

交通流の変分原理に基づく系統信号 路線の期待遅れ評価法



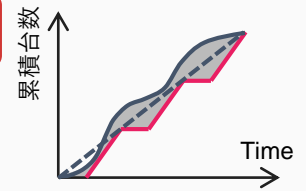
An Expected Delay Estimation Method for Signalized Arterial Roads Based on Variational Formulation of Kinematic Waves

東京大学 生産技術研究所 大口研究室 (交通制御工学) 白井 健人・和田 健太郎
<http://www.transport.iis.u-tokyo.ac.jp/>

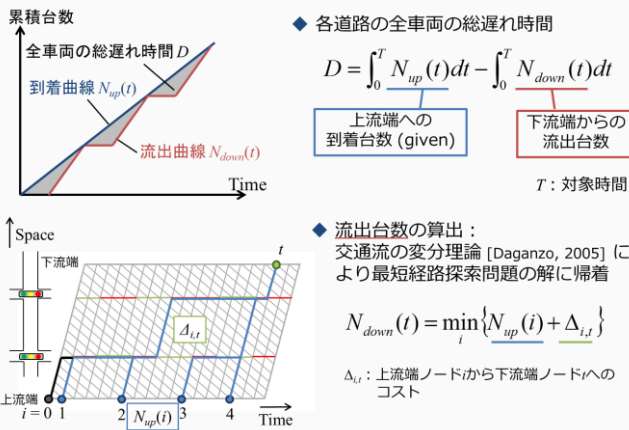


研究の目的

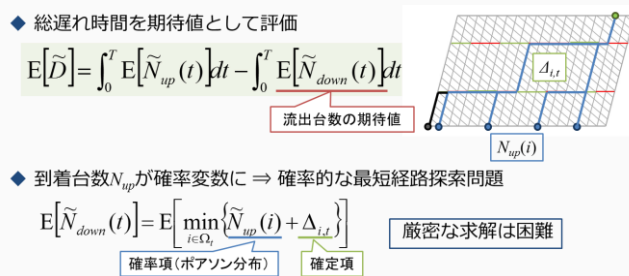
信号交差点における遅れは、交通信号制御を考える上で最も重要なサービス指標の1つである。孤立交差点の制御では、確率的な到着需要を考慮した期待遅れの評価法が確立されており、信号最適化の基盤となっている一方、系統信号制御では、その最適化法のほとんどが一様到着を仮定している。本研究では、交通流の変分原理に基づく系統路線の期待遅れ評価法を提案し、その精度を検証する。また、提案手法の有用性を示す応用例として、系統信号最適化のケース・スタディを示す。



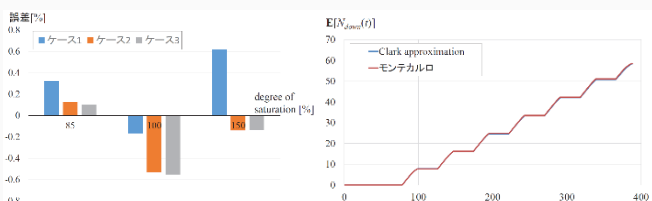
一様到着下の系統路線の遅れ



ランダム到着下の系統路線の期待遅れ

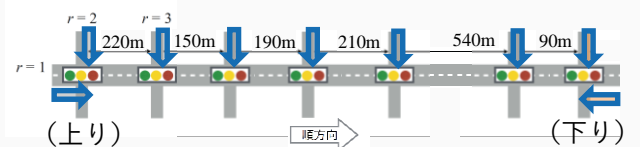


- 以下の二つを組み合わせた近似解法を提案:
 (1) 最短経路の持つ特性による大幅な解 (経路) 集合の縮小
 (2) Clark近似による多重積分の解析的評価

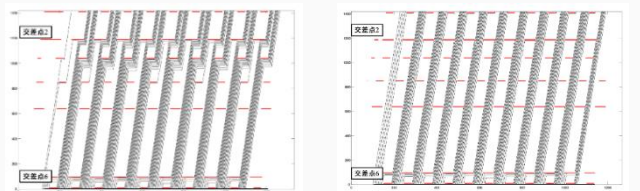
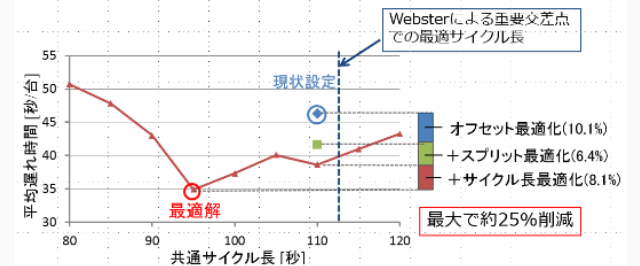


モンテカルロ法 (50,000回) との比較の結果、その近似精度が極めて高いことが確認された (期待累積台数の誤差が1%以下)。また、計算に要する時間も約60秒から0.15秒 (約400倍) に短縮されており (計算効率が高く)、期待遅れを繰り返し評価する必要性のある信号最適化において提案手法が有効であることがわかった。

駒沢通りにおける信号最適化例



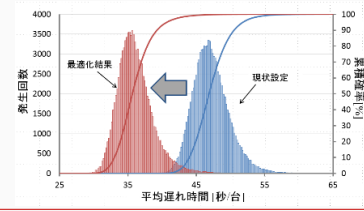
提案手法に基づき、駒沢通り (深澤不動 ~ 東京医療センター前の約1.4km) における系統信号パラメータ (サイクル長, スプリット, オフセット) の同時最適化を行った。得られた最適サイクル長 (95秒) は、Webster式 (112秒) や現状の共通サイクル長 (110秒) よりも約15秒も短く、系統路線における交通流の整流化 (ランダムネスの減少) の影響を適切に評価する必要性が改めて示された。また、期待遅れについても現状に比べて約25%の遅れが削減可能であることが示された。



期待車両軌跡 (下り, 現状設定)

期待車両軌跡 (下り, 最適解)

遅れの分布を比較した結果、遅れのばらつきを増やすことなくその期待値を減少させており、期待遅れに基づく信号最適化の頑健性が示唆された。



今後の課題

- 期待遅れに基づく系統信号最適化を様々な条件下で系統的に行い、一般性のある同時最適パラメータの特性を探る
- 遅れの期待値だけでなく、その分布を評価する手法を構築し、より頑健な信号最適化に研究を進展させる