

シミュレーションモデルによる従来交通機関の車椅子対応の限界とバリアフリー交通システムの有効性検証

三末 航平† 河合 新† 延原 肇†

† 筑波大学大学院システム情報工学研究科知能機能システム専攻

1 はじめに

公共交通機関である電車やバスは我々にとって身近な存在であり、特に都市圏においては欠かせない生活インフラの1つである。しかしながら、身体に障害を持つ人や妊婦など多様な背景を持つ人々に対しては、従来の公共交通機関は必ずしも快適な手段とは言えない。本研究の目的は、車椅子使用者の電車利用に焦点を当て、従来の公共交通機関の車椅子対応の限界を示すこと、そして、この問題を解決するためのバリアフリーな新しい交通システムのプロトタイプを提案することである。この交通システムは動く歩道を複数使用したシステムである。提案する交通システムの有効性はマルチエージェントシミュレーションを用いた実験で検証した。検証の結果、提案システムは従来の電車である山手線と比べ、およそ10kmの移動で16分の時間短縮が可能であると明らかになった。

2 従来交通機関の対応限界

車椅子使用者は電車やバスなどの公共交通機関を利用する際、職員による介助が必要となる。具体的には乗車口にスロープを設置し、車椅子使用者を車内の車椅子スペースに移動させる。しかしながら、この一連の作業は人手や時間的に限界がある。例えば、電車の場合、車椅子スペースの数や対応できる職員の数は限られている。そのため、車椅子使用者の数が増加した場合、職員による介助は限界に達し、電車の発車の遅れにつながる。すなわち、従来の公共交通機関は車椅子使用者に対して、スケーラビリティが明らかに低い。実際に、朝夕の混雑時間帯では車椅子使用者を車椅子スペースに移動させられず、混雑していない電車まで乗車を見送るといった事態が発生している [1]。

3 提案交通システムと有効性の検証

上記で述べた問題を解決するには、現在の公共交通機関に対する固定観念を大きく変えるような、バリアフ

リーな新しい交通システムが必要であり、本研究ではその新しい交通システムのプロトタイプを提案する。

3.1 提案交通システム

本研究では速度の異なる動く歩道を複数用いた交通システムを提案する。動く歩道は段差が小さいため、車椅子やベビーカーでも乗り降りしやすい。以下に提案システムと利用方法を示す。また図1に提案交通システムのイメージ図を示す。

1. 幅2m程度の動く歩道（以下、レーンと呼ぶ）を進行方向に隣り合うように設置する。
2. 各レーンの速度は異なり、乗り始めのレーン（以下、第1レーンと呼ぶ）は最も速度が遅く、隣のレーン（第2レーン、第3レーン…）に移るにつれ比例的に速度が増加する。
3. 利用者は第1レーンから乗り、隣り合う速度の速いレーンに順次移動していくことで移動速度を上げていく。目的地が近づいてきたら、隣り合う速度の遅いレーンに適宜移動し移動速度を下げ、目的地で提案交通システムから降りる。

3.2 シミュレーション

提案する交通システムの有効性を検証するために、マルチエージェントモデルによるシミュレーション環境を作成する。この環境では、山手線の路線環境を提案す

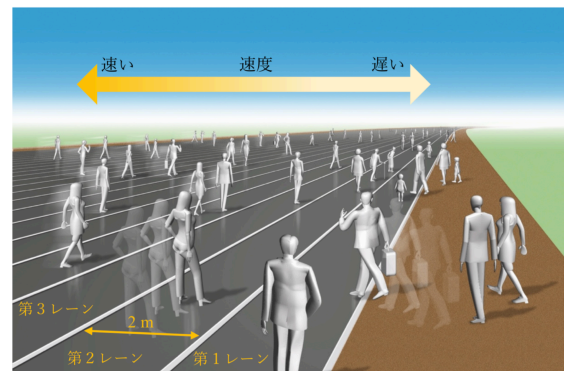


図1 提案交通システムイメージ図

表1 設定パラメータ

シミュレーション時間 [h]	21
各駅の利用者の流入数 [人/h]	3,600
レーンの本数 [本]	30
レーンの幅 [m]	2
駅の長さ [m]	240
健常者の速度 [m/s]	1.0
車椅子使用者の速度 [4] [m/s]	0.75
第1レーンの速度 [km/h]	3.0
隣のレーンとの速度差 [km/h]	3.0

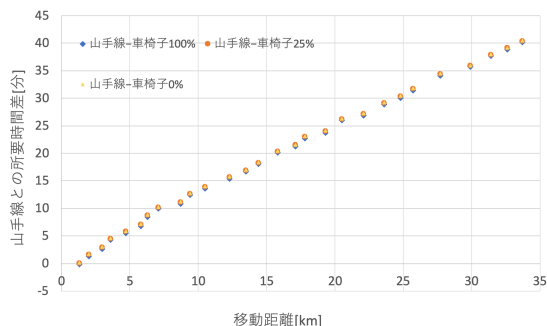


図2 所要時間比較

る交通システムに置き換えたものをシミュレーションする。利用者のエージェントは健常者と車椅子使用者の2種類をモデル化する [2]。本シミュレーションはメッシュ分割した空間に利用者のエージェントを配置して行う [3]。今回、山手線の路線環境を再現するため、利用者の人数、空間が大規模なものとなっている。そのため、エージェント同士の相互作用の計算する際、計算量が多くなる。そこでシミュレーション空間を x 個に分割する。 i 番目の空間のエージェント同士の相互作用は、隣り合う $i-1, i+1$ 番目の空間のみを参照しての計算する。これにより全体の計算時間を削減でき、広範囲な環境でのシミュレーションを可能にする。また分割した空間の大きさはエージェント同士の相互作用の及ぶ範囲より大きくする。

4 評価実験

作成したシミュレーション環境を用いて、提案する交通システムの各目的駅までの平均所要時間を計測し、得られた結果と従来の公共交通機関の電車（山手線）の所要時間を比較する。車椅子使用者と健常者の流入割合について、健常者 100%、健常者 75% 車椅子使用者 25%、車椅子使用者 100% の3種類の流入パターンで実験をそれぞれ行った。設定パラメータを表1に示す。山手線の所要時間とシミュレーションの計測結果を比較し差をとった値を図2に示す。

結果として、提案交通システムは従来の公共交通機関の電車（山手線）より短時間で目的の駅に到達できることが明らかになった。また移動距離の増加に伴い、提案手法と電車の所要時間の差は広くなる。これは電車は停車による時間損失があることに対し、提案交通システムは停止することなく目的駅まで到達できることに起因する。また車椅子使用者の割合の増加による群集全体の所

要時間に対する影響が小さいことから、車椅子使用者が増加しても提案交通システムは十分に対応可能であると考える。

5 おわりに

本研究では、目的である従来の公共交通機関の車椅子使用者の対応限界を示し、これを解決する交通システムのプロトタイプを提案した。そしてマルチエージェントシミュレーションを用いた実験により、その有効性を検証した。提案交通システムは従来の公共交通機関の電車よりも速く目的地へ到達可能であることが結果として得られた。今回提案した交通システムは極端な発想であり、物理的な制約はあまり考慮していない。しかし、このような従来の交通機関の固定観念を変えるようなアイデアの飛躍は、従来の交通機関の身体障害者に対する問題解決に必要であると考えられる。

参考文献

- [1] 鉄道局鉄道サービス政策室. “鉄道における車椅子利用環境改善に向けた調査報告書.” 国土交通省 (2018): 11.
- [2] 瀧本浩一. “個別要素法を用いたシミュレーションによる避難時の車椅子使用者と他の避難者との影響に関する一考察.” 日本建築学会環境系論文集 566 (2003): 9-15.
- [3] 海老原学, 掛川秀史. “オブジェクト指向に基づく避難・介助行動シミュレーションモデル.” 日本建築学会計画系論文集 467 (1995): 1-12.
- [4] 清野純史, 土枝憲三, 犬飼信広, 竹内徹. “避難行動シミュレーションに基づく地下街の安全性評価.” 土木学会論文集 689 (2001): 31-43.