

Procesado en Array

Código: 42844
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
4313797 Ingeniería de Telecomunicación / Telecommunication Engineering	OT	2	1

Contacto

Nombre: Francesc Xavier Mestre Pons

Correo electrónico: Desconegut

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: inglés (eng)

Prerequisitos

Para los estudiantes que han sido admitidos indirectamente en el máster (por ejemplo, aquellos que deben asistir a cursos complementarios), se recomienda haber aprobado el curso "Tractament digital del senyal" (TDS) ofrecido dentro del Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación. También se requieren conocimientos básicos de programación en Matlab.

Objetivos y contextualización

El objetivo de este curso es introducir métodos tradicionales de procesamiento de señal en receptores con múltiples antenas, especialmente el filtrado espacial (conformación de haz), la estimación de la dirección de llegada y el diseño de sistemas MIMO.

El uso de transceptores multi-antena está muy extendido en comunicaciones inalámbricas y en sistemas radar. El objetivo de este curso es que el estudiante comprenda los conceptos fundamentales del procesamiento de señales en array y su aplicación al diseño de futuros sistemas de telecomunicaciones y posicionamiento.

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 desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.
- 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 del uso de arrays antenas en diversas aplicaciones.
2. Aplicar las principales técnicas de conformación inteligente de haz, estimación de dirección de llegada y comunicaciones MIMO.
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. Clasificar los diferentes algoritmos de procesamiento de señal en array y a partir de ellos describir las características fundamentales de los técnicas multicanal.
5. Describir las diferentes formas de modelar las señales recibidas en un array.
6. Diseñar algoritmos de procesamiento en array que resuelvan problemas concretos en el campo de las comunicaciones o en otros campos afines a la ingeniería de telecomunicaciones.
7. Evaluar las ventajas de usar múltiples antenas en recepción y/o transmisión en los sistemas de radionavegación y de radar.
8. Poner en práctica las diferentes técnicas a partir de muestras reales o sintéticas de señales.
9. 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
10. 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
11. 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
12. 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. Introducción al procesamiento de arrays

- 1.1. Modelo de señal banda base y señal analítica.
- 1.2. Modelo de campo lejano y cercano. Aproximación de banda estrecha.
- 1.3. Ángulo de llegada. Matriz de covarianza espacial. Coherencia de fuentes.

2. Filtrado espacial.

- 2.1. Filtrado espacio-tiempo y conformación de haz.
- 2.2. Diseño de conformadores de referencia temporal. Aplicaciones en comunicaciones.
- 2.3. Diseño de conformadores de referencia espacial. Aplicaciones en radar y sonar.
- 2.4. Otros métodos de filtrado espacial.

3. Estimación de ángulo de llegada (DoA)

- 3.1. Introducción a la estimación de ángulo de llegada.
- 3.2. Arrays en fase y periodograma espacial.
- 3.3. Técnicas basadas en subespacios. MUSIC.

- 3.4. Predicción espacial: ESPRIT.
- 3.5. Métodos de alta resolución: máxima verosimilitud y aproximaciones.
- 4. Procesado MIMO (Multiple-input Multiple-output): diversidad espacial y multiplexado
 - 4.1. Diversidad espacial en el transmisor y en el receptor.
 - 4.2. Codificación espacio-tiempo.
 - 4.3. Introducción a la teoría de la información para sistemas multi-antena. Capacidad MIMO.
 - 4.4. Procesado espacial óptimo. Waterfilling.
- 5. Ejemplos de procesamiento de arrays en sistemas 5G, radar MIMO y posicionamiento GNSS.

Metodología

Clases presenciales: desarrollo de los conceptos teóricos del curso.

Laboratorio: desarrollo de ejercicios basados en Matlab que cubren los contenidos teóricos del curso.

Actividades de autoaprendizaje de los alumnos: estudio del material presentado durante las conferencias.
Preparación de ejercicios de laboratorio, otras tareas y / o exámenes.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases presenciales	30	1,2	1, 2, 7, 4, 5, 6, 8, 11, 10, 9
Estudio y preparación de sesiones de problemas y de laboratorio	86	3,44	1, 2, 7, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 10, 9
Tipo: Supervisadas			
Clases de problemas y de laboratorio	15	0,6	1, 2, 7, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 10, 9

Evaluación

La evaluación final consistirá en una serie de ejercicios e informes de laboratorio (30%), y un trabajo sobre un tema de investigación asociado a algún punto del temario, que debe ser consensuado con el profesor (70%).

$\text{NotaFinal} = \max(\text{Nota Trabajo}, 0.7 * \text{Nota Trabajo} + 0.3 * \text{Ejercicios})$.

El curso se declara aprobado si $\text{NotaFinal} \geq 5$.

Si $\text{NotaFinal} < 5$, el estudiante podrá recuperar la asignatura a través de un examen final. La nota del curso será el máximo entre la nota del examen y la NotaFinal obtenida anteriormente.

Aquellos estudiantes que no presenten el trabajo y no se presenten al examen final serán declarados como "No Presentados" en la nota del curso.

Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Informes de las sesiones de laboratorio y resolución de problemas.	30%	4	0,16	1, 2, 7, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 10, 9
Trabajo individual sobre algún tema del curso	70%	15	0,6	1, 2, 7, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 10, 9

Bibliografía

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.