

CURSO DE PROCESAMIENTO DE AUDIO DIGITAL

1. ANTECEDENTES

ECOS está comprometido con la investigación en sonido, a nivel de reflexión y de ejercicio, mediante la realización de proyectos de generación y transformación de sonido de alta fidelidad, basados en la interacción de la música, la acústica y el análisis de señales.

En agosto del 2007 con gran éxito se llevó a cabo la primera versión del curso “Fundamentos de síntesis y procesamiento de audio digital” en el que participaron alumnos de la especialidades de ingeniería electrónica, ingeniería informática, ciencias y artes de la comunicación, y física de la PUCP y de otras universidades, así como profesionales de la industria del sonido y músicos de conservatorio y aficionados. Logrando cubrir los temas planteados y dando herramientas teóricas e informáticas para que puedan desarrollar sus propios proyectos.

2. OBJETIVO

En esta oportunidad, el objetivo es brindar entrenamiento con los métodos actuales de síntesis y procesamiento de audio digital, ofreciendo tanto modelos matemáticos, físicos y electrónicos del sonido como herramientas de hardware y software necesarios para el diseño, implementación y optimización de aplicaciones informáticas de audio.

La sólida base conceptual en acústica y procesamiento digital de señales presentada en el curso, complementada con métodos de música asistida por computadora e interpretación de datos técnicos de equipos de audio, permitirá a los asistentes expandir su horizonte creativo en proyectos de audio digital.

Al finalizar el curso los alumnos desarrollarán un proyecto, haciendo uso de las herramientas aprendidas.

3. PÚBLICO OBJETIVO

El curso está dirigido a:

- estudiantes y egresados de las especialidades de ingeniería electrónica, ingeniería informática, ingeniería de telecomunicaciones, física y matemáticas
- estudiantes y egresados de ciencias y artes de la comunicación
- profesionales de la industria del sonido
- músicos
- egresados de carreras afines interesados en proyectos de audio

4. METODOLOGÍA

El curso considera al sonido como entidad y está basado en las siguientes premisas:

- a) El sonido manifiesta cinco aspectos o manifestaciones: la audición (aspecto clínico), la música (aspecto artístico), la acústica (aspecto físico), las señales de audio digital (aspecto informático), y los paisajes sonoros (aspecto social).
- b) Es posible apreciar el sonido desde la intersección de sus cinco aspectos.
- c) Esta perspectiva constituye el punto de partida ideal para la comprensión y optimización de los métodos de síntesis y procesamiento de audio digital.

Sobre esta base el curso será desarrollado en 10 sesiones de 4 horas según los siguientes temas:

- I. Historia de la investigación en sonido
- II. Acústica y psicoacústica
- III. Muestreo, cuantificación y codificación de audio digital
- IV. Filtros digitales
- V. Líneas de retardo y reverberadores
- VI. Procesamiento en tiempo real
- VII. Sintetizadores interactivos
- VIII. Sonido envolvente y espacialización
- IX. Audio en Linux
- X. Proyectos

La teoría de cada tema será presentada mediante diapositivas a cargo de los expositores. Los conceptos presentados serán reforzados con ejecuciones de simulación en software por parte de los asistentes. Los conocimientos vertidos durante las primeras sesiones serán resumidos en la última sesión mediante una demostración general de proyectos de implementación en hardware.

Las herramientas utilizadas en las demostraciones son presentadas a continuación, mencionando la aplicación y la sesión en la que interviene cada una de ellas.

Herramienta de software	Aplicación	Sesión
Matlab 7.2 de MathWorks: Signal Processing Toolbox, Filter Design & Analysis Tool, Simulink	Modelado acústico, síntesis de escalas griegas y secuencias aleatorias, análisis y diseño de filtros	I, II, III y IV
System Generator 6.2, ISE 8.1, y EDK de Xilinx	Reverberadores	V
Pure Data	Filtros y osciladores	VI, VII, VIII y IX
Fedora 10	Espacialización	IX
Planet CCRMA	Espacialización y secuenciación	IX
BruteFir convolution engine	Espacialización	IX

Herramienta de Hardware	Aplicación	Sesión
Guitarra Washborn	Demostraciones y proyectos	X
Efectos de guitarra	Demostraciones y proyectos	X
Micrófonos AKG	Demostraciones y proyectos	X
Parlantes JBL	Demostraciones y proyectos	X
Amplificador Tech	Demostraciones y proyectos	X
Tarjeta de audio multicanal	Espacialización	VIII
Mezcladora Mackie MicroSeries 1202-VLZ	Mezcla y proyectos	IX y X
Tarjeta FPGA Virtex Xilinx	Filtros	V

Durante el curso los participantes trabajarán en ordenadores alojados en un cómodo ambiente de laboratorio. Al final del curso los asistentes recibirán un documento impreso y en formato digital conteniendo las separatas, guías de laboratorio, lecturas especializadas y programas de simulación.

5. CONTENIDO (40 Horas)

I. Historia de la investigación en sonido (4 horas)

Breve historia de la música electroacústica y electrónica. Aspecto artístico del sonido: Los modos griegos y el sistema dodecafónico. Los objetos sonoros de la música concreta.

II. Acústica y psicoacústica (4 horas)

Aspecto físico del sonido: Tiempo, frecuencia y amplitud. Ondas acústicas y propagación sonora. Mensaje monótico, diótico y dicótico. Recepción monoaural, binaural y biaural. Áreas de audición. Enmascaramientos temporal, espectral e interaural. Tono y sensación de tono.

III. Muestreo, cuantificación y codificación de audio digital (4 horas)

Aspecto informático del sonido: Audio digital. Representación espectral de secuencias temporales. Teorema del muestreo y cuantificación. Codificación uniforme, no uniforme, vectorial, aritmética, por entropía, y QM. Codificación de audio multicanal.

IV. Filtros digitales (4horas)

Filtros digitales con número de coeficientes finito e infinito. Diseño de filtros en tiempo, en frecuencia y en el plano complejo. Filtros comba, peine y pasa todo.

V. Líneas de retardo y reverberadores (4 horas)

El *buffer* circular y la línea de retardo. Efectos de sonido basados en la línea de retardo. El reverberador natural. Retardos fraccionales.

VI. Procesamiento en tiempo real (4 horas)

Manipulación de osciladores, filtros y muestras de audio en tiempo real. Introducción al entorno Pure Data.

VII. Sintetizadores interactivos (4 horas)

Modulaciones en frecuencia. Control de sonido mediante sensores de luz y reconocimiento de marcas. Introducción al manejo de la interfaz Arduino y a la librería Pduino para Pure Data.

VIII. Sonido envolvente y espacialización (4 horas)

Panoramización, cuadrafonía, sonido envolvente, panoramización vectorial, ambisonics y síntesis de espacios acústicos.

IX. Audio en Linux (4 horas)

Arquitectura avanzada de sonido para Linux y el servidor de audio en tiempo real. Introducción al entorno Fedora 10 y al conjunto de aplicaciones de audio Planet CCRMA.

X. Proyectos (4 horas)

Implementación de filtros y líneas de retardo en FPGA. Sintetizador por tabla de ondas en FPGA. Generación de espacios auditivos virtuales.

6. EXPOSITORES

Daniel Salvador

Egresado de ingeniería electrónica y candidato a la maestría en matemáticas. Su área de interés es el procesamiento digital de señales. Fundador del equipo ECOS para la investigación multidisciplinaria en sonido. Actualmente labora como docente investigador en el taller ISONAR de la Universidad de San Martín de Porres, y se desempeña como pre-docente de las especialidades de ingeniería electrónica y telecomunicaciones en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Ha realizado cursos de especialización en Indian Institute of Remote Sensing (India) y en Centro Fundación Telefónica. Ha expuesto en 124th Audio Engineering Society Convention (Holanda), Conatel I y Coneimera XIII, entre otros.

Manuel Morán

Egresado de ingeniería electrónica. Su área de interés es el procesamiento digital de señales aplicado al audio. Fundador del equipo ECOS para la investigación multidisciplinaria en sonido. Tesis realizada en el área procesamiento digital de sonido. Actualmente labora como pre-docente de las especialidades de ingeniería electrónica e informática en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Ha realizado cursos de especialización en la PUCP y Centro Fundación Telefónica.

7. LUGAR Y HORARIO

Laboratorio V-103 de la Sección Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Las clases teóricas y prácticas serán dictadas en el mismo laboratorio.

El curso consta de 10 clases de 4 horas cada una. Las clases se llevarán a cabo de lunes a viernes, del 09 de marzo al 20 de marzo, de 6:00pm a 10:00pm.

8. CERTIFICACIÓN

Para obtener el certificado de participación del curso los participantes deberán asistir por lo menos al 80% de las clases programadas.

9. INVERSIÓN

Alumnos PUCP:	S/. 310
Exalumnos PUCP:	S/. 360
Público en General:	S/. 410

10. CONTACTOS

cursos_electronica@pucp.edu.pe
equipo.ecos@pucp.edu.pe

11. BIBLIOGRAFÍA

Historia de la investigación en sonido y sus manifestaciones

- [1] Chion, Michel. El sonido: Música, cine, literatura... Barcelona : Paidós, 1999.
- [2] Schaeffer, Pierre. Tratado de los objetos musicales. Madrid : Alianza Editorial, 1988.
- [3] Henri Pousseur (a cura Di), La Musica Elettronica. Prefazione di Luciano Berio 323.
- [4] Curt Sachs. Musicología comparada. Capítulo 1. 1931.
- [5] Sergi Jordà. Música e Inteligencia Artificial. 1990.

Acústica y psicoacústica

- [6] Lawrence Kinsler. Fundamentals of Acoustics. New York: Wiley, 1982.
- [7] Morse, Phillip McCord y Ingard, K. Uno. Theoretical acoustics. Princeton : Princeton University Press, 1986.
- [8] Zwicker, Eberhard y Fastl, Hugo. Psychoacoustics: Facts and models. Berlin : Springer, 1999.
- [9] Simmons, Andrea Megela, Popper, Arthur N. y Fay, Richard R., [ed.]. Springer handbook of auditory research. New York : Springer, 2003. Vol. 16: Acoustic communication.
- [10] Yost, William A., Popper, Arthur N. y Fay, Richard R., [ed.]. Springer handbook of auditory research. New York : Springer, 2008. Vol. 29: Auditory perception of sounds.

Muestreo, cuantificación y codificación de audio digital

- [11] Rocchesso, Davide. Introduction to sound processing. Verona : Università di Verona - Dipartimento di Informatica, 2003.
- [12] Yang, Dai Tracy, Kyriakakis, Chris y Jay Kuo, C.-C. High-fidelity multichannel audio coding. s.l. : EURASIP Book Series on Signal Processing & Communications, 2006.

Filtros y ecualizadores

- [13] Rocchesso, Davide. Introduction to sound processing. Verona : Università di Verona - Dipartimento di Informatica, 2003.

Líneas de retardo y reverberadores

- [14] Rocchesso, Davide. Introduction to sound processing. Verona : Università di Verona - Dipartimento di Informatica, 2003.

Procesamiento en tiempo real

- [15] Puckette, Miller. Theory and techniques of electronic music. San Diego: University of California, 2007.

Sonido envolvente y espacialización

- [16] Vorlander, Michael. Auralization: Fundamentals of acoustics, modelling, simulation, algorithms and acoustic virtual reality. Berlin : Springer, 2007.
- [17] Kyriakakis, Chris y Bharitkar, Sunil. Immersive audio signal processing. Berlin : Springer, 2006.
- [18] The theory of wave field synthesis revisited. Ahrens, Jens, Rabenstein, Rudolph y Spors, Sascha. Amsterdam : s.n., mayo de 2008, AES E-Library: 124th Audio Engineering Society Convention.

Audio en Linux

- [19] Lopez-Lezcano, Fernando. Planet CCRMA. [En línea] [Citado el: 9 de octubre de 2008.] <http://ccrma.stanford.edu/planetccrma/software/>.
- [20] Gary Davis y Ralph Jones. The Sound Reinforcement Handbook. 1989.