

クリギング法のための非凸最適化に基づく観測点選択

Selection of observation points in kriging based on non-convex programming

*石川 大智¹、加納 将行²、長尾 大道^{1,2}*Daichi Ishikawa¹, Masayuki Kano², Hiromichi Nagao^{1,2}

1.東京大学大学院情報理工学系研究科、2.東京大学地震研究所

1.Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo, 2.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

空間内の各点に定まる確率変数に対して、観測値から空間補間を行う手法の一つとしてクリギング法 (Matheron, 1963) が挙げられる。クリギング法では、確率変数の空間共分散の構造を決めているセミバリオグラム関数の推定を行なったあと、推定値が最良線形不偏予測量となるようにセミバリオグラムと観測値から定まる線形方程式を解くという手続きで行われる。クリギング法は幅広い分野にわたり標準的な空間補間手法として用いられており、その応用例は日射量予測 (Alsamamra et al., 2009等)、ラドン含有量予測 (Zhu et al., 1996等)、集積回路の性能予測 (Velten et al., 2012等) など多岐にわたる。

クリギング法では推定点に対して全ての観測値を用いるため、地震被害の応急評価のように多数の推定点に対する推定を即座に行う必要がある場合には、推定精度に対して要する計算量が大きくなるという問題点がある。この問題を解決する為に、Yang et al., 2014ではクリギング法とleast absolute shrinkage and selection operator (lasso) を組み合わせることを提案した。しかし、クリギング法において凸正則化項を導入しても、推定量が不偏性を持つという制約条件の為に、変数選択に寄与しない。そこで、本研究では、クリギング法における観測点選択を非凸最適化に基づいて行うことを提案する。

本研究で取り上げる非凸最適化問題は、制約領域が超平面であり、目的関数が2次形式と非凸正則化項の和で表される。その非凸正則化項とは、Lou et al. (2015)によって提案されたL1-L2正則化項を導入した問題やGotoh et al. (2015)によってL0制約付き問題と同等であることが指摘されたL1-largest-K正則化項である。この形の最適化問題はDC計画問題というクラスに属しており、制約領域が凸集合であり、目的関数が2つの凸関数の差の形で表すことができる。そして、それらはDC計画問題に対する汎用解法の一つとして知られているTao (1986)によって提案されたDCアルゴリズムを用いて近似解を得ることが出来る。

数値実験により、クリギング法においてlassoでは変数選択ができない場合でも、L1-L2正則化項やL1-largest-K正則化項では変数選択が行えることを確認した。

キーワード：クリギング法、DC計画法、観測点選択

Keywords: Kriging, DC Programming, Selection of observation points