

## Manuale di GRAMophone v0.5.2

### PRESENTAZIONE

GRAMophone è un generatore algoritmico per la composizione musicale. La generazione della musica viene realizzata tramite l'uso di due tipi di grammatiche formali: la grammatica regolare di Chomsky (o di tipo 3) per un approccio TOP DOWN alla composizione e una versione ridotta della grammatica di Lindenmayer per un approccio BOTTOM UP.

### CONCETTI BASE DI GRAMophone

GRAMophone si basa in parte su un'idea di Jon McCormack, da cui riprende il concetto di *virtual player* (musicista virtuale). Il *player* è associato ad una traccia MIDI ed è responsabile per l'interpretazione delle istruzioni che gli vengono date, che nel caso generale significa *suonare note* (mandare messaggi MIDI). L'insieme dei *player* in GRAMophone forma l'orchestra, che esegue una *composition*.

Un qualunque numero di *player* può essere impiegato in una *composition*, anche se le caratteristiche dell'hardware potrebbero fissare una limitazione sul numero.

Generalmente ogni *player* suona un proprio strumento e ciascuno ha un insieme differente di regole.

Un singolo *player* è caratterizzato da un insieme di parametri comuni a tutta l'orchestra e/o un insieme di parametri personali.

I parametri che caratterizzano l'orchestra sono:

- il tipo di grammatica utilizzata per la generazione (Chomsky o Lindenmayer);
- il metronomo;
- la misura;
- il numero di iterazioni per il processo delle produzioni.

Le caratteristiche personali di ciascun *player* sono:

- il tipo di grammatica utilizzata per la generazione (Chomsky o

Lindenmayer);

- lo strumento suonato;
- il canale MIDI a cui è associato;
- il numero di iterazioni per il processo delle produzioni.

Le note suonate dai *player* mantengono uno stato corrente che consiste di:

- ottava
- volume
- durata
- rilascio

Queste caratteristiche possono essere controllate parametricamente tramite la dichiarazione da parte di ciascun *player* di variabili ad esse associate.

GRAMophone, infine, offre la possibilità di generare musica in maniera non deterministica, sia con la grammatica di Chomsky sia con quella di Lindenmayer.

## GUIDA A GRAMophone

### ***“Give Me A” (I”Hello, World!” di GRAMophone)***

Di seguito viene riportata la più semplice composizione algoritmica che si può generare con GRAMophone, per introdurre i concetti fondamentali. Questa composizione genera semplicemente la nota LA e viene presentata sia con il metodo di Chomsky sia con quello di Lindenmayer.

```
composition "Give Me A" of "Schroeder" {

    //this composition generates the A note with the Chomsky grammar

    grammar chomsky
    tempo 120
    time_signature 4/4
    %
    player Schroeder {
        instrument 0
        %
        @composition->A[,,,];
    }
}

composition "Give Me A" of "Schroeder" {
    //this composition generates the A note with the Lindenmayer grammar
    grammar lindenmayer
    tempo 120
    time_signature 4/4
    %
    player Schroeder {
        instrument 0
        %
        axiom->A[,,,];
    }
}
```

## LE PAROLE CHIAVE *composition* E *of*

Ogni composizione algoritmica deve iniziare con la parola chiave *composition*, a cui deve seguire una stringa (racchiusa tra doppi apici) con il nome della composizione. Di seguito è richiesta la parola chiave *of*, a cui deve seguire un'altra stringa con il copyright del brano.

## IL BLOCCO DELLA COMPOSIZIONE

Il blocco della composizione è delimitato dalle parentesi graffe. È suddiviso in tre sezioni: una sezione per la definizione dei parametri della composizione, una per la dichiarazione e la inizializzazione delle eventuali variabili globali e una sezione *orchestra*, dove si definiscono i vari *player* che “suoneranno” il pezzo. Le prime due sezioni sono separate dal simbolo %.

## LA PAROLA CHIAVE *player*

Ciascun *player* si definisce tramite la parola chiave *player*, seguita da un identificatore.

## IL BLOCCO DEL *player*

Il blocco del *player* è delimitato dalle parentesi graffe ed è diviso in tre sezioni: una sezione per la definizione dei parametri della traccia associata al *player*, una parte di dichiarazione e inizializzazione per le eventuali variabili locali del *player* e la sezione per le regole formali. Le prime due sezioni sono separate dal simbolo %.

## COMMENTI

In GRAMophone, i commenti sono *C-like*: devono iniziare con la coppia di caratteri `'/*'` e devono terminare con la coppia di caratteri `'*/'`. Fra l'asterisco e la barra non devono essere inseriti spazi. Tutto ciò che si trova tra queste coppie di

simboli verrà ignorato dal parser di GRAMophone.

È possibile definire anche intere linee di commento. Le righe di commento iniziano con il simbolo // e terminano alla fine della riga, come nel caso dei due esempi iniziali.

### **Sezione di definizione parametri della composition**

Qui si dichiarano i parametri comuni a tutti i player dell'orchestra. I parametri che possono essere dichiarati sono:

- grammar
- resolution
- iterations
- tempo
- time\_signature

Questa sezione deve terminare con il simbolo %.

#### **grammar**

Questo parametro è obbligatorio e definisce il tipo di grammatica che verrà usato per la generazione. Il tipo può essere *chomsky* o *lindenmayer*.

#### **resolution**

Questo parametro indica il numero di unità di tempo per la durata di 1/4. Se omesso, verrà usato il valore di default 480.

#### **iterations**

Questo parametro indica il numero di iterazioni per la generazione. Ha un significato differente a seconda del tipo di grammatica scelto, come verrà spiegato in seguito. Se omesso, viene utilizzato il valore di default 1.

## **tempo**

Questo parametro indica il metronomo della composizione. Se omissso, viene utilizzato il valore di default 120.

## **time\_signature**

Questo parametro indica la misura della composizione. Se omissso, viene utilizzato il valore di default 4/4.

## ***Sezione di dichiarazione variabili globali della composition***

Le variabili servono per controllare parametricamente gli attributi di una nota e verranno spiegate in seguito.

## ***Sezione di definizione parametri del player***

Qui si dichiarano i parametri personali e le variabili di ciascun player. I parametri personali che possono essere dichiarati sono:

- instrument
- channel
- iterations

Questa sezione deve terminare con il simbolo %.

## **instrument**

Questo parametro indica il tipo di strumento da far suonare al player. Gli strumenti di GRAMophone coincidono con il set di strumenti del *General MIDI*. Il range di valori accettati va da 0 a 127; ci sono quindi 128 strumenti da cui scegliere. Di seguito viene riportata una tabella con il codice e lo strumento a cui esso fa riferimento:

0	Piano
1	Brite Piano
2	HammerPiano
3	Honkey Tonk
4	New Tines
5	Digital Piano
6	Harpsichord
7	Clavi
8	Celesta
9	Glocken
10	Music Box
11	Vibes
12	Marimba
13	Xylophon
14	Tubular Bell
15	Santur
16	Full Organ
17	Percussive Organ
18	BX-3 Organ
19	Church Organ
20	Positive
21	Musette
22	Harmonica
23	Tango
24	Classic Guitar
25	Acoustic Guitar
26	Jazz Guitar
27	Clean Guitar
28	Mute Guitar
29	Overdrive Guitar
30	Distorted Guitar
31	Harmonics
32	Jazz Bass
33	Deep Bass
34	Pick Bass
35	Fretless Bass
36	Slap Bass 1
37	Slap Bass 2
38	Syntethized Bass 1
39	Syntethized Bass 2
40	Violin
41	Viola
42	Cello
43	Contra Bass
44	Tremolo String

45	Pizzicato
46	Harp
47	Timpani
48	Marcato
49	Slow String
50	Analog Pad
51	String Pad
52	Choir
53	Doo Voice
54	Voices
55	Orchestra Hit
56	Trumpet
57	Trombone
58	Tuba
59	Mute Trumpet
60	French Horn
61	Brass Section
62	Synthetized Brass 1
63	Synthetized Brass 2
64	Soprano Sax
65	Alto Sax
66	Tenor Sax
67	Baritone Sax
68	Sweet Oboe
69	English Horn
70	Bassoon Oboe
71	Clarinet
72	Piccolo
73	Flute
74	Recorder
75	Pan Flute
76	Bottle
77	Shakhukuhachi
78	Whistle
79	Ocarina
80	Square Lead
81	Saw Lead
82	Caliope Lead
83	Chiff Lead
84	Charang Lead
85	Air Chorus
86	Rezzo4ths
87	Bass & Lead
88	Fantasia
89	Warm Pad
90	Poly Synth Pad

91	Ghost Pad
92	Bowed Pad
93	Metal Pad
94	Halo Pad
95	Sweep Pad
96	Ice Rain
97	Soundtrack
98	Crystal
99	Atmosphere
100	Brightness
101	Goblin
102	Echo Drop
103	Star Theme
104	Sitar
105	Banjo
106	Shamisen
107	Koto
108	Kalimba
109	Scotland
110	Fiddle
111	Shanai
112	Metal Bell
113	Agogo
114	Steel Drums
115	Wood Blok
116	Taiko Drum
117	Melodic Tom
118	Synth Tom
119	Reverse Cymbal
120	Fret Noise
121	Noise Chiff
122	Seashore
123	Birds
124	Telephone
125	Helicopter
126	Stadium!!
127	Gunshot

Se il parametro *instrument* viene omesso, viene utilizzato il valore di default 0.

### **channel**

Questo parametro indica quale canale Midi associare al player. I canali

possibili sono 16. Il canale 10 è speciale ed è riservato alle percussioni. Se omesso, viene assegnato il valore di default 1.

## **iterations**

Questo parametro indica il numero di iterazioni per la generazione. Ha un significato differente a seconda del tipo di grammatica scelto, come verrà spiegato in seguito. Se il parametro iterations è presente anche nella parte dichiarativa della composition, quest'ultimo verrà ignorato.

## ***Sezione di dichiarazione variabili locali del player***

Le variabili servono per controllare parametricamente gli attributi di una nota e verranno spiegate in seguito.

## ***Le note in GRAMophone***

### COME SI SCRIVONO LE NOTE IN GRAMophone

Le note in GRAMophone sono la prima categoria di simboli terminali in GRAMophone.

GRAMophone usa la notazione inglese per il nome delle note:

- la nota LA è A;
- la nota SI è B;
- la nota DO è C;
- la nota RE è D;
- la nota MI è E;
- la nota FA è F;
- la nota SOL è G;

I nomi delle note devono essere scritti obbligatoriamente in maiuscolo.

I simboli bemolle e diesis sono rappresentati rispettivamente dal carattere 'b' minuscolo e '#'; essi vanno scritti di seguito senza spazi al nome della nota:

A#, Gb, eccetera.

## ATTRIBUTI DELLE NOTE

Le note sono caratterizzate da quattro attributi: l'ottava, l'intensità, la durata e il rilascio. In GRAMophone questi quattro attributi sono chiamati rispettivamente *octave*, *velocity*, *duration* e *release*. L'attributo *octave* varia da -2 a 8, mentre gli attributi *velocity* e *release* variano da 0 a 127. Se la nota viene scritta senza specificare alcun attributo, vengono utilizzati i valori di default: 3 per l'ottava, 64 per l'intensità e il rilascio, il valore di default corrente della resolution (semiminima) per la durata. Nell'esempio "Give me A" nel corpo della produzione è scritto semplicemente A[,,,]. Questo vuol dire che viene generata una nota LA suonata alla terza ottava, della durata di 1/4 e con un'intensità ed un rilascio pari a 64.

## DEFINIRE GLI ATTRIBUTI DI UNA NOTA

Per definire gli attributi di una nota, questi vanno scritti all'interno di parentesi quadre che seguono senza spazi il nome della nota. Ciascuna nota può avere al massimo quattro attributi e può essere definito solo un attributo per ciascun tipo. L'ordine con cui vanno definiti gli attributi di diverso tipo è il seguente:

1. ottava
2. intensità
3. durata
4. rilascio

Se non vengono definiti tutti e tre i tipi di attributo, per quelli mancati vengono utilizzati i valori di default. Esempi di note con attributi sono i seguenti:

- C[2, 50+60/2, 240\*4, ] – suona un Do alla seconda ottava, con un'intensità di 80, la durata di 960 (minima con resolution impostata a 480) ed un rilascio di 64 (valore di default);
- Db[4, , , ] – suona un RE bemolle alla quarta ottava, usando i valori di

default per la velocity, la duration e la release;

- $F\#[ , , , ]$  - usa i valori di default per tutti gli attributi;

Esempi errati sono i seguenti:

- $Db[3, 127, 960, 64, x]$  - troppi attributi (x è una variabile).

## PAUSE

Le pause sono un'altra categoria dei simboli terminali di GRAMophone.

Si indicano con la lettera R e accettano solo il tipo di attributo duration. Se non specificato, viene utilizzato il valore di default della resolution. La definizione dell'attributo avviene in maniera analoga alle note. Esempi di pause sono i seguenti:

$R[480/2]$  – una pausa che dura 240;

- $R[ ]$  – usa il valore di default per l'attributo di tipo duration.

## ACCORDI

Gli accordi sono l'ultima categoria di simboli terminali usati da GRAMophone. Un accordo è una serie di note suonate simultaneamente. In GRAMophone le note suonate in un accordo sono racchiuse tra due simboli '^'. Esempi di accordi sono i seguenti:

- $^C[ , , , ]E[ , , , ]G[ , , , ]^$  - suona un accordo di DO maggiore, utilizzando i valori di default per ciascuna nota.
- $^A[2,80,240,]C[2,,240,]E[2,,240,]^$  - suona un accordo di LA minore della durata di 1/8, con tutte le note suonate alla seconda ottava con un rilascio di 64 (valore di default), con la prima nota dell'accordo suonata ad un'intensità di 80 e le restanti due ad un'intensità di 64 (valore di default).

## RUOLO DI R NEGLI ACCORDI COMPLESSI

Non sempre le note in un accordo hanno la stessa durata. Ad esempio può

capitare che in una battuta, mentre suona una nota C[2,,1920,] della durata di 4/4, il musicista debba contemporaneamente suonare quattro note della durata di una semiminima ciascuna nel seguente ordine: C[,,,], E[,,,], G[,,,], Bb[,,,]. All'interno dell'accordo quindi bisogna trovare un modo per dire a GRAMophone che le note C[2,,1920,] e C[,,,] devono cominciare a suonare nello stesso istante, che E[,,,] deve iniziare a suonare dopo una pausa di 1/4, G[,,,] dopo 2/4 e Bb[,,,] dopo 3/4. In GRAMophone questo si scrive nella seguente maniera:

```
^C[2,,1920,]C[,,,]R[ ]E[,,,]R[960]G[,,,]R[1440]Bb[,,,]^
```

Cioè davanti a ciascuna nota dell'accordo si può definire una pausa che rappresenta il tempo che bisogna aspettare prima che la nota inizi a suonare.

L'ordine con cui si scrivono le note nell'accordo non ha importanza. L'accordo precedente si può scrivere anche come:

```
^R[ ]E[,,,]C[2,,1920,]R[1440]Bb[,,,]C[,,,]R[960]G[,,,]^
```

## IDENTIFICATORI

Alcune entità del linguaggio di GRAMophone, come ad esempio le variabili, le macros ed i simboli non terminali della grammatica di Chomsky, devono avere dei nomi per mezzo dei quali possano essere identificate. Questi nomi vengono chiamati *identificatori* e vengono scelti dal compositore.

Gli identificatori usati dal linguaggio di GRAMophone riprendono gli identificatori del linguaggio Pascal. Infatti un identificatore è formato da una lettera seguita da una sequenza di lettere o cifre. Gli identificatori di GRAMophone, inoltre, devono essere obbligatoriamente scritti in minuscolo.

### **Grammatica di Chomsky**

## SIMBOLI NON TERMINALI

Nella grammatica di Chomsky i simboli non terminali servono per dare una

struttura e uno 'stile' alla composizione musicale. I simboli non terminali si scrivono con un carattere '@' seguito senza spazi da un identificatore. La grammatica di Chomsky utilizzata da GRAMophone è libera dal contesto, quindi la testa delle produzioni può essere solo un non terminale.

#### IL SIMBOLO NON TERMINALE @composition

È il simbolo non terminale che corrisponde a quella che sarà la composizione finale del singolo player ed è obbligatorio.

#### OPERATORE DI PRODUZIONE

È definito dalla sequenza di caratteri '->' e separa la testa della produzione dal corpo della produzione.

#### CORPO DELLA PRODUZIONE

Può contenere sequenze di simboli terminali (note, pause e accordi) e di simboli non terminali. Ciascuna produzione deve terminare con un punto e virgola.

#### OPERATORE | (OR)

Una produzione può essere non deterministica, cioè presentare due o più possibilità tra cui scegliere durante la generazione. Il corpo di una produzione non deterministica è formato dalle varie possibilità separate dall'operatore |. Ad esempio

```
@non_det->A[,,,]B[,,,]@Seq1|^A[,,,]B[,,,]C[,,,]^@Seq2R[ ]C[,,,];
```

è una produzione non deterministica.

## SIGNIFICATO DELLE ITERAZIONI NELLA GRAMMATICA DI CHOMSKY

Nella grammatica di Chomsky possono capitare produzioni che contengono cicli, cioè produzioni nel cui corpo sono presenti simboli non terminali che fanno riferimento alla produzione che si sta processando, ad esempio:

$$@Sequenza1 \rightarrow B[,,,]A[,,,]C[,,,]@Sequenza1;$$

Per evitare un loop infinito durante la generazione, il simbolo non terminale @Sequenza1 viene processato un numero di volte pari al parametro iterations.

### ***Grammatica di Lindenmayer***

La grammatica di Lindenmayer tratta solo simboli terminali e quella adottata da GRAMophone può essere libera dal contesto o operare in un contesto polifonico. Nella testa delle produzioni possono esserci quindi singole note o accordi. Ogni produzione è separata da un punto e virgola.

### AXIOM

È la produzione iniziale da cui parte la generazione. È obbligatoria.

### OPERATORE DI PRODUZIONE

È definito dalla sequenza di caratteri '->' e separa la testa della produzione dal corpo della produzione.

### OPERATORE | (OR)

Una produzione può essere non deterministica, cioè presentare due o più possibilità tra cui scegliere durante la generazione. Il corpo di una produzione non deterministica è formato dalle varie possibilità separate dall'operatore |. Ad esempio

$$A[,,,] \rightarrow A[,,,]B[,,,] | C[,,,]D[,,,];$$

è una produzione non deterministica.

## SIGNIFICATO DELLE ITERAZIONI NELLA GRAMMATICA DI LINDENMAYER

A ciascun passo vengono applicate alla stringa di note corrente tutte le produzioni della grammatica contemporaneamente. Il parametro iterations in questo caso rappresenta il numero di passi da effettuare.

### **Uso delle variabili**

#### DICHIARAZIONE E INIZIALIZZAZIONE DELLE VARIABILI

GRAMophone è in grado di controllare gli attributi di una nota parametricamente mediante l'uso di variabili. Queste variabili si dichiarano nella parte dichiarativa del player e possono essere di tipo octave, velocity, duration e msb. Una variabile si dichiara scrivendo il tipo seguito da uno o più identificatori separati da una virgola e la dichiarazione dev'essere terminata da un punto e virgola. Per ogni player un identificatore può essere dichiarato solo una volta.

Sono dichiarazioni corrette le seguenti:

```
velocity x, y;  
octave oct, z;  
duration w;
```

Sono dichiarazioni scorrette le seguenti:

```
velocity x, x;  
octave z;  
duration z;
```

Dopo la parte dichiarativa e prima della grammatica è possibile

inizializzare le variabili dichiarate mediante l'operatore =. Un Esempio di dichiarazione e inizializzazione è il seguente:

```
velocity x;  
x=0;
```

## USARE LE VARIABILI CON LE NOTE

Le variabili si usano nelle espressioni degli attributi della nota. GRAMophone esegue il controllo dei tipi nelle espressioni, quindi ad esempio non è possibile sommare una variabile di tipo octave con una di tipo velocità. Un esempio di nota variabile è la seguente:

```
velocity x;  
duration z, w;  
A[4,x,z+w,].
```

## ESEMPIO

```
composition "Crescendo" of "Schroeder" {  
  
    //this composition generates 64 A notes with a growing velocity  
  
    grammar chomsky  
    tempo 120  
    tempo_signature 4/4  
    iterations 64  
    %  
    player Schroeder {  
        instrument 40  
        %  
        velocity x;  
        x=0;  
  
        @composition->A,x=x+1,, ]@composition;  
    }  
}
```

## **CONDIZIONI**

Nelle produzioni sia della grammatica di Chomsky sia della grammatica di Lindenmayer è possibile definire delle condizioni sulle variabili eventualmente presenti nel corpo delle produzioni. Se la condizione è verificata, la produzione viene processata altrimenti no. Una condizione si definisce subito dopo il nome della produzione tramite il simbolo '?' seguito da una o più espressioni booleane. Gli operatori booleani sono:

- ! not
- && and
- || or

Gli operatori relazionali sono:

- == uguale
- != diverso
- < minore
- > maggiore
- <= minore o uguale
- >= maggiore o uguale

Un esempio di produzione con condizione è la seguente:

```
@battuta?x!=0->A[ ,x=x-10 , , ]@battuta;
```

il suo significato è il seguente: finchè x è diverso da zero, genera la produzione @battuta, altrimenti no.

## **Discography, la libreria di GRAMophone**

GRAMophone è in grado di includere librerie esterne, che vengono

chiamate *discografie*. Per includere in un file sorgente una discografia si usa la parola chiave *discography*, seguita dal nome del file che la identifica. Una *discography* può essere inclusa in qualsiasi punto del file sorgente, purchè il suo contenuto sia in sintonia con la posizione del sorgente dove è stata inserita.

## Macros

È possibile definire macros utilizzando la parola chiave *define*, seguita da un identificatore scritto obbligatoriamente in minuscolo e da una stringa chiusa tra doppi apici. Le macros vanno definite obbligatoriamente all'inizio della composizione sorgente, prima cioè della parola chiave *composition*. Ad esempio, se vogliamo scrivere semplicemente *a* al posto di *A[,,,]*, bisogna definire la seguente macro:

```
define a "A[,,,]"
```

## Funzioni di GRAMophone

### LA FUNZIONE *repeat()*

La funzione *repeat()* prende come argomento un valore di tipo *msb* ed una sequenza di Chomsky o Lindenmayer. Permette di ripetere la sequenza inserita per un numero di volte pari al valore di tipo *msb* inserito.

### LA FUNZIONE *rand()*

La funzione *rand()* prende come argomento un'espressione e ritorna un valore casuale minore del risultato dell'espressione.

## Operatori melodici di GRAMophone

### *transpose()*

L'operatore *transpose()* prende come argomento un valore di tipo *msb* ed

una sequenza di Chomsky o Lindenmayer. Genera una sequenza in cui tutte le note della sequenza presa come argomento vengono trasposte di un numero di semitoni pari al valore di tipo `msb` inserito.

*inversion()*

L'operatore `inversion()` prende come argomento una sequenza di Chomsky o Lindenmayer. Genera una sequenza in cui gli intervalli tra la prima e le restanti note della sequenza presa come argomento vengono calcolati in direzione opposta.

*retrograde()*

L'operatore `retrograde()` prende come argomento una sequenza di Chomsky o Lindenmayer. Genera una sequenza contraria a quella inserita come argomento.

## **USO DI GRAMophone**

GRAMophone funziona da linea di comando ed ha la seguente sintassi:

```
utente@host:$gramophone [-c|-d]sourcefile [midifile]
```

dove:

`sourcefile` è il file contenente le regole formali dell'autore.

`midifile` è la composizione finale in formato midi. Se non indicato viene generato un file denominato `composition.mid`.

`[-c]` è un'opzione che consente di effettuare semplicemente il controllo della sintassi del sorgente senza generare la musica.

`[-d]` è un'opzione che consente di attivare una modalità di debug, con stampa a video dei valori dei parametri della composition, dei parametri dei players e delle note generate.