

卒業論文要旨

全方向運搬装置のルート決定アルゴリズムの開発に向けた基礎研究

システム工学群

材料革新サステイナブルテクノロジー研究室 12200075 澤田 陸斗

1. 緒言

現代では様々な移動手段が存在するが、移動距離と輸送コストに重点を置いて考えると活躍領域は図 1 のようになる。

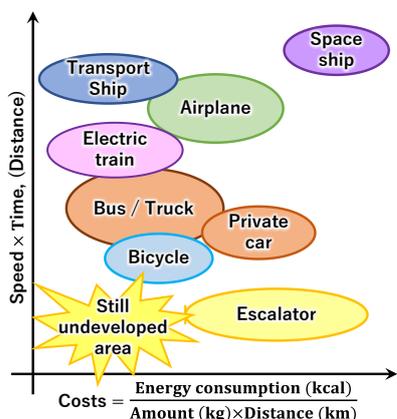


Fig.1 Area of activity of transportation

徒歩圏内を機械的に移動・運送するツールは未だ発展途上であり、エスカレーターなどの一部ツールはあるが、これらは輸送コストが高く、移動可能エリアに制限などがあり、まだ開発の余地があると考えられる。実際に倉庫ではまだまだ人の介入を必要とし、工場では組み立て用のコンベアを自社で特注している。こういった狭い領域にこそ、柔軟な対応が可能で、汎用性に長けた機械制御による運搬システムが必要とされるのではないだろうか。そこで本研究室では従来からの固定概念に縛られない画期的な運搬手段として、近所・密集地等における自由度と安全性を兼ね備え、輸送コストの小さい移動・運送支援ツール「ユークリーター」を提案した。

2. 先行研究

2.1 ユークリーターの基本構造

ユークリーターは基本ユニットを複数個床面に敷き詰めて使用する、全方向に運搬対象物の運搬を可能とする装置である。基本構造は図 1 に示す。

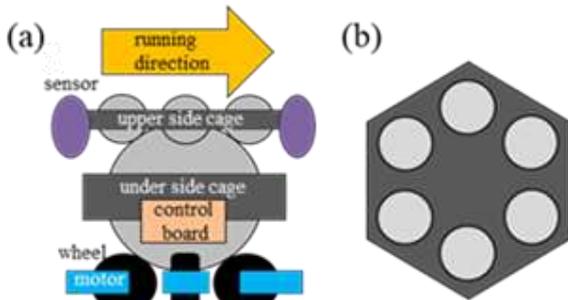


Fig2 Basic structure of thr device
(a)Side view (b)Top view

動作原理は、センサで運搬対象物を検知し、モータを駆動させて下側の球体を通し、上側の球体まで動力を伝達させることで、装置上面に乗せた対象物を運搬する。この動作原理に基づき球体型 1 号機が作製された。現在では改良を重ね、3 号機や観点の異なるシステム(ベルト型)などの開発がされている。改良の詳細は本論に示す。

2.2 ユニット制御

はじめは無線通信を使った通信制御が検討されたが、動作実験の結果、無線通信では電波干渉などで通信が不安定になってしまうため、不向きであると判断され、安定して通信を行える有線通信を用いた制御機構の開発へ切り替えられた。有線通信ではまずシリアル通信が試された。しかしながらシリアル通信ではデータの通り道は 1 つしかなく、各制御基板へ順番にしかデータを送れず、あるユニットが支障をきたすと、それ以降に繋がれているすべてのユニットが動かなくなってしまう。それを避けるためには 1 対 1 で有線を引く必要があるが、配線が多くなってしまいうという欠点がある。そこで、ユニットの故障がシステム全体に影響しない CAN(Controller Area Network)通信に移行した。CAN 通信とは CAN デバイスを使用した低コストかつ耐ノイズ性に優れたネットワークプロトコルである。CAN 通信には複数の接続方法があるが、ユニットの追加によるネットワークの再構築が容易なバス型トポロジーを採用している。CAN 通信の接続形態のイメージを図 2 に示す。これにより、一部ユニットに故障が生じてシステム全体は停止することなく、故障したユニットのみを取り換えるだけで修復が可能となる。

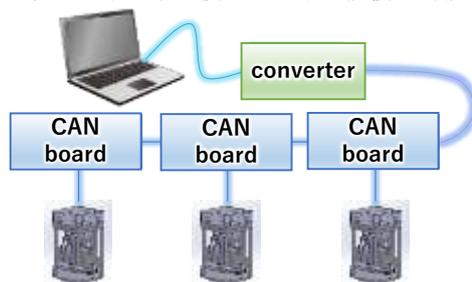


Fig.3 CAN communication connection image

3. 制御目標

本技術開発における最終目標は、従来にはない新しい移動、輸送手段としてユークリーターを実現することである。現状では、ユニット上に対象物が乗っている間、指定された出力でモータを駆動し、運搬を行うプログラムが組まれている。しかし、より実用的な使用を見据え、複数の運搬物をそれぞれ決められた場所へ同時に運搬させるために運搬開始位置から目的位置へのルートの割り出しと、センサによる対象物の位置把握をすることで、複数の対象物を一度に運搬するルート決定アルゴリズムの開発を目標に本研究を行った。

4. 制御基板の変更

DC モータの制御用に TA8428K という DC モータ用フルブリッジドライバが使用されていたが、このモータードライバでは最大許容出力が小さいため、株式会社土佐電子協力のもと、より大出力モータを駆動できるモータアンプボードに変更した。変更されたモータードライバの写真を図4に示す。

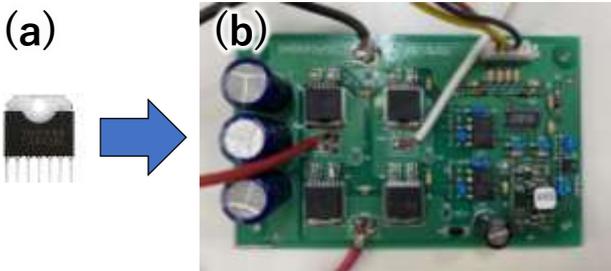


Fig.4 Motor driver photo
(a)TA8428K (b)Motor amplifier board

モータアンプボードの仕様を表2に示す。

Table.2 Motor amplifier board specifications

	Min	Typ	MAX	unit
Power-supply voltage (VIN) 12V specification	9	12	18	V
Power-supply voltage (VIN) 24V specification	18	24	36	V
Motor drive voltage	0	-	VIN	V
Maximum output voltage	-	-	80	A
Continuous output voltage	-	-	30	A

5. PCによる制御プログラム

今までは Processing 言語を使用してプログラムを作製していたが、より汎用性が高く、文法がシンプルな Python を用いて制御が行えるようにプログラムを書き換えた。また、Processing では作動させるユニットのアドレスを選択し、スライダーによって搬送速度と搬送方向を操作するという制御システムであったが、Python では始発地点のアドレスと、目的地のアドレスを入力することで始点となる作動ユニットと、搬送方向を座標から算出してサーボモータの出力値を決定し、スライダーで感覚的に搬送速度を設定できるプログラムへ改良を加えた。ユニットのアドレス設定では、ユニットを敷き詰めると、保持器の形状の関係で直角座標を利用するのは難しいため、搬送方向の決定の計算には 60 度の斜交座標系を利用した。ユニットの敷き詰めと座標のイメージを図5に示す

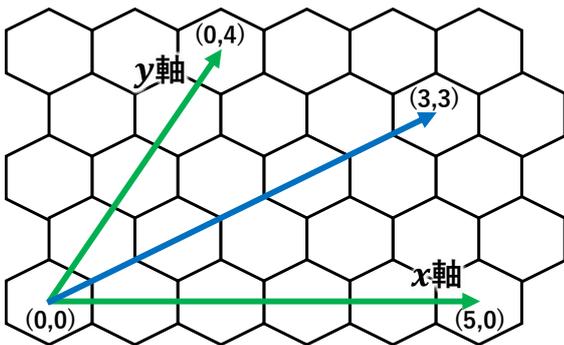


Fig.5 Image of coordinates

6. センサを利用した制御プログラム

先行研究において、ユニット上もしくは周辺に運搬対象物が存在すると、自動で動かせるようにユニットの中心部に赤外線センサが設置され、赤外線センサが反応しているユニットのみを操作するプログラムが設計された。しかし、センサはユニットの中心部に取り付けられているため、運搬物の形や運搬方向によるユニットへの覆いかぶさり方に依存して、実際にはユニット上面に乗っているのに、センサが反応せず作動しないなど、問題の発生が懸念される。これを防ぐために、運搬物の投影領域のみならず、その周囲も作動させるプログラムへ改良することにした。センサの反応ユニットと隣接ユニットによる運搬イメージを図6に示す。

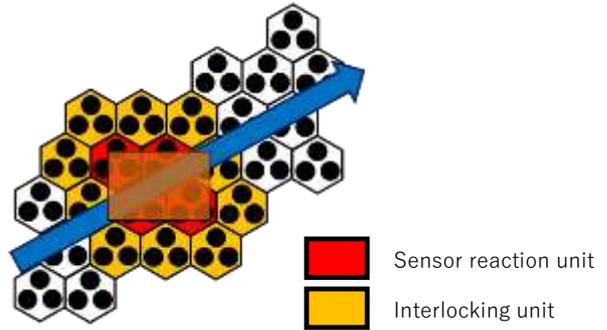


Fig.6 Image of operating unit by sensor

7. 動作実験

Python での制御は、送信された文字列が受け取り側の対応していない文字の形式になっていたり、受信されるべき文字列の数より、実際に送信された文字列の数が少ないなどのミスはあったものの、動作と修正を繰り返すことで正常な動作を行えるプログラムが完成した。隣接ユニットの同時制御は、動かすことには成功したものの、以下2つの問題点が見つかった。

- ① 負のアドレス値を考慮
- ② 隣接ユニットの停止プログラム

①について、本装置はユニットの自由な再配置を可能とする構想のため、その特性上負の座標を必要とする。しかし、先述した文字列の桁数制限や座標の計算により、負の値ではより複雑なプログラムが求められる。②について、対象物が移動するにつれて状況が変化するため、各状況に合わせてこまめな変更に対応できるプログラムを作る必要がある。

8. 結言

本研究は、先行研究を元に全方向運搬装置「ユークリーター」の運搬ルート決定アルゴリズムの開発に向けて取り組んだものである。最初にモータの出力値を上げるためにモータードライバの変更を行った。次に Processing による制御プログラムを Python に書き換え、搬送出力と、運搬方向の決定をする、よりダイナミックに操作しやすいプログラムを導入した。最後に、ユニットに取り付けられたセンサが反応すると、それに隣接したユニットも同時に作動するようにプログラムの加筆を行った。今後は、動作実験から得られた課題を順に解決していく形で、より実践に近い環境下を考慮した動作と、複数の対象物の同時運搬を目指した制御システムの開発を行う。

参考文献

- (1) 亀岡正樹：「全方向搬送装置へのセンサの設置と制御機構開発」卒業論文、2021
- (2) 石井和磨：「ベルトを用いた全方向搬送装置の開発」修士論文、2021