

実空間でのコンテキストを利用して仮想空間内をガイドする マルチモーダルなパーソナルエージェント

門林 理恵子 問瀬 健二

博物館や研究所公開あるいは展示会などのように、情報提供者側はある分野での専門家であり、見学者側は十分な専門知識を持たない場合に、見学者らの興味を喚起し、より深い理解を与えるようにするには、展示全体を個人化するだけでなく、各々の展示における案内そのものも、見学者に応じて個人化する必要がある。そこで本稿では、実空間での利用者のコンテキストを用いて仮想空間内の案内を行うマルチモーダルなパーソナルガイドエージェントについて提案する。研究所公開時に実施したパーソナルエージェントによる仮想集落内ウォークスルーのガイダンスについてもあわせて報告する。

Multi-modal Personal Agent for Guidance in Virtual Space Using User's Context

Rieko Kadobayashi Kenji Mase

This paper describes a personal agent that guides a visitor through a virtual space by using the visitor's context in the real world. "Context-aware" guidance in the real world has become an increasingly important research demand. We have tried to extend this context-aware guidance into a virtual environment by using context not from the virtual environment but from the real world. This paper also reports our experiment on seamless guidance by a personal agent in a virtual ancient village, which was presented at an open house exhibition in our research laboratories.

1 はじめに

移動体計算機環境を実現するための技術、たとえば、高性能な計算機の携帯可能なサイズへの小型化や無線通信技術の著しい進歩により、利用者がどこからでも情報を得ることができ、かつそれらの情報が利用者の位置によって適切に提供されるサービスが可能となりつつある。これらのサービスは“位置依存情報サービス”と呼ばれるもので、“最寄りの病院の位置と道路の混雑を教えてほしい”といった“位置

依存問い合わせ”[6]を処理できることが必要となってくる。

このようなサービスの例としては、利用者の位置に応じて変化する動的 URL と情報の変化を検出して自動的に内容を更新するアクティブドキュメントによって情報提供を行う Mobisaic[23] や、テーマパーク内で最寄りのアトラクションやその混雑の状況を知らせるもの [22] などがある。

利用者の位置だけでなく、回りの騒音の大きさ、通信コスト、利用者と一緒にいるのが上司か同僚かといった社会的状況までも含めてコンテキストと呼び、これらの環境の変化に対し適切に振る舞う能力を備えている“context-aware”なシステムの提案もなされている [20]。

“context-aware”つまり利用者を取り巻く状況を検出し、その状況に応じて最もふさわしい情報を提

(株)ATR 知能映像通信研究所
ATR Media Integration & Communications Research
Laboratories
E-mail: {rieiko, mase}@mic.atr.co.jp

供する“状況依存型”のサービスの例として、研究所公開時の見学のガイダンスに適用したCyberguide [8]が挙げられる。また、Ubiquitous Talker [17]も状況依存型ガイダンスシステムである。これらが、実空間内での利用者のコンテキストを利用して、実空間内を案内するシステムであるのに対し、仮想空間における利用者のコンテキストを利用して、仮想空間内を案内するエージェントも提案されている [2, 19]。

ところで、従来は、博物館やビジネスショーあるいは研究所公開などにおける展示は、実空間に存在するものであったが、コンピュータ技術の進歩により、新しい展示手法が可能となってきた。その一例として著者らが開発中のVisTA-walkシステムが挙げられる [13]。

VisTA-walkは、失われてしまった過去の集落を3次元CGによって復元し、身振りと170インチの大きなスクリーンの入出力インタフェースによって、利用者が何らかの装置を身体に装着することなく、スクリーンの前の操作領域内を動き回るだけで、興味の趣くまま自由に仮想集落の中をウォークスルーしたり、住居や土器などの選択とそれに関する情報を検索することが可能な展示システムである。これによって、従来の模型などを用いた実空間での展示では不可能であった、より直観的で臨場感があり、かつ利用者一人一人が自分の興味に応じて楽しむことができる展示が可能となった。

しかし、実空間における展示においてもそうであるように、十分な専門知識を持たない利用者にとっては、仮想空間内のウォークスルーにも何らかのガイダンスが必要な場合もありうる。ここで問題となるのは、どのような情報を用いて仮想空間内のガイダンスを行うべきかである。モノそのものが存在する実空間とそれに関する情報などから構成される仮想空間は互いに補足しあうものであり、両者をシームレスに行き来できる環境を創り出すことは重要である [7]。

このような視点から、著者らは、利用者が実空間での展示をどのように見学してきたかというコンテキストに基づいて、VisTA-walkが創り出す仮想空間内の案内の方法を変えるパーソナルガイドエージェントを構築中である [11]。本稿では、実空間でのコンテキストの認識に著者らの研究室で開発中のC-MAP (Context-aware Mobile Assitant Project) [5, 21]を使用し、テキストだけでなくアニメーションによる身振りや合成音声によってマルチモーダルなガイダンスを行うパーソナルガイドエージェントについて報告する。

以下、まず2章で、3次元CGによって復元された仮想集落のウォークスルー環境を提供するVisTA-walkシステムの概要と、3章では、実空間での展示ガイドを行うC-MAPシステムの概要について簡潔に記す。次に4章で、パーソナルガイドエージェントが実空間のコンテキストを利用して、VisTA-walkが提供する仮想空間を案内する方法について議論する。そして5章で、実際に見学者に対して行ったガイダンスの様子とその結果を述べる。さらに、6章で、現在進めているマルチモーダル化についてもふれる。7章はまとめである。

2 VisTA-walk システムの概要

VisTA-walkシステム [13]は、3次元CGを用いた集落変遷シミュレーションシステムであるVisTAシステム [9]を基に、博物館での臨場感のある展示に適するようにユーザインタフェースの拡張を行い、身振りによって仮想空間内のウォークスルーを制御できるようにしたシステムである。

考古学データは時空間の多次元データであり、一つの遺跡から発掘調査によって得られるデータの量は膨大であるため、遺跡全体の時間的、空間的な変遷の様子を詳細に復元することは困難であった。VisTAシステムは、3次元CGを利用したリアルタイムシミュレーション機能を提供することで、これらのデータに基づく一つの遺跡全体の時間的、空間的な変遷に関する研究を支援する。

同時に、3次元CGによって可視化された研究結果は、非専門家にとっても理解しやすいものとなるので、研究の成果を博物館などにおいて一般の人々に公開するときにも利用することができる。その際、博物館の展示システムの一つとしてVisTAを使用するには、臨場感や操作性について考慮する必要がある。170インチの大きなスクリーンと非接触型の入力インタフェースである身振りを追加したVisTA-walkを開発した。

VisTA-walkでは次の手順で利用者の身振りを検出する。まず、スクリーンの中央上部に設置されたカメラ (図1参照) から、スクリーンの前に立った利用者の映像が、身振りを検出するpfinderプログラム [18]へと送られる。次に、カメラの映像から利用者の存在領域が抽出され、プログラム中のモデルに従って頭、両腕、胴、両足の各部分が認識される。そして、腕の上下、立つ、しゃがむといった利用者の姿勢と位置を認識する。

このようにして検出された身振りは、スクリーン上に写し出された復元集落内を歩き回るためのコマ

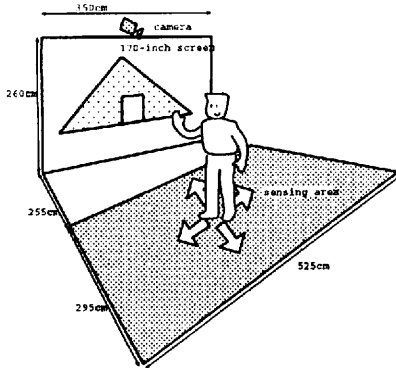


図 1: VisTA-walk システムの操作領域

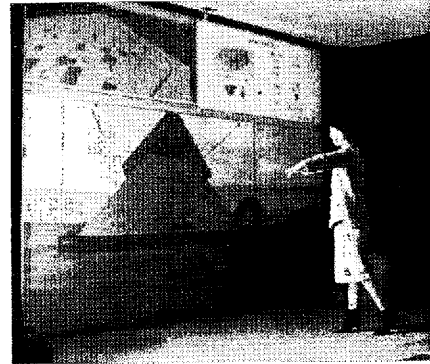


図 2: VisTA-walk の操作例: 片手を上げて建物を選択しているところ

表 1: 身振りコマンド一覧

身振り	実行されるコマンド
基本位置に立つ	立ち止まる
前に踏み出す	前に移動する
後に移動する	後に移動する
右に移動する	視点が右に回転する
左に移動する	視点が左に回転する
片手を上げる	建物の選択
両手を上げる	視点を上に移動した後、元に戻す
しゃがむ	視点を低い位置に変更する

ンド、視点を変更するコマンド、さらに、建物を選択して情報を得るためのコマンドの3種類のどれかに解釈される。VisTA-walkで使用している身振りコマンドの一覧を表1に示す。

仮想集落内を“歩き回る”には、図1に示した操作領域内で、歩き回るだけでよい。また、図2にVisTA-walkシステムの操作例を示したように、利用者は片手を上げるだけで建物を選択することができる。そして、選択された建物に関する情報は、スクリーン右上に一般のwebブラウザを通して表示される。したがって、コンピュータに不慣れな利用者であっても、直観的な操作が可能となり、自由自在に歩き回り、情報を引き出して、展示を楽しむことができる。

3 C-MAPによる実空間内展示のガイダンス

本章では、C-MAPの概要について紹介する。ここではVisTA-walkの仮想空間内に現れるパーソナルガイドエージェントにかかわる部分のみについて

記述するにとどめ、詳細は文献[5, 21]等に譲る。

C-MAPでは、博物館、ビジネスショー、研究所公開などの様々な展示会場で、見学者が持ち歩く携帯型コンピュータ上に現れるパーソナルガイドエージェントが、見学者のコンテキストに依存したツアーガイドを行うことを目的としている。

C-MAPシステムを構成する主要なハードウェアは次の3種類である。

- 見学者の位置を検出するために使用するオリベッティ社のアクティブバッジシステム
- 見学者に、パーソナルガイドエージェントとのインタフェースを提供する携帯型コンピュータ
- パーソナルガイドエージェントのプランニング部分を管理するためのエージェントサーバ

アクティブバッジシステムは、展示会場の各展示ごとに配置され、一定範囲内に入った見学者を検出するためのセンサと、見学者が常時装着するバッジ、そしてこれら見学者のIDや位置情報を管理するサーバから構成される。センサとバッジは赤外線による無線通信で接続され、センサとサーバ間は有線で接続される。

携帯型コンピュータ上では、life-likeな外見を持ったパーソナルガイドエージェントが動作し、見学者の興味を獲得や展示会場に関する情報提供などを行う。また、パーソナルガイドエージェントは、thinking, suggesting, pushing, idleの4種類の内部状態を持っており、それぞれに対応したアニメーションによって、見学者に通知することができる。

各々のエージェントの制御は、A-HAと呼ぶ非同階層型エージェントアーキテクチャによって行わ

れる。エージェントのプランニングに関わる部分は、エージェントサーバ側で管理されている。

C-MAPを利用した展示ガイダンスのシナリオを示す。見学者は、まず受付にて、自分のプロフィールを登録する。プロフィールには、名前や所属、興味のある分野などが含まれる。また、パーソナルガイドエージェントの外見として好みのキャラクタを選択する。登録手続きが済むと、見学者には携帯型コンピュータとアクティブバッジが手渡される。携帯型コンピュータ上では既にその見学者のパーソナルガイドエージェントが起動されている。

パーソナルガイドエージェントは、展示会場の物理的配置を示す地図と展示の内容に基づく意味的地図を提供する。これらの地図には各展示を示すアイコンなどが表示されるので、見学者はそれらをクリックして選択することで展示に関する情報を得ることができる。また、見学者に次に見るべき展示を推奨するといった機能も備えている。このようにして、パーソナルガイドエージェントは見学者のツアーガイドを行うことができる。

4 VisTA-walkにおけるパーソナルガイドエージェント

4.1 ガイダンスの基本的な流れ

見学者がVisTA-walkの操作領域に入ると、パーソナルガイドエージェントによる仮想空間内のガイダンスが自動的に始まる。以下に、VisTA-walkの仮想空間内にパーソナルガイドエージェントが登場し、見学者がウォークスルーを中止して案内が終了するまでの一連のストーリーを示す。

- 見学者がVisTA-walkの操作領域に入ると、大スクリーンの脇に設置されたアクティブバッジシステムのセンサが、見学者が胸に付けたバッジからIDを検出して、C-MAPのエージェントサーバに通知する。
- エージェントサーバは、VisTA-walkシステムにソケットインタフェースを通じて見学者に関する情報を送る[3]。
- VisTA-walkシステムは、見学者のID、アクティブレベルを抽出する。また、パーソナルガイドエージェントの外見のキャラクタが何であるかも知る。
- 後述のように、見学者のアクティブレベルに応じてガイダンスのタイプを決定する。

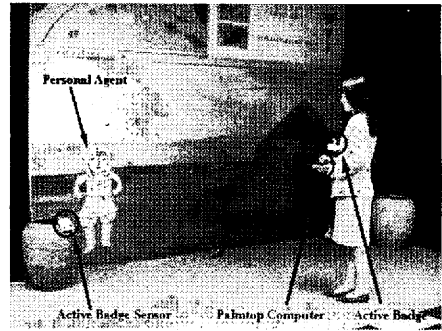


図 3: VisTA-walkの仮想空間内をガイドするパーソナルエージェント

- ガイダンスタイプが、“agent initiated navigation”もしくは“agent suggested navigation”の場合は、携帯型コンピュータ上に表示されていたパーソナルガイドエージェントのアニメーションキャラクタがVisTA-walkの仮想集落の中に登場して、大スクリーンに写し出され、案内を開始する。
- “agent initiated navigation”の場合は、見学コースも建物や土器などのオブジェクトに関する情報の表示も、パーソナルガイドエージェントが主導権を握り、見学者はそれに従って、仮想集落内を見て回る。
- “agent suggested navigation”の場合は、パーソナルガイドエージェントが見学コースや、見るべき情報も推奨してくれるが、それに従うか否かは見学者に委ねられる。
- 見学者が仮想集落内のウォークスルーを中止し、VisTA-walkの操作領域から退出すると、見学者がいなくなったことが検出され、パーソナルガイドエージェントも仮想空間から消える。

図3は、埴輪の外見を持つパーソナルガイドエージェントによるガイダンスの模様である。

4.2 見学者のコンテキストに基づいたガイダンスタイプの決定

VisTA-walkの仮想空間内のガイダンスには、見学者の実空間におけるコンテキストを利用することはすでに述べた。現在、コンテキストとしては、見

学者が実空間の展示を見学するのに費やした時間と、展示を見学中に携帯型コンピュータを利用して情報にアクセスした回数の2種類のインタラクションを使用している。これらのインタラクションから、前述のアクティブレベルを決定し、ガイダンスタイプを決定している。

コンテキストとして、見学中のインタラクションのみを使用しているのは、著者らの研究所において展示できる内容が情報科学の分野のものであり、VisTA-walk が提供する考古学的内容との関連がないため、C-MAP が展示物の意味地図を利用して見学者の興味を獲得できるにもかかわらず、見学者の興味を利用することができないからである。実際の博物館における展示では、C-MAP の機能を活用して、見学者の興味を獲得し、これを利用して仮想空間の案内に利用できると思われる。

アクティブレベルは、見学者が実空間の展示をどのくらい積極的に見学したかを示す指標であり、上述の2つのインタラクションを元にして、表2に示すように、0から4までのいずれかに決定される。それぞれのレベルに応じて異なるガイダンスが実施される。以下、5種類のガイダンスタイプについて説明する。

“agent initiated navigation”とは、VisTA-walk の仮想空間中のウォークスルーの主導権をパーソナルガイドエージェントが握るものである。見学者は、パーソナルガイドエージェントが示す見学コースに従って歩きさえすれば、重要なものを見落とすことなく、復元された遺跡を見て回ることができる。見学コースの途中にある住居や土器等のオブジェクトの情報も、パーソナルガイドエージェントが必要なものを自動的に表示するので、見学者は身振りによって指示する必要がない。

“agent suggested navigation”とは、パーソナルガイドエージェントが見学者についてくるようにコースを示唆するものである。パーソナルガイドエージェントは、見学者に先だって、推薦するコースを進み、見学者が追い付くのを待つ。また、途中にあるオブジェクトの情報を見るように、身振りを利用して見学者に示唆する。推薦されたコースに沿って見学するか、そしてオブジェクトの情報を見るか否かの決定権は、見学者に委ねられている。したがって、パーソナルガイドエージェントが示唆する見学コースをはずれて仮想集落内を自由にウォークスルーすることができる。ただし、パーソナルガイドエージェントは、見学者がコースを見失うなどして一定時間以上後をついてこなければ、見学者の前に回り、アニメーションによる身振りによってコースに

表 2: アクティブレベルとガイダンスタイプ

アクティブレベル	ガイダンスタイプ
0	Agent initiated and short navigation
1	Agent initiated and long navigation
2	Agent suggested and short navigation
3	Agent suggested and long navigation
4	User initiated navigation

戻るように促す。

“user initiated navigation”とは、パーソナルガイドエージェントが見学者の同伴者として振る舞い、上述のようなガイダンスを行わないものである。見学者は、自分の興味に基づいて自由に仮想集落内をウォークスルーできる。なぜなら、アクティブレベルの高い見学者は、実空間での展示の見学を積極的に行っており、仮想空間においてもパーソナルガイドエージェントの支援なしに積極的に見学すると期待されるからである。

“short”ナビゲーションと“long”ナビゲーションの違いは、見学コースの長さや説明の詳細さにある。アクティブレベルを決定する要因の1つは、見学者が展示の見学に費した時間であり、パーソナルガイドエージェントは、見学者がどのくらいの時間を割けるかを見積ることができる。“long”ナビゲーションは、より多くのオブジェクトと詳細な情報を含んだ長い見学コースを案内する。たとえば、VisTA-walk が提供する機能の1つである、集落全体の時間的な変化のシミュレーションは、“short”ナビゲーションには含まれない。

5 研究所公開時におけるガイダンスの実際

著者らの所属する研究所において、1997年11月に2日間に渡り、研究所公開を行った。この期間中、C-MAPによる実空間の見学およびVisTA-walkの仮想空間内のウォークスルーを、パーソナルガイドエージェントに支援させる実験を行った[16]。研究所公開での実空間における展示は、ポスター発表やデモンストレーションから構成され、同じフロアの各部屋に分散している。展示会場の随所にアクティブバッジシステムのセンサを設置し、見学者の存在の有無を検出できるようにした。携帯型コンピュータへの情報提供は、無線LANを使用した。

VisTA-walk が提供するCGで復元された仮想集

落は仮想空間における展示であるが、VisTA-walkのポスター発表やデモンストレーション自体は、実空間における展示の一つとして扱い、これらに関する情報の提供と案内は、C-MAP側で行った。

当日のVisTA-walkのデモンストレーションにおける仮想空間内のガイダンスの典型例は次の通りである。

- 見学者は、受付でプロフィールの登録を行い、それと引き替えにパーソナルガイドエージェントが動作する携帯型コンピュータと、位置を検出するためのバッジを受取る。
- その後、各ポスター発表を見学する。
- 見学者が、VisTA-walkのデモンストレーションを行っている場所に入ると、パーソナルガイドエージェントが自動的に仮想集落の中に現れる。
- パーソナルガイドエージェントは、見学者がそれまでにどのように実空間内の展示を見学してきたか、つまり費した時間と情報にアクセスした回数に基づいてアクティブレベルを決定し、それに応じた案内方法を選択して、仮想集落内の案内を始める。
- 見学者は、仮想集落とそこにある住居などのオブジェクトに関する情報を、携帯型コンピュータを通して受取る。アクティブバッジセンサを適切に配置することによって、VisTA-walkの操作領域の中にいる見学者と、外にいる見学者を識別することができ、両者に対し異なる情報を提供することができる。¹

見学者がVisTA-walkの操作領域内に入るとセンサが検出し、自動的にパーソナルガイドエージェントが仮想空間内に現れて案内を始めるため、見学者は、仮想空間内に入ったことを意識して何かを操作する必要がない。このようにして、見学者は、それまで展示を見学していた実空間から、仮想空間内の展示へとシームレスに誘導される。

5.1 議論

研究所公開時には、30台用意された携帯型コンピュータがそれぞれ数回貸し出されたので、VisTA-walkの仮想空間をパーソナルガイドエージェント

¹ただし、オープンハウスの時には、実装が間に合わず、VisTA-walkを利用している見学者にも、他の見学者が得るのと同じ情報を提供した。

によって案内された見学者はかなりの数に上る。これらの見学者の反応を観察した結果から、パーソナルガイドエージェントによる実空間と仮想空間とのシームレスなガイダンスは、成功したと考える。ほとんどの見学者は、パーソナルガイドエージェントが仮想集落の中に現れると、驚きの声をあげ、そしてすぐに親しみを持った反応を示した。その上“agent suggested navigation”による案内を受けた見学者の場合、必ずしも示唆されるコースに従う必要はないのにもかかわらず、見学者は喜んで追従していた。これは、展示を見学中、携帯型コンピュータ上に常時現れているlife-likeなパーソナルガイドエージェントへの親近感が生まれていたためと思われる。

否定的な反応としては、“agent initiated navigation”がゲームのようなものにすぎず、VisTA-walkの本来の目的である歴史の学習には適さないのではないかというものであった。これは、デモンストレーション場所のすぐ脇に設置していたVisTA-walkでの基本的な身振りコマンドについての解説パネルを読まずに、デモンストレーションを試したため、最初のうちは操作に慣れずに戸惑ったためと思われる。いったんウォークスルーを制御する身振りコマンドに慣れると、パーソナルガイドエージェントの案内と内容に意識を集中させることができ、操作しやすい、とてもおもしろいといった感想が出た。これらの感想は、身振りインタフェースの操作性について行った評価実験[12]の結果からも裏付けられる。

全体としての見学者の反応は良かったが、パーソナルガイドエージェントによる案内は未だ揺籃期にある。特に以下の点が重点的な研究課題であると認識した。

1. パーソナルガイドエージェント自体の改良：
パーソナルガイドエージェントはA-HA[4]を一部利用して実装されている。全体をA-HAで実現することで、自律性を高めることができる。
2. 仲介エージェントとの協調：
“agent initiated navigation”や“agent suggested navigation”に含まれるオブジェクトは、どれが見学に値するかという学芸員の知識を直接反映したものであり、この意味においては、従来の博物館で実現されているガイドツアーと大差ない。

著者らは、Meta-Museumとよぶ新しい博物館像を提案している[10]が、これは、モノとそれにまつわる知識の宝庫である博物館を学芸員と

表 3: 音声による解説文の例 (CHATR へはローマ字表記したものが送られる)

#1	この家は、平らな所から緩い斜面にかわる場所にあります。
#2	壁の溝の内側半分以上が褐色の土で埋められています。

見学者との知識共有の場として機能させようというものである。そこで、従来の博物館では展示を通して学芸員から見学者へ一方的に知識が提供されるばかりであったのに対し、Meta-Museum では互いの興味と知識が交換できるように両者の間に双方向のコミュニケーションを創出、支援することを目指している。このような支援を行うエージェントの一つとして、仲介エージェントの研究を行っている [14, 15].

仲介エージェントは、学芸員が作成した博物館の展示を、見学者の興味に基づいて、一人一人に個人化された展示に再構成するものである。対象とするのは、展示の意味的関連であり、それを2次元空間に可視化することで、学芸員の知識と見学者の興味を仲介して新しい展示を創出する。この仲介エージェントと協調することで、パーソナルガイドエージェントはより積極的の見学者の“興味”というコンテキストを取り込んで案内ができるようになる。

- マルチモーダル化：身振りのみでの示唆がわかりにくい場合もあり、見学者が戸惑う場面もしばしば見られた。情報の提供は視覚によるものだけであったため、たとえば音声によるガイダンスを付加して、よりの確かな指示や解説を与えることが重要である。

6 音声によるガイダンス機能

前章で述べたように、研究所公開時のパーソナルガイドエージェントによる仮想空間の案内の実験から、展示システムの操作と内容そのものの案内を効率よく行うには、パーソナルガイドエージェントのマルチモーダル化が有効である。そこで現在、合成音声によるガイダンスを行うように、機能を拡張中である。

パーソナルガイドエージェントの音声によるガイダンスには、CHATR [1] と呼ばれる音声合成システムを使用している。これは、あらかじめ作成してお

いた音声データベースから、所望の音声の特徴に最も近い音声波形を選びだして合成することで、話者の特徴を失わずに自然な音声を作成できるという特徴を持つ。日本語については、約20分間の音素バランス文音声があれば、原話者の特徴をよく保持した音声を作成することが可能である。

男児の声、成人女性の声といったように、複数の音声データベースを構築しておけば、必要に応じてこれらを適宜切り替えて使用することも可能である。また、日本語だけでなく多言語に対応している²。したがって、見学者の年齢や国籍に応じてデータベースを切り替えることで、よりきめ細やかな音声ガイダンスを行うことができる。

CHATR は SGI 社の O2 あるいは OCTANE 上で動作させており、VisTA-walk とはソケットで通信する。音声ガイドが必要になると、VisTA-walk からローマ字で表記されたテキストデータを CHATR に送る。CHATR では選択されている音声データベースを使用して、音声を合成し、VisTA-walk に送り返す。表 3 に、テキストデータの一部を示す。

音声ガイダンスの内容は、表 3 に示したように、仮想空間内のオブジェクトについての説明の場合と、操作に関する指示の場合がある。オブジェクトの説明は、大スクリーンの右上に web ブラウザを通して表示されるが、これとは別の説明を音声で与える。操作の指示を与えるのは、たとえば見学者が位置を見失った場合である。仮想空間をウォークスルーしている最中に、見学者の視界（すなわちスクリーン）からパーソナルガイドエージェントが消えた場合、見学者に対してどの方向にいるかを音声によって知らせる。

7 おわりに

本稿では、実空間での見学者のコンテキストを用いて、仮想空間内を案内するマルチモーダルなパーソナルガイドエージェントについて述べた。両空間のシームレスな行き来を実現することは、Meta-Museum が目指すモノを介在させた専門家と非専門家のコミュニケーションの促進に有効と考える。今後は、パーソナルガイドエージェント自体の機能の充実だけでなく、Meta-Museum におけるコミュニケーションを様々な形で支援するエージェント、たとえば仲介エージェントとの協調に関する研究も進めていきたい。

²合成された音声は CHATR のホームページで聴くことができる。 <http://www.itl.atr.co.jp/chatr/>

謝辞

本研究の機会を与えて下さいました(株)ATR 知能映像通信研究所の酒井保良会長と中津良平社長に感謝致します。また有益な議論に参加して下さいる第2研究室のメンバーに深謝します。

参考文献

- [1] Campbell, N. and Black, A. W.: CHATR: 自然音声波形接続型任意音声合成システム, 電子情報通信学会技術研究報告 SP96-7, pp. 45-52 (1996).
- [2] Doyle, P. and Hayes-Roth, B.: An Intelligent Guide for Virtual Environment, *Proc. of Animated Interface Agents: Making Them Intelligent*, pp. 77-84 (1997).
- [3] 江谷 為之, 角 康之, シドニー・フェルス, 間瀬 健二: Context-Aware な情報環境による展示空間内コミュニケーション支援, 情報処理学会研究報告 DPS-88, pp. 43-48 (1998).
- [4] 江谷 為之, シドニー・フェルス, アルミン・ブルーダリン, 間瀬 健二: 非同期階層型エージェントアーキテクチャについて, 人工知能学会基礎論研究会資料 SIG-FAI-9603, pp. 74-79 (1997).
- [5] Fels, S., Sumi, Y., Etani, T., Simonet, N., Kobayashi, K., and Mase, K.: Progress of C-MAP: A Context-Aware Mobile Assistant, *Proc of AAAI Spring Symposium on Intelligent Environments* (1998).
- [6] Imielinski, T. and Badrinath, B. R.: Querying in highly mobile distributed environments, *Proc. of the 18th VLDB Conference*, pp. 41-52 (1992).
- [7] Ishii, H. and Ullmer, H.: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms, *Proc. of CHI 97*, pp. 234-241 (1997).
- [8] Long, S., Aust, D., Abowd, G., and Atkeson, C.: Cyberguide: Prototyping Context-Aware Mobile Applications, *CHI 96 Conference Companion*, pp. 293-294 (1996).
- [9] 門林 理恵子, エドゥアルド ネーテル, 間瀬 健二, 中津 良平: 集落変遷シミュレーションシステム VisTA, 情報考古学, Vol. 2, No. 1, pp. 48-55 (1997).
- [10] 門林 理恵子, 間瀬 健二: 新しいコミュニケーション環境としての MetaMuseum, 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 71-78 (1995).
- [11] Kadobayashi, R. and Mase, K.: Seamless Guidance by Personal Agent in Virtual Space Based on User Interaction in Real World, *The Third International Conference and Exhibition on The Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM98)*, pp. 191-120 (1998).
- [12] Kadobayashi, R., Nishimoto, K., and Mase, K.: Design and Evaluation of Gesture Interface for an Immersive Virtual Walk-through Application for Exploring Cyberspace, *Proc. of The Second International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG98)*, pp. 534-539 (1998).
- [13] 門林 理恵子, 西本 一志, 間瀬 健二, 中津 良平: 3次元 CG を用いた対話的集落変遷シミュレーションシステムの作成と博物館展示のためのユーザインタフェースの提案, 電子情報通信学会和文論文誌 D-II (掲載予定).
- [14] 門林 理恵子, 西本 一志, 角 康之, 間瀬 健二: 学芸員と見学者を仲介するエージェントによる博物館展示の個人化, 情報処理学会 マルチメディア, 分散, 協調とモバイルワークショップ論文集, pp. 413-418 (1997).
- [15] Kadobayashi, R., Nishimoto, K., Sumi, Y., and Mase, K.: "Personalizing Museum Exhibition by Mediating Agents" (to appear in IEA/AIE-98).
- [16] 間瀬 健二, 角 康之, 江谷 為之, 小林 薫, シドニー・フェルス, ニコラ・シモネ, 門林 理恵子: モバイルでパーソナルなインタフェースエージェントによる展示ガイド, 第3回知能情報メディアシンポジウム論文集, pp. 219-224 (1997).
- [17] Nagao, K. and Rekimoto, J.: Ubiquitous Talker: Spoken Language Interaction with Real World Objects, *Proc. of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-95)*, Vol. 2, pp. 1284-1290 (1995).
- [18] Wren, C. R., Azarbayejani, A., Darrell, T., and Pentland, A.: Pfinder: real-time tracking of the human body, *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 19, No. 7, pp. 780-785 (1997).
- [19] Rickel, J. and Lewis Johnson, W.: Steve: An Animated Pedagogical Agent for Procedural Training in Virtual Environments, *Proc of Animated Interface Agents: Making Them Intelligent*, pp. 71-76 (1997).
- [20] Schilit, B., Adams, N., and Want, R.: Context-Aware Computing Applications, *Proc. of 1994 Workshop on Mobile Computing Systems and Applications* (1994).
- [21] Sumi, Y., Etani, T., Fels, S., Simonet, N., Kobayashi, K., and Mase, K.: C-MAP: Building a context-aware mobile assistant for exhibition tours, *The First Kyoto Meeting on Social Interaction and Communityware* (to appear).
- [22] 寺西 裕一, 種茂 文之, 梅本 佳宏, 寺中 勝美: 移動体計算機環境における位置依存情報提供システムの設計と実現, 情報処理学会論文誌, Vol. 39, No. 4, pp. 1077-1087 (1998).
- [23] Voelker, M. G., and Bershady, N. B.: Mobisaic: An Information System for a Mobile Wireless Computing Environment, *Proc. of 1994 Workshop on Mobile Computing Systems and Applications* (1994).