

## 廃食油回収用ユビキタスネットの研究開発 (082308004)

An experimental research to develop an “ubiquitous network system for recovering waste cooking oil”

### 研究代表者

福山峻一 大阪電気通信大学

Shunichi Fukuyama Osaka Electro-communication University

### 研究分担者

水本学<sup>†</sup> 田村航<sup>††</sup> 石井克典<sup>†††</sup> 黒田幸明<sup>††††</sup> 吉川憲昭<sup>††††</sup>

Manabu Mizumoto<sup>†</sup> Ko Tamura<sup>††</sup> Katsunori Ishii<sup>†††</sup> Komei Kuroda<sup>††††</sup> Noriaki Yoshikawa<sup>††††</sup>

<sup>†</sup>有限会社ステップ <sup>††</sup>コガソフトウェア株式会社 <sup>†††</sup>鳥取環境大学 <sup>††††</sup>株式会社サイバー創研

<sup>†</sup>STEP Ltd. <sup>††</sup>Koga Software Company <sup>†††</sup>Tottori University of Environmental Studies

<sup>††††</sup>Cyber Creative Institute

研究期間 平成 20 年度～平成 21 年度

### 概要

主として一般家庭からの廃食油を自動的に回収できるロボットと、点在するロボット群を遠隔監視して貯油状況を関係者に知らせる管理サーバと、ロボット群と管理サーバを結ぶ通信網の 3 要素からなるシステムを「廃食油回収用ユビキタスネット」と称して開発する。モバイルネットワーク技術やセンサ技術、IC カード技術などを駆使して 2008 年度にプロトタイプシステムを組み立ててシステムの実現方式を確立、2009 年度には複数台のロボットによるフィールド実験を行ってシステムの実用性と廃食油の回収可能性を実証する。

### Abstract

The primal objective of this research is to develop an “ubiquitous network system for recovering waste cooking oil” composed of (a) robots that automatically recover waste cooking oil mainly from private households, (b) an administration server to monitor these scattered robots remotely and to provide oil storage information to its relevant parties and (c) communication network connecting the robots and the server. In the year 2008, a prototype system was assembled to establish an implementing method with full use of mobile network technology, sensor technique and IC card technology. In 2009, the field experiment was executed with several robots in order to substantiate the system applicability and the possibility of recovering waste cooking oil.

### 1. まえがき

本研究は、スーパーや公民館など各地域の中心施設に点々と配置して近隣住民からの廃食油を回収する廃食油回収ロボットと、同ロボット群と回収事業者の管理センタを結んで各種交信が行える通信網からなるシステムを「廃食油回収用ユビキタスネット」と総称し、その有用性を確認し実現方式を確立することを目的とする。このために、①廃食油回収用ユビキタスネットを活用する事業モデル、②ユビキタスな廃食油回収ロボット、および③廃食油回収用ユビキタスネットの構成方法、の 3 側面から研究開発を進める。

### 2. 研究内容及び成果

(1) 廃食油回収用ユビキタスネットを活用する事業モデルの研究開発

1) 廃食油回収事業モデル成立条件の検討

図 1 に示す廃食油回収用ユビキタスネット(以下本システムと略称)のシステムモデルを前提に、平成 20 年度はこれを応用した事業の成立条件を検討した。まず、事業化時のプレイヤーを挙げ、その人達の間で生じるマネーフローに着目した一般式を提案した。これを用いて実証実験地である鳥取県の場合の事業成立条件を県の人口統計情報などに基づき算出した。目安値を得た。

ロボットの創設費が 25 万円で 5 年定率償却とし、廃食油の実勢価格 40 円、回収の作業費を 1 ロボットあたり年間 3 万円、廃食油提供会員へのポイント還元費を年間の回収額の 10%と仮定した結果、収支が均衡する廃食油の年

間回収量の目安は 2,500 リットルとなること。また、人口密度と会員加入率をパラメータにした収支均衡のためのロボット設置時の所要エリアサイズの計算式を提案し、上記仮定条件で加入率 1/2 の場合、半径 1.5km で回収人口は 1,400 人(廃食油回収量 2,800 リットル>2,500 リットル)程度となり収支均衡することなどを明らかにした。

2) IC カード導入による廃食油提供会員の募集方式の提案

廃食油の提供を約束してくれた人を以下会員と呼び、IC カード(会員カードと呼ぶ)を渡して、廃食油を提供する場合にこれで認証をしてロボットへの注油が可能な方式とした。また、提供回数でポイントを付けて一定額の還元を行う方式とした。これは、住民の提供インセンティブの向上と提供油質を担保する目的からである。技術的には、多数の会員に順次カードを配布し登録管理していくために、システム全体管理者と地域での取りまとめ役(地域コーディネータ)が連携して行う管理手順を確立するとともに、そのためのデータベースの構築を行った。

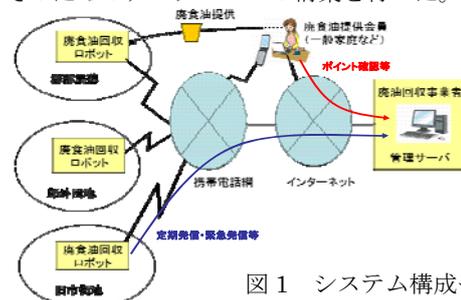


図 1 システム構成モデル

戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE)  
第 6 回成果発表会 (平成 22 年)

会員の募集方法としては、自治会経由、職域・団体経由、有志個人経由などの案が考えられるが、今回はコミュニティ形成を重視して自治会経由の方法を採用することにした。鳥取市の協力を得て、ロボット設置場所に近い5地区自治会に2,000枚の会員カードの配布を引き受けてもらった。

## (2) 廃食油回収ロボットの研究開発

### 1) ロボットの実現方式提案と先行2台の試作(20年度)

ロボットは、操作性、耐久性、安全性、セキュリティ、メンテナンス性、運用コストなどの面から設計条件を整理して1号機を20年末に完成し若葉台地区で試行運用に供した(図2)。この試行運用結果からのフィードバック事項を一部反映して2号機を試作し1号機と入れ替えた。1号機の設計で留意した主要点は以下のとおりである。

①ガイダンス機能：LEDによる表示方式もあるが、なじみやすく環境光に左右されない音声によるガイダンス機構を選択。②廃食油投入口：カードリーダーによる会員カードの認証結果に連動して自動開扉するスライド式を考案。③廃食油収容タンク：可搬なポリタンク4個(合計約80リットル)を筐体内部に格納して回収時の交換を容易にする方式とした。また、各ポリタンクへの分流方式を考案。④油量レベルの計測：数十グラムの誤差は容認することとして、単純・廉価な圧力センサを用いる方式に。⑤筐体：既製のスチール物置を流用、改造して用い経済化を図った。⑥盗難や転倒対策：傾斜センサにより、一定以上の傾きを検知し音声で警告を発する方式を考案。⑦CPUボード、無線通信モジュールは市販製品(H8基盤、FOMAモジュール)を使用。⑧ロボット側ソフトウェアは、センサ・機器制御用にはカード認証、油量レベル検知、注油口開閉状態検知、傾斜検知、停電検知、音声出力、廃食油回収情報管理の、対管理サーバとの無線通信アプリケーションは定時情報送信と異常通知送信の2モジュールで構成。

### 2) ロボットの改良と導入(21年度)

1,2号機の試行導入過程から出された課題それぞれについて、次に述べる改良方法を検討して実装した。

①既存の鋼製タンクを改造して貯油タンクに充当するとともに、②圧力センサを油量センサに交換して油量センサの精度を上げる。③注油口の開閉制御方式を、会員カードによる認証を経てロックが解除された後に手動で閉閉する方式にして閉扉忘れを防止する。④時間的内容的に多様な音声ガイダンス内容の選択的利用を可能に。⑤大型トレイ敷設や、注油口付近の構造改良により油漏れ時の設置場所の環境対策を。⑥上記関連のソフトウェアの修正。

なお、本稿では1~3号機での仕様を「旧仕様」、4号機~6号機ではこれらの課題をすべて反映したので「新仕様機」と称する(図3)。また、今回は見送りとなったがショッピングセンタ等へ導入のための既発行カードを含む複数種の会員カード受容方式、無線LANモジュールによる既存ネットワーク環境の活用方式、他県から打診のあったデジタルサイネージ機能装備のためのLED表示装置の導入方式などの実現性を7号機として試作検討した。



図2 旧仕様機



図3 新仕様機

## (3) システムの構成方法の研究開発

### 1) ロボット：管理の機能分担方法

本システムを構成するロボット、通信網、管理サーバの機能分担について検討し、ロボットの状態管理・利用者管理などは管理サーバで一元管理し、ロボット側では会員の廃食油提供事実やロボットの状態変化情報などの監視・蓄積用の単純な処理内容を分担することにした。

### 2) 通信網の選択

ロボット収容用の通信網候補としては、LAN、携帯電話網の packets 通信、電力線通信などが考えられるが、設置場所の地理的条件に制約がなく通信費用も比較的安価な携帯電話網(FOMA packets 通信)を利用することとした。その場合、ロボットへの着信(管理サーバからのポーリング)を実現するためには、管理サーバを携帯電話網に専用線等で接続する必要がありコスト高となるため、ロボット側からのトリガで発信(定期発信、異常時等の緊急発信)する方式とした。この方式で廃食油回収用ロボットからの状態情報の管理サーバへの通知機能などが問題なく低料金で動くことを確認した。

## 3. むすび

モバイルネットワーク技術やセンサ技術、ICカード技術などを駆使して、主として一般家庭からの廃食油を自動的に回収できる廃食油回収用システムのプロトタイプの実現方式を提案した。また、鳥取での実証実験を通して、住民一人当たり年間2リットル程度の廃食油が潜在的に回収可能であり、このためにポイント還元付の会員カードが提供者の確保や管理に有効であることがわかった。全国各地からは、下水道汚染防止用、人工野菜栽培用発電機用、重機など用の灯油代替燃料用などへの応用可能性を打診されている。このようなことで、導入ニーズが高まり稼働台数が1,000台オーダーになれば、ロボット当たりのランニングコストが10万円/台・年程度となり廃食油回収ビジネスが成立する可能性があることも今回見通せている。

## 【誌上発表リスト】

- [1] 福山峻一、水本高、中林興太郎、黒田幸明、田村航、石井克典、“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(平成21年3月11日)
- [2] 吉川憲昭、中林興太郎、水本高、黒田幸明、福山峻一、“廃食油回収ロボットの配置方式”、情報処理学会第71回全国大会(平成21年3月11日)
- [3] 田村航、水本学、福山峻一、“廃食油回収ロボット構成法”、情報処理学会創立50周年記念(第72回)全国大会(平成22年3月11日) ほか12件

## 【受賞リスト】

- [1] 福山峻一、水本高、中林興太郎、黒田幸明、田村航、石井克典、情報処理学会第71回全国大会優秀賞、“ユビキタスな廃食油回収システムの提案”、平成22年3月9日

## 【報道発表リスト】

- [1] “廃食油回収ロボ登場”、日本海新聞、平成21年1月31日
- [2] “廃食油回収ロボ ゆがいくん登場”、公明新聞、平成21年3月5日
- [3] “リサイクルの取り組みについて”、山陰中央テレビ「TSKスーパーニュースキッズ」、平成22年4月4日 ほか1件

## 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

- [1] <http://yukaiproject.blogspot.com/>
- [2] <http://www.yukai-kun.com/yukai/general/>