

臨時バス停設置による学バスの待ち行列解消の研究

～MAS を用いた検証～

R10104 渡部尚紀
指導教員 堤 和敏

1. 研究の背景と目的

現在、朝の混雑時には東大宮駅東口のバス停で学バスを待つ学生の大行列ができています。その大行列により通路が塞がれてしまい、一般人や自動車の通行の妨げになっている。その理由の1つとして、稼働しているバスの台数は7台と十分足りているにもかかわらず、バス停が1か所しかないため、次のバスが駅の手前の道路で待機せざるを得ない状況になっていることが考えられる。

本研究では、大行列ができる時間帯には既存のバス停にプラスして一時的にバス停をもう1か所設置することを提案し、マルチエージェントシステムを用いたコンピュータモデルを作成し、学バスの待ち時間及び行列がどの程度低減できるか、シミュレーションを行うことにより検証することを目的としている。

2. 研究の手順

2.1 事前の現地調査

実際に現地に行くことでしか分からない問題点を抽出したり、シミュレーションがより現実と近いものになるように電車ごとの利用者数などのデータを収集する。

2.2 シミュレーションモデルの構築

参考文献(1)をもとに正確なマップを作成し、現地調査で収集したデータを取り入れて、なるべく現実の行動に近い行動ルールを課した人間エージェントを設置して、待ち行列と待機しているバスの状態に応じて臨時バス停を利用する時間を変化させる。

2.3 シミュレーション結果の分析

現状のバス停が1か所の場合と臨時バス停を設置した場合の行列低減までの所要時間や最長行列時の人数などを比較し考察を行う。

3. 臨時バス停

3.1 利用する時間

8:33 (8:32 到着電車の最初の学生が駅出口から発生)

↓約20分間

8:53 (8:47 到着電車の最後の学生がバスに乗車)

3.2 対象場所

朝の混雑時にも駅の出入口や現状のバス停付近に比べて、人の通行が少ない場所が最適であると考え、現地調査をした結果、図1の赤で囲まれた場所を対象とした。

3.3 問題点と解決策

対象場所にはすでに路線バスのバス停が存在している。路線バスが停車している場合には臨時バス停として利用できないことはもちろん、停車していない場合でも路線バスの利用者に迷惑をかけてはいけない。

路線バスは、対象とする時間に8:41の1本であった。また、現地調査より、バスは時刻表の約4分前には停車していることと、乗客は空席が目立つほど少数であると

分かった。よって、8:37～8:41以外の時間帯を臨時バス停として利用することとする。また、乗客が少ないため、バス会社との交渉次第では路線バスの時間をずらしてもらうことも可能と思われる。本研究の成果を交渉の材料として路線バスの時間変更と利用許可を提案する。

4. 現地調査

4.1 最大の問題

学バスの待ち行列は最長で図3の赤い太線まで到達する。その時、青で囲まれた部分の道路は狭くなっている。また、その行列に並ぼうと歩いてきている時はさらに狭くなっている。自動車からの苦情が多数寄せられているため、臨時バス停を設置することで改善を図る。

4.2 データの計測結果

現地調査を繰り返し行い、最も行列ができた日にどの程度行列を低減できるかを検証するために最も行列のできる水曜日(2013/11/06)のデータを計測した。

調査項目は本モデルに数値として組み込むデータと結果を比較する際に必要となるデータである。モデルに組み込むデータを表1・表2に示す。結果の比較に必要なデータは、行列が図3の青で囲まれた部分にさしかかる曲がり角までの人数(約108人)、最長行列時の人数(約342人)、行列の最後尾が図3の青で囲まれた部分に到達してからまた曲がり角までに戻るまでにかかる時間(約988秒)、行列ができてから、解消されるまでの所要時間(約1223秒)の4個とした。

5. シミュレーションモデルの概要

5.1 空間のモデル化

本モデルでは空間を1マス約0.5×0.5mのセルで分割する。これより1マスに1人の人が入ることとなる。

5.2 人エージェントのモデル化

- ①人は電車の到着時間ごとに駅の出口から発生する。
- ②既存のバス停に向かうか、臨時バス停に向かうかは行列の人数に15人以上差がついた時少ない方に向かうこととし、それ以外は1:1の割合で各バス停に向かい、各々最短のルートでバス停を目指す。
- ③人の歩行速度は、参考文献(3)より、1.2m/sとする。
- ④本モデルでは1秒を3stepとして時間を表現する。これより人の歩行速度は0.8マズ/stepとなる。
- ⑤バス停に到着後はバスが停車し乗車人数に余裕がある場合、バスに乗車する。バスが停車していない場合はバス停に留まり、待ち行列となる。

表1 調査データ1

電車	人数(人)
8:32	392
8:37	188
8:38	
8:43	96
8:47	48

表2 調査データ2

	乗車人数(人)	移動時間(秒)	乗車時間(秒)	下車時間(秒)
平均	60	298	61	44
最大	64	322	70	52
最少	56	265	52	37
標準偏差	2.61	22.33	5.27	4.75



図1 駅周辺の航空写真



図2 対象場所の様子



図3 最長行列を示した地図



図4 青で囲まれた部分の様子

5.3 バスエージェントのモデル化

- ① シミュレーション開始時にはすでに既存のバス停と臨時バス停にはバスは停車しているものとする。
- ② 乗車人数は表2の乗車人数の平均に標準偏差を考慮した人数を乗車させる。
- ③ 乗車時間の平均に標準偏差を考慮した時間以上停車していた場合はバス停から出発する。
- ④ バスの走行速度は約 10km/h(2.0 m/s/step)とする。
- ⑤ バスは7台稼働しているため、はじめの7台は前のバスがバス停から出発してから 10 秒後に駅ターミナルに発生することとする。
- ⑥ 1度マップ上から消えたバスは表2の移動時間と下車時間の平均に標準偏差を考慮した時間にバス停にバスが停車していない場合に駅ターミナルに発生する。

5.4 障害物エージェントのモデル化

建物や木などが対象となり、人エージェントが通路以外の場所に侵入できないようになっている。

5.5 経路に関するエージェントのモデル化

各バス停までの経路の通過ポイントとして dummy エージェントを置き、各バス停の待ち行列の人数を比較して経路を変更させるための measure エージェントを設置した。

5.6 待ち行列のグラフ化

時間ごとの各待ち行列の人数をグラフ化する。

5.7 全体フロー

図5に本モデルの主要な処理フローを示す。各エージェントは終了条件をクリアするまで行動を繰り返す。

6. 現状と臨時バス停の検証と結果の考察

6.1 現状のシミュレーション結果と有効性の確認

現状のバス停が1か所の場合のシミュレーションモデルを作成し、10回試行を行ったところ、最長行列時の人数は平均 344 人、行列が曲がり角に到達してからまた曲がり角に戻るまでにかかる時間は平均 993 秒、行列ができてから解消されるまでの所要時間は平均 1227 秒と実際の調査結果と近い値が求まった。

これより本シミュレーションが実際の挙動とほぼ同じ動作をすることが証明された。

6.2 臨時バス停を追加したシミュレーション結果

臨時バス停を利用する時間を表3に表す3パターンを各5回ずつ試行を行った。パターン3では臨時バス停を3回利用することができ、最大行列時の人数は約 103 人となり、高い確率で目的を果たすことができた。

7. 結論と提案

臨時バス停を 8:38 まで利用することができれば、臨時バス停を3回利用することができ、行列を曲がり角まで到達させないようにすることができると判明した。これより一般人に迷惑のかからない程度に待ち行列を軽減するためにもバス停の利用許可と路線バス到着時間を約1分遅らせてもらうことを提案する。

8. さいごに

今後の課題として人は各バス停の待ち行列にどの程度差がある場合に少ない待ち行列に並ぶのかなど実際にアンケート調査し反映すること、また一般の人や一般自動車からの影響を考慮することが必要である。

<参考文献>

- (1)ゼンリン 住宅地図 さいたま市見沼区
- (2)山影進 人工社会構築指南 書籍工房早川
- (3)山影進 artisoc 歩行者エージェントシミュレーション 構造計画研究所
- (4)MAS コミュニティ <http://mas.kke.co.jp>

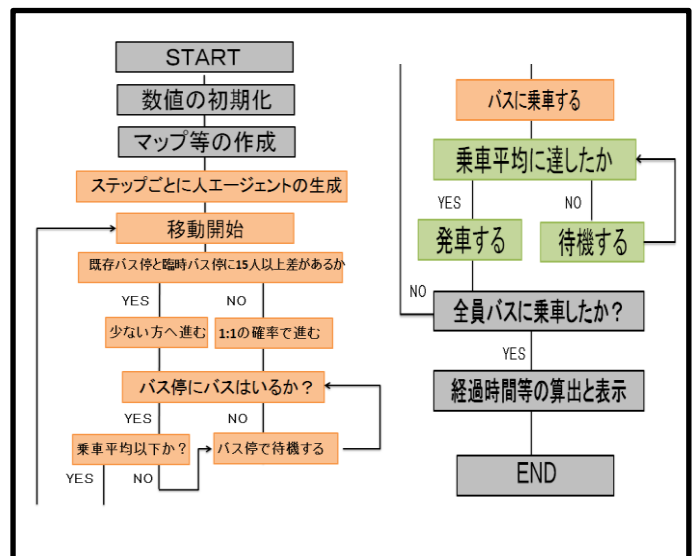


図5 シミュレーション全体フロー(全体、人、バス)

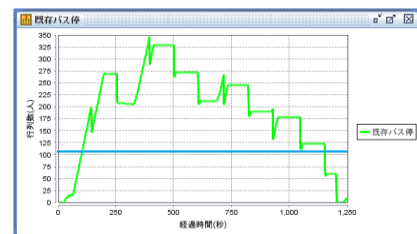


図6 現状の待ち行列の時系列グラフ



図7 現状モデルの出力画面

表3 臨時バス停利用時間

パターン1	8:34(1回)
パターン2	8:36(2回)
パターン3	8:38(3回)

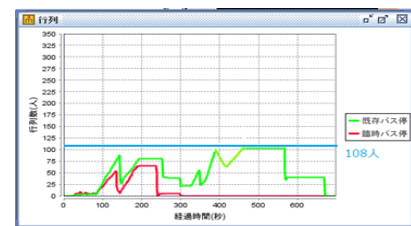


図8 臨時バス停を3回利用した場合の時系列グラフ

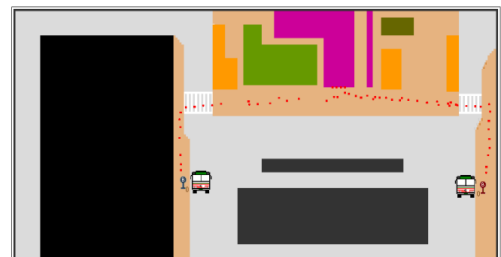


図9 臨時バス停設置モデルの出力画面