

Apropiación de Funciones de Control para Modelos de Expresión en las Artes

Juan Reyes

Artelab, Fundación Maginvent,
CCRMA, Stanford University
juanig@Maginvent.ORG

14 de Diciembre del 2010

Resumen

Este artículo presenta algunas metodologías utilizadas como apropiación de tecnología en las artes aunque su enfoque apunta hacia las nuevas músicas. Estas ideas se presentan como reflejo de una forma de trabajo en donde la expresión se busca partiendo de funciones o ecuaciones adscritas mas a entornos científicos pero que en este caso bien representan un camino en la búsqueda de propuestas estéticas por artistas y compositores. Aquí se muestran ejemplos de composición como forma de trabajo con metodologías en referencia a sistemas dinámicos, caos, trigonometría y modulación de sonidos con figuras de espiro-grafo. Adicionalmente se bordea sobre su aplicación en señales que controlan diferentes procesos musicales, sonoros e inclusive gráficos.

Introducción

Fuentes de inspiración diferentes a lo percibido con los sentidos de la vista, escucha y tacto, no son una novedad. Recuentos sobre la relación entre el método científico y las artes datan desde la edad media floreciendo marginalmente en el renacimiento (Loy, 2006). Paralelamente a las ciencias, una historia de la música se ve ligada totalmente a desarrollos tecnológicos que tienen que ver con el instrumento musical. Es por esto que es fácil pensar en diferentes estilos musicales y géneros, todos función del desarrollo en instrumentos musicales. Igualmente basados en lo histórico, si en el periodo clásico la forma de escuchar música implicaba al salón y la sala de conciertos, en la actualidad la mayoría de música se escucha a través de dispositivos y altavoces. En consecuencia ahora la percepción musical ahora es un bis-a-bis entre su esencia y el escucha.

La forma del concierto ha pasado de la orquesta a la mediación con transductores y altavoces, a veces en la sala de concierto, pero ahora casi siempre, en espacios recogidos e, inclusive utilizando dispositivos como prótesis al cuerpo humano (Reyes, 2010b). Un desarrollo similar aunque no tan

dependiente de la herramienta puede apreciarse en las artes visuales. Esto conlleva a una reflexión sobre la percepción de expresiones artísticas, y de como la imaginación no está predeterminada por los cinco sentidos, sino mas bien por procesos de interacción directa entre todos los sentidos que se conjugan para la generación de imagen. Obviamente esto implica que la percepción ya no esta ligada a lo visual o, a lo sonoro, sino también al tacto además de los otros sentidos. Por lo tanto es útil pensar en una imagen multisensorial definida por la sinestesia(Kahn, 1994).

Consecuentemente buscar inspiración en elementos no tan relacionados a la percepción del mundo físico que no rodea, es algo que se convierte en una alternativa. Si a través del medio se pueden crear ilusiones de percepción de un fenómeno, por qué no manipular la imaginación de un vidente con esquemas de ilusionismo provistos por tecnologías. Un ejemplo concreto y relacionado a artes del tiempo, puede ser la manipulación del espacio, creando ambientes sonoros que existen en la mente del escucha. En estos lugares, los sonidos se distribuyen en un panorámico dentro de una esfera recubriendo la cabeza del escucha. En ocasión los sonidos siguen trayectoria creando una ilusión de movimiento que tan solo existe en la percepción del escucha (Moore, 1983). Así pues, ejemplos como este sugieren una manipulación directa sobre la percepción con heurísticas y métodos que utilizan ecuaciones, funciones y álgebra.

Señales y Funciones de Control

Dos intersecciones entre las artes y lo tecnológico se pueden hallar en lo referente a tratamiento de señal y, señales de control. Por esta razón los ejemplos que se presentan son métodos que hacen referencia a manipulación de sonidos (o visuales) y también a procesos para obtener gestos que se desarrollan en el tiempo (o espacio). La terminología que se utiliza proviene de contextos relacionados a las ciencias, sobre todo con la definición señal. Señal es una representación exacta de fenómenos físicos como el sonido y la luz. Esta representación se hace con valores dispuestos en una escala de voltajes que cambian al transcurrir el tiempo. Por lo tanto se dice que una señal es un calcado exacto de un proceso pero dentro del dominio de la electrónica (Reyes, 2009).

Hay varios tipos de señales incluyendo las señales de control pero las mas conocidas son las de audio y el Vídeo. Las señales se manipulan con filtros y procesos que transforman varios de sus parámetros que usualmente modulan al transcurrir del tiempo (Smith, 1987). Las señales de control se aplican a dispositivos que mantienen el curso de un proceso o una serie de eventos que transcurren al pasar del tiempo. Los cambios en señales de control ocurren con menos frecuencia que en las señales de audio y Vídeo. De hecho estos cambios de control están mas relacionados a “frecuencias hápticas” o, al movimiento de las extremidades del cuerpo humano (Gillespie, 1999).

Ejemplos y trabajo con Funciones de Control

Compositores y artistas mediáticos utilizan filtros y tratamiento de señales en fotografía digital, audio y Vídeo constantemente. Para este autor la utilización de filtros para manipular espectros de

sonido es algo cotidiano (Reyes, 2010a). Otros métodos de transformación que incluyen manipulación del tiempo con retardo y duraciones también son utilizados en diferentes instancias. Ahondar en el tema de filtros se sale del marco de este artículo, aunque el tema de señales de control es más implícito al momento de evidenciar el hecho de la apropiación de estos sistemas en la búsqueda de expresión y estéticas.

En la concepción de obras, la creatividad depende de conexiones entre prejuicios, cosas, ideas o, fenómenos que con anterioridad consideraban interconectados (Cope, 2005). Esta aproximación de creatividad estimula la búsqueda de técnicas originales para objetivos de expresión, por lo que la utilización de algoritmos en programas de computador se vuelve una alternativa original en la concepción de nuevas obras. La generación de ideas de composición con algoritmos generalmente incluye un objetivo, y para esto se requieren procesos de control que producen oferta de resultados que se clasifican para su inter-conexión. Dependiendo la heurística, el compositor se limita a escoger, ajustar y afinar parámetros para lograr su objetivo de expresión.

En el campo de la composición musical, señales de control se pueden utilizar para generación de partituras. Señales de este tipo, que ofrecen un atractivo especial para este autor, son conocidas como “Sistemas Dinámicos”, utilizadas para controlar el caos como orden indeterminado (Dabby, 1996). Los valores de estos sistemas pueden ser aplicados a diferentes parámetros que se utilizan en la partitura e interpretación musical. Fuera de notas también pueden ser asignados a intervalos, al ritmo, duraciones, cambios de volumen, vibrati, etc. En varias oportunidades este autor con otras personas ha compuesto y experimentado sistemas de estos aplicados a funciones de control utilizando el Atractor de Lorenz, el Mapa de Henon (Sapp, 2009), bifurcaciones (Alligood and Sauer, 1996), el filtro Teager (Roman and Restrepo, 2005) y el proceso logístico de Verhulst entre otros (Reyes, 2006b). Otras señales de control que se han utilizado están relacionadas a figuras de Lissajous (Weisstein, 2007) y gráficas con espiró-grafos (Little, 2007).

Búsquedas con el Mapa de Henon

Motivación suficiente para trabajar con caos es fruto de un abanico de posibilidades que ofrece esta metodología, pero en particular, la posibilidad de reducir el sistema a un grupo de ecuaciones que fácilmente se pueden manipular con un algoritmo. Otra razón es que con caos y Sistemas Dinámicos, surge una posibilidad de trascendencia entre lo gráfico y lo sonoro. La teoría del caos incluye temas que reflejan el comportamiento de sistemas complejos, además de estructuras que se parecen a sí mismas y en lo visual, aplicaciones con fractales. La visualización de la mayoría de estos sistemas despierta interés sobre todo porque son muestras que cambian con cada reiteración en el tiempo, demostrando movimiento. El Mapa de Henon es un ejemplo sustancial porque a pesar de su simpleza, dependiendo de las condiciones iniciales, puede producir señales periódicas, cuasi-periódicas, y totalmente caóticas (Sapp, 2009). Otra ventaja es que es un sistema bi-dimensional manejable con el que se obtienen pares de valores (x,y) .

Crucial al trabajar con Sistemas Dinámicos, es la disposición que existe de que pequeños cambios en sus variables pueden significar grandes cambios en los resultados del sistema. Así mismo su limitación es la imposibilidad de interacción una vez el sistema esta funcionando. Para obtener

valores es necesario reiterar las ecuaciones de cada sistema. Esto implica que los valores presentes o futuros dependen de valores pasados y de las condiciones iniciales del sistema. Cada reiteración produce valores que son mapeados a eventos en el tiempo. En el caso del Mapa de Henon, se genera un par (x,y) que puede encontrar correspondencia por ejemplo con alturas e intensidades (volumen) de un sonido (Bidlack, 1992).

El mapeo o cruce referencial es un paso importante al trabajar de esta forma porque de esta correspondencia depende el éxito en esta metodología. En muchos casos no existe relación directa o semánticas de similitud, entre el proceso de reiteración del sistema y el objetivo estético. Si existe la esperanza o potencial de materia prima, que hay que amoldar los datos para que se conviertan en materia de composición. Razón suficiente para experimentar con búsquedas que descubren cuál podría ser la correspondencia perfecta en la generación de un gesto. A veces hay valores que sirven, que se descartan y que aparecen fuera de un acotamiento útil. También se puede pensar en una aplicación de mapeos en contextos musicales mas complejos, que incluyen lo gestual en trémolos y vibratos (Reyes, 2006b), además de *staccati* y *sostenuti*.

Para facilitar el entendimiento de este procedimiento, con el Mapa de Henon se utilizaron valores que corresponden a alturas de notas en el sistema MIDI (Wikipedia, 2008), donde el *DO* central equivale a un valor de 60. El Mapa de Henon por estar en dos dimensiones está definido por las siguientes ecuaciones características:

$$X_{[n+1]} = AX_{[n]}^2 + BY_{[n]},$$

$$Y_{[n+1]} = X_{[n]}$$

Esta expresión significa que los valores futuros de pares (x,y) , dependen de valores pasados de pares (x,y) , y donde A y B , son las variables con las condiciones iniciales del sistema que pueden estar en un intervalo entre -1.5 y 1.5 . Para la primera reiteración hay que asignar valores semilla al par (x,y) , que en la práctica oscilan entre 0.0 y 1.0 . Para mapear valores correspondientes a alturas con notas MIDI se utiliza la siguiente ecuación:

$$NOTA_{MIDI} \triangleq Floor\left\{\frac{(x+1)}{2}(127+d)\right\}$$

Esta ecuación significa que para obtener la altura de una nota a partir de resultados del Mapa de Henon, se normalizan los valores con la función “Floor”, que produce enteros por debajo del resultado de la expresión entre corchetes. x , son los valores de Henon y “ d ”, una constante para ajustar el rango de octavas en el mapeo.

La figura 1, muestra tres señales de control con diferentes condiciones iniciales y en mas de cien reiteraciones. Cada reiteración produce una nota que se mapea en el tiempo. Los valores de notas oscilan entre 10 y 125, que son valores aceptables dentro del contexto de notas MIDI. La figura 2, muestra la implementación en el ambiente de tratamiento de señal *Pd* (Puckette, 2009), de otro Sistema Dinámico relacionado con poblaciones y conocido como el Mapa de la Bifurcación (Allgood and Sauer, 1996). En *Pd* las reiteraciones se obtienen con el objeto (cajita) de [METRO], que siendo el caso ocurren con una frecuencia de 300ms. Las condiciones iniciales del sistema (parámetros ‘ R ’ y ‘ x ’), pueden ser manipuladas a la derecha con otras variables que se activan como un nuevo

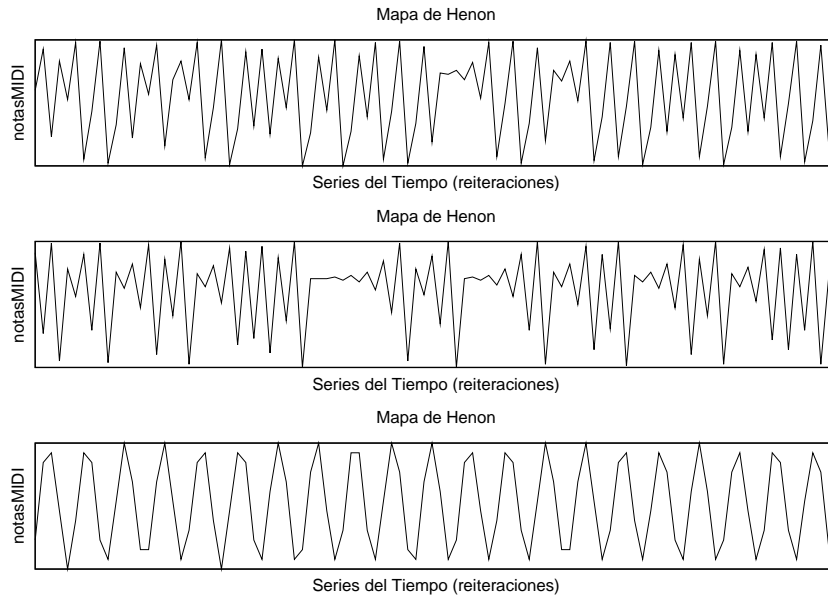


Figura 1: Líneas melódicas a partir del mapa de Henon. Esta figura representa valores de notas que cambian al pasar tiempo, todas con una misma duración. Los valores de la ecuación son mapeados a notas MIDI que equivalen a varias octavas en la escala musical. Nótese que la primera y segunda señales son cuasi-periódicas con la primera revelando mas caos. La tercera señal es bastante periódica.

inicio del sistema. Las ecuaciones utilizadas en esta mapa se hayan encapsuladas dentro del objeto (caja) de `[expr]`, que se utiliza para expresiones con funciones matemáticas como las del mapa de la bifurcación. El resto de la implementación tiene que ver con la generación física del sonido. Se ha utilizado un modelo para sonido de cuerda pulsada a la Karplus-Strong(Jaffe and Smith, 1983), que representa con mayor claridad cambios en las alturas en cada instancia sonora.

Otras Posibilidades

Otro tipo de señales de control con cambios a frecuencias hapticas(Reyes, 2006a), y no tan relacionadas al caos son señales adscritas a Teoría de Gráficas. De particular atractivo so gráficas derivadas del método del espirografo(Little, 2007). Con estas señales se logran valores periódicos y predecibles que pueden tener corespondencia a prámetros recurrentes en las artes del tiempo. Concretamente este autor ha experimentado esta metodología para generar trayectorias de difusión de fuentes sonoras en música electroacústica(Moore, 1998). La siguiente ecuación produce valores de pares (x,y) , que generan una gráfica del tipo mariposa:

$$\rho \triangleq e^{\cos(\theta)} - a \cos(b\theta) + \sin^c\left(\frac{\theta}{d}\right),$$

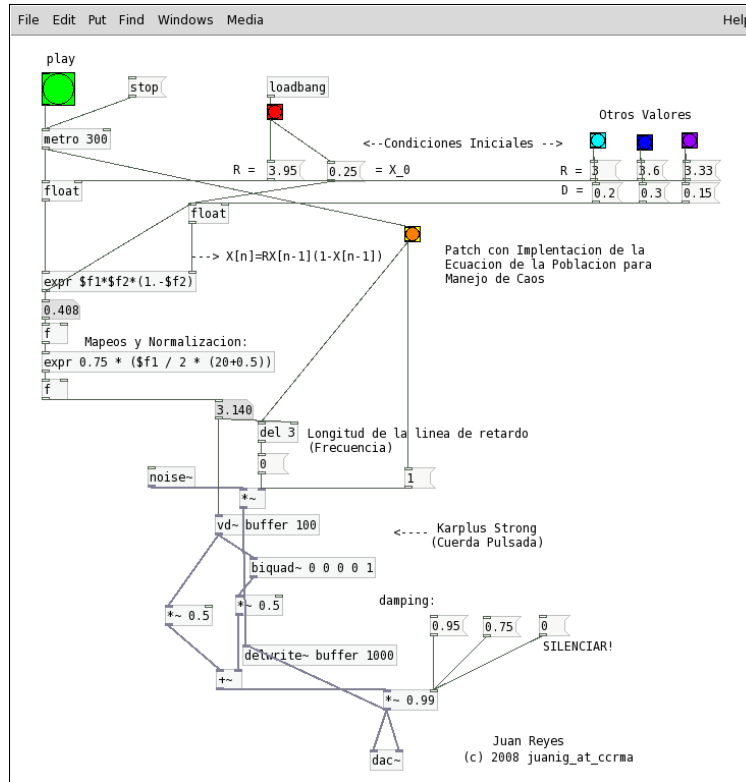


Figura 2: Patch de Pd con la implementación de la ecuación del mapa de la bifurcación. Esta implementación funciona activando las condiciones iniciales y produciendo una nota cada 300 milisegundos. Los valores que resultan de la ecuación son normalizados y mapeados para ser utilizados como frecuencias que pasan al modelo de la cuerda pulsada de Karplus-Strong. De acuerdo a las condiciones iniciales se producen sucesiones de sonidos con frecuencias que cambian de forma periódica, cuasi-periódica, y caótica sin orden pre-determinado. La ecuación del mapa de la bifurcación se simplifica así: $x_{(n+1)} = rx_{(n)}(1 - x_{(n)})$, donde r es la tasa de crecimiento de la población y n cada reiteración.

$$x = \rho \cos(\theta),$$

$$y = \rho \sin(\theta)$$

Estas ecuaciones representan la formula para obtener valores (x,y) en un circulo de 360 grados. Los valores de 'teta', se convierten en valores de ángulos que subsecuente-mente se multiplican por la unidad de tiempo que se utiliza en el proceso. La figura 3, representa la trayectoria de una fuente sonora dentro de un espacio dentro de una circunferencia con un radio menor a '2'. Este radio es la distancia entre el escucha y la fuente sonora que se acerca y se aleja. Un arreglo de altavoces (cuatro o mas), puede ser colocado alrededor de este espacio. Implementaciones de este ejemplo y otros ejemplos se han desarrollado por este autor en ambientes de síntesis de sonido como *Pd*, *Common Lisp Music*(Schottstaedt, 2010), y *SuperCollider*. Todas son dominio público y se encuentran a disposición del lector.

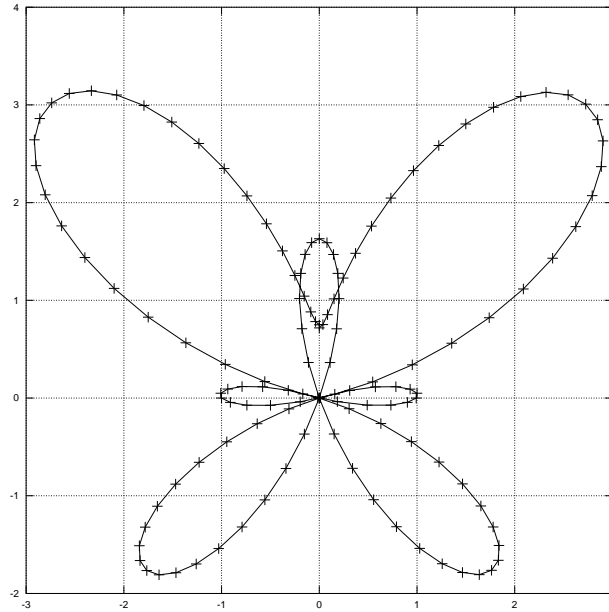


Figura 3: Trayectorias de fuentes sonoras en forma de mariposa. Con esta gráfica se describe el movimiento de una fuente sonora dentro de un espacio circular donde el escucha esta situado en el centro. La percepción implica sonidos que viajan a los lados pero también que se acercan y alejan de acuerdo a la posición relativa del escucha. Este tipo de percepción sonora implica delineamiento de contextos tri-dimensionales.

Conclusiones

En este artículo se han presentado un par de ejemplos de apropiación de funciones de control para lograr objetivos de expresión en composición musical. Aunque estos procedimientos tienen su lugar en campos más relacionados a la ciencia y tecnología, con ingenio de artista, se pueden buscar aplicaciones que reflejen intenciones de manifestaciones estéticas. Sabiendo a conciencia que implementaciones de Sistemas Dinámicos complejos y teoría de gráficas, no son una búsqueda inédita, el desarrollo de un proceso de creación que involucra heurísticas con modelos matemáticos, sí depende de cada creador y de sus objetivos de expresión. Los resultados de funciones y ecuaciones como los descritos en este texto se convierten en material crudo en potencia. La visión del artista al definir mapeos de correspondencia, al igual que en la escogencia de valores de data, influye directamente en el desarrollo y concepción de una creación.

El artista y el músico de la actualidad debe encarar el reto de tecnología y el medio si persigue algún tipo de originalidad. Es fácil expresar que estos días, cada obra y cada propuesta conllevan su propio formato de percepción. Ya que las artes en un alto porcentaje son función del medio, puede ser inspirador la inspección de metodologías inscritas a procesos informáticos o de electrónica, en el desarrollo y manipulación de arte mediático.

En lo personal este autor debe reconocer que en obras concebidas después de 1993, siempre

ha existido algún tipo de apropiación de conceptos y métodos relacionados con el tratamiento de señal. Similarmente, siempre aparece alguna norma o heurística que asiste y permite el desdoble en el desarrollo de una obra. Aunque al pasar los años, los deseos y los gustos han cambiado, el medio también ejerce su influencia por los cambios en formatos y dispositivos que también afectan las obras. Sabiendo que se ha pasado de la sala de conciertos al reproductor personal, como hay obras para orquestas de altavoces, también se han realizado proyectos para sistemas de inmersión.

Si se quiere converger en un mensaje que surge a partir de trabajo con búsquedas que incluyen algún componente tecnológico, hay que recalcar que la mayoría de esfuerzos en esta dirección implican experimentación y espíritu de laboratorio, además de la actitud del artista hacker (Reyes, 2004).

Referencias

- Alligood, K. and Sauer, T. (1996). *Chaos: An Introduction to Dynamical Systems*, chapter 11, pages 443–465. Springer Verlag.
- Bidlack, R. (1992). Chaotic systems as simple (but complex) compositional algorithms. *Computer Music Journal*, 16(3).
- Cope, D. (2005). *Computer Models of Musical Creativity*. MIT Press.
- Dabby, D. S. (1996). Musical variations from a chaotic mapping. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 6(2):95–107.
- Gillespie, B. (1999). *Music, Cognition, and Computerized Sound : An Introduction to Psychoacoustics*, chapter 19, Haptics in Manipulation, pages 247–260. MIT Press.
- Jaffe, D. and Smith, J. (1983). Extensions of the karplus-strong plucked string algorithm. *Computer Music Journal*, 7(2):56–69.
- Kahn, D., editor (1994). *Wireless Imagination: Sound, Radio, and the Avant-Garde*. MIT Press, Cambridge MA, EE.UU.
- Little, D. (2007). SpiroGraph. <http://www.math.psu.edu/dlittle/java/parametric-equations/spirograph/index.html>. Ejemplos de figuras usando la técnica de espiró-grafo.
- Loy, G. (2006). *Musimathics: The Mathematical Foundations of Music*, volume 1. MIT Press.
- Moore, F. R. (February 17, 1998). *Elements of Computer Music*. Pearson Education POD.
- Moore, R. (1983). A general model for spatial processing of sounds. *Computer Music Journal*, 7(3):6–15.
- Puckette, M. (2009). Pd. http://crca.ucsd.edu/~msp/Pd_documentation/.
- Reyes, J. (2004). El artista como hacker. *Distancia Crítica*, 1(3). Lima, Peru.
- Reyes, J. (2006a). Háptica y Control: Manipulando Expresión Musical. <http://www.maginvent.org/files/haptcontrolpr.pdf>. Esta es una introducción a conceptos sobre la percepción del tacto y de la importancia del tacto en la interpretación musical.

- Reyes, J. (2006b). Señales musicales con sistemas dinámicos y frecuencias hápticas. In *Memorias de STSIVA*. Capítulo Colombiano de la Sociedad de Procesamiento de Señales del IEEE, Facultad de Ingeniería, Universidad javeriana.
- Reyes, J. (2009). Control y Elasticidad en lo Musical: Una Aproximación a la Manipulación de Música y Sonido con Elementos Electroacústicos. <http://www.maginvent.org/articles/elastson/elastson.html>.
- Reyes, J. (2010a). Chuchoter. <https://ccrma.stanford.edu/~juanig/descrips/chuchoter.html>.
- Reyes, J. (2010b). Función del Instrumento: Desde la Idea hasta la Percepción Musical. <http://www.maginvent.org/articles/instrmrole/index.html>.
- Roman, C. and Restrepo, A. (2005). Aplicaciones musicales del filtro teager. In *X Simposio de Tratamiento de Señales, Imagenes y Visión Artificial*. STSIVA, Universidad del Valle.
- Sapp, C. S. (2009). Henon Map Melody Generator. <http://henon.sapp.org/>.
- Schottstaedt, B. (2010). CLM. <http://ccrma.stanford.edu/software/snd/snd/clm.html>.
- Smith, J. O. (1987). Waveguide filter tutorial. In *Proceedings of the 1987 International Computer Music Conference, Champaign-Urbana*.
- Weisstein, E. (2007). Lissajous Curve Reference. <http://mathworld.wolfram.com/LissajousCurve.html>.
- Wikipedia (2008). Midi. <http://es.wikipedia.org/wiki/MIDI>.