

系統信号系のオフセットのファジィ制御

山口大学工学部 正 員 久井 守
 広島県庁 正 員 ○高橋昌之

1. はじめに

本研究は、追従走行を考慮し感知器を配置した系統信号系のシミュレーションを用いて、オフセットをオンラインでファジィ制御を行いその効果を評価したものである。この場合、系統路線内の各信号の周期は、系統周期を保ちながらファジィ制御で毎周期オフセットの微調整を繰り返す。またファジィ制御による遅れ時間を評価するために、通過帯幅最大の平等オフセットを与えた場合の遅れ時間と比較を行う。シミュレーションの計算条件として、道路条件（リンク長Lなど）、信号条件（信号周期T、各現示時間G、初期オフセットO）および交通条件（交通量Q、希望速度Vなど）を与える。右左折の流入・流出は考えないものとする。また対象路線は片側1車線とする。

2. ファジィ制御ルール

ファジィ制御は、言語的制御ルールが中心的な役割を果たす。本研究では、上りの青終了前後の到着台数（ a_{u1} ）、上りの赤終了前後の到着台数（ a_{u2} ）、下りの青終了前後の到着台数（ a_{d1} ）、下りの赤終了前後の到着台数（ a_{d2} ）およびオフセット調整量（ o ）の5つの変数を使用し、Table 1に示す5つの制御ルールを作成し、これによってオフセット制御を行った。制御ルールの考え方は、交差点への到着交通量が青終了前後よりも赤終了前後に多くなる方向にオフセットを移動させるということが基本になっている。このルールは入力 a_{u1} 、 a_{u2} 、 a_{d1} 、 a_{d2} と出力 o のファジィ関係である。オフセットの調整量 o は、ファジィ推論の直接法であるmin-max-重心法によって求めた。

Table 1 ファジィ制御ルール

IF	$a_{u1} = \text{none}$	ELSE	
AND	$a_{u2} = \text{too many}$	IF	$a_{u1} = \text{medium}$
AND	$a_{d1} = \text{many}$	AND	$a_{u2} = \text{few}$
AND	$a_{d2} = \text{a few}$	AND	$a_{d1} = \text{a few}$
THEN	$o = \text{NB}$	AND	$a_{d2} = \text{many}$
ELSE		THEN	$o = \text{PM}$
IF	$a_{u1} = \text{a few}$	ELSE	
AND	$a_{u2} = \text{many}$	IF	$a_{u1} = \text{many}$
AND	$a_{d1} = \text{medium}$	AND	$a_{u2} = \text{a few}$
AND	$a_{d2} = \text{few}$	AND	$a_{d1} = \text{none}$
THEN	$o = \text{NM}$	AND	$a_{d2} = \text{too many}$
ELSE		THEN	$o = \text{PB}$
IF	$a_{u1} = \text{few}$		
AND	$a_{u2} = \text{medium}$		
AND	$a_{d1} = \text{few}$		
AND	$a_{d2} = \text{medium}$		
THEN	$o = \text{ZE}$		

3. ファジィ制御の制御方法

ファジィ制御を行うため、各交差点の停止線から100m手前の地点に車両感知器を設けた。100mの区間の最大待ち台数は約17台であるが、待ち台数がそれを越える場合については考慮していない。車両感知器はFig.1のように配置し、青終了前後に感知器を通過する台数を上り a_{u1} 、下り a_{d1} としてカウントし、赤終了前後は上り a_{u2} 、下り a_{d2} としてカウントする。計測時間は各現示の終了13秒前から10秒間とし、その計測台数によってファジィ制御を行う。ここで交通量計測を各現示終了の13秒前から開始するのは、感知器から停止線まで100mを希望速度（12.5 m/s）

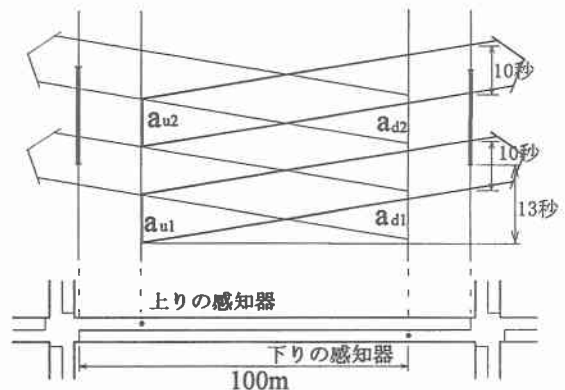


Fig.1 感知器配置と交通量計測時間

で走行するのに8秒かかり、停止線を現示終了5秒前に通過する車両は、13秒前に感知器を通過したものであると考えられるからである。また計測台数は、現示終了5秒前から5秒後までの間に停止線を通過する。

オフセットの定義としては相対オフセットと絶対オフセットがある。相対オフセットとは隣接信号間の時間ずれであり、絶対オフセットとは基準信号からの時間ずれである。本研究では、ファジィ制御によって制御するのは相対オフセット（秒単位）である。しかし実際のオフセット調整は絶対オフセットによって行うことが必要になる。この絶対オフセットの調整は次の周期の青時間を加減することによって行う。このオフセット調整方法をFig.2に示す。例えばリンク(k-1)の相対オフセットの調整量が $+o_k$ であるとする、k番目信号の青時間を $+o_k$ 秒だけ調整する。次にリンクkの相対オフセットの調整量が $-o_{k+1}$ であるとする、(k+1)番目信号の青時間は、k番目信号のオフセット調整量 $+o_k$ と(k+1)番目信号のオフセットの調整量 $-o_{k+1}$ を加えた $(+o_k - o_{k+1})$ 秒だけ調整する。このようにオフセットのファジィ制御は、毎周期各信号の絶対オフセットを微調整することによって行う。

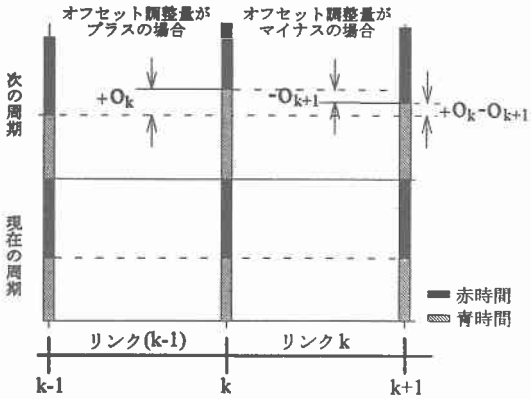


Fig.2 オフセットの調整方法

4. シミュレーション結果

Fig.3に示す5信号4リンクの路線についてファジィ制御シミュレーションを行い、その結果をFig.4に示す。この図はシミュレーション時間を7200秒としたもので、主道路系統内4リンクの総遅れ時間を比較したものである。計算条件は信号周期が60秒、青時間が30秒、上り交通量 Q_u が540(台/h)、下り交通量 Q_d が828(台/h)である。経過時間1500秒までは平等オフセットに比べて、ファジィ制御を行った場合の遅れ時間が大きくなっている。しかし1800秒以降は、遅れ時間が小さくなっており、3600秒から7200秒の区間で約10台・s/sと5%程度遅れ時間が減少している。このことからファジィ制御が有効に機能していることが分かる。このシミュレーションでは、5番目信号のオフセットが頻繁に動いており、このオフセット制御が系統内に流入してくる車両を的確に判断し、遅れ時間の減少に貢献しているものと考えらる。

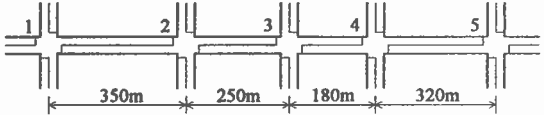


Fig.3 対象路線

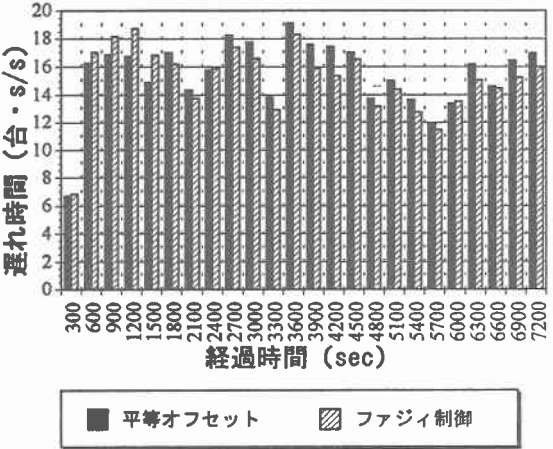


Fig.4 信号周期 60 秒のシミュレーション結果

5. まとめ

本研究では、シミュレーションによるオフセットのファジィ制御プログラムを開発した。またファジィ制御が有効なのは、比較的交通量が多く、信号周期が短いときであることが分かった。今後の課題としては、右左折を考慮すること、制御ルールの改善を行うこと等が挙げられる。