

釧路高専 ○荒川 広文, 野口 孝文, 荒井 誠, 中村 隆

著者らは、作業者に追従して移動する搬送車を考案し製作した。考案した制御方法は、作業者と搬送車をワイヤで結び、その繰り出し量と方向をセンスし、作業者に追従するという極めて単純な構造をしている。しかし、作業者と搬送車がケーブル等で接続されているような作業用途では、そのケーブル等をセンサとして利用することができることから、確実に追従できる本方式は有用な制御方法であるといえる。

## 1. はじめに

近年、我が国では労働者人口が減少し、これを補うために様々な産業において自動化についての研究開発が活発に行なわれている。また、既に導入されている機械においても、その操作性や効率の向上が望まれている。[1,2]

著者らは、作業者が搬送車を用いて前方に物を運搬したり、作業機械を押しながら作業する時に、前方の車両・機械が作業者の視界を妨げ、作業効率を低下させていることに着目し、これを改善することを考えた。視認性の改善のためには、妨げている物体を作業者の後方に配置し、それを引く形式にすれば良い。さらに、物体そのものが自動的に作業者に追従して移動すれば、作業者の前方は自由な空間となり、作業あるいは移動に注意を集中することが可能になる。

本論文では、作業者の負担をできるだけ少なくし、かつ確実に作業者の位置をとらえ追従する搬送車を考案したのでこれについて報告する。第2章でその追従方法と制御方法について示し、第3章で走行結果について示す。さらに第4章で改善点と利用の可能性について述べる。

## 2. 搬送車の構造と追従方法

### 2.1 搬送車の追従方法

一定の距離を保ちながら作業者に追従し移動する搬送車を実現するためには、作業者の位置を正確に計測する必要がある。計測方法として、赤外線や超音波、電波などを用いることが考えられる。しかし、後方の搬送車に動力源を置き、前方で作業する場合、搬送車と作業者の間がケーブルやホースでつながれることになる。したがって、このような装置では位置計測に無線を用いる必要はなく、作業者が持つケーブルの張力や角度を計測することで、作業者の正確な位置を知ることができる。そして、計測装置も複雑な回路を必要としないため、無線方式に比べ容易に実現することができる。本論文では、ケーブルやホースの代わり

にワイヤを用いて搬送車を追従させる方法を考案し製作した。

### 2.2 搬送車の構造

製作した搬送車の構造を図1に示す。この搬送車は三輪構造をしており、前輪を360度自在に向けることができる。また、後輪を駆動輪とし、左右それぞれにモータが取り付けられている。これらのモータはPWM制御をしており、回転方向や回転速度を左右独立に変化させることにより移動速度、移動方向を制御している。作業者の位置を測定するセンサは搬送車の前方先端上部に設置している。作業者との距離を測定するセンサと、その下に方向を測定する方向センサが取り付けられ、それらは一体になっている。

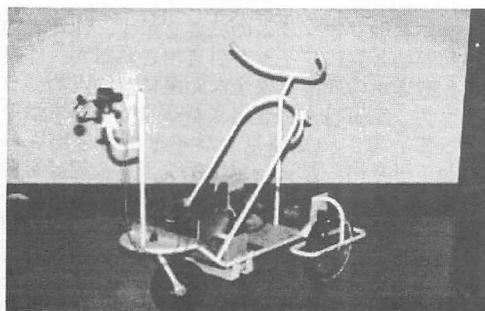


図1 追従型搬送車

### 2.3 センサ部の構造

距離センサの構造は、ワイヤの巻き取り装置とその回転軸に取り付けたロータリエンコーダにより構成される。作業者の移動に伴ってワイヤが引き出され、その引き出し量をエンコーダパルスで出力し、これを制御回路において計数することにより、作業者と搬送車の距離を計測する。

また、方向センサは可変抵抗を用い、0度から260度の範囲を電圧に変換して出力し、これ

を制御回路においてA/D変換することにより作業者の移動方向を計測する。

## 2.4 制御部とプログラム

制御部のブロック構成を図2に示す。中央処理装置としては8ビットのワンボードマイコンを用い、これに64ビットの入出力ポートを付加してセンサ情報の入力、モータ駆動信号の出力を行なっている。距離センサの情報はエンコーダパルスを2通倍した後UP/DOWNカウンタによって計数し、8ビットの数値データとする。カウンタ出力は一定時間間隔でラッチし、常に最新の距離情報が入力ポートに設定される。方向センサの情報は8ビットA/Dコンバータによって変換している。A/D変換も一定時間間隔で行ない、常に最新の方向情報が入力ポートに設定される。モータの駆動信号は8ビットのうち最上位の1ビットで方向を表わし、残り7ビットで大きさを設定する。

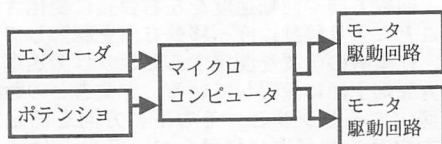


図2 制御部ブロック図

次に制御プログラムの概要を示す。作業者の移動開始と共にワイヤが引き出されるが、作業者と搬送車の間隔を安全な距離に保つため、ワイヤが一定値以上引き出されるまで搬送車は停止している。一定値以上ワイヤが引き出されると、引き出し量を一定に保つように制御を開始する。図3に示すように作業者の移動速度が増し、引き出し量が増加すればモータの駆動信号も大きくして追従する。逆に作業者が移動速度を緩めた時には搬送車も速度を緩めて距離を一定に保つ。方向情報は作業者の左右への移動を示すものであり、これに追従するためには左右の駆動輪の駆動信号を変化させて搬送車の移動方向を制御する。移動速度と方向の兼ねあいにより大きな回転半径を描く時には左右の駆動輪の速度に差を持たせ、小さな回転半径を描く時には左右の駆動輪の駆動方向を反転する。図4に角度と修正量のグラフを示す。

## 3. 走行実験と結果

まず、作業者の直進時における追従実験を行なった。作業者が歩行速度を変化させながら直進する時に搬送車は一定の距離を保ちながら作業者の後をついていくことが確認された。作業者が歩き出した後、一定の引き出し量までは

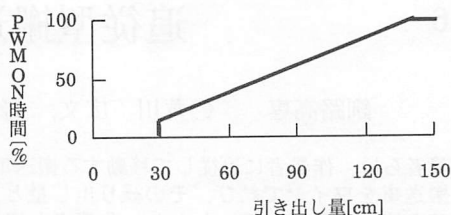


図3 引き出し量と駆動速度

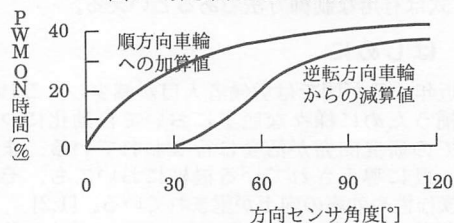


図4 センサ角度と修正量

搬送車は停止したままであること、作業者の停止時にも一定の距離において搬送車が停止することが確認された。

次に、作業者が移動方向を変化させた場合の追従実験を行なった。左右の駆動輪の駆動速度の修正方法について様々なパターンを試し、作業者の動きに追従して搬送車が後を追うことが確認された。また、停止状態から直角に方向を変えろという急激な方向変化の場合には左右の駆動輪の駆動方向を逆転し、搬送車はその場で方向を変えて追従することも確認された。

## 4. おわりに

以上のように、作業者の動きに追従して作業者の後ろを移動する搬送車の製作という目的は達成できた。

今回作成した制御プログラムでは、作業者の移動軌跡をトレースするのではなく、作業者を目標とした追従制御であるため、作業者が障害物を避けて急激な方向転換をする場合には搬送車はその障害物に衝突する危険がある。これを防ぐために、今後は作業者の移動軌跡をトレースする制御プログラムの開発を行ない、実用性を高めていきたい。

## 5. 参考文献

- [1] 川村, 農業におけるロボティックス, 計測自動制御学会誌, vol. 26, No. 3, 1987, pp. 189-194
- [2] 門田 他, ブドウ整房・摘粒ハンド, ロボティックス・メカトロニクス講演会, 札幌市, No. 930-40, 1993, pp. 986-991