

画像認識技術を活用した作業者動作と製品状態に基づく自動作業推定手法

Automated Work Progress Estimation Method Based on Information on Workers' Movements and Product Status Using Image Recognition Technology

作業者の動き・位置，製品の位置・角度・状態，及び作業位置を組み合わせることで，高精度かつ詳細に作業を推定

作業の進捗状況を自動で把握することを目的として，組立工程における作業者の動きや位置情報から作業内容を特定する仕組み⁽¹⁾を構築してきました。しかし，セル生産方式のように作業者の作業位置の変化が小さい組立工程では，取得した作業者の動きや位置情報に特徴的な差異が現れず，作業内容を特定することが難しいことが問題となっていました。

そこで東芝は，作業者の動き・位置情報と，製品の位置・角度・状態，更に製品に対する両手の作業位置を推定した情報を組み合わせることで，作業内容を特定し高精度かつ詳細に作業を推定する手法を開発しました。

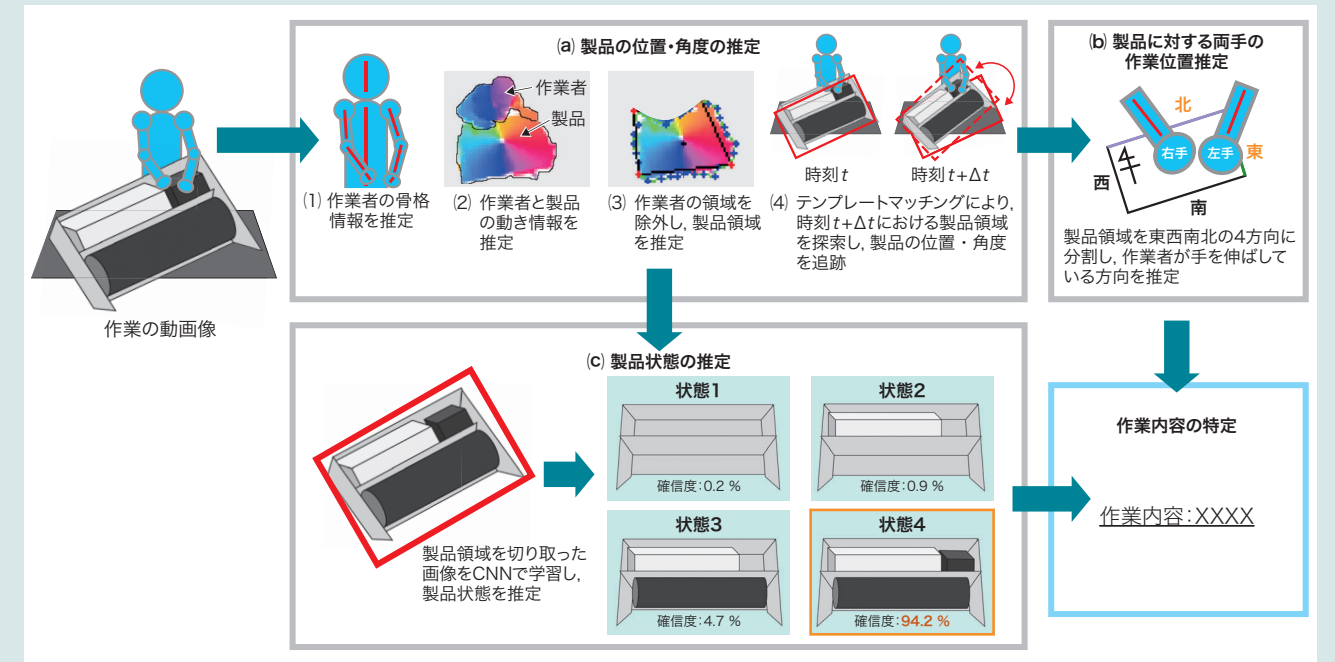


図1. 画像認識技術を活用した作業内容の特定手順

作業の動画画像から，製品の位置・角度・状態，及び製品に対する両手の作業位置を推定し，作業内容を特定します。

はじめに

AI・IoT (Internet of Things) 技術の発展に伴い，製造現場の情報を自動的に取得・分析するスマートファクトリー化が進んでいます。しかし，製造現場における作業の進捗状況は自動で把握できないケースが多く，人手による情報入力が必要とするため，作業性や生産性を低下させるリスクがありました。

東芝は，作業の進捗状況を自動で把握することを目的に，組立工程における作業者の動きや位置情報から，作業内容を特定する仕組みを構築してきました。しかし，セル生産方式のように作業者の作業位置変化が小さい組立工程を対象にした場合，取得した作業者の動きや位置情報に特徴的な差異が現れず，作業内容を特定できないことが問題となっていました。

そこで，作業者に加えて，時間の経過とともに外観が変化する作業対象の製品に注目しました。作業者の動き・位置情報と，製品の位置・角度・状態に，更に製品に対する両手の作業位置を推定した情報を組み合わせることで，作業内容を特定し高精度かつ詳細に作業を推定する手法を開発しました。

製品の位置・角度，及び製品に対する両手作業位置の推定

作業を撮影した動画画像から，製品の位置・角度及び製

品に対する両手の作業位置を推定する手順を，図1(a)，(b)に示します。大まかには，動画画像から作業者と製品の動きの方向や量を計算し，その結果から作業者の動き情報を差し引いたものを製品領域として推定します。そして，推定した製品領域を基に次の時刻における製品領域を探索し，製品の位置・角度がどのように変化しているかを追跡します。

具体的には，まず製品の位置・角度の推定処理は，以下の流れで実施します(図1(a))。

- (1) 時刻 t の作業画像から，作業者の動き・位置情報を推定
- (2) 時刻 t と，微小時間 Δt 経過後の時刻 $t + \Delta t$ を比較し，動画画像から全体(作業者と製品)の動き情報を推定
- (3) 推定済みの作業者の情報を利用して，全体の動き情報から作業者に関連する動きを除外し，時刻 t における製品領域を推定
- (4) 推定した時刻 t における製品領域をテンプレートとして，時刻 $t + \Delta t$ の画像における製品領域を探索し，製品の位置・角度を追跡

次に，製品に対する両手作業位置の推定には，推定した製品領域の位置・角度と作業者の動き・位置情報を用います(図1(b))。製品領域を東西南北の4方向に分割し，作業者が両手を伸ばしている方向が製品に対してどの方向に位置しているかを推定します。

製品状態の推定

製品として推定した領域を画像として切り出し，その切り出した画像に深層学習を適用し，製品の状態を推定する技術を開発しました(図1(c))。製品の領域を切り出した画像を用いることで，作業者や周りの工具・治具といった製品状態に関係しない情報を排除し，製品状態を特定するために必要な情報だけを使用できます。また，製品の組立開始から終了までの状態推移を適切な状態に区切り，それぞれの画像をCNN (Convolutional Neural Network) に学習させます。画像の学習に際しては，回転・拡大・縮小などの前処理を加え，学習枚数の水増しを実施しています。結果として，撮影したそのままの画像よりも，製品として推定した領域を切り出した画像を用いた方が，製品状態の推定精度が約10%向上することを確認しました。

作業内容の特定評価

作業者の動き・位置情報，製品の位置・角度・状態，及び作業者の製品に対する両手作業位置の情報を組み合わせることで作業内容を特定し，その結果を評価しました。評価は，10段階以上の組立作業から構成される組立工程を対象に行いました。作業の動画画像を複数サイクル撮影し，その動画画像の作業内容を正しく特定できている画像の枚数を評価したところ，特定精度は平均90%であることを確認

しました。作業者の動き・位置の情報からだけでは区別できない作業内容に対しても，どんな製品状態で，製品のどの部分で作業しているのか，などの情報を組み合わせることで，作業内容を特定することが可能になりました。

今後の展望

今後は，東芝グループの製造拠点で，構築した作業推定手法の試験導入を進めていきます。今回開発した技術を適用することで，組立工程において高精度かつ詳細に作業を推定することが可能になります。また，作業の推定結果に基づいて作業時間や完成台数を測定することで，作業の遅れや異常を検知して作業者・管理者にフィードバックする作業進捗管理の仕組み構築にも取り組んでいきます。

文献

- (1) 浪岡保男，前川卓也，製造現場でのモノづくりCPSの構築に寄与する作業情報の自動抽出手法，東芝レビュー，2021，76，1，p.28-31。<<https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/jp/technology/corporate/review/2021/01/a08.pdf>>。(参照 2022-01-07)。

大島 宏友

生産技術センター 業務プロセス変革推進領域 グローバルモノづくり変革推進部 日本機械学会会員