

# 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

○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>、西岡 祐介<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 : kai@cs.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ので報告する。宮崎大学工学部教育研究支援技術センター情報システム系の技術を融合する体制として展開することで、構成メンバー間の技術共有を深め、円滑なチーム開発が進められるようになることも目的の一つとして開発を行った。

## 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。

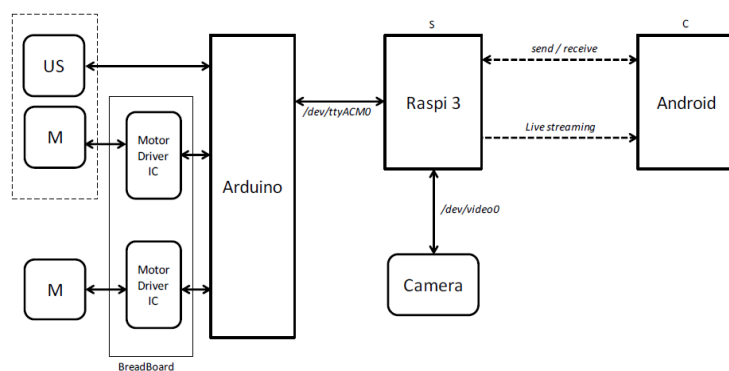
## 3. 本開発における要求仕様

地上の人間の遠隔操作により、飼料タンクを洗浄・塗装するロボットに対するコントローラおよびアプリケーションの開発を行うための要求仕様の概略を以下に示す。今回は、これらの仕様を想定したプロトタイプモデルの開発を行った。

- ・飼料タンクの子午線方向および円周方向にロボット移動のための軌道を仮設する。
- ・軌道に対するロボットの移動は、ラックピニオン機構とモータにより実現する。
- ・移動方向は、飼料タンクの子午線軌道と円周軌道および水平軌道とする。
- ・飼料タンクを洗浄するための水洗用ウォーターガン、塗装するための塗装用スプレーガンを設置する。
- ・スプレーガンの移動（水平方向）はロボットに設置されたスライドバーによって実現する。
- ・塗料やタンクを洗浄するための水および電源は、地上からホースやケーブルを通して供給される。
- ・マイコンボードによって各種周辺ハードウェアを制御する。
- ・距離センサを用いてロボットと飼料タンク間の距離を測定する。
- ・カメラを用いてタンク表面を観察する。
- ・Android タブレット等の遠隔操作端末によって、洗浄・塗装ロボットの遠隔制御を行う。
- ・ロボットに接続したカメラによって飼料タンク表面の映像を Android タブレット等に表示させる。

#### 4. プロトタイプモデル構築

飼料タンク洗浄・塗装ロボットのプロトタイプモデルを図 1 に示す構成にて開発した。ユーザが遠隔操作するために使用する Android タブレットや、モータおよび超音波センサの制御を行う Arduino との通信に、シングルボードコンピュータの Raspberry Pi を使用した。まず、Raspberry Pi において開発環境構築、ネットワーク環境構築および最適化、Android タブレットと通信を行うための無線 LAN アクセスポイント化構築等を行い開発可能な環境を整備した。ステッピングモータ（軌道移動の駆動を想定）と超音波センサは Arduino で制御し、コマンドによりモータの連続回転およびステップ回転を実現させた。Raspberry Pi と Arduino は、シリアル通信にて Raspberry Pi 側から制御コマンドを送信することで、モータ制御を実現することができた。また、超音波センサから取得された距離情報により、水平方向用モータを閾値に応じて制御し、飼料タンクと一定以上の距離を確保できるようにした。さらに、モータ、センサ周辺回路は配線パターンの最適化を行い、プリント基板加工機により専用基板を作成しプロトタイプモデルに実装した。Android アプリケーション開発においては、Android タブレットをクライアント、Raspberry Pi をサーバとし、ソケット通信によりコマンドを送受信することで、データ通信を実現した。Android アプリケーションによるプロトタイプモデルのリモートコントロール画面を図 2 に示す。ユーザがタブレット上の UI を操作（ボタンのタップ等）することで、ステッピングモータの駆動命令を送信し遠隔操作を実現した。また、超音波センサの値を非同期に受信（一定間隔）し、Android タブレットの画面上に値を視覚的に表示させた。さらに、Raspberry Pi に接続したカメラからの映像をストリーミング送信し、Android 側でライブストリーミングを受信することで、タブレットの画面上に飼料タンク表面の状況をリアルタイムに表示することができた。



M : ステッピングモーター  
US : 超音波センサ

図 1 プロトタイプモデルのシステム構成図



図 2 完成したプロトタイプモデル

#### 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を構築することができた（図 2）。開発グループをハードウェア制御チームと Android 開発チームで分担して開発を行うスタイルにおいて、定期的の開発ミーティングを行い、チーム間および開発グループ全体での各技術情報の共有を図り効率的に開発を進めることができた。また、今回の開発内容は、情報系分野と電気系分野が融合しており、情報システム系の技術を一つのパッケージとして提供できる基盤になったと考える。

#### 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費からの助成を受けて実施することができました。助成事業を支援していただきました関係者の方々に厚く御礼申し上げます。