

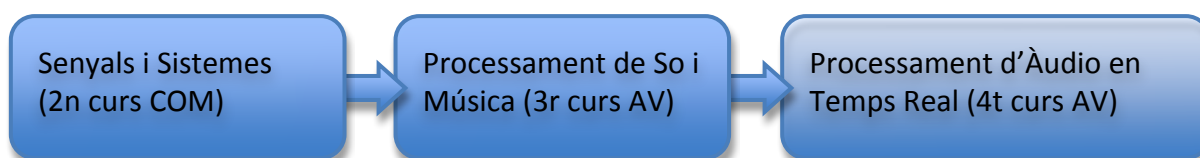
Pla docent de la assignatura “Processament d’Àudio en Temps Real”

1. Dades descriptives de la assignatura

- Nom de l'assignatura: Processament d’Àudio en Temps Real
- Curs acadèmic: 2012-2013
- Curs: 4t , Trimestre: 1er
- Estudis: Grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals
- Codi assignatura: 21623
- Nombre de crèdits ECTS: 4
- Hores dedicació estudiant: 100 hores
- Llengua o llengües de docència: Català, castellà, anglès
- Professorat: Sergi Jordà

2. Presentació de l’assignatura i Context de la Assignatura dins el grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals

L’assignatura “Processament d’Àudio en Temps Real” es obligatòria en el 4t curs del grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals. Aquesta assignatura pot ser entesa com la continuació de “Senyals i Sistemes” (assignatura comuna als tres graus, impartida durant els dos primers trimestres del segon curs) i de “Processament de So i Música”, assignatura de tercer curs del grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals.



Senyals i Sistemes (8, COM, 2n curs, 1 i 2 t)

Números complejos. Análisis de Fourier. Transformadas de Fourier discretas y continuas. Algoritmo de la Transformada Rápida de Fourier. Muestreo de señales analógicas. Sistemas lineales. Filtrado de señales. Análisis y modelado del ruido.

Processament de So i Música (AV, 3r curs, 1r t)

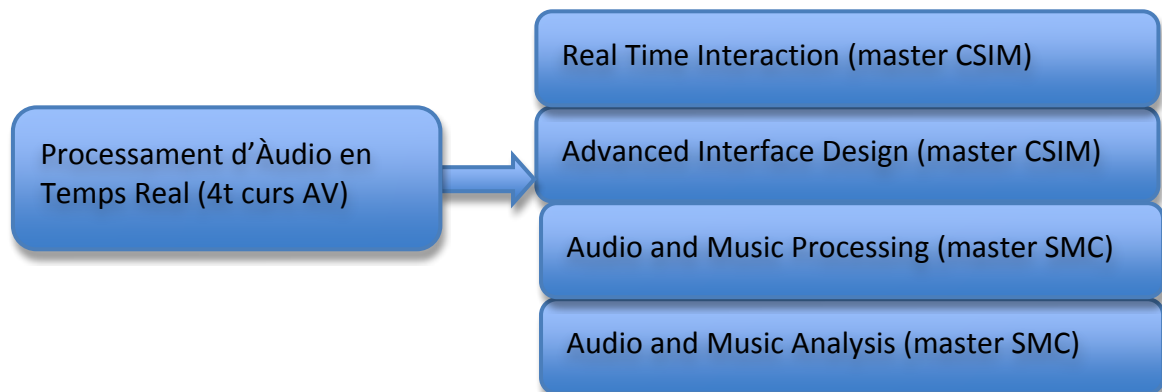
Análisis, transformación y síntesis digital de sonido. Representaciones temporales y frecuenciales de señales musicales. Transformada de Fourier a tiempo corto.

Modelado espectral de señales musicales. Modelado sinusoidal más residual de señales musicales. Extracción de atributos perceptuales de las señales de sonido y música. Aplicaciones musicales basadas en el procesamiento de audio.

Els estudiants que cursin aquesta assignatura, tindran per tant un coneixement previ dels fonaments informàtics de les tecnologies de musicals i de l'àudio, de les tècniques d'anàlisi i síntesi espectrals, així com de diferents algorismes per la generació i el processament de senyals d'àudio. Els estudiants hauran de tenir també un coneixement suficient de l'anglès, ja que gaire be tota la documentació existent es troba en aquest idioma.

La assignatura en relació amb els postgraus i màsters del departament

Aquesta assignatura constitueix també una excel·lent introducció per varies assignatures dels màster en Tecnologies del So i la Música (SMC) i del màster interdisciplinari (CSIM), ja que cobreix conceptes, eines i tecnologies, que en els esmentats màsters es donen per coneguts, o es veuen molt ràpidament, i que fins ara no tenien cabuda en els anterior cursos del grau d'enginyeria.



Objectius d'aprenentatge

Característiques diferencials de la generació i processat d'àudio, i de la interacció a temps real. Eines i llenguatges de programació per al processament i la generació d'àudio en temps real.

3. Competències a assolir a l'assignatura

Competències generals	Competències específiques
Instrumentals 1. Capacitat d'anàlisi i síntesi, abstracció i sistematització. 2. Resolució de problemes. 3. Capacitat de comprendre informació avançada en llengua anglesa. 4. Capacitat de comunicar-se amb propietat de forma oral i escrita en català, castellà o anglès, tant davant audiències expertes com inexpertes. 5. Capacitat de comprendre i analitzar els problemes tecnològics lligats a la generació i a la modificació de continguts en temps real Interpersonals 6. Treball en equip. 7. Capacitat de crítica i autocrítica. 8. Exposició de resultats obtinguts. Sistèmiques 9. Capacitat per integrar coneixements i metodologies en la pràctica. 10. Capacitat per treballar autònomament en la resolució de problemes. 11. Preocupació per la qualitat.	1. Entendre les diferències i matisos del terme "temps-real" en els diferents àmbits en els que s'aplica (p.ex. computació, sistemes operatius, generació i processat, interacció). 2. Entendre i saber utilitzar i distingir els conceptes de cicle de control, latència, granularitat (rate) d'entrada i de sortida i "jitter", en aplicacions a temps real. 3. Entendre els ordres de magnitud màxims tolerables per les propietats anteriors, depenent de l'àmbit en el que s'apliquin. 4. Conèixer i distingir entre models síncrons vs. asíncrons, single-threaded vs. multi-threaded, i mètodes de captura de dades basats en "polling" vs. interrupcions. 5. Conèixer els protocols MIDI i OSC. 6. Entendre les diferències entre models de control i de interacció continus (vs. discrets) i multidimensionals (vs. unidimensionals). 7. Entendre el concepte de mapeig (IN/OUT), conèixer diferents models (un a un, convergent, divergent). Conèixer els models de mapeig perceptuals i multicapes. 8. Conèixer la història, els principis bàsics i les possibilitats de la creació musical interactiva. 9. Entendre els aspectes essencials i diferenciadors de la interacció a temps real, i conèixer alguns dels àmbits tecnològics i artístics en els quals s'aplica i té sentit. 10. Aprendre un llenguatge de programació per a la generació i processat d'àudio en temps real. 11. Aprendre a programar aplicacions d'àudio en temps real en dispositius mòbils.

4. Blocs de continguts

L'assignatura està organitzada en un bloc teòric i un bloc pràctic. A continuació es detallen els continguts de cada uns d'aquests blocs.

Bloc Teòric

- **Introducció al temps real**

Que és i que no és el temps real. Diverses accepcions del terme (sistemes operatius per temps real, streaming, generació a temps real, interacció a temps real). Sistemes “durs” vs. sistemes “tous”. El cicle de control. Ordres de magnitud temporals perceptuals, segons els medis i els tipus d'estímul. Valors temporals i percepció sonora.

- **Aspectes tècnics bàsics**

El cicle de control en detall. Latència. Granularitat d'entrada i de sortida. Jitter i estabilitat temporal. Models síncrons vs. asíncrons. Sistemes single-threaded vs. multi-threaded. Mètodes de captura de dades basats en “polling” vs. interrupcions. El temps real en la síntesi i el processat d'àudio.

- **Interacció i control**

El paradigma del ratolí vs. l'instrument musical. Control continu vs. discret. Control multidimensional vs. unidimensionals. Graus de llibertat i ampla de banda de control. Revisió de la Llei de Fitts. Diferents tipus de controladors continus i multidimensionals. Multiplexi espacial vs. multiplexió temporal.

- **Música interactiva**

L'instrument musical digital vs. l'instrument musical acústic. Breu repàs històric de la música interactiva. Models i possibilitats de la música interactiva i la generació i processat d'àudio en temps real.

- **Protocols musicals de control i les seves aplicacions**

Control vs. àudio. El protocol MIDI. El protocol Open Sound Control (OSC). El protocol TUIO. UDP i TCP. El seqüenciador.

- **Generació musical en temps real**

La generació musical algorítmica. Escolta artificial (machine listening) i anàlisis d'àudio i musical en temps real.

- **El mapeig**

Definició. Mapeig un a un, divergent i convergent. Estudis de casos. Mapeig perceptual i multicapa. Mètodes de reducció de dimensionalitat. Sistemes de mapeig automàtics i no supervisats. Introducció als Self-Organising Maps.

Bloc Pràctic¹

Programació musical en temps real amb un llenguatge del tipus visual data flow, com ara Pure Data

- Llenguatges de programació “data flow”. Programació basada en events. Fluxe de control vs. flux d'àudio. Scheduling, sincronia i gestió de threads. Objectes d'entrada GUI. Encapsulació.
- Entrada de dades. Comunicació MIDI i OSC. Tècniques de filtratge de dades. Exercicis bàsics de control de fluxe.
- Processat d'àudio. “Live electronics”. Efectes basats en el temps. Retards.
- Anàlisi avançat d'àudio. Extracció de pitch i seguidors d'envolvents. Anàlisi i processat espectral.

Aplicacions d'àudio en temps real en dispositius mòbils

Eines per a la programació d'àudio a temps real en dispositius mòbils. Avantatges, prestacions i limitacions d'aquests tipus de dispositius. Sensors i entrada de dades. Touch i multitouch. Sortida visual en pantalles petites.

Software emprat en les pràctiques

S'utilitzaran els programaris Pure Data i Java (Eclipse). Tot el programari usat serà open-source i multi-plataforma, pel que les pràctiques podran ser realitzades sota Linux, Windows o MacOSX. Aquesta decisió s'ha pres en l'entès que als estudiants no se'ls hauria d'exigir la realització de pràctiques usant programari propietari o de pagament, doncs això obligaria que només poguessin treballar en els ordinadors de la universitat (que paga llicències per a aquests programes), amb la consegüent restricció en quant a possibilitats de treballar còmodament en les pràctiques.

5. Metodologia

La metodologia d'aquesta assignatura combina sessions magistrals d'explicació del professor amb el treball individual i en grup realitzat pels alumnes en sessions de grup mitja o petit. En particular, el treball s'ha organitzat de la forma següent:

- **Sessions magistrals de presentació:** les realitza els professors en la classe de teoria, abordant-se en cadascuna d'elles un tema de l'assignatura. S'espera dels alumnes que participin realitzant preguntes i comentaris.

¹ Cal tenir en compte que donat que aquesta és una assignatura de 4rt curs i amb un important component tecnològic, alguns aspectes del temari, sobre tot pel que fa al bloc pràctic podrien variar per adaptar-se al estat del art i a la realitat del moment.

- **Presentacions teòriques realitzades pels estudiants:** tots els estudiants hauran de preparar alguns dels temes teòrics i presentar-los a classe, en sessions de 20 minuts. Aquestes presentacions es realitzaran en grups de 2 a 4 estudiants . La llista de temes i el calendari de les presentacions es presentarà cada any a l'inici del curs i els estudiants escolliran el tema a presentar (mitjançant eines tipus Doodle). Cada un d'aquests temes de presentació anirà acompanyat d'una llista de material mínim (normalment articles científics en anglès) que els estudiants hauran d'estudiar i analitzar de cara a la presentació.
- **Sessions de seminari:** Són sessions en grup petit a on els alumnes treballen individualment o en grups, depenent de les activitats plantejades pels professors. Les activitats plantejades en els seminaris són de caràcter divers de forma que permetin practicar, revisar i discutir activament les qüestions treballades a les classes magistrals que formaran part de l'avaluació continuada. Per a preparar els seminaris, els alumnes hauran d'haver realitzat el treball previ requerit.
- **Pràctiques sobre ordinador:** Les realitzen els alumnes en l'aula d'ordinadors supervisats pel professor i serveixen per a afermar els coneixements adquirits en les sessions magistrals i l'estudi personal. Els estudiants hauran de dur a terme i entregar tres pràctiques obligatòries al llarg del curs (amb una durada mitja de dos o tres setmanes cada una). Aquesta activitat es realitzarà en grups de tres alumnes.
- **Projecte pràctic final:** Després de les pràctiques obligatòries, els estudiants hauran de realitzar un petit projecte pràctic, emprant els coneixements i les eines estudiats durant el curs. Aquesta activitat es realitzarà en grups de tres alumnes.
- **Examen final:** Avaluació de tots els coneixements de l'assignatura.

6. Avaluació del nivell d'assoliment de les competències

Per a cursar amb èxit l'assignatura és necessari superar el nivell mínim requerit a cadascuna de les competències a desenvolupar en l'assignatura. Donat que la majoria de les competències es treballen i avaluen de forma presencial (a l'aula) i contínua al llarg de l'assignatura, l'assistència a classe és imprescindible. També és clau per a aprofitar l'assignatura que l'alumne mantingui una actitud activa. Això significa que ha de ser crític amb els aspectes tractats, fent les seves pròpies reflexions i mantenint en tot moment interès i curiositat sobre el material presentat.

L'assignatura es supera tenint un mínim de 5 punts com a nota final. Aquesta nota final es calcularà d'acord a les activitats i percentatges que es mostren en la següent taula.

Activitat	Valor de la avaluació	Criteri d'avaluació	Requisits mínims per aprovar l'assignatura (avaluació ordinària)	Requisits mínims per optar a la recuperació	Activitat de recuperació	Requisits mínims per aprovar l'assignatura (recuperació)
Examen final	30%	Per aprovar l'examen és necessari obtenir una nota superior o igual a 5	És condició indispensable obtenir una nota superior o igual a 4 en l'examen per poder fer mitja	Per presentar-se a recuperació es necessari haver presentat les <u>quatre</u> proves del curs. En cas de no haver lliurat alguna de les activitats, l'alumne no podrà utilitzar el període de recuperació	Examen teòric	Aprovar l'examen teòric amb una qualificació mínima de 5 sobre 10
Exposició treball teòric	10%		És condició indispensable presentar i aprovar el treball (>=5) per poder fer mitja	No recuperable		
Pràctiques obligatòries	30%	Assistència i participació activa en les sessions. Lliurament final de les tres pràctiques acabades i en els plaços requerits	És condició indispensable aprovar les pràctiques (>=5) per poder fer mitja.	Haver entregat totes les pràctiques	Correcció de les pràctiques incorrectes	Aprovar les pràctiques amb una qualificació mínima de 5 sobre 10
Projecte final	30%	Per aprovar el treball final és necessari obtenir una nota superior o igual a 5	És condició indispensable aprovar el treball (>=5) per poder fer mitja		Correcció del projecte final presentat o elaboració d'un nou projecte	Aprovar el treball amb una qualificació mínima de 5 sobre 10

Dedicació dels estudiants

La assignatura té 4 crèdits ECTS que es corresponen a 100 hores de treball de l'alumne, de les quals 36 són presencials. Aquestes 36 hores estan dividides en sessions magistrals (18 hores), sessions de pràctiques de grup mitjà (10 hores) i sessions de seminaris amb grups petits d'alumnes (8 hores). Les següents taules detallen aquest aspecte, junt amb la dedicació estimada dels estudiants fora de classe, per a cada un dels blocs avaluable.

Hores a l'aula (36h)	
Teoria (grup gran)	18
Pràctiques amb ordinador (grup mitjà)	10
Seminaris (grup petit)	8

Hores de treball personal de cada estudiant (64h)	
Preparació presentació teòrica (en grups de 3 o 4)	8
3 Pràctiques obligatòries (en grups de 2 o 3)	24
Projecte final (en grups de 2 o 3)	24
Preparació examen	8

7. Bibliografia i Recursos on-line

- Chadabe, J (1984). Interactive Composing: An Overview. Computer Music Journal, 8(1), 22-28. Republished in Curtis Roads, ed., The Music Machine (Cambridge, MA: MIT Press, 1989).
- Cook, P. R. (2001). Principles for Designing Computer Music Controllers. Proceedings of the 2001 Workshop on New Interfaces for Musical Expression, CHI, 2001. Seattle, WA: electronic proceedings.
- Jordà, S. (2007). Interactivity and Live Computer Music, in "The Cambridge Companion to Electronic Music", Edited by Nick Collins and Julio d'Escrivan. Cambridge University Press, UK. In press.
- Pressing, J. (1990). Cybernetic Issues in Interactive Performance Systems. Computer Music Journal, 14(1), 12-25.
- Puckette, M. [Theory and Techniques of Electronic Music](http://crca.ucsd.edu/~msp/techniques/latest/book.pdf), available on-line at <http://crca.ucsd.edu/~msp/techniques/latest/book.pdf>
- Wanderley, M. M. & Orió, N. (2002). Evaluation of Input Devices for Musical Expression: Borrowing Tools from HCI. Computer Music Journal, 26(3), 62-76.
- Wessel, D. & Wright, M. (2002). Problems and Prospects for Intimate Musical Control of Computers, Computer Music Journal, 26(3), 11-22.

Recursos didàctics on-line

- Jordà, S. Guía de programación en PD, available on-line at <http://www.tecn.upf.es/%7Esjorda/PD/IntroduccionPD3.pdf>
- Pure Data Floss Manual, available on-line at <http://en.flossmanuals.net/puredata>