

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA

CI-1322 Autómatas y Compiladores

Grupo 2

Prof. Luis Quesada

Proyecto Programado

Eduardo Solórzano V., carné B36848
Jason Anchía V., carné B30390

II semestre 2015

Introducción

El proyecto tiene como objetivo definir un lenguaje que permita describir sucesiones de notas musicales junto con sus respectivas características. Se busca crear un lenguaje para describir de una manera minimalista melodías formadas por éstas, acompañadas o no, por acordes.

Descripción del lenguaje

En el lenguaje de entrada el usuario es capaz de especificar un conjunto de notas musicales (do, re, mi, fa, sol, la y si) junto con sus accidentes, si los presentan, la octava a la que pertenecen, si se quiere especificar, y la duración de la nota (redonda, blanca, negra, corchea, o semicorchea), también, si se quiere especificar. Seguido de cada nota el usuario debe ingresar el tiempo en el que está asignada dicha nota, es posible también agregar varias notas en el mismo tiempo y así formar un acorde. Además, el lenguaje permite ingresar el tempo de la pieza al principio de ésta así como la selección del instrumento con el que se desea reproducir la pieza. Cada nota puede estar tanto separada por un '-' como por un '|' o un cambio de línea. De esta manera, el usuario tiene cierta libertad para escribir su pieza con varios formatos posibles e incluso crear una pseudopartitura con este lenguaje.

Descripción del producto obtenido

Dada la entrada del usuario se produce un archivo de audio .mid que contiene el audio de la pieza escrita en formato midi. Se utiliza este formato por su increíble versatilidad en lo que respecta a la producción y procesamiento de audio.

Aspectos preliminares

Biblioteca de Python utilizada

La biblioteca utilizada fue MIDIUtil, una biblioteca para generar archivos midi con relativa facilidad. Ésta se encuentra alojada para su descarga en <https://code.google.com/p/midiutil/>.

Versión de Python utilizada

La versión de Python que se utilizó para este proyecto fue la 2.7.6.

Instalación

Se debe ingresar al link <https://code.google.com/p/midiutil/> y descargar el archivo `MIDIUtil-0.89.tar.gz` o `MIDIUtil-0.89.zip`, una vez descargado el archivo, se descomprime y se abre la consola en la carpeta `MIDIUtil-0.89`. A continuación se escribe el siguiente comando:

```
sudo python setup.py install
```

o en Windows:

```
python setup.py install
```

Con eso debería quedar instalada la biblioteca MIDIUtil.

Manual de usuario

El funcionamiento del lenguaje es bastante sencillo. En resumidas palabras, el formato para ingresar notas es el siguiente:

- El nombre de una nota, seguida o no de su accidente correspondiente, seguida o no de su octava correspondiente, seguida del tiempo en el que se quiere ingresar dicha nota, seguida o no de la duración que se le quiere dar a la misma. En el siguiente ejemplo, se ingresaría en el tiempo 12, un do sostenido en la octava 5 con una duración de blanca con puntillo, es decir, 3 tiempos:

```
do#5 t12 db.
```

- Cambios en el modo de la pieza, por ejemplo, cambios de instrumento, cambios de duración en las notas subsiguientes, cambios en el tempo de la pieza o cambios en la octava. El siguiente definiría que el instrumento de la pieza es “Music Box”, la duración de las notas subsiguientes es de corchea con puntillo, la octava de las notas subsiguientes es la 6 y el tempo de la pieza es 150.

```
instrumento(mbox)
mod(durC.)
mod(oct6)
tempo(150)
```

En cuanto a las especificaciones de cada parte de una posible nota, se tiene lo siguiente:

- **Nota:** Una nota puede ser do, re, mi, fa, sol, la o si.
- **Accidente:** El accidente de una nota significa si ésta es sostenida (se le suma un semitono) o bemol (se le resta un semitono).
- **Octava:** La octava especifica cuál octava, valga la redundancia, posee esta nota.
- **Tiempo:** El tiempo de la nota se refiere al tiempo de la pieza en el cual la nota debe ser insertada. Por ejemplo, una nota que quiere ser insertada al principio de la pieza debe ser insertada en el tiempo 0. Si esta nota tiene una duración de corchea (0.5 tiempos), la siguiente nota debería ser ingresada en el tiempo 0.5.

- **Duración:** La duración de la nota puede ser redonda (4 tiempos), blanca (2 tiempos), negra (1 tiempo), corchea (0.5 tiempos) o semicorchea (0.25 tiempos).

En cuanto a las especificaciones de los cambios en el modo de la pieza se tiene lo siguiente:

- **Cambio de instrumento:** Los cambios de instrumento vienen dados por el comando “instrumento”, seguidos por el instrumento deseado entre paréntesis. Los instrumentos disponibles seguidos de su código MIDI y su abreviación para el lenguaje son los siguientes:
 - 1: Acoustic piano (piano)
 - 5: Electric piano 1 (epian)
 - 11: Music box (mbox)
 - 12: Vibrafono (vib)
 - 21: Reed organ (reedorg)
 - 22: Accordion (accordion)
 - 23: Harmonica (harm)
 - 24: Tango Accordion (tacc)
 - 25: Acoustic guitar (acguitar)
 - 27: Jazz guitar (jazzguitar)
 - 34: Electric bass (ebass)
 - 41: Violin (violin)
 - 50: String ensemble 2 (strensemble)
- **Cambios de duración:** Los comandos para el cambio de duración son los siguientes:
 - dur(RED)
 - dur(B)
 - dur(N)
 - dur(C)
 - dur(SC)
- **Cambio de octava:** El cambio de octava está dado por la palabra “oct” seguida de la octava en la cual se desea escribir todas las notas subsiguientes (a menos que se especifique lo contrario individualmente). Las octavas permitidas van el 1 al 7.
- **Cambio de tempo:** Los cambios de tempo se pueden hacer una vez en toda la pieza, cualquier cambio de tempo que se dé adicional no será tomado en cuenta, sólo se usará el tempo que esté especificado la primera vez, y en su defecto, será de 120 bpm. El formato de estos es la palabra “tempo” seguida del tempo deseado entre paréntesis.

Para correr un archivo se debe abrir la consola en la carpeta en la cual se encuentra el archivo con la pieza y el archivo del lenguaje y usar el siguiente comando:

```
python ProyectoAutomatas.py <NombreDelArchivo>
```

Esto producirá un archivo .mid con el mismo nombre del archivo ingresado.

Lista de tokens

Los tokens definidos son los siguientes:

- **NOTA**
- **TIEMPO**
- **DURACION**
- **MODOOCTAVA**
- **MODODURACION**
- **MODOTEMPO**
- **INSTRUMENTO**
- **CAMBIOINSTRUMENTO**
- **MOD**

Expresiones regulares correspondientes a cada token

- **NOTA:** `(do|re|mi|fa|sol|la|si)(\#|b)?([1-8])?`
- **TIEMPO:** `[0-9]+\.[0-9]*`
- **DURACION:** `(red|b|n|c|sc)(\.)?`
- **MODOOCTAVA:** `oct[1-7]`
- **MODODURACION:** `dur(RED|B|N|C|SC)`
- **MODOTEMPO:** `tempo \([1-2]?[0-9][0-9] \)`
- **INSTRUMENTO:** `instrumento`
- **CAMBIOINSTRUMENTO:** `(piano|epian|mbox|vib|reedorg|accordion|harm...|tacc|acguitar|jazzguitar|ebass|violin|strensemble)`
- **MOD:** `mod`

Es importante definir algunos aspectos con respecto al lenguaje:

- El lenguaje permite octavas desde la 1 hasta la 7.
- Se permiten tiempos con decimales, de forma que se pueden ingresar notas en medio de tiempos. Ya que por default en las piezas la negra vale un compás, esto es muy útil a la hora de ingresar un grupo de notas que valen menos que una negra.
- La métrica de los compases pierde validez en nuestro lenguaje ya que no existen los compases, sólo sucesiones de notas.
- Las notas podrán ingresarse con sus accidentes, duración y octavas por separado. También se puede definir con el modo, la octava y la duración de las notas subsiguientes antes de ingresarlas, las especificaciones de cada nota son tomadas en cuenta primero a pesar de que haya un cambio de modo antes de ellas.
- Los compases servirán básicamente como forma de organización del código de este lenguaje, sin embargo no tendrán relevancia a la hora de compilar el código. Por lo tanto el usuario debe estar consciente de que sus compases estén bien contruidos para una pieza más limpia.

Gramática del lenguaje

Las producciones del lenguaje son las siguientes:

- $S' \rightarrow S$
- $S \rightarrow \text{NOTA } t \text{ TIEMPO } d \text{ DURACION } - S$
- $S \rightarrow \text{NOTA } t \text{ TIEMPO } d \text{ DURACION } | S$
- $S \rightarrow \text{NOTA } t \text{ TIEMPO } d \text{ DURACION}$
- $S \rightarrow \text{NOTA } t \text{ TIEMPO } - S$
- $S \rightarrow \text{NOTA } t \text{ TIEMPO } | S$
- $S \rightarrow \text{NOTA } t \text{ TIEMPO}$
- $S \rightarrow \text{MOD (MODOOCTAVA) } - S$
- $S \rightarrow \text{MOD (MODOOCTAVA) } | S$
- $S \rightarrow \text{MOD (MODOOCTAVA)}$
- $S \rightarrow \text{MOD (MODODURACION) } - S$
- $S \rightarrow \text{MOD (MODODURACION) } | S$
- $S \rightarrow \text{MOD (MODODURACION)}$

- S -> INSTRUMENTO (CAMBIOINSTRUMENTO) - S
- S -> INSTRUMENTO (CAMBIOINSTRUMENTO) | S
- S -> INSTRUMENTO (CAMBIOINSTRUMENTO)
- S -> MODOTEMPO - S
- S -> MODOTEMPO | S
- S -> MODOTEMPO
- S -> | S
- S -> <empty>

Ejemplos de entradas válidas

Caso trivial 1: Escala sencilla

Por ejemplo, si el usuario desea escribir una escala de do mayor sencilla desde el do5 hasta el do6 con notas negras, debería escribir lo siguiente (se sugiere este formato para mayor orden, con las configuraciones iniciales arriba y cada compás en una línea separada):

```
mod(oct4)
mod(durN)
|do t0 - re t1 - mi t2 - fa t3
|sol t4 - la t5 - si t6 - do5 t7
```

La salida debería ser un archivo .mid con la escala de do mayor en la octava 4.

Caso trivial 2: Cambios de instrumento y tempo

El siguiente caso contempla un cambio de instrumento y de tempo en la pieza.

```
instrumento(epian)
tempo(110)
mod(durN)
mod(oct4)
|do t0 - re t1 - mi t2 - fa t3
|sol t4 - la t5 - si t6 - do5 t7
|do5 t8 - si t9 - la t10 - sol t11
|fa t12 - mi t13 - re t14 - do t15
```

Caso trivial 3: Escala cromática

El siguiente caso contempla una escala cromática del do4 al do5 (si#4):

```
instrumento(reedorg)
tempo(150)
mod(durC)
do t0 - do# t0.5 - re t1 - re# t1.5
mi t2 - mi# t2.5 - fa# t3 - sol t3.5
sol# t4 - la t4.5 - la# t5 - si t5.5 - si# t6
```

Caso complejo: Pieza de demostración

La siguiente pieza fue compuesta por Eduardo Solórzano V. para la demostración del lenguaje descrito en este proyecto. El audio de ésta pieza y de todos los demás ejemplos pueden ser encontrados adjuntos a esta documentación en la carpeta de “Ejemplos”.

```
instrumento(mbox)
mod(durC)
tempo(120)
|fa t0 - la t1 - la t2
      do5 t1 - do5 t2
|re t3 - la t4 - la t5
      do5 t4 - do5 t5
|mi t6 - la t7 - la t8
      do5 t7 - do5 t8
|do t9 - sol t10 - sol t11
      do5 t10 - do5 t11
      re t10 - mi t11
|fa t12 - la t13 - la t14
      do5 t13 - do5 t14
|re t15 - la t16 - la t17
      do5 t16 - do5 t17
|mi t18 - la t19 - la t20
      do5 t19 - do5 t20
|do t21 - sol t22 - sol t23
      do5 t22 - do5 t23
      re t22 - mi t23
|fa t24 - la t25 - la t26
      do5 t25 - do5 t26
|re t27 - la t28 - la t29
      do5 t28 - do5 t29
|mi t30 - la t31 - la t32
      do5 t31 - do5 t32
|do t33 - sol t34 - sol t35
      do5 t34 - do5 t35
```



```

        re t34 - mi t35
|fa t36 - la t37 - la t38
        do5 t37 - do5 t38
|re t39 - la t40 - la t41
        do5 t40 - do5 t41
|mi t42 - la t43 - la t44
        do5 t43 - do5 t44
|do t45 - sol t46 - sol t47
        do5 t46 - do5 t47
        re t46 - mi t47

mod(oct6)
|do t24 db. - re t26.5 dc
|do t27 db. - re t29.5 dc
|do t30 db.
|do t36 db. - re t38.5 dc
|do t39 db. - mi5 t41.5
|do t42 db.

mod(oct4)
|re t48 - fa t49 - fa t50
        la t49 - la t50
|do# t51 - fa t52 - fa t53
        la t52 - la t53
|do t54 - fa t55 - fa t56
        la t55 - la t56
|si3 t57 - fa t58 - fa t59
        la t58 - la t59

mod(oct6)
|fa t48 db. - mi t50.5 dc
|fa t51 db. - mi t53.5
|fa t54 dn - sol t55 dn - la t56 dn
|re t57 db - fa t59 dn

mod(oct4)
|sib3 t60 - fa t61 - fa t62
        la t61 - la t62
|re t63 - fa t64 - fa t65
        la t64 - la t65
|la3 t66 - do# t67 - do# t68
        sol t67 - sol t68
|do# t69 - mi t70 - mi t71
        la# t70 - la# t71

mod(durN) mod(oct6)
|sib5 t60 - re t61 - fa t62
|sol t63 - la t64 - fa t65

```

```

|sol t66 - fa t67 - mi t68
|re t69 - reb t70 - mi t71

mod(oct4) mod(durC)
|re t72 - fa t73 - fa t74
|la t73 - la t74
|do# t75 - fa t76 - fa t77
|la t76 - la t77
|do t78 - fa t79 - fa t80
|la t79 - la t80
|si3 t81 - fa t82 - fa t83
|la t82 - la t83

mod(durC) mod(oct6)
|re t72 - mi t72.5 - fa t73 - mi t73.5 - fa t74 - mi t74.5
|do# t75 - mi t75.5 - fa t76 - mi t76.5 - fa t77 - mi t77.5
|fa t78 dn - sol t79 dn - la t80 dn
|mi7 t81 db - re7 t83 dn

mod(oct4) mod(durC)
|sib3 t84 - re t85 - re t86
|fa t85 - fa t86
|sib3 t87 - re t88 - re t89
|sol t88 - sol t89
|do t90 - mi t91 - mi t92
|sol t91 - sol t92
|do t93 - mi t94 - mi t95
|sib t94 - sib t95

mod(durN) mod(oct6)
|sol t84 - la t85 - fa t86
|sol t87 - la t88 - do t89
|sib5 t90 - do t91 - re t92
|mi t93 - fa t94 - sol t95

mod(oct4) mod(durC)
|fa t96 - la t97 - la t98
|do5 t97 - do5 t98
|re t99 - la t100 - la t101
|do5 t100 - do5 t101
|mi t102 - la t103 - la t104
|do5 t103 - do5 t104
|do t105 - sol t106 - sol t107
|do5 t106 - do5 t107
|re t106 - mi t107

mod(oct6)
|fa t96 db. - la t98.5 dc
|do7 t99 db. - re7 t101.5 dc

```

```

|mi t102 db.

mod(oct4) mod(durC)
|fa t108 - la t109 - la t110
           do5 t109 - do5 t110
|re t111 - la t112 - la t113
           do5 t112 - do5 t113
|mi t114 - la t115 - la t116
           do5 t115 - do5 t116
|do t117 - sol t118 - sol t119
           do5 t118 - do5 t119
           re t118 - mi t119

mod(oct6)
|fa t108 db. - la t110.5 dc
|do7 t111 db. - re7 t113.5 dc
|mi t114 db.

mod(oct4) mod(durC)
|re t120 - fa t121 - fa t122
           la t121 - la t122
|do# t123 - fa t124 - fa t125
           la t124 - la t125
|do t126 - fa t127 - fa t128
           la t127 - la t128
|si3 t129 - fa t130 - fa t131
           la t130 - la t131

mod(oct6)
|re t120 db. - fa t122.5 dc
|mi t123 db. - sol t125.5 dc
|fa t126 db. - la t128.5 dc
|sol t129 db. - do7 t131.5 dc

mod(oct4)
|sib3 t132 - re t133 - fa t134
|sol t135 - la t136 - fa t137
|la3 t138 - do t139 - mi t140
|sol t141 db.

mod(oct6)
|sib t132 db. - sol t134.5 dc
|la t135 db. - fa t137.5 dc
|sol t138 db.

```

Ejemplos de entradas no válidas

Caso 1

Por ejemplo si en el caso de la escala cromática sencilla, se cambia el comando “durC” en la línea 3 por “dur”, el programa dará el siguiente error:

```
Error sintactico en ' d ' en la linea 3
Caracter no permitido: ' u ' en la linea 3
Caracter no permitido: ' r ' en la linea 3
```

Caso 2

Si quitáramos en este mismo ejemplo un guión en la línea 5 veremos el siguiente error:

```
Error sintactico en ' 50 ' en la linea 5
```

Caso 3

Si en vez de escribir “do5” en la línea 5 en el ejemplo “Caso_erróneo_2”, escribimos “d5”, se desplegará el siguiente error:

```
Error sintactico en ' d ' en la linea 4
```