眼鏡型端末における情報提示位置の最適化

—提示されるアラートに対する確実な気付きと不快感の抑制を考慮して—

○横山 大悟朗, 内山 貴博, 中西 美和 (慶應義塾大学)

Optimizing the information presentation position of a spectacle-type device

-Presenting information to maximize user attention and minimize discomfort-

Daigoro YOKOYAMA, Takahiro UCHIYAMA, Miwa NAKANISHI (Keio University)

1. はじめに

単眼シースルーヘッドマウントディスプレイ (HMD) の実現場での活用に、近年、ますますの期待が高まっている。HMDを用いた情報取得は、大きく二つに分けられる。一つは、例えばマニュアルなどの情報を常時提示しておき、ユーザが任意のタイミングで注意を向ける「能動的参照」、もう一つは、例えばアラートなどの情報を任意のタイミングで提示し、ユーザに気づかせる「受動的参照」である。著者らは先行研究(横山ら, 2014)にて、前者の用途を想定し、最適な情報提示位置を明らかにしている。

本研究では、もう一方の「受動的参照」の用途を想定し、最適な情報提示位置について実験的に検討する。不意に注意を要する情報が提示される「受動的参照」の場合、情報提示位置が視野の中心から離れるほど気づきににくくなるが、逆に情報提示位置が視野の中心に近づくほど驚きなどの不快感があることが予想される。そこで、本研究では、HMDを「受動的参照」の用途に用いる際、ユーザにとって確実に気づくことができる一方で驚きや不快感の少ない提示位置を、実験を通して明らかにし、HMDの設計要件として提案する。

2. 方法

2. 1. 実験タスク

実視野内の作業対象に作業を施しながら、HMDから提示されるアラートなどを参照するケースを想定し、以下のタスクを設定した。被験者はHMD(AiRScouter, ブラザー工業株式会社製)を非優位眼に装着し、実視野を模擬した23インチディスプレイ(Diamond Crysta RDT 231WM, MITSUBISHI製)から視距離100cmの位置に座した。実視野を模擬したディスプレイ(図1)に表示されたランダム移動する6つの物体のうち、HMD提示映像(図2)内でハイライトされた1つを、3次元入力装置(PhantomOmni, スリーディー社製)を用いて、連

続的に追従した。途中、あるタイミングでHMD上にアラート(図3)が表示された。その場合、被験者は三次元入力装置のボタンを押下し、HMD画面を図2に切り替え、次に追従すべき物体の情報を得てトラッキングタスクを再開した。1回のタスク中、アラート出現とトラッキングタスク再開は2回繰り返した。

図1 実視野提示映像

図2 HMD提示映像

図3 文字列ALERT

2. 2. 実験条件

HMDの画像提示位置として、ヒトの情報受容特性を考慮し、視野中心(0° (垂直方向), 0° (水平方向))を基準に、8パターンを用意した(図

図4 映像画像位置

4)。被験者は先に、垂直方向5条件に関して、各条件3回ずつの計15回の試行を完全ランダムな順で行った。続いて、水平方向4条件に関して、1条件につき3回ずつの試行を被験者間でカウンターバランスをとって行った。被験者は平均年齢22.54歳、(SD1.35)の大学生24人(内女性8人)であった。各被験者には、事前に実験内容に関する説明を行い、実験参加に対する同意を書面で得た。

2. 3. 記録項目

第一に、HMDから出現する文字列”ALERT”の気付きやすさを測定するための指標として、アラートが出現してから画面切り替えのために三次元入力装置のボタンを押下するまでの時間(アラート反応時間)を記録した。第二に、文字列”ALERT”が出現した際の驚きなどの不快感を測定するための

指標として、“ALERT”の出現から10秒後までの皮膚コンダクタンス反応と瞬時心拍数を記録した。なお、これらの計測項目は個人内でデータを標準化してから条件間の比較に用いた。

3. 結果

3. 1. アラートの気付きやすさの検討

図5、図6に、水平方向、垂直方向それぞれの各情報提示位置に対するアラート反応時間を示す。結果より、水平方向の情報提示位置について、(0°, 50°) のとき、その他の条件に比べて、有意に長い時間を要した。また、垂直方向の情報提示位置については (-10°, 0°)、(0°, 0°)、(15°, 0°) の間に差は見られない一方、(-40°, 0°) のとき、有意に長い時間を要した。このことから、仮説通り、HMDによる情報提示位置が視野中心から遠ざかるほどアラートに気付きにくくなる傾向が確認できた。

図5 アラート反応時間
(水平方向の比較)

図6 アラート反応時間
(垂直方向の比較)

3. 2. 驚きなどの不快感の検討

皮膚コンダクタンス反応は交感神経支配の汗腺活動(尾方ら, 1992)を、また、瞬時心拍数は交感神経系と副交感神経系の優位性を反映する(藤井, 2008)とされ、ストレス指標として用いられる。図7に水平方向の各情報提示位置に対する皮膚コンダクタンス反応の平均値を、図8に水平方向の各情報提示位置に対する瞬時心拍数の平均値を示す。(0°, 0°) と (0°, 30°) に注目すると、皮膚コンダクタンス反応では両者間に有意な差はなかったが、瞬時心拍数では後者の方が前者に比べて有意に低下する傾向が見られた。これらを複合的に解釈すると、(0°, 0°) と (0°, 30°) の間の差は副交感神経系が優位にあり、一方、交感神経系は緊張、興奮などによって初めて機能する(武藤ら, 2011)とされていること、また交感神経系が心拍数を上昇させ、逆に副交感神経系が心拍数を下げる(飯島ら, 2011)とされていることから、(0°, 0°) と (0°, 30°) の間には快適性には差があり、特に (0°, 0°)、すなわち視野中

心にアラートが出現する場合、快適性が損なわれた可能性が示唆された。垂直方向に関しても同様の比較を行ったが、条件間での有意な差は見られなかった。

図7 皮膚コンダクタンス反応の平均値(水平方向の比較)

図8 瞬時心拍数の平均値(水平方向の比較)

3. 3. 最適画像提示位置の検討

上記の実験結果から、受動的参照におけるアラートの気付きやすさと驚きなどの不快感には、完全ではないものの、視野中心からの方向を加味した距離に対してトレードオフの関係が見られることが示唆された。そこで、この両側面を指標化して同時に考慮し、総合的に望ましい画像提示位置を探ることとした。指標化は、以下の定式化により行った。なお、指標化に際しては、両者に組み込んだ共通の条件 (0°, 0°) のデータを用いて、水平方向と垂直方向の順序効果をあらかじめ補正した。

$$V_{\text{each}} + (h_0 - V_0) = \text{new}V_n, \quad (h_0 - x_n) / S_{\text{all}} = \text{new}x_n$$

垂直方向の各データ: V_{each}

垂直方向n度の平均値: V_n

水平方向n度の平均値: h_n

n度データ: x_n

標準化後n度データ: $\text{new}x_n$

補正後垂直方向のデータ:

$\text{new}V_n$

(垂直方向に関しては補正後)全データの標準偏

差: S_{all}

図9 各情報提示位置に対する総合評価指標値

図9に導出された総合評価指標値を示す。結果から、水平方向に30°程度ずれた位置が、参照の効率性と視野の煩雑性を均衡させる、総合的に最も望ましい提示位置であることが示唆された。

4. まとめ

本研究では、単眼シースルー型端末を受動的参照の用途に適用することを想定し、最適画像提示位置を検討した。結果より、視野中心から水平方向に30°程度ずれた位置が、その条件の目安として明らかになった。