

# 動的な密集回避を伴う移動者流の生成

加藤 新<sup>†</sup> 服部 宏充<sup>‡</sup>立命館大学大学院情報理工学研究科<sup>†</sup> 立命館大学情報理工学部<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

近年、持続可能性や公衆衛生上の観点から、都市部での人々の移動空間は、より快適かつ集団が密集した状況のない空間であることが望ましいとされている。集約型の都市構造下では、多様なサービスとその利用者らが高密度で存在し、複雑な相互作用をする事になる。そのため、このような複雑な環境では新しい都市構造を考えることが難しい。ゆえに、都市構造の再編を支援することができるようなツールの重要性が増してきたといえる。

本研究では、マルチエージェント社会シミュレーション (MASS) で模擬した環境での移動者を、混雑状況を基に移動計画を任意の時間に変更可能なエージェントとして組み込む。高密度の移動空間内において非同期に発生する、利用するサービスの変更による密集回避行動を内包した移動者流を生成し、その性質について検証を行う。

## 2 シミュレーションモデルの構築

モデルの構築は、エージェントに基づいた汎用のモデリング・シミュレーション基盤である GAMA[1] をプラットフォームとして構築する。本稿では、高密度の移動空間内を再現するため、いくつかの飲食店が向かい合って並んでいるような商業施設の一部の環境を想定する。エージェントは歩行者エージェント、飲食店エージェント、およびエスカレーターエージェントの3つから構成されている。

### 2.1 環境モデルの概要

シミュレーション環境は図1に示すような3次元空間である。2層のフロアがあり、フロア間をエスカレーターで自由に行き来できる。各フロアには4つの飲食

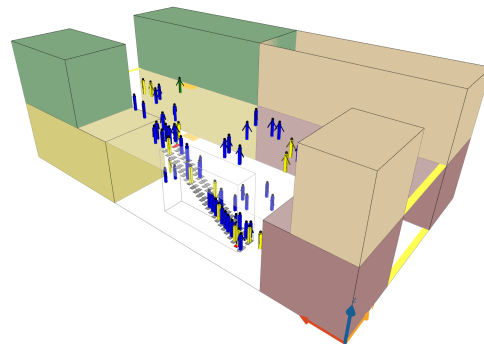


図1: シミュレーション環境の様子

店があり、合計8つの飲食店を設置する。また、飲食店のジャンルとして、和食、中華、イタリアン、フレンチの4種類を用意し、各ジャンル2つずつ設置する。各店に収容定員数を設定しており、店の中にいる人数が収容定員数に達していた場合は、入店不可とした。

### 2.2 動的に意思決定する行動モデルの構築

歩行者の行動モデルについて説明する。歩行者は図2に示すような流れで行動を実行する。個々の歩行者は、和食、中華、イタリアン、フレンチのうち1つだけ好みのジャンルを持っており、まずは優先的に好みのジャンルに属している飲食店に向かう。目的とする飲食店の混雑具合の判断は動的に実施され、滞在している人数が一定の閾値を上回っていた場合、混雑していると判断する。混雑と判断した場合は、もう一つの好みの飲食店へ向かう。好みの飲食店が両方混雑していたら、残りの飲食店からランダムに選ぶ。これを繰り返し、全ての飲食店が混雑していると判断した場合は、そのまま帰宅する。

### 2.3 歩行者モデルの適用

本研究では、歩行者が動的に思考して、目的とする飲食店を変更することで創発する歩行者流の性質について検証したい。そのため、歩行者の群衆の流れを緻密に表す移動モデルが望ましい。そこで、移動モデルとして Helbing が提唱する Social Force Model[2](SFM)

Generation of Pedestrian Flow with Dynamic Density Avoidance

Arata KATO<sup>†</sup> and Hiromitsu HATTORI<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Ritsumeikan University Graduate School of Information Science and Engineering

<sup>‡</sup>College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

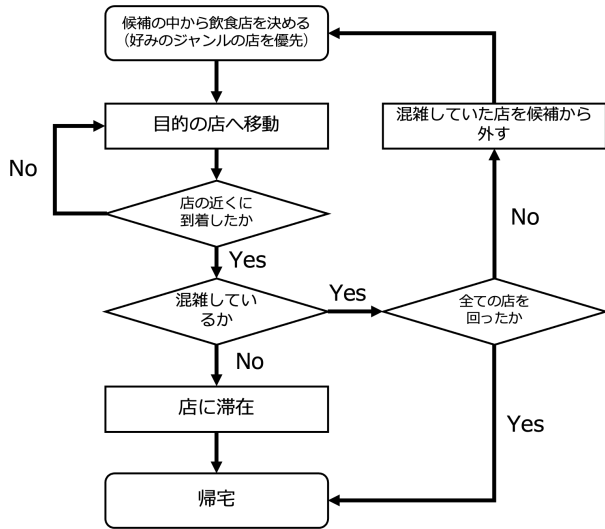


図 2: 歩行者の行動フロー図

を採用する。SFMは、目的地や自分の周りにいる歩行者、壁などの障害物から引力・斥力が発生すると仮定し、2次元平面上において進む方向をベクトルで表現することができ、群衆流の再現精度が高いことが特徴のモデルである。本シミュレーションにおいては、エスカレーター以外の移動時に適用する。

### 3 実験

ジャンルの異なる飲食店の配置パターンを変えてシミュレーションを実施することにより移動者流がどのように変化するか検証を行う。1つ目のパターンは、同じジャンルの飲食店を、同じフロア且つお互いの距離が近くなるように配置する。2つ目のパターンは、同じジャンルの飲食店は分散させるように別のフロアに配置する。シミュレーション時間は1時間とし、その間に650人の歩行者をランダムに左右の入り口から侵入させる。2つの配置パターンについて、歩行者がフロアを移動している時間の平均と、フロアを移動している歩行者数の推移を比較する。

### 4 シミュレーション結果と考察

歩行者の移動時間平均の実験結果を表1に、歩行者数の推移の結果を図3に示す。結果を見るとパターン1の方が、パターン2よりも21秒ほど平均移動時間が短い結果となった。また、比較的どの時間帯でもパターン1がパターン2よりも歩行者数が少ない結果となった。これはパターン2では、同じジャンルの店は異なるフロアに配置されているため、エスカレーター

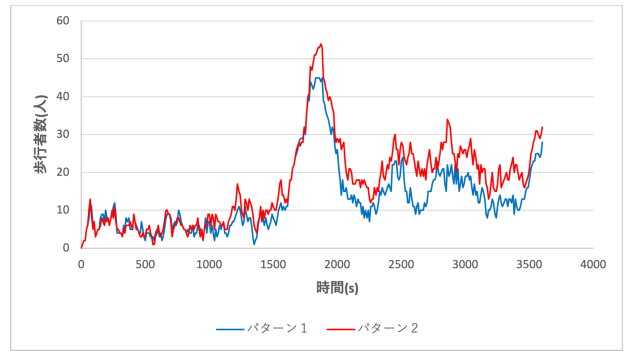


図 3: 歩行者数の推移

の出入り口付近が混雑していたのが要因の一つだと考えられる。

実験の結果、同じジャンルの飲食店は、分散させるよりも、近い距離に配置した方が密集が少なく、比較的安定した歩行者流になった。

表 1: 平均移動時間

	平均移動時間 (s)
パターン1	72.23
パターン2	93.56

### 5 おわりに

本稿では、MASSを用いて高密度の移動空間内において、任意の時間に目的地を変更することができる歩行者エージェントを構築し、店の配置パターン変更により異なる移動者流の性質を捉えることができた。今後の課題として、より現実に近い人間の行動を模擬するために、個人のパーソナリティに基づいた意思決定のモデルを組み込む必要がある。

### 参考文献

- [1] Taillandier, P., Gaudou, B., Grignard, A., Huynh, Q.-N., Marilleau, N., P. Caillou, P., Philippon, D. & Drogoul, A., "Building, composing and experimenting complex spatial models with the GAMA platform", *Geoinformatica*, 23(2), pp.299-322 (2019). [doi:10.1007/s10707018-00339-6]
- [2] Dirk Helbing, Illés Farkas, and Tamas Vicsek. Simulating dynamical features of escape panic. *Nature*, Vol. 407, No. 28, pp. 487-490, 2000.