

CO₂排出量最小化配送経路・貨物割当問題のための 共生進化における遺伝子表現と操作

大谷 紀子 増井 忠幸 東京都市大学 環境情報学部

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ユニットごとに配送
CO₂総排出量が最小となる配送経路とユニット構成を探索

- ◆ 貨物の総重量はトラックの最大積載量を超えない
- ◆ 各配送経路の出発点と終着点は配送センター
- ◆ 着荷主の不在は考慮しない

トシキロ法によるCO₂排出量算定式

$$(\text{CO}_2\text{排出量}) = (\text{積載量}) \times (\text{移動距離}) \times (\text{エネルギー消費原単位}) \times (\text{CO}_2\text{排出係数}) \times 10^{-3}$$

$$\ln(\text{エネルギー消費原単位}) = 2.71 - 0.812 \ln\left(\frac{\text{積載率}}{100}\right) - 0.654 \ln(\text{最大積載量})$$

CO₂排出量は異なる

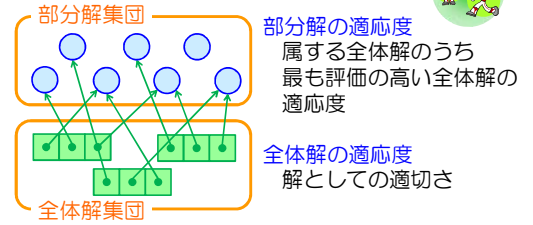


適切な部分経路？
適切な部分経路の並べ方？
適切なユニットの構成？

共生進化 [Moriarty1996]

同種個体の協働による目標の達成を模倣
(ex.) 強い野球選手？ 強いチーム編成？

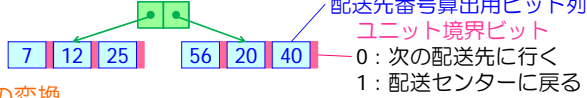
- 全体解 = 部分解の組合せ
- 部分解集団と全体解集団の並行進化



局所解の回避 & 評価の高い解の早期発見

遺伝子表現と適応度

配送先が6箇所の場合

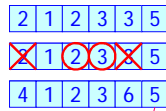


表現型への変換

《変形パス表現》

配送先番号に変換

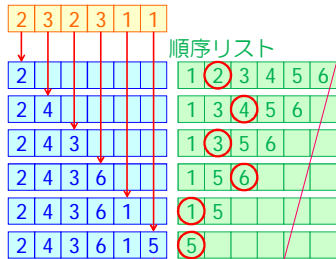
重複箇所は遺伝子の値が大きい箇所を優先
未使用配送先番号で順に補充



《変形順序表現》

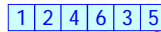
順序リストの添字に変換

順序リストから経路を作成



《ランダムキー表現》

遺伝子の順位で経路を作成



適応度

各経路のCO₂排出量の合計

1つのユニットにおける配送貨物の総重量が最大積載量を超える場合は十分大きな値を加算

ユニット境界ビットを元に分割

遺伝子表現の比較

- ◆ 最大積載量 2000kg
- ◆ 距離データ ある物流事業者の顧客32箇所
- ◆ 貨物重量データ 右記12種類

貨物重量データ	貨物重量	CO ₂ 排出量[kg-CO ₂]		
		変形パス表現	変形順序表現	ランダムキー表現
zero	0kg	0.001613	0.002129	0.001848
random	0~62.5kg	23.31	34.88	31.66
flat	62kg	28.16	41.54	35.14
heavy1	6と15は250kg, 他は50kg	27.77	41.26	35.08
heavy2	8と21は250kg, 他は50kg	28.01	41.01	34.55
heavy3	12と26は250kg, 他は50kg	28.24	41.39	35.25
heavy3a	12と26は970kg, 他は2kg	20.55	21.53	21.18
random2	random×3	42.45	54.71	51.37
flat2	flat×3	73.97	86.71	93.03
heavy1-2	heavy1×3	72.23	85.66	91.31
heavy2-2	heavy2×3	73.26	86.14	90.53
heavy3-2	heavy3×3	73.14	85.42	92.38

変形パス表現が最良

前処理

配送先の付番アルゴリズム

1. 配送センターに0を割り当て、現在地とする
2. 現在地からの移動距離が最も短い配送先に、次の番号を割り当て、現在地とする
3. すべての配送先に番号が割り当てられるまで2を繰り返す

世代交代

全体解 MGGモデルを適用

部分解 集団をL_w個に分割後、MoriartyらがNN学習時に使用したモデルを適用

1種類の個体への収束を回避

上位半数：突然変異のみ

下位半数：上位四半数の個体を親とする交叉と突然変異でできた子と置換

変形パス表現での最良配送経路

貨物重量データ	各データで得られた経路		zeroで得られた経路	
	距離	CO ₂	距離	CO ₂
random	99.84	23.13	89.92	23.61
flat	94.47	27.94	89.92	28.46
heavy1	94.32	27.45	89.92	27.95
heavy2	94.62	27.77	89.92	28.08
heavy3	94.67	28.05	89.92	28.45
heavy3a	167.07	20.49	89.92	27.71

距離は長くてもCO₂排出量は少ない

重いものは先に!

