

# 両手協調作業を可能とする空間インタフェース装置

5F-8

京屋知行 石井雅博 佐藤誠

東京工業大学 精密工学研究所

## 1 はじめに

人間は、“両手”の協調により複雑な作業を自然にこなしている。したがって、仮想作業空間においても、両手協調作業が行える環境にすることが極めて有効になる [1]。我々は、仮想作業空間を構成する上で必要となる入出力装置として、空間インタフェース装置 SPIDAR (SPace Interface Device for Artificial Reality) を提案している [2]。

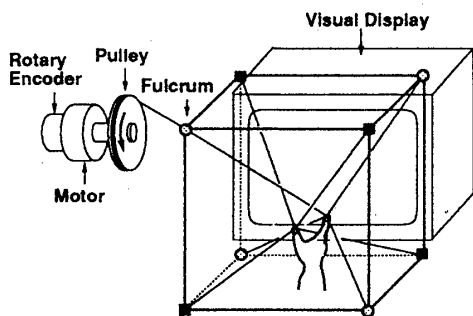


図 1: SPIDAR 概観図

本報告では、この装置を拡張した、両手協調作業が行える環境を新たに構築し (図 2)、仮想作業空間内において、二つの立体の面同士を合わせる Face-and-Fit Task の実験を行い、両手協調作業における力覚情報の有効性を明らかにする。

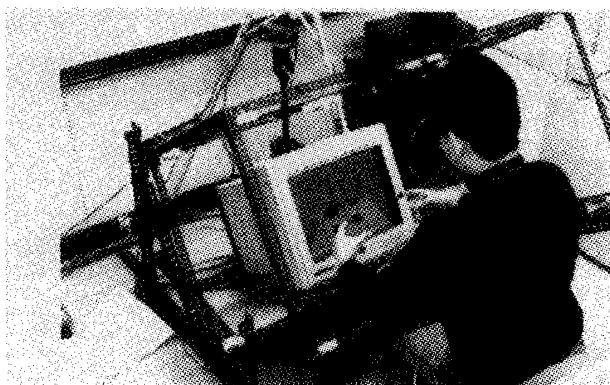


図 2: 両手用 SPIDAR の構築例

A 3D Spatial Interface Device for Two-Handed Operations with Force Feedback  
Tomoyuki Kyoya, Masahiro Ishii, Makoto Sato  
Precision and Intelligence Laboratory, Tokyo Institute of Technology

## 2 両手協調作業における力覚提示の有効性

本章では、仮想作業空間内での力覚の提示が両手協調作業の作業完了時間および正確さに与える影響を調べる。

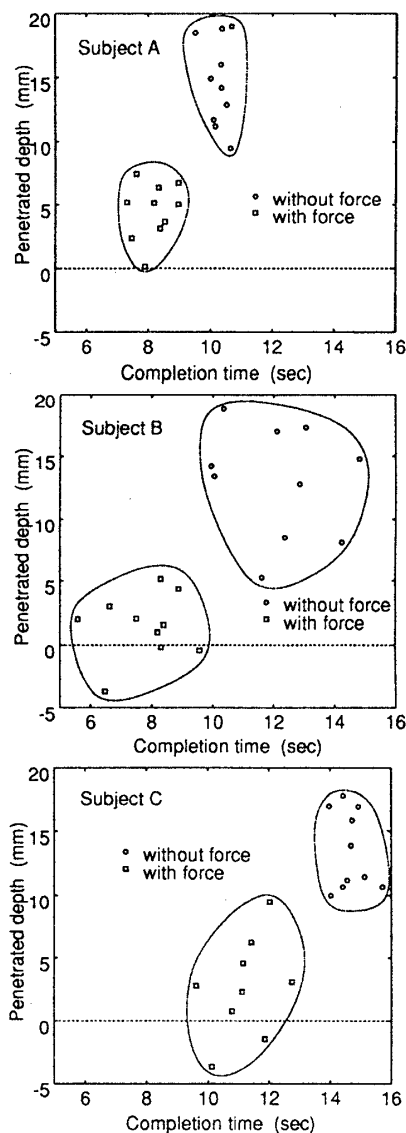


図 3: 力覚提示の有無による作業時間と正確さ

## 2.1 実験方法

作業課題は、仮想作業空間内において120mm離れた2つの仮想物体(一辺40mm、重さ50gの立方体)の面と面とを合わせるというものである。このFace-and-Fit Taskを、(1)干渉力提示を行う場合、(2)行わない場合についてそれぞれ10回ずつ行い、Taskが完了するまでの作業時間と完了時における二つの立方体のめりこみの割合を測定した。

## 2.2 結果および考察

図3は、3人の被験者についての結果を示している。横軸は作業完了時間、縦軸は互いにめりこんだ深さ(作業の正確さ)を示す。

すべての被験者において、力覚提示を行った場合の方が作業時間が速く、かつ正確に作業を遂行できたことが分かる。これにより仮想作業空間における両手協調作業において、力覚提示の有効性が明らかにされた。また、力覚提示によってより操作性の高い両手協調作業が行えるための仮想作業空間の実現がなされたと考えられる。

## 3 仮想作業空間での両手協調作業の効果

本章では、仮想作業空間において、両手協調が作業にもたらす効果を調べる実験を行う。この結果から仮想作業空間において両手協調が有効であることを明らかにする。

### 3.1 実験方法

作業課題は、仮想作業空間内において120mm離れた2つの仮想物体(一辺40mm、重さ50gの立方体)の一面と一面とを互いに合わせるものである。この作業を、(1)片手による操作で行う場合、(2)両手の協調による操作で行う場合についてそれぞれ10回ずつ行い、作業時間を調べた。

### 3.2 結果および考察

図4は、4人の被験者について、片手で操作を行った場合と両手の協調により行った場合の作業完了の平均時間を示したものである。

被験者A, B, C, Dにおいて、両手協調作業による作業時間と片手作業による作業時間の比率を求めると、Aが0.47, Bが0.46, Cが0.61そしてDが0.50である。作業の絶対時間には個人差がみられる

が、どの作業も片手作業と比較して両手の協調作業を行うことによってFace-and-Fit作業をほぼ2倍ほど早く終えている。

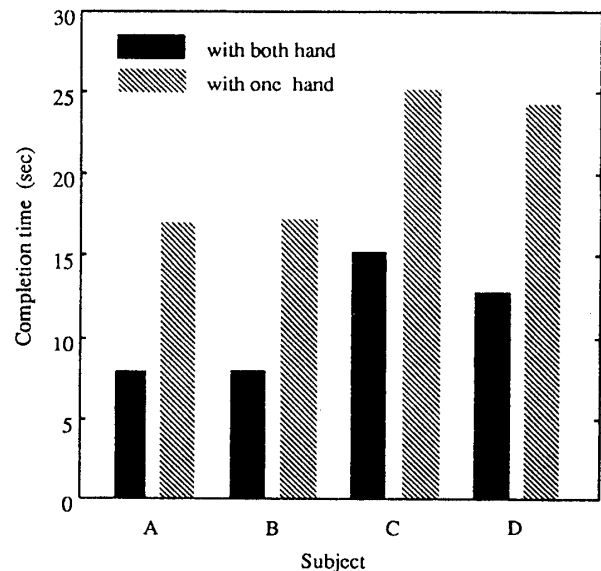


図4: Face-and-Fit 操作の片手作業と両手協調作業による作業時間

## 4 まとめ

本論文では、自然な仮想作業空間を構築するために、両手協調作業の重要性に着目し、仮想作業空間における操作性の高い両手協調作業を実現した。またその有効性を示した。

今後の課題として、peg-in-hole など他の組立作業に対する検証、生理学的見地からのアプローチを含めたより繊細な力覚の情報の提示、自由変形状のモデリング作業への応用等が挙げられる。

## 参考文献

- [1] Kabbash, P., Buxton, W., Sellen, A., "Two-Handed Input in a Compound Task," *ACM CHI '94 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.417-423, 1994
- [2] Ishii, M. & Sato, M. "A 3D Spatial Interface Device Using Tensed Strings", *Presence* 3(1), pp.81-86, 1994