

MODELOS LINEALES MIXTOS GENERALIZADOS: ESTUDIO DE LOS INCENDIOS EN GALICIA

Miguel Boubeta Martínez¹, María José Lombardía Cortiña¹, Domingo Morales González² y
Manuel Francisco Marey Pérez³

¹Departamento de Matemáticas. Universidade da Coruña.

²Centro de Investigación Operativa. Universidad Miguel Hernández de Elche.

³Departamento de Enxeñería Agroforestal. Universidade de Santiago de Compostela.

RESUMEN

Los modelos lineales mixtos generalizados ofrecen una metodología estadística flexible capaz de modelizar la dependencia dentro de un mismo nivel o cluster, siendo esto de gran utilidad en las aplicaciones a datos reales. El objetivo de este estudio consiste en ajustar el número de incendios ocurrido en la comunidad autónoma de Galicia por área forestal durante el verano del 2007. Para ello abordaremos el problema desde la perspectiva de los modelos mixtos y los modelos de Poisson clásicos.

Palabras y frases clave: Bootstrap, efecto aleatorio, empirical best predictor, error cuadrático medio, modelo lineal mixto generalizado, regresión de Poisson.

INTRODUCCIÓN

Los incendios constituyen una componente importante en muchos ecosistemas forestales, dada su gran influencia en las consecuencias ecológicas y las funciones económicas del bosque. A su vez experimentan comportamientos muy distintos según los diferentes ámbitos en los que se puedan localizar, variando en función de variables naturales y socioeconómicas ligadas a los paisajes forestales. La necesidad de anticiparse al efecto de estas ocurrencias es cada vez mayor para los planificadores, pues conocer con un razonable plazo de tiempo “el número de incendios” o “la superficie quemada” constituye un avance muy importante para establecer mecanismos más eficientes para la lucha contra el fuego.

La modelización de los incendios forestales mediante metodologías clásicas a niveles de desagregación geográfica inferiores a provincia o distrito presenta importantes inconvenientes, pues los estimadores directos poseen un elevado error. En estos casos debemos recurrir a técnicas de estimación en áreas pequeñas o a métodos de estimación indirectos.

En este trabajo estudiaremos los incendios forestales desde la perspectiva de los modelos lineales mixtos generalizados (GLMMs), siendo éstos una generalización de los modelos lineales (LMs) y los modelos lineales generalizados (GLMs), que permiten incorporar efectos aleatorios, efectos jerárquicos, medidas repetidas, correlaciones espaciales y estimación de áreas pequeñas. La estimación de los parámetros en este contexto es tediosa puesto que la logverosimilitud marginal se representa por una integral que no puede ser calculada explícitamente. La mayoría de los métodos propuestos en la literatura para resolver este problema se refieren a la linealización de Taylor y/o el método de Laplace para aproximaciones integrales. Otros métodos utilizados son los algoritmos EM asistidos por métodos de Monte-Carlo o el algoritmo PQL combinado con la aproximación Gaussiana de la densidad marginal.

Concretamente, modelizaremos el recuento de los incendios gallegos en verano del 2007 por área forestal. Para ello utilizaremos modelos de regresión de Poisson con efectos de área, donde la distribución de la variable objetivo y_d , condicionada al efecto aleatorio u_d , siendo $u_d \sim N(0, \varphi)$, es

$$y_d|u_d \sim \text{Poiss}(\nu_d p_d), \quad d = 1, \dots, D,$$

con ν_d la variable de exposición o tamaño y d el índice del área forestal (en Galicia se tienen $D = 63$ áreas). Para el parámetro natural suponemos que

$$\eta_d = \log \mu_d = \log \nu_d + x_d \beta + u_d, \quad d = 1, \dots, D.$$

Las covariables utilizadas en este estudio son de tipo meteorológico (temperatura media, precipitación acumulada y días sin llover), demográfico (población), socioeconómico (censo agrario, catastro y mapa forestal español n°4) e infraestructuras (número de entidades de población y km. de carreteras construidas).

Estimaremos el número de incendios por área forestal a partir del modelo de regresión de Poisson obtenido y su error de estimación.