

行列のグレースケール画像を用いた
BiCG 法の収束予測
Predicting the Convergence of the BiCG Method
from Grayscale Matrix Images

学籍番号：201821611

氏名：太田 凌

Ryo OTA

数値シミュレーションを用いた自然現象や工学現象の解析では、多くの問題が大規模疎行列を係数に持つ線形方程式に帰着される。求解には主に反復解法が用いられ、中でも係数行列が非対称な場合、BiCG 法は幅広く使われる解法となっている。しかし、BiCG 法と行列の組み合わせで方程式が解けるか否かは計算を実行せねば分からない。そのため、事前に BiCG 法が収束するか否かがおおよそ予測できれば、他の解法と行列の組みあわせを選択することができる。

近年、機械学習における技術の進展は目覚ましく、様々な分野で画像認識等が応用されている。本研究では、収束結果を予測する手段として、機械学習によるパターン認識を用いた。数値から構成される行列を画像化し、収束 / 非収束を情報として与えれば、行列と適切な解法の組みあわせに関する問題が画像認識の問題として定式化できると考えた。本研究では SuiteSparse Matrix Collection に格納されている実非対称行列 982 個のなかから、875 個を選択し、BiCG 法で方程式を解いたところ、収束する行列 235 個、非収束の行列 640 個となった。それらを絶対値の大小関係と行列内での値の位置を反映した画像へと変換することで、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を用いて非対称行列と BiCG 法の収束 / 非収束の関係を予測できるかを評価した。行列の次数は 5 から 445315、非零要素の占める割合は 0.0000060% から 76% までである。カラー画像と比較してグレースケール画像は分類が容易であるという点、また、収束予測に適した画像サイズを調べるため、本研究では、256 階調のグレースケール画像を用いて、サイズを 28×28 pixel, 56×56 pixel, 112×112 pixel, 224×224 pixel の 4 通りで実行した。行列をグレースケール画像へと変換する手法として、SuiteSparse Matrix Collection から利用可能なソフトウェア SuiteSparse を応用した SuiteSparse 法とシグモイド関数を利用した sigmoid 法を用いた。また、行列をスケーリングしたのちに、2 つの手法を用いて画像へと変換し、収束結果を予測することも行った。

5-fold cross validation の結果、画像サイズを 28×28 pixel にした場合、Average accuracy が、SuiteSparse 法で 86.1%、sigmoid 法で 84.1%、スケーリング後では SuiteSparse 法で 84.0%、sigmoid 法で 81.6% となった。また、画像サイズを大きくするにつれて正答率が 3~4% ほど減少していくことが確認された。今後の課題として、BiCG 法以外の反復解法での実験が挙げられる。

研究指導教員：宇陀 則彦

副研究指導教員：松本 紳