

非負値行列分解を用いた手書き数字画像の次元圧縮

龍谷大学 理工学部 数理情報学科

T130018 岡 彩織

指導教員 佐野 彰

概要

実世界では、画素値やパワースペクトルなどは非負値のみからなるデータが多く、これらは非負値行列によって表現することが可能である。近年、このような要素の非負値性を利用した非負値行列分解と呼ばれる手法が、音源や画像データの解析に用いられている。非負値行列分解とは、要素が非負値であるベクトルを並べた非負値行列を、2つの非負値行列の積に分解することをいう。非負値行列分解で得られる2つの行列は、データを構成する成分を表す基底ベクトルを並べた基底行列と、その成分がどのくらいの重みで構成されるかを表す重み係数を行列要素にした重み行列である。基底数は、分解を行う前に解析者が決めておくもので、分解前の行列を最も良く再現できる基底と重み係数を調べるのが目的である。非負値行列分解を行うと、分解前の行列と分解してできた2つの非負値行列の積には誤差が発生する。非負値行列分解では行列間の距離を定義し、この誤差を最小化するような行列要素を決定することになる。

本研究では、非負値行列分解の特性を調べるために4つのポイントに注目して、非負値行列分解の性質を調べた。1つ目は初期行列への依存性である。非負値行列分解は、与えられた初期行列に大きく依存せず、ほぼ同じ行列に分解することがわかった。2つ目は、行列のサイズと時間の関係である。行列サイズを大きくしていくに従い、誤差の収束に必要な時間が少しずつ増えるが、それ以上に、初期値が収束時間を大きく左右することがわかった。3つ目は、圧縮する次元と近似精度である。基底数を変えて分解を行ったが、基底数が多いほど誤差は小さくなった。しかし、基底数が少ない分解では大きな誤差が出てしまったので、低い次元での圧縮は難しいとわかった。4つ目として、行列要素に0を増やしたときの近似精度を調べた。0成分を多くもつ行列では、基底として扱える行列要素が減ってしまい、基底数が多くても近似精度は悪くなることがわかった。

これらの結果を踏まえて、手書き数字の画像データで非負値行列分解を行った。しかし、手書き数字の画像データには0要素が多く含まれているため、基底数が多い分解でも誤差が大きくなってしまった。その改善策として、画像データのすべての要素に一時的に定数を加えて、0要素を無くし、非負値行列分解を行うことを試みた。結果として、この方法によって元データの半分程度の基底数でも、元の画像に近い形で再構成できることがわかった。このとき得られる基底は、手書き数字のデータ画像において、同じ領域で同等の濃さをもつ成分が共通部分として得られていることがわかった。しかし、基底数が極端に少ない分解では、数字同士の共通部分をとることが難しくなるため、再構成された画像を見ても数字を判別することはできなかった。また、実験結果から、元の数字が判別できるような分解が得られる次元の限界は、元の画像がもつ次元の半分以上になるあたりだとわかった。