

デマンド交通システム のシミュレーションと検証

茨城県立竜ヶ崎第一高等学校 小井沼拓真 鈴木涼太 田口清志郎 水野翔太

研究背景・目的

令和5年11月から令和6年3月に、茨城県龍ヶ崎市でデマンド交通の実証実験が行われた。デマンド交通は、予約に応じて運行時刻や経路が柔軟に変わる交通方式である。実証実験では、乗降場所が職員の感覚で設定されており、その妥当性を客観的に検証することが難しかった。また、時間とコストがかかることから、運行条件を変えて複数回実証実験を行うことは困難だった。本研究では、この課題を解決するため、実証実験を再現したシミュレーションモデルを用いて、効率や利便性向上の要素を検証することを目的とする。

手段

- ①実証実験の運行データ・条件を基にプログラムを作成
- シミュレーション概要

道路ネットワークはOpenStreetMapを使用

	生成	概要
利用者	※	・乗降場所、乗車時間を予約 ・車両が到着したら乗車、降車場所で降車
車両	2台	・運行時間は8:30~17:00 ・予約がない時間は待機場所に待機 ・空車で予約地点に近い方が利用者の元へ ・空車がない場合は空車が発生し次第、利用者の元へ ・道路の制限速度で走行(ない場合は50km/h) ・信号や加速減速を考慮

※利用者の生成→運行データから移動パターンと時間帯ごとの予約頻度を集計しその結果から生成。

入力 乗降場所・待機場所・一日の予約数・台数

出力 平均待ち時間・最大待ち時間・稼働率・乗降場所ごとの利用者数

- ・待ち時間…利用者の予約時間からの車両の遅れ。
- ・稼働率…運行時間における、車両が乗客を乗せた時間の割合。

待ち時間= 利用者の乗車時間 - 利用者の予約時間

稼働率=乗客が乗っていた時間 / 一日の運行時間 × 車両数 × 100

- ②実証実験のデータと出力データを比較しプログラムの妥当性を確認。
- ③利用者数や車両台数を変更し、待ち時間と稼働率を分析。
- ④乗降場所ごとに1~10のパラメーターを設定し、その値に基づき利用者を発生させる。そして待ち時間や乗降場所の利用回数を比較する。(例:市役所→10、大住宅地→3)
- ⑤パラメーター設定の妥当性を確認し、乗降場所の追加・削除を行う。(現在実験中)

今後の展望と課題

- ・パラメーターを用いてシミュレーションを行った結果、その妥当性が確認できなかった。そのため、パラメーターの調整や数値の細分化(例:1~100に変更)を行い、再度パラメーターの妥当性が検証する。そして妥当性が確認でき次第、乗降場所の追加・削除を行い、効率や利便性向上につながる乗降場所の組み合わせを検証する。
- ・最大待ち時間の許容範囲を設定してシミュレーションを行い、待ち時間を検証する。
- ・同一人物が同じ乗降パターンを多く利用したと推測されるデータについては、それらを1件の予約として扱って検証するなど、対応を考える必要がある。

結果

実証実験のデータは、予約キャンセル分を除き、さらに待ち時間が13時間と不正確と思われる1件を除いた結果、全体で1885件であったため、シミュレーションでは予約数を13件として設定した。①利用者を運行データに基づき発生させ、実証実験の条件でシミュレーションを行った結果、待ち時間や稼働率は下図のように近い値となり、乗降場所として使われた回数も近い値となった。

	予約数	台数	平均待ち時間(分)	最大待ち時間(分)	稼働率(%)
実証実験	12.6(平均値)	2	3.66	49.8	12.7
実証実験の条件	13	2	3.03	47.8	11.04

- ②予約数を平均の1倍~4倍、台数を1台~4台と変化させた結果は右図の通りとなった。

予約数	台数	平均待ち時間(分)	最大待ち時間(分)	稼働率(%)
13	1	8.45	86.2	22.22
13	2	3.03	47.8	11.04
13	3	1.83	30.5	7.34
13	4	1.53	25.3	5.4
26	1	27.5	152	44.12
26	2	6.71	91.1	22.17
26	3	3.63	62.7	14.84
26	4	2.34	35.7	11.09
39	1	98.9	290	65.46
39	2	13.9	139	33.19
39	3	6.02	94	22.12
39	4	3.87	66	16.37
52	1	203	532	89.55
52	2	25.7	195	44.4
52	3	10.4	120	29.71
52	4	6.01	87.7	22.34

- ③パラメーターを用いてシミュレーションを行った結果、待ち時間や稼働率は下図のように実証実験と近い値となったが、乗降場所の利用回数は異なった。

予約数	台数	平均待ち時間(分)	最大待ち時間(分)	稼働率(%)
13	2	3.26	48.6	11.2

考察

- ①平均待ち時間を15分程度まで許容した場合、予約数1倍では1台、2倍と3倍では2台、4倍では3台で運行可能であり、稼働率は22~33%であった。しかし、このとき最大待ち時間が1.5時間以上となる場合があり、そのときの利用者が実際にサービスを利用する可能性は低いと考えられる。そのため、最大待ち時間の許容範囲を明確に設定する必要がある。また、こうしたデータを除くことで平均待ち時間を短縮できると考えられる。
- ②パラメーターを用いたシミュレーションの結果、乗降場所の利用回数が異なったのは、次のような理由が考えられる。
 - ・パラメーターの設定の誤りや不足
 - ・運行データに、同一人物が同じ乗降パターンを多く利用したと推測されるデータが含まれており、それが結果に影響を与えた

参考文献

- 堀口拓未・五十嵐達哉・竹林弘晃・松尾仁子.2021年."シミュレーション技術を活用した オンデマンドモビリティ交通導入計画の立案".
建設コンサルタント業務・研究発表会論文集21巻:p.85~p.88
https://www.jcca.or.jp/files/achievement/hokoku_etc/r03gyomukenyaku/3-6.pdf (参照2024-11-16)
- 龍ヶ崎市."龍ヶ崎市AIオンデマンド交通「龍ヶ崎のーと」パンフレット".龍ヶ崎市ホームページ.
<https://www.city.ryugasaki.ibaraki.jp/kurashi/seikatsu/kokyokotsu/oshirase/ai-on-demand.files/ryugasaki-knowroute.pdf> (参照2024-11-16)
- 龍ヶ崎市 都市整備部 都市計画課.2024-3."AI オンデマンド交通「龍ヶ崎のーと」アンケート調査結果報告書".龍ヶ崎市ホームページ
<https://www.city.ryugasaki.ibaraki.jp/kurashi/seikatsu/kokyokotsu/oshirase/ai-on-demand.files/anketocyouasa.pdf> (参照2024-11-16)
- OpenStreetMap
<https://www.openstreetmap.org/> (参照2024-11-17)