

ゲーミフィケーションを活用した 信号現示最適化の検証

Verification of traffic signal control optimization using gamification

橋本 大輔, 塩見 康博

(立命館大学理工学研究科) (立命館大学理工学部)

1. はじめに

「ファミ通ゲーム白書2023」¹⁾によると、ゲームをプレイするユーザーは年々増加しており、その数は5553万人と推計されている。これは全人口(2023年国勢調査)1億2435万人の45%にあたる。人々にとってゲームは生活に欠かせない要素の一つになっている。ゲームは楽しむものという考えが一般に定着しているが、近年、ゲームを娯楽目的だけのものとして扱わず、社会課題への導入・解決に力を入れる動きが活発になっている²⁾。このような社会課題貢献に重きを置いたゲームをDeterding et al.³⁾は“Gamification”(以下ゲーミフィケーション)と定義した。現在では、多種多様な分野でゲーミフィケーションの導入が進められている。交通の分野においても、アプリを用い、行動変容から渋滞解消に向けた研究が行われている。しかしながら、行動変容が伴わない交通に関する課題、すなわち、交差点における信号設計に着目し、ゲームを用いて信号時間を設定し、渋滞の改善を図るという取り組みは筆者の知る限り存在しない。そこで、本研究では、単独交差点を対象に青時間を設定して渋滞改善の程度を競う簡易的なゲームを開発した。具体的には、交通流シミュレーションSUMOを用いて、実際に存在する単独交差点を対象とするシミュレーション環境を構築し、信号現示の有効青時間をユーザーが変更することで、渋滞長で定義されるスコアの向上を目指すゲームを構築した。複数のユーザーがスコアを競うことで、渋滞を改善する青時間設定の探索が可能かの検証実験を行った。本論文では、青時間の探索を行う際の戦略に着目し、各プレイヤーのスコア経過を分析し、パターンに基づいてグループ分けを行う。さらに、特に優れたスコアを達成したプレイヤーの過程に注目し、スコア向上のアプローチの試行方法について考察する。

2. 分析データ・ゲーム・実験概要

2.1. 交通流シミュレーション・ゲーム環境の構築

本研究は、交通シミュレータを用いて、実際に存在する2つの単独交差点を対象とした交通流シミュレーション環境と、その信号現示設定を変更するためのUIを開発した。その上で、シミュレーションの結果として求められる渋滞長をスコアとして定義し、プレイヤーがスコアの改

善を目指して信号現示の青時間を試行錯誤的に設定するゲームを構築した。本研究では、交通シミュレータとしてSUMOを利用する。交差点情報を“OpenStreetMap”からインポートし、読み込んだデータをSUMO上で表示、自身で実際の交差点条件に合わせて編集し、対象信号交差点のシミュレーションを構築した。

本研究で作成したゲームについて詳細に説明する。ゲームプレイヤーが信号現示設定を変更するためのUIはMATLABのApp Designerを用いて作成した。UIとは、ユーザーインターフェースの略称であり、ユーザーと製品をつなぐ接点を指す。今回はApp Designer上のアプリ画面のボタン等を指す。実験に5台のパソコンを用意し、各パソコンにMATLABをインストールし、App Designerを起動させられる環境を構築した。

本ゲームのシステム設計を図-1に示す。ゲームのシステム設計の概要は、①プレイヤーのPC上にプレイするゲームステージを表示し、ステージ決定後、青信号を設定するためのUIを表示する。②UIに従って青信号を設定すると、SUMO上で青信号の値が設定される。③設定された青信号の値でSUMOを実行する。④SUMOの結果を出力ファイルに表示する⑤出力ファイルに基づいて渋滞長をスコア化、その結果をプレイヤーのPC上に表示する。⑥結果に基づき動機付けのためのアイテムをプレイヤーのPC上に表示する。結果表示後、①に戻りゲームを繰り返し実施する。

2.2. 交差点概要

本研究では、通勤通学の際に慢性的な渋滞が発生していることに加え、信号現示が特徴的であり、一般的な信号現示では対処できない複雑な交通事情があると考え、滋賀県草津市にある南田山交差点(以下ステージA)と野路町交差点(以下ステージB)を対象交差点とした。交通量は2023年4月26日8:00から9:00と2023年4月26日18:00から19:00の時間帯のデータをもとに設定した。本文では、8:00から9:00を「1」、18:00から19:00を「2」と設定する。

2.3. 実験概要

実験は、立命館大学の学生を対象に行った。2023年12

月18日～12月28日にステージAのゲーム(被験者20名)を行い、2024年1月5日～15日にステージBのゲーム(被験者20名)を行った。被験者は計40名である。実験は説明とアンケート、実験を含めて計60分で行われる。本研究の実験の流れを図-2に示す。まず、ゲームの操作方法と実験の目的等の実験概要について説明する。説明後、練習として本番の形式を模擬した簡易的なゲームをプレイする。ゲームの操作方法、ゲームの流れをプレイヤーが理解し、準備が整い次第、本番としてステージA-1もしくはステージB-1のゲームを15分間行う。15分間のうち常に同じステージをプレイし、どれだけ高得点を出せるのか試行錯誤しながらプレイする。これをステージA-2もしくはステージB-2でも同様に実施する。プレイヤーは事前にステージAもしくはステージBどちらか一方のみをプレイするように指示を受ける。

実験が終了した後、アンケートに回答してもらい終了とする。実験参加者には1000円分のアマゾンギフトカードを報酬として渡す。

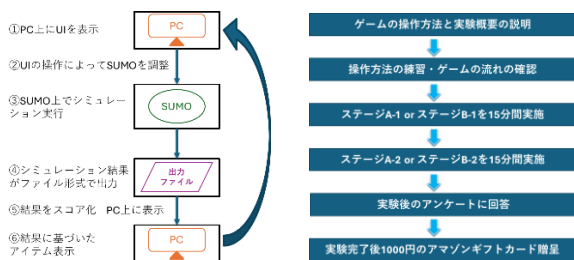


図-1 本ゲームのシステム

図-2 実験のフロー図

3. ゲーム結果

3.1. 各ステージのゲームスコアの結果

実験にて参加者にゲームを実施してもらい、スコアデータを取得した。実施したゲームの結果を以下の表-1、表-2に示す。各ステージで1番スコアが高かった人の現示別青時間、サイクル長、スコアを表している。また、比較対象として初期設定を用いる。初期設定とは、現在実際に使用されている信号設定のことを指し、実際に使用されている青時間をもとに本ゲームを実行し、出力されたスコアを表-1、表-2中のスコア欄に表している。

表-1 ステージA各Phaseにおける最適解の時間とスコア結果

ステージA					
順位	Phase1	Phase2	Phase3	サイクル長	スコア
1位	100	10	10	120 (s)	142743
初期設定	104	27	17	148 (s)	48755

表-2 ステージB各Phaseにおける最適解の時間とスコア結果

ステージB							
順位	Phase1	Phase2	Phase3	Phase4	Phase5	サイクル長	スコア
1位	100	20	40	30	20	210 (s)	20157
初期設定	79	6	21	15	11	132 (s)	-66544

実験結果より、実際の信号設定よりも高いスコアが探索されたことが分かる。ステージAは、各現示の時間と

サイクル長をそれぞれ短くすることで最適解を探索でき、ステージBは各現示の時間とサイクル長を長くすることで最適解を探索することができた。

3.2. スコア向上のアプローチ方法についての分析

各プレイヤーの試行回数増加に伴うスコアの変化を調べ、分類した。分類の基準として、試行回数が増えるごとにスコアが単調増加しているものをグループ1、単調減少しているものをグループ2、中央の値が大きく減少し、再び試行回数が増加するとスコアが高くなるもの(∩字回復しているもの)をグループ3と設定した。

分類した結果を図-3に示す。グループ1, 2の被験者数は少なく、グループ3の被験者数が多かった。これは、途中でさらなる最適解を求めようとチャレンジする人が多く、チャレンジがうまくいった人は単調増加する傾向にあり、うまくいかなかった人は、うまくいった過去のデータをもとにスコアを修正する傾向にあった。また、グループ3の人はより優れたスコアを出しやすく、スコア向上のために試行錯誤し、失敗の経験をもとにチャレンジすることで最適解を見つけやすくなる傾向があった。

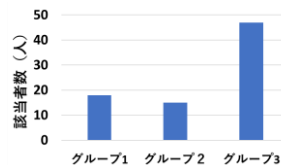


図-3 全ステージのデータをグループ別に分類した結果



図-4 グループ3の例

4. おわりに

本研究では、社会課題解決の中でも信号交差点での信号制御に着目した。ゲームを用いることで社会課題を解決できるのか実験を行った。実験結果から、本ゲーム上では信号青時間の最適解を探索することができた。また、分析結果から、グループ3のように試行錯誤し、失敗の経験を蓄積することで、より最適解を探索しやすくなる結果が得られた。しかし、本研究は少数の被験者による結果の分析にとどまっているため、Webブラウザ上でゲームを公開することにより、多数のデータを収集し、ゲームの有効性を検証したい。また、多数の被験者を集めるためのわかりやすいUIの設定、バッチやアイテム等の仕掛け設定についても取り組む予定である。

【参考文献】

- ファミ通ゲーム白書2023, (株)角川アスキー総合研究所, 2023.
- 藤本徹: “シリアスゲーム・ゲーミフィケーションとその関連概念の変遷過程の考察”, 第13回日本デジタルゲーム学会No1-2, 2023.
- Deterding, S, Dixon, D, Khaled, R and Nacke, L: “From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification””, Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, 9-15, 2011.9.