

マルチエージェントシミュレータを用いた 駅構内人流シミュレーションの性能評価

田内葉子[†] 西川博文[†] 小平孝之[†]

三菱電機（株）情報技術総合研究所[†]

1. はじめに

駅、空港やショッピングセンター、イベント会場などの公共施設では、しばしば利用者の集中により混雑が発生する。近年、混雑発生予測や混雑緩和施策効果の可視化手法として、マルチエージェントシミュレータ[1]を用いた人流シミュレーションが注目されている。

本研究では、特に駅構内における混雑予測を目的として、実在する駅の構造モデルを用いて駅ホーム内の人数を予測する人流シミュレータを構築した。構築した人流シミュレータの予測精度を評価するため、人流シミュレータにおける最適なパラメータを探索し、最適パラメータによるシミュレーション結果と実環境から得られた映像解析結果の混雑レベルを比較することで、シミュレータの評価を行った。

2. 人流シミュレータの構築

本研究ではマルチエージェントシミュレータ AnyLogic[2]を用いて、実在する駅の人流シミュレータを構築した。本人流シミュレータは1分ごとの駅コンコースへの流入人数を入力として、駅ホーム6か所の滞留人数を1分ごとに予測結果として出力する。図1に、人流シミュレータ内に構築した構造模式図を示す。

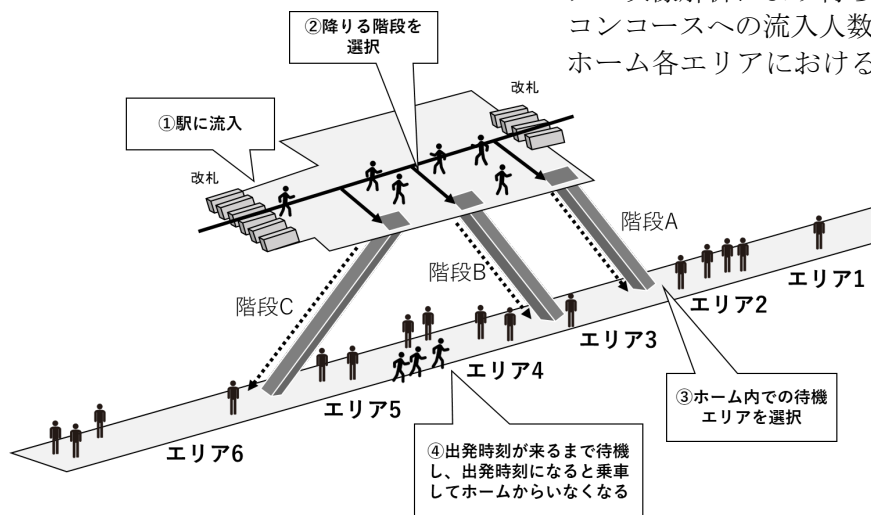


図1：構築した人流シミュレータの構造模式図

また、旅客の行動ロジックを図2に示す。本人流シミュレータでは、階段から各エリアへの分岐率(図2の p)を最適化対象のパラメータとして設定している。

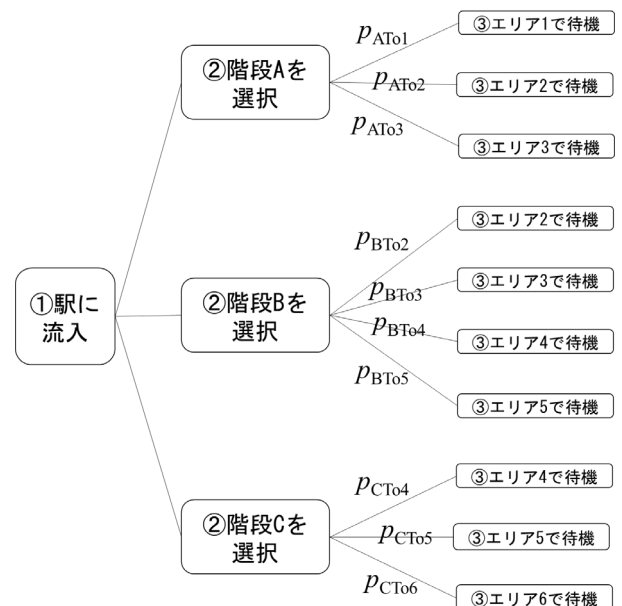


図2：旅客の行動ロジック

3. 評価手法

構築した人流シミュレータの性能評価のために、対象駅に設置した監視カメラ映像データの映像解析により得られた、1分ごとの駅コンコースへの流入人数データ、1分ごとのホーム各エリアにおける滞留人数を算出した。

映像解析によって得られた流入人数を人流シミュレータに入力し、シミュレーションによりホーム各エリアの滞留人数を予測した。映像解析で得られた滞留人数とシミュレーションによる予測結果を比較することで性能評価を行った。

評価対象とする人流シミュレータは最適なパラメータを設定する必要がある。そこで、階段から各エリアへの分岐率 p をランダムに設定し、シミュレーションにより得られた滞留人数と映像解析による滞留人数の RMSE(Root Mean Square Error)を比較することで最適なパラメータを探索した [3]。本最適パラメータによるシミュレータの出力から、各エリアにおける密度を算出し、算出した密度を混雑レベル 1~5 の 5 段階に分類した。映像解析、シミュレータそれぞれの密度に対し設定した混雑レベルを表 1 に示す。

表 1：密度に対して設定した混雑レベル

混雑レベル	映像解析	シミュレータ
1	~0.024	~0.05
2	0.024~0.068	0.05~0.15
3	0.068~0.112	0.15~0.25
4	0.112~0.156	0.25~0.35
5	0.156~	0.35~

映像解析とシミュレータによる混雑レベルのハミング距離を算出することで、評価を行った。ハミング距離は混雑度が一致すると加算されるものとし、混雑レベルの差に応じて加算される数値は表 2 のように定めた。

表 2：混雑レベル差によるハミング距離

混雑レベル差	ハミング距離
0	1.000
1	0.500
2	0.250
3	0.125
4	0

4. 評価結果

映像解析による滞留人数と、シミュレータによる滞留人数を図 3、4 に示す。

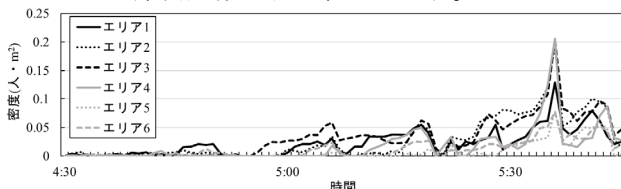


図 3：映像解析による各ホームエリアの密度

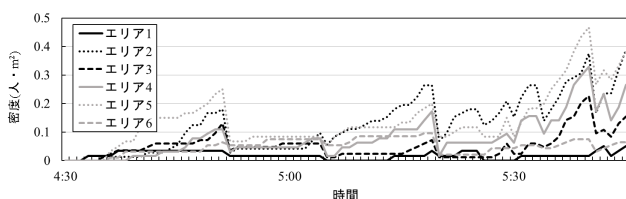


図 4：シミュレーションによる各ホームエリアの密度

出力された結果に対し、ハミング距離を用いて評価した結果を表 3 に示す。

表 3：評価結果

エリア No	精度(%)
1	80.8
2	68.4
3	73.2
4	74.5
5	44.9
6	75.7
平均	69.6

全エリアの平均として 69.6% の予測精度が得られた。最も精度が高かったのはエリア 1 の 80.8% であった。エリア 5 のシミュレーション結果は映像解析結果に対して、高い混雑レベルが出力され、44.9% の精度であった。

エリアによって精度差が表れた原因として、最適パラメータ探索時に指標とする RMSE を全エリア合算して算出しており、エリア毎の混雑状況の差異を考慮していなかったことや、旅客の行動ロジックの構造に問題があったことが考えられる。

5. おわりに

本研究ではシミュレーションによって得られた混雑度を、実環境から得られた映像解析による混雑度と比較・評価し、全エリア平均として 69.6% の予測精度が得られた。

今後、4 項で記述したような課題に対して改善を行い、シミュレータの精度を向上させていく。

6. 参考文献

- [1] 佐藤大祐、松林達史 “マルチエージェントシミュレータを用いたリアルタイム人流予測” 人工知能学会論文, Vol35, No2, (2020)
- [2] The AnyLogic Company, “Any Logic : Simulation Modeling Software Tools & Solutions”, <https://www.anylogic.jp/>
- [3] Law, K., Stuart, A. and Zygalkis, K., “Data assimilation : Mathematical Introduction”, Springer, Cham (2015)

Performance evaluation of human flow simulation in station using multi-agent simulator

†Yoko Tanouchi, Hirofumi Nishikawa, Takayuki Kodaira, Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric co.Ltd