

機械技術研究所 水 荒井裕彦, 館 暉

1. はじめに

ロボットの遠隔操作において、作業能率を向上させるためには、作業環境の状況を的確に操作者に伝達することが必要である。高い臨場感をもって操作者に視覚情報を与えるため、我々は操作者の頭部運動を長時間計測し、それに連動して制御されたTVカメラから得られた画像を操作者に常時提示する方式を提案している。¹⁾ これは操作者が見たい方向を向くとカメラも同一方向を向いて、カメラの位置に人がいた時見える情景に相当する画像が操作者に提示されるというシステムである。

本報告では頭部運動とそれに対応した提示画像の動きとの間に、連動方向の違い、連動倍率の変化、時間遅れ等を与えた時の頭部運動の制御特性への影響を調べ、それを通じて頭部運動が臨場感に与える効果について考察する。

2. 実験

頭部運動の計測と画像の提示は Fig.1の装置を用いて行う。被験者の頭部に画像提示部(単眼モノクロC

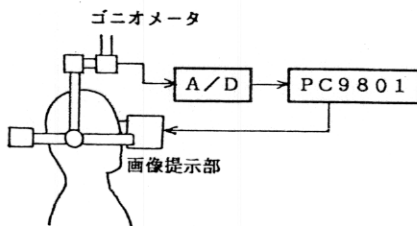


Fig.1 実験装置の構成

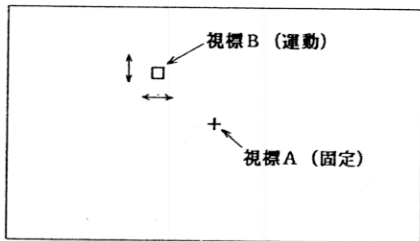


Fig.2 提示される画像

RT lin) を固定し、それに取りつけた多自由度ゴニオメータの出力をA/Dコンバータを通してコンピュータに入力する。コンピュータにおいては頭部のピッチ及びヨーの角度を計算し、それに応じて Fig.2のグラフィックスを提示する。被験者は視標A, Bをなるべくすばやく一致させるように頭部を動かす。頭部運動計測及び画像更新の周期は約17ms、128個のデータについてステップ応答(視標間の視角約9度)の2乗制御面積をもって制御成績を評価する。

頭部運動と提示画像の関係としては、頭部の角度変化と逆向きに同じ角度だけ視標Bの視角を変化させるのが基本である。この場合視標Bは頭を動かしても1点に静止しているように見え、その方向に頭を向ければ2つの視標を一致させることができる。

3. 結果及び考察

3.1 提示方向の影響

視標Bが最初に出現する方向と制御成績との関係を Fig.3 に示す。どの方向に対してもほぼ同じ制御成績を示すことがわかる。このような制御特性の等方向性は、頭部を振った時の視野の連続感と関連があると思われる。以下では、ランダム方向に50回提示を行ない、その制御成績の平均をとる。

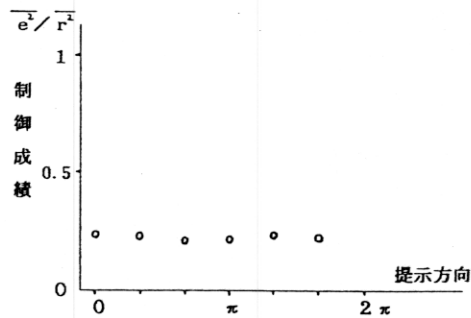


Fig.3 提示方向の影響

3.2 連動方向の影響

頭部を水平方向に対して θ の角度で振った時、視標Bが $\pi + \theta + \alpha$ (α :一定)の方向に動くように提示を行う。 $\alpha = 0 \sim \pi$ の間で変化させた時の制御成績をプロットしたものがFig.4である。いずれの被験者も連動関係が最も自然になる $\alpha = 0$ において最高の制御成績を示し、角度が大きくなるにつれ制御成績は低下する。 $\alpha = \pi$ において再び制御成績がやや向上するのは、視標Bの反対側に向かって頭部を動かすというstrategyが明確になるためと思われる。

3.3 連動倍率の影響

頭部運動と画像の動きの連動倍率を変化させる。すなわち視標Bの視角の変化を頭部の角度変化より大きく(小さく)する。これはカメラまたは提示部のズーム比を変化させ、望遠(広角)の状態での提示を行うことに相当する。肉眼と同じ倍率の場合²⁾を1として連動倍率0.5~2.5における制御成績をプロットしたものがFig.5である。視標のステップ巾は同一であるから、頭部の角度変化巾は連動倍率に反比例する。倍率による制御成績の変化は比較的小さい。これは連動倍率が大きくなるにつれ頭部の動きが小さくなる効果と、運動の制御が微妙になり安定させにくくなる効果とが相殺するためと思われる。

3.4 時間遅れの影響

頭部運動と画像提示の間に時間遅れを置き、 τ 秒前の頭部運動計測結果に基づいて画像を提示する。 $\tau = 0 \sim 0.68$ (s)に対する制御成績をFig.6に示す。 $\tau = 0$ と比較して時間遅れがある場合は若干の制御成績の低下が見られるが、 τ が増加しても制御成績はそれほど大きくは変化しない。この場合、人間が視覚のフィードバックによらず、予測によって頭部運動を制御しているからであろう。

4. まとめ

視覚情報が頭部運動制御に与える影響について調べ、特に提示画像と頭部運動の連動方向が制御成績に重大な影響を及ぼすことが明らかになった。連動倍率と時間遅れについては、実験を行なった範囲内でのこの方法による制御成績への影響は小さいように思われるが、

さらに他の方法により臨場感に対する影響の定量化を試みる必要があるだろう。

(参考文献)

- 1) 館ほか: テレイグジスタンスの研究 第1報, 第21回SICE学術講演会前刷, (1982), 167
- 2) 館ほか: テレイグジスタンスの研究 第3報, 第2回日本ロボット学会学術講演会前刷, (1984), 17

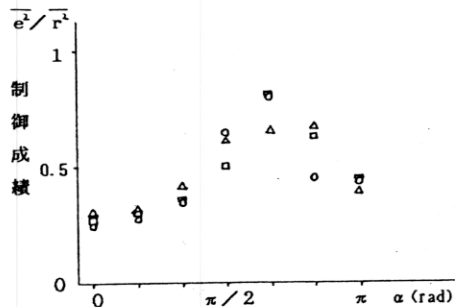


Fig. 4 連動方向の影響

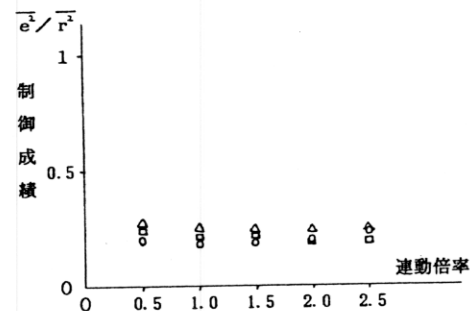


Fig. 5 連動倍率の影響

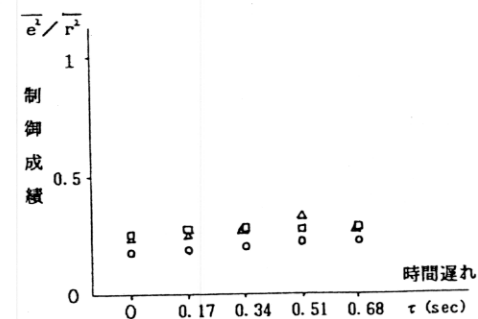


Fig. 6 時間遅れの影響