

オプティックフローによる自己運動方向弁別における呈示視野の影響

1255099 岡田 凌 【知覚認知脳情報研究室】

Effects of Visual Field on Discrimination of Heading from Optic Flow

1255099 Ryo OKADA 【Perceptual and Cognitive Brain Information Processing Lab.】

1 はじめに

視覚の処理における呈示視野の影響を検討した先行研究では、上視野に呈示するよりも下視野に呈示したほうが注意課題における成績が優れていることが多数報告されている(たとえば [1]). 前進または後退運動によって生じるオプティックフローの拡大中心や縮小中心の呈示視野による違いを検討した先行研究においても、拡大/縮小中心がシフトした場合の検出感度が下視野のほうが高いことが報告されている [2]. しかし、左右の自己運動方向弁別が上下の呈示視野によって異なるかについては明らかではなく、注意課題などで上下視野の差が顕著に見られる偏心度の大きい位置においての効果は先行研究では検討されていない。また、fMRI による研究では、視覚における大域的な処理の上下視野非対称性が両眼視差に選択性のある領域において特に見られていることから [3]、両眼視差のある刺激において上下視野の特性の違いが大きく現れる可能性がある。そこで本研究では、両眼視差のあるオプティックフロー刺激を用いて、左右の自己運動方向弁別における上下の呈示視野の影響について垂直方向の偏心度を操作してその影響について検討した。

本研究では上下の呈示視野の違いについて検討する2つの実験を行った。実験1では上下視野全体にオプティックフロー刺激を呈示し、拡大/縮小中心の呈示位置の上下視野条件と垂直偏心度条件による影響について検討した。実験2では、オプティックフローを上または下視野のみに呈示し、実験1と同様に拡大/縮小中心の呈示位置の上下視野条件と垂直偏心度条件による影響について検討した。

2 実験内容

2.1 参加者及び装置

正常な視力(矯正を含む)を有する成人男女が実験1には10名(平均年齢22.3, SD = 1.79, 男性9名, 女性1名), 実験2には12名参加した(平均年齢21.5, SD = 2.92, 男性11名, 女性1名)。実験1と実験2は異なる参加者であった。刺激の呈示にはヘッドマウントディスプレイ(HMD)のVIVE Pro Eye (HTC社)を使用した。

2.2 刺激及び実験条件

実験で呈示するオプティックフローは3次元空間のランダムな位置に球体を配置して、仮想的なカメラを動かし表現した。注視点として仮想的なカメラから前方10mの位置に縦1deg, 横1degの十字を呈示した。注視点の前後を白い球体が通過することで左右の自己運動方向を判断しないようにするため、注視点周りの縦横2mの領域には白い球を呈示しないように設定した。

実験1では拡大/縮小中心を上視野または下視野に呈示する条件を設定し(拡大/縮小中心の上下視野条件)、拡大/縮小中心の呈示位置の偏心度を5, 10, 20degの3水準設定した(垂直偏心度条件)。実験2では実験1の条件に加えてオプティックフロー(OF)を上/下視野のみに呈示する条件を設定した(OFの上下視野条件)。

これらの条件で左右の自己運動方向弁別閾を恒常法により検討するため、拡大/縮小中心の呈示位置を垂直中心線から左右にずらした。実験1では0.125, 0.25, 0.5, 1, 2degずらし、実験2では10名の参加者は1.27, 1.69, 2.25, 3, 4deg, 2名の参加者は0.95, 1.27, 1.69, 2.25, 3degずらした条件を設定した。

2.3 実験手続き

実験参加者はHMDを装着し、いすに座り、あご台の上にあごをのせて頭を固定した状態で左右の自己運動方向の判断課題を行った。オプティックフロー刺激は0.5s呈示され、参加者は知覚された左右の自己運動方向を右または左の2肢強制選択法で回答した、その後1sのブランクを呈示した。これを1試行とし、1条件につき10試行を行った。刺激の呈示順番は擬似ランダムであった。

2.4 データの分析

各参加者の左右の自己運動方向の正答率に対し、左右の偏位が0degの時に正答率50%を通る、正答率50%~100%のシグモイド関数でフィッティングを行い、正答率が75%の時の値をその参加者の左右の自己運動方向弁別閾とした。

実験1では拡大/縮小中心の上下視野条件と垂直偏心度の2要因分散分析を、実験2ではOFの上下視野条件、拡大/縮小中心の上下視野条件、垂直偏心度条件の3要因分散分析を行った。

3 実験結果

3.1 実験 1

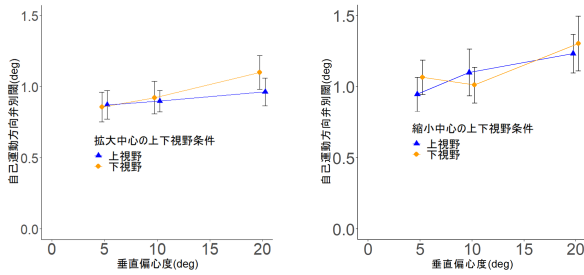


図1 拡大中心の弁別閾

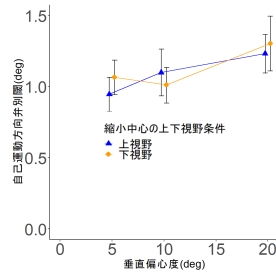


図2 縮小中心の弁別閾

拡大フロー条件における各条件の左右の自己運動方向弁別閾の平均値を図1に示す. 分析の結果, 各条件の主効果及び交互作用は有意ではなかった ($p > .05$).

縮小フロー条件における各条件の左右の自己運動方向弁別閾の平均値を図2に示す. 分析の結果, 垂直偏心度の主効果が有意であった ($F(2, 18) = 6.40, p = 0.0079, \eta^2 = 0.057$). 多重比較の結果, 垂直偏心度 20 deg 条件は 5 deg 及び 10 deg より左右の自己運動方向弁別閾が有意に大きかった ($p < .05$).

3.2 実験 2

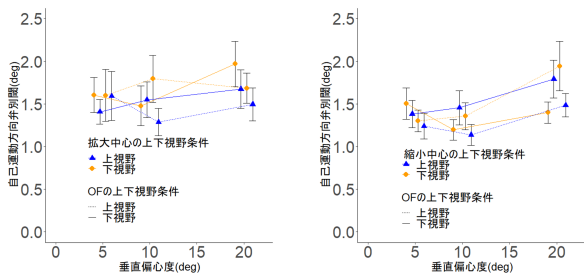


図3 拡大中心の弁別閾

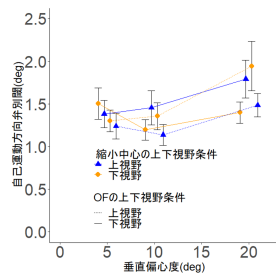


図4 縮小中心の弁別閾

拡大フロー条件における各条件の左右の自己運動方向弁別閾の平均値を図3に示す. シグモイド関数にフィッティングができなかったことによる欠損値のない参加者7名のデータでの分析の結果, 拡大/縮小中心の上下視野条件と垂直偏心度条件の交互作用が有意であった ($F(2, 12) = 7.22, p = 0.0089, \eta^2 = 0.028$). 単純主効果検定の結果, OF の下視野条件において垂直偏心度の主効果が有意であった ($p < .05$). ただし多重比較の結果による各偏心度条件間の有意差は認められなかった ($p > .05$).

縮小フロー条件における各条件の左右の自己運動方向弁別閾の平均値を図4に示す. シグモイド関数にフィッティングができなかったことによる欠損値のない参加者10名のデータでの分析の結果, 垂直偏心度条件の主効果が有意であった ($F(2, 18) = 7.25, p = 0.0049, \eta^2 = 0.078$). 多重比較の結果, 垂直偏心度 20 deg 条件は 5 deg 及び 10 deg より左右の自己運動方向弁別閾が有意に大きかった ($p < .05$).

また OF の上下視野条件と拡大/縮小中心の上下視野条件の交互作用が有意であった ($p < .05$). 単純主効果検定の結果, 拡大/縮小中心の上視野条件において OF の上視野条件が下視野より左右の自己運動方向弁別閾が有意に小さかった ($p < .05$).

4 考察

実験1では拡大/縮小中心が上視野にある場合に, 下視野のフローの処理が運動方向の判断に影響を及ぼし, 明確な上下視野差が生じなかった可能性がある. しかし実験2でオプティックフローの呈示視野を上/下視野に限定した場合においても下視野の優位性が見られなかったため, この可能性も低いと考えられる.

拡大, 縮小フローの違いも明確な差は見られなかったが, 垂直偏心度 20 deg の条件が他の偏心度の条件よりも弁別閾が有意に大きかったのは実験1, 2のどちらにおいても縮小フローの条件においてのみであった. また, 実験2の縮小フロー条件においてのみ, オプティックフローの呈示視野と縮小中心の呈示視野の一致/不一致の有意な差が見られた. これらの結果から, 縮小フローの条件のほうが偏心度や縮小中心の位置に依存した差が見られ, 拡大フローにおいては偏心度や拡大中心の位置に依存しない, より大域的な処理が機能している可能性がある. ただし本研究の結果においてはその差は明確ではないため, 今後の検討が必要である.

5 まとめ

本研究では多くの視覚的処理において報告されている上下の視野の特性の違いについて, オプティックフローによる左右の運動方向の弁別閾を指標として垂直偏心度ごとに検討を行った. 実験の結果, 左右の運動方向の弁別閾においては偏心度にかかわらず下視野が優位となるような特性は見られなかった.

参考文献

- [1] He, S., Cavanagh, P. and Intriligator, J. (1996). Attentional resolution and the locus of visual awareness. *Nature* 383(6598) 334-7 doi:10.1038/383334a0
- [2] Cheng, X. et al. (2019). Perceived shift of the centres of contracting and expanding optic flow fields: Different biases in the lower-right and upper-right visual quadrants. *PLoS ONE*14(3). doi:10.1371/journal.pone.0211912
- [3] Nasr, S. and Tootell, R. (2020). Asymmetries in Global Perception Are Represented in Near-versus Far-Preferring Culsters in Human Visual Cortex. *The Journal of Neuroscience*. 40(2). 355-368