un messaggio di note-on), trasmette i valori in ingresso alla propria uscita, mentre quando la velocity vale 0 (cioè appartiene ad un messaggio di note-off) blocca i due valori in ingresso, eliminando il valore di note-off. Abbiamo utilizzato questo strumento poiché , per i suoni di tipo percussivo come quelli trattati dal nostro campionatore, non abbiamo bisogno di una fase di sustain, perché il suono ha un'evoluzione indipendente dalla durata della nota in ingresso quindi, in questo caso, i messaggi di note-off non svolgono alcuna funzione ed è opportuno eliminarli.

Nella prossima sezione andremo ad analizzare l'algoritmo utilizzato per determinare le differenzi altezze tonali del campione selezionato e riprodotto attraverso la nostra tastiera MIDI.

Determinare l'Altezza del Campione

Per poter riprodurre un file audio a differenti altezze tonali attraverso un campionatore, è possibile intraprendere due differenti strade:

- la prima opzione, sicuramente quella che permette una qualità maggiore ed un suono maggiormente realistico, soprattutto dal punto di vista timbrico, è rappresentata dalla tecnica del multicampionamento ([Cipriani2013, capitolo 5, pg 29]). Fondamentalmente consiste nell'andare a campionare ogni singola nota di uno strumento alle differenti altezze e differenti dinamiche (p,pp,f,ff...). Quindi, in questo caso, non sarà il campionatore a modificare l'altezza del campione, ma avremo già il suono campionato a tutte le possibile altezze ed intensità. Con questa modalità il lavoro di creazione della libreria audio diventa assai oneroso ed inoltre richiede molto tempo, senza contare il peso a livello di memoria occupata. Nonostante queste note negative rimane sicuramente il metodo più veritiero e professionale per ottenere suoni a differenti altezze.
- 2. la seconda strada possibile consiste nell'implementare all'interno del campionatore un algoritmo in grado di modificare l'altezza del campione, in base alla sua velocità di lettura. Per rendere più chiaro il concetto facciamo un esempio: se abbiamo un suono che presenta come frequenza formante 440 Hz, per suonarlo ad un'ottava superiore, quindi a 880Hz, sarà necessario raddoppiare la sua velocità di lettura. Questo metodo permette di limitare il campionamento di un suono alla sua sola frequenza formante; quindi basterà un solo campionamento per poter suonare il file audio a tutte le altezze della scala cromatica, con un ovvio deterioramente della qualità, principalmente dal punto di vista timbrico.

Ora ci potremmo chiedere come mai è possibile modificare l'altezza di un campione solamente attraverso queste due modalità. Questo poiché un campionatore, a differenza di un sintetizzatore

3.4. ANALISI DEL CODICE

che genera autonomamente segnali audio e quindi dà la possibilità d'impostare ogni parametro prima della creazione del suono stesso, utilizza suoni già completi che quindi presentano già un proprio inviluppo, una propria frequenza ed un proprio spettro. Per questi motivi non è possibile determinare l'altezza di un campione andando semplicemente a calcolare il rapporto tra la frequenza formante e la frequenza della nota suonata ma sarà necessario, come detto precedentemente, eseguire un multicampinamento o variare la velocità di lettura del campione. Conclusa questa necessaria introduzione teorica andiamo ad analizzare l'algoritmo adottato per il nostro software; eccone un'immagine:



Figura 3.13: l'algoritmo per modificare l'altezza del campione

Descriviamo ora le istruzioni implementate nell'algoritmo, tenendo sotto osservazione la figura 3.13:

- salviamo all'interno di un oggetto in grado di memorizzare numeri interi, il valore della nota MIDI, prodotto dalla nostra tastiera;
- in un'altra casella salviamo il numero intero corrispondente alla base key del nostro campione, cioè la frequenza formante del file audio. Questo valore viene trasmesso attraverso l'oggetto Unpack (3.9);
- 3. successivamente entrambi i valori vengono passati ad un oggetto denominato Mtof (3.13; questo elemento converte i numeri interi, legati ad una nota MIDI, in frequenza corrispondente, espressa in Hz.
- 4. eseguo il rapporto tra la frequenza fondamentale e la frequenza corrispondente alla nota che vogliamo suonare, come descritto dalla seguente frazione: $\frac{F2}{F1}$ con F1 inteso come frequenza formante e F2 frequenza della nota selezionata;
- 5. Il valore ottenuto corrisponderà alla velocità a cui dovrà essere riprodotto il nostro campione per ottenere l'altezza di nota desiderata;
- 6. questo valore verrà poi trasmesso alla sezione dedita alla riproduzione del campione, che vedremo nella sezione dedicata (3.19).

Come possiamo notare, attraverso un semplice algoritmo, è possibile ottenere il risultato sperato. Ovviamente, rispetto al metodo del multicampionamento, i timbri del nostro campione risulteranno distorti, ma rimane sempre un metodo rapido ed efficiente per adattare un file audio registrato a tutte le altezze della scala cromatica. Conclusa questa sezione andiamo ad analizzare la parte legata all'effettistica, cioè alla possibilità di modificare il sample.

Effettistica

In questa fase andremo ad analizzare tutti gli elementi del nostro campionatore che vanno a modificare il file audio precedentemente caricato. Abbiamo tre tipologie di modifiche:

- 1. la possibilità di mettere in loop il file audio;
- 2. la possibilità di utilizzare 9 tipologie differenti di filtro;
- 3. la possibilità di creare un inviluppo, il quale permette di regolare l'intensità del file audio, in base al tempo.

Andiamo ora a descrivere le modalità con cui abbiamo implementato questi oggetti.

Loop

Il primo punto è la possibilità di riprodurre in loop un file, cioè di riprodurre ciclicamente il campione. Ovviamente terminerà comunque dopo 5 secondi, poiché l'oggetto Makenote (3.12) invierà il comando di note off. Quest'effetto, fondamentalmente, riporta il punto di lettura del file all'inizio ogni volta che quest'ultimo giunge al termine, permettendo così una riproduzione ciclica del campione.

Una volta impostati correttamente il punto di inizio e fine di lettura, sarà possibile attivare il loop; questo avviene cliccando sopra la casella denominata Toggle (3.14); quest'oggetto, se cliccato, invia alla sua uscita il valore numerico 1; quando viene cliccato nuovamente, invece, comunica all'uscita il valore 0. Questi due numeri, 1 e 0, vanno a definire rispettivamente l'attivazione e la disattivazione del loop.



Figura 3.14: l'oggetto toggle attraverso il quale è possibile attivare e disattivare la funzione loop

I valori in uscita da Toggle vengono inviati ad una casella in grado di memorizzare numeri interi che, nel nostro progetto, chiameremo i (3.15). In quest'oggetto abbiamo due ingressi ed un'uscita; l'ingresso di sinistra riceve i valori dall'oggetto Trigger (3.20), che vedremo in seguito, mentre l'ingresso di destra riceve un messaggio di Bang. Questo messaggio, quando raggiunge un

3.4. ANALISI DEL CODICE

qualsiasi elemento, causa l'immediata attivazione dell'oggetto stesso; nel nostro caso, quando il messaggio di Bang raggiungerà l'elemento in questione, quest'ultimo invierà il numero, ricevuto dall'ingresso di destra, al suo canale di uscita. Infine i valori 1 o 0 verranno trasmessi ad un nuovo elemento, il messaggio Loop 1 (3.15). Questa funzione permette di attivare il Loop al file che stiamo riproducendo. Proponiamo un'immagine degli oggetti appena descritti:



Figura 3.15: l'oggetto i,il messaggio loop 1 ed i valori di inizio e fine lettura del file

Nel caso l'utente non disattiverà il loop entro il termine massimo di 5 secondi la riproduzione del file terminerà comunque. Ciò accade poiché l'oggetto Makenote (3.12), terminato il tempo prefissato, trasmetterà un valore di velocity pari a 0, il quale sarà inviato ad un nuovo oggetto, Select (3.16). Questo strumento invia il valore in ingresso alla propria uscita, solo e soltanto se quest'ultimo è uguale all'argomento di Select, impostato precedentemente dall'utente; nel nostro caso imposteremo come argomento 0, ciò significa che l'oggetto Select comunicherà i valori al propria canale d'uscita solo nel momento in cui la velocity avrà valore 0, e questo avverrà, appunto, dopo 5 secondi dall'inizio della riproduzione del campione. Nel momento in cui l'uscita verrà sbloccata, Select invierà il valore in ingresso, che sarà ovviamente 0, al messaggio Loop 0 (3.16) che, infine, disattiverà l'opzione Loop. Vediamo un'immagine di quanto appena descritto:



Figura 3.16: l'oggetto select ed il messaggio loop 0

Andiamo ora a descrivere la sezione dedicata ai filtri [Giri2013, capitolo 3 pg 304]. Proponiamo un'immagine di questo settore del campionatore:



Figura 3.17: la sezione dedicata ai filtri

Come tipologia di filtri abbiamo adottato dei filtri di secondo ordine, che presentano un'attenuazione doppia rispetto a quelli del primo ordine. Per questa loro caratteristica, vengono impiegati principalmente in ambiente pratico. In particolare noi utilizzeremo una famiglia di filtri del secondo ordine chiamati filtri di Butterworth ([4]); essi sono filtri di tipo IIR (Cfr [Cariolaro2005, pg 360]) e si distinguono per le seguenti qualità:

- 1. una buona costanza nella banda passante;
- 2. un'ottima precisione;
- 3. un'ottima attenuazine delle frequenze fuori dalla banda passante.

In particolare, all'interno del nostro campionatore, è possibile utilizzare i seguenti fitri:

- 1. lowpass;
- 2. highpass;
- 3. bandpass;
- 4. bandstop;
- 5. peaknotch;
- 6. lowshelf;
- 7. highshelf;
- 8. resonant;

3.4. ANALISI DEL CODICE

9. allpass.

Conclusa questa breve introduzione, andiamo ad analizzare il codice da noi implementato.

L'oggetto su cui si basa l'intera struttura è l'oggetto Biquad (3.17), il quale permette di definire qualsiasi tipo di filtro del secondo ordine. Questo elemento va a specificare il comportamento di un particolare filtro attraverso l'analisi dei valori in ingresso che rappresentano 5 coefficienti in grado di selezionare, in maniera inequivocabile, un filtro piuttosto che un altro. Il valore di questi coefficienti è possibile visualizzarlo osservando i cinque rettangoli presenti sotto l'oggetto Unpack (3.17). Questi numeri non vengono creati manualmente dall'utente, che comunque potrebbe farlo ma lo sconsigliamo per la difficoltà, ma vengono creati attraverso l'utilizzo dell'oggetto Filtergraph (3.17). Questo elemento permette di gestire i parametri di numerosi filtri, influenzandone il comportamento. Nel nostro campionatore la tipologia di filtro che vogliamo andare ad utilizzare può essere selezionata da un menù a tendina creato, come nel caso del menù utilizzato per selezionare il file audio (vedi capitolo 2), attraverso l'utilizzo dell'oggetto Umenu (3.17). Questo strumento invia il testo corrispondente alla voce selezionata a Filtergraph che, a seconda del filtro scelto, va a selezionare l'algoritmo corrispondente. Manualmente possiamo andare a modificare principalmente tre parametri: la frequenza di taglio, il gain ed il fattore Q del filtro. Essi possono essere modificato in due modi:

- 1. inserendo i valori all'interno dei Number Box presenti in alto a destra (3.17);
- attraverso l'utilizo del mouse e dell'oggetto Filtergraph che, a seconda della posizione del cursore, va a impostare questi tre parametri che possono essere visualizzati in altrettanti box, presenti nella parte inferiore dello strumento in questione (3.17).

I valori prodotti da Filtergraph vengono trasmessi all'oggeto Unpack, il quale li smisterà nei 5 box sottostanti, ed all'oggetto Biquad che, come detto precedentemente, va a definire il filtro in base a questi valori in ingresso. Quest'ultimo, infine, invia il segnale audio alla sezione di riproduzione (3.4).

L'ultima possibilità di eseguire modifiche al nostro file audio consiste nella facoltà di regolare l'ampiezza del segnale in relazione al tempo, attraverso la creazione di un inviluppo (3.18).

L'inviluppo d'ampiezza di un segnale avviene attraverso l'assegnazione di due valori fondamentali; il primo è il valore d'ampiezza del segnale ed il secondo è l'istante di tempo in cui il file avrà quella determinata intensità; quindi avremo un valore differente d'ampiezza per ogni istante di tempo. Questi due numeri vengono prodotti attraverso l'utilizzo dell'oggetto Function (3.18). Trascinando o cliccando con il mouse sul grafico è possibile creare dei punti che, una volta collegati, andranno ad assegnare le cifre alle variabili le quali, infine, definiranno il comportamento dell'inviluppo; questi punti possono essere cancellati attraverso il pulsante Clear (3.18). La durata massima dell'inviluppo sarà di 5 secondi, per le motivazioni descritte nella sezione precedente. Per modificare la durata dell'inviluppo siamo andati ad impostare, come valore massimo dell'asse delle x, ovvero l'asse legato al tempo, 5000 ms. Successivamente i valori prodotti dall'oggetto Function vengono consegnati ad un altro strumento, denominato Line (3.18); quest'oggetto, ricevendo in ingresso un valore di partenza, una lista con i valori da raggiungere e il tempo in millisecondi, va a



Figura 3.18: la sezione dedicata all'inviluppo d'ampiezza del segnale

generare dei segmenti di segnale che vanno appunto da un valore ad un altro in un tempo stabilito. Questi segmenti, infine, vengono trasmessi ad un moltiplicatore di segnali (3.21) che invierà il risultato alla sezione di riproduzione finale, la quale regolerà l'intensità del file riprodotto in base ai valori impostati attraverso l'oggetto Function.

Riproduzione

Andiamo ora ad analizzare la sezione finale del nostro campionatore, cioè il settore dedicato alla riproduzione del file audio, il quale è passato attraverso tutti gli stadi che vanno a comporre il nostro software.

In questo settore l'oggetto principale è Groove, vediamone un'immagine:



Figura 3.19: l'oggetto groove

Questo elemento permette di riprodurre un suono, salvato precedentemente in memoria, gestendone la possibilità di attivare un loop. La tabella da cui vengono presi i campioni viene creata dall'oggetto Buffer (3.5), analizzato nella prima sezione. Affinché l'oggetto groove riproduca i corretti file audio, quest'ultimo, come argomento, richiede il nome del buffer su cui abbiamo caricato il sample. La sezione di riproduzione viene avviata nel momento in cui viene rilevato un messaggio di Note-on (3.4); quando il valore sopraggiunge in questo settore, esso viene fatto passare attraverso l'oggetto denominato Trigger (3.20); quest'ultimo è uno strumento in grado di replicare un messaggio su differenti uscite. La tipologia d'uscita può essere definita all'interno

3.4. ANALISI DEL CODICE

dello stesso oggetto, definendo il tipo di ciascun argomento; nel nostro caso avremo un ingresso e tre differenti uscite (3.20):

- 1. un'uscita con impostato come valore di default 0, il quale riveste un ruolo importante; difatti esso, passando attravero l'oggetto Groove, permette di reimpostare all'inizio del file il punto di riproduzione del campione, una volta terminata la sua lettura;
- 2. un'uscita attraverso la quale viene trasmesso, sotto forma di numero decimale, il valore rappresentante la velocità a cui dev'essere letto il campione. Questo numero viene comunicato all'oggetto Sig (3.20). Quest'elemento converte valori numerici prodotti da Max (3.2), in segnali Msp (3.2), ovvero flussi di campioni i quali, passando anch'essi attraverso l'oggetto Groove, vanno a rappresentare digitalmennte il suono in uscita dal campionatore. Quindi, fondamentalemente, traduce il valore numerico rappresentante la velocità di riproduzione del file in segnale;
- 3. un messaggio di tipo Button (3.20) ; questo elemento emette un Bang (3.18) nel momento in cui l'oggetto Trigger presenta un valore in ingresso. Esso risulta fondamentale poiché permette di attivare il Loop sul file audio attivando il messaggio Loop 1 (3.15)il quale, a sua volta, pone in riproduzione ciclica il nostro campione.

Vediamo un'immagine dell'oggetto trigger:



Figura 3.20: l'oggetto trigger e i suoi tre argomenti

Infine il nostro file audio, caricato dall'oggetto Buffer e riprodotto dall'oggetto Groove, viene consegnato all'oggetto Gain (3.21); quest'ultimo permette di impostare l'ampiezza dell'audio in entrata, in funzione della posizione del cursore.



Figura 3.21: l'oggetto dac, gain ed i messaggi startwindow e stop

Come possiamo vedere dalla figura 3.21, l'oggetto gain è collegato ad un elemento chiamato Dac (3.20); è un convertitore digitale-analogico, il quale permette di tradurre i nostri file audio digitali in suono analogico, percepito dalle nostre orecchie, attraverso gli altoparlanti. Questo strumento, infine, è attivato e disattivato rispettivamente dai messaggi Startwindow (3.20) e Stop (3.20) che, quindi, vanno a disattivare o attivare l'audio del software.

Come ultimo elemento analizziamo l'oggetto Scope (3.22)



Figura 3.22: l'oggetto scope

In sintesi è un oscilloscopio ([Zannoli92]) in grado di visualizzare il risultato finale sotto forma di onda sonora.

Abbiamo così terminato la descrizione del nostro software (3.5) che, come accennato nell'introduzione, va a rappresentare la definizione classica di campionatore con in aggiunta la presenza di un banco di filtri ed un inviluppo sull'intensità del segnale in uscita. Conclusa questa sezione affronteremo l'ultimo capitolo, dedicato alla produzione di una composizione musicale all'interno della quale, ovviamente, saranno presenti i suoni della libreria da noi creata (2).

Creazione della Composizione Musicale

Quest'ultimo capitolo è dedicato alla creazione del prodotto finale di questa tesi:la produzione musicale. Per poter ottenere questo risultato usufruiremo di tre tipologie di software:

- 1. un software sequencer;
- 2. un campionatore virtuale in formato VST;
- 3. un pacchetto di effetti virtuali per il missaggio ([3]) e mastering ([2]).

Non faremo uso di sintetizzatori poiché, per restare inerenti al tema del nostro elaborato, verrano utilizzati solamente suoni campionati o registrati esternamente.

Come tipologia di composizione utilizzeremo, come linea guida, lo stile di uno dei maggiori scrittori di musica moderna, noto principalmente nell'ambito cinematografico per le sue stupende colonne sonore: Hans Zimmer ([1]).

4.1 Descrizione del Software Sequencer Live

In questa sezione andremo, inanzitutto, a dare una breve descrizione di cose sia un software sequencer per poi, nella seconda parte, andare ad esporre le principali caratteristiche del software Cubase, da noi utilizzato.

Cos'è un Software Sequencer?

Nel campo della musica il sequencer è un dispositivo, hardware o software, che permette di creare e riprodurre delle sequenze di segnali di controllo, aventi come obbiettivo il comandare uno strumento elettronico. Negli ultimi anni i sequencer analogici non vengono più utilizzati e, grazie al protocollo MIDI, questo strumento è cambiato notevolmente al giorno d'oggi. Difatti, nell'era digitale, il sequencer è quel software che permette di registrare gli eventi audio e di gestire in simultanea tutte le tracce che compongono un progetto musicale complesso (tracking, montaggio, editing e mixing). Un sequencer deve saper gestire audio e midi e dare la possibilità di utilizzare software esterni (i VST). Ve ne sono molti di software sequencer sul mercato, sia liberi che a pagamento; come accennato nell'introduzione noi utilizzeremo un software sequencer molto noto, Cubase di casa Steinberg. Andremo a descriverlo nella prossima sezione.

Cubase

Come accennato in precedenza, Cubase (4.1) è il noto sequencer di casa Steinberg. In realtà è stato il primo software mai creato di questa tipologia, in grado di creare brani musicali in formati diversi (MIDI, WAV e AIFF ed altri), realizzato in Germania nel 1989. Appartiene alla famiglia dei Sequencer audio-midi (4.1) ed, al giorno d'oggi, è uno dei programmi maggiormente utilizzati in ambito professionale, sia come piattaforma di produzione che come piattaforma per la registrazione. Da noi è stata utilizzato l'ultima versione disponibile del programma, ossia la versione 7.5. Proponiamo un valido manuale per apprendere al meglio l'utilizzo di questo potente strumento:[Castrofino2009].



Figura 4.1: immagine rappresentante una possibile schermata di lavoro del software Cubase

4.2 Descrizione del Campionatore utilizzato

In questo paragrafo andremo a descrivere le componenti principali del campionatore virtuale Kontakt, per poi andare ad esporre il processo che ci consentirà di caricare la nostra libreria audio sul software in questione.

Breve illustrazione di Kontakt

Kontakt, come già accennato nel capitolo 1, è un campionatore virtuale di casa Native Instruments. Molti di voi, probabilmente, lo avranno già sentito nominare. Questo software si dimostra un campionatore di livello professionale, con il suo motore audio di alte prestazioni e la possibilità di utilizzare un numero pressoché infito di suoni, organizzati in librerie. Ogni strumento ed ogni suono è facilmente raggiungibile tramite il browser interno al programma (4.2), molto funzionale e di facile utilizzo. Sono presenti suoni di ogni categoria, dai sintetizzatori alle chitarre, dalle batterie acustiche ai loop hip hop, dal violino al pianoforte. Tutti gli strumenti sono in alta qualità. Kontak offre inoltre molte possibilità di modifica e di utilizzo dei suoni. Si possono editare, creare dei loop, cambiare il tempo (anche di gruppo, per sincronizzare diversi strumenti), l'intonazione e altro ancora attraverso l'utilizzo del Wave Editor (4.5). Con esso si può modificare con precisione ogni parametro dei sample audio e rifinire il suono con i 19 effetti presenti, come ad esempio il reverbero , ed anche aggiungere il surround per produzioni cinematografiche. Inoltre, ogni categoria ha un suo aspetto grafico ben definito, così è possibile passare da una categoria all'altra senza problemi. Possiamo quindi ben capire poichè Kontakt rappresenta, anche tutt'ora, uno dei campionatori virtuali più potenti ed utilizzati.

Caricamento Della Libreria Audio su Kontakt

In questa sezione andremo a descrivere il processo che ci permetterà di riprodurre la nostra libreria audio attraverso l'utilizzo del software Kontakt.

Come primo passaggio apriamo il nostro campionatore, selezionandolo dal menù VST. Proponiamo un'immagine della schermata iniziale:



Figura 4.2: Schermata iniziale del campionatore Kontakt

Cliccando due volte con il mouse sulla schermata di destra, all'interno del riquadro nero, andiamo a creare un nuovo strumento (4.3), attraverso il quale riprodurremo i suoni.

Multi Rack - New (default)	↓ 01-16 17-32 33-48 49-64
SIFFI'S LIBRARY	

Figura 4.3: lo strumento BIFFI'S LIBRARY

Creato il nostro dispositivo, al quale abbiamo dato il nome BIFFI'S LIBRARY, carichiamo i campioni della libreria audio. Per fare ciò è necessario comunicare al campionatore quali campioni vogliamo caricare, selezionandoli dal menu Files (4.4).

Raggruppati i nostri campioni all'interno di una stessa cartella, clicchiamo sulla voce mapping editor (4.5), presente sullo strumento da noi creato.

Come possiamo notare dall'immagine, Kontakt permette, attraverso un rapido processo grafico, di mappare la nostra tastiera MIDI, collocando i sample in corrispondenza dei differenti tasti della pianola virtuale.

Per fare ciò sarà semplicemente necessario trascinare con il mouse il campione e deporlo all'interno della pianola virtuale, in corrispondenza della nota da noi desiderata. In questo modo potremo riprodurre i nostri campioni attraverso una tastiera MIDI esterna, sfruttando le enormi



Figura 4.4: Schermata del menù files



Figura 4.5: Schermata rappresentante la fase di mapping editor

potenzialità di questo software. Proponiamo un'immagine del campionatore, dopo aver concluso la fase di mappatura:

*	BIFFI'S LI Output: st. 1 Milli Chi DAL 1	BRARY - -	8 Voices D Memory	0 Max: 31 : 13.63 MB	< + + 2 			
lastrument compty Bygess Preset •	Optices >	Oreap Edite		Mapping Edits	r 🗿 (Uasel) orna	ldter 🛛 🔊	Script Editor	
Edit C Mapping Editor	Edil Select Zane	• 0 •••••	+ Buts	()) ()) ()) ())	D-af Sele Zee Scripte: Fer7.aas	i) Selected Gro	upo enig <mark>(Auto</mark>	at Orp 🖂
K.Hogel	84 - 84					00 d5 Pani		0.00 11
Source			Tute	Traine			[]]][eł	- 4
Preset ·	MDE detaut)	Reverse	HOE standard			

Figura 4.6: Esempio di Mapping Editor

Abbiamo deciso di mappare i suoni evitando l'utilizzo dei pulsanti neri della tastiera; questo poichè, sfruttando i soli tasti bianchi, sarà più semplice utilizzare la nostra pianola virtuale come una vera e propria batteria, componendo così patterns ritmici con maggiore agevolezza, anche in

tempo reale.

Più precisamente, abbiamo organizzato i nostri campioni dividendoli in 4 differenti aree, ciascuna per ogni famiglia di suoni appartenenti alla nostra libreria, secondo le seguneti modalità:

- 1. ai suoni appartenenti alla famiglia Scrape, è stata assegnata l'area che va da C0 a G0;
- 2. ai suoni appartenenti alla famiglia Clack, è stata assegnata l'area che va da C1 a D2;
- 3. ai suoni appartenenti alla famiglia Tom, è stata assegnata l'area che va da C3 a G3;
- 4. ai suoni appartenenti alla famiglia Fx, è stata assegnata l'area che va da C4 a F5.

Vediamo un'immagine della tastiera virtuale, conclusa la fase di mappatura:



Figura 4.7: Immagine della tastiera opportunamente mappata

Come ultima operazione siamo andati ad editare i nostri campioni in modo da impostare l'inizio di riproduzione del nostro file nel punto corretto, ossia dove comincia il vero e proprio segnale. Per raggiungere l'obbiettivo è sufficiente accedere alla sezione del campionatore denominata Wave Editor (4.8), attraverso la quale sarà possibile impostare quanto appena spiegato.

Editor	ม เป็น (สารก	********			EXT. Editor	
Sample: clack=6.wau	S.Start:	3171 S. Mod:	88200 S.End:	88200 Fmt	44100 24 Len:	2.00s
0.0ms	0.5s	1.0s		1.5:		
- गर						
s						E +
	······			_		÷
() Sample Loop () Synt	c / Slice Zone E	nvelopes San	nple Editor	Grid	Fix Auto	P

Figura 4.8: Immagine della fase di editing finale

Oltre alla nostra libreria, ne utilizzeremo di altre, presenti in vendita sulla rete. Analizzeremo questo aspetto più in specifico nella sezione 4.3.

Conclusa la mappatura della tastiera virtuale, rimane l'ultima fase del nostro elaborato, ossia la scrittura della composizione musicale finale, utilizzando il campionatore Kontakt da noi appena impostato.

4.3 Analisi della Composizione Musicale

In questa ultima sezione andremo ad analizzare, dal punto di vista tecnico e pratico, la composizione musicale finale.

Analisi Tecnica

Come brevemente anticipato a inizio capitolo, la produzione musicale rappresenta il prodotto artistico finale di un percorso tecnico che ci ha permesso di produrre una nostra raccolta di suoni ed un nostro campionatore. In particolare porremo l'attenzione su come utilizzare i nostri sample, ottenuti attravero il processo di editing (vedi capitolo 2) all'interno di un brano musicale. L'intento è quello di andare a comporre una possibile colonna sonora di un trailer, ossia un breve filmato promozionale di un film di prossima uscita. Abbiamo seguito questo stile poiché permette l'utilizzo di sonorità molto particolari, come quelle da noi ottenute, e, inoltre, rappresenta un esempio valido per un possibile sviluppo lavorativo futuro in quanto il mercato musicale legato alle produzioni cinematografiche è uno dei pochi ancora fiorente.

Analisi Pratica

Quest'ultima sezione dell'elaborato è dedicata all'analisi tecnica della composizione musicale. Abbiamo deciso di eseguire questo ulteriore processo principalmente per voler dimostrare la versatilità della libreria da noi creata e la sua applicazione in un contesto pratico. Come già accennato l'intenzione è che quella di andare a creare la colonna sonora di un trailer cinematografico; abbiamo scelto questo campo in quanto rappresenta uno dei mercati più fiorenti legati alla professione di compositore musicale ed inoltre rappresenta un genere stereotipato, facile da riconoscere.

Come per l'analisi della fase di editing non andremo a descrivere nello specifico tutti i passaggi legati a questa fase, ma descriveremo gli strumenti utilizzati.

All'interno del componimento utilizzeremo esclusivamente suoni campionati; in particolare adoperemo:

- 1. delle librerie audio di Kontakt, più precisamente:
 - a) una libreria denominata Evolve Mutation (4.9);
 - b) una libreria denominata Aeon (4.9);
 - c) una libreria denominata Synphobia (4.9);
- 2. la libreria creata da noi (vedi capitolo 2), che riprodurremo attraverso il campionatore Kontakt, grazie al processo portato a termine nel paragrafo 4.2;
- 3. un secondo campionatore denominato Bfd ([16]), utilizzato per creare la linea di batteria;
- 4. 5 campioni riprodotti autonomamente.



Figura 4.9: Immagine raffigurante le differenti librerie utilizzate

Attraverso la combinazione di questi strumenti siamo andati così a creare il brano musicale. Proponiamo un'immagine rappresentante la scrittura della composizione, sfruttando le potenzialità del software Cubase:



Figura 4.10: immagine raffigurante la stesura del brano

Una volta terminata la stesura del testo l'ultima passaggio consiste nel migliorare la qualità sonora del prodotto. Questo avviene attraverso una fase di missaggio ed una di mastering. Nel primo stadio si vanno a regolare i volumi di ogni singola traccia, attraverso l'utilizzo di un mixer digitale (4.11), mentre nel secondo ed ultimo stadio si va a trattare il suono proveniente dalla traccia Master attraverso l'utilizzo di due strumenti: un equalizzatore (4.12) ed un compressore (4.13). Possono essere inclusi ulteriori strumenti all'interno della catena per migliorare ulteriormente il risultato finale ([Gibson2005]).

Ascoltando la composizione finale è possibile notare come siano stati adottati i campioni della nostra libreria; in particolare ci permette di riflettere come suoni così originali, come quelli da noi ottenuti, possano trovare un ruolo importante anche se secondario in un brano di questo genere, mettendo così in mostra la grande versatilità della tecnica compositiva odierna basata sull'utilizzo di suoni registrati.



Figura 4.11: il mixer digitale di Cubase



Figura 4.12: immagine raffigurante l'equalizzatore utilizzato in fase di mastering



Figura 4.13: immagine raffigurante il compressore utilizzato in fase di mastering

Conclusioni

Siamo così giunti alle conclusioni di questo percorso. Attraverso questo elaborato è stato possibile comprendere come, grazie alle tecnologie digitali attuali, il mondo della musica, sia dal punto di vista tecnico che compositivo, sia cambiato radicalmente. Grazie ad un semplice computer è stato possibile portare a termine tutti gli obbiettivi preposti, ossia la creazione di una libreria audio (capitolo 2), di un campionatore digitale (capitolo 3) e di una composizione musicale (capitolo 4). Apprendendo i concetti teorici è possibile, attraverso la pratica, raggiungere livelli qualitativi molto elevati, al pari di quelli ottenibili attraverso costosi macchinari analogici. In questa realtà di notevole cambiamento l'informatico musicale si pone in una posizione di notevole importanza poiché è colui in grado sia di gestire la maggior parte dei software che il mercato propone, sia di crearne di nuovi attraverso l'utilizzo di linguaggi di programmazione. Anche questo difficile compito è stato reso più semplice e intuitivo grazie alla nascita di linguaggi di programmazioni più accessibili, come la programmazione ad oggetti grafici utilizzata da Max/Msp.

Tutte e tre le fasi appartengono a sezioni di mercato in grande espansione:

- la creazione di librerie audio, principalmente per scopi cinematografici, rappresenta un business assai fiorente al giorno d'oggi grazie anche alla possibilità di ottenere sonorità molto particolari. Per ottenere risultati di qualità professionale è necessario apprendere le tecniche di registrazione e saper gestire un software editing;
- la programmazione sicuramente è il campo che più rappresenta la nostra figura professionale. Essere in grado di creare software dedicati alla produzione musicale rappresenta un gradino fondamentale della nostra formazione tecnica ed è una figura professionale molto richiesta al giorno d'oggi.
- 3. la produzione di brani musicali è la parte maggiormente artistica e soggettiva della nostra attività lavorativa. Essere in grado di gestire i software sequencer moderni e, quindi, di creare propri brani, rappresenta un altro punto cardinale della nostra preparazione. Principalmente sono molto richieste composizioni nate come colonna sonora in produzioni cinematografiche.

Analizzando quanto appena detto possiamo affermare che quest'elaborato vuole andare a spiegare e descrivere tre importanti ambiti legati all'informatica musicale, con una maggiore attenzione al lato tecnico e di programmazione, dando una descrizione di ciasun software utilizzato e spiegandone i principali strumenti per poi, infine, ottenere un prodotto finale, dimostrando così la grande varietà di possibilità d'utilizzo di una sola libreria audio.

Bibliografia

- [Giri2013], Giri M., A. Cipriani, *Musica Elettronica e Sound Design, Teoria e Pratica con Max e Msp,* ConTempoNet editore,Vol. 1, 2013
- [Cipriani2013], Giri M., A. Cipriani,*Musica Elettronica e Sound Design, Teoria e Pratica con Max e Msp*, ConTempoNet editore,Vol. 2, 2013
- [Granata2009] ,Granata P., Arte,Estetica e nuovi Media, Fausto Lupetti Editore, 2009
- [Bruno2003], Bruno G., Convergenza Digitale: un'Analisi nel Settore Musicale, Tesi di Laurea, Università Commerciale Luigi Bocconi, 2002/2003
- [Domingo2012] , Domingo P., Digital Music Report, IFPI document
- [Nicolao2004], Nicolao U., Microfoni, il Rostro editore, 2004
- [De Marco2005], D'Ambrosio F., De Marco A., Audio Digitale: tutti i formati, i supporti, le tecniche, FAG editore, 2005
- [Leoni2005], Leoni S., Rossi Paolo A., *Manuale di Acustica e di Teoria del Suono*, Rugginenti Editore, 2005
- [Huber2007], Huber David M., Runstein Robert E., *Manuale della Registrazione sonora*, Hoepli Editore, 2007
- [Canazza], Canazza S., Restauro Materiale Audio, Csc Editore
- [Tonelli2007], Tonelli P., Audio Editing.Principi teorici ed esercitazioni pratiche, Rugginenti Editore, 2007
- [Cariolaro2005], Cariolaro G., Pierobon G., Calvagno G., Segnali e Sistemi, McGraw-Hill Companies Editore, 2005
- [Marotta1999], Marotta P., Introduzione alla Programmazione orientata agli Oggetti, disponibile presso http://www.programmazione.it, 1999
- [Zannoli92], Zannoli S., Oscilloscopio Digitale e Analogico, Elettronica Oggi editore, 1992

[Gibson 2005], Gibson D., The Art of Mixing, Artistpro Editore, 2005

- [Castrofino2009], Castrofino N., Gioffrè B., *Steinberg Cubase.La Grande Guida*, Mondadori Informatica Editore, 2009
- [Bianchini2011], Bianchini R., Cipriani A., Il Suono Virtuale-teoria e pratica con Csound, conTempoNet Editore, 2011
- [Citterio2002], Citterio M., Note su alcuni aspetti degli strumenti di acquisizione di dati sismici, Università degli studi di Milano, 2002

Siti consultati

- [1] http://it.wikipedia.org/wiki/Hans_Zimmer
- [2] http://it.wikipedia.org/wiki/Mastering
- [3] http://it.wikipedia.org/wiki/Missaggio
- [4] http://it.wikipedia.org/wiki/Filtro_Butterworth
- [5] http://it.wikipedia.org/wiki/Campionatore
- [6] http://it.wikipedia.org/wiki/Scheda_audio
- [7] http://www.musicradar.com/tuition/tech/the-10-best-software-samplers-in-the-world-today-36
 1
- [8] http://www.thesoundmaster.it/corso/schede/scheda16.php
- [9] http://www.musicaebatteria.it/quale-legno-per-la-batteria-acustica.php
- [10] https://soundcloud.com/soundiron/bamboo-stick-ensemble-demo-1
- [11] http://bluemic.com/bluebird/
- [12] http://www.steinberg.net/en/shop/buy_product/product/ ur28m-usb-audio-interface.html
- [13] http://audacity.sourceforge.net/help/documentation?lang=it
- [14] http://www.fabfilter.com/products/pro-q-equalizer-plug-in
- [15] http://cycling74.com/
- [16] http://www.fxpansion.com/index.php?page=53