

IV-212

ゲーミングシミュレーションによる信号制御戦略の探索と学習

山口大学工学部 正会員 久井 守
山口大学工学部 正会員 田村 洋一
日立製作所 山崎 徹也

1. はじめに

系統式信号制御についてはこれまで多くの制御手法が提案され、また実行されてきているが、人間の判断能力を応用した試みはあまり見られない。

本研究は、人間の視覚的・総合的な交通状況判断能力を系統制御に導入することを試みるものである。そのために、一連の信号交差点の時々刻々の交通状況を再現するようなシミュレーションモデルを開発し、人間が交通状況进行判断しながら系統制御に介入できるゲーミングシミュレーションを行う。そして、交通状況の変化に応じた望ましい制御戦略を探索し記録する。さらに、得られた制御戦略と交通状況との関係を調べ、制御戦略をモデル化することにより、既存の系統制御よりも望ましい制御戦略を得ることを目的とする。

2. シミュレーションモデルの作成

シミュレーションモデルは、計算機の画面上で車両1台1台の挙動をリアルタイムで表現する微視的モデルとし、系統信号システムにおける交通現象を再現する。その特徴は、被験者が画面上の交通状況を見ながらキー入力で青信号の延長および切り替えができるゲーミング機能を有している点にある。

シミュレーションの実行画面を図1に示す。画面内の信号機は主道路のもので、信号機の下にはオフセット図を表示する。

本シミュレーションモデルの特徴を以下に述べる。

- ①対象路線は、1本の主道路と複数の交差道路で構成する。主道路は往復2車線で右折レーン付き、交差道路は往復2車線で右折レーンなしとする。
- ②リンク長、交差点数は任意に設定できる。
- ③周期、スプリット、オフセットおよびスキャンサイクルは任意に設定できる。
- ④エントリーポイントへの車両の到着台数はポアソン分布に従う。

⑤交差点での右左折挙動および追従走行を考慮して車両の速度決定を行う。

⑥交差点ごとに設定した分岐確率にもとづき車両の右左折を決定する。

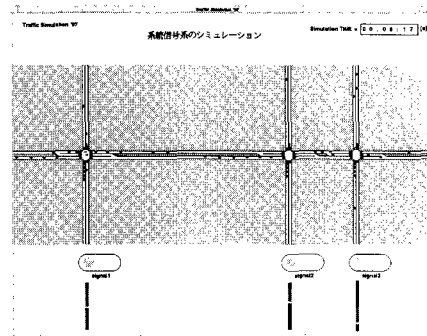


図1 シミュレーション実行画面

3. シミュレーションモデルの検証

宇部市内の交差点で交通流観測を行い、信号による車両の停止と発進の挙動および発進波の伝播現象を調べ、モデルのパラメータ調整を行った。停止線手前の走行軌跡を図2に示す。縦軸は停止線までの距離、横軸は赤信号開始時点からの時間である。

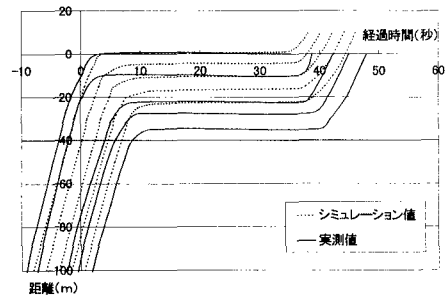


図2 走行軌跡

停止時の車頭間隔の再現にはなお調整を要するが、加減速などのパラメータを調整して、停止発進の挙動を実現象に近づけることができた。また、オフセットと遅れ時間の関係および周期と遅れ時間の関係を調べ、モデルの有効性を確認した。

キーワード：信号制御、交通流、シミュレーション、ニューラルネットワーク

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2557 TEL 0836-35-9485 FAX 0836-35-9485

4. 信号制御戦略のモデル化

まず、主道路と交差道路の青信号の切り替えあるいは延長を行うことができるゲーミング機能を用いて、被験者にゲーミングシミュレーションをやってもらった。ゲーミングに慣れてよい制御戦略を得るまでには、かなりの試行が必要であった。制御介入の対象は、画面両端の2信号を除いた系統内の信号とする。本研究では、被験者が信号制御に介入することで変動する青時間を、最小青時間(主道路 15 秒、交差道路 8 秒)経過時点から計測し、それを青調整時間として記録する。また各リンク上流端位置に設置した車両感知器の感知時間を図3に示すように設定して、制御介入を行ったときの交通状況である各リンクの流入台数を計測する。

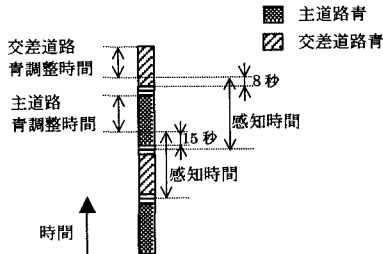


図3 青調整時間と感知時間

図4に示すような階層型ニューラルネットワークを用いて、制御介入を行った信号ごとに、ゲーミングシミュレーションによって得られた信号制御戦略を学習する。ここで、入力制御対象の信号交差点に流入する主道路のリンク長、対象信号の制御パラメータおよび交差点に流入する4リンクの流入車両台数とし、出力は青調整時間とする。教師データにはゲーミングにより得られた青調整時間を用いて誤差逆伝搬法で荷重調整を行い、交通状況に応じた望ましい青調整時間が求められるようにする。

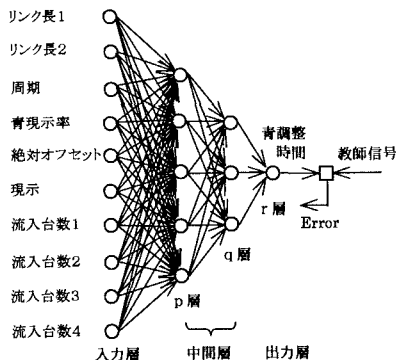


図4 階層型ニューラルネットワーク

5. 信号制御戦略の適用

このようにして得られた信号制御戦略を、逆にシミュレーションに適用し、青時間の長さを伸縮させて、隣接信号との相対オフセットを制御した。ここでは、4信号3リンク路線を対象とし、各リンク長300m、周期120秒のときの適用結果を図5に示す。その制御効果は、同時式オフセットを与えた単純系統式制御のものと比較する。図より、まずゲーミングでは、制御介入によって直接影響を受ける系統内リンクの遅れ時間がほぼ半減し、路線全体の総平均遅れ時間も約5%減少している。そのデータをもとにモデル化し、得られた制御戦略を適用すると、系統内リンクでは遅れ時間が大きく減少し効果が現れている。しかし交差道路の遅れ時間が増加し、総平均遅れ時間は逆に大きくなった。結局ゲーミングによって単純系統式制御よりも効率のよい制御を行うことはできたが、それをモデル化し適用した結果は、いまのところなお不十分である。

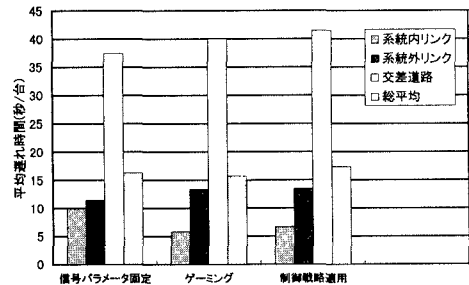


図5 信号制御戦略の適用結果

6. まとめ

本研究では、系統信号システムの交通状況を再現し、ゲーミング機能を有するシミュレーションモデルを開発した。それによってゲーミングを行い、交通状況に応じた効率のよい制御戦略を探索することができた。またニューラルネットワークで学習して、信号制御戦略をモデル化した。しかしモデル化で得られた制御戦略では、単純系統式制御を上回るまでの効率は得られなかった。

今後は、信号制御戦略のモデル化手法をさらに検討し、既存の制御手法を上回る効率が得られるようにすることが課題である。

なお本研究は文部省科学研究費補助金の助成を受けて行った研究成果の一部である。