

研究計画書

1. 研究テーマ

『交通ビッグデータによる分散型信号機制御システム研究』

2. 研究背景

近年、都市地域では、交通渋滞による時間と経済の損失がますます深刻になっているが、伝統的な管理概念と技術的手法ではその問題を解決できない、交通システム上の大きな支障となることを示している。交通ビッグデータは、都市交通発展する際に必然現れる産物であり、交通運営管理（都市部に配備された数百万のセンサー、カメラ）、その関連分野（天気、人口、モバイル通信）および SNS（instagram、Twitter）などから生成された構造化データと非構造化データで構成したデータセットを指している。^[1]これらのデータを使い、高度道路交通システム（ITS）を構築するのは交通問題を解決する良い方案であり、その中の一部は知能信号機制御システムの確立です。ここで注意すべきなのは、いまの交通データは大規模で構成も複雑なので、伝統的なセントラルシステム制御で、セントラルクラウドに負担が大きい、交通量の動的な変化には対応しにくい。そこで、ビッグデータによる分散型信号機制御システムの確立は、セントラルクラウドへの圧力を軽減できるだけでなく、データの源が幅広いため、予測の精度が高くなり、信頼度も高いと考えられる。

3. 先行研究

ZHAO など は(2003)^[2]キューの長さを基づき、ハイブリッドシステムの理論を適用し、最適な交通信号機制御スキームを提出しました。ただし、モデルは単一の交差点で構築されるため、交通ネットワーク全体に適用することには難しいと考える。HAO YANG など は（2019）^[3]適応タイミング法(adaptive timing method)におけるウェブスター法(webster method)に基づき、知能信号機制御アルゴリズム開発し、信号機制御の動的なスキームを提案した。従来の静的な時間スキームより効果的ですが、車の流量に一定の範囲の制限があり、応用範囲は制限されています。分散型信号機制御システムについて、多くの研究は強化学習に基づき、マルチエージェントフレームワークにおける分散型信号機制御システムを提案しました^{[4]~[6]}。各信号コントローラーはエージェントと見なされ、センサーのデータに応じて交差点のフローモデルを決定します。Jin J など（2017）^[4]と岡野拓哉など(2019)^[5]の研究はエージェント間の協調性を無視しているため、実用化するにはまだ効果が足りないと考えられる。Tubaishat M ら(2007)^[6]は、協調性を考慮し、無線センサーネットワークを使用した分散型信号機制御システムを提案した。そして、車両タイプ、ID などのメッセージも交通システムに影響をもたらせると指摘された。これらの分散システムの研究では、交通データはセンサーからのみ取得され、トラフィックは多くの要因の影響を受けるため、予測が外れることがあると考える。K. Moriya, S. Matsushima, K. Yamanishi（2018）^[7]は、交通ビッグデータの前で、特

徴つきの非負マトリックス因子分解理論(FNMF)により、大規模な交通データを処理するための新しい乗法的更新アルゴリズムを開発した。道路または交差点での事故の数を予測し、危険道路交通に影響を与える因子を解明することができた。交通ビッグデータに基づく分散型信号機制御システムの確立に参考になる。

4. 研究目的

本研究では、交通渋滞を緩和し、交差点での通過効率の向上を実現するために、交通ビッグデータに基づき、分散型実時信号機制御システムの確立について研究を行う。

5. 研究の特色：

- データの源が幅広いため、単一源データ(センサー、画像)より、予測の精度が高くなり、信頼度も高いと考えられる。
- 分散型システムはセントラルクラウドへの圧力を軽減し、大規模なデータをより効率的に処理できる。

6. 研究内容：

- 構成が複雑な交通ビッグデータから交通信号機の関連データを抽出できるデータマイニング技術
- 関連データが交通信号機制御との関係性を評価する方法
- 関連データを利用できる分散型信号機制御システムの確立

7. 研究方法

主に交通ビッグデータと信号機制御を研究対象とし、ニューラルネットワークとマトリックス因子分解理論、マルチエージェント等を主な理論方法とする。具体的に：

- 1) Ministry of Land, Transportation and Tourismなどのサイトから交通データ（交通量、天候、ユーザーコメントなど）を事前に用意する。
- 2) ビッグデータを処理できる理論(マトリックス因子分解理論など)を参考し、適応するアルゴリズムを開発する。
それを用いて、データマイニングを行う、信号機制御の関連データを抽出する。
- 3) 抽出されたデータの特徴から、信号機との関連度を比較して最もよく類似したものを同じカテゴリーと見なす。
優先度順位を決める。
- 4) マルチエージェントフレームワークに基づき、分散型実時信号機制御システムを構築する。
 - 実時データにより交通渋滞が起こりうる交差点を予測し、信号機を調整する。一度信号機の全てのパラメータの調整を行うことは難しいため、そこでスプリットを中心に、信号機制御を目指す。
 - システム制御性能のテストを行う、ビッグデータにおけるアルゴリズムの適応性、効率を考察し、制御方案を調整する。

(5) 単一データの分散型信号機制御システムと比較し、結果を検討しながら、システム機能の向上を目指す。

8.年次計画

8.1(修士一年目)

交通ビッグデータから交通信号機の関連データを引き出せるデータマイニング技術に着目して研究を行う。

まず、一般的なデータマイニングのアルゴリズムを学ぶ(ニューラルネットワーク法、決定木法、遺伝的アルゴリズムなど)。それから主にマトリックス因子分解理論を学ぶ。それらを参考し、交通ビッグデータに適応するアルゴリズムを開発する。次に関連データと信号機の評価する方法を学ぶ。

8.2(修士二年目)

『分散型信号機制御システム』の確立に着目して研究を行う。

まず先行研究に提出された例のようなマルチエージェントフレームワークに関する論文を読む、分散型システムの構築を学ぶ。次に一年目の成果を利用し、交通ビッグデータによる分散型信号機制御システムを確立する。SUMOなどのソフトウェアにより、シミュレーションを行う。結果を検討し、より精度の高い結果を目指す。

9.参考文献

- [1]He Cheng,Zhu Yang Yong.Urban Traffic Big Data[M].ShangHai:ShangHaiKeXue,2015.
- [2]Zhao Xiao Yang,Chen Yang Zhou,Cui Ping Yuan.Optimal traffic light control method for a single intersection based on hybrid systems[J].Journal of Harbin Institute of Technology,2003(04):453-456.
- [3]Hao Yang. Intelligent traffic light control algorithm based on Webster[C]. Institute of Management Science and Industrial Engineering.Proceedings of 2019 International Conference on Aviation Safety and Information Technology(ICASIT 2019).Institute of Management Science and Industrial Engineering:Computer Science and Electronic Technology International Society,2019:162-164.
- [4]Jin J, Ma X. A decentralized traffic light control system based on adaptive learning[J]. IFAC-PapersOnLine, 2017, 50(1): 5301-5306.
- [5]岡野拓哉, 野田五十樹, 大西正輝. マルチエージェント強化学習による交通信号機制御に向けて[J]. 第 81 回全国大会講演論文集, 2019, 2019(1): 85-86.
- [6]Tubaishat M, Shang Y, Shi H. Adaptive traffic light control with wireless sensor networks[C]//2007 4th IEEE Consumer Communications and Networking Conference. IEEE, 2007: 187-191.
- [7]K. Moriya, S. Matsushima, K. Yamanishi: "Traffic Risk Mining From Heterogeneous Road Statistics," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 19, Issue 11, pp. 3662–3675, 2018.