

Universidad Nacional de Quilmes

Escuela de Artes

LICENCIATURA EN MÚSICA Y TECNOLOGÍA

Director de Carrera: Esteban Calcagno

Programa de Investigación

CARTOGRAFÍAS ESPACIO-TEMPORALES Y ARTE SONORO

Director: Pablo Riera

Seminario de Investigación

GRAMÁTICA FORMAL PARA PLAN DE OBRA MUSICAL Y
ENTORNO DE SECUENCIACIÓN

Presentado por: Lisandro Fernández

Abstract

Gramática formal capaz de representar estructuras musicales y entorno de secuenciación MIDI para interface de línea de comandos.

Mayo 2019

Buenos Aires, Argentina

Contendios

1	Resumen	3
2	Introducción	4
2.1	Justificación	4
2.1.1	¿Por qué Texto Plano?	4
2.1.2	¿Por qué Interfaz de Linea de Comandos?	5
2.2	Motivación	5
2.3	Antecedentes	6
2.3.1	MuseData	6
2.3.2	Humdrum	8
2.3.3	MusicXML	9
2.3.4	Music Markup Language	10
2.3.5	Flocking	10
3	Metodología	13
3.1	Diagrama de procedimiento	13
3.2	Desarrollo	13
3.2.1	YAML	14
3.2.2	Python	14
3.2.3	midiUTIL	14
3.2.4	Otras herramientas	14
4	Resultados	15
4.1	Gramática	15
4.1.1	Estructura gramatical, representación de relaciones jerar- quicas	15
4.1.2	Vocabulario	15
4.2	Implementación	22
4.2.1	Diagrama de arquitectura	22
4.2.2	Secciones de pricipales del desarrollo	23
4.3	Demostraciones	24
4.3.1	Melodia Simple	24
4.3.2	Multiples Canales	24
4.3.3	Polimetría	24
5	Conclusiones	25
6	Apéndice	25
6.1	Secuencia	25
6.2	Pista	31
6.3	Elemento	34
6.4	Sección	35
6.5	Segmento	36
6.6	Articulación	43

6.7 Complementos	46
7 Bibliografía	48

1 Resumen

El presente trabajo propone un contexto de secuenciación MIDI puramente textual.

Son el producto de esta investigación un marco de patrones y relaciones gramaticales que posibilitan la representación de información musical. Una léxico y sintaxis que definen estructuras musicales contenidas en ficheros de texto serializado¹ y autodescriptivo.

Contextualiza esta propuesta un conjunto de herramientas para interprete de línea de comandos. Siendo la otra pata fundamental del presente desarrollo esta cadena de procesos que consume información suscrita a dicha representación; produciendo secuencias de mensajes en el estándar MIDI como derivado de esta manipulación .

La primera parte de este escrito esta dedicada a justificar el objeto de estudio presentar los motivos de las interrogantes así como también se enumeran antecedentes en representación textual de información musical.

En la segunda sección se describe el método de ejecución, detallando el procedimiento de desarrollo.

La parte central de este trabajo versa sobre el vocabulario y relaciones que conforman la gramática propuesta, se explica como dicha representación habilita que la información musical pueda ser la materia prima de esta serie de procesos y se despliegan el resultado de algunos ejemplos como demostración.

A modo de conclusión se plantean algunas aplicaciones posibles en diferentes escenarios (online, archivología, livecoding) y varias disciplinas (IA, machine learning).

Se expone en el apéndice el código de los módulos desarrollados para la implementación.

¹Coombs, Renear y De Rose (1987)

2 Introducción

Introducir a los temas q se discutiран en esta sección.

2.1 Justificación

Se resumen algunas características y requerimientos importantes relevantes al proyecto. Esto no agota todo los asuntos, y otros van aparecer mientras se vuelven relevantes pero provee un criterio para empezar.

2.1.1 ¿Por qué Texto Plano?

“...our base material isn’t wood or iron, it’s knowledge. [...]. And we believe that the best format for storing knowledge persistently is plain text. With plain text, we give ourselves the ability to manipulate knowledge, both manually and programmatically, using virtually every tool at our disposal.” (Hunt y Thomas 1999)

Algunas ventajas del texto plano y legible en contraste a la codificación de datos.²

Aprovechar. Potencialmente cualquier herramienta de computo puede operar información almacenada en texto plano.

Mínimo Común Denominador. Soportado en múltiples plataformas, cada sistema operativo cuenta con al menos un editor de texto todos compatibles hasta la codificación.

Fácil de manipular. Procesar cadenas de caracteres es de los trabajos mas rudimentales que pueden ser realizados por un sistema informático.

Fácil de mantener. El texto plano no presenta ninguna dificultad o impedimento ante la necesidad de actualizar información o de realizar cualquier tipo de cambio o ajuste.

Fácil de comprobar. Es sencillo agregar, actualizar o modificar datos de testeo sin la necesidad de emplear o desarrollar herramientas especiales para ello.

Liviano. Determinante cuando los recursos de sistema son limitados como por ejemplo almacenamiento escaso, velocidad de computo restringida o conexiones lentas.

Seguro contra toda obsolescencia (o compatible con el avance). Los archivos de datos en formatos legibles y autodescriptivos perduran por sobre otros formatos aun cuando caduquen las aplicaciones con las hayan sido creados.³

²Hunt y Thomas (1999) Capítulo 3: Basic Tools (pp. 72-99).

³Leek (2017)

2.1.2 ¿Por qué Interfaz de Línea de Comandos?

Primer estado operativo de un ordenador. Eventualmente todos los sistemas operativos permiten ser utilizados a través de este acceso previo al gerente de escritorio.

Menor utilización de recursos. No depender de un agente de ventanas interviniendo entre el usuario y el sistema libera una cantidad considerable de recursos.

Una interfaz para diferentes aplicaciones. La estructura de las instrucciones para esta interfaz *aplicación - argumento - recurso* (su analogía *verbo - adverbio - sujeto*) persiste para cualquier pieza de software. Dicha recurrencia elimina el ejercicio que significa operar de modo distinto cada aplicación, permitiendo un accionar semejante en contextos y circunstancias diferentes.

Tradición. Perdura por décadas como estándar durante la historia de la informática remitiendo a los orígenes de los ordenadores basados en teletipo.

Resultados reproducibles. Si bien la operación de sistemas sin más que la entrada de caracteres requiere conocimiento y entrenamiento específico, no considerar la capa que representa la posición del puntero como parámetros de instrucciones, permite que sean recopiladas en secuencias de acciones precisas (guión).

Pipeline y Automatización. La composición flujos de procesos complejos encadenando resultados con trabajos.⁴

Acceso remoto. Mas allá del protocolo en el que se base la negociación local/remoto la interfaz de línea comandos es la herramienta de facto para administrar un sistema a distancia.

Productividad. Valerse de herramientas pulidas como editores de texto avanzados que gracias al uso de atajos (acciones complejas asignadas a combinaciones de teclas) evitan la alternancia entre mouse y teclado, lo cual promueve un flujo de trabajo ágil.⁵

2.2 Motivación

Este proyecto procura establecer un contexto y proveer los recursos para un procedimiento sencillo y flexible de elaboración discursos musicales unificando la planificación de obra con la secuenciación MIDI.

Además pretende exponer las ventajas de la Interfaz de Línea de Comandos para operar sistemas informáticos a la comunidad de artistas, teóricos e investigadores.

⁴Raymond (1999) Capítulo 1: Context, Apartado 1: Philosophy, Sub-apartado: Basics of the Unix Philosophy (pp. 34-50)

⁵Moolenaar (2000)

Promover la adopción de prácticas consolidadas y formatos abiertos para representar, manipular y almacenar información digital.

Fomentar el trabajo colaborativo generando vínculos con y entre usuarios.⁶⁷

2.3 Antecedentes

A continuación se describen algunos desarrollos que vinculan representación y manipulación de información musical: MuseData, Humdrum, MusicXML y MML; como ejemplo de un marco de programación basada en una sintaxis declarativa se consideró Flocking.

2.3.1 MuseData

La base de datos MuseData⁸ es un proyecto y a la vez el sistema de codificación principal del Centro de Investigación Asistida por Computador en Humanidades (CCARH). La base de datos fue creada por Walter Hewlett.

Los archivos MuseData tienen el potencial de existir en múltiples formatos comunes de información. La mayoría de las codificaciones derivadas acomodan sólo algunas de las características incluidas en el master MuseData de codificaciones. El archivo MuseData está diseñado para soportar aplicaciones de sonido, gráficos y análisis. Los formatos derivados de las codificaciones musicales de MuseData que se distribución son: MIDI1, MIDI+ y Humdrum.

2.3.1.1 Organización de archivos MuseData

Los archivos MuseData están basados en ASCII y se pueden ver en cualquier editor de texto. Dentro del formato MuseData El número de archivos por movimiento y por trabajo puede variar de un formato a otro así como también de una edición a otra.

Los archivos MuseData están organizados en base a las partes. Un movimiento de una composición es típicamente encontrado dividido en varios archivos agrupados en un directorio para ese movimiento.

Las partes de los archivos MuseData siempre tienen la etiqueta 01 para la primera parte, 02 para la segunda parte de la partitura, etc. Conteniendo varias líneas de música, como dos flautas en una partitura de orquesta, o dos sistemas para música de piano. Archivos para diferentes los movimientos de una composición se encuentran en directorios separados que usualmente indican el número de movimiento, p. 01, 02, etc.

La exhaustividad de la información dentro de los archivos varía entre dos niveles que en archivos MuseData llamamos Stage 1 y Stage 2. Sólo los archivos Stage 2 son recomendados para aplicaciones serias.

⁶Raymond (1997) Capítulo 11: The Social Context of Open-Source Software (p. 11)

⁷Yzaguirre (2016)

⁸Selfridge-Field (1997)

El primer paso en la entrada de datos (Stage 1) captura información básica como duración y altura de las notas. Por ejemplo, normalmente habría cuatro archivos (Violín 1, Violín 2, Viola, Violonchelo) para cada movimiento de un cuarteto de cuerdas. Si el movimiento del cuarteto comienza en metro binario, cambia a metro ternario, y luego vuelve a binario, cada sección métrica tendrá su propio conjunto de partes. Así habría doce archivos para el movimiento. El segundo paso en la entrada de datos (Stage 2) suministra toda la información que no puede ser capturado de forma fiable desde un teclado electrónico. Esto incluye indicaciones para ritmo, dinámica y articulación.

El juicio humano se aplica en el Stage 2. Así, cuando el movimiento del cuarteto de cuerdas citado anteriormente se convierte a la Stage 2, las tres secciones métricas para cada instrumento capturado desde la entrada del teclado se encadenará en un movimiento cada uno. El movimiento tendrá ahora cuatro archivos de datos (uno para Violín 1, otro para Violín 2, Viola, Violonchelo).

El juicio humano también proporciona correcciones y anotaciones a los datos. Algunos tipos de errores (por ejemplo, medidas incompletas) deben corregirse y así consiguen tener sentido para el usuario. Los asuntos que son más discrecionales (tales como alteraciones opcionales de los ornamentos o accidentes) por lo general no se modifica. Las decisiones discrecionales se anotan en archivos que permiten marcas editoriales.

2.3.1.2 La representación MuseData de información musical

El propósito de la sintaxis MuseData es representar el contenido lógico de una pieza musical de una modo neutral. El código se utiliza actualmente en la construcción de bases de datos de texto completo de música de varios compositores, J.S. Bach, Beethoven, Corelli, Handel, Haydn, Mozart, Telemann y Vivaldi. Se pretende que estas bases de datos de texto completo se utilicen para la impresión de música, análisis musical y producción de archivos de sonido digitales.

Aunque el código MuseData está destinado a ser genérico, se han desarrollado piezas de software de diversos tipos con el fin de probar su eficacia. Las aplicaciones MuseData pueden imprimir resultados y partes para ser utilizadas por editores profesionales de música, así como también compilar archivos MIDI (que se pueden utilizar con secuenciadores estándar) y facilitar las búsquedas rápidas de los datos de patrones rítmicos, melódicos y armónicos específicos.

La sintaxis MuseData está diseñada para representar tanto información de notación como de sonido, pero en ambos casos no se pretende que la representación esté completa. Eso prevé que los registros MuseData servirían como archivos de origen para generar tanto documentos gráficos (específicamente de página) y archivos de performance MIDI, que podrían editarse como el usuario lo crea conveniente. Las razones de esta postura son dos:

- Cuando se codifica una obra musical, no es la partitura sino el contenido lógico de la partitura lo que codifica. Codificar la puntuación significaría

codificar la posición exacta de cada nota en la página; pero nuestra opinión es que tal codificación realmente contendría más información que la que el compositor pretende transmitir.

- No se puede anticipar todos los usos a los cuales podrían darse estos datos, pero se puede estar bastante seguro de que cada usuario tendrá sus propias necesidades especiales y preferencias. Por lo tanto, no tiene sentido tratar de codificar información acerca de cómo debe verse una realización gráfica de los datos o cómo sonido que estos datos representan debe sonar.

Por otro lado, a veces puede ser útil hacer sugerencias sobre cómo los gráficos y el sonido deben ser realizados. Lo importante es identificar las sugerencias como un tipo de datos independiente, que puede ser fácilmente ignorado por software de aplicación o despojado enteramente de los datos. MuseData software usa estas sugerencias de impresión y sonido en el proceso de generación de documentos de partitura y archivos MIDI.

2.3.2 Humdrum

David Huron creó Humdrum⁹ en los años 80, y se ha utilizado constantemente por décadas. Humdrum es un conjunto de herramientas de línea de comandos que facilita el análisis, así como una sintaxis generalizada para representar secuencias de datos. Debido a que es un conjunto de herramientas de línea de comandos, es el lenguaje de programa agnóstico. Muchos han empleado herramientas de Humdrum en secuencias de comandos más grandes que utilizan PERL, Ruby, Python, Bash, LISP y C++.

2.3.2.1 Representación

En primer lugar, Humdrum define una sintaxis para representar información discreta como una serie de registros en un archivo de computadora.

- Su definición permite que se codifiquen muchos tipos de información.
- El esquema esencial utilizado en la base de datos CCARH para la altura y la duración musical es sólo uno de un conjunto abierto.
- Algunos otros esquemas pueden ser aumentados por gramáticas definidas por el usuario para tareas de investigación.

2.3.2.2 Manipulación

Segundo, está el conjunto de comandos, el Humdrum Toolkit, diseñado para manipular archivos que se ajusten a la sintaxis Humdrum en el campo de la investigación asistida por ordenador en la música.

El énfasis está en **asistido**:

- Humdrum no posee facultades analíticas de nivel superior per se.

⁹Wild (1996)

- Más bien, *su poder deriva de la flexibilidad de su kit de elementos, utilizados en combinación* para explotar plenamente el potencial del sistema.

2.3.2.3 De la experiencia a la apreciación

Apreciación de todo el potencial de Humdrum es definitivamente a partir de la experiencia. En palabras de David Huron:

Cualquier conjunto de herramientas requiere el desarrollo de una experiencia concomitante, y Humdrum Toolkit no es una excepción. Espero que la inversión de el tiempo requerido para aprender a usar Humdrum será más que compensado por ganancias académicas posteriores.

Los usuarios de Humdrum hasta ahora han tendido a trabajar en la percepción de la música o etnomusicología, mientras que los teóricos y los musicólogos historiadores han sido lentos para reconocer el potencial del sistema.

2.3.2.4 CLI vs GUI

Humdrum u otros sistemas como él ofrecen los recursos para una marcar un paradigma para la investigación musical.

El tedio de recopilar pruebas sólidas que apoyen las propias teorías pueden ser aliviadas por la automatización, y cuanto mayor sea la cantidad de música examinada mayor será el rigor de la prueba de las hipótesis.

Sin embargo, la desafortunada posibilidad es que muchos de los musicólogos y teóricos que se benefician de una pequeña intuición asistida por la máquina es probable que sean repelidos por la interfaz totalmente basada en texto de Humdrum.

Aunque en el análisis final los comandos estilo UNIX son seguramente más flexibles y eficientes que una interfaz gráfica “amigable”, pueden parecer intimidantes para no programadores, muchos de los cuales pueden ser disuadidos de hacer uso de un herramienta de otra manera valiosa.

Independientemente de que los teóricos de la música decidan o no aumentar su invaluable intuición musical con valiosas pruebas empíricas, los resultados basados en las cantidades máximas de datos pertinentes será un factor en la evolución de nuestra disciplina.

2.3.3 MusicXML

MusicXML¹⁰ fue diseñado desde cero para compartir archivos de música entre aplicaciones y para archivar registros de música para uso en el futuro. Se puede contar con archivos de MusicXML que son legibles y utilizables por una amplia

¹⁰Good (2001)

gama de notaciones musicales, ahora y en el futuro. MusicXML complementa al los formatos de archivo utilizados por Finale y otros programas.

MusicXML se pretende un el estándar para compartir partituras interactivas, dado que facilita crear música en un programa y exportar sus resultados a otros programas. Al momento más de 220 aplicaciones incluyen compatibilidad con MusicXML.

2.3.4 Music Markup Language

El Lenguaje de Marcado de Música (MML)¹¹ es un intento de marcar objetos y eventos de música con un lenguaje basado en XML. La marcación de estos objetos debería permitir gestionar la música documentos para diversos fines, desde la teoría musical y la notación hasta rendimiento práctico. Este proyecto no está completo y está en progreso. El primer borrador de una posible DTD está disponible y se ofrecen algunos ejemplos de piezas de música marcadas con MML.

El enfoque es modular. Muchos módulos aún están incompletos y necesitan más investigación y atención.

Si una pieza musical está serializada usando MML puede ser entregada en al menos los siguientes formatos:

- Texto: representación de notas como, por ejemplo, piano-roll (como el que se encuentra en el software del secuenciador de computadora)
- Common Western Notation: Notación musical occidental en pantalla o en papel
- MIDI-device: MML hace posible “secuenciar” una pieza de música sin tener que usar software especial. Así que cualquier persona con un editor de texto debe ser capaz de secuenciar la música de esta manera.

2.3.5 Flocking

Flocking¹² es un framework, escrito en JavaScript, para la composición de música por computadora que aprovecha las tecnologías e ideas existentes para crear un sistema robusto, flexible y expresivo. Flocking combina el patrón generador de unidades de muchos idiomas de música de computadora con tecnologías Web Audio para permitir a los usuarios interactuar con sitios Web existentes y potenciales tecnologías. Los usuarios interactúan con Flocking usando un estilo declarativo de programación.

El objetivo de Flocking es permitir el crecimiento de un ecosistema de herramientas que puedan analizar y entender fácilmente la lógica y la semántica de los instrumentos digitales representando de forma declarativa los pilares básicos de

¹¹Steyn (2001)

¹²Clark y Tindale (2014)

síntesis de audio. Esto es particularmente útil para soportar la composición generativa (donde los programas generan nuevos instrumentos y puntajes de forma algorítmica), herramientas gráficas (para que programadores y no programadores colaboren), y nuevos modos de programación social que permiten a los músicos adaptar, ampliar y volver a trabajar fácilmente en instrumentos existentes.

2.3.5.1 Como funciona Flocking

El núcleo del framework Flocking consiste en varios componentes interconectados que proporcionan la capacidad esencial de interpretar e instanciar generadores de unidades, producir flujos de muestras y programar procesos. Los principales componentes de Flocking incluyen:

1. el *Intérprete Flocking*, que analiza e instancia sintetizadores, generadores de unidad y buffers
2. el *Ecosistema*, que representa el audio general y su configuración
3. *Audio Strategies*, que son las salidas de audio conectables (vinculados a los backends como la API de audio web o ALSA en Node.js)
4. *Unit Generators* (ugens), que son funciones primitivas generadoras de las muestras utilizadas para producir sonido
5. *Synths* (sintetizadores) que representan instrumentos y colecciones en la lógica de generación de señales
6. el *Scheduler* (programador ó secuenciador), que gestiona el cambio secuencial (basado en el tiempo) eventos en un sintetizador

2.3.5.2 Programación declarativa

Arriba, se describió Flocking como un marco **declarativo**. Esta característica es esencial para comprender su diseño. La programación declarativa se puede entender en el contexto de Flocking por dos aspectos esenciales:

1. enfatiza una visión semántica de alto nivel de la lógica y estructura de un programa
2. representa los programas como estructuras de datos que pueden ser entendido por otros programas.

El énfasis aquí es sobre los aspectos lógicos o semánticos de la computación, en vez de en la secuenciación de bajo nivel y el flujo de control. Tradicionalmente los estilos de programación imperativos suelen estar destinados solo para el compilador. Aunque el código es a menudo compartido entre varios desarrolladores, no suele ser comprendidos o manipulados por programas distintos a los compiladores.

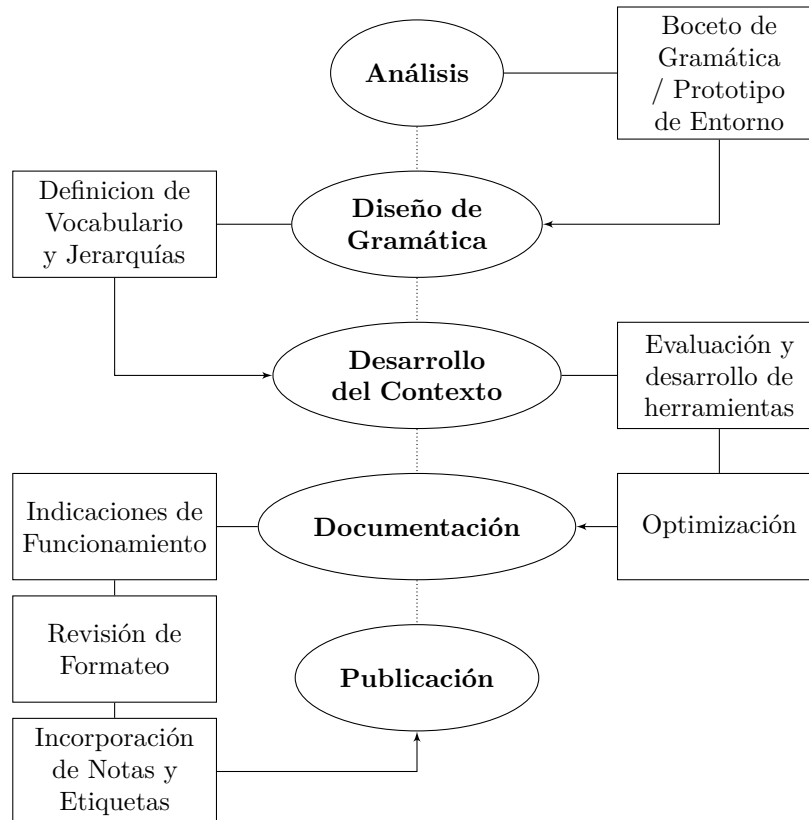
Por el contrario, la programación declarativa implica la capacidad de escribir programas que están representados en un formato que pueden ser procesados por otros programas como datos ordinarios. La familia de lenguajes Lisp es un ejemplo bien conocido de este enfoque. Paul Graham describe la naturaleza declarativa de Lisp, expresando que “no tiene sintaxis. Escribes programas en árboles de análisis... [que] son totalmente accesibles a tus programas. Puedes escribir programas que los manipulen... programas que escriben programas”.¹³ Aunque Flocking está escrito en JavaScript, comparte con Lisp el enfoque expresar programas dentro de estructuras de datos que estén disponibles para su manipulación por otros programas.

¹³Graham (2001)

3 Metodología

introduccion a la seccion, explicar que se van a discutir las herramientas usadas en cada subseccion.

3.1 Diagrama de procedimiento



Sobre el desarrollo El entorno de producción musical que se pretende establecer estará principalmente integrando por:

descripcion general del trabajo

3.2 Desarrollo

Sobre el desarrollo como conseguir el código. Instalación Uso

Sobre el desarrollo

3.2.1 YAML

El estándar YAML¹⁴ como opción para serializar las definiciones de cada parte instrumental.

3.2.2 Python

La rutina de instrucciones principales será interpretada en el lenguaje Python¹⁵ (en su última versión estable). Esta pieza de software estará basada en otros dos desarrollos: el módulo “*pyyaml*”¹⁶ para analizar la información serializada, en combinación con la librería “*music21*”¹⁷ que asistirá en las tareas de musicología. Además se incorporan algunos módulos de la “*Librería Estandar*”,¹⁸

3.2.3 midiUTIL

midi

3.2.4 Otras herramientas

El editor de texto preferido para toda la actividad será VIM;¹⁹ durante el desarrollo las versiones se controlarán con el sistema GIT²⁰ y el repositorio del proyecto se almacenará en un espacio online proveído por algún servicio del tipo GitLab.

¹⁴Varios (2018c)

¹⁵Rossum (2018)

¹⁶Varios (2018a)

¹⁷Cuthbert (2018)

¹⁸Varios (2018b)

¹⁹Moolenaar (2018)

²⁰Torvalds (2018)

4 Resultados

[] Introduccion a los temas discutidos en cada sub seccion [] Gramatica [] Aplicacion [] Demostracion

4.1 Gramática

4.1.1 Estructura grámatical, representación de relaciones jerarquías

referir a Metodología, YAML > La estructura principal la sintaxis gramatical de cada pista se basa en el formato de serialización de datos YAML²¹ el cual delimita entre clave y valor con el carácter “:” (dos puntos), mientras que la indentacion representa jerarquias, relacion de pertenencia entre parametros.

Multiples ficheros .yaml equivalen a multiples pistas en el resultado MIDI.

Describir Referencia y Recurrencia en YAML

«: *base (Para que otra pista herede estas propiedades)

4.1.2 Vocabulario

explicar q se va a describir cada palabra elegida para representar cada propiedad, etiqueta, el tipo de dato q es, un ejemplo y el valor defacto que se asigna

4.1.2.1 Propiedades de Pista

Los parametros generales de cada pista son tres: el rotulo, la paleta de unidades disponibles y el primer nivel de la forma musical. A partir del primer nivel estructural, las unidades se organizan entre ellas.

nombre (cadena de carcteres) default: empty

Titulo de la pista

```
nombre: 'Piano'
```

complementos (cadena de carcteres) default: < empty >

Ubicación de fichero con modulo de usuario.

```
complementos: 'enchufes.py'
```

forma (lista de cadenas de caracteres) default: T0 D0

Macro estructura de la pista. Lista de unidades a ser secuenciadas. Corresponde a un elemento de la paleta.

²¹Varios (2018c)

```
forma: [
  'intro',
  'estrofa',
  'estribo',
  'coda',
]
```

unidades (diccionario)

default: T0 D0

Paleta de estructuras para secuenciar. En dos tipos de unidades, las que definen las estructuras minimas y las que invocan otras unidades ademas de sobrescribir o no alguno de sus parametros.

```
unidades:
  base: &base
  clave:
  alteraciones: -2
  modo: 1
  registracion: [
    -12,-10, -9, -7, -5, -3, -2,
    0, 2, 3, 5, 7, 9, 10,
    12, 14, 15, 17, 19, 21, 22,
    24
  ]
  alturas: [ 1, 3, 5, 8 ]
  voces:
    - [ 8, 6 ]
    - [ 5 ]
    - [ 3 ]
  transportar: 60 # C
  transponer: 0
  duraciones: [ 1 ]
  bpm: 62
  metro: 4/4
  desplazar: 0
  reiterar: 0
  dinamicas: [ 1, .5, .4 ]
  canal: 3
  programa: 103
  controladores: [ 70:80, 70:90, 71:120 ]
a: &a
  <<: *base
  metro: 2/4
  alturas: [ 1, 3,0, 5, 7, 8 ]
  duraciones: [ 1, .5, .5, 1, 1 ]
b: &b
  <<: *base
```

```

metro: 6/8
duraciones: [ .5 ]
alturas: [ 1, 2 ]
voces: 0
revertir: [ 'duraciones', 'dinamicas' ]
transponer: 3
clave:
  alteraciones: 2
  modo: 1
fluctuacion:
  min: .1
  max: .4
desplazar: -1
bˆ:
  <<: *b
  dinamicas: [ .5, .1 ]
  revertir: [ 'alturas' ]
# Unidad de unidades ( UoUs )
# Propiedades sobrescriben a las de las unidades referidas
A:
  unidades: [ 'a', 'b' ]
  reiterar: 3
B: &B
  metro: 9/8
  unidades: [ 'a' , 'bˆ' ]
  desplazar: -0.75
Bˆ:
  <<: *B
  voces: 0
  bmp: 89
  unidades: [ 'b', 'a' ]
  dinamicas: [ 1 ]
estrofa:
  unidades: [ 'A', 'B', 'Bˆ' ]
coro:
  bpm: 100
  unidades: [ 'B', 'Bˆ', 'a' ]

```

4.1.2.2 Propiedades de Unidad

Parametros por defecto para todas sas unidades, pueden ser sobrescritos.

forma (lista) default: None

Estructura de la Unidad

```
forma: ['A', 'B']
```

<code>clave</code> (diccionario)	default: <code>alteraciones:0, modo: 0</code>
<p>Armadura de clave Cantidad de alteraciones en la armadura de clave y modo de la escala. Los numeros positivos representan sostenidos mientras que los se refiere a bemoles con números negativos. -2 = Bb, -1 = F, 0 = C, 1 = G, 2 = D, modo: 0 (mayor) Modo de la escala, 0 = Mayor o 1 = Menor (referir midi util doc, key signature)</p>	
<hr/> <pre>clave: alteraciones: -2 modo: 1</pre> <hr/>	
<code>registracion</code> (lista de enteros)	default: <code>[1]</code>
<p>Registración fija. Secuencia de intervalos a ser recorrida por el punteros de altura.</p>	
<hr/> <pre>registracion: [-12,-10, -9, -7, -5, -3, -2, 0, 2, 3, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 17, 19, 21, 22, 24]</pre> <hr/>	
<code>transportar</code> (número entero)	default: 0
<p>Transportar Ajuste de alturas. Semitonos</p>	
<hr/> <pre>transportar: 60 # C</pre> <hr/>	
<code>transponer</code> ()	default: 0
<p>Transponer puntero de registracion Ajuste de alturas pero dentro del set registracion.</p>	
<hr/> <pre>transponer: 1</pre> <hr/>	
<code>metro</code> (cadena de caracteres)	default: 4/4
<p>Clave de compás Clave de metrica. representando una fracción (numerador / denominador).</p>	
<hr/> <pre>metro: 4/4</pre> <hr/>	
<code>desplazar</code> (número decimal)	default: 0
<p>Ajuste temporal Desfazage temporal del momento en el que originalmente comienza la unidad. offset : + / - offset con la "posicion" original 0 es que</p>	

donde debe acontecer originalmente "-2" anticipar 2 pulsos o ".5" demorar medio pulso

```
desplazar: -2
```

reiterar (número entero) default: 1
Repeticiones Catidad de veces q se toca esta unidad. Reiterarse a si misma, no es trasferible, no se hereda, caso contrario se reterarian los referidos.

```
reiterar: 3
```

dinamicas (lista de números decimales) default: [1]
Dinámica Lista ordenada de dinámicas.

```
dinamicas: [ 1, .5, .4 ]
```

fluctuacion (diccionario) default: min:1, max:1
Fluctuación fluctuciones dinámicas.

```
fluctuacion:  
  min: .3  
  max: .7
```

revertir (lista de cadenas de caracteres) default: [none]
Sentido de las listas Revierte parametros del tipo lista. Deben corresponderse a la etiqueta de otro parametro del tipo lista.

```
revertir: [ 'duraciones', 'dinamicas' ]
```

canal (número entero) default: 1
Canal MIDI Número de Canal MIDI.

```
canal: 3
```

4.1.2.3 Propiedades de Articulaciones

Parametros por defecto para todas las unidades, pueden ser sobrescritos.

alturas (lista de números enteros) default: [1]
Punteros del set de registracion. Cada elemento equivale a el numero de intervalo.

```
alturas: [ 1, 3, 5, 8 ]
```

voces (lista de números enteros) default: TO DO
Superposicion de altura Apilamiento de alturas. Lista de listas, cada voz es un lista que modifica intervalo. voz + altura = numero de intervalo.

```
voces:  
- [ 8, 6 ]  
- [ 5 ]  
- [ 3 ]
```

duraciones (lista de números decimales) default: [1]
Duracion Lista ordenada de duraciones.

```
duraciones: [ 1, .5, .5, 1, 1 ]
```

BPMs (número entero) default: 60
Pulso Tempo, Pulsos Por Minuto.

```
bpm: 62
```

dinamicas (lista de números decimales) default: [1]
Dinámica Lista ordenada de dinámicas.

```
dinamicas: [ 1, .5, .4 ]
```

programas (número entero) default: 1
Instrumento MIDI Número de Instrumento MIDI en el banco actual.

```
programa: 103
```

`controles` (lista de listas de pares)

default: None

Cambios de control Secuencia de pares número controlador y valor a asignar.

`controles:`

- [70 : 80, 71 : 90, 72 : 100]
 - [33 : 121, 51 : 120]
 - [10 : 80, 11 : 90, 12 : 100, 13 : 100]
-

4.2 Implementación

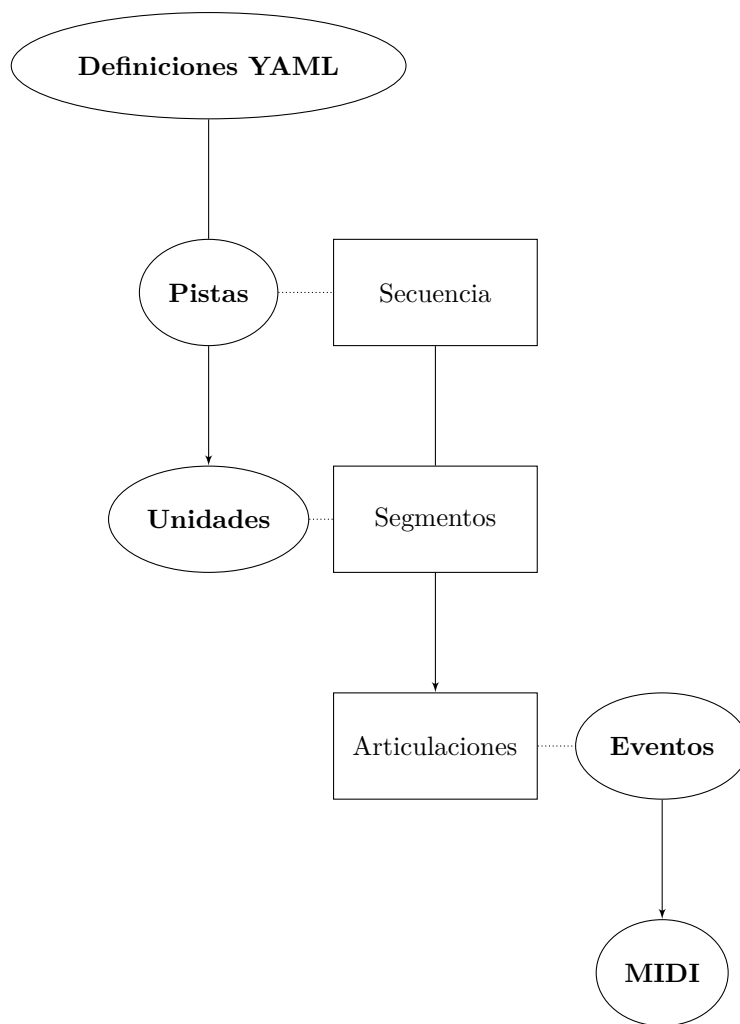
Introducción a la subsección

Aplicación y entorno de secuenciación

Lee archivos YAML como argumentos posicionales crea “pistas” a partir de ellos

explicar estructura pista como flujo de eventos agrupados en segmentos agrupados en secciones

4.2.1 Diagrama de arquitectura



4.2.2 Secciones de principales del desarrollo

Explicacion de los bloques de codigo mas representativos

4.2.2.1 Modulo “Secuencia”

Loop principal que toma unidades previamente analizadas y llena lista de eventos.

4.2.2.2 Clase Pista

Clase Pista a partir de cada defefinicion de canal (.yaml)

tienen un nombre parametros defaults de unidadad llamados “base” tiene una lista de unidades que se llama “macroforma” a partir de esta lista de busca en la paleta de unidades

a su vez cada unidad puede tener una lista de unidades a la que invoca arma un arbol de registros con las relaciones entre unidades arma una “sucesion” o “herencia” de parametros

repite la unidad (con sus hijas) segun parametro reiteracion agrega a los registros

Si la unidad actual tiene unidades sobrescribe los parametros de la unidad “hija” con los sucesion recursivamene busca hasta encontrar una sin unidades HIJAS
Si la unidad altual NO tiene unidades finalmente mezcla el resultado con los defaults la secuencia hace secuencia de eventos

4.3 Demostraciones

Explicación de que ejemplo o demostración se va a discutir en cada sección.

4.3.1 Melodia Simple

Descripcion

4.3.1.1 YAML

Código

4.3.1.2 Partitura

Captura

4.3.1.3 Gráfico

ploteo

4.3.2 Multiples Canales

Descripcion

4.3.2.1 YAML

Códigos

4.3.2.2 Partitura

Capturas

4.3.2.3 Gráfico

ploteos

4.3.3 Polimetría

Patterns con duraciones no equivalentes

4.3.3.1 YAML

Códigos

4.3.3.2 Partitura

Capturas

4.3.3.3 Gráfico

ploteos

5 Conclusiones

aplicaciones posibles en diferentes escenarios (online, archivología, livecodig) y varias disciplinas (IA, machine learning).

6 Apéndice

6.1 Secuencia

```
1 import os
2 from .pista import Pista
3 from .complementos import Complemento
4
5 class Secuencia:
6
7     def __init__(
8         self,
9         defs,
10         verbose = False,
11         copyright = False
12     ):
13         self.defs = defs
14         self.pistas = []
15         self.verbose = verbose
16         self.copyright = copyright
17
18         for d in defs:
19             pista = Pista(
20                 nombre = d[ 'nombre' ],
21                 paleta = d[ 'unidades' ],
22                 forma = d[ 'forma' ],
23                 secuencia = self,
24             )
25             self.pistas.append( pista )
26
27     @property
28     def complementos( self ):
29         complementos = []
30         for d in self.defs:
31             if 'complementos' in d:
32                 p = d[ 'complementos' ]
33                 if os.path.exists( p ):
34                     # TODO Tirar execpcion
35                     #and p not in Complemento.registro:
```

```

36         Complemento.registro.append( p )
37         c = Complemento( p )
38         complementos.append( c )
39     return complementos
40
41 @property
42 def eventos( self ):
43     """ A partir de cada definicion agrega una Pista. """
44     EVENTOS = []
45     for pista in self.pistas:
46
47         if self.verbose:
48             print( pista.verbose( self.verbose ) )
49
50         """ Generar track p/c pista """
51         delta = 0
52         track = pista.numero
53
54         """ Parametros de Pista Primer articulaci3n de la parte, agregar
55         eventos fundamentales: pulso, armadura de clave, comp3s y programa.
56         """
57         EVENTOS.append([
58             'addTrackName',
59             track,
60             delta,
61             pista.nombre
62         ])
63         if self.copyright:
64             EVENTOS.append([
65                 'addCopyright',
66                 track,
67                 delta,
68                 self.copyright
69             ])
70
71         """ Loop principal:
72         Genera una secuencia de eventos MIDI lista de articulaciones. """
73
74         for segmento in pista.segmentos:
75             canal = segmento.canal
76             #delta += segmento.desplazar
77
78             if delta < 0:
79                 raise ValueError( 'No se puede desplazar antes q el inicio' )
80             pass
81

```

```

82         """ Agregar propiedades de segmento. """
83
84     if segmento.cambia( 'metro' ):
85         EVENTOS.append([
86             'addTimeSignature',
87             track,
88             delta,
89             segmento.metro[ 'numerador' ],
90             segmento.metro[ 'denominador' ],
91             segmento.metro[ 'relojes_por_tick' ],
92             segmento.metro[ 'notas_por_pulso' ]
93         ])
94
95     if segmento.cambia( 'bpm' ):
96         EVENTOS.append([
97             'addTempo',
98             track,
99             delta,
100             segmento.bpm,
101         ])
102
103     if segmento.cambia( 'clave' ):
104         EVENTOS.append([
105             'addKeySignature',
106             track,
107             delta,
108             segmento.clave[ 'alteraciones' ],
109             1, # multiplica por el n de alteraciones
110             segmento.clave[ 'modo' ]
111         ])
112
113     if segmento.afinacionNota:
114         EVENTOS.append([
115             'changeNoteTuning',
116             track,
117             segmento.afinacionNota[ 'afinaciones' ],
118             segmento.afinacionNota[ 'canalSysEx' ],
119             segmento.afinacionNota[ 'tiempoReal' ],
120             segmento.afinacionNota[ 'programa' ],
121         ])
122
123     if segmento.afinacionBanco:
124         EVENTOS.append([
125             'changeTuningBank',
126             track,
127             canal,

```

```

128         delta,
129         segmento.afinacionBanco[ 'banco' ],
130         segmento.afinacionBanco[ 'ordenar' ],
131     ])
132
133     if segmento.afinacionPrograma:
134         EVENTOS.append([
135             'changeTuningProgram',
136             track,
137             canal,
138             delta,
139             segmento.afinacionPrograma[ 'programa' ],
140             segmento.afinacionPrograma[ 'ordenar' ],
141         ])
142
143     if segmento.sysEx:
144         EVENTOS.append([
145             'addSysEx',
146             track,
147             delta,
148             segmento.sysEx[ 'fabricante' ],
149             segmento.sysEx[ 'payload' ],
150         ])
151
152     if segmento.uniSysEx:
153         EVENTOS.append([
154             'addUniversalSysEx',
155             track,
156             delta,
157             segmento.uniSysEx[ 'codigo' ],
158             segmento.uniSysEx[ 'subCodigo' ],
159             segmento.uniSysEx[ 'payload' ],
160             segmento.uniSysEx[ 'canal' ],
161             segmento.uniSysEx[ 'tiempoReal' ],
162         ])
163
164     if segmento.NRPN:
165         EVENTOS.append([
166             'makeNRPNCall',
167             track,
168             canal,
169             delta,
170             segmento.NRPN[ 'control_msb' ],
171             segmento.NRPN[ 'control_lsb' ],
172             segmento.NRPN[ 'data_msb' ],
173             segmento.NRPN[ 'data_lsb' ],

```

```

174         segmento.NRPN[ 'ordenar' ],
175     ])
176
177     if segmento.RPN:
178         EVENTOS.append([
179             'makeRPNCall',
180             track,
181             canal,
182             delta,
183             segmento.RPN[ 'control_msb' ],
184             segmento.RPN[ 'control_lsb' ],
185             segmento.RPN[ 'data_msb' ],
186             segmento.RPN[ 'data_lsb' ],
187             segmento.RPN[ 'ordenar' ],
188         ])
189
190     for articulacion in segmento.articulaciones:
191         """ Agrega cualquier cambio de parametro,
192         comparar cada uno con la articulacion previa. """
193
194         if articulacion.cambia( 'bpm' ):
195             EVENTOS.append([
196                 'addTempo',
197                 track,
198                 delta,
199                 articulacion.bpm,
200             ])
201
202         if articulacion.cambia( 'programa' ):
203             EVENTOS.append([
204                 'addProgramChange',
205                 track,
206                 canal,
207                 delta,
208                 articulacion.programa
209             ])
210
211         if articulacion.letra:
212             EVENTOS.append([
213                 'addText',
214                 track,
215                 delta,
216                 articulacion.letra
217             ])
218
219         if articulacion.tono:

```

```

220         EVENTOS.append([
221             'addPitchWheelEvent',
222             track,
223             canal,
224             delta,
225             articulacion.tono
226         ])
227
228         """ Agregar nota/s (altura, duracion, dinamica).
229         Si existe acorde en la articulación armar una lista con cada voz
230         superpuesta. o una lista de solamente un elemento. """
231         voces = [ articulacion.altura ]
232         if articulacion.acorde:
233             voces = articulacion.acorde
234
235         for voz in voces:
236             EVENTOS.append([
237                 'addNote',
238                 track,
239                 canal,
240                 voz,
241                 delta,
242                 articulacion.duracion,
243                 articulacion.dinamica
244             ])
245
246         if articulacion.controles:
247             """ Agregar cambios de control """
248             for control in articulacion.controles:
249                 for control, valor in control.items():
250                     EVENTOS.append([
251                         'addControllerEvent',
252                         track,
253                         canal,
254                         delta,
255                         control,
256                         valor,
257                     ])
258
259         delta += articulacion.duracion
260     return EVENTOS

```

6.2 Pista

```
1 from argumentos import Excepcion
2 from .seccion import Seccion
3 from .segmento import Segmento
4
5 class Pista:
6     """
7     Clase para cada definicion de a partir de archivos .yaml
8     PISTA > Secciones > Segmentos > Articulaciones
9     """
10    cantidad = 0
11
12    def __str__( self ):
13        o = 'PISTA ' + str( self.numero ) + ': ' + str( self.nombre )
14        return o
15
16    def verbose( self, verbose = 0 ):
17        if verbose > 0:
18            o = str( self ) + ' '
19            o = str( self ) + ' '
20            o += '#' * ( 60 - len( o ))
21            if verbose > 1:
22                o += '\nELEM\t#\torden\tnivel\trecur\tnombre\n'
23                for e in self.elementos:
24                    o += e.verbose( verbose )
25                o += '\n'
26            return o
27
28    def __init__(
29        self,
30        nombre,
31        paleta,
32        forma,
33        secuencia
34    ):
35        self.nombre = nombre
36        self.paleta = paleta
37        self.forma = forma
38        self.secuencia = secuencia
39        self.numero = Pista.cantidad
40        Pista.cantidad += 1
41
42        self.secciones = []
43        self.segmentos = []
```



```

44     self.seccionar( self.forma )
45
46 @property
47 def elementos( self ):
48     return sorted(
49         self.secciones + self.segmentos,
50         key = lambda x: x.numero
51     )
52
53 @property
54 def tiempo( self ):
55     # duracion en segundos
56     return sum( [ s.tiempo for s in self.segmentos ] )
57
58 """ Organiza unidades según relacion de referencia """
59 def seccionar(
60     self,
61     forma = None,
62     nivel = 0,
63     herencia = {},
64     referente = None,
65 ):
66     nivel += 1
67     """ Limpiar parametros q no se heredan. """
68     herencia.pop( 'forma', None )
69     herencia.pop( 'reiterar', None )
70
71     for unidad in forma:
72         try:
73             if unidad not in self.paleta:
74                 error = "PISTA: \" + self.nombre + "\""
75                 error += " NO ENCUENTRO: \" + unidad + "\" "
76                 raise Excepcion( unidad, error )
77             pass
78             original = self.paleta[ unidad ]
79             sucesion = {
80                 **original,
81                 **herencia,
82             }
83             reiterar = 1
84             if 'reiterar' in original:
85                 reiterar = original[ 'reiterar' ]
86             for r in range( reiterar ):
87                 if 'forma' not in original:
88                     segmento = Segmento(
89                         pista = self,

```

```

90         nombre      = unidad,
91         nivel       = nivel - 1,
92         orden       = len( self.segmentos ),
93         recurrence  = sum(
94             [ 1 for e in self.segmentos if e.nombre == unidad ]
95         ),
96         referente   = referente,
97         propiedades = sucesion,
98     )
99     self.segmentos.append( segmento )
100 else:
101     seccion = Seccion(
102         pista      = self.nombre,
103         nombre     = unidad,
104         nivel      = nivel - 1,
105         orden      = len( self.secciones ),
106         recurrence = sum(
107             [ 1 for e in self.secciones if e.nombre == unidad ]
108         ),
109         referente  = referente,
110     )
111     seccion.referidos = original['forma']
112     self.secciones.append( seccion )
113     elemento = seccion
114     self.seccionar(
115         original[ 'forma' ],
116         nivel,
117         sucesion,
118         seccion,
119     )
120 except Excepcion as e:
121     print( e )

```

6.3 Elemento

```
1 class Elemento():
2     """
3     Pista > ELEMENTOS
4     Metaclass base para, Secciones, Segmentos
5     """
6     cantidad = 0
7     def __str__( self ):
8         o = str( self.numero ) + '\t'
9         o += str( self.orden ) + '\t'
10        o += str( self.nivel ) + '\t'
11        o += str( self.recorrecncia ) + '\t'
12        o += '+' + str( '-' * ( self.nivel ) )
13        o += self.nombre
14        return o
15
16    def __init__(
17        self,
18        pista,
19        nombre,
20        nivel,
21        orden,
22        recorrecncia,
23        referente,
24    ):
25        self.pista = pista
26        self.nombre = nombre
27        self.nivel = nivel
28        self.orden = orden
29        self.recorrecncia = recorrecncia
30        self.referente = referente
31        self.numero = Elemento.cantidad
32        Elemento.cantidad += 1
```

6.4 Sección

```
1 from .elemento import Elemento
2
3 class Seccion( Elemento ):
4     cantidad = 0
5     """ Pista > SECCION > Segmentos > Articulaciones """
6
7     def verbose( self, verbose = 0 ):
8         o = self.tipo + ' '
9         o += str( self.numero_seccion ) + '\t'
10        o += str( self ) + ' '
11        o += '=' * ( 18 - ( len( self.nombre ) + self.nivel ) )
12        return o
13
14    def __init__(
15        self,
16        pista,
17        nombre,
18        nivel,
19        orden,
20        recurrencia,
21        referente
22    ):
23        Elemento.__init__(
24            self,
25            pista,
26            nombre,
27            nivel,
28            orden,
29            recurrencia,
30            referente
31        )
32        self.numero_seccion = Seccion.cantidad
33        Seccion.cantidad += 1
34        self.nivel = nivel
35        self.tipo = 'SECC'
```

6.5 Segmento

```
1 import math
2 from .elemento import Elemento
3 from .articulacion import Articulacion
4 from .complementos import Complemento
5
6
7 class Segmento( Elemento ):
8     """
9     Secuencia > Pista > Secciones > SEGMENTOS > Articulaciones
10    Conjunto de Articulaciones
11    """
12    cantidad = 0
13
14    defactos = {
15
16        # Propiedades de Segmento
17        'canal'      : 0,
18        'revertir'   : None,
19        'NRPN'       : None,
20        'RPN'        : None,
21
22        # Props. que NO refieren a Canal especifico
23        # ¿a Meta track? Igualmente midiutil las manda a canal 16...
24        'metro'      : '4/4',
25        'alteraciones' : 0,
26        'modo'       : 0,
27        'afinacionNota' : None,
28        'afinacionBanco' : None,
29        'afinacionPrograma' : None,
30        'sysEx'      : None,
31        'uniSysEx'   : None,
32
33        # Procesos de Segmento
34        'transportar' : 0,
35        'transponer'  : 0,
36        'reiterar'    : 1,
37
38        # Propiedades de Articulacion
39        'BPMs'       : [ 60 ],
40        'programas'   : [ None ],
41        'duraciones'  : [ 1 ],
42        'dinamicas'   : [ 1 ],
43        'registracion' : [ 1 ],
```

```

44     'alturas'      : [ 1 ],
45     'letras'      : [ None ],
46     'tonos'       : [ 0 ],
47     'voces'       : None,
48     'controles'   : None,
49
50 }
51
52 def verbose( self, verbose = 0 ):
53     o = self.tipo + ' '
54     o += str( self.numero_segmento ) + '\t'
55     o += str( self ) + ' '
56     o += '-' * ( 18 - (len( self.nombre ) + self.nivel))
57     if verbose > 2:
58         o += '\nARTICULACIONES\n'
59         o += '#\tord\tbpm\tdur\tdin\talt\tltr\tton\tctrs\n'
60         for a in self.articulaciones:
61             o += str( a )
62     return o
63
64 def __init__(
65     self,
66     pista,
67     nombre,
68     nivel,
69     orden,
70     recurrence,
71     referente,
72     propiedades
73 ):
74     Elemento.__init__(
75         self,
76         pista,
77         nombre,
78         nivel,
79         orden,
80         recurrence,
81         referente
82     )
83     self.numero_segmento = Segmento.cantidad
84     Segmento.cantidad += 1
85     self.tipo = 'SGMT'
86     self.props = {
87         **Segmento.defactos,
88         **propiedades
89     }

```

```

90     """ PRE PROCESO DE SEGMENTO """
91
92     """ Cambia el sentido de los parametros de
93     articulacion """
94     self.revertir = self.props[ 'revertir' ]
95     if self.revertir:
96         if isinstance( self.revertir , list ):
97             for r in self.revertir:
98                 if r in self.props:
99                     self.props[ r ].reverse()
100         elif isinstance( self.revertir , str ):
101             if revertir in self.props:
102                 self.props[ self.revertir ].reverse()
103
104     self.canal          = self.props[ 'canal' ]
105     self.reiterar       = self.props[ 'reiterar' ]
106     self.transponer     = self.props[ 'transponer' ]
107     self.transportar    = self.props[ 'transportar' ]
108     self.alteraciones   = self.props[ 'alteraciones' ]
109     self.modos          = self.props[ 'modos' ]
110     self.afinacionNota  = self.props[ 'afinacionNota' ]
111     self.afinacionBanco = self.props[ 'afinacionBanco' ]
112     self.afinacionPrograma = self.props[ 'afinacionPrograma' ]
113     self.sysEx          = self.props[ 'sysEx' ]
114     self.uniSysEx       = self.props[ 'uniSysEx' ]
115     self.NRPN           = self.props[ 'NRPN' ]
116     self.RPN            = self.props[ 'RPN' ]
117     self.registracion   = self.props[ 'registracion' ]
118     self.programas      = self.props[ 'programas' ]
119     self.duraciones     = self.props[ 'duraciones' ]
120     self.BPMs           = self.props[ 'BPMs' ]
121     self.dinamicas      = self.props[ 'dinamicas' ]
122     self.alturas        = self.props[ 'alturas' ]
123     self.letras         = self.props[ 'letras' ]
124     self.tonos          = self.props[ 'tonos' ]
125     self.voces          = self.props[ 'voces' ]
126     self.capas          = self.props[ 'controles' ]
127
128     self.bpm = self.BPMs[0]
129     self.programa = self.programas[0]
130
131
132     """ COMPLEMENTOS
133     Pasar propiedades por metodos de usuario
134     """
135     for complemento in self.pista.secuencia.complementos:

```

```

136         for metodo in dir( complemento.modulo ):
137             if metodo in self.props:
138                 for clave in self.props[ metodo ]:
139                     original = getattr( self, clave )
140                     argumentos = self.props[ metodo ][ clave ]
141                     #print( metodo, ':', clave, argumentos )
142                     modificado = getattr(
143                         complemento.modulo,
144                         metodo,
145                     )( original, argumentos )
146                     setattr( self, clave, modificado )
147
148
149 @property
150 def precedente( self ):
151     n = self.orden
152     o = self.pista.segmentos[ n - 1 ]
153     return o
154
155 def obtener( self, key ):
156     try:
157         o = getattr( self, key )
158         return o
159     except AttributeError as e:
160         return e
161
162 def cambia(
163     self,
164     key
165 ):
166     este = self.obtener( key )
167     anterior = self.precedente.obtener( key )
168     if (
169         self.orden == 0
170         and este
171     ):
172         return True
173     return anterior != este
174
175 @property
176 def tiempo( self ):
177     # duracion en segundos
178     return sum( [ a.tiempo for a in self.articulaciones ] )
179
180 @property
181 def metro( self ):

```



```

182     metro = self.props[ 'metro' ].split( '/' )
183     denominador = int(
184         math.log10( int( metro[ 1 ] ) ) / math.log10( 2 )
185     )
186     return {
187         'numerador'      : int( metro[ 0 ] ),
188         'denominador'    : denominador,
189         'relojes_por_tick' : 12 * denominador,
190         'notas_por_pulso' : 8,
191     }
192
193 @property
194 def clave( self ):
195     return {
196         'alteraciones' : self.alteraciones,
197         'modo'         : self.modo
198     }
199
200 @property
201 def ganador( self ):
202     """ Evaluar que propiedad lista es el que mas valores tiene. """
203     self.ganador_voces = [ 0 ]
204     if self.voces:
205         self.ganador_voces = max( self.voces, key = len )
206     self.ganador_capas = [ 0 ]
207     if self.capas:
208         self.ganador_capas = max( self.capas , key = len )
209
210     candidatos = [
211         self.dinamicas,
212         self.duraciones,
213         self.alturas,
214         self.letras,
215         self.tonos,
216         self.BPMs,
217         self.programas,
218         self.ganador_voces,
219         self.ganador_capas,
220     ]
221     return max( candidatos, key = len )
222
223 @property
224 def cantidad_pasos( self ):
225     return len( self.ganador )
226
227 @property

```

```

228 def articulaciones( self ):
229
230     """ Consolidar "articulacion"
231     combinar parametros: altura, duracion, dinamica, etc. """
232     o = []
233     for paso in range( self.cantidad_pasos ):
234         """ Alturas, voz y superposición voces. """
235         altura = self.alturas[ paso % len( self.alturas ) ]
236         acorde = []
237         nota = altura
238         """ Relacion: altura > puntero en el set de registracion;
239         Trasponer dentro del set de registracion, luego Transportar,
240         sumar a la nota resultante. """
241         n = self.registracion[
242             ( ( altura - 1 ) + self.transponer ) % len( self.registracion )
243         ]
244         nota = self.transportar + n
245         """ Armar superposicion de voces. """
246         if self.voces:
247             for v in self.voces:
248                 voz = (
249                     altura + ( v[ paso % len( v ) ] ) - 1
250                 ) + self.transponer
251                 acorde += [
252                     self.transportar +
253                     self.registracion[ voz % len( self.registracion ) ]
254                 ]
255         """ Cambios de control. """
256         controles = []
257         if self.capas:
258             for capa in self.capas:
259                 controles += [ capa[ paso % len( capa ) ] ]
260         """ Articulación a secuenciar. """
261         articulacion = Articulacion(
262             segmento = self,
263             orden = paso,
264             bpm = self.BPMs[ paso % len( self.BPMs ) ],
265             programa = self.programas[ paso % len( self.programas ) ],
266             duracion = self.duraciones[ paso % len( self.duraciones ) ],
267             dinamica = self.dinamicas[ paso % len( self.dinamicas ) ],
268             nota = nota,
269             acorde = acorde,
270             tono = self.tonos[ paso % len( self.tonos ) ],
271             letra = self.letras[ paso % len( self.letras ) ],
272             controles = controles,
273         )

```

```
274         o.append( articulacion )
275     return o
276
```

6.6 Articulación

```
1 class Articulacion:
2
3     """ Pista > Segmentos > ARTICULACIONES """
4
5     cantidad = 0
6
7     def __str__( self ):
8         o = str( self.numero ) + '\t'
9         o += str( self.orden ) + '\t'
10        o += str( self.bpm ) + '\t'
11        o += str( self.duracion ) + '\t'
12        o += str( self.dinamica ) + '\t'
13        o += str( self.altura ) + '\t'
14        o += str( self.letra ) + '\t'
15        o += str( self.tono ) + '\t'
16        o += str( self.controles ) + '\n'
17        return o
18
19     def __init__(
20         self,
21         segmento,
22         orden,
23         bpm,
24         programa,
25         duracion,
26         dinamica,
27         nota,
28         acorde,
29         tono,
30         letra,
31         controles,
32     ):
33         self.numero = Articulacion.cantidad
34         Articulacion.cantidad += 1
35
36         self.segmento = segmento
37         self.orden = orden
38         self.bpm = bpm
39         self.programa = programa
40         self.tono = tono
41         self._dinamica = dinamica
42         self.duracion = duracion
43         self.controles = controles
```

```

44     self.altura      = nota
45     self.letra       = letra
46     self.acorde      = acorde
47
48     @property
49     def precedente( self ):
50         n = self.orden
51         o = self.segmento.articulaciones[ n - 1]
52         if n == 0:
53             o = self.segmento.precedente.articulaciones[ - 1 ]
54         return o
55
56     def obtener( self, key ):
57         try:
58             o = getattr( self, key )
59             return o
60         except AttributeError as e:
61             return e
62
63     def cambia( self, key ):
64         este = self.obtener( key )
65         anterior = self.precedente.obtener( key )
66         if (
67             self.segmento.orden == 0
68             and self.orden == 0
69             and este
70         ):
71             return True
72         return anterior != este
73
74     @property
75     def relacion( self ):
76         return 60 / self.bpm
77
78     @property
79     def tiempo( self ):
80         # duracion en segundos
81         return self.duracion * self.relacion
82
83
84     @property
85     def dinamica( self ):
86         viejo_valor = self._dinamica
87         viejo_min = 0
88         viejo_max = 1
89         nuevo_min = 0

```

```
90     nuevo_max = 126
91     nuevo_valor = (
92         ( viejo_valor - viejo_min ) / ( viejo_max - viejo_min )
93     ) * ( nuevo_max - nuevo_min ) + nuevo_min
94     return int( min( max( nuevo_valor, nuevo_min ), nuevo_max ) )
```

6.7 Complementos

```
1 import importlib.util as importar
2
3 class Complemento:
4
5     """ Interfaz minimalista para complementos de usuario.
6
7     Declarar ubicación del paquete en propiedades de track.
8     complementos: 'enchufes.py'
9
10    En propiedades de segmento invocar metodo y subscribir, propiedad y
11    argumentos.
12
13    metodo: # en: enchufes.py
14    propiedad_a_manipular1: argumentos
15    propiedad_a_manipular2: argumentos
16    fluctuar:
17        dinamicas: .5
18        alturas: 2
19    """
20
21    cantidad = 0
22    registro = []
23
24    def __str__(
25        self,
26    ):
27        return self.nombre
28
29    def __init__(
30        self,
31        path
32    ):
33        self.path = path
34        self.nombre = path.split( '.' )[ 0 ]
35        Complemento.cantidad += 1
36        spec = importar.spec_from_file_location(
37            self.nombre,
38            self.path
39        )
40        if spec:
41            modulo = importar.module_from_spec( spec )
42            spec.loader.exec_module( modulo )
43            self.modulo = modulo
```

7 Bibliografía

Reserva de referencias:

- allen²²
- schaffer²³
- samaruga²⁴
- lerdall²⁵
- lily²⁶

²²Allen (1983)

²³Schaeffer (1966)

²⁴Samaruga (2016)

²⁵Lerdahl y Jackendof (1996)

²⁶Shaffer (2005)

- ALLEN, J.F., 1983. Maintaining knowledge about temporal intervals. *Communications of the ACM*, pp. 832-843. ISSN 0001-0782. DOI 10.1145/182.358434.
- CLARK, C. y TINDALE, A., 2014. Flocking: A Framework for Declarative Music-Making on the Web. *The Joint Proceedings of the ICMC and SMC*, vol. 1, no. 1, pp. 50-57.
- COOMBS, J.H., RENEAR, A.H. y DE ROSE, S.J., 1987. Markup Systems and the Future of Scholarly Text Processing. *Communications of the ACM* [en línea], vol. 30, no. 11, pp. 933-47. DOI 10.1145/32206.32209. Disponible en: <http://www.xml.coverpages.org/coombs.html>.
- CUTHBERT, M.S., 2018. music21: a toolkit for computer-aided musicology. [en línea]. Disponible en: <http://web.mit.edu/music21>.
- GOOD, M., 2001. MusicXML: An Internet-Friendly Format for Sheet Music. *Proceedings of XML* [en línea], Disponible en: <http://michaelgood.info/publications/music/musicxml-an-internet-friendly-format-for-sheet-music/>.
- GRAHAM, P., 2001. *Beating the Averages* [en línea]. 2001. Estados Unidos: Franz Developer Symposium; www.paulgraham.com. Disponible en: <http://www.paulgraham.com/avg.html>.
- HUNT, A. y THOMAS, D., 1999. *The Pragmatic Programmer: From Journeyman to Master*. S.l.: The Pragmatic Bookshelf. ISBN 9780201616224.
- LEEK, J., 2017. The future of education is plain text. [en línea]. Disponible en: <https://simplystatistics.org/2017/06/13/the-future-of-education-is-plain-text>.
- LERDAHL, F. y JACKENDOF, R., 1996. *A Generative Theory of Tonal Music*. Estados Unidos: The MIT Press. ISBN 026262107X.
- MOOLENAAR, B., 2000. Seven habits of effective text editing. [en línea]. Disponible en: <http://moolenaar.net/habits.html>.
- MOOLENAAR, B., 2018. VIM. [en línea]. Disponible en: <https://www.vim.org/docs.php>.
- RAYMOND, E.S., 1997. *The Cathedral and the Bazaar*. 1997. Estados Unidos: Linux Kongress; O'Reilly Media.
- RAYMOND, E.S., 1999. *The Art of UNIX Programming*. Estados Unidos: Addison-Wesley Professional. ISBN 978-0131429017.
- ROSSUM, G.V., 2018. Python 3.7. [en línea]. Disponible en: <https://docs.python.org/3/>.
- SAMARUGA, L.M., 2016. *Un modelo de representación y análisis estructural de la música electroacústica*. Tesis doctoral. S.l.: Universidad Nacional de Quilmes.
- SCHAEFFER, P., 1966. *Tratado de los objetos musicales*. S.l.: s.n. ISBN 9788420685403.

- SELFIDGE-FIELD, E., 1997. *Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes*. Estados Unidos: The MIT Press. ISBN 9780262193948.
- SHAFFER, K., 2005. Make Stunning Schenker Graphs with GNU Lilypond. [en línea]. Disponible en: <https://www.linuxjournal.com/article/8364>.
- STEYN, J., 2001. Music Markup Language. [en línea]. Disponible en: <https://steyn.pro/mml>.
- TORVALDS, L., 2018. GIT. [en línea]. Disponible en: <https://git-scm.com/docs>.
- VARIOS, A., 2018a. PyYAML is a full-featured YAML framework for the Python programming language. [en línea]. Disponible en: <https://pyyaml.org/>.
- VARIOS, A., 2018b. The Python Standard Library. [en línea]. Disponible en: <https://docs.python.org/3/library/index.html>.
- VARIOS, A., 2018c. YAML Ain't Markup Language. [en línea]. Disponible en: <http://yaml.org/>.
- WILD, J., 1996. A Review of the Humdrum Toolkit: UNIX Tools for Musical Research, created by David Huron. *Music Theory Online*, vol. 2, no. 7.
- YZAGUIRRE, G., 2016. Manifiesto del Laboratorio de Software Libre. [en línea]. Disponible en: https://labsl.multimediales.com.ar/Manifiesto_del_Laboratorio_de_Software_Libre_.html.