

## 網羅的シミュレーションを用いた交通システムの評価手法の検討

## Study of Evaluation Method for Public Transportation Service with Exhaustive Simulation

宮地 将大 \*1\*2 Masahiro MIYACHI  
 小柴 等 \*2 Hitoshi KOSHIBA  
 野田 五十樹 \*1\*2\*3 Itsuki NODA

\*1東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻

Tokyo Institute of Technology Interdisciplinary Graduate School of Science Engineering Computational Intelligence and System Science

\*2(独)産業技術総合研究所サービス工学研究センター

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) Center for Service Research

\*3科学技術振興機構

Japan Science and Technology Agency (JST)

In this paper, we examined a evaluation method for a public transportation service with a exhaustive simulation. In recent years, many of people has been using their own cars in their society although their population also has been getting aged in Japan. This situation caused a problem of increasing mobility handicapped people such as aged people. We focused on demand-buses, Demand Responsive Transportation (DRT) service, for the one of the solution for the situation and we examined the usability of the service by multi-agent simulation.

## 1. はじめに

本論文ではマルチエージェントによる網羅的シミュレーションを用いて、交通利便性を基準とした公共交通システムの評価手法を検討する。現在、我が国においては車社会の浸透と超高齢化社会の到来により交通難民の問題が顕在化し、新しい都市設計が望まれている。我々は、その解決策の一つとしてオンデマンド型交通システムに注目する。オンデマンド型交通システムとは、交通事業者の定めた路線を時刻表通りに運行する従来の公共交通システムに対し、利用者の目的地・時間に応じて路線を変更する交通システムである。

本研究では、オンデマンド型を含む各種交通システムの利便性や他のサービスとの連携を、計算機上でシミュレートし、交通利便性に影響を与える条件について網羅的に調べる。これにより都市における交通システムの利便性の改善や、都市計画者にとって有用なツール(枠組み)の提供を目指す。具体的には、マルチエージェントシミュレーションを用いて、デマンドに空間的偏りをもたせた場合に交通利便性に変化が生じるか検証する。

## 2. 提案手法

本稿では、オンデマンド型交通システムとして、デマンドバス [Noda 08, Koshiba 13] を取り上げ、以下で述べる函館市の市街地を対象としたシミュレーション評価を行う。デマンドバスの配車戦略は先行研究 [Noda 08] の逐次最適挿入法による。

### 2.1 シミュレーション対象エリアと交通利便性

シミュレーション対象エリアとして、北海道函館市の五稜郭駅周辺を設定する(図1)。観光客の交通の便を例にすると、函館市では観光地がエリア内に分散しており、それらを観光客が巡回するためには交通機関を利用する必要がある。現状では、

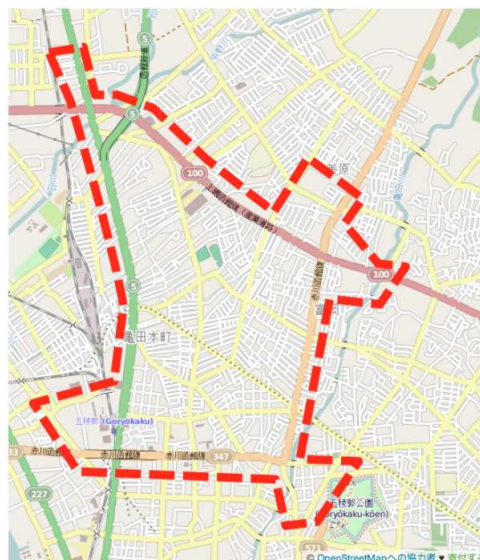


図 1: 実験エリアの概形

観光客が観光地を巡回するのにタクシーやレンタカーを利用するか、市電、バスといった複数の公共交通機関を利用している。交通利便性は以下の定義に従う。

利便性 出発地空目的地まで乗り換えなしで到達する場合の、デマンド発生時刻から達成時刻までの平均時間 [Noda 08]

我々はマルチエージェントシミュレーションにより、バス台数一定の下でのデマンド達成数とデマンド達成時間から交通利便性を評価する。

連絡先: 宮地 将大, 東京工業大学大学院 知能システム科学専攻, 〒 226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259, miyachi.m.aa@m.titech.ac.jp

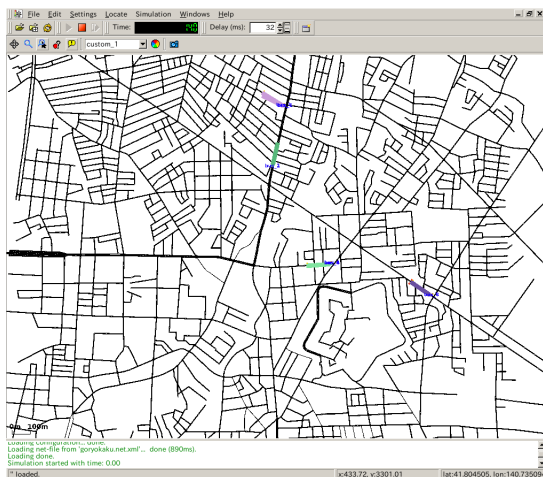


図 2: 交通シミュレータ SUMO での GUI 出力

### 3. 実験

#### 3.1 交通シミュレータ

デマンドバスの利便性を評価するために、交通シミュレータとして SUMO(Simulation of Urban MObility)\*<sup>1</sup> を用いる(図 2)。SUMO では Open Street Map\*<sup>2</sup> 上の道路ネットワークを取り込むことができ、その道路ネットワーク上での交通を容易にシミュレートすることができる。

#### 3.2 条件

デマンドバスの車両台数は 8 台とし、シミュレーション 1 回の時間は 1800 秒 (30 分) とした。そのうちシミュレーション開始から 500 秒までの間にデマンドを発生させ、発生したデマンド数、バス利用時のデマンド達成時間、歩行時のデマンド達成時間を計算し、バス利用時のデマンド達成時間を歩行時のデマンド達成時間で割ることにより正規化し、デマンドバスを利用することによってユーザがどれだけ歩行時よりも早く目的地に到達することができるかを算出した。また、ユーザからのデマンドは、各道路リンク (一区画) において各秒毎 1/16 の確率で発生するものとした。

本稿では、ユーザが地域的に集中する場合の利便性に焦点を当て、その集中度と利便性の関係を分析する。このため、対象領域内で人気観光地の五稜郭公園、その最寄りの JR 駅である五稜郭駅、および商業地域が沿線にある産業道路の一角の市立鍛神小学校の 3 箇所を選び、そこにユーザのデマンド発生 (乗車地もしくは目的地) を集中させる。集中の度合いとしては、0%, 50%, 75%, 100% とする。

#### 3.3 結果

それぞれの集中度に対する、シミュレーション毎にデマンドバス利用時のデマンド達成時間を歩行時のデマンド達成時間で割って正規化した交通利便性の平均値を算出した結果を図 3 に示す。

### 4. 考察

図 3 に示した結果を見ると、地域内に極度にユーザが集中した場合、デマンドバスとしての利便性が向上することがわかる。これは、ユーザのデマンドが集中することで、バスの経路

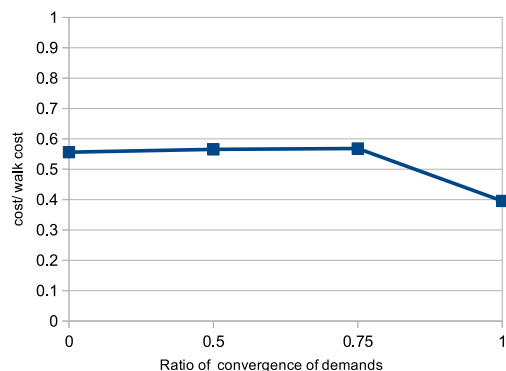


図 3: デマンドの集中度合いによる交通利便性の変化

の寄り道が少なくなり、ほぼ路線バスに近い最短経路による運用になっているためと考えられる。これは先行研究における簡易シミュレーションでも確認されていた現象と合致する結果となっている。また、先行研究では、デマンドバスはユーザのデマンドに応じて配車が決まるため、路線バスより柔軟で効率的な運用となり、利便性の面で有意に上っていた。本研究では路線バスとの比較をまだ行っていないが、同様の性質を期待できると考えられる。

### 5. おわりに

本稿では、実際の函館の地図とミクロレベルの交通シミュレータを用いて、オンデマンド型交通システムのシミュレーション評価を行った。実験の結果から、先行研究の簡易シミュレーションでみられたデマンドの集中による利便性の向上効果などが、現実に近いシミュレーションでも確認できた。

今後は、利用者の絶対数の増加の効果や路線バスとの比較などを行い、また、実際の運用実績とのすり合わせを行っていく必要がある。

### 参考文献

- [Noda 08] 野田 五十樹, 篠田 考裕, 太田 正幸, 中島 秀之: シミュレーションによるデマンドバス利便性の評価, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp. 242-252 (2008).
- [Koshiba 13] 小柴 等, 野田 五十樹, 山下 倫央: 実都市を対象としたシミュレーションによるデマンドバス評価 *JSAI*, 1D4-3 (2013).
- [Koshiba 13] 小柴 等, 野田 五十樹, 山下 倫央, 中島 秀之: 実環境を考慮したバスシミュレータ SAVSQUID による実運用に向けたデマンドバスの評価, 合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2013 (JAWS-2013) (2013).
- [Koshiba 14] 小柴 等, 野田 五十樹, 平田 圭二, 中島 秀之: Smart Access Vehicles の社会実装 -シミュレーションを通じた分析と実証-, 情報処理学会研究報告, pp. 1-8 (2014).

\*1 <http://sumo-sim.org/>

\*2 <http://openstreetmap.org>