

ステレオカメラを用いた作業員の位置検出

佐藤工業 正会員 ○ 森 賢宇*1
佐藤工業 正会員 弘光 太郎*1
佐藤工業 正会員 前田 幸男*1
ミト・アドバンスト・テクノロジーズ 近藤 仁志*2

1. はじめに

近年、ステレオカメラはリアルタイムでの 3D 位置計測，立体物検知，物体追跡が可能なことから，自動車の運転支援，ロボット，ファクトリーオートメーション（FA），セキュリティ対策など様々な分野に活用されている¹⁾．筆者らは同技術をスラブ等のコンクリート打込み作業に導入し，多数いる作業員のうちバイブレータ操作者など複数の特定の作業員のみをトラッキング（追尾）し，作業位置の軌跡を記録する施工管理システムの実験的検討を行った．

ここでは，色付きベストの色で区別される 4 人の作業員をディープラーニングの技法を用いて検知し，ステレオカメラを用いてその位置測定を行った結果について述べる．

2. システム概要

2-1 システムの構成

使用したステレオカメラの画像データが白黒であるため，特定作業員を識別するための色付きベスト（ビブス）の色識別用に別途カラーの単眼カメラを取り付け，3 眼方式とした．単眼カメラによる作業員の検出は，まず，ディープラーニングを用いて人物を検知し，次に，検出した人物が着用している色付きベストの色を特定するという 2 段のネットワークにより構成されている．そして，単眼カメラで識別した作業員（色：作業種別）の画像枠をステレオカメラの画像に重ね合わせることで，対象物体の位置を計測する．

2-2 使用した機器

ステレオカメラは，画像情報を取得する 2 つの CMOS センサで構成されており，その両眼視差を利用して空間把握を実施する．すなわち，撮影した 2 つの画像から特徴点（物体の境界および輝度パターン）を検出し，同一特徴点の視差を利用することで，対象物の 3 次元位置情報を計算する．表－1 にカメラの仕様を，図－1 にカメラの外観を示す．特徴として，移動する物体に対する追尾

表－1 カメラの仕様

	ステレオカメラ	単眼カメラ
解像度(pixel) 視差画素数	1280×720(960) 1024×720	640×480
色	モノクロ	カラー

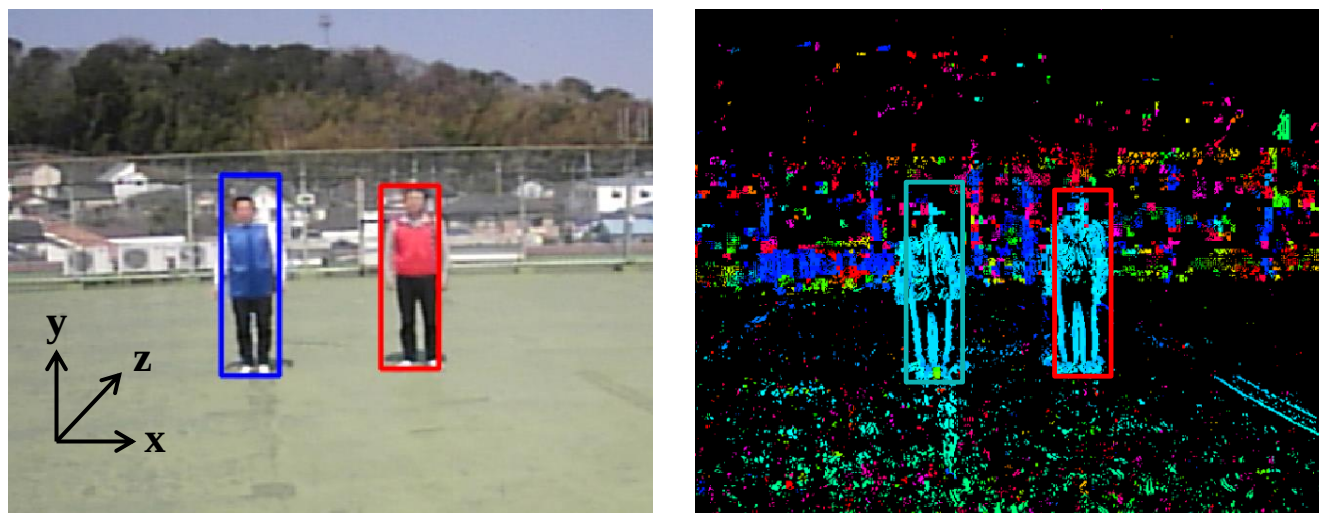


図－1 カメラの外観

表－2 ステレオカメラの特徴および LiDAR との比較

	ステレオカメラ	車載用 LiDAR
取得情報	3次元座標	3次元座標
視野角(固定時)	30° / 50° / 120°	約90°
判別精度(10m前方)	±4cm	±5cm
判別速度	60回/秒	-
認識対象	画像境界 色彩コントラスト	物体, 凹凸面

キーワード ステレオカメラ，人物検知，ディープラーニング，画像認識，トラッキング
連絡先 *1：〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山 14-10 TEL 046-270-3091
*2：〒224-0026 神奈川県横浜市都筑区南山田町 4105 TEL 045-591-5611

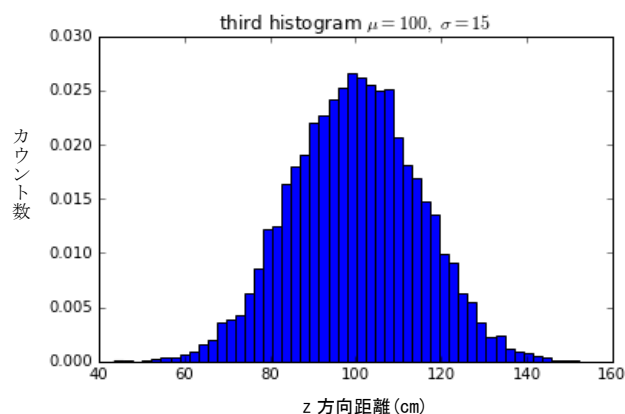


図－3 単眼カメラによる人物・色検知（左側）、ステレオカメラによる距離画像（右側）

性に長けており、特徴点から物体の大きさや形状も検出できるため、作業現場において常時移動する人物を1つの計測対象として追尾することが可能である。ステレオカメラは表－2に示すとおり、LiDARが検出しにくい対象物のエッジ部分をも解析できる特徴を有しており、判別処理速も比較的短時間であるため流動的に変化する作業員の動きを捉えることに適している。

2－3 測定方法

カラー単眼カメラを用いたディープラーニングによって、人物の位置を検知する。検知結果は、図－3（左側）に示す枠で表される。また、図－3（右側）は、ステレオカメラの視差を利用し、距離データを対応する色に置き換えて表したものである。図－3（右側）の枠の中にある特徴点の距離情報をヒストグラム化したものを図－4に示す。ヒストグラムのピーク値を物体の距離の代表値とする。また、カメラセンタと人検知結果の枠の中心位置の差(x, y)とヒストグラムのピーク値(z)を座標(x, y, z)としてプロットした。



図－4 距離情報ヒストグラム

3. 検討実験

本実験では、10×20mのヤード内に色付きベストを着用した作業員を配置・移動させ、実測位置とシステム出力値を比較した。測定の結果、 z 方向の誤差が1m以上となり、目標とする50mm以下の精度を下回る結果となった。実験中の単眼カメラの人検知の枠は十分安定して取得できており、特に、 x, y 方向の誤差が非常に少ないことから、ディープラーニングの枠は安定していることがわかる。ところが、 z 方向には長期で計測を続けると座標データにバラツキがみられる。目視によると枠内の距離情報にはバラツキが認められないが、1秒間に60フレームを処理していることから、瞬間瞬間に誤差が紛れている可能性があり、ノイズの除去が課題であると考えられる。

4. おわりに

今後は z 方向の精度を上げるため、ヒストグラムのフレーム単位での移動平均をとる等の積分系のノイズ除去を実施し、枠が重なった時の欠損処理を実施するなどより実用に沿った開発を実施し、施工管理システムとして実装していく予定である。

参考文献

- 1) 実吉敬二：ステレオカメラによる自動車運転支援システム，情報処理学会研究報告，Vol.2013-CVIM-185 No.20, pp.1-6, 2013.