

大規模空間データに対する Linear Projection を用いた 多重解像度近似

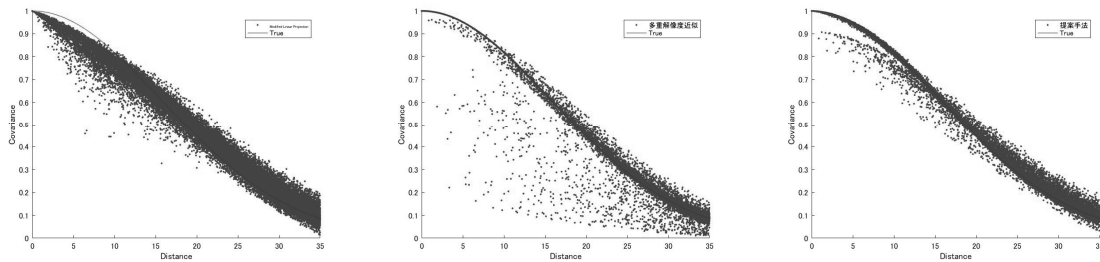
関東学院大学 経済学部 平野 敏弘

1 はじめに

全球測位衛星システム (Global Navigation Satellite System, GNSS) などの発展により, センサーを通じて位置情報を伴う大規模な空間データが観測されている. しかし, 空間データに対して最尤法, クリギングなどの統計解析手法を適用した場合, 計算過程で現れる共分散行列の逆行列に関する計算量は, サンプルサイズが n の場合 $O(n^3)$ となるため, n が大きい大規模空間データに対して計算コストは非常に大きくなる. この問題に対処するために Banerjee, Dunson, and Tokdar (2013) は Linear Projection という手法を提案した. これは, 正規確率場をサンプル数より低い次元の空間へ射影することで, 真の共分散関数を非定常共分散関数で近似し, 共分散行列の逆行列に関する計算を高速化する手法である. さらに, Hirano (2017) では, Linear Projection をコンパクトな台を持つ相関関数で補正した Modified Linear Projection を提案し, シミュレーションを通じて推定・予測精度の向上を確認した. しかし, 図 1(a) にあるように真の共分散関数の原点付近での変化が小さい場合, Modified Linear Projection の近似精度は悪くなる傾向にある.

2 多重解像度近似における Linear Projection の導入

Modified Linear Projection を改良するために, 本発表では Katzfuss (2017) で提案された多重解像度近似に Linear Projection を導入し, 真の共分散関数に対する近似精度の向上と推定精度の改善を行う. 提案手法は, 多重解像度近似の一部を一般化すると共に, Modified Linear Projection の解像度を増大させる形で拡張していると見なせる. また, 図 1(c) において, 図 1(a)・(b) と比較すると, 提案手法は Modified Linear Projection や多重解像度近似の真の共分散関数に対する近似精度を改善しているとわかる. 提案手法の詳細と数値実験の結果については当日報告する.



(a) Modified Linear Projection (近似誤差: 10.49) (b) 多重解像度近似 (近似誤差: 6.83) (c) 提案手法 (近似誤差: 5.37)

図 1: ガウス型共分散関数 ($v_0(h) = \exp(-0.002h^2)$) に対する各近似手法の比較

参考文献

- Banerjee, A., D. B. Dunson, and S. T. Tokdar (2013). Efficient gaussian process regression for large datasets. *Biometrika* 100, 75–89.
- Hirano, T. (2017). Modified linear projection for large spatial datasets. *Communications in Statistics - Simulation and Computation* 46, 870–889.
- Katzfuss, M. (2017). A multi-resolution approximation for massive spatial datasets. *Journal of the American Statistical Association* 112, 201–214.