

運動視差からの奥行知覚の感度と 頭部もしくは刺激の運動速度

渡辺 広明 ・ 一川 誠

山口大学大学院 理工学研究科 感性デザイン工学専攻
〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2557

1. はじめに

Rogers and Graham¹⁾は、実験によって運動視差が奥行を知覚するための有効な手がかりであることを明らかにした。それ以来、運動視差からの奥行知覚が様々な運動要因（頭部運動の有無、刺激網膜像全体の移動速度など）によってどのように影響を受けているのかについていくつかの研究がなされてきた。例えば、Rogers and Graham は、対象運動によって生じる運動視差よりも観察者運動によって生じる運動視差のほうがより大きな奥行量知覚を生じることを報告したり²⁾。また、Ono and Ujike は、頭部移動速度が約 10 cm/s よりも遅い場合、頭部移動速度の増加に伴い運動視差量における奥行知覚閾値が低下することを報告している³⁾。

本研究では、頭部運動の有無と頭部移動もしくは対象移動によって生じる刺激網膜像全体の移動速度が、運動視差や両眼視差からの奥行知覚感度に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 一般的方法

2.1 実験装置

15" ディスプレイ (iiyama S501J) 上に、パーソナルコンピュータ (K6-2 300MHz with FireGL 1000Pro) を用い刺激を提示した。頭部とディスプレイを移動させるために 2 台のロ

2000年夏期大会ポスター発表 (7月27日)

ボットモジュール (NSK XY-HRS055-M201) を用いた。1 台のロボットモジュールの可動台にはディスプレイを、もう 1 台の可動台には顎台を取り付けた。ディスプレイと顎台の距離 (刺激の観察距離) は約 115 cm であった。

2.2 提示刺激

ディスプレイ上に提示される刺激として、4 本の水平方向の正弦波グレーティングを用いた (図 1)。1・3 番目が同方向に動き、2・4 番目がその逆方向に、それぞれ等速で往復運動した。各グレーティングは視角にして約 1.5×7.5 deg で、それぞれのグレーティング間に視角にして約 12~15 min の間隔が設けられた。ディスプレイ中央 (2 番目と 3 番目のグレーティングの間) に 3×5 mm の赤い楕円を注視点として提示した。1・3 番目と 2・4 番目のグレーティング間の相対運動速

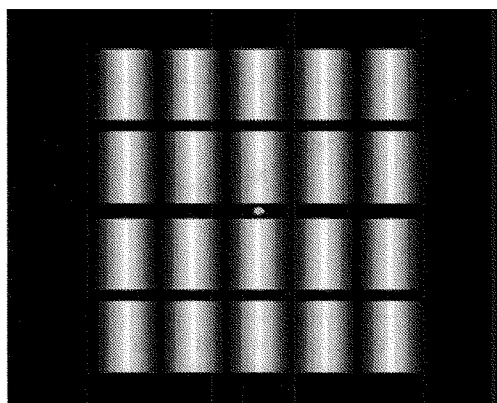


図1 ディスプレイ上に提示された刺激。

度は、被験者の手元のコンピュータマウスを動かすことによって調節された。

3. 実験1

頭部運動の有無、また刺激網膜像全体の移動速度が運動視差からの奥行知覚にどのように影響するか調べるために、頭部移動条件、対象移動（ディスプレイ運動）条件を設け、それぞれの条件について、運動視差量における奥行知覚閾値を測定した。

3.1 手続き

頭部および対象の移動速度条件として0.5, 2, 4, 8, 16, 32 cm/s の6条件を用いた。頭部移動条件では顎台が、対象移動条件ではディスプレイが6.5 cmの領域をディスプレイ内のグレーティングと同周期で等速度往復運動した。

観察者調整法により奥行知覚閾値を測定した。被験者はディスプレイを単眼で観察した。被験者の課題は、明らかに奥行が成立するところから観察をはじめ、マウスを用いる調整によって、奥行が見えなくなるころまでグレーティング間の相対運動の大きさを減少させることであった。頭部移動・対象移動

条件それぞれについて、6（移動速度条件）×2（奥行方向条件：1・3番目と2・4番目のグレーティングのどちらが手前に見えるかの2通り）を20回提示した（計480試行）。各条件での刺激の提示順序は、ランダムであった。参加した被験者は男性2名で、この種の実験に慣れていた。

3.2 結果と考察

それぞれの移動速度条件についての閾値を図2に示す。刺激の相対的移動速度の変化に伴い運動視差量における奥行知覚閾値が変化し、8 cm/s で閾値は最小となった。この結果は、Ono and Ujike の報告とほぼ一致し、頭部移動速度が約10 cm/s のとき奥行知覚感度が最大となることを示している。また、頭部移動条件、対象移動条件はともにほぼ同じ奥行知覚閾値を示した。このことは頭部運動の有無が、奥行知覚感度に大きく影響しないことを示唆している。

4. 実験2

実験1では、運動視差が主な情報源であるとき、頭部運動速度によって奥行知覚感度が大きく変化することが示された。実験2では、運動視差手がかりだけでなく両眼視差手がかりを提示することで、観察者頭部の移動速度によって、奥行手がかりの利用の仕方がどのように変化するかを調べた。

4.1 手続き

手がかり条件として、運動視差のみ、両眼視差のみ、両方の手がかり提示の3条件を用意した。すべての測定が頭部移動する状況の下で行われた。頭部移動速度条件として0.5, 4, 8, 16 cm/s の4条件を用いた。

両眼視差を生じさせるために、時分割式ステレオメガネ (Stereographics Crystaleyes2) を用いた。すべての刺激は両眼で観察された。運動視差のみを提示した条件では、実験1と同様の方法で運動視差量が調節された。両眼視差のみを提示した条件では、マウスによって両眼視差量が調節された。2つの手がかり

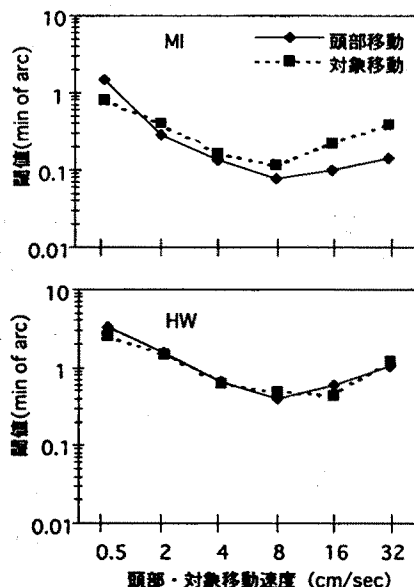


図2 頭部運動の有無と運動視差からの奥行知覚閾値。

を提示した条件では、運動視差量と両眼視差量の両方が調節された。3種類の手がかり条件に対し4（移動速度条件）×2（奥行方向条件）を16回提示した（計384試行）。各条件での刺激の提示順序は、ランダムであった。被験者は実験1と同じ2名が参加した。

4.2 結果と考察

運動視差のみを提示した場合、運動視差量における奥行知覚閾値は、実験1の結果と類似していた（図3）。両眼視差のみを提示した場合、両眼視差量における奥行知覚閾値は、移動速度に依存せずほぼ一定の値となった。両方の手がかりを提示した場合の運動視差量および両眼視差量における奥行知覚閾値は、両眼視差のみの条件と類似していた。この結果は、運動視差からの奥行知覚感度が低い場合、より感度の高い両眼視差によって奥行知覚感度が決定されたことを示唆している。

5. 実験3

運動視差と両眼視差を同時に観察した場合、頭部運動の有無が奥行と提示刺激の見易

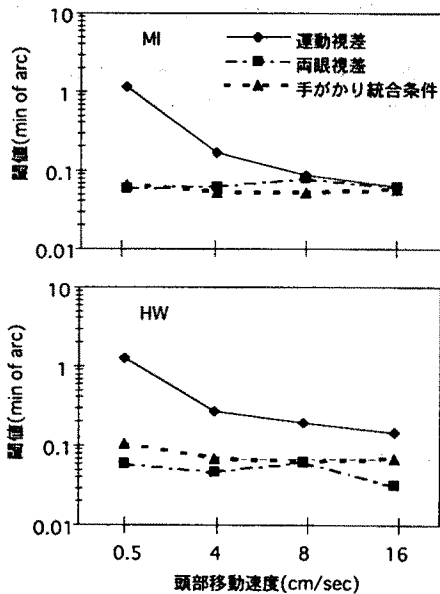


図3 頭部移動速度と運動視差、両眼視差からの奥行知覚閾値。

さや疲労感にどのような影響を与えるのか調べた。

5.1 手続き

観察条件として、頭部移動条件と対象移動条件を用いた。両眼視差と運動視差を同時に提示した。刺激条件として、2つの手がかりの示す奥行方向が一致している（手がかり一致）条件、一致していない（手がかり不一致）条件を用いた。刺激の相対的移動速度は、8 cm/s であった。

被験者の課題は、刺激の見かけの奥行量が0.5 cm もしくは2 cm に見えるように視差量を調節することと、各条件の観察後の見易さや疲労感について主観的5段階評価に答えることであった。また、客観的な疲労の指標として瞬目頻度を測定した。各条件について観察開始1分後から6分後までの瞬目回数を測定した。2（頭部運動の有無）×2（両眼視差と運動視差の一致・不一致）の計4回刺激を提示し、刺激の順序はカウンターバランスした。被験者は男性6名、女性2名の計8名であった。

5.2 結果と考察

図4に条件ごとの瞬きの平均頻度と主観的5段階評価の結果を示す。瞬きの平均頻度と主観的5段階評価は、条件間に大きな差がなかった。頭部の運動の有無は、奥行の見易さや疲労感に特に影響しなかったといえよう。

6. 全体的考察

6.1 頭部運動の有無

運動視差からの奥行量知覚において、Rogers and Graham¹⁾は頭部運動の有無による影響があると報告しているが、本研究の実験1では頭部運動の有無による影響はなかった。この結果から、頭部運動による運動視差と対象運動による運動視差は、同じように網膜像情報を利用して奥行知覚感度を決定しているといえよう。閾上の大きさの運動視差からの奥行知覚については、見かけの奥行量と見かけの運動量との間にトレードオフ関係が

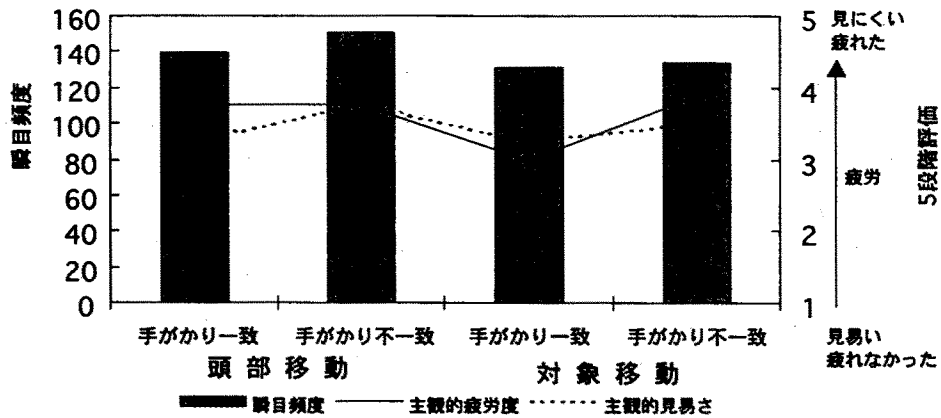


図4 奥行刺激観察時における頭部運動の有無と見易さ（疲労感）。

あることが知られている⁴⁾。運動視差にはこのトレードオフにおいて、見かけの奥行量を大きく、運動量を小さくする効果があるのかもしれない。

6.2 刺激網膜像の全体的移動速度

実験2において手がかりを統合した場合の奥行知覚感度は、刺激網膜像の全体的移動速度に依存せず、両眼視差手がかりによって決定された。この結果から、複数の手がかり（eg. 運動視差、両眼視差）が存在する場合、より有効な手がかりが奥行知覚感度を決定しているといえる。

本研究は立石科学技術振興財団助成金 #981001 による援助を受けた。

文 献

- 1) B. Rogers and M. Graham: Motion parallax as independent cue for depth perception. *Perception*, 8, 125-134, 1979.
- 2) H. Ono and H. Ujike: Equal depth contours as a function of head velocity. *ECVP*, 1993.
- 3) T. Fukui and T. Morioka: The blink method as an assessment of fatigue. *Ergonomics*, 14, 1, 23-30, 1971.
- 4) H. Ono and M. J. Steinbach: Monocular stereopsis with and without head movement. *Perception and Psychophysics*, 48, 179-87, 1990.