

Curves registration by rank minimization

Carlos Schwarzenberg Millar

Doctorado en Matemáticas (UTFSM/PUCV/UV),

Depto. de matemáticas, UTFSM.

Francisco Cuevas Pacheco

Depto. de matemáticas, UTFSM.

November 26, 2025

Abstract

El alineamiento de curvas es un problema central en el análisis de datos funcionales. Cuando se realiza correctamente, mejora procedimientos posteriores como el análisis de componentes principales (PCA). Dado que las curvas presentan variabilidad en fase y amplitud, es conveniente alinearlas para estudiar solo la variación en amplitud. En PCA suele asumirse que datos con variación únicamente en amplitud pueden representarse con pocas componentes principales.

En este trabajo presentamos un nuevo procedimiento de alineamiento que se extiende de manera natural al registro de datos fragmentados mediante la técnica de completación de matrices de bajo rango. Consideramos un conjunto de curvas $y_1, \dots, y_n$ como realizaciones independiente de una variable aleatoria $Y : [0, 1] \rightarrow \mathbb{R}$, la estrategia consiste en encontrar funciones $h_1, \dots, h_n$ tales que la dimensión del espacio generado $D_h = \text{span}(\{y_1 \circ h_1, \dots, y_n \circ h_n\})$ sea la menor posible, esto se basa en la idea de que si las funciones $\{y_1 \circ h_1, \dots, y_n \circ h_n\}$ están alineadas entonces deben pertenecer a un espacio de dimensión pequeña (Wagner & Kneip [2018]). Nuestra propuesta consiste en replantear el problema anterior reemplazando el rango por la norma nuclear y agregar además una condición de identidad promedio. Este es un problema más relajado pero con la ventaja de ser convexo.

Reference (optional)

1. Heiko Wagner and Alois Kneip. (2019). Nonparametric registration to low-dimensional function spaces. *Computational Statistics & Data Analysis*, (138), 49-63.