Modelización de tasas de descarte en pesquerías utilizando regresiones Beta

Marcial Marín[1], Iosu Paradinas[2], José Mª Bellido[3], David V. Conesa[2]
[1] Estudiante del máster en Bioestadística de la Universitat de València,[2]Universitat de València,
[3]Instituto Español de Oceanografía

Introducción

Para evaluar y gestionar de forma adecuada los stocks de especies pesqueras es necesario tener en cuenta los **descartes** (parte de las capturas que se rechaza, devolviéndola al mar).

Los descartes se miden habitualmente como DPUE (Discards Per Unit Effort) o **tasas de descarte**. Proponemos el uso de la **regresión Beta** para modelizar la tasa de descarte.

Material y métodos

Descartes: Disponemos de datos de 236 lances de pesca de arrastre en el sudeste de España [1]. Calculamos la **tasa de descarte**

$$\text{tasa} = \frac{\text{peso descartes}}{\text{peso capturas totales}} \tag{1}$$

Relacionamos la tasa de descarte con la **profundidad** (variable cuantitativa continua), **barco** (factor aleatorio con 7 niveles), **mes** (factor aleatorio con 12 niveles) y **s** (variable cuantitativa continua que representa un efecto de autocorrelación espacial).

Modelo: La tasa de descartes es una variable continua que toma valores entre 0 y 1; modelizamos su comportamiento mediante una distribución Beta.

Ajustamos mediante R-INLA[2,3,4] un modelo geoestadístico bayesiano en el que la variable respuesta sigue una distribución Beta de parámetros $a > 0$, $b > 0$

$$Y_i \sim B(a_i, b_i) \tag{2}$$

O, reparametrizando ($\mu_i = \frac{a_i}{a_i+b_i}$, $\phi = a_i + b_i$), una distribución Beta de media μ_i y parámetro de precisión ϕ

$$Y_i \sim B(\mu_i, \phi) \tag{3}$$

$$\mathrm{E}[Y_i] = \mu_i, \ \mathrm{Var}[Y_i] = \frac{\mu_i(1-\mu_i)}{1+\phi}$$

Relacionamos la respuesta media μ_i con el predictor lineal mediante el link *logit*, y asignamos a ϕ una distribución previa *log Gamma* de parámetros 1 y 0.1 (por defecto en R-INLA[2,3]

$$\mathrm{logit}(\mu_i) = \log(\frac{\mu_i}{1-\mu_i}) = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \nu_i + f(t_i) + f(s) \tag{4}$$

$$\phi \sim \log \mathrm{Gamma}(1, 0.1)$$

Conclusión

1. Con los datos disponibles obtenemos medias de la distribución a posteriori de la esperanza de la tasa de descarte muy uniformes para toda el área de estudio.
2. Ocurre lo mismo con la desviación típica de estas medias, que además es muy alta.
3. Concluimos que las variables incluidas en los modelos no parecen explicar la variabilidad de las distribuciones a posteriori de la tasa media de descartes en cada punto.

Referencias

[1] Pennino, M. G., F. Muñoz, D. Conesa, A. López-Quílez y J. M. Bellido (2014) *Bayesian spatio-temporal discard model in a demersal trawl fishery* Journal of Sea Research 90, 44:73 .

[2] R Core Team (2013) *R: A Language and Environment for Statistical Computing* http://www.R-project.org/

[3] Rue, H., S. Martino, F. Lindgren, D. Simpson y A. Riebler (2014) *INLA: Functions which allow to perform full Bayesian analysis of latent Gaussian models using Integrated Nested Lapalace Approximation. R package version 0.0-1392038736* www.r-inla.org

[4] Krainski, E., T. y F. Lindgren *The R-INLA tutorial: SPDE models* www.r-inla.org

Selección de modelos

En la tabla 1 mostramos algunos de los modelos ajustados: modelo saturado, algunos modelos con ajuste y capacidad de predicción parecidos (ordenados de menor a mayor DIC, en negrita el menor DIC y el menor lCPO) y por último el modelo nulo.

Tabla 1: Ajuste de varios modelos. β_0: intercept; prof, f(barco), f(mes) y f(s): respectivamente, efecto de la profundidad, del barco, del mes/momento del año y efecto espacial del modelo geoestadístico

Modelo	lCPO	DIC
$\mathrm{logit}(\mu_i) \sim \beta_0 + prof + f(barco) + f(mes) + f(s)$	-0.090	-45.416
$\mathrm{logit}(\mu_i) \sim \beta_0 + f(barco) + f(mes)) + f(s)$	-0.093	**-46.917**
$\mathrm{logit}(\mu_i) \sim \beta_0 + f(mes) + f(s)$	-0.093	-46.781
$\mathrm{logit}(\mu_i) \sim \beta_0 + f(s)$	-0.093	-46.761
$\mathrm{logit}(\mu_i) \sim \beta_0 + f(barco) + f(s)$	-0.093	-46.539
$\mathrm{logit}(\mu_i) \sim \beta_0 + f(barco)$	**-0.094**	-45.380
$\mathrm{logit}(\mu_i) \sim \beta_0 + prof + f(barco) + f(s)$	-0.090	-45.195
$\mathrm{logit}(\mu_i) \sim \beta_0$	-0.087	-42.175

Distribuciones a posteriori

La figura 1 representa, a la izquierda, μ_i, la media de la distribución a posteriori de las esperanzas de tasa de descarte en cada punto, utilizando el ajuste con menor DIC (incluye el barco, el mes y el efecto espacial). Observamos que apenas hay variación en toda el área de estudio. En la parte derecha de la figura podemos ver las desviaciones típicas de dichas distribuciones; tampoco se observan en este caso diferencias en los distintos puntos del área de estudio.

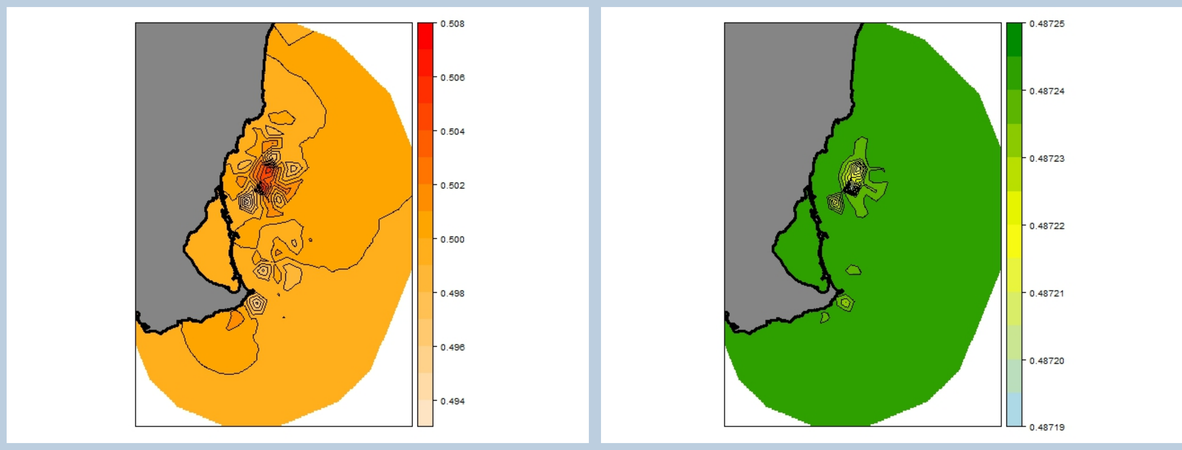

Figura 1: Media (izquierda) y desviación típica (derecha) de la distribución a posteriori de la tasa media de descarte

La figura 2 representa la distribución a posteriori del parámetro de precisión, ϕ. Recordamos que este parámetro es único, a diferencia de la distribución a posteriori del valor esperado para la tasa (hay una distribución para cada punto del área de estudio). Por tanto, en lugar de representar un mapa con su valor medio representamos directamente su distribución.

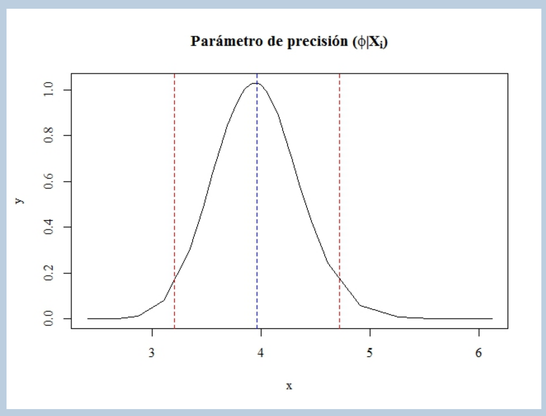

Figura 2: Distribución a posteriori del parámetro de precisión ϕ; la linea azul indica la media de dicha distribución (3.958) y las lineas rojas marcan el intervalo de credibilidad al 95 % ([3.206,4.715])

Agradecimientos

Los datos proceden de la base de datos del Instituto Español de Oceanografía. Su obtención ha sido posible gracias al trabajo de los observadores, patrones y tripulaciones que han colaborado en distintos estudios.