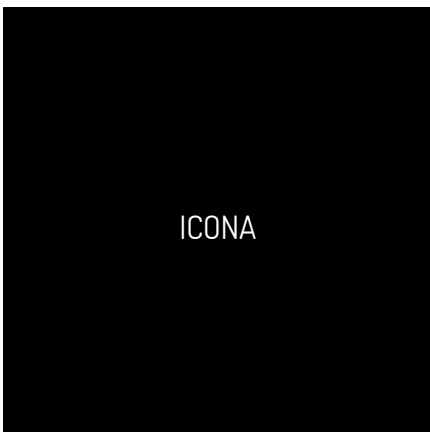


## 03 Reliable Drum Machine

Con l'intento di ipotizzare un rapporto di simbiosi e fiducia che si instaura durante i processi di produzione creativa tra la macchina ed il suo utilizzatore il progetto *Reliable Drum Machine* è uno strumento che affianca il musicista durante la performance e che, analizzando i suoni prodotti, elabora in diretta pattern sonori che vengono convertiti in output fisici.

**Daniele Cappai**



#DrumMachine  
#MachineLearning  
#Performance  
#Drum  
#Sound

[github.com/fupete](https://github.com/fupete)  
[fupete.com](https://fupete.com)  
[gino.magenta.it](https://gino.magenta.it)

**a destra**  
copertina, didascalia della  
foto/immagine scelta per  
rappresentare il progetto



# Introduzione

Gli esseri umani trascorrono la propria vita affidandosi completamente alle macchine di cui si circondano.

La sfiducia nei confronti della tecnologia sembra essere un ricordo lontano e i futuri distopici degli autori fantascientifici pare non arrivino mai. I robot rispondono sempre più con espressioni e gesti emotivi corretti, e con appropriate frasi di conversazione, creando così a chi ci si relaziona un'illusione di comprensione, simpatia e perfino empatia.

Nel 1942 Asimov formulò le tre leggi della robotica che avrebbero dovuto garantire che in nessun modo un robot potesse arrecare danno ad un essere umano.

I consigli dell'autore fantascientifico sono distanti anni luce dall'essere ascoltati, basti pensare che il Dipartimento della Difesa americano ha dichiarato che entro il 2030 i conflitti saranno combattuti quasi interamente utilizzando sistemi robotici senza pilota.

La fiducia che l'uomo ripone in maniera naturale ed involontaria nei confronti delle macchine spesso lo ha ricompensato con errori e incidenti più o meno gravi.

Non esclusivamente a causa di mal funzionamenti ma anche per un carente controllo durante quelle funzioni che vengono eseguite in maniera autonoma.

E quindi possibile creare sistemi automatizzati che lavorino affiancando l'uomo e di cui quest'ultimo si possa fidare durante un processo di produzione collaborativa?

**in alto**

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...

**in basso**

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...





# Casi studio

## Third Hand - Stelarc

### *What is*

Third Hand, come dice il nome stesso, è una protesi che aggiunge una mano al corpo dell'artista. Il progetto realizzato nel 1980 è stato portato avanti insieme ad un team di scienziati della *Waseda University* e ha visto la realizzazione di una mano che pur rispondendo agli stimoli elettrici del corpo dell'artista risulta essere completamente autonoma rispetto alle altre due.

### *How it works*

La terza mano, realizzata in alluminio, acciaio inossidabile, acrilico, lattice elettronico, elettrodi, preleva segnali elettrici EMG dai muscoli addominali e dai muscoli della gamba che, tramite un sistema di commutazione, converte in movimento. La Third Hand poteva muovere le dita, ruotare il polso, afferrare oggetti e restituire sensazioni tattili al corpo ospitante.

### *What does it means*

Stelarc con Third Hand ha provato a diffondere un nuovo concetto di protesi e un nuovo modo di considerare il corpo: ha messo in luce come il nostro organismo possa essere ricettivo e ospitale nei confronti dell'inorganico. L'artista australiano ha sostenuto e continua tutt'ora a sostenere, come nel caso di *Ear on arm*, che riprogettarsi non è solo una possibilità, ma una necessità insita nella condizione umana. I progetti protesici di Stelarc non nascono da una mancanza piuttosto accrescono o amplificano le forme e le funzioni del corpo biologico. La ricerca dell'artista non è meramente tecnologica, non mira a fornire risposte sull'utilizzo della tecnologia impiantata nel corpo umano, per dirla con le parole dell'artista: "l'arte è interessante solo quando genera più domande che risposte poiché essa dovrebbe essere un'interpretazione instabile del mondo che apre ad altre forme d'investigazione e altre scoperte, conducendoci verso direzioni totalmente inaspettate."

**in alto**

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...

**in basso**

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...





## Hit the beat - Lorenzo Bravi

### *What is*

Hit the beat è una drum machine fisica che tramite segnali midi comanda degli attuatori a solenoide.

Il progetto è stato curato da Lorenzo Bravi, docente di Basic Design all'ISIA di Urbino durante un laboratorio per bambini.

### *How it works*

Attraverso l'app per iPad Little Midi viene inviato un segnale MIDI ad Arduino. Il micro-controllore traduce il messaggio in un impulso che attiva un elettromagnete a solenoide posto sotto un box in legno. Il contenitore può essere riempito sia con oggetti fisici che con materiali di vario tipo.

### *What does it means*

Il progetto, realizzato durante un workshop per bambini, ha come scopo quello di insegnare come la tecnologia possa diventare mezzo espressivo attraverso cui modificare la percezione classica che si ha sul mondo che ci circonda.

## Anti-Drawing Machine - Soonho Kwon, Harsh Kedia e Akshat Prakash

### *What is*

Anti-Drawing Machine è un'installazione realizzata da tre studenti della *Carnegie Mellon University* che definisce come non utilitaristica e precisa la relazione che intercorre tra una macchina ed il suo utilizzatore. Quando si inizia a disegnare la macchina sposta continuamente il supporto cartaceo instaurando una relazione di collaborazione e disturbo tra essa e chi la sta adoperando.

### *How it works*

Due motori passo-passo dotati di ruote di gomma ruotano muovendo il foglio. La direzione e la velocità della traslazione è determinata attraverso l'analisi, tramite *Computer Vision*, delle immagini di una

**in alto**

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...

**in basso**

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...







telecamera che riprende il movimento che l'utente sta facendo compiere al pennarello quando disegna.

### *What does it means*

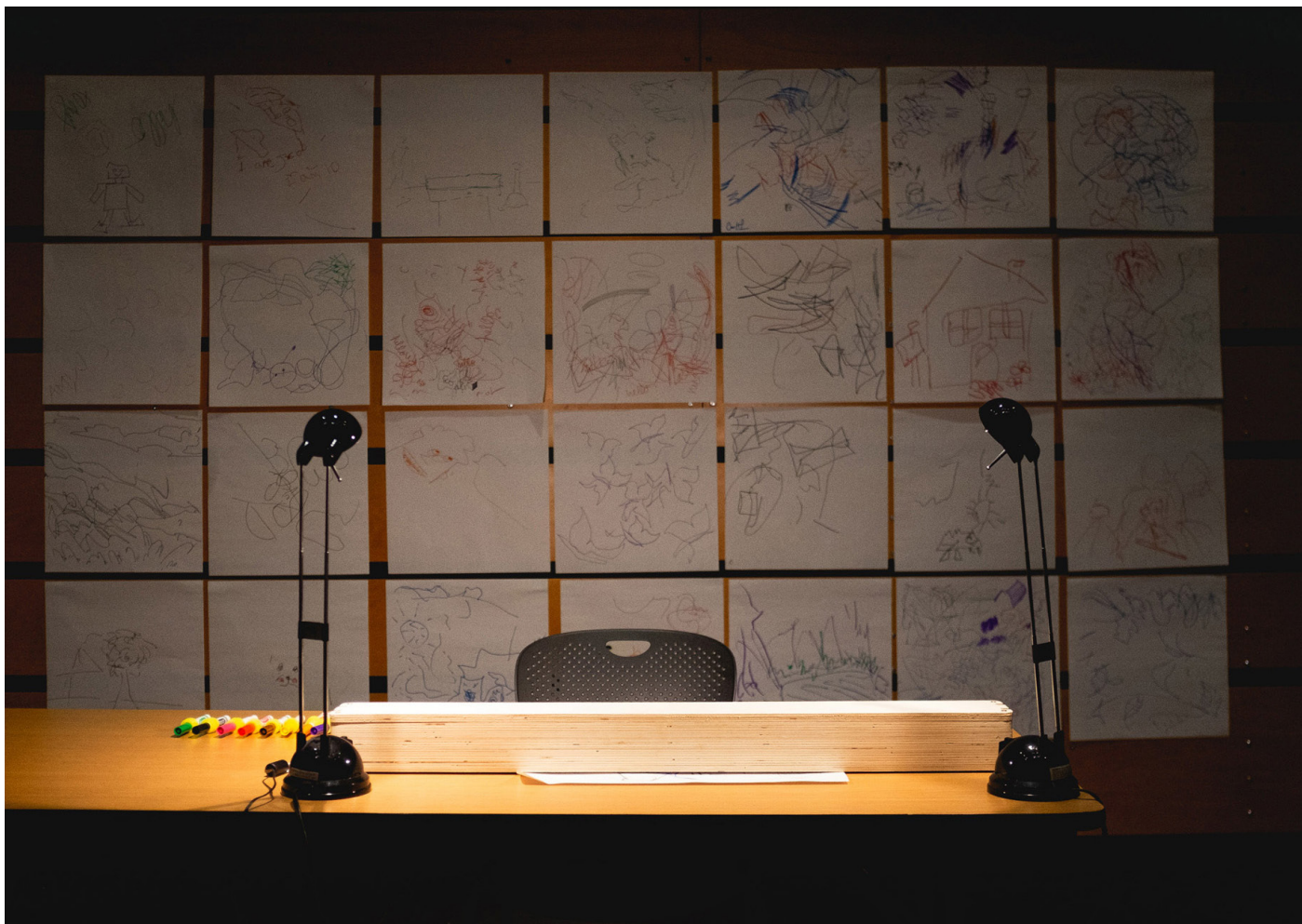
Quando si utilizza una macchina per raggiungere uno scopo che ci si prefissa si pretende da parte di quest'ultima una risposta efficiente ai nostri input. Il dispositivo dovrebbe rispondere a ciò che desidera l'utilizzatore e non interferire con quest'ultimo provocando frustrazione. Nel caso di Anti-Drawing Machine gli autori hanno provato ad invertire completamente il paradigma, realizzando una macchina che stesse al limite tra disturbo e collaborazione. Cercare di imporsi sulla macchina per realizzare il disegno che si ha in mente è al quanto inutile, ciò che risulta interessante è invece come il processo collaborativo tra uomo e computer possa cambiare un comportamento innato nell'essere umano come il disegno.

**in alto**

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...

**in basso**

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...





# Reliable Drum Machine

Durante i processi creativi l'uomo si affianca alle macchine in quanto gli consentono di svolgere funzioni complesse difficili da espletare. Spesso capita che attraverso la delega al software l'immaginazione umana viene frenata dai limiti del supporto utilizzato e l'utente si vede costretto a realizzare ciò che la macchina gli permette e non ciò che realmente desidera. L'*exploratory programming* sopperisce alle mancanze dei software in commercio, dando la possibilità al designer di mettere a punto algoritmi che realmente rispondono alle proprie esigenze e che è in grado di guidare come lui vorrebbe. Trovare il modo per cui una macchina risponda attivamente agli input, riuscendo a comprenderli e a ragionare alla stregua di un essere umano è una sfida tutt'oggi aperta. Attraverso il *machine learning* si cerca di allenare la macchina in modo tale che riesca a ricavare le norme generali che regolano i campioni con cui è stata addestrata. Per questo motivo il machine learning può risultare utile durante i processi creativi in quanto chi allena la macchina ha la possibilità di costruire un software che non solo risponda a norme prestabilite ma che abbia diretta corrispondenza nel mondo reale.

Uno dei processi creativi regolamentati è senza ombra di dubbio la musica.

Gli elementi normati come tempi, note e frequenze vengono utilizzati dal compositore per scrivere una melodia che viene poi tradotta in forma scritta. Gli strumenti sono finiti ma i risultati che si ottengono sono diversi ogni volta. Se il musicista potesse avvalersi di un algoritmo allenato a comporre musica a seconda degli input a cui viene esposto, si potrebbe creare un binomio interessante che proverebbe a rispondere alle esigenze creative di chi compone musica. La macchina e l'uomo che la utilizza avrebbero lo stesso fine e lo perseguirebbero attivamente in sincronia.

1

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...

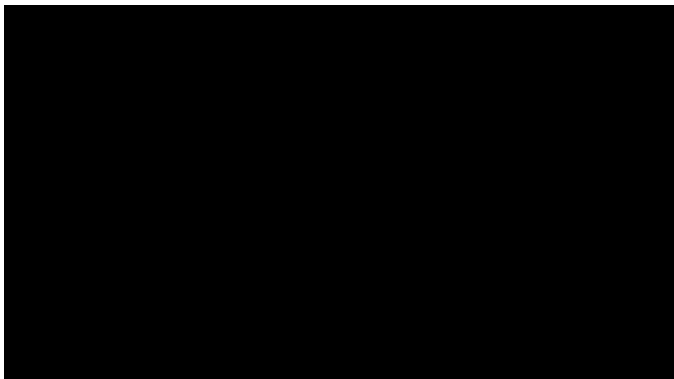
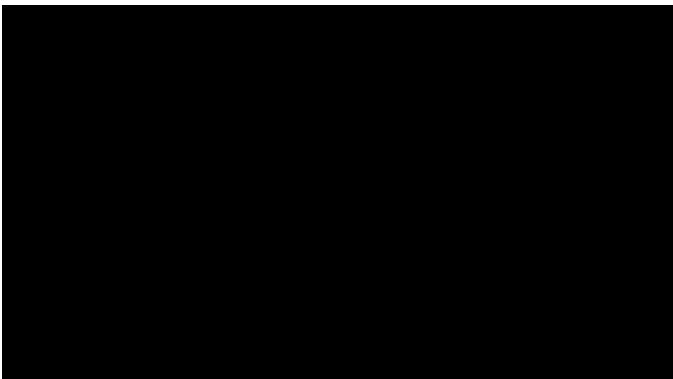
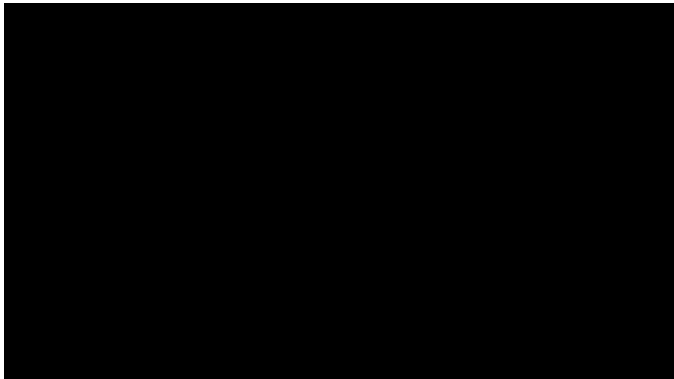
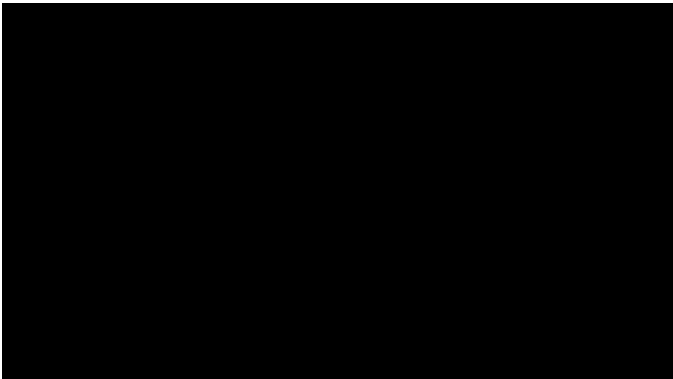
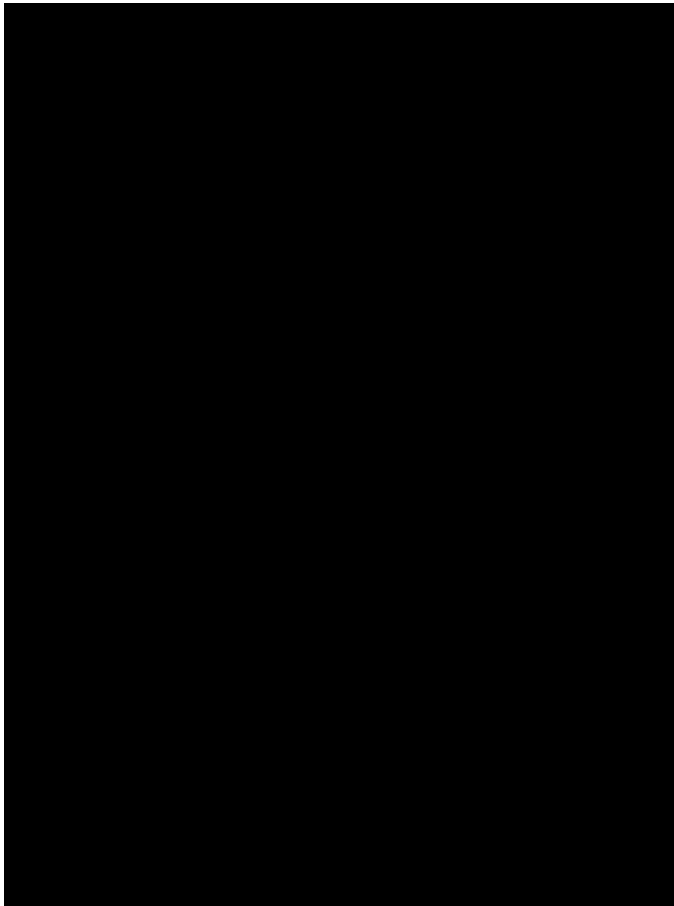
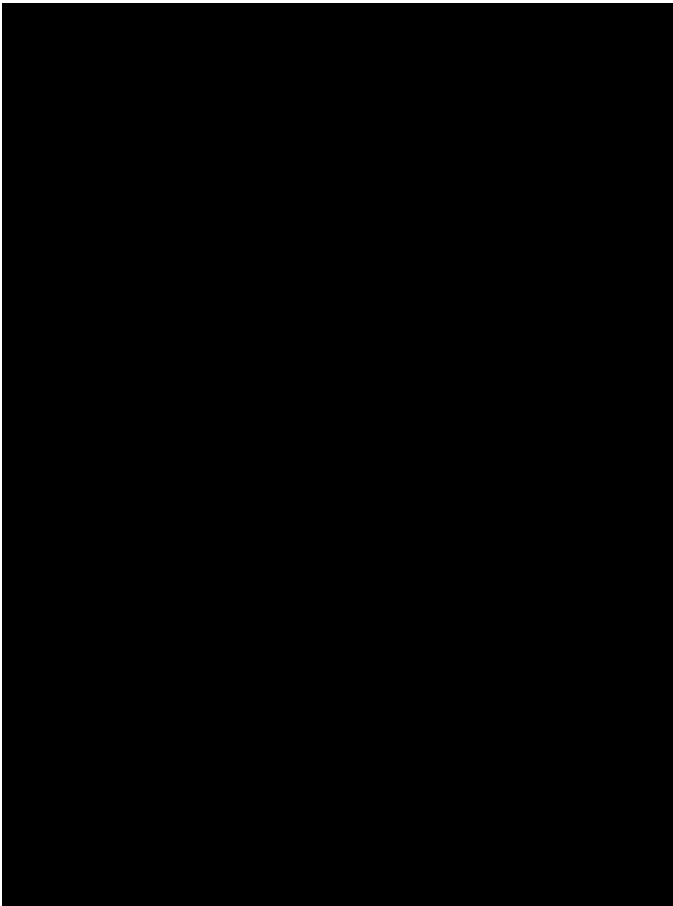
2

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...

3-6

didascalia foto gino che dice cosa  
sia, dettagli anno, misure, ...

|    |   |
|----|---|
| 1  | 2 |
| 13 | 4 |





Reliable Drum Machine è un'interfaccia audio che crea un rapporto di simbiosi con chi la utilizza. Analizzando tempi e frequenze suonate dal musicista, il software, tramite algoritmi di machine learning, compone una partitura che viene poi riprodotta fisicamente tramite degli attuatori. Per utilizzare Reliable Drum Machine si collega l'interfaccia al proprio computer, si posizionano gli attuatori e si lancia il software. Non vi è bisogno di alcuna impostazione manuale in quanto la macchina si setta correttamente a seconda dei campioni sonori analizzati microfonicamente.

*Hardware:*

- 4 Elettromagneti a solenoide
- 4 Supporti
- 1 Controller
- 1 alimentatore 12v 120W

*Software:*

- Javascript
- Wiring





# Prototipo 1

## Analisi dei suoni in ingresso

### What is

Il primo prototipo che è stato realizzato campiona i suoni in ingresso, analizza le loro frequenze e crea lo spettrogramma. Attraverso un algoritmo di *machine learning*, poi riconduce l'audio registrato al componente di batteria più simile per caratteristiche sonore. Dopo aver determinato (più o meno fedelmente) da quale strumento proviene il suono in ingresso, il software invia un segnale in output che permette di azionare un elettromagnete a solenoide.

### How it works

L'algoritmo realizzato si suddivide in tre parti:

1. Registrazione del suono in ingresso: programmata in Javascript attraverso la libreria p5.js;
2. Analisi audio: programmata in Javascript attraverso la libreria di Machine Learning Tensorflow.js e allenata attraverso uno script Python;
3. Output del segnale: programmata in Javascript attraverso la libreria p5.js e in Wiring per la parte relativa ad Arduino;

#### *Parte 1 - registrazione del suono in ingresso:*

Attraverso l'oggetto p5.AudioIn della libreria p5.Sound si registrano i segnali audio provenienti dall'ingresso microfonico del computer.

#### *Parte 2 - analisi audio:*

Dopo aver registrato l'audio tramite *wavesurfer.js* viene creata la forma d'onda. In simultanea, utilizzando la funzione *createSpectrogram()*, contenuta nella libreria di *Machine Learning Tensorflow.js*, si genera lo spettrogramma dell'audio in ingresso. Tramite



l'analisi dello spettrogramma la libreria *Tensorflow.js*, allenata in precedenza attraverso uno script *Python* su campioni sonori di batteria, per mezzo della funzione *classifyAudio()* riconduce l'audio in ingresso ad un componente persuasivo della batteria.

### *Parte 3 - output del segnale:*

Una volta stabilito da quale strumento proviene il suono campionato, il software, attraverso l'oggetto *serial.write* contenuto nella libreria *p5.serialport*, invia un segnale ad Arduino che, attraverso la programmazione in *Wiring* decodifica l'input e lo trasmette come output ad un elettromagnete a solenoide, permettendo a quest'ultimo di azionarsi.

### **How it fits into the project**

Il prototipo n. 1 si inserisce nella progettazione di Reliable Drum Machine come primo tassello dell'intera programmazione. L'analisi dei suoni in ingresso è infatti il passaggio iniziale che dovrà eseguire il software quando il musicista incomincia a suonare con l'interfaccia audio collegata al proprio computer. Questo primo prototipo ha due problematiche che devono essere risolte in funzione del progetto finale. La prima è legata all'analisi del campione sonoro che, ad oggi, non risulta essere precisa al 100% ma ha un certo margine d'errore. La seconda è la possibilità, fondamentale per Reliable Drum Machine, di analizzare campioni audio che non contengono un unico suono ma che sono formati da sequenze complesse. Ciò poiché Reliable Drum Machine dovrebbe svolgere l'analisi costantemente mentre l'utente sta suonando e non dovrebbe, come succede ora, essere una funzione di preset della macchina dell'audio in ingresso.





## Prototipo 2

### Drum machine fisica

#### What is

Il secondo prototipo realizzato è un algoritmo che permette all'utente di controllare una drum machine fisica realizzata tramite Arduino e elettromagneti a solenoide. Il primo passaggio che l'utilizzatore dovrà fare sarà quello di impostare il tempo a cui vuole suonare. Dopo di questa prima impostazione sono state previste tre modalità di utilizzo, la prima consiste nella generazione casuale della stringa di note da suonare, la seconda include la possibilità per l'utente di scrivere la propria sequenza e la terza è una modalità di esecuzione in live.

#### How it works

L'algoritmo realizzato si suddivide in quattro parti:

1. Generazione o scrittura della partitura: programmata in Javascript attraverso la libreria p5.js;
2. Riproduzione temporizzata dei segnali: programmata in Javascript attraverso la libreria p5.gibber;
3. Generazione grafica sulla base dei segnali in riproduzione: programmata in Javascript attraverso la libreria p5.js;
4. Output del segnale: programmata in Javascript attraverso la libreria p5.js e in Wiring per la parte relativa ad Arduino;

#### *Parte 1 - Generazione o scrittura della partitura:*

L'intero software è stato dotato di un'interfaccia grafica attraverso la libreria *uil.js*. Attraverso quest'ultima l'utente ha la possibilità di scegliere fra tre tipologie di creazione della partitura, tutte





programmate in Javascript attraverso la libreria *p5.js*. La prima possibilità consiste nella generazione casuale della partitura, estraendo le note da un array. La seconda modalità permette all'utente di scrivere la partitura che poi l'algoritmo andrà a riprodurre. La terza tipologia non consiste propriamente nella creazione di una partitura ma consente all'utilizzatore di poter suonare in live.

#### *Parte 2 - Riproduzione temporizzata dei segnali:*

Attraverso l'oggetto *EDrums* della libreria *p5.gibber* si mettono in riproduzione quattro segnali corrispondenti ad altrettanti componenti di una batteria. La temporizzazione in bpm avviene tramite l'oggetto *Clock.rate* e ad una conversione effettuata tramite una proporzione. La lunghezza della partitura è invece impostata attraverso l'oggetto *Clock.timeSignature*.

#### *Parte 3 - Generazione grafica sulla base dei segnali in riproduzione:*

Per rendere migliore la fruizione del prototipo da parte dell'utilizzatore si è programmata attraverso la libreria Javascript *p5.js* una grafica generativa, basata sui principi dell'algoritmo *10print* (primo algoritmo di grafica generativa) che visualizza a schermo la sequenza degli strumenti riprodotti e variandola nella dimensione in base alla velocità del brano.

#### *Parte 4 - Output del segnale:*

Il software, attraverso l'oggetto *serial.write* contenuto nella libreria *p5.serialport*, invia il segnale dello strumento in riproduzione ad Arduino che, attraverso la programmazione in Wiring decodifica l'input e lo trasmette come output ad un elettromagnete a solenoide, permettendo a quest'ultimo di azionarsi.

### **How it fits into the project**

Il secondo prototipo è, idealmente, l'algoritmo contenuto nella parte terminale del progetto Reliable Drum Machine, infatti la riproduzione temporizzata è il passaggio conclusivo dell'intero



codice. Non potrebbe essere diversamente nella creazione di una drum machine fisica che reagisce in maniera “intelligente” agli input dell’utente. L’unica problematica che presenta questo algoritmo è il limite degli strumenti che si possono mettere in riproduzione, infatti l’oggetto *EDrums* della libreria *p5.gibber* ha come limite quattro segnali che, nella versione definitiva del progetto, dovrebbero diventare almeno il doppio.



