



HMD の重量とバランスが主観的負担感に与える影響の評価

伊藤弘大¹⁾, 多田充徳¹⁾, 氏家弘裕¹⁾, 兵藤啓一郎¹⁾

1) 産業技術総合研究所 (〒135-0064 東京都江東区青海 2-3-26, kodai.ito@aist.go.jp)

概要: HMD の身体適合性を向上させるためには、その重さとバランスが頭部の動きや負担感に与える影響を明らかにする必要がある。本研究では、重さとバランスを変化させた HMD を用意し、シューティングゲームを用いた評価実験を行った。アンケートによる主観評価の結果、重量が増えてもバランスが良いほうが身体負担が小さくなること等がわかった。本報では、これらのデータを重さ軸とバランス軸から成る 2 次元空間上にプロットすることで、それらの変化が頭部の動きや負担感に与える影響を直感的に理解できるようにしたので、報告する。

キーワード: インタクションデザイン, 生体, 身体適合性

1. はじめに

ヘッドマウントディスプレイ (以下、HMD) の身体適合性を向上させるためには、その重さとバランスの変化が、頭部の動きや負担感に与える影響を明らかにする必要がある。そこで本研究では、重さとバランスを変化させた HMD を装着した状態で、シューティングゲームをプレイしてもらった実験を行った。著者らはこれまで、その際の頭部の動きと負担感を記録し、重量とバランスが主観評価に与える影響を調査してきた[1]。

2. 実験方法

2.1 実験協力者

実験協力者は 10 代から 80 代までの 150 名 (男性 86 名, 女性 64 名) とした。なお、本実験の計画書は産業技術総合研究所の人間工学実験委員会で審査され、同委員会から実験の実施に関する承認を得た。また、未成年の被験者については保護者から、成人の被験者については本人から実験への参加に関する同意を得た。

2.2 使用機器

コンテンツの提示には、ノート PC (ALIENWARE13) と HMD (Oculus Rift CV1) を用いた。

2.3 シューティングゲーム

シューティングゲームの画面を図 1 に示す。このゲームでは、視野中にランダムな位置・姿勢で出現する 20 個の「的」を撃ち抜かなければならない。的を撃ち抜くには、頭部に連動して動く「照準」を的に対して 1 秒間合わせ続ける必要がある。

2.4 実験条件

HMD の重さとバランスを変化させるために、マジック

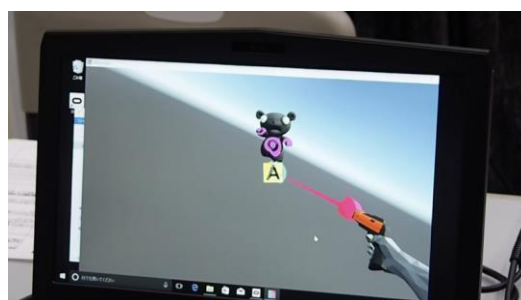


図 1: シューティングゲームの画面

テープで固定できる鉛の錘を用いた。重さとバランスの条件は表 1 に示す 7 条件を設定した。表中の漢字は錘を固定した場所を、数値は錘の質量を表す (例えば「両 100」は前部と後部にそれぞれ 100g の加重を表す)。ただし、荷重しなかった条件については「基準」とした。バランスの変化については元々のバランスをゼロとし、それより後部に重心が移動する場合にはマイナス、逆に重心が前部に移動する場合にはプラスの値を用いて順序指標化した。

1 人の実験協力者がゲームをプレイする際に設定したのは、このうち 3 条件だけである。具体的には、実験協力者を前、両、後の 3 群に分けて、前群には基準、前 100、前 200 を、両軍には基準、両 50、両 100、そして後群には基準、後 100、後 200 をランダムな順序で設定した。

表 1: 重さとバランスの条件

		バランスの変化						
		-4	-3	-2	-1	0	1	1
重さの変化 [g]	200	後 200	-	両 100	-	-	-	前 200
	100	-	後 100	-	両 50	-	前 100	-
	0	-	-	-	-	基準	-	-

Kodai ITO, Mitsunori TADA, Hiroyasu UJIKE, and Keiichiro HYODO

2.5 評価方法

1) 視覚と筋力に関する身体特性

瞳孔間距離, 視力 (自己申告), 握力を記録した。

2) 頭部と的の動き

ゲーム中の頭部 (照準) の動きと的の動きを記録した。

また, クリアに要した時間も記録した。

3) アンケート

主観的な負担感については, それぞれのゲームが終了した直後と, すべてのゲームが終了した 15 分後に記録した。前者については, 「頭部にしっかり固定されていた」「映像が鮮明に見えた」「映像による疲れを感じた」「重さによる疲れを感じた」「バランスによる疲れを感じた」の 5 項目について 5 段階で回答してもらった。後者については, 本報では割愛する。

3. 結果と考察

実験結果のうち 3.2 までは前報[1]で報告済だが, 再度記載する。

3.1 ゲームクリアに要した時間

ゲームのクリアに要した時間は, 加重量に関わらずほとんど変化しないことが分かる。これは, 今回のシューティングゲームが殆どの被験者にとって初めて体験するものであり, 加重よりも慣れの影響が大きいからだと考えられる。ただし, 男性被験者に関しては高齢者群の方が総じて時間が長かった。一方, 女性に関しては若年者群と高齢者群の間に顕著な時間の差が無かった。

3.2 主観評価

頭部への HMD の固定や, 映像の鮮明さについては, 平均 4 程度以上 (ややそう思う) だった。また, 映像による疲れについては, 加重による変化が小さかった。

図 3 に, 女性に対する重さとバランスによる疲れに関するアンケート結果を示す。それぞれのグラフにおいて上が前群, 中が両群, 下が後群の結果を表す。

重さとバランスによる疲れについては, 加重により変

化が見られた。前群においては, 加重量が増えるほどスコアが大きくなる (より疲れを感じる) ことが分かる。両群においても同様の傾向があるが, 前群に比べると傾きが小さくなる傾向がある。この傾向は後群においても変わらない。特に女性の若年者群においては, 加重するほどスコアが小さくなる (より疲れを感じない) ことが分かった。

HMD の重心は構造上前部寄りにあるが, 後部に加重すればこれが頭部中央に移動する。疲れを感じにくくなったのは, 重心が中央に移動してバランスが良くなったことが原因であると考えられる。重量が重くなってもバランスが良いほうが身体負担が小さくなるという結果は, HMD をデザインする上で示唆に富むものである。

3.3 重さとバランスの関係のプロット

図 3 に, 全被験者の重さとバランスによる疲れに関する平均スコアを, 重さ軸とバランス軸から成る 2 次元空間上に等値線としてプロットした結果を示す。このグラフから, 重さが同じでも, バランス指標が大きくなる (重心が前部寄りになる) ほどスコアが大きくなり, またバランス指標が同じでも, 重さが大きくなるほどスコアが大きくなることが分かる。

等値線は反比例の双曲線状を成しており, このことから重さとバランス (重心からの距離) の積が一定であれば, 主観的負担感が一定となることが予想される。重さとバランスの積とは, HMD を保持するために必要なトルクを表している。このことから, トルクが HMD の身体適合性を表す指標となり得ることが示唆された。

参考文献

- [1] 多田充徳, 氏家弘裕, 兵頭啓一郎: ヘッドマウントディスプレイの重量とバランスが身体負担に与える影響, 人間工学, 54 巻, Supplement 号, S7-3, 2018.

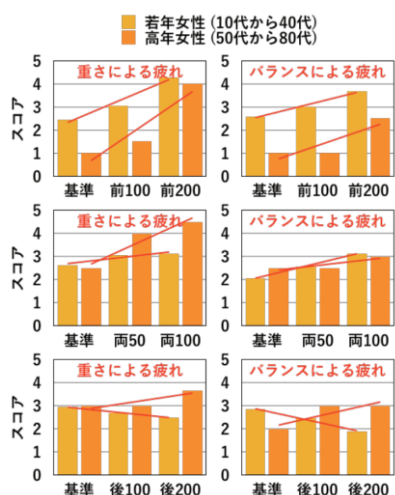


図 2: 女性に対するアンケート結果

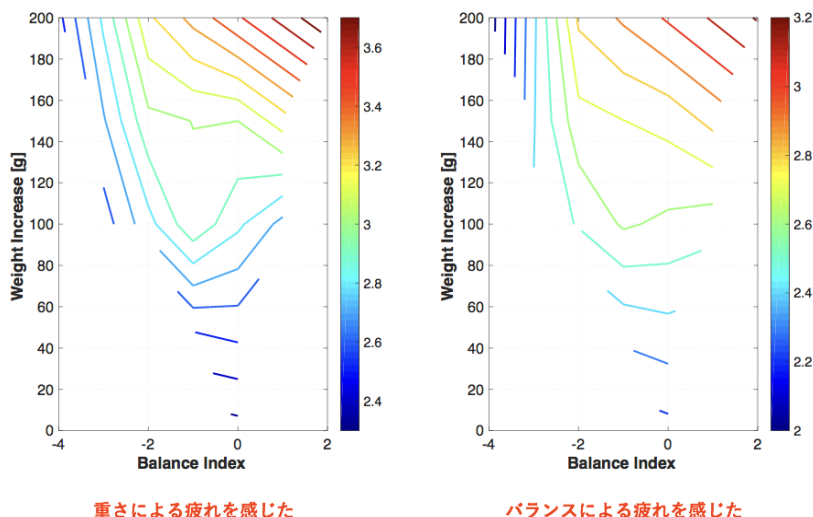


図 3: 重さとバランスに対する主観的負担感の変化