運転環境の明るさに対応した車載ディスプレイの表示法

A Displaying Method for On-board Displays Corresponded to Brightness of Driving Environment

平野 吉 春[†], 鈴木 晶[†], 正会員 中野 倫 明[†],
正会員 山 本 新[†], 正会員 杉 江 昇[†]

Yoshiharu Hirano[†], Akira Suzuki[†], Tomoaki Nakano[†], Shin Yamamoto[†] and Noboru Sugie[†]

あらまし 運転環境の明るさに対応し、常に見やすい車載ディスプレイの表示法を提案する。本表示法では、ディスプレイ画面の視対象(文字やシンボルなど)と背景を分離し、背景は運転環境の明るさに応じて表示輝度を変え、視対象は背景に対するコントラストを考慮して輝度を定める。主観評価実験により、本表示法の有効性を確認した

キーワード: 自動車, ディスプレイ, 視認性, 視覚特性, コントラスト, 画像処理

1. ま え が き

近年、自動車分野での情報化が進み、ドライバの安全運転や利便性向上に役立つ情報が数多く提供されるようになってきた。カーナビゲーションシステムの普及はその一例であり、経路案内に加えて、渋滞や事故、工事・交通規制など、刻々と変化する道路交通情報や旅行・ドライブに役立つ様々な情報をリアルタイムで提供するサービスが開始されている。このような情報が提供されるようになると、カーナビゲーションに代表される車載用ディスプレイ装置(以下、車載ディスプレイと呼ぶ)で表示される文字や画像はこれまで以上に増え、表示画面の見やすさ(視認性など)の検討は一層重要になると考えられる。

車載ディスプレイの視認性に関わる主な要因は、運転環境の明るさ、ドライバの視覚特性、ディスプレイの表示条件である¹⁾。ディスプレイの表示条件としては、表示位置、光学的要件(表示輝度、コントラストなど)、文字・シンボルの大きさ、表示画面全体の情報量などが挙げられる。車載ディスプレイでは、運転操作の合間の短い時間で正確に情報内容を把握できる必要性から、視線移動や焦点調節が少なく短時間で視認できる表示位置が検討され、ヘッドアップディスプレイやコックピットの計器盤(インストルメントパネル)上面中央部に配置されたディスプレイが実用化されている。いずれも、従来に比べて表示位置はインストルメントパネル上方へと移行し、表示画面は以前にもまして運転環境の明るさの影響を受けやすくなっている。

そこで、周囲の照度環境の変化によらず常に良好な視認性が確保される表示デバイスおよび表示法が要望されている²⁾。

従来、表示画面上での照度を考慮した表示輝度とその調整範囲、太陽光直射を考慮したコントラストなどが検討され³⁾、昼夜での表示画像の切替えなどの方策が採り入れられてきた。また、運転環境の明るさが、昼夜以外にも天候・路面状態などによって大幅に変化することを考慮し、例えば晴天の雪道のように高輝度の運転環境でも見やすいディスプレイの表示法が報告されている⁴⁾。この方法は、運転環境の明るさに関する目の順応特性⁵⁾を用いて、ディスプレイの表示輝度を定量的に設定する方法である。しかし、表示画面全体の輝度を変えるため、例えば夜間などには、視対象である文字・シンボル等と背景とのコントラストが充分確保されず、見づらい部分が多々生ずることがある。

本論文では、車載ディスプレイでの地図表示、文字表示などの画面を対象とし、運転環境の明るさの変化に対して、表示画面のどの部分も常に見やすい表示法を提案する。本表示法では、地図表示の各構成要素(地名、ランドマーク、道路網、背景(緑地部分、水系部分など色情報に意味のある部分も含む))が個々に分離したデータとして蓄積されていることに着目し、視対象と背景を分離し、背景は運転環境の明るさに応じて目の順応の特性を用いて変化させ、視対象は背景とのコントラストが確保されるように制御する方法である。背景のうち緑地部分、水系部分などは、色の情報が有効であることから、順応の特性によって輝度を変化させる際、色みを失わないように考慮する。また、道路網は重なる文字・シンボルとのコントラストが低

[†] 名城大学

(〒468-8502 名古屋市中天白区塩釜口1-501, TEL 052-832-1151)

[†] Meijo University

(1-501, Siogama, Tenpaku-ku, Nagoya-shi, Aichi 468-8502, Japan)

図 1 本方式の基本的な考え方
Fundamental method based on visual functions.

下しないように変える。以下、その表示法ならびに有効性の実験について述べる。なお本報告では、運転環境の明るさが暗い場合(周囲光 7 lx に相当)の実験に絞って述べる。

2. 表示方法

図 1 に本方式の基本的な考え方を示す。この図は、夜間走行時を例にとり、その運転環境下で提示する画像として、従来画像と本方式による補正画像とを比較したものである。両方の画像について、文字と背景(色情報に意味をもたない背景のことで以下、単に背景と呼ぶ)、緑地、道路との輝度差を示している。昼間の車外輝度は 1000 から 2000 cd/m^2 、夜間の車外輝度は 5 cd/m^2 程度であり、ドライバの順応輝度が大きく異なるため、昼間の画像をそのまま夜間に提示すると眩しく感ずる。夜間は昼間に比べ画像輝度を全体的に低減させる必要があるが、それに伴って文字と背景とのコントラストも低下する。また、緑地、水系部分などは背景として順応の特性に基づいて輝度を低減させると、色味も失われる。

そこで、本方式では、文字と背景、緑地、道路網などを分離し、背景や緑地は順応の特性に従って輝度を変更し、その後、文字とのコントラストが一定値以上に保たれるように、文字の輝度を決定する。さらに緑地、水系部分などを輝度補正する場合は色味を失わない程度に補正を行う(昼間の緑地部分の約 70% の輝度値)。文字部分は昼間の画像では低い輝度値(黒)であるが、昼間から夜間に変わる際には背景の輝度の補正に伴い背景部分との輝度差が低下するため、輝度補正後の画像全体の平均輝度が表示デバイスの最大表示輝度の中間値以下になったとき、文字の輝度値を反転させ、最低でもディスプレイの最大表示輝度の半分の輝度を確保できるように低輝度から高輝度へ変える。この処理では、画像表現に必要なコントラスト比 30 以上という標準的規格を満たしているため、良好な視認性が得られるものと考えられる。道路部分は文字の見易さを考慮に入れ、背景に近い輝度値に設定する。

図 2 は、本表示法を用いた表示画像の処理方法について

図 2 表示画像の処理方法
Flow chart of processing display image.

図 3 順応の静特性
Static property of adaptation.

説明したものである。まず、表示画像を視対象部分とそれ以外に分離する。ここで視対象部分とは、文字、地図記号などをさし、視対象以外の部分とは、背景、緑地、水系部分、などをさす。また、輝度センサ等により、走行中の車外輝度を計測し、これをドライバの順応輝度とし、順応の特性に基づいて背景、緑地、水系部分の輝度を決定する。輝度補正後の画像全体の平均輝度が表示デバイスの最大表示輝度 $L_{\max}$ の中間値以下になれば、視対象部分の輝度値を反転させる。文字の見易さを向上させるために、文字と重なる道路の輝度差、色差を大きくする。図 3 に本表示法に用いる順応の特性を示す。

3. 実験

図 4 に実験の方法を示す。実験システムは、ディスプレイと処理装置からなる。ディスプレイは 15 インチの液晶ディスプレイを使用する。視距離は 0.75 m、周囲の照度は夜間の環境を想定し、7 lx とする。被験者にはこの照度下で 2, 3 分順応させてから、ディスプレイを正面から見て

図 4 実験システムの構成
Configuration of experimental system.

図 5 実験結果
Experimental results.

(a) 従来の画像

(b) 補正画像

図 6 実験に用いた画像の例
Examples of conventional image and compensated image.

もらった。ディスプレイに従来画像と補正画像を左右に並べて表示し、同時に被験者に提示する。提示する画像として、「密集した道路上の文字」、「密集していない道路上の文字」、「緑地上の文字」の3種類とし、各画像とも画像位置を左右入れ替えて提示し、補正画像が従来画像に比べどの程度見易いかを5段階の尺度で答えてもらった。5段階の尺度は、「見易い」、「やや見易い」、「同程度」、「やや見難い」、「見難い」とし、評点を5～1で表す。評点が高い方が補正表示画像が「見易い」ことを表す。実験データは、被験者10名、提示画像3種類、各画像の提示回数2回の計60データである。なお被験者の視力は正常であることを事前に確認した。

図5に評価実験の結果を示す。横軸に3種類の提示画像、縦軸にオピニオン評点をとっている。3種類の文字画像におけるオピニオン評点の平均は約4.2であり、従来画像より補正画像の方が見易いことが確認された。特に、「密集した道路上の文字」に対する評価が高く、道路と文字の輝度コントラストを大きくした効果が示されている。図6に今回の実験で使用した画像の一例を示す。

4. む す び

運転環境の明るさが昼夜、天候・路面状態などによって大幅に変化する中で、車載ディスプレイの光学的な表示条件(輝度、コントラストなど)を制御する新しい表示法を提案した。この方法は、表示画像の中で、視対象と背景を分離して、目の順応の特性を用いて背景輝度、コントラスト(背景に対する視対象の輝度)を独立に決定する方法である。夜間の低照度環境でのナビゲーションの地図表示を例として、画面の背景色の違いによらず、常に見やすい表示を実現できることを確認した。

今回の文字、道路の輝度値は、背景部分とのコントラスト比が画像表現に必要なコントラスト比30という標準的規格以上確保するように決定し、緑地の輝度値は順応の特性を用いて決定した。これらの輝度値を視覚特性(例えば、周囲の明るさをパラメータとした空間周波数特性など)を用いて、定量的に決定する方法が今後の課題である。

なお、本研究は人工知能研究振興財団の助成を受けて行われたものである。

〔文 献〕

- 1) 大久保堯夫: “自動車のディスプレイ”, テレビ誌, **42**, 3, pp. 205-213 (1988)
- 2) 河合満雄, 伊藤肇, 嶋純孝: “自動車用ディスプレイの設計要件”, テレビ誌, **47**, 5, pp. 585-589 (1993)

- 3) 岸浩司, 杉浦精一, 木村賢治: “自動車用ナビゲーション画面の視認性検討”, 自動車技術, **46**, 9, pp. 61-67 (1992)
- 4) 坂口靖雄, 樋口和則, 中野倫明, 山本新: “目の順応特性に基づいた車載ディスプレイの表示方式”, 映情学誌, **52**, 4, pp. 520-527 (1998)
- 5) J. C. Stevens & S. S. Stevens: “Brightness Function: Effects of Adaptation”, J. Opt. Soc. Am., **53**, 3, pp. 375-385 (1963)

ひらの よしはる
平野 吉春 2000 年, 名城大学理工学部卒業. 現在, 同大学大学院理工学研究科修士課程存学中. 車載ディスプレイの視認性に関する研究に従事.

すずき あきら
鈴木 晶 1999 年, 名城大学理工学部卒業. 現在, 同大学大学院理工学研究科修士課程存学中. 車載ディスプレイの表示情報量と視認性に関する研究に従事.

なかの ともあき
中野 倫明 1982 年, 名古屋大学大学院理工学研究科修士課程修了. 同年, (株)豊田中央研究所入社. 以来, 工業用文字認識, 3次元画像計測, 車載ディスプレイの視認性向上など, 自動車のヒューマンインタフェースに関する研究と開発に従事. 1999 年 10 月より名城大学理工学部教授, 現在に至る. 工学博士. 正会員.

やまもと しん
山本 新 1965 年, 岐阜大学工学部電気工学科卒業. 同年, (株)豊田中央研究所入社. 以来, 3次元画像計測, ITS 関連のマニピュレーションやヒューマンインタフェースの研究開発に従事. 豊田工業大学連携大学院教授を経て, 1998 年より名城大学理工学部教授. 工学博士. 正会員.

すぎ え のぼる
杉江 昇 1960 年, 名古屋大学工学部電気工学科卒業. 通産省電子技術総合研究所, 名古屋大学大学院教授を経て, 1994 年から名城大学理工学部教授. この間, バイオニクス, 生体情報処理, コンピュータビジョンや自然言語処理の研究と教育に従事. 工学博士. 正会員.