



Doctorado en Ingeniería

Facultades de Cs. Agropecuarias; Cs. de la Alimentación e Ingeniería

Carrera: **Doctorado en Ingeniería**

Mención: **Bioingeniería**

Curso de Posgrado: **Procesamiento Estadístico de Señales**

Carga Horaria: **90 hs**

Docente/s a cargo: **Dr. Gastón Schlotthauer**

Semestre: **Segundo semestre 2016**

Características del curso

1. **Carga horaria:** la cantidad de horas reloj: 90 hs
2. **Curso teórico:** curso donde se desarrolla en forma expositiva una temática propia de la disciplina:
3. **Curso teórico-práctico:** curso que articula la modalidad del curso teórico con una actividad de la práctica con relación a la temática de estudio. Lo teórico y lo práctico se dan simultáneamente en forma interrelacionada: **Teórico práctico.**
4. **Carácter:** si son del ciclo común o del ciclo electivo: **Electivo.**

Programa Analítico de foja: 2 a foja: 2

Bibliografía de foja: 3 a foja: 3

Aprobado Resoluciones de Consejos Directivos:

Fecha:

Modificado/Anulado/ Res. Cs. Ds.:

Fecha:

Carece de validez sin la certificación del Director/a del Doctorado:



Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y
Ciencias de la Alimentación
Oro Verde-Concordia, E. R.
República Argentina

PROGRAMA ANALÍTICO

I - Introducción.

Vectores aleatorios. Señales aleatorias discretas. Matrices de correlación y covarianza: definiciones, estimación y propiedades. Esperanza y momentos. Función de densidad Gaussiana multivariada. Operación de reversión. Diagonalización. Descomposición en valores singulares (SVD). Blanqueo o decorrelación. Análisis de componentes principales (PCA). Relaciones entre SVD y PCA. Ejemplos y aplicaciones.

II - Filtros óptimos y adaptativos

Filtro de coincidencia (*matching filter*). Aplicaciones a señales de ECG. Filtro de Wiener y principio de ortogonalidad. Formulaciones en tiempo y en frecuencia. Aplicaciones a reducción de ruido en señales reales. Filtros adaptativos. Filtro de máxima pendiente. Algoritmo LMS. Algoritmo recursivo de mínimos cuadrados (RLS). Variantes de LMS y RLS. Filtro de Kalman. Suavizado de Kalman. Aplicaciones a señales reales.

III - Métodos de subespacios

Algoritmos de proyección en sub-espacios. Modelos de menor rango. Reducción de ruido con SVD. Caso de ruido coloreado. Métodos basados en descomposición en autovalores (EVD).

IV - Estimación espectral

Métodos no paramétricos: Periodograma, Método de Bartlett, Método de Welch, Método de Blackman – Tukey. Métodos paramétricos basados en modelos. Métodos de estimación espectral de alta resolución basados en subespacios. Método de Pisarenko. Método *Multiple Signal Classification* (MUSIC). Método ESPRIT.

V - Métodos avanzados de análisis de señales

Análisis de Componentes Independientes (ICA). ICA como estimación de un modelo generativo. Restricciones y ambigüedades. Variables Gaussianas. ICA por maximización de la no-gaussianidad. Descomposición Empírica en Modos (EMD). Transformada de Hilbert-Huang. Algoritmos asistidos por ruido. Descomposición empírica en modos por conjuntos (EEMD). Descomposición empírica en modos por conjuntos completa con ruido adaptativo. Aproximaciones a EMD basadas en técnicas de optimización.



Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y
Ciencias de la Alimentación
Oro Verde-Concordia, E. R.
República Argentina

BIBLIOGRAFIA

1. B.D.O. Anderson y J.B. Moore, *Optimal Filtering*, Dover Publications, 1979.
2. J. Benesty y Y. Huang, *Adaptive Signal Processing: Applications to Real-World Problems*, Springer Berlin Heidelberg, 2010.
3. J.V. Candy, *Model-Based Signal Processing*, Wiley-IEEE Press, 2005.
4. T. Chonavel, *Statistical Signal Processing: Modelling and Estimation*, Springer, 2002.
5. R.M. Gray y L.D. Davisson, *An Introduction to Statistical Signal Processing*, Cambridge University Press, 2010.
6. J. Dubin y S.J. Koopman, *Time Series Analysis by State Space Methods*, Oxford University Press, 2001.
7. S. Haykin, *Unsupervised Adaptive Filtering, Volume 1: Blind Source Separation*, Wiley-Interscience, 2000.
8. S. Haykin, *Unsupervised Adaptive Filtering Volume 2: Blind Deconvolution*, Wiley-Interscience, 2000.
9. A. Hyvärinen, J. Karhunen, y E. Oja, *Independent Component Analysis*, Wiley-Interscience, 2001.
10. A.J. Izenman, *Modern Multivariate Statistical Techniques*, Springer, 2008.
11. O.S. Jahromi, *Multirate Statistical Signal Processing*, Springer Netherlands, 2009.
12. S. Kay, *Intuitive Probability and Random Processes using MATLAB*, Springer, 2005.
13. P.C. Loizou, *Speech Enhancement: Theory and Practice*, CRC Press, 2007.
14. D.G. Manolakis, D. Manolakis, V.K. Ingle, y S.M. Kogon, *Statistical and Adaptive Signal Processing: Spectral Estimation, Signal Modeling, Adaptive Filtering and Array Processing*, Artech House Publishers, 2005.
15. D.B. Percival y A.T. Walden, *Spectral Analysis for Physical Applications*, Cambridge University Press, 1993.
16. M.B. Priestley, *Spectral Analysis and Time Series*, Academic Press, 1983.
17. L. Scharf, *Statistical Signal Processing*, Prentice Hall, 1990.
18. C.W. Therrien, *Discrete Random Signals and Statistical Signal Processing*, Prentice Hall, 1992.
19. N.E. Huang y S.S.P, Shen. *Hilbert-Huang Transform and Its Applications*, World Scientific, 2005.



Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y
Ciencias de la Alimentación
Oro Verde-Concordia, E. R.
República Argentina

PLANIFICACIÓN DEL CURSO

Objetivos Generales:

- Comprender los conceptos fundamentales del procesamiento estadístico de señales y conozca las técnicas más recientes.
- Incrementar sus habilidades de pensamiento lógico.
- Afianzar destrezas de resolución creativa de problemas.
- Adquirir el hábito de la actualización bibliográfica permanente en el área.

Objetivos Particulares:

- Comprender los conceptos y métodos del tratamiento de señales aleatorias de tiempo discreto.
- Adquirir conocimientos elementales de estimación y filtrado óptimo.
- Desarrollar habilidades para el tratamiento de señales del mundo real.
- Incorporar herramientas de modelado de señal y estimación espectral.
- Comprender los métodos de subespacios para procesamiento de señales.
- Conocer los tópicos más recientes de procesamiento estadístico de señales.
- Aplicar las herramientas adquiridas al tratamiento de señales discretas en un entorno de programación.

Conocimientos previos requeridos (Si correspondiese).

Álgebra lineal. Cálculo vectorial. Fundamentos de probabilidad y estadística. Fundamentos de señales y sistemas. Conocimientos de lenguajes programación.

Fecha tentativa de inicio del dictado y duración del Curso (en semanas).

Inicio: 16/09/2016. Duración: 12 semanas.

Cupo de alumnos (cantidades mínima y máxima). Máximo: 10 alumnos.

Lugar: FI- UNER (aula a definir según disponibilidad).

Día(s) y horario(s) tentativo(s) de dictado: Viernes 14:00 hs.

Fecha de Recuperatorio: 16/12/2016

Profesores

Docente responsable: Dr. Gastón Schlotthauer.

Docente(s) colaborador(es): Dr. Leandro E. Di Persia, Dr. Marcelo A. Colominas, Dr. Gabriel A. Alzamendi.

Condiciones de Regularidad y Promoción: Cada alumno deberá presentar todas las guías de trabajos prácticos resueltas de forma individual. Además deberá analizar un artículo científico elegido con la guía del docente. Deberá presentar un informe conteniendo el mencionado análisis y los códigos de los algoritmos implementados, así como también reproducir los resultados alcanzados en el artículo. Este trabajo deberá ser expuesto y defendido en una clase pública.

Se exigirá la resolución de un examen final escrito que abarcará los conceptos teóricos vertidos en el curso, y ejercicios prácticos que deberán resolverse en el transcurso de un tiempo máximo de 3 horas. En caso de ser necesaria, se contemplará una única instancia de recuperación.

Infraestructura necesaria: Pizarra y cañón proyector. PC o notebook con Matlab u Octave por cada dos alumnos.