

Música: detección sin contacto del gesto en tiempo real y ropa activa

Héctor Luis FIORE

Eje temático: **Lenguajes múltiples**

Existen diferentes maneras de producir música en tiempo real sin utilizar instrumentos convencionales, sean estos electrónicos o acústicos. En realidad en el campo de la música el calificativo “convencional” es efímero o, en algunos casos, al menos forzado ya que una vez que las innovaciones se instalan en la práctica, dejan obviamente de ser innovaciones y entonces pasarían de la no convencionalidad a la convencionalidad. Para focalizar mejor entonces el objeto de este estudio voy a hablar de instrumentos musicales que surgen con el apoyo de la tecnología y que utilizan para ser accionados algún dispositivo que trata de mimetizarse con la propia vestimenta del intérprete. En otros casos el accionar del intérprete se realiza en el espacio que lo rodea, como si el dispositivo de acción fuera invisible.

Las diferentes clases de interfaces gestuales han sido desarrolladas tanto para dirigir complicados eventos o para recitales íntimos, del tipo música de cámara. Estos incluyen batutas y controladores de mano, interfaces de no-contacto que “siguen” el movimiento del cuerpo del intérprete a través del aire; sensores que miden la actividad del o los intérprete/s en habitaciones inteligentes o sensibles, o interfaces que directamente están en el cuerpo del performer como ropa activa. Estas interfaces gestuales, en general, no tienen sonido, no producen sonido por sí mismas, por eso cada situación musical que producen es generada a través de un algoritmo de mapeo programado en una computadora que asigna o dispara eventos sonoros según las señales recibidas de los sensores que captan el movimiento del o los intérpretes. Voy a limitar los alcances de este trabajo a la Vestimenta Activa y a la Detección Sin Contacto del Gesto y Ambientes Interactivos.

En 1998 he fabricado un sistema de bajo costo para detección sin contacto del gesto y como su utilización musical en la escena me ha dado enorme satisfacciones, me interesa precisamente

“convencionalizar” estos instrumentos ya que, de hecho, se utilizan muy frecuentemente en la práctica musical actual; por eso voy a tomar un camino de descripción temporal breve desde los prototipos más antiguos de esos instrumentos hasta algunos que aparecen ya comenzado el siglo XXI. Me interesa también realizar un aporte para la incorporación de estos instrumentos a la realidad cotidiana del músico tradicional lo cual, quizá, sea difícilísimo, pero igual y por eso mismo he decidido no morir en el intento.

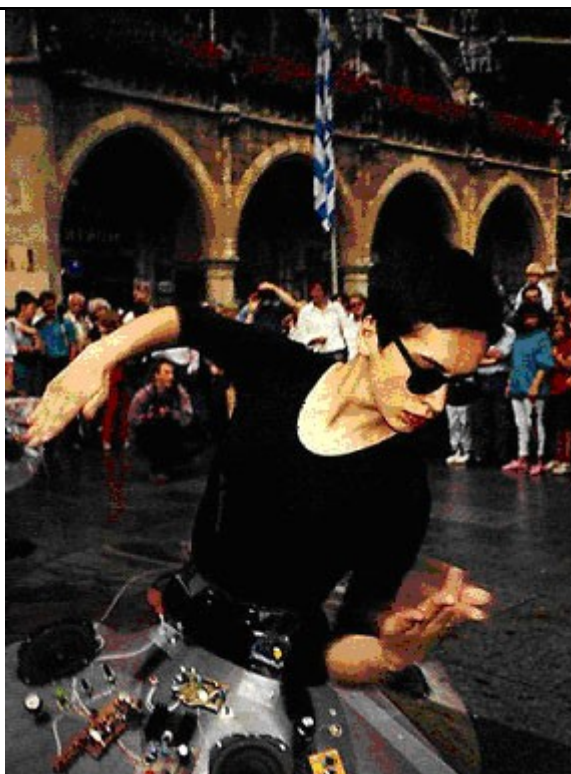
1. Vestimenta activa (Wearables)

1.1. Los pioneros

Se trata aquí de sistemas de controladores musicales que han aparecido durante las últimas décadas del siglo pasado. Estos son esencialmente las interfaces "wearable", [1] que también podríamos llamar “*vestimenta interactiva*” donde un sistema de sensores se coloca en el cuerpo o en la ropa del ejecutante. Un ejemplo muy temprano de ello son algunos de los proyectos del compositor [Gordon Mumma](#), [2] quien por el año 1971 insertó acelerómetros y transmisores sin hilos en los cinturones de los bailarines para experimentar con la modificación del sonido en tiempo real. El artista berlinés [Benoit Maubrey](#) [3] ha trabajado en el diseño de "vestimenta electroacústica" desde los comienzos de los años '80; esta ropa incorpora registradores de cinta, sintetizadores, "samplers", altavoces y sensores ópticos con el intento de lograr mayor expresividad durante las performances.

Fotos: [Benoit Maubrey](#), performance con ropa electroacústica: “*Audio Ballerinas and Electronic Guys*”.





Aquí se pueden observar los distintos dispositivos instalados en el traje de baile.

El Audio Gruppe crea esculturas móviles y multi-acústicas en espacios públicos.

Maubrey es el director de esta agrupación artística de Berlín que construye y realiza performances con ropas electrónicas. Éstas generan situaciones sonoras interactuando con el espacio que las rodea. Entre otros instrumentos electrónicos utilizan sensores de luz que les permiten producir sonidos mediante la interacción de sus movimientos con la luz circundante. También vía sensores de movimiento pueden disparar sonidos y/o secuencias sonoras que son inmediatamente “bailados” dentro de una coreografía, sería como en el ballet clásico, pero el movimiento de los bailarines es el que genera el sonido que en este caso, no acompaña, sino que coexiste con la coreografía. Se utilizan otros instrumentos electrónicos como micro computadoras, samplers, micrófonos del contacto, casete y lectores de CD, y receptores de radio, etc. Los trabajos del Audio Gruppe son casi siempre preparados como proyectos únicos para el lugar donde van a ser realizados. La electrónica se adapta en cada caso a las vestimentas que se diseñan especialmente.

Algunos de los ejemplos más conocidos de controladores “wearable” fueron también utilizados durante los años ´80 por la artista neoyorquina Laurie Anderson, [4] quien creó vestimenta interactiva adosándole disparadores (triggers) extraídos de sistemas de percusión electrónica, logrando de esa manera tocar música mediante la percusión en distintas partes de su cuerpo.

1.2. Producción comercial de vestimenta interactiva

Fue a mediados de los años '80 que este tipo de vestimenta comenzó a producirse comercialmente, por ejemplo, el set de percusión de Brocton-X con sensores de percusión y disparadores montados en el talón del performer. A principios de la década de los '90 [Marc Coniglio](#) [5] diseñó el "MidiDancer", un sistema para el cuerpo instrumentado a partir de 8 sensores que median el movimiento y el estiramiento en diversos puntos de articulación; esos datos eran directamente transmitidos (sin cables) a un sistema Midi. A mediados de los años '90 [Yamaha](#) introdujo su sistema Miburi, que consiste en un chaleco con sensores de los movimientos de hombros, codos, muñecas, también tenía un par de dispositivos con dos botones sensibles a la velocidad en cada dedo y un dispositivo dentro del zapato que recogía información con sensores piezoeléctricos en el talón y el dedo del pie.

1.3. Sistemas que utilizan sólo algún elemento de la vestimenta

Laurie Anderson utilizó para una de sus performances una especie de corbata que fue equipada con un teclado musical con todas sus funciones. En el MIT Media Lab [6] han sido construidas "[chaquetas musicales](#)" con un teclado MIDI sensitivo, bordado directamente en la tela usando hilo conductor; también un sistema de "[Calzado Expresivo](#)", relacionando interactivamente un par de zapatillas de baile con una habitación con 16 sensores para medir varios parámetros dinámicos en los pies del bailarín. Estos zapatos no requieren ninguna conexión vía cable, funcionan a batería con una duración de hasta 6 horas y los datos obtenidos durante la performance son transmitidos en forma inalámbrica al resto del sistema. Este sistema ha sido utilizado en performances de danza interactiva, por ejemplo en 1999 en el Festival Americano de Danza, en donde el movimiento de los pies de los bailarines modificaba y producía distintos tipos de eventos musicales en tiempo real.

1.4. Utilización de señales biológicas (Biofeedback)

Otros investigadores han conectado electrodos directamente al cuerpo, usando señales neurológicas y otras señales biológicas para controlar diversas fuentes de sonido de manera bastante inusual. Algunos de los trabajos más conocidos fueron producidos por el compositor [David Rosenboom](#) [7] del Milles Collage en USA, durante los años '70. Estos proyectos, a los que podríamos llamar piezas de "biofeedback", generaban los sonidos como una función de

los estados biológicos de los ejecutantes, incluyendo los ritmos cardíacos, los datos de GSR (sensibilidad de la piel), las variaciones de la temperatura y por supuesto, los datos de la actividad cerebral (EEG - brainwave). En la mayoría de estas piezas un sistema informático monitoreaba los datos obtenidos con los electrodos manejando así la resultante sonora en función de los estados fisiológicos de los intérpretes y de sus correlaciones. El trabajo académico en estas áreas continúa por ejemplo con la "Chaqueta de Director" (conductor's jacket), proyecto de la investigadora [Teresa Marrin](#); [8] se trata aquí de un chaleco con una gran cantidad de biosensores que miden la respiración, el ritmo cardíaco, la temperatura, la conductancia de la piel y la electro miografía (EMG) para cada bíceps y tríceps. En primer término la autora ha registrado y analizado los datos en los directores de orquesta que usaban la chaqueta mientras dirigían la orquesta durante las funciones en vivo; luego andando el camino opuesto, ha utilizado la chaqueta como controlador musical para manejar y generar los sonidos en vivo durante sus performances. Desde hace ya varios años las investigaciones y proyectos antes mencionados han generado productos que se comercializan en el mercado y que sólo en forma parcial tienen una aplicación para el control de música en tiempo real, porque en realidad son producidos con fines comerciales para mercados no estrictamente musicales. Por ejemplo, un sistema lanzado por "IVBA Tecnolgies" de Norwalk, CT consiste en una especie de vincha - sensor, que pretende medir varios aspectos de la energía generada por la actividad cerebral. Otro dispositivo más general es el "Biomuse", producido por "BioControl Systems" como resultados de investigaciones llevadas a cabo en la Universidad [de Stanford](#) e iniciadas por Hugh Lusted y Benjiman Knapp. El "Biomuse" puede captar señales del EMG (musculares), de EOG (movimiento del ojo), de EKG (corazón) y de EEG actividad cerebral (brainwave). También tiene salida de MIDI y capacidad de "mapear" los datos; se ha utilizado en proyectos de investigaciones musicales. Otro producto de características cercanas es [el "Bodysynth"](#), diseñado por Chris Van Raalte y Ed Severinghaus.

Como conclusión sobre la utilización de señales neurológicas y biológicas para controlar música podemos decir que si bien la controlabilidad de algunos de estos parámetros (particularmente la energía cerebral) puede plantearse como un tema de discusión, dada la ambigüedad que puede generar en algunos casos la lectura de los datos producidos por esos sistemas, los nuevos usos musicales no se quedarán atrás de los progresos generados por las investigaciones en los diversos institutos que avanzan en el estudio de la utilización musical de los recursos bioeléctricos, cada vez con mayor exactitud.

1.5. Tocando el mundo “VR” [9]

Los diversos sensores desarrollados para la captura del movimiento con el fin de obtener gráficos en computadoras y que también son de aplicación en los estudios de realidad virtual, han sido rápidamente aplicados en usos musicales; varios investigadores han trabajado con los sistemas de monitoreo magnético, los juegos con trajes electromecánicos (por ejemplo el “Gipsy” [de la empresa Analogous](#)) y los guantes interactivos (datagloves) sobre los cuales el mundo de “VR” fue construido. Por ejemplo [Jaron Lanier](#), pionero bien conocido en este campo, sigue siendo un músico muy activo incorporando una gran variedad de diferentes recursos del mundo “VR” y de interfaces musicales (combinándolos con instrumentos acústicos tradicionales y étnicos) en sus espectáculos en vivo.

Los guantes, en particular, han aparecido en muchos otros proyectos musicales. Un ejemplo es un proyecto realizado por [Tod Machover](#) en el “MIT Media Lab”, llamado “[Bug Mudra](#)”, donde [un controlador](#) maestro para la mano derecha fue usado por el director, quien con las posiciones de los dedos podía controlar completamente la mezcla de sonido y los diferentes parámetros de la síntesis del sonido. Muchos otros compositores, tales como [Richard Boulanger](#) en [la escuela música de Berklee](#) en Boston, han utilizado el guante [Mattel](#) (destinado al mercado casero del juego) como controlador en varios proyectos musicales.

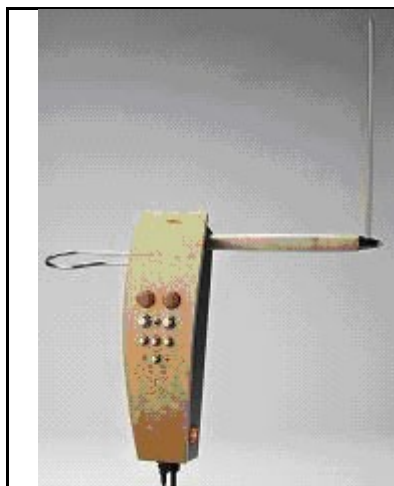
Algunos de los guantes y controladores de la mano más interesantes han sido producidos por STEIM, el centro holandés para la Investigación en Performances con Medios Electrónicos en Amsterdam. El sistema “Hands” de [Michel Waisvisz](#), originalmente construido en STEIM en 1984, consiste en un par de placas atadas a las manos, cada una equipada con dispositivos para ser digitados y otros sensores que responden a la presión del pulgar, a la inclinación y a la distancia entre las manos. Waisvisz ha escrito muchas piezas para este controlador que se puede utilizar de manera bastante expresiva. [Laetitia Sonami](#), en el laboratorio [CNMAT de Berkeley UC](#), también ha construido un dispositivo en STEIM llamado “Lady Glove” (guante femenino), un sistema extremadamente preciso, con sensores de inclinación para medir la inclinación de los tres dedos del centro, micro sensores en el extremo de los dedos para el control táctil, sensores en la habitación para medir la distancia a un imán en el pulgar, un sensor de presión que detectaba información entre el dedo índice y el pulgar y emisores en el cinturón y los zapatos.

2. Detección Sin Contacto del Gesto y Ambientes Interactivos

En los años recientes muchos instrumentos musicales electrónicos han explorado el uso de *sensores de no-contacto*, respondiendo a la posición y movimiento de las manos, pies y del cuerpo en general sin requerir que ninguna clase de controlador sea percutido, frotado o soplado. Generalmente estas interfaces son ejecutadas con menos precisión que los controladores táctiles como los teclados o las cuerdas y tal como fue ya explicado al comienzo, son conectadas a una computadora que interpreta los datos que producen generando así, una interesante red de mapeo de la información; eventos sonoros muy complicados pueden ser generados y controlados con todas las formas posibles del movimiento del cuerpo. Estos sistemas están muy frecuentemente utilizados en performances que involucran danza y/o coreografía, o en instalaciones que interactúan con el público.

2.1. El *Theremin*, un predecesor

Un antecedente (ya lejano, pero actual) de este tipo de sistemas es el *Theremin*, instrumento inventado en 1929 por el físico y violoncelista ruso Lev Sergeivitch Termen, re -bautizado León Theremin cuando llegó a Nueva York en 1927 donde permaneció una década laboralmente muy productiva, luego regresó a su país. El Theremin era un instrumento musical con una interface de gesto – libre radicalmente nueva, una suerte de premonición de la revolución que la electrónica iría a perpetuar en el mundo del diseño de instrumentos musicales algunos años después. El instrumento captaba la proximidad de las manos del intérprete con una antena; una mano controlaba la altura de una forma de onda monofónica, mientras que la otra controlaba la amplitud. Fue una sensación mundial en los años de 1920 y 1930; comercialmente fabricado por la RCA, aparecieron varios virtuosos del instrumento, una de las más importantes fue Clara Rockmore. Durante su estancia en los EE.UU., Termen inventó distintas variaciones de este instrumento, una de ellas fue el complejo [“terpistone”](#) que seguía (leía) la posición del cuerpo durante el movimiento de los bailarines.



La carrera del famoso Robert Moog dentro de la música electrónica, comenzó allá por los años 1950 construyendo precisamente *Theremines*, que en esa época habían caído en la categoría de instrumentos exóticos o de colección, bastante alejados de la práctica musical cotidiana.

Desde fines del siglo pasado los *Theremines* han vuelto a resurgir con cierta importancia y Moog, de nuevo, los produce comercialmente.

En la foto, el theremin llamado "Moog Etherwave Pro theremin", que ganó el Premio "Excellence in Design 2005" otorgado por la revista "Appliance Design Magazine" en la categoría "Leisure Appliances".

2.2. "Sensor Chair", "Gesture Wall" y "Sensor Frames"

Una tecnología llamada "Electric Field Sensing", que podría traducirse como *medición o captación de campos eléctricos*, fue desarrollada en el MIT Media Lab, en donde se ha trabajado en muchas interfaces musicales que utilizan técnicas parecidas a las del legendario Theremin. Una de ellas fue la "Sensor Chair" que "leía" las manos y los pies de la persona que estaba sentada. Otra muy importante fue la "Gesture Wall" que leía los movimientos del cuerpo frente a una proyección de video. Por último habría que mencionar la "Sensor Frames" (un marco abierto que controla la posición de las manos) y la interface llamada "Sensor Mannequin", diseñada para un proyecto del artista de música Pop, Prince.

2.3. Música y sonares de ultrasonido

Varios laboratorios de investigación y también varios productos comerciales han explotado algunos otros mecanismos para la detección sin contacto del gesto musical. Algunos están basados en *sonares de reflexión de ultrasonido*, como por ejemplo las instalaciones para danza "EMS Soundbaem" y el "Sound Space", desarrolladas por Rolf Gelhaar, que fuera durante largo tiempo colaborador de Stockhausen. Estos proyectos utilizaban transductores baratos, similares a las cabezas electrostáticas Polaroid de 50 kHz, producidas para los aparatos fotográficos de foco automático, y pueden tener un alcance de 35 pies. Si bien estos sonares estaban en condiciones de satisfacer muchas necesidades en instalaciones interactivas, a veces han tenido problemas

ocasionados por ruidos indeseados, reflexiones en la ropa y/o en los sistemas con multi sensores, problemas generados por la velocidad de respuesta; por eso tanto los proyectos en donde son utilizados, como sus exigencias artísticas, deben ser evaluados cuidadosamente.

2.4. Sistemas de seguimiento óptico y sensores infrarrojos

En muchos sistemas más modernos fueron usados los sensores infrarrojos de proximidad que en general responden a la amplitud de la luz reflejada. Ejemplos de esto son las diferentes instalaciones musicales diseñadas por el artista interactivo Chris Janney, por ejemplo: la clásica "SoundStair" que dispara sonidos musicales y efectos lumínicos mientras la gente sube o baja. En esta misma línea han aparecido productos comerciales como el "Dimension Beam" de Interactive Light, que incorpora una salida Midi. Otros productos como el "Synth-a-beams", "OpticMusic" o el llamado LaserHarp son controladores Midi más sencillos que generan el evento Midi correspondiente en respuesta a las interrupciones de los rayos de luz. Una de los sistemas más expresivos en esta línea, que responde a la inclinación y proximidad de la mano, es el "Twin Towers", desarrollado por Leonello Tarabilla y Graciano Bertini en el CNUCE en Pisa.

Otro dispositivo de seguimiento óptico es el Videoharp que apareció en 1990, construido por Dean Rubine y Paul McAvinney; se trata de un marco rectangular plano y hueco que mide la presencia y la posición de los dedos dentro de sus límites. También se han construido sistemas basados en planos más grandes para ser usados en instalaciones de multimedia en donde el performer puede controlar eventos musicales moviendo sus manos a través de áreas "escaneadas" sobre una pantalla de proyección.

Para mis proyectos del ciclo AudioArt he fabricado en 1998 un sistema de bajo costo que con bastante precisión detecta y convierte en cualquier tipo de mensaje Midi los cambios lumínicos que detectan los sensores instalados en lugares estratégicos de la escena. Este sistema está basado en las investigaciones que en la década de 1990 desarrollara el compositor M.Choloniewski.

A pesar de que estos sistemas visuales de computación requieren bastante más trabajo del procesador de la computadora y todavía pueden seguir siendo afectados negativamente por los cambios de iluminación, se están convirtiendo en sistemas usados cada vez más frecuentemente en instalaciones e interfaces musicales de no-contacto. Desde los años '90 muchos investigadores han diseñado sistemas visuales para ser aplicados en música y progresivamente se ha ido

mejorando su capacidad de procesamiento y velocidad de respuesta, permitiendo el control de detalles cada vez más precisos. Además, estos sistemas visuales son cada vez más baratos, dado que los costos de las computadoras y sus periféricos bajan permanentemente y el único sensor que necesitan es una cámara de video.

2.5. La música y el video digital como herramienta y discurso visual

Las instalaciones interactivas con video digital han sido utilizadas con creciente complejidad desde 1976, cuando aparecieron las instalaciones “Videoplace” del artista y científico norteamericano Myron Krueger, quien actualmente trabaja en su Artificial Reality II, el estudio de la interacción entre los seres humanos y las máquinas, utilizando el concepto de realidad artificial como un medio para experimentar y como una herramienta para examinar la relación entre la gente y las máquinas.

Otros sistemas que siguieron algunos años después fueron utilizados para música y danza interactivas, por ejemplo: el “Mandala Silhouet Tracker” del Vivid Group de Toronto; el “Oculus Ranae” de Collinge y Parkinson; el “3DIS system” de Simon Veitch en Melbourne y el “Very Nervous System” (VNS) de David Rokeby en Toronto. Los sistemas visuales más modernos tienden a limitarse sólo a la utilización de software especialmente diseñado para tal fin, haciendo procesamiento en tiempo real de operaciones visuales en computadoras comunes, por ejemplo el software “BigEye” para Macintosh es un programa escrito para músicos interactivos por Tom DeMeyer entre otros en el laboratorio STEIM en Ámsterdam; otro software de características parecidas es “Pfinder”, desarrollado por Chris Wren del “Perceptual Computer Group”, en el MIT Media Lab. Pfinder va un poco más allá de los programas de su clase que “siguen” el movimiento o la actividad sólo en zonas específicas, porque segmenta al cuerpo humano en partes discretas controlando separadamente las manos, los pies, la cabeza, el torso, etc., teniendo de esa manera, mayor acceso a detalles gestuales. Flavia Sparacino ha usado Pfinder como un controlador musical en bailarines interactivos disparando diversos eventos musicales con el movimiento de las extremidades y las posiciones del cuerpo. Usando su “Dancespace” se puede tocar una pieza de música y generar gráfica digital de acompañamiento moviéndose libremente dentro del campo visual de una cámara filmadora. Estas técnicas le permiten al bailarín independizarse de la música pre-compuesta y controlar el sonido, por ejemplo improvisando movimientos y coreografías.

2.6. Pisos interactivos (sensitive floors)

Dado que el movimiento de los pies es muy importante para las aplicaciones en danza interactiva, así como difícil de medir y controlar en forma remota, algunos investigadores y científicos han explorado la construcción de pisos sensitivos pixelados, que estarían en condiciones de leer y medir la posición y presión de las caídas de los pies de los bailarines. Aquí tenemos algunos ejemplos de estos sistemas: el piso de baile de Russell Pinkstone en la UT Austin; el "LiteFoot" proyectado por Mikael Fernstrom en la Universidad de Limerick, el "Taptiles" de Influsion Systems en Canadá, el "Einway Pianos" de Einar Ask, artista de Washington y las baldosas interactivas de Interactive Entertainment Systems. Existe un sistema híbrido llamado "The Magic Carpet", que combina los dos tipos de sensores ya estudiados, de contacto y libres (de no contacto), de una manera bastante particular. El dispositivo está diseñado con una red de 4" de piezoeléctricos dentro de la alfombra y un par de sensores baratos de movimiento instalados arriba. La "alfombra mágica" es bastante precisa ya que cualquier movimiento del performer es detectado e inmediatamente traducido en expresivas situaciones sonoras. Para este dispositivo han sido diseñados, varios paisajes sonoros y frecuentemente instalados en ascensores en donde los pasajeros se detienen por largo rato a explorar el mapeo sonoro que se les presenta.

Conclusión

Desde hace ya algunos años, los métodos de seguimiento, monitoreo e identificación de diversos objetos que han sido arriba mencionados y otros que pueden haber sido omitidos en este trabajo, están cambiando radicalmente el concepto de lo que es (o debería ser) un instrumento musical. En los actuales sistemas inteligentes *prácticamente todo* puede tener un comportamiento musical. Ya a fines de la década de los '90 en el antes mencionado MIT Media Lab, se experimentó un sistema en base a dispositivos magnéticos que se introducían en diferentes objetos de todo tipo, permitiendo que se pudiera permanentemente seguir su posición, orientación y distancia con respecto a un lector que estaba fijo. Las señales eran actualizadas 30 veces por segundo aproximadamente, de manera que el sistema podía ser utilizado para tocar música normalmente. Una aplicación de este sistema llamada Swept RF Tagging Project, consiste en 13 objetos, cada uno con diferentes funciones, aunque todos tienen su incidencia en el sistema, según sean movidos y ubicados con respecto al lector; algunos disparan notas de dinámica variable, otros tocan secuencias musicales y otros modifican en tiempo real todos o algunos de los sonidos que el

sistema esta ejecutando. El intérprete hace música, tomando los objetos y posicionándolos de distintas maneras con respecto al lector, cuando algunos de los objetos están cerca del mismo su actividad musical continua automáticamente, de manera que se pueden generar texturas bastante complejas.

El instrumento musical podría ser explicado como una herramienta capaz de producir sonido, que puede ser manejada y “dominada” por el intérprete reaccionando satisfactoriamente ante sus necesidades expresivas, permitiéndole accionar en “tiempo real” sobre todos los *parámetros musicales de ejecución* y cualidades del sonido. Las limitaciones intrínsecas de esta herramienta deberían ser tales que las dificultades que eventualmente pueda oponer al intérprete, puedan ser superadas mediante reflexión y ejercitación permitiendo así intervenir en diferentes estilos y necesidades musicales. Por *parámetros musicales de ejecución* se entienden aquellos elementos técnicos de la música (variables) que cambian permanentemente en una interpretación musical como articulación entre sonidos (ligados, sueltos, etc.), aumento y disminución de intensidad dentro de un mismo sonido (*crescendo- diminuendo*), microvariaciones de altura propias de la ejecución humana, cambios tímbricos concomitantes a los distintos valores de las variables ya mencionadas, etc., etc., etc. Cada instrumento musical tiene dispositivos que le permiten al intérprete accionar sobre el mismo, por ejemplo las teclas en el piano, o las llaves y las boquillas en los instrumentos de viento, o los arcos en los instrumentos de cuerda frotada, los distintos tipos de baquetas, palillos y parches en los de percusión o los dispositivos del tipo de los ya mencionados y brevemente explicados en este artículo.

Referencias bibliográficas

Ciclo *Audio Art*, Cracovia, POLONIA, (1992 / 2005), notas de programa, entrevistas, críticas.

Fiore, H.: *Música y tecnología*, JEMU 2004, ISBN 087-544-135-3

Paradiso, J., A.: *American innovations in electronic musical instruments*, NewMusicBox, octubre de 1999.

Roederer, J.G., *Acústica y psicoacústica de la música*, Bs.As., Ricordi Americana, 1995.

Sachs, C, (H.U.i.) *Historia Universal de los Instrumentos*, Bs. As., Ed. Centurion,

Bibliografía en Internet:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Portada>

<http://geocities.com/gifio9/>

<http://home.snafu.de/maubrey/>

<http://music.calarts.edu/~david/>

<http://www.brainwashed.com/mumma/>

http://www.electronica2000.com/dic_elec/f.htm

<http://www.laurieanderson.com/>

<http://www.monografiass.com/>

<http://www.radioart.sk/frames>

http://bubblemum.parsons.edu/~praveen/thesis/html/wk05_1.html

[1] Wearable (del inglés): que sirve para vestirse.

[2] Gordon Mumma (Massachusetts, 1935), compositor norteamericano.

[3] Benoit Maubrey (Washington, DC – 1952), Director / actor.

[4] Laurie Anderson, llamada "America's multi-mediatrix" por el Wired magazine y "un artista renacentista moderno y agente provocador" por el Philadelphia Daily News. Nacida en 1947 en Chicago, Illinois, es una de las artistas más importantes de fines del S.XX.

[5] Marc Coniglio; Compositor / artista (USA), dedicado a la creación de trabajos que combinan música, danza, teatro y medios interactivos.

[6] MIT Media Lab: Laboratorio de medios MIT en EE.UU.

[7] David Rosenboom; es compositor, performer, director, artista interdisciplinario, educador, conocido como un pionero de la música experimental norteamericana.

[8] Teresa Marrin; completó su tesis magistral en el grupo de Tod Machover en el MIT Media Lab y el A.B. en música de Harvard-Radcliffe in 1992.

[9] VR, del inglés, Virtual Reality (realidad virtual).

HÉCTOR FIORE

Artista de sonido. En 1982, Diploma de Composición de la UNLP. Desde 1986 hasta 2001 residió en forma permanente en Europa, donde obtuvo el "Master of Arts". Es miembro de la Sociedad Polaca de Música Electroacústica y de "Muzyka Centrum" en Cracovia. Fue director artístico del Primer Ciclo de Música Contemporánea Argentina en POLONIA; consultor en la "Staggione Lirica di Taormina" en ITALIA, jurado en el concurso de composición electroacústica "EAR-99" de Radio Magyar en BUDAPEST y en el Rostrum de Música Electroacústica de la UNESCO (Viena, 1998). Especializado en lenguajes múltiples a través de medios electrónicos, como compositor e interprete ha presentado trabajos propios y de otros autores en mas de 300 recitales en festivales, teatros, salas de concierto y galerías de arte en Europa, América y Asia. <http://geocities.com/gifio9>