

配送コストを考慮した CO₂排出量最小化配送経路・貨物割当問題への進化計算の適用

大谷 紀子 増井 忠幸 東京都市大学 メディア情報学部

CO₂排出量最小化配送経路・貨物割当問題

- ◆ 複数の配送先に異なる重量の貨物を配送
- ◆ CO₂総排出量が最小となる配送経路と貨物割当を探索
 - ➔ 共生進化に基づく探索手法の提案 [Otani2012]
- ◆ 物流事業者は実配送を下請業者に委託
- ◆ CO₂排出量より配送コストを重視
 - 物流事業者：委託費 委託費が少ない貨物割当
 - 下請業者：人件費・燃料費 CO₂排出量が少ない配送経路
 - ➔ 微調整による探索法の提案 [Otani2013]

微調整による探索法 [Otani2013]

《仮の貨物割当の決定》

1. 使用可能なトラックに、最大積載量ごとに通し番号を付与
2. ダイクストラ法によりすべての配送先をたどる経路を作成
 - 始点は配送センターから最も遠い配送先
3. 各配送先の貨物をいずれかのトラックに割当
 - 2で得られた経路の順 ← 近隣の配送先は同一トラックに割当
 - 貨物を積載できるトラックのうち、最も大きく、通し番号が若いトラックを優先

トラック台数削減

委託費単価削減

4. 各トラックの配送経路を決定し、CO₂排出量を算出 [Otani2012]

《貨物割当の調整》

1. 1つの貨物をランダムに選択
2. 次のいずれかの条件を満たすように他のトラックに移動できる場合は移動して1へ
 - 移動元が空になる → トラック台数削減
 - 移動元を小さいトラックに変更できる → 委託費単価削減
 - CO₂排出量が減少する → 委託費用を変化させずにCO₂排出量削減
3. 貨物をもう一つ選択
4. 1で選択した貨物と交換可能でCO₂排出量が減少する場合は交換
5. 1~4を繰り返す

実データによる評価

- ◆ 保有トラック 軽, 1t, 2tを各2台
- ◆ 貨物重量 2箇所に750kg, 他は150kg
- ◆ 配送先 稲敷市の物流事業者の顧客32箇所



《移動距離とCO₂排出量》

貨物重量	調整方法	移動距離 [km]		CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂]	
		平均	SD	平均	SD
【case1】 6と25に 750kg	調整前	355.61	0.46	137.14	0.21
	微調整法	340.40	0.51	133.02	0.24
	提案手法	340.27	0.90	132.95	0.32
【case2】 1と13に 750kg	調整前	360.02	0.22	138.03	0.07
	微調整法	342.78	1.74	133.61	0.64
	提案手法	340.82	0.87	132.76	0.11
【case3】 9と18に 750kg	調整前	360.05	0.26	138.29	0.09
	微調整法	342.79	1.25	133.67	0.58
	提案手法	342.02	1.06	133.23	0.22

《配送経路》(case1)



ハーモニーサーチ [Geem2001]

音楽の即興過程を模倣した最適解探索アルゴリズム

- ① 既知のフレーズをそのまま演奏
 - ② 既知のフレーズの一部を変更して演奏
 - ③ 新しいフレーズを作成して演奏
1. 解候補集合の初期化
 2. 新しい解候補を生成
 - 各構成要素の値は下記のいずれかで決める
 - ① 解候補集合の解候補の構成要素をコピー
 - ② 解候補集合の解候補の構成要素を微調整
 - ③ 新規作成
 3. 解候補集合の最悪解候補より良ければ置換
 4. 2~3をR回繰り返す

提案手法

微調整による探索法において、貨物割当の調整にハーモニーサーチを適用

《解候補集合の初期化》

仮の貨物割当を移動or交換で調整して解候補を生成

《新しい解候補の生成》

方法Aの選択確率： $0.5 \times (\text{現在の繰返し回数}) / R + 0.5$

- A. 解候補集合から選んだ1つの解候補について、微調整による探索法をもとに調整
 - ① 移動
 - ② 交換
 - ③ ランダムに選んだ1つのトラック以外を変更
- B. トラックを構成要素として、ハーモニーサーチの定義通りに生成
 - ②の微調整では、1つの貨物を減少、増加、または他の貨物と置換する。

処理が進むほど方法Aにより生成

《解候補の評価値》

委託費用のm倍とCO₂総排出量の和

仮想データによる評価

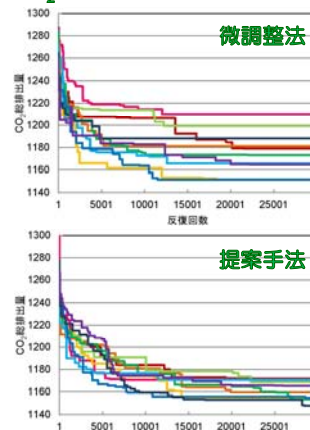
- ◆ 保有トラック 2t, 4t, 10tを各5台

- ◆ 配送先と貨物重量

《移動距離とCO₂排出量》

調整方法	移動距離 [km]		CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂]	
	平均	SD	平均	SD
調整前	1685.4	21.4	1279.5	16.5
微調整法	1564.8	24.7	1176.5	18.2
提案手法	1546.8	13.1	1160.8	8.3

《CO₂排出量の推移》



《配送経路》

