

映像解析を用いて自動化した 作業者の生産性評価技術

Technique to Automatically Evaluate Productivity of Workers by Means of Image Analysis

映像から作業者の動きや姿勢を自動的に分析することで、 製造現場の効率的な生産性評価を実現

製造現場では、生産性の向上を実現するために、作業者の動きや姿勢を分析して生産性評価を行っています。従来は、分析手法を習得した分析者が作業者を目視で分析することが一般的でしたが、観測タイミングでしか作業を分析できない、分析者のスキルによって分析結果にばらつきが生じるなどの問題がありました。

東芝は、作業者に負担を掛けずに継続的に映像を取得可能な定点カメラに注目し、映像解析を用いて作業者の動きや姿勢を自動的に分析して生産性を評価する技術を開発しました。

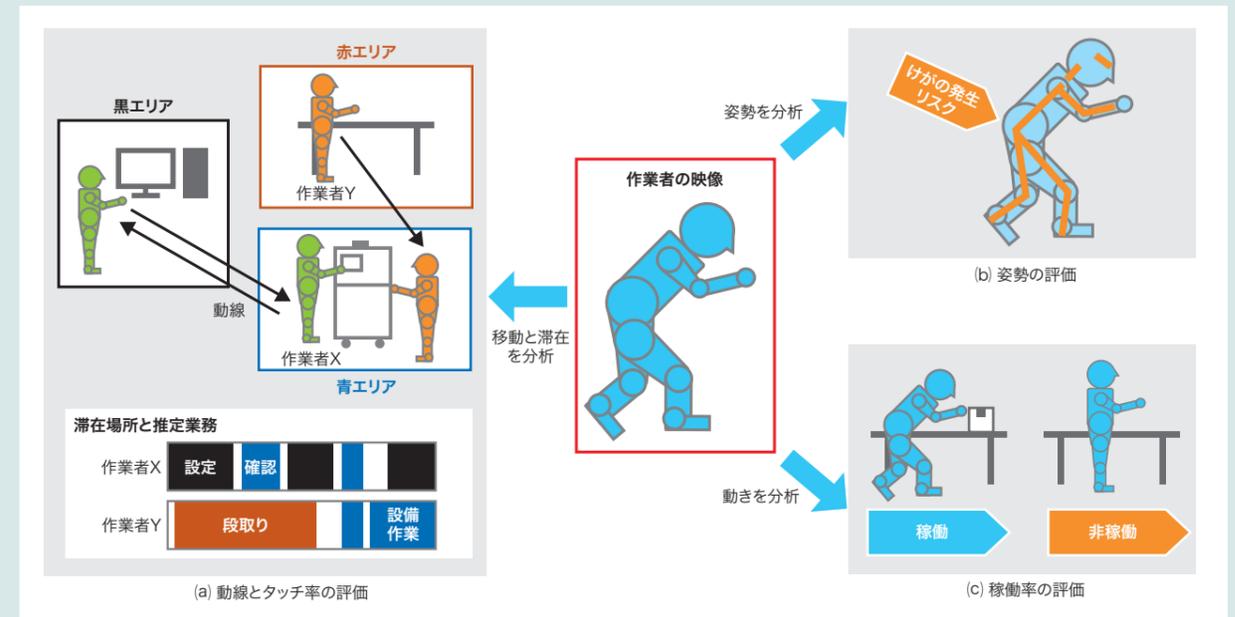


図1. 映像解析に基づいた三つの生産性評価指標

作業者の映像から、動線とタッチ率、姿勢、及び稼働率を自動的に分析して、製造現場の生産性を評価する技術を開発しました。

はじめに

東芝グループの製造拠点では、生産性の向上を実現するために、IE (Industrial Engineering: 生産工学) による手法を用いて作業者の動きや姿勢を分析し、生産性の評価を行っています。しかし、従来の目視による分析には、以下の問題がありました。

- (1) 観測タイミングでしか、作業を分析できない。
- (2) 分析者のスキルによって、分析結果に差が出る。
- (3) 分析者に見られていることで作業者が緊張し、いつもの動きができない。

更に、東芝グループが注力する社会インフラ製品は、生産に数日から数か月を要することもあるため、次の点も問題でした。

- (4) 長期間にわたる全工程の観測が難しい。

これらの問題を解決するには、作業者を長期間にわたって常時観測し、分析者のスキルに依存せずに自動的に分析を行うことが必要になります。

そこで、東芝は、作業者に機器装着などの負担を掛けることなく、継続的に映像を取得できる定点カメラに注目しました。取得した作業者の映像を解析することで、①動線と業務別の従事時間(タッチ率)、②姿勢、及び③稼働判定(稼働率)の三つの指標で、生産性を評価する技術を開発しました。

動線とタッチ率の評価

映像から作業者の位置を判定し、作業者がどこからどこへ移動しているかの動線をトレースする技術を開発しました。これにより、作業者の無駄な移動を抽出でき、より効率的な工程の組み合わせを判断できます。

作業者の動線に加え、作業者が滞在している場所を判別することで、推定されるタッチ率を評価する技術も開発しました(図1(a))。組み立てや、検査、運搬などの作業者の業務区分と、倉庫や、組み立て、部品加工などのエリア区分を組み合わせることで、“組立作業者が、組み立ての段取り作業を実施している”など細分化された業務の推定が可能になります。

様々な業務の推定精度を上げるには、作業者の位置を正確に把握する必要があります。しかし、製造現場では台車などが障害物となって作業者の全身がカメラに映らないことや、2次元映像には位置の奥行きや高さの情報が含まれていないことから、高所作業をしている作業者が実際とは異なる位置にいと判断されるケースがありました。

このため、映像を区画に分割して高所などの情報を付与し、更に映像から作業者の骨格を推定して爪先位置を推定することで、作業者の立ち位置を正確に割り出す技術を開発しました。これにより、作業者が障害物に遮られていたり高所で作業をしていたりする場合でも、位置を正確に把握で

き、業務の推定精度が向上しました。

姿勢の評価

映像から推定した骨格情報から作業者の“ムリ”な姿勢を抽出し、けがの発生リスクを評価する技術を開発しました(図1(b))。具体的には、腕、腰、及び脚の位置からムリな姿勢を判定する簡易評価と、全身姿勢からけがの発生リスクを定量化するOWAS (Ovako Working Posture Analysing System) 法を用いた作業姿勢評価の2種類を組み合わせました。

腰をかかめるなどのムリな姿勢での作業は、作業者の疲労を招いて生産性を低下させ、けがを誘発します。開発した姿勢評価技術を用いることで、ムリな姿勢での作業を見直して作業者の負担を低減したり、けがの発生リスクが高い作業方法を変更して事故を未然に防いだりできます。

稼働率の評価

作業者の映像から、AIにより稼働/非稼働を判定する技術を開発しました(図1(c))。製造現場、特にラインと呼ばれる流れ作業で生産性の課題を抽出するには、作業者の稼働/非稼働の時系列の推移を測定することが有効です。ラインでは、前後の作業工程の進み具合によって前工程から製品が流れてこない、あるいは次工程に製品を渡せないために作業が止まることがあり、この状態が非稼働と定義され

ます。非稼働の間、作業者は静止して待っていることは少なく、工具に触るなど稼働状態と似た動作を行うことが知られています。分析者が目で見えて分析する場合は、作業者の状況を確認して非稼働と判定しますが、AIによる分析では、前後数秒間の映像を用いたり、作業者の顔の向きを推定したりするなど様々な技術を組み合わせることで、分析者による判定結果と90%以上一致する精度を実現しました。

この技術により、複数工程の稼働状態を時系列で分析することが可能となり、稼働率を低下させる要因をより詳細に特定して生産性を向上させることができました。

今後の展望

映像解析を用いて、作業者の動きや姿勢を自動的に分析して生産性を評価する技術を開発しました。今後は、様々な製造現場に適用して生産性の評価から課題の抽出につなげ、東芝グループ製造拠点の生産性の向上を目指していきます。

また、より高度な生産性評価に向け、作業者の動作を詳細に分析できる技術・手法の開発にも取り組んでいきます。

西村 圭介

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