

混雑期の USJ における満足度を考慮した最適巡回経路の提案

Proposal for the Optimal Path Considering Satisfaction in USJ for Peak Season

1741062 須藤 大輝

Hiroki SUDO

指導教員 秋葉 知昭

In this study, I would like to propose an optimal path with maximum satisfaction by using ACO. So, I have proposed optimal path with maximum satisfaction for USJ, which has been increasing the number of visitors in recent years.

1. 緒言

現在、ディズニーランド、シーやユニバーサルスタジオジャパンなどの人気テーマパークでは、多くのアトラクションが存在しているが、1日でそれらをすべて回るのは難しい。なぜなら、開園時間に対してアトラクションが多く、アトラクションの待ち時間、体験時間やアトラクション間の移動時間を考慮すると時間が圧倒的に足りない。本研究では、年間の来場者数が2013年から増加傾向にあり、2019年では東京ディズニーランド、シーに次ぐ1450万人[1]来場しており、現在日本で人気を博しているユニバーサルスタジオジャパン(以下USJ)をモデルに、アトラクション毎に満足度を設定、制約時間を設け、その時間内に来場者の満足度の高い最適巡回経路を求める。これをアントコロニー最適化法を用いて求めることを目的とする。

2. アントコロニー最適化法[2]

本研究では、アントコロニー最適化(Ant Colony Optimization :ACO)を用いて最適巡回経路を求める。ACOは1992年にMarco Dorigo氏が博士論文で提案した手法で、蟻が巣と餌場間の最短経路を歩くようになる過程にヒントを得た最適解探索アルゴリズムである。問題の状況が変化しても処理を継続できるので、状況が変化するような経路探索にも適用できる。

3. 使用するデータについて

本研究では、3月と8月に期間を絞りアトラクション、待ち時間のデータを用いる。これはUSJでは季節によって一部アトラクションが変わるため、1つの場所に複数のアトラクションが行われる場所では1つのアトラクションに固定し求めるほうが良いと考えたためである。また、3月と8月は1年で1、2番目に混雑度の高い月であり最適巡回経路を求めるにあたって混雑度の高い月を求めたほ

うがより大きな効果が得られると考えたためである。満足度はUSJ人気アトラクションについて述べているWebページ[3]とアトラクションの待ち時間を基に0.00から10.00の範囲で0.25刻みの40段階で評価した。アトラクション間の移動時間は、パーク内を見て回りながら歩くことを考慮して時速3キロとし、Google Mapsを用いて求めた。各アトラクションの待ち時間と所要時間は、USJの混雑状況[4]から、本研究で用いる3月と8月の開園から閉園までの30分おきの待ち時間を1日あたりで平均し採用した。また、3月と8月の開園時間と閉園時間の平均を取り1日のアトラクションを回る制約時間を600分とする。

4. 評価関数の定式化

評価関数で用いる記号を以下に示す。

i : 対象のアトラクション数 $i = 1, 2, 3, \dots, 22$

n : 乗るアトラクションの数 $1 \leq n \leq 22$

\mathbf{x} : 巡回経路, $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in S$

x_i : i のアトラクションに乗ったときは1, 乗っていない場合は0となる2値変数

S : \mathbf{x} の全ての組み合わせ

$f(\mathbf{x})$: 総満足度

$T(\mathbf{x})$: 総移動時間

m_i : アトラクション i の満足度
($0.00 \geq m_i \geq 10.00$)

t_i : アトラクション i の待ち時間

w_i : アトラクション $i-1$ からアトラクション i までの移動時間(min) ($i \geq 1$ $i = 0$ は入口)

q_i : アトラクション i の所要時間

以上の記号により本研究における問題は次のようにモデル化される。

問題

目的関数

$$f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n m_i x_i \rightarrow \max$$

s. t.

$$T(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n (w_i + t_i + q_i)x_i \leq 600$$

$$m_i, t_i, q_i > 0 \quad w_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$\mathbf{x} \in S, \quad x_i \in \{0, 1\}$$

ACOにおける評価関数は、目的関数 $f(\mathbf{x})$ である。

5. アルゴリズムの実装

本研究では、繰り返し行った実験から最適解が出やすいパラメータの設定を行った。その上で本実験を行った。下記にACOの詳細を示す。

Step1. グラフとエッジのフェロモンの初期化。

Step2. すべてのアリの通る経路をエッジのフェロモン量とヒューリスティック情報に応じて確率的に決める。

Step3. 全てのアリの経路が得られたら、満足度の高さに基づいて各アリが各エッジに分泌するフェロモン量を算出し、フェロモンの蒸発も含めて各エッジのフェロモン量を更新する。

Step4. 終了条件が満たされるまで経路選択とフェロモンの更新を繰り返し、終了条件が満たされた時点で巡回経路を出力する。

本研究の終了条件は総移動時間が600分を超えると終了するというアルゴリズムになっている。

6. 結果及び考察

実験結果である満足度が最も高かった移動ルートを表1に示す。

表1 満足度が最も高い経路

総移動時間	経路	総満足度
600分	No. 2ハリウッド・ドリーム・ザ・ライド	44.50
	No. 1ビックバードのビクトップ	
	No. 6ミニオン・ハチャメチャ・ライド	
	No. 5アメージング・スパイダーマン	
	No. 13フライト・オブ・ザ・ヒッポグリフ	
	No. 14スヌーピーのグレート・レース	
	No. 4スペースファンタジー・ザ・ライド	
No. 17ハローキティのカップケーキ		

経路は移動順に上から示しており、総移動時間においては最後のアトラクションから入口に戻る移動時間は考慮していない。

実験の結果から最も満足度の高い経路にマップの左上から時計回りにアトラクションを回る経路が選ばれた。満足度の高い経路には、人気の高い

No.5 アメージング・スパイダーマン, No.6 のミニオン, No.2ハリウッド・ドリーム・ザ・ライドなどのアトラクションが選ばれる傾向にあった。

また、最初に選ばれるアトラクションに入口から近く満足度の高いNo.2のハリウッド・ドリーム・ザ・ライドが選ばれる傾向にあった。一方、最後に選ばれるアトラクションの傾向は無くバラバラであった。これは最後のアトラクションから出口まで向かう時間を考慮していないためであると考えられる。

また、600分では全体のアトラクションの半分も乗れないことが分かった。このことからUSJを回る際は混雑状況を見て、計画を立てて回る必要があると考える。また人気アトラクションがマップの左側に多く集まっているのでそこから移動時間のかかる右側のアトラクションにエクスプレスパスを使うと効率よく人気アトラクションを回れると考え、次回以降USJに行く際に参考にしたい。

7. 結 言

本研究では、ACOを用いて満足度、制約時間を考慮したアトラクションの最適巡回経路を提案した。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、最適経路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、エクスプレスパス、食事、ショーやパレードを考慮していない、など実際に観光に行く際に使うにはまだまだ不完全である。これらのことを考慮し満足度を設定することでより個人にあった最適経路を求めることができ満足度の高い巡回路を提案できると考える。

今後は更にACOのプログラムを改良することでより精度の高い巡回路の提案ができると考える。また実際にネット上で最適経路を提案するウェブサイトとして利用できると考える。

文 献

- [1] しーちゃん：【USJ】入場者数の推移まとめ！ (<https://castel.jp/p/3029>) (2021年1月閲覧)
- [2] 大谷紀子：進化計算アルゴリズム入門 オーム社 pp62-80(2018)
- [3] みーこ：USJの人気アトラクション15選&待ち時間・怖さ・概要を徹底解説(2020) (<https://castel.jp/p/1791>)(2020年12月閲覧)
- [4] USJの混雑予想・過去待ち時間実績カレンダー (<https://usjportal.net/index.php/kako/kakotdr>) (2020年9月閲覧)