

ビデオシースルーHMDを用いた 視覚的ノイズの減衰による集中力向上

古志 将樹*¹ 酒田 信親*¹ 清川 清*¹

Masaki Koshi*¹, Nobuchika Sakata*¹ and Kiyoshi Kiyokawa*¹

Abstract --- 作業に集中したい場合に耳栓をしたり音楽を聴いたりすることがある。これは、周辺環境の聴覚ノイズを遮断することで集中力を向上させ、学習効率の上昇を期待しているためである。この聴覚的ノイズという概念を視覚に拡張して考えると、例えば、作業と無関係な人や物が作業者の視野に入った場合に、作業者が意識的無意識的に関わらず視線をそれらに向けることで作業効率が低下する可能性が考えられる。本研究では、このような作業者の視線を引きつける作業と無関係な人や物を視覚的ノイズとみなし、これを減衰する手法を提案する。具体的に本稿では、作業者にHMD(Head Mounted Display)を装着させ、作業領域以外にグレースケールとぼかしの処理を施し、視覚的ノイズを軽減することで作業への集中力の低下を防ぐ手法を提案する。そして、この手法の有効性を確認する実験を行った結果、HMD上の映像の視覚的ノイズを軽減すると、計算タスクの作業効率が上昇することが確認された。

Keywords: 視覚的ノイズ, 集中力, HMD

1 はじめに

一般的に、作業や勉強における学習効果を左右する要因の一つとして集中力が挙げられる。また、集中力は周囲の環境に対して大きく影響を受けることが分かっている。例えば、オフィス環境で実験を行った研究では、周囲での会話や電話の着信音などの聴覚的ノイズによって集中力が阻害されることが確認されている[1]。また、オープンオフィス環境では視界に映る周囲の人や物の動きなどが集中力を阻害することも確認されている[2]。

先行研究では、周囲の物音を聴覚的ノイズとし、それを消したり逆に白色雑音を聞かせたりすることで集中力が向上することが示されている[3]。また、ノイズキャンセリングヘッドホンのように周囲の特定の雑音だけを除く商品も存在する。さらに、視覚と集中力の関係に注目し、頭部前方以外を覆うことで集中力を向上させる商品が販売されている(<https://wearspace.info/>)。これは、周辺視野を覆い視野角を狭めることで、不必要な情報を減らし作業に対して意識を集中させている。しかし、周辺視野が覆われているため、周囲の環境が視認できず、突発的な状況に対処するのが困難であることが予想される。

本研究は、集中が必要とされる作業中において、作業と無関係な人や物が作業者の視野に入り、作業者が視線をそれらに向けることで、作業への集中が阻害され作

業効率が低下する場面に焦点を当てる。この作業と無関係な人や物を視覚的ノイズとみなし、これを減衰することで作業者の集中を阻害せず、一方で周辺視野の視覚情報のある程度維持したままにする手法を提案する。

2 視覚的ノイズを減衰するシステム

本稿では、意識的無意識的に関わらず作業者が視線を向けてしまう視覚的ノイズに関連する概念として視覚的顕著性に着目した[4]。視覚的顕著性とは、人の視線を誘引する特性のことであり、ビデオの自動編集技術、広告、物体認識、UIの評価などに利用されている。また、視覚的顕著性は、動き、色情報、輝度情報、奥行き、物体の質感などの要素に依存する。これらの要素を操作することで、視覚的ノイズに視線を向けてしまうことを防げるのではないかと考えた。

本研究では、周辺環境の視覚的ノイズによって集中力が低下する問題を解決するために、作業者にHMD(Head Mounted Display)を装着させ、そのHMD上で提供する作業者周辺環境の映像へ視覚的ノイズを減衰する処理を加えることを提案する。そこで、この提案の有効性を検証するために図1に示すシステムを構築した。実装にあたり、HMDにはHTC VIVE Pro(HTC社、両眼解像度:2880×1200)、作業環境を撮影するRGBステレオカメラにはOvrvision Pro(Wizaply社、1280×960、45fps)を用いた。視覚的ノイズ減衰のための具体的な

*1 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 情報科学領域

*1 Nara Institute of Science and Technology, Graduate School of Science and Technology, Division of Information Science



図1 システム概要

Fig.1 System Overview

処理として、視覚的顕著性の要素である動きと色情報に注目し、これらの顕著性を下げるため、動きに対しては「ぼかし」の処理を施し、色情報に対してはグレースケール化の処理を施した。RICOH THETA V (RICOH 社、解像度 3640×1920, 29.97fps) を用いて、視覚的ノイズを含む全方位の周辺環境映像を撮影した。撮影は屋内の一室で実施し、後述の実験環境での被験者の視線の高さにあわせて、人の着席時の高さにカメラを設置した。撮影した映像には、後述の実験タスクとは関係ない視覚情報として、複数人が歩き回る場面や、カメラに対して物を見せつける場面が録画されている(図2上)。本稿では、これらの場面を視覚的ノイズとしている。この映像を周辺環境に模したもとして被験者へ HMD 上に展開し提供する。また、グレースケール化後の映像に対し人の動きがわからない程度の強いぼかしをいれたもの(以下、ぼかし処理強)と、人の動きがある程度わかるほどのぼかしをいれたもの(以下、ぼかし処理弱)の2種類を用意した(図2)。グレースケール化とぼかしの処理は AviUtil の映像編集を利用した。また、視覚的ノイズを減衰するためにグレースケール化やぼかし処理のエフェクトを施したこれらの映像を、ここでは周辺視野映像と呼ぶ。

実験環境として HMD 装着者の前にモニタを2台設置した(図3)。この2台のモニタ上に作業に関する情報が表示され、そこに表示された情報を元に HMD 装着者は作業を行う。今回は作業として計算タスクを設定している。また、Unity で作成した仮想空間中に HMD 装着者を中心とした半球に対し周辺視野映像を展開する。これによって周辺視野映像を HMD 上において全方位で閲覧できるようになる。次に、この半球に対して Ovrvision Pro からの映像がある固定の2箇所投影する。これにより、周辺視野映像内の2つの窓から、実世界をまるで覗くような形態で作業領域を閲覧する実験タスク環境を実装した(図1下)。また、HMD 装着者が真正面を向くと図2右の様に2台のモニタの全体が閲覧できるように、実験開始前に周辺視野映像と Ovrvision Pro か

らの作業領域を撮影した映像を調整した。タスクの種類は先行研究の集中力評価指標の条件[5]から、計算の正誤問題のタスクを選択した。具体的には、図2右のように計算の問題と答えを左右のモニタに表示し、その正誤を答えるものを設定した。解答はキーボードにて入力する。この問題を被験者に150問与え、その解答時間を計測した。難易度は、理系大学院生が暗算で解ける程度とした。

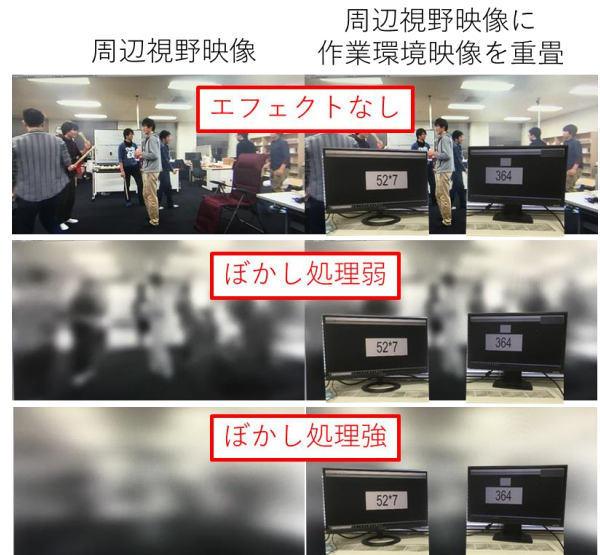


図2 視覚的ノイズを含む周辺視野映像とそれに対して作業環境映像を重畳した様子
 Fig.2 Visually noisy peripheral video with (right) and without (left) overlaid video of a task space.

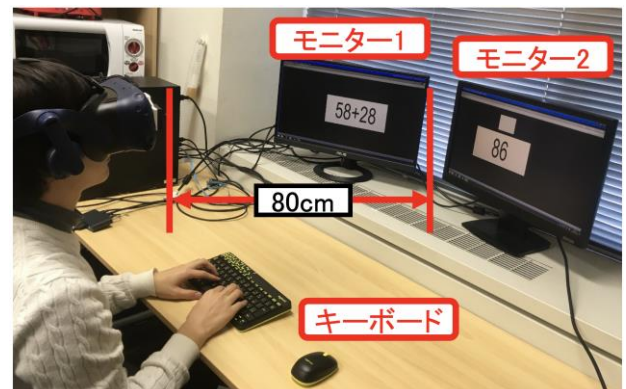


図3 実験環境

Fig.3 Experimental Environment.

3 本実験に向けての予備調査

本稿は本格的な実験に向けて、適切な実験設定の洗い出しとパラメータ調整を行う予備実験の報告という位置付けである。そのため、主にどの程度の強さのエフェクトが良いか、本格的な実験に向けてどの様な仮説が建てられるかを明らかにしていく。

3.1 実験 1: 強いぼかし処理を用いた予備実験

実験手順として、まず実験タスクに十分慣れさせるために、HMD を装着した状態で 150 問の正誤問題を解かせるトレーニングタスクを行った。その後、周辺視野映像の「エフェクトなし（無加工の周辺視野映像）」と「グレースケール化とぼかし処理強」の 2 条件において、150 問の正誤問題を解かせる実験を男性大学院生 4 人の被験者に対し、直射日光が入らない室内環境で行った。被験者にはできるだけ早く解くように伝え、2 条件の間には 5 分間の休憩を挟んだ。最後に、今回の実験について聞き取り調査を行った。また、実験順序は被験者ごとに入れ替えた。

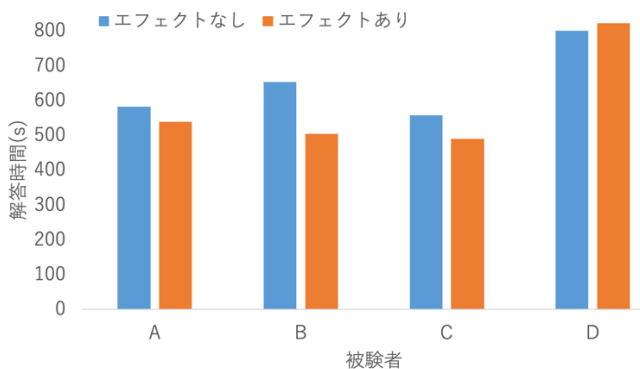


図 4 エフェクトなしと「グレースケール化とぼかし処理強」の解答時間

Fig.4 Task Completion time between N/A and Applying Strong Gaussian filter.

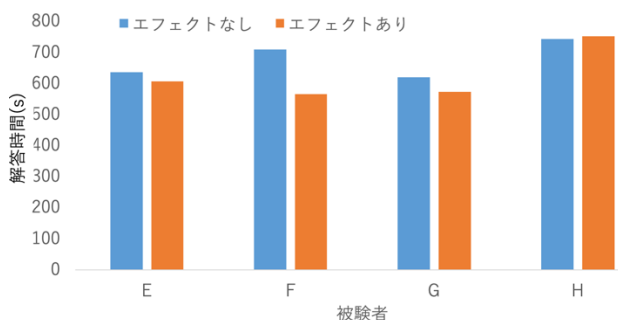


図 5 エフェクトなしと「グレースケール化とぼかし処理弱」の解答時間

Fig.5 Task Completion time between N/A and Applying Weak Gaussian filter.

図 4 に被験者ごとの計算タスクの解答時間を示す。4 人中 3 人において解答時間の減少が見られ、全体として平均 10.0%の解答時間の減少が確認できた。しかし、被験者からの聞き取り調査から「ぼかし処理が強すぎて何が映っているかわからない」という意見が多かった。

3.2 実験 2: 弱いぼかし処理を用いた予備実験

実験 1 のぼかし処理強条件ではぼかし処理が強すぎるという意見が多かったため、ぼかし処理が弱い周辺視野映像を用いた実験を行った。周辺視野映像の「エフェクトなし」と「グレースケール化とぼかし処理弱」の 2 条件間で、前述と同じ実験設定で実験を実施した。被験者は実験 1 とは異なる 4 人で行った。その結果、被験者の 4 人中 3 人で解答時間の減少が見られ、平均としては 7.9%の減少が確認できた (図 5)。

3.3 結果と考察

これらの結果から、周辺視野を模した視覚的ノイズを含む映像に対して、ぼかしやグレースケール化の処理を行うと、計算タスクの作業効率を下げないことが示唆された。また、被験者からの聞き取り調査では、グレースケール化やぼかし処理を行わなかった「エフェクトなし」の条件では、周辺視野映像は集中の邪魔になり、特に物体をカメラに見せつける場面が集中の邪魔になったという意見が得られた。また、エフェクトを施した周辺視野映像は、エフェクトを施さなかった場合に比べ、視覚的ノイズである場面は気にならなくなったという意見が多く得られ、本手法の有効性の確認を行えたと考えている。次に、エフェクトを施さなかった場合の解答時間がエフェクトを施した場合よりも短かった被験者からは、「エフェクトを施した周辺視野映像は、背景がぼかされて退屈だった」「エフェクトを施さない周辺視野映像中の人の動きによって計算問題に飽きずに集中できた」という感想が得られた。これは、人が集中する環境は人により異なることを示していると考えられるかもしれない。

4 おわりに

本稿では、作業に無関係な視野中の人や物をぼかし処理やグレースケール化によって、視覚的顕著性を下げ、作業者の集中を下げない手法を提案し、この有効性を確かめる本実験を行うための予備実験を行った。この結果、グレースケール化とぼかし処理のエフェクトを施すことで、エフェクトを施さない場合に比べ計算タスクの時間が短くなる傾向が確認された。また、ぼかし処理の強度により計算タスクの完了時間に差が現れるのかどうかについては、今後詳細な検討が必要である。さらに、聞き取り調査から人によって集中できる環境は異なることが示唆された。

今回は、集中力を測る指標として計算問題の解答時間を用いたが、他の指標として視線追跡による評価を採用することも考えられる。この視線追跡の評

価によって、被験者の視線が視覚的ノイズのどの部分に誘引されているかを明らかにすることで、局所的なエフェクトをかけることで、作業により不必要な情報だけをぼかす手法も実現できると考えている。また、今回の実験では、ぼかし処理とグレースケール化を同時に施した実験を行ったが、今後はぼかし処理とグレースケール化を別個に施すことで、各画像処理の効果を独立して評価したいとも考えている。さらに、聞き取り調査により人によって集中できる環境が異なることが示唆されたため、被験者が勉強や作業に集中するために、日頃どのような環境を求めているのかを事前に調査する必要があることがわかった。今後は、本実験に向けて、実験設定の洗い出しとパラメータ調整を行っていく。

参考文献

- [1] Banbury, S.P., Berry, D.C.: Office noise and employee concentration: Identifying causes of disruption and potential improvements, *Ergonomics*, Vol.48, No. 1, 25-37(2005)
- [2] Kim, J., Dear, R.: Workspace satisfaction: The privacy-communication trade-off in open-plan offices, *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 36, 18-26 (2013)
- [3] 辻村壮平, 上野佳奈子: 教室内音環境が学習効率に及ぼす影響, 日本建築学会環境系論文集, Vol. 75, No. 653, 561-568 (2010)
- [4] Itti, L., Koch, C.: A Model of Saliency-Based Visual Attention for Rapid Scene Analysis, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.20, NO. 11, 1254-1259 (1998)
- [5] 大林史明, 石井裕剛: 知的作業における集中度評価指標と集中度向上照明, *Panasonic Technical Journal*, Vol. 62, No. 1, 50-55(2016)

© 2019 by the Virtual Reality Society of Japan (VRSJ)