

## 遊園地の混雑度シミュレーション

清水 仁

日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所

行楽シーズンの遊園地やテーマパークでは一日に数万人もの人々が訪れ、人気アトラクションには長い行列ができて混雑が発生する。混雑による待ち時間をなるべく短くすることは、来園者にとっても運営者にとっても重要な課題である。このようなテーマパークの混雑緩和に関する問題を一般的に「テーマパーク問題」と呼ぶ[川村 2003, 柳田 2009]。この問題に対して、来園者のアトラクション選択行動を分析したり、来場者を誘導して混雑緩和させる手法を評価したりするために、混雑状況を計算機上のマルチエージェントシミュレーションで再現する手法が一般によく用いられる。

我々は、遊園地のシミュレーション環境を構築してテーマパーク問題に取り組むために S-Quattro Simulation System (S4) を用いた。シミュレーションでは、来園者を模擬したエージェントがアトラクションに対する選好を持ち、行列の待ち時間を考慮しながらアトラクションを逐次体験する。そして、一日分のシミュレーション結果に対して、体験したアトラクションの数や待ち時間を評価することができる。本講演では、この環境を活用した遊園地の混雑度シミュレーションの研究事例[清水 2017a, 清水 2017b]を紹介する。

本研究で第一に取り組んだ課題は、混雑緩和である。混雑情報を一定割合の来園者に提供することにより、アトラクションの行列を分散させて混雑度を小さくできる場合があることが報告されている[川村 2003, 辺見 2002, 兼田 2010]が、提案する混雑緩和策がどのような条件の下で有効となるかが不明確であった。我々は、混雑状態の指標として飽和度と飽和状態を定義し、遊園地全体が飽和状態のときは混雑を平準化する施策によって待ち時間が増加する現象(「テーマパークのパラドックス」)が発生する場面があることをシミュレーションによって示した。そして、「アトラクション巡回順の指定」と「行列上限の設定」が混雑飽和状態でも待ち時間削減に有効であることと、これら2つの方式を組み合わせた提案手法はより大きな効果が得られることを確認した[清水 2017a]。

テーマパーク問題は混雑緩和手法の検討に限定されず、たとえばシミュレータを使って来園者の行動モデルを検証することも可能である。そこで我々は、テーマパーク問題におけるアトラクション選択行動のモデルの構築を第二の検討課題とした[清水 2017b]。既存モデル(多項ロジットモデル[McFadden1974])では「アトラクションを選択

しない」という行動をうまく表現できず、実際に観測したテーマパークアトラクションの待ち時間の推移の傾向(①開園直後に一気に増加して, ②日中の変動は小さく, ③閉園まで待ち時間が0にならない)を適切に再現できない。また, 混雑飽和状態では待ち時間が上限なく増加する、という問題があった。この問題に対して我々は「多項線形モデル」を提案し, シミュレーションにおいて上記3点の待ち時間の特徴を再現できることを確認した。また我々は, 論理的整合性を満たしながら提案モデルのパラメータを効率的に推定する手法を考案した。今後はこの手法を現実のテーマパークの観測データへ適用することに加えて, テーマパーク以外の問題へ適用することも検討したい。

## References

- [McFadden1974] McFadden, Daniel, “Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior.” In Paul Zarembka (editor), *Frontiers in Econometrics*, New York: Academic Press, 105-42, 1974.
- [辺見 2002] 辺見和晃. コンピュータの中の人工社会,”来場者に優しいテーマパーク-混雑緩和問題と情報の共有.” 共立出版, 2002.
- [川村 2003] 川村秀憲, 車谷浩一, 大内東. “テーマパーク問題のマルチエージェントによる定式化と調整アルゴリズムに関する検討.” 電子情報通信学会技術研究報告. AI, 人工知能と知識処理, Vol. 102, No. 613, pp. 25-30, 2003.
- [柳田 2009] 柳田靖, 鈴木恵二. “複雑ネットワークモデルにおけるテーマパーク問題に関する考察-ネットワークモデルの比較法.” 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 1, pp. 437-446, 2009.
- [兼田 2010] 兼田敏之, 構造計画研究所創造工学部, 名古屋工業大学兼田研究室. 13 章遊園地のアトラクションの混雑と効果的なアナウンス. *artisoc* で始める歩行者エージェントシミュレーション, pp. 135-147. 構造計画研究所, 2010.
- [清水 2017a] 清水仁, 松林達史, 納谷太. “混雑飽和状態の遊園地における待ち時間削減手法のシミュレーション評価.” 人工知能学会論文誌, Vol. 32, No. 5, AG16-F\_1, 2017.
- [清水 2017b] 清水仁, 松林達史, 納谷太, 澤田宏. “遊園地における待ち時間を考慮したアトラクション選択行動モデルとそのパラメータ推定手法.” 人工知能学会研究会予稿. SIG-DOCMAS, 第13回 データ指向構成マイニングとシミュレーション研究会, 2017.