

近似計算を導入した光線形識別器と応用

Optical Linear Classifier with Approximation Calculation

○池田 佳奈美¹、谷口 泰史¹、渡邊 恵理子¹(電通大)

○Kanami Ikeda¹, Yasufumi Taniguchi¹ and Eriko Watanabe¹ (1. Univ. of Electro-Communications)

E-mail: farco@fourier.ghrdp.uec.ac.jp

1. はじめに

2次元データのフーリエ変換などの特定の演算は光を用いることで高速に取り扱うことが可能である。我々は、画像認識への応用に向けて、ホログラフィックメモリを利用した光相関器を構築し 80 Gbps 相当での転送速度を実証[1]、現在 1 Tbps 相当に向けての研究開発を行っている。画像認識システムにおいて、高速化を実現するには、特徴抽出過程と識別過程のそれぞれを高速化する必要がある。特に大量データベースを対象としたり、高速に動く物体を検出・解析して何らかの処理を行うなどの応用に利用したりする場合、識別過程の高速化が重要となる。ここで、識別過程に頻繁に利用される線形 Support vector machine (SVM) を例にとると、内積演算にかかる計算コストが高いため、CPU での計算速度が速いポップカウントなどを利用する、または FPGA で高速化するなどの研究が行われてきた[2]。

本研究では、光相関器を線形 SVM に適用するためのデータ処理手法、Binarized histogram of oriented gradients (B-HOG) 特徴量[3]と組み合わせた物体検出システムを提案し、光相関実験により有効性を確認する。

2. バイナリ分解を導入した光線形識別器

2.1. 光相関システム

通常デジタルコンピュータによる演算では、照合のデータベースサイズが 1 次記憶装置のメモリサイズを超えると、その速度が 2 次記憶装置のバンド幅に依存してしまう。一方で、光相関器は、入力画像とあらかじめホログラフィック光ディスクに記録してあるデータとの照合がバンド幅 100 Gbps 以上で実行可能である。2 値データのデータベースをホログラム記録し、2 値データを入力すると 2 つの行列の相関が光強度として得られる。得られる光強度は、光相関演算補正項を付加する必要があるものの、演算の線形性が保たれることを実験的に確認している[4]。

このように、現状の光相関器では 2 値データを対象としており(空間光変調器も 2 値デバイス)、通常の識別関数に利用するには不適であ

った。そこで本研究では、重みベクトルを 2 値ベクトルと実数係数の積で近似し、ベクトルをホログラムに記録し、バイナリの特徴データ入力を行う前処理を導入し、光相関器を利用した線形識別器を検証した。

2.2. 線形 SVM の近似表現

SVM の識別関数 $f(\mathbf{x}) = \boldsymbol{\omega}^T \mathbf{x}$ は、重みベクトルをバイナリ分解することにより、 $f(\mathbf{x}) \cong \sum_{i=1}^N \beta_i \mathbf{b}_i^T \mathbf{x}$ と、バイナリ基底との内積演算と実数係数の積で近似できる。このように近似計算を適用し、データをバイナリ分解することによって、現状の光相関デバイスの構造を変更せずに多様な入力データへの適用が可能となる。

3. 実験

B-HOG 特徴量と学習、テストデータともに INRIA Person dataset を用いて基礎実験を行った。図 1 の赤がポジティブサンプル、青がネガティブサンプルを表しており、光相関による識別実現可能性を示す良好な結果を得た。

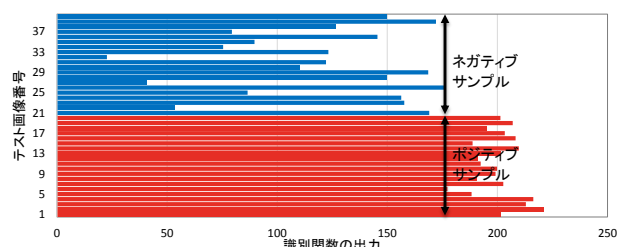


図 1. B-HOG 実験結果。

4. まとめ

従来の特定の画像の一致のみに留まっていた光相関器の用途を、バイナリ分解を導入することで線形 SVM による識別器として利用可能であることを実験により実証した。今後、Exemplar-SVM[5]などに適用していく。

謝辞：本研究は「総務省戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE)」の一環より行なった。

参考文献

- [1] K. Ikeda, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 54 09ME02 (2015).
- [2] M. Hahnle, et al., CVPR2013, 629 (2013).
- [3] Y. Yamauchi, et al., CVIM-182 (2012).
- [4] K. Ikeda, et al., IWH2015, Tu3-7 (2015).
- [5] T. Malisiewicz, et al., ICCV, 89 (2011).