

次世代ネットワーク上における協調支援を考慮した高臨場感伝統工芸システム

石田智行†, 宮川明大§†, 杉田薫‡, 柴田義孝†

†岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科, §石川県七尾市企画政策部情報政策課, ‡福岡工業大学情報工学部
†g231c003@edu.soft.iwate-pu.ac.jp, shibata@iwate-pu.ac.jp, §a-miyakawa@city.nanao.lg.jp, ‡sugita@fit.ac.jp

本稿では、次世代ネットワーク (JGNII) を介しての協調支援を考慮した高臨場感システムの提案を行う。筆者らは、日本の伝統工芸品を例にとり、仮想現実環境に対して感性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、PC版とSGI版の開発を行い、SGI版ではCAVEシステムを用いて高臨場感なシステムを構築し、実物大に近い感覚で伝統工芸品のプレゼンテーションが受けられるようになった。これを踏まえて、筆者らは共有空間での協調支援を遠隔のユーザー同士で行えることが必要であると考え、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実現を目指している。

The High Immersive Traditional Japanese Crafting System in Consideration of the Collaboration over the Next-Generation Network

Tomoyuki Ishida†, Akihiro Miyakawa§†, Kaoru Sugita‡, Yoshitaka Shibata†

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

§Information Policy Division of Nanao-city, Ishikawa, Japan

‡Faculty of Information Engineering, Fukuoka Institute of Technology

In this paper, the high immersive system to support remote the collaboration over the next-generation network (JGNII) is proposed. We are building the presentation system which deals with human sensitivity in virtual reality environment. So far we have proposed three different presentation systems of an Internet version (Java+VRML and Java+Java3D) and a CAVE version. We think that collaboration support in shared space is required of remote users. Then, JGNII which is a next-generation high speed network was used to interconnect remote CAVE systems, and realize of the system which can perform interactive operations in share space is aimed.

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。PC版の研究においては、感性を考慮したバーチャル伝統工芸プレゼンテーションシステムの提案と構築を行い、利用者にとって容易な感性検索による建具検索、空間検索を実現した。また、利用者が自由に空間を構築出来るインタラクティブなプレゼンテーションを行える、開閉音・環境音を追加した現実感のあるプレゼンテーションシステムを可能とした[1][2][3]。加えて、リアリティを向上させるためにCAVEシステムを導入して、高い没入感を伴った現実感のあるシステムの実現と工芸品オブジェクトの

豊富なシステムの実現を行い、プレゼンテーション空間の拡張として部屋空間の増設や庭空間の構築を行ってきた[5]。本稿では、これまでの研究内容に触れたあと、SGIバージョンに関する、没入型環境のシステム構成、ネットワーク環境、プラットフォーム、データベース環境、伝統工芸品の高品質化、利用者環境について述べる。そして、次世代ネットワーク (JGNII) を介した没入共有空間における遠隔ユーザーとの協調支援、更には将来的なビジネスモデルに関する地場産業発展への有効性に関して提案を行う。

2. 関連研究

本研究では、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の実現を目的としている。関連研究には、Johnson等による、CAVEで多数のユーザーが部屋のレイアウト設計などを経験できる共有バーチャル環境のCALVINが挙げられる[4]。これは、ATMネットワーク上に遠隔のCAVE同士を接続し、自分以外のユーザーをビデオで映し出してお互いに相談しながら、部屋のレイアウトなどを行うものである。しかしながら、感性検索などによる交換機能や、ユーザーの直感的なレイアウト機能などは実現されてい

ない。本研究では、IPv6 を用いて遠隔の CAVE 同士を接続し、襖や障子などの伝統工芸品を例にとって、日本の色彩や和空間を遠隔のユーザーとやり取りしながら形状パターンによる感性検索法に基づいて設計やレイアウトを行うものである。

3. 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 JGN II 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。

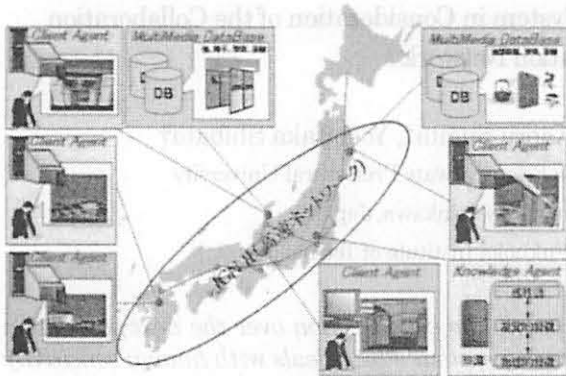


図1：システム構成

4. システムアーキテクチャ

本システムのアーキテクチャは図2に示すように Client Agent、Knowledge Agent、DB Server の3階層で構成されており、概念は PC 版の研究から受け継いでいる。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。

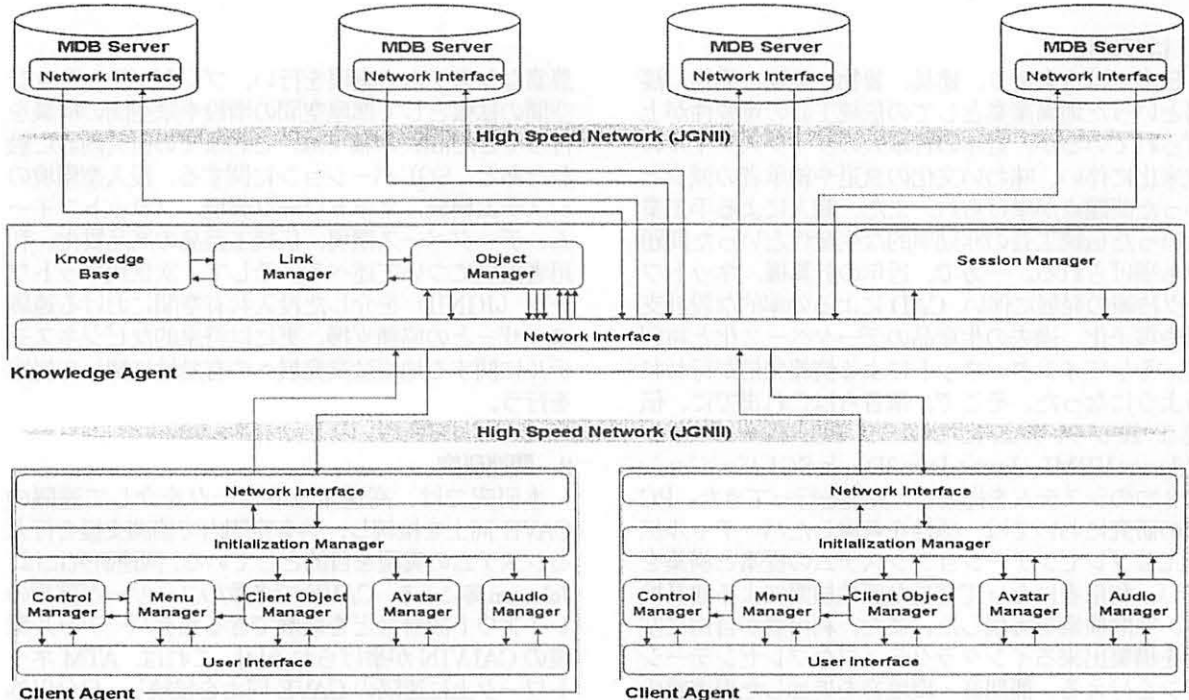


図2：システムアーキテクチャ

5. 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配置後の感性への影響を考慮した建具の検索を行う。個々の建具の検索では、感性語と建具との関連性として、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、建具の色彩や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]。

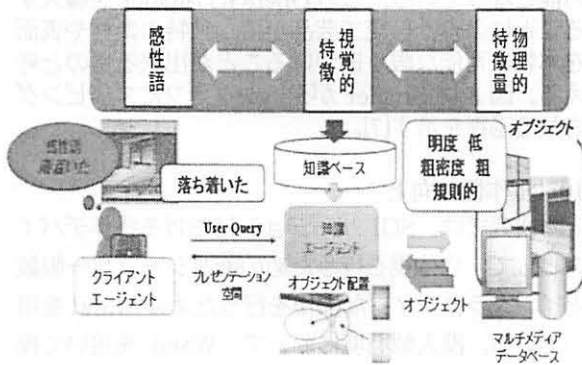


図3: 感性検索法

6. 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。

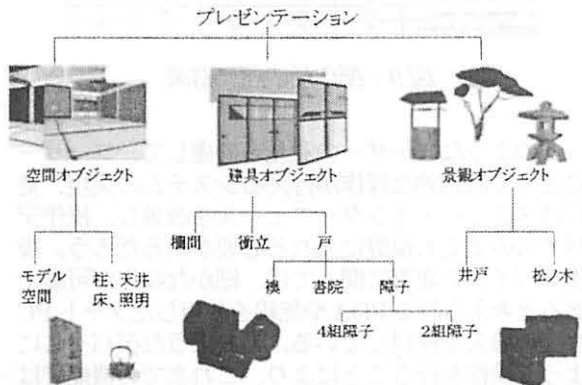


図4: オブジェクトの分類

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。

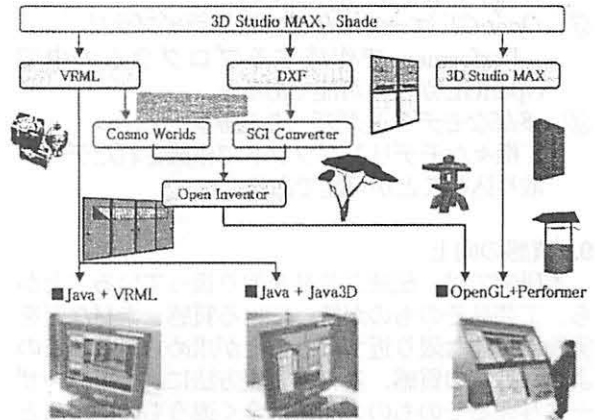


図5: フォーマット変換（一般ユーザー）

次に、主に伝統工芸品の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。

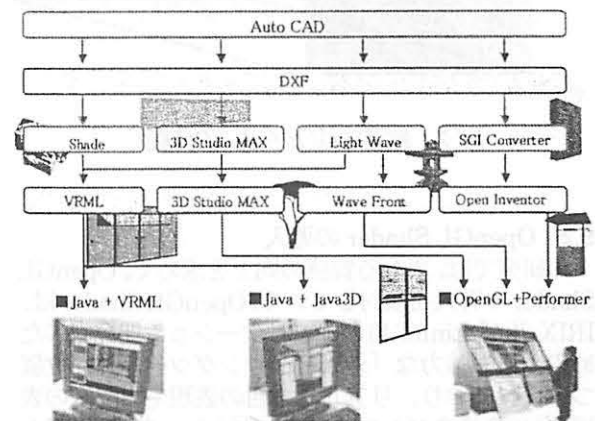


図6: フォーマット変換（専門設計者）

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を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る。

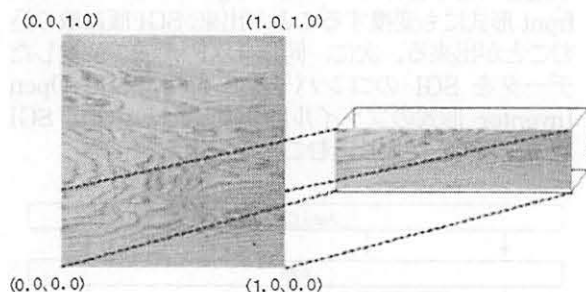


図 7: 質感の向上方法 (PC 版)

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。

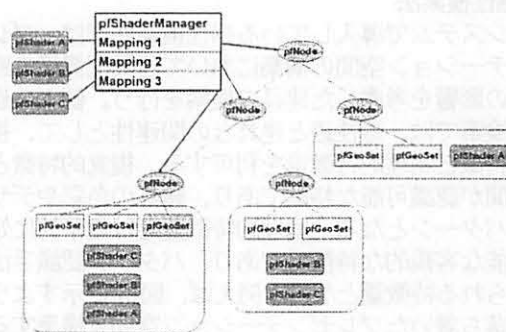


図 8: シーングラフへのマッピング

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考えられる。図 8 に Shader がシーングラフにマッピングされる過程を示す[7]。

10. 操作性の向上

本研究では、SGI バージョンにおける操作デバイスとして、立体視を行うための液晶シャッター眼鏡とインタラクティブな操作を行うための Wand を用いている。没入型環境において、Wand を用いて操作を行うことにより、空間上に 3D のメニューを表示し、ユーザーによる任意の操作を行えるようにしているが、図 9 に示すようにユーザーに対するアンケート評価で以下のような意見が多い結果となった。

- ①日頃か WAND というデバイスを使用していない
- ②操作に慣れるまでに時間が掛かってしまう
- ③操作性が困難である

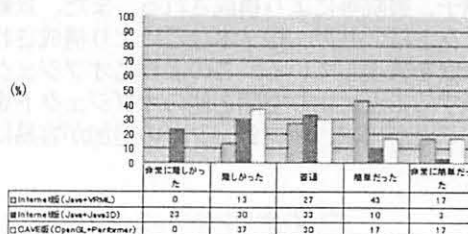


図 9: 操作性の評価結果

このようなユーザーの意見を考慮して、ユーザーにとって直感的な操作が行えるシステムの実現、更にはメニュー・インターフェースを改善し、操作デバイスの変更も視野に入れる必要があるだろう。操作デバイスの変更に関しては、細かな操作が可能であると考えられる PDA や無線を使用したノート PC などの導入を検討している。このようなデバイスによって操作を行うことにより、これまでの機能では制限されていた新たな機能を追加し、更なるインタラクティブ性を生むことが出来ると考えられる。

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。

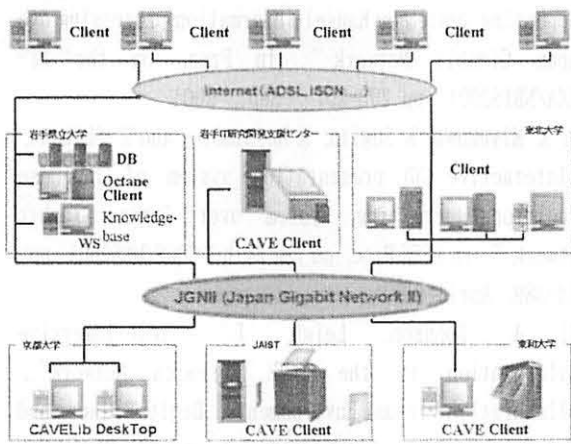


図 10: 高速ネットワーク接続図

図 11 は、ユーザが本システムを実際に体験している様子を示す。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、高臨場感を伴っ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 11: SGI 版を体験している様子

12. 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実装環境として 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可能であり、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、関連研究でも紹介した 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、時間と開発コストを縮小する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出来ると考えられる。VR 空間共有の概念を図 12 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、顧客と営業は計画書の作成や全体像の相談などを行う。設計者はその計画書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。

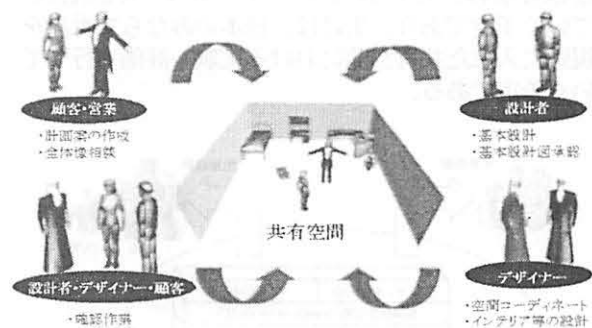


図 12: VR 空間共有概念図

13. 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1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1: 多様な利用環境

14. 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、協調支援環境を実装し、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。

15. 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13]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。

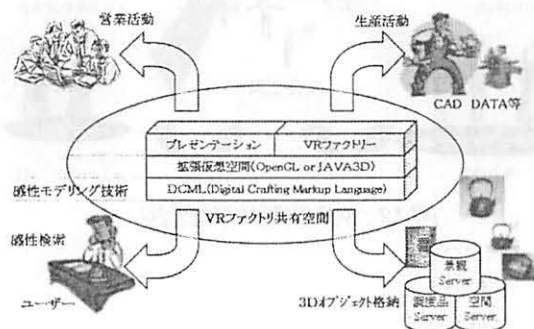


図13: 伝統工芸デザインシステム概念

16. 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 over 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 ICDCS/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), Vol.2, pp6-9, 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), pp10-13, Mar. 2004.
- [7] Peercy, Mark S., Marc Olano, John Airey, and Jeffrey Ungar, "Interactive Multi-Pass Programmable Shading", Proceedings of SIGGRAPH 2000 (New Orleans, Louisiana, July 23-28, 2000). In Computer Graphics, Annual Conferences Series, ACM SIGGRAPH, 2000.