

5E-6 廃食油回収ロボット構成方法*

田村航[†]
コガソフトウェア(株)[†]

水本学[‡]
(有)ステップ[‡]

福山峻一^{††}
大阪電気通信大学^{††}

1. はじめに

「廃食油回収用ユビキタスネット」^[1]における廃食油回収ロボット（以下、「ロボット」）の構成方法の検討と実装、さらに、油量計測の方式と検証結果について述べる。

同研究開発では、ロボットと管理サーバおよび会員カードを主なソリューションアイテムとするシステムを提供し、会員が、会員カードによる認証ののち家庭から持参した使用済み天ぷら油等の廃食油をロボットに投入すると、ポイントが付与され定期的に現金等が還元されるというサービス（以下「油回サービス」）を想定している。（図1）

本稿ではその内、ロボットの構成方法、特に油量計測の方式について論じる。

なお、油回サービスは、SCOPEの一環として鳥取県を舞台に実証を行った^{[2][3][4]}。

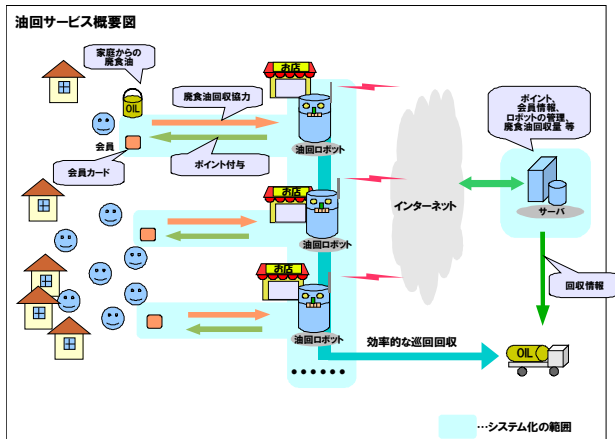


図1 油回サービスの概要

2. ロボットの機能要件と機器構成

機能要件として次の各機能を定義した。

- 1) 利用者認証機能
- 2) 廃食油回収・蓄積機能
- 3) ポイント付与機能
- 4) ロボット=サーバ間情報更新機能
- 5) 油回ロボット状態通知機能
- 6) ロボット異常通知機能
- 7) 事業者回収対応機能

以上の要件を総合し、構成機器は図2のように決定した。

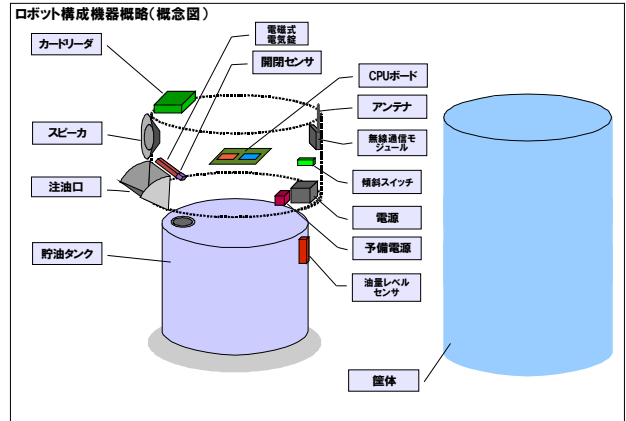


図2 ロボット構成機器の概要

油回サービスでは、ロボットが自身の状態を把握し、遠隔からそれを知ることができることが重要である。特に、タンクに収容中の廃食油量を適切に把握し、規定量に達した時点で回収業者に廃食油の回収を促したり、満タン時に廃食油投入の受付を停止することが、サービスの円滑な運営に不可欠である。これは機能要件の#4~#7に対応する。以下、ロボットが行う油量計測の方式について述べる。

3. 油量計測の方式

油量の測定方法については、様々な方式が考えられるが、表1のような観点に基づいて各方式の優劣を整理し、方式の選定を行った。

センサ種別	センサデータの出力内容	部品コスト	組み付け工数	廃食油の物性との相性	油量算出容易性	データ精度
フィルム状圧力センサ	圧力のアナログ値	○	○	○	○	△
ロードセル	荷重のアナログ値	×	△	○	○	○
フロートゲージ	(ゲージの光学的観測)	○	○	△	×	△
静電容量方式の液面センサ	油面高のアナログ値	△	○	○	○	○
赤外線方式の液面検知センサ	油面高の離散的接点値	△	△	○	○	△
流量計	流量のアナログ値	△	×	△	×	△

表1 油量計測方式検討表

結果、フィルム状圧力センサ方式と静電容量方式の液面センサを採用し、それぞれ試作を行った。

* Composition methods for the waste edible oil recovery robot

[†] Ko Tamura, Koga Software Company

[‡] Manabu Mizumoto, STEP Inc.

^{††} Shunichi Fukuyama, Osaka Electro-Communication University

4. 計量精度の検証

完成した2種類の方式のロボットについて、実際の廃食油投入と計測された数値を比較した。

1) フィルム状圧力センサ方式

本方式は、ロボット筐体内部において、タンクがスチール板の上に乗った状態で、センサ4個をスチール板下部の四隅にそれぞれ固定して装着し、センサが出力する圧力値を油量に換算するものである。運用開始当初は油量を計測できていたが、回収事業者が回収する際にセンサの位置がずれる等、設計上予期できない問題が発生し、有為なデータを取得できない状態となった。実装においてセンサは、ミリ単位の位置固定を必要とするが、実運用での振動や傾斜、筐体の歪みには耐えられないことが判明した。

2) 静電容量方式の液面センサ

筒状の静電容量式液面センサに対し廃食油向けの係数設定を施した状態で出荷された製品を用い、既成の廃油貯蔵用のタンク（最大約200リットル収容）に組み付けた。外観は図3のとおりである。



図3 廃食油回収ロボット（静電容量センサ型）

本方式において、センサデータは図4のようなデータフローを経て油量として表現される。

油量導出フロー

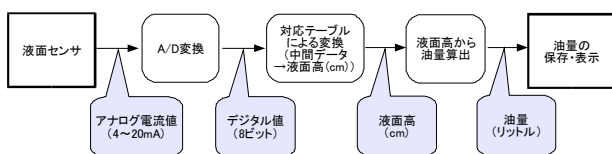


図4 油量算出フロー

このフローにより算出される油量と実際の投入量の精度を調べた。まず、センサのタンクへの取り付け時に油量と液面高の相関を計測し、センサが直接出力する電流値（＝液面高）と実際の油量の対応テーブルを作成した。その上で、

別途実運用に即した精度測定実験を2回行った。実験は、5リットルずつ計量済の廃食油をロボットに投入し、算出された油量を記録するという方法で行った。実験の結果、実投入量に対して算出値が常に上回り（図5）、実際値に対する算出値の誤差率は、20～215リットルの間で最大約35%、平均29.7%となった。（図6）

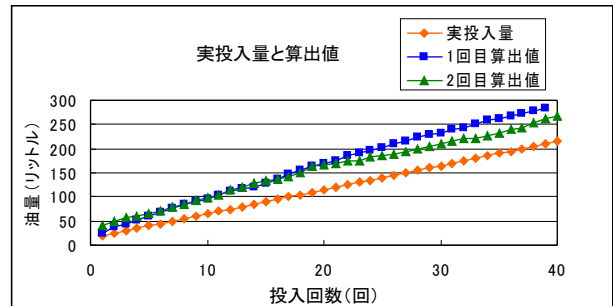


図5 実投入量と算出値

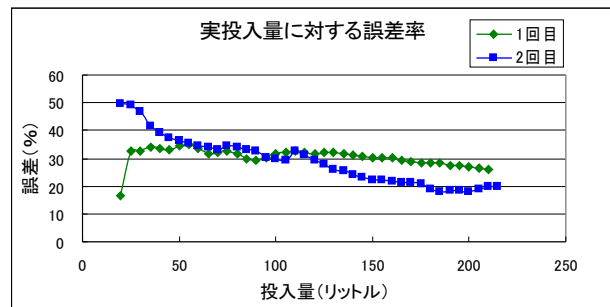


図6 実投入量と誤差率

本構成における誤差の原因は主に次のようなことが考えられる。

- ・投入された廃食油の成分のばらつき
- ・センサに付着、残留する油の影響

5. まとめ

油回サービスで用いる廃食油回収ロボットについて、機能要件の整理と油量計測方式の検討を行った上で実装し、実際の投入油量に対して算出された値の精度を調べた。

今後はさらに、実投入量と算出油量値との相関データを実運用中に得て、対応テーブルを修正する等により精度の改善を図り、油回サービスの実用性を高めていく予定である。

【参考文献】

- [1]福山他，“ユビキタスな廃食油回収システムの提案”，情報処理学会第71回全国大会論文，4E-2（2009年3月11日）
- [2]<http://www.yukai-kun.com/yukai/general/>
- [3]<http://yukaiproject.blogspot.com/>
- [4]http://eco.goo.ne.jp/news/ecotrend/ecotrend_20091217_156.html