

VI-49 フィールドデジタイジングシステムを利用した建設ロボットの位置認識方法

三井建設機材部

三原 準一

三井建設技術研究所

桜井 浩

三井建設技術研究所

高田 知典

機開発技術研究所

川澄 浩紹

1. はじめに

建設作業の多くは、屋外、屋内を問わず移動をとまなう場合が多い。したがって、建設ロボットの開発を考えると、重要な機能のひとつとしてロボットの移動制御、とりわけ位置認識機能をあげることができる。このことは、アームあるいはマニピレータのみを動かすことでワークを遂行することが多い産業用ロボットとの大きな違いであり、建設ロボットの開発を難しくしている要因のひとつでもある。そこで筆者らは、移動体の位置をリアルタイムかつ高精度に位置認識できるフィールドデジタイジングシステムを提案し、現在、プロトタイプの開発を終了して種々の実験を行っている。その結果、建設ロボットへの適用について十分実用に供するものとの感触をつかむことができ、現在、実際にロボットへの適用準備を進めている。本論文は、建設ロボットの位置認識方法としてのフィールドデジタイジングシステムの適用性について現在までに得られた評価を中心に報告するものである。

2. レーザを応用した位置認識方法

(1) 位置認識原理

フィールドデジタイジングシステム（写真-1）の位置認識原理は2つの位置座標の既知点から、ロボットとのなす角をそれぞれ求めることによって、三角測量の考え方にしたがって一義的にロボットの位置座標を求める方法である。具体的には既知点のまわりにレーザ光を水平に高速スキャンさせ、レーザ光線がロボットのターゲットに反射して返ってきたときのスキャン角度を精度よく測ることで高精度かつ高速に位置座標を求めようとするものである。

(2) フィールドデジタイジングシステムの利用方法

ロボットの作業エリアの周辺部の2点に、レーザ光を高速でスキャンするとともに反射レーザ光の角度を検知できる機構を有する光学ユニットを置き、ロボット自体には再帰型の反射テープを貼る。光学ユニットはその位置座標が既知である点に据えるか、あるいは利用に先だって少なくとも4点以上の既知点に順次ターゲットを置いてその位置関係を認識させることで、ユニットの置かれた位置座標を自己計算させるといった方法を用いてもよい。ロボット自体の位置は先に述べた原理にてパーソナルコンピュータにて即座に計算され出力される。パーソナルコンピュータは光学ユニット付近に置かれることになるため、得られた位置情報は無線モデム等を利用して

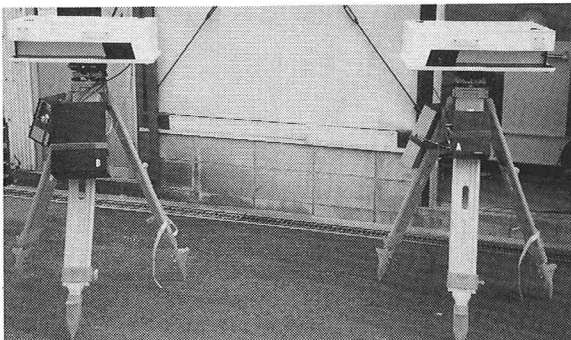


写真-1 フィールドデジタイジングシステムの外観

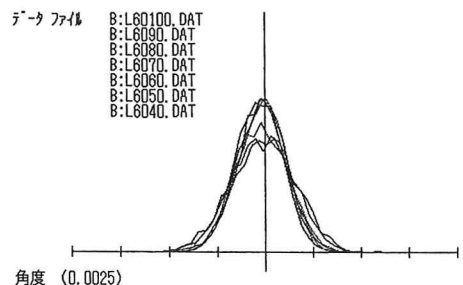


図-1 角度データのばらつき結果

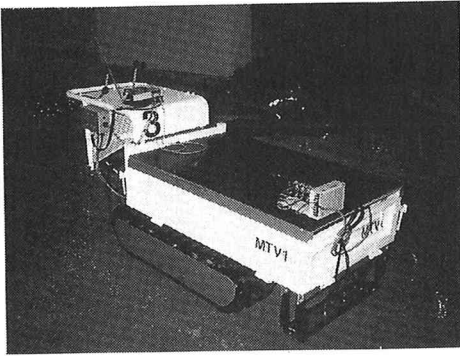


写真-2 建設ロボットへの適用実験

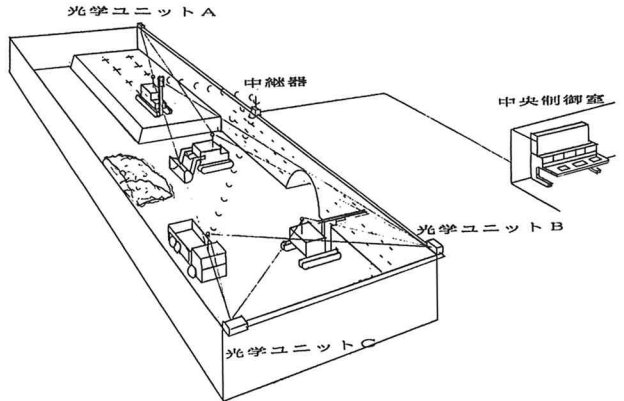


図-2 将来構想イメージ図

すみやかにロボットに伝えられることになる。ロボットはこの位置情報をもとに、あらかじめ与えられた作業指示に基づいて自分自信の位置制御を行うことになる。

3. 精度評価

本方法の精度検証については現在においても評価作業を継続的に実施中であるが、現在までに得られた評価を述べると次のとおりである。システムのもつ安定性については、外乱の少ない理想的な空間内にターゲットを固定した状態にして光学ユニットにて計測される角度データのばらつきを測定した。測定結果を度数分布で表した一例が図-1である。横軸の幅は 0.0025° であり、標準偏差は 0.001° 程度（100mの距離で約2mmの精度）ときわめて安定していることがわかる。また、光学ユニットはレーザ光を1秒間に40回スキャンできることから位置座標の最小サンプリングタイムは25msecとなる。1回の測定データをそのまま用いるには誤差の問題が大きい、グラフからわかるとおり角度データの分布にはガウス性を認めることができるため、少なくとも数十回程度の観測データをもとに平均値を求めることで高い位置精度を確保できることがわかった。すなわち、1秒間に1回程度の位置座標の認識であれば高速に移動するロボットに対しても十分に追従できることがわかった。

4. 建設ロボットへの適用

現在、このシステムを実際に位置認識システムとして利用した建設ロボットの開発に着手し、さまざまな予備実験を開始している（写真-2）。屋外建設現場における計測等の調査や小運搬等の軽作業を目的とした走行移動ロボットを適用モデルとして、今回開発した位置認識システムの建設ロボットへの適用性を評価しようとするものである。さらに、この位置認識システムの特徴として注目される点は、100m以内のエリアについてはきわめて高い精度で位置認識できることであり、高い精度で位置決めが求められる作業ロボット、たとえば杭打ち等の測量ロボットや締固め管理等の品質計測ロボット、RCD工法等におけるグリーンカットや転圧作業ロボット、建築現場における床均しや墨だしロボット等への適用評価も実施したいと考えている。なお、これらのモデルでの実証・評価を十二分に踏まえ、将来的には図-2に示すように、建設現場の一部をロボットのワークスペースとして無人化し、この中で作業を行う複数の建設ロボットの位置を正確かつ高速に把握できる位置認識システムとしての適用検討に展開していきたいと考えている。

5. おわりに

ここに報告した位置認識方法は、あくまでもプロトタイプの段階であり実用に向けて取り組まねばならない課題も多い。しかしながら、今までに得た結果から推し量って十分可能性はあると評価しており、実用システムを目指して引き続き各種の実験および改良を重ねるつもりである。