

JGNII を用いたバーチャル伝統工芸システムの提案

石田智行†, 宮川明大 § †, 柴田義孝†

† 岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科

g231c003@edu.soft.iwate-pu.ac.jp, shibata@iwate-pu.ac.jp

§ 石川県田鶴浜町企画課

a-miyakawa@town.tatsuruhama.ishikawa.jp

本稿では、JGNII を用いて遠隔の CAVE システム同士を接続し、バーチャル伝統工芸システムにおける協調支援を目的としたシステムの提案を行う。筆者らは、建具の産地である石川県田鶴浜町を例に、仮想現実空間に対して感性語を考慮したプレゼンテーションシステムの構築を行っている。これまでに、Internet バージョン (Java+VRML、Java+Java3D) と CAVE バージョンの 3 つのシステムの提案し、実装を行ってきた。

Virtual Traditional Japanese Crafting System Over the JGNII

Tomoyuki Ishida †, Akihiro Miyakawa § †, Yoshitaka Shibata †

† Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

§ Planning Section of Tatsuruhama-cho, Ishikawa, Japan

We connect remote CAVE systems using JGNII, and propose the system aiming at the collaboration support in the virtual traditional crafting system. In this paper, the system which took sensitivity into consideration for Tatsuruhama-cho, Ishikawa which is the place of production of fittings for in tatsuruhama-cho as example was construct. It has so far mounted by proposing three systems of an Internet version (Java+VRML and Java+Java3D) and a CAVE version.

1. はじめに

日本では古来より、建具、着物、染物、織物、漆器といった地場産業としての伝統工芸の重要性が上げられているが、近年の日本人のライフスタイルの欧米化に伴い、味わい文化の衰退や継承者の減少といった問題点が挙げられ、また、職人による手工業といった伝統工芸の非効率的な生産性といった問題点も挙げられる。一方で、近年の計算機、ネットワーク技術の発展に伴い、CAD による効率的な設計支援や電子化、過去の生産品のデータベース化と再利用、そしてインターネットによる情報発信が行われるようになった。そこ

で、筆者らはこれまでに、伝統工芸システムについて PC バージョン (Java+VRML, Java+Java3D) と SGI バージョンの 3 つのシステムを提案し、実装を行ってきた [1] [2] [3] [5]。SGI バージョンのシステムにおいては、リアリティの向上を目的とし、CAVE システムを用いて、高い没入感の伴った現実感のあるプレゼンテーションを可能とした。本稿では、PC バージョン・SGI バージョンの両システムの概要を説明し、Japan Gigabit Network II (JGNII) 上における CAVE システム同士の協調支援を目的としたシステムの提案を行う。

2. システム構成

本研究で提案しているバーチャル伝統工芸プレゼンテーションシステムとは、図1のように複数のCAVEシステムがJapanGigabitNetworkIIのような高速ネットワーク上にクライアントエージェント、知識エージェント、DBサーバが相互接続された環境を想定しており、自宅のリフォームや新築を予定している利用者が、様々な場所から本システムのプレゼンテーションを受けることが可能なシステムである。



図1：システム構成

3. システムアーキテクチャ

本システムのシステムアーキテクチャは図2に示すようにClient Agent、Knowledge Agent、DB Serverの3階層アーキテクチャで構成されており、3階層のアーキテクチャ概念はPC版の研究から受け継ぐものである。

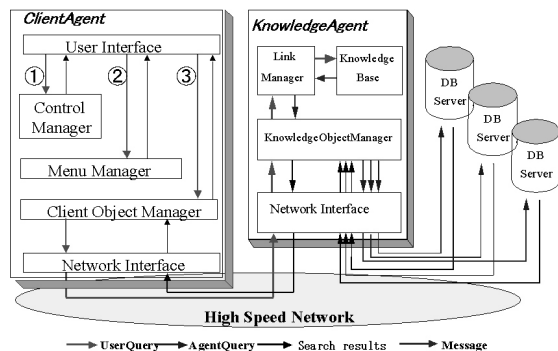


図2：システムアーキテクチャ

ユーザーにインターフェースを提供するクライアントエージェント側では、User Interface、Control Manager、Menu Manager、Client Object Manager、Network Interface に分けられる。ここでは、主にユーザーに3DCGインターフェースを提供し、感性検索による建具の検索、配置、開閉、メニュー操作などが行われる。利用者は感性語を用いて、空間を構成するオブジェクトの検索を自分の感性に合わせて行い、空間の構築を行う。感性検索を行う知識エージェントは、

Client Agent からの User Query を受け付け、感性語に対応する建具の特徴量に変換し、Agent Query を生成し、DB Server へのオブジェクト検索クエリの発行、DB Server からの結果の取得を行う。各クライアントエージェントからの感性語による検索要求を受け建具の特徴量による検索要求に変換し、クライアントエージェントの代わりにマルチメディアデータベースに検索要求を発行する。DB Server は、空間オブジェクト、建具オブジェクト、景観オブジェクト、オーディオオブジェクト等を格納しており Knowledge Agent の Agent Query による検索に対する結果を返す。

4. 感性検索法

本システムで導入している感性検索法では、プレゼンテーション空間の構築において建具設置後の感性への影響を考慮した建具の検索が行う。個々の建具の検索では、感性語と建具との関連性を利用し、この関連性として、視覚的特徴と物理的特徴量を利用する。視覚的特徴とは人間が認識可能な特徴であり、建具のデザインパターンとなる。物理的特徴量とは電子的に処理可能な客観的な特徴量であり、パターン認識手法で得られる特徴量となる。例えば、図3に示すように、落ち着いたプレゼンテーション空間を構築するために、落ち着いた建具を設置したい場合には、知識ベースに格納された「落ち着いた」に相当する明度が低く、粗密度が粗く、規則的といった建具のデザインパターンに変換され、データベースの検索が行われる。[6]

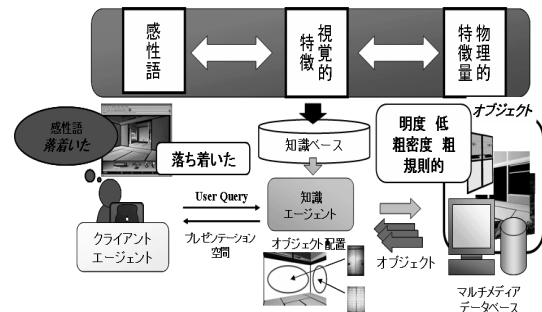


図3：感性検索法

5. 工芸品オブジェクトの多様化

プレゼンテーションシステムを構成するオブジェクトは図4に示すように、空間、建具、景観、オーディオといった4種類のオブジェクトによって構成される。空間オブジェクトは、壁、畳、廊下、天井、柱等で構成され、建具オブジェクトは、障子、襖、雪見障子、書院等により構成される。また、景観オブジェクトは、井戸、松ノ木などにより構成され日本の庭を表現している。このようにオブジェクトを分類することにより空間と他のオブジェクトを切り離すことが出来、オブジェクトの追加が容易になる。

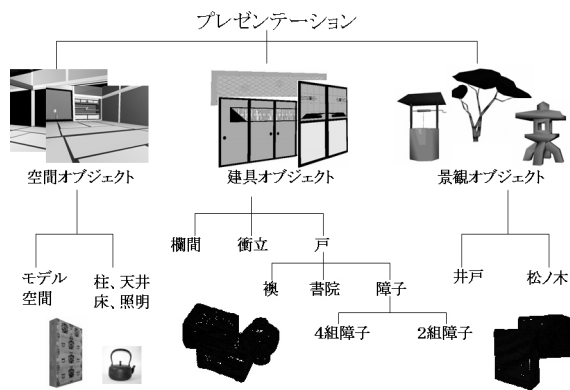


図4：オブジェクトの分類

6. CAVE システム導入の背景

室内空間における伝統工芸品のプレゼンテーションにおいて、高い臨場感をユーザーに対して提供することが非常に重要な要素となっている。しかし、従来研究で Internet を用い可搬性を重視したシステムでは、仮想空間を歩行するためにマウスを用いて移動するものであり、デスクトップ上で行うために利用者は2次元の VR 空間から、距離・サイズ等を経験等から想像で判断を行う必要があった。特に、一般消費者はこの想像というプロセスに対して不慣れなことから実空間と異なる想像を起こす危険性が危惧されていた。このような問題を解決するために、没入感を伴った CAVE システムを用い VR 空間の構築を試みた。

7. オブジェクト形式の多様化

伝統工芸オブジェクトのフォーマット変換として、一般ユーザーが主に使用すると考えられる、モデリングソフトの 3D Studio Max と Shade を取り上げ、PC 版と SGI 版への対応を図5に示した。これらのソフトウェアでモデリングを行った場合、VRML で変換した時には、そのまま、Java+VRML と Java+Java3D に取り込むことが出来る。また、DXF 形式で変換した場合には、SGI のコンバーターを利用して Open Inventor 形式のファイルに変換し、SGI 版のシステムに取り込むことが可能となる。

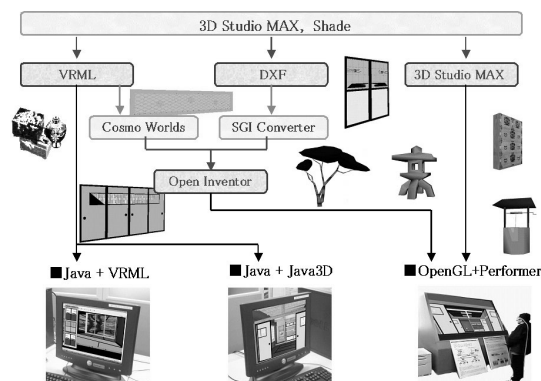


図5：フォーマット変換（一般ユーザー）

次に、主に設計者が利用すると考えられる Auto CAD を取り上げ、PC 版と SGI 版への対応を図6に示した。まず、DXF 形式で変換したデータを Shade、3D Studio Max、Light Wave に取り込んだ場合には、VRML と 3D Studio Max 形式に変換することが出来、VRML は、Java+VRML と Java+Java3D、3D Studio Max 形式は SGI 版に取り込むことが出来る。また、Light Wave は wave front 形式にも変換することが出来、SGI 版に取り込むことが出来る。次に、同じ DXF 形式で変換したデータを SGI のコンバーターを利用して Open Inventor 形式のファイルに変換し、そのまま SGI 版のシステムに取り込むことが出来る。

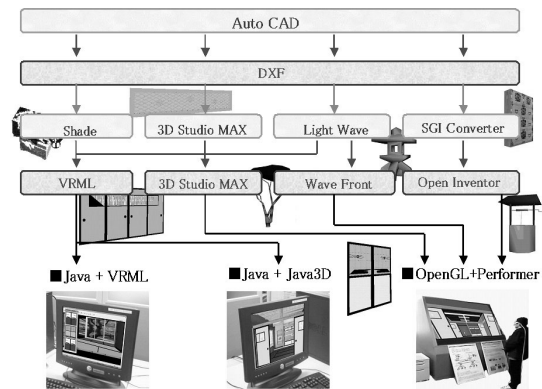


図6：フォーマット変換（専門設計者）

8. 現実感の向上

SGI 版のシステムでは、OpenGL と CAVE Lib、更には Performer を用いてシステムの構築を行った。この Performer を導入した理由としては以下の4つの理由が挙げられる。

- ① リアルタイム処理に適している
Performer は、マルチ CPU、マルチタスク対応となっている。
- ② 関数の種類が豊富
関数の種類が豊富であることから、システムの細かい設定が可能となる。
- ③ OpenGL ベースで作成されたライブラリ
Performer で作成するプログラムの中で OpenGL が使用可能である。
- ④ 多様なモデリングデータの描写
様々なモデリングソフトで作成されたデータ取り込むことが可能である。

9. 質感の向上

本研究では、伝統工芸品を取り扱っていることから、工芸品そのものが持っている質感、素材などを実物に可能な限り近づけることが求められる。このような独特の質感、素材の表現方法によってユーザーに与えるそのものの印象は全く違うものになると考えられる。

9.1 PC バージョン (Java+Java3D)

PC バージョンでは、図7に示すように、連続の生じないテクスチャを表現するために、テクスチャ座標を指定して、一部分を切り出して貼り付けるといった方法で、質感の向上を試みた。しかしながら、テクスチャではやはり伝統工芸品本来の質感、素材を表現するには限界があった。

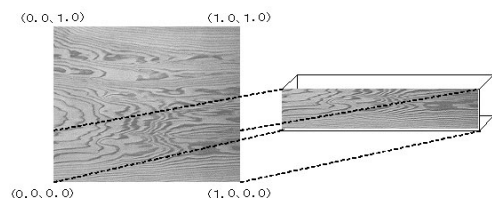


図7: 質感の向上方法 (PC 版)

9.2 OpenGL Shader の導入

本研究では、更なる質感の向上を求めて、OpenGL Shader の導入を検討している。OpenGL Shader は、IRIX 及びLinux 用のアプリケーション開発者のための、最も強力な「外観モデリングツール」に位置づけられており、リアルな木目の表現やガラスの表現、色の変換やバンプマッピングといった、実に様々な効果を作り上げることが出来るツールである[7]。OpenGL Shader は、本環境で使用している Performer オブジェクトに適用可能であり、Performer のシーングラフにマッピングすることが可能となっている。この OpenGL Shader を導入することにより、伝統工芸品が持つ独特の素材や表面を本物に可能な限り近づけることが出来るものとする。

10. Internet バージョンとの相違点

従来の Internet 版の研究では、VRML2.0+JAVA を用い、ユーザインターフェースを提供した。筆者らは、表1に示すように、クライアントエージェントにおいて以下の項目についての改善を行い、ネットワークに JGNII を用い高精細表示を可能とする環境と Internet を用い可搬性を重視したシステムを比較した。

- 1) 現実感 (リアリティ、感性、立体映像等)
- 2) 操作性 (建具の開閉、移動、照明、交換操作等)
- 3) 性能 (インタラクティビティ、DB アクセス)
- 4) VR 空間の大規模化 (大規模空間、3D 音響等)
- 5) 複雑化への対応 (CAD+協調支援+共有空間等)

環境	VRML + JAVA(2001)	VRML + JAVA3D(2002)	CAVE lib+ OpenGL+ IRIS Performer(2003)
システム機能			
ウォークスルー	○	○	○
建具交換	○	○	○
建具開閉	○	○	○
照明調整	○	○	○
感性検索	○	○	○
立体視	×	×	○
空間の拡張	×	△	○
音響制御	×	△	○
マルチプラットフォーム	○	○	×

表1: 動作環境別対比表

表示デバイスに CAVE システムを用いることで、Internet 版の環境では実現出来なかった、没入感を伴う高い臨場感を得ることができ、さらに VR 空間の大規模化に伴う、従来実現が非常に困難であった音響効果等の制御の実現が期待出来る。また、オブジェクト指向 DB と同期することにより提供する空間がオブジェクト化され、ユーザーが求める実空間 (大規模部屋空間) の構築が容易に構築することが出来る。

11. プロトタイプシステム

ユーザー間で協調支援を可能とするために、プロトタイプシステムとして、岩手県立大学、岩手 IT 研究開発支援センター、東北大学、京都大学、北陸先端科学技術大学院大学、及び東和大学の計6箇所を高速ネットワーク (Japan Gigabit Network II) 上に相互接続させた環境を想定しており、更には、データベースと知識エージェントを Java+VRML や Java+Java3D といった PC 版と共有可能なシステムを想定している。これらの6箇所を接続することによって、共有空間の接続実験を行い、その有効性を評価する。

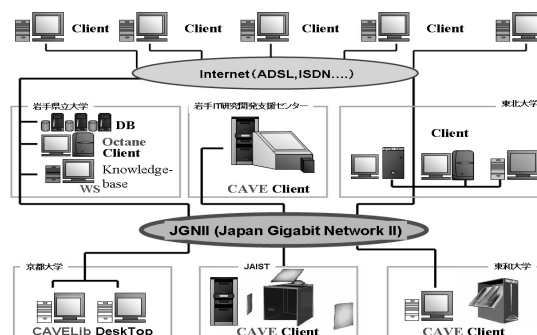


図8: 高速ネットワーク接続図

本研究では、図9に示すような実験機材を用いて研究開発を行った。本研究において CAVE システムを導入することにより、あらゆる視点からプレゼンテーション空間を体験することが出来、実物大に近い感覚でプレゼンテーションを受けることが可能となった。

① 3DCG エンジン (Onyx3200)

バーチャル空間の構築など、グラフィックス等の制御を行う

② 3次元立体映像装置制御 PC

3次元立体映像装置 (CAVE) の on/off 等の制御を行う

③ 3次元立体映像装置プロジェクタ装置

CAVE システムのトラックデーモン等の起動を行う。

④ 3次元位置センサー

ユーザーの位置が検出される。

⑤ 3次元立体映像装置 (CAVE)

没入感のあるバーチャルリアリティシステムの表示を行う。



図9：実装環境

図10は、ユーザが本システムを実際に体験している様子となっている。この際に、利用者は液晶シャッターメガネを装着し、WANDによるコントローラを用いて操作を行う。ユーザーはWANDのボタンを押すことによって空間にメニューを表示させ、自由に空間をウォークスルーしたり、オブジェクトの交換や、障子や襖などのオブジェクトを任意に開閉することが可能である。CAVEシステムの導入によって、任意の視点で空間を体験出来、リアルに実物大に近い感覚の建具データを確認することが可能となり、高臨場感を備えた伝統工芸のプレゼンテーションが可能となっている。



図10：SGI版を体験している様子

12. CAVE導入によるリアリティの向上

CAVEシステムを導入することにより、以下の観点からリアリティを向上させることが可能となった。

○ 「あらゆる視点から空間を体験」することが可能

これは、液晶シャッターメガネを装着することにより、ユーザーが右を向けば右側を見ることが出来、左を向けば左側を見ることが出来る。また足元を見たい場合には下を向くと畳などを見ることが可能となった。

○ 「実物大の感覚で体験」することが可能

従来のシステムではプレゼンテーションをデスクトップ上で行っていたために、空間そのものを想像に頼る部分があった。しかしながら、CAVEを導入することで、高い没入感を得ることが可能となり、リアルに空間や建具オブジェクトの実物大に近い感覚で体験することが可能となった。

○ 「建具の細部まで確認する」ことが可能

これは、あらゆる視点から空間を確認することが出来るようになったことに伴い、CADデータで作成した建具の細部を細かく確認することが可能となった。たとえば、襖や障子の縁の部分や構造を詳細に見ることが可能である。

○ 「没入感を伴った空間を体験する」ことが可能

CAVEシステムを用いてプレゼンテーションを受けることにより、あたかもその場にいるかのような感覚の映像でシステムを体験することが出来、その環境に入り込んだかのような高い没入感を得ることが可能となった。

13. 共有空間内における協調支援

本研究の目的は高速ネットワークを介して遠隔のCAVE同士を接続し、共有空間内で協調支援を行えるシステムを実現することである。そこで、協調支援を行える共有空間を構築するためにCAVERNsoftの導入を検討している。CAVERNsoftは、協調的なVRアプリケーションを構築するためのツールキットである。CAVERNsoftは、協調的な没入型環境に高性能計算やデータ集約型のシステムを支援するツールを提供し、既存のVRアプリケーションに共有機能を追加することが出来るものであり、本研究では、このソフトウェアを活用して共有空間の構築を行い、バーチャル伝統工芸システムにおいて必要とされる追加機能モジュールの開発を行う。CAVERNsoftには、多くのクラスが用意されており、衝突検知やナビゲーション、ネットワークやアバタを表現するためのクラスなどが用意されている。CAVERNsoftを使用して構築されたアプリケーションには、Johnson等のCALVIN、更には同じくJohnson等のNICEがあり、これは、仮想の島の形をしたバーチャル共有環境の提供を行い、子供たちはアバタによって表現され、仮想の庭で遠隔のユーザーと共に野菜や花を植えて、それらを育てて収穫出来るといった教育目的に構築されたアプリケーションである[4]。CAVERNsoftを用いることによって、時間を短縮して研究開発を行うことが可能となりインタラクティブに協調的な操作を行うことが出来ると考えられる。

VR空間共有の概念を図11に示す。同じ共有空間内で、顧客と営業、設計者同士、デザイナー同士、更には、設計者とデザイナーと顧客が相談し合いながらインテリアなどを決めるといったものを想定している。共有空間において、顧客と営業は計画案の作成や全体像の相談などを行う。設計者はその計画案を元に基本設計や設計図承認を行い、デザイナーは空間コーディネートやインテリアなどを配置する。最後に設計者・デザイナー・顧客が確認作業を行うといったものである。本研究では、将来的にこのようなビジネスモデルの流れを想定している。

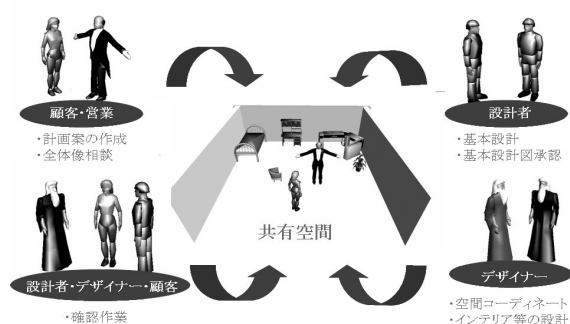


図 11：VR 空間共有概念図

14. 利用環境の多様化

本研究では、PC 版と SGI 版において、様々な利用環境を用いており、今後更なる多様な環境での利用を想定している。下記の表 2 には、OS、言語、3D CG API、Network、DB、プラットフォーム、フォーマット、表示デバイスに関して現在利用可能な環境と、今後利用を予定している環境を示した。

環境	利用している環境	利用していない環境
OS	IRIX, Windows	Linux, Sun OS
言語	C++, JAVA	C
3D CG API	OpenGL, Performer, Java3D	
Network	Internet (IPv4)	次世代 Internet (IPv6)
DB	PostgreSQL	MySQL, DB2, Oracle, OODB
プラットフォーム	PC, UNIX	モバイルコンピュータ
フォーマット	VRML, 3D Studio, Open Inventor, DXF, Wave Front	
表示デバイス	没入型ディスプレイ (CAVE) 型, PCディスプレイ	広視野ディスプレイ, ヘッドマウントディスプレイ

表 2：多様な利用環境

15. まとめと今後の課題

次世代ネットワークである JGNII を介して遠隔の CAVE システム同士を接続し、共有空間内でインタラクティブな操作が行えるシステムの提案を行った。また、現実感や伝統工芸品の質感、更には操作性の向上を目的とした方法論の提案を行い、今後のプロトタイプシステムの多様性と将来性を示した。今後は、協調支援における環境において、遠隔地同士でインタラクティブな伝統工芸システムのプレゼンテーションをユーザーが体験し、その実用性と有効性を評価する。

16. 今後の展開

伝統工芸プレゼンテーションシステムを構築することにより家内製手工業的な産業界に対して販売から生産までの一貫した流れを支援する、VR システム上に展開が可能なバーチャル伝統工芸システム[図 12]が構築され産業界へ一石を投じることが出来ると考えられる。また、プロトタイプシステムでも触れたが、PC 版と SGI 版のシステムにおいてデータベースを統合していく予定であり、更には、日本のみならず世界を視野に入れた共有空間における実験・評価も行っていく予定である。

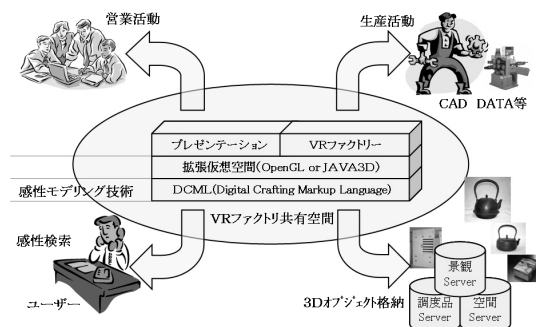


図 12：伝統工芸デザインシステム概念

17. 謝辞

CAVE システムの運用サポートを始めとし、様々な形でご協力頂いた、独立行政法人情報通信研究機構 (NICT) 岩手 IT 研究開発支援センターの職員の方々にに対し深く感謝の意を表す。

参考文献

- [1] Kohsaka Y., Hashimoto K., Katsumoto M. and Shibata Y. "Flexible Multimedia Lecture Supporting System based on Extended Virtual Reality Space". Proc. of 1999 ICPP Workshop, pp.614 - 619, 1999
- [2] A. Miyakawa, K. Sugita, K. Hashimoto, T. Fuamachi, and Y. Shibata, "Flexible multimedia lecture supporting system by Kansei information processing ove Japan Gigabit Network," in Proc. on the 12th DEXA/NBIS2001, pp. 203-207, Sept. 2001.
- [3] A. Miyakawa, K. Sugita, K. Hashimoto, and Y. Shibata, "Interactive 3D presentation system of Japanese traditional crafting system over Japan Gigabit Network," in IEEE Proc. on the 21th I CDCS/MNS2001, pp. 384-389, April 2001.
- [4] A. Johnson, Leigh, J. "Tele-Immersive Collaboration in the CAVE Research Network", Collaborative Virtual Environments: Digital Places and Spaces for Interaction, pp. 225-243, 01/01/2001-01/01/2001
- [5] T. Ishida, A. Miyakawa, K. Sugita, Yoshitaka Shibata, "Extended Virtual Traditional Japanese Crafting System on CAVE", accepted, to appear in Proc. of the 18th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA2004), Mar. 2004.
- [6] K. Sugita, T. Ishida, A. Miyakawa, Y. Shibata, "Kansei Retrieval Method using VPIC of Traditional Japanese Crafting Objects", accepted, to appear in Proc. of the 18th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA2004), Mar. 2004.
- [7] Peercy, Mark S., Marc Olano, John Airey, and Jeffrey Ungar, "Interactive Muli-Pass Programmable Shading", Proceedings of SIGGRAPH 2000 (New Orleans, Louisiana, July 23-28, 2000). In Computer Graphics, Annual Conferences Series, ACM SIGGRAPH, 2000.