

組立工程教示システム —VR技術を利用した組立工程の視覚化システム—

慶應義塾大学 ○大八木 舞子 青山 英樹

本研究は、バーチャルリアリティ (VR) 技術を利用し、従来、試作後に行われている組立のマニュアル作成およびその作業教示を設計段階で行うことにより、設計・生産工程の効率化を図ることを目的としている。本報では、設計者が仮想空間内において、CAD モデル (デジタルモックアップ) を用いて組立を試行し、その工程をアニメーション化することにより、直感的・効果的に組立工程の視覚マニュアルを作成するとともに、同工程を教示するシステムについて述べている。

1. はじめに

設計・生産の分野では、CAD/CAM システムの導入によりその効率化が図られている。しかし組立工程においては、機械部品を試作し、実際に組立作業を行いながら組立手順を確認し、組立手順指示書を作成している。その後、現場作業員に対し、組立手順指示書と組立図面からなる組立マニュアルを提示し、教育・訓練を行っている。ここで、試作後に行われている組立作業のマニュアル作成、教示を設計段階で行うことができれば、より設計・生産工程が効率的になると考えられる。

近年、コンピュータ内に現実と同等の空間を構築するためのバーチャルリアリティ(以下 VR)技術が発展してきた。それにもないコンピュータ (仮想空間) に対して直感的な操作を実現する様々な 3 次元入力デバイスが実用化されてきており、その活用事例の一つとして、VR 技術を用いたシミュレーションシステムは、効果的な訓練法となることが知られている^①。そこで本研究では、VR 技術を組立作業のシミュレーションと教示に適用することを検討した。VR デバイスを用い、設計段階において設計データ (CAD データ) を用いて仮想空間で組立作業を実行し、その工程を基に組立作業を視覚的に表現することにより組立手順指示書として作成・提示することで、直感的に捉えることのできる効果的な組立作業の教示を行うことができる。また言語の違いを問わずに利用することができるため、製品製造のグローバル化が容易になる効果も考えられる。

本研究は、VR 技術を用いて設計者が仮想空間内において試行した組立工程を基に、同工程をアニメーション化し、組立工程を教示するシステムの構築を目的としている。

2. システムの構成

本研究において仮想空間を構築するために使用した VR デバイスを図 1 に、システム構成を図 2 に示す。本システムは、

オペレータの操作動作を読みとる入力装置 (データグローブ、3 次元位置姿勢センサ)、入力されたデータを用いて仮想空間内にオペレータを配置し、同空間においてオペレータの動作を模擬するシミュレーション装置 (コンピュータ)、およびオペレータに 3 次元仮想空間を立体視することを提供する出力装置 (ヘッドマウントディスプレイ(以下 HMD)から構成される。

データグローブは日商エレクトロニクス社の Super Glove を、3 次元位置姿勢センサは Polhemus 社の 3SPACE FASTRAK を、HMD は OLYMPUS 社の Mediamask を用いた。また仮想空間を構築するライブラリとして "OpenGL" を、立体視を行うライブラリとしてはスリーディー社の "SGL" を用いた。



Fig. 1 VR devices

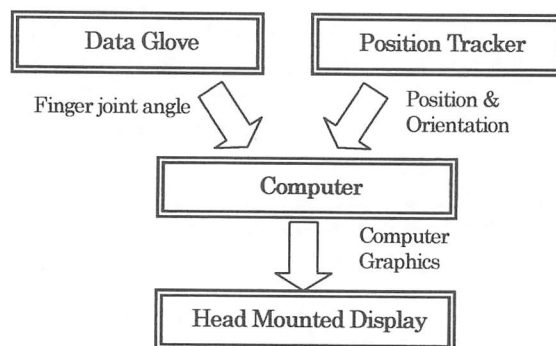


Fig. 2 System Architecture

3. システムの概要

本システムでは、作業者の手を表すオブジェクト（以下バーチャルハンド）により組立作業を行うことができる。バーチャルハンドは、データグローブから得られる指の関節角と3次元位置姿勢センサから検出される手の位置・姿勢を基に仮想空間内に構築される。組立作業においては、デジタルモックアップ（CADモデル）の把持、移動・回転、そして解放の手順で操作が行われる。モデルの把持に関して、バーチャルハンドの親指先と人差し指先を結ぶ線分とモックアップを構成する面が交点を持ち、親指・人差し指の関節角がある閾値以上であり、かつ指先が面の内部に侵入した場合に把持したと判定する。把持された仮想空間内の各部品は、解放される（つまり把持されていないと判定される）までバーチャルハンドの動きに従って操作を受ける。

現実世界においては、物に接触したときの皮膚感覚情報によって物体を認識することができるが、本システムではその機能をもたず、物体への接触・把持の認識は、対象の色を変化させることで行っている。本研究で構築した仮想空間における組立プロセスにおいて、触力覚をオペレータへフィードバックすることが実現できていない。仮想世界とのインタラクションにおいて、視覚情報だけではなく触力覚情報の提示の必要性^②が指摘されており、今後の検討課題として挙げられる。

開発したシステムにより、設計者は仮想空間内において仮想部品であるデジタルモックアップ（CADデータ）を操作し組立作業を行うことが可能となる。設計者が行った組立工程を記録し、組立作業終了後、仮想部品をその工程に基づいて表示することにより、組立工程の可視化（アニメーション化）システムを実現できる。

また、組立現場作業者がこのシステムを利用することにより、実際の組立作業を行う前に、仮想空間において組立作業の訓練を行うことが可能となる。

4. システムの実行結果

バーチャルハンドによる物体の組立作業結果を図3に示す。仮想空間内に配置された仮想部品に対して、データグローブを用いることで、部品の把持、移動・回転、組み付けなど、意のままに作業を行うことが可能であった。またHMDを使用することで、物体の立体視と視点の移動が容易となり、より直感的に操作を行うことが可能であった。また作業の様子を記録し、後にアニメーションとして再生することで作業を確認することができた。

5. まとめ

本研究では、VR技術を用いて仮想空間内で部品を組み立

て、同組立工程を可視化（アニメーション化）教示するシステムを開発した。今後は触力覚のフィードバックも視野に入れる必要があると考えている。

<参考文献>

- (1) 石井, 手塚, 吉川, 人口現実感技術を用いた機器分解組立訓練システムの設計支援に関する研究, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, Vol.13th, (1997), 33-38.
- (2) 広田, 坂口, 仮想空間のためのハプティクス技術の現状, 日本機械学会, Vol.102, No.971, (1999), 628-632.

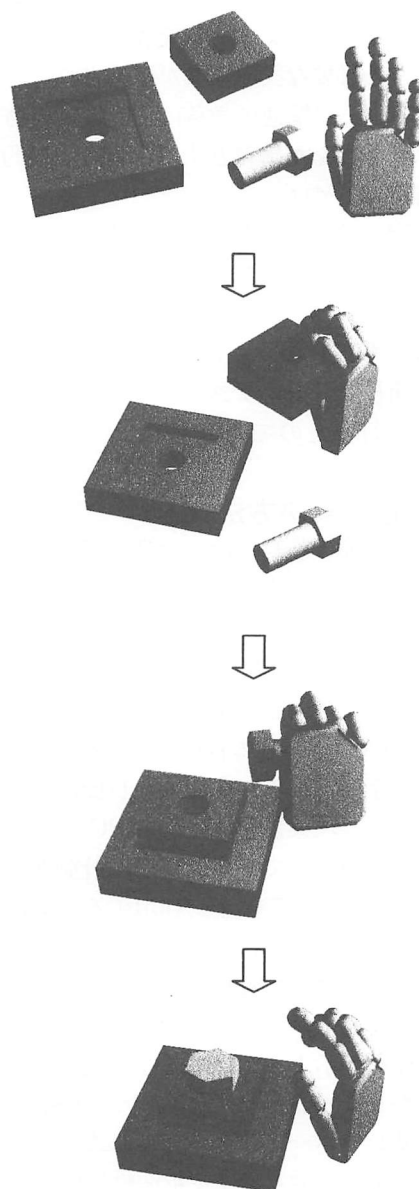


Fig. 3 Operation of virtual assembly