

INTERPRETACIÓN DE MÚSICA ELECTROACÚSTICA MULTICANAL EN TIEMPO REAL SOBRE UNA CONEXIÓN LAN

Marcelo Arias

Universidad Nacional de las Artes (UNA)
Departamento de Artes Musicales y Sonoras
(DAMus)

Diego Andrés Moreno

Universidad Nacional de las Artes (UNA)
Departamento de Artes Musicales y Sonoras
(DAMus)

RESUMEN

En el presente artículo plantaremos una utilización alternativa de una serie de herramientas de uso bien extendido para la ejecución de música con computadoras interconectadas a través de Ethernet dentro de una red de área local (LAN). El enfoque radicará en conectar en red un grupo o ensamble de computadoras en las que se ejecutarán y procesarán sonidos en tiempo real en un sistema multicanal. Así mismo resaltaremos las ventajas de dicho conexionado y las posibilidades de explotación del sistema.

1. INTRODUCCIÓN

La metodología de trabajo que expondremos, en este caso aplicada a la ejecución y difusión multicanal de música en tiempo real por un ensamble electroacústico, derivó en una primer instancia de experiencias previas con la transmisión de audio multicanal de alta calidad a través de Ethernet en un concierto realizado entre el Center for Computer Research in Music and Acoustics (CCRMA), universidad de Stanford (EEUU), y el Departamento de Artes Musicales (DAMus) de la Universidad Nacional de las Artes (ARG.), entre cuyos participantes se encontraba el Ensamble Electroacústico del DAMus. Esta primera experiencia de transmisión de audio de un punto a otro en el mundo en el marco de una WAN suscitó el interés y la indagación para aspirar a realizar un conexionado Ethernet similar pero entre las computadoras del Ensamble dentro de una LAN. Entiéndase por ensamble electroacústico a una pequeña orquesta cuyos instrumentos son computadoras que se utilizan para ejecutar y procesar sonidos en tiempo real.

Dicha pesquisa derivó en la posibilidad de que cada computadora del Ensamble enviara sus canales de audio a través de un único cable Ethernet en vez de tener que usar interfaces de audio con múltiples salidas analógicas y una consola o interface con cuantiosas entradas para posibilitar por ejemplo que cada grupo enviara 8 canales. Habiendo en el E.E. 8 grupos esto implicaría 64 cables de audio de las computadoras + 8 destinados a los parlantes, y la necesidad de una consola de 64 entradas. Siendo prácticamente inviable tal disposición de hardware la

presente alternativa representa no solo un modelo económicamente practicable para que otros ensambles lo implementen, sino además una mejora considerable en varios factores. Desde los de índole práctica, hasta la mejora en la calidad del audio (evitando la engorrosa cantidad de cables mencionados, interferencias ocasionadas por fuentes externas, mantenimiento, etc), la eficacia del armado, la presentación, la movilidad necesaria debido a las frecuentes presentaciones públicas, y la extensión y maleabilidad de las capacidades multicanal del sistema, permitiendo por ejemplo implementar luego algún software de espacialización tridimensional como Ambisonics. También abre las puertas al cruce de datos con otra red, como puede ser el sistema OpenPTrack [1] de seguimiento de individuos u objetos mediante cámaras, los datos podría usarse en efecto para modular algún parámetro del sonido.

2. VENTAJAS DEL CONEXIONADO EN UNA LAN

En principio realizaremos una breve descripción de cómo funciona el Ensamble Electroacústico del DAMus para dar cuenta de cuáles fueron las limitaciones de los sistemas en uso, las problemáticas que lograron resolverse y las posibilidades que surgieron a través del presente modo de interconexión. El E.E. del DAMus tiene como distinción, respecto del modo de trabajo de otros ensambles, que la música ejecutada está escrita como lo estaría si fuera música instrumental. Para más información referirse a: "*Ensamble Electroacústico (DAMus-UNA): Interpretación de Música Electroacústica basada en una nueva propuesta de Lectoescritura Simbólica*" [2]

Técnicamente sin embargo, a diferencia de otros ensambles, el modo de difusión de las obras ejecutadas no es mediante la utilización de una fuente de irradiación por grupo o instrumento, como si utilizan otros ensambles o como sucede con los instrumentos acústicos, sino que se utilizan múltiples parlantes como ocurre en los conciertos de música acusmática, a los que envían audio todos los grupos. El propósito de dicha elección radica en poder escribir y aprovechar como parámetro compositivo y estructurante la espacialización del sonido. Durante algunos años el E.E. utilizó un sistema que estaba compuesto por computadoras e interfaces de audio con

convertidores AD/DA que enviaban sus salidas analógicas a través de cables de audio a una consola y desde allí al sistema de parlantes en uso. Sin embargo esto planteaba ciertas limitaciones por falta de recursos. Un caso era la cantidad de entradas de audio que podía recibir la consola desde los grupos, en nuestro caso 16. Como consecuencia las obras compuestas para que ejecutaran los 8 grupos solo podía tocarse en estéreo, aunque también se podían enviar los 2 canales de los grupos a los 4 parlantes o algunos a los del frente y otros a los traseros, utilizando la cuadrafonía pero sin poder mover sonidos entre los 4 parlantes. Esto significaba que para obras ejecutadas realmente en cuadrafonía solo podían tocar 4 instrumentos simultáneamente. No hace falta explicarse en caso de que quisieran utilizarse más canales.

La realización de una conexión en red a través de un switch utilizando los puertos Ethernet de las computadoras permitió sortear las limitaciones antes mencionadas. La elección del software para realizarlo también implicó que los grupos ya no tuvieran ni pudieran usar sus interfaces, salvo la máquina maestro, brindando así una vía de trabajo con menos requisitos de hardware y mayor potencialidad y versatilidad artística. Entre las ventajas más obvias destacamos el uso y el transporte de menos equipamiento, individual y colectivo; menos cables para el conexionado; ausencia de ruidos al desconectarse o conectarse mal un cable, o al conectarse un grupo a la red; la posibilidad de utilizar cables más largos y realizar una actuación en vivo con una disposición de grupos alejados entre sí (ciertamente más problemático y caro con cables de audio); la capacidad de procesar y mezclar en la computadora maestro el audio recibido utilizando algún compresor y/o limitador u otros efectos virtuales; la facilidad de interconectar grupos entre sí por ejemplo para que el audio o los datos midi de un grupo modulen a otro u otros; etc.

3. CONFIGURACIÓN DE NETJACK 2 EN MICROSOFT WINDOWS (JACK 1.9.11-RC1)

3.1. Sobre jack:

JACK (JACK Audio Connection Kit) se refiere a una API (Application Programming Interface) y dos implementaciones de esta API, jack1 y jack2. Proporciona una infraestructura básica para que las aplicaciones de audio se comuniquen entre sí y con hardware de audio. A través de JACK, los usuarios están habilitados para construir potentes sistemas de procesamiento de señales y producción de música. [3]

Una API (siglas de 'Application Programming Interface') es un conjunto de reglas (código) y especificaciones que las aplicaciones pueden seguir para comunicarse entre ellas: sirviendo de interfaz entre programas diferentes de la misma manera en que la interfaz de usuario facilita la interacción humano-software. [4]

3.2. Armando el esquema:

Nuestro escenario, el E.E., cuenta con ocho equipos notebook de diferentes fabricantes con capacidades heterogéneas. Se explica en el presente artículo la configuración del sistema sobre Windows ya que hasta el momento de elaboración del mismo era la plataforma más usada dentro del Ensamble, vale aclarar que también funciona en Mac OS y obviamente en Linux! Será necesario la construcción de una red Ethernet LAN para la vinculación de los equipos, el conexionado será de topología en estrella, para ello es necesario un switch 100/1000MB con servicio DHCP incluido programable. Un gran beneficio es que simplificará la detección de los equipos en nuestra red identificando por su nombre a cada uno, limitándose el usuario a la conexión del cable de red a su notebook.

Consideraciones importantes:

Respecto de la latencia y para reducir retardos indeseados en las señales de audio transmitidas, sobre todo para la ejecución en tiempo real, se deberá prestar mucha atención a:

- El ancho de banda requerido por Netjack2 [5] que depende de:
 1. La Frecuencia de muestreo (y la profundidad de bits).
 2. Número de canales
 3. Tamaño del período
- El MTU, que determina el tamaño máximo en bytes de los paquetes (Frame) por ciclo.
- Y por último, hay que tener en cuenta la latencia que agrega la red, que dependerá del hardware involucrado y del tipo de red que deberá estar configurado tomando en cuenta todo lo anteriormente mencionado para minimizar la pérdida de paquetes y/o colisiones de los mismos. Lo cual se manifestará en cortes y latencias notorias.

3.3. Instalación y configuración del servidor "Master"

NetJack2 está basado en la comunicación de tipo Maestro /Esclavo, utilizando Multicast Network Transmissions. Donde el Master puede manejar varios esclavos ejecutando simplemente el **Net Manager**.

Para la conexión de cada equipo será necesario un cable UTP Cat 5e o 6 con terminales RJ45 en sus extremos, con un largo máximo de 100mts, que será el límite físico funcional sin requerir un amplificador para ser extendido otros 100mts mas, si aún es necesario.

Los costos de estos y su mantenimiento son mínimos respecto de los necesarios para el cableado analógico.

Nuestra configuración:

A. Descargar e Instalar Jack2 "Installer for Windows 64bit".

<http://jackaudio.org/downloads/>

B. Para que la aplicación de audio reconozca a Jack (versión 64 bits), luego de la instalación, se deberá registrar manualmente la biblioteca de 64bits que trae Jack:

- Ejecutar como administrador el CMD, línea de comandos de Windows.
- Ir a la carpeta c:\Archivos de programa (x86)\Jack\64bits
- En el CMD ejecutar: regsvr32 jackRouter.dll (esto lo agregara al registro de Windows).

C. Habilitar hasta 64 Canales (de fábrica solo vienen 4) según necesidad.

- Ir a la carpeta c:\Archivos de programa (x86)\jack\64bits
- Hacer Click botón derecho en JackRouter e ir a las propiedades.
- Bajo la pestaña de seguridad modificar los permisos para control total a nuestro usuario.
- Luego hay que editar JackRouter y modificar los Input/Output, según nuestra necesidad, guardar y cerrar.

D. Crear acceso directo en el escritorio para Jack:

- En el escritorio de Windows: botón derecho sobre el acceso creado y propiedades.

Escribir en Destino:

```
"C:\Program Files (x86)\Jack\jackd.exe"  
-R -S -d portaudio -d  
"ASIO::XXXXXXXX" -p 128 -r 48000  
(44100)
```

Dónde:

-R = Operación en Tiempo Real
-S = Modo Sincrónico
-d = Carga el controlador ASIO de nuestra placa de sonido
-p = Frames por periodo
-r = Frecuencia de muestreo

"ASIO::XXXXXXXX" = el nombre de su dispositivo ASIO o ASIO4all

E. Para ver los controladores ASIO disponibles en la PC:

- Abrir CMD (Jack command)
- Ejecutar: jackd -d portaudio -l
- Dara como resultado un listado de los nombres de los controladores para seleccionar y aplicar en el destino de las propiedades del acceso directo de Jack. Ej: "ASIO::ASIO4ALL v2"

F. Crear acceso directo para Jack Control (QJACKCTL):

- El JackControl, básicamente, es el que nos permite hacer las conexiones entre terminales además del seguimiento de paquetes y errores, entre otras tantas posibilidades de configuración.

G. Crear acceso directo para el servicio de módulo de RED (NetManager).

- Botón derecho, propiedades sobre el acceso directo.
- En el destino colocar: "C:\Program Files (x86)\Jack\jack_load.exe" netmanager
- Aplicar y aceptar.

H. Levantar el servicio de JACK: Importante! Se debe respetar el orden para activar el servidor.

- Primero: ejecutar Jack (Acceso directo)
- Segundo: ejecutar Jack_load netmanager (Acceso directo)
- Tercero: ejecutar JackControl. (Donde podremos ver y controlar las conexiones de todos los equipos participantes de nuestra red)

❖ EL servicio estará ahora a la espera del inicio de cada una de las terminales.

❖ Cada conexión la podremos observar, con nombre y dirección IP (es un número que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz en red), desde el CMD del Servidor Jack (el primer servicio ejecutado).

3.4. Configuración de las terminales “Slave”

- I. Instalar Jack2 “Installer for Windows 64bit”.
- J. Registrar Jack como se mencionó en la configuración del maestro en el punto 2.
- K. Crear acceso directo en el escritorio para Jack:

- En el escritorio de Windows: botón derecho sobre el acceso creado y propiedades.
En destino: "C:\Program Files (x86)\Jack\jackd.exe" -R -S -d net -P 4 -M 200

Dónde:

- R = Operación en Tiempo real
- S = Modo Sincrónico
- d = Carga el módulo de Red
- P = número de canales a transmitir, en nuestro ejemplo son cuatro
- M = MTU para el Maestro (Unidad máxima de transferencia)

4. ALGUNOS ANTECEDENTES

Mencionaremos dos tipos, los intentos o reportes de otros ensambles que trabajaron o trabajan con algún tipo de envío de datos por Ethernet (y en algunos casos por wireless), y otros protocolos que realizaron o realizan la tarea anteriormente descrita ya sea bajo una licencia propietaria o de código abierto.

En relación a estos últimos existen varios tipos de protocolos para la transmisión de audio por Ethernet, cada uno con su forma de trabajo y sus particularidades.

4.1. Protocolos de Capa 2 del modelo OSI

Muchos de estos son los antecesores de actuales y más modernos protocolos de Red para Audio.

Una gran desventaja de estos es que al ser de capa 2 todo el enlace debía de ser por hardware propietario, muy costoso, en redes dedicadas y no todos soportan Hubs o Switchs Ethernet estándar. CobraNet; EtherSound; Reac; SoundGrid y dSNAKE son algunos ejemplos.

4.2. Protocolos de Capa 3 del modelo OSI

Aquí encontramos nivel de red Lógico, determinación de ruta y direccionamiento IP. También posibilitan la utilización en redes de Switchs estándar.

Estándares de código abierto: entre las ventajas podemos mencionar la maleabilidad y escalabilidad libre. Las desventajas, al ser libres presentan falta de claridad en su

documentación. Ejemplos son AES67; NetJack; NetJack2 y Ravenna.

Propietarios: Mayor robustez y eficiencia así como también mayores costos y exclusividad dentro de cada fabricante. Livewire; Q-LAN; WheatNet-IP y Dante son buenos ejemplos.

4.3. Otras experiencias

Técnicamente hablando, el primer intento consistente de abordar la interpretación de música a través de una red sobre Internet fue llevado a cabo por el grupo SoundWire en CCRMA a partir del año 2000, que introdujo streaming de audio sin compresión bidireccional en baja latencia, empleando la red estadounidense Internet2.

La Princeton Laptop Orchestra (PLOrk) y la Stanford Laptop Orchestra (SLOrk), informaron sobre el uso de redes inalámbricas en varias configuraciones. Por ejemplo se estableció una LAN 802.11g para sincronizar los dispositivos que sintetizaban y procesaban sonidos. Es muy usual sin embargo la falta de información sobre las cuestiones técnicas que los ensambles de laptops utilizan en sus actuaciones, ya que a menudo el foco está puesto en el valor estético de los trabajos y en las obras de arte.

5. CONCLUSIÓN GENERAL

Si bien podemos apreciar que la interpretación y difusión de música electroacústica multicanal y en red es aún un fenómeno poco explotado, y la falta de documentación dificulta reflexionar respecto de la exploración sobre el mismo, podemos afirmar que es perfectamente factible, y en muchos casos hasta una mejor alternativa, trabajar con un modelo similar al propuesto prácticamente sin restricciones de índole económica y física.

6. REFERENCIAS

- [1] OpenPTrack, (sistema multicámara para seguimiento de personas y objetos en tiempo real de fuente abierta) <http://openptrack.org/>
- [2] *Ensamble Electroacústico (DAMus-UNA): Interpretación de Música Electroacústica basada en una nueva propuesta de Lectoescritura Simbólica*. Lic. Pablo Martín Freiberg. Link. De descarga: <https://eedamus.wordpress.com/produccion/>
- [3] Jack, un servidor de audio de fuente abierta (www.jackaudio.org).
- [4] <http://www.ticbeat.com/>
- [5] Netjack2, potente herramienta de código abierto incluida en Jack para la transmisión de audio y midi a través de una red LAN. <http://jackaudio.org/faq/netjack.html>
- [6] L. Gabrielli y S. Squartini, *Wireless Networked Music Performance*. Singapore: Springer, Junio 2016.