

ITとVRに基づく次世代設計環境に関する研究

棚橋 英樹 山田 俊郎 藤井 勝敏 浅井 博次

横山 哲也 岩田 靖三 飯田 佳弘

Research on the Neo-Generation Design Environment based on Information and Virtual Reality Technology

Hideki TANAHASHI Toshio YAMADA Katsutoshi FUJII Hirotsugu ASAI
Tetsuya YOKOYAMA Seizo IWATA Yoshihiro IIDA

あらまし COSMOS等の没入型ディスプレイの実物大表示やモデルを実感できるなどの特徴を生かして「感性を重視する製品デザイン設計」や「人間工学的な製品機能評価」を同時にリアルな仮想環境で行うことが可能な次世代の設計環境の構築を図るため、平成15年度から、(1)低価格没入型ディスプレイ構築技術、(2)市販CADとの連携によるオンライン形状設計技術、(3)没入型環境における力覚インタフェース技術、(4)仮想人体モデルを用いた製品使用環境シミュレーション技術の研究を行っている。本稿では、これらの研究の概要と今年度の研究成果概要について述べる。

キーワード VR, 没入型ディスプレイ, オンライン形状設計, 力覚インタフェース, 仮想人体モデル

1. はじめに

パソコン(PC)上で動作可能な3次元CADシステムの低価格化、高機能化に伴い、設計製造分野では設計の3次元化が急速に進み、製品の設計段階から3次元モデルの作成が行われている。しかしながら、これら3次元モデルは、主にデータ交換やNCデータ等の生成に利用されているのみであり、十分にモデルが生かされているとは言えない。近年、これらのモデルを用いて部品間の干渉など、実際の製品を作成する前に問題点や性能をシミュレーションすることで実際の試作を減らすバーチャルモックアップ技術が注目されているが、多くはパソコン等の画面上でモデルやシミュレーション結果を2次的に表示するものであり、スクリーンなどの物理的な問題から実物大表示(1/1表示)を行うことは困難である。また、製品の使い勝手など人の感覚的要素にかかわる評価を行うには不十分である。

没入型ディスプレイシステムは、モデルを3次的に実物大の大きさで表示することが可能であり、大きさを実感しながら製品設計や評価を行うことが可能である。既に、欧米や国内の大手航空機メーカーや自動車メーカー等で実際に用いられており、研究段階から実利用可能な段階になりつつある。我々はこれまで没入型6面ディスプレイ(COSMOS)を開発^[1]し、この産業応用を図るため、3次元CADデータをCOSMOSに表示できるシステムを開発^[2, 3]してきた。しかしながら、企業から持ち込まれる

CADデータを表示するためには、個々にデータ変換・調整が必要であり、COSMOS上に表示された実物大仮想モデルを用いた評価結果を即座にモデルに反映することは困難であった。

我々は平成15年度から、設計における3次元モデルの高度利用を図り、COSMOS等の没入型ディスプレイの実物大表示やモデルを実感できるなどの特徴を生かして「感性を重視する製品デザイン設計」や「人間工学的な製品機能評価」を同時にリアルな仮想環境で行うことが可能な次世代の設計環境(図1)の構築を目的として、以下の4つの要素技術を中心に研究開発を進めている。

- (1) 低価格没入型ディスプレイ構築技術
- (2) 市販CADとの連携による形状設計技術
- (3) 没入型環境における力覚インタフェース技術
- (4) 仮想人体モデルを用いた製品使用環境シミュレーション技術

本稿では、これら4つの要素技術について行った研究の概要について述べる。個々の詳細については、文献を参照して頂きたい。

2. 次世代設計環境

2.1 低価格没入型ディスプレイ構築技術

これまで我々は、没入型6面ディスプレイ(COSMOS)や傾斜型3面没入型ディスプレイ^[4,5]の開発を行ってきた。これらは、視点位置に連動して、リアルタイムに立体映

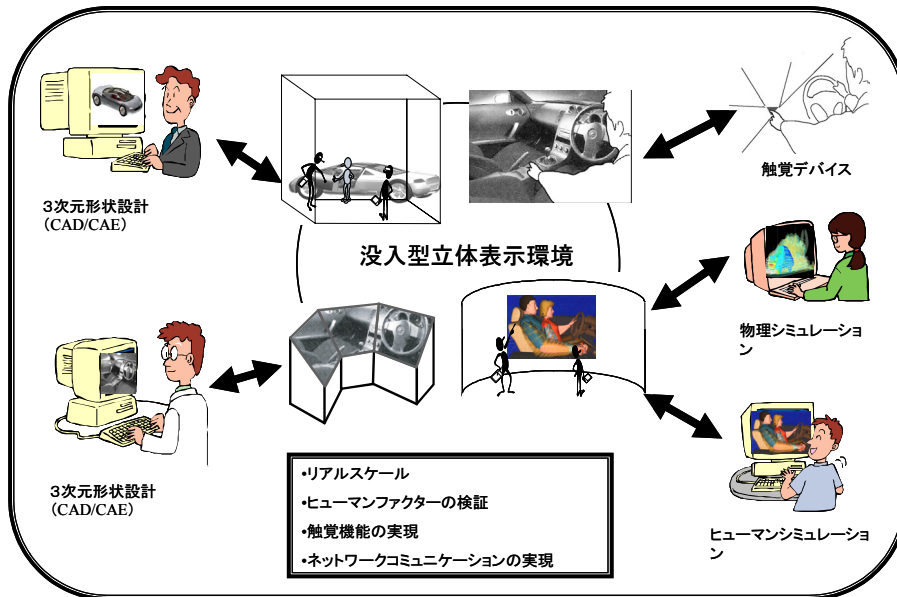


図1 次世代設計環境の目標イメージ

像を生成する必要性から、大型のグラフィックスワークステーション (SGI製: Monster) を用いる必要があった。しかしながら、近年のPCの低価格化、高性能化に伴い、複数台のPCからなるPCクラスタを構成することでリアルタイムの立体映像生成が可能になってきた。そのため、PCクラスタを構築してリアルタイム立体生成を実現して没入型ディスプレイの低価格化を図る。複数のPCを用いて複数のスクリーンで構成される没入型ディスプレイの立体映像を生成するためには、以下の3つの項目について検討する必要がある。

(1) データの同期

複数のPC間で同じモデルや視点情報を共有する必要がある。

(2) スクリーン描画更新の同期

同じタイミングで複数のスクリーン映像を更新する必要がある。

(3) ステレオ映像における映像信号の同期

COSMOS等、液晶シャッターメガネなどシャッター方式の立体視システムにおいては、右目用と左目用の映像信号を同期する必要がある。

今年度は、偏光立体視方式である傾斜3面ディスプレイを用いて、高速ネットワークを用いた複数PC間のモデルデータ同期機構を開発した^[6]。

また、メガネなどの特殊な装置をつけることなく、裸眼で立体視可能なディスプレイも開発されており、こうした裸眼立体視ディスプレイを搭載したノート型PCも市販され始めている。これを用いることで、どこでも立体感のある表示が可能となる。そのため、こうした立体視可能なノートPCからCOSMOSまでが同じモデルで3次的に表示、確認ができる環境の構築も図る。

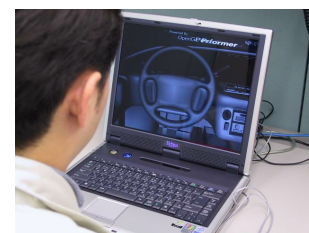
今年度は、これまで我々が開発した没入型プログラム



a)COSMOSにおける表示例



b)傾斜3面ディスプレイにおける表示例



c)ノートPCにおける表示例

図2 異なる環境下での立体視

開発環境^[7]を裸眼立体視ディスプレイ型ノートPC (SHARP製: PC-RD1-3D)に移植して、同一のプログラムで、COSMOS、傾斜3面ディスプレイ、ノートPCまでの全ての環境において立体視可能とした (図2)。

2. 2 市販CADとの連携による形状設計技術

現在使われている3次元CADシステムは、マウスやキ

ーボードなどを用いて、正確な3次元形状の入力ができるが、2次元ディスプレイ上で3次元モデルを表示するため、モデルを回転させることなどにより、3次元形状の入力や形状確認をする必要がある。また、実際に出来上がる製品の大きさや製品の使い勝手などの評価を行うことは困難である。一方、没入型ディスプレイ環境は、3次元モデルを実寸大で3次元的に確認できるため、製品の使い勝手などの評価を行うことが可能である。また、直接3次元空間を用いて3次元形状を入力できるなど直感的な形状入力が可能である^[8]。しかしながら、正確な3次元形状の入力や形状修正などを行うためのインタフェースが無いなどの問題があった。そのため、詳細かつ正確な設計用市販3次元CADシステムと、リアリティのある表示が得意な没入型ディスプレイシステムとを、高速なネットワークを用いて繋ぐことにより、それぞれメリットを活かし、協調して形状を設計可能な環境を実現する。具体的には、没入型ディスプレイ環境の設計者と3次元CADシステムで作業している設計者とがネットワークを介してシームレスに3次元モデルや視点及びカーソル情報を共有することにより、コミュニケーションを図りながら協調して設計する環境を実現する。

今年度、以下の2つの方式について検討した。

- (1) 市販の3次元CADを用いて、形状ファイルを介してオンラインでCOSMOSに表示
- (2) リアルタイムに形状及び視点、カーソル情報までをCAD-COSMOS間で双方向に共有して、双方で形状作成や修正

(1)の方法は、形状を設計するためのインタフェースは、市販の3次元CAD(本実験では、Shadeを使用)を用いて、CAD上で形状作成を行い、ファイルに保存することで、ユーザは意識することなく、オンラインでCOSMOSに表示可能な方法である。普段使い慣れているCADを用いることで、形状作成・修正を行うことが可能である。また、COSMOSに実物大で立体表示されたモデルを、COSMOS内にいるユーザが問題点、修正箇所を音声等で指示することで、CADのユーザが修正して形状設計を行うことができる。

(2)の方法は、ファイルを介することなくCADとCOSMOS間でモデルをリアルタイムに共有し、CADのユーザだけでなく、COSMOS内のユーザも直接モデル形状の作成、修正が可能で、その結果はCADとCOSMOSの双方にすぐに反映することが可能である。また、COSMOS内の3次元仮想空間上で直接入力した3次元手書き形状^[9]もCADと共有することで、正確なモデル生成も可能である。そのため、デザイナー等がCOSMOS内で直感的なモデル作成を行うことができる。CADのユーザとCOSMOS内のユーザは、音声等に加えて、互いのカーソル位置情報及び視点情報を用いて問題点、修正箇所の指示等を行い、協調設計作業効率の向上を図ることが可能となる。現状はプロトタイプシステムのため、円柱やスweep形

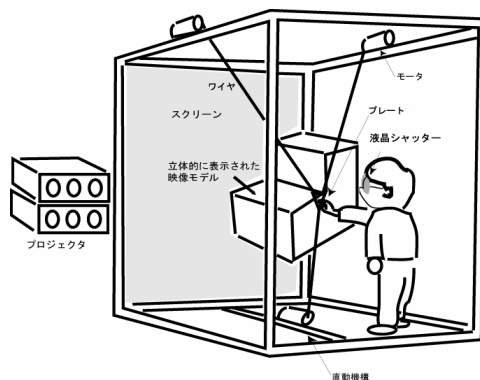


図3 力覚提示装置

状等、作成できる形状は簡単なものに限られるが、特定の用途に限れば十分に活用が可能である^[10]。

2. 3 没入型環境における力覚インタフェース技術

没入型環境内に実物大で表示された3次元モデルを用いて、家の室内、航空機のコックピット等におけるリーチング評価(手が操作部に届くか等)など人間工学的な評価(操作性等)可能なシステムの構築を目指し、没入型環境でユーザの指先もしくは掌に反力がフィードバック可能な力覚装置の実現を目指している。COSMOS等の没入型環境で使用する力覚提示装置の条件として、装置が映像を遮らないことがある。我々はこれまで、東京大学で開発された装着型力覚提示装置HapticGEAR^[11]を用いてCOSMOS内での力覚の利用を検討した^[12,13]。本装置は、ユーザがワイヤの巻き取り機構を有する装置を背中に背負い、ワイヤの張力で制御されるペンを持つことで力覚を提示するものである。ユーザはCOSMOS内を自由に動き回りながらモデルをペンで触ることで力覚を感じることが可能であるが、得られる力覚はペンを通した1点であり、また装置の装着の煩わしさがあった。そのため、本研究では、映像を遮らない構成の非装着非把持型力覚提示装置を開発し、映像と同期して力覚を提示するインタフェースを実現する。これにより、指先が3Dモデルに触れる、モデルの外形に沿って指先を動かすことが可能となり、製品の3Dモデルで機能検討が可能なデジタルモックアップツールを実現できる。

今年度は、1枚の透明プレート、それを保持する3本のワイヤ、ワイヤを巻き取るモータ、モータを直動させる直動機構、及び直動機構を保持するフレームによって構成される。ユーザの指先位置をセンシングすることで、指先がモデルに触れたときにその位置にプレートがあるようにワイヤ及び直動機構を制御することで、モデルの表面に触った感覚を提示する力覚装置を考案し、その基本設計を行った(図3)。

2. 4 仮想人体モデルを用いた製品使用環境シミュレーション技術

自動車、住居設備、福祉製品(移動・移乗補助具、ベッド、福祉車両)等のように人間が日常生活の中で使用することを想定した製品の設計あるいは購入を検討する場合、人間の活動や身体動作特性に十分配慮する必要が

ある。これまでこうした検討には平均的な体格を想定した規格に則って行われてきた。この検討を、各個人の体格や身体機能を考慮した仮想化した人間モデルで行うことで、試作品の製作・改修に関わる時間とコストを削減し、製品開発を行うことが可能となる。そのため本研究では、肉体的構造と物理運動学に則った仮想人体モデルをコンピュータ内に構築し、ユーザの骨格や物理特性模擬による人間工学的評価のシミュレーションを行うことにより、製品を実際に使用したときの評価を行うシステムの開発^[14]を目指している。

今年度は、動作シミュレーションができる仮想環境構築に向けた仮想人間モデルや拘束条件の構築法について検討した。設計対象製品として介護支援用装置を想定し、用途を動作シミュレーションに限定することで、人体モデルとして親子関係のない剛体リンクモデルを用い、リアルタイム処理が可能な程度に簡略化した。そして、その仮想人体モデルを構築および操作できるソフトウェアを試作し、従来のCGシステムにおける同様な操作との使用感の違いについて検討した^[15]。

3. まとめ

本稿では、平成15年度よりスタートした“ITとVRに基づく次世代設計環境に関する研究”の概要と今年度の研究成果概要について述べた。本研究は、COSMOS等の没入型ディスプレイの実物大表示やモデルを実感できるなどの特徴を生かして「感性を重視する製品デザイン設計」や「人間工学的な製品機能評価」を同時にリアルな仮想環境で行うことが可能な次世代の設計環境の構築を図ることを目的として、(1)低価格没入型ディスプレイ構築技術、(2)市販CADとの連携による形状設計技術、(3)没入型環境における力覚インターフェイス技術、(4)仮想人体モデルを用いた製品使用環境シミュレーション技術の4つの要素技術を中心に研究を進めている。

COSMOS等の没入型ディスプレイを始めとするVR技術は、黎明期を終え、今後益々その利用が盛んになると考えられる。特に製品開発分野においては、VR技術を用いることにより3次元CAD/CAE等の3次元設計/解析データをベースに、あたかもそこに開発品が存在するかのように検証や評価ができるため、試作にかかる時間やコストを低減し、製品のリードタイム短縮に大きな効果を発揮するものと期待される。

本研究で得られた成果は、岐阜県生産情報技術研究所主催のCOSMOS研究会を中心に各種研究会、学会等で随時発表をしていく予定であり、皆様からのご意見・ご指導を頂けると幸いである。

文 献

[1] Toshio YAMADA, et al., "Development of Full Immersive Display: COSMOS", Proc. VSMM98, pp.522-527, 1998.

- [2] 浅野良直ほか, “バーチャルモックアップによる製品評価システムの開発”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告第3号, pp.29-32, 2002.
- [3] 浅野良直ほか, “バーチャルモックアップを利用した製品評価システムの開発 (第2報)”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告第4号, pp.47-50, 2003.
- [4] Toshio Yamada, et al., “Desk-size Immersive Workplace Using Force Feedback Grid Interface”, Proc. of IEEE-VR2002 pp.135-142, 2002.
- [5] 山田俊郎ほか, “触力覚提示装置のための傾斜3面ディスプレイの開発”, 日本バーチャルリアリティ学会第5回大会論文集, pp.287-290, 2000.
- [6] 山田俊郎, 棚橋英樹, “PCクラスタを用いた多画面同期描画システムの開発～ITとVRに基づく次世代設計環境に関する研究～”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告第5号, pp.62-64, 2004.
- [7] 藤井勝敏ほか, “VR技術を利用した設計支援システムの開発”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告第1号, pp.11-16, 1999.
- [8] 浅井博次, “没入型ディスプレイシステムのためのユーザインタフェースに関する研究”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告第4号, pp.61-64, 2003.
- [9] 藤井勝敏ほか, “没入型6面ディスプレイCOSMOSにおける手書き入力インタフェースの提案”, ヒューマンインタフェースシンポジウム2001, pp.145-146, 2001.
- [10] 藤井勝敏, 棚橋英樹, “PC用CADと没入型CADの共同設計システム～ITとVRに基づく次世代設計環境に関する研究～”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告第5号, pp.58-61, 2004.
- [11] 寛直之ほか, “没入型仮想空間における力覚呈示デバイスHapticGEARの開発とその評価”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol.5, No.4, pp.1113-1120
- [12] 浅野良直ほか, “没入型多面ディスプレイにおける衝突検出システムの開発”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告第2号, pp.5-10, 2000.
- [13] 浅野良直ほか, “没入型6面ディスプレイにおける力覚デバイスを利用したモデリングシステムの開発”, 日本バーチャルリアリティ学会第6回大会論文集, pp.7-8, 2001.
- [14] 藤井勝敏, “福祉機器設計のためのVRシミュレーション提示技術に関する研究”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告第4号, pp.57-60, 2003.
- [15] 藤井勝敏, “仮想人間モデルを用いた製品シミュレーションに関する研究～ITとVRに基づく次世代設計環境に関する研究～”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告第5号, pp.65-68, 2004.