

電車の駆け込み乗車行動 についての分析

早稲田大学大学院 創造理工学研究科
経営システム工学専攻
秋本 裕史

1

問題状況とシミュレーションの目的

- 対象システム
 - 駅のプラットフォーム
 - 発車ベルを流し、乗客が外部環境を認知することで、自身の乗車行動を決定し行動する場
- 問題状況
 - 鉄道会社
 - 発車ベルは、ドアの開閉による事故を防止するためなど、乗客の安全等を考えて流しているが、発車ベルにより駆け込み乗車を誘発する事態となっている。
 - **発車ベルを流した時のタイミングで、乗客の乗車行動にどう影響するのか分析したい。**
 - 乗客
 - 発車ベルが鳴り始めると、特に急いでいるときや電車までの距離が遠いと、どうしても駆け込み乗車をしたくなる。
 - **前の人が駆け込んだから、つられて駆け込んでしまった。**
- 目的
 - 発車ベルの流すタイミングによる乗客の乗車行動の挙動分析

2

分析シナリオ

- 発車ベルの鳴らすタイミングによって、駆け込み乗車をする人数の変化を検証
- 同じ条件下での試行における駆け込み乗車数のバラツキの原因を検証

実験手順

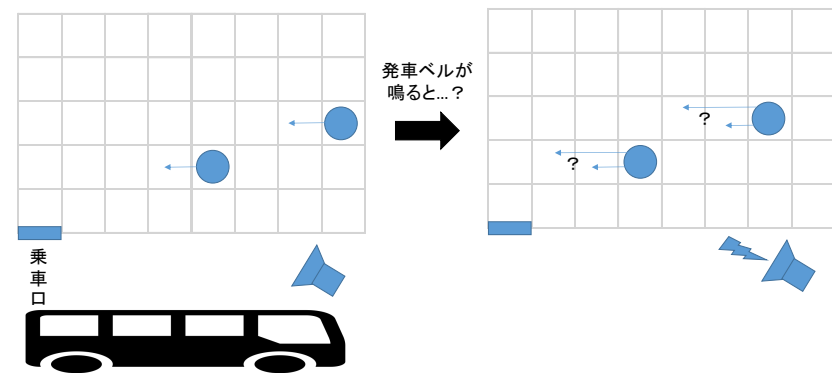
1. ベルの長さのパターンごとに5回ずつ試行する
2. シナリオごとにマクロ、ミクロの分析

環境シナリオ

1. 電車の発車を40ステップ目とする
2. 発車ベルのタイミングを
{20,24,28,32,36} ステップ目でパターン分け

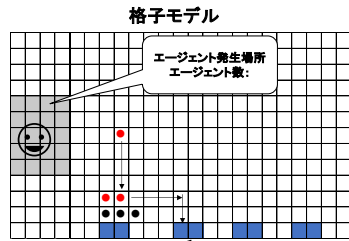
3

概念モデル



4

モデル



- 内部モデル
- ・目標ドア
 - ・乗車口ごとの乗車率
 - ・メロディー認知
 - ・駆け込み衝動
 - 現在地から乗車口までの距離
 - 視野内のエージェントの駆け込み割合
 - ・各項目の重み付け

- モデル設定
- ・格子モデル全体(20*70)
 - ・エージェント発生場所(12*20)
 - ・エージェント数: 60
 - ・駆け込み閾値 $s = 0.3$

エージェントタイプの重み付け

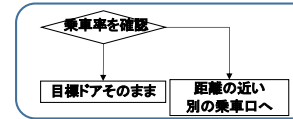
	乗車口までの距離	周囲の駆け込み人数
エージェント1	1	0.3

行動モデル

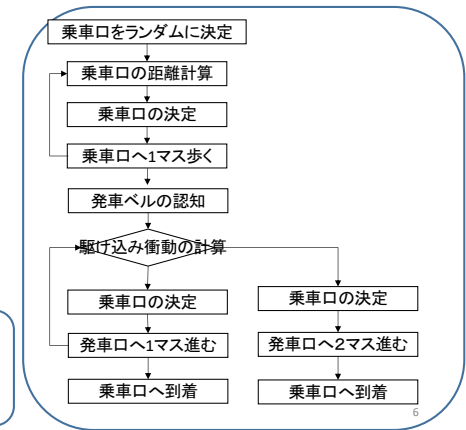
・乗客エージェント*i*の行動モデル

- エージェントはホーム上にランダムに生成される
- エージェントごとに目標ドアをランダムに決定し、一定の速度(単位時間当たり1マス)で歩く
- ただし、目標のドアの乗車率が100%になった場合、次に近いドアを目指す
- 発車ベルが鳴ったステップ時に、エージェントは駆け込み衝動 I_i を計算し、駆け込むか意思決定する。駆け込むエージェントは、現在位置から一番近いドアを新たな目標ドアに決定する。

乗車口の決定フロー



エージェントの行動モデル



行動モデル(定式化)

・乗客エージェントの行動モデル

駆け込み衝動: I_i

$$I_i = \left(\frac{w_{i1}d_i + w_{i2}r_i}{\sum w_i} \right)$$

I_i がエージェントごとに固有な閾値を超えると...

w はエージェントごとに固有な各項目に対する重み

(1)現在地から乗車口までの正規化距離: d_i

$$d_i = \frac{distance(i)}{distance_max} \quad 0 \leq d_i \leq 1$$

$distance(i)$ はエージェント*i*の現在地から乗車口までの距離

$distance_max$ は初期位置から目標ドアまでの距離

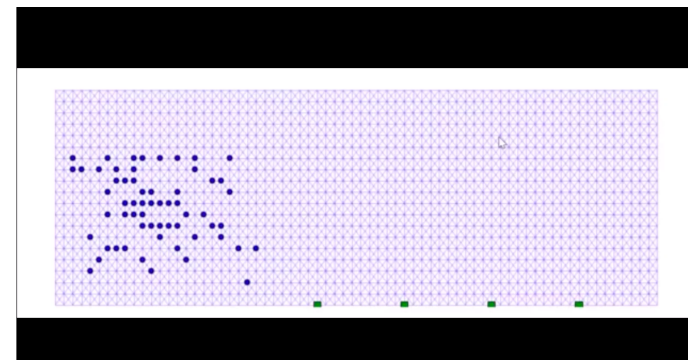
(2)視野内(エージェント周囲の8マス)のエージェントの駆け込み割合: r_i

$$r_i = \frac{running_agents(i)}{total_agents(i)} \quad 0 \leq r_i \leq 1$$

駆け込み発生!!!
(単位時間当たり2マス移動)

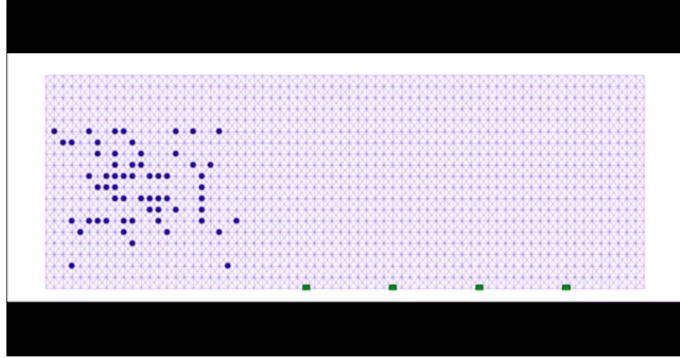
デモ

発車20秒前(20ステップ時)にベルを鳴らしたとき



デモ

発車12秒前(28ステップ時)にベルを鳴らしたとき



9

シミュレーション結果

・マクロ分析

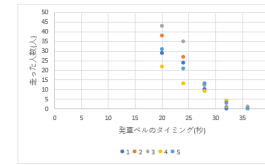


図1. 発車が出るまでに走った人数

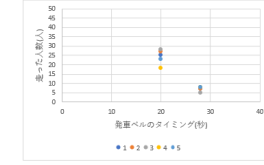


図2. 発車ベル直後に走り始めた人数

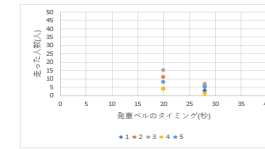


図3. 周りの走っている人を見て走り始めた人数

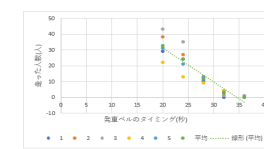


図4. 発車が出るまでに走った人数(平均の近似曲線あり)

10

シミュレーション結果

➤マクロ分析

➤発車ベルの時間が**遅い**ほど、駆け込み人数が**少なくなる**

➤発車ベルの時間が**早い**ほど、駆け込み人数に**バラツキが出る**

➤(考察1)ステップが早い段階では進行方向に選択股が多く、向いている方向によって視野内の人数にバラツキが出やすいため、駆け込み割合*r*が変化しやすと考えられる

➤(考察2)ステップが遅い段階では、距離*d*が小さくなるため、閾値を超えにくく駆け込み人数が少なくなり、バラツキが出にくくなると考えられる

11

シミュレーション結果

➤ミクロ分析

表1. エージェントの初期の目標ドア

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
目標ドア1	18	10	11	17	18
目標ドア2	15	14	12	14	12
目標ドア3	11	16	18	13	13
目標ドア4	16	20	19	16	17

表2. エージェントの目標ドアの平均

	1回目	シード2	シード3	シード4	シード5
平均目標ドア	2.416667	2.766667	2.75	2.466667	2.483333

➤ミクロ分析では、各試行で**走った人数にバラツキが出る原因**を分析

➤分析結果から、初期に遠い目標ドアを選択した比率が高い**2、3回目**が駆け込み割合が高かった

➤**初期に遠い目標ドアを決定したエージェントが多いほど、駆け込みをする傾向にあることが原因**

12