

廃食油回収経路決定アルゴリズムの提案

福山 峻一†

黒田 幸明‡

水本 高‡

中林興太郎‡‡

大阪電気通信大学†

(株)サイバー創研‡

(有)ステップ‡

NPO 鳥取発エコタウン 2020‡‡

1. はじめに

我々は、総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE) 地域 ICT 振興型研究開発⁽¹⁾で採用された「廃食油回収用ユビキタスネットの研究開発」を「油回(ゆかい)プロジェクト」と命名して推進している⁽²⁾。

油回プロジェクトでは、公民館やスーパーマーケットに設置された廃食油回収ロボット「ゆかい君」(以下、「ゆかい君」と略す)から廃食油でロボットのタンクが満杯になった通知を受けて、回収事業者のトラックが、廃食油を回収する仕組みを開発している。満杯になるロボットはランダムに複数発生する可能性があるため、効率的な回収アルゴリズムを実装する必要がある。

この問題は、NP 困難な巡回セールスマン問題となってしまうが、我々は、次のような回収事業者の要求条件を考慮して、油回プロジェクトに適した廃食油回収アルゴリズムを考案した。

- ・廃食油回収は、回収日ごとに東部方面、西部方面のように回収エリアを限定して効率的に実施したい。
- ・満杯の通知があった「ゆかい君」のみから廃食油を回収したい。
- ・回収経路は、なるべく一筆書きのように行いたい。
- ・廃食油回収にかかる移動時間を最小にしたい。
- ・最も燃費の良い回収経路を選択したい。

2. 用語の定義

アルゴリズムを説明するに当たって、代表的な用語を定義する(図1)。

- ・ノード: グラフ上の点であり、回収事業者の集荷所(開始点)や廃食油回収ロボット「ゆかい君」の設置拠点に対応する。
- ・エッジ: ノードとノードをつなぐ線であり、道路に対応する。エッジには、距離情報が付属する。

- ・パス: 連続したエッジの列であり、トラックの走行経路に対応する。

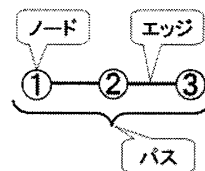


図1 用語の説明

3. 廃食油回収経路決定アルゴリズム

(1) 求める解

- ・定められたエリア内で、タンクが満杯になった「ゆかい君」を順に最短距離でトレースできるパスを抽出する。
- ・トラックに積載する廃食油の積載量と走行距離の積の累計値が最小になるようにする(トラックの燃費を最も良くする)。なお、拠点ごとのタンクの容量は同じものとする。

(2) アルゴリズム

廃食油回収経路を求める手順を以下に示す。

- 【Step 1】地図情報をグラフに変換
- 次のようにして、地図情報をグラフに変換する。
- ・回収エリアを実情にあわせて東部エリアと西部エリアのように限定する。
 - ・「ゆかい君」の設置場所と道路との関係を図1で示した形式のグラフで表現する。
 - ・脇道に相当するような必ず行って戻るパスは、後述のパス抽出が困難になるためノードを集約する。例えば、図2のノード②と④は1つのノードとして扱う。

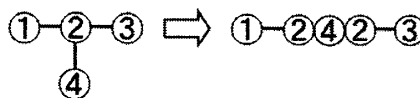


図2 ノードの集約

ここでは、図3に示すグラフを例として用い、ノード①を回収事業者の集荷所(開始点)、ノード②、⑥および⑦の「ゆかい君」から、満杯の通知が届いたものとしてアルゴリズムを説明する。

Routing algorithm to gather waste edible oil
† Shunichi Fukuyama, Osaka Electro-Communication University
‡ Koumei Kuroda, Cyber Creative Institute
‡‡ Takashi Mizumoto, STEP Ltd.
‡‡‡ Koutaro Nakabayashi, Tottorihsu Ecotown 2020

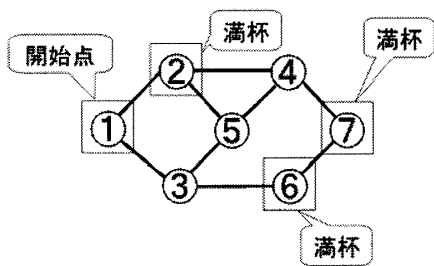


図3 グラフ例

【Step 2】回収経路候補の抽出

- ・開始点に接続されているエッジを抽出する（ノードの対で表現する）。
- ・エッジごとに、接続されているエッジを抽出する。例えば、エッジ①-②に接続されているエッジは、②-④および②-⑤になる。
- ・抽出したエッジを、木構造で表現する。
- ・同じノードが出現した時点でパスの抽出を終了する。図4に抽出したパスを示す。
- ・抽出したパスの中から、満杯の通知が届いたノードをすべて含むパスを回収経路の候補として抽出する。図4では、パス1, 2, 3, 4, 5, 8, 9が該当する。

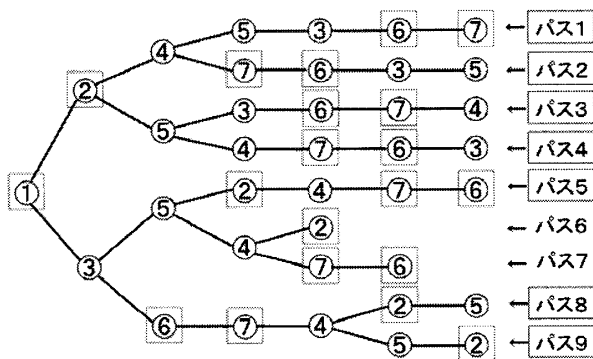


図4 抽出したパス

【Step 3】往路の選択

- ・満杯の通知が届いたすべてのノードを含むパスの中で、開始点から回収最終ノードまでの距離が最短なパスを抽出する。

【Step 4】最適パスの選択

- ・Step 3で求めたパスの終端から開始点①に戻る最短パスを抽出する。
- ・Step 3とStep 4で求めたパスを結合する。
- ・実際の経路を決めて、かつ、燃費を計算するためにStep1で集約したノードを元に戻す。
- ・求めたパスで、所用エネルギーが最小になるパスを求める。これは、エッジ n の距離を l_n 、そのエッジ上の積載量を w_n とすると、次の式

で表される累計値が最小になるパスを選択することになる。

$$\sum l_n \cdot w_n$$

なお、累計値を求める場合は、パスの正方向および逆方向についても求め、最も累計値が小さいパスが、最短で、かつ、燃費も良い求めるパスとなる。

4. 表示イメージ

選択した経路の表示イメージを図5に示す。

「ゆかい君」は平成21年度に10拠点に設置する予定であり、あわせて今回提案したアルゴリズムを実装する予定である。

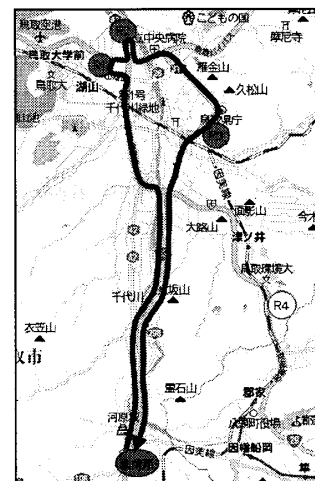


図5 廃食油回収ルートを表示イメージ

5. おわりに

油回プロジェクトに適した経路探索アルゴリズムを提案した。

提案したアルゴリズムと鉄道などの経路探索アルゴリズムとの違いは、次のとおりである。

- ・鉄道などの経路探索アルゴリズムは、往路と復路の経路が同じになっているが、トラックは経路を自由に選択できるので、復路は新たに計算して求めている。
- ・トラックの燃費が最も良くなるような廃食油の回収順序を考慮している。

ただし、満杯になったノードを複数回通る方が効率的な場合があるかもしれないが、本稿では、そのような場合は考慮していない。

今後は、実際の地図情報に対応させて回収の実証実験を行い、アルゴリズムの実用性を評価し改良する予定である。

また、拠点ごとの「ゆかい君」のタンク容量が異なる場合についても検討を行う。

参考文献

- (1) http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/scope/subject/s_h20.html#area
- (2) <http://yukaiproject.blogspot.com/>