**Procesamiento de señales y extracción de características**

Guía de asignatura

Última actualización: julio de 2020

1. **Información general**

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre de la asignatura** | Procesamiento de señales |
| **Código** | 11310051 |
| **Tipo de asignatura** | Electiva |
| **Número de créditos** | 2 |
| **Tipo de crédito** | 1A+1B |
| **Horas de trabajo semanal con acompañamiento directo del profesor** | 64 |
| **Horas semanales de trabajo independiente del estudiante** | 48 |
| **Prerrequisitos** | Variable Compleja, análisis estadístico de datos |
| **Correquisitos** | Ninguno |
| **Horario** | Lunes: 7:00 a.m. a 9:00 a.m.  Miércoles: 7:00 a.m. a 9:00 a.m. |
| **Líder de área** | Alexander Caicedo  Correo: alexander.caicedo@urosario.edu.co |
| **Salón** |  |

1. **Información del profesor y monitor**

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre del profesor** | **Alexander Caicedo Dorado** |
| **Perfil profesional** | Ingeniero electrónico, maestría en Ingeniería de control industrial. Doctor en Ingeniería electronica |
| **Correo electrónico institucional** | **alexander.caicedo@urosario.edu.co** |
| **Lugar y horario de atención** | https://urosario.zoom.us/j/6196400759 |

1. **Resumen y propósitos del curso**

Este curso sirve como una introducción al procesamiento de señales. Cubre todas las bases para el análisis de señales utilizando representaciones de Fourier, así como otras transformaciones. El curso comienza con la introducción de la serie de Fourier y sus aplicaciones, pasando por el análisis de señales usando la transformada de Fourier, hasta el análisis de señales no estacionarias usando la transformada rápida de Fourier y la transformada wavelet. Adicionalmente se discutirá una introducción a diferentes temas utilizados en el procesamiento de señales será discutido. Al final del curso, se mostrará a los estudiantes una seria de aplicaciones y ejemplos de casos de estudio.

1. **Conceptos fundamentales**

1. Transformada y serie de Fourier, definición y propiedades.
2. Introducción al procesamiento de señales, señales en tiempo continuo y discreto.
3. Transformada discreta de Fourier, definición y propiedades, la FFT.
4. Diseño de filtros, filtros IIR y FIR, filtrado adaptativo.
5. análisis en tiempo-frecuencia: transformada rápida de Fourier y transformada Wavelet.
6. Aplicaciones: habla, señales biomédicas e imágenes.
7. Otros algoritmos para el análisis de señales: Análisis de componentes independientes (ICA), análisis de correlación canónica (CCA), descomposición de modo empírico (EMD).

1. **Resultados de aprendizaje esperados (RAE)**
2. El estudiante conoce la diferencia entre las diferentes representaciones de Fourier de una señal.
3. El estudiante conoce la diferencia entre una señal en tiempo continuo y en tiempo discreto, así como las consecuencias de la discretización y la cuantificación.
4. El estudiante puede diseñar un filtro digital de modo a reducir el ruido en señales digitales.
5. El estudiante puede usar diferentes técnicas de modo a desarrollar algoritmos para el procesamiento de señales.
6. El estudiante es capaz de decidir qué algoritmo puede ser utilizado, basado en la naturaleza del problema en cuestión.
7. **Modalidad del curso**

Remota: Todos sus estudiantes estarán conectados remotamente desde sus casas o ubicaciones externas a la Universidad.

1. **Estrategias de aprendizaje**
2. Análisis de los conceptos clave en cada clase.
3. Análisis de los principales aspectos teóricos de un algoritmo de procesamiento de señales.
4. Trabajo personal
5. Ejemplos de casos de estudio para ilustrar las aplicaciones de la teoría discutida durante las clases.
6. **Actividades de evaluación**

Este curso estará orientado a proyectos, lo que significa que se evaluará en función al desarrollo de cuatro proyectos. Los proyectos se asignarán a lo largo del semestre y serán evaluados gracias a la entrega de un reporte, el código utilizado y una sustentación oral donde demuestren dominio sobre los conceptos aprendidos y como se aplican. Además, habrá quices y tareas de resolución de ejercicios, así como evaluación de material de lectura adicional, tal como artículos o secciones de libros.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tema** | **Actividad de evaluación** | **Porcentaje** | **Fecha de examen** | **Fecha de retroalimen-tación** |
| Clase 1 – Clase 8 | Proyecto 1 | 20 | Semana 6 | Semana 7 |
| Clase 10 – Clase 17 | Proyecto 2 | 20 | Semana 10 | Semana 11 |
| Clase 19 – Clase 24 | Proyecto 3 | 20 | Semana 13 | Semana 14 |
| Clase 25 – Clase 32 | Proyecto 4 | 20 | Semana de exámenes | Semana de exámenes |
| Todas las clases | Quices y tareas | 20 | Todo el semestre |  |

1. **Programación de actividades**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Semana** | **Fecha** | **Tema** | **Trabajo independiente del estudiante** | **Recursos que apoyan la actividad** |
| 1 | Clase 1  Julio 26 | Introducción a Señales  Introducción a la Serie de Fourier | Por definir | Libro 1, secciones: 3.1, 3.2. |
| 1 | Clase 2  Julio 28 | Serie de Fourier:   * Definición * Propriedades   Ejemplos | Por definir | Libro 1, secciones: 3.3, 3.4, 3.5. |
| 2 | Clase 3  Agosto 2 | Transformada de Fourier:   * Definición * Propriedades * Ejemplos | Por definir | Libro 1, secciones: 4.0, 4.1, 4.2, 4.3 |
| 2 | Clase 4  Agosto 4 | * Introducción al procesamiento de señales * Respuesta de un sistema LIT en tiempo continuo * Respuesta de un sistema LTI a una funcione sinusoidal * Introducción a señales aleatorias | Por definir | Libro 1, capitulo 1. |
| 3 | Clase 5  Agosto 9 | * Transformada de Laplace * Respuesta en frecuencia de un sistema lineal definido directamente a partir de la transformada de Fourier * Relación entre la respuesta en frecuencia y la respuesta impulso.   **ENUNCIADO PROYECTO 1** | Por definir | Libro 1,  Secciones: 3.8, 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 4.4 |
| 3 | Clase 6  Agosto 11 | * Propiedad de convolución * estimación de la densidad espectral de potencia (PSD) * Función de transferencia   Polos y ceros de la función de transferencia   * Respuesta en frecuencia y diagrama de bode | Por definir | Libro 1,  Capítulo 6.0, 6.1, 6.2 |
| 4 | Clase 7  Agosto 16 | **FESTIVO** | | |
| 4 | Clase 8  Agosto 18 | **Desarrollo Proyecto 1** | | |
| 5 | Clase 9  Agosto 23 | * Función delta de Dirac * Propriedades * Muestreo y cuantificación * Teorema de muestro | Por definir | Libro 2,  Secciones: 4.0, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 |
| 5 | Clase 10  Agosto 25 | * Transformada discreta de Fourier (DFT): * Definición * Propiedades * Ejemplos |  | Libro 1,  Capítulo 5, |
| 6 | Clase 11  Agosto 30 | * Muestro de la DFT * Algoritmo de la FFT |  | Libro 2,  Secciones: 8, 9.0, 9.1, 9.2,9.3, 9.4, 9.7 |
| 6 | Clase 12  Septiembre 1 | * Introducción al procesamiento de señales en tiempo discreto * Convolución en tiempo discreto * Transformada Z | Por definir | Libro 2,  Secciones: 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2, 3.4. |
| 7 | Clase 13  Septiembre 6 | * Función de transferencia en tiempo discreto * Función de transferencia y ecuación diferencial * Introducción a los criterios de estabilidad en el plano Z * Respuesta en frecuencia en sistemas discretos   Transformada Z inversa | Por definir | Libro 2,  Capítulo 5,  Sección 3.3 |
| 7 | Clase 14  Septiembre 8 | relación entre las representaciones de Fourier  **ENUNCIADO PROYECTO 2** | Por definir | Secciones estudiadas previamente |
| 8 | Clase 15  Septiembre 13 | Funciones de fuga (manchado) espectral. Ventaneo |  | Sección 10.0, 10.1, 10.2 |
| 8 | Clase 16  Septiembre 15 | * Estimación de la densidad espectral de potencia no paramétrica * Estimación paramétrica de PSD (algoritmo Levinson-Durbin) * Función de transferencia usando las PSD | Por definir | Libro 2,  Secciones 10.5, 10.6, 10.7 |
| 9 | Clase 17  Septiembre 20 | **Desarrollo Proyecto 1** | | |
| 9 | Clase 18  Septiembre 22 | Filtros digitales (I):   * Tipos de filtros (representación en frecuencia) * Filtros LTI * Retraso * Filtros FIR   Filtros IIR | Por definir | Libro 2,  Secciones: 7.0, 7.1, 7.2  Apéndice B |
| 10 | Clase 19  Septiembre 27 | Filtros digitales (II):   * Diseño de filtros FIR * Diseño de filtros IIR   + Buttherworth.   + Chebyshev.   + Elliptico   Filtro Wiener (óptimo) | Por definir | Libro 2,  Secciones: 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8 |
| 10 | Clase 20  Septiembre 29 | * Señales no estacionarias * Segmentación automática de señales   **ENUNCIADO PROYECTO 3** | Por definir | Libro 2,  Secciones: 10.4, 10.5 |
| 11 | Clase 21  Octubre 4 | * Análisis en tiempo-frecuencia * Transformada corta de Fourier * Filtros en cuadratura * Reconstrucción perfecta | Por definir | Otras fuentes de Internet |
| 11 | Clase 22  Octubre 6 | Interpolación y decimación | Por definir |
| 12 | Clase 23  Octubre 11 | * Transformada continua wavelet   Transformada discreta wavelet | Por definir |
| 12 | Clase 24  Octubre 13 | **Desarrollo proyecto 3** | |
|  | Clase 25  Octubre 18 | **Semana Rosarista** |  |
|  | Clase 26  Octubre 20 | **Semana Rosarista** |  |
| 13 | Clase 24  Octubre 13 | * Aplicaciones (I) * Sistema auditivo * condensación * Habla * Cesptrum * PCA * LPC coef autoregresion | Por definir |
| 13 | Clase 27  Octubre 25 | * Aplicaciones (II) Señales biomédicas * Análisis de patrones climáticos * Sismología * Oceanografía   **ENUNCIADO PROYECTO 4** | Por definir |
| 14 | Clase 29  Noviembre 1 | Festivo |  |  |
| 14 | Clase 30  Noviembre 3 | * Aplicaciones (III) * Procesamiento de imágenes * Sistema visual * Generación de imágenes | | Otras fuentes de Internet |
| 15 | Clase 31  Noviembre 8 | Procesamiento de señales en 2 dimensiones | Por definir |
| 15 | Clase 32  Noviembre 10 | * Filtrado * Detección de bordes * Textura * Formatos – compresión | Por definir |
| 16 | Clase 33  Noviembre 15 | Festivo |  |
| 16 | Clase 34  Noviembre 17 | **Desarrollo proyecto 4** | |

1. **Factores de éxito para este curso**

A continuación, se sugieren una serie de acciones que pueden contribuir, de manera significativa, con el logro de metas y consecuentemente propiciar una experiencia exitosa en este curso:

1. Planificar y organizar el tiempo de trabajo individual que le dedicará al curso

2. Organizar el sitio y los materiales de estudios

3. Tener un grupo de estudio, procurar el apoyo de compañeros

4. Cultivar la disciplina y la constancia, trabajar semanalmente, no permitir que se acumulen temas ni trabajos

5. Realizar constantemente una autoevaluación, determinar si las acciones realizadas son productivas o si por el contrario se debe cambiar de estrategias

6. Asistir a las horas de consulta del profesor, participar en clase, no quedarse nunca con la duda

7. Utilizar los espacios destinados para consultas y resolución de dudas, tales como Sala Gauss y Sala Knuth

8. Propiciar espacios para el descanso y la higiene mental, procurar tener buenos hábitos de sueño

9. Tener presente en todo momento valores como la honestidad y la sinceridad, al final no se trata solo de aprobar un examen, se trata de aprender y adquirir conocimientos. El fraude es un autoengaño.

1. **Bibliografía y recursos**

[1] Oppenheim, Alan, and Alan Willsky. *Signals and Systems*. 2nd ed. Prentice Hall, 1996. ISBN: 9780138147570.

[2] Oppenheim, Alan, and Schaffer, Roland W. *Discrete time Signal Processing*. 3rd ed. Prentice Hall, ISBN: 978-0131988422

1. **Bibliografía y recursos complementarios**

[3] Strang, and Nguyen. *Wavelets and Filter Banks*. Wellesley-Cambridge Press, 1997.

[4] Wickerhauser, Mladen Victor. *Adapted Wavelet Analysis: From Theory to Software*. First ed. CRC Press, ISBN: 978-1568810416

[5] Duda, Richard O., Peter E. Hart, and David G. Stork. Pattern Classification. New York, NY: John Wiley & Sons, 2000. ISBN: 9780471056690.

[6] Hastie, Trevor, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction: with 200 full-color illustrations. New York, NY: Springer, c2001. ISBN: 0387952845

1. **Acuerdos para el desarrollo del curso**

Cualquier caso de plagio o copia se verá reflejado con una calificación de 0 y será reportado para iniciar un proceso disciplinario por la universidad. Las calificaciones no se aproximarán al final del semestre. Las modificaciones a las calificaciones se cambiarán UNICAMENTE cuando se haya realizado un reclamo dentro del tiempo debido dentro de los plazos especificados en el Reglamento del Estudiante. Si no puede asistir a un examen, debe seguir el procedimiento indicado por el Reglamento del Estudiante para presentar la prueba, no habrá acuerdos informales al respecto. Ningún estudiante será exonerado de presentar ningún examen.

La clase se realizará de forma remota y la asistencia es obligatoria.

1. **Respeto y no discriminación**

Si tiene alguna discapacidad, sea este visible o no, y requiere algún tipo de apoyo para estar en igualdad de condiciones con los(as) demás estudiantes, por favor informar a su profesor(a) para que puedan realizarse ajustes razonables al curso a la mayor brevedad posible. De igual forma, si no cuenta con los recursos tecnológicos requeridos para el desarrollo del curso, por favor informe de manera oportuna a la Secretaría Académica de su programa o a la Dirección de Estudiantes, de manera que se pueda atender a tiempo su requerimiento.

Recuerde que es deber de todas las personas respetar los derechos de quienes hacen parte de la comunidad Rosarista. Cualquier situación de acoso, acoso sexual, discriminación o matoneo, sea presencial o virtual, es inaceptable. Quien se sienta en alguna de estas situaciones puede denunciar su ocurrencia contactando al equipo de la Coordinación de Psicología y Calidad de Vida de la Decanatura del Medio Universitario (Teléfono o WhatsApp 322 2485756).