

一対比較法を用いたLED点滅光の視認性評価

○上川 峻典¹ 猪目 博也¹ 下斗米 貴之² 藤澤 隆史³ 饗庭 絵里子¹ 長田 典子¹
(¹関西学院大学理工学部 ²玉川大学脳科学研究所 ³長崎大学大学院医歯薬学総合研究科)

key words : LED 視認性 心理評価 分散分析

問題

近年、緊急車両の走行支援装置である警光灯（パトライト）にLEDを用いたものが増えてきている。LED警光灯はこれまでの回転灯と異なり、光の点滅具合すなわち点滅パターンを自由に設計できる利点がある。そこで、緊急車両の事故防止や円滑な運用等の助けとなる視認性の高い点滅パターンの設計を目的とする。これまでの研究では、点滅パターンの評価パラメータに周波数を用いたものが多かった [1]。本研究では、点灯時間と滅灯時間を別々に評価することで、より視認性の高い点滅パターンを明らかにする。本研究は企業との共同研究である。

方法

本研究では点灯時間（以降ON時間と呼ぶ）、滅灯時間（以降OFF時間と呼ぶ）、波形の立ち上がり時間、LEDの輝度、の4つの条件を変化させたLEDの点滅パターンを作成し、一対比較法によって視認性（誘目性）に対する各条件の影響を評価した。

【実験参加者】

実験参加者は83人(女性21名、平均22.3歳、SD=2.64、範囲19-30)である。

【実験刺激】

刺激光はLED (SDL-5N3RGB-C, SANDER)を用いてPC(eeePC901, ASUS:VAIO VGN-TX91PS, SONY)で制御し、赤色の点滅パターンを呈示した。刺激光のパラメータとしてON時間(ON:33, 66, 99, 132[msec]), OFF時間(OFF:33, 66, 99, 132[msec]), 光強度(Intensity:50, 100,150,200,250/255), 立ち上がり時間(UP:0,33,66,132[msec])の4種類の条件を選択した。ただし、立ち上がり時間に関してはON時間を超えないように設定している。光強度は1kHzパルス幅変調(PWM: pulse width modulation)のデューティ比によって制御した。最大値255(8bit)でデューティ比は1となる。LED輝度はLEDから1m離れた位置から輝度計(CHROMAMETER, CS-100A, MINOLTA)によって計測した。

【実験手続き】

実験参加者は一人ずつ椅子に腰掛け、LED点滅光の目立ちやすさを一対比較により6段階で評定した。LEDは目から500-700mmの視線位置に設定し、左右に120mm離して配置した。背景はグレースケールのノイズをプロジェクタで投影して使用し、背景輝度は平均5.27cd/m²であった。左右のLEDに異なる点滅パターンを同時に呈示し、パターン対の順番、どちらのLEDに呈示するかもランダムに設定して実験を行った。各実験参加者に対して、1セット50対を呈示した。実験時間は1人当たり8分程度であった。

結果

分析にはGNU R(ver.2.8.1)を使用した。説明変数をON時間、OFF時間、光強度、立ち上がり時間として回帰分析を行った結

果、OFF時間($a = -1.31 \times 10^{-2}$, $p < .001$), 光強度($a = 2.01$, $p < .001$), 立ち上がり時間($a = -9.22 \times 10^{-2}$, $p < .001$)に関して有意な傾きが観測された。

また分散分析の結果では、回帰分析の結果と同様にOFF時間($F(1, 334) = 131.55$, $p < .001$), 光強度($F(1, 334) = 457.46$, $p < .001$), 立ち上がり時間($F(1, 334) = 40.52$, $p < .001$)について有意な主効果が見られた。また交互作用については、ON時間×OFF時間 ($F(1, 334) = 6.36$, $p < .05$), OFF時間×立ち上がり時間($F(1, 334) = 16.71$, $p < .01$)に関して有意となった。そこで、ON時間とOFF時間の交互作用について調べるため、目立ちやすさの評価の高かったパターンをプロットし、視認性マップを作成した(図1)。色が薄い領域ほど、視認性が高いと評価されたパターンである。推定された各パターンの視認性に関して、回帰分析の結果から光強度の効果に関して補正している。

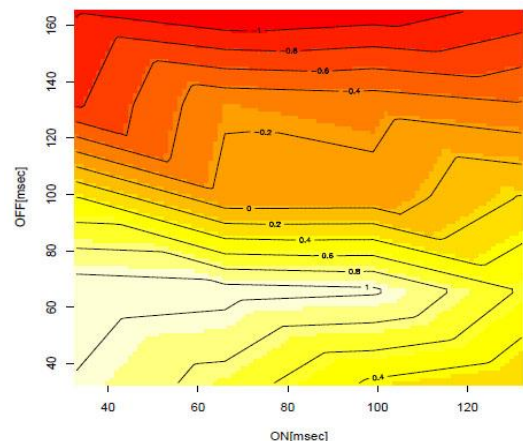


図1. ON/OFF時間に関する視認性マップ

考察

回帰分析の結果から、光強度と視認性に関する強い相関関係が確認され、直感と矛盾しない結果を得た。立ち上がり時間の効果に関しては、光強度が急に変化する程、視認性が高くなるという結果が得られ、これも直感と一致する結果となった。

また分散分析の結果から、特にOFF時間の主効果とON時間とOFF時間の相互作用が確認された。視認性マップからON時間にかかわらず、特にOFF時間66msec付近に視認性の高い領域が存在することが明らかになった。立ち上がり時間によりピーク位置の若干の相違は見られるが、光強度との交互作用が出ていないことから、光強度に依存しない現象であると推測される。

引用文献

[1] 竹内 謹治, 福住 克保, 横山 裕之, 野口 英毅, 五十嵐 耕 (2010). PWM フリッカ灯火を用いた光波標識に関する実験的検討. 照明学会誌, 94, 116-119.