

# 飼料タンク用洗浄・遮熱塗装ロボット開発のためのプロトタイプモデル構築 — Arduino による制御コントローラ開発 —

○西岡 祐介<sup>A)</sup>、甲斐 崇浩<sup>A)</sup>、相川 勝<sup>A)</sup>、森 圭史朗<sup>A)</sup>、三宅 琢磨<sup>A)</sup>、河村 隆介<sup>B)</sup>

宮崎大学工学部教育研究支援技術センター<sup>A)</sup>、宮崎大学工学教育研究部<sup>B)</sup>

E-mail : nishioka613@cc.miyazaki-u.ac.jp

## 1. はじめに

宮崎大学工学部機械設計システム工学科の研究室にて設計・製作・作動試験が計画されている「飼料タンクの洗浄・塗装施工技術の開発」における、洗浄・塗装ロボットのプロトタイプに対するコントローラおよび遠隔操作アプリケーションの開発を目的とし、情報系分野のみの技術だけではなく、電気系分野の技術も必要不可欠である本開発において、開発に必要な各要素技術の技術調査を行いプロトタイプモデルの構築を行った。本稿では、Arduino による制御コントローラの開発について報告する。

## 2. 開発の背景

宮崎県を含む南九州地域では畜産業が盛んであり、多くの家畜等の現場にて畜舎や飼料タンクを保有している。南九州地域の夏期における気候が高温多湿であることから、畜舎や飼料タンクは暑熱や降雨の影響を受けやすいため、熱中症等による家畜の肉質および飼料タンク内に貯蔵している飼料品質の低下につながり、家畜生産性の減少といった深刻な暑熱被害が問題となっている。このような状況下において有効な暑熱対策技術への要求が高まっており、具体的な暑熱対策として、畜舎および飼料タンクに遮熱塗装を施すことにより温度上昇を抑制することが研究室の研究にて確認されている。しかし、畜産生産者の初期施工費用が負担増となること及び施工業者における作業の安全性確保等が問題になると考えられている。そこで研究室にて ICT 技術を活用し、飼料タンク塗装時に足場を使用せず遠隔操作により施工する飼料タンク塗装ロボットの開発可能性の検討が進められている。

## 3. プロトタイプモデル（制御コントローラ）の構成仕様

今回、塗装ロボットの開発可能性の検討を進めるため、実際の運用を想定したプロトタイプモデルの開発を行った。本開発では、飼料タンクを洗浄・塗装するロボットにおいて地上から遠隔操作する機能が求められており、主に Android タブレットによるアプリケーションと Arduino による制御コントローラにて機能を実装する。この内、表 1 に Arduino による制御コントローラに要求される仕様についてまとめる。

表 1 プロトタイプモデル（制御コントローラ）の構成仕様

名称	用途
Raspberry Pi3	・ Android タブレットとのソケット通信によるコマンドの送受信 ・ Arduino とのシリアル通信による制御信号の送受信
Arduino UNO Rev3	・ モータ制御 ・ 超音波センサ制御
ステッピングモータ	・ 2 方向（子午線方向用・水平方向用）の移動を想定
モータドライバ IC	・ 各ステッピングモータを制御
超音波センサ	・ 飼料タンクとの距離情報を取得 ・ 水平方向用モータと連動することで一定の距離を確保

#### 4. プロトタイプモデル（制御コントローラ）開発

本プロトタイプモデル開発において、制御コントローラは、表 1 に示した要素で構成される。開発では、最初にブレッドボードを用いて、ステッピングモータ（ST-42BYG020）と超音波センサ（SEN136B5B）を Arduino により制御する機能を組み込んだ。ステッピングモータは、ロボットがタンクに仮設された軌道の移動方向ごとに制御方法が異なり、子午線方向の移動では連続運転とステップ運転（ロボットの位置微調整用）の 2 通りの制御方法となっている。水平方向の移動では、移動距離が少ないため、ステップ運転のみの制御方法となっているが、超音波センサで取得したタンクとの距離情報を基に、閾値以下になると運転を制限し、タンクと一定以上の距離を確保できるようにした。次に、Raspberry Pi と Arduino 間でシリアル通信による制御信号の送受信を実装した。Raspberry Pi から送信された制御信号を Arduino 側で受信し、ステッピングモータを制御することができた。また、Android タブレットにタンクとの距離情報を表示させるために、Arduino で取得した超音波センサの距離情報を Raspberry Pi に送信することができた。

プロトタイプモデルにおける制御コントローラ機能を実装後、屋外環境でのテストを想定し、制御コントローラ部をアクリルケースによる筐体に組み込むこととした。この筐体内では、スペースに限りがあるため、ブレッドボードに組み込んだ制御回路をプリント基板に置き換えることで省スペース化、及び回路の最適化を図った。今回、プリント基板は、プリント基板専用 CNC 加工機（CIP100）を用いて加工した。実装した回路のパターンを図 1 に示す。製作したプリント基板の回路は、ドライバ IC ソケット、各センサやモータのケーブルを接続するための基板端子台で構成されており、各部品を基板に実装し、回路を置き換えることで筐体内のスペースを確保できた。また、ブレッドボードで実装していた時に比べ、各部品を確実に固定でき、ケーブル接触不良等の改善にもつながった。

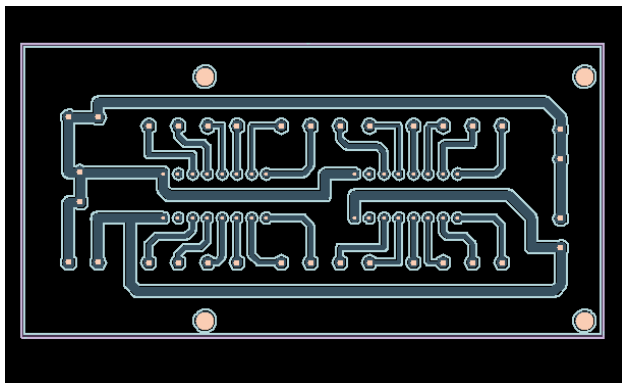


図 1 回路パターン

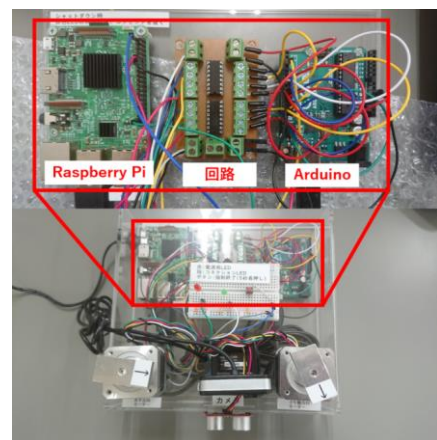


図 2 完成したプロトタイプモデル  
（上部の枠内が制御コントローラ部）

#### 5. おわりに

本開発において、飼料タンク洗浄・塗装ロボットのプロトタイプモデルにおけるコントローラ部を構築することができた（図 2）。この開発を通じて、Arduino、Raspberry Pi における各種制御技術だけでなく、プリント基板加工機を用いた回路実装まで取り組むことができ、スキルアップを図ることができた。また、本開発は、グループで取り組んでおり、各メンバーが有する技術を共有することでプロトタイプモデルを完成させることができたと考える。

#### 謝辞

本開発は、公益財団法人宮崎県産業振興機構平成 29 年度「産学官共同研究開発支援事業」および平成 29 年度技術センター裁量経からの助成を受けて実施できました。関係者の方々に厚く御礼申し上げます。