

レゴブロックを用いた対話型交通シミュレーション

筑波大学キャンパスにおける新モビリティシステム導入の可能性

Interactive Traffic Simulation with LEGO Blocks

Toward a new mobility system on the University of Tsukuba Campus

西村 詩央里*¹, 山村 悠一朗*¹, 小山 慧太*¹, 太田 和志*¹, 岡本 大河*¹, 加古 捺巳*¹, ○下津 大輔*¹,
ソルステインソン 慧 グンナル*¹, 橋村 ちひろ*¹, 野口 宇宙*², 安東 弘泰*³, 大澤 義明*⁴

Shiori Nishimura*¹, Yuichiro Yamamura*¹, Keita Koyama*¹, Kazushi Ohta*¹, Taiga Okamoto*¹, Natsumi Kako*¹,
Daisuke Shimotsu*¹, Thorsteinnsson Satoru Gunnar*¹, Chihiro Hashimura*¹, Takahiro Noguchi*²,
Hiroyasu Ando*³ and Yoshiaki Ohsawa*⁴

- *1 筑波大学システム情報工学研究科 学生 修士(在学中)
Student, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba, Master.
- *2 筑波大学未来社会工学開発研究センター 研究員 修士(サービス工学)
Researcher, R&D Center for Frontiers of MIRAI in Policy and Technology, University of Tsukuba, Master.
- *3 筑波大学システム情報系社会工学域 准教授 博士 (情報理工学)
Associate Professor, Division of Policy and Planning Sciences, University of Tsukuba, Ph.D.
- *4 筑波大学システム情報系社会工学域 教授 学術博士
Professor, Division of Policy and Planning Sciences, University of Tsukuba, Ph.D.

キーワード : レゴブロック; プロジェクションマッピング; MaaS; 対話型シミュレーション
Keywords: LEGO Blocks; Projection Mapping; MaaS; Interactive simulation

1. はじめに

モビリティイノベーションは様々な地域課題の解決に貢献する。例えば、自動運転は、採算が取れず撤退した鉄道やバスといった地方の公共交通を補完する。一方で、モビリティイノベーション実現のためには、社会受容性を高めることが不可欠である。その際、市民説明会などの場において、社会実装の効果を聞き手がいかに容易にイメージできるかが鍵を握っている。

筆者らは過去に Winder (2015) の取り組み 1) を参考に、レゴブロックで作製した模型にプロジェクションマッピングをする手法で仮想の都市空間を動的に再現した。北海道道北部や茨城県つくば市 2) , 首都圏中央連絡自動車道・常総インターチェンジ 3) というマクロ～ミクロの異なる地域を対象に模型・交通シミュレーションを作製し、成果はシンポジウム等で発表してきた。本研究では、筑波大学内を走行しているバスとそのルートにおける模型・交通シミュレーションについて報告する。簡単に組み立てられるレゴブロックの強みを活かし、能動的に模型を変化させることでマッピングを制御するというインタラクティブなシミュレーションを行った。

2. 研究概要

筑波大学を含むつくばスマートシティ協議会は、2019

年度に国土交通省より新モビリティサービス推進事業に採択され、その一環で学内バスの運用最適化を図った。本研究は、その支援研究として資料作製を行ったものである。

筑波大学では、学内循環バス (平日 1 日あたり 91 便) の他に、土浦駅等複数の近隣鉄道駅と筑波大学間を走行する便 (平日 1 日あたり往復 199 便) が走行している。このうち 5 系統を対象に、キャンパス内の交通課題として団子運転に着目し、バスダイヤ再現と交通シミュレーションを行う。団子運転とは「渋滞や混雑で遅延したバスに後続のバスが追いついて、連なって走行する」現象である 4) 。筑波大学内では異なる系統同士の到着時間の間隔が短いこと、終業時刻などに極端にバス停での待ち人数が増えバスの停車時間が長くなること、複数のバスが連なった際に乗客が先頭のバスに集中して乗車することが原因で発生する。団子運転は、バス車内の混雑率の偏りや遅延の連鎖などの悪影響を及ぼすため筑波大学では長年問題となっている。一方、団子運転解消の手段としてデマンドバス導入が検討されている。需要に応じて時刻表通りに来るバスに先んじてデマンドバスで乗客を運送し、バスごとの乗客数を制御することが期待できる。

本研究では、レゴブロックを重ねて標高や建物を表した都市模型の上に、プロジェクションマッピングでバス

ダイヤと団子運転発生のメカニズムを表現する。その上で、バス需要が高まる時間帯を想定し、レゴブロックを取り替えることによってバス停における待ち人数を制御し、デマンドバスの運行をマッピングする対話型シミュレーションの作成を試みている。

3. システム概要

本研究で作製したシステムの概要を、ソフトウェア、ハードウェア、対話型シミュレーションに分けて記載する。

3.1. ソフトウェア

地図画像作成から投影までのソフトウェア面での作業手順は以下の通りである。

まずは、ArcGIS を用いて道路や建物を表示させる地図画像を作製する。投影範囲をメッシュ単位で分割し、各メッシュに標高 (参照: 基盤地図情報)、建物の高さ (参照: 住宅地図データベース) のデータを付与する。道路網 (参照: OpenStreetMap) 上にバスルートおよびバス停 (参照: 国土数値情報) を描画する。バスルートを 20m 間隔 (実寸スケール換算) に区切ったポイントデータを作製する。

次に、Unity (ゲームエンジン) と Stata (統計分析ソフト) を用いて交通シミュレーションを作成する。(1) で作製したバスルートのポイントデータ座標を Unity 用の座標に Stata を用いて変換する。Unity では、バスルート上のポイントを順番に描画することでバス移動を表現する。

最後に、Madmapper (マッピングソフト) を用いて、投影時に生じる歪みを調整し、地図画像と交通シミュレーションをプロジェクションマッピングする (図 1 参照)。

3.2. ハードウェア

システムの外観は図 2 (左) の通りである。本システムはレゴブロックによる都市模型、設置台 (アクリル板、フレーム)、プロジェクター、PC、画像認識ハードウェア (カメラ、蛍光灯、遮光板) から構成されている。縦 3.2 cm × 横 3.2 cm × 高さ 3.0 mm の標高に見立てたレゴブロックの上に縦 1.6 cm × 横 1.6 cm × 高さ 3.0 mm の建物に見立てたレゴブロックを重ねて、筑波大学周辺の都市模型を作成した。なお、標高については、標高 20.0 m までをブロック 2 枚分とし、それ以上は 3.0 m 高くなるごとに 1 枚増やすこととした。建物は、建物 1 階分を 1 枚の高さとみなした。

3.3. 対話型シミュレーション

対話型シミュレーションとは、インタラクティブな動作によってバス運行のマッピングに変化をおこすことを指す。これを、図 2 (右) に示す画像認識ハードウェアを用いて実装した。本研究では、レゴブロックの底面の色をブロックの交換により変化させることで入力となされる。床面に設置されたカメラは変化した位置および色を取得する

ことで、シミュレーションに影響を与える。例えば、停留所の位置にあるレゴブロックを底面が異なる色のブロックと交換することで色の変化を認識し、バス停の待ち人数が多いことを想定して、バスの停車時間を延長することや、デマンドバスを発生させることをプログラムする。

4. 成果と今後の展望

筆者らの過去の取り組みとは異なり、運行ダイヤを基にバスのマッピングを行ったこと、待ち人数に応じて停車時間を設定したことなど、実際の交通状況の可視化を行った点が本研究の成果である。また、学内バスの団子運転や対話型シミュレーションによるデマンドバス供給の表現も引き続き試みる。対話型シミュレーションは、市民が模型を触ることにより、提案に対し理解を深められるという点に意義がある。本研究は、MaaS 時代の新たなプレゼンテーション手法確立の一助となるだろう。

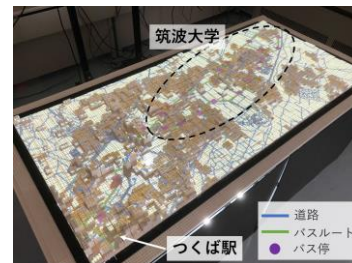


図 1. プロジェクションマッピング



図 2. システムの外観及び画像認識ハードウェア

[参考文献]

- 1) Winder, I. J (2015) "System for real-time digital reconstruction and 3D projection-mapping of arbitrarily many tagged physical objects." US Provisional Patent
- 2) 下津大輔, 太田和志, ソルステインソン慧ケンナル, 橋村ちひろ, 加古捺巳, 辻本隆宏, 野口宇宙, 安東弘泰, 大澤義明 (2019) 「レゴブロックを用いた地域交通課題解決の提言-つくば市及び北海道道北部を対象に-」, 『第 17 回 ITS シンポジウム 2019』
- 3) 松林道雄, 野口宇宙, 小山田圭佑, 村山透, 安東弘泰, 高原勇, 大澤義明 (2017) 「ブロック玩具によるプロジェクションマッピング模型を用いた地域設計の検討」, 『第 40 回情報・システム・技術シンポジウム 2017』 pp. 307-310
- 4) 胡敏兒, 保田義之, 井ノ口弘昭, 秋山孝正 (2019) 「路線バスにおける集団走行発生時の運行方法の有効性分析」, 『交通工学論文集』, 5 (4), pp. A_42-A_50