

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の研究—

藤井 勝敏

棚橋 英樹

Concurrent Design System along linked PC-CAD to COSMOS-CAD

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

Katsutoshi FUJII

Hideki TANAHASHI

あらまし PC上で動作するCADシステムと、没入型ディスプレイCOSMOSで動作するCADシステムを開発し、双方をネットワークで常時接続して作業空間を共有するデザイン支援システムを開発した。それぞれのCADシステムは、装置の形態およびユーザの作業性に配慮して、それぞれの特徴を引き出した機能を実装している。例えばCOSMOSで3次元空間に直接スケッチ画を記述し、PC側でそれを参考に幾何学的形状を定義するといった利用形態のように、同時分散的に作業を行うことができるようなコミュニケーション手段を提供することによって、互いに不足する機能を補完しあうことができた。

キーワード CAD, COSMOS, 共同設計

1. はじめに

没入型ディスプレイCOSMOS^[1]は、視野の全領域を立体映像で囲むことができるとともに、ユーザが装置内で自由かつ自然に視点移動できることから、VR技術により生成される仮想空間を体験する際には最適な提示装置である。そこで当研究所では設立当初からCOSMOSを製造業の高度化に供するために、特にここ数年にかけて情報技術(IT)の導入によって効率化が進められてきた機械、自動車、建築分野等への応用に向けた技術開発を進めてきた^[2~4]。これらの研究結果は、研究会、見学会など折に触れて業界関係者に公開してきたが、異口同音に、COSMOSの中でCADのように変更作業を行いたいとの指摘を受けてきた。

そこで本研究は、COSMOSの中で直接設計作業ができる機能をはじめ、ネットワーク協調機能やシミュレーション機能などのITとVRに基づく次世代設計環境を開発し、このような要求に答えることを目的としている。初年度である本年度は、この次世代設計環境のコンセプトモデルとなるデモンシステムを最初に開発し、その評価を受けることで、今後の方向性と実用的なシステムに求められる要求仕様を明確にする試みを行った。本報告ではこのデモンシステムの概要と機能およびその利用イメージについて述べる。

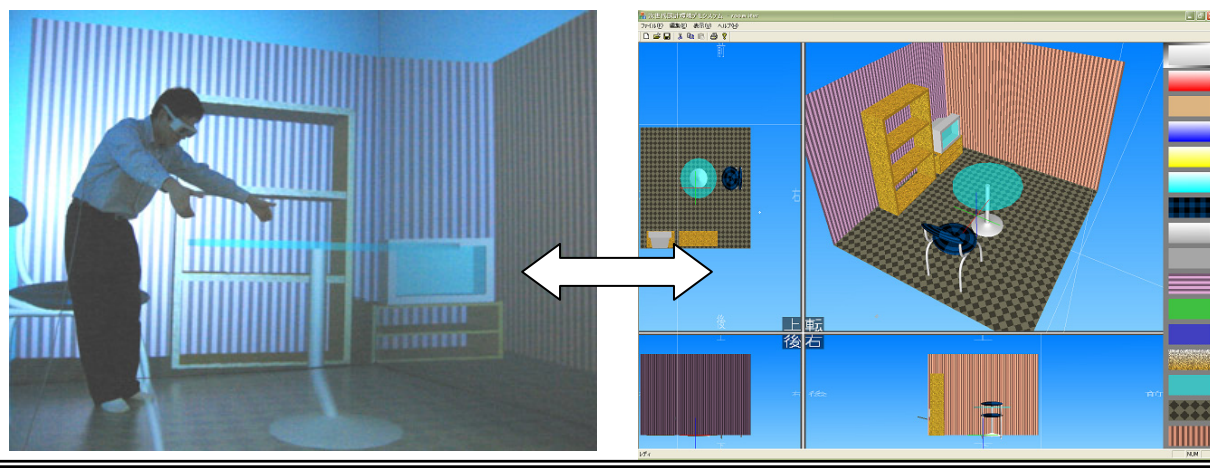
2. ITVRデモンシステム

図1に、本研究で開発したITVRデモンシステムの構成を示す。本システムは、Windowsがインストールされた一般的なPC上で使用する専用CADシステム(以下PC)と、高性能なGWSで制御される没入型ディスプレイ(以下COSMOS)で使用する専用ビューシステムの間を、構内ネットワーク(LAN)により接続することにより構成した。

PCの画面には、任意数の仮想物体を配置することによって構成した仮想空間が、三面図および透視図により提示されており、付属のマウスおよびキーボードを操作することにより、仮想空間内に物体を追加することや、物体の配置や形状を操作・編集することができる。

一方で、COSMOSには同様の内容の仮想空間が実物大で立体的に提示されており、専用眼鏡を掛けてCOSMOS内を見て回ることで、あたかもユーザ自身が仮想空間内に入り込んだかのような感覚を得ながら評価することができる。またCOSMOSのユーザは、手に持つことで3次元的位置の指示と、指先操作で方向と複数のボタン入力が可能なコントローラを持ち、視点の移動やPC側のCADと同様なモデリング作業を行うことができる。

上述のように、双方のシステムはLANにより常時接続された状態にあり、一方の仮想空間に変化があった場合には、他方を自動的に同じ状態に更新し、仮想空間の同一性を維持している。また、同じネットワークを利用し



ネットワーク(Ethernet, 無線LAN等)
COSMOS

PC

図1 ITVRデモシステム

表1 デモシステムの基本形状

種類	基本形状名
線	長方形 円 ベジェ曲線(直線を含む)
面	長方形面 円板
立体	直方体(立方体を含む) 楕円球(真球を含む)

表2 基本形状の内部表現

サイズ	名称	用途
short	ID	内部の識別番号
char	name	基本形状名コード
char	color	カラーパレット番号
short	com	組み合わせ先のID
short	group	所属グループID
float	v[14]	位置, 大きさ情報

て、PCおよびCOSMOSのユーザの作業状態や視点などの情報を相互に交換し共有している。

2. 1 作業空間の構成

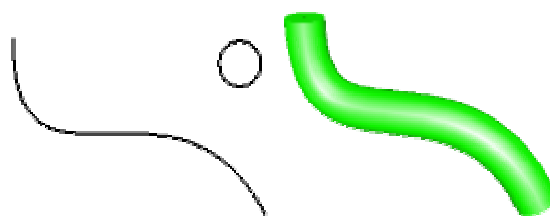
本報告における作業空間とは、任意数の仮想物体を配置した仮想空間のことであり、それぞれの仮想物体の形状および配置が設計作業の対象となる。一般的なCADシステムにおいては、複数の基本形状を組み合わせることで製品形状を表現するため、本システムにおいても、入力やその後の編集が容易で製品形状の表現に有効と考えられる基本形状を数種類導入している(表1)。いずれの基本形状も、位置や大きさ等を規定する値と、色やその他諸属性パラメータにより内部表現されている(表2)。

本システムによる設計作業手順は、これらの基本形状を追加、編集することが中心となる。これは、PCでもCOSMOSでもできるが、特にPC側では数値入力をキーボードから直接行うことで精密な指示が可能である。

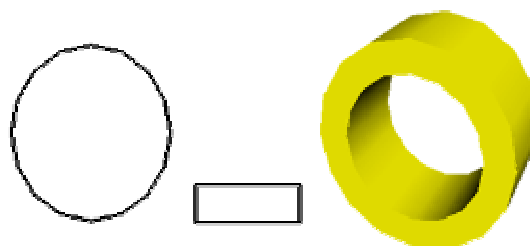
一部の基本形状は単体で用いるだけでなく、他の形状

を参照させて複雑な物体を合成することもできる(図2)。例えばベジェ曲線に円を組み合わせることにより、円を与えられた半径を持ち、ベジェ曲線に沿ったチューブ状の形状が定義される。こうすることにより、先の例ではチューブの位置を変えただけでベジェ曲線を編集し、太さを変えただけで円を編集することになるため、複雑な形状であっても更新するパラメータを限定することができ、編集操作を簡便にする効果に加え、本システムのようにネットワークで時々刻々と同期をとるシステムにおいては重要なポイントでもある。

また、一般的なCADにも導入されている基本形状のグループ化や親子関係の設定なども備えており、編集作業の効率化を図っている。



(a)ベジェ曲線に円でチューブを定義



(b)円に長方形でパイプを定義

図2 組み合わせ形状例

2. 2 参考形状

本システムでは、作業空間構築に用いる基本形状に加えて、協調設計作業におけるコミュニケーションを補助する目的で、設計の参考となる形状を表示できる。これは、PC側とCOSMOS側とでは入力の方法が全く異なるが、いずれかの側で入力した内容は随時相手側にも反映される仕組みになっている。

まずCOSMOS側の入力方法は、ユーザが特定のボタンを押しながらコントローラを持った手を動かすと、その軌跡に3次元的な線画が残される。これをスケッチ入力と呼び、大雑把な形状や位置、大きさなどを直感的に表現したい場合に利用できる(図3)。

PC側の場合は、メニュー操作によって市販のCADシステム等で作成されたDXFファイルの形状データを作業空間内に読み込むことができる(図4)。これにより、既製品や部品データベースの形状に合わせて対象製品を設計するような使い方が可能になる。

この参考形状は、本システムにおいては現在のところ設計操作の対象ではなく、単に仮想空間中に見えているだけで、移動や部分的な編集などは一切しないようにしている。これは、スケッチ入力データも、本システムで扱えるDXFデータも、莫大な数の頂点群で表現されているため、例えば個々の頂点を選択して編集するのはユ

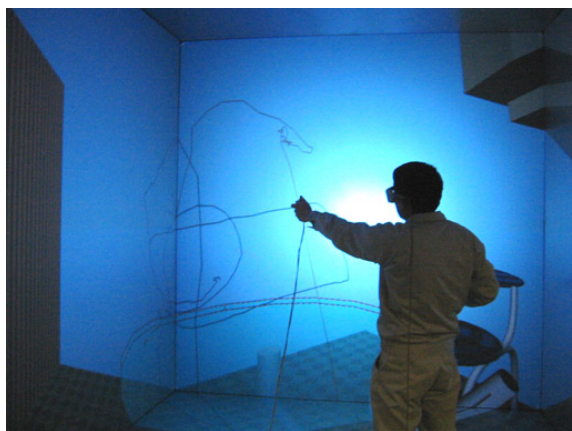


図3 スケッチ入力

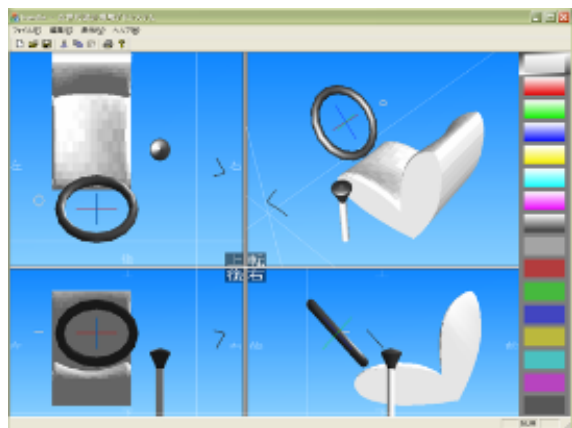


図4 DXF(シート形状)の読み込み

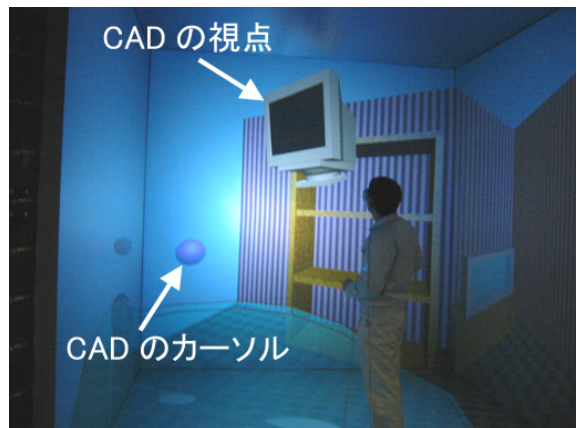


図5 COSMOS側でのCADユーザ情報表示

表3 ユーザ情報

サイズ	名称	用途
float	headX/Y/Z	視点(頭)の位置
float	headH/P/R	視点(頭)の方向
float	handX/Y/Z	カーソル(手)の位置
int	focus	注目している形状番号
float	ext[]	作成メニュー状態変数

ーザインタフェースの設計上適切ではなく、あるいはまとまった数の頂点を同時に編集するのは、高度なCAD機能とユーザインタフェースを必要とするからである。従って、PCおよびCOSMOS側で入力された参考形状は一括消去もしくは追記のみ可能にしている。なお、PC側においては、COSMOSで入力されたスケッチ入力はファイルに保存することができ、後で参考形状として読み込むことや、他のCADシステム利用の際の参考にするなどの応用が考えられる。

2. 3 ユーザ情報の交換

本システムの最後の特徴は、図5に示すように、相手側のユーザの視点や作業状態が、自分側の作業空間内にリアルタイムに表示されていることである。これは、表3に示すユーザ情報をそれぞれのシステムが収集し、ネットワークを経由して相手のシステムと共有し、表示することによって実現している。これにより、相手のユーザがどこに注目しているか、また何の作業をしているかを互いに知ることができる。

この機能は、本システムと音声通話(電話)回線を併用して利用すると有効に活用できる。例えば、COSMOSのユーザが指差しして「ここ」と言えることや、PC側で直線的に正確に操作する様子をCOSMOSユーザが見て「もう少し小さく」などのように、見たまま、感じたままの表現を使ってコミュニケーションが取れるからである。従って音声通話は、在来設備が利用できる一般的な通信基盤であり、本システムとは別系統ではあるが、必要不可欠な要素であると言える。

3. 利用例

本デモシステムは、特定の製品に特化しない、あらゆる製品設計における様々なシーンを想定しており、本章ではいくつかの利用例を紹介する。

3. 1 3次元スケッチの清書

COSMOSの中では空中に自由にスケッチを描くことができる。本システムを利用すれば、デザイナーが直感的にスケッチを描く一方で、PCのオペレータがスケッチに沿って部材を作成し、配置することが同時にできる。もしデザイナーのイメージと異なる部材配置が行われた場合、いずれの側からでも即座に修正できる。この利用形態ではCOSMOS内のデザイナーは煩雑な操作をする必要がなく、ただ直感的にラフスケッチをすればよいため、複雑なCADの操作を覚える必要がない。

3. 2 配置シミュレーション

予めPCからDXFファイルにより部屋や機械の骨組みなど固定形状を与えておく。COSMOSユーザは家具や、部品と見なした適当な部材を作成し、実物大で体験しながら位置決め調整を行う。多数の部材の繰り返し配置などの煩雑な操作や、正確な寸法の部材作成はPC側のユーザに依頼することで、全体として効率的に作業ができる。

3. 3 コミュニケーションツール

COSMOSユーザが何を、どこに手を伸ばしているかは、PC側で常に観測することができる。既製の、あるいはほぼ完成した製品をユーザに提示し、試用させることで、ユーザの要求や問題点を見出せる可能性がある。またPC側ですぐに修正することができるため、その場で問題点を解決することもできる。

4. 考察とまとめ

COSMOSは、提示された仮想空間の中にユーザが入り、その場所から主観的に見ることによって直感性が得られ

る装置である。一方のPCは、限定された大きさの画面に作業空間を表示し、ユーザの操作により視点を移動するため、全体を見渡す客観的な視点で作業することができる。従って両者には本質的に得意、不得意が存在し、長所も短所も存在する。本デモシステムは、これまでの研究の中から見えてきたCOSMOSの長所を生かしつつ、ネットワーク技術を導入することによって短所を補うことができることを示すことも目的の一つとして開発した。

そのために、本デモシステム開発の重点はユーザインタフェース技術およびネットワーク利用技術であったため、一般的に使用されているCADシステムが重要視している形状演算部(CADカーネル)については、本デモシステムの基本形状群だけでは実用に耐え得る水準を満足していない。しかしCADカーネルは、単体で供給されている製品の導入を検討することができるほか、過去に建築用に特化したCADを研究した事例^[3]もあり、特定用途に限れば独自に開発することも難しくはない。

本デモシステムの今後は、本研究テーマが目指すシミュレーション技術、データベース技術との連携技術研究を進めながら、具体的なニーズに応じて一般的なCADソフトをベースにした実装を図る予定である。

文 献

- [1] Toshio YAMADA, et al., "Development of Full Immersive Display: COSMOS", VSMM98 予稿集, pp.522-527, 1998.
- [2] 浅野, 藤井, "多面ディスプレイの高度利用に関する研究", 生産研 研究報告, pp.1-6, 1999.
- [3] 藤井他, "VR技術を利用した設計支援システムの開発(I)~(III)", 生産研 研究報告, 1999~2001.
- [4] 浅野他, "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(I)~(II)", 生産研 研究報告, 2001~2002.