

サポートベクターマシンを応用した不良品検出の基礎実験

永田研究室 F115095 御手洗 和輝

1. 目的

サポートベクターマシン(SVM)は優れたパターン認識器であり、2クラスの分類が可能である。パターン認識とはいくつかのカテゴリからなる対象をそれが属するクラスに分類することをいう。SVMはこれまでに提案されてきた多くの手法の中でも最も認識性能の優れた学習モデルの一つであると考えられている。本研究では、製造ラインなどで発生する亀裂やバリ現象などの欠陥をより高い認識率で不良品と検出できるようなSVMの設計を試み、評価する。このSVMは樹脂成形品の良品だけを学習させる1クラスの教師なし学習により訓練する。

2. 研究内容

研究室で開発中の畳み込みニューラルネットワーク(DCNN)設計ツールを用いて自作した7つのカテゴリ分けが可能な15層からなるsssNetと、2012年に画像認識コンテストILSVRCで優勝した25層からなるAlexNetを特徴抽出器として用いる。sssNetは、良品と6種類の不良品(突起、欠け、クラック、バリ、スポット、亀裂)のグレイ階調画像(200×200ピクセル)をそれぞれ10,000枚ずつ用意し、7カテゴリの訓練用データとしてDCNNに学習させて、学習された重みをファイルに保存したものである。このsssNetとAlexNetを特徴抽出器として用いて2つのSVMをそれぞれ学習させた。これは良品の画像だけを用いる1クラスの教師なし学習である。学習により、次式のような2クラスを最大マージンで分類するSVMである最適超平面 $f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^N \alpha_i G(\mathbf{x}_i^*, \mathbf{x}) + b$ が決定される。ここで G はガウシアンカーネル関数、 N はサポートベクタの数、 α_i はラグランジュ係数、 \mathbf{x}_i^* はサポートベクタ、 b はバイアスである。この式の符号により、入力である特徴ベクトル \mathbf{x} がどちらのクラスに分類されるかを判別する。Fig. 1のように最適超平面は、正(+)のサポートベクタと負(-)のサポートベクタとの間の距離であるマージンが最大となる超平面である。実験では、未学習の画像を用いてこれら2つのSVMの性能を評価した。

3. 結果

sssNetにより学習させたSVMとAlexNetにより学習させたSVMを用いて、6カテゴリの不良品それぞれ10,000枚を未学習のテストデータとして比較評価を行った。その結果、どちらも6カテゴリすべて95%以上の認識率で分類できた。これにより、高い精度で不良品は不良品として分別できることが分かったが、良品の分別実験では、良品を不良品として誤認識してしまうことが多く発生した。誤認識の原因としては、トレーニングに良品しか学習させていないため回転などの特徴を加えた良品などは良品として判断しきれず、不良品と誤認識されたと考えられる。

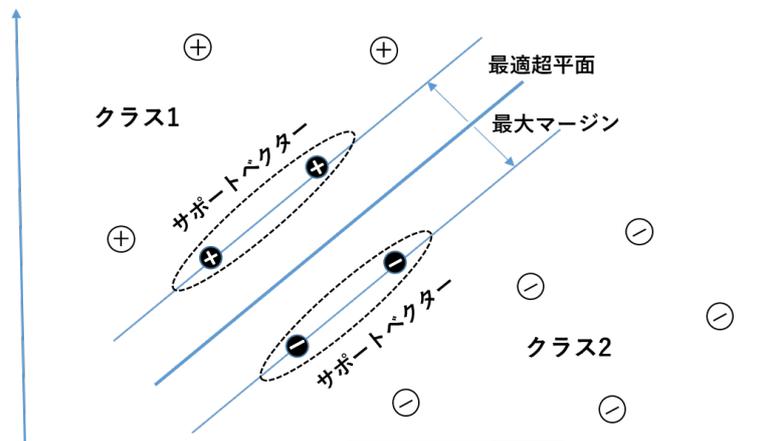


Fig. 1 2次元平面における線形識別器(SVM)による最適超平面のイメージ図