Guía docente
200610 - ST - Series Temporales

Última modificación: 12/06/2023

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JOSE ANTONIO SÁNCHEZ ESPIGARES

Otros: Segon quadrimestre:
SABUHI KHALILI - B
JOSE ANTONIO SÁNCHEZ ESPIGARES - A, B

CAPACIDADES PREVIAS

El curso asume los niveles básicos de estadística similares a las que se puede alcanzar en el primer semestre del Master. Los alumnos deben estar familiarizados con los conceptos relacionados con los modelos estadísticos, como los modelos lineales, y la prueba de hipótesis y significación estadística.
Algunos conceptos básicos relacionados con la metodología de Box-Jenkins para el ajuste de modelos ARIMA ayudaría a seguir el curso (ver los tres primeros capítulos de 'Time Series Analysis and Its Applications. With R examples' 3rd Edition Shumway and Stoffer http://www.stat.pitt.edu/stoffer/tsa3/).
Aunque muchos ejemplos proceden del ámbito econométrico, la metodología del curso puede ser aplicado en diferentes áreas (ecología, epidemiología, ingeniería, ...)
Se trataran métodos de predicción basados en técnicas Machine Learning, en concreto redes neuronales artificiales (ANN).
El curso introducirá técnicas relacionadas con los modelos de espacio de estado y el filtro de Kalman. Conocimientos básicos previos de este entorno también ayudará a seguir el curso, pero no es esencial.
Un buen conocimiento del lenguaje de programación R puede ayudar a obtener el máximo provecho del curso.

REQUISITOS

Se valorará conocimientos sobre el modelo lineal

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
4. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.

Transversales:
1. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

* Teoría:
Son sesiones de 1.5 horas donde se presentan y discuten los contenidos de la asignatura con ayuda de transparencias. El profesor, con ayuda del ordenador, muestra ejemplos prácticos de resolución de problemas de series temporales (todos los ficheros usados por el profesor son públicos en la red de la FME). Los estudiantes disponen al inicio del curso de los apuntes de la asignatura.

* Laboratorio:
Son sesiones de 1,5 horas semanales de laboratorio, en las cuales los estudiantes trabajan, con la ayuda del profesor, siguiendo el guión previamente distribuido, sobre problemas y/o casos prácticos.

* Prácticas:
Hay dos prácticas, a realizar en parejas, consistentes cada una en la resolución de casos que se han de tratar parcialmente en las sesiones de laboratorio. Cada práctica se realizará fuera del horario lectivo y puntuará para la nota final. La presentación de los informes de las prácticas se realizará dentro del plazo de dos semanas después de hacerse público el guión.
También, al final del curso cada grupo de estudiantes ha de preparar un informe escrito sobre unos datos reales.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo del curso es que el estudiante profundice en la sistemática y el análisis de series temporales univariantes y multivariantes, cuando se dispone de variables aleatorias que no son independientes entre sí.

El estudiante ha de:
* Adquirir los fundamentos teóricos y experiencia en el uso de la metodología para construir modelos y obtener previsiones de casos reales de series temporales en diferentes campos, en especial en aplicaciones econométricas y financieras.
* Consolidar los conocimientos teóricos y prácticos para identificar, estimar, validar y modelizar series temporales univariantes y multivariantes y hacer previsiones. Modelos ARIMA y AR.
* Valorar los impactos de las intervenciones y detectar datos atípicos y efectos de calendario.
* Aplicar y valorar las predicciones obtenidas mediante redes neuronales artificiales.
* Comprender la formulación de modelos en espacio de estado y el filtro de Kalman para explicar la evolución de variables no observables a partir de otras, relacionadas con ellas, que sí podemos observar.
* Iniciarse en los modelos de volatilidad para datos económicos.

Capacidades a adquirir:

* Conocer y utilizar los modelos univariantes y multivariantes para series temporales.
* Ante una serie temporal real, ser capaz de decidir qué tipo de modelo es el más adecuado.
* Utilización y programación de algoritmos de estimación y previsión utilizando R.
* Presentar los resultados del análisis de un caso real.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	22,5	18.00
Horas grupo pequeño	22,5	18.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Análisis y modelización de series temporales univariantes. Modelos ARIMA. Previsión con modelos ARIMA

Descripción:
470/5000
- Estudio exploratorio de los datos de una serie: tendencia, estacionalidad y ciclos. Transformación de los datos
- Dependencia dinámica: autocorrelación y autocorrelación parcial
- Procesos estocásticos estacionarios. Modelos ARMA. Invertibilidad y estacionariedad del modelo
- Procesos estocásticos no estacionarios. Modelos ARIMA y ARIMA estacionales.
- Identificación, estimación y validación del modelo. Criterios para la selección del mejor modelo
- Previsiones con los modelos ARIMA

Dedicación: 36h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h
Aprendizaje autónomo: 24h

Datos atípicos, efectos calendario y análisis de intervención

Descripción:
- Técnicas y algoritmos para la detección automática de datos atípicos, efectos de calendario (Semana Santa y Días Laborables) y análisis de intervención.

Dedicación: 16h
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 10h

Técnicas de predicción basadas en Machine Learning

Descripción:
- Métodos de predicción basados en Machine Learning: Redes Neuronales Artificiales y Regresión con Vectores Soporte
- Validación y análisis de sensibilidad. Medidas de comparación con modelos estadísticos

Dedicación: 7h
Grupo grande/Teoría: 1h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 4h

Aplicaciones del filtro de Kalman

Descripción:
- Utilización de la formulación de Kalman para el filtrado y el alisado de los datos y para la estimación de parámetros.
- Formulación en espacio de estado de modelos ARMA y ARIMA y estimación máximo verosímil de parámetros de series uni y multivariantes.
- Tratamiento de datos faltantes con el filtro de Kalman

Dedicación: 36h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h
Aprendizaje autónomo: 24h

Modelos estructurales en espacio de estado

Descripción:
Models estructurals de series temporales: estimación y validación.

Dedicación: 7h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 1h 30m

Introducción a los modelos con volatilidad

Descripción:
- Características estadísticas de las series financieras: Asimetria y Kurtosis
- Volatilidad en series económicas y en los mercados financieros: modelos ARCH, GARCH y con volatilidad estocástica.

Dedicación: 7h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 1h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Entrega de ejercicios resueltos por parte de los estudiantes. Informes sobre series reales. Exámenes parciales y finales.

La nota final de la asignatura (N) se obtiene a partir de la nota de los cuestionarios presentados en las sesiones de laboratorio (Nl), de la modelización de un caso real (Nmr) y del examen final (Nf) de cuerdo a la expresión:

N=0.2*Nl+0.25*Nmr+0.55*Nf

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Brooks, Chris. Introductory econometrics for finance. 2nd ed. Cambridge: University Press, 2008. ISBN 9780521873062.
- Harris, Richard I. D.; Sollis R. Applied time series modelling and forecasting. Chichester: John Wiley, 2003. ISBN 0470844434.
- Enders, W. Applied econometric time series. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2004. ISBN 0471230650.
- Box, George E. P.; Jenkins, G.M.; Reinsel, G.C. Time series analysis : forecasting and control. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2008. ISBN 9780470272848.
- Shumway, R. H.; Stoffer, D. S. Time series analysis and its applications : with R examples [en línea]. 4th ed. New York: Springer, 2017 [Consulta: 28/06/2023]. Disponible a: https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/0-387-36276-2. ISBN 9780387293172.
- Peña Sánchez de Rivera, Daniel. Anàlisis de series temporales. Madrid: Alianza Editorial, 2005. ISBN 8420691283.

Complementaria:
- Lütkepohl, Helmut; Krätzig, M. (eds.). Applied time series econometrics. New YORK: Cambridge Univ. Press, 2004. ISBN 052183919X.
- Lütkepohl, Helmut. New introduction to multiple time series analysis [en línea]. Berlin: Springer, 2006 [Consulta: 28/06/2023]. Disponible a: https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-540-27752-1. ISBN 9783540262398.
- Cryer, Jonathan D. Time series analysis : with applications in R [en línea]. 2nd ed. New York: Springer Text in Statistics, 2008 [Consulta: 28/06/2023]. Disponible a: https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-0-387-75959-3. ISBN 9780387759586.
- Commandeur, Jacques J. F.; Koopman S. J. An Introduction to state space time series analysis. Oxford: Oxford University Press, 2007. ISBN 9780199228874.
- Brockwell, P.J.; Davis, R.A. Time series: theory and methods. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 0387974296.

- Peña, D.; Tiao, C.G.; Tsay, R. (eds.). A Course in time series analysis. New York: John Wiley, 2001. ISBN 047136164X.
- Durbin, J.; Koopman, S.J. Time series analysis by state space methods. New York: Oxford University Press, 2001. ISBN 0198523548.
- Tsay, Ruey S. Analysis of financial time series [en línea]. 3rd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010 [Consulta: 28/06/2023]. Disponible a: https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9780470644560. ISBN 0471690740.