

AI による画像認識を用いた作業員位置計測（その2）

鹿島建設(株) 正会員 ○片村立太 露木健一郎 大塩 真 北原靖之 後閑淳司 中村泰広

1. はじめに

建設現場における安全管理や施工状況把握のため、作業員の位置をカメラ映像から AI 技術を用いて自動で検出する技術の開発を行っている。作業員の位置を自動的に把握することで、作業員が危険区域に立ち入っていないか、作業員がどのエリアの作業を行っているのか、などを把握することができる。既報¹⁾では AI モデルを用いた作業員位置計測プログラムにより、2 つの方式で作業員位置の推定を行った。その結果、いずれの方式でも、カメラに対して奥行方向の誤差が比較的大きくなることが分かった。本報告では、カメラ奥行方向の誤差を低減する補正手法に関して報告する。

2. 人物検知のための画像認識 AI モデル

本プログラムで使用した画像認識 AI モデルは、既報と同じ FastMOT と ShelfNet である。FastMOT により人物を検出し、画像内で矩形のバウンディングボックスの座標として出力する。ShelfNet は FastMOT で検出された人物の姿勢の推定を行い、人体の各パートを表現する 17 点のキーポイントの座標を出力する。

3. 実座標への変換手法

人物の位置を画素位置から実座標の位置に変換する手法も前稿と同じく、画像内に実座標が既知の参照点を 4 点設けて行った。また人物の代表点も前稿と同じく、①FastMOT により検出された人物のバウンディングボックス下辺の中点 (BB 方式)、②ShelfNet により出力された左右足先のキーポイント 2 点の中点 (KP 方式)、の 2 種類を用いた (図-1)。

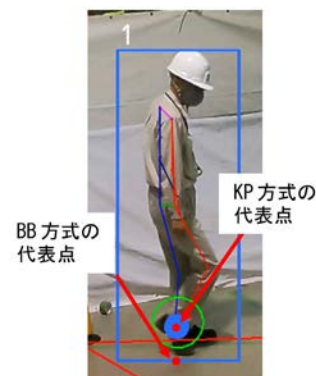


図-1 BB 方式と KP 方式の代表点

4. 位置補正手法

既報の結果では、BB 方式では人物の位置がカメラの奥行方向手前側に、KP 方式では奥側にずれることが確認された。これは、代表点の高さが、人物の中心軸と地面との接地点からずれることが原因で生じている。この代表点の画素上でのずれ量が、検出されるバウンディングボックスの高さに比例すると考えて補正を行った。単位画素の実空間での長さは基本的にカメラからの距離に比例する。また、実空間における代表点の高さ方向の誤差がカメラ奥行方向の誤差に与える影響も、誤差が微小であればカメラからの距離に比例する (図-2)。つまり画素上での高さ方向の誤差が奥行方向の誤差に与える影響は、カメラからの距離の 2 乗にほぼ比例する。そこで、カメラ奥行方向の補正量 y_d を、補正前のカメラ奥行方向の距離を y 、バウンディングボックスの高さ (画素数) を h_b として、下記の式で決定した。

$$y_d = \alpha \cdot h_b \cdot y^2$$

α は補正の係数となるが、高さ方向のずれが AI の推論により生じるものなので、 α に関しては幾何的・光学的に決定することができないため、実験結果からそれぞれ BB 方式、KP 方式に対応する値を決定した。

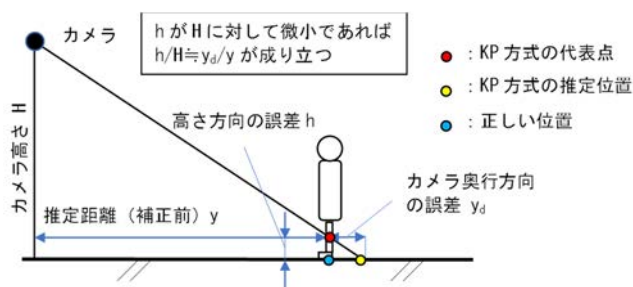


図-2 高さ方向の誤差とカメラ奥行方向の誤差の関係 (KP 方式での例)

キーワード 画像認識, 深層学習, 人体検出

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

5. 位置精度検証実験

実験ケースは前稿と同じく、カメラに対して横 4.6m、奥行 3.5m のエリアで被験者が歩くラインを設定し、そのライン上を歩く様子をカメラ（俯角 27°）で撮影した映像データを用いて解析を行い、設定した歩行ラインと解析結果の被験者位置とのずれを検証した。今回は奥行方向のずれの補正手法の検証が目的であるため、歩行ケースは横方向に歩行したケース（3 ライン）のみを用いた。

6. 検証結果

BB 方式の補正前と補正後の結果を図-3 に、KP 方式の補正前と補正後の結果を図-4 に示す（原点はカメラ位置）。また、実際の歩行ラインと解析結果のずれの最大値および平均値を表-1 に示す。BB 方式ではずれの最大値が補正前は 0.560m であったのに対し、補正後には 0.250m と 50%以下になっている。KP 方式でもずれの最大値が補正前の 0.472m から補正後には 0.284m と 60%程度に大幅に低減されている。ずれの平均値に関しても、両方式とも半分程度に低減されており、補正の効果が確認できる。なお係数 α に関しては、BB 方式で 1.62×10^{-5} 、KP 方式では 0.76×10^{-5} と BB 方式の方が補正量が大きくなっている。

7. まとめ

現場における作業員位置把握を目的として開発している、AI による画像認識を用いた作業員位置計測プログラムにおいて、カメラに対して奥行方向の誤差を補正する手法を考案し、その効果を検証した。人物の代表点の取り方の異なる 2 種類の方式いずれにおいても、補正による効果が確認でき、奥行方向のずれの最大値が、50%~60%程度に減少することが確認できた。今回は、補正の計算に用いる係数 α を実験結果から決定したが、今後は事前実験なしでカメラ条件（カメラの種類、設置俯角等）から決定できる手法を検討していきたい。

謝辞

本稿で紹介した作業員位置計測プログラムは、(株) Lightblue Technology 社のご協力で作成したものであり、ここに感謝いたします。

参考文献

- 1) 片村ら： AI による画像認識を用いた作業員位置計測，土木学会第 77 回年次学術講演集，VI-917，2022。

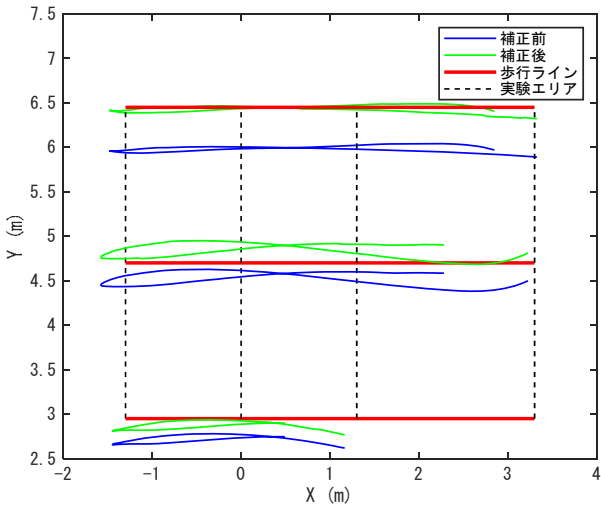


図-3 BB 方式の解析結果

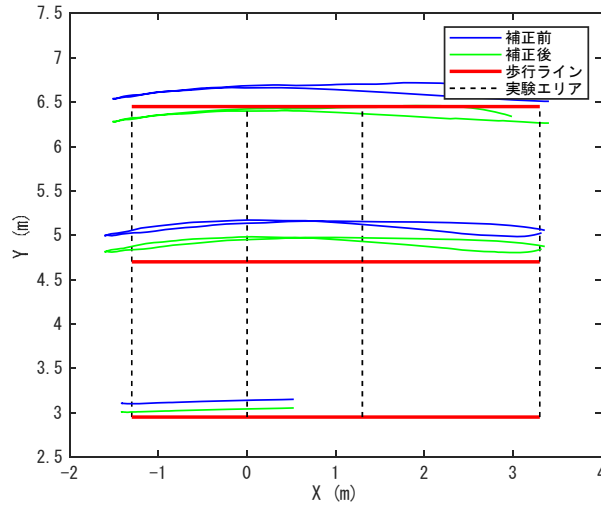


図-4 KP 方式の解析結果

表-1 歩行ラインからのずれの比較

	ライン 番号	ずれの 最大値 (m)		ずれの 平均値 (m)	
		補正前	補正後	補正前	補正後
BB 方式	①	0.332	0.183	0.243	0.095
	②	0.318	0.250	0.184	0.129
	③	0.560	0.128	0.473	0.128
KP 方式	①	0.200	0.103	0.168	0.072
	②	0.472	0.284	0.388	0.202
	③	0.270	0.186	0.169	0.087