

10. 映像 Video

■ 作業分析技術“骨紋”

Work Analysis Technology "KOTSUMON"

製造現場では、人手作業の生産性を改善するため、作業者一人一人の作業時間を計測することがあり、計測作業の負担が大きい点が課題であった。この課題を解決するため、当社ではカメラ映像から作業時間の計測が可能な作業分析技術“骨紋”を開発した。骨紋は、カメラ映像から抽出した作業者の骨格情報をAIで分析することで作業時間計測や手順の正誤判定を可能にする技術である。

骨紋は次の三つの処理で構成している(図1)。

(1) 学習モデルの構築

学習用の映像から骨格情報を抽出し、その骨格情報を作業手順ごとに学習して学習モデルを構築する。製造現場では、作業手順の単位で作業を分析することが多いため、作業手順ごとに骨格情報を学習し、現在の作業手順を認識する学習モデルを構築する。通常、AIを用いて映像から学習モデルを構築する場合、数千から数万規模の作業シーン映像を必要とするが、骨紋では人の姿勢や動きの特徴を的確に表現する骨格情報を学習することで、10程度の作業シーン映像から学習モデルを構築できる。

(2) 作業手順の認識

分析用の映像から抽出した骨格情報を学習モデルに入力することで、現在作業者が行っている作業手順をAIで認識する。学習モデルの構築時、作業者の体格差を吸収できるように骨格情報を加工して学習しているため、作業手順が同じであれば、学習用と分析用の映像で作業者が異なる場合でも作業手順を認識できる。

(3) 作業時間の計測や作業手順の分析

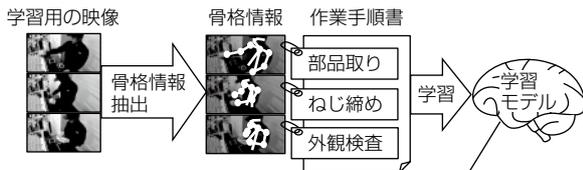
(2)の結果を基に、同一の作業手順が連続した時間の長さから作業時間を計測し、作業手順が一巡するまでの時間の長さからサイクルタイムを計測する。また、AIで認識した作業手順と正しい作業手順を比較することで、手順間違いや手順抜けを検出する。しかし、異なる作業手順でも動作が類似していると、AIが間違った作業手順を認識してしまう場合があり、作業時間の計測精度が低下する。そこで、誤り訂正技術を用いて認識結果を補正する。具体的には、作業手順の順番に整合がとれない箇所を認識誤りとみなし、作業手順の連続性を考慮してもっともらしい作業手順に補正する。これによって、高精度な作業時間計測や作業手順分析が可能になる。

骨紋の有効性を確認するため、セル生産方式の製品組立て工程を模擬した環境でサイクルタイム計測精度を検証した。学習用と分析用の映像で作業者が異なる場合でも分析ができることを確認するために、作業者5人(A~E)について映像を撮影した。作業は九つの手順で構成される製品組立て作業であり、平均的なサイクルタイムは約50秒である。学習モデルは1人分の10サイクルの作業シーン映像で構築した。

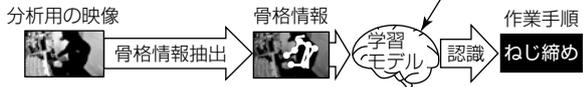
検証の結果、作業時間計測誤差とサイクルタイム計測誤差の平均は1.0秒以下と良好であった(表1)。

この技術を組み込んだ製品の紹介や当社工場での適用事例は、“作業分析技術“骨紋”を活用した作業分析ソフトウェア“WA-SW1000””(24ページ)で述べる。

(1) 学習モデルの構築



(2) 作業手順の認識



(3) 作業時間の計測や作業手順の分析



図1. 骨紋の処理

表1. 検証結果

分析	A	B	C	D	E	平均
学習						
A	0.09 (0.17)	0.34 (0.77)	0.04 (0.07)	0.48 (0.83)	0.92 (2.60)	0.37 (0.89)
B	0.19 (0.40)	0.37 (1.03)	0.10 (0.20)	0.41 (0.60)	0.62 (1.20)	0.34 (0.69)
C	0.09 (0.23)	0.33 (0.87)	0.07 (0.17)	0.69 (0.90)	2.26 (3.73)	0.69 (1.18)
D	0.39 (1.03)	0.48 (1.10)	0.14 (0.17)	0.11 (0.20)	0.83 (2.17)	0.39 (0.93)
E	0.24 (0.50)	0.48 (1.50)	0.19 (0.50)	0.28 (0.53)	0.63 (1.27)	0.36 (0.86)
平均	0.20 (0.47)	0.40 (1.05)	0.11 (0.22)	0.39 (0.61)	1.05 (2.19)	0.43 (0.91)

単位：秒
()内の数値は最大誤差を表す