

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 6 日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25730095

研究課題名(和文) 拡張現実環境における見落としの視野依存性

研究課題名(英文) The relationship between unawareness of visual information and its location in the visual field under the augmented reality environments

研究代表者

木原 健 (KIHARA, Ken)

鹿児島大学・理工学研究科・助教

研究者番号：30379044

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：重要な情報が、他の情報に重畳あるいは近接して突発的に出現すると、その情報を見落としやすいことが知られている。近年、現実場面に電子的な情報を付加呈示する拡張現実(Augmented Reality: AR)の実用化が急速に進んでいるが、AR環境はまさに見落としが生じる条件を満たしていると考えられる。そこで本研究課題では、重要情報が呈示される視野位置と背景情報の関係を検討し、見落としが生じにくい安全で快適なAR環境の実現に資することを目的とした。複数の実験の結果、背景刺激が特定方向のオプティカルフローを生じさせる場合、重要情報の呈示位置によっては見落としの回避可能性が高まることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：It is well known that a visual stimulus suddenly appearing close to or overlap with another stimulus could trigger unawareness of the stimulus. Recently, augmented reality (AR) technology, which allow us to add information on our visual field electronically, has been used to our daily life. The AR environments seem to meet conditions that the unawareness of visual information occurs due to the abrupt onset of another. The purpose of this research project is to contribute to realize safe and comfortable AR environments by clarifying the conditions where we can avoid the unawareness of visual information. The results of psychophysical experiments showed that specific directions of optical flow induced by background dots could decrease the possibility of occurrence of the unawareness if information could be presented at appropriate locations of visual field. These findings suggest that we can construct the AR environments with high visibility.

研究分野：実験心理学

キーワード：視覚的注意 見落とし 拡張現実 オプティカルフロー

1. 研究開始当初の背景

拡張現実(Augmented Reality : AR)とは、現実環境にコンピュータが作り出した情報を付加する技術である。近年の技術的進歩に伴い、車のフロントガラスにナビゲーション情報を映し出す装置など、AR が急速に普及している。

2. 研究の目的

AR 環境を含む現実生活面において、様々な情報を得るための取捨選択機能として注意が働いている。特に、時空間的に分布している多数の視覚情報の中から必要な情報を選択して処理する認知システムを視覚的注意と呼ぶ。しかし、人間は注意の制限により同時に多くのことに注意を向けることはできない。これまでの視覚的注意研究より、重要情報に近接あるいは重畳して別の情報が突発的に出現すると、重要情報に注意を向けることが困難になって見落としが生じることが知られている。特に背景が常態的に変化するARでは、この注意が関与する見落としが頻発する可能性が高い。そこで本研究では、特に情報が提示される視野位置に着目して、背景情報の変化と見落としの関係を検討し、安全で快適なAR環境の実現に資することを目的とした。

3. 研究の方法

注意が関わる情報の見落とし現象の一つに注意の瞬きがある。これは、高速逐次視覚提示(Rapid Serial Visual Presentation : RSVP)中に出現する第一標的(T1)と第二標的(T2)の提示間隔が300ms付近の時に、T2を見落とす現象である。先行研究より、RSVP周辺のランダムドットがRSVPの中心に向かって収束した時や外側に向かって拡散した時に注意の瞬きが減少する事が知られている。これは、周辺のランダムドットが、RSVPへの注意の過剰投資を防いだことが原因として考えられている。そこで、重要情報が視野の中心に呈示されるAR環境を想定して、広視野ランダムドットによるオプティカルフロー生起環境において、RSVP課題中の見落としが生起する頻度を検討した。

また、二つの視覚刺激が時間的空間的に近接して呈示される場合に、両者の間に知覚的な妨害作用が生じる事を視覚マスキングと呼ぶが、注意の処理制約によって生じる視覚マスキングの一種にオブジェクト置き換えマスキング(Object Substitution Masking : OSM)がある。OSMとは、短時間呈示されたターゲットの視認性が、同時に呈示された周辺マスクが残存することで低下する現象である。OSMは注意が標的からマスクに逸れることで生じる。したがって、もし背景情報が注意に影響するならば、OSMの生起頻度も変化すると考えられる。そこで、重要情報が視野の周辺位置に呈示されるAR環境を想定して、OSM課題における見落としの生

起頻度に対する背景刺激によるオプティカルフローの影響を検討した。

4. 研究成果

(1) RSVP課題を用いた検討

RSVP課題を用いて、視野中心に呈示される情報の見落としに対する背景情報の運動方向の影響を調べた。ドットの個数(実験1)、運動速度(実験2)、立体呈示(実験3)の影響を調べた。さらに、背景情報が現実環境の場合の影響を調べた(実験4)。実験1では、ドットの量を0個(統制)、50個、500個の3条件を設定した。実験2では、ドット速度を静止(統制)、6.2°/秒、31.0°/秒の3条件を設定した。また、実験1~2ではドットはランダム(実験1、2:A~C)、拡散-収束(実験1、2:A)、上昇-下降(実験1、2:B)、右-左(実験1、2:C)のいずれかに運動した。実験3では、ドットの量を0個(統制)か500個(速度6.2°/秒)とし、ドットを交差性視差、非交差性視差共に最大約130の範囲の奥行きに呈示した。ドット運動方向は静止(実験3:A、B)、ランダム(実験3:A、B)、上昇-下降(実験3:A)、右-左(実験3:B)のいずれかであった。実験1~3では視野全体に背景を呈示できる半球スクリーンを用いた。実験4では、シースルーヘッドマウントディスプレイを装着した被験者を車椅子に乗せて移動する事で現実環境を周辺刺激とし、静止もしくは前進運動させた。

獲得されたデータに対する分散分析の結果、実験1~4でT1-T2呈示間隔要因の主効果が認められ、注意の瞬きが確認された。注意の瞬き量(T1-T2呈示間隔700msのT2正答率と300msのT2正答率の差分)について統制条件と各背景条件の差分を算出した。実験1~2では背景条件の主効果及び交互作用は認められなかったため、注意の瞬き量に対する背景刺激の影響は示唆されなかった(図1、2)。一方、実験3において、ドットがランダムもしくは左右に運動した時に注意の瞬き量の有意な減少が示唆された(図3)。しかし、ドットがランダムもしくは上下に運動した時には注意の瞬き量の有意な減少は見られなかった。さらに実験4の前進条件において、多くの注意の瞬き実験で観察される見落とし回避(T1とT2の呈示間隔が100ms付近の時にT2の正答率が高くなる現象)が観察されなかった(図4)。

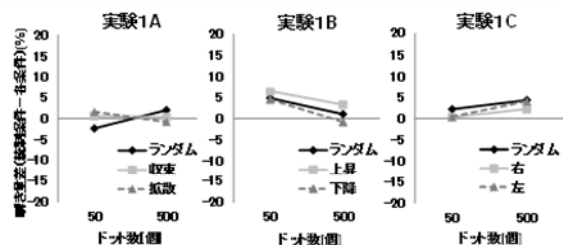


図1. 実験1の結果

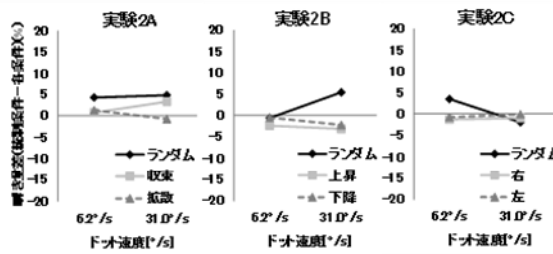


図 2. 実験 2 の結果

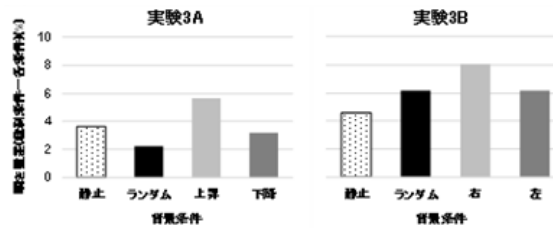


図 3. 実験 3 の結果

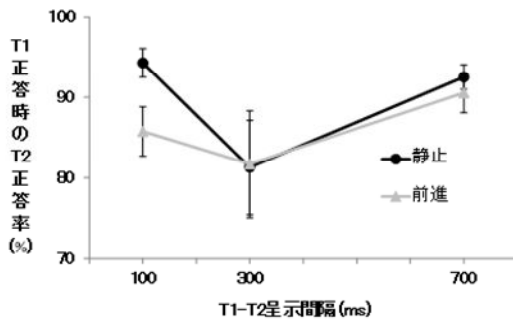


図 4. 実験 4 の結果

実験 1~2 の結果から、先行研究と類似のドット運動条件を含んだにもかかわらず、注意の瞬きは減少しなかった。これは、広視野に呈示されたドットが中央の RSVP と分離した背景として認識されて注意をひかなかった結果、RSVP への注意の過剰投資が防がれなかったためと考えられる。一方、実験 3 で注意の瞬き量が減少したのは、立体呈示による情報量の増加が注意を誘引したためと考えられる。特に日常的な左右運動はより注意を惹きやすいことが、注意の誘因に影響した可能性がある。また、ドットが上下に運動した時に、ランダム条件で注意の瞬き量が減少しなかった。このことから、実験内に左右の運動方向が含まれると、実験を通じて被験者の注意が惹かれやすくなる可能性が考えられる。なお、実験 4 の前進条件において見落とし回避が観察されなかったのは、現実環境の背景が動く事で被験者の眼球運動が誘発され、T1 と T2 がそれぞれ別々の刺激として処理されたことが原因として考えられる。

(2) OSM 課題を用いた検討

一般的な OSM 課題を用いて実験をおこなった。標的(上下左右いずれかにギャップを有

する円環)とマスク(標的を囲む4点)が同時に消失する同時オフセットと、標的の消失後にマスクが残存する遅延オフセットの2条件を設定した。一般的に遅延オフセット条件ではマスクに注意が逸れるため、標的の視認性が低下して OSM が生じる。

課題に無関係な背景刺激として運動ランダムドットを呈示した。実験 1 では、ドット個数を操作した条件[3条件:なし、50、500]とドット運動方向を操作した条件[実験 1A:ランダム・拡大・収束、実験 1B:ランダム・上・下・下・上、実験 1C:ランダム・右・左・左・右]を組み合わせた3つの実験を行った。ドットの運動速度は 6.2 deg/s だった。実験 2 では、ドットの速度を操作した条件[3条件:静止、6.2 deg/s、31.0 deg/s]とドット運動方向を操作した条件を組み合わせた3つの実験を行った。実験 1、2 共に、実際の AR 環境に近づけるため、広視野に背景刺激を呈示できる半球スクリーンを使用した。

獲得データに対する分散分析の結果、実験 1A-C でそれぞれオフセット要因の主効果が認められ、OSM の生起が確認された (all $p < .05$)。実験 1A~C の OSM 量(同時オフセットの正答率と遅延オフセットの正答率の差分)を図 5 に示す。多重比較 (Tukey's HSD; $p < .05$) の結果、ドットなし条件と比較して、ドット数 500 で運動条件が拡大もしくは縮小(実験 1A)の場合に OSM 量の低下が有意に認められた。この結果から、背景情報の運動ドット数が増加すると、運動方向によっては、残存マスクに注意が逸れにくくなり、標的の視認性も確保されやすくなることが示唆された。また、実験 2A と C でもオフセット要因の主効果が認められ、OSM の生起が確認された (all $p < .05$)。実験 2A~C の OSM 量を図 6 に示す。実験 2A と C の多重比較 (Tukey's HSD; $p < .05$) の結果、ドット静止と比較して、ドットの速度が 31.0 deg/s で運動条件が拡大(実験 2A)の場合に OSM 量の上昇が有意に認められた。この結果から、背景情報の運動ドットの速度が上がると、運動方向によっては、残存マスクに注意が逸れ

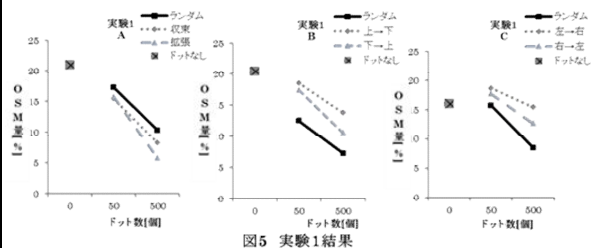


図 5 実験 1 結果

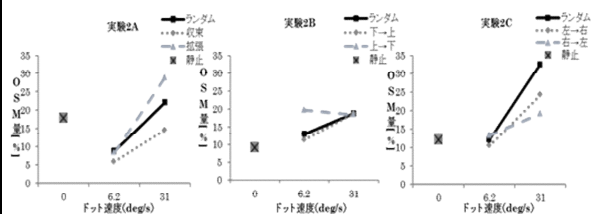


図 6 実験 2 結果

やすくなり、標的の視認性も損なうことが示唆された。

(3) 結論

以上の実験結果から、重要情報が視野中心に呈示される AR では、情報の視認性を高めるためには、背景情報の奥行きを感じやすく、かつ左右に運動することが重要であることが示唆された。特に、比較的短い時間間隔で付加情報が呈示される場合は、AR の使用者が静止している状態が好ましいことが示唆された。また、重要情報が視野周辺に呈示される場合、背景刺激が豊富で強い前進運動のオプティカルフローを生じさせる AR では、背景刺激は重要情報の視認性を向上させる可能性があることが示唆された。

これらの理由として、自然なオプティカルフローに伴う覚醒水準の向上によって、視覚的注意の機能も一時的に高まった可能性が考えられる。したがって、重要情報の見落としが少なく、安全で快適な AR 環境を構築するためには、現実の背景情報が豊富に存在することで自然なオプティカルフローが生じ、それによって覚醒水準が高まることが重要であるといえる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

Ur Rehman, A., Kihara, K., Matsumoto, A., & Ohtsuka, S. (2015). Attentive tracking of moving objects in real 3D space. *Vision Research*, 109, 1-10. DOI: 10.1016/j.visres.2015.02.004. 査読有

Kihara, K., Fujisaki, H., Ohtsuka, S., Miyao, M., Shimamura, J., Arai, H., & Taniguchi, Y. (2014). Aging and availability of binocular disparity and pictorial depth cues in 3D-graphics contents. *Journal of the Society for Information Display*, 22, 329-336. DOI: 10.1002/jsid.254. 査読有

〔学会発表〕(計 7 件)

高川慎哉・木原健・大塚作一、広視野 3D 運動ドットが注意に瞬きに与える影響、基礎心理学会第 33 回大会、首都大学東京(東京都・八王子市) 2014 年 12 月 6 日。

Kihara, K., & Takeda, Y. Lower gamma-band phase synchronization involves in top-down attention in the attentional blink, The 17th World Congress of Psychophysiology (IOP2014), 広島国際会議場(広島県・広島市), 2014 年 9 月 24 日。

孫海・木原健・大塚作一、周辺視野呈示情報への注意処理に与える背景情報の影響、平成 26 年度電気・情報関係学会九州支部連合大会(第 67 回連合大会)、鹿児島大学(鹿

児島県・鹿児島市) 2014 年 9 月 19 日。

木原健・島村潤・谷口行信・大塚作一、拡張現実を模した立体視環境における注意の瞬きの消失、日本心理学会第 78 回大会、同志社大学(京都府・京都市) 2014 年 9 月 10 日。

Ur Rehman, A., Matsumoto, A., Kihara, K., & Ohtsuka, S. Attentive tracking of switching-in-depth moving objects in 3D space, The 10th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV 2014), 香川国際会議場(香川県・高松市), 2014 年 7 月 20 日。

Takagawa, S., Kihara, K., & Ohtsuka, S. Effect of optical flow in the entire visual field on attentional blink, The 10th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV 2014), 香川国際会議場(香川県・高松市), 2014 年 7 月 20 日。

Miyaji, K., Kihara, K., Shimamura, J., Taniguchi, Y., & Ohtsuka, S. The effect of depth information on visual attention under monocular and stereopsis viewing: An object substitution masking study, The 10th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV 2014), 香川国際会議場(香川県・高松市), 2014 年 7 月 19 日。

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

視覚情報工学研究室

<http://vis.ibe.kagoshima-u.ac.jp/vhilab/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木原 健 (KIHARA, Ken)

鹿児島大学・大学院理工学研究科・助教
研究者番号: 30379044