



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Teoría de campos aleatorios aplicada al análisis de riesgos espaciales: fundamentos, métodos estadísticos y aplicaciones en física

Descripción general (resumen y metodología):

Este Trabajo de Fin de Grado se centra en el estudio de los campos aleatorios como modelos matemáticos para fenómenos espaciales inciertos, con especial atención al análisis de riesgos y al comportamiento extremo en contextos físicos. Los campos aleatorios permiten describir sistemas donde las variables presentan correlación espacial, siendo ampliamente utilizados en física, geociencias, ingeniería y finanzas.

El trabajo abordará primero los fundamentos de la teoría de campos aleatorios, en particular los campos gaussianos, sus estructuras de dependencia, regularidad y covarianzas. A continuación, se introducirán técnicas estadísticas para la modelización y predicción espacial, como el kriging, y métodos de simulación en dominios continuos y discretos.

Se dedicará una parte relevante al estudio del comportamiento extremo de campos aleatorios, explorando cómo identificar y caracterizar eventos raros pero significativos —como máximos locales o superaciones de umbrales críticos—, fundamentales en el análisis de riesgos físicos. Para ello, se introducirá el marco teórico de las medidas de riesgo, incluyendo medidas como el Value-at-Risk (VaR) y el Conditional Value-at-Risk (CVaR), y su adaptación a datos espaciales.

En cuanto a aplicaciones, se propondrán ejemplos generales en física, como la modelización de estructuras turbulentas, campos de presión en fluidos, distribución espacial de defectos en materiales o intensidad de radiación en medios aleatorios. Se complementará con una implementación práctica basada en datos reales o simulados mediante herramientas computacionales (R o Python).

El objetivo es proporcionar una visión unificada del análisis de riesgos espaciales, combinando teoría de probabilidad, estadística espacial y aplicaciones físicas relevantes.

Actividades a realizar:

- Revisión bibliográfica exhaustiva sobre campos aleatorios y geoestadística, identificando las principales metodologías y enfoques utilizados en la literatura, con especial referencia a su estado actual, y exposición sintética del conocimiento desde una perspectiva global.
- Selección de los distintos tipos de procesos espaciales más relevantes y aplicables en la práctica.
- Profundización en uno o varios de ellos con una clara identificación de los elementos conceptuales inherentes, y exposición de sus fundamentos matemáticos y aspectos metodológicos.
- Realización de experimentos y simulaciones mediante el uso y desarrollo eventual de procedimientos computacionales con R.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

- Identificación de los aspectos conceptuales inherentes a la teoría de campos aleatorios objeto de estudio y su formalización matemática.
- Análisis pormenorizado de los fundamentos matemáticos que sustentan el análisis de valores extremos.
- Introducción a la teoría de medida del riesgo.
- Desarrollo de un estudio aplicado e interpretación de resultados con referencia precisa a la fundamentación matemática y computacional de la metodología

Bibliografía básica:

- Martínez-Ruiz, F. (2008) Modelización de la Función de Covarianza en Procesos Espaciotemporales: Análisis y Aplicaciones. TESEO
- Adler, R; Taylor, J. (2007) Random Fields and Geometry. Springer, New York.
- Christakos, G. (2017) Spatiotemporal Random Fields: Theory and Applications. Elsevier, Cambridge.
- Piterbarg, V.I. (1996) Asymptotic methods in the theory of Gaussian processes and fields. American Mathematical Society, Providence.
- Vanmarcke, E. (2010) Random fields. Analysis and synthesis. World Scientific, Singapore.
- Azais, J.M.; Wschebor, M. (2009) Level sets and extrema of random processes and fields. Wiley, Chichester.
- Romero, J.L.; Madrid, A.E.; Angulo, J.M. (2018) Quantile-based spatiotemporal risk assessment of exceedances. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment (32) 2275-2291.
- Krupskii, P.; Genton, M.G. (2017) Factor copula models for data with spatiotemporal dependence. Spatial Statistics (22) 180-195.
- Ansari, M.Y.; Ahmad, A.; Khan, S.S.; Bhushan, G.; Mainuddin (2020) Spatiotemporal clustering: a review. Artificial Intelligence Review (53) 2381-2423.
- Gneiting, T; Schlather, M. (2004) Stochastic models that separate fractal dimension and the Hurst effect. SIAM Review (46) 269-282.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomienda que el estudiante haya cursado la asignatura de Estadística Computacional en el segundo semestre, dado que proporciona una base sólida para el desarrollo del trabajo. Asimismo, es deseable que la estudiante cuente con conocimientos básicos en el uso de LaTeX para la redacción académica, y que posea autonomía en la búsqueda y selección de fuentes bibliográficas relevantes. Es imprescindible que tenga competencia en la lectura y comprensión de textos científicos en inglés, así como la capacidad para integrar información procedente de diversas fuentes con el fin de construir un discurso analítico propio y coherente.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JOSÉ LUIS ROMERO BÉJAR

Ámbito de conocimiento/Departamento: ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Correo electrónico: jlrbejar@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: EDUARDO MONTORO DE LA CRUZ

Correo electrónico: eduardomontoro@correo.ugr.es