

中国によるカウントダウン式信号機の特性評価

名古屋工業大学 黄 明霞
 名古屋工業大学 学生会員 于 柯
 名古屋工業大学 正会員 藤田 素弘

1.はじめに

信号交差点において、信号切り替わり時の通過・停止判断は、追突事故や右直事故などの交通事故発生に大きく影響を及ぼすため、この判断が適正に行われるように制御することが望まれる。その一助となるシステムとしてカウントダウン式信号機が挙げられる。カウントダウン表示を行うことにより、ドライバーは信号交差点において発進・停止タイミングを計りやすくなり、結果として交通流の円滑化・安全性の向上を図ることができると考えられる。

本研究では、中国実地調査を行い、そのときの調査に基づいて、信号切り替わり時の駆け込み進入や見切り発進行動を定量的に分析することで、カウントダウン式信号機がドライバーの走行挙動に与える影響について検討する。カウントダウン式信号機の評価に関しても分析を行う。

2.中国実地調査

本実験では、2010年9月15日に中国長春市自由大路交差点でカウントダウン式信号機のある交差点での車両走行挙動をビデオ観測した。図-1に交差点概略図を示す。3台ビデオを設置して、1台目は対面の吉林芸術学院の屋上に設置、2台目は停止線から35メートルに設置、3台目は停止線から100メートルに設置して観測した。

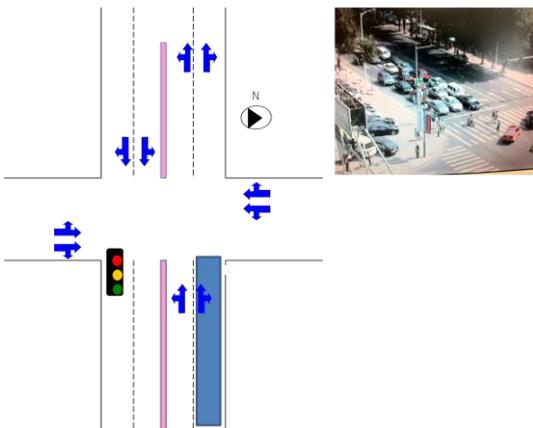


図-1 交差点の概略図

3.信号切り替わり時における発進遅れ解析

ビデオカメラにて撮影した映像データより、信号交差点での信号待ち車両の発進遅れ時間を測定した。本

キーワード：交通制御，交通情報，交通管理
 連絡先：名古屋工業大学大学院工学研究科創成シミュレーション工学専攻 TEL：052-735-7962

章では、先頭車両の発進遅れについて分析する。

(1) 発進遅れ時間に関する重回帰分析

本章で利用する発進遅れ時間とは（信号表示が赤から青に変わった時刻と先頭車両が停止線を通過した時刻との時間差をする。ここでは発進遅れに関する影響要因を明らかにするため、目的変数を発進遅れとし、重回帰分析を行う。重回帰分析に用いた目的変数、説明変数の詳細を表-1に示す。

表-1 発進遅れ時間モデルに用いた変数の詳細

変数	定義
発進遅れ	信号表示が赤から青に変わった時刻と先頭車両が停止線を開始した時刻との時間差 (秒)
信号待ち時間	車両が信号交差点前で信号待ちで停止してから青開始時刻までの待ち時間 (秒)
停止線からの距離	信号交差点前で信号待ちをした車両の停止位置での、停止線からの距離(m)
車種	大型車-1, 普通車-0
歩行者の有無	青開始時点で交差点内に歩行者が存在した場合 1, それ以外 0
残存車両	青開始時点で交差点内に交差方向直進の残存車両が存在した場合 1, それ以外 0

重回帰分析の結果を表-2に示す。非標準化係数より、停止線の距離が遠い、大型車である、青開始時点で交差点内に歩行者が存在する、青開始時点で交差点内に

表-2 発進遅れ時間モデルのパラメータ推定結果 (R²=0.53,N=106,F=26.58 有意確率:0.000)

	非標準化係数	標準化係数	t 値
切片	1.74		2.91
信号待ち時間	-0.09	-0.21	-2.03
停止線からの距離	0.18	0.16	2.28
車種(大型車-1, 普通車-0)	0.27	0.33	1.96
歩行者ダミー(有-1,無-0)	0.11	0.34	2.25
残存車両ダミー(有-1,無-0)	0.07	0.24	1.93

交差方向直進の残存車両が存在する場合に、先頭車両の発進遅れ時間長いとわかった。一方信号待ち時間が長いと先頭車両の発進遅れ時間が短縮される結果となった。また、標準化係数の比較より、発進遅れに影響を与える要因としては、信号待ち時間、停止線からの距離、車種、歩行者の有無、残存車両の順に影響度が大きいという結果となった。

(2) 後続車両における車頭時間

後続車両の車頭時間モデルを構築する。ここでは後続車両の車頭時間[s]は前方車両(n台目)の停止線通過時刻と、後続車両(n+1台目)の停止線通過時刻の差とする。ここでは後続車両の車頭時間に関する影響要因を明らかにするため、目的変数を後続車両の車頭時間とし、重回帰分析を行う。重回帰分析に用いた説明変数の詳細を表-1に示す。分析結果は表-3に示す。

表-3 車頭時間モデル推定結果

(R²=0.57,N=106,F=33.17 有意確率:0.000)

(R²=0.61,N=106,F=37.42 有意確率:0.000)

説明変数	非標準化係数		t 値	
	2 台目	3 台目	2 台目	3 台目
切片	2.11	2.64	3.63	3.59
信号待ち時間	0.22	0.19	2.31	2.14
停止線からの距離	0.17	0.21	1.99	2.03
歩行者ダミー (有-1,無-0)	0.22	0.13	2.07	2.23
車種 (大型車-1, 普通車-0)	0.38	0.29	2.66	2.52
残存車両ダミー(有-1, 無-0)	0.17	0.26	1.91	2.04

非標準化係数より、信号待ち時間長く、停止線から距離が遠い、大型車である、青開始時点で交差点内に歩行者が存在する、青開始時点で交差点内に交差方向直進の残存車両が存在するときに、後続車両の車頭時間が長いとわかった。

4. 信号切り替わり時の通過・停止判断モデルの構築

青から赤への信号切り替わり時の停止・通過判断に与える要因とその影響度を検討するために、車両挙動データを用いて停止・通過判断モデルを構築する。ここでは、黄色開始時に停止線からの距離が 0~90mに存在した車両に着目し、これらの車両の停止・通過判断を、ロジスティック回帰モデルにより分析する。表-4に測定データの詳細を示す。

表-4 は、カウント表示の有無を説明変数とした信号切り替わり時における停止・通過判断モデルのパラメータ推定結果である。これより、的中率が 70%を超えており、また尤度比も 0.764 と良好な値となっているため、このモデルの精度は高いといえる。

表-4 測定データの詳細

測定データ	定義
信号切替時に交差点直前に存在する車両	黄色開始9秒前から黄色開始までに、停止線からの距離が0-90mの範囲に存在した車両の挙動で定義
黄色開始時における停止線から車両までの距離	信号機の黄色点灯開始時刻での車両の停止線からの距離(m)
車種	大型車-1, 普通車-0
90~80m速度 (80~70m、70~60m、60~50m、50~40m、40~30m、30~20m、20~10m、10~0m) 速度	①の車両を対象に、停止線通過前の停止線からの距離が90~80m (80~70m、70~60m、60~50m、50~40m、40~30m、30~20m、20~10m、10~0m) での平均速 (km/h)

表-5 停止・通過判断モデルのパラメータ推定結果

(ρ² = 0.764, N = 106, 的中率 74.7%)

説明変数	パラメータ	t 値
切片	-3.37	-5.19
車種(大型車-1, 普通車-0)	-0.88	-3.75
黄色開始時刻停止線からの距離	-0.49	-3.09
30~20 平均速度	0.53	2.77

次にパラメータの符号条件を確認すると、30~20m速度のパラメータは正であるが、それ以外のパラメータは負であることがわかる。これは停止線前 30-20m区間の速度が高くなるほど通過する傾向が強くなることを分かった。

5.まとめ

本研究では、長春におけるカウントダウン式信号機信号切り替わり時の発進挙動や、停止・通過判断について分析を行った。その結果、信号切り替わり時信号待ち時間が長い方が先頭車両の発進遅れ時間が短縮されるとわかった。信号待ち時間長く、停止線から距離が遠い、大型車である、青開始時点で交差点内に歩行者が存在する、青開始時点で交差点内に交差方向直進の残存車両が存在するときに、後続車両の車頭時間が長いことをわかった。まだ通過・停止判断のいずれにおいても、黄色開始時刻停止線からの距離が遠い場合に、停止する傾向が強いことが分かった。今後は、カウントダウン式信号機設置無の交差点とカウントダウン式信号機設置有り交差点の車両挙動分析を比較検討する。