

IV-19

運転条件による運転者の 視覚探索パターンについて

北海道大学工学部	学生員	○小沢 広一
同 上	学生員	小室 俊一
同 上	正 員	萩原 亨
同 上	正 員	小野寺雄輝
同 上	正 員	加来 照俊

1. はじめに

注視点測定装置を用いて運転者が注視する対象物の解析及び運転者の注視行動の評価について研究を行った。本研究の目的と内容を以下に示す。

(1) 運転者の注視点を測定し、その位置を道路の3次元空間に表示する。運転者の注視位置、注視時間の解析を行う。

(2) 運転者の注視行動の定量化と評価。運転者の注視行動は道路環境を情報源とする情報の収集であると考え、情報量の期待値であるエントロピーを指標として、注視行動の評価を行う。

従来、注視点の分析により、運転者の視覚による情報摂取パタンの研究がなされているが、注視点の解析法やデータ処理法における2次元的な扱い、及び測定データ量において必ずしも十分とは言えない。近年の計測技術と計算機の急速な発展に伴い、従来とは比較にならないほど高性能な眼球運動測定機が開発されている。運転者の注視行動は、道路環境の整備、運転者教育、自動車の安全性などにとって重要な評価指標である。注視行動の測定、評価の手法の新たな開発は、より安全で快適な道路交通の確立にとってぜひとも必要であると思われる。

2. 運転者の注視点の測定

運転者の眼球運動を測定し、その結果から道路の3次元空間内に注視点を出力するまでの簡単なフローを図-1に示す。運転者と指標平面の位置関係を測定し、指標平面上の注視位置と運転者の目を結ぶ直線を拡大する。この視線と道路空間が交差する点を注視点とした。

2. 1 運転者の眼球運動の測定

Vision Analyzerは、NHKの技術研究所で開発された強力なデータ処理機能を持つ眼球運動測定装置である。この眼球運動測定装置の特徴として以下が挙げられる。

a) 眼球運動をリアルタイムで計算処理し、注視点の軌跡の形を被験者が観察している画面と重ね合わせうる。また、計算結果は計算機のメモリに記録され、長時間にわたる大量のデータを扱うことが可能である。さらに、注視点分布、速度分布、運動ベクトル分布などの計算処理と出力が行える。

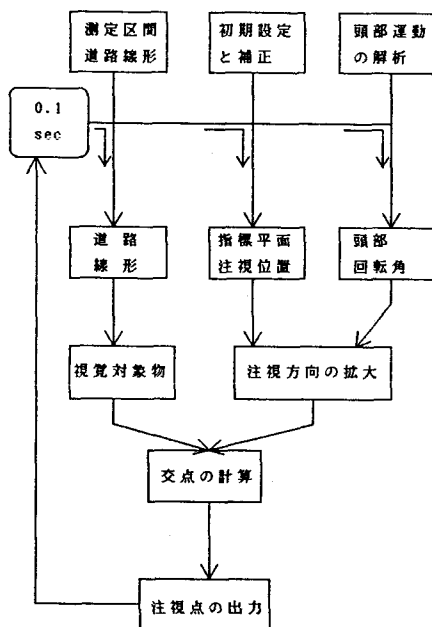


図-1

b) 運転者に装着される眼球運動検出部は、眼鏡用のフレームの下部に検出用素子を取り付けたものであり、運転者の視野への影響はきわめて少ない。このため測定条件が受ける拘束は少ない。

2. 2 運転者の首振り運動

運転者の頭部は、走行路において主にY軸回りの回転（ピッチ）とZ軸回りの回転（ヨー）を行う。本研究では頭部の回転運動を、頭部に取り付けた小型カメラの映像と車両に取り付けた指標の相対運動から測定した。試験車の前方に指標を2点設置し、その指標の動きを小型カメラにより撮影する。映像を再生し、初期設定状態と必要な区間の指標の座標値を映像から1Hzでサンプリングし、頭部の回転角を求める。よって、運転者の視線の方向は、指標平面上の注視位置の方向に頭部の回転角を加えたものになる。

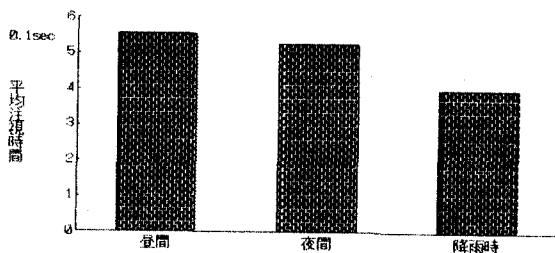


図-2

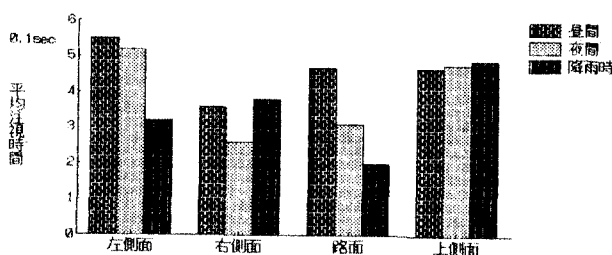


図-3

3. 運転者の注視点の解析

走行条件として昼、夜、雨の3つを考え走行試験を行なった。テストコースは西5丁目通りの北9条から北23条までの区間でほぼ直線のコースである。図-1のフローに従って運転者の注視点を解析した結果を以下に示す。

3. 1 注視時間

試験区間における注視対象別の注視時間の平均値を図-2に示す。昼間の走行では左側を注視する時間が最も長くなっている。これは、左側には標識、路上駐車など情報源が多数存在するためであると思われる。夜間の走行でも同じ様な時間となっている。しかし降雨時の走行では約0.2sec短くなっている。降雨時の走行では視界が極端に悪くなるため情報を確認しづらくなり、視点を多方向に移動しているためであると思われる。このことは図-3に示した注視時間の平均値において降雨時におけるものが最も短いことからわかる。夜間の走行については右側を注視する時間が多の場合に比べ短いのが特徴的であった。

3. 2 エントロピーによる注視行動の評価

運転者の情報処理過程を定量的に評価するため運転者の視覚による情報収集過程を、道路環境を情報源とする運転者への通信系と考え情報理論の導入を試みた。すなわち、運転者が道路環境から得る情報量の期待値であるエントロピーを求め、エントロピーの変動から注視パタンの定量化を行った。

(1) 情報量とエントロピーの定義

情報は確立事象に対して以下の式で定義される。確立事象Eが生起したことを知ったとき、

$$I(E) = -\log_2 P(E) \quad (1)$$

$P(E)$: 事象Eの生起確立

$I(E)$: 情報量 (bit)

の情報量を受け取ったと言う。すなわちある事象についての情報量は、その事象の生起確立に依存するものであり、生起確立が小さいほどその事柄が生起したことを知ったときに受ける情報量は大きくなり、また生

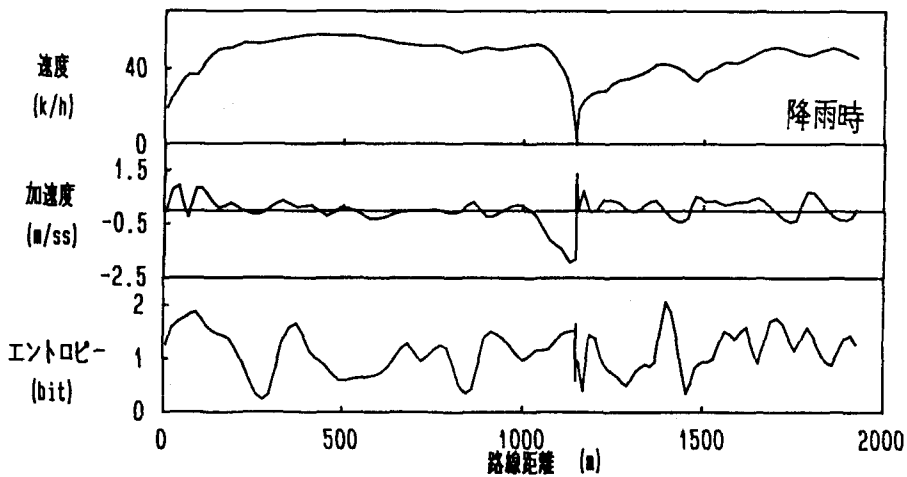
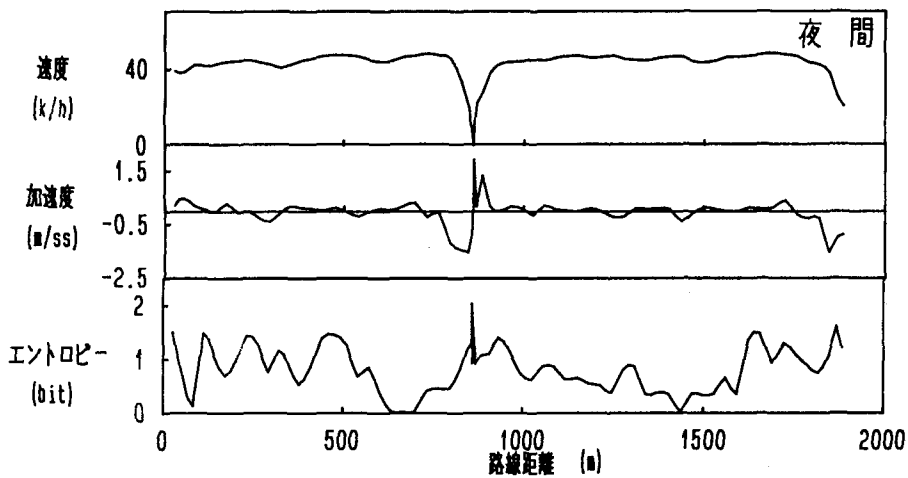
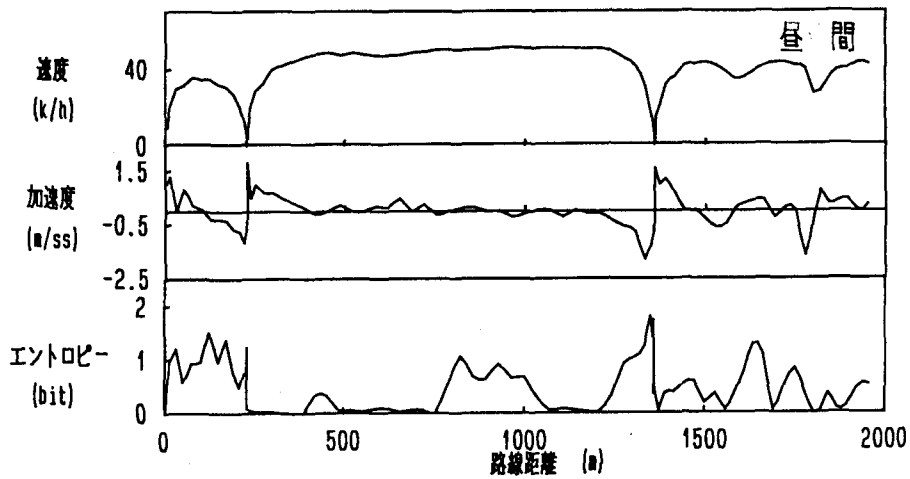


図-4

起確立が大きいほど、その事柄が生起したことを知ったときに受ける情報量は小さくなる。エントロピーは、離散的情報源から出力される情報を1つ知らされる事に受け取る情報量の期待値として定義され、以下の式で表される。

$$H(S) = - \sum P(S) \log_2 (1/P(S)) \quad (2)$$

$H(S)$: エントロピー

S : 出力情報

$P(S)$: 出力情報 S の生起確立

エントロピーが最大となるのは、その出力情報が等確立に生起するときに限られる。また、エントロピーが0になるのは出力情報が何であるか明かであることを意味する。

(2) 道路環境とエントロピー

運転者が注視により道路環境から得る情報量からエントロピーを求めた。このとき、道路環境は離散的情報源であり、また道路環境からの出力情報は互いに統計的に独立に生起するものと考えた。注視点の解析結果から、5秒間の道路区間の注視対象の個数と注視時間を求めた。5秒間の道路区間の注視対象を出力情報と考え、ここの出力情報の生起確率を注視時間と区間内の注視時間と区間内の注視時間の合計の比から求めた。この結果を(2)式に代入してエントロピーを求めた。エントロピーが低い場合の道路交通状況は1個の視覚対象に注視が集中する場合である。また、エントロピーが高い場合は道路状況が複雑であり必要な情報が数多く存在する場合である。これを被験者の立場から言い替えると、エントロピーが低い場合は少数の注視対象を長く注視している場合であり、エントロピーが高い場合は、多数の注視対象を短く注視している場合である。

(3) 注視行動のエントロピーによる評価

測定を行なった試験コースでのエントロピーを出力し、昼、夜、雨の3つの走行条件のもとでの比較を行なった。図-4は昼、夜、雨の走行条件におけるものであり、それぞれ上から速度、加速度、エントロピーを表わしている。この図から減速時にはエントロピーが高くなり加速時にはエントロピーが低くなるということが全体的に言える。条件別に見てみると、昼間の走行では一定速度の時、すなわち加速度が0のときはエントロピーは低くなる場合が多いが減速時にはエントロピーが増加し加速するとともに減少している。すなわち、減速時には多数のものを短く注視し多くの情報を得ようとしているが、加速時には少数の注視点を比較的長く見ながら運転していると考えられる。夜間の走行についても同様に定速時でのエントロピーはやや高くなっている。降雨時の走行では加減速時の特徴は同じであるが、定速時では昼間、夜間よりエントロピーは大きな値をとっており、多数の注視点を見て多くの情報を得ようとしていると思われる。これは3.1で述べた推測と一致した。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 運転者の注視時間を注視対象物別に求め、3つの走行条件について比較した。降雨時は平均注視時間が他の条件に比べ明らかに減少した。
- (2) 運転者が注視により道路環境から得る情報を定量化するために情報理論の導入を行なった。エントロピーを用い走行条件、加速度、速度による変化を考察した。

参考文献

- 1) 村田隆裕, 中村良夫: 自動車運転者の注視点, 交通工学, Vol.5, 1970
- 2) 村田隆裕: 注視行動の統計的性質, 土木学会論文報告集, Vol.213, pp.55-63, 1973