運動視差による奥行き知覚における頭部運動と眼球運動の影響

○白岩 史¹・林 武文²

(¹関西大学大学院総合情報学研究科・²関西大学総合情報学部)

キーワード: 眼球運動 奥行き知覚 網膜外情報

Effects of Head Movement and Eye Movement on Human Depth Perception from Motion Parallax

Aya SHIRAIWA¹, Takefumi HAYASHI²

(¹Graduate School of Informatics, Kansai Univ., ² Faculty of Informatics, Kansai Univ.)

Key words: eye movement, depth perception, extra-retinal information

目 的

運動視差からの奥行き知覚には、滑動性追跡眼球運動からの網膜外運動信号と刺激の網膜像運動信号が利用されており、頭部運動自体の信号は直接的な関係が無いことが報告されている (Mitsudo & Ono, 2007). しかしながら、頭部運動 (前庭動眼反射) による眼球運動と指標を追跡するような随意的な眼球運動を比較した場合には、奥行き知覚の容易さに大きな差が生じる。特に、運動方向の反転による刺激の奥行き順位の反転現象を随意的な眼球運動のみで生じさせることは相当な困難を伴う。本研究において、その緩徐相が、滑動性追跡眼球運動と同種のメカニズムを持つとされている視運動性眼振を用いて、上記の先行研究を検証する。

方 法

[実験 1] 網膜上に投影された刺激のパタンの網膜像を確認するために、正弦関数状の面が知覚されるランダムドット運動刺激を観察している際の水平方向の眼球運動を計測した。

[実験 2] 刺激の網膜像運動信号と眼球運動からの網膜外運動信号の関係を調べるために、刺激観察中に知覚された面の奥行き順位を調べ、さらに、刺激の知覚された面の奥行き量 (最大振幅) を評価した。

(被験者) 実験 1 には著者の 1 名である男性 1 名が、実験 2 には著者の 1 人を含んだ男女各 2 名が参加した。被験者は裸眼・矯正視力が 0.8 以上であり、著者を除いて、実験の目的を知らない。

(装置) 解像度 1600×1200 の 20 インチ CRT を用いて刺激を提示した。被験者とディスプレイ間の距離は 73 cm, 刺激の表示領域は 9.3×9.3 cm (視角 7.3×7.3 deg) である。

(刺激) 刺激として、純粋な視差成分 (1 周期の正弦関数, 振幅 2.0 deg/s) を持つパターンに、定常速度成分を加えたランダムドット運動刺激を用いた (図 1)。空間周波数は 0.14 cycle/deg, ドット密度は 5.65 ドット/deg² (総ドット数 300) であった。定常速度成分は、実験 1 では 0.0, ±5.0, ±10.0, ±15.0, ±20.0, ±25.0, ±30.0 deg/s であり、実験 2 では 0.0, ±2.0, ±5.0, ±10.0 deg/s であった。なお、ドットは、正值の場合、左から右へ、負値の場合、右から左へ運動した。

図 1. 実験に用いた刺激の速度分布

(手続き) 実験 1 において、眼球運動を強膜反射法を用いて、25 秒間測定した。このとき、注視点は無く、被験者は自由に刺激を観察することが出来た。実験 2 において、刺激の上半

分、もしくは下半分のどちらが手前に知覚されるかと、知覚された面の最大振幅を評定した。最大振幅を測定する際、被験者は知覚した面の振幅を指の間隔で示し、その長さを測定した。試行回数は 10 試行であり、1 試行中に 7 種類の刺激をランダムに提示した。被験者は単眼で刺激を観察した。

結果及び考察

実験 1 の結果、定常速度成分が ±5.0, ±10.0, ±15.0 deg/s のときに、眼球はそれぞれの速度で運動していることが確認された。これは網膜上に純粋な視差成分のみが投影されていることを示す。定常速度成分が ±25.0, 30.0 deg/s の場合、眼球の運動速度はそれぞれの速度に達しておらず、完全に刺激を追跡出来ていないことが確認された。また、定常速度成分が 0.0 deg/s の場合、一定の動きをしなかった。

実験 2 では、実験 1 の結果を踏まえて、刺激を追跡出来る定常速度成分が選択された。図 2 に、奥行き順位評定結果の被験者全員の平均値を示す。図中の“上”は上半分を、“下”は下半分を手前に知覚し、“曖昧”は奥行き順位が曖昧であるか、奥行きをほとんど知覚出来ないことを意味する。この結果、定常速度成分が ±5.0, ±10.0 deg/s の場合、正值のときは下を、負値のときは上を手前に知覚する傾向にあった。定常速度成分が 0.0, ±2.0 deg/s の場合、知覚された奥行き順位には個人差があった。

図 2. 奥行きを手前に評定した割合

刺激の知覚された面の奥行き量の評定の結果、定常速度成分が ±5.0, ±10.0 deg/s の場合、ほぼ同等量の奥行きを知覚した。0.0, ±2.0 deg/s の場合、2 名が他の定常速度成分の場合と同等量の奥行きを知覚した。残りの 2 名は、ほとんど奥行きを知覚出来ないか、刺激全体が回転するように知覚されるか、奥行き順位が曖昧であるかのいずれかであった。±2.0 deg/s の場合、定常速度成分と純粋な視差成分の振幅が同じであるので、視運動性眼振が混乱しているためであると考えられる。

以上より、定常速度成分が ±5.0, ±10.0 deg/s の場合、網膜像としては 0.0 deg/s の場合と同じであるにも関わらず、奥行きは明確に知覚され、反転現象も観察された。このことから、網膜外情報の必要性が示唆され、Mitsudo & Ono (2007) の報告を支持する結果となる。

引用文献

[1] Mitsudo, H. & Ono, H. (2007). *Perception*, 36, 125-134.