UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Matemáticas

CÓDIGO DEL TFG: 270-054-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Análisis geográfico con modelos bayesianos e INLA

Descripción general (resumen y metodología):

En la actualidad la cantidad de datos disponibles crece exponencialmente día a día. Estos datos pueden ser de diversa naturaleza, requiriendo distintos métodos y metodologías para su tratamiento; de modo que se extraiga la máxima cantidad de información con el mayor grado de precisión posible. Un tipo de dato muy relevante hoy en día son los datos geoespaciales: datos que se corresponden con distintas localizaciones teniendo asociadas, para cada valor o valores en el conjunto de datos, unas coordenadas determinadas.

Este tipo de datos tienen múltiples aplicaciones prácticas: en estudios epidemiológicos, en la aplicación de políticas sociales o en la detección de desigualdades debido a factores socioeconómicos, entre otras. Es por ello por lo que podemos encontrar en la literatura una vasta cantidad de propuestas para el estudio estadístico y la aplicación de la inferencia sobre este tipo de datos.

Al pensar en este tipo de datos, de corte geoespacial, es lógico pensar que lo que ocurre en un lugar o coordenadas determinados será similar o influirá en lo que ocurre en otras localizaciones cercanas. Así, entre otros cofactores que puedan ser considerados al realizar la inferencia, un modelado de cómo unas zonas influencian a otras, conocido a priori, debe ser tenido en cuenta en el análisis matemático que se haga de estos datos. Y cuando hablamos de la incorporación de conocimiento a priori en un modelo estadístico, la inferencia bayesiana es una de las ramas de la inferencia más empleadas a este respecto.

Así, en este trabajo se aborda la aplicación de la inferencia bayesiana a un conjunto de datos geoespaciales empleando la metodología INLA (integrated nested Laplace approximation). Y es que podemos encontrar otras metodologías o algoritmos para realizar inferencia bayesiana sobre conjuntos de datos. Sin embargo, metodologías clásicas como la aplicación de métodos de Monte Carlo sobre cadenas de Markov, resultan ineficientes desde el punto de vista computacional. Y aunque la metodología INLA se aplica sobre una familia de modelos estadísticos particulares —latent Gaussian Markov random fields—, esta familia de modelos es muy genérica y pueden aplicarse en una gran cantidad de situaciones distintas. Es por ello que resulta una metodología de especial relevancia en el análisis estadístico y que presenta un gran desarrollo teórico y práctico. En particular, el paquete R-INLA dentro del software estadístico R cuenta con una gran comunidad que contribuye al desarrollo de este paquete, así como la generación de documentación y tutoriales que ayudan a su uso.

En este trabajo se plantea el estudio desde el punto de vista teórico y práctico de la metodología INLA para la aplicación de la inferencia bayesiana a conjuntos de datos geoespaciales. Se comenzará estudiando los fundamentos de la inferencia bayesiana para después pasar a revisar la teoría matemática que sustenta la metodología INLA. Finalmente, se finalizará este estudio con la aplicación de la metodología a un conjunto de datos reales, ayudando a reforzar y demostrar el conocimiento adquirido durante el estudio.

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

Objetivos planteados:

1. Estudio de los fundamentos de la inferencia bayesiana.
2. Estudio teórico de los fundamentos matemáticos de la metodología INLA.

3. Estudio de modelos matemáticos para el modelado de datos geoespaciales.
4. Aplicación de la metodología INLA y los modelos matemáticos geoespaciales a un conjunto de datos reales empleando el software estadístico R junto con el paquete R-INLA.

Bibliografía básica:

- Moraga, Paula. (2019). Geospatial Health Data: Modeling and Visualization with R-INLA and Shiny. Chapman & Hall/CRC Biostatistics Series. ISBN 9780367357955
- Moraga, Paula. (2023). Spatial Statistics for Data Science: Theory and Practice with R. Chapman & Hall/CRC Data Science Series. ISBN 9781032633510
- E. T. Krainski et al. (2019). Advanced Spatial Modeling with Stochastic Partial Differential Equations Using R and INLA. Chapman & Hall/CRC Press. Boca Raton, FL.
- Gómez-Rubio, Virgilio (2020). Bayesian Inference with INLA. Chapman & Hall/CRC Press. Boca Raton, FL.
- https://www.r-inla.org/

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Haber cursado las siguientes asignaturas obligatorias del Grado en Matemáticas: Estadística Descriptiva e Introducción a la Probabilidad, Probabilidad e Inferencia Estadística.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: GUSTAVO RIVAS GERVILLA

Ámbito de conocimiento/Departamento: ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Correo electrónico: griger@ugr.es

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

Nombre y apellidos: MIGUEL ÁNGEL LUQUE FERNÁNDEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Correo electrónico: mluquefe@ugr.es

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: JAVIER BELDA OLMEDO

Correo electrónico: javierbelda@correo.ugr.es