

Krigagem bayesiana e predição espacial no WinBUGS: “Surface elevation”

Everton Batista da Rocha
Izabela Regina Cardoso de Oliveira

20 de outubro de 2011

Sumário

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

Exemplo “Surface
elevation”

Referências

- Inferência bayesiana
- O programa WinBUGS
- GeoBUGS
- Exemplo: “Surface elevation”

Sumário

Inferência Bayesiana

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

Exemplo “Surface
elevation”

Referências

Seja Ω um espaço amostral e $A, B \subset \Omega$.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}, \quad P(B) \neq 0.$$

$$\pi(\theta|\mathbf{y}) = \frac{L(\theta)\pi(\theta)}{\int L(\theta)\pi(\theta)d\theta}$$

Sumário

Inferência Bayesiana

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

Exemplo "Surface
elevation"

Referências

Seja Ω um espaço amostral e $A, B \subset \Omega$.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}, \quad P(B) \neq 0.$$

$$\pi(\theta|\mathbf{y}) = \frac{L(\theta)\pi(\theta)}{\int L(\theta)\pi(\theta)d\theta}$$

$$\begin{aligned}\pi(\theta|\mathbf{y}) &= k^{-1}L(\theta|\mathbf{y})\pi(\theta) \\ &\propto L(\theta|\mathbf{y})\pi(\theta)\end{aligned}$$

■ distribuição posteriori \propto função de verossimilhança \times distribuição a priori

[Sumário](#)

[Inferência Bayesiana](#)

[O programa WinBUGS](#)

[WinBUGS](#)

[GeoBUGS](#)

[Exemplo “Surface
elevation”](#)

[Referências](#)

O projeto BUGS: **B**ayesian **I**nference **U**sing **G**ibbs **S**ampling

Objetivo: criar um programa flexível para a análise Bayesiana de modelos estatísticos, usando o Método de Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC).

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

WinBUGS

GeoBUGS

Exemplo "Surface
elevation"

Referências

O projeto BUGS: **B**ayesian **I**nfERENCE **U**sing **G**ibbs **S**ampling

Objetivo: criar um programa flexível para a análise Bayesiana de modelos estatísticos, usando o Método de Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC).

- Surgiu em 1989, na Unidade de Bioestatística do Medical Research Council (Inglaterra);
- WinBUGS é livre! Site: [The BUGS Project - WinBUGS](#)
- Os procedimentos a serem executados no WinBUGS recebem o nome de modelo, que é composto por três blocos a serem definidos pelo usuário: model, data, initial.

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

GeoBUGS

Importação de arquivos de polígonos

Modelo de krigagem gaussiano bayesiano

Modelo de krigagem gaussiano bayesiano

Predição

Exemplo "Surface elevation"

Referências

- Desenvolvido por uma equipe do Departamento de Epidemiologia e Saúde Pública do "Imperial College" no hospital de Londres "St Mary's";
- É um adicional ao WinBUGS para ajustar modelos espaciais e produzir mapas;
- A versão atualizada do GeoBUGS1.2 é incluída no pacote WinBUGS1.4.1;
- Tipos de análise geoestatística.

WinBUGS × **geoR** (RIBEIRO JR e DIGGLE, 2001)

Importação de arquivos de polígonos

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

GeoBUGS

Importação de
arquivos de polígonos

Modelo de krigagem
gaussiano bayesiano

Modelo de krigagem
gaussiano bayesiano

Predição

Exemplo “Surface
elevation”

Referências

- Splus
- ArcInfo
- Epimap
- ArcView

Os arquivos importados estão em documentos de texto contendo:

- Número de regiões no mapa
- Lista de títulos para cada região, com correspondente ID
- Lista das coordenadas X e Y para cada polígono com o título do polígono

GeoBUGS não possui uma opção para carregar “shape files” ArcView diretamente. Entretanto há um programa em Splus e R para conversão de shape files para o formato Splus-GeoBUGS.

(<http://www.bioestat.umn.edu/yuecui/>).

Modelo de krigagem gaussiano bayesiano

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

GeoBUGS

Importação de
arquivos de polígonos

Modelo de krigagem
gaussiano bayesiano

Modelo de krigagem
gaussiano bayesiano

Predição

Exemplo “Surface
elevation”

Referências

Os modelos de krigagem gaussianos bayesianos (distribuição gaussiana multivariada com matriz de covariâncias expressa como uma função paramétrica da distância entre pontos) podem ser especificados usando as distribuições **spatial.exp** ou **spatial.disc** para o vetor de variáveis $\mathbf{S} = (S_1, \dots, S_n)$.

Modelo de krigagem gaussiano bayesiano

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

GeoBUGS

Importação de arquivos de polígonos

Modelo de krigagem gaussiano bayesiano

Modelo de krigagem gaussiano bayesiano

Predição

Exemplo "Surface elevation"

Referências

Os modelos de krigagem gaussianos bayesianos (distribuição gaussiana multivariada com matriz de covariâncias expressa como uma função paramétrica da distância entre pontos) podem ser especificados usando as distribuições **spatial.exp** ou **spatial.disc** para o vetor de variáveis $\mathbf{S} = (S_1, \dots, S_n)$.

“Powered exponential family” - **spatial.exp**

$$f(d_{ij}; \phi, \kappa) = \exp[-(\phi d_{ij})^\kappa] \quad \phi > 0, \quad \kappa \in (0, 2]$$

$$S[1:N] \sim \text{spatial.exp}(\text{mu}[], \text{x}[], \text{y}[], \text{tau}, \text{phi}, \text{kappa})$$

Modelo de krigagem gaussiano bayesiano

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

GeoBUGS

Importação de
arquivos de polígonos

Modelo de krigagem
gaussiano bayesiano

Modelo de krigagem
gaussiano bayesiano

Predição

Exemplo "Surface
elevation"

Referências

“Disc model” - **spatial.disc**

$$f(d_{ij}; \alpha) = 2/\pi \times \cos^{-1}(d_{ij}/\alpha) - [(d_{ij}/\alpha)(1 - (d_{ij}^2/\alpha^2))]^{1/2} \quad d_{ij} < \alpha$$
$$= 0 \quad d_{ij} > \alpha$$

$S[1:N] \sim \text{spatial.disc}(\mu[], x[], y[], \text{tau}, \text{alpha})$

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

GeoBUGS

Importação de
arquivos de polígonos

Modelo de krigagem
gaussiano bayesiano

Modelo de krigagem
gaussiano bayesiano

Predição

Exemplo “Surface
elevation”

Referências

A interpolação espacial ou predição em locais arbitrários é feita usando as funções **spatial.pred** ou **spatial.unipred**, associadas com os ajustes obtidos por **spatial.exp** ou **spatial.disc**.

Predição conjunta:

$$T[1:P] \sim \text{spatial.pred}(\mu.T[], x.T[], y.T[], S[])$$

Predição em um único local:

for (j em 1:P)

$$T[j] \sim \text{spatial.unipred}(\mu.T[j], x.T[j], y.T[j], S[])$$

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

Exemplo "Surface elevation"

Surface elevation

Referências

Diggle e Ribeiro Jr (2007):

Dados de Davis (1972) que fornecem a medida da elevação da superfície y_i tomada em 52 localizações x_i em um quadrado A com lados de tamanho 6,7 unidades (1 un= 50 pés \approx 15,24m). A unidade em y representa 10 pés (\approx 3,05m) de elevação. As elevações observadas variam entre 690 e 960 unidades.

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

Exemplo "Surface elevation"

Surface elevation

Referências

Diggle e Ribeiro Jr (2007):

Dados de Davis (1972) que fornecem a medida da elevação da superfície y_i tomada em 52 localizações x_i em um quadrado A com lados de tamanho 6,7 unidades (1 un= 50 pés \approx 15,24m). A unidade em y representa 10 pés (\approx 3,05m) de elevação. As elevações observadas variam entre 690 e 960 unidades.

Objetivo: Construir um mapa de elevação contínuo para toda a região quadrada A.

Sumário

Inferência Bayesiana

O programa WinBUGS

GeoBUGS

Exemplo "Surface
elevation"

Referências

Referências

BOX, G. E. P.; TIAO, G. C. *Bayesian Inference in Statistical Analysis*. Canada: Wiley Classics Library, 1992.

DIGGLE, P. J.; RIBEIRO JR, P. J. *Model-based Geostatistics*. Londres: Springer Series in Statistics, 2007, 230 p.

RIBEIRO JR, P. J.; DIGGLE, P. J. , geoR: A package for geoestatistical analysis. *R-NEWS*, v. 1, n.2, p. 15-18, 2001

THOMAS, A.; BEST, N.; LUNN, D.; ARNOLD, R., SPIEGELHALTER, D.J. *GeoBUGS User Manual*. Version 1.2, September, 2004.