

## 多様性を考慮した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部

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

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つのシステムを提案し、実装を行ってきた。本稿では、CAVE バージョンのシステムを中心に述べると共に、データフォーマット、ネットワーク環境、プラットフォーム、データベース環境、利用環境の多様性の観点から、Internet バージョンとの共有化を提案する。

## Virtual Traditional Japanese Crafting System with Availability

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

† Software and Information Science Iwate Prefectural University

§ Planning Section of Tatsuruhama-cho, Ishikawa, Japan

*So far we have investigated a Virtual Traditional Japanese Crafting Presentation System, particularly for Tatsuruhama-cho Ishikawa prefecture, considering human visual sensitivity, so called Kansei in Japanese, to retrieve crafting objects and present them in a virtual interior space. Two system versions including Internet version with Java+VRML and Java+Java3D, and CAVE version with OpenGL+VRML were designed and implemented on a windows based personal computer and Unix based Computer Graphics Engine, ONYX. In this paper, we mainly present the detail of CAVE version system and suggest shared Internet version system with a wide variety of user environments including objects data formats, network environment, platform, database environment.*

### 1. はじめに

筆者らは、VR 技術を用いて利用者の感性を考慮したバーチャル伝統工芸システムの構築を行っているが、このような VR システムにおいては、高い没入感や臨場感を伴ったリアリティの高い VR 空間を表現することが非常に重要なこととなってきている。そこで本研究においては、これまでの PC をベースとした Internet

版のシステムから、没入型システムである CAVE システムを用いて実装を行った[1][2]。この実装においては、リアリティの向上を目的とし、OpenGL や Performer を用いて、室内を自由にウォークスルーして体験し、建具（襖や障子等）の開閉及び交換をインタラクティブに行う 3DCG による VR 空間プレゼンテーションを可能とした。本稿では、利用者環境の多様性を考慮す

るため、CAVE 版を中心とし、データフォーマット、ネットワーク環境、プラットフォーム、データベース環境の観点から、Internet 版と共有化出来るシステムの提案を行う。

## 2. システム構成及びアーキテクチャ

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、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 が Japan Gigabit Network II (JGNII) 等の高速ネットワーク上に相互接続された環境を想定している。

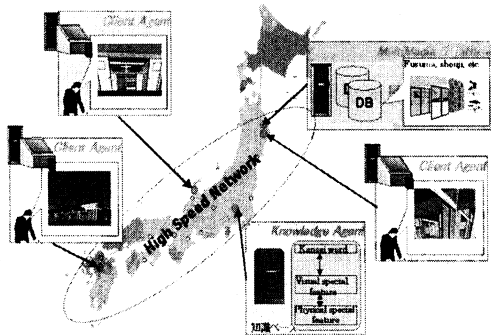


図1：システム構成

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[3]。

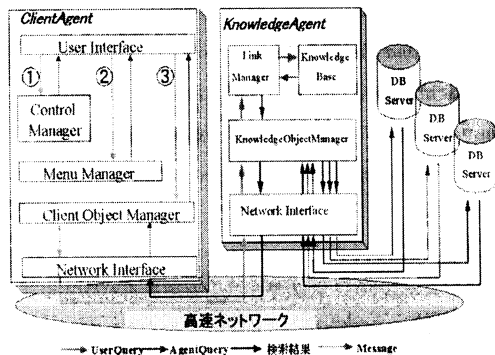


図2：システムアーキテクチャ

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、メニューマネージャ、オブジェクト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利用者からの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操作機器の検知及び制御、ユーザアクションの認識を行う。メニューマネージャは、操作の任意選択、オブジェクトの操作及び選択棟を行う。オブジェクトマネージャはプレゼンテーション要求の生成と検索結果の管理を行う。

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、リンクマネージャ、オブジェクトマネージャにより構成される。知識ベースには感性語による検索要求から特徴量による検索要求にクエリ変換を行うための感性語とプレゼンテーションの関連性が格納される。リンクマネージャはこの知識ベースを利用したクエリ変換を行う。

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。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。

## 3. 感性検索法

本システムで導入している感性検索法[1]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すれば良い場合には、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。

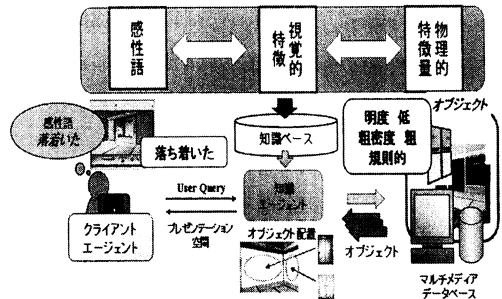


図3：感性検索法

#### 4. 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 を用い利便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。

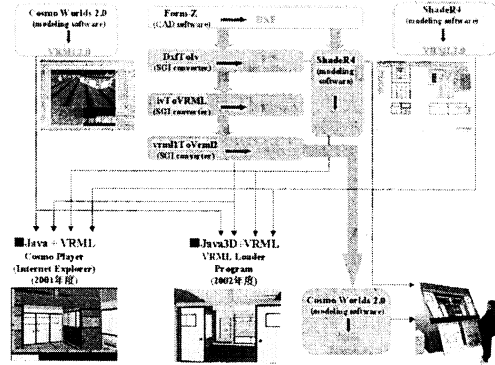


図5: フォーマット変換の過程

#### 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。

- ・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

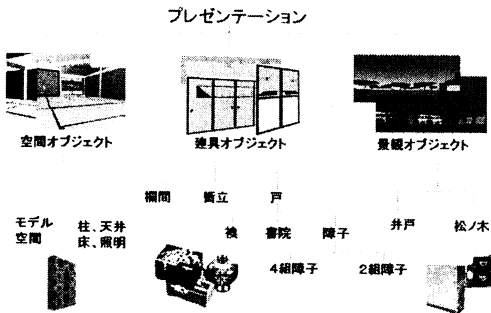


図4: オブジェクトの分類

#### 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、Internet 版のシステムにおいては、図5に示すように、CAD Software を用いて DXF 形式のデータを作成し、その後、SGI のコンバータを使用して OpenInventor 形式、VRML1.0、VRML2.0 といった順に変換を行い、2001 年度の Java+VRML では、Internet Explorer の CosmoPlayer を用いて表示させ、2002 年度の Java3D+VRML では、VRML Loader を用いて表示させた。一方で、CAVE 版のシステムにおいては、Internet 版のシステムの変換過程で作成された VRML2.0 を、モデリングソフトを用いて OpenInventor の IV 形式に変換させたものを使用している。このように、VRML2.0 までの変換過程においては、Internet 版と CAVE 版において、それぞれデータを共有している。

#### 7. 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 (インタラクティブリティ、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。

## 8. 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、JGNII 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、田鶴浜町、北陸先端科学技術大学院大学、九州地域など、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。

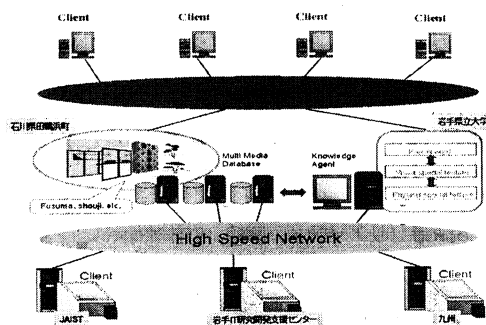


図6：高速ネットワーク接続図

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 と呼ばれるコントローラーを用いて操作を行う。ユーザーは、WAND を利用して、自由に空間をウォークスルーしたり、空間上にメニューを表示させ、オブジェクトの交換や、襖や障子などのオブジェクトを任意に開閉させたりすることが可能である。

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り、任意の視点で空間を体験でき、また、リアルに実物大に近い感覚の建具データなどを確認することが可能となった。また、CAD で作成されたデータの細かい部分なども確認でき、高い没入感の中でプレゼンテーションを受けることが出来る。



図7：CAVE 版を体験している様子

## 9. 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。

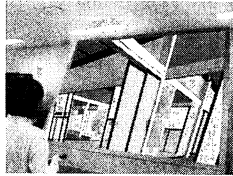


図8 : Internet 版 (室内)

図9 : CAVE 版 (室内)

図10 : Internet 版 (庭)

図11 : CAVE 版 (庭)

図8はInternet版のバーチャル伝統工芸システムの部屋の内部となっている。このシステムでは、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バーチャルリアリティ空間の規模を想像に頼る部分があった。図9はCAVE版の部屋の内部の実用例となっている。この画像は液晶シャッターメガネを装着し、利用者がしゃがんだ状態のものとなっている。「CAVE導入によるリアリティの向上」でも述べたが、高い没入感を伴ったプレゼンテーションシステムと、実物大近い感覚で

体験することが可能である。

図10は、Internet版のバーチャル伝統工芸システムの庭の風景となっている。Internet版のシステムにおいては、庭空間を表現するために風景にテクスチャを用いていた。図11はCAVE版の庭の空間となっている。Internet版のデジタル伝統工芸システムにおいては、風景にテクスチャを使用していたが、CAVE版のシステムにおいては、より現実感を表現するために、庭もVR空間にて構築した。

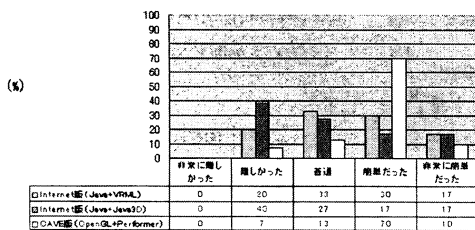


図12 : ウォークスルーの操作性

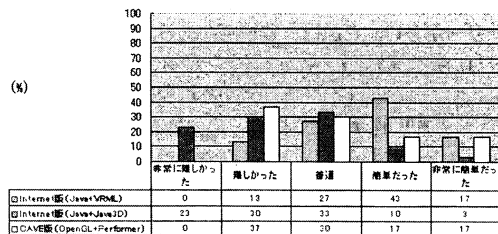


図13 : メニューの操作性

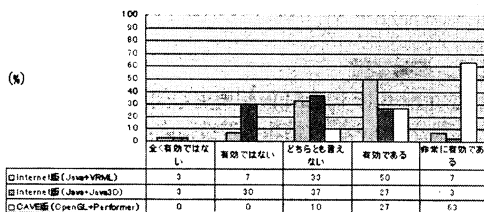


図14 : リフォーム・新築の有効性

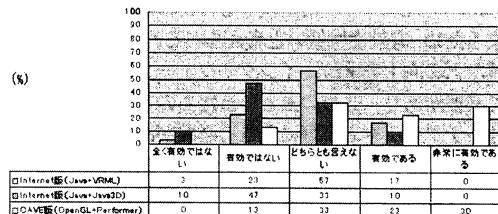


図15 : 伝統工芸品購入の有効性

## 10. システム評価

システム評価として、今回は男性21名、女性9名に対し、アンケート調査を行った。被験者は全て学生となっている。調査の内容は、Java+VRMLとJava+Java3D、そしてCAVE版のシステムを体験し、アンケートに答えるというものである。

図12では、ウォークスルー操作の難易度について質問した。Java+VRMLでは、ユーザーは普段マウスを使用していることから、簡単に操作を行っていたよう

である。一方で、キー操作でウォークスルー操作を行うJava+Java3Dでは、普段十字キーを使用することが少ないために、操作に戸惑いを感じたようである。これらInternet版のシステムに比べて、CAVE版では、多くのユーザーがInternet版よりもより簡単に操作が出来たと答えている。これは、トラックボールを使用することにより、単純で直感的に操作が出来るためだと考える。この結果から、3D空間でウォークスルー操

作を行う場合は、マウスやキーよりも、トラックボールの使用が有効であると考えられる。

図13では、メニュー操作の難易度について質問をした。視覚的に分かりやすいメニューを表示させるJava+VRMLのシステムでは、簡単にメニュー操作が出来たようである。一方で、ポップアップメニューで操作を行うJava+Java3Dのシステムでは、操作に違和感を感じたユーザーが多い結果となった。

これらInternet版のシステムに比べて、3Dのメニューを表示させて3Dのポインタでメニュー操作を行うCAVE版のシステムでは、操作に慣れるまで時間を費やしたユーザーが多く、難しい印象を与えたようである。この結果から、CAVE版のメニューシステムに、改良を加え、簡単なメニュー操作が行えるようにしなければならない。また、メニューのインターフェースを変更する必要もあるだろう。

図14では、リフォームや新築を行う場合に有効であるかどうかを質問した。Internet版のJava+VRMLのシステムとJava+Java3Dのシステムに比べて、CAVE版のシステムでは、「非常に有効である」と答えたユーザーが多い。これは、臨場感があり、また、実物大に近い感覚で体験出来るためだと考える。

図15では、伝統工芸品を購入する場合に有効であるかどうかを質問した。ここでは、Internet版とCAVE版の両システムにおいて、「どちらとも言えない」と答えているユーザーが多数を占める結果となった。理由としては、「伝統工芸品が、実際に見て購入したい・自分の目で確かめたい」「システムの伝統工芸品がどこまで有効なのか分からない」といった理由が多かった。このことから、実際に伝統工芸品を購入する場合は、3Dのみではユーザーに購入することの不安を与えてしまうため、有効性は低いと考えられる。今後、更に、質感などの向上を図り、インターフェースを工夫していく必要がある、3Dのみといったものではなく、ビデオやテキストチャも視野に入れる必要があると考える。

今回は、10代を中心にしたアンケート調査を行ったが、今後は幅広い年齢層にアンケート調査を行う必要があると考える。

## 10. 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 ONYX 2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。加えて、高速ネットワーク、インターネットを活用し、データベースや知識エージェントをInternet版と共有するプロトタイプシステムを提案した。また、システム評価から、CAVE版の有効性を示すことが出来た。

## 11. 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[4]。

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。

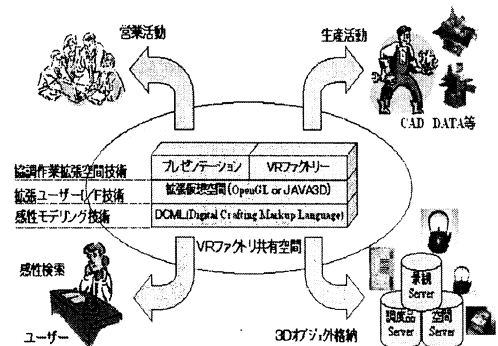


図16：伝統工芸デザインシステム概念

## 12. 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対し深く感謝の意を表す。

## 13. 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