

組み合わせ最適問題による2024年問題の解決

大阪府立いちりつ高校

研究目的

昨今の日本の問題の一つである2024年問題に目を向け、**組み合わせ最適化問題**を利用し、配達ルートをもっと最適化し、解決に近づける。

※2024年問題とは...少子高齢化によってトラックドライバーの減少やトラックドライバーの年間時間外労働が制限されるなどの理由で配達に遅延が生じる問題。

※組み合わせ最適化問題とは...条件の上で、最も適した解を探す問題。

例)ナップサック問題(使用例:お菓子の選択など)、巡回セールスマン問題(使用例:買い物のルートなど)など

研究方法

条件を設定し、その条件に一致するようにchatGPTを用いてPythonという言葉でプログラムを作成、実行を行い、プログラムが十分2024年問題を解決するに値するかを調べる。

条件

- 実際の時間を利用し、プログラムの開始を0:00とする。
- 配達先ごとに配達した時間を表示する。
- 最終結果として、かかった時間、コストを表示する。
- 出勤先を固定する。(開始地点と終了地点を一致させる)
- ランダムな配達先の点とそれらを繋ぐ道とそのコストをつくる。
- 渋滞や一方通行は考えないものとする。
- 荷物によって一定のルールを定める。
荷物ABCDを定める次の時間を目安とする。
A9:00~11:00 B11:00~13:00
C13:00~15:30 D15:30~18:00
誤差は出していいものの最終的に18:00までとする。
- 地点は一定の区間内からランダムに決定され、個数は300個を100パターン計測するものとする。
- コストは移動距離に比例するものとし、10メートルごとに1コストを換算する。
- 輸送車は500m/minで等速直線運動するものとする。
- 配達時間を1時間伸ばし、必ず1時間の休憩時間を作る。
- 地点同士の距離は常に30m以上離れているものとする。
- 配達にそれぞれi,ii,iii,iv,vと分類し、それぞれ1~5ポイントを割り振り、1ポイントでコストを0.005倍加算する。
- x座標もしくはy座標1あたり1mとする。
- 36km²の平面で計算をする。
- 配達先についたら15秒停止するものとする。
- 同じ点には何度も訪れて良いものとする。

プログラム1の結果

プログラム1は点をA,B,C,Dそれぞれに75個入るように生成し、生成した点にi,ii,iii,iv,vのグループ分けを行い、時間の条件に合う点の内現在いる点から距離×コスト倍率が一番小さい点をつなぎ、すべての点を周ったあと結果をグラフや、アニメーションとして表示している。このプログラムの結果には訪れるべき点の順番、一周するのにかかる時間、総コスト、終了時刻(配達終了時刻)、合計待機時間、訪れた点の訪問時間、生成した点、最適なルートとイメージンによって視覚的にわかりやすくしているものを表示している。下に10回試行したときの周った点の数を示している。

※今回は時間によって配達強制終了が動いているのかを調べるため600個の点で計算している。

プログラム1の結果(10回)

回数	周った点	回数	周った点
1	462	6	465
2	447	7	462
3	472	8	479
4	474	9	459
5	476	10	479

プログラム2の結果

プログラム2ではプログラム1と同じ計算方法をしていることに加え、ランダムに50箇所を選び、2番目に距離×コスト倍率が小さい点を選ぶという計算法をしており、プログラム1のときにしていた遠回りを防止している。なお、この計算は100回行っている。

下に10回試行したときの周った点の数を示している。

プログラム2の結果(10回)

回数	周った点	回数	周った点
1	465	6	483
2	449	7	461
3	467	8	470
4	467	9	453
5	460	10	465

プログラム3の結果

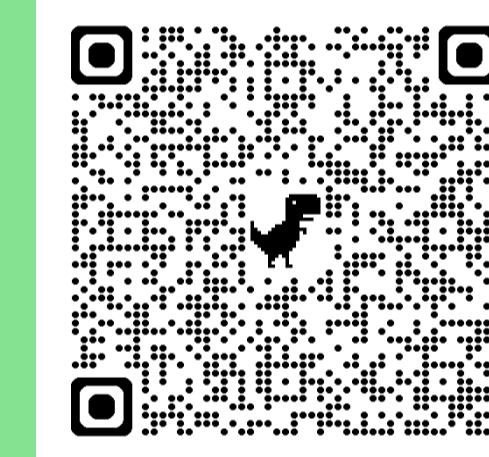
プログラム3は条件に当てはまる点の内距離が小さい順に5個選びそのうちからランダムに1つを選び、つなぐという計算法をしており、これによってプログラム2のようにプログラムしても遠回りすることを防ぐ。なおこちらも100回計算を行っている。下に10回試行したときの周った点の数を示している。

プログラム3の結果(10回)

回数	周った点	回数	周った点
1	464	6	469
2	458	7	472
3	468	8	461
4	471	9	460
5	470	10	462

プログラム1とその結果の例:

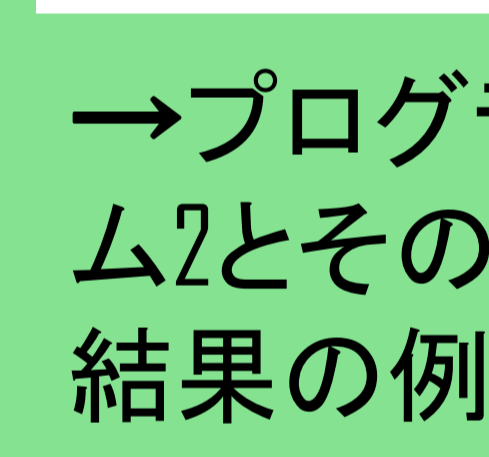
https://1drv.ms/b/s!AmlxYziak9qBbYHC_lealF821Jk



←プログラム1とその結果の例

プログラム2とその結果の例:

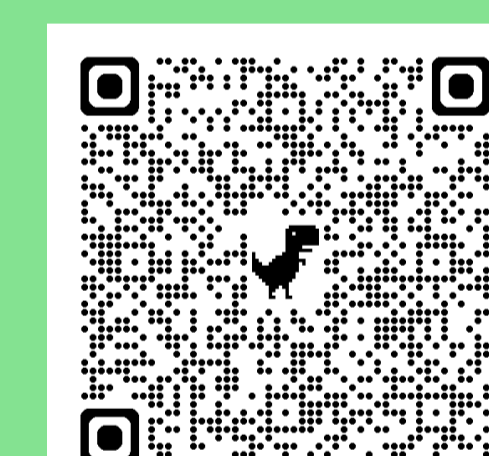
<https://1drv.ms/b/s!AmlxYziak9qBblFpanhvd1IZwZo>



→プログラム2とその結果の例

プログラム3とその結果の例:

<https://1drv.ms/b/s!AmlxYziak9qBbzblFiwfSEVw1-Q>



←プログラム3とその結果の例

※ここにある結果はすべてプログラムを実行したときの一例であり、実行ごとに重さや配達先の地点、配達可能時間が異なる。

考察

現在の条件では約450個の点を回ることができるということがわかりますが、本来、渋滞や一方通行、信号など様々なものや状況によって配達可能な個数は変化するので、そのような条件を導入したとき、大幅に配達できる個数は減少すると考察できる。

現状と今後

現状2024年問題について述べるために必要な情報が収集できていないので、提言を控える。

今後は遺伝的アルゴリズム、3-opt法の内今回の研究に適しているものを利用して既存のアルゴリズムとして比較を行うため、プログラムを行い、考察で述べたような条件を追加し、カイ2条適合度検定などの検定を用いて研究を行う。

※遺伝的アルゴリズムとは突然変異などを用いて探索を行うアルゴリズム。

※3-opt法とは先に繋いだルートの内3点を選びつなぎ直して探索を行うアルゴリズム。

参考文献

・前川景示、玉置久、喜多一、西川緯一(1995年)「遺伝的アルゴリズムによる巡回セールスマン問題の一解法」

・小坂大樹(2021年)「経路探索における高速な経路グラフ最適化に関する研究」

・胡艶楠(2023年)「身近な問題を解く！組み合わせ最適化！」

・叶暁強、浜松芳夫、星野貴弘(2016年)「巡回セールスマン問題における局所探索法の提案」

・児玉淳(1996年)「巡回セールスマン問題に対する発見的解法の提案」

・倉田是「地図データを使った配達経路の最適化アルゴリズム」

・杉浦史門、中村和彦、福本壘、中山悠(2011年)「巡回セールスマン問題の解法を取り入れた即時経路探索による現地調査支援システム」