

VRML と Java3D による遠隔仮想作業空間における 協調型 CAD データ表示システムに関する研究

寺島 賢 紀[†] 杉岡 一 郎[†]

機械部品や金型などの三次元形状のデザイン・製造にかかわる一連の作業をアシストするために、計算機に特定のソフトを導入せず、一般の電話回線を用いた協調作業が可能で、設計・製造・検査などが複数企業間で行えるようなシステムを目指して開発を進めた。これまでに、CAD を利用して機械部品や金型などの設計・製造を行っている生産現場での問題点と要望を取り上げ、求められている機能の実現を図ってきた。それは製造・検査などを CAD から独立して、再設計などの機能を省いてより簡便にパソコンなどで作業できることである。このような機能を有し、今後の需要増が予想される遠隔地どうしの協調作業を可能とするシステムの開発について報告する。

A Basic Study of CAD Data Display System That Offers Cooperative Operation in the Virtual Work Space

TAKANORI TERASHIMA[†] and ICHIRO SUGIOKA[†]

To assist a series of process of manufacturing machine parts and mold using CAD systems, we aim at developing a system that can share the virtual work space on the Net connecting companies by a telephone line, and that can works on a PC without any specific software. In a past research, we have shown a solution for some problems and demands from industries. Their request was a handy system built on a PC, without using a complex CAD system, that assists manufacture and examination. This report presents the development of a system that has the functions mentioned above and offers cooperative operations among companies on the Net, that could have more demand from now on.

1. はじめに

本稿は機械部品などの製造にかかわる一連の作業をアシストするために、サーバ/クライアントに特定のソフトを導入せず、企業間で一般の電話回線を用いて3次元情報を共有でき、設計・製造・検査などが複数の企業間で行えるようなシステムの構築について報告するものである。

機械部品や金型製作においては、三次元 CAD システムによる設計が浸透している。生産現場では、その一連の工程の中で製品概要が分かる程度に、すなわち再設計などの機能を省き、CAD システムから独立してパソコンなどでより簡便に形状、動作の確認などを行いたいという強い要望がある。これまでに以下にあげるような機能を有するシステムを VRML と Java

を用いて構築してきた¹⁾。

- (1) 複数の形状データの表示
- (2) 物体の組合せ状況の確認
- (3) 物体の動作再現
- (4) 物体どうしの干渉チェック

この中で、特に形状のチェックは CAD データの製作者とは違う担当者が行うのが普通で、そのために CAD システムから独立してデータを表示し検証できるシステムが求められているのであるが、パソコンが3次元形状を扱うのに十分な性能を持ち、またそれらがネットワークで結ばれていることが一般的な状況である現在、距離を超えてその作業を行いたいという需要が生じてくるのは自明のことである。文献 1) では、三次元形状に対する一連の作業を別ファイルに記録・送付することで意図を伝える方法を探っていたが、さらに進んで遠隔地でも同時に作業できるようなシステム、すなわち仮想の作業空間での操作を複数のユーザで共有し、その中で上記の機能を有するシステムの構

[†] 室蘭工業大学

Muroran Institute of Technology

築を目指した。その際にはユーザが互いに協議し合えるよう通信手段も同時に持ちあわせていることが望ましい。インターネットフォンなど別のアプリケーションに任せることも可能であるが、統合的なシステムとして独自に通信機能を持たせることにした。

2. システムの設計

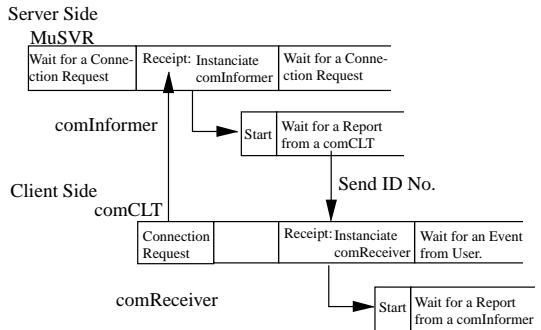
2.1 開発環境

扱う形状データは VRML を対象とした。理由は、多くの CAD システムで出力をサポートし、また 1997 年以降 ISO によって三次元形状データの標準仕様として定められているからである。開発言語は Java2 SDK Version 1.3.0 および Java3D Version 1.1.3 を用いた。Java3D を用いることにより、VRML ブラウザを別途用意する必要はなくなった。ブラウザと開発言語を特定する際には以下の選択肢を考慮した。

- 一般に普及している VRML ブラウザを用い、applet として提供される外部プログラムと連携をとる (EAI と呼ばれる)。
- 一般に普及している VRML ブラウザを用い、Script ノードによって外部のスクリプトと連携をとる (JSAI と呼ばれる)。
- 何らかの言語を用いて形状データを表現するアプリケーションを作成する。

EAI を用いる場合はプログラムはアプレットとして実行されるので、ローカルなファイルにアクセスできない、サーバ以外のマシンへのネットワーク接続が確立できないといった制限を受けるため、文献 1) では、JSAI を用いてシステムの構築を行っていた。しかし、Script ノードと外部スクリプトのデータの授受が煩雑なこと、ベースとしていた JSAI をサポートするブラウザである Sony の Community Place Browser が Windows2000 や新しい Java 開発環境をサポートしないという理由から、本研究では Java3D を用いた実装を試みた。この場合のメリットは、プラグインを別途用意する必要がなくなることと、他のファイルフォーマットに対応して読み込みを行えば形状データは VRML に限定する必要がなくなることである。新たなプラグインを導入するという事は、一般ユーザにとっては 1 つの大きな作業であり、Web 上で 3D グラフィックスを配信する会社でもできるだけ専用ソフトの配信を自動的に行えるようにする傾向が見られる。ファイルフォーマットについても、現在では VRML を超える三次元形状データの表現方法が提案されていることを考えると、Java3D による実装は適切な選択であると考えられる。

Step1: Establish a Connection



Step2: Process an Event

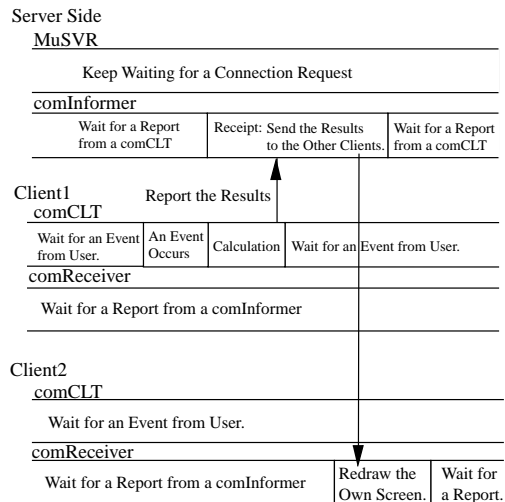


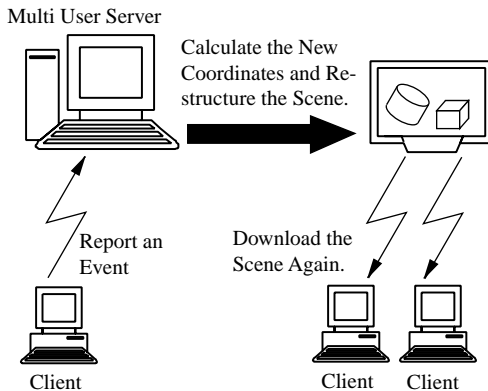
図 1 ネットワーク接続の確立とイベント処理
Fig. 1 Time schedule of connection and event processing.

2.2 作業空間の共有

マルチユーザサーバ (MuSVR) はクライアント (comCLT) からの接続要求があるとイベント報告受信/配信用のスレッド (comInformer) を生成し、ID 番号を送り返す。ID 番号を受け取ったクライアント側では、受信用のスレッドを生成する (comReceiver)。これは、他のクライアントでイベントが起こった際にサーバから送られてくるメッセージを受け取るものである。時間軸に沿った処理の流れを図 1 に示す。

このとき、あるサーバが仮想空間を作り出し、それを一元的に管理してすべてのクライアントに対して情報を伝送するという方式では、サーバに計算の負荷が集中し、再構築された空間データを再び各クライアントが取得するためにデータの転送量も非常に大きなものになる。本研究では一般の電話回線を対象としているため、転送データを極力減らすために、共有する形状データは各クライアントごとにロードし、通信デー

Model 1: A Server Manages All about the Scene.



Model 2: A Server Only Inform the Data from a Client to the Others.

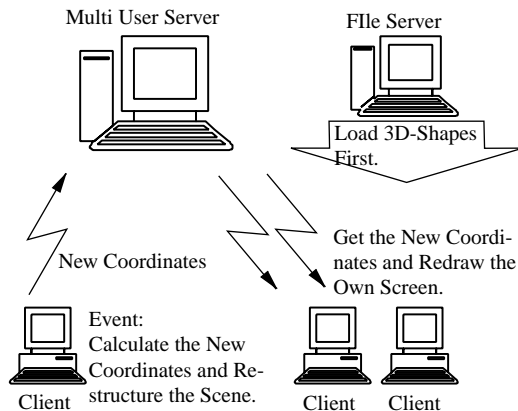


図2 マルチユーザサーバがシーンを集中管理する方法と、各クライアントでイベント処理を行う例

Fig.2 Two models that multi user server manages all about the scene and that each client processes the events.

タはクライアント ID, 対象となる物体の番号と変更される位置情報のみとした。このようにするとあらかじめ各クライアントで操作の対象となる形状について承知していなくてはならない煩雑さがあり、画面上のシーンの統一性を犠牲にする可能性はあるが、イベントの処理、画面の書き換えなどを各クライアントで行うため計算の負荷も分散されるというメリットがある。本システムのパフォーマンスを下げる最も大きな要因は、物体の移動・回転時の座標計算・衝突判定の部分であり、イベントのたびに計算結果をサーバから受け取るのではなく、各クライアントで計算し、結果のみをサーバに送信しその他のクライアント上で反映される方が速度的にも有利であると考えられる。また、データの

送受信も1つのイベントについて上りあるいは下りの一方のみとなるため通信量も抑えることができる。マルチユーザサーバの役割はクライアントからの画面更新報告を受け取り、それをその他のクライアントに通告するのみとなる。図2にそのモデルの比較を示す。

形状データについても、圧縮ファイルに対応することにした。VRMLの形状データはテキストファイルであるため、大きな圧縮効果が得られる。

2.3 ユーザインタフェース

多くの場合ユーザはコンピュータでの作業に習熟しているわけではないので、できるだけ直感的で、かつ一般的なコンピュータの操作方法と大きな違いのない操作体系を持つシステムになるよう心がけた。今までに構築したシステムでは AWT 部品を配置したパネルから物体を操作する GUI を用いていたが、本システムではより自由度の高い操作のために、マウスによる操作も可能とした。ただしマウス移動量の読み取り精度の問題で、微妙な調整のためにはパネル上で数値を直接操作する必要性は残る。

また、ネットワーク接続による協調空間ではチャットによるコミュニケーションが多く見られるが、システムの習性上何らかの操作をしながら対話する必要があるため、音声によるコミュニケーション機能を追加した。その接続方法は、図1に示すイベント送受信のために確立した接続とほぼ同様であるため、ここでは説明を省く。

3. 実行例

システムの実行は Windows98/Me/2000 で行っている。計算機は MMX Pentium 233 MHz/64 MB から PentiumIII 766 MHz/256 MB まで、新旧取り混ぜて試験を行った。図3に実行例を示す。複数のユーザで協調作業を行うには、あらかじめ任意のマシンでマルチユーザサーバを立ち上げておく必要がある。その動作例を図4に示す。

4. 本システムの有効性

本システムのベースになっている VRML と Java を用いた CAD データ表示システムの有効性については文献1)を参照されたい。

これに加えて、本システムでは遠隔地を結んだ協調作業が可能となった。すなわちマルチユーザサーバが複数のクライアント間での情報の伝達を仲介して各クライアント上に描画されるシーンを統一し、複数のユーザが互いにコミュニケーションをとりながら作業を進めることができるようになった。つまりネット

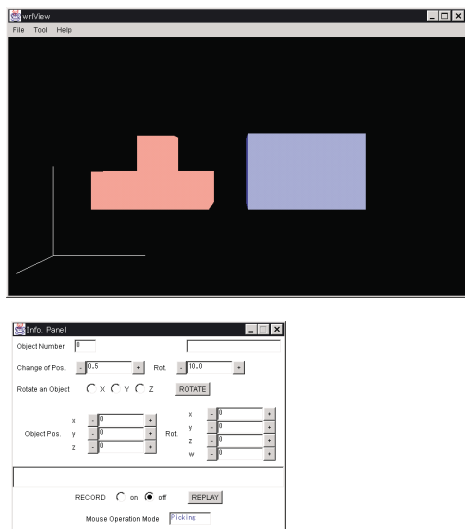


図3 システムの実行例

Fig. 3 An example of virtual work space and operation panel.

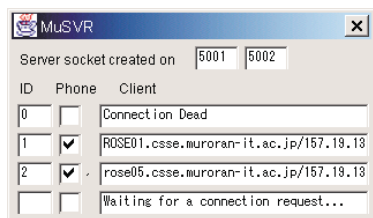


図4 マルチユーザサーバの実行例

Fig. 4 An example that multi user server is running.

ワークを介して形状を見ながら、分散した担当者が問題を見つけ、協議することが可能なシステムにすることができた。

5. おわりに

ネットワーク上に形状データを置いておくことは第三者の目に触れる可能性を持つことである。つまり第三者による覗き見・改竄の可能性がある。実際、VRMLでは材質、仕様、明細書などすべての情報を備えたエンジニアリングデータを表現できるわけではなく、結果的に企業の知的所有物である製品データを守ることになるが、今後より高度なファイル形式が提案された場合、潜在的にこのような危険性を持っている。データを暗号化・署名して管理することでこのような危険を回避できるので、本システムもそのような機能に対

応する必要がある。

本システムの使用感であるが、マシンのグラフィック性能に大きく依存するようになる。最新のマシンであってもグラフィック性能の劣るマシンでは動作にストレスを感じる。一般企業のどんな部署にもあるようなマシンでの動作を念頭においていたため気になる部分ではあるが、今後急速にマシン性能が向上することが予想されるため、その際には実用上支障がないと考える。

音声の伝送に使われる帯域も決して狭いものではないのであるが、現段階では単に接続して一対多のコミュニケーション手段を実装したにすぎず、圧縮、無音部分のカットなどの改善の余地は残っている。

参考文献

- 1) 寺島賢紀, 伊庭野洋, 山田富士夫, 杉岡一郎: VRMLによるCADデータ表示システムに関する研究, 設計工学, Vol.35, No.7, pp.262-267 (2000).

(平成12年10月25日受付)

(平成13年3月9日採録)



寺島 賢紀 (学生会員)

昭和45年生。平成10年室蘭工業大学大学院工学研究科情報工学専攻博士前期課程修了。現在同博士後期課程生産情報システム工学専攻。



杉岡 一郎 (正会員)

昭和16年生。昭和40年3月室蘭工業大学工学部電気工学科卒業。昭和45年3月北海道大学大学院工学研究科修士課程電気工学専攻修了。昭和46年6月室蘭工業大学工学部電子工学科助手。昭和60年1月同助教授。平成2年4月同大学地域共同研究開発センター助教授。平成5年4月同大学工学部情報工学科教授。平成9年4月同大学工学部附属情報メディア教育センター長(併任)。工学博士(北海道大学)。主として、コンピュータの教育利用に関する研究に従事。教育システム情報学会会員。