

Modelos Bayesianos Funcionales para Detección de Cambios en Series Temporales Múltiples

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO



INGENERIA ESTADISTICA E INFORMATICA
29 de diciembre de 2025

1 Introducción

La complejidad inherente a los sistemas modernos de recolección de datos plantea desafíos metodológicos que requieren herramientas estadísticas cada vez más sofisticadas. Cuando observamos múltiples series temporales de forma simultánea —pensemos en señales cerebrales registradas desde diferentes regiones durante una tarea cognitiva, o en indicadores económicos de diversos sectores durante periodos de crisis— nos enfrentamos a preguntas fundamentales: ¿Cuándo ocurren cambios significativos en el comportamiento del sistema? ¿Estos cambios son locales o afectan a múltiples componentes simultáneamente? ¿Cómo podemos detectarlos sin caer en el problema de identificar patrones espurios?

La literatura reciente en *Computational Statistics & Data Analysis* muestra avances prometedores en tres direcciones complementarias que, hasta ahora, han permanecido relativamente desconectadas. Por un lado, los modelos gráficos funcionales bayesianos ofrecen representaciones flexibles de dependencias temporales complejas [1, 2]. Por otro, las técnicas de detección de puntos de cambio han evolucionado para manejar escenarios multivariados [3, 4]. Finalmente, el control de la tasa de falsos descubrimientos (FDR) ha ganado terreno como alternativa pragmática al control tradicional del error tipo I cuando realizamos múltiples comparaciones [5, 6].

Este trabajo propone tender puentes entre estas tres líneas de investigación. Comenzaremos revisando contribuciones metodológicas clave, para luego argumentar que su integración no solo es posible sino necesaria para abordar problemas aplicados de relevancia contemporánea.

1.1 Modelos Gráficos Funcionales con Dinámica Temporal

El trabajo de Liu y colaboradores [1] introduce una extensión bayesiana de los modelos gráficos funcionales que incorpora explícitamente la posibilidad de cambios estructurales. La idea central es elegante: en lugar de asumir que las dependencias entre procesos funcionales permanecen estáticas, se permite que la estructura de la red cambie en puntos específicos del tiempo.

Concepto clave: Los modelos gráficos funcionales representan series temporales como funciones continuas y modelan sus dependencias condicionales mediante una estructura de red que puede cambiar en el tiempo.

La estrategia de modelamiento utiliza priors jerárquicos que penalizan el número de puntos de cambio, evitando así sobreajuste mientras mantienen flexibilidad. Los autores emplean algoritmos MCMC adaptativos para la inferencia [7, 8], lo cual representa un logro computacional