

# テーマパーク問題における人流シミュレーション

水野一徳<sup>†1</sup> 下山敏嗣<sup>†1</sup> 大内一輝<sup>†1</sup> 佐々木整<sup>†1</sup>

**概要** テーマパークにおいて、アトラクションへの行列や待ち時間を解消することは重要な課題である。パーク内で混雑状況を確認できるようにすることで混雑を解消する試みもあるが、実際の程度効果があるかを検証することが重要である。本研究は、テーマパーク問題を対象とした、人流シミュレータを開発する。本シミュレータは、パークに訪れた客をエージェントとしたマルチエージェントとしてモデル化したものである。また簡易的な可視化機能を付与し、テーマパーク内の混雑状況を容易に確認できる。本報告では、開発したシミュレータおよびいくつかの想定で実施した初期的な実験結果を示す。

## Pedestrians Flow Simulation for Theme Park Problems

KAZUNORI MIZUNO<sup>†1</sup> TOSHITSUGU SHIMOYAMA<sup>†1</sup>  
KAZUKI OHUCHI<sup>†1</sup> HITOSHI SASAKI<sup>†1</sup>

**Abstract** In theme parks, it is important to make congestion such as waiting time reduce at each attraction. There are many trials to reduce waiting time by presenting congestion information to users, but it is also necessary to sufficiently verify those effects in advance. In this paper, we have developed an agent-oriented pedestrian flow simulator where a park visitor is modeled as an agent. Our simulator provides a simplified visualization function to confirm congestion conditions within the park. We also demonstrated elementary experiments for the really existent park.

### 1. はじめに

テーマパーク問題とは、現実問題に即した群ユーザ支援研究を行うための一つの例題である[3]。群ユーザ支援において重要な研究分野の一つとして、多くの人々で込み合った状況での人流の制御がある。従来研究でテーマパークをモデル化し、マルチエージェントシミュレーションを用いて VICS とよばれる混雑情報システムによる全体の混雑の緩和を検証した実験が行われた[2]。結果、多くのエージェントが混雑情報を基に混雑の回避を行い、混雑はあまり減少しなくなってしまうこともある [1, 2, 3]。

本研究ではテーマパーク問題を対象として、エージェントとして客をモデル化した、人流シミュレータを開発した、本シミュレータを用いてエージェント全体の平均移動時間の変化の検証を行う。

### 2. 研究分野の概要

#### 2.1 テーマパーク問題

テーマパーク問題とは、複数の施設や道路からなるテーマパーク内を複数のエージェントが訪問し、訪問スケジュールの調整により、エージェント全体の満足度の向上を目的とする問題である[1]。従来研究では、複数ネットワークなどで架空のテーマパークがモデル化され、調整アルゴリズムや群ユーザ支援の可能性の検証が行われている[3]。

#### 2.2 マルチエージェントシステム

マルチエージェントとは、自らの価値基準で行動する自律的なエージェントが多数共存する環境のことである。エージェント同士は相互作用によりシステム全体の流れを作り、エージェントへ影響を与え循環し、システム設計者にも予想外の結果をもたらすことがある。従来研究では、客をマルチエージェントによってモデル化され、混雑緩和のための誘導調整支援の効果の検証が行われている[1, 2, 3]。

### 3. 設計モデル

#### 3.1 基本方針

本研究では、実在するテーマパークである東京ディズニーランドを対象とする。来園する客をエージェントとしてモデル化を行い、人流を 2D で可視化したシミュレータを開発する。図 1 に本シミュレータの処理を示す。エージェントは各々が持つアトラクションの選好度を基に行動し、掲示された混雑状況を確認し、行列を回避するか並ぶかを決定する。

#### 3.2 テーマパークモデル

テーマパーク（東京ディズニーランド）はアトラクションと壁オブジェクトから成り、39 のアトラクションを設定した。パラメータとしてサービス時間、人気度、収容人数、予想待ち時間、状態(サービス中かそうでないか)を持つ。

#### 3.3 エージェント

エージェントはアトラクション選好度、複数回同じアトラクションへ行くことの敬遠値、行列への敬遠値、入退園

<sup>†1</sup> 拓殖大学  
Takushoku University

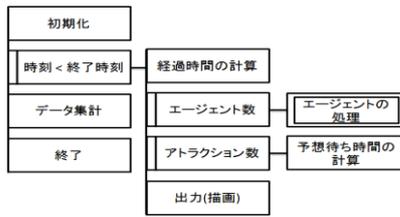


図 1：本シミュレータの処理

Figure1 Processing of this simulator

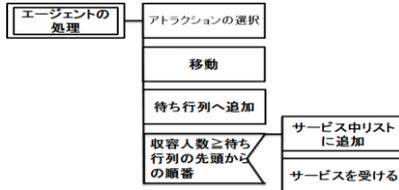


図 2：エージェントの基本的な処理

Figure2 Basic processing of agent

する時間、アトラクションを訪れた回数をパラメータに持つ。図 2 にエージェントの基本的な処理の動作を示す。エージェントはアトラクションの選好度を基に、向かうアトラクションを決め移動し、待ち行列へ追加され、サービス中リストに追加される。また、時刻  $t$  におけるエージェント  $j$  がアトラクション  $i$  を選択する確率  $Pr_{ij}(t)$  は式 (1) で決定される。

$$Pr_{ij}(t) = \frac{E_{ij}(t)}{\sum_{k=1}^N E_{kj}(t)} \quad (1)$$

$$E_{ij}(t) = \frac{p_i + f_{ij} + 1}{(q_{i(t)} \times c_j) + (v_{ij} \times \alpha_j) + d_{ij} + 1} \quad (2)$$

- $E_{ij}(t)$  : 時刻  $t$  におけるエージェント  $j$  のアトラクション  $i$  に対する選好度
- $p_i$  : アトラクション  $i$  の人気度
- $f_{ij}$  : エージェント  $j$  のアトラクション  $i$  の選好値
- $q_{i(t)}$  : 時刻  $t$  におけるアトラクション  $i$  の予想待ち時間
- $c_j$  : エージェント  $j$  の行列に並ぶことへの敬遠値
- $v_{ij}$  : エージェント  $j$  がアトラクション  $i$  を訪れた回数
- $\alpha_j$  : エージェント  $j$  の複数回同じアトラクションへ行くことへの敬遠値
- $d_{ij}$  : エージェント  $j$  とアトラクション  $i$  の距離
- $N$  : アトラクション数

## 4. 実験

### 4.1 実験内容

混雑状況が掲示され確認できる設定で、アトラクションの再選択を促し、エージェント全体の平均移動時間の変化の検証を行う。設定した終了時刻までの間エージェントはエージェントの処理をし、アトラクション数だけ予想待ち時間の計算を行う。入力に来園者数と混雑状況を確認する人数をモデルとした東京ディズニーランドの平均的な来園者数の 50000 人とし、アトラクション再選択の間隔時間を変更し、検証を行った。

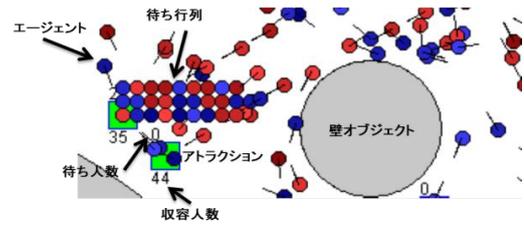


図 3：実行画面

Figure3 Execution screen

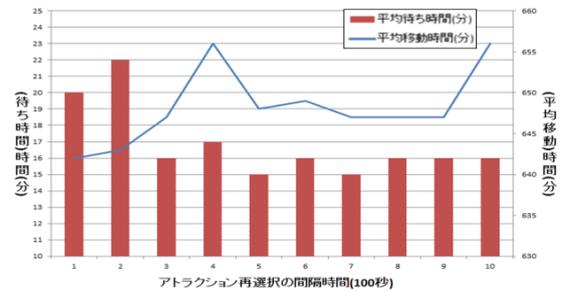


図 4：平均移動時間の変化

Figure4 Change in the average moving time

## 4.2 実験結果・考察

図 3 に実行画面の一部を表す。赤と青でエージェント(客)は表現され、アトラクションには待ち人数と収容人数が表示される。図 4 に実験結果を示す。実験結果よりアトラクションの再選択の間隔時間を短くすると平均移動時間は減少する。しかし、100 秒や 200 秒の時、移動時間は短くなり、待ち時間は長くなった。だが、700 秒から 900 秒の間は移動時間がある程度一定となり、待ち時間も短くなった。以上のことから今回の設定では、来園客全員が混雑状況を確認する状況で平均移動時間を短くする情報掲示による誘導には約 12~15 分ごとの更新が望ましいと考えられる。

## 5. おわりに

本報告では、テーマパーク問題に対する人流シミュレータの開発を行った。本システムは、来園客をエージェントとしたマルチエージェント型シミュレータである。また、混雑状況が掲示されて確認ができる設定で、アトラクションの再選択を促し、エージェント全体の平均移動時間の変化を示した。

今後は、混雑状況の掲示以外の誘導方法の実装や様々な環境のシナリオによる検証を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 片岡 崇, 川村 秀憲, 車谷 浩一, 大内 東“テーマパーク問題における混雑状況の提示とその効果(社会システムにおける知能：実環境におけるマルチエージェント社会)”電子情報通信学会, 47/52, 2004
- [2] 片岡 崇, 川村 秀憲, 車谷 浩一, 大内 東“エージェントの意思を取り入れた混雑情報の提示とその効果”社団法人除法処理学会研究報告, 133/138, 2005
- [3] 柳田 靖, 鈴木 恵二 “テーマパークにおける巡回戦略の比較(セッション 1:社会システムと強調, 社会システムと知能)”情報処理学会研究報告, 15/22, 2007