

Processament Estadístic de Senyal

Codi: 42845
Crèdits: 6

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

Professor/a de contacte

Nom: José A. López Salcedo

Correu electrònic: Jose.Salcedo@uab.cat

Equip docent

Francesc Xavier Mestre Pons

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

Prerequisits

Els estudiants que han estat admesos de forma indirecta al màster (i.e., els que han d'assistir a cursos de formació complementària) es recomana que hagin superat el curs de "Tractament digital del senyal" (TDS) que s'ofereix dins del Grau d'Enginyeria en Sistemes de Telecomunicació.

Objectius

L'objectiu d'aquest curs és introduir tècniques avançades de processament de senyals estadístiques amb aplicacions en sistemes de telecomunicació.

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 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 la utilització de tècniques de processament de senyal estadístic.
2. Aplicar mètodes matemàtics avançats en la resolució de problemes relacionats amb el processament de senyal estadístic.
3. 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.
4. Caracteritzar de manera estadística els senyals i processos aleatoris propis dels sistemes de telecomunicació.
5. Desenvolupar i avaluar tècniques de detecció de senyal amb aplicacions en sistemes de posicionament i sistemes radar.
6. Desenvolupar tècniques de filtrat estadístic orientades a la sincronització, ecualització i detecció en receptors de comunicacions
7. 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.
8. 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
9. Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant, en gran manera, amb treball autònom a autodirigit
10. 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

Part I. Estimation and detection theory

I.1. Fundamentals of classical estimation theory

- Estimation in signal processing
- Performance lower bounds.
- Review of estimators (optimal and suboptimal).
- Review of statistical filtering (Wiener and adaptive filters).
- Recursive least squares (RLS).

I.2. Bayesian estimation theory

- Bayesian estimators (general and linear).
- Kalman filter.
- Bayesian bounds.
- Case study: practical application of the Kalman filter.

I.3. Detection theory

- Detection in signal processing.
- Detection performance (error probabilities, ROC).
- Detection criteria for completely known statistics (Neyman-Pearson, Bayes risk).
- Detection criteria in the presence of unknown parameters (GLRT, Rao, Wald, LMP).
- Sequential detection (SPRT, CUSUM).

Part II. Array Signal Processing

II.1. Introduction

- Baseband signal model and analytic signal.
- Far field and near field models. Narrowband approximation.
- Direction of arrival. Spatial covariance matrix. Source coherence.

II.2. Spatial filtering

- Bayesian estimators (general and linear).
- Space-time filtering and beamforming.
- Design of time reference beamformers. Communication applications.
- Design of spatial reference beamformers. Radar/sonar applications.
- Other training methods for spatial filtering.

II.3. Multiple-input multiple-output (MIMO) processing: spatial diversity and multiplexing

- Spatial diversity at the transmitter and at the receiver.
- Space-time coding.
- Introduction to Information Theory for multi-antennasystem. MIMO capacity.
- Optimum spatial processing. Waterfilling.

Metodologia

Activitats a classe:

- Classes teòriques: desenvolupament dels continguts teòrics d'aquest curs.
- Exercicis resolts pel professor amb participació dels estudiants.
- Proves d'avaluació per escrit.

Activitats d'autoaprenentatge dels estudiants:

- Estudi dels continguts teòrics i pràctics d'aquest curs.
- Preparació d'exercicis i altres deures.
- Preparació de les proves d'avaluació.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de teoria	39	1,56	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Tipus: Supervisades			
Tutories	15	0,6	7, 8
Tipus: Autònomes			
Estudi	90	3,6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9

Avaluació

Càlcul de la nota d'avaluació continuada

Les notes de les diferents proves d'avaluació es promitgen per a obtenir la nota de l'avaluació continua

segons:

Nota avaluació contínua (AC) = $0,35 \times \text{notaExamen1} + 0,15 \times \text{notaCasEstudi} + 0,5 \times \text{notaExamen2}$

Càlcul de la nota final d'assignatura

Si $AC \geq 5$, l'estudiant té aprovada l'avaluació continua i la nota final de l'assignatura és la nota d'avaluació continuada.

Si $AC < 5$, l'estudiant té suspesa l'avaluació continua. En aquest cas, l'estudiant té una segona oportunitat mitjançant la opció de fer un examen de recuperació que es durà a terme dintre el període d'exàmens previst per la titulació al gener/febrer. L'examen de recuperació es divideix en dues parts, cadascuna d'elles corresponents al temari de l'examen1 i l'examen2 de l'assignatura. L'estudiant pot decidir fer la part que consideri oportuna d'aquest examen en funció de la nota que vulgui recuperar. La nota de l'examen de recuperació substitueix a la nota que tingués prèviament l'estudiant a l'examen1 o a l'examen2, fos quina fos aquesta nota, i es calcularà la nota final de l'assignatura mitjançant la mateixa fórmula que la nota d'avaluació continuada.

Cal tenir en compte, però, que el cas d'estudi no es pot recuperar.

Els estudiants que no participin als exàmens seran declarats "no avaluables" a la nota final del curs.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Cas d'estudi	15%	2	0,08	1, 2, 6, 7, 8
Examen 1 (Part I)	35%	2	0,08	1, 2, 4, 9, 10
Examen 2 (Part II)	50%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Bibliografia

Bibliografia bàsica:

- S. Kay, *Fundamentals of statistical signal processing. Estimation theory*, vol. I, Prentice-Hall, 1993.
- P. Stoica and R. Moses, *Spectral analysis of signals*, Prentice Hall, 2005.

Bibliografia específica:

Part I

- H. L. Van Trees, K. L. Bell, *Bayesian bounds for parameter estimation of nonlinear filtering/tracking*, IEEE Press, 2007.
- M. S. Grewal, A. P. Andrews, *Kalman filtering: theory and practice using Matlab*, John Wiley & Sons, 2001.
- S. Kay, *Fundamentals of statistical signal processing. Detection theory*, vol. II, Prentice-Hall, 1998.

Part II

- S. Haykin, *Array signal processing*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1985.
- H. L. Van Trees, *Optimum Array Processing, part IV: 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.