

卒業論文要旨

全方向搬送装置へのセンサの設置と輸送機構開発

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 1210050 亀岡 正樹

1. 緒言

現代では、自動車、二輪車、電車、エスカレータ、エレベータなど様々な移動手段が開発されてきた。これらの移動手段には速度や移動方向への自由、安全性の大小など各々に異なる特徴がある。この特徴を元に移動手段を大きく2種類に分けると、自動車や二輪車のように筐体と対象物が共に移動する移動型と、エスカレータやエレベータのように筐体は一定の軌道上を動き、対象物のみを移動させる設置型に分類できる。移動型は移動方向の自由度が高いという利点がある反面、基本的に人間の意志によって運転していることから事故の危険性が高いという欠点がある。一方、設置型は筐体が移動せず対象物が筐体にそって移動するため、予め軌道の予測がしやすく事故の危険性が低いという利点を有するが、移動方向に関しては選択の自由度に乏しいという欠点がある。そこで本研究室では両者の利点を持ち合わせた、全方向に移動可能、かつ安全性が高い新たな移動手段「ユークリーター[®]」を提案している。

2. 先行研究

2.1 ユークリーター機構開発

ユークリーターの開発にあたり、図1に示すような基本構造が考案された。動作原理は、センサで対象物を検知し、モータが駆動することで下側の球体、上側の球体の順に回転が伝達し対象物を移動させる。これを1ユニットとし、複数個敷き詰めることでシステムを構成するイメージである。

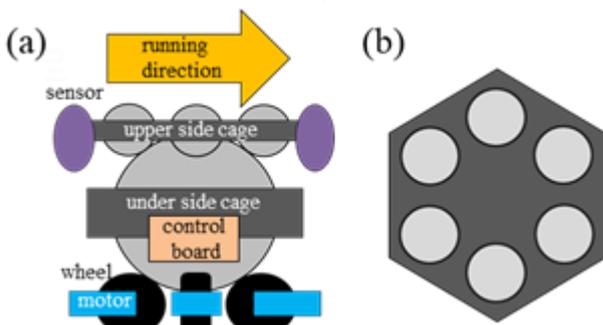


Fig.1 Basic structure of bearing road
(a) Side view (b) Top view

このイメージを元に1号機が制作され、現在では3号機や異なる観点のシステム(ベルト型)などが開発されている。改良の詳細は本論に示す。

2.2 ユニット制御

初めに、無線通信を使った通信制御が検討された。Webサーバーを実装し、動作確認を行った結果ユニット1つ分の制

御は確認できたが、複数制御に適していないことが分かった。次にUDP(User Datagram Protocol)通信を試したが電波干渉などで通信が不安定になるため本研究に無線通信が不向きであることが分かった。そこで有線通信による制御機構の開発を中心に検討されることとなった。当時実際に、シリアル通信を用いた動作実験が行われた。シリアル通信のイメージを図2に示す。

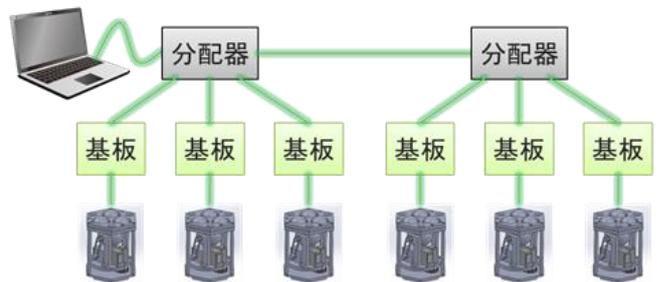


Fig.2 Image of serial communication

結果は成功したがユニットの通信に問題が発生した場合、それ以降のユニットが動かないという問題が発生した。そこでユニットの故障がシステム全体に影響しないCAN通信という通信方法に移行した。CAN通信とは複数のCANデバイスを用いて行う、低コストで耐ノイズ性に優れたネットワークプロトコルのことであり、主に自動車用の通信ネットワークで用いられている。ネットワークの再構築が行いやすいため、ユークリーターを設置する際にユニットの個数や配置の変更が行いやすく、故障したユニットのみを取り替えることができるためメンテナンス性も良い。また一部のECUが通信問題を生じた場合でも、他のユニットは影響を受けないためシステム全体が停止することはない。以上の理由より、ユークリーターの通信システムにCAN通信を採用している。

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手段、輸送手段としてユークリーターを提案することである。しかし、現状のユニット制御プログラムでは対象物の移動ルート決定後、物体がユニットの上に乗ってない間も移動に使われる全てのユニットが連動してしまっており、不要な電力の消費がある。そこで本研究ではユニットにセンサを設置し、それを用いた自動認識機能をプログラムに加筆することで物体がユニットの上部に存在しているときのみ、ユニットを動作させること及びそれによる電力の浪費問題の解決を目標として研究を行った。

4. 既存装置の改良

まず3号機において一部3Dプリンターを用いて作られて

いた部品があったが、動作実験中に問題となっていたので金属製に作り替え、強度問題を解決した。またセンサと太陽光パネルを設置するための溝を製作した。動作実験を行ったところ、問題は発生せず正常に動作した。今回改良を行った軸部分の比較画像を図3に示す。

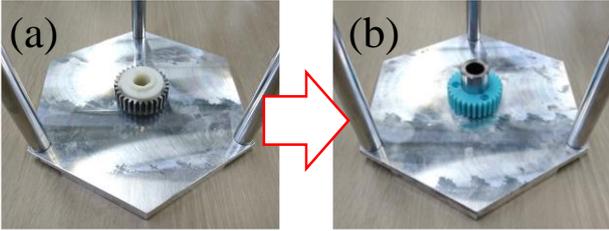


Fig.3 Comparison of the axle sections of (a) Type4 and (b) Type5

5. センサの設置箇所確保に関する検討とセンサ用プログラム

ユークリーターに設置する赤外線センサに関して設置箇所の検討、プログラムなどの試作を行った。センサ選定の詳細は本論に示す。

センサ設置箇所に関しては、対象物を確実に捕捉するためにユニット中央部への設置を検討した。しかし現在のユニットの球体保持器には赤外線センサを設置するためのスペースが不足していた。そのためセンサ基板から赤外線センサの部品のみを抽出し、延長することで対応を行った。改良後のセンサを図4に示す。

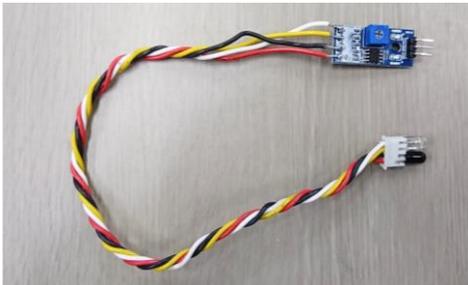


Fig.4 Substrate of the improved sensor

センサ用のプログラムに関しては、既存のプログラムに加筆する形で制作を行った。センサ検知の有無によって既存プログラムを起動し、モータを動作させた。

6. 制御用プログラムの改良

マイコンは Arduino を使用した。制御方法は先行研究で用いた Processing でのプログラムを参考にし、Python で記載し行った。パソコンの画面に極座標を表示させ、中心からの距離を搬送速度、x 軸からの角度を搬送方向と見立て、モータの出力値を変更した。

7. 回路設計

CAN 通信を使って複数のユニットを動かす前に、センサを追加して正常に動作するか確認を行う必要があるため、まずはシリアル通信を用いて 1 つのユニットを稼働させる。その後、CAN 通信を用いて複数ユニットのセンサを用いた制御を行う。その準備段階としてシリアル通信と CAN 通信を行う基板へセンサ接続部品を取り付けた。CAN 通信の基板と回路図を図5に示す。

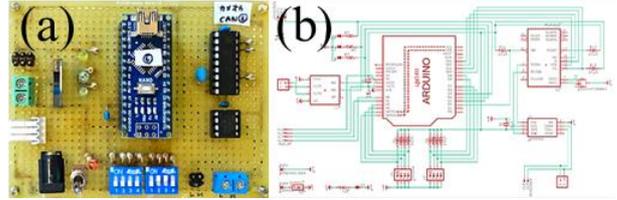


Fig.5 Circuit and (b) schematic diagram of a CAN communication board

8. 動作実験

動作実験の結果、センサが検知した物体の有無によってプログラムが動作することが確認できた。しかし対象物がない際に停止プログラムが応答しない不具合が発生した。センサの検知プログラムを Arduino IDE へ加筆したことが原因だと考えられたため、コンパイラを変更し、Python 用のプログラムに書き直し実行した。その結果、正常に制御が行われた。動作実験の様子を図6に示す。

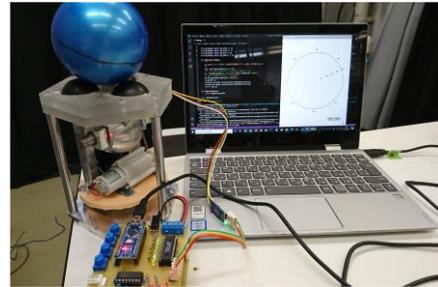


Fig.6 Serial communication operation experiment.

その後、先行研究で用いていた Processing で記載されたプログラムを用いて CAN 通信が実際に動作するかどうか確認を行った。こちらもシリアル通信の時と同じく、プログラムをセンサが物体を検知している時のみ動作させることで制御を行った。モータが正常に動作したため、通信に問題がないことがわかった。今後は Python を用いてこのプログラムを動作させていく。

9. 結言

本研究は、先行研究を元に全方向搬送装置「ユークリーター」の赤外線センサを用いた制御と Python を使用したプログラム改良に取り組んだものである。最初にセンサの埋め込みと既存ユニットの強度問題を解決するために改良に取り組んだ。テーブルサイズが合わないという問題は発生したものの、3D プリンターを用いてこの問題を解決した。その後いくつかのセンサの中から赤外線センサを選定し、シリアル通信と CAN 通信の基板を用いて、改良プログラムを適用し動作実験を行った。その結果センサに関するプログラムの問題が発生したが、加筆するコンパイラを変更することで対応を行い、実験を成功させた。今後はセンサの数に関する検討、設置箇所者 Python を用いた CAN 通信、対象物の位置把握やルート決定などによる実用化を目指した制御を行っていく。

参考文献

- (1) 藤川涼平：「球体伝達機構と全方向移動装置を用いた次世代移動手段の開発」修士論文，2017
- (2) 竹中克昭：「次世代型全方向輸送機構の開発」修士論文，2019
- (3) 鈴鹿紅音：「全方向移動システムの為の回路設計と制御・通信手段の開発」修士論文，2020