

押しボタン式信号の系統化に関する研究

指導教授 越 正 毅 8068 杉 山 高 洋
安 井 一 彦 8084 高 橋 匠 史

1 研究の背景と目的

現在の押しボタン式信号の系統制御では、不適切なオフセットにより、余計な車両遅れ時間や歩行者待ち時間が生じる。そこで本研究では、遅れ損失が最小になるように、信号パラメータの自動設定が可能な押しボタン式信号制御のアルゴリズム開発を目的とする。さらに、オフラインで、車両感知器のみの情報を用いて制御できるようにする。

2 調査概要

国道16号線の沼南町大井交差点～日体高入口交差点2kmを調査対象とした。調査地点は、沼南町大井交差点から300m、600m、900mの3地点とした。調査時間帯は交通量に差がある時間帯を3つ選定した。詳細は表-1に示す。これらは実路上の様々な状況で解析を行うことにより、開発するアルゴリズムの信憑性を高めるためである。

3 解析結果

信号現示の解析、および調査地点、時間帯毎における車両通過時刻の解析を行った。

(1) 信号現示

沼南町大井交差点における時間帯毎のサイクル長を表-1に示す。

表-1 サイクル長(沼南町大井交差点)

時間帯(交通量)	サイクル長(秒)
11:00~12:00(中)	150
16:30~17:15(大)	130
17:15~17:30(大)	150
22:15~23:15(小)	100

(2) 車両通過時刻

通過車両を1時間交通量に集計し、それを5分間、10分間、15分間交通量に集計する。さらに車群の周期性を解析するために、各々を10秒間交通量に集計して自己相関係数を算出した。その際、車群の周期性の変動を解析するために10秒間交通量の掴み数を5、10、20、30、40個に変化させた。詳細を図-1に示す。

10秒間交通量のずらし数と相関係数との関係性

を表したグラフを一例として図-2～図-4に示す。ただし、調査地点を300mとしている。図-2と図-3のように、10秒間交通量の掴み数を増加させた方が、周期性が明確に現れる可能性が高いことがわかった。さらに図-3と図-4のように、交通量が小から中、大へと変化するにつれ振幅が狭まり、周期性が不明確になることがわかった。

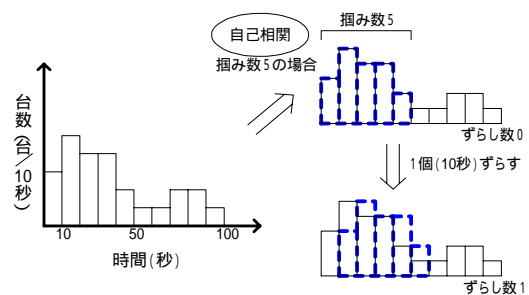


図-1 自己相関の概念

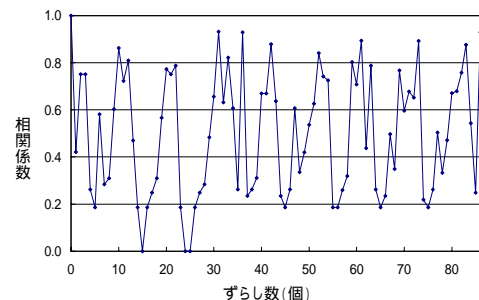


図-2 相関係数の推移(交通量小・掴み数5)

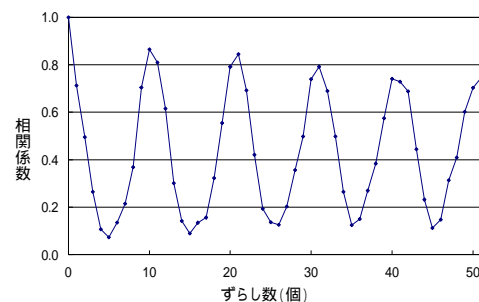


図-3 相関係数の推移(交通量小・掴み数40)

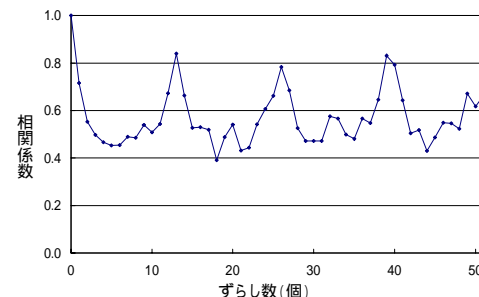


図-4 相関係数の推移(交通量大・掴み数40)

4 新しい信号制御アルゴリズムの提案

感知器で得られる車両到着のデータから押しボタン式信号機のサイクル長を算出し、オフセットをとることができるようなアルゴリズムの提案を行う。しかしオフセットをとる際は車両データのみで上流交差点の信号表示の変化するタイミングと、サイクル毎に変化するスプリットが判断できなければならない。これは調査データの不足などにより難しいと判断した。したがって今回はサイクル長の算出結果のみを提示する。

(1) 標準偏差によるサイクル長算出結果

相関係数の比を計算して、その標準偏差を算出することにより何秒周期の車両到着であるのか、つまりはサイクル長となる秒数を算出した。一例として 900 m地点における 15 分間交通量の標準偏差を図 - 5、図 - 6 示す。図 - 6 より、10 個あるサンプルの全てが 100 秒の値に最も低く集中していることがわかる。つまり、交差点における交通量のサイクル長は 100 秒であることから、実際の感知器で 15 分間交通量を集計すれば、正確なサイクル長が 100 パーセントの確率で算出できるということになる。

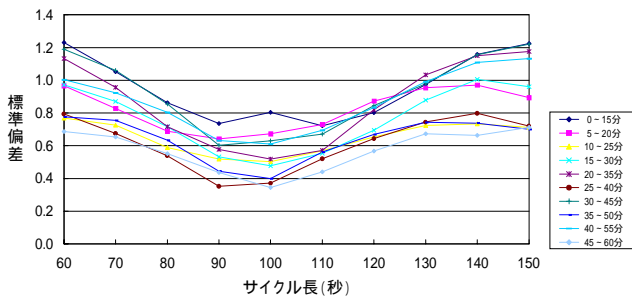


図 - 5 標準偏差の推移 (交通量小・掴み数 5)

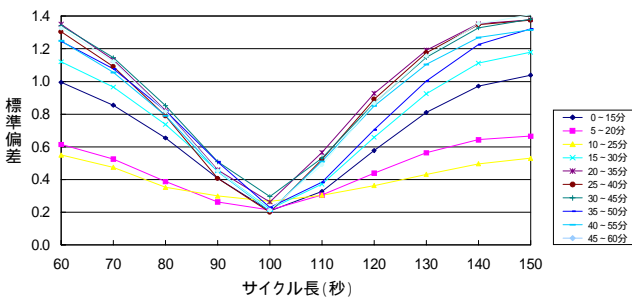


図 - 6 標準偏差の推移 (交通量小・掴み数 40)

(2) 算出されたサイクル長の正解率

算出されたサイクル長の正解率 (沼南町大井交差点のサイクル長との適合率) を表 - 2 ~ 表 - 4 に示す。表中の「確率」とは到着車両のサンプルのうち、いくつかのサンプルが交差点のサイクル長

と適合するかという確率を表している。「多数決」とはサンプルを順に 3 個または 5 個取り出し、その中で最も数の多いサイクル長を正解とすることを意味する。交通量集計時間は、一例として 15 分間の場合のみを表示する。

表より、交通量中と大において 900 m地点のサイクル長正解率が低いことがわかる。これは地点が離れるにつれて車群が拡散し、周期性が乱れたために正確なサイクル長の算出が難しくなったと考えられる。交通量小においては地点に関わらず、15 分間車両の集計を行うことにより非常に高い確率で正確なサイクル長が算出できることがわかった。さらに、サイクル長 5 個の多数決をとると、地点や交通量に関わらずサイクル長の正解率が高くなることがわかった。ただし、車両集計の時間が長く必要になるという問題が生じる。

表 - 2 交通量小におけるサイクル長正解率

パターン	交通量集計時間(分)	掴み数(個)	正解率(%)								
			300m地点			600m地点			900m地点		
			確率	多数決		確率	多数決		確率	多数決	
15	5	5	80	100	100	80	100	100	60	75	100
	10	10	90	100	100	100	100	100	100	100	100
	20	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	30	30	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	40	40	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表 - 3 交通量中におけるサイクル長正解率

パターン	交通量集計時間(分)	掴み数(個)	正解率(%)								
			300m地点			600m地点			900m地点		
			確率	多数決		確率	多数決		確率	多数決	
15	5	5	70	75	83	50	50	67	40	38	50
	10	10	70	88	100	60	100	100	100	100	100
	20	20	100	100	100	100	100	100	90	100	100
	30	30	100	100	100	100	100	100	60	75	100
	40	40	90	100	100	90	100	100	80	100	100

表 - 4 交通量大におけるサイクル長正解率

パターン	交通量集計時間(分)	掴み数(個)	正解率(%)								
			300m地点			600m地点			900m地点		
			確率	多数決		確率	多数決		確率	多数決	
15	5	5	75	71	100	71	100	100	57	80	100
	10	10	100	100	100	100	100	100	43	60	67
	20	20	100	100	100	100	100	100	71	80	100
	30	30	100	100	100	100	100	100	86	100	100
	40	40	100	100	100	100	100	100	71	80	100

5 結論と今後の課題

感知器における交通量集計時間や、相関をとる際の掴み数を変化させて組み合わせることにより、正確なサイクル長が高い確率で算出できる条件があることがわかった。しかし今回は 1 時間分の車両データによる結果であるので、今後は長時間にわたる車両到着データを用いた解析が必要である。オフセットの算出に関しては、上流交差点のスプリットや信号表示の変わるタイミングを考慮する必要がある。今後はこれらの問題が解決できるようなアルゴリズムの開発が必要である。