

Procesado Estadístico de Señal

Código: 42845
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
4313797 Ingeniería de Telecomunicación / Telecommunication Engineering	OB	1	1

Contacto

Nombre: Jose A. Lopez Salcedo

Correo electrónico: Jose.Salcedo@uab.cat

Equipo docente

Daniel Egea Roca

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: inglés (eng)

Prerequisitos

For students who have been admitted indirectly to the master (e.g. those who must attend complementary courses), they should have already passed the course on "Tractament digital del senyal" (TDS) offered within the B.Sc. degree on Telecommunication Systems Engineering (i.e. "Grau d'Enginyeria en Sistemes de Telecomunicació").

Objetivos y contextualización

The goal of this course is to introduce advanced techniques in statistical signal processing with applications in the domain of telecommunication systems.

Competencias

- Capacidad de razonamiento crítico y pensamiento sistemático, como medios para tener la oportunidad de ser originales en la generación, desarrollo y/o aplicación de ideas en un contexto de investigación o profesional.
- Capacidad para aplicar la teoría de los métodos de información, modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento de señal digital en telecomunicaciones y sistemas audiovisuales.
- Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar
- Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.
- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicaciones de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

Resultados de aprendizaje

1. Analizar las implicaciones, a nivel de sistema, de la utilización de técnicas de procesado de señal estadístico.
2. Aplicar métodos matemáticos avanzados en la resolución de problemas relacionados con el procesado de señal estadístico.
3. Capacidad de razonamiento crítico y pensamiento sistemático, como medios para tener la oportunidad de ser originales en la generación, desarrollo y/o aplicación de ideas en un contexto de investigación o profesional.
4. Caracterizar de manera estadística las señales y procesos aleatorios propios de los sistemas de telecomunicación.
5. Desarrollar técnicas de filtrado estadístico orientadas a la sincronización, ecualización y detección en receptores de comunicaciones
6. Desarrollar y evaluar técnicas de detección de señal con aplicaciones en sistemas de posicionamiento y sistemas radar.
7. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicaciones de ideas, a menudo en un contexto de investigación
8. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
9. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
10. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

Contenido

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).

2. Bayesian estimation theory

- Bayesian estimators (general and linear).
- Kalman filter.
- Bayesian bounds.
- Case study: Kalman filtering for carrier synchronization.

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).
- Case study: Radar signal detection.

4. Applications of statistical signal processing

- Digital SAR image processing

Metodología

Activities at class:

- Theoretical classes: development of the theoretical contents of this course.
- Exercises solved by the instructor with participation of the students.
- Written evaluation tests.

Student self-learning activities:

- Study of the theoretical and practical contents of this course.
- Preparation of exercises and other homework.
- Preparation of the evaluation tests.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Theoretical lectures	39	1,56	1, 2, 3, 6, 5, 4, 7, 8, 9, 10
Tipo: Supervisadas			
Appointments	13	0,52	9, 10
Tipo: Autónomas			
Study	90	3,6	1, 2, 3, 6, 5, 4, 8

Evaluación

Computation of the course mark

The marks of the exams will be averaged together leading to the following course mark:

$$\text{CourseMark} = 0.35 \times \text{markExam1} + 0.35 \times \text{markExam2} + 0.15 \times \text{markCaseStudy1} + 0.15 \times \text{markCaseStudy2}$$

The course will be declared to be passed when $\text{CourseMark} \geq 5$.

Evaluation method for case studies

The marks for case studies will be determined on a relative basis by comparing the reports delivered by the students.

Pass/fail criterion

If $\text{CourseMark} < 5$, students are declared to fail the continuous evaluation. However, a second chance will be provided by doing a final exam covering the topics of the exams that have been failed. **There will be no second chance for case studies.**

If $\text{CourseMark} \geq 5$, students can also attend the final exam if they wish to improve their marks. They can do the exercises of the final exam corresponding to all, or those parts of the syllabus where they want to improve the mark.

In any case, the mark obtained at the final exam will supersede the mark of the corresponding previous exams.

Students not participating in the exams will be declared "not evaluable" in the final mark of the course.

Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Case study #1	15%	2	0,08	1, 2, 5, 9, 10
Case study #2	15%	2	0,08	2, 9, 10
Exam 1 (chapters 1 and 2)	35%	2	0,08	1, 2, 4, 7, 8
Exam 2 (chapter 3)	35%	2	0,08	1, 2, 3, 6, 5, 4, 8, 9, 10

Bibliografía

Basic bibliography:

- S. Kay, *Fundamentals of statistical signal processing. Estimation theory*, vol. I, Prentice-Hall, 1993.
- S. Kay, *Fundamentals of statistical signal processing. Detection theory*, vol. II, Prentice-Hall, 1998.
- M. S. Grewal, A. P. Andrews, *Kalman filtering: theory and practice using Matlab*, John Wiley & Sons, 2001.

Complementary bibliography:

- H. L. Van Trees, K. L. Bell, *Bayesian bounds for parameter estimation of nonlinear filtering/tracking*, IEEE Press, 2007.
- B. C. Levy, *Principles of signal detection and parameter estimation*, Springer, 2008.