

Estimación Bayesiana de la Disponibilidad de un Sistema Coherente vía MCMC usando un esquema de Programación en Paralelo

Tiago J. Lazcano

Ingeniería Estadística
Universidad de Santiago de Chile

Dr. Víctor H. Salinas y Dr. Rubén Carvajal-Schiaffino

Depto. de Matemática y C.C.
Universidad de Santiago de Chile

November 26, 2025

Abstract

La estimación de la disponibilidad en sistemas reparables es un componente crítico en la teoría de confiabilidad. Tradicionalmente, este parámetro se estima mediante métodos de Máxima Verosimilitud, los cuales entregan estimaciones puntuales que, a menudo, no capturan adecuadamente la incertidumbre asociada, especialmente en escenarios con datos escasos. Este trabajo propone un enfoque Bayesiano para estimar la disponibilidad límite de sistemas coherentes, modelando los ciclos de operación y reparación mediante distribuciones Weibull.

Dado que la distribución a posteriori de la disponibilidad del sistema no posee una forma cerrada analítica bajo esta configuración, es necesario recurrir a métodos de Monte Carlo vía Cadenas de Markov (MCMC). Sin embargo, la simulación secuencial para sistemas complejos con múltiples componentes resulta ser bastante ineficiente. Para abordar este desafío, se implementa un esquema de programación en paralelo, contrastando las técnicas de *Multiprocessing* y *Multithreading* en el entorno R. El estudio concluye que el uso de *Multithreading* resulta significativamente más eficiente que el *Multiprocessing* para este tipo de inferencia, minimizando la sobrecarga de comunicación y optimizando el uso de recursos para obtener distribuciones a posteriori precisas en tiempos de ejecución viables.

Reference (optional)

1. Migon, H. S., & Gamerman, D. (1999). *Statistical Inference: An Integrated Approach*. Arnold.
2. Kuo, W., & Zuo, M. J. (2003). Optimal reliability modeling: principles and applications. *John Wiley & Sons*.
3. Robert, C. P., & Casella, G. (2004). Monte Carlo statistical methods. *Springer Science & Business Media*.
4. Vásquez, C. A., Salinas, V. H. & Romeo, J. S. (2019). Bayesian estimation of the limiting availability in a repairable one-unit system. *Revista Colombiana de Estadística*, 42(1), 123-142.
5. Robert, C. P., Casella, G., & Casella, G. (1999). Monte Carlo statistical methods (Vol. 2). New York: Springer.
6. Golub, G. H., & Ortega, J. M. (2014). Scientific computing: an introduction with parallel computing. Elsevier.
7. D'Andrea, A. M., Tomazella, V. L., Aljohani, H. M., Ramos, P. L., Almeida, M. P., Louzada, F., ... & Afify, A. Z. (2021). Objective bayesian analysis for multiple repairable systems. *Plos one*, 16(11), e0258581.