

映像を用いた3次元位置計測システムの機能向上と実現場への試行導入

安藤ハザマ

正会員

○紫垣 萌

正会員

早川健太郎

正会員

澤城光二郎

1. はじめに

GNSS (Global Navigation Satellite System) による移動体の位置情報は建設現場の施工管理に欠かせないものとなっているが、構造物の近傍や屋内では適用が困難であることから、筆者らは汎用カメラで取得した映像を用い、H (色相)、S (彩度)、V (明度) の色要素の閾値処理により移動体の3次元位置を計測するシステムの開発に取り組んできた¹⁾ (図-1)。実証実験による検証²⁾の結果、本システムを実工事へ適用した場合には①マーカに似た色の物体 (図-2) が現場内にある場合、それが映像に映り込むことでマーカとして誤検出され、移動体の正規の位置を計測できなくなること、②図-3 に示すように、日光や照明などの影響でマーカの映り方がカメラごとに異なる場合、適切な閾値設定が難しく、誤検出するケースが増加すること、等が判明した。そこで著者らは本システムに2点の機能追加を行い、その性能を確認するための実証実験を行った。本稿ではその概要と結果を報告する。

2. 機能向上と現場運用上の工夫

(1) 円形度合いの推定機能

似た色の物体をマーカとして誤検出することへの対策として、円形度の推定を行う機能を追加した。具体的には、マーカの色に近い色を持つ画素の領域について、その縦横比に着目して、縦の長さ L と横の長さ W が $L:W=1$ に近い対象物をより円形に近いと判断し、マーカとして検出する仕様とした。これにより、細長い形状や複雑な形状の物体を検出対象から除外することができ、より確実に球体マーカを検出できるようになる。

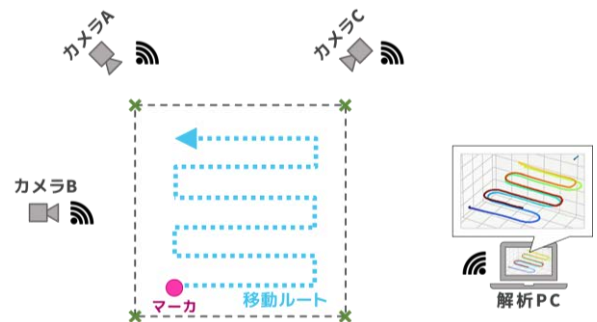


図-1 システム概要

(2) カメラ別の閾値設定機能

ひとつのマーカを複数の方向からカメラで撮影する場合、太陽や照明の位置により同じマーカでも色味が異なって映る。この場合、一方のカメラでマーカを検出できる閾値を設定したとき、他方のカメラでは検出できなくなることがある。これに対応するための追加機能として、色の閾値をカメラ別に設定可能とする仕様とした。これにより、日陰に設置したカメラについては閾値を暗めに、日向に設置したカメラは明るめの閾値に分けて設定できるようになり、すべてのカメラでマーカを検出できるようになる。



図-2 マーカに似た色の物体

(3) 現場運用上の工夫

光環境が映り方に及ぼす影響を低減するため、球体マーカの塗色方法を変更した。これまでは発泡スチロール製の球体に蛍光色のカラースプレーを用いて塗色していたところを、光の反射を抑えることを目的に粗い繊維で球体を覆ったものと、光反射性の非常に低い塗料を用いて塗色したものを用意した。これにより、マーカの検出精度が光環境に左右されにくくなり、現場適用性が向上すると考えた。



図-3 光環境によるマーカの色味の違い

キーワード 映像, 3次元位置計測, 閾値処理, 円形度

連絡先

〒305-0822 茨城県つくば市荻間 5 1 5-1 安藤ハザマ技術研究所 TEL 029-858-8815

3. 実証実験の概要

追加した機能の性能を確認するため、実現場において本システムの動作実証実験を行った。物流倉庫新築工事において、騎乗式トロウエルおよびハンドトロウエルに球体マーカを取り付け、床コンクリートの仕上げ作業を3台のカメラで撮影した。カメラは図-4のような配置とし、各カメラからのマーカの映り方を図-5に示す。カメラ1および2からはマーカの明度が高く、カメラ3からは明度が低く映るような環境であった。このような環境で撮影した映像を機能追加前後のシステムで解析し、結果を比較することで、追加機能の性能を評価した。

4. 実験結果

(1) 円形度合いの推定機能

図-6に円形度推定機能を有効にしたときのマーカ検出結果と無効の時の検出結果を示す。緑色の十字線の交点がマーカの中心点を示している。円形度推定機能が有効な場合は球体マーカを検出しているが、同一のフレームにおいて円形度推定機能を無効にすると、赤い作業服をマーカと誤認していることがわかる。このことから、円形度推定機能がねらい通りに機能していることが分かった。

(2) カメラ別の閾値設定機能

カメラ別に閾値設定をした場合と単一の閾値設定をした場合の計測結果を比較確認したところ、閾値が単一の場合、カメラ1ではマーカ検出に成功している一方、カメラ3では検出に失敗していた。ここで、カメラ3に個別の閾値を設定することで、マーカ検出に成功するようになった(表-1)。このことから、本機能がねらい通りに機能しており、かつ現場適用性向上に寄与していると考ええる。

5. まとめ

映像を用いた移動体の3次元位置計測システムについて、現場への適用性を向上させるための機能を補強し、実証実験でその性能を確認した。本システムの計測結果は時系列の3次元座標値として出力可能であるため、構造物際や屋内等のGNSS計測が難しい施工環境や、盛土端部の締固めを行う小型振動ローラ等のGNSS受信機を搭載していない機械においても施工履歴が取得でき、品質管理のエビデンスや施工の進捗確認、現場職員の目視確認時間の短縮に寄与するものと考ええる。本システムは今後も現場適用性のさらなる向上を図るとともに、施工管理への導入を目指し様々な工種の現場へ適用していく。

謝辞

本システムの開発および実証実験にあたり、日本アルゴリズム株式会社様には多大なご協力をいただきました。この場を借り、深く御礼申し上げます。

参考文献

1) 紫垣萌, 早川健太郎, 澤城光二郎: 映像を用いた移動体の3次元位置の計測技術とその精度検証, 土木建設技術発表会, I-2, 2021.

2) 紫垣萌, 早川健太郎, 澤城光二郎: 映像を用いた3次元位置計測システムの現場適用性向上にむけた取組, 土木学会年次学術講演会, VI-916, 2022.

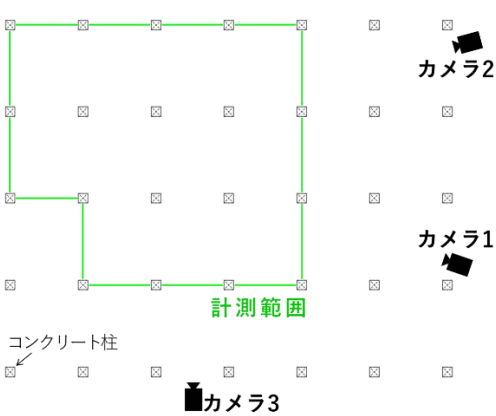


図-4 カメラ配置



図-5 マーカの映り方



図-6 マーカ検出結果

表-1 カメラ別の閾値設定

	カメラ1	カメラ3
マーカの映り方		
色の閾値設定	H : 335° ~ 340° S : 40~200 V : 240~255	H : 335° ~ 340° S : 200~230 V : 170~255