

# 廃食油回収用ロボットの遠隔制御通信方式の検討

福山 峻一<sup>†</sup>                      坂口 勝章<sup>‡</sup>                      田村 航<sup>¶</sup>

大阪電気通信大学<sup>†</sup>   株式会社サイバー創研<sup>‡</sup>   コガソフトウェア株式会社<sup>¶</sup>

## 1 はじめに

広域に分散配置された廃食油回収ロボットと、それらを通信回線で接続し管理する管理サーバで構成し、効率的に廃食油を回収するシステムを検討中である。ロボットは町中や山間部等いろいろな地理的環境下に設置することを想定しているため、経済性、利便性を考慮して環境に応じた通信網を選択し、利用する必要がある。また、ロボットは無人環境下に設置するため、廃食油貯油状況などのロボット状態の把握、ロボットからの緊急通知、ロボットの制御などは管理サーバからの遠隔制御により実現する必要がある。これらを効率的、経済的に実現する方式について検討した。なお、本検討は SCOPE の一環として研究を進めているものである。

## 2 ロボット機能と通信への要求

### (1) 設置環境

ロボットの経済的な配置として、人口密度が小さいほど回収エリアを広くとる必要がある。また、配置箇所もなるべく回収エリアが重ならないよう設置するのが望ましく、必然的に町中だけでなく山間部等利用通信手段が限定される箇所への設置が必要となる。

### (2) ロボットと管理サーバとの機能分担

分散配置されたロボットを、利用者がポイントを貯められる利用カードを使って自由に利用できるようにし、かつロボットを極力経済的に実現し、通信量を削減するため表 1 の機能分担とした。

表 1 機能分担

分類	項目	ロボット	管理サーバ
会員管理	会員管理	△	○
	会員認証	○	△
	ポイント加算	○	
廃食油管理	注油量計測	○	
	注油量監視	○	
	注油口開閉	○	
表示	音声ガイダンス	○	
	案内表示	○	
	ロボット障害監視	○	○
運用	ロボット動作試験	○	○
	セキュリティ	○	
	回収スケジュール管理	○	○
	情報案内	△	○

Communication control methods for Robots collecting of waste edible oil

<sup>†</sup>Shunichi Fukuyama · Osaka Electro-Communication University

<sup>‡</sup>Katsuaki Sakaguchi · Cyber Creative Institute

<sup>¶</sup>Ko Tamura · Koga Software Company

### (3) ロボットに必要となる通信機能

ロボットは無人状態で運用するため、表 2 に示す通信機能を具備する。

表 2 主要通信機能

通信種別	通信内容
ロボット状態設定	貯油タンク容量
	日時情報 (時刻同期)
ロボット状態通知	運転状態ログ (状態 (正常/異常)、注油口開閉日時など)
	状態情報 (貯油タンク内廃食油量、事業者最終回収日時など)
廃食油回収情報	事業者回収済通知
	事業者要回収通知
	新規ユーザ情報 (カードID、ユーザID、累計ポイント)
利用者情報	ポイント通知

## 3 通信方式

ロボットの制作費及びその運用コストは、廃食油回収事業を継続するために、極力抑える必要がある。そのため、ロボットと管理サーバ間を接続する通信方式として、経済性、利便性、利用範囲を考慮して最も経済的な方式を選択する必要がある。この方式として表 3 に示す方式が考えられる。

表 3 通信方式の分類

分類	方式	概要	特徴
オンライン	自動発信方式	故障時や満杯に近くなった際自動的にロボットからサーバに発信する	即応性があり経済的
	ポーリング方式	サーバから順次ロボットを指定して呼び出し状態情報を収集	故障検出に遅れが出る
	双方向方式	上記発信システムとポーリングシステムの組み合わせ	経費が高い
オフライン	巡回方式	人が巡回しながら近距離通信等でロボットの情報を収集	経済的であるが故障検出や状態情報収集に時間がかかる

・自動発信方式はロボットからみれば即応性があるが、管理サーバからのポーリングがないため、問い合わせ等ができない。

・ポーリング方式はロボットの状態が問い合わせられて初めてわかるため、故障検出等に遅れが生じる。

・双方向通信方式は最も高機能であり，自由度も高い。

・オフライン巡回方式は，状態情報収集に時間がかかり緊急事態への対応が困難である。

このような通信方式の特徴と，利用時の経済性を勘案して通信網を選択する．即応性からはオンライン方式が望ましい．オンライン方式に適用できるものとして，(a)ADSL などの有線回線，(b)自動販売機の在庫管理などの遠隔テレメトリに用いられている携帯電話網の packet 通信が考えられる．有線回線が利用できる地域では双方向システムが可能となり最も高機能な通信が可能であるが，サービスエリアに制限がある．携帯電話網の packet 通信はサービスエリアも広く送受信 packet 量見合いの課金であり，packet 量が少ない場合は安価に利用できる．

カバー範囲の広さ，送受信データ量からみた場合の経済性から携帯電話網の packet 通信を使用することとした．一般に携帯電話網の packet 通信ではリモート側からの発信は経済的に実現できるが，管理サーバ側からリモートに着信するには，管理サーバを専用線等で携帯電話網に接続する必要があり，経費が高くつてしまう．

#### 4 プロトコル仕様

例えば FOMA の packet 通信では 1 packet が 128 バイトである．通信コストを抑えるため，送受信データ量が極力少なくすむような方式とする．今回は 2 (3) に示した通信機能を実現するために，下記の通りの規定とした．

##### (1) コマンド/レスポンス

初期設定要求/指示，日次設定要求/指示，ログ情報通知，Ack, Nack などのコマンド/レスポンス (当面 13 種) を 1 バイトで符号化する．

##### (2) パラメータ

ロボット ID，利用者 ID など，パラメータ (当面 14 種) を 1~8 バイトで符号化する．

#### 5 通信シーケンス

管理サーバ側からのポーリングは行わないため，通信は全てロボット側からのトリガにより実現する．そのため，通信種別として，下記を規定した．

- (1) ロボット初期状態設定要求
- (2) 定時通信要求 (日次処理，時刻起動)
- (3) 非定時通信要求

以上を踏まえた注油時のシーケンスを図 1 に示す．

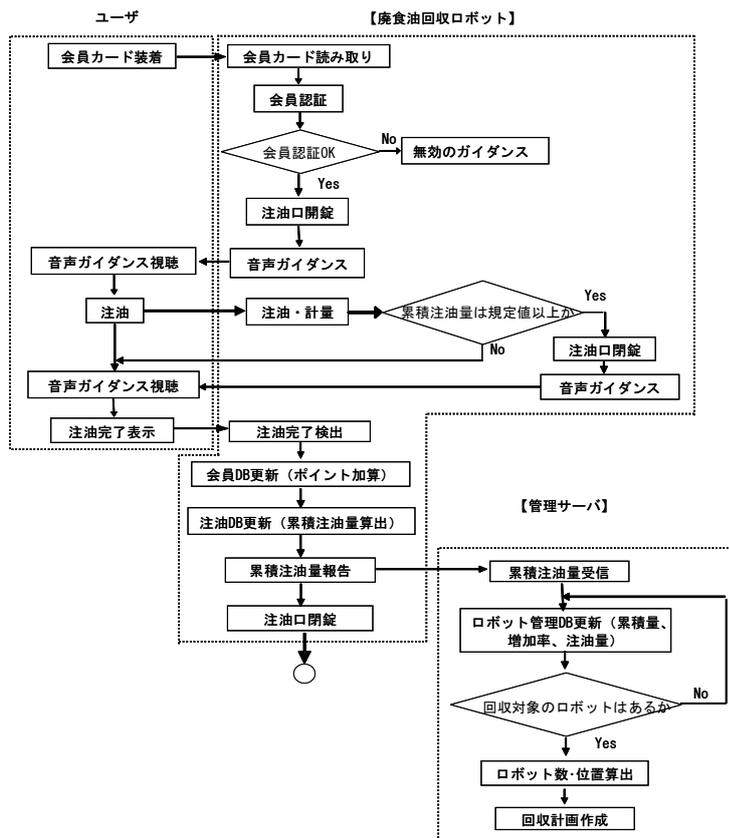


図 1 注油シーケンス

#### 6 通信料金試算

一例として FOMA の packet 通信利用時の通信料金を試算する．通常稼働時の 1 回の通信 (日次処理) あたりの送受信 packet 数を 50 packet (約 6400 バイト)，非定時通信が平均 1 日に 2 回，1 回の通信に 50 packet 送受信すると仮定する．1 ヶ月 (30 日) では，90 回の通信が発生し，送受信 packet 数は，4500 packet となる．1 ヶ月の送受信 packet 数が 6134 packet までではユビキタスプラン S が経済的であるため，ユビキタスプラン S を利用することとすると 1 ヶ月の通信料は約 1423 円となる．

#### 7 おわりに

実際の運用コストについてはロボット制作費，運用コスト等の必要経費と廃食油リサイクルによる収入とを勘案した収支からみた評価が必要となる．今後試行運用を通じて評価する予定である．

※「FOMA」，「ユビキタスプラン」は株式会社 NTT ドコモの登録商標または商標です．