

臨場感通信を目的とした Japan Gigabit Network 2 上におけるバーチャル伝統工芸システム

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

§ 石川県七尾市企画政策部情報政策課

a-miyakawa@city.nanao.lg.jp

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。本稿では、Japan Gigabit Network 2（研究開発用ギガビットネットワーク）上における、協調支援を考慮した共有型バーチャル伝統工芸システムの提案を行う。本システムは、全国各地の没入型システム（CAVE システムや ImmersaDesk）を相互接続させ、高臨場感を伴った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。利用者は、伝統工芸システムの仮想空間内で様々な協調作業を行う。

Virtual Traditional Japanese Crafting System aimed at Tele-Immersion over the Japan Gigabit Network 2

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

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

§ Information Policy Division of Nanao-city, Ishikawa

In this paper, the system which into consideration of sensitivity for Nanao-city, Ishikawa which is the place of production of fittings for in Nanao-city as example was construct. In this text, it proposes the Shared Virtual Traditional Japanese Crafting System that considers collaborative work in Japan Gigabit Network 2 (Gigabit Network for the research and development). This system interconnects immersive systems (CAVE system and ImmersaDesk) of nationwide various places, and aimed at the achievement of the high realistic sensation system. The user does a variety of collaborative work in a virtual space of the Traditional Japanese Craft System.

1. はじめに

日本では古来から、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挙げられているが、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るようになった。また、職人による手工業といった伝統工芸の非効率な生産性といった問題点

も挙げられている。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と電子化、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、筆者らは伝統工芸品のプレゼンテーションを目的として Internet バージョン

(Java+VRML、Java+Java3D) [1][2][3] 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。Internet 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、クライアントー知識エージェントーDB Server の三層のアーキテクチャによるプレゼンテーションシステムを実現した。また、利用者にとって容易な感性検索による建具検索、空間検索の実現、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システムと、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の実現を行ってきた。また、更なるリアリティの向上を求めて、高臨場感を伴ったバーチャル伝統工芸システムを構築し、リアリティを向上させるためにCAVEシステムを導入した。このCAVEシステムを導入した伝統工芸システムは、高い没入感を伴った現実感のあるシステムを体験することが出来る。更には、利用者にとって満足度の高いシステムを実現するために、伝統工芸品オブジェクトを豊富に揃え、部屋空間の増設や日本庭園を表現した庭空間の構築を行った。

2. 本研究の目的

本研究では、空間及び伝統工芸品を共有し、遠隔のユーザーとインタラクティブな協調支援が行えるシステムの実現を第一の目的としている。地理的に離れたユーザー同士が、伝統工芸システムを体験しながら、インタラクティブな操作によって空間をデザインする。更には、利用者の感性に合わせて空間のデザインを行う感性検索法を導入する。また、空間内でより現実の物に近い表現を行うための伝工芸品の質感向上と多種多様な操作を行うための操作性の改善を目的とし、更には、全国各地の伝統工芸品のデータベース化を行う。

3. システム構成とシステムアーキテクチャ

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に示すように高い没入感を得ることが出来る CAVE システムや PC または WS を Japan Gigabit Network 2 (JGN2)等の高速ネットワーク上に相互接続させた環境を想定している。これによって、新築やリフォームを予定している利用者が全国各地から本システムを体験することが出来る。

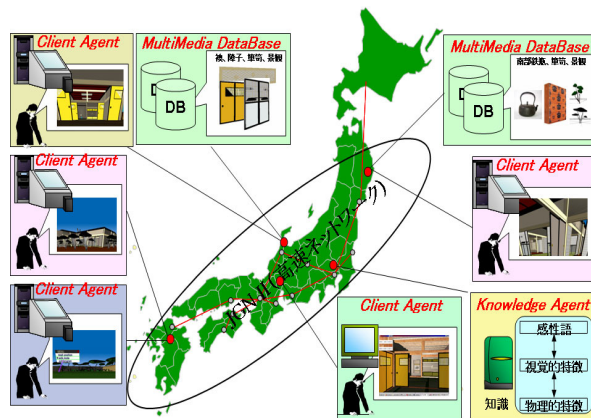


図1：システム構成

筆者らが行ったこれまでの研究は、バーチャル空間構築と感性情報処理である[1][2]。室内空間における伝統工芸プレゼンテーションシステムとして、研究を行った経緯の中で、図2に示すような「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」、「感性情報処理を行う知識エージェント」、「分散マルチメディアデータベース」と三層のアーキテクチャのシステムを提案し、実装を行った。

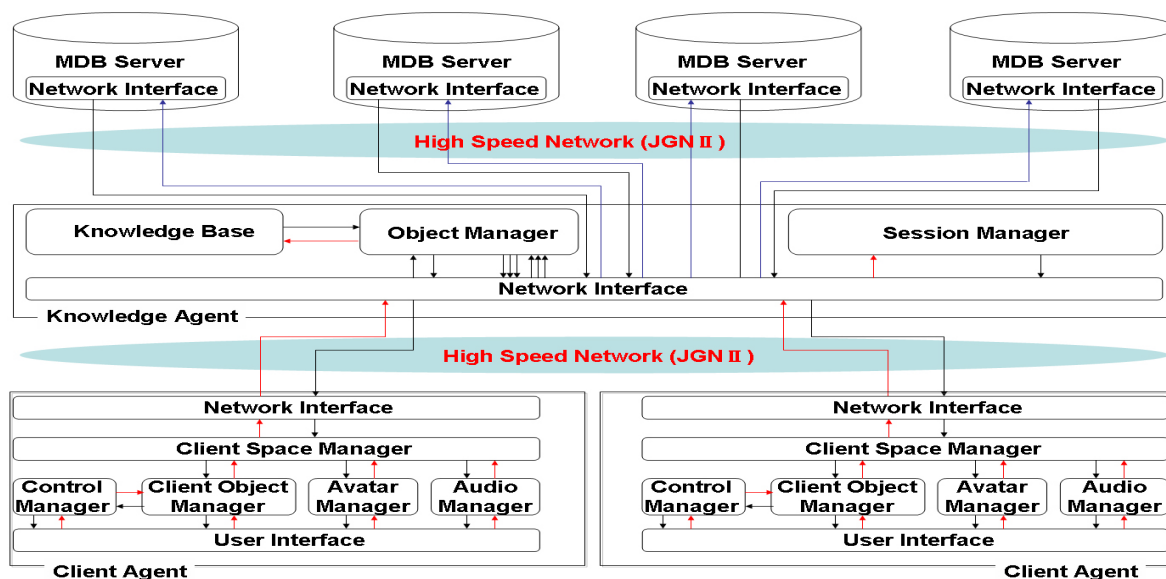


図2：システムアーキテクチャ

クライアントエージェントは利用者からの要求に基づくプレゼンテーションを提供するために、ユーザインターフェース、コントロールマネージャ、クライアントオブジェクトマネージャ、アバタマネージャ、オーディオマネージャ、クライアントスペースマネージャにより構成される。ユーザインターフェースは、プレゼンテーション要求の受付とプレゼンテーション空間の提供を行う。コントロールマネージャは、オブジェクトの交換や襖・障子の開閉動作、更にはVR空間へのメニュー表示やボタン操作による制御を行う。クライアントオブジェクトマネージャは、オブジェクトの座標取得や動的な設定、VR空間へのオブジェクトの配置を行う。アバタマネージャは、利用者のアバタをVR空間に表示し、利用者とアバタの動きの同期を取る。オーディオマネージャは、遠隔ユーザーとのオーディオの制御と管理、開閉音や環境音などの音響の制御と管理を行う。クライアントスペースマネージャは、各ユーザーに対する更新情報の制御と管理、最新情報を遠隔の各ユーザーに伝達し、遠隔ユーザーとの共有空間における同期を取る。

知識エージェントは感性に基づく検索を提供するために、知識ベース、オブジェクトマネージャ、セッションマネージャにより構成される。知識ベースには感性語とプレゼンテーション空間の関連性を格納される。オブジェクトマネージャは分散するマルチメディアデータベースへの検索要求の発行と検索して得られた結果の統合に加えて、重複する検索結果のフィルタリングも行う。セッションマネージャは、新しいユーザーの管理や共有空間の管理、プレゼンテーション空間への参加を管理、オブジェクトの移動や交換といった動作の管理、更には最新の更新情報を各ユーザーに伝達し、共有空間の同期を取る。

マルチメディアデータベースにはプレゼンテーション空間内に配置されるオブジェクトと色彩、形状、質感を示す特徴量が格納されている。

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[6][7][11]。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は、知識ベースの「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、DBの検索が行われる。

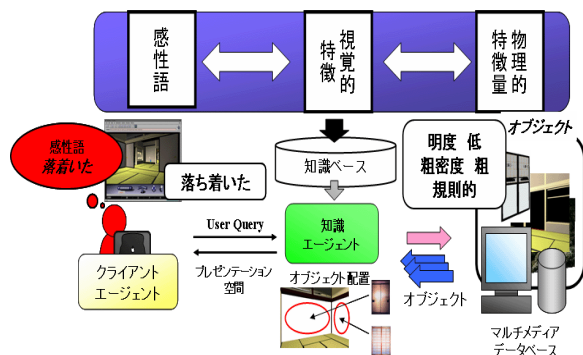


図3：感性検索法

5. プレゼンテーションオブジェクトの分類

本システムで提供されるプレゼンテーション空間は図4に示すように、合計3種類のオブジェクトによって構成される[4][5]。

- ・空間オブジェクト＝壁、畳、廊下、天井、柱等
- ・建具オブジェクト＝障子、襖、雪見障子、書院等
- ・景観オブジェクト＝井戸、植栽等

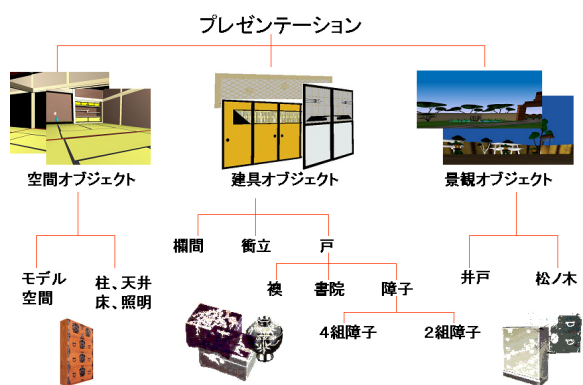


図4：オブジェクトの分類

6. 伝統工芸オブジェクトのフォーマット

伝統工芸オブジェクトのフォーマットとして、図5に示すように、一般ユーザーが主に使用していると考えられる、モデリングソフトの3D Studio Maxを取り上げ、PC版とSGI版への対応を示した。3D Studio Max用いてVRMLフォーマットに吐き出したデータは、そのまま、Java+VRMLとJava+Java3Dのシステムに取り込むことが出来る。また、DXFフォーマットで吐き出した場合には、SGIのコンバーターを利用してOpen Inventorフォーマットのデータに変換し、SGI版のシステムに取り込むことが出来る。更には、3D Studio Maxフォーマットで吐き出した場合にもSGI版に取り込むことが可能となる。一方で、専門家が用いると考えられる、AutoCADを取り上げた場合、Shadeや3D Studio Max、Light WaveやSGIのコンバーターを用いてそれぞれ対応するフォーマットにエクスポートすることによって、Java+VRMLとJava+Java3DのInternet版及びSGI版に取り込むことが可能となる。

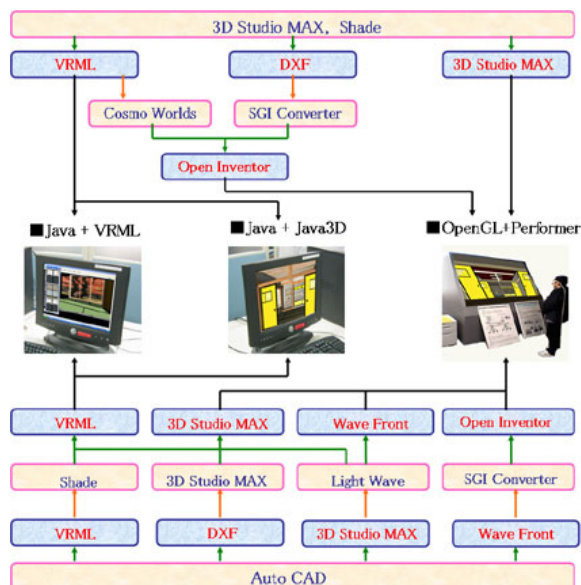


図5: フォーマット変換の過程

7. プロトタイプシステム

図6に示すように本研究における、プロトタイプシステムは、JGNI 2のような高速ネットワーク上に接続された岩手県立大学、岩手 IT 研究開発支援センター、東北大学、北陸先端科学技術大学院大学、京都大学、東和大学など、計6箇所を相互接続させることによって、全国的なネットワークを想定している。

また、これまで我々が Internet 版として実装を行ってきた Java+VRML と Java+Java3D、更には CAVE 版の各々3システムにおいて、データベースや知識エージェントなどを共有出来るシステムを提案し、実装を行っていきたいと考える。このシステムを実現することにより、多様なネットワーク環境、多様なプラットフォームといったフレキシブルな環境を作り上げることが可能となる。

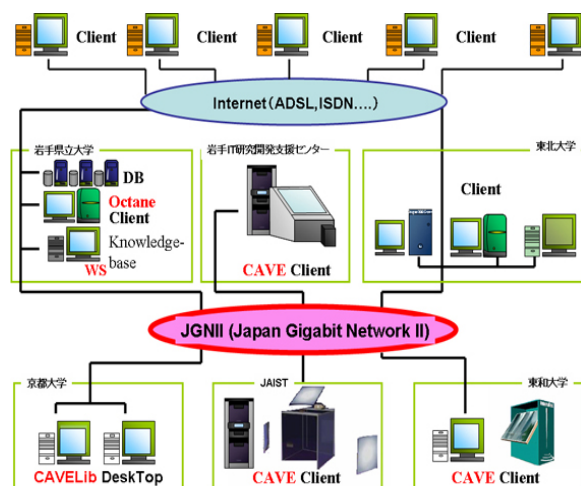


図6: 高速ネットワーク接続図

図7は、ユーザー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 ボタンを押すことで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、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体験出来る[10]。

また、実装したプロトタイプでは以下を実現した。

- 1) 任意の視点から空間を体験
- 2) 実物大の感覚でプレゼンテーションを受ける
- 3) 建具の細部まで確認可能
- 4) 没入感を伴ったプレゼンテーションの実現

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7: SGI 版を体験している様子

7.1. JGN 2 の利用

本研究では、研究開発用ギガビットネットワークである Japan Gigabit Network 2 上でシステムの運用を行っている。以下に、高速ネットワークである JGN2 を本研究で用いる理由を示す。

1. 高品質な没入感を伴った伝統工芸バーチャル環境の共有を行う
2. CAD で作成された高精細な伝統工芸オブジェクトを多数用いる
3. 共有空間内で協調作業を全国6箇所のユーザー同士で行う
4. 共有データを用いて音声通信などのディスカッションを行う
5. 遠隔ユーザー同士をビデオ通信で表現する

7.2. データオブジェクトと応答時間

表1に、本研究で用いている各オブジェクトのデータサイズを示す。本システムでは、総数約50個のオブジェクトを用いており、全データサイズは26Mbyteにもなる。この26Mbyteのデータが遠隔地に対してそれぞれ送られることになる。将来的には、全国各地の伝統工芸品を本システムに取り入れる予定であり、データサイズは更に増えることが予想される。

Object	Polygon	Data Size	No
Space Model	23816[polygon]	3,670M[Byte]	2
Door	1392[polygon]	0,956M[Byte]	4
Sliding door	172[polygon]	0,285M[Byte]	8
Shoji	647[polygon]	0,421M[Byte]	4
Fusuma	998[polygon]	0,696M[Byte]	12
Scene Object	129[polygon]	0,207M[Byte]	16

表1. 高精細オブジェクトの利用

表2には、ネットワーク種別毎に26Mのオブジェクトデータを送信した場合の応答時間を示した。ISDNを利用した場合には約50分、ADSLを利用した場合には、40秒といった時間を要する。100Mの学内LANを用いた場合には、実際には100Mをfullに使用することは困難なことから、2秒以上時間を要することが予想される。これらネットワークに比べて、1GのJGN2を用いた場合には、ストレスを感じることなく、本システムを体験することが可能となる。

Bandwidth	Transmission Time	Networks
64Kbps	3250 (sec)	ISDN
5Mbps	41.6 (sec)	ADSL
100Mbps	2.0 (sec)	Campus LAN
1Gbps	2.0 (sec)	JGN II

表2. ネットワーク別の応答時間

7.3. 利用環境の多様性

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3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3: 多様な利用環境

7.4. 共有オブジェクト

以下に伝統工芸プレゼンテーションシステム内における、遠隔ユーザーとの共有物を示す。

1. 部屋空間（空間）：モデル、柱、天井、床、照明
2. 庭空間（空間）：井戸、松ノ木、池、草木
3. 伝統工芸品（オブジェクト）：襖、障子、欄間、戸
4. 環境音（音声）：風、鳥、草木
5. 開閉音（音声）：襖、障子、書院、戸の開閉
6. 視点：全ての参加者が同じ視点を共有
7. データベース：空間、オブジェクト、音声

7.5. 伝統工芸システムでの協調作業

以下に、伝統工芸プレゼンテーションシステム内において、遠隔のユーザーと行う協調支援の例を示す。

1. 伝統工芸品の交換
— 利用者の感性に合わせて襖や障子等の交換を行う
2. 伝統工芸品の拡大・縮小
— 空間に合わせてオブジェクトの拡大・縮小を行う
3. 伝統工芸品の配置換え
— 遠隔ユーザーと共同で襖や障子の配置を変更する
4. 視点の制御
— あらゆる角度から工芸品を確認する
5. テクスチャの交換
— 利用者の感性に合わせてテクスチャの交換を行う
6. 照明の切り替え
— 照明の明暗度を調節する

図8は、VR空間内での協調作業概念図である。ユーザーA・ユーザーB・ユーザーCが伝統工芸システムに参加していた場合、それぞれのユーザーはアバターによって表現される。例えば、ユーザーAが見ている没入型システムでは、ユーザーBとユーザーCはアバターによって確認することが出来る。

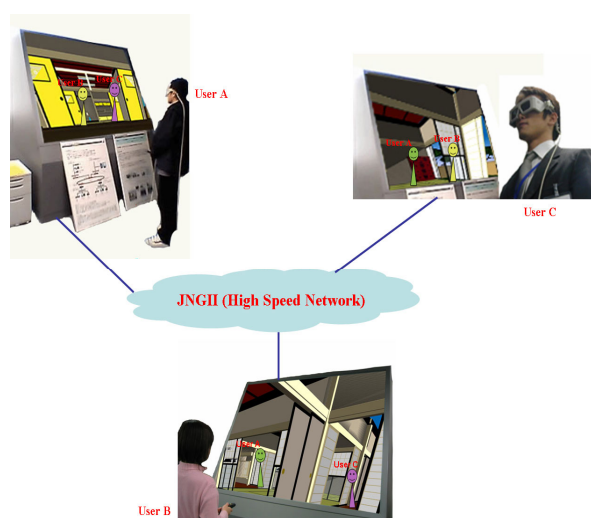


図8: VR空間の協調支援概念図

8. まとめ

バーチャル伝統工芸システムを展開する上での基盤である、高い臨場感の再現とインタラクティブ性の向上が今後伝統工芸プレゼンテーションシステムを研究する上で、必要不可欠な要素であると筆者らは考えSGI社製ONYX2をプラットフォームとし、CAVEシステムを用いてアプローチを行った。次世代のテストベット・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。

9. 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VRシステム上に展開が可能とするバーチャル伝統システム[図16]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[8][9]。

また、プロトタイプシステムの部分でも触れたが、Internet版とCAVE版のシステムにおいて、データベースや知識エージェントなどを統合していく予定である。加えて、将来的には、協調的なシステムも視野に入れており、複数のユーザーによって自由に空間を構築できるようなシステムも現在検討中である。

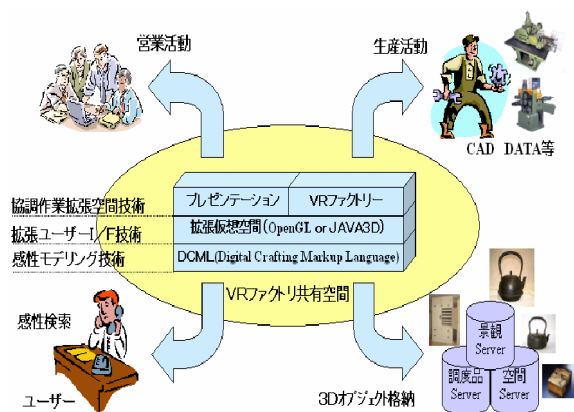


図16：伝統工芸デザインシステム概念

10. 謝辞

CAVE SYSTEMの運用サポートを初めとし、様々な形でご協力を頂いた、NiCT 岩手IT研究開発支援センターの職員の方々に深く感謝の意を表す。

11. 参考文献

- [1]宮川,細川,杉本,柴田:仮想現実空間下における伝統工芸分野への感性情報処理技術応用に関する考察:情報処理学会研究報告書 2002-DPS-108)
- [2]杉田,宮川,柴田,"JGNを利用したVRデジタル伝統工芸システム", 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp.633-646, Feb.2002.
- [3]石川県田鶴浜町 経済産業省資源エネルギー庁 平成13年度電源地域産業育成支援事業「人間の感性を用いた建具プレゼンテーション」事業報告書,2002.3
- [4]宮川, 杉田, 柴田, “伝統工芸プレゼンテーションシステムにおけるDCMLの提案”, 情報フォーラム (FIT2003), M013, pp65-66, Sep.2003
- [5]Shibata Y., Fukuda M. and Katsumoto M. "Hypermedia-based Design Image Database System Utilizing Perceptual Link Method". Journal of Management Information System, Vol.13, No.13, pp.25-43, 1997
- [6]Katsumoto M., Fukuda M. and Shibata Y. "Distributed Textile Image Database System by Kansei Information Processing". MmNet '95, pp.113-122, 1995
- [7]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
- [8] 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, Sept. 2001, pp.203-207.
- [9] A. Miyakawa, K.Sugita, K.Hashimoto, and Y. Shibata, "Interactive 3D presentation system of Japanese traditional crafting system ove Japan Gigabit Network," in IEEE Proc. on the 21th ICDCS/MNS2001, April 2001, pp. 384-389.
- [10] 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.
- [11] 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.