

Processament en Array

Codi: 42844

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
4313797 Enginyeria de Telecomunicació / Telecommunication Engineering	OT	2	1

Professor/a de contacte

Nom: Francesc Xavier Mestre Pons

Correu electrònic: Desconegut

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

Prerequisites

Per als estudiants que han estat admesos indirectament en el màster (per exemple, aquells que han d'assistir a cursos complementaris), es recomana haver aprovat el curs "Tractament digital del senyal" (TDS) ofert dins del Grau en Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació. També es requereixen coneixements bàsics de programació en Matlab.

Objectius

L'objectiu d'aquest curs és introduir mètodes tradicionals de processament de senyal en receptors amb múltiples antenes, especialment el filtratge espacial (conformació de feix), l'estimació de la direcció d'arribada i el disseny de sistemes MIMO.

L'ús de transceptors multi-antena està molt estès en comunicacions sense fils i en sistemes radar. L'objectiu d'aquest curs és que l'estudiant compregui els conceptes fonamentals del processament de senyals en array i la seva aplicació al disseny de futurs sistemes de telecomunicacions i posicionament.

Competències

- Capacitat de raonament crític i pensament sistemàtic, com mitjans per a tenir una oportunitat de ser originals en la generació, desenvolupament i/o aplicació d'idees en un context d'investigació o professional.
- Capacitat per a desenvolupar sistemes de radiocomunicacions: disseny d'antenes, equips i subsistemes, modelatge de canals, càlcul d'enllaços i planificació.
- Capacitat per a la integració de tecnologies i sistemes propis de l'Enginyeria de Telecomunicació, amb caràcter generalista, i en contextos més amplis i multidisciplinaris com per exemple en bioenginyeria, conversió fotovoltaica, nanotecnologia, telemedicina.
- Capacitat per aplicar la teoria dels mètodes d'informació, modulació adaptativa i codificació de canal, així com tècniques avançades de processament de senyal digital en telecomunicacions i sistemes audiovisuals.
- Capacitat per dissenyar radionavegació, sistemes i sistemes de radar de posicionament.
- Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.
- Que els estudiants sàpiguen comunicar les seves conclusions, així com els coneixements i les raons últimes que les fonamenten, a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats

- Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant, en gran manera, amb treball autònom a autodirigit
- Tenir coneixements que aportin la base o l'oportunitat de ser originals en el desenvolupament o l'aplicació d'idees, sovint en un context de recerca

Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar les implicacions a nivell de sistema de l'ús de arrays antenes en diverses aplicacions.
2. Aplicar les principals tècniques de conformació intel·ligent de feix, estimació d'adreça d'arribada i comunicacions MIMO
3. Avaluar els avantatges d'usar múltiples antenes en recepció i/o transmissió en els sistemes de radionavegació i de radar.
4. Capacitat de raonament crític i pensament sistemàtic, com mitjans per a tenir una oportunitat de ser originals en la generació, desenvolupament i/o aplicació d'idees en un context d'investigació o professional.
5. Classificar els diferents algorismes de processament de senyal en array i a partir d'ells descriure les característiques fonamentals dels tècniques multicanal.
6. Descriure les diferents formes de modelar els senyals rebudes en un array.
7. Dissenyar algorismes de processat en array que resolguin problemes concrets en el camp de les comunicacions o en altres camps afins a l'enginyeria de telecomunicacions.
8. Posar en pràctica les diferents tècniques a partir de mostres reals o sintètiques de senyals.
9. Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.
10. Que els estudiants sàpiguin comunicar les seves conclusions, així com els coneixements i les raons últimes que les fonamenten, a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats
11. Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant, en gran manera, amb treball autònom a autodirigit
12. Tenir coneixements que aportin la base o l'oportunitat de ser originals en el desenvolupament o l'aplicació d'idees, sovint en un context de recerca

Continguts

1. Introducció al processament d'agrupacions d'antenes o sensors (arrays)
 - 1.1. Model de senyal banda base i senyal analític.
 - 1.2. Model de camp llunyà i camp proper. Aproximació de banda estreta.
 - 1.3. Angle d'arribada. Matriu de covariància espacial. Coherència de fonts.
2. Filtratge espacial.
 - 2.1. Filtratge espai-temps i conformació de feix.
 - 2.2. Disseny de conformadors de referència temporal. Aplicacions en comunicacions.
 - 2.3. Disseny de confirmadors de referència espacial. Aplicacions en radar i sonar.
 - 2.4. Altres mètodes de filtratge espacial.
3. Estimació d'angle d'arribada (DoA)
 - 3.1. Introducció a l'estimació d'angle d'arribada.
 - 3.2. Arrays en fase i periodograma espacial.
 - 3.3. Tècniques basades en subespai. MUSIC.

- 3.4. Predicció espacial: ESPRIT.
- 3.5. Mètodes d'alta resolució: màxima versemblança i aproximacions.
- 4. Processament MIMO (Multiple-input Multiple-output): diversitat espacial i multiplexat.
 - 4.1. Diversitat espacial al transmissor i al receptor.
 - 4.2. Codificació espai-temps.
 - 4.3. Introducció a la teoria de la informació per a sistemes multi-antena. Capacitat MIMO.
 - 4.4. Processament espacial òptim. Waterfilling.
- 5. Exemples de processament d'arrays en sistemes 5G, radar MIMO i posicionament GNSS.

Metodologia

Classes presencials: desenvolupament dels conceptes teòrics del curs.

Laboratori: desenvolupament d'exercicis basats en Matlab que cobreixen els continguts teòrics del curs.

Activitats d'autoaprenentatge dels alumnes: estudi del material presentat durant les classes presencials. Preparació d'exercicis de laboratori, altres tasques i / o exàmens.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes magistrals	30	1,2	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12
Estudi, preparació de sessions de problemes i de laboratori	86	3,44	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Tipus: Supervisades			
Classes de laboratori i problemes	15	0,6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Avaluació

L'avaluació final consistirà en una sèrie d'exercicis i informes de laboratori (30%), i un treball sobre un tema de recerca associat a algun punt del temari, que ha de ser consensuat amb el professor (70%).

$\text{NotaFinal} = \max(\text{Nota Treball}, 0.7 \cdot \text{Nota Treball} + 0.3 \cdot \text{Exercicis})$.

El curs es declara aprovat si $\text{NotaFinal} \geq 5$.

Si $\text{NotaFinal} < 5$, l'estudiant podrà recuperar l'assignatura a través d'un examen final. La nota del curs serà el màxim entre la nota de l'examen i la NotaFinal obtinguda anteriorment.

Aquells estudiants que no presentin el treball i no es presentin a l'examen final seran declarats com a "No Presentats" en la nota del curs.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Informes de les sessions de laboratori i resolucions de problemes	30%	4	0,16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Treball individual sobre algun dels temes del curs	70%	15	0,6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Bibliografia

H. Van Trees, *Optimum Array Processing*, part IV of *Detection, Estimation and Modulation Theory*, New York, Wiley 2002.

Don H. Johnson, Dan E. Dudgeon, *Array Signal Processing, Concepts and Techniques*, Prentice Hall, 1993.

E. Larsson, P. Stoica, *Space-time block coding for wireless communications*, Cambridge University Press, UK, 2003.

S. Haykin, *Array signal processing*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1985.

P. Stoica and R. Moses, *Spectral Analysis of Signals*, Prentice Hall, NJ, 2005.

Steven M. Kay, *Fundamentals of Statistical Signal Processing*, Prentice Hall, 1993.