

自動制御理論による自動車発進挙動のモデル化およびパラメータの推定

九州大学工学部

○学生員 河原 瑞将

九州大学工学部

学生員 坂口 裕司

九州大学工学部

正 員 角 知憲

九州工業大学

正 員 渡辺 義則

1. はじめに

近年、都市部において騒音が深刻な問題となっている。都市部の騒音予測には、交差点での自動車の発進挙動を予測することが必要である。なぜなら、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からである。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。モデルはフィードバック経路としてドライバーが速度 α にตอบสนองしてアクセルを操作するとしたものと、加々々速度 $\dot{\alpha}$ にตอบสนองしてアクセルを操作するものとしたものの2つのモデルを考える。 $H\alpha$ [$H\dot{\alpha}$] はここでは加速度、もしくは加速度に対する人の応答関数を表わすものであり。また図中の e^{-sL} は反応遅れ時間を表わし、 Hv は目標速度 $V1$ と現在速度 Vf 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。 $G_c(s)$ はスロットル角(アクセルの踏み込み角) θ と自動車の速度を関係づける伝達関数であり、それはさらに図-2のブロック線図で表わすことができる。この図は、自動車エンジンのスロットル角とエンジンの回転数、駆動力 p の関係を簡略して表わしたものである。ここで、図中の r , m , K はそれぞれ、道路勾配による走行抵抗、質量、速度に比例する走行抵抗である。従って、モデルより得られる理論的速度式は(1)式ようになる。この論文では、図-2の A , Kv を実際の自動車の測定データから与えた上で、図-1の Hv , $H\alpha$ [$H\dot{\alpha}$], P_2 を推定する。

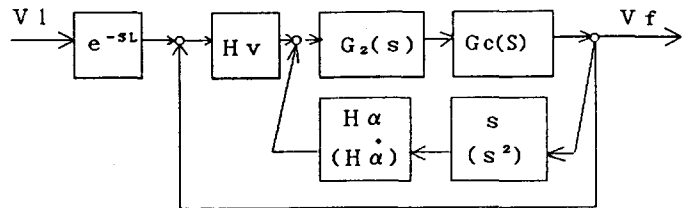


図-1 先頭車の発進挙動

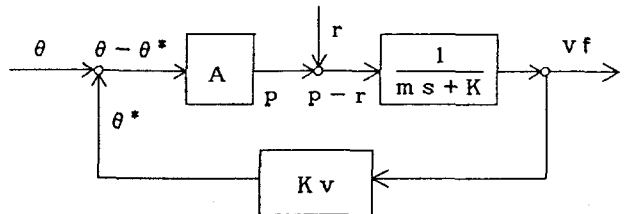


図-2 自動車伝達関数のブロック図

$$\frac{Vf(s)}{V1(s)} = \frac{Hv \cdot G_2(s) \cdot e^{-sL}}{Hv \cdot G_2(s) + Ha(s) \cdot G_2(s) + Kv + m \cdot s / A + K / A} \quad \dots (1)$$

* $Ha(s) = [H\alpha \cdot s] \text{ or } [H\dot{\alpha} \cdot s^2]$

* $G_2(s) = 1 / (1 + P_2 \cdot s)^2$

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場所を選び、水平距離、回転数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、(1)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 $H\alpha$ [$H\dot{\alpha}$]、 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-3に示すまた Hv 、 $H\alpha$ [$H\dot{\alpha}$]、 P_2 の各パラメータの分布図を図-4に示す。図-3より、マンマシンシステムとして作成した自動車の発進

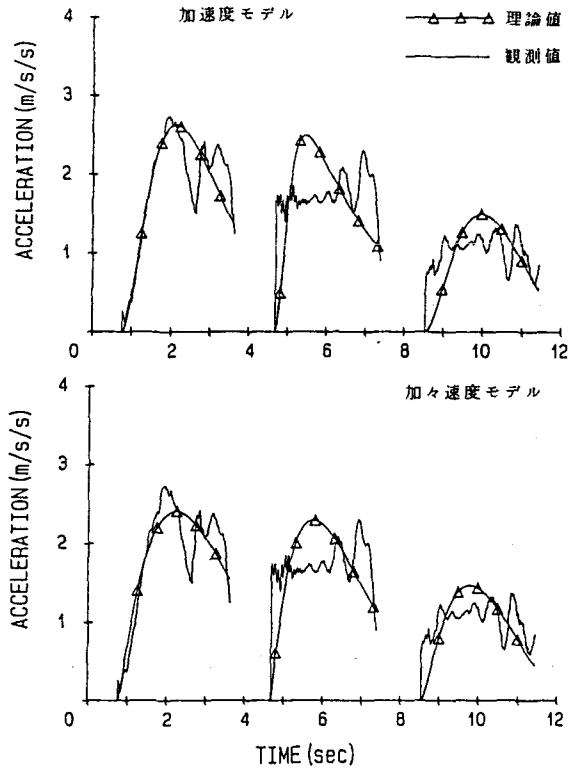


図-3 観測加速度と理論加速度の対比

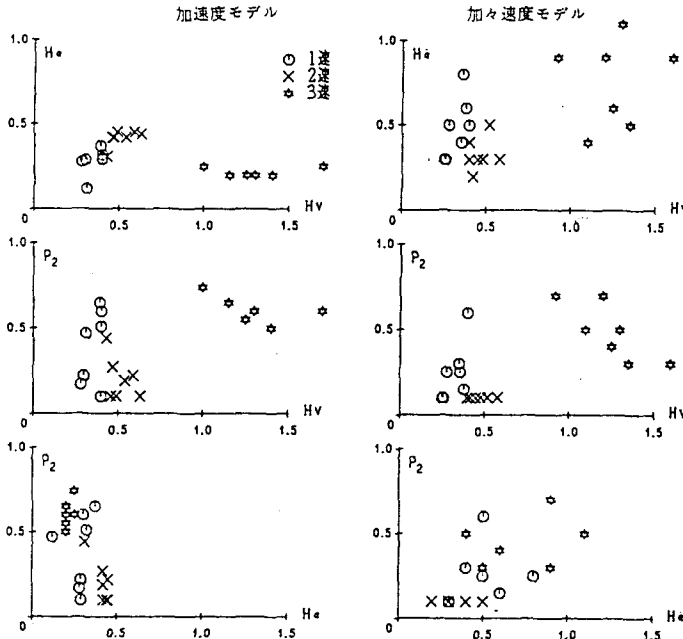


図-4 パラメータ分布

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いることがわかる。特に、音響出が最も大きいと思われる1速の変速段位使用時には、非常によく一致している。また図-4より加速度モデル、加々速度モデルの比較については、パラメータの分布は加速度モデルの方がやや集中している様にも見えるが十分にははっきりしておらず、今後データ数を増やすなどして検討が必要である。