92. 各種条件下における自動車用ヘッドアップディスプレイの明るさ感評価結果

森田和元   益子仁一   伊藤紳一郎   岡田竹雄
(交通安全公害研究所)

1. まえがき 自動車の前面窓ガラス上に車速等を表示するヘッドアップディスプレイ（以下「HUD」という。）については、運転者の視線移動量が低減されることや焦点調整の時間が短縮される等の利点を実験的に明らかにされているが⁽¹⁾、未解明の点も残っている。このうち、本報では、HUDの基本的な要因の一つであるHUDの明るさ感について、観測者の年齢、背景風景等の実験条件を変えた場合の感じ方の差異を明らかにした。

2. 適切な明るさ感に関する評価実験

2. 1. 実験内容 暗室内でスクリーンを背景として、観測者（20代、40代及び60代の各年代それぞれ7名の計21名）がHUDの明るさ感について評価を行った。HUDの表示は緑色の蛍光表示管を利用しており、観測者から見たHUDの車速表示部分の高さ方向の視角は約0.7度、観測者とHUDの虚像との間は約1.2mであった。

実験方法については、ある設定背景輝度に対し、HUDの表示輝度を暗い方から明るい方に連続的に変化させ、観測者にとって適切なHUDの明るさと判断したとき、パソコンのマウスのボタンを押下するように観測者に指示を出して、そのときのHUDの表示輝度を求めるという方法をとった。この上昇系列の次に、HUDの表示輝度を明るい方から暗い方に変化させるという下降系列の実験を行った。

背景については、無地白色の場合、実際の道路を撮影して投影する場合及び天空を撮影して投影する場合の3種類を設定した。無地白色の場合については、周囲が暗くなると感じられる日没前から前照灯の点灯が行われる時刻までの路面輝度を考慮して、5種類の値（0.9、4.0、17、75、128cd/m²）を設定した。道路背景と天空背景の場合の設定輝度についても同様であるが、実験装置の制約のため、3種類の設定（道路背景の場合0.9、3.8、6.6cd/m²、天空背景の場合0.7、3.4、5.8cd/m²）となった。無地白色の背景については、基本的な明るさ感の特性を把握するために行い、道路背景と天空背景については、背景の色により見え方が異なるかどうかを調べるために行った。

2. 2. 実験結果 無地白色背景の場合のHUDの適切な明るさ感の評価結果を図1に示す。図中の下の線は、上昇系列時のデータを最小2乗法により補間した線を表し、上の線は下降系列時のデータを同様に補間した線を表す。補間する際には、AIC（赤池情報量基準）により2次までの次数のうち最適の次数を決定した。上昇系列と下降系列との補間線に囲まれた範囲を、今回の実験条件での適切な明るさと判断した領域と考えることとする。観測者の年代別の評価結果をみると（図2～4）、20代の評価結果は適切な明るさの範囲が広いものの、40代、60代の場合には、その範囲は狭くなっていることがわかる。

図1 適切な明るさ感評価結果
(無地白色背景、全データ)

図2 適切な明るさ感評価結果
(無地白色背景、20代データ)

図3 適切な明るさ感評価結果
(無地白色背景、40代データ)

Brightness perception of automotive head-up display under various conditions

Kazumoto Morita   Jinichi Mashiko   Shinichiro Itoh   Takeo Okada

図 4 適切な明るさ感評価結果
(無地白色背景、60代データ)

図 5 整数値による評価結果
(表示輝度630cd/m²)

図 6 評価値差
(表示輝度630cd/m²)

また、道路背景及び天空背景の場合においても、無地白色の場合と同様に、高齢者になるほど適切な明るさと感じる表示輝度の範囲が狭いという結果が得られた。適切と感じる表示輝度の値については、無地白色背景の場合と比較して多少の差異はあるものの、顕著な差異は認められなかった。

3. 明るさ感に関する整数値による評価実験

3. 1. 実験内容 上記の実験とは別に、無地白色で背景輝度を一定 (17cd/m^2) に保ち、そのとき、HUDを各種の輝度で表示させ、その明るさ感に関する主観的評価値を観測者に回答させるという実験も行った。評価方法については、HUDを10秒間呈示した後、観測者に0から20までの整数値でその明るさ感を回答させた。この際、0は極端に暗い、10は適切な明るさ、20は極端に明る過ぎるという基準とした。

なお、自動車を運転している場合には、車内のオーディオ等を聞きながら運転していることもよくあると考えられるので、今回は、ラジオのニュースを観測者に聞かせながら同様の実験を行い、視覚の感覚が聴覚を伴う場合にどのように変化するかを調査した。つまり、HUDを注視する実験とラジオを聞きながら評価する実験との2種類を行った。

HUDの設定輝度は、34、88、240、630、1640 cd/m^2 の5種類とし、それぞれ無作為の順序で3回呈示した。ただし、HUDを注視した場合とラジオを聞きながらの場合とでは、同一の呈示順序となるようにしている。

3. 2. 実験結果 評価結果の一例を図5に示す。ここで、ラジオを聞きながら行った評価結果がHUDを注視して行ったときの評価結果とどのように異なるのかを検討する。この際に気をつけなければならないのは、各観測者毎に明るさ感を判断する評価基準が異なっており、また、ばらつきのある評価結果となっているということである。この問題点を解消するため、各観測者について、同一実験番号のHUDを注視した場合の評価値からラジオを聞きながら評価した場合の評価値を引いた差（以下「評価値差」という。）を考えることとする。評価値差の一例を図6に示す。HUDを注視した場合とラジオを聞きながらの場合とで、明るさ感の評価結果に差がないのであれば、評価値差はプラス側とマイナス側に等確率でばらつくことになり、プラス側の総数とマイナス側の総数とは統計的に等しくなることとなる。逆に、評価結果に差があれば、統計的に有為な差が生ずることになる。

各表示輝度毎に、プラス側の総数とマイナス側の総数とについて χ^2 検定を行った結果、表示輝度1640 cd/m^2 の場合において、プラス側総数の方がマイナス側総数よりも有意水準1%で多いことがわかった。この表示輝度においては、ラジオを聞きながら評価を行った場合には、HUDを注視して行った場合よりも明るさ感が減じて感じられるといえる。

4. まとめ HUDの明るさ感に関する評価結果では、若年者よりも高齢者の方が、適切な明るさと判断するHUDの表示輝度の範囲が狭い。この傾向は背景が無地白色の場合だけでなく、道路や天空の背景の場合においても同様であった。また、ラジオを聞かせながら評価を行った場合には、HUDの明るさ感の判断が鈍る傾向が一部の実験条件で認められた。

参考文献 (1) たとえば、岡林繁ほか、自動車用ヘッドアップディスプレイにおける前景情報と表示情報の認識について、照明学会誌 第75巻 第6号 平成3年