

Secuenciador Musical Generativo Multi-Interfase

Tuxpan Bermúdez Oscar, Xochipiltecatl Carreto Henry

Laboratorio de Investigación en Tecnologías Electrónicas

Resumen

Se declara la función de un secuenciador generativo para la improvisación y composición de música por medio de algoritmos tales como Fractales, con una interfase múltiple para la introducción de datos, y su posterior envío para la automatización de mensajes MIDI CC y OSC. La comunicación con el secuenciador se logra con las siguientes opciones: con un sensor de movimiento inalámbrico, utilizando data MIDI y OSC, cuyos valores pueden determinan tone y velocity en MIDI hasta mensajes de Control Continuo, e incluso parámetros en lenguaje OSC; recepción de eventos MIDI u OSC a través de otro instrumento con la implementación correspondiente; y por último el típico método de secuenciación por pasos TR, con interruptores y codificadores rotatorios. Todos ellos afectados por los algoritmos en la reproducción.

El secuenciador toma una conciencia artificial originada al responder con valores aleatorios que circundan por los algoritmos que lo componen, e interpreta la ejecución o establecimiento de parámetros por el usuario, que da como respuesta una serie de eventos impredecibles, pero con reserva a las reglas de composición musical contemporánea. La inteligencia que adquiere el secuenciador al aprender de su usuario se busca una armonía entre el hombre y la máquina, para lograr resultados orgánicos en el ámbito artístico, y obtener una creatividad por parte del secuenciador.

Música Generativa. Composición Algorítmica. Secuenciación. Síntesis. MIDI y OSC.

1. Introducción

Un secuenciador es un dispositivo electrónico que permite programar y reproducir eventos musicales de forma secuencial mediante una interfaz de control físico o lógico conectado a uno o más instrumentos musicales electrónicos o en instrumentos virtuales. El interfaz de control más extendido es el estándar MIDI, y en este caso, se sumara el OSC. El MIDI

(Music Instruments Digital Interface), propuesto en 1981 por Dave Smith en la Audio Engineering Society, es usado para transformar una interpretación en mensajes digitales equivalentes y transmitirlos a otro dispositivo MIDI [1]. Y el más reciente, OSC (Open Sound Control) fue desarrollado por Adrian Freed y Matt Wright en The Center For New Music and Audio Technology (CNMAT) en 1997, es igual un protocolo basado en mensajes desarrollado para comunicarse con computadoras, sintetizadores de sonido, y otros dispositivos multimedia que están optimizados para la moderna tecnología en red de comunicación. Se caracteriza por un esquema de nombres simbólicos tipo Uniform Resource Locator (URL), lenguaje de coincidencia de patrones (*pattern matching*) para especificar múltiples receptores de un único mensaje, marcas de tiempo (*time tags*) de alta resolución, y mensajes empaquetados para eventos que deben ocurrir simultáneamente, definido en opensoundcontrol.org de CNMAT por M. Wright, 1998 [2].

El desarrollo del proyecto va en conjunto con conocimiento de música, en estilos como generativa, y *ambient* principalmente.

2. El Secuenciador

2.1 Descripción

Su función principal es de grabar o programar eventos de un lenguaje digital para su posterior reproducción secuencial o aleatoria (siguiendo una lógica algorítmica), incluso, combinación de ambas, lo que da su carácter generativo, descrito como “disfrutar de la ventaja de ambos: música en vivo, que siempre es diferente, y música grabada, libre de las limitaciones del tiempo-lugar” (Brian Eno, 1996), a su vez posibilita la composición algorítmica automatizada, que consiste en construir o seleccionar algoritmos para generar composiciones. El resultado de aplicar esta característica es una variante única musical, por lo que no puede ser una copia, mencionó C. Ariza, 2005 [3].

La grabación se lleva a cabo por la interfaz inalámbrica WiFi, con una dirección TCP/IP, utilizando el protocolo OSC. Se usa un Apple Ipod Touch como sensor de movimiento, que envía los datos registrados al anfitrión, como se observa en la figura 1. El secuenciador se encarga de mandarlos a un módulo de sonidos, sea hardware o software. Los movimientos manipulan la altura tonal (*tone*) e intensidad (*velocity*) de la misma, junto con la modulación, a quien se le pueden asignar distintos parámetro de control del propio secuenciador. El Ipod carga la aplicación OSCemote, quien interpreta los movimientos y los convierte en OSC, además de controlar al secuenciador con la pantalla táctil del Ipod con los controladores virtuales. Así que también tiene una función remota sobre parámetros que el usuario defina.

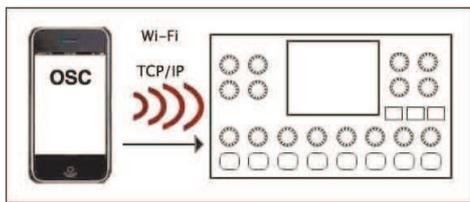


Fig. 1. Comunicación con Secuenciador

La programación, que realiza de forma mas minuciosa la composición de secuencias, se lleva a cabo por la interfaz física del propio dispositivo, como son botones y codificadores rotatorios, 8 de cada uno colocados en forma lineal, representando una línea de tiempo, e incluyendo la pantalla táctil, para edición de secuencias. Este tipo de programación esta basado en el clasico método TR (denominado así por su uso en la serie TR X0X de Roland), o también llamado, por pasos. Su función se basa en la activación / desactivación de notas (a través de interruptores) en su línea progresiva de tiempo, con una resolución de tiempo de nota que va desde 1/2 a 1/64 por compas, definida por el usuario. En la figura 2, se ejemplifica este método, donde la rejilla de cuadros, que representan los interruptores, los azules significan que la nota esta activada. Los codificadores rotatorios correspondientes, controlan la intensidad y la afinación de la nota. Demás codificadores controlan parámetros de forma secuencial de otro dispositivo (caja de ritmos, sintetizador de sonido, etc).

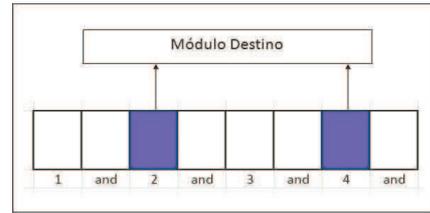


Fig. 2. Secuenciación por pasos.

2.2 Codificador Rotatorio.

A través de programación en VHDL (acrónimo de Very High Speed Integrated Circuits y Hardware description language) y el uso de un tipo importante de circuito de lógica secuencial: Máquinas de Estado Finito (FSM, en inglés), un PLD (22v10) puede interpretar la señal proveniente del codificador rotatorio con pulsador integrado. En este caso, se emplean para incrementar / decrementar valores de un parámetro, y el pulsador para activar / desactivar alguna función. La salida del codificador, en código gris, será leída por el PLD, que en su primer ciclo de reloj ubicará la posición en que se encuentra el codificador, esta lectura no genera ningun cambio en la salida C (contador). En posteriores movimientos, el PLD aumentará o decrementará el contador, dependiendo hacia que dirección gire el codificador. Se muestra en la figura 3, el FSM empleado, que consta de 4 estados, que ubican a cada paso del codificador de 2 bits. En la figura 5 se observa el movimiento del codificador y los eventos que origina.

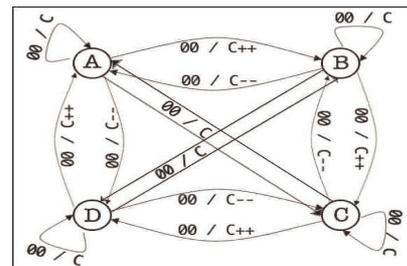


Fig. 3. FSM del Codificador Rotatorio

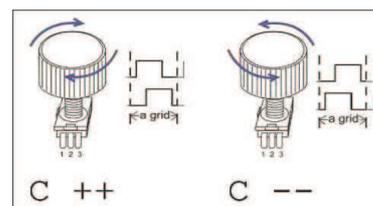


Fig. 4. Codificador Rotatorio

2.3 Algoritmos de reproducción.

Los algoritmos se aplican en la etapa de reproducción, a cualquiera que sea la forma de introducción de datos al secuenciador. Su aplicación determina la característica generativa del secuenciador, con capacidad de respuesta o incluso de composición armónica y rítmica de una secuencia complementaria a partir de los datos introducidos, e incluso en la síntesis de nuevos sonido, por una red de elementos funcionales, E. Mirnada, 2002 [5]. Los Fractales, término acuñado por Mandelbrot, Benoit, 1975, están presentes en la geometría de la naturaleza, en procesos complejos que tienen una representación caótica (forma de una costa o de una nube por ejemplo). Las funciones matemáticas que representan fractales tienen dos propiedades: son funciones iterativas, y presentan características de aleatoriedad. Los fractales de interés artístico se pueden clasificar en dos grupos: los que reproducen o imitan formas naturales y, los que generan formas enteramente originales, obtenidos a partir del algoritmo generador del conjunto de Mandelbrot. Un fractal matemático esta basado en una ecuación que experimenta iteración, una forma de realimentación basada en recursión, define J. Echeverría, 2003 [6].

La construcción del fractal de Mandelbrot mediante iteración, con la fórmula de recurrencia:

$$z_n \rightarrow z_{n+1} = z_n^2 + c, n \geq 0 \quad (1)$$

Con z_n y c números complejos (z_n variable, y c es dado, una constante), comenzando con $z_0 = 0$. Aplica este tipo de fractal, a la secuencia de notas (melodías). Como los lenguajes MIDI y OSC constan de valores numéricos, por ejemplo, el Do central, en MIDI esta representado en un mensaje con valor de 60. Por lo tanto, estos valores se usarán en el algoritmo del ciclo recursivo. z_n tomará el valor de 60, y c la longitud de la misma, L. Oviedo, M. Kanashiro, 2004 [7].

Para la armonía musical, se utiliza el Fractal H o árbol bifurcado "denditra". Para explicarlo, en un plano gráfico, se parte de un segmento AB, y se considera como factor de cambio de escala $c = 2/3$. En los extremos A y B se levantan perpendiculares de longitud $CD = EF = 2/3 \cdot AB$ (A punto medio de CD y B punto medio de EF). El proceso se repite sucesivamente con los segmentos que se forman. En la figura 5, hay un conjunto de segmentos construidos a partir de la explicación dada. Los acordes introducidos, se utilizan como segmentos, solo que se

toman en cuenta los extremos del acorde para la simulación de un segmento [8].

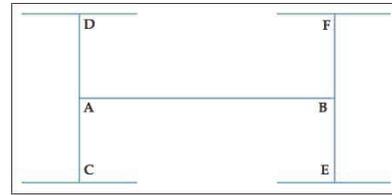


Fig. 5. Fractales H.

3. La comunicación

Los protocolos, OSC y MIDI, se han estudiado a fondo, para lograr una estable y precisa comunicación con los diferentes módulos de sonido a los que se integra el secuenciador. Se amplía en la explicación del OSC debido a su reciente desarrollo, además de ser el aparente sustituto del MIDI.

3.1 Control de sonido abierto.

OSC está diseñado para soportar una arquitectura cliente/servidor. Su diseño es específico para que cualquier número de clientes pueda enviar cualquier mensaje OSC a cualquiera de los dispositivos específicos conectados juntos a una red. La data es transmitida en unidades llamadas *empaques*, que siempre son múltiplos de 4. Cualquiera que envíe empaques OSC es un *cliente*, y cualquiera que reciba empaques OSC es un *servidor*. La unidad básica de data OSC es un *mensaje*, que consta de: un *patrón de dirección*, cadena que especifica la entidad o entidades con el servidor OSC para que el mensaje sea dirigido, así como que tipo de mensaje es éste: una *cadena de tipo de etiqueta*, que da el tipo de data de cada argumento; y *argumentos*, son la data contenida en el mensaje. Cada mensaje contine una secuencia de cero o más argumentos. Los tipos de data OSC oficial son caracteres ASCII, 32 bits de punto flotante y números enteros, y "*blobs*", pedazos de arbitraria data binaria. Los tipos de mecanismos de OSC permite para muchos otros tipos, incluyendo números de 64 bits, color RGBA, "Verdadero" y "Falso". Los mensajes OSC son transmitidos con un rango mayor a los 10 Mbits/seg. Todos los puntos de control de un servidor OSC son organizados en una jerarquía de árbol estructurado llamado *espacio de dirección* del servidor. Cada nodo del espacio de dirección tiene un nombre simbólico y es un destino potencial para mensajes OSC. Cada servidor OSC define su propio espacio de dirección de acuerdo a las características que proporciona y la

idea implementada de cómo estas características podrían ser organizadas.

La *dirección* OSC es simplemente un completo camino desde la raíz del árbol del espacio de dirección a un particular nodo, con un formato de diagonal como un URL. En la figura 6, se ejemplifica a los mensaje OSC.

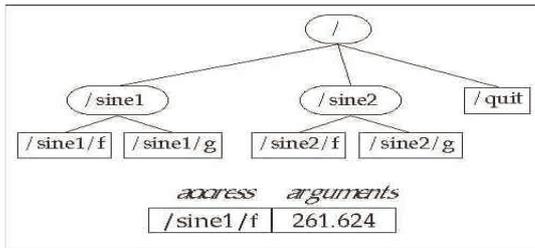


Fig. 6. Mensaje OSC.

Un espacio de dirección de un servidor OSC puede cambiar dinámicamente, sin embargo un sistema de preguntas OSC incluye un mecanismo para descubrir el espacio de dirección actual. Cuando un patrón de dirección de un mensaje empareja a más de una de las direcciones en el espacio de dirección del servidor, el efecto es el mismo como si fueran individuales mensajes (todos con el mismo argumento) enviados a cada dirección emparejada. Un *paquete* es una secuencia de mensajes y/o paquetes. Esta definición recurrente permite la jerarquización arbitraria de paquetes. Los mensajes que son enviados en el mismo paquete son atómicos, esto significa que sus efectos todos serán implementados en el mismo tiempo por el receptor. Un empaque OSC puede ser un paquete o un mensaje. Cada paquete tiene una etiqueta de tiempo que especifica el tiempo absoluto deseado en que los mensajes en el paquete podrían tomar efecto. OSC actualmente confía en un mecanismo externo para sincronizar relojes en diferentes máquinas al mismo tiempo absoluto. Con sincronización significa que los mensajes en un mismo paquete, todos comenzarán su efecto al mismo tiempo. OSC asume que el transportar capaz proporciona un mecanismo de dirección de regreso que permite al dispositivo receptor enviar una respuesta al dispositivo que le envía el mensaje. Las *preguntas* son mensajes OSC que piden al servidor enviar información de regreso al cliente. Descripción de OSC de A. Freed, M. Wright, A. Momeni, 2003 [9].

3.2 Interfaz Digital de Instrumentos Musicales.

En MIDI, la data es un bit de corriente asincrónica unidireccional, transmitido a 31.25 kbaud. 10 bits son transmitidos por byte (un bit de inicio, ocho de data y uno de parado) Los comandos MIDI típicamente llegan en el formato de byte de estatus seguido por uno o dos bytes de data, y acarrear los parámetros del mensaje. El byte de estatus siempre tendrá valor de “1” en su bit más significativo, y en el byte de data será de “0”, esto permite al receptor sincronizar inequívocamente con el formato del mensaje. Actualmente hay sólo siete bits de data verdadera en un byte, así que en los byte de datos, los parámetros tienen un rango disponible de 0 a 127.

Entre los tipos de los mensajes MIDI se encuentran: *mensajes de nota*, Note On, para activación de una nota, acarrea un etiqueta de canal y dos parámetros (dos bytes de data), el mensaje describe el *número de nota MIDI*, que representa el tono de la nota, *velocidad de nota*, representa la velocidad con que la nota es tocada; Note Off, desactiva la nota, cuenta con las mismas características de Note On; mensaje de *Cambio de Programa*, cambio de “patch” en el módulo controlado; mensajes de *Cambio de Control*, para manejar parámetros del dispositivo receptor, como por ejemplo, control de volumen. Descripción de M. Devis, 2007 [10].

4. Conclusiones

El secuenciador se encuentra en fase de desarrollo, las funciones implementadas actualmente son: el funcionamiento de codificadores rotatorios e interruptores que a través con la tarjeta de desarrollo Duemilanove de Arduino, se comunican con módulos MIDI, sea software o hardware. El OSC todavía sigue adquiriendo actualizaciones por parte de sus desarrolladores, y además de ser más complejo, por lo que su implementación está en fase de desarrollo, al igual que en el uso de la pantalla táctil dentro del sistema.

Se busca ser definitivo con el OSC, para descartar el uso de MIDI, debido a la gran diferencia en características. Por lo tanto, se trabajó en conjunto con los desarrolladores Adrian Freed y Matt Wright de CNMAT, para una mejor adaptación de protocolo con las nuevas tecnologías multimedia. Y la posterior utilización de DSP ahora para integrar un Sintetizador Granular, y desarrollar el un primer Instrumentos Electrónico con uso de OSC.

Referencias

- [1] Guérin, R. "MIDI power!", Thomson Course Technology, EUA, Segunda Edición, 2005.
- [2] The Center For New Music and Audio Technology. www.opensoundcontrol.org
- [3] Ariza C. "*An Open Design for Computer-Aided Algorithmic Music Composition: AthenacP*", Universal-Publishers, EUA, Primera Edición, 2005.
- [5] E. R. Miranda, "*Computer Sound Desing: Synthesis Techniques and Programming*", Focal Press, Oxford, UK Segunda Edición, 2002.
- [6] Echeverría, J. "*Arte, cuerpo, tecnología*", Ediciones Universidad de Salamanca, España, Primera Edición, 2003.
- [7] Oviedo, M., Kanashiro. M., Colombini, A., "Fractales. "*Un universo poco frecuentado*", Ediciones UNL, Argentina, Primera Edición, 2005.
- [8] Pérez Ortiz, A. "*Música Fractal: El Sonido del Caos*", Universidad de Alicante, España, Primera Edición, 2000.
- [9] Wright M., Freed A., Momeni A. *OpenSound Control: State of the Art 2003*", New Interfaces for Musical Expression, Center for New Music & Audio Technologies, página 153, Montreal, Canada, 2003.
- [10] Miles, D. "*The MIDI Manual*", Focal Press, EUA, Tercera Edición, 2007.