

空间广义线性混合效应模型 (SGLMM) 及其应用

2018 届硕士学位论文预答辩

学生：黄湘云 导师：李再兴

2018 年 3 月 10 日

理学院

计算数学与统计系

中国矿业大学（北京）理学院

- 已完成
 - 基于 R 语言实现 MCMC 和 MCML 算法
 - 基于 Stan 框架实现 MCMC 算法
 - 二项分布模拟和 Loaloe 数据集的分析
 - 基于 bookdown 的论文模板（再见，Word、LaTeX 论文模板）
- 未完成
 - 泊松分布模拟和 Rongle 数据集的分析
 - 冈比亚疟疾流行度分析（二项分布）
 - 排版（使劲地造字吧）

1. 基于 Stan 实现空间广义线性混合效应模型的统计推断及应用
2. 比较 R 和 Stan 实现 MCMC 的算法性能
3. 基于 INLA 实现上述模型的统计推断及应用（看进度）

目标：SGLMM 模型在统计推断方面的最佳工程实现

- 高效 more effective（更好的准确度）
- 高可扩展 more scalabe（更大的样本量）
- 高速 more efficient（CPU、GPU 集群加速）

想法：*Prophet* 框架¹：*Forecasting at Scale*

¹同样基于 Stan

Multiple prevalence surveys

Sample n_i individuals, observe Y_i positives, $i = 1, 2, \dots, m$

$$Y_i \sim \text{Bin}(n_i, p_i)$$

Extra-binomial variation

Sample n_i individuals, observe Y_i positives, $i = 1, 2, \dots, m$

$$Y_i | d_i, U_i \sim \text{Bin}(n_i, p_i) \quad \log[p_i/(1 - p_i)] = d_i' \beta + U_i \quad U_i \sim N(0, \tau^2)$$

notations: Spatial Generalized Linear Mixed Models (SGLMM)

1. Latent spatially correlated process

- Stationary Gaussian Process: $S(x) \sim \text{SGP}\{0, \sigma^2, \rho(u)\}$
- correlation function: e.g. $\rho(u) = \exp(-|u|/\phi)$

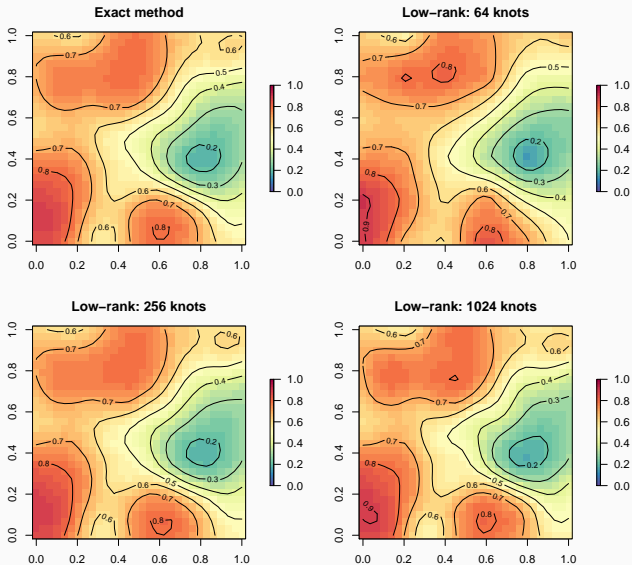
2. Linear prediction (regression model)

- $d(x)$ = covariates at location x
- Linear prediction: $\eta(x) = d(x)' \beta + S(x)$
- Link function: logit $p(x) = \log\{\eta(x)/[1 - \eta(x)]\}$

3. Conditional distribution for positive proportion Y_i/n_i

- $Y_i | S(\cdot) \sim \text{Bin}(n_i, p(x_i))$ (binomial sampling)

模拟实验之低秩近似与 MCML 方法



1. 感谢谢益辉开发和维护的 `rmarkdown` (Allaire et al., 2018)、`blogdown` (Xie et al., 2017)、`bookdown` (Xie, 2016) 和 `tinytex` (Xie, 2018) 及在我开发论文模板过程中给予的诸多解答和功能要求。
2. 感谢 John MacFarlane 开发的 Pandoc 软件及 `pandoc` 模板, 使得论文模板的维护和开发变得容易。
3. 感谢李再兴教授的指导, 尤其体现在《Model-based Geostatistics》一书的模型理论学习

- Allaire, J., Xie, Y., McPherson, J., Luraschi, J., Ushey, K., Atkins, A., Wickham, H., Cheng, J., and Chang, W. (2018). *rmarkdown: Dynamic Documents for R*. R package version 1.9.
- Xie, Y. (2016). *bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida. ISBN 978-1138700109.
- Xie, Y. (2018). *tinytex: Helper Functions to Install and Maintain 'TeX Live', and Compile 'LaTeX' Documents*. R package version 0.4.
- Xie, Y., Hill, A. P., and Thomas, A. (2017). *blogdown: Creating Websites with R Markdown*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida. ISBN 978-0815363729.