

1 はじめに

自動車の追従挙動は、従来より追従理論に基づいて説明されており、実際の自動車の追従挙動の観測結果に基づく説明ではなかった。この一因として、実際の自動車の追従挙動、すなわち動的な交通流を数値的に表現する効率的な方法が欠落していたことが挙げられる。これに対し著者らの研究室では夜間時に撮影されたビデオ画像からそのヘッドライトの位置を自動車の中心と想定し、画像処理によりこの点を一秒ごとの静止画像上で求め、座標変換により自動車の一秒ごとの位置座標を求めるシステムを開発した。なお、得られた点列として表現される自動車の走行軌跡はカルマンフィルターを通してスムージングされている。本研究の目的は、この走行軌跡に基づいて自動車の追従挙動を動的に観測することにある。

2 追従挙動の表現方法

解析に用いたデータは、夜間にビルの屋上からビデオ撮影して得られた画像から個々の車両の速度や車両相互間特性（車頭距離、相対速度）を一秒おきに求めた走行軌跡データである。このデータを、追従走行時において運転者にとって主な刺激となる先行車との相対速度および車頭距離の関係を時系列での軌跡に表したのが図1である。相対速度が負の場合は先行車の速度より追従車の速度のほうが速く、先行車に接近している状態を表し、相対速度が正の場合は逆に離れていく状態を表している。

図1の軌跡を延長していけば、軌跡は螺旋曲線を描きながら、相対速度が0付近においてある車頭距離を保つように収束することが想像できる。つまり追従走行時には、車頭距離が希望車頭距離より離れていれば先行車に近づき、近づきすぎたらまた離れるということを繰り返し、最終的には相対速度が0付近において希望車頭距離を保つような挙動をしていると考えられる。

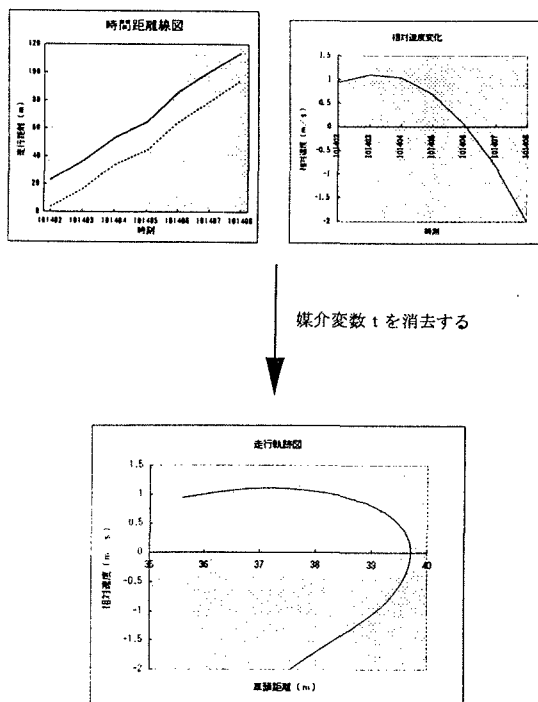


図1 追従車の走行軌跡図

キーワード: 追従挙動、スパイラル曲線

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 Tel 0471-24-1501 Ext. 4058 Fax 0471-23-9766

3 追従挙動の観測結果

いくつかの追従車について、その車頭距離と相対速度の関係を図示すると図2のように示される。このように表現される追従挙動に対して日本大学の中山らはスパイラル曲線を用いて表現している。

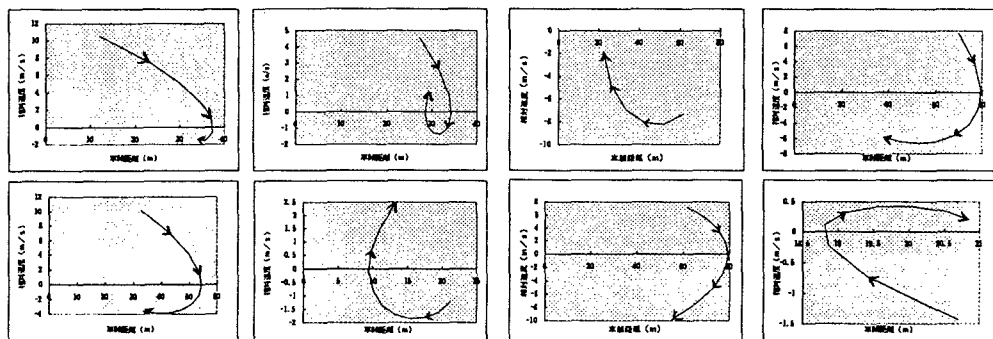


図2 追従車における車頭距離と相対速度との関係

中山らは、先行車の速度が一定であると仮定すれば相対速度の変化量は単位時間あたりの追従車の加速度で表され、車頭距離の変化量は相対速度による走行速度の差であることから、スパイラル曲線の傾きは式(1)に示すように相対速度の変化量を車頭距離の変化量で除したものととしている。

中山らはスパイラル曲線の各係数にそれぞれ $\alpha = -0.1$ 、 $\beta = 1.0$ 、 $\gamma = -0.1$ 、 $\delta = -1$ を与えているが、各係数は次のような性質を持っている。 α は相対速度に応じて、 γ および δ は車頭距離に応じて変化させると様々な相対速度、車頭距離の初期値および希望車頭距離に対してきれいな螺旋曲線を描いて収束する性質がある。また、 β を変化させると螺旋曲線の曲率、すなわち希望車頭距離付近に収束するまでの時間を変える性質を持っている。

$$Y' = \frac{\gamma(X-L) + \delta y}{\alpha(X-L) + \beta y} = \frac{-a \cdot \Delta t}{y_0 \cdot \Delta t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2} \quad (1)$$

ここで、 Y' : スパイラル曲線の傾き

X : 車頭距離

L : 希望車頭距離

y : 相対速度

a : 加速度

y_0 : 相対速度初期値

Δt : 時間

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$: スパイラル曲線の係数

また、式(1)から後者の加速度は、

$$a = \frac{2 \cdot y_0 \cdot Y'}{Y' - 2} \quad (2)$$

4 まとめ

追従挙動を詳細に解析することにより、追従挙動はスパイラル曲線を用いて表現できることが見出された。このスパイラル曲線は4つの係数 α 、 β 、 γ 、 δ によって特定されるが、個々の追従挙動がどのような係数でもって表現されているのかを明らかにすることが今後の課題である。

<参考文献> 中山 晴幸、和田 幹彦、市川 幸太郎：スパイラル曲線を用いた交通流シミュレーション・モデルの検討、第13回交通工学研究発表会論文集 1993.11、p 25～28