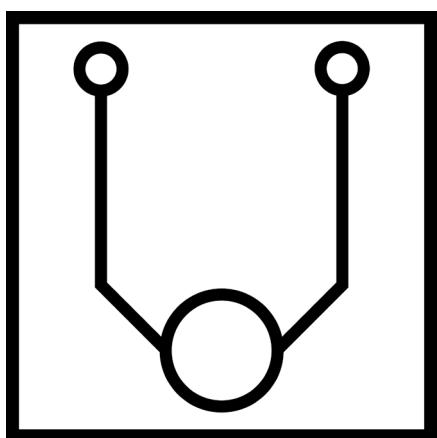


03 Reliable Drum Machine

Immaginando un rapporto di simbiosi e fiducia tra la macchina ed il suo utilizzatore durante i processi di produzione creativa, il progetto è uno strumento performativo live che affianca il batterista durante l'esibizione.

Reliable Drum Machine è un “batterista virtuale” intelligente basato su algoritmi di *Machine Learning*, che, analizzando i suoni prodotti, elabora in diretta pattern sonori che riproduce condividendo lo strumento con il musicista in carne ed ossa andando così a potenziare l'esperienza di quest'ultimo.

Daniele Cappai



#DrumMachine
#MachineLearning
#Performance
#Drum
#Sound

github.com/Dani-CA
instagram.com/d.cappai

a destra

2014 - Nigel Stanford
Cymatics: Science Vs Music



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, rispondendo sempre più frequentemente con espressioni e gesti che si avvicinano a quelli umani, contribuiscono a creare, nelle persone con cui si relazionano, un'illusione di comprensione, simpatia e perfino empatia.

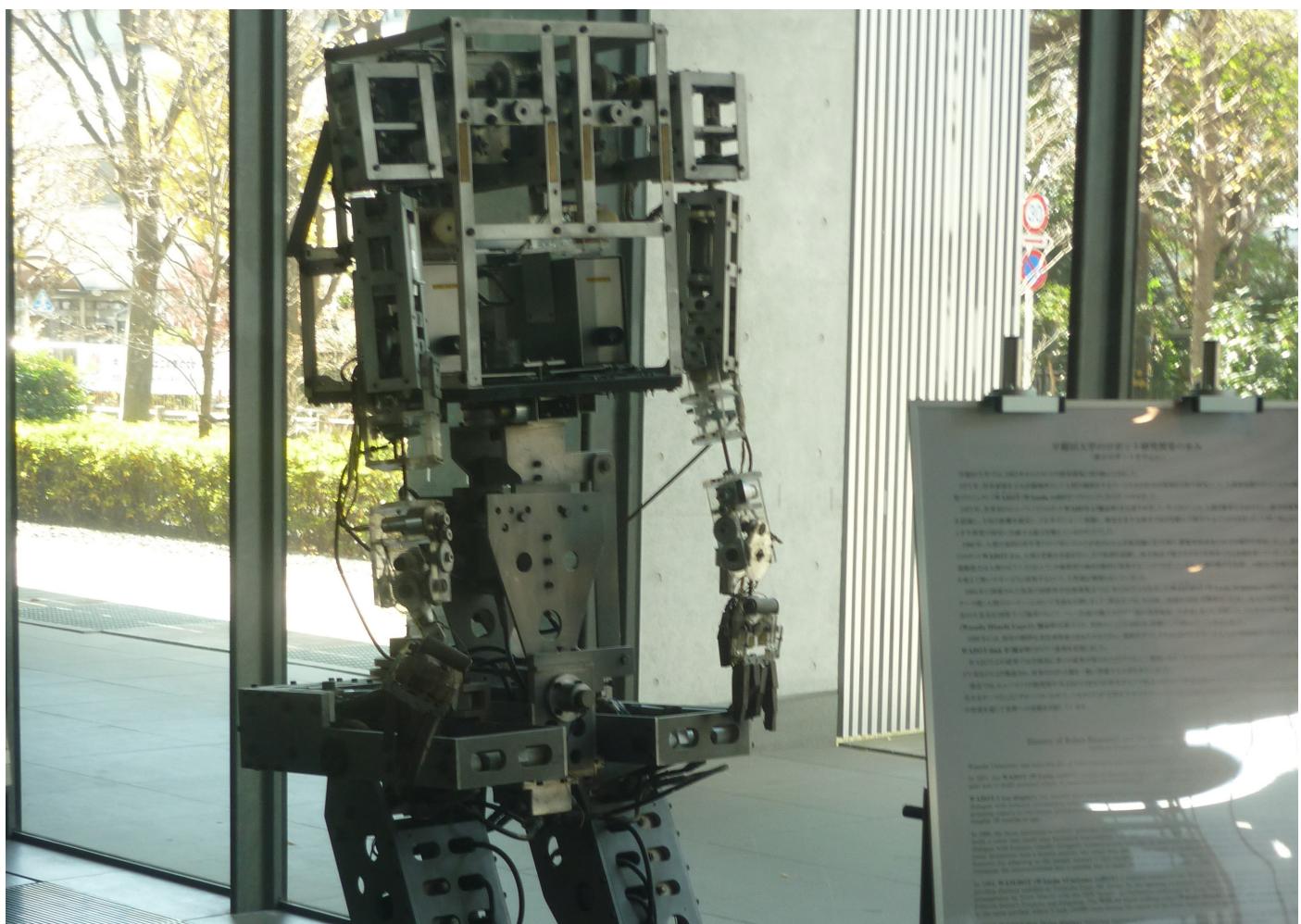
Nel 1942 Asimov formulò le tre leggi della robotica che avrebbero dovuto garantire che in nessun modo un robot potesse arrecare danno ad un essere umano. I consigli dell'autore fantascientifico sono distanti anni luce dall'essere ascoltati, basti pensare che il Dipartimento della Difesa americano ha 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 o più spesso a causa di una progettazione foriera di bias. E quindi possibile creare sistemi automatizzati che lavorino affiancando l'uomo e di cui quest'ultimo si possa fidare durante i processi di produzione creativa dal vivo?

in alto

2014 - Progress OAO NITI
Platform-M - combat robot

in basso

1972 - Waseda University
WABOT 1 - first humanoid robot



Casi studio

Third Hand - Stelarc - 1980

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.

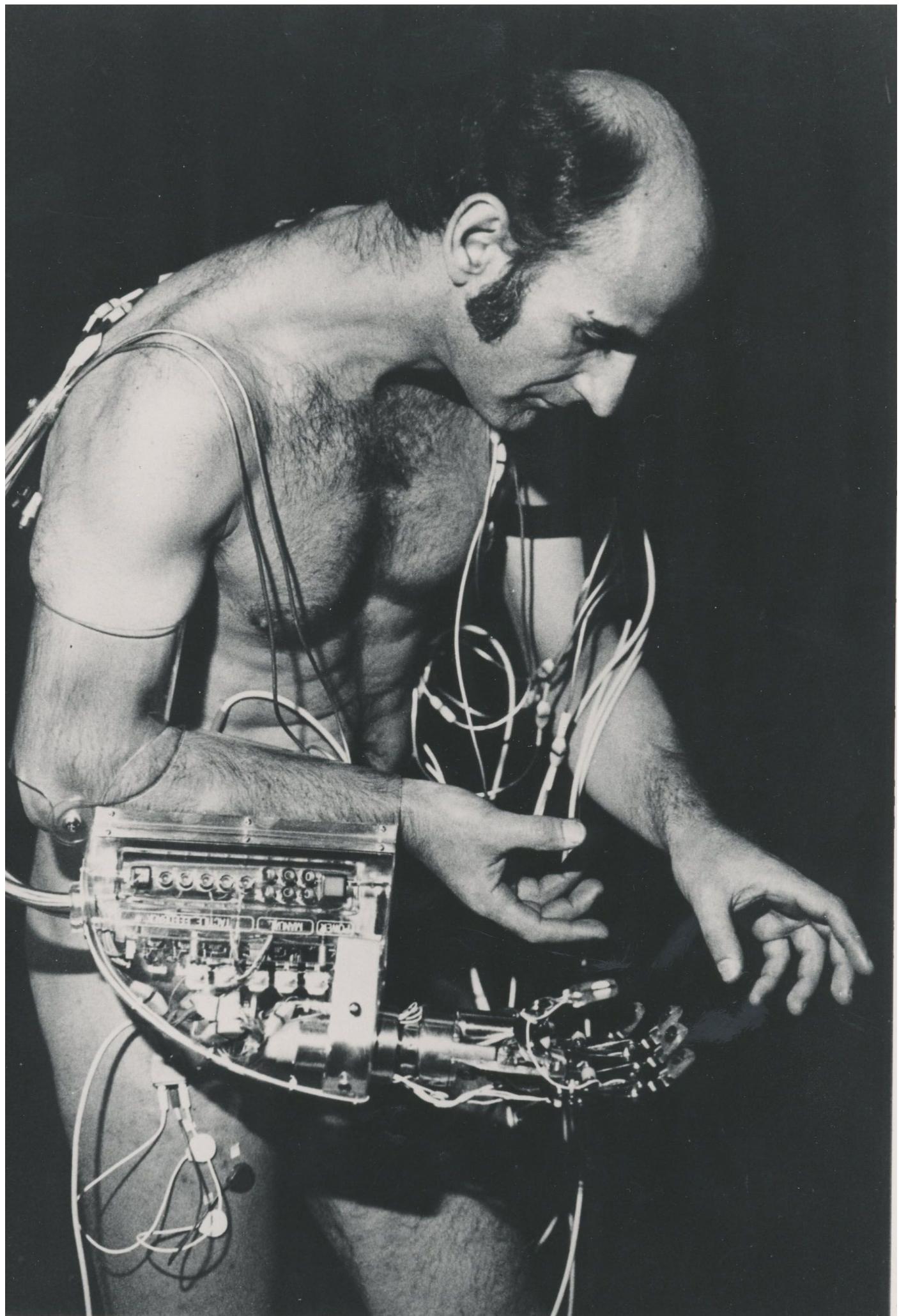
How it works

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,

a destra
1980 - Stelarc
Third Hand



conducendoci verso direzioni totalmente inaspettate.”.

Why it's important for my project

Stelarc come artista ma soprattutto come uomo ha passato la vita ad indagare e sperimentare il rapporto che intercorre tra il corpo umano e la tecnologia, vista non come modo per sopperire ad una mancanza ma come mezzo per amplificare il proprio fisico. Il principio che mi ha portato a progettare *Reliable Drum Machine* è il medesimo, la macchina non sopperisce alle esigenze del musicista ma ne amplia le possibilità.

Hit the beat - Lorenzo Bravi - 2014

What is

Hit the beat è una *drum machine* fisica che tramite segnali midi controlla 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.

Why it's important for my project

Del progetto di Lorenzo Bravi è stato studiato e analizzato l'*hardware*. Si è scelto di utilizzare per *Reliable Drum Machine* il medesimo meccanismo che traduce i segnali in ingresso in output fisici tramite elettromagneti a solenoide.

in alto
2014 - Lorenzo Bravi
Hit the beat

in basso
2014 - Lorenzo Bravi
Hit the beat



Anti-Drawing Machine - Soonho Kwon, Harsh Kedia e Akshat Prakash - 2018

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

What does it means

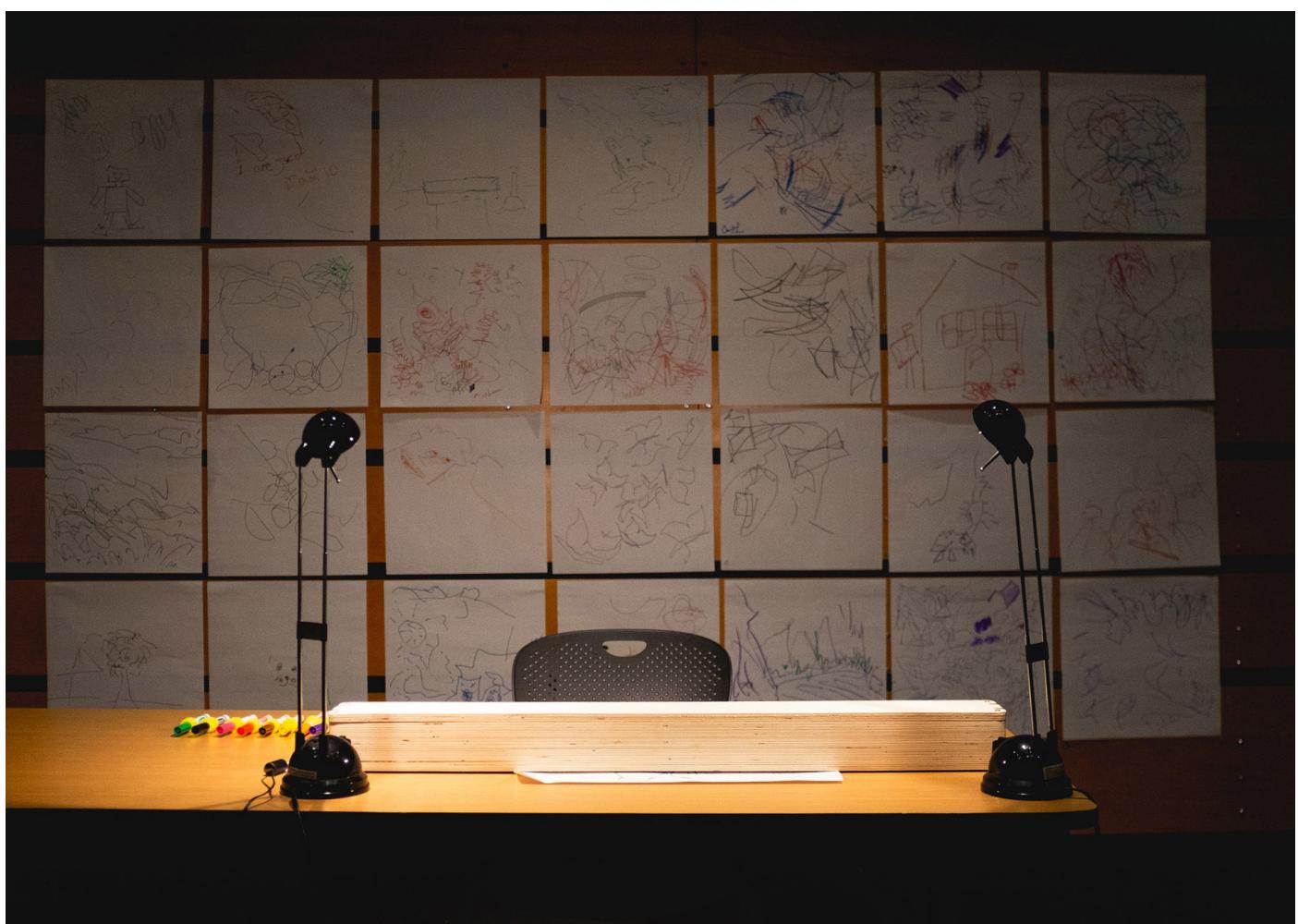
Quando si utilizza una macchina per raggiungere uno scopo che ci si prefissa si pretende da parte di quest'ultima una risposta efficiente ai nostri input. Il dispositivo dovrebbe rispondere a ciò che desidera l'utilizzatore e non interferire con quest'ultimo provocando frustrazione. Nel caso di *Anti-Drawing 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

2018 - Soonho Kwon,
Harsh Kedia e Akshat Prakash
Anti-Drawing Machinet

in basso

2018 - Soonho Kwon,
Harsh Kedia e Akshat Prakash
Anti-Drawing Machine



Why it's important for my project

In *Anti-Drawing Machine* l'aspetto analizzato è il rapporto che si viene a creare tra la macchina ed il suo utilizzatore. Se l'utente cerca di piegare la macchina alla sua volontà il risultato ottenuto sarà poco soddisfacente, solo creando un rapporto di simbiosi con l'installazione chi disegna riuscirà a raggiungere un effetto positivo. La macchina non deve essere considerata come elemento di disturbo ma come valore aggiunto.

Reliable Drum Machine

Analisi

Durante i processi creativi l'uomo utilizza le macchine per compiere funzioni complesse che non sarebbe in grado di svolgere in un tempo breve. Come riportato da Tom Perrault in un articolo uscito nell'*Harvard Business Review* nel 2016 le scienze umanistiche, come la creatività, che sono le chiavi del successo per le aziende, non possono essere sostituite dalle macchine. Spesso capita che nell'utilizzo di un *software*, a causa di una non completa padronanza dello strumento utilizzato, l'immaginazione e la creatività vengano frenate dai limiti del programma.

Personalmente reputo che il *creative coding* possa sopperire alle mancanze dei *software* in commercio, dando la possibilità ai designers di mettere a punto algoritmi che realmente rispondono alle proprie esigenze.

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*

a destra

2018 - So Kanno and
Takahiro Yamaguchi
Senseless Drawing Bot



che non solo risponda a norme prestabilite ma che abbia diretta corrispondenza nel mondo reale.

Un processo creativo soggetto ad una serie di regole è senza ombra di dubbio la musica. Gli elementi normati come, tempi, note e frequenze, vengono utilizzati dal compositore per concepire una melodia che viene poi tradotta in forma scritta. I dispositivi da utilizzare sono finiti ma i risultati che si ottengono sono diversi ogni volta. Utilizzando strumenti come *Magenta.js*, un progetto *Open Source* di ricerca che esplora il ruolo del *Machine Learning* come elemento nei processi creativi, il musicista riesce a creare un binomio interessante tra se stesso ed il *software*. Questo avviene ad esempio con *Neural Drum Machine*, un algoritmo che, attraverso l’allenamento di una rete neurale, continua un pattern sonoro composto da chi la utilizza. La macchina e l'uomo che la utilizza hanno lo stesso fine e lo perseguono attivamente in sincronia.

Progetto

Reliable Drum Machine è un’interfaccia audio che crea un rapporto di simbiosi con chi la utilizza. Il progetto, per quanto sperimentale, mira ad essere utilizzato in sala prove come durante una performance dal vivo. Il musicista ha sia la possibilità di cimentarsi nel suonare uno strumento con il doppio dei componenti, sia quella di aggiungere al proprio strumento nuovi componenti percussivi, potendo così suonare l’intero insieme degli oggetti a sua disposizione come succede in *Living Room Music* di John Cage. Il *software*, analizzando tempi e frequenze suonate dal musicista, tramite algoritmi di *Machine Learning*, compone una partitura che viene poi riprodotta fisicamente tramite degli elettromagneti a solenoide.

L’interfaccia audio *Reliable Drum Machine* è composta da un controller con otto ingressi ai quali si collegano altrettanti attuatori. Sono stati previsti otto *output* in modo tale che il “batterista virtuale” possa utilizzare

in alto

2018 - Tero Parviainen
Neural Drum Machine

in basso

1940 - John Cage
Living Room Music

Neural Drum Machine
A PEN BY CAPTAIN ANONYMOUS

Fork Settings Change View

HTML

```
<div class="progress pink">
  <div class="indeterminate white"></div>
</div>
<div class="app" style="display: none;">
  <div class="sequencer">
    <div class="steps"></div>
  </div>
  <a class="regenerate btn-floating btn-large waves-effect waves-light pink darken-2 pulse">
    <i class="material-icons">refresh</i>
  </a>
  <div class="controls">
    <div class="control">
      <a class="playpause btn-floating btn-large waves-effect waves-light blue">
```

CSS

```
html, body, .app {
  margin: 0;
  padding: 0;
  width: 100%;
  height: 100%;
```

JS (Babel)

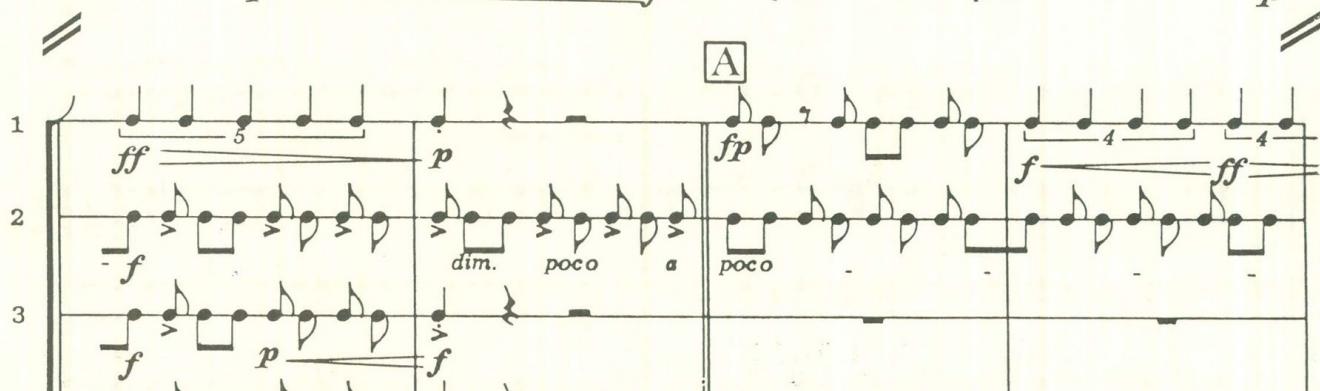
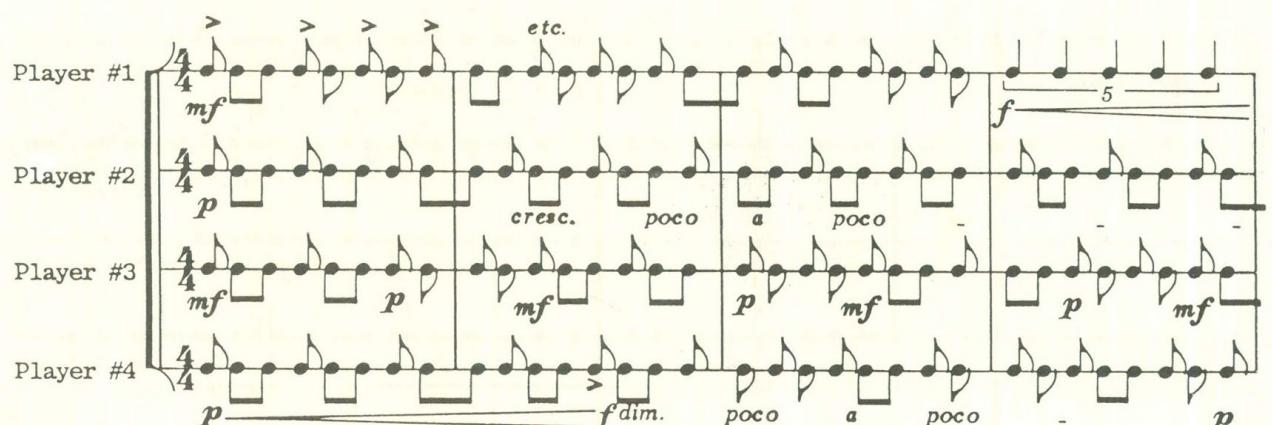
```
let loader = new dl.CheckpointLoader(
  'https://teropa.info/drums_rmn_checkpoint'
);

const DRUM_CLASSES = [
  'Kick',
  'Snare',
  'Hi-hat closed',
  'Hi-hat open',
  'Tom low',
  'Tom mid',
  'Tom high',
  'Clap',
  'Rim'
];
```

LIVING ROOM MUSIC

To Begin

JOHN CAGE



l'intera gamma di componenti di una batteria fisica. Una volta posizionati gli attuatori sulla batteria e fissati attraverso i propri supporti, si procede a collegare l'interfaccia al proprio computer. I supporti saranno di due tipi, la prima tipologia avrà un morsetto che consente al batterista di fissarli al cerchio dei tamburi, la seconda, invece, potrà essere fissata all'asta che sorregge i piatti. Al musicista non resta quindi che lanciare il *software* e iniziare a suonare. Il sistema non necessita di alcuna impostazione manuale in quanto l'algoritmo si auto-imposta e inizia a suonare attraverso l'analisi dei suoni campionati microfonicamente in tempo reale.

Prototipo 1

Analisi dei suoni in ingresso

Sketch di partenza:

Drumkit Audio Classifier by Nao Tokui

<https://codepen.io/naotokui/pen/rrGGNJ>

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.

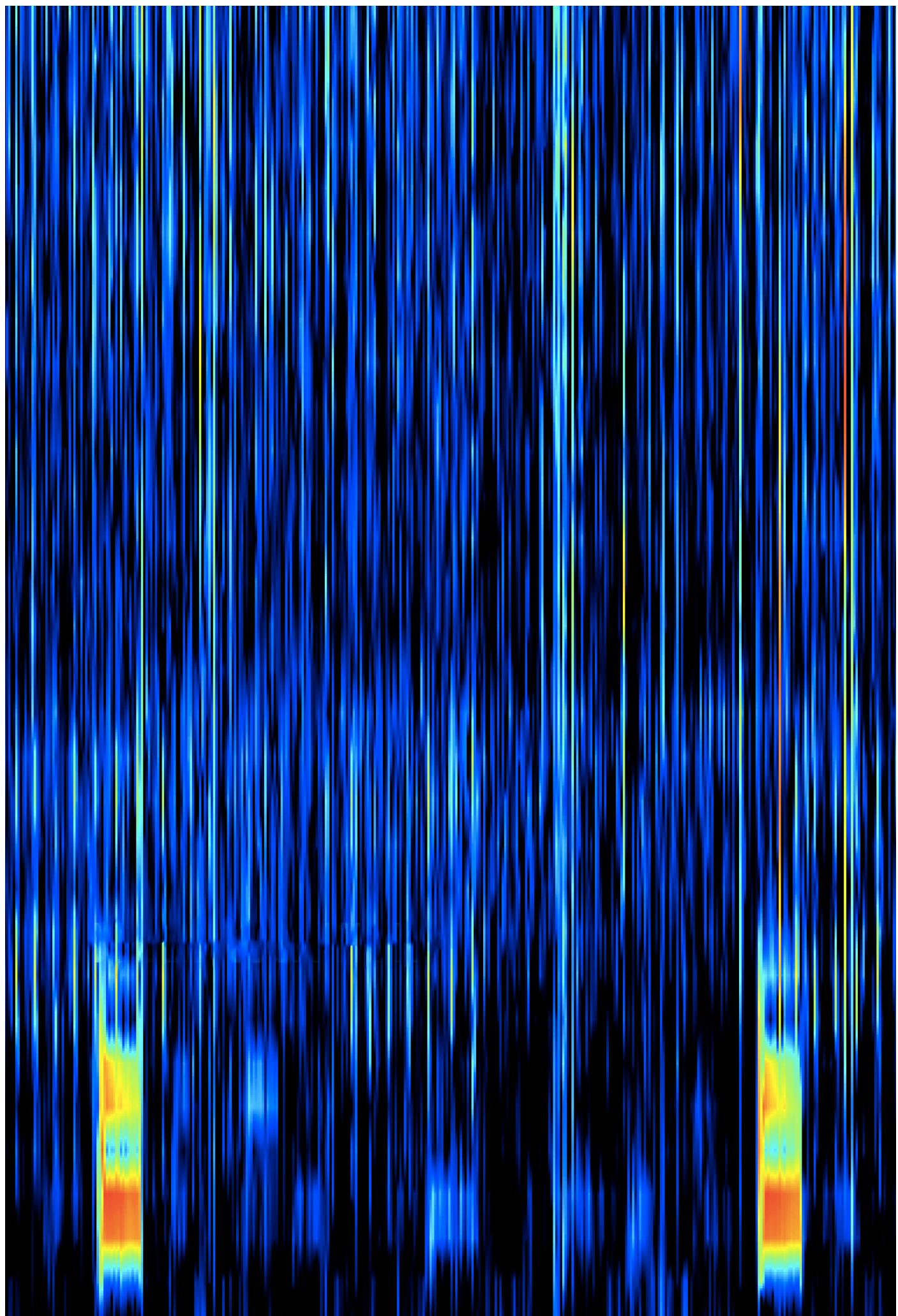
How it works

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*;

a destra

Spettrogramma audio



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.

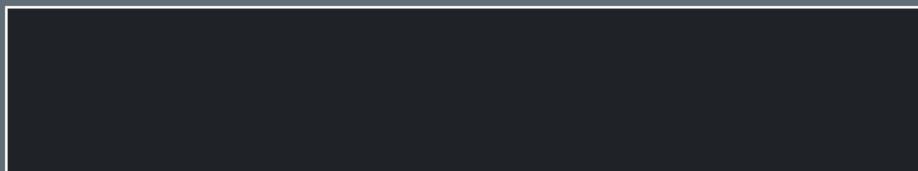
in alto
Prototipo 1
Analisi dei suoni in ingresso
Prima della registrazione
in basso
Prototipo 1
Analisi dei suoni in ingresso
Dopo la registrazione

Drum kit Audio Classifier

REC play

Classification

Waveform



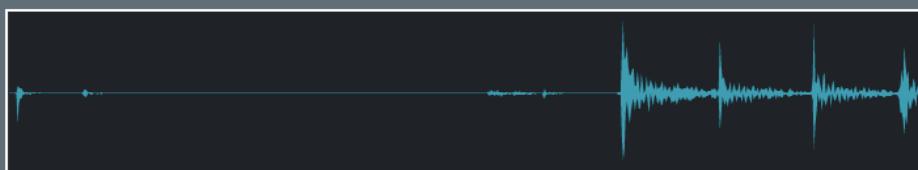
Drum kit Audio Classifier

REC play

Classification

closed hihat

Waveform



Prototipo 2

Drum machine fisica

Sketch di partenza:

Examples of p5.gibber by Charlie Roberts

<https://gibber.cc>

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 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:

Il 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

a destra

2017 - dadamachines



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 lo spartito 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

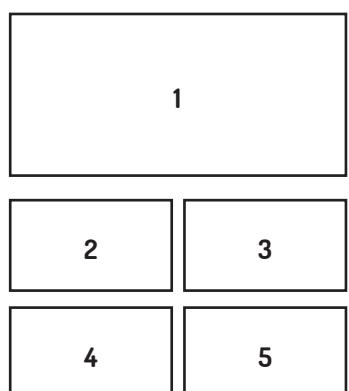
dei segnali in riproduzione:

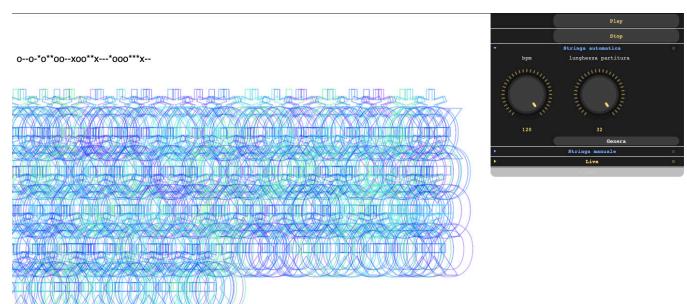
Per rendere migliore la fruizione del prototipo da parte dell’utilizzatore si è programmata attraverso la libreria *Javascript p5.js* una grafica generativa, basata sui principi dell’algoritmo *10print* (primo algoritmo di grafica generativa) che visualizza a schermo la sequenza degli strumenti riprodotti 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. L’elettromagnete, per essere posizionato correttamente, è stato dotato di un supporto che permette all’utilizzatore di collocarlo in verticale sopra l’oggetto o lo strumento da percuotere.

1	Drum Machine Fisica Controller
2-3	Drum Machine Fisica Interfaccia sul browser
4-5	Drum Machine Fisica Attuatori e supporti





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.

Conclusioni

Il progetto *Reliable Drum Machine*, come si evince dai prototipi realizzati, è tutt'altro che concluso. Sia nella parte di ricerca e analisi, sia nella parte di progettazione, rimane ancora tanto da fare per arrivare ad un progetto che risponda alle esigenze reali dei batteristi e che possa essere programmato correttamente secondo le regole che governano il suono.

Ciò che è mancato, per ragioni prettamente temporali, è stato un confronto con musicisti e fonici, sia per quanto riguarda l'analisi sonora sia per quanto riguarda la progettazione dei vari modi di utilizzo per *Reliable Drum Machine* (sala prove, performance sperimentali, concerti live ecc).

Da designer a cui interessa lavorare con il suono ma che si considera ignorante in materia, credo sia fondamentale prima di proseguire nello scrivere altre righe di codice, che il team di progettazione sia composto oltre che dalla figura del designer anche da esperti di musica e audio, sia per mettere a disposizione le proprie competenze sia perché le loro figure sono il target di riferimento di *Reliable Drum Machine*.

Sviluppi futuri

Reliable Drum Machine è concepita per essere uno strumento che affianchi un batterista/percussionista nella produzione musicale. Ciò che ritengo possa essere interessante è non circoscrivere l'impiego di un “musicista intelligente” solo in questo campo ma ampliarlo anche verso altri orizzonti musicali.

a destra
2015 - ABB
YuMi

