

## 疑似3次元手法を用いたサイバースペースプラットフォームの開発

池田秀人

**概要** 本プロジェクトの最終目標である「いろいろな京都観光地をサイバースペース化」するとお目目標のため、研究代表者の所属する研究室で提案しているSOMAモデルにもとづく疑似3次元手法を使ったサイバースペース構築のためのプラットフォーム技術の確立が重要である。既にかかなりの程度完成していたプラットフォームを、2003年度および2004年度に更に進歩させ、パノラマ静止画像による首振り機能と、LoD方式によるアバター画質の改善、およびミックスリアリティ技術によるサイバースペースの設計および複雑になりすぎたサイバースペースプラットフォームを整理し、更なる進歩を可能にするため、新しいプラットフォームの再構築を行った。

Project on establishing cyber space of Kyoto sightseeing spots

### Development of Cyberspace Platform using Semi 3-Dimensional Visualization Technology

Hideto Ikeda

**Abstract:** In order to fulfill the objectives of this project, it is very important to establish a rich platform for cyberspaces based on the SOMA model. The base of the platform had been established, but we faced the problem that the system is too large and complicated to add further functionalities. In this year, the project reconstructed the platform. On the new platform, the project improved the quality of avatar images using LOD(Level of Detail) technology, added the look-around function and developed a cyber meeting room with mixed-reality technology.

#### 1 SOMAモデルと疑似3次元視覚化技法によるサイバースペースプラットフォーム

サイバースペースは、コンピュータネットワーク上に構築された社会で、その構成員はネットワーク経由でどこからでも参加でき、コミュニケーションや共同作業をすることができる空間である。本プロジェクトは、このサイバースペースを効率よくかつ安全に構築するため、汎用的なサイバースペースの「プラットフォーム」をまず実現し、その応用としてさまざまなサイバースペースを「アプリケーション」として実現する方法を採用している。本報告は、プロジェクト発足以来3年次の、サイバースペースプラットフォームの現状を述べる。本プロジェクトのアプローチは、サイバースペースを空間(Space)、オブジェクト(Object)、マネージャ

(Manager) およびアバター(Avatar)の4つの構成要素にからなる理論モデル(「SOMAモデル」という)に基づくものであること、その1つの実現法として、静止画をベースとした「疑似3次元視覚化技法」を用いていることに特徴がある。

疑似3次元視覚化技法としては、空間、オブジェクト、アバターのそれぞれを1つまたは複数に「透過機能を持った静止画の集まり」としてもち、次の方法により、3次元空間として見える「アニメーション」技術で表現している。

- 前方画像上書き機能:まず、空間画像を背景画像として描き、次に前方にあるオブジェクトやアバターを後方に位置するものから順に上書きすることで、隠れた部分を見せない方法。これにより、空間、オブジェ

クトおよびアバター(これを「視覚3要素」という。)を、それぞれ3次元モデルで表現し、それをレンダリングによる視覚化する方法に比べ、画質、生産性、実行のためのコンピュータ性能の点で、圧倒的に有利になるという効果がある。

- 遠方画像縮小機能:ほとんどのサイバースペースは、「ウォークスルー」というアバターの歩行機能を持っている。本方式では、視覚3要素は、内部では3次元位置を持っている。従って、1点透視法により、前後位置(Z座標)により、該当画像を拡大・縮小することで、遠近感を出す方法が使っている。階段を上がるなどの、上下移動は、Z座標が同じであるため、拡大・縮小はしない。
- 複数画像の切り替えによる移動アニメーション機能:アバターの歩行に関しては、4または8方向ごとに2または4枚の画像を置き換えながら表示することにより表現する方法を使って行う。
- 衝突検知機能。XY座標により、衝突を検知し、移動できなくする方法。空間にも、移動可能位置を持ち、オブジェクトが無くても、衝突が検知できる機能も持っている。
- アバター姿勢動的構機能:アバターは歩行のみならず、さまざまな姿勢、表情、動作が表現できることが求められる。これをすべて異なる静止画で持つと、1人のアバターを表現するためにお起きの画像を持つことになり、これが動作性能やアバター最多受入れ人数(「スケーラビリティ」という)を制限することになる。
- 目的地指定によるアバター移動機能:アバターの移動には、「マウス追従型」、「既定経路選択型」、「目的地指定型」がある。本方式では、目的地指定を行い、「最短経路」を自動計算することにより行っている。モニタ画面は2次元なので、指定された2次元座標から、3次元座標が一意に決まらなければ目的地は一意に決定できないが、地平線より下の地面が、1点透視法の消失点へ向かう地面のXY座標と見て、変換し

ている。目的地指定型によるアバター移動は、他の方法と比べ操作性がよく、かつ衝突を事前に回避するのに優れている。

- 多地点音声共有機能:参加者が声でコミュニケーションするための必須機能で、ADPCM方式の圧縮音声を使い、サーバ・クライアント方式で、1空間で200人以上が会話できる。会話の秩序を守るため、「1時点1発言者方式」を使い、発言者の選択には、「議長権」を持ったアバターを認めている。音質派会話音声としては高品質で、遠隔地のスピーカで拡声しても、問題ない。
- 視点移動:サイバースペースの視覚化において、視点移動を90度単位に移動させることで、アバターの移動目的地指定を容易にしたり、オブジェクトの影に隠れている視覚3要素を見えるようにしたりする効果が出てきた。

これが、本プロジェクト発足直前までの、プラットフォームの状態であった。

## 2. ズーム機能によるアバター移動方式

サイバースペースのアバターの移動による視界の表現手法には、「アバター視界」と「固定カメラ視界」があるが、本システムは、固定カメラ視界方式を採用していたが、カメラが前後に移動することによって、空間やオブジェクトの詳細が見えたり、アバターの移動場所を指定しやすくしたりできるようになった。

この効果は、背景画像として、巨大な画像を用意すれば、画像のトリミングと縮小で可能であるが、そのためには、大きなメモリー資源を使い、スケーラビリティを損ねることになる。そのため、図1のように底の詰まったトンネル画像を作り、カメラの移動位置によって、不要な枠画像を捨てて、その内部を縮小しながら埋めて視界画像を作るという方法で実現し、ズームインしても画質が劣化しない圧縮方式のファイルフォーマットを作成した。

さらに、この方式によるサイバースペースが開発しやすいように、MS-VB6.0言語から使えるActiveXコンポーネント(「視覚化コンポーネント」と

呼んでいる。)として実現し、単純な静止画アニメーションの世界から一歩出ることができた。

### 3. パノラマが画像による首振り機能の実現

空間を表現する画像としてパノラマ画像を使うことは、古くから行われているが、上記で述べた各種の機能を維持しながら、首振り動作を実装しようとすると、第2節で述べた巨大な視覚化コンポーネントの全体を理解し、多くの場所に手を入れなければいけない。3次元座標の持ち方も異なるし、最短距離の計算の仕方も異なる。更に空間の移動範囲を、これまでの長方形から、任意の2次元の連結閉領域に代えるなどの、拡張もしなければならぬ。

実際に実装したパノラマ画像は、次のようにして作成した。(図1)

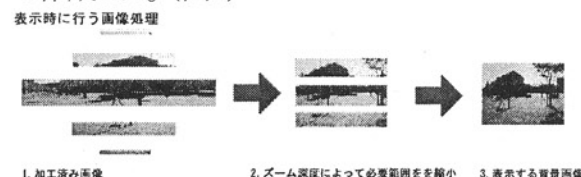


図1 パノラマ画像の圧縮・再現方法

既に、視覚化コンポーネントだけでMS-C++で12000行を超えるものになっている上に、更にコードを積み重ねれば、研究室では保守できないものになってしまう。視覚化コンポーネントには、これからも拡張したい機能は沢山ある。例えば、アバターの移動アニメーションの自然で多様な動きや、姿勢・表情の豊富さなど、アバターに関するものでも10件は超える。これらの機能を今まで実装した機能を殺さず追加しようとする、視覚化コンポーネントの49%ものソースコード(6207行)を理解し、注意深く機能追加をしなければならない。

そこで、この巨大で複雑な視覚化コンポーネントを再構築することにした。再構築に当たっては、SOMA理論に基づき、サイバースペースを空間、オブジェクト、マネージャおよびアバターのそれぞれに関する機能をできるだけ独立させ、該当の要素の機能を追加・改造しようと思えば、それに関する部分だけを見ればよいようにした。これによって、(当然であるが)首振り機能の追加によって、ソースコードは、倍近くの25000行になったが、例えばアバターの機能拡張のために理解しなけれ

ばいけないコードは、4922行と減少した。これで、更に機能追加ができる基盤を取り戻したという意味ですばらしい効果があった。

また、このプラットフォームのアプリケーションとしての具体的なサイバースペースの構築に、MS-Netコンポーネント技術を採用し、これまで開発してきたActiveXコンポーネント技術で開発していた各種の共有オブジェクトや、マネージャの機能、音声機能を、C#から使えるようにし、UNIXやMacOSにも使える(可能性のある)アプリケーションへと変更してきた。これらは、すべて原崎[1]の成果である。こうして、できたサイバースペースの例を図2に示す。

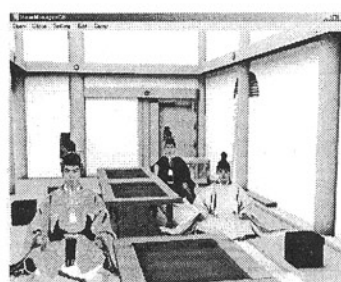


図2 新しいサイバースペースの例

### 4. LOD方式の採用によるアバター画像の品質の改善

これまでのプラットフォームでのアバターの表現は、4方向、2枚の標準画像を、その移動位置によって拡大・縮小しながら表示するというもので、標準画像の品質はよくても、拡大が進むと画像はどんどん劣化し、しまいにはモザイクになってしまうという問題があった。また、サッカーなどのような空間に対し、アバターの画像が小さい場合、線の間引きによる縮小をかけると、線が消えたり、直線がギザギザになったりしてしまうという問題もある。

これを避けるために、サイズの異なる品質のいい何枚かの画像を予め用意し、もっとも品質が保てる画像を使うことによって画像の拡大・縮小が起ってもアバターの画質が劣化しない方法(これは、LOD(Level of Detail)呼ばれているVRMLなどでも使われている方法である。)を採用することにした。

時間の関係で、前出の視覚化コンポーネントに組み込まれてはいないが、C#プログラムによる実験では、その視覚効果ははっきりでている。これは、

米田[2]の研究成果である。図3がその比較である。

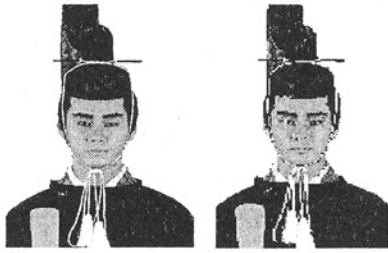


図3 LOD機能を使って改善したアバター画像

## 5 ミックスリアリティへの応用

このプラットフォームと、従来のビデオカメラ映像による方法を組み合わせて、「拡張サイバー会議室システム」というアプリケーションの実装を試みた。これは、図3のようなシステムで、この部屋の画像の上半分の机と人は、ビデオカメラで写した実時間実映像をリアルタイムに変化する。また、下半分は、本件のサイバースペース技術で作られた部分で、人はアバターである。カメラ位置と、サイバースペースの空間画像をうまく調整することで、あたかも部屋が2倍になったように見える。(図4)

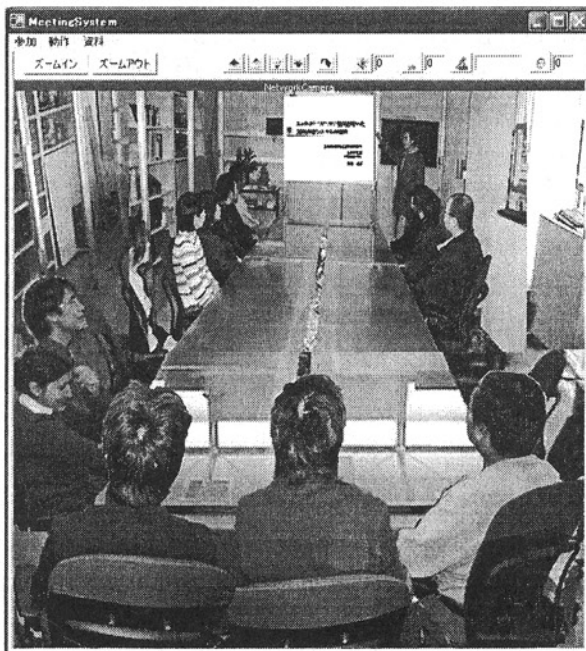


図4 ミックスリアリティで拡張したゼミ室  
(遠隔参加ユーザの視界)



図5 ミックスリアリティで拡張したゼミ室  
(実世界ユーザの視界)

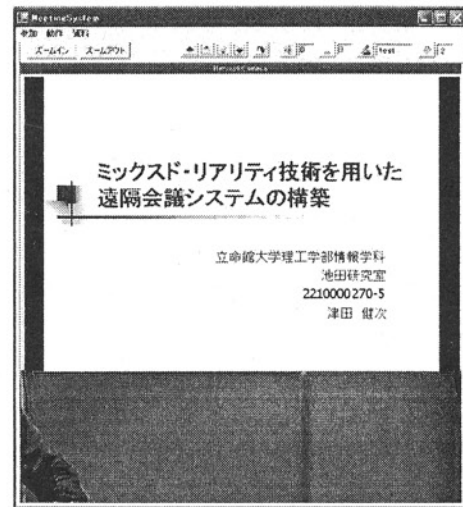


図6 遠隔地参加の人は、プレ全画面をズームできる(画質は落ちない)

これは視覚的に見えるだけでなく、ここにネットワーク経由で参加した人は、あたかも実在の部屋にいるように写る。実在の部屋にいる人の音声も聞こえるし、正面中央上部に映し出されているプレゼンテーションの画面もはっきり見える。このプロジェクタの画面は、実在の部屋にいる人は、本物のプロジェクタの画面を見ているが、遠隔地から参加している人は、大型スクリーンで遠隔地から参加した人をサイバースペースのアバターとして見ることができる(図5)。遠隔地のユーザの視界のプレゼンテーションの画面映像は、カメラ映像の一部として転送しているのではなく、プレゼン画像を上書きしているのははっきり見える。更に、自分でズームインして大きく表示することもできる(図6)。

この応用は、サイバースペースの新しい可能性を示している。実際、当研究室では、卒研、院生、留学生、研究生の増加で、ゼミができなくなっ

てきたため、別の場所からゼミに参加せざるをえなくなっているが、このシステムの開発で、外国からの参加も含めてそれが可能になってきている。

この研究成果は、津田[3]による。

## 6. ネットワークカメラと同期Webブラウザによるリアルタイムeビジネスアプリケーション

このシステムは、サイバースペースではないが、今研究で開発されたコンポーネントを使って実現された「京都の観光地のサイバースペース化」に貢献するシステムの1つである。このシステムは、商品販売の店舗にネットワークカメラを置き、今システムで採用している多地点音声会議システムを使って、リアルタイムに商品を販売しようというもので、京都の観光土産店をターゲットに開発したものである。2003年度は、清水坂の「八つ橋店」、「清水焼店」、「漬物店」の3店舗が声を上げられたが、「清水門前会」の反対で断念した。しかし、その後ターゲットを、生花販売、鮮魚販売など現品を目で確認しなければ購入しにくい分野で、システムは動き出した。

このシステムは、クライアントには、ソフトウェアをダウンロードするだけで、相手のビデオ映像を見ながら音声で商品購入ができるもので、「京都の仮想観光」で、本当の店を(カメラで)見て、本物の店員さんから、本物の土産を買うことができるようになってきた。サイバースペースでまさにやりたいことのいつである。

この成果は、既に商品化されている。(サイバープロ[4])

## 7. 源氏物語テキストデータベースの進行状況

昨年度も報告した源氏物語テキストデータベースの校正は、引き続き行っているが、まだ発表できる品質になっていない。初期段階での方針のあいまいさや、データ管理の不備は、長期に渡るプロジェクトによるメンバーの減少、方針の乱れや変更など、今でも大きな問題を抱えながらも、残ったメンバーの責任感の強さから、このCOEプロジェクトが終了するまでには、公表できるものにするべく取り組んでいる。これが完成すれば、既に作成されている平安時代の清涼伝のサイバースペースで、

源氏物語の朗読会」や「専門家による紹介」などの部屋が実現できる見込みである。

## 8. 研究成果の他分野への応用

本研究成果は、本研究室が取り組んでいる「eラーニング」および「統合道交通情報システム」への応用[5-9]として大きく貢献した。特に、このモデルの中に含まれる各種のコントロールセンターのユーザインタフェースの実装に、本研究で開発したコンポーネントが多く使われており、エンターテインメント技術として開発された技術が、実は巨大な情報システムを支える技術の1つとして有効であることを示したことは、今後の研究の方向性に新しい意義をあたえるものである。

## おわりに

本プロジェクトは、2004年度で、本来の課題である京都観光地のサイバースペース化の基本技術であるプラットフォームがほぼ実現した。2005年度以降は、それを使って多様なアプリケーションを実現し、その効果を情報技術の進歩としても、京都の経済を支える1つの基盤としても、京都の文化を世界に紹介する手段としても、示すことになる。

**謝辞:**本報告をまとめるに当たっては、当研究室の原崎透君の修士論文、米田健治君および津田健次君の卒業論文を紹介する形を取った。実際は、このプロジェクトのテーマの一角を担って頑張ってくれた彼らの研究・開発成果のおかげで、大きな成果として報告できる。ここに深く感謝の意を表し、この成果を基にこのプロジェクトの最終目的を達成することを誓います。

## 発表論文

[1]原崎透:「SOMAモデルに基づくサイバースペースの新しいアーキテクチャによる保守性・拡張性の研究」、2004年度立命館大学理工学部大学院修士論文、2005年2月、67ページ

[2]米田健治:「サイバースペースにおけるアバターの移動に伴う画像劣化の改善」、2004年度立命館大学理工学部情報学科卒業論文、2005年2月、21ページ

[3]津田健次:「ミックスリアリティ技術を用いた遠隔講義システムの研究」、2004年度立命館大学理工学部情報学科卒業論文、2005年2月、28ページ

[4] (有)サイバープロ: ホームページ,  
<http://www.cyberpro.co.jp/>

[5] Ikeda, H., Vogiatzis, N., Wibisono, W., Mojarrabi, B. and Woolley, J. E. (2004) *Three Layer Object Model for Integrated Transportation System*, In *1st International Workshop on Object Systems and Systems Architecture*,

[6] Wibisono, W., Ikeda, H. and Vogiatzis, N. (2004) *Multi-purpose Front-End devices for Integrated Transportation Systems*, In *Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (SNIKTI 2004)*

[7] Ikeda, H., Vogiatzis, N., Wibisono, W. and He, Y. (2004) *An Algorithm for Reducing Detection Load in Transportation Oriented DSMS*, In *27th Australasian Transportation Research Forum (ATRF'04)*,

[8] Vogiatzis, N., Ikeda, H. and Wibisono, W. (2004) *On the Locality-Scope Model for Improving the Performance of Transportation Management Systems*, In *27th Australasian Transportation Research Forum*, Awarded Paper at ATRF'04 by Minister of Transport, Australia

[9] Vogiatzis, N., Mojarrabi, B., Ikeda, H., Kubik, K. and Mojarrabi, B. (2005) *Problems Associated with OD and Trip Choice Surveys and the Shift Towards Galileo for the Solution* (Accepted), In *Eastern Asia Society for Transportation Studies*,