

映像を用いた移動体の位置計測システムの開発と現場適用性検証

Development and demonstration experiment of the 3D tracking and mapping system using the images of video cameras



紫垣 萌 Moe SHIGAKI *1・早川健太郎 Kentaro HAYAKAWA *1

研究の目的

屋内および屋外環境における移動体の自己位置計測は、ロボットや車両のナビゲーションを実現する上で重要な要素技術のひとつである。建設業においても、マシンコントロール (MC) / マシンガイダンス (MG) 技術のように、建設機械の3次元的な自己位置情報をもとに効率的、合理的な動作を支援するシステムが開発されている。MC/MG 建機の位置情報および移動軌跡は通常 GNSS (Global Navigation Satellite System) を用いて取得され、盛土の転圧範囲や転圧回数といった品質管理情報として多くの現場で活用されているが、GNSS 情報を正常に受信できない屋内や構造物の近傍では位置情報の取得が困難になる。そこで、著者らは GNSS 情報に依存しない自己位置計測として、球体マーカ (図-1) と汎用カメラ、汎用 PC のみの簡易な機器構成で、映像分析により移動体の3次元位置計測情報を取得する技術を開発した。

研究の概要

本システムは映像中のマーカを検出、トラッキングし、その軌跡を画像処理により3次元座標に変換、記録するものである。本システムで計測した3次元位置の精度を確認するため、計測精度が±3mmである3Dモーションキャプチャとの比較実験を行った。小型締固め機での転圧作業を想定し、計測範囲内を往復する移動体を3DMCと本システムで同時に計測した。実験状況を図-2に示す。

次に構造物近傍の舗装工事で稼働する振動ローラの作業状況を撮影し、本システムが実工事で使用される施工機械へ適用できるかを検証した。検証結果および現場へのヒアリングや社内検討の結果から、本システムを実工事へ適用する場合には、①移動体が遮蔽物に隠れた場合にカメラが球体マーカを撮像できないこと、②複数の移動体を同時に追跡するケースがあること、③再施工の可否判断のために計測結果を即座に視認したい要望があること、が判明した。

そこで本システムに次の3点の機能を追加した。すなわち、①遮蔽対策機能としてカメラを3台使用し、うち2台の映像でマーカの3次元位置を計測する機能。②複数の移動体の計測に対応するため、色の異なる2つのマーカを同時に計測できる機能。③カメラと解析用 PC を無線接続しカメラ映像の取得と解析を同時に行う機能、である。追加した機能の性能を確認するため、実現場および当社技術研究所にて実証実験を行った。



図-1 球体マーカ

結論

検証実験の結果、開発したシステムの計測精度は±10～15cm程度であることを確認した。また、機能追加後の実証実験の結果、ねらい通りの機能を有していることを確認したため、現場運用に即したシステムの開発ができたと考える。

本システムを小型締固め機による構造物際の転圧作業やパイプレータによるコンクリート締固め作業等へ適用することで、GNSS 情報が利用困難な環境下の作業においても位置情報と品質情報を関連付けることができ、施工のトレーサビリティ確保に貢献できるものと考えられる。加えて計測結果を既存の転圧管理システムへ組み込むことで MC/MG 振動ローラ等と同様の管理が可能となり (図-3)、職員による施工位置の確認の手間を軽減するなど、施工管理の省力化に貢献できると考える。

今後は、小規模土工や舗装工などの施工管理要領を視野に入れた様々な現場条件下での本システムの運用方法を検討していくことで、現場での実用性を高めていきたい。

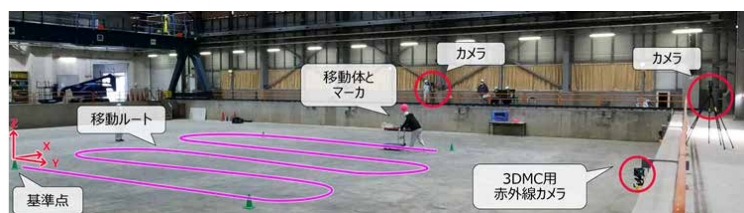


図-2 精度検証実験の状況

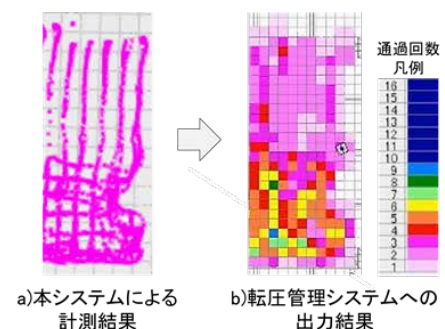


図-3 既存の転圧管理システムへの入力