

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 27 日現在

機関番号：26402

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24730625

研究課題名(和文) 両眼立体視における観察距離によるスケーリング処理過程の検討

研究課題名(英文) Scaling process of binocular depth perception with distance information

研究代表者

繁榎 博昭 (Shigemasu, Hiroaki)

高知工科大学・工学部・准教授

研究者番号：90447855

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：対象までの距離が変わると対象の奥行きを示す両眼視差や輻輳角が変化する。本研究では、視覚系がこうした距離の変化の情報を利用してどのように奥行きをスケーリングしているかを検討した。実験の結果、観察者が移動したときの両眼視差の動的な変化の情報自体は、奥行きの正しいスケーリングに影響を及ぼさないこと、輻輳角による対象の奥行き定位は刺激の物理的位置に依存すること、輻輳角による奥行きのスケーリングの特性は、対象内、対象間の奥行きで異なる可能性があることを示した。

研究成果の概要(英文)：Binocular disparity of objects and vergence angle change depending on the viewing distance. In this study, how we scale the depth using the change of the distance information was investigated. The results showed that (1) the dynamic change information of disparity with self-motion does not have a significant effect on accurate scaling, (2) the perceived depth position from vergence angle depends on the physical position, and (3) the process of scaling from vergence angle might be different between the depth within an object and depth between objects.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：両眼立体視 輻輳角 奥行きスケーリング 両眼視差 観察距離 絶対距離

1. 研究開始当初の背景

両眼視差から 2 点間の奥行きを算出するには、両眼間の距離および対象までの絶対距離（観察距離）の情報が必要である（Mayhew and Longuet-Higgins, 1982; Howard and Rogers, 1995）。同じ奥行きでも観察距離の違いによって両眼視差の大きさは変化するため、両眼視差は観察距離による変換（スケールリング）を経て、はじめて正しい奥行きの情報となる。したがって、視覚系が両眼視差を実際とは異なる距離の値で奥行きに変換した場合には、知覚される奥行きも実際とは異なる値となる。両眼立体視におけるこうした観察距離知覚の効果はこれまで多くの心理物理実験によって実証されてきた（e.g. Wallach and Zuckerman, 1963; Ritter, 1977; Glennerster, Rogers and Bradshaw, 1996; Bradshaw, Parton and Glennerster, 2000）。また、両眼視差は距離の二乗に反比例して変化するのに対して（視差の逆 2 乗法則, inverse square law of disparity, Ono and Comerford, 1977）、対象が張る視角は距離に反比例して変化する。そのため、視角と両眼視差はそれぞれ観察距離による変化の仕方が異なり、実際の観察距離とは異なる値に知覚された場合には、対象の大きさ（縦幅、横幅）と奥行きの比も変化し、対象の 3 次元形状が歪んで知覚されることになる（Foley, 1980; Johnston, 1991; Shigemasa and Sato, 2012）。

このように、観察距離情報は両眼立体視による 2 点間の相対的奥行き差や対象の奥行き構造の知覚にとって重要な情報である。特に、観察者あるいは対象が移動する場合は、視覚系はこの観察距離情報を絶えずモニターし、両眼視差の変化に対応して奥行きを復元する必要がある。観察距離が変わることに伴う両眼視差の変化が奥行きの知覚に強い影響を及ぼすことは、ランダムドットステレオグラムを融像しながら観察者が前後に移動するとき知覚される現象によって実際に体験することができる（Wallach and Zuckerman, 1963; Bishop, 1994）。画面に提示されたステレオグラムは、距離の二乗に反比例して変化する実世界の両眼視差とは異なり、観察者が画面までの距離を変えると両眼視差は距離に反比例して変化するため、たとえば矩形の領域が手前に飛び出しているランダムドットステレオグラムを見ながら遠ざかると、その矩形の領域の面と背景の面との間の相対的奥行きが増加していくように知覚される。こうした相対的な奥行きの変化は必ずしも距離変化そのものが知覚されなくても生じ、輻輳角のみを変化させ観察距離の変化が知覚されない条件でも奥行きが変化して知覚されることが報告されている（Regan, Erkelens and Collewijn, 1986）。ただし、知覚される奥行きの値は正確ではなく、対象が奥行き方向に移動したときには、

たとえ対象までの距離の変化が明示的であっても奥行き構造が正しく知覚されず、恒常性が崩れるという報告がある（Scarfe and Hibbard, 2006）。

2. 研究の目的

先行研究では、対象が移動することによる観察距離の変化を検討しており、観察者の移動による変化が奥行きの知覚にどのように影響を及ぼすかを検討した研究はこれまで行われてこなかった。そこで本研究では、観察者の移動時の両眼視差を操作し、その変化によって物体内の奥行きが変わらず一定に知覚される条件を明らかにすることで、観察者が移動した場合の両眼視差による奥行きの恒常性の特性について検討を行った。また、輻輳角を変化させた場合の対象の奥行き位置の定位、および対象内の奥行き構造、対象間の相対的奥行き差の知覚の変化を調べ、輻輳角の変化によるスケールリングの特性についても検討した。

3. 研究の方法

3.1 観察者の移動に伴う奥行き恒常性の検討

観察者の位置情報を取得するために磁気式三次元位置計測装置（POLHEMUS 社, FASTRAK）を使用した。刺激は円筒状のランダムドットステレオグラムであった。被験者は対象までの観察距離が 90 cm の位置から 60 cm の位置まで移動する近距離条件（図 1）と、270 cm から 180 cm まで移動する遠距離条件（図 2）で円筒状の刺激の奥行き判断課題を行った。そのさい、移動前と移動後にのみ静止した刺激を提示する 2 フレーム条件と、移動中も刺激を提示する連続提示条件を設定した。物体内の奥行きが変わらず一定に知覚される条件を恒常法により検討した。

3.2 輻輳角の操作による奥行き定位の変化の検討

壁紙効果のような見えを生じる繰り返しのあるパターン刺激を用い、この刺激を物理的位置と異なる輻輳角で融像した場合に知覚される奥行き位置を検討した。

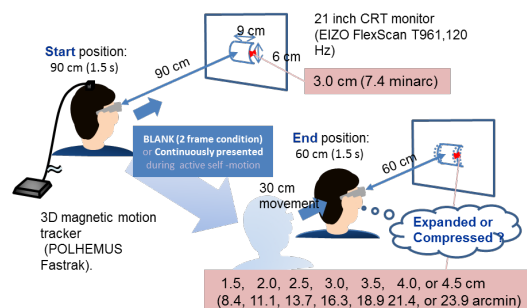


図 1 近距離条件の模式図

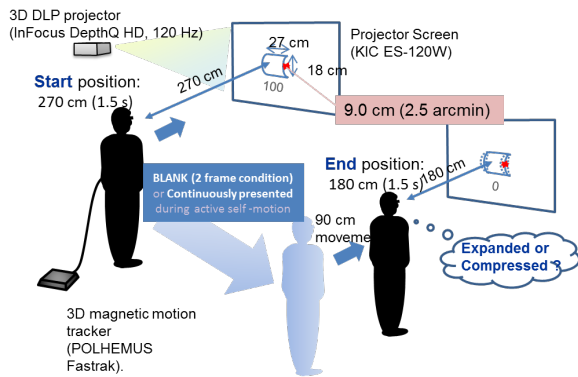


図 2 遠距離条件の模式図

知覚された奥行き位置を示す指標としてディスプレイ上に提示したステレオグラムを用い、被験者は繰り返しパタンを物理位置とは異なる輻輳角で融像した状態で、ステレオグラムを同じ奥行き位置に見えるように調整し、繰り返しパタン刺激の奥行き定位を検討した。

### 3. 3 輻輳角の操作が対象内、および対象間の奥行き検出感度に及ぼす影響の検討

物理距離を一定 (57.3 cm) にし、輻輳角のみを変化させたときの奥行き知覚の特性を検討した。輻輳角は 28.6 cm, 57.3 cm, 114.6 cm のときに得られる角度であった。被験者は対象内および対象間それぞれの奥行きを検出する課題を行い、この検出の精度が輻輳角の変化によってどのような違いが生じ、その違いが対象内、対象間の条件で異なるかを検討した。

## 4. 研究成果

### 4. 1 観察者の移動に伴う奥行き恒常性の検討

観察者が対象に向かって移動する本実験のような観察距離の変化においても、対象が観察者に向かってくる先行研究と同様に観察距離の長短にかかわらず対象内の奥行きが過大視され、奥行き恒常性は保たれなかった (図 3)。また、観察距離が短い条件の方がその程度は大きく、移動に伴う視差の変化の度合いに依存した。

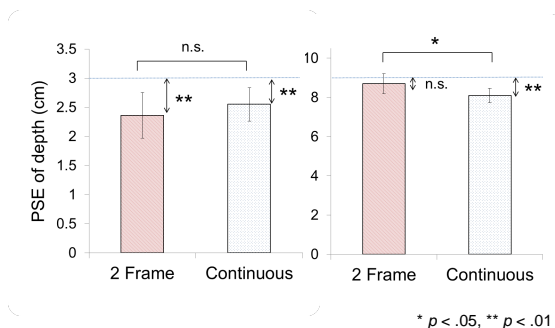


図 3 観察者移動時の奥行き恒常性

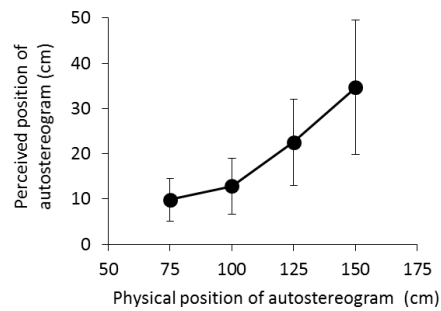


図 4 輻輳角による奥行き定位

さらに、観察距離の長短にかかわらず、移動によって生じるリアルタイムな視差の変化の情報自体は正確な奥行き知覚に寄与しないことが示された。

### 4. 2 裸眼立体刺激を用いた輻輳角の操作による奥行き定位の検討

実験の結果、繰り返しパタンの奥行き位置の知覚は輻輳角から理論的に予測される値よりも刺激の物理的位置に近くなり、物理的距離に依存して知覚される奥行き位置が変化することが示された。

### 4. 3 輻輳角の操作が対象内、および対象間の奥行き検出感度に及ぼす影響の検討

実験の結果、対象内、対象間のどちらの条件においても絶対距離が長い条件において奥行き検出の感度が上昇する傾向が見られた。対象間の奥行きの方が輻輳角の変化による感度の変化が大きく、特に対象間の奥行きの処理において、観察距離の情報に応じて両眼視差の検出の感度を動的に変化させている可能性を示した。

以上の実験結果より、観察者が移動することによる両眼視差の動的な変化は奥行きの正しいスケールに影響を及ぼさないこと、輻輳角による対象の奥行き定位は刺激の物理的位置に依存すること、輻輳角の観察距離情報による奥行きのスケールの特性は、対象内、対象間の奥行きで異なる可能性があることを示した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Shigemasu, H. and Sato, T. Effects of the amount of monocular shape information on stereo scaling problem. Japanese Psychological Research, 査読有, Vol. 54, No. 1, 2012, pp. 27-37.

〔学会発表〕(計 7 件)

Yan, P. and Shigemasu, H. Stereocurvature aftereffects are retinal-position dependent and not scale dependent. Vision Sciences Society 14th Annual Meeting (VSS), Florida, USA, May 2014.

Yan, P. and Shigemasu, H. Retinal position dependency on stereocurvature aftereffects. 日本バーチャルリアリティ学会第22回VR心理学研究委員会, VR学研報, Vol. 19 No. VRpsy01, 39-43, 那覇IT創造館, 2014年2月

大久保克哉, Yan, Pengfei, 繁樹博昭, 観察者移動時における奥行き恒常性, 日本視覚学会 2014年冬季大会, 工学院大学, 2014年1月

傍土和輝, 繁樹博昭, 裸眼立体刺激における奥行き定位の検討, 日本視覚学会 2014年冬季大会, 工学院大学, 2014年1月

Shigemasu, H., Okubo, K. and Yan, P. Shape constancy from binocular disparity with self-motion in depth. Perception, Vol. 42 ECVF Abstract Supplement, page 117. European Conference on Visual Perception (ECVP), Bremen, Germany, August 2013.

Hoji, K. and Shigemasu, H. Perceived depth position of transparent autostereogram. Proceedings of 3DSA2013, S2-3, 1-3., Osaka, Japan, June 2013

Shigemasu, H. Effects of Binocular Disparity on the Perception of Depth Structure. The 10th Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction (APCHI2012), Matsue, Japan, August 2012.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

繁樹 博昭 (Shigemasu Hiroaki)

高知工科大学・情報学群・准教授

研究者番号: 90447855