

<はじめに>

遠隔地に置かれたロボットをもちいて、操作者自身があたかもそのロボットの中に入りこんでいるかのような臨場感をもって作業する技術を遠隔臨場制御技術(Tele-Existence)と称し、筆者らはそのようなシステムを実現するための基礎的研究を行ってきた。

テレグジスタンスシステムの重要な構成要素の一つとして、操作者が見たい方向を向くとロボットも同一方向を向いて、そこに人がいた時見える情景に対応する像が操作者に提示されるというサブシステムが要求される。これまでの研究では、まず、人と同一のディメンジョンを有するTVカメラを操作者の頭の動きにもとづいて実時間制御し、人の網膜上に実際の環境を直視しているのと全く同一の二つの二次元像を常時提示して、実在感を生じさせる方式を提案し、試作装置により有効性を確認した(第一報)。また、試作装置による実在感を、人の裸眼による空間知覚と装置を通した空間知覚とを比較することにより評価した(第二報)。

以上の研究では画像がモノクロであり、また、頭の動きも水平方向の左右回転に限られていた。第三報ならびに本報告では、画像をカラー化し、計測する頭の動きを6自由度に拡張することを試みる。本報告では主に、6自由度の頭の動きを計測するためのゴニオメータ、及び頭の拘束感を軽減するためのマスタースレーブ方式提示装置の試作について述べる。またゴニオメータによって実際に頭の動きを計測し、提示装置及びカメラ部の駆動部分に要求される制御特性を評価する。

<多自由度化による問題点>

計測する頭の動きの自由度を増すことにより生ずる問題点の一つとして、提示部の重量による拘束感がある。すでに1自由度による前回の実験においても、提示部の慣性による拘束感は問題になっていた。前回の実験装置は、ゴニオメータと提示装置が一体化になったものを首の力で水平回転させる構造だった。提示装置の重量(約4kg)は回転軸によって支えられていたのだが、提示装置を回したり止めたりする際にはかなりの力が必要であり、頭部バンドの拘束感のため自然な臨場感が損なわれる恐

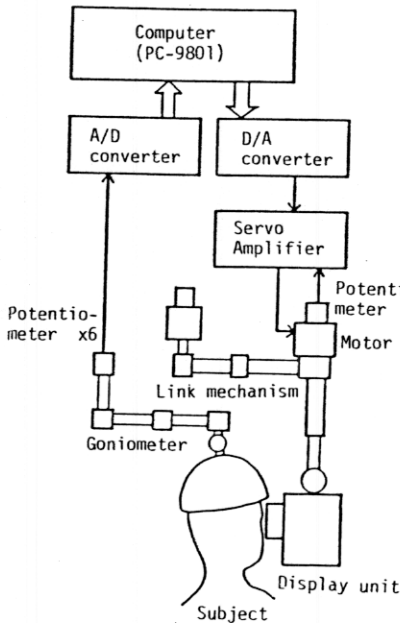


Fig.1 Experimental System

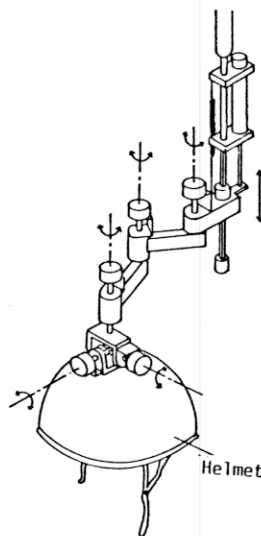


Fig.2 Goniometer

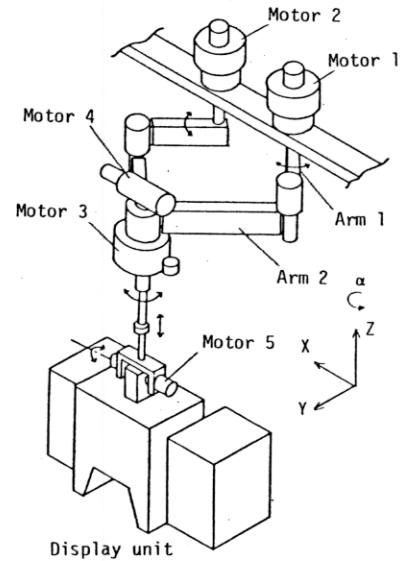


Fig.3 Servo Mechanism of Display

れがあった。今回は頭の左右回転のみならず前後の振りも計測するため、それに合わせて提示装置を上下させることが必要となる。提示装置に働く慣性力及び重力を首の力で支えることになれば、提示装置の質量がカラー化によって増加した(約6kg)こともあって首の負担はさらに大きなものとなる。

<マスタスレーブ型提示装置>

そこで提示装置とゴニオメータを分離し、提示装置側にアクチュエータを設けて首の負担をゴニオメータのものみにしたのが今回試作した装置である。実験システムの構成をFig. 1に示す。ゴニオメータによって実時間計測される頭の動きに対応するような位置に提示装置を動かす、一種のマスタスレーブ方式である。ただし、ゴニオメータと提示装置のアームがほぼ重なるように配置しなくてはならないため、ゴニオメータと提示装置の形状を同じにすることは困難である。またゴニオメータによって計測される頭部の一点の位置・方向は必ずしも提示装置の位置・方向と一致しない。そのためマスター側検出器とスレーブ側アクチュエータが1対1で対応する通常のマスタスレーブ方式とはれず、計算機による座標変換計算が必要である。

ゴニオメータをFig. 2に示す。平面2節リンク機構を用い、水平方向の摩擦抵抗は非常に小さい(10gf以下)。ヘルメット及びゴニオメータの重量(1.4kg)をスプリングを用いて補償している。

提示装置の外観をFig. 3に示す。視線回りの回転運動は視野と無関係なため省略し、5自由度で構成している。5節リンクを用いて左右対称の構造とし、また水平方向の運動を鉛直運動と独立させて重力の影響を補償しやすくした。アクチュエータとしてはインランド社製トルクモータを用い、直接駆動を行っている。

<実験>

上に述べたゴニオメータを用いて実際に頭の動きを計測した。例として被験者の前方30cm、目の高さの位置に水平間隔80cmで置かれた2つの視標の間をすばやく目を移した際の頭の水平回転を示す(Fig. 4)。これは各ポテンショメータの出力を直交座標系に変換し、その結果をプロットしたものである。

また、同じ場合に画像を被験者の目の前に提示するた

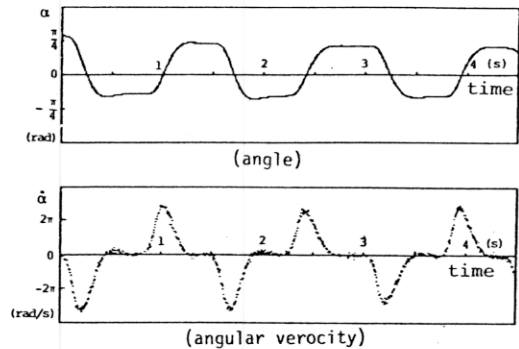


Fig.4 Horizontal Rotation of Head

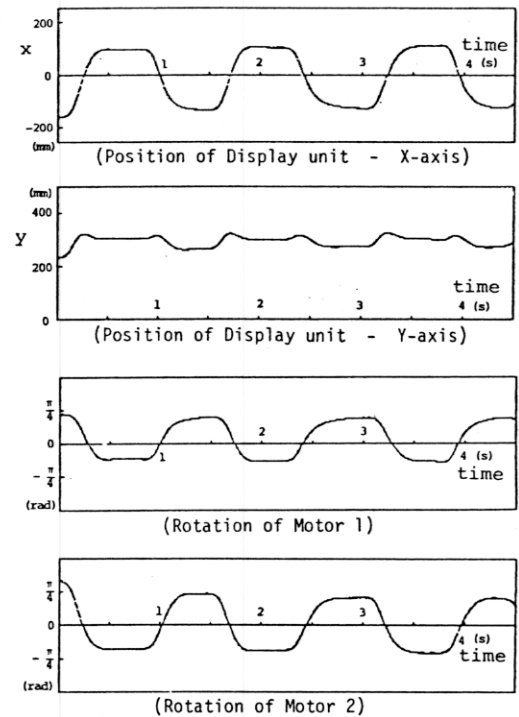


Fig.5 Motion of Servo Mechanism

めに必要な、提示装置の運動及びモータ1, 2の回転を示したものがFig. 5である。この場合、提示装置の最大速度は 2.1m/s、モータの最大角速度は 7.6π rad/s である。

(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2報, 第3回バイオメカニズム学術講演会前刷, (1982), 211