

CGを用いた注視行動評価システムについて

秋田大学 学生員 ○戸田 幹也 東邦技術（株） 伊藤善志広
秋田大学 正 員 清水浩志郎 秋田大学 正 員 木村 一裕

1. はじめに

自動車を利用することにおいて、非高齢者と変わらないモビリティを保証されれば、高齢者はその特長を最も享受できる階層である。しかしながら、高齢者が第一当事者となる交通事故が増加するなど、問題点も少なくない。

自動車運転時における情報は、そのほとんどが視覚によって得られており、ドライバーが、運転時にどのような視覚情報を得ているかを把握することは、安全で快適な交通環境づくりのためにも、きわめて重要であるといえる。注視点調査から得られるドライバーの視覚情報から期待される研究成果として次の2点が上げられる。

- (1) ドライバーがおかれている交通状況は、どの程度運転しづらいのか
(どれだけドライバーに負荷を与えているのか、ある任意状況にはどれほどの負荷があるのか)
- (2) 状況に存在する交通負荷に対して運転者は適正な情報を得ているのか
(特に高齢ドライバーにその問題がないか)

2. 既存研究の課題と本研究の特徴

ドライバーの視覚情報については、注視点調査機器を用いて、実際に実走行調査したときのデータから、さまざまな試みがなされている。しかしながらその多くは、注視点分布や注視対象の種類、注視時間などの分析にとどまっていることが多く、上記の課題に十分応えられるものとは言い難い。その原因には、次のような理由が考えられる。

- a) 注視点調査では、多数のサンプルを得ることが困難であること
 - b) 交通安全上重要と思われる複雑な状況ほど、同一条件でのデータを得にくいこと
 - c) 交通環境に存在する注視対象を、注視負荷とみなし定量的にとらえようとするのがなかつたこと
- a)、b)の問題点については、映像の質の問題はあるものの、将来的にはテクノロジーの発達による表現力豊かなCG映像を用いた注視点調査を行うことで解決できるものと考えられる。また c)の問題点については、井深ら¹⁾が注視対象のウェイト付けを行つたうえで、運転時の視覚情報を注視要件として定義し、その獲得量、損失量等を計測している。この分析はビデオテープに記録された運転時の注視点データを用いたものであるため、多数のサンプル

についての分析や、シミュレーション、さまざまな応用計算のできるシステムとはなっていない。これに対してCGを用いた分析のメリットとしては次のような点が上げられる。

- i) さまざまな交通状況を再現できること
- ii) コンピュータとの親和性による汎用性の拡大
- iii) 運転者と注視対象との位置関係を正確に把握できる

など以上のような観点から、本研究では、CGを用いた注視行動評価システムの構築を行った。このうち本報告では次の3点について述べる。

1. CGシステムにおいて注視対象との距離の計測方法
2. 状況に存在する交通課題の定量化の考え方
3. ドライバーの運転態度評価の考え方

3. CGシステムの確立

本研究ではCGアニメーション作成をするPCにPower Macintosh 8500/180を使用し、3次元レンダリング・アニメーションソフトに市販の"Electric Image BROADCAST"を用いた。PCと合わせたCGシステムの特徴として次の2点が上げられる。①30フレーム/秒のCG映像を作成することができ、任意時間のオブジェクトのXYZ座標をデータとして出力できること ②CG作成PCにVTRとの入出力を行えるM-PEGボードを搭載していることからレンダリング映像をVTRに落とすことで、室内調査が容易となることである。

このようなCGシステムの確立により、注視対象の位置関係をシステム上では、XYZ座標データとして取り扱うことで、任意時間における自車と注視対象との距離をPCプログラム上で距離計算を行えばよいことになる。

4. 状況に存在する交通課題の定量化

さまざまな交通状況が、どれほどドライバーに対して負荷を与えているかということ計測するためには、注視対象の情報としての価値（重要度）の評価が必要である。これについては、井深らが対象のウェイト付けを行っている。本研究では、注視対象との距離が任意位置にあるときを評価できるようにしている。以下にその方法を示す。

(1) 各注視対象の重要度変化を対象別重要度関数と呼び、任意時間において、各対象がもつ情報量（要件量）は、その時刻における重要度と時間軸を結ぶ

線分で表すことにする。ドライバーの注視点がある対象から、次の対象へ移動することで、注視し終わった時刻の対象が持つ情報量を獲得する。

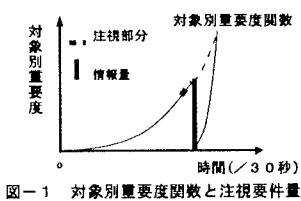


図-1 対象別重要度関数と注視要件量

(2) ドライバーの視覚感覚に対する交通環境がもつ負荷度に、大きな影響をおよぼしているのは、対象の高さだと仮定し、負荷度の定量化を行う。その方法は、関心域が始まるときのCG上での対象の高さ(b)と、高さの変化量(a)が分かれば、負荷度(p)を定量化できる。CG上での対象との距離をDとすれば、そのときの関係式は $p=aD+b$ である。

さらに各対象を独立事象とするならば、任意時間における交通環境がもつ負荷度は、i 個の対象の負荷度 p の合計和 $P=\sum p$ で示される。

5. 自動車ドライバーの注視態度評価の考え方

ドライバーの主観的な注視特性を評価するには、客観的な注視特性と比較しながら分析しなければならない。危険対象の情報の損失が最小である注視行動を最適注視行動と呼び、本研究では、最適注視行動をとったドライバーと比較することで、ある注視特性をもったドライバーの評価を行う。

周辺視を考慮しなければ、ドライバーは、ある対象を注視している間は、他の対象についての情報を損失していることになる。左右遠近のバランスを評価することで、ドライバーの注視態度の善し悪しを評価することが可能となる。

(1) 注視配分特性評価

ドライバーの情報獲得量の左右方向の構成比を求めることで、注視配分特性を表すことができる。注視態度評価時間内に、左右それぞれ i 個の対象の情報を獲得したとする。左右方向の情報獲得量を $\sum LGi$ 、 $\sum RGi$ とし、模範ドライバーのそれを $\sum LG_{max}$ 、 $\sum RG_{max}$ とすれば、左方向注視配分特性評価指標 (Bl) と右方向注視配分特性評価指標 (Br) は次式で示される。

$$Bl = \sum LGi / \sum LG_{max}$$

$$Br = \sum RGi / \sum RG_{max}$$

(2) 遠近注視点配分特性評価

ドライバーが走行中、迫りくる危険対象について、回避するために安全確認を行っているかどうかを評価する。図-2に示すように、危険対象を認知・判断し、回避するのに必要な時間を T 秒とすれば、現在から T 秒後までの一次関心域内対象の情報獲

得量と、T 秒後から 2T 秒後の二次関心域内に入る対象の情報獲得量の構成比で評価指標を決める。ここで変数を

t_c : 評価開始時刻

t_e : 評価終了時刻

ただし $0 < t_c < t_e$

t: 時間 ($t=0, 1, 2, 3, \dots, 30$ 秒)

T: 危険回避時間

($T=1, 2, 3, \dots, 30$ 秒)

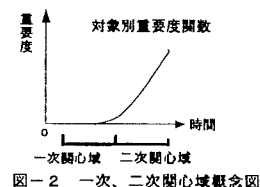


図-2 一次、二次関心域概念図

としたとき、一次関心域情報獲得量評価指標 (L1)、二次関心域情報獲得量評価指標 (L2) は次式で示される。

$$L1 = \sum_{t_c}^{t_e} \sum_i^{t+2T} \sum_i^{t+T} Gi / \sum_{t_c}^{t_e} \sum_i^{t+2T} \sum_i^{t+T} G_{max}$$

$$L2 = \sum_b^{t_c} \sum_i^{t+2T} \sum_i^{t+2T} Gi / \sum_b^{t_c} \sum_i^{t+2T} \sum_i^{t+2T} G_{max}$$

(3) 注視態度評価方法のパフォーマンス

図-3は、既存実走注視点調査での高齢者の注視態度を分析した結果である。各対象の重要度は、なおここでは横断方向距離を考慮していない。また重要度関数は直線として情報獲得量の計算を行った。

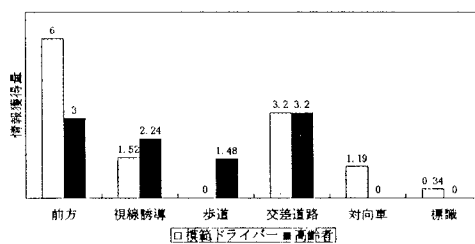


図-3 注視態度分析結果

高齢者は、視線誘導を頼りとして走行していることが、前方の情報獲得量減少からいえる。左方向に集中して運転していることが対向車、標識の完全損失、及び交差道路の獲得量からいえる。各対象別に左右遠近の分析を行えばより、詳しい個人分析を行うことができることを示唆している。

6. おわりに

近い将来 CG を用いて簡単に注視点調査が行えるようになれば運転態度の点数化といった安全意識教育に役立たせることが可能と思われる。

参考文献

1) 井深慎也・清水浩志郎・木村一裕「運転者の注視行動に及ぼす道路交通状況の影響」土木学会年次学術講演会概要集IV, pp570-571.1993.9.