

単眼透過型 HMD の屋外使用を想定した安全性と情報取得に関する研究

指導教員 須藤 正時 准教授

新保 暢行

1. 研究の背景と目的

透過型頭部装着型ディスプレイ (HMD: Head Mounted Display) は画面が透過し、視界を完全に妨げることなく周囲環境を認識できるため、聴覚障害者の歩行支援など屋内外の活動において有意であるとされている^{[1][2]}。しかし外光によって画面が見づらくなり、日中の屋外活動時には HMD の情報呈示能力が低下する。そのためメーカー各社は外光をある程度遮断するシェードを付属させるなど対策をとっている^[3]が、透過率を下げたシェードを用いても直射日光下では HMD の画面が見づらい。

そこで単眼透過型 HMD の一部分に完全な不透過部分を設けることにより、HMD からの情報取得能力と前方認識力の両立が可能だと仮説を立てた。ゆえに本研究では HMD の不透過部分の大小もしくは有無(以下、不透過範囲)による、HMD からの情報取得能力と歩行時の前方認識力を評価し、仮説の実証と安全性を検証する。

2. 実験

2-1. 実験環境 実験ではブラザー工業株式会社の単眼シースルー型 HMD(表 1)を用いた。HMD は焦点距離 1000mm で 16 インチ相当の画面サイズ (325×245 mm) を表示させる。HMD の不透過範囲については、「無し」、「小」、「中」、「大」の 4 条件とした。不透過範囲は眼から 40mm 離れているため、1000mm 先の線分比で 25 倍となる。HMD を不透過にしている模式図と各不透過範囲を図 1 に示す。

測定には Mac OSX のビジュアルプログラム環境 Quartz Composer を用いて実験プログラムを作成し、使用した。また被験者によるコンピュータへの入力には、Wii リモコン(型番: RVL-036)と Wii リモコン用チャック(型番: RVL-004)を用いた。実験環境を図 2 に示す。HMD への表示記号は屋外での道順などのルートナビゲーションを想定し上下左右 4 方向を示した矢印記号とした。

2-2. 実験の流れ 被験者には、[課題 1]HMD からの情報取得能力に対する課題、[課題 2]歩行時の前方認識力に対する課題の 2 課題を与え、同時に行わせた。十分に練習をしたのち設定した不透過範囲で 1 条件ずつ計 4 条件行い、実験の順番はランダムとした。なお 1 条件の試行時間は 60 秒とし、1 条件ごとに 7 段階で主観評価(表 3)を行った。被験者は学生 25 名(男性 16 名、女性 9 名、20~25 歳)である。

表 1 本実験で使った HMD

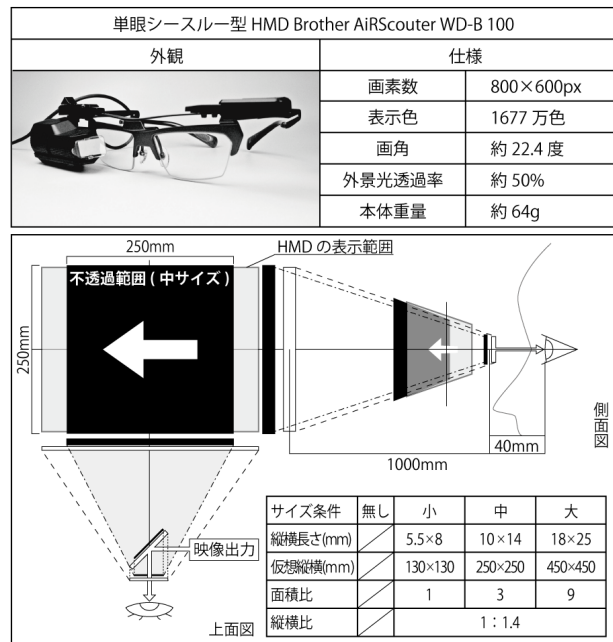


図 1 不透過範囲図説、各不透過範囲(右下)

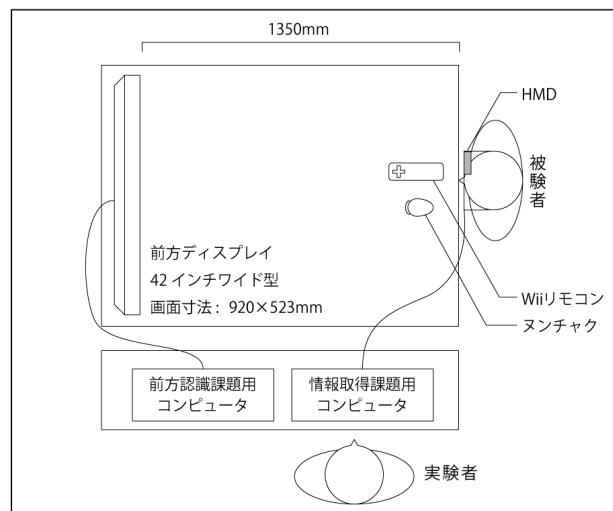


図 2 実験環境

表 3 主観評価の項目

評価項目	評価指標(7段階)
(1) HMD の見やすさ	見やすい ↔ 見づらい
(2) 不透過範囲の適切さ	適切 ↔ 大きい・小さい
(3) 課題 1 の達成度	良い ↔ 悪い
(4) 課題 2 の達成度	良い ↔ 悪い
(5) 心体への疲労度	小さい ↔ 大きい
(6) 課題の難易度	易しい ↔ 難しい



図 3 標的図形



図 4 妨害図形

[課題 1] (i) 矢印記号が HMD にランダムに 3 秒間表示される。(ii) 被験者は Wii リモコンの十字キーで矢印記号と同じ方向に入力を行う。(iii) 以上を実験開始から約 5 秒後に始め、60 秒間で計 11 回繰り返す。なお入力記号表示されてから正確に素早く行うように指示した。

[課題 2] (i) 前方ディスプレイに画面奥から手前へと標的図形(図 3)と妨害図形(図 4)が流れる。(ii) 被験者は Wii リモコンヌチャクで画面を流れた標的図形のカウンタを行う。(iii) 以上を前方ディスプレイに“Finish”と表示されるまで行う。

以上の本実験では HMD の表示記号に対する被験者の反応時間(ms)と誤入力数、前方に表示された標的図形のカウンタエラー数をそれぞれ計測し評価した。実験の流れを図 5 に示す。

3. 結果と考察

3-1. 反応時間と誤答数 設定した不透過範囲による[課題 1]の各平均反応時間と[課題 2]の各平均カウンタエラー数を図 6 に示す。各条件による平均反応時間を比べ、有意水準 5%として Turkey-Kramer 法を用いて多重比較分析を行った結果、有意差は認められなかった。また[課題 1]の平均誤入力数と[課題 2]の平均カウンタエラー数においても有意差は認められなかった。このことより HMD からの情報取得能力と前方認識力において不透過範囲による差異はないと考えられる。危険回避の指標として、人の知覚反応時間が遅くとも 1000ms 程度である^[4]ことから、安全性を確認できた。

3-2. 主観評価 主観評価の各平均評価結果を図 7 に示す。4 条件を各項目の平均評価ごとに比べた結果、「課題 1 の達成度」と「課題の難易度」については有意差が認められなかった。実験室は屋外より外光の影響が小さいため、本実験では大きな差が出なかったと考えられる。

「無し」と「大」の場合では「課題 2 の達成度」、「心体への疲労度」において、「大」が低く評価されており有意差が認められた($p < 0.05$)。しかし「大」は、「HMD の見やすさ」においては設定した不透過範囲の中で最も高く評価されており、不透過範囲が大きいほど HMD の表示は見やすと言える。このことから不透過範囲が大きすぎると、HMD の見やすさは向上する反面、前方が見づらくなったことが心体的疲労を増加させると推察される。

また「小」と「中」の場合では、すべての項目の平均評価において「中」が優れており、「HMD の見やすさ」と「不透過範囲の適切さ」には有意差も認められた($p < 0.05$)。この結果から「小」は不透過範囲において小さすぎるため不適である。

4. 結論 不透過範囲の有無による HMD からの情報取得能力と前方認識力の両立と、その安全性が確かめられた。以上より単眼不透過型 HMD は有用性があると言える。また主観評価による適切な不透過範囲は「中」前後から「大」までの範囲にある。今後の課題として、日光や遠近感などを踏まえた屋外により近い環境で検証を行っていく必要がある。

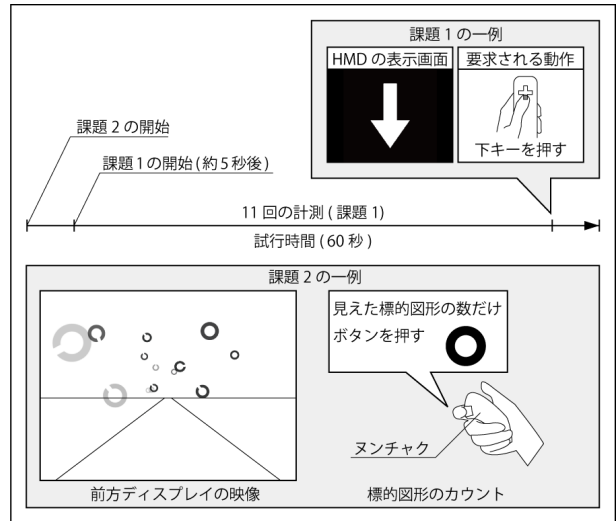


図 5 実験の流れ

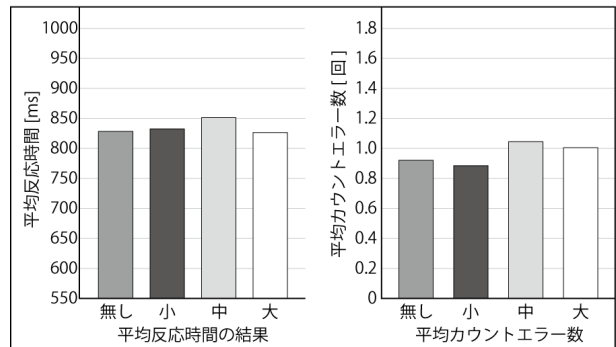


図 6 実験の計測結果

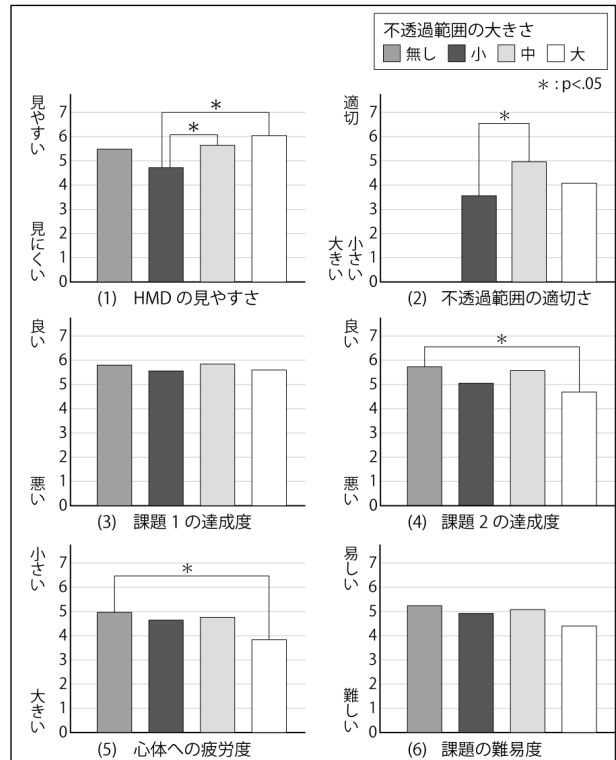


図 7 主観評価の各平均評価結果

【注釈及び参考文献】

- [1] 深谷晃輔: 聴覚障害者のための HMD による情報保障に関する研究, 名古屋工業大学 建築・デザイン工学科 2009 年度卒業論文梗概, pp. 99-100, 2009
- [2] 田中晴美, 北原格, 亀田能成, 大田友一: 透過型 HMD を用いた歩行者用経路表示の評価, 電子情報通信学会技術研究報告 MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, 106(91), pp. 117-122, 2006
- [3] セイコーエプソン, MOVERIO BT-100, 2011
- [4] 林洋: 実用自動車事故鑑定工学, 技術書院, 2002