

CO₂排出量最小化のための トラックへの貨物割当と配送経路の探索手法

東京都市大学 環境情報学部
大谷紀子 増井忠幸



背景と目的

- 貨物配送におけるCO₂排出量削減
- 配送先が複数の場合
 - 最短経路 ≠ CO₂排出量最小経路
 - ユニットごとの配送 < 一括配送
配送先のグループ ^{CO₂排出量}
- 先行研究 [大谷2010]
 - 共生進化に基づくCO₂排出量最小経路探索

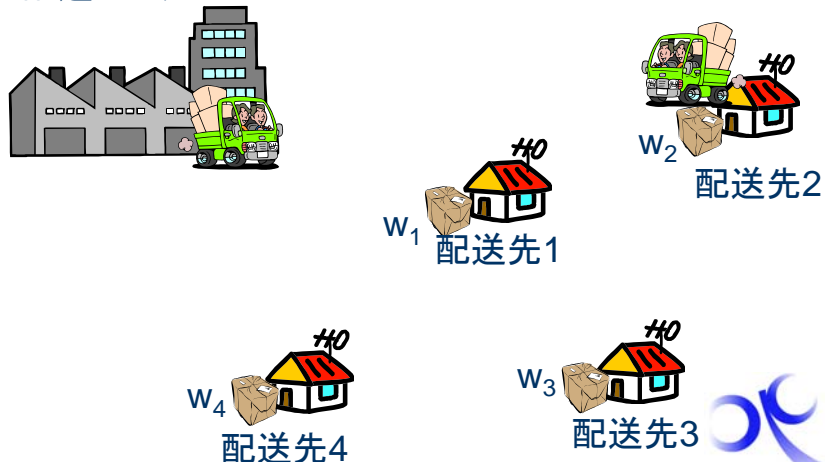


CO₂排出量最小化のための
ユニット構成と配送経路の探索手法の提案



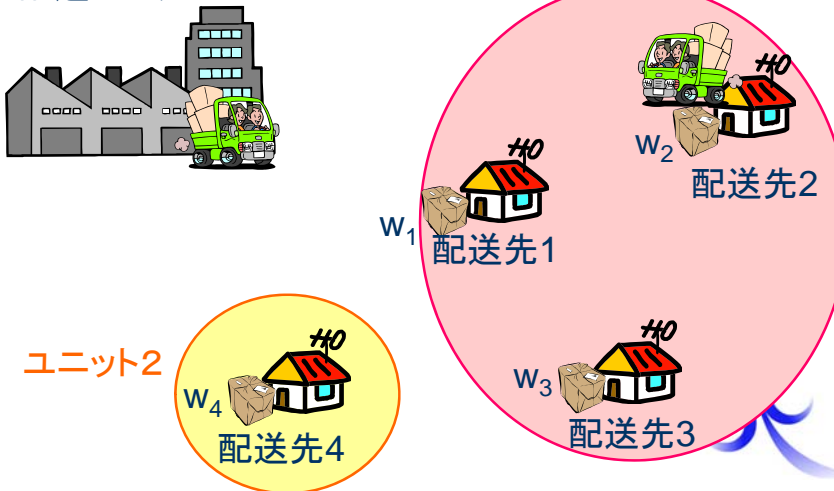
CO₂排出量最小経路探索問題《先行研究》

配送センター

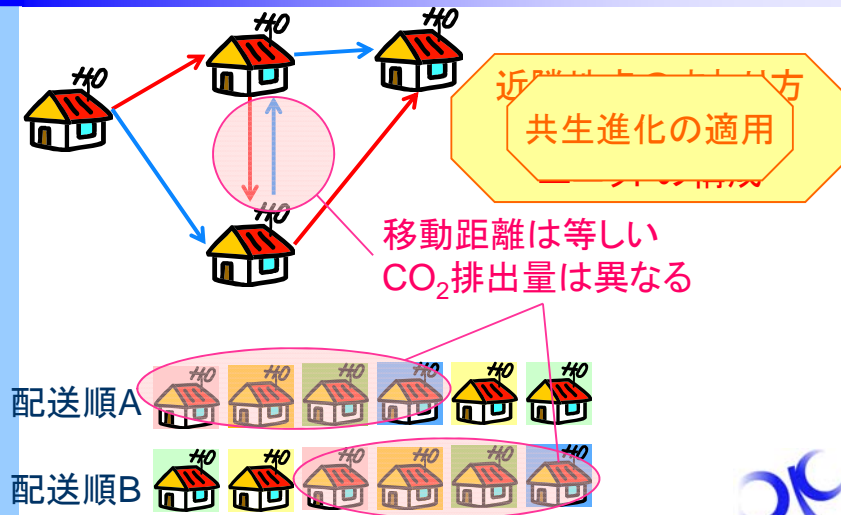


CO₂排出量最小経路探索問題《本研究》

配送センター



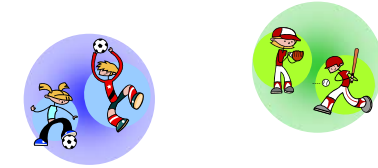
最短経路探索問題との違い



5

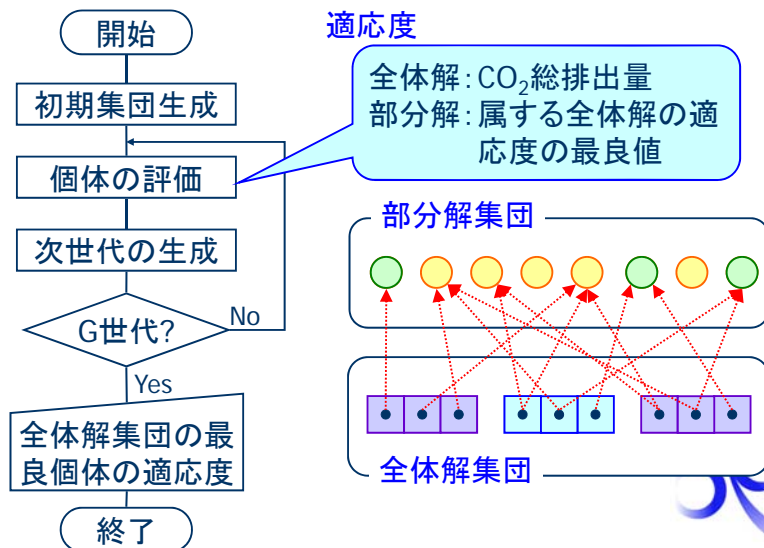
共生進化

- 遺伝的アルゴリズムの一種
 - 最適解探索アルゴリズム
 - 生物の進化過程を模倣
- 同種個体の協働による目標の達成
 - 解を部分解の組合せで表現
 - 部分解集団と全体解集団の並行進化
 - 多様な解候補からの探索が可能



6

処理手順



7

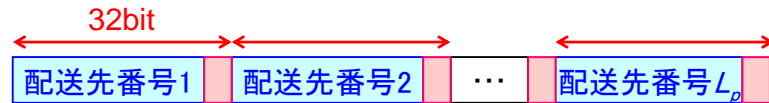
CO₂排出量の定義

- CO₂排出量 e (kg-CO₂)
 - 燃料法: $e = 1000f_c \alpha$
 - 燃費法: $e = \alpha d / f_e$ ← 空荷
 - 改良トンキロ法: $e = 0.001 x d w \alpha$ ← 積荷あり
 - ◆ α : CO₂排出係数(t-CO₂/kL)
 - ◆ f_c : 燃料使用量(kL)
 - ◆ f_e : 燃費(km/L)
 - ◆ d : 移動距離(km)
 - ◆ x : 貨物輸送量あたりの燃料使用量 (L/t·km)
- $\ln x = 2.71 - 0.812 \ln \frac{w}{z} - 0.654 \ln z$
- 積載量(kg) 最大積載量(kg)

8

部分解

- L_p 箇所の配送先の訪問順を表す部分経路
 - 配送先番号は31ビットで表現
 - 配送先番号の後にユニット境界ビットを導入
 - 1つの部分解に含まれる配送先番号の個数: L_p

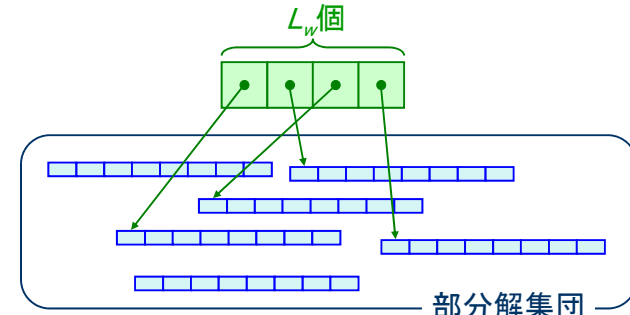


ユニット境界ビット

- 0 : 次の配送先へ
- 1 : 配送センターへ

全体解

- 部分解個体へのポイントの組合せ
 - $L_w = \text{配送先数 } N / \text{部分解の配送先番号数 } L_p$



評価実験～1台のトラックで配送～

- 配送先数: 32(実データ) 配送車: 2tトラック
- 配送重量
 - random ... ランダム
 - flat ... 全配送先で均等
 - heavy-1 ... 配送先6,15は250kg, 他は50kg
 - heavy-2 ... 配送先8,21は250kg, 他は50kg
 - heavy-3 ... 配送先13,29は250kg, 他は50kg
 - heavy-3* ... 配送先13,29は970kg, 他は2kg
- 手順
 - 本研究と先行研究の手法により10回ずつ算出

評価実験～1台のトラックで配送～

| データ | 本研究 | | | 先行研究 | | |
|----------|---------------------------|---------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| | CO ₂ 排出量 平均 | CO ₂ 排出量 最小 | 最小時 の距離 | CO ₂ 排出量 平均 | CO ₂ 排出量 最小 | 最小時 の距離 |
| random | 23.88 | 23.65 | 161.1 | 24.37 | 23.67 | 95.6 |
| flat | 29.02 | 28.89 | 95.9 | 29.13 | 29.09 | 96.2 |
| heavy-1 | 28.72 | 28.51 | 95.9 | 28.73 | 28.37 | 95.4 |
| heavy-2 | 28.96 | 28.69 | 95.9 | 28.96 | 28.87 | 96.2 |
| heavy-3 | 29.15 | 28.75 | 95.7 | 29.30 | 29.09 | 95.6 |
| heavy-3* | 21.10 | 21.00 | 287.9 | 21.23 | 21.03 | 105.5 |

評価実験～最大積載量を超える貨物の配送～

- flat, heavy-1, heavy-2, heavy-3の配送重量を3倍

| データ | CO ₂ 排出量 | | 最小時 の距離 |
|---------|---------------------|-------|------------|
| | 平均 | 最小 | |
| flat | 78.19 | 75.74 | 285.2 |
| heavy-1 | 73.09 | 71.32 | 292.6 |
| heavy-2 | 73.97 | 72.84 | 294.6 |
| heavy-3 | 75.40 | 73.25 | 283.6 |

4ユニット

13

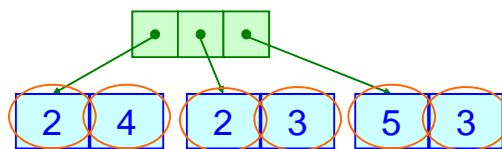
まとめ

- CO₂排出量最小化のためのユニット構成と配送経路の探索手法の提案
 - CO₂排出量のより少ない配送手法の獲得
 - 最大積載量を超える貨物の配送への対応可能性の確認
- 今後の課題
 - 着荷主の不在
 - 途中集荷

14

表現型の生成方法

- $L_p=2, L_w=3, N=6$ の場合



不正な経路が生成されない

| | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|
| 訪問順 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 配送先 | | | | | | |

1 2 3 4 5 6

15