

# 交通信号の電子計算機制御手法の実験的研究

An Experimental Study on Computer Control of Traffic Signals

越 正毅\*

Masaki KOSHI

## 1. 研究の目的および内容

日常の都市内道路交通のネックの大部分は信号交差点にあり、交通渋滞の発生はもちろん、停止や遅れ、加減速による排気、騒音なども信号交差点に起因することが多い。交通信号機の制御を最適化することによって、これらの損失や公害を最小にする余地があることは十分想像できることであり、この研究がねらいとする所もこの点にある。

交通信号機の最適制御を目的として電子計算機による集中制御が初めて実用化されたのは1966年（トロント市）に過ぎずその歴史は浅いが、現在では実用システム、実験システム、を合わせれば世界中で60をこえる都市において大小さまざまな電子計算機—交通信号機群システムが運用されている。これらのシステムは、ハードウェアとしては一部の要素（特に車両感知器）を除いてはほぼ満足できる水準にあるが、ソフトウェア、ないしは制御手法に関してはいまだに未開発の部分が大きく残されており、ハードウェアの持つ能力を十分に利用できないでいるといえることができる。このような背景に立って、本研究は電子計算機による街路交

通信号機群の集中制御手法に因して、従来蓄積された理論的な研究を実験的に検証、改善すること、および理論的には取り扱いにくいという理由のために従来放置されていた諸問題を実験的に究明することを目的としている。また、最適性の基準としては、従来取り上げられてきた遅れ時間や停止回数に加えて、排気および騒音を新たに加えて取り扱っている。

交通信号の制御パラメーターは、サイクル（灯色シーケンスの1周期長）、スプリット（青時間の配分）、オフセット（青時間開始時刻のずれ、あるいは位相差）の3つであり、本研究においてもこの3つの制御パラメーターの最適値を求める（あるいは最適値を求めるアルゴリズムを求める）ということによって交通信号制御の最適化問題を取り扱っている。

## 2. 研究施設

研究施設は、実際の街路信号交差点5箇所の交通信号を、研究室内に設置する電子計算機によって自由に制御できるような交通信号制御システムである。機器構成を図1および表1に、制御対象となる現場交差点群の見取り図を図2に示す。制御対象は、生研に近い

こと、適当な交差点間隔を持っていること、実験期間中大きな道路工事が予想されないこと、騒音測定のための適当なビルがあり、また対象道路以外の大きな騒音源が近くにないこと、適当な交通量を持っていることなどの条件を満たし、かつ警視庁の電子計算機制御の対象外となるように選ばれたものである。写真1は研究室内に設けられた中央装置である。

車両感知器35個は5個の単末信号機に対比して、実用システムでの割合いからすると多過ぎるが、このうち25個は様々な制

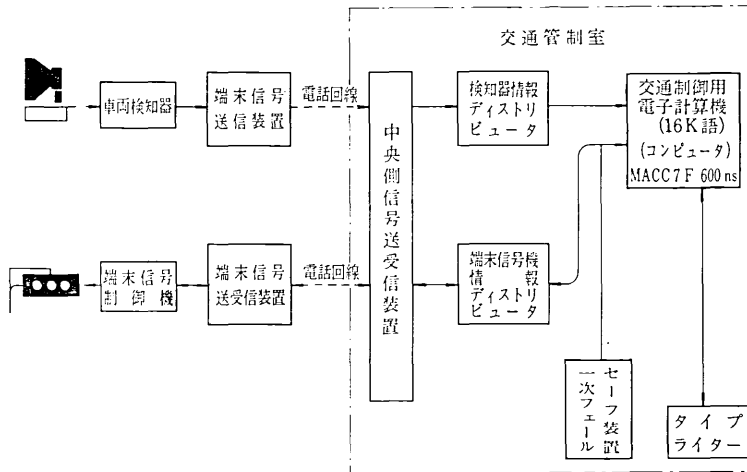


図1 機器構成

\* 東京大学生産技術研究所 第5部

御手法を実験的に適用するためと、制御結果としての交通現象を計測解析するためとに設置されたものであり、10個は車両感知器による交通現象検出手法の研究のためのものである。

表1 機器構成

中央装置	交通制御用電子計算機 16kW	1台
	入出力制御装置 (PIO)	1式
	指令送出、確認および感知受信装置	1式
	タイプライター	1台
端末装置	端末信号制御機	5台
	端末信号送受信装置	5個
	車両感知器 (超音波式)	7台
	車両感知器 (ループ式)	28台
伝送線	電電公社線	9回線

中央制御機はいわゆるミニコンであり、サイクルタイム600ns、コアメモリ16kWの規模である。これについても、実用システムでの釣合いからすれば、トッ

プベヴィーであるが、実験的研究にはこれでもコアネックになりがちである。

伝送方式、フェイルセーフ機能、単端器の仕様等については、現在東京都において警視庁が行なっている広域制御の仕様とまったく同じである。

フェイルセーフ機能は2段構成となっており、それぞれ1次フェイルセーフ、2次フェイルセーフと呼ばれている。1次フェイルセーフは電子計算機ダウンの際に固定パタン系統制御が行なえるようにしたものであり、制御パラメーターは中央(研究室内)機器に設定することができる。昼間用夜間用の2パタンまで選択可能である。この機能は、計算機ダウンの際のみでなく、データ解析やシミュレーションのために計算機をオフラインに使用する際にも利用することができる。2次フェイルセーフは端末信号制御機のみで単独にでも活動できるようになっている機能で、中央機器と伝送系とがダウンしても各交差点における信号の灯色シーケンスだけは確保できるようになっている。2次フェイルセーフ用の制御パラメーターは各端末(現場)に設定される。

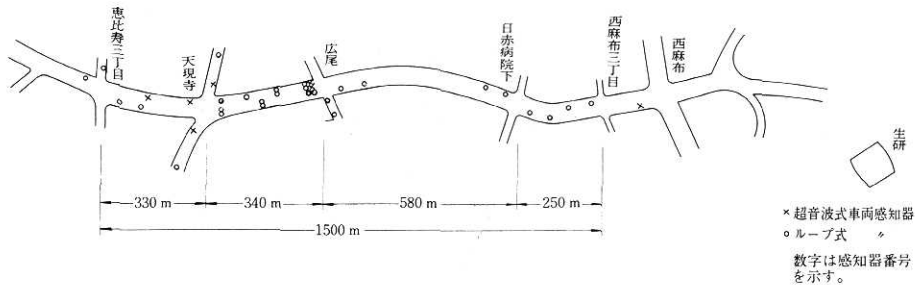


図2 現場交差点見取図

### 3. ソフトウェア構成

プログラム言語はアセンブラーであり、ソフトウェア構成は次の8要素から成っている。

- (1) オペレーティング システム
- (2) 感知器情報一次処理システム
- (3) 交通信号制御システム
- (4) サポート システム (ダンププログラム群)
- (5) 対話サービス システム
- (6) ユーティリティ プログラム群
- (7) 制御効果評価システム

(1), (4), (5)および(6)は、ハードウェアメーカーから提供されたものをそのまま利用している。

(2)は、50msごとに25個の車両感知器をスキャンして交通量と占有時間(車両感知器出力がONである時間の合計)とを計測するシステムで、メーカー提供のプロ

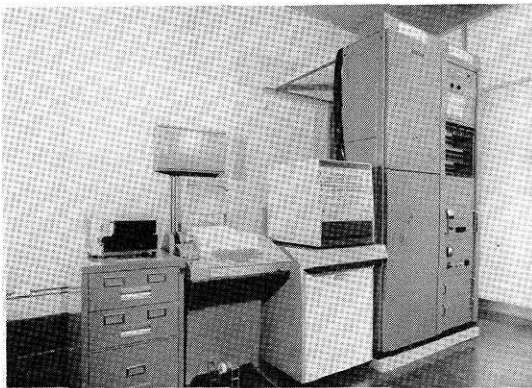


写真1

グラムに多少の変更を加えて使用している。感知器の異常チェックもここで行なわれている。

(3)は、信号制御パラメータ（サイクル、スプリットおよびオフセット）を決定するためのストラテジックなプログラム群と、決定されたパラメータに基づいて、端末信号機にステップ歩進信号を送出するルーチンプログラムとから成っている。後者については、メーカ提供のプログラムに多少の手直しをしながら使用しているが、前者は、本研究における主要な開発目標であって、すべて新たに作成したプログラムから成っている。

これまでの研究の結果、オフセットのアップデートのための2つの方法が有用であることが知られ、これらについてプログラムが作られている。

ひとつは、感知器情報のみから各リンクの最適オフセットをオンラインで計算し、オフセットパタンのアップデートに用いるためのもので、遅れと停止台数の任意の加重和を最小にするような各リンクの相対オフセットをオンライン情報から求めるというプログラムである。これは、遅れと停止台数とを図3に示されるモデルに基づいて、2秒刻みにオフセット値を変えて計算することによって最適オフセットを見出すという方法によっており、流入交通流の波形は、各停止線の上流100~150mの位置に設けられた車両感知器情報から求めている。

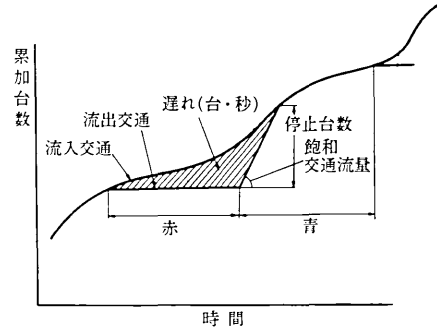


図3 遅れおよび停止台数計算のモデル

もうひとつは、人間の観察によって得られる単純な交通現象情報を一定のフォーマットに従って入力することによって、現行オフセットを修正して行くプログラムである。この方法は、感知器が不要であるという点で経済的である。

(7)は、本研究において様々な制御手法を適用した場合の制御効果を評価するためのシステムである。現在は、遅れと停止台数とを計算してタイプアウトするようになっている。計算は、図3に示されるモデルに基づいており、上記の最適オフセットの計算と、同様な方法に従っている。

(1975年10月8日受理)