

3D CNN を用いたベルトコンベア上のワークの速度検出

永田研究室 F119041 寺崎大貴

1. 目的

従来の産業ロボットでは、決められた動きのみを繰り返し動く教示再生法が主流であり、自動化ラインを流れるワークの固定位置、把持位置、向きなどが不確かな場合、人間が関与しなければ対応することが出来ない場合が多い。最近では、クリアランスの少ない細かなパーツのはめ合い作業などこれまでロボットにはできず人手に頼っていた作業をより細分化し、複数の小型ロボットを使って器用に行わせたいというニーズが高められており、ロボットと画像処理を組み合わせることで生産性が大幅に向上されることが期待される。本研究では、オープンアーキテクチャ型の小型ロボットである DOBOT Magician に接続されたベルトコンベア上を流れるワークをカメラで認識し、3D CNN (Convolutional Neural Network) を用いてオンラインでの速度検出を試みたので報告する。

2. 研究内容

まず、ベルトコンベアの速度パラメータを 2000, 4000, 6000, 8000, 10000, 12000, 14000, 16000 [pulse/s] のように変化させて、移動するワークが常にカメラの中に映るようにそれぞれ 120 秒撮影した動画 (.mov) を保存する。このとき、オリジナルでは 1080×1920 であった解像度を 108×192 にダウンサイジングする。それぞれの速度パラメータで保存した動画から、指定したフレーム数で抽出した 3D ボリュームを複数生成されることで、3D CNN の訓練時に教師データとして利用することができる。実験では指定フレーム数として 10, 20, および 30 フレームから構成される 3D ボリュームをそれぞれ生成させる。このとき、2, 4 あるいは 6 フレームずつスキップさせながら 1 枚のフレームを抽出し、指定フレーム数を確保することで一つの 3D ボリュームを作成する。図 1 にはスキップ機能を使用していないときと 2 フレームスキップを適用したときの抽出方法の違いを示す。次に、出力が回帰層の 3D CNN を設計し、これらの訓練用 3D ボリュームを用いて学習を行う。学習後の 3D CNN を用いて、ベルトコンベア上を流れるワークを Web カメラで撮影し、オンラインでの速度検出を行う。なお、汎化性能を評価するためにベルトコンベアの速度パラメータを 1000, 3000, 5000, 7000, 9000, 11000, 13000, 15000 [pulse/s] のように変化させてワークが移動する動画を撮影し、テスト用の 3D ボリュームを作成する。

3. 結果

スキップ機能を用いずに生成した 3D ボリュームで学習した 3D CNN にテスト動画を与えた際、低い速度から高い速度まで実測値に近い値を出力することが出来ていたが、Web カメラを通してオンラインで速度検出を行った際には誤差が大きく表れる結果となった。次に、スキップ機能を用いた 3D ボリュームで学習させた場合に Web カメラを通してオンラインで速度検出を行った結果を図 2 に示す。スキップ機能を用いることで低速域の速度検出でも実測値に近い値を出力することができた。相対誤差 [(出力値-理論値)÷理論値] を求めると、2, 4, 6 のフレームスキップでそれぞれ 1.01, 0.44, 0.49 であったため、今回のオンライン計測の実験では、4 フレームスキップで抽出した 3D ボリュームを 3D CNN に入力し、速度検出することが望ましいと言える。なお、6 skip で 10 フレーム抽出すると 2.3 秒ほどの処理時間を要し、高速域の速度を検出する場合には画像フレームからワークが飛び出てしまう問題があったため、今後はより高速なカメラをロボットアームに取り付け、リアルタイム性を高めていきたい。

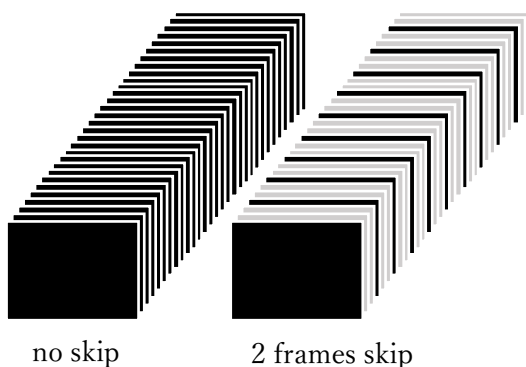


Fig. 1 How to extract frames from a movie.

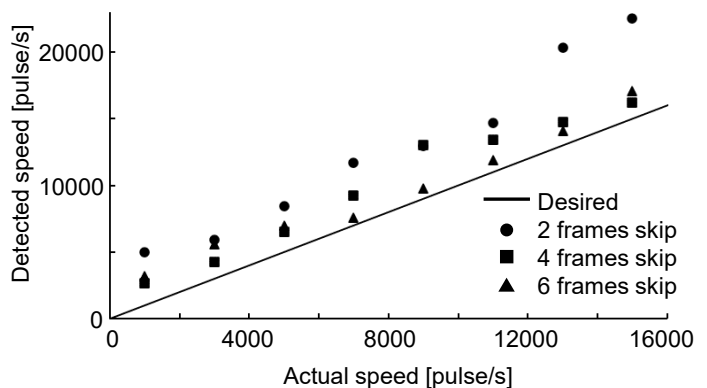


Fig. 2 Comparison of detected speed accuracy.