

認知パフォーマンス向上のためのARによる視界調整を用いた主観的な音源位置の操作手法

山本 京介^{1,a)} 双見 京介^{1,2,b)} 村尾 和哉^{1,c)}

概要：人は注意を特定の物事ではなく、ある物理的空間に割り当てるため、注意する方向の範囲が広がると集中精度が低下する。そのため、視覚と聴覚に別の情報を提示する場合には、どちらも同じ方向から提示すべきであり、どちらか一方の情報を無視させる必要がある場合は、それぞれ違う方向から提示すべきである。本研究では、ARを用いてこれらの状況を整えることで、高い認知パフォーマンスを得ることを目的とする。状況を整える手法として、腹話術効果に基づいた、ARによる音源定位能力の操作手法を提案する。

1. 研究背景と目的

人は集中している方向の範囲が広がると集中精度が低下するという認知科学の知見がある。例えば、車の運転をしている時は前方に対して注意を向けているが、このとき、後ろや隣から話し声や携帯電話の着信音が聞こえてくると、運転に対する注意が削がれてしまう。このことは運転シミュレータを用いた実験によって確認されている。この実験ではシミュレータで運転を行っている被験者に対し、スピーカから音声を流し、その音声をそのまま発話する「シャドウイング」と呼ばれるタスクを指示した。結果、スピーカをダッシュボードの上に置き、注意の方向を前方向に集中させたときより、側方に置き、注意の方向を分散させたときの方がシャドウイングの誤りが多くなり、運転する速度も低下し、交差点での判断も遅くなった。

以上のようなことが起こるのは、大脳皮質における情報処理が、外界世界の物理的空間に対応する座標系を用いており、人は注意というものを特定の物事に割り当てることができず、ある物理的空間に割り当ててからである [1]。

このことから、視覚と聴覚に別の情報を提示する場合には、どちらも同じ方向から提示すべきであり、どちらか一方の情報を無視させる必要がある場合は、それぞれ違う方向から提示すべきということがわかる。本研究ではそういった状況を整え、高い認知パフォーマンスを得ることを目的とする。

2. 提案手法

先述の認知科学の知見に基づいた状況を整えられると高い認知パフォーマンスを得られる可能性がある。しかし、現実では物理的制約により、その状況を作れない場面がある。そこで、本研究ではARを使って音源位置を適切な位置に動かすことで、音源を物理的に動かさずに、そういった状況を作り出す手法を提案する。音源の位置操作は腹話術効果に基づく。腹話術効果とは脳内での音源の位置は実際の音源の位置に関わらず、視覚情報で得ている音源の位置になっていくことである。例えば、講演会で壇上の講演者を見て話を聞いているとき、会場の側面や後方にあるスピーカから音声が流れていようと、聞いている側はそれを意識せず、前から聞こえてくると認知するが、これは腹話術効果によるものである [1]。この現象をARによって引き起こし、音源位置が最適な位置に来るようにする。

3. 想定する場面

3.1 視覚と聴覚に別の情報を提示する場合

ユーザは視覚情報を必要としたタスクを行っている。つまり、前方に注意を向けている。このとき、ユーザはHMDを使用できるとする。また、周囲に音源があるとする。ただし、音源はユーザによって制御することはできない。ユーザは先述のタスクの他、音源を利用したタスクも行う。以上の環境で、音源に関してユーザの集中を高めるような工夫を施す。

3.2 どちらか一方の情報を無視させる必要がある場合

ユーザは視覚情報を必要としたタスクを行っている。つ

¹ 立命館大学情報理工学部

² Digital Spirits Teck

a) kyosuke.yamamoto@iis.ise.ritsumeiji.ac.jp

b) futami@fc.ritsuemi.ac.jp

c) murao@cs.ritsumeiji.ac.jp

まり、前方に注意を向けている。このとき、ユーザはHMDを使用できるとする。また、周囲に音源があるとする。ただし、音源はユーザによって制御することはできない。音源からはユーザの集中力を削ぎ、タスクを阻害する音声流れている。以上の環境で、音源に関してユーザの集中を阻害しないような工夫を施す。

4. 評価実験

4.1 評価内容

本実験では以下のことを評価する。

まず、音源定位能力を操作できるかである。スピーカや人など、実在する音源の位置を変えずに、ARを用いてユーザの脳内で認識される音源の位置を変える、つまり、バーチャルのマスクにより実在音源を隠し、人が話している映像を出現させることで腹話術効果を引き起こし、その映像の方向に音源があるように感じさせることができるかどうかを確認する。

次に音源定位能力を操作することで認知パフォーマンスを向上、または低下させることができるかである。腹話術効果を引き起こすような環境を整え、音源定位能力を操作した状態でタスクを行った場合、認知パフォーマンスがどのように変化するかを確認する。

4.2 実験環境

ユーザを中心とし、スピーカは実験内容に合わせて前後いずれかに配置する。ユーザにはHMDを被ってもらう。今回使用するHMDはカラーパススルー機能を搭載したMeta Quest 3で、HMDを被った状態でも外の様子が見えるようになっている。

4.3 使用アプリ

アプリは以下の機能を搭載する。

まず、実在音源を隠す機能である。実験では図1のスピーカを前後いずれかに配置するが、それに対し図2のようにマスクを出現させ、ユーザから見えなくする。マスクは背景に馴染むものが好ましいため、今回は実験で使う部屋の壁の写真を用いている。なお、マスクは自由に出現させたり、消したりできる。

次に、音源位置となる映像を出現させる機能である。動画は人がこちらを向いて話しかけるものを使い、それを前後いずれかに出現させる。

5. 評価実験 1

図3のようにユーザが視覚タスクのために集中する方向と、音声タスクのために聞くべき音源の方向を一致させることで、認知パフォーマンスが向上するかどうかを評価する。なお、視覚タスクの方向は前方とする。

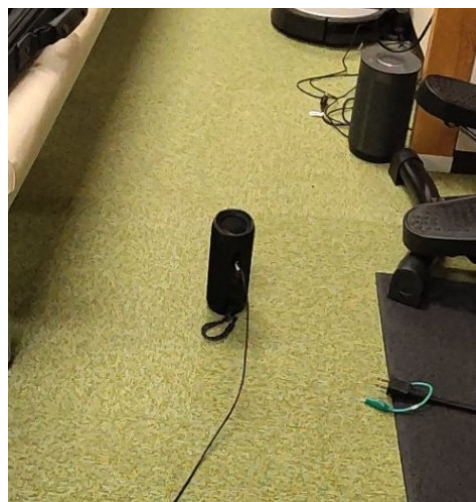


図1 スピーカ

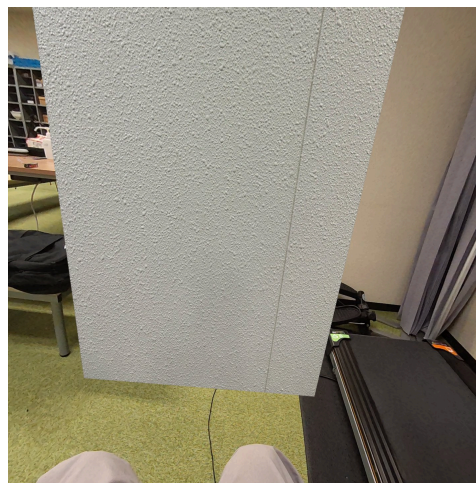


図2 マスク

前方



タスク用音声
(必要)



視覚タスク



ユーザ

図3 評価実験1の理想

5.1 状況

前方にユーザが集中する視覚タスク（運転やデスクワー



図 4 ストループ課題

クなど)があり、後方に音声タスクに必要な音源が存在する。

5.2 要求

音声タスクに必要な音源を、ユーザが集中している前方に移動させたい。なぜなら、同一方向に必要な音源があると認知パフォーマンスが向上する可能性があるからである。

5.3 手段

視覚タスク中に音源(人やスピーカなど)が後ろで発話している。その音源をマスクし、前方に出現させる。今回は人がこちらに向けて話している映像を前方に出現させる。

5.4 前提

ユーザは音声と映像を見聞きしながら、前方の視覚タスクをなるべく早く正確に行う。

5.5 タスク

5.5.1 視覚タスク

図4に示すようなストロープ課題を行う。このタスクでは矢印と上下左右方向を示す文字が同時に提示される。それに対して「文字で答えよ」、または「記号で答えよ」という指示文が提示されるため、その指示に合った方向をできるだけ早く正確に回答する。今回の実験では右コントローラのジョイスティックで回答してもらう。

視覚タスクにストロープ課題を採用した理由としては、単純に方向を答えるだけでなく、指示文を読んで判断する工程が必要であり、タスクを阻害する音や映像に注意が向くと認知パフォーマンスが落ちる内容だからである。

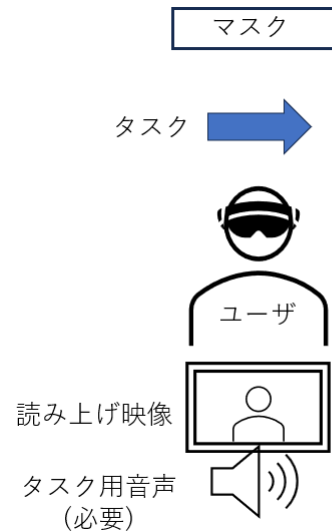


図 5 評価実験1の統制条件の環境



図 6 評価実験1の統制条件での見え方

5.5.2 音声タスク

スピーカから動物、植物、楽器の名前をランダムに読み上げる音声流す。その音声を聞いて、実験前に指示した種類の名前が読み上げられた回数をカウントしてもらう。今回の実験では左コントローラのボタンでカウントしてもらう。

5.6 条件

5.6.1 統制条件

統制条件の環境を図5に示す。音源であるスピーカは後方に配置する。流れてくる音声を読み上げている人の映像をスピーカの前に配置する。統制条件での前方の見え方は図6のようになる。

5.6.2 提案手法条件

提案手法条件の環境を図7に示す。音源であるスピーカは統制条件同様、後方に配置されているが、マスクを出現させ、ユーザから見えなくする。読み上げ映像は前方に配置し、ユーザが視覚タスクを行いながら見られるようにす

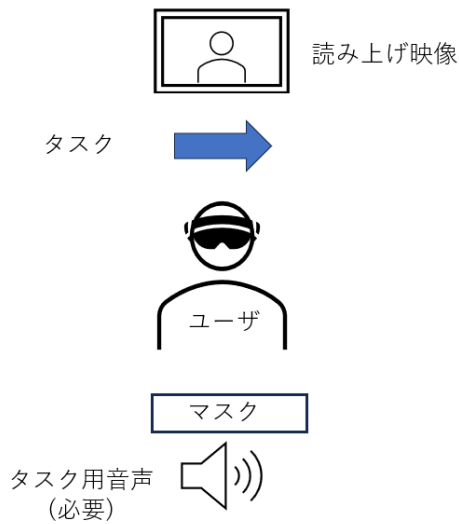


図 7 評価実験 1 の提案手法条件の環境



図 8 評価実験 1 の提案手法条件での見え方

る。提案手法条件での前方の見え方は図 8 のようになる。

5.7 実験手順

まず、1 分ほどの事前説明と HMD の装着を行い、練習タスクとして視覚タスクを 1 分ほど行ってもらおう。

練習後、いずれかの条件下でタスクを行ってもらおうが、タスクに入る前に、映像と音声だけ見聞きしてもらい、どの方向に音源があるように感じるかを確認してもらおう。

その後、本番タスクを 3 分から 5 分行い、本番後は NASA-TLX に基づいた主観アンケートを実施する。1 分から 3 分の休憩を挟んだ後、同様の手順でもう一方の条件下でタスクを行い、同様のアンケートを実施する。

5.8 評価指標

各条件下において、以下の指標を検定する。

- 視覚タスクの正答率
- 視覚タスクの回答速度
- 音声タスクの回答数



図 9 評価実験 2 の理想

- 主観アンケート (NASA-TLX)

6. 評価実験 2

図 9 のようにユーザが視覚タスクのために集中する方向と、視覚タスクを妨害する、無視すべき音声を別方向にすることで、認知パフォーマンスが向上するかどうかを評価する。なお、視覚タスクの方向は前方とする。

6.1 状況

前方にユーザが集中する視覚タスク（運転やデスクワークなど）があり、同じく前方に視覚タスクを妨害するが、消してはいけない音源がある。

6.2 要求

ユーザが集中する方向と同じ方向にタスクを妨害する音源があると、音源にも無意識的に注意が割かれてしまい、認知パフォーマンスが低下する可能性がある。そこで、タスクを妨害する音源の位置を、ユーザが集中する方向とは別の方向に動かしたい。

6.3 手段

視覚タスク中にタスクを妨害する音源（人やスピーカなど）が前方で発話している。その音源をマスクし、後方に出現させる。今回は人が話してる映像を後方に出現させる。

6.4 前提

ユーザは音声と映像を無視しつつ、なるべく早く正確に視覚タスクを行う。音声は無視しないと認知パフォーマンスが低下するとする。なお、音声と映像は、無視したくて

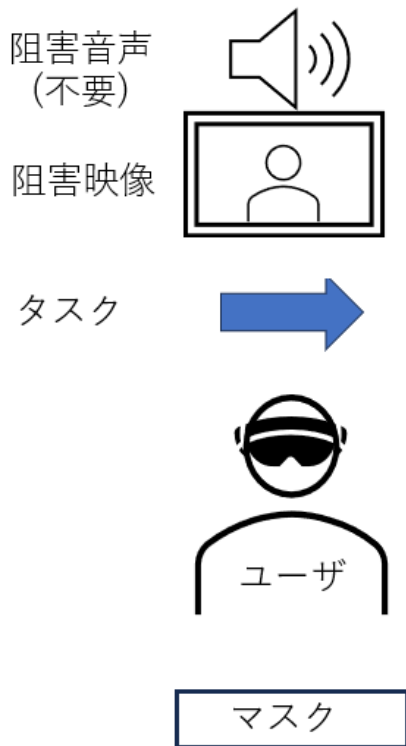


図 10 評価実験 2 の統制条件の環境

も無意識的に聞き入ってしまうような、人の注意を引くものとする（お笑いやニュースなど）。

6.5 タスク

評価実験 1 で行う視覚タスクのみを音源を無視しつつ行う。

6.6 条件

6.6.1 統制条件

統制条件の環境を図 10 に示す。音源であるスピーカは前方に配置する。音源から流す音声に対応した映像は前方に配置する。統制条件での前方の見え方は図 11 のようになる。

6.6.2 提案手法条件

提案手法条件の環境を図 12 に示す。音源であるスピーカは統制条件同様、前方に配置するが、マスクを出現させ、ユーザから見えなくする。音源から流す音声に対応した映像は後方に配置する。前方の見え方は図 6 と同じようになる。

6.7 実験手順

基本的な手順は評価実験 1 と同様である。ただし、本番タスクにおいて、音声タスクは行わない。

6.8 評価指標

各条件下において、以下の指標を検定する。



図 11 評価実験 2 の統制条件での見え方

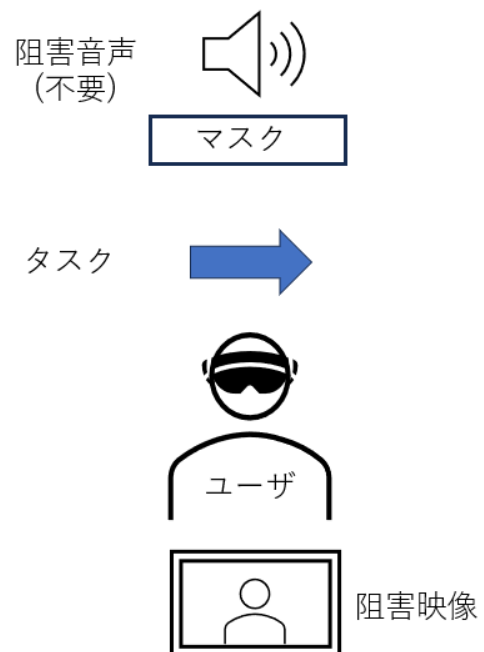


図 12 評価実験 2 の提案手法条件の環境

- 視覚タスクの正答率
- 視覚タスクの回答速度
- 主観アンケート（NASA-TLX）

7. 今後の課題

実験を行い、データを取得し、評価を行っていく。

また、実験に使用するアプリケーションを改善していく。例えば、現在、音源を隠すためマスクは実験に使う部屋の壁の画像を使用しているが、環境に合わせてマスクを変化させたり、画像解析などにより音源そのものを消したりする方法を模索する。

参考文献

- [1] Tom Stafford, Matt Webb, 夏目 大: Mind Hacks, オライリー・ジャパン.