

IV-258

自動制御理論による自動車発進挙動のモデル化

九州大学工学部

○学生員 河原 瑞将

九州大学工学部

正 員 角 知憲

九州工業大学

正 員 渡辺 義則

九州大学工学部

正 員 壇 和喜

1. はじめに

近年、都市部において交通騒音や交通渋滞が深刻な問題となっている。これは市街地においては交差点間隔が比較的短く、車両の走行は交差点によって大きく影響されることによる。また、特に発進時には大きな駆動力を必要とするため、音響出力が著しく大きくなる。故に、市街地の信号交差点における自動車の発進挙動を知ることは、交差点での交通制御や騒音・渋滞問題を改善する上で、重要な意義がある。そこで本論文では、自動車の挙動をドライバーと自動車のマン・マシンシステムであるものとみなして、発進挙動を記述するモデルを見だし、発進時の音響出力を推定する手がかりとすることを目的とする。

2. 発進挙動のモデル化

図-1にモデルのブロック線図を示す。図中の e^{-sL} は反応遅れ時間を表わし、 H_v は目標速度 V_L と現在速度 V_f との差に対する人の応答関数を表わすものである。 $G_2(s)$ は、人の2次遅れを表わす関数であり、時定数 P_2 を用いて $G_2(s) = 1 / (1 + P_2 \cdot s)^2$ と表わされる。 A 、 K_v は自動車性能に関する定数であり、駆動力を p 、アクセルの踏み込み量を θ 、速度を V とすると、 $p = A \cdot (\theta - K_v \cdot V)$ と表わされる。図中の m 、 K はそれぞれ、質量、速度に比例する走行抵抗力である。また s と H_α を結ぶフィードバック経路はドライバーが加速度 α にตอบสนองしてアクセルを操作することを表すものである。 A 、 K_v を実際の自動車の測定データから与えた上で、図-1の H_v 、 H_α 、 P_2 を推定する。また、半クラッチ操作がほぼ半分を占める1速については、その影響についても検討を行った。半クラッチ操作を表わす伝達関数は、図中の点線で示した $G_h(s)$ の要素であり、 $G_h(s) = D_2 \cdot s / (s + D_1)^2$ と表わされ、半クラッチ要素を含んだモデルより得られる理論的速度式は(1)式の様になる。

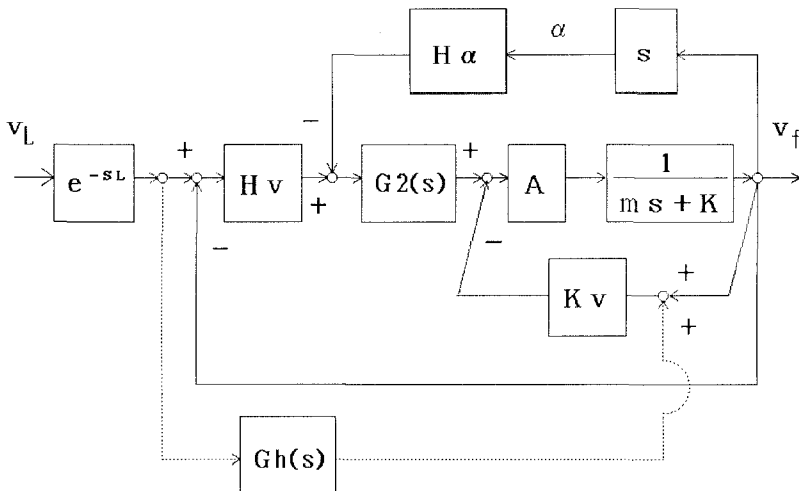


図-1 先頭車の発進挙動のブロック線図

$$\frac{Vf}{VL} = \frac{Hv \cdot G2(s) \cdot e^{-sL}}{G2(s) \cdot (H\alpha \cdot s + Hv) + (m/A) \cdot s + (K/A) + Kv} - \frac{Gh(s) \cdot Kv}{G2(s) \cdot Hv} \dots (1)$$

3. 走行実験

人の応答関数を推定するために、信号交差点での自動車の発進から定常走行に移るまでの速度変化を走行実験で測定した。実験は、発進から定常走行まで一直線上で行える平坦な場所を選び、水平距離、回転数を同時に測定してデータレコーダーに入力した。

4. モデルのパラメータの推定および結論

パラメータの推定には、まず図-1のブロック線図から半クラッチ要素を除いたモデルについて行った。モデルより得られる理論の速度式をラプラス逆変換して時間領域での速度を求め、これと観測された加速度との2乗誤差が最も小さくなるように Hv および $H\alpha$ 、 P_2 を求めればよい。求められたパラメータの値を用いて計算した理論加速度変化と観測加速度変化を比較したものを図-2に示す。また Hv 、 $H\alpha$ 、 P_2 の各パラメータの分布図を図-3に示す。図-2より、マン・マシンシステムとして作成した自動車の発進挙動モデルは、実測による信号交差点における先頭車の速度変化を概ね再現しており、非常に実用性の高いものであることがいえる。また図-3のパラメータの分布図より、パラメータの分布は1速の P_2 を除けば、概ね集中している。ここで P_2 が1速について異なった分布をとるのは半クラッチ操作によるものと考えられる。半クラッチ操作の影響については図-1のモデルでの検討を行ったが、今回十分な結果は得られなかった。この点については今後一層の検討が必要である。

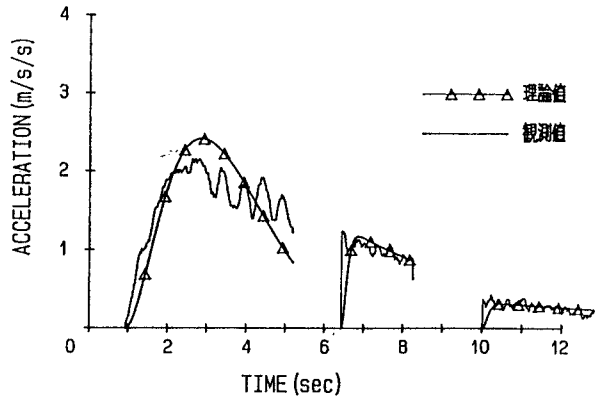


図-2 加速度の理論値と観測値の対比図

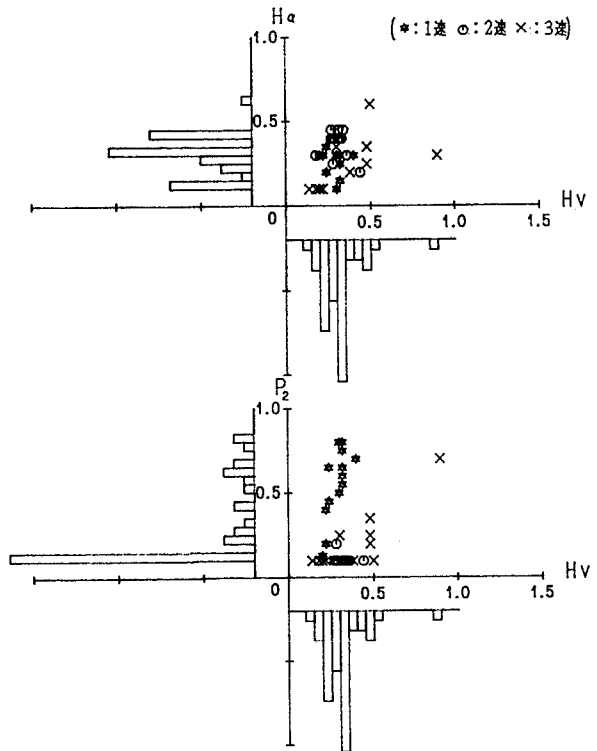


図-3 パラメータの分布図