

Sistemas Multimedia Interactivos aplicados a la música por computadora

Sergio Oliman

Abstract

The interaction and multimedia are two of the most important new techniques in the contemporary art. Sometimes the work with sensors, microcontrollers and Interactive Multimedia Systems can be very hard, because the artist don't have a good formation in technologic aspect. The present paper tries to explain the important things about the design and creation in the Interactive Multimedia Systems, everytime in clear and easy way.

Los avances tecnológicos influyen en toda actividad humana, tanto exacta como sensible.

Dicha influencia repercute –por reiterativo que suene- en la expresión artística, y tiene en ésta un impacto relevante, tanto en su discurso como en su esteticismo.

Algunos de estos procesos tecnologicos vanguardistas, comúnmente son aplicados en los diversos momentos del proceso creativo, la producción, manipulación y difusión artística-musical, etc. Una de las inclusiones más recientes a la factura creativa es el uso de los sistemas interactivos basados en sensores (inicialmente utilizados en la industria y la medicina). La accesibilidad en cuanto a su costo, la basta gama de posibilidades que nos brindan aunado con toda la información disponible (medios electrónicos, libros, videos, tutoriales, etc.) han incrementado el promedio de artistas que emplean en sus obras - ya sean musicales, visuales, multimedia, etc.- los recursos y usos de los sistemas interactivos.

Podríamos definir un Sistema Interactivo Multimedia (SIM), como un mecanismo basado en sensores (transductores de fenómenos físicos a señales eléctricas) que pueden captar un evento o impulso, y que por medio de una unidad computacional, puede convertirse en una respuesta visual, auditiva, mecánica, mixta, etc.

En materia de la planeación de un Sistema Interactivo Multimedia, hay implicaciones complejas que considerar como el diseño, la economía de materiales, funcionalidad, estabilidad, ergodinámica, etc. Implicaciones que por lo regular se tornan en una complicada tarea en cuestión del proceso cognitivo y finalmente en su aplicación.

Una más que breve historia sobre los SIM

Los Sistemas Musicales Interactivos, se remontan a finales de los años sesenta, cuando se desarrollan los primeros sintetizadores analógicos controlados por ordenador para uso en conciertos e instalaciones interactivas (Sergi Jordá, 2005). Un número basto de parámetros a controlar en un sintetizador analógico (frecuencia de los osciladores, tipo de onda, envolvente de onda, envolvente de filtros, banda de filtro, etc) fueron aliciente de diseño de interfaces de control aplicados a la música electrónica (que desde sus inicios disoció el carácter preformativo o de ejecución del resultado sonoro).

Otra característica en la música y el arte sonoro que sugirió el diseño de un sistema de control, fue la difusión sonora, la cual, es un proceso bastante complejo. Implica consciencia del comportamiento de la interfaz de control por *default*, *fader* o potenciómetro en adición de las trayectorias sonoras (en la opinion personal interfaz y proceso complicado)

El crecimiento más importante que se produce en esta área se da a mediados de los años ochenta, gracias a la estandarización que conlleva el MIDI y, poco después, con la llegada de los lenguajes de programación gráficos como *Max*, que facilitan enormemente el diseño y la implementación de sistemas musicales interactivos (Sergi Jordá, 2005). La electrónica en tiempo real, obras con proceso en tiempo real, instalaciones interactivas, arte objeto digital, instrumentos electrónicos nuevos, obras audiovisuales interactivas, son sólo algunas de las prestaciones brindadas por la constante investigación y desarrollo en el campo de los Sistemas Interactivos Multimedia hoy día.

Búsqueda de la cualidad instrumental y preformativa

La carencia de las cualidades performativas e instrumentales en el inicio de la música electroacústica (gestualidad, dinámicas de tempo, amplitud), tanto en los sintetizadores analógicos, como en los trabajos elaborados con sonidos concretos, propiciaron una

búsqueda de control y ejecución en tiempo real. Siguiendo principios aplicados a los instrumentos acústicos, dotados con características que aseguraron su existencia en el tiempo. Algunos de éstos existen hasta nuestros días por su peculiaridad tímbrica, portabilidad, economía de factura, diseño de comodidad en la ejecución, espectro frecuencial amplio, etc.

Cuando pensamos en una interfaz de control para su fabricación debemos considerar su aspecto físico y comportamiento interactivo (Dr. Miguel Ortiz, 2010).

Materiales: En la elección de los materiales para la construcción de instrumentos digitales debemos sopesar las características de su fabricación. Por ejemplo: Una interfaz durable, tipo de suministro de corriente, diseño que permita una fácil ejecución y desplazamiento de un control a otro, uso de mecanismos ya probados y estables, Aspecto amigable, atractivo, especial, en el caso de pretender que más personas interactúen con nuestro diseño.

Ergodinámica: El diseño de ejecución de la interfaz resultará mucho más eficiente si se consideran prestaciones ergodinámicas, facilitando así su ejecución y un posible dominio a futuro de la habilidad de interpretación. En la visión personal, los instrumentos musicales son como una prótesis para la ejecución de ideas musicales y deben acoplarse al comportamiento humano. Algunos de los aspectos más importantes a considerar respecto a la ergodinámica son: Comodidad, soporte fijo y ajustable, consciencia del movimiento humano (posibilidades y limitantes humanas), respuesta precisa al estímulo físico (dominio de la interfaz).

El mapeo uno a uno (en el uso instrumental)

En la interpretación de instrumentos acústicos podemos encontrar una relación directa entre la acción que produce el sonido y el resultado sonoro. En términos matemáticos esta clase de acción es lo que podríamos llamar *Mapeo uno a uno*, o relación *uno a uno*. Para cada valor en "x" la variable "y" ya estará determinada y asociada a un valor en x;

cuando punteamos la cuerda de un violín 2 veces de la misma forma, tendremos un sonido percibido en la escucha como igual. La relación tímbrica, frecuencial y de dinámica tiene una estrecha relación con la técnica desarrollada para la ejecución del instrumento. En el empleo de Sistemas Interactivos Multimedia como instrumentos musicales, suele establecerse el *Mapeo uno a uno* heredado de los instrumentos acústicos (Ejemplos de instrumentos que emplean comúnmente esta clase de mapeo son: la batería electrónica, *pads* percusivos en general, guitarras Midi, etc)

Interactividad no lineal

Otra corriente de aplicación de los sistemas multimedia es la de Interactividad no Lineal, que prefiere aprovechar las características natas de las unidades de computo, comúnmente empleada en instalaciones, rutinas de danza. Pretenden evitar un encadenamiento obvio de acción y reacción (por ejemplo: performances que buscan jugar con la percepción del espectador).

Una pequeña introducción a tipos de Sensores

Cuando pensamos en un sistema interactivo multimedia y ya hemos decidido el tipo de interacción; proseguiremos a la fase de elección de componentes que podrán concretar nuestra idea de interactividad. En muchas ocasiones se puede llegar de más de una manera a obtener el mismo resultado. Para evitar perdernos en el mar abierto de los componentes electrónicos deberemos considerar cosas como: Sensibilidad al impulso detonante de eventos, costo, forma, material de fabricación, visibilidad, estabilidad, etc. Siempre considerando cual es el producto final al que se pretende llegar de la manera más sencilla, estable y económica. A manera de guía se presenta la siguiente tabla para conocer en términos generales las cualidades de los sensores mas comunes que podemos adquirir en el mercado.

Sensores de rotación: su función de manera resumida es la de realizar una cuantización de

posición de un objeto con respecto a otro:

- “Potenciómetro. Quizás el más común y económico de los sensores, se pueden conseguir por unos centavos de dólar”. (Dan O’sullivan y Tom Igoe, *Sensing and controlling the physical world with computers*)¹. El potenciómetro es el más simple sensor de rotación. Podemos encontrarlos con ángulos de rotación muy pequeños hasta ángulos de rotación de 360°. También es posible de encontrarlos como *sliders* que tienen un máximo y un mínimo, como los *faders* en una mesa de mezcla.

- “Acelerómetro. Mide el cambio de velocidad del movimiento o aceleración, por lo regular, poseen dos o a veces 3 ejes de medición” (O’sullivan & Igoe). El sensor empieza a ganar bastante popularidad (con el iphone, ipod touch, ipad, control del wii y algunos otros dispositivos) pero en la industria automotriz ya se habían empleado desde bastante tiempo atrás. Cuentan con bastantes prestaciones para trabajos con coreografías, danza, performance, o instrumentistas.

Sensores de detección de presencia: detectan la presencia o ausencia de un objeto o del usuario del sistema interactivo:

-“Interruptores de pie. La forma más sencilla de detectar la presencia de una persona, especialmente dentro de un área pequeña, el tipo de funcionamiento más común son dos capas de metal separadas por una delgada capa de espuma. Cuando alguien camina sobre estos sensores la capa de espuma es comprimida y las dos capas de metal pueden tocarse entre sí, el principio de cualquier otro interruptor” (O’sullivan & Igoe). Una perfecta aplicación es Corredores Interactivos en una instalación, teclados en el piso para ser interpretados pisando, contador de personas a una instalación, etc.

-“Interruptores fotoeléctricos. En un interruptor fotoeléctrico, un rayo de luz es disparado constantemente a un sensor "objetivo". Cuando el rayo es interrumpido por el paso de un

¹ La traducción de las citas del libro *Sensing and controlling the physical world with computers*, fue realizada por el autor del presente artículo.

cuerpo entre el sensor y el rayo de luz, el interruptor se activa, esto es el "ojo eléctrico", utilizado por décadas en cosas como las puertas automáticas" (O'sullivan & Igoe).

- "Detectores de movimiento. Son cajas ubicuas *beige* o negras con un LED que parpadea cuando alguien camina en cualquier parte de una habitación. Estos sensores responden a los cambios en el espacio de luz infrarroja. Reaccionan sólo al cambio, no podrán decirnos que hay alguien si se encuentra estático en la habitación, sólo cuando hay movimiento" (O'sullivan & Igoe). Estos sensores son muy comúnmente utilizados en varios sistemas de alarma para casas. En un sistema interactivo multimedia pueden ser bien empleados en un performance que combine la estaticidad con el movimiento o que tenga cambios muy perceptibles de grados de movimiento.

Sensores de determinación de posición: pueden informarnos donde se encuentra un objeto o indicarnos posiciones de varios objetos en un determinado momento:

- "Infrarrojos. Estos sensores envían un rayo infrarrojo y hacen una lectura de la reflexión del rayo en el objetivo, existen diferentes modelos que trabajan en diferentes grados de sensibilidad, distancia, etc"., (O'sullivan & Igoe).

- "Ultrasónicos para rangos amplios. Los módulos de rango ultrasónico funcionan muy bien. Su funcionamiento es el mismo que el de los sonares. Estas unidades emiten ondas de sonido ultrasónico, y miden el tiempo que tardan en regresar, según el tiempo de demora se calcula la distancia del objetivo y su localización" (O'sullivan & Igoe). Aptos para lugares donde la actividad luminosa no es tan alta, ya que un sensor de infrarrojos podría arrojar bastantes datos inútiles para nuestro sistema interactivo.

- Video seguidores. Un recurso para sensar, que cuenta con muchas posibilidades. En nuestros días el avance en este campo ha ido en aumento con *softwares* dedicados como lo son *Jitter* para Max/MSP, *eyes web*, entre otros. Básicamente consiste en emplear la imagen capturada en tiempo real por una cámara de video y por medio de algoritmos en la

programación del *software*, enfocarse en algún detalle del video en específico como podría ser la luminosidad, intensidad de algún color en específico, detección de movimiento, texturas, etc.

Sensores de resistencia sensibles a la fuerza:

- “Flexión. Basados en que tanto son doblados. Vienen en forma de una tira de plástico plana que se puede doblar hasta 180 grados, incrementando la resistencia desde alrededor 10 kilohoms a 40 kilohoms” (O`ullivan & Igoe).

- Presión (no confundir con los sensores de presión barométrica). Por lo regular son fabricados con materiales conductivos (aunque existen varios tipos) y sensan que tanto es comprimido el material entre dos conductores, pues al haber un cambio de presión se verá reflejado en la resistencia eléctrica entre los conductores.

- Pantallas táctiles. Pueden ser una excelente interfaz de control y además una interfaz gráfica de usuario. Es muy común encontrarlas en modalidad multitáctil, lo cual nos permite hacer gestos con los dedos, "sujetar" cosas en la virtualidad de los dispositivos *touch*, etc.

Biometricos: Los sensores biométricos aún no están del todo establecidos en la creación artística, debido a su alto costo y que su diseño originalmente no está pensado para cualidades preformativas (en términos de la interfaz física suelen tener una unidad de datos rígida, de gran volumen y la mayor parte de las ocasiones, pesada). La compañía Icubex posee algunos sensores biométricos rediseñados para ser empleados en la actividad artística, pero son costosos al igual que el sistema en general (se hablará con mas detalle posteriormente del sistema icubex). Los hasta ahora más empleados sensores biométricos son: el cardiaco (puede sensar el pulso cardiaco), actividad cerebral (similar al cardiaco pero su medición es con respecto a las ondas cerebrales), temperatura corporal, sensores de medición de niveles de alcohol, propano, butano, monóxido de carbono, etc.

Esta clase de sensores son los que posiblemente a futuro puedan brindar una interactividad más profunda y que concluirían el propósito del instrumento musical: convertirse en uno con el instrumentista para obtener el mayor dominio posible del sistema interactivo (Dr. Miguel Ortiz, 2010).

Tecnología SIM orientada a artistas

Partir desde cero en el diseño de un Sistema Interactivo Multimedia para ser empleado en una obra musical, audiovisual, multimedios, performance, instalación podría requerir de aprendizaje de electrónica avanzada, mecánica, programación, ergodinámica, diseño industrial y una larga lista de ciencias que pudieran verse implicadas según el proyecto a realizar por el artista. Afortunadamente existen ya algunos sistemas interactivos multimedia y herramientas de desarrollo totalmente dirigidas a artistas, sin las complicaciones técnicas que implica su desarrollo.

Es elemental conocer a fondo cuál es la necesidad en el trabajo artístico para así pensar en la posible adquisición de componentes tecnológicos. En el presente se darán a conocer los componentes electrónicos más empleados, con una breve descripción y costos aproximados, para orientar al lector en su elección con base a sus necesidades de funcionalidad y posibilidades económicas.

Instrumentos electrónicos y controladores en el mercado: *Reactable, Eigenharp, Tenori-on, Miburi, GypsyMIDI Motion Capture MIDI Controller, K-Bow*

Dispositivos originalmente no diseñados para ser controladores: Existen bastantes dispositivos dentro de esta categoría, como celulares, *joysticks* de juego, mandos de automóviles de juguete, etc. Pero algunos están destacando bastante por su aplicación y es de estos dispositivos de los que hablaremos a continuación.

iPad, iPhone e iPod touch, en términos generales es un paquete de sensores excelentemente calibrados (Acelerómetro de tres ejes, pantalla multitáctil y brújula) con

una interfaz bastante amigable y con un grado de personalización bastante agradable. Económicos si pensamos en que los tres dispositivos tendrán más aplicación que nuestras necesidades artísticas.

Uno de los *softwares* diseñados para utilizar los sensores del iPad, iPhone e iPod touch de manera abierta es: **TouchOSC**. Con un precio de aproximadamente \$4 dólares, en TouchOSC es posible emplear los acelerómetros y la pantalla táctil diseñando nuestras propias interfaces de control con *sliders*, perillas, botones, touchpads con ejes *x* y *y*, interruptores. Esta aplicación se comunica por OSC (Open Sound Control, www.opensoundcontrol.org) via wi-fi y requiere de un software receptor OSC como Max/MSP u Osculator (www.osculator.net, en lo personal hasta ahora la mejor experiencia con OSC). Su costo es 19 dólares. Un *software* extremadamente intuitivo, con muy buena documentación. Estabilidad, latencia imperceptible, su único problema es que sólo está disponible en el sistema operativo Mac OSX. Si ya posees una licencia del *software* Max/MSP 4 o posterior, también podrás conectar estos dispositivos con los objetos *udpsend* y *udprecieve* (ver los archivos de ayuda al respecto de estos objetos) y anexando de la librería de objetos del CNMAT el objeto OSCroute (objetos disponibles gratuitamente en la página del CNMAT para Windows y Mac OSX, www.cnmat.berkeley.edu). De igual manera el protocolo OSC está soportado por los *softwares* gratuitos y multiplataforma, CSound (<http://csounds.com/>), Supercollider (<http://www.audiosynth.com/>) , Pure Data (<http://puredata.info/>), Processing (<http://processing.org/>), entre otros. Los costos aproximados de los dispositivos de Apple son: iPod touch 230 dólares, iPhone 4G 818 dólares, iPad 499 dólares (www.apple.com)

Control del Nintendo Wii: Es un excelente controlador con acelerómetros, se conecta directamente a la computadora vía bluetooth. Cuenta con un joystick o palanquita de 2 ejes (si se adquiere conjuntamente con el accesorio nunchuk) 11 botones (13 botones con

nunchuk) totalmente asignables como *triggers* (soltar sampleos, notas específicas, cambios de comportamiento etc.), 1 acelerómetro de 3 ejes (2 acelerómetros con nunchuck) y 1 sensor de infrarojos. Ideal para performances de danza o con movimiento constante, pues sus sensores son de amplio rango y de muy confiable calibración. Funciona con baterías AA, duración larga de las baterías. Un buen diseño, ya sea para ser sujetado con las manos o amarrado en los brazos, piernas, etc. Su configuración es extremadamente sencilla. Tienen un precio aproximado de \$50 y el accesorio nunchuk tiene un costo aproximado de \$40 dólares.

Diseño personalizado de SIM por medio de microcontroladores (Arduino, I-cubex):

Finalmente tenemos los componentes para el diseño de Sistemas Interactivos Multimedia, ya sea para ser usados como controlador, instrumentos, instalaciones, performance, etc. Las prestaciones de personalización con estos componentes son bastante amplias. Una gran cantidad de sensores podran comunicarse con estas dos placas microcontroladoras.

Comenzaremos hablando de I-cubex (<http://infusionsystems.com/>), una interesante plataforma de interactividad, con sensores y actuadores de excelente calidad, pensados totalmente para su aplicación en el escenario, instalaciones, etc. Un diseño sólido y estable de sus componentes, cables resistentes, *case* de la placa microcontroladora compacta y resistente. Con protocolo MIDI *default*, lo cual evita al usuario muchas horas frente al ordenador en la etapa de programación. Su edición más económica, con un precio de 89 dólares posee 8 entradas para sensores. La edición completa (sin existir aun ninguna intermedia) tiene un costo de 402 dólares, posee 32 entradas. Los sensores de esta compañía van desde los 32 dólares el más económico (un acelerómetro de un sólo eje que sirve para medir inclinación) hasta los 536 dólares el sensor más caro (sensor biomédico de presión cardiaca). Los inconvenientes de este sistema, además de su elevado costo, son: sus conectores son MIDI (lo cual nos obliga a adquirir una interfaz MIDI), el protocolo de

comunicación y de accesibilidad a los datos en la computadora también es MIDI, por lo cual la resolución está limitada a los 128 valores del standard MIDI. Dicho en otras palabras, nuestra medición sensitiva tendrá sólo 128 pasos o variables, en otros microcontroladores tenemos protocolos con muchos más valores donde el límite de "escalones" estará prácticamente determinado por la sensibilidad del sensor.

Arduino (www.arduino.cc) es un microcontrolador dentro de los denominados *open hardware* (componentes con patente abierta de fabricación, ya sea gratuito el acceso o de paga, en este caso particular el acceso a los diagramas de fabricación es gratuito), de muy bajo costo, variedad de diseños con prestaciones diferentes, un lenguaje de programación propio, (basado en el lenguaje de *processing*) sencillo y poderoso. Una de sus mejores prestaciones es el hecho de poder hacer prototipos de bajo costo y posteriormente poderlos fijar en una placa de circuiteria, ya que el núcleo o procesador es removible de la placa para prototipos (también sencillo de comprar por separado). El costo de los modelos recientes va desde los 32 dólares aproximadamente (Arduino UNO) y el más costoso 107 dólares aproximadamente (arduino bluetooth). El núcleo de Arduino (que es el microcontrolador en si) para nuestra propia placa de circuiteria cuesta aproximadamente 8 dólares (ATMega 328). Potencialmente podremos conectar cualquier sensor con un voltaje de 5V y 3.3V, que como hemos visto, es una amplia gama a escoger tanto en funcionalidad como en costo, incluso podremos también conectar los sensores fabricados por la compañía iCubex. Los datos podrán acceder prácticamente a cualquier *software* como Max/MSP, Pure Data, Supercollider, Processing, etc

¿Por qué usar un sistema interactivo multimedia?

Después de haber mencionado gran parte de las posibilidades tecnológicas, sus costos, su funcionamiento, su posible aplicación, etc. La que quizá es la más importante pregunta

antes de comenzar a diseñar un sistema interactivo multimedia es: ¿Por qué usar un SIM? Debe tenerse muy claro un propósito y una justificación del diseño y uso de un sistema multimedia, puede ser éste un propósito de performatividad, comodidad, interactividad con el interprete o con el espectador, gusto por el desarrollo de instrumentos musicales (luthier digital), etc...". El recurso de la interactividad no es un recurso del futuro artístico, sino una herramienta del presente y que el uso mesurado e inteligente de la tecnología tendrá la capacidad de expandir las posibilidades de expresión artística en grados quizá aún inimaginables.

Bibliografía citada en el presente artículo

Jordá, Sergi. Digital "*Lutherie: Crafting musical computers for new musics, performance and improvisation*", Universidad Pompeu Fabra, Barcelona, España, 2005
Dr. Ortiz, Miguel "entrevista realizada por Sergio Olimán en el *Sonic Arts Research Centre*", *Sonic Arts Research Centre*, Belfast, Irlanda del Norte, 2010.
Banzi, Massimo "*Getting started with Arduino*", O'Reilly, USA, 2008
O'Sullivan, Dan & Igoe, Tom " *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers*", *Thomson: Course Technology*, Boston, USA, 2004.

Bibliografía sugerida para más información

Collins, Nicolas "*Handmade Electronic Music: The art of hardware hacking*", Routledge, USA, 2006.
Evans, Brian W. "*Arduino programming notebook*", *Creative Commons*, San Francisco, California, USA, Segunda edición 2008.
Igoe, Tom "*Making Things Talk: Practical methods for connecting physical objects*", O'Reilly, USA, 2007.
Roberts, Dustyn " *Making Things Move: Mechanisms for Inventor, Hobbyists and Artists*", McGraw-Hill, USA, 2010.

Paginas y blogs sugeridos.

Sonic Arts Research Centre <http://www.sarc.qub.ac.uk>
Make Blog <http://blog.makezine.com/>
Proyecto MuSE <http://www.sarc.qub.ac.uk/~MuSE/?cat=1>
Pagina sobre fabricación de cosas con sensores <http://createdigitalmusic.com/tag/sensors/>
Algunos instrumentos nuevos http://www.rogerlinndesign.com/other/new_instruments/