

優先搭乗券の発券枚数調整によるテーマパークの混雑緩和

佃勇平[†] 須貝康雄[†]
千葉大学[†]

1 はじめに

テーマパーク問題とは、アトラクションなどの複数のサービス施設によって構成されるテーマパークと、さまざまな目的や選好を持つ大勢の来場者によって表現されるマルチエージェントシステムを対象とする問題である¹⁾。そして、来場者の満足度向上やテーマパークの混雑度改善などを目的としている。

本研究では、東京ディズニーランドに基づいて構成したテーマパークモデルを用いて、優先搭乗券 (FP: Fastpass) の発券枚数の調整により、来場者全体の待ち時間を減少させ、来場者の満足度を向上させることを目的とする²⁾。

2 テーマパークモデル

2.1 セグメントの基本モデル

テーマパークの基本モデルは、セグメントと呼ばれる $M(25)$ 個の空間と、セグメントを訪問したりセグメント間を移動する $N(2500)$ 人のエージェントによって構成されるマルチエージェントシステムである。本研究では middle range model を取扱い研究をする³⁾。セグメントにはその種別として、アトラクション A, 入退場口 En/Ex, 広場 P と、それらをつなぐ道 R がある。

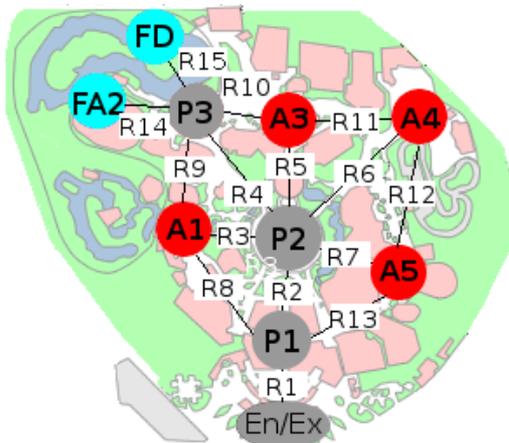


Fig. 1: A theme park model based on Tokyo Disneyland.

本稿で扱うテーマパークモデルを Fig.1 に示す。FA2 は FP 対応アトラクション 2 (Fastpass Attraction2), FD は FP 発券機 (Fastpass Ticket Device) を意味している。

2.2 エージェントの行動モデル

エージェントの行動の概略を示す。

1. テーマパークへ入園する。
2. 満足度を満たしている場合はテーマパークを退園する。

3. アトラクションを選択し、移動する。

4. 到着したアトラクションに搭乗する。2へ。

2.3 計算手順

各エージェント情報の更新, 各セグメントの情報の更新処理をシミュレーションの 1 ステップとする。全エージェントが退園したときを, シミュレーションの終了条件とする。

3 シミュレーションの設定

3.1 シミュレーション時間の設定

本研究のシミュレーション時間は 0.05 分 (3 秒)/step として 15000step に設定し, これを基準にエージェントが退園する。実時間とステップ数の換算時間を Table 1 に示す。

Table 1: Conversion of the simulation time from the real time.

minute	1	10	30	60	750
step	20	200	600	1200	15000

3.2 セグメントの設定

東京ディズニーランドに実在するアトラクション, 及び, 周辺施設を想定し, これらのサービス時間 t_i^{serve} とキャパシティ c_i を Table 2 のように設定した。本稿ではテーマパークのスケールを約 10 分の 1 とし, キャパシティ c_i を 1/10 としている。

Table 2: Setting for the segments

セグメント	サービス時間		容量 c_i
	ステップ	分	
1. ブーサンのハニーハント	90	4.5	12
2. スプラッシュマウンテン	200	10	16
3. スペースマウンテン	60	3	18
4. スタージェット	30	1.5	3
5. ジャングルクルーズ	200	10	32
入口/出口・広場	100	5	
道	200	10	

3.2.1 エージェントの入園設定

シミュレーション開始から 600 ステップ (30 分) までは, 1 ステップあたり 2 人のエージェントを入園させ, 1200 人のエージェントを 600 ステップ (30 分) で入園させる。以降は 1 ステップに 1 人到着させ, 1900 ステップ (95 分) で全エージェントが入園する。

3.2.2 エージェントの選好値

各エージェント α_j は 5 つのアトラクション A_i に対して選好値 l_{ij} が任意に与えられる。そこで選好値を,

Congestion reduction by using the regulation of the number of priority boarding pass in the themapark.
[†] Tsukuda Yuhei, [†]Sugai Yasuo, Chiba university

絶対に行きたいアトラクションを 80, なるべく行きたいアトラクションを 40, 空いてるなら行きたいアトラクションを 30 とした。また, 退園条件はそのエージェントの満足度が 100 を超えた場合とする。

3.3 ファストパス使用開始にともなうセグメントの更新

FP 対応アトラクションには通常列 (以下 ST 列) と FP 列が存在する。新規にアトラクションに搭乗できる人は確率 P にて FP 列から優先されて搭乗できる。

FP 発券機は FP を発券するためのセグメントであり, 待ち行列が発生する。また, FP 使用開始時間 t_i^{start} の情報を所持しており, 更新枚数 n_i^{change} 発券されると, 更新時間 t_i^{rot} ステップだけ遅くなる。また FP 使用終了時間は FP 使用開始時間 t_i^{start} にリターンタイム t_i^{return} を加えることにより決定する。FP の累計発券枚数は n_i^{count} , FP 使用開始時間は発券後の 1 時間以降とする。

3.4 FP 発券機の更新手順

1. FP 使用開始時間が現在のステップ数の 1 時間後以降か, 1 時間以内の場合は $t_i^{\text{start}} \leftarrow \text{step} + 1200$ とする。
2. 待ち行列の先頭にいるエージェントに FP を発券し, $n_i^{\text{count}} \leftarrow n_i^{\text{count}} + 1$ とする。 $n_i^{\text{count}} \bmod n_i^{\text{change}} = 0$ 以外場合 5. へ。
3. $t_i^{\text{start}} \leftarrow t_i^{\text{start}} + t_i^{\text{rot}}$ とする。 $t_i^{\text{start}} \geq 15000$ の時は発券を終了とする。 $t_i^{\text{start}} < 15000$ の時は 5. へ。
4. FP 発券機で並んでいる途中で FP チケットの発券終了にあったエージェントは, 次に向かうアトラクションを Tac_j に従い決定する。
5. FP 発券機の更新手順を終了する。

3.5 エージェントのアトラクション訪問戦略

エージェント α_j のアトラクションに対する選好値 l_{ij} が大きく, 現在ステップの待ち時間 t_i^q が短いアトラクションに向かう戦略であり, 式 (1) に示す F_{ij} を最大にするアトラクション S_i を次に向かうアトラクションとする。

$$F_{ij} = \frac{1}{1 + \exp[-\lambda_1(l_{ij} - \lambda_2 t_i^q)]} \quad (1)$$

係数 λ_1, λ_2 はそれぞれ 0.1, 0.01 とした。アトラクションの待ち時間情報を使用しない来場者は存在しないと仮定している。

3.6 FP に関する戦略

3.6.1 FP 入手戦略

エージェントがテーマパーク入園後に最初に FP 対応アトラクションに向かう戦略。P3 到着後に式 (1) により, FP 対応アトラクションが最大となれば, FP アトラクションの ST 列に並ぶ。それ以外の場合は FP 発券機に並び, FP チケットを入手する。

3.6.2 FP 使用戦略

FP 入手後は FP 使用開始時間より前に訪問可能なアトラクション群の中から式 (1) を最大とするアトラクションを訪問する。訪問可能なアトラクションが存在しない場合は, FP アトラクションに移動し, FP 使用開始時間まで自由時間を過ごす。

3.7 エージェントのテーマパークに対する評価関数

本稿ではエージェントのアトラクションを訪れたことによる選好値の合計である満足度と, 時間とともに蓄積される疲労を考慮し, 評価関数を設定する。エージェント α_j のテーマパークに対する評価値として式 (2) を用いる。

$$E_j = \sigma_j - \frac{\mu_1}{1 + \exp(-\mu_2(\epsilon_j - \mu_3))} \quad (2)$$

疲労 ϵ_j を待ち時間と移動時間の和と自由時間の差とする。係数はそれぞれ $\mu_1=50, \mu_2 = 0.0005, \mu_3 = 10000$ と定めた。

4 FP 使用開始時間考慮, FP 初期入手戦略に従う実験結果

更新枚数 n_i^{change} は 1,2,3,5,10,15 の 6 種類, 更新時間 t_i^{rot} は 10,20,40,50,100,150,200 の 7 種類とし, 合計 42 通りの実験を行い, FP チケット発券率, 全エージェントの平均評価値, FP 入手者の使用率を比較する。実験結果は 10 回の平均である。実験結果を表 3 に示す。FP チケットの発券率は式 (3) で定義する。

$$R^{\text{TIC}} = \frac{n_i^{\text{change}}}{t_i^{\text{rot}}} \quad (3)$$

評価値は $0.06 < R^{\text{TIC}} \leq 0.08$ の時に最大となる。ア

Table 3: FP チケット発券率と平均評価値, FP 使用率

FP チケット発券率	平均評価値	FP 使用率
$R^{\text{TIC}} \leq 0.03$	102.8	37
$0.03 < R^{\text{TIC}} \leq 0.04$	103.0	46
$0.04 < R^{\text{TIC}} \leq 0.05$	103.0	51
$0.05 < R^{\text{TIC}} \leq 0.06$	105.0	64
$0.06 < R^{\text{TIC}} \leq 0.08$	106.0	79
$0.08 < R^{\text{TIC}} \leq 0.1$	105.0	94
$0.1 < R^{\text{TIC}}$	102.5	100

トラクション A2 の回転率 (c_i/t_i^{serve}) は 0.08 であるため, FP チケット発券率がアトラクション回転率と同値または, やや小さい時に評価値が最大となる。

5 おわりに

本研究ではテーマパークシミュレータにおける優先搭乗券に着目し発券枚数の調整によりエージェントの満足度が向上することを示した。また, FP を使用しない戦略では平均評価値が 106 となることから, 発券枚数の調整に失敗するとかえって FP を使用した方が結果が悪くなる場合もあることが示された。今後の課題として時間帯毎の FP チケットの発券枚数を動的に変化させた場合の検討があげられる。

参考文献

- 1) 佃勇平, 須貝康雄: “テーマパークにおける待ち時間情報制御による混雑緩和”, SSI2013 情報部門学術講演会, GS7-7, pp.1-6(2013).
- 2) 刀根哲也, 小原和博: “テーマパークでの混雑情報と優先搭乗パスの効果に関するマルチエージェントによる検討”, 電学論 C(電子・情報・システム部門誌), Vol.127, No.3, pp.407-415(2007).
- 3) 齊藤陽介, 大堀耕太郎, 鈴木広人, 飯田真理子, 高橋真吾: “特定テーマパークのリアリティのあるモデル構築と混雑情報提示政策への意思決定支援”, SSI 情報部門学術講演会, 第 43 回システム工学部会研究会, pp97-104(2010).