

遊園地のアトラクションの効率的な配置

2015SS062 嶋内梨乃

指導教員：福嶋雅夫

1 はじめに

テーマパークや遊園地における売上高はここ数年の間上昇傾向であり、入場者数も増加している。売上高の上昇には様々な要因が挙げられるが、入場者数の増加が大いに影響していることは明らかである。売上の面で考えても、少しでも多くの利用者に利用してもらう必要があるが、利用者は楽しさを期待して利用しており、期待以上の楽しさを提供して満足してもらう必要があると考えることができる。一方で、利用者の増加に伴い、混雑による待ち時間の増加や飽きによって満足度の減少を心配する声がある。実際に、日本で人気の高いテーマパークの一つである東京ディズニーランドでも入園者数が増加する反面で利用者の満足度の減少を問題視する記事があった [1]。また、2013年にレゴランドが設立、2020年には愛知にジブリパークを設立する予定であるなど、現在の日本では至るところにテーマパークや遊園地の建設が行われている [2, 3]。このように、テーマパークの新設や増設はこれからも続いていくことが予想されるが、新たにテーマパークを設置する際には利用者の満足度について考慮し、満足度を高めるような工夫をしていくことは利益を得るためにも必要である。

本研究では、園内における利用者の行動をアトラクションの利用回数に応じて得られる満足度が変化することや混雑によって生じる不快さを考慮しつつ利用者の満足度を高めるようなアトラクションの配置について考察する。

2 アトラクションの配置の評価

本研究では、利用者の満足度を大きくするにはアトラクションをどのように配置すればよいかという問題を考える。そのためにはアトラクションの配置の良否を評価する必要がある。そこで、1つの与えられた配置に対して、利用者がアトラクション間の移動時に混雑によって感じる不快度を考慮しつつ自分の満足度を最大化するように行動したときに得られる満足度と不快度をその配置の評価値と見なすことにする。以下では、ある配置の評価値を求める問題を定式化する。まず、考察すべき事項を挙げる。

1. アトラクションで得られる満足度 アトラクションを利用することで、満足度が得られる。また、同じアトラクションに何回も乗る場合は乗った回数が増えるにつれ、得られる満足度は小さくなる。

2. アトラクションの利用 遊園地に滞在が可能な時間内であれば、同じアトラクションを何回でも利用でき、またすべてのアトラクションを利用する必要はない。

3. 時間の制限 滞在時間内で、利用者は各アトラクションの所要時間と移動時間を考慮しながらアトラクションをま

わる。ただし、アトラクションの所要時間は、その利用時間と待ち時間を合わせた時間とする。

4. 移動時の不快度 アトラクションの待ち時間とアトラクション間の距離をもとに、人気アトラクションの混雑に帰因する移動のしにくさを不快度とする。

2.1 定式化

この節では、アトラクションの配置が与えられたとき遊園地に滞在中に各アトラクションの利用したことで得られる満足度とアトラクション間の移動時に生じる不快度を考慮してアトラクションをまわる問題を考える。

以下では、アトラクションを節点として扱い、出入口となるゲートを出着点として特に節点 0 とする。

【定数】

n : アトラクションの個数

V : 節点集合 ($V = \{0, 1, 2, \dots, n\}$)。節点 0 は出着点

T : 遊園地に滞在が可能な時間

p_i : 節点 $i \in V$ における所要時間。ただし $p_0 = 0$

d_{ij} : 節点 $i \in V$ から $j \in V$ への移動時間。ただし $d_{ii} = 0 (i \in V)$

g_{ij} : 節点 $i \in V$ から $j \in V$ への移動で感じる不快の大きさ。ただし $g_{ii} = 0$, $g_{ij} = \frac{p_i p_j}{d_{ij}^2} (i \neq j)$

a_{il}, b_{il} : 節点 $i \in V$ の満足度を表す補助定数 ($l = 1, 2, \dots, m_i$)。ただし $m_0 = 1$, $a_{0l} = b_{0l} = 0$

k_i : 節点 $i \in V$ を利用できる最大回数。 $k_0 = 1$, $k_i = \lfloor T/p_i \rfloor (i \in V \setminus \{0\})$

G : 満足度に対しての不快度の重みを表す定数

【変数】

y_i : 節点 $i \in V$ の利用回数。ただし, $y_0 = 1$, $y_i \in \{0, 1, \dots, k_i\} (i \neq 0)$

x_{ij} : 節点 $i, j \in V$ 間の移動回数。 $i = j$ のとき $x_{ij} \in \{0, 1, \dots, k_i\}$; $i \neq j$ のとき $x_{ij} \in \{0, 1\}$

z_{ij} : 部分巡回路を除去するための補助変数 ($z_{ij} \geq 0$)

w_i : 節点 $i \in V$ で得る満足度を表す変数 ($w_i \geq 0$)

2.1.1 目的関数

各アトラクションの利用で得られる満足度とアトラクション間の移動時に生じる不快度を考慮する。節点 $i \in V$ に対し、 y_i 回利用したことで得られる満足度を区分的線形関数 $s_i(y_i) = \min_{1 \leq l \leq m_i} \{a_{il} y_i + b_{il}\} (i \in V)$ で表す (m_i, a_{il}, b_{il} は定数)。ここで $s_i(y_i)$ は凹関数であり、 $a_{il} \geq 0 (1 \leq l \leq m_i)$ ならば単調非減少であることに注意する。また、アトラクション間の移動時に生じる不快度の合計は $\sum_{i \in V} \sum_{j \in V} g_{ij} x_{ij}$ となり、これに満足度に対しての不快度の重みを表す定数 G を掛ける。さらに、補助変数 w_i

を導入することにより、この問題の目的関数は (2) 式の制約式と合わせて (1) 式で表せる。

2.1.2 制約式

以下の3種類の制約式を考える。

時間の制限 訪れる各節点の所要時間の合計 $\sum_{i \in V} p_i y_i$ と訪れる各節点間の移動時間の合計 $\sum_{i \in V} \sum_{j \in V} d_{ij} x_{ij}$ の和が滞在可能な時間 T を超えてはいけないことを (3) 式で表す。

まわり方の制約条件 出着点からアトラクションをまわり、出着点に戻るとき、節点 i から移動する回数 $\sum_{j \in V} x_{ij}$ と節点 i へ移動する回数 $\sum_{j \in V} x_{ji}$ はともに節点 i を利用する回数 y_i に等しい。これを (4) 式で表す。

部分巡回路を除去するための制約条件 ここでは ff (flow formulation) と呼ばれる部分巡回路除去制約 [4] を拡張した制約条件を用いる。節点 i, j 間を移動するときに保持しているモノの量を補助変数 z_{ij} で表し、節点 i を利用する最大回数を k_i とすると、部分巡回路除去制約は (5) 式、(6) 式、(7) 式のように表すことができる。

$$\max. \sum_{i \in V} w_i - G \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} g_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$s.t. a_{il} y_i + b_{il} \geq w_i \quad (l \in \{1, 2, \dots, m_i\}, i \in V) \quad (2)$$

$$\sum_{i \in V} p_i y_i + \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} d_{ij} x_{ij} \leq T \quad (3)$$

$$\sum_{j \in V} x_{ji} = y_i \quad (i \in V), \sum_{j \in V} x_{ij} = y_i \quad (i \in V) \quad (4)$$

$$\sum_{j \in V} z_{0j} = 0, \sum_{j \in V} z_{j0} = (\sum_{i \in V} y_i) - 1 \quad (5)$$

$$\sum_{j \in V} z_{ij} - \sum_{j \in V} z_{ji} = y_i \quad (i \in V \setminus \{0\}) \quad (6)$$

$$z_{ij} \leq (\sum_{i \in V} k_i) x_{ij} \quad (i, j \in V) \quad (7)$$

$$y_0 = 1, 0 \leq y_i \leq k_i \quad (i \in V \setminus \{0\})$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad (i, j \in V, i \neq j)$$

$$x_{ii} \in \{0, 1, 2, \dots, k_i\} \quad (i \in V)$$

$$z_{ij} \geq 0 \quad (i, j \in V), w_i \geq 0 \quad (i \in V)$$

3 アトラクションの配置の考察

実際の問題として東京ディズニーランドのすべてのアトラクションを用いて以下の4つの配置を比較する。

【Ex1】現在の配置

【Ex2】待ち時間の長いアトラクションをゲート付近に配置

【Ex3】待ち時間の短いアトラクションをゲート付近に配置

【Ex4】ランダムに配置

各アトラクションの位置座標を園内マップから割り出しマンハッタン距離でアトラクション間の移動時間を求める。また、各アトラクションで得られる満足度はアンケート [5] をもとに定める。滞在可能な時間は 600 分とする。

3.1 比較の結果

各配置に対して、目的関数の重み G を変化させて問題を解いたところ、最適解における満足度と不快感の関係は図1のようになった。同じ満足度の値に対して不快感の値が小さい配置ほど良い配置と考えられる。

満足度の範囲：800～860 この満足度の範囲では【Ex1】が一番良いことがわかる。その他の配置については、満足度が815以下のときは【Ex2】が3つの中で一番良くなるが、満足度が845を超えると【Ex2】が一番悪くなる。また、【Ex3】と【Ex4】は同程度である。

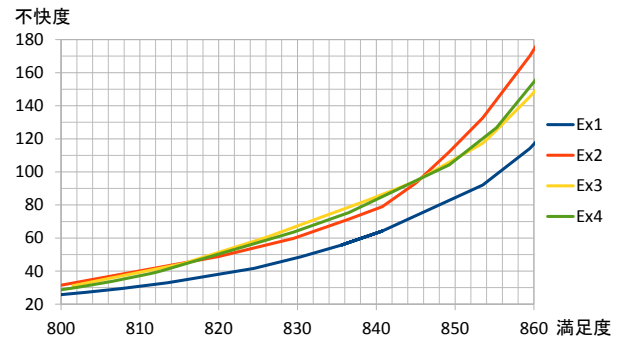


図1 満足度と不快感の関係

待ち時間の長いアトラクションをゲート付近に配置した場合、混雑のため満足度を多く得ることが難しい。また、この満足度の範囲では現在の配置が優れていることがわかった。

4 まとめ

現在の配置が優れていることがわかったが、現在の配置の何が良かったのかを明らかにするため配置方法を増やして考察するほか、他の遊園地についても効率的な配置を調べてみたい。

参考文献

- [1] ディズニーリゾート集客増の葛藤「満足度」正念場に、<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO28886320S8A400C1TJ2000/>
- [2] ジブリパークの基本的デザインについて-愛知県、<http://www.pref.aichi.jp/soshiki/koen/kihondezaingaiyo.html>
- [3] LEGOLAND Japan —【公式】愛知・名古屋の公式観光ガイド AICHINOW～旬のイベント・観光情報～、<https://www.aichi-now.jp/spots/detail/1783/>
- [4] 沼田一道：『汎用 MIP ソルバによる巡回セールスマン問題の求解—多項式オーダ本数の部分巡回路除去制約—』。オペレーションズ・リサーチ, 2011, 第 56 巻, 8 月号, pp.452-455
- [5] 遊園地でこういったタイプのアトラクションを好まれますかみんなの声、<https://vote.smt.docomo.ne.jp/local/result/112574>