

【研究室紹介】



研究室紹介

●研究室紹介●

慶應義塾大学理工学部
システムデザイン工学科

青山（英）研究室

青山英樹

1. はじめに

慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科は、「モノづくり」教育を目指した学科として6年前に新設され、2002年3月に修士卒業生（1期生）を社会に送り出した。同学科のカリキュラムは、機械工学、建築工学、電気工学、制御工学、情報工学の基礎学問から構成されており、大変にユニークな教育を試みている。本学科で行っている教育・研究については、卒業生がいかに社会で活躍するかによって判断されることになり、その評価を得るにはもう少し時間が必要である。我々システムデザイン工学科教員一同は、卒業生の大きな活躍を期待し、そのカリキュラムが高い評価を得られるものと確信をして、日頃の教育・研究活動を行っている。

その中で、青山（英）研究室は、設計・生産システムに関する研究を幅広く行っている。設計に関しては、意匠設計（スタイルデザイン）の支援システムに関する研究を中心に行っている。製品の外觀デザインについて、

企画・基本設計から詳細設計に至るまで、顧客やデザイナーの感性を定量化して形状設計にデジタル的に反映させる仕組みについて一連のテーマを試みている。生産に関しては、熟練加工作業者がもつ経験やノウハウを自動的にデジタル化（データベース化）する研究、切削抵抗力を詳細に予測（計算）して切削工具の最適な送り速度と工作物の最適な固定力を決定するCAMシステム開発に関する研究、ロボットオフラインティーチングに関する研究、組立手順教示システムに関する研究、切削抵抗力を様々な分力として検出する磁歪式センサの開発研究などを行っている。したがって本研究室では、バーチャルリアリティのデバイスを開発するのではなく、既存のバーチャルデバイスを設計や生産のプロセスに活用して、新たな設計・生産の手法を提案したり、新たな設計・生産システムを開発することを研究の一つの方向として捉えている。以下に、本研究室で行われているバーチャルリアリティデバイスを活用した設計・生産システムについて概説する。

2. バーチャルクレイモデリングシステム

従来、図1に示すように、自動車のような高い意匠性を要求される製品の意匠設計では、製品企画・製品コンセプトに基づいてデザイナーがアイデアをスケッチとして表現し、それを基にクレイモデルなどの物理モデルが製作され、そのモデルの測定データからCADモデルが構築されるリバースエンジニアリングが行われている。この場合、クレイモデルの製作に多大な時間とコストが費やされ、リードタイムの短縮の障害となっている。

このため、本研究では、図2に示すようなバーチャルクレイモデリングシステムによる設計プロセスを提案している。同プロセスでは、デザイナーは製品企画・製品コンセプトを基にスケッチでアイデアを固め、バーチャ

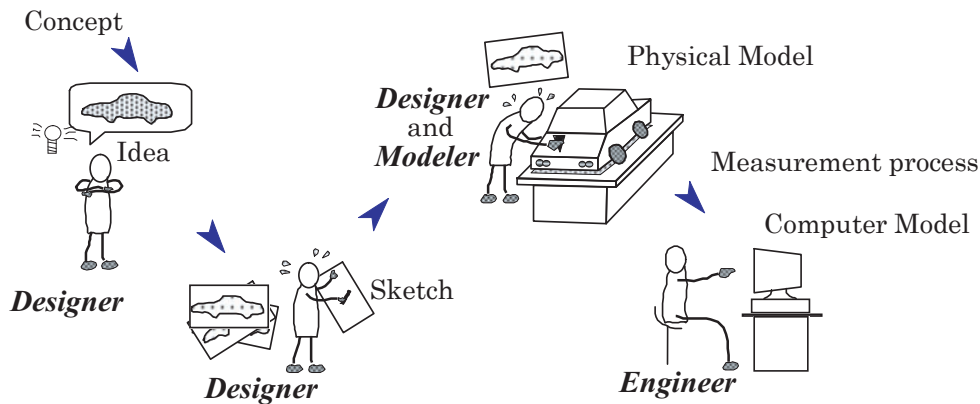


図1 従来の意匠設計手順

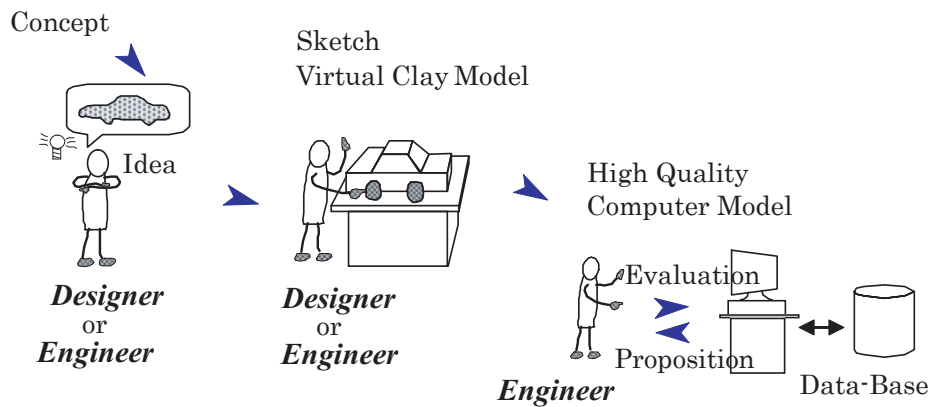


図2 バーチャルクレイモデリングによる意匠設計

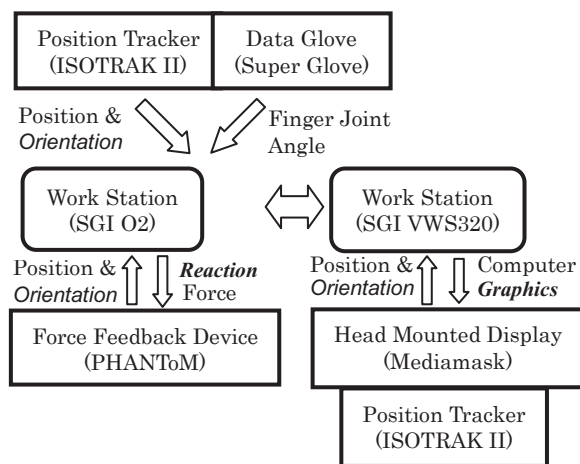


図3 バーチャルクレイモデリングシステム構成

図3は、構築したバーチャルクレイモデリングシステムの構成図を示している。同システムは、2台のワークステーションで構成され、その一つはデータグローブからデータを獲得してバーチャルクレイモデリング作業におけるバーチャルハンドを構築するとともに、バーチャルツールによるモデリング作業における反力を力返還装置 (PHANToM) によりオペレータにフィードバックする。もう一方のワークステーションは、バーチャル空間を立体情報としてオペレータに表示する機能を果たす。この立体表示は、ヘッドマウントディスプレイを用いて実現されているため、バーチャルクレイの後ろ側からの作業も可能となり、操作性が高い。2台のコンピュータは、ネットワークで情報が共有されている。

ル空間にてクレイモデルを製作する。したがって、クレイモデルの製作と同時に CAD モデルが構築され、設計プロセスの効率化が図られる。

バーチャルツールの形状は、自在に定義できる。図4は、バーチャルツールの形状定義と、同ツールによるモデリングプロセスを示している。また、図5は、バーチャルクレイモデリングシステムにより構築されたモデルの一例を示している。

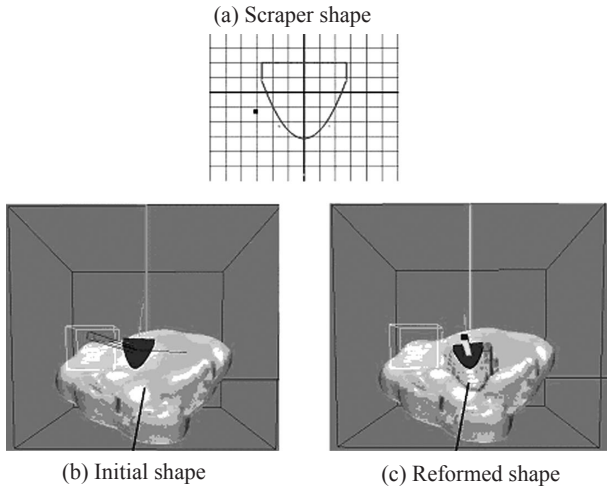


図4 バーチャルツールによる形状モデリング

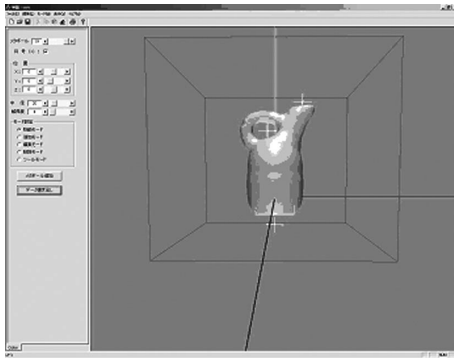


図5 バーチャルモデル例

3. 組立手順教示システム

CAD/CAM/CAE システムにより設計・生産プロセスの効率化が図られたことは疑いのない事実である。しかし組立プロセスにおいては、部品を試作した後、実際に組立作業を行って組立手順を確認し、組立作業指示書を作成する。その後、作業者に組立作業指示書と2次元図面からなる組立マニュアルが提示され、組立プロセスの教育・訓練が行われている。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および作業者への教育・訓練を設計段階で行うことができれば、設計・生産プロセスを効率化できる。

本研究では、バーチャルリアリティ技術を組立作業のシミュレーションと教示に適用する。設計者がバーチャルリアリティデバイスを用い、設計段階において設計データ(3次元CADデータ)を利用して仮想空間内で組立作業を実行する。その作業プロセスを基に組立作業をアニメーション化するとともに、組立作業指示書を作成する。アニメーションによる組立作業指示書は、その視認性の良さから経験の少ない作業者であっても素早い

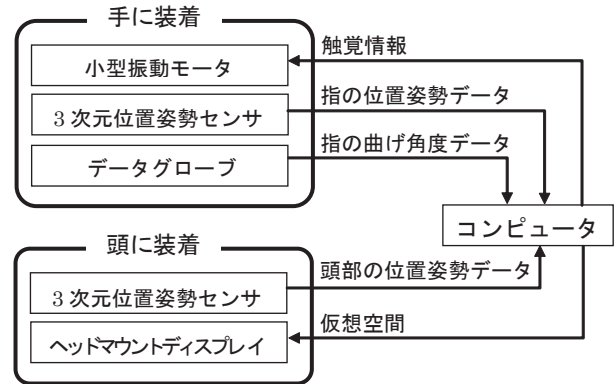


図6 組立手順教示システム構成

理解が可能であるため、より直感的・効果的な組立作業

の教示を行うことが可能になる。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。

図6は、組立手順教示システムの構成を示している。同システムは、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(日商エレクトロニクス社製、Super Glove)、3次元位置姿勢センサ(Polhemus社製、3SPACE FASTRAK)、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

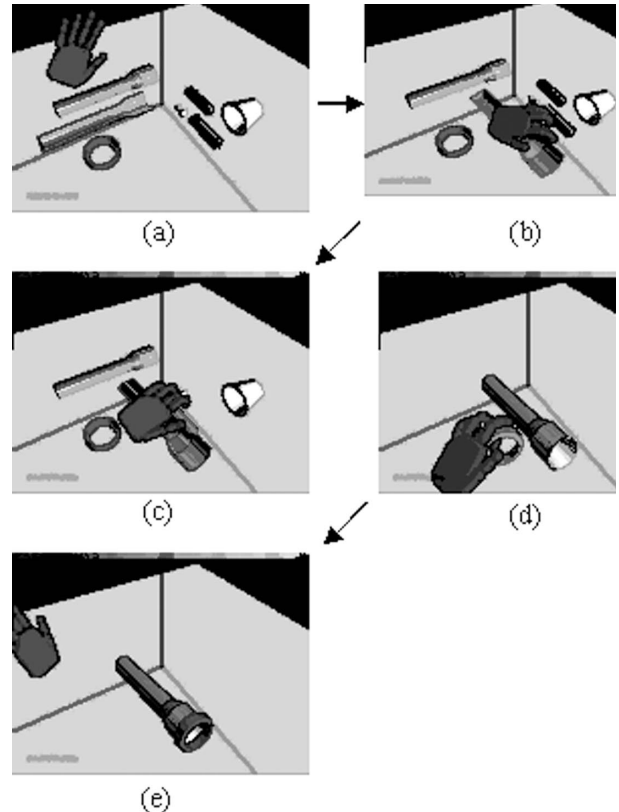


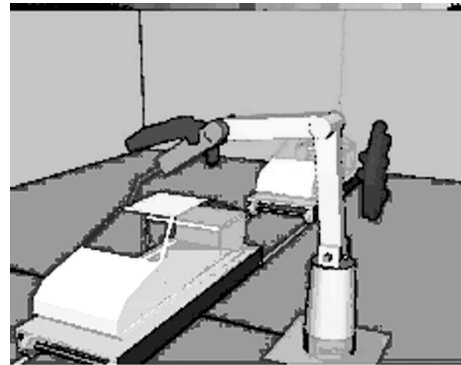
図7 組立作業結果

タに仮想空間を立体視させるとともに仮想空間における触覚情報を提供する出力装置（ヘッドマウントディスプレイ（OLYMPUS社製，Mediamask）、小型振動モータ）から構成される。

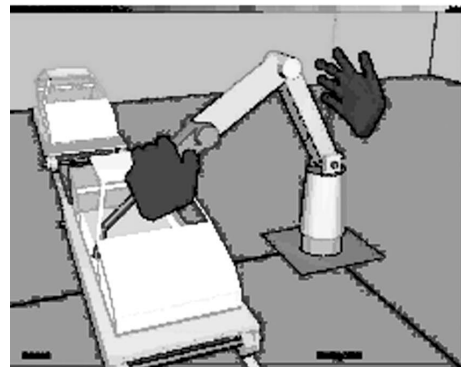
図7は、開発したシステムによりバーチャル空間において設計者により懐中電灯の組立作業が行われている様子が示されている。このプロセスデータを基に、組立作業のアニメーション教示が可能となった。

4. オフラインロボットティーチングシステム

産業用ロボットは、生産プロセスに導入され、作業者を過酷な労働条件から解放してきた。自動車の組立ラインに見られるような溶接や組立プロセスなど、人間にとって厳しい作業を代行している。ロボットを溶接や組立プロセスで利用する際には、所望の動作を教示し、動作プログラムを生成する必要がある。このとき、実ラインを停止させ、ロボットの動作経路を現場ティーチングにより教示する手法が一般的に用いられており、そのティーチングの間、生産を停止しなければならず、効率上、問題となっている。この問題に対して、実ラインにおけるティーチング時間を短縮することを目的として、三次元仮想空間において教示データを生成するオフラインティーチング法が提案されているが、仮想空間でロボットをマウスやキーボードなどで制御するため、操作性が悪く、オペレータの負担が大きいことが問題として指摘されている。そこで本研究では、バーチャルリアリティデバイスを用いることによって、三次元仮想空間でオペレータが直接ロボットを操作しながら移動経路を簡単に教示できるオフラインティーチングシステムを開発している。



(a) ロボットアームの握持



(b) ロボットアームの移動

図9 システム評価実験

本システムは、図8に示されるように、三次元仮想空間を構築するとともにティーチングデータを生成するコンピュータ、オペレータを三次元仮想空間に配置する立体視装置（ヘッドマウントディスプレイ）、オペレータの手の動作を検出するデータグローブから構成される。ヘッドマウントディスプレイおよびデータグローブには、位置および姿勢を検出する磁気センサが設置されている。仮想空間内において物体の把持をオペレータに認識させるため、振動素子をデータグローブに搭載し、物体を把持した時には把持しているデータグローブに振動が与えられる。

オペレータの手の動作は、仮想空間内にバーチャルハンドとして表現される。バーチャルハンドは、三次元仮想空間内に構築された多関節型バーチャルロボットのアームの任意位置を把持でき、把持判定機能により把持状態と認識されたとき、把持されたバーチャルロボットアーム部分の色を変化させるとともに、振動素子により振動が与えられ、把持状態が認識される。把持されたロボットアームは、バーチャルハンドの位置・姿勢に追従して動作し、オペレータの所望の位置・姿勢へロボットアームを移動させることができる。バーチャルハンドに

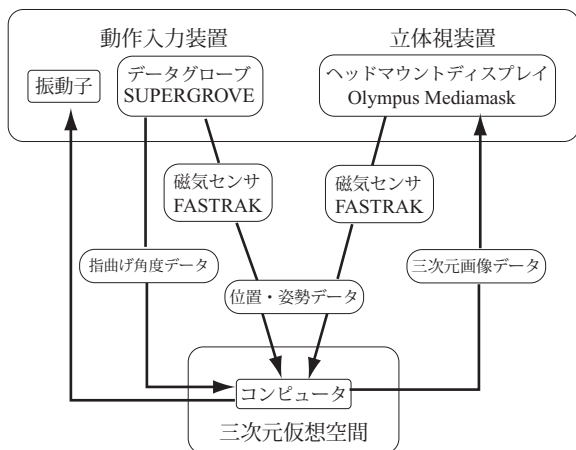


図8 オフラインロボットティーチングシステム構成図

設置された磁気センサから得られる位置・姿勢データを用いて、随時バーチャルロボットの各関節の位置（座標）が算出され、教示データとして保存される。

図9は、開発したシステムのティーチング機能を検証するために行った実験を示している。図9(a)は、仮想空間内でバーチャルハンドによりロボットアームを把持している状態を、同図(b)は、任意の位置にロボットアームを移動している状態を示している。これにより得られた教示データを用いて仮想空間にてロボットを動作させ、ロボットが教示動作を実行することが確認された。

5. おわりに

以上、本稿では、慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科の青山（英）研究室で行われている研究テーマの中から、バーチャルリアリティデバイスを用いて新たな設計・生産システムを開発している内容について紹介した。本稿で紹介した研究あるいは本研究室での研究内容に興味がありましたら、下記の Web ページをご覧ください。また、e-mai でのお問い合わせも歓迎している。

【連絡先】

慶應義塾大学 理工学部 システムデザイン工学科
青山英樹研究室

〒223-8522

横浜市港北区日吉 3-14-1

TEL: 045-566-1722 FAX: 045-566-1720

e-mail: haoyama@sd.keio.ac.jp

URL: <http://www.ina.sd.keio.ac.jp/haoyama.htm>

●研究室紹介●

東京工業大学大学院
情報理工学研究科
計算工学専攻

中嶋研究室

橋本直己、中嶋正之

1. はじめに

我々の研究室では、画像を扱うことを中心に、画像認識・画像解析・画像生成などに関する研究を行っています。我々の予想をはるかに越えるようなスピードで普及、進歩している PC（パーソナルコンピュータ）やインターネット、マルチメディアなどの利用において、計算機を用いた画像の生成や複数の計算機間の画像の転送は、非常に重要な課題となっています。そのような中で、我々は、従来から、CG（コンピュータグラフィックス）を用いた自然物体の生成、人間の動作、表情などの表現、および、CG 画像の圧縮技術について検討を行って来ました。最近では、計算機の作り出した仮想空間を体験できる様々なシステムが提案され、我々が従来提案してきた画像生成技術の応用分野が広がってきています。そのような仮想空間で、体験者が現実空間とのギャップを意識せずに没入できるような現実空間と仮想空間のシームレスなインタラクションも、これからの重要な課題であると考えています。そのため、CAVE を始めとした没入感の高い大型ディスプレイ装置や、その中で自然に使える入力インタフェースの研究などを近年盛んに行っています。以下、これらの VR を中心とした研究内容を簡単に紹介します。

2. CAVE を中心とした没入型仮想空間の構築

中嶋研究室では、1996 年に日本で初めて CAVE システムを導入しました。現在ではいくつかの大学や研究所に設置されていますが、当時としてはその具体的な構成