

- 作業用仮想環境の構築 -

機械技術研究所 ○常本直貴, 舘 暁, 荒井裕彦, 大山英明, 前田太郎  
安川電機製作所 井上康之

Study on Tele-Existence (XXV)

- Development of Virtual Environment for Manipulation -

○N. Tsunemoto, S. Tachi, H. Arai, E. Oyama, and T. Maeda Mechanical Engineering Laboratory, Y. Inoue Yasukawa Electric Mfg. Co. Ltd.

1. はじめに

遠隔に存在するロボットを臨場感豊かに制御するテレイグジスタンスの視聴覚機構は、ロボットの存在する現場の視聴覚情報をオペレータに実時間的に提示する。ロボットの存在する空間を、人工的に設計した物体等がある空間（仮想環境）に置き換えて視聴覚情報を伝えるならば、オペレータはその仮想環境の臨場感を得ることができる。仮想環境はマニピュレーション作業のシミュレータとして、また人間の3次元空間内の感覚運動制御による動作特性を測定する手法として重要である。

今回マスター装置の状態及びいくつかの環境内物体のモデルに基づいて描いたコンピュータグラフィックスを、テレイグジスタンス試作ハードウェア上で実現されている視覚提示装置<sup>1)</sup><sup>2)</sup>を利用して、オペレータに実時間で提示することによって作業用仮想環境を構築したので報告する。

2. 仮想環境生成システム

世界座標系を定義して物体を配置する。オペレータがその世界に存在したときに見るシーンを、

を、テレイグジスタンス作業システム<sup>1)</sup><sup>2)</sup>の構造に基づいて提示する。

システムの概要を Fig.1 に示す。マスター・スレーブ系の情報の流れからみるとシステムはスレーブロボットとはほぼ同様な入出力関係にある。マスター装置から右腕7軸の関節角、頭部3軸の回転角、そして左手で操作するジョイスティックによる画面制御コマンドがシリアルラインを通してシステムに送られる。データ転送速度は 9600 或は 19200 bps である。

マスター装置の状態をもとにシリコングラフィックス社製 IRIS 120GTX を使ってグラフィックスを描く。描く物体は実スケールでモデル化され、1) マスターアームと同構造で同一の姿勢を有するスレーブロボットアーム<sup>3)</sup>、2) いくつかの環境内物体、とに大別される。Fig.2 にスレーブアームの原点時姿勢の画像を示す。全ポリゴン数は 126 である。グラフィックスの属性はソリッドモデル、透視投影変換、上方無限遠からの白色光源による物体の色及び影付等である。

世界座標系において視点は通常スレーブロボ

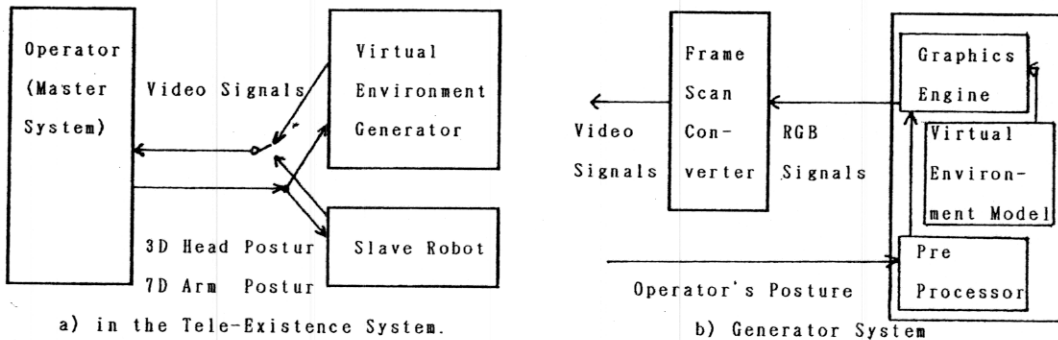


Fig. 1 Virtual Environment Generator

ットの目に当たるカメラヘッドに置き、右眼と左眼の位置に基づいてシーンが2画面描かれる。視野角は40度、眼間距離は65mmでありマスター・スレーブ系の視覚部と同一である。視線方向はマスター装置の頭部姿勢から逐次計算して決定する。従ってオペレータはこれまでのトレイグスタンス作業システムで実現されていたのと同様に自然な立体画像を見ることができる。

### 3. 仮想環境の構成

仮想環境内の物体の構成を1) 積木作業、2) 有毒ガス漏れを想定した緊急作業用シミュレータ、を目的として行った。これらはは実験室内の物体を実スケールでモデル化したものである。

積木作業のグラフィックス画面を Fig. 3 に示す。描画速度は1シーン即ち2画面あたり約20~100 1/30秒である。現実の作業においてオペレータは、トレイグスタンス技術によって特別な訓練無しに直方体状の物体を積んだり降ろしたりすることができる。このような状況をそっくり仮想環境に持込み同様にして操作しても何等違和感が無いことから、実際にオペレータは仮想環境の臨場観が得られることが示される。

一方、積木作業のように環境内物体が受動的にその状態を変える場合と異なり、有毒ガスがパイプから漏れていてバルブを塞ぐという緊急作業のように状況が時々刻々と変化する場合には、スレーブロボットと物体との相対的な位置関係等を利用した動作訓練が有効である。このような環境を試作した実験装置をモデル化して仮想環境内で作業することによって、その効果確かめた。

#### 参考文献

- 1) 鮎, 荒井ほか: 第28回SICE学術講演会, 433/434 (1989)
- 2) 鮎, 荒井ほか: 第7回ロボット学会, 55/56 (1989)
- 3) 鮎, 荒井ほか: 第27回SICE学術講演会, 249/250 (1988)

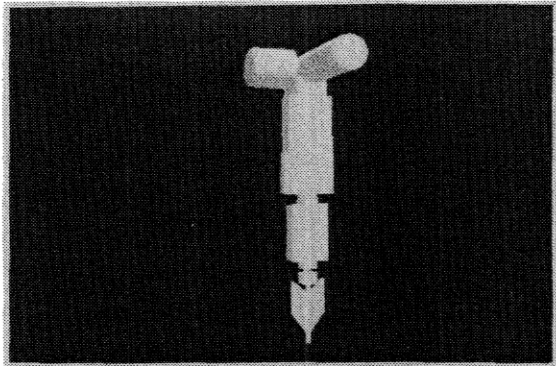


Fig. 2 Graphics of the Slave Robot Arm

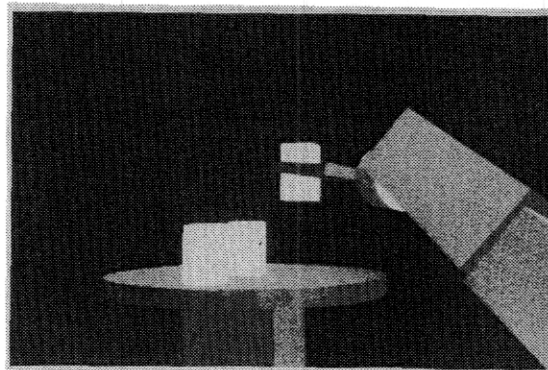


Fig. 3 Graphics of the Building Blocks