

## 3次元画像デザインに対するネットワークコラボレーション 支援システムの試作

川崎淳子 松本然 富金原賢次 田中猛彦 中川優  
和歌山大学 システム工学部

プロダクトデザインを行うときに3次元画像データを利用することが多くなっている。そこで本研究では、3次元画像データを活用するコラボレーションシステムの構築を目指した。現在すでに、Webを利用したCADデータを共有するためのツールが開発されているが、これらは、ユーザ全員に3次元画像データを扱うための専門的な知識と技術を要求する。本システムは、3次元画像以外に、2次元画像や文字によるやりとりを可能にすることで、専門家によるコラボレーションだけでなく、技術力の違うユーザ同士によるコラボレーションを支援することができる。本稿では、コラボレーションシステムにおけるユーザ認証、インタフェース、排他制御について述べる。

## Development of Network Collaboration Support System for 3D Graphics Design

Junko Kawasaki, Shikari Matsumoto, Kenji Fukimbara,  
Takehiko Tanaka, Masaru Nakagawa  
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

We develop a support system which realizes collaborative designs of 3D computer graphics through a computer network. Although there have been developed several network collaboration support systems which deal with 3D graphics, they requires all the users to have the technical knowledge and skill to handle 3D graphics. Our system, however, permits communicating 2D images and text data, which enables smooth collaborations even if some users have little knowledge and skill of 3D graphics. This paper explains several components of our system; user authentication, user interface and distribution right.

### 1. はじめに

和歌山県海南市は、漆器、日用雑貨などの地場産業が盛んな町である。これまでの伝統的な技術をもとにした自由な発想を持つ製品開発は、今後の地場産業発展の鍵である。しかし、現在のデザイン過程において、デザイン依頼者、デザイナー、製作者等のやりとりは、時間や費用の問題で近場の人間同

士に制限されてしまうことが多く、より自由な発想によるデザインを得るための手段が必要と考えた。そこで、コンピュータとネットワークを利用して、遠隔地にいる者同士が円滑にプロダクトデザインを行うためのコラボレーションシステムの開発を行うことにした。

最近では、プロダクトデザインを行うときに3次元画像データを利用することが多くなっている。そこで本研究では、3次元画像データを活用するコラボレー

ション支援システムを開発した。

3次元画像データを中心としたネットワークコラボレーションの試みはすでに行われている。現在すでに、Webを利用したCADデータを共有するためのツールが開発されている[1][2]。しかし、これらのツールは、ユーザ全員に3次元画像データを扱うための専門的な知識と技術を要求する。実際の製品デザイン過程では、知識や技術を持った人だけではなく、知識のない人が参加することが考えられる。本システムでは、専門家同士のコラボレーション支援だけでなく、技術力の違うユーザ同士によるコラボレーションを支援することを目的とし開発を行った。

インターネットを介したシステムでは、システム利用者が正当な利用者であるかどうかを調べるためのユーザ認証が欠かせない。本システムでは、複数のコラボレーション(プロジェクト)の存在を許すため、利用者は自分が参加する「プロジェクトの情報」を把握する必要がある。プロジェクトの情報とは、具体的には、プロジェクト名、データの格納場所、アクセス先などである。しかし、ユーザがこれら全ての情報を把握することは困難であるため、本システムでは、プロジェクト管理サーバ、プロジェクトサーバという2種類のサーバプロセスを用意し、ユーザがプロジェクトの情報を把握することなく、ユーザIDとパスワードの2つ情報のみで、コラボレーションに参加することを可能にしている。

コラボレーションに必要なデータを、ユーザが所持するクライアント計算機内で管理することで、ユーザはオフラインで作業を行うことができる。また、サーバに接続しているときでも、個人でデータを修正することができる。しかし、複数のユーザがデータを修正し、同時に更新しようとするとうデータが失われるなどの問題が発生する。本システムでは、データを他のユーザに送ることのできる権利(更新権)をユーザに適切に与えることでこれを解決している。誰でもこの更新権を持つことができるが、任意の時間で更新権を持つユーザは多くても一人としている。

本稿の構成は以下の通りである。2節でコラボレーションシステムの概要について述べる。本システムの構成要素のうち、3節ではコラボレーションシス

テムにおけるユーザ認証について、さらに4節でユーザインタフェース、5節でデータ共有における排他制御について説明する。6節で全体の考察を述べる。

## 2. ネットワークコラボレーションシステム

### 2.1 システムの概要

本システムの利用者は、協力して3次元画像データによるデザインを行う。従来のプロダクトデザインでは、遠隔地にいる利用者が共同作業を行うには、同じ時間に、同じ場所に集合する必要があった。しかし、これでは、たださえ手間と時間を要する作業がより困難になってしまう。コンピュータネットワークを利用することで、遠隔地にいながらもリアルタイムでコラボレーションができるようになる。これがネットワークコラボレーションシステムの利点と言える。

図1にシステム構成の概要を示す。ネットワークコラボレーションシステムは、コンピュータネットワークを介して完成データもしくは未完成データのやりとりをする。コラボレーション参加時に、同じプロジェクトに接続しているクライアントに各データ(3次元画像データ、2次元画像データ、テキストデータ)が送られる。それぞれのユーザが、別々の視点で3次元画像を閲覧し、修正する事ができる。また、その修正データを他のユーザに送るかどうか選択もできる。

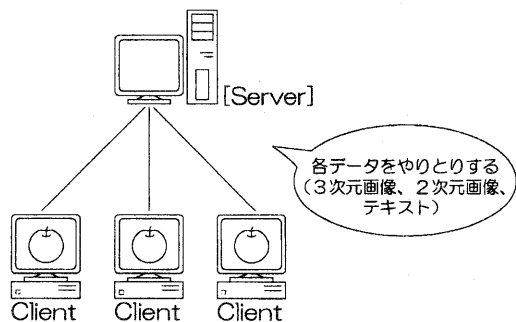


図1. システムの概要

## 2.2 ユーザモデル

本研究における主なユーザとして、製作依頼者、デザイナー、作品試作者があげられる。それぞれの主な役割を以下にあげる。

**製作依頼者** デザイナーに製品の意向を伝え、3次元デジタル作品を制作してもらう。完成した3次元デジタル作品を元に作品試作者に製品の製作を依頼する。

**デザイナー** 依頼者と相談しながら3次元デジタル作品の修正を繰り返し、完成させる。

**作品試作者** デザイナーが完成させた3次元デジタル作品を元に、大量生産のための製品の型となるものを製作する。

## 3. ユーザ認証

### 3.1 プロジェクトの定義

本システムは、複数のコラボレーションを取り扱う。例えば、あるコラボレーションでは「盆」のデザインを、別のコラボレーションでは「壺」のデザインを行うといった状況に対応できる。本研究では、これら「盆」、「壺」のようなテーマにおける、それぞれの企画をプロジェクトと呼ぶ。

### 3.2 プロジェクト管理サーバとプロジェクトサーバ

それぞれのプロジェクトを管理するサーバプロセスとして、プロジェクトごとにプロジェクトサーバを用意する。さらに、すべてのユーザとプロジェクトサーバを管理するサーバプロセスとして、プロジェクト管理サーバを用意する。プロジェクト管理サーバ起動時に、各プロジェクトサーバを起動し、終了時に各プロジェクトサーバを終了する。クライアントは、コラボレーション参加時、まずプロジェクト管理サーバに接続する。ユーザ認証が成功すればその通信を終了し、そのユーザが目的とするプロジェクトサーバに接続する。サーバ計算機では、一つのプロジェクト管理サーバと、プロジェクトと同数のプロジェクトサーバ

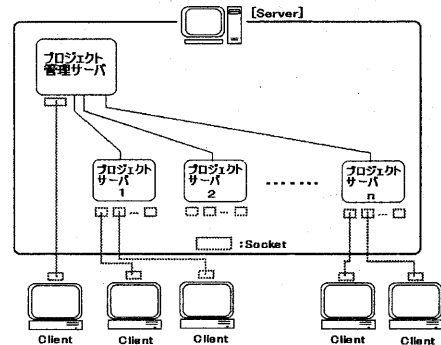


図2. プロジェクト管理サーバとプロジェクトサーバ

が起動することになる。

### 3.3 プロジェクト管理サーバ

プロジェクト管理サーバはプロジェクトサーバの管理を行う。クライアントは、コラボレーション参加時、まずプロジェクト管理サーバに接続する。プロジェクト管理サーバは、起動後、クライアントからのログインを待ち受ける。クライアントからの接続があれば、ユーザIDとパスワードを受信して、サーバにあるリストをもとに、ユーザ認証を行う。認証に成功すると、そのクライアントが属するプロジェクトのプロジェクトサーバのポート番号や接続証明書となるもの(以下チケットと呼ぶ)を作成し、そのクライアントに送信する。チケットはユーザID、プロジェクト名、アクセス先のポート番号の情報を含む。プロジェクト管理サーバは、チケットの送信後、直ちにそのクライアントとの接続を切断する。そして、再び次のクライアントからの接続を待ち受ける。クライアントは、チケットの内容をもとに、自分の目的とするプロジェクトサーバに接続する。

### 3.4 プロジェクトサーバ

プロジェクトサーバは主にコラボレーションの処理を担当する。プロジェクトサーバは常時クライアントからの接続を待っている。

クライアントからの接続要求があると、プロジェクトサーバはソケットを生成し、クライアントのソケットと結合する。そして、クライアントからチケットを受信し、認

証を行う。チケットの認証が成功すると、プロジェクトサーバはクライアントとのデータ通信のための通信路を新たに生成する。この通信路は生成したソケットを使用し、クライアントとデータ通信を行う。

### 3.5 ログイン操作

プロジェクト管理サーバは、複数のプロジェクトを管理する必要がある。そのプロジェクト数は増減し、ユーザがその都度、プロジェクト名、データの格納場所、アクセス先などを把握するのは困難であり、徒勞である。本システムにおけるユーザ認証方式は、ユーザ ID とパスワードのみでプロジェクトに参加可能であり、ユーザの負担を低減する。ユーザ ID、パスワード以外に必要な情報は全てチケット内に保持する。クライアントはコラボレーション参加時、ユーザ ID とパスワードを入力してプロジェクト管理サーバに接続し、チケットを発行してもらう。そのチケットの情報によってプロジェクトサーバに接続するが、ユーザはその内容を知らなくてもよい。

## 4. ユーザインタフェース

ユーザインタフェースの構築に当たって、遠隔地にいるユーザ同士のコミュニケーションを支援すること、オフラインで作業するユーザを支援すること、アプリケーションでなくデータを共有することにした。共有するデータは3次元画像データ、2次元画像データ、テキストデータである。3次元画像データはデザインそのものである。2次元画像データは、3次元画

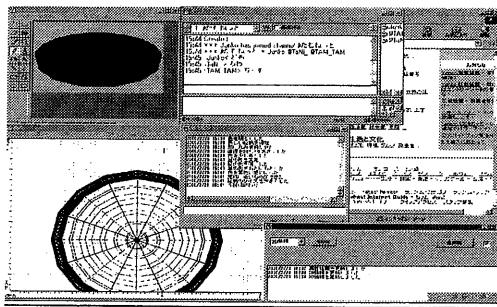


図3. システムの画面例

像データをレンダリングして出来た画像、もしくは、ユーザが書き込みを行った画像である。テキストデータはチャット、更新記録などに利用する。2次元画像データに文字や印、色などを書き込むことで、ユーザは視覚的に自分の意思を伝えることが出来る。クライアントのシステムの画面例を図3に示す。また、使用したアプリケーションとそれらの使用目的は表1のとおりである。

## 5. 排他制御

### 5.1 更新権

このコラボレーションシステムにおいて、ユーザが使用するクライアント計算機およびサーバ計算機は3次元画像データ、2次元画像データ、テキストデータなどの情報を共有する。これらのデータは各ユーザによって自由に修正される。そして修正を行ったユーザが、そのデータをサーバに送り、サーバが各クライアントに送るといった形で共有される。

ここで、データの共有の仕方に注意を払わなければいけない。データを変更するたびに送受信すると、ネットワークの利用効率が悪い。そこで、更新ボタンを押したときに限り、データが更新されることにする。しかし、これだけでは不十分である。もし、複数のユーザが別々にデータを修正し、それぞれが更新ボタンを押した場合、あるユーザ以外の修正データが消滅してしまう。これを解決するために、データ更新の権利(更新権)を定めた。更新権を持つユーザのみがデータを更新できるとし、更新権を持つユーザは、一つのプロジェクトにおいて、同時には高々一人である。更新権のルールについては、次節で詳しく述べる。

### 5.2 更新権のルール

このコラボレーションシステムでは、ユーザが自由に意見をやりとりし、デザインを完成させるという目的があるため、ユーザは誰でもデータを更新する可能性がある。そこで、ユーザがデータを更新しようとしたときに更新権を持つユーザを決定する。更新権を持つクライアントは、3次元画像データ、2次元画像

表1. 使用するアプリケーション群

アプリケーション	開発者等	用途
Shade	ex-tools	3次元画像の表示・修正
ペイント*	Microsoft	2次元画像の表示・修正
CHOCOA	富士通	他ユーザとの文字による会話
更新通知ウィンドウ	著者ら	更新情報の表示
属性情報テキストエディタ	著者ら	2次元・3次元画像の変更点の書き込みと表示
ログインプログラム	著者ら	サーバと接続
データ送受信	著者ら	各データの送受信と、更新権操作

\* Windows 付属

データ、テキストデータなどの共有データを更新できる。更新権を持つクライアントは変化する。誰もが更新権を持つためには、権利の移動を制御する必要がある。更新権を持つユーザを決定するために以下の規則1～5を定めた。

規則1. コラボレーション参加時は、更新権を持たない。

規則2. クライアントが更新権要求をすると直ちに要求したクライアントに更新権が移動する。

規則3. 更新権を持つユーザがコラボレーションを離脱するとき、その更新権は消滅する。

規則4. 更新権を持たないユーザがコラボレーションを離脱するとき、更新権の変更はない。

規則5. ユーザは更新権において優先権を持たず、平等に更新権を得ることが出来る。

これらのルールにより、一つのプロジェクトにおいて、更新権を持つクライアントは任意の時間で一つとなる。つまり、一つのプロジェクトで、データを更新できるユーザは任意の時間で一人である。一人のユーザのみが更新権を持つことで、同時アクセスが起きてデータが壊れるような心配がなくなる。また、更新権に優先権はなく、ユーザは平等に更新権を得ることが出来る。

## 6. 考察

現在のシステムにおいて、次のような問題点が挙げられる。

### ユーザ認証

チケットの認証は上記のような単純なものになってしまったため、本システムはセキュリティの面で改善すべき点が多い。ユーザ ID、パスワード、チケットの内容を盗聴されてしまうおそれがある。また、一つのプロジェクトに同一ユーザが2人以上参加できてしまう。前者の問題を解決するためには、それぞれ暗号化が必要がある。しかしながら、単に暗号化するだけでは、暗号化したデータそのものを再送され、正当なユーザになりすまされるおそれもある。それを防ぐ方法の一つとして、ユーザ ID、パスワード、チケットの暗号鍵の一部に、クライアントの IP アドレスを利用することが考えられる。後者の問題を解決するためには、ユーザが接続している間は、プロジェクトサーバがチケットの履歴を保持しておき、同一ユーザの接続を拒否すればよい。これらの詳細を検討システムに組み込むことが今後の課題である。

### インタフェース

コラボレーション中、同時に複数のプログラムを使用するので、画面が複雑になる。本研究で制作したプログラムの表示を工夫することで改善できると考えている。また、背景と奥行きを利用したコラボレーション作業空間の研究が行われているが[4]、これを利

用すれば、さらに操作しやすいインタフェースになると考える。

## 更新権

現在のルールでは、更新権を持つクライアントは任意の時間で高々一つであるが、更新権の移動が頻繁に起こる場合がある。これは、ユーザがボタンを押せば誰でもすぐに更新権を得られるために起こる問題である。解決方法の一つに、更新権についての優先権を持ったユーザが、優先的に更新権を得られる方法が考えられる。更新権を優先的に得られるユーザは、自分以外のユーザの更新権を強制的に奪ったり、自分の更新権を優位に保持したりできる。さらに、プロジェクトによって、「優先権を設けるか」「どのくらいの優先権を持つか」「優先権を持つユーザは誰か」という風に、プロジェクトごとに優先権の設定を変更できれば、各プロジェクトにおいて更新権の移動が少なくなると期待できる。

## 7. おわりに

3次元画像データを中心としたプロダクトデザインを行うための、コラボレーションシステムにおけるプロジェクトサーバとプロジェクト管理サーバ、ユーザインタフェースおよびファイル共有における排他制御について述べた。本システムによって、遠隔地にいるユーザ同士が、さらに、3次元データを扱えないユーザ同士がコンピュータとネットワークを利用してプロダクトデザインを行うことが出来る。

3次元画像データのコラボレーションに2次元画像データや、テキストデータなどの情報を利用しているが、一般的に、コラボレーションを円滑に進めるには、作業に直接関係する情報だけでなく、誰がどこにいるのか、誰がどのような作業を行っているのか、といった間接的な情報が必要だと言われている。これらの間接的な情報に強制されず気づくことをアウェアネスという[5]。本システムでは、特に2次元画像データにおいてアウェアネスが実現されると有効であると考えられる。今後は、ユーザによるコラボレーションを促進するために、アウェアネスの実現が課題である。

## 参考文献

- [1] CADexpress コラボレーションサーバ,  
<http://cadstuff.com/>
- [2] ProjectWise, <http://www.bentley.co.jp/>
- [3] 奥村晃弘, 田川忠道, 宮崎敏彦: “ドローイングが可能なアプリケーション共有システムの開発”, 情報処理学会グループウェア研究報告, 10-3 (1995)
- [4] 塩澤秀和, 岡田謙一, 松下 温: “背景と奥行きを利用した協調作業空間”, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.11, pp.3823-3833 (1999)
- [5] 平川正人, 安村通晃: ビジュアルインタフェース, bit(共立出版), pp.98-116 (1996-2)