

論文の内容の要旨

論文の題目： A STUDY ON REAL TIME SIGNAL CONTROL FOR
AN OVER-SATURATED NETWORK

(過飽和ネットワークにおけるリアルタイム信号制御方式に関する研究)

氏名： 劉 鴻潮

交通信号は都市交通において非常に重要な要素であり、その制御は交通管理において極めて重大な役割を担っている。その証拠に、舗装済みの都市街路網における渋滞の90%が、交差点もしくは交差点付近で発生している。信号制御の最適化は、既存あるいは計画道路をフルに活用することにより、都市交通管理において大変重要な役割を果たしている。

交通信号制御に関する既存研究は、想定している交通需要-交通容量の状況から、2種類に分類される。非飽和の状況と過飽和の状況である。非飽和状況下を対象とした研究は、単独交差点での制御から、ネットワーク規模での制御まで広く研究がなされているが、過飽和ネットワークを対象とした研究について、それらが示す制御手順は、一般性のないものが多く、主な研究目的も、経験や簡単な分析に基づいた目の子算的な方法を、実務の技術者を支援するために提供することにある。

複数の過飽和信号交差点を抱える交通網において、ピーク時における最も適切な信

号制御方式を決定することは、交通技術者にとっての一つの挑戦でもある。

この研究は、過飽和ネットワークにおける交通信号制御問題に関する研究である。内容は主に2つの部分より成り、第1部は理論的な研究であり、第2部はシミュレーション分析である。理論的研究の部分では、過飽和のネットワークにおけるリアルタイムの動的な信号制御のための数式モデル構築に焦点をあてた。そこでは、point-queueを仮定し、線形計画法を用いて、所与の動的な交通需要から、最適な信号制御を与える数式モデルを提供している。

過飽和状況下における信号制御の目的は、単独もしくは複数の交差点を出発する車の台数を最大化することであり、これは青時間を最も有効に使うことと等価である。Fig.1 は、一般的な信号交差点における車両について、時間を横軸に、交差点に到着・出発した車両の累積台数を縦軸に図示したものである。混雑した交差点において、待ち行列が発生したときの車両を1番目とし、待ち行列が解消したときの車両をn番目とする。このとき、j番目の車両が交差点に到着した時刻 t_j における2本の曲線の垂直距離は、j番目の車両が到着した時点での待ち行列の長さに相当し、水平距離はこの車両の待ち時間に相当する。2つの曲線に囲まれた図中の影部分は1台目の車両の到着から、n台目の車両の出発までの時間における、待ち行列での総遅れとなる。

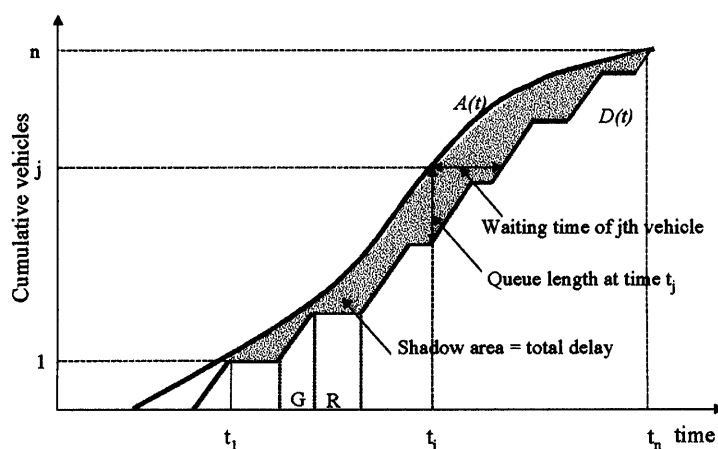


Fig. 1: Cumulative curve at signalized intersections

線形モデルでは、車両を1台単位ではなく複数の車両をまとめて扱う Cyclic Flow Model で交通流を表現する。このモデルでは自由流での旅行速度を仮定し、交差点において垂直に待ち号列を形成する。Fig.2 のように、信号交差点における出発曲線は、あたかも信号の影響がないかのようにスムージングされる。

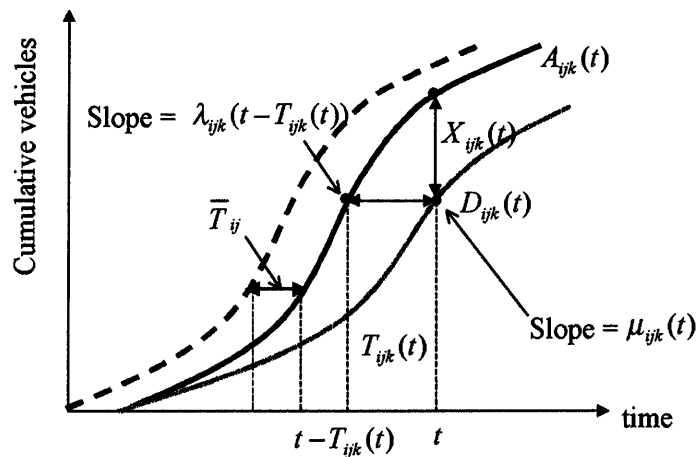


Fig.2: Illustration of variables in the linear program

OD 交通需要と経路選択方法を与えると、累積到着関数 $A(t)$ と待ち行列長 $X(t)$ は、時刻 t の関数となる。線形計画法では、time-dependent 交通流と交通容量の制約条件の下で、ネットワークのすべての交差点における出発台数 $D(t)$ を目的関数として最大化する。得られた最適な交通流率は所与の現示パターンに基づいて、基本信号パラメータ（サイクル、スプリット）に変換する。

Point-queue の仮定に基づく数式モデルでは、physical-queue 状況下で、信頼性に欠ける場合があることがわかった。理論的研究から得た信号パラメータを評価、修正するために、第2部では、交通流シミュレーションモデルを構築した。そこでは、point-queue だけでなく、physical-queue も考慮し、数式モデルから得た point-queue での信号パラメータを基本入力とした。シミュレーションを、physical-queue 状況下で実行した場合、線形計画法によって最適化されたいくつかの交差点における信号パラメータは、評価指標（平均遅れ時間）の最小値を示さなかった。このことは、physical-queue による影響が、これらの交差点において無視し得ないことを示している。そのため、physical-queue を明示した研究を行い、シミュレーション結果に基づく、信号パラメータの修正を行った。

その後、2つの部をオンラインシミュレーションと最適化モデルに統合した。この統合モデルでは、定式化された式から得た信号パラメータをシミュレーションにおける基本入力項目として導入した。単位時間の中に、シミュレーションプログラムは、すべての交差点における当該時間の待ち行列の長さ、交通流の状況を数式モデルに戻し、数式モデルはその状況により、パラメータを再セットする。

この研究の一つの成果は、過飽和状況下における交通信号制御という交通工学の中

でも緊急を要する課題に、妥当な試みを行ったことである。研究では、シミュレーションモデルと最適化を統合するために、交通流シミュレーションを線形計画法の中に取り込んだ。モデルは完全に、リアルタイムの交通流状況に依存し、”自動的に”他の交通状況にも対応する。リアルタイム交通制御の水準では、過飽和非飽和で異なるモデルを利用せざるを得なかった既存研究の欠点を補った。この研究が、過飽和状況下において信号制御を扱う際に、信頼できる選択肢を提供できることが望まれる。