

オープンソースを活用した M2M/IoT メカトロニクス教育

山崎悟史[†] 片岡龍聖[†]
(独)沼津高専 制御情報工学科[†]

1. はじめに

近年、センサ、無線通信、端末やクラウドなどの諸技術の急速な進展により、あらゆるモノが無線でインターネットに繋がる、M2M(Machine to Machine), IoT (Internet of Things)社会が本格的に到来し、多種多様なサービス展開が期待されている。よって、そのような M2M/IoT メカトロニクス教育が求められている。昨今、教育研究機関において、ライントレースマシンの製作、走行をはじめとして各種メカトロニクス教育が展開されている[1]。ところで近年、教育・研究の分野で Arduino[2]などのオープンソースの活用が高まっている。それを用いる利点として、資産の共有利用、設計情報の参照およびシステム改良の可能さ、廉価、情報入手の容易さ等が挙げられる。

以上を鑑み、本研究では、Arduino をフルに活かすことを念頭に、従来のマイコンベースで動作するライントレースマシンに入出力デバイス、各種ソフトウェア機能を付加したマシンの開発と評価を通じ、M2M/IoT 時代に向けたメカトロニクス教育の一実践を報告する。

2. 従来方式

図 1 に従来のライントレースマシンのシステム構成を示す。マイコンボードを使用したライントレースでは、入力デバイスを光センサ(フォトセンサと LED を組み合わせたもの)として、ラインを認識しながらライントレースを実現する。この場合、ライントレース方法は二種類ある。一つは左右の光センサの値を比較し、右>左となった時に右モータを回転させ、右<左の時は左モータを回転させることにより、ライントレースを実現する方法。二つ目は、光センサに閾値を設定し、閾値以上であればモータを回転させ、閾値以下であれば停止させるという方法である。今回は閾値方式を採用する。図 2 に従来のライントレースマシンのシステム概観を示す。①の部品が Arduino UNO であり、ライントレースマシンの頭脳部分である。②は光センサであり、フォトトランジスタと LED で構成されている。③はモータドライバであり、Arduino からの入力によって、モータを制御する。④はモータとタイヤである。

3. 提案方式

最近の自動車に搭載されている機能である、障害物回避機能や衝突回避機能を参考に、障害物回避機能や衝突回避機能をライントレースマシンに実装し、ライントレースマシンの“自動車化”を目指す。実装した機能はライントレース、障害物回避、衝突回避、速度制限の 4 つである。図 4 に提案システムの概要を示す。表 1 に従来と提案方式に対する入出力デバイスの比較を示す。組込みシステムの設計には、状態遷移図が重要であるが、従来方式の動作では必ずしもそれを導入する必要性はなかった。

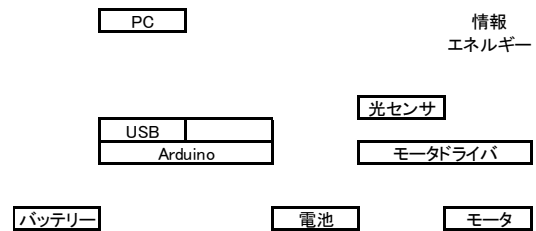


Figure 1 従来方式のシステム構成

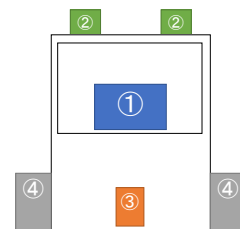


Figure 2 従来方式のシステム概要

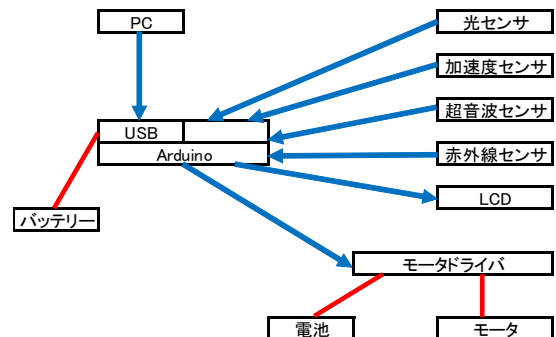


Figure 3 提案方式のシステム構成

図 5 に提案システムの状態遷移図を示す。

3.1 ライントレース

ライントレース機能では、従来方式で実現してきたライントレース(閾値方式)に、グラデーションコースでも走行できるように、ソフトウェア機能を追加する。

3.2 障害物回避

回避可能と判断されたときに、左右の赤外線センサで距離を測定し、障害物を避けながら走行する。

3.3 衝突回避

回避不可能と判断した場合の障害物が存在した場合の動作である。障害物との距離が近く、左右に避けても避けられない場合は、減速または停止して衝突を回避する。

3.4 速度制限

閾値以上の速度が出てしまった場合に、モータの回転数を落として速度を調節する。

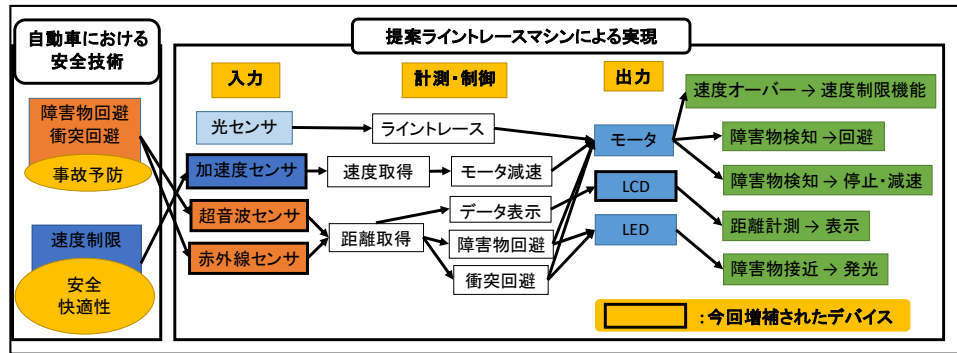


Figure 4 提案方式のシステム概要 - ライトレースマシンの“自動車化” -

その他、以下の点が提案方式の特徴である。

- ・従来方式も提案方式も頭脳部はマイコンボード (Arduino UNO) を用いているが、提案方式ではソフトウェア面での機能追加も目指しているため、EEPROM への書き込み、タイマ割り込みの実装を行っている。
- ・加速度センサで速度を取得する際にタイマ割り込みを使用し、一定間隔でデータを取得する。
- ・EEPROM への書き込みは、速度制御のログを保存する際に使用している。

4. 実験評価

図6に試作機の概観を、図7にそれを走行させたコースを示す。実際の走行動作は動画にて記録した。速度制御の確認のため、故意的に速度オーバーさせ、どのタイミングで速度制御が行われているか評価する。ソフト的に速度制御を行ったポイントを1としてログ出力させると、その結果の一例を図8に示す。閾値(0.5m/s)を超えた時に速度制御を行っているのが分かる。

5. むすび

M2M(Machine to Machine), IoT (Internet of Things)社会が本格的な到来、および、教育・研究へのオープンソースの積極活用が高まっている背景を鑑み、従来のマイコンベースで動作するライトレースマシンに入出力デバイス、各種ソフトウェア機能を付加したマシンの開発と評価を通じ、M2M/ IoT 時代に向けたメカトロニクス教育の一実践事例を概説した。今後の課題は、OS, ワイヤレス, クラウド, セキュリティなどの諸技術を統合することにより更なる高度化を目指すことである。

Table.1 入出力デバイスの比較

		従来方式	提案方式
①	Arduino UNO	○	○
②	光センサ	○	○
③	モータドライバ	○	○
④	モータ&タイヤ	○	○
⑤	超音波センサ	×	○
⑥	赤外線センサ	×	○
⑦	加速度センサ	×	○
⑧	LCD	×	○

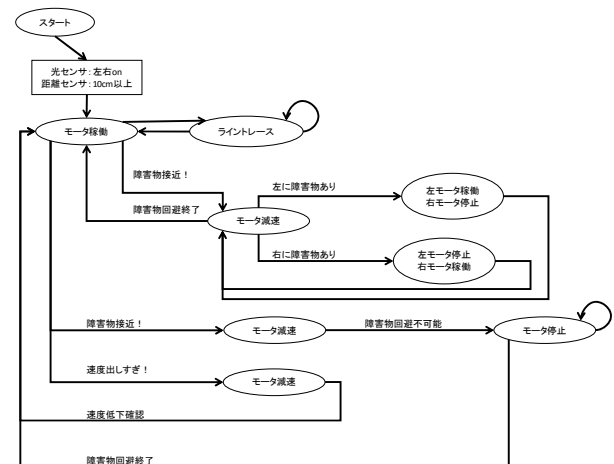


Figure 5 提案方式の状態遷移図

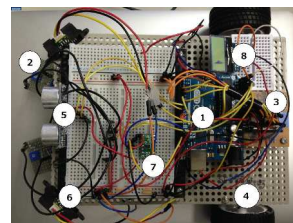


Fig.6 提案方式の試作機概観



Fig.7 走行コース

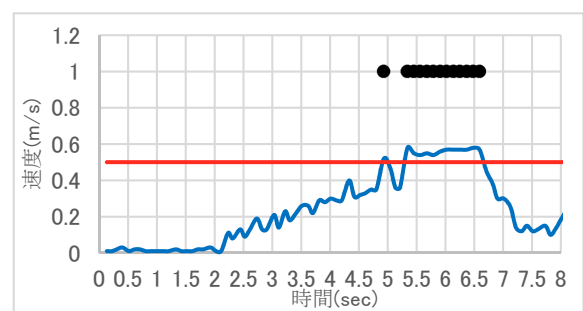


Fig.8 提案方式の速度制御タイミングの様子

参考文献

- [1] 人工物設計・生産研究連絡委員会メカトロニクス専門委員会報告“メカトロニクス教育・研究に関する提言”，2000. 3. 27.
- [2] <http://www.arduino.cc/>
- [3] 清尾克彦，“オープン環境による M2M システム構築の動向”，平成 26 年度電気学会電子・情報・システム部門大会，TC11-3, pp.505-508, 2014.