

Bilateral Random Projection を用いた スパース符号化のための辞書学習手法 K-BRP 法の提案

山越 俊範

近年、機械学習の分野でスパースコーディングという手法が注目を浴びている。これは人間の脳で行われている情報処理をもとに考え出された手法で、入力信号にあたる行列をほとんどが零要素であるベクトルからなる冗長な集合（フレーム）によって表現することであり、情報圧縮やノイズの除去など様々な分野で応用されている。このスパースコーディングにはもとの入力画像をどのようにスパース化を行うのかを決める辞書の生成が重要とされており、この辞書学習は機械学習の分野で K-SVD 法など様々な手法が提案され、高速化及び精度の向上が図られている。

一般に辞書学習は、学習データとなる行列サイズに依存し、巨大な行列を学習データとした場合、多くの計算時間を要する。本論文では、大きな行列の例として動画を用いて、辞書学習手法として提案されている K-SVD 法のさらなる高速化及び精度向上を目的とした。

その中で K-SVD の高速化及び精度向上に BRP(Bilateral Random Projection)を用いた K-BRP 法を提案する。この手法は、K-SVD で行われる SVD(Singular Value Decomposition)による低ランク近似を BRP による低ランク近似に置き換える。SVD による低ランク近似は様々な方法で高速化が提案されているが、一般に SVD の計算時間としては $m \gg n$ の $m \times n$ の行列 X において $O(mn^2)$ が必要とされる。一方、BRP は確率的なアルゴリズムであるが、その低ランク近似は $\text{rank} \tilde{X} = r$ への射影に $O(r^2(2n+r) + mnr)$ の計算時間で済むため、高速化が見込まれる。

そこで本研究では、実験を通して K-SVD 法と K-BRP 法を比較し、K-BRP の有用性について議論を行う。実験として、実行時間と生成される辞書の精度の二点を中心として、K-SVD と K-BRP の実行時間及び誤差の比較、関数単体として SVD 及び BRP の実行時間の比較を行った。また、さらなる辞書精度の向上を目的として BRP の精度向上法として提案されている closed form の形式で実験を行った。

今回の実験の結果として K-BRP 法は K-SVD の高速化及び精度向上を達成するという結果になった。しかしながら、実験に用いた行列を動画に限定して行っているため、さらなる研究として多様なデータに関して実験を行う必要性があると考えられる。また、一方で closed form と同様に BRP の精度向上法として提案されている power scheme の導入がなされていない点、K-SVD の重要な構成要素として用いられる OMP(Orthogonal Matching Pursuit)法の改善と高速化、精度向上の余地は多く残されており、今後更なる研究が必要になると考えられる。

(指導教員 手塚太郎)