

押しボタン式信号の系統化に関する研究

A study on the new signal control method of the Push button signals

指導教授 安井 一彦 9172 渡辺 修一 9173 渡邊 隆宣

1. 研究の背景と目的

交差点間に押しボタン式信号を設置する際、交通状況に関わらず系統を保つために、隣接する交差点と同じサイクル長で運用される場合が多い。そのため車両遅れ時間や歩行者の余計な待ち時間が生じてしまう。

そこで本研究では、車両感知器より得られる車両到着データのみを用いて系統効果を保つような打ち切りタイミングを、自動設定することが可能な信号制御アルゴリズムの開発を目的とする。

2. 調査概要

町田市今井谷戸交差点～藤の台交差点間で調査を行った。調査地点は上下流交差点間にある無信号の横断歩道付近の6地点とした。調査時間帯は、交通量に差のある4つの時間帯を選定し、2時間ごとの通過車両と交差点のサイクル長の集計を行った。調査地点の詳細を図-1に、サイクル長の詳細を表-1に示す。

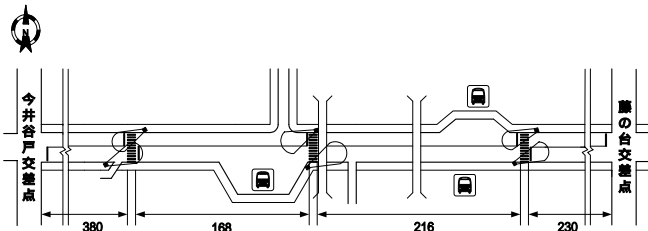


図 - 1 調査地点現況図

表 - 1 時間帯別のサイクル長

時間帯(交通量)	藤の台交差点	今井谷戸交差点
12:30~14:30 (中)	57秒	68秒
17:00~18:00 (大)	65秒	68秒
18:00~19:00 (大)	65秒	80秒
4:50~6:00 (小)	55秒	57秒
6:00~6:50 (小)	57秒	57秒
7:00~9:00 (大)	65秒	80秒

3. 解析と結果

集計したデータをもとに、信号現示、車両到着データの解析を行った。また系統効果を保つような打ち切りタイミングを決定するために、自己相関関数、標準偏差を用いてサイクル長の推定を行った。

(1) 信号現示

今井谷戸交差点と藤の台交差点における、時間帯別のサイクル長を表-1に示す。

(2) 車両到着データ

調査で計測した2時間交通量を1, 5, 10秒間ごとに集計した。また秒間集計したデータを5, 10, 15分間交通量に分割した。15分間交通量に分割することで、サンプルデータを22個にする。これはサンプル数を多く作成して解析するためである。

(3) 自己相関関数

秒間集計した交通量と時間軸で掴んだ秒間NをT秒ずらした関数の相関を取り、算出された相関係数の推移よりサイクル長の推定を行った。

例えば10秒間集計の場合、図-2のようにNを40個取り時間軸に沿って10秒ずつずらして、算出された相関係数の推移よりサイクル長を推定する。またNが10, 20, 30, 40個の場合を試行し、周期の明確になるパターンを決定する。例として図-3・図-4に示す。

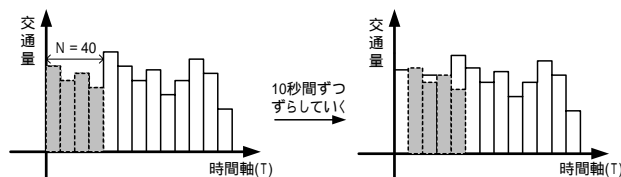


図 - 2 自己相関関数詳細 (10秒間集計・N=40)

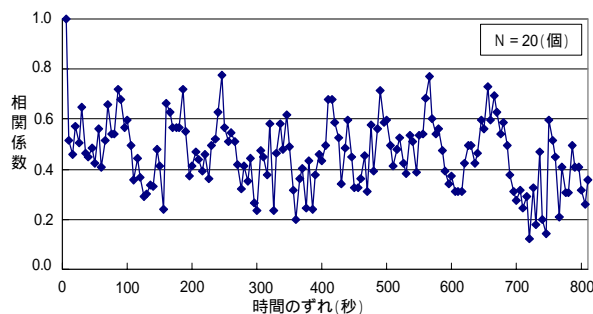


図 - 3 相関係数の推移 (地点・7:00~9:00)

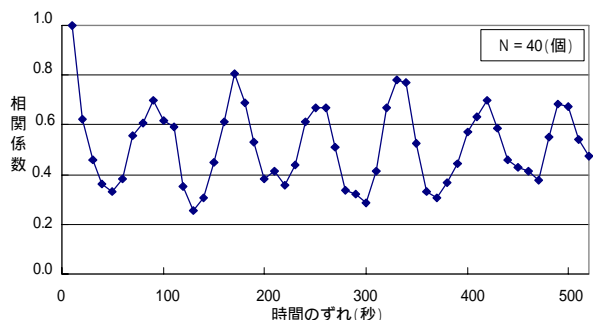


図 - 4 相関係数の推移 (地点・7:00~9:00)

同図より集計時間、Nが大きいほど振幅が狭まり、

より周期性が明確になった。しかし周期性は明確になったが、サイクル長を正確に推定することは難しい。

(4) 標準偏差

そこで自己相関関数での周期を明確にするため、相関係数の比を取り標準偏差を算出した。しかし、周期によって比の値が分散してしまうため、比の値の自然対数を取ることで分散を緩和した。表 - 2・表 - 3 にサンプルデータ (22 個) のうち半分の標準偏差を示した。表中の彩色部分は標準偏差の最小値を表す。そこで交差点のサイクル長を正解サイクル長とし、算出した仮定サイクル長との割合 (正解率) を求めて表 - 4 に示した。

表 - 2 標準偏差 (地点 7 : 00 ~ 9 : 00)

	サイクル長 (秒)						
	40	50	60	70	80	90	100
120 ~ 105分	0.600	0.562	0.449	0.300	0.174	0.261	0.416
115 ~ 100分	0.487	0.442	0.360	0.263	0.193	0.253	0.377
110 ~ 95分	0.393	0.394	0.381	0.346	0.300	0.260	0.284
105 ~ 90分	0.485	0.466	0.383	0.268	0.200	0.241	0.328
100 ~ 85分	0.467	0.446	0.347	0.240	0.179	0.232	0.325
95 ~ 80分	0.570	0.513	0.376	0.219	0.140	0.285	0.437
90 ~ 75分	0.403	0.371	0.318	0.229	0.139	0.171	0.281
85 ~ 70分	0.382	0.363	0.333	0.258	0.156	0.175	0.301
80 ~ 65分	0.561	0.518	0.410	0.255	0.131	0.247	0.426
75 ~ 60分	0.586	0.549	0.432	0.276	0.166	0.291	0.459
70 ~ 55分	0.733	0.672	0.524	0.319	0.148	0.325	0.548

表 - 3 標準偏差 (地点 7 : 00 ~ 9 : 00)

	サイクル長 (秒)						
	40	50	60	70	80	90	100
120 ~ 105分	0.254	0.224	0.205	0.254	0.285	0.283	0.249
115 ~ 100分	0.391	0.376	0.357	0.361	0.340	0.332	0.299
110 ~ 95分	0.224	0.254	0.187	0.206	0.190	0.195	0.184
105 ~ 90分	0.264	0.251	0.221	0.192	0.207	0.233	0.256
100 ~ 85分	0.304	0.297	0.282	0.253	0.261	0.269	0.257
95 ~ 80分	0.234	0.238	0.238	0.219	0.218	0.187	0.258
90 ~ 75分	0.283	0.275	0.257	0.233	0.243	0.252	0.287
85 ~ 70分	0.238	0.208	0.184	0.168	0.209	0.250	0.246
80 ~ 65分	0.236	0.201	0.217	0.222	0.206	0.266	0.213
75 ~ 60分	0.161	0.143	0.146	0.133	0.168	0.159	0.183
70 ~ 55分	0.378	0.304	0.213	0.148	0.293	0.340	0.405

表 - 4 正解率 (15 分間交通量・N = 40)

時間帯 (交通量)	地点	地点	地点	地点	地点	地点
7:00 ~ 9:00 (大)	59.09	95.45	45.45	90.91	68.18	72.73
17:00 ~ 19:00 (大)	63.64	70.00	59.09	60.00	81.82	60.00
12:30 ~ 14:30 (中)	36.36	63.64	72.73	50.00	77.27	36.36
4:50 ~ 6:50 (小)	36.36	68.18	25.00	40.91	30.00	36.36

地点別にみると、上下流とも流入する交差点から近い地点が最も正解率が高くなったが、各時間帯で交通量が少なく車群が拡散したため、正解率は低くなった。

4. 上下交通量の合成の解析と結果

方向に関係無く地点を通過する上下流の交通量を合成して、両方向に対応できる打ち切りタイミングを決定するため、サイクル長の推定を行った。

本解析では地点、をそれぞれ合成した。解析は地点別に行った方法と同様の手順で行った。

車両到着データは地点別の 15 分間交通量、10 秒間集計、N = 40 の組み合わせを用いた。

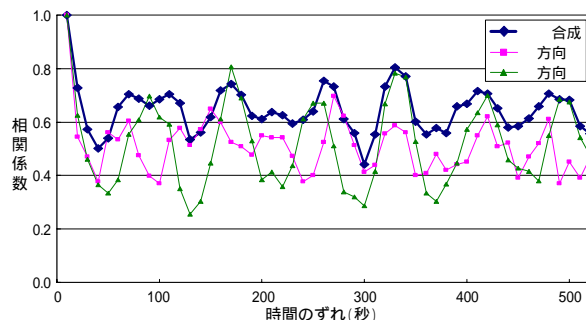


図 - 5 相関係数の推移の比較 (7 : 00 ~ 9 : 00)

表 - 5 標準偏差 (地点 7 : 00 ~ 9 : 00)

	サイクル長 (秒)						
	40	50	60	70	80	90	100
120 ~ 105分	0.377	0.345	0.270	0.179	0.099	0.187	0.278
115 ~ 100分	0.360	0.348	0.267	0.191	0.154	0.220	0.294
110 ~ 95分	0.380	0.342	0.283	0.208	0.145	0.230	0.288
105 ~ 90分	0.268	0.246	0.193	0.138	0.107	0.151	0.209
100 ~ 85分	0.240	0.227	0.188	0.124	0.114	0.168	0.227
95 ~ 80分	0.257	0.246	0.205	0.156	0.146	0.185	0.230
90 ~ 75分	0.263	0.260	0.212	0.158	0.172	0.195	0.196
85 ~ 70分	0.262	0.241	0.188	0.136	0.120	0.140	0.201
80 ~ 65分	0.172	0.153	0.111	0.123	0.122	0.123	0.155
75 ~ 60分	0.193	0.174	0.135	0.095	0.124	0.156	0.161
70 ~ 55分	0.186	0.181	0.144	0.092	0.101	0.130	0.165

図 - 5 より上下流合成交通量は上流交通量、下流交通量に比べ振幅が少なくなり周期性の確認が困難になった。次に標準偏差を用いてサイクル長の推定を行った。表 - 5 に示した標準偏差より仮定サイクル長は流入部に近い地点の車群の周期に強い影響を受けていることが分かった。また上下流交差点から中間付近にある地点では、各々の周期が拮抗して現れた。

5. 結論

上下流の車両到着データを組み合わせた合成交通量では、標準偏差により算出された仮定サイクル長は流入部に近い地点の周期の影響を受けることが分かった。従って押しボタン式信号を設置する際、その打ち切りタイミングは流入部に近い車群の到着データを優先させて打ち切る。上下流交差点の中間付近に設置する際は標準偏差の最も低い仮定サイクル長で、その都度打ち切るものとする。

6. 今後の課題

標準偏差により仮定サイクル長を推定する際、10 秒間隔で算出していたが正解サイクル長が 65 秒の場合は正解率が 60 秒と 70 秒の 2 つに割れてしまう。従ってさらに細かい間隔で推定する必要がある。

算出された仮定サイクル長が最適な打ち切りタイミングであるかを確認するため、シミュレーションによる評価を行う必要がある。

7. 参考文献

- 1) 佐藤幸男・雨宮好文：信号処理入門，(株)オーム社，pp.51-61，1986.
- 2) 蝦名信英：BASIC でわかる数学，アンフィニシステム，1999.
- 3) 脇本和昌：パソコン統計解析ハンドブック 基礎統計編，(株)共立出版，1984.

標準偏差により仮定サイクル長を推定する際，10 秒間隔で算出していたが正解サイクル長が 65 秒の場合は正解率が 60 秒と 70 秒の 2 つに割れてしまう。従ってさらに細かい間隔で推定する必要がある。