

## トレイグジスタンス実験用システム

館

障\*

オペレータがこのトレイグジスタンス実験用マスター装置に乗り込み、遠隔の人間型スレーブロボットとの通信路を確立すると、オペレータはいながらにして遠隔地のロボットと自分自身が一体化したような感覚を得ることができる。オペレータの首や手の運動がゴニオメータのロータリエンコーダのパルスをアップダウンカウンタでカウントすることで実時間計測され、コンピュータと通信装置を介して遠隔地のロボットに送られる。平行リンクとユニバーサルジョイントを用いたカウンターバランス機構により、オペレーターは頭の運動を拘束されず、しかも重量を意識せずに6自由度の運動ができる(図1)。

大きさや自由度配置を人間に合わせて設計したトレイグジスタンス用スレーブロボットは、3自由度の首機構に搭載したロボット頭部に立体視カラーカメラと立体聴マイクロホンを擁し、オペレータの見たい方向、聞きたい方向を向き情報を採取する。ロボットの得た感覚情報はオペレーターに送られ、オペレーターは前述のリンクでカウンターバランスされた頭部搭載型ディスプレイ(HMD)を使って、ロボットが見たり聞いたりしたのと同じ視聴覚を三次元的に実時間で体験できる。

自由度数は頭部運動の6自由度が全て計測され、人間は全ての方向に自由に動けるので拘束感はない。従って、ヘルメットを装着しているのと同じ感覚で、しかも重さがない状態が実現される。

このトレイグジスタンスシステムを用いて手と目の協調運動実験が行われている。対象物が常に同じ場所にある場合は、産業用ロボットにティーチングしておけばより高速で作業ができるが、場所が変化すると再度ティーチングし直さなければならない。また従来のテレオペレーションの場合は、テレオペレーションを学習する時間が必要で、しかも作業には大変な時間を要するが、このトレイグジスタンスでは3自由度の移動機構と8自由度のロボット腕機構を用いて、人間はほとんど練習なしにしかも実際に行なうのとあまり変わらない速度でプロッ

クを積んだり棒を穴に挿入する等の作業が行えることが示されている(図2)。

このシステムでは自己投射性の実現を図っている。すなわち、オペレータの体性感覚情報としての自己の腕の位置と視覚情報としてのロボットの腕の位置が常に一致しており、従って自分の腕がある場所にロボットの腕が見えている。三次元的に大きさと距離感が保たれているのと同時に、目と手の関係が保たれているのが特徴である。また、ロボットは人間的な動きをし、作業する人の癖まで反映され、個性が出たりする。

同じ装置によってコンピュータのシミュレートした仮想空間にトレイグジスタンスすることもできる。仮想環境の使い方には二通りある。一つは実際の作業に先立って同じような環境で作業を学習する方法で、もう一つは目に見えない状況において、人間は仮想環境に対して作業し、その情報に従ってロボットが実環境で作業するという方法である。またそれらをスーパーインポーズして、見えないものを補いながら作業することも可能である。

なお、通常のテレオペレーションでは、手を衝突させないように速度を0にする等の操作が必要だが、このシステムでは腕に力センサーがあり、腕自体をローカルにインピーダンス制御しているのでスムーズな動きが可能となる。



図1 トレイグジスタンス実験用システムの概観

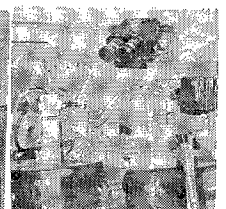


図2 人間型ロボットを用いたトレイグジスタンス実験

原稿受付 1993年 8月 2日

Experimental Tele-Existence System

\* 東京大学先端科学技術研究センター