

MODELIZACIÓN. PROCESOS ESTOCÁSTICOS.

MÓDULO	IIb(2). APLICACIONES DE LAS MATEMÁTICAS	
MATERIA	MODELIZACIÓN. PROCESOS ESTOCÁSTICOS	
SEMESTRE	SEGUNDO	
CRÉDITOS	8	
COORDINA	UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	
ENSEÑANZA	SEMIPRESENCIAL	
UNIVERSIDADES EN LAS QUE SE IMPARTE	UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	
IDIOMA	ESPAÑOL	
PROFESORES		
	NOMBRE	DIRECCIÓN
	PATRICIA ROMÁN ROMÁN	Dpto. Estadística e Investigación Operativa Facultad de Ciencias, UGR Teléfono: 958240491 Correo electrónico: proman@ugr.es
	FRANCISCO DE ASÍS TORRES RUIZ	Dpto. Estadística e Investigación Operativa Facultad de Ciencias, UGR Teléfono: 958241000 ext. 20056 Correo electrónico: fdeasis@ugr.es
	CARMELO RODRÍGUEZ TORREBLANCA	Dpto. Estadística y Matemática Aplicada Facultad de Ciencias Experimentales, UAL Teléfono: 950214549 Correo electrónico: crt@ual.es
	ANTONIO SALMERÓN CERDÁN	Dpto. Estadística y Matemática Aplicada Facultad de Ciencias Experimentales, UAL Teléfono: 950015669 Correo electrónico: asalmero@ual.es
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)		
Los de acceso al máster		
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS		
COMPETENCIAS GENERALES		

- CG1. Saber aplicar los conocimientos adquiridos y desarrollar la capacidad en la resolución de problemas en entornos nuevos o pocos conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el Álgebra, el Análisis Matemático, la Geometría y Topología o la Matemática Aplicada.
- CG2. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formar juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CG3. Ser capaz de comunicar sus conclusiones (y los conocimientos y razones últimas que los sustentan) a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades, utilizando en su caso, los medios tecnológicos y audiovisuales adecuados.
- CG4. Poseer las habilidades de aprendizaje que les permita continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CG5. Utilizar con soltura herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.
- CG6. Usar el inglés, como lengua relevante en el ámbito científico.
- CG7. Saber trabajar en equipo y gestionar el tiempo de trabajo.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE1. Saber analizar y construir demostraciones, así como transmitir conocimientos matemáticos avanzados.
- CE3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- CE4. Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada y del mundo de las aplicaciones) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas o refutarlas.
- CE5. Resolver problemas matemáticos avanzados, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos.
- CE7. Saber elegir y utilizar aplicaciones informáticas, de cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras, para experimentar en matemáticas y resolver problemas complejos.
- CE8. Desarrollar programas informáticos que resuelvan problemas matemáticos avanzados, utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer los fundamentos de la Teoría de procesos estocásticos.
- Saber identificar, construir, aplicar e interpretar modelos de procesos estocásticos en relación con fenómenos reales de interés en distintas áreas de la Ciencia, Ingeniería y Economía
- Conocer y saber aplicar la teoría general de sistemas estocásticos al tratamiento de estimación de tales sistemas

TEMARIO DE LA ASIGNATURA

Bloque 1: Simulación Aleatoria y Métodos de Monte Carlo

Tema 1: Introducción al entorno R.

Se estudiará el software estadístico R, comenzando por los fundamentos del entorno operativo, de su lenguaje de programación y de las estructuras de datos que maneja. Se verá la forma de tratar archivos de datos así como importar archivos de otras aplicaciones. Se estudiarán sus posibilidades gráficas y la implementación de procedimientos estadísticos habituales.

Tema 2: Generación de muestras y métodos de Monte Carlo.

Se estudiarán procedimientos para la generación automática de muestras, como el método de la transformada inversa, composición y aceptación-rechazo, particularizando a algunas distribuciones notables. Se introducen los métodos de Monte Carlo basados en la generación de muestras independientes, comenzando por el muestreo por importancia y su aplicación a la estimación de volúmenes, así como refinamientos del mismo orientados a reducir la varianza.

Bloque 2: Modelos Lineales

Tema 3: El Modelo Lineal General.

Se presentará la formulación del modelo lineal general, sus propiedades y la metodología general que se aplica: estimación del modelo, y en el caso de normalidad, inferencia.

Tema 4: Modelos de Regresión Avanzados.

Se estudiarán algunos modelos de regresión relevantes, como el modelo de regresión lineal múltiple, siguiendo la metodología introducida en el tema anterior, pero también analizando algunas características específicas de cada modelo.

Bloque 3: Procesos estocásticos. Aplicaciones a modelos de crecimiento.

Tema 5: Introducción a los procesos estocásticos.

Se realizará una breve síntesis de nociones básicas interesantes con las cuales situarse en el ambiente de los procesos estocásticos. Concretamente, se tratarán las definiciones básicas, desde la de recorrido aleatorio hasta la de proceso de Markov con la correspondiente ecuación de Chapman-Kolmogorov e incluyendo una breve introducción a procesos gaussianos. Se ilustrará el tema con algunos ejemplos de procesos de interés y se hará hincapié en procedimientos de simulación de sistemas estocásticos basados en los mismos y que se realizarán mediante el lenguaje R.

Tema 6: Introducción a los procesos de difusión.

Este tema está planteado como una introducción conceptual a la teoría de los procesos de difusión. Se profundizará en métodos de obtención de las distribuciones asociadas, cálculo de funciones media y covarianzas, así como de otras características de interés en aplicaciones prácticas. La aproximación a esta clase de procesos se realizará tanto desde el punto de vista de las ecuaciones diferenciales de Kolmogorov como desde las ecuaciones diferenciales estocásticas. Se mostrarán también métodos de simulación que puedan ser implementados en R.

Tema 7: Inferencia en procesos. Introducción al problema de tiempos de primer paso.

Se abordará el problema general de inferencia en procesos y se particularizará al caso de procesos de Markov considerando el caso de muestreo discreto de las trayectorias y abordando el problema mediante máxima verosimilitud. Asimismo se considerará una aproximación al problema de tiempos de primer paso en procesos, centrándose fundamentalmente en difusiones. Se indicará el procedimiento general de obtención de las densidades de tiempo de primer paso así como algunos casos particulares para los cuales existen expresiones explícitas y planteando esquemas numéricos para casos más generales. En ambos casos se realizarán prácticas de implementación de los procedimientos en R.

Tema 8: Procesos de difusión asociados a modelos de crecimiento. Aplicaciones.

En este tema se pretende que el alumno se familiarice con las aplicaciones de los procesos de difusión en diversas ramas de la ciencia que tratan con fenómenos de crecimiento. Para ello, se comienza mostrando un estudio de diversos procedimientos que permiten la construcción de modelos concretos asociados a situaciones que se rigen por determinados patrones comunes de crecimiento. Con vistas a su posterior aplicación a fenómenos reales se plantea el estudio de modelos de difusión existentes para modelar datos en diversos campos de aplicación (Economía, Biología, Medioambiente,...). Tanto la estimación como el problema de tiempos de primer paso serán abordados, tanto con simulaciones como con ejemplos reales que serán abordados con implementaciones en R.

BIBLIOGRAFÍA

Bloque 1:

- Fishman G.S. (1996) Monte Carlo. Concepts, algorithms and applications. Springer.
- Gilks W.R., Richardson S., Spiegelhalter D.J. (1996) Markov Chain Monte Carlo in practice. CRC Press.
- Roberts C.P., Casella G. (2004) Monte Carlo statistical methods. Springer.
- Rubinstein R.Y., Kroese D.P. (2008) Simulation and the Monte Carlo method (2ª edición). Wiley.

Bloque 2:

- Box, G.E.P., Hunter, W.G., Hunter, J.S. (1993). Estadística para investigadores. Reverté.
- Montgomery, D.C., Peck, E.A., Vinning, G.G. (2002) Introducción al Análisis de Regresión Lineal. CECSA.
- Myers, R.H., Montgomery, D.C. (1995) Response Surface Methodology. Wiley.
- Peña, D. Regresión y Análisis de Experimentos (2002). Alianza Editorial.
- Rao, C.R. (1973) Linear Statistical Inference and its Applications. Wiley.

- Rohatgi (1973). An Introduction to Probability. Theory and Mathematical Statistics. John Wiley.
- Statgraphics Plus (1995). Reference Manual. Manugistics Inc.
Bloque 3:
- Bhattacharya, R.N. y Waymire, E. C. (2009). *Stochastic Processes with Applications*. John Wiley and Sons.
- Capasso, V. y Bakstein, D. (2005). *An introduction to continuous-time stochastic processes*. Birkhäuser.
- Gutiérrez, R., Ricciardi, L., Román, P. y Torres, F. (1997). First-passage-time densities for time-non-homogeneous diffusion processes. *Journal of Applied Probability*, 34(3), 623-631.
- Gutiérrez-Jáimez, R., Román, P., Romero, D., Serrano, J.J., Torres, F. (2007). A new Gompertz-type diffusion process with application to random growth. *Mathematical Biosciences*, 208, 147-165.
- Gutiérrez-Jáimez, R., Román, P., Romero, D., Serrano, J.J., Torres, F. (2008). Some time random variables related to a Gompertz-type diffusion process. *Cybernetics and Systems*, 39(5), 467-479.
- Iacus, S.M. y Masarotto, G. (2007). *Laboratorio di Statistica con R. (2ª edición)*. McGraw-Hill.
- Iacus, S.M. (2008). *Simulation and inference for stochastic differential equations*. Springer-Verlag
- Ricciardi, L. M. (1977). *Diffusion processes and related topics in Biology*. Springer-Verlag.
- Román-Román, P., Romero, D. y Torres-Ruiz, D. (2010). A diffusion process to model generalized von Bertalanffy growth patterns: Fitting to real data. *Journal of Theoretical Biology*, 263(1), 59-69.
- Stewart, W. J. (2009). *Probability, Markov chains, queues and simulation*. Princeton University Press.

ENLACES RECOMENDADOS

METODOLOGÍA DOCENTE

La enseñanza de esta materia será semipresencial y se proponen las siguientes actividades formativas:

Clases teóricas (10%)

Clases prácticas y seminarios (6%)

Tutorías (presenciales: 2%, online: 12%)

Actividades individuales (estudio: 10%, actividades de aprendizaje: 10%, actividades de

evaluación: 4%, preparación y realización de trabajos: 25%, exposiciones: 6%)

Actividades grupales (Trabajo cooperativo y colaborativo: 15%).

En cuanto a la metodología de enseñanza y aprendizaje se seguirá el criterio general para todas las materias.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

6 semanas del segundo semestre	Temas del temario	Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)						Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)			
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individuales Online (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Trabajo en grupo (horas)	Autoevaluación
Semanas 1-3	1-4	8	6	6	2			4	45	12	4
Semanas 3-6	5-10	10	4	6	2			4	45	12	4
Total horas		18	10	12	4			8	90	24	8

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Para superar la materia, es imprescindible la asistencia y participación a las sesiones y actividades presenciales. Para aquellos alumnos que deseen mejorar sus calificaciones se propondrán trabajos adicionales. No obstante, se facilitará material de auto-aprendizaje para los estudiantes que justifiquen la imposibilidad de asistencia a todas las sesiones.

INFORMACIÓN ADICIONAL

En la web del máster