単眼式HMDを用いたAugmented Realityにおいて重合する情報量の研究

○赤坂俊哉*、曽根僚平*、中西美和**、岡田有策*

*慶應義塾大学、**東京理科大学

A Study on the Amount of Information Displayed on a Monocular HMD in Augmented Reality

Toshiya Akasaka*, Ryohei Sone*, Miwa Nakanishi**, Yusaku Okada*

*Keio University, **Tokyo University of Science

1. はじめに

Augmented Reality (AR) とは、専用の Head Mounted Display (HMD) の利用によって、ユーザが実視野に重ねてHMD上の電子媒体の画像を見ることができるようにする技術である。例えば製造工場等で、工程マニュアルをHMDに表示するようにすれば、HMDを装着した作業者は実物の部品とマニュアルを同時に見ることができる。

著者らの既存研究[1]では、AR用HMDにマニュアルを提示することで、従来の紙媒体マニュアル利用時に比べ、作業時間が短縮したりエラーが減少したりすることを示した。ただし、実視野の作業対象物の複雑さとHMD上のマニュアルの情報量のバランスが悪い場合、パフォーマンスが阻害されることも懸念された。本研究では、HMD上のマニュアルを適切にデザインすることを狙いとし、HMD上の情報量と作業対象物の複雑さのバランスが、作業パフォーマンスにどのような影響を与えるのかを検討することにした。

2. 実験

実験では、PC画面上に実視野の作業対象物を、HMD上にマニュアルを提示し、被験者は両者を重ね合わせながら実験タスクを行った。

PC画面上には、正方マトリクス状にブロックが並んでおり(図1)、各ブロックには、1から6までの番号が振られた6つのボタンが埋め込まれている。HMDに提示されるマニュアル(図2)には、PC画面上のブロックと重なるように数字が表示され、対応するPC画面上のブロックにおいてどのボタンを押すべきかを示している。被験者はこのマニュアルを参照しながら、各ブロックに

図1 PC画面の作業対象

図2 HMDのマニュアル

ついて、指示された数字のボタンをマウスでクリックしていく。例えば図2では、左上隅のブロックに4と表示されていることから、被験者はPC画面上の左上隅のブロックにおいても、4の番号が振られたボタンを押さなければならない。

PC画面のマトリクスサイズは4x4, 8x8, 12x12の3種類に変化させた。HMD上に一度に提示するマニュアルの情報量も3種類に変化させ(図3,4,5)、表1に記す9種類の実験条件を用意した。図4,5の一列表示と一個表示では、一度にマニュアルの一部分しか提示されないため、被験者の手元に専用のボタンを用意し、それを押すことで提示されるマニュアル部分が切り替わるようにした。

図3 全体表示

図4 一列表示

図5 一個表示

表1. 9種類の実験条件

		HMDマニュアルの表示方法		
		全体表示	一列表示	一個表示
PC画面上のマトリクスサイズ	4x4	条件1	条件2	条件3
	8x8	条件4	条件5	条件6
	12x12	条件7	条件8	条件9

被験者には、各条件下でマニュアルを変えて5タスクを行わせた。マニュアルの指示と異なるボタンを押す行為をエラーと定義した。また、各タスクについて、全てのブロックのボタンをクリックし終えるまでの所要時間にも注目した。

AR用HMDとして、Microvision社製のNOMADを使用した。被験者は20代の男女10名とした。

3. 結果と考察

PC画面上のマトリクスサイズごとに、各マニュアル表示方法における操作時間とエラー頻度を示す(次項図6,7,8)。ここで操作時間とは、1タスクの所要時間をブロック数で割った値の平均であり、エラー頻度とは1タスクのエラー回数をブロック数で割った値の平均である。

図6. 4x4の操作時間とエラー頻度

図7. 8x8の操作時間とエラー頻度

図8. 12x12の操作時間とエラー頻度

3-1. 操作時間についての考察

図6,7,8のいずれについても、一列表示の場合において操作時間が最小となっている。特に全体表示との時間差は、PC画面上のマトリクスのサイズが大きくなるとともに顕著になっている。

PC画面上のマトリクスのサイズが大きいときに全体表示の操作時間が長くなるのは、一度に多くの情報がHMD上に映し出されることで、PC画面が見づらくなり、画面上のボタン位置の探索・確認、マウスポインタの位置決めなどに時間を要したためだと考えられる。PC画面上のマトリクスのサイズが大きくなれば、全てのブロックのマニュアルを一度に表示するHMD画像が視界をより圧迫するようになると推察される。そのため、全体表示の操作時間の長さが、PC画面上のマトリクスサイズの増大とともに顕著になっていったのだと考察することができる。

一方の一個表示の場合では、一度にブロック1個分のマニュアルしか表示されないため、HMD上の画像切り替えを頻繁に行わなくてはならない。したがって、情報過多の全体表示と画像切り替えが煩雑な一個表示の中間を取った一列表示が、最も短い操作時間を生むに至ったのだと考えることができる。

ところで、PC画面上のマトリクスサイズが4x4のときには、個別表示の操作時間が最も長くなっており、他の2種のマトリクスとは異なる傾向を示している。4x4マトリクスの場合、HMD上のマニュアルの情報量がそれほど多くないため、例えば全体表示であろうとも、被験者の視界が遮られる度合いは低く、一個表示における切り替え操作の影響が相対的に強く顕れたものと考えられる。

3-2. エラー頻度についての考察

エラー頻度についても、操作時間と似たような傾向が認められ、PC画面上のマトリクスのサイズが大きくなるにしたがい、全体表示でのエラー頻度の高さが次第に顕著になっている。全体表示の場合、特にPC画面上のマトリクスサイズが大

きいときには、HMD上にも多数のブロックがマトリクス状に表示されるため、被験者がHMD上のマニュアルをブロック1個分違えて参照してしまうというエラーが多く観察された。マトリクスの列を1列分見間違えたまま作業を続けてしまい、数列に渡ってエラーを犯すという事態も見受けられた。全体表示がエラーを多く誘発するのは、このような要因に因る。

5. まとめ

AR用HMD上をマニュアルの提示に用いる場合、その情報量が多すぎると、作業者の視界を圧迫し、パフォーマンスの低下をもたらすという傾向が確かめられた。一方で、提示される情報量が少なすぎても、画像切り替え等の付帯作業が積み重なり、作業時間が増すことも分かった。このようにHMD上の情報量は、多すぎても少なすぎても作業パフォーマンスにマイナスの影響を与えるが、どちらの影響がより強く出るかは、作業対象物の複雑さ、すなわち、数や密集度によって変わってくるものと推測される。このことは、HMDに提示すべき適切な情報量は、作業対象物の複雑さによって変わってくることを示唆している。したがって、今後さらに、作業対象物とHMD上のマニュアルとの適切な情報量バランスを明らかにしたうえで、前者の複雑さに応じて後者をデザインするような指針を導き出したい。

謝辞

なお、本研究は、財団法人立石科学技術振興財団より、平成18年度研究助成金を受けて行ったものである。ここに記し、謝意を表する。

参考文献

- [1] 中西美和、岡田有策：Augmented Reality を利用した手順・指示の提示に関する試み-網膜走査ディスプレイを用いた実験による検討-、ヒューマンファクターズ、10(2), p133-142, 2006