

バーチャルリアリティー環境における微小奥行提示システム開発

研究代表者 工学部 一川 誠

研究の目的

バーチャルリアリティー環境における3Dのシミュレーション技術の確立のための研究の一環として、微小奥行強調のための情報提示技術を構築することを目的とした。様々な奥行情報源を用いてバーチャルな3D対象（仮想現実空間内に存在する立体的対象）を提示し、その奥行に対する感度を上げるために有効な刺激条件と観察条件を検討するいくつかの心理物理実験を行った。また、実験結果に基づき、市販のパソコンでも駆動可能な汎用の微小奥行強調システムの開発を行った。

研究成果

バーチャルリアリティーシステムにおいて一般的に使われる情報源である画像運動、両眼視差、輪郭の3つを奥行知覚閾値傍で組み合わせて提示する実験を行った(Figure 1)。実験においては、それぞれの手がかりが示すバーチャルな奥行の方向（凹凸）、対象の3D形状が相互に一致する条件、不一致である条件を設けた。また、画像運動の情報源に関しては、画像運動が観察者頭部運動と同期する条件と観察者頭部は固定され画像のみが運動する条件が設けられた。実験の結果、画像運動と両眼視差の示す奥行方向と形状情報がともに一致し、しかも、画像運動が観察者頭部運動と同期したときのみ、奥行知覚感度が上昇する（微小奥行が強調される）ことが見いだされた(Figure 2)。

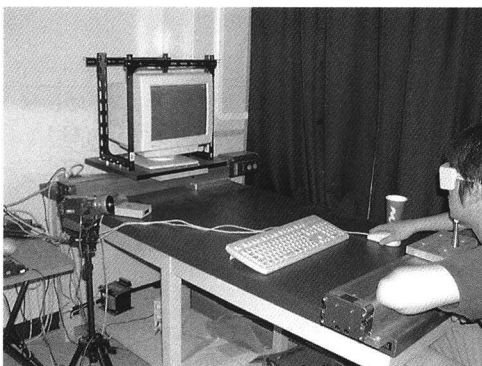


Figure 1. 実験装置

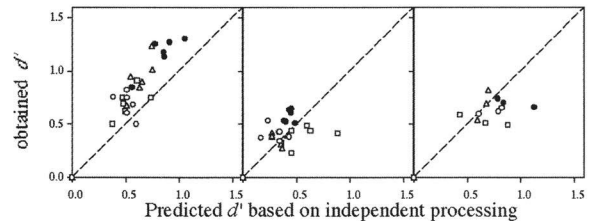


Figure 2. 予測された d' （横軸）と実際のデータから計算された d' （縦軸）との関係。見易さの指標である d' について、左から順に、両眼視差と頭部運動と同期した画像情報を提示した条件、両眼視差と輪郭を提示した条件、頭部を静止して両眼視差と画像運動条件の刺激を観察した条件の結果を示す。予測値よりも実測値の方が大きくなる傾向は、左端の条件においてのみ見いだされた。

上述の実験では、画像運動が観察者頭部運動と同期させることが微小奥行の強調にとって重要であることを示した。では、どの程度の頭部運動速度が適切であるのか？この点を明らかにするために、画像運動と両眼視差を同時に提示する刺激において、頭部運動速度と奥行知覚感度との関係を検討する実験を行った。その結果、8 cm/sec以上の頭部運動速度で奥行知覚の感度が最高になることを見いだした。

バーチャルな対象を観察する場合、疲労や見易さを決定する要因を検討するために、バーチャルな空間の中に画像運動と両眼視差を用いて様々な奥行刺激を提示し、その観察における疲労度を調べる実験を行った。疲労度の指標として、被験者による5段階の主観評価評定、刺激観察時の瞬目回数の測定値を用いた。画像運動と両眼視差の情報が一致している条件、不一致である条件、それぞれの情報源を単独で示す条件を設けた。実験の結果、主観的評定値、瞬目回数（5分間の累積頻度）ともに刺激条件による有意な差異は認められなかった。ただし、見易さの評定は、画像運動と両眼視差の情報が一致したときに最高となった。このことは、3Dシミュレーションにおける見易さを維持するためには画像内の情報間の一致が重要であることを示唆している。

さらに、両眼視差によって提示されるバーチ

ャル空間の中における注視位置と刺激の提示位置との組み合わせによって微小な奥行についての情報の処理のされ易さにどのような違いがあるのか検討する実験を行った。刺激条件として、バーチャル空間内において注視点よりも遠くに対象を提示する条件と、注視点よりも近くに対象を提示する条件を設けた。また、注視点と刺激との遠近関係に関するコントロール条件として、注視点と刺激の網膜像上（2次元平面上）での位置関係と、3次元的なバーチャル空間内における位置関係が一致する条件、不一致の条件を設けた。実験では、各条件の刺激に対して、微小な奥行が見えるまでの時間を検討した。実験の結果、注視位置よりも観察者寄りにバーチャルな対象を提示した方が微小な奥行を持つ刺激が見易くなること、注視点と刺激の位置関係に関してはバーチャルな空間の中における位置関係が刺激の見易さを決定すること、ただし、網膜像上での位置関係とバーチャル空間内における位置関係が一致したときに最も微小奥行を持つ刺激が見易くなることを見いだされた。

産業技術への貢献

実験結果に基づいて、市販のパソコンでも駆動可能な汎用の微小奥行強調システムの開発を行った (Figure 3)。

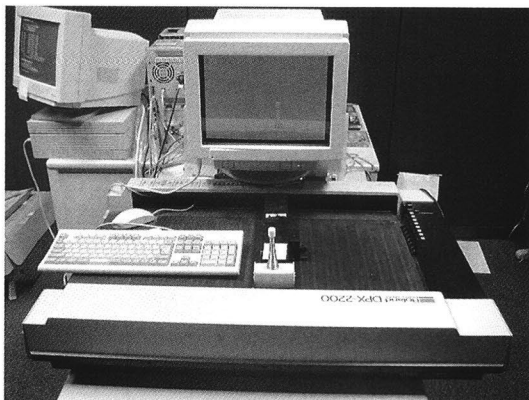


Figure 3. 微小奥行強調システム。アームの上 (図中中央よりやや下) に頭部運動ガイドを用いた。パソコン内の画像運動と頭部運動と同期してアームが動かされた。

このシステムにおいては、市販のパソコンのシリアル通信を用いて観察者頭部運動をコントロールするためのガイドを8cm/secの速度で移動させ、その動きと画像運動とを同期させる。この装置を

使った観察においては、使わない場合よりも奥行知覚感度が上昇し、微小な奥行感が強調されることを確認した。また、シリアル通信による外部機器コントロールを使わず、画像内に頭部運動ガイドを提示するソフトも作成した。今後、装置の市販の可能性を探る予定である。

研究発表

- 1) Ichikawa, M. & Saida, S. (2000). Integration of binocular disparity, motion parallax and monocular configuration cues at near depth threshold level. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 41, 736.
- 2) 一川誠, 斎田真也, 長篤志, 宗近孝吉. (2000). 運動視差、両眼視差、輪郭の手がかりからの奥行情報の統合過程. 日本視覚学会夏季大会. *Vision*, 12, 169.
- 3) 渡辺広明, 一川誠. (2001). 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. *Vision*. 13, 33-36.

グループメンバー

氏名	所属	職 (学年)
一川 誠	工・感性デザイン工学	助教授
新井 奈菜	理工・感性デザイン工学	M1
菰口 博文	理工・感性デザイン工学	M1
政倉 祐子	理工・感性デザイン工学	M1
渡部 広明	理工・感性デザイン工学	M1

連絡先

電話 0836-85-9724
 FAX 0836-85-9701
 e-mail ichikawa@kde.yamaguchi-u.ac.jp