

コロナ禍の TDL における満足度を考慮した最適巡回経路探索方法

A Method for Obtaining Optimal Travel Route Considering the Level of Satisfaction in the Tokyo Disney Land under the COVID-19 Pandemic

1841014 伊藤 純平

Jumpei ITO

指導教員 秋葉 知昭

This study proposed a obtaining method for the optimal travel route considering the satisfaction level and constraints of Tokyo Disney Land under the COVID-19 pandemic using particle swarm optimization method.

1. 緒言

現在、世界中に数多くのテーマパークが存在しており、それらのテーマパークには沢山のアトラクションがあるが、1日でそれらすべてを回るのは難しい。このような問題を求めた研究として、玉城らの研究[1]がある。

近年、新型コロナウイルスの影響でテーマパークでは入場数や開園時間に制限がかけられており、新たに最適巡回経路を求める必要があると考える。本研究は粒子群最適化法を用いて、コロナ禍の東京ディズニーランドの満足度と制約条件を考慮した最適巡回経路探索方法を提案する。

2. 粒子群最適化法[2]

粒子群最適化法（以下 PSO）は、1995年に J.Kennedy と R.Eberhart により開発された最適化手法である。これは鳥の群れが餌を見つける行動を模倣したものである。PSO では位置と速度の2つの情報を持った粒子の群れが、最良の位置を探す。各粒子のこれまでの最良の位置(pbest)と群れ全体の最良の位置(gbest)の影響を受け、位置と速度の更新を行い、これを終了条件を満たすまで繰り返すことにより最適解を探る。

3. アトラクションの定義

本研究では、東京ディズニーランド人気アトラクションランキング 2021[4]から東京ディズニーランドの29個のアトラクションを用いる。各アトラクションには満足度[4]、待ち時間[5]、所要時間[4]が設定されている。また、アトラクション間の移動時間を6分とする。

4. 提案手法

本研究で実装した PSO の処理手順を以下に示す。最適解が出やすいパラメータとして、繰り返し回数を1000回、粒子の数を20個、pbestを考慮する度合い(C_1)を1.23、gbestを考慮する度合

い(C_2)を0.9とする。また、制約条件を540分とし、繰り返し回数を満たせば探索を終了するアルゴリズムとなっている。

Step 1: 各個体の位置と速度を乱数で初期化。

Step 2: 各個体の総移動時間と総満足度を算出。

Step 3: 総移動時間が制約条件を超えたら、超えた分の時間と満足度を引く。

Step 4: 各個体のそれまでの最良値と比較し、pbestを更新。

Step 5: 群れ全体の最良値と比較し、gbestを更新。

Step 6: 各個体の速度と位置を更新。

Step 7: 終了条件が満たされていない場合は Step2 に戻り、終了条件が満たされたらその時点での gbest を出力する。

速度を更新する式(1)と位置を更新する式(2)を以下に示す[3]。

$$V_i(k+1) = wV_i(k) + C_1r_1(pbest - x_i(k)) + C_2r_2(gbest - x_i(k)) \quad (1)$$

$$x_i(k+1) = x_i(k) + V_i(k+1) \quad (2)$$

i は個体番号、 x_i は各個体の位置、 V_i は各個体の速度、 r_1, r_2 は[0,1]の一様乱数、 k は探索更新回数(世代数)、 w は慣性係数である。

5. 検証

PSO で求めた最適巡回経路の精密性を確認するため、3章で定義したアトラクション29個のうち10個を使用し、全数列举法で求めた最適巡回経路と比較をする予備実験を行う。制約時間は180分とする。結果を表1に示す。

表1より、順序は違うが選択されたアトラクションの総満足度が一致したため最適解が求められていることがわかった。また、計算時間は全数列举法では328.08秒となり、PSOでは3.03秒となっている。計算時間の比率が0.92%となり、PSOの方がより早く求められていることがわかる。

表1 全数列举法と PSO の比較

No	経路	総満足度	計算時間(秒)
全数 列举	1→10→5→6→	32.57	328.08
	7→8→2		
PSO	1→6→7→5→2 →10→8	32.57	3.03

次に、29個のアトラクションの最適巡回経路を PSO を用いて求める。総移動時間においては最後のアトラクションから入り口に戻るまでの時間は考慮していない。結果を表2に示す。

表2 満足度が最も高い経路

No	経路	総満足度
PSO	2→11→19→6→23→27→ 10→26→21→5→25→4→ 20→8→15→13→12→17 →16→7→1→22→24	32.57

表2の実験の結果から、最も満足度が高い経路に選択された23個のアトラクションの内、17個のアトラクションがマップの中央から右側にかけて点在しているアトラクションであるとわかった。これは、マップの右側に点在するほとんどのアトラクションの満足度が高くはないが待ち時間と所要時間が短いため選ばれたと考えた。また、満足度の高い経路には、No.3 スプラッシュマウンテンと No.9 ウェスタンリバー鉄道が選ばれない傾向にあった。これはどちらのアトラクションも待ち時間、所要時間、移動時間を合わせると35分を超えてしまう。35分を超えるアトラクションはこの2つしかないため選ばれづらいのだと考えた。

巡回経路のアトラクション数から全体のアトラクションの約3/4も乗れることがわかった。これはコロナの影響で、営業時間が短縮されたと同時に、来園者数も制限されたためアトラクションの待ち時間が大幅に減少したためだと考える。

6. 比較

本章では、コロナ禍の営業期間中の最適巡回経路と通常営業時の最適巡回経路を比較し、コロナの影響がどのくらいあったのかを確認する。通常営業時は来園者数や開園時間の制限がなかったため、制約時間を600分とした。各アトラクションの満足度と次のアトラクションへの移動時間はコロナ禍の営業期間中と同じとする。また、通常営

業を行っていた頃は、No.13 ベイマックスのハッピーライドと No.21 美女と野獣：魔法の物語が完成していなかったため除外している。結果を表3に示す。

表3 全数列举法と PSO の比較

No	経路	総満足度	計算時間(分)
通常 営業	12→17→5→1→26→10→21→11 →13→19→22→7→9→20→23→ 14→2	74.13	595
コロ ナ禍	8→20→18→14→3→11→15→12 →16→9→19→4→7→28→10→ 23→24→2→5→25→26→17→27	99.43	538

この実験の結果から、通常営業時はパーク内に長時間滞在することができるが、待ち時間が長いため満足度はコロナ禍の営業時に劣ることがわかった。パークの利益を増やすには来園者数を制限しない方が良いが、一人ひとりの満足度を高めるには制限をした方が良いと考える。

7. 結言

本研究では、PSO を用いて満足度、制約条件を考慮したコロナ禍の東京ディズニーランドのアトラクションの最適巡回経路とその探索方法を提案した。結果として本研究の目的である各アトラクションの満足度を設定し、制約時間内に満足度を考慮した総満足度の高い経路を求める点では巡回経路と探索方法を提案できたと考える。しかし、本研究では同じアトラクションは2度乗らないことや食事やパレードなどは考慮していないため、改善の余地がある。

参考文献

- [1] 玉城梓, 栗国信治, 名嘉村盛和: 多目的最適観光経路問題と MOGA による解法, 電子情報通信学会技術研究報告, 信学技報, vol.106, pp.37-41(2007)
- [2] 山田悠希, 穴田一: 粒子群最適化を用いた巡回セールスマン問題の解法(2022年1月閲覧)
(<https://confit.atlas.jp/guide/eventimg/jsai2018/1E1-02/public/pdf?type=in>)
- [3] 澤敏之: 粒子群最適化(PSO)~生物の採餌行動を模擬した最適化手法(2022年1月閲覧)
(https://www.iee.jp/pes/termb_044/)
- [4] 東京ディズニーランド人気アトラクションランキング 2021(2021年11月閲覧)
(<https://tdrnavi.jp/park/tld/attraction/>)
- [5] ディズニーランド ディズにシー混雑予想カレンダー (2021年11月閲覧)
(<http://www15.plala.or.jp/gcap/disney/realtime.htm>)