

VI-7

レーザーによる移動体位置検出システム

三井建設営業本部	正会員	中川 良文
三井建設技術研究所	正会員	高田 知典
三井建設技術研究所	正会員	渡名喜 重

1. はじめに

建設作業の多くは、屋内外を問わずに移動を伴う場合が多く、建設用ロボットをはじめとする建設車両の自動化・システム化にあたっては、その移動体の移動制御、とりわけ位置検出機能が重要となる。そのため産業用ロボットのように、光学的、あるいは磁気的にガイドラインを誘導されるものや、極めて限定されたエリア内を繰り返し走行するといったものでは、建設現場への適用には課題が多い。そこで、移動体の位置検出にGPS等を用いたシステムが提案され、実用化された事例も報告されているが、これらの位置検出機能については、位置精度そのものの差が大きく、データの送信による遅れの問題などからリアルタイムに高速で移動するものに適用する事はできない。

そこで、筆者らは、位置座標が既知である2地点からレーザーを高速でスキャンさせる事によって、ターゲットである移動体の位置をリアルタイムに、かつ高精度で位置認識ができ、その位置情報を移動体に伝達し、表示するシステムを開発した。本論文では、このシステムの概要と適用事例を報告する。

2. システムの概要

本システムは、図-1に示すように座標が既知である点に設置された2台の光学ユニットから、レーザー光線を360度走査し、それらがターゲットに当たって反射し戻ってくる走査角度を瞬時に演算して、三角測量の原理から移動体の位置座標を得るものである。また、本システムでは、移動体上の表示・制御用コンピュータとユニット間を相互通信のシステムとすることで、位置検出のみでなく、既知座標の現地への点出しや線引き、誘導機能も有するものとなっている。また、2次元の座標値として位置データを得ることによって、これをもとにロボットの移動速度、加速度、移動方向をリアルタイムに把握することができ、またこれらの制御を行うことが可能である。

3. システムの精度確認実験

本システムの精度確認を行うために、計測用車両に同システムのターゲットと、GPS受信機を設置し、位置検出の比較実験を行った。GPSによる位置検出では、RTK-GPS法（リアルタイム・キネマティック法）を用いた。実験は基本的に直線上を等速で移動する車両にポールを設置し、それぞれのシステムでその位置を検出するという方法で行った。設置したポールに反射紙を巻いて本システムのターゲットとし、またこのポールの先端にGPSの電波受信用のアンテナを取付け、同位置を本システムとGPSによって検出し、比較検討できるようにした（写真-1）。また、移動する直線上ではトランシットを用いて、ポールが直線上を外れずに、かつ鉛直を保つようにした。

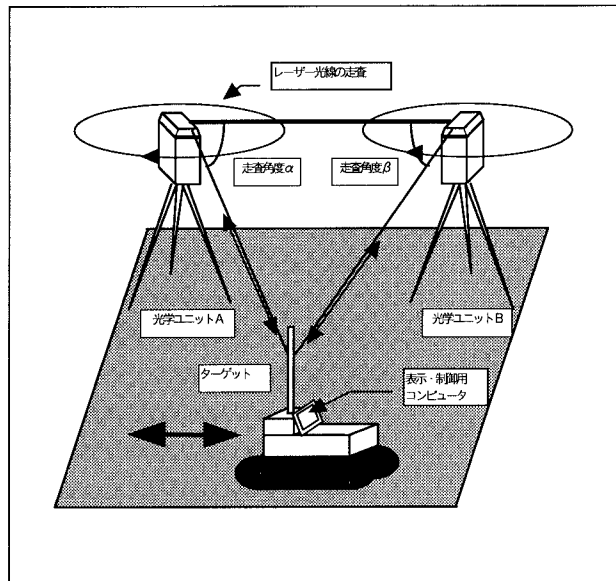


図-1 システムの概要

本実験で各システムによって1秒毎に検出された移動体の2次元位置を、ロボットの進行方向を横軸としてグラフにしたものが図-2である。進行方向と直交する方向に現れる検出位置の誤差は、本システムを用いたものが、GPSによるものよりも小さくなっていることは明らかであり、その誤差の平均はおよそ3分の1になっている。また、GPSを用いた位置検出では、人工衛星の配置状況が不良であったり、構造物等に接近した時に、その機能が作動しなくなり、システムが再稼動するまで移動車両を停止させて、数分の時間を要さなければならなかったのに対し、本システム

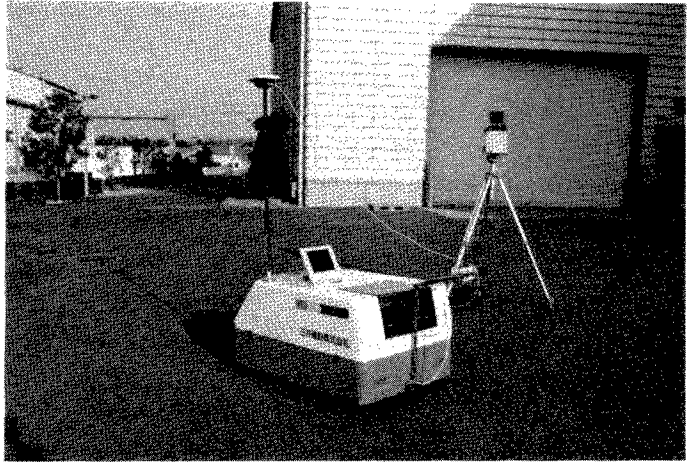


写真-1 実験状況

では、何等かの物体による遮蔽によって、瞬間的にデータが得られないことはあったものの、それ以外は、常に位置検出を行うことができた。これらの事から、本システムは以下のような状況下において有効であると考えられる。

- ・位置決めなど、非常に高い精度を要求される作業ロボットに対しての利用
- ・屋内はもちろん、天空の視界が開けていない作業エリアでの利用。
- ・クレーン等の重機が頻繁に稼動し、衛星電波の乱反射が起りやすい作業エリアでの利用。

4. 適用事例

この位置認識システムの特長は、100m程度のエリア内に於いて、極めて精度の高い位置認識を行うことができる事である。高い精度の位置決めが求められる作業ロボット、例えば、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実験的に本システムを活用している。また、建設分野以外に於いても、競技場における芝刈機や大型農業機械の自動化施工において、その経路把握・制御への実験的な適用例がある。

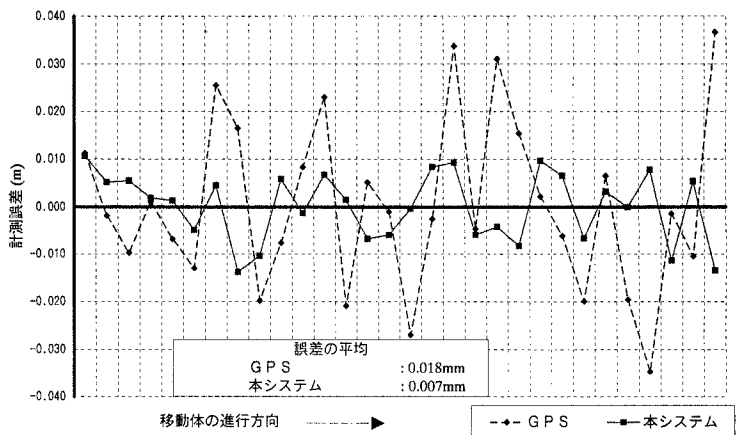


図-2 実験による精度確認

5. おわりに

将来には、建設現場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高度な位置認識システムの開発を目指したい。また、開発課題として、3次元計測機能、単体ユニットによる計測、アプリケーションソフトウェアの開発などがあげられる。また、土木工事への適用に限らず、建築工事における墨だしなどの作業の自動化・合理化にも位置検出の要素技術として適用を図っていきたいと考えている。