

コンテンツ論文

「ユビキタスゲーミング」 位置駆動型モバイルシステムを利用した ミュージアムガイドコンテンツ

檜山 敦^{*1}, 山下 淳^{*2}, 西岡 貞一^{*3}, 葛岡 英明^{*2}

広田 光一^{*4}, 廣瀬 通孝^{*4}

- Ubiquitous Gaming -

Museum Guide Contents based on Location Oriented Mobile System

Atsushi Hiyama^{*1}, Jun Yamashita^{*2}, Teiichi Nishioka^{*3}, Hideaki Kuzuoka^{*2}, Koichi Hirota^{*4}, and Michitaka Hirose^{*4}

Abstract - This paper describes the application of location oriented mobile system in National Science Museum Tokyo. Developed system was introduced as a real world role-playing game. About 20,000 children have experienced our game. In this paper, we describe briefly about system and argue about interaction and evaluation of game-like content for museum guide application by analyzing participants' behavior. We provided two different types of content. First content is a stamp rally type game story, which rule is simple enough to understand even if user experiences our application for the first time. Second content is designed to process a brief comment about an exhibit when user comes close to it just like museum visitor's companion does.

Keywords : Human-Computer Interaction, Mobile Computing, Ubiquitous Computing, Entertainment Computing

1. はじめに

モバイル端末による情報支援は、屋外空間やミュージアムなどの広い空間での展示鑑賞への応用、実物を前にした個人学習の効率を上げるという視点からの期待が大きい。また、ユビキタスコンピューティング技術と組み合わせることにより、実環境にある対象と個人のペースに合わせたインタラクティブな展示鑑賞の提供、さらに空間内での参加者の身体性を活かした体験を実現可能であると期待される。

ミュージアムでは広く展示空間内に端末を設置して、インタラクティブな学習環境の構築に取り組みられてきている。しかし、来館者が情報環境からの鑑賞支援を等しく得るためには展示空間内の利用希望者が同時に利用できるインターフェースが要求される。

一方、鑑賞支援のためのコンテンツは、個々の展示物の目前で詳細を解説することに特化しているため、展示全体を覆うテーマやストーリーを合わせて伝えることは、情報過多により鑑賞行動を乱すことに繋がる。展示物の直前、展示物の間など空間の性質と鑑賞行動に合わせて情報を提示し、通常の鑑賞行動を乱すことなくガイドを一つのテーマやストーリーで繋ぐことのできるシステム、コンテンツはまだ確立されていない。

このような問題を解決するため、筆者らのグループでは展示空間内を歩き回ることによってストーリーが展開するコンテンツを制作し、それを動作させるモバイルシステムを構築した。具体的には、実用に耐え得るポータビリティを有するモバイル端末の開発、展示空間を移動する不特定多数の参加者を同時に測位することが可能な環境を構築した。さらに、展示空間をゲームフィールドとして体験できるコンテンツとコンテンツを実空間に対応付けるためのスクリプト言語を開発した。

本論文では、ミュージアム展示という実空間と一体化したゲームコンテンツの制作と実証について報告し、開発したゲームコンテンツがユーザの鑑賞行動に与える影響について分析する。

*1: 東京大学工学系研究科

*2: 筑波大学機能工学系

*3: 凸版印刷

*4: 東京大学 先端科学技術研究センター

*1: Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

*2: Institute of Engineering Mechanics, University of Tsukuba

*3: Toppan Printing Co., LTD.

*4: Research Center for Advanced Science and Technology, The Univ. of Tokyo

2. 本研究の特徴と展示コンテンツ

本研究は、従来の研究が技術項目を中心にアプリケーションの作成を行う技術主導型のアプローチをとっていたのに対して、アプリケーションをあらかじめ決定した上で、コンテンツを利用する現場からの様々な要求に応じた技術開発を行う、コンテンツ主導型のアプローチをとる。従来、展示空間において、モバイル端末を用いて鑑賞支援を行う場合、図1上のように、コンテンツは展示物という「点」に対して情報を付加することに特化していた。利用者は展示物を目の前にしても、PDAの画面に目を向けざるを得ず、さらに展示物の前には解説用のパネルが設置されていることも多く、情報過剰な状態であるため鑑賞行動の負担になることがコンテンツ上の問題となっている[1][2]。それに対して、ミュージアムの学習形態であるギャラリートークの場合や、同伴者と共に展示物を鑑賞して歩く場合は、展示物を目前にする前に、鑑賞前の予備知識となる情報を与えたり、感想を伝えたり、個々の展示物に縛られない俯瞰的な解説をするなど、鑑賞行動の過程に応じて質の異なる情報の授受を行っている。また、そのような情報は実物を前にして同伴者と意見を交換するための題材ともなっている。本研究では、図1下のように、この鑑賞行動の過程に対して情報支援を行うコンテンツの実現を目標として、コンテンツ制作およびシステム開発を展開した。

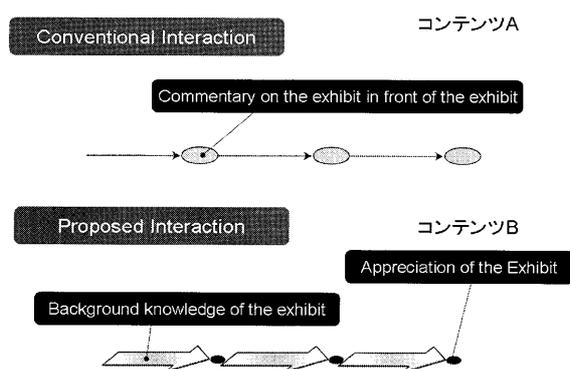


図1 インタラクション模式図

Fig. 1 Interaction Diagram

開発したシステムは、個々の展示物という「点」ではなく、展示空間という座標空間内の面上でコンテンツを管理する。したがって、動線や展示物の配置の変更に柔軟な対応が可能で、異なるコンテンツを同時展開可能な環境を構築することが可能である。開発したシステム上に、コンテンツとして、従来方式である点に情報を付加する形態に近いコンテンツAと、本研究の提案手法である体

験の過程で情報を付加するコンテンツBの2種を制作した。二つのコンテンツについて、鑑賞行動に与える影響を比較することで、どのようなコンテンツが鑑賞行動の中で自然で利用しやすいものであるのか評価を行った。

2.1 ユビキタスゲーミング

東京、上野にある国立科学博物館にて2004年7月～10月にかけて、「テレビゲームとデジタル科学展」と称するテレビゲームとコンピュータを特集した企画展示が開催された(図2)。本研究は、展示ガイドという役割に加えて未来型ゲームの形態の提案としての側面も持っている。実空間をゲーム空間として扱い、モバイル端末利用者がそのゲームの主人公となる、というもので、これをユビキタスゲーミングと呼ぶ。この試みを通して、テレビゲームのキャラクタのナビゲートによって展示物について学習しながらゲームを進めていく、といった楽しみ方を提案した。会期中およそ2万人の来館者が体験した。



図2 テレビゲームとデジタル科学展

Fig. 2 Exhibition about Video Game

2.2 コンテンツ・ストーリー

ユビキタス・ゲーミングでは、体験者は展示空間内を所謂ロールプレイングゲームの主人公さながらに歩き回り、イベントをクリアしていく。本アプリケーションは、ゲームのストーリーを進めていく楽しさの中で展示物に対する造詣を深めていくことをねらいとしている。

ゲームのバックグラウンドとして、子供たちに人気のあるアニメ、「デジタルモンスター」を題材としている(図3)。ユビキタスゲーミングのシナリオは、非常事態が発生したデジタルモンスターの住むテレビゲームワールドを元通りにすることが目的である。参加者は、モバイル端末であるウォールストーンという石に閉じ込められて人間の世界に送られてきたデジタルモンスターと一緒に、展示空間の要所所で発生するイベント内の



図3 デジタルモンスター (c)本郷あきよし

Fig. 3 Digital Monster

課題をクリアしなければならない。デジタルモンスターから出題される課題は近傍の展示物にまつわるクイズになっている。課題は主に○×クイズや三択クイズの形式で、参加者はウォールストーンを傾ける、振るという操作により答えを選択する(図4)。課題をクリアすることで、デジタルモンスターを進化させるためのスコアをためることができる。このとき、課題をクリアするためには周辺の展示物に対して意識を向けることが必要となる。一連のイベントを終えた後、最後にウォールストーンとゴール地点のディスプレイとを通信させることで、進化したデジタルモンスターの姿を見ることが出来る。進化したデジタルモンスターはテレビゲームワールドを救うべく旅立っていき、ゲームは完結する。途中の課題をより確実にこなすことで、デジタルモンスターはより強いモンスターへと進化する。

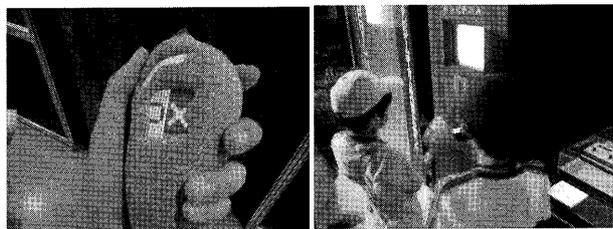


図4 ウォールストーンでの操作(傾けて○×を選択, 三択で答えの表示中に振って選択)

Fig. 4 Operating Mobile Terminal(Wallstone)

3 位置駆動型システムに関する研究

実空間において、適切な場所で適切な情報を提示する研究は広く行われている。基礎技術研究として、サービス利用者の位置を正確に取得する測位システムの研究が行われている。ミュージアム・

アプリケーションに関しては、利用者個人の趣向にカスタマイズされたコンテンツを提供するための、情報パーソナライズの研究や、ミュージアムガイドとしてのコンテンツ制作への工夫を扱った研究が行われている。さらに、応用として実空間を一つのエンタテインメント空間として扱ったコンテンツ研究も進められてきている。

測位システムに関する研究開発事例として、無線LANを利用したものにEkahau[3], AirLocation[4]等がある。無線LANを利用したものは、1~3メートル程度の精度で測位が可能である。但し、時間解像度に秒単位の遅れが生じることや、同時に利用可能な人数は15名に制限される問題がある。DOLPHIN[5]は、超音波を利用した測位システムとして、屋内環境において高精度の測位が可能ではあるものの、ミュージアムのような広い空間で来館者を含め絶えず変化している環境下で応用するには至っていない。ウェアラブルコンピュータのための赤外線による測位の研究例では、コロンビア大学の[6]が挙げられる。安価な赤外線ビーコンを複数利用して頭部の向きを計測まで可能にしている。しかし、赤外線の受信装置としてヘルメットの着用が要求されるため、一般の来館者が利用する段階にはない。実運用のためには、最低でも来館者を個別に判断できる1m程度の空間解像度が必要である。一般的な歩行速度である1m/s下においても、この空間解像度を維持するためには100msecの時間解像度が必要である。また、システムとして物理的に展示空間に入りきる来館者全員の位置情報を同時に測位可能であることも必須である。

提供する情報のパーソナライズに関して、MITのMuseum Wearable[7]は、ベイジアンネットワークを利用して、ミュージアム鑑賞者の鑑賞の深さを3段階に分類する研究を行っている。ATRのubiNEXT[8]では鑑賞行動の履歴を参照することで、次に鑑賞するとよい展示物を推薦する機能を備えている、またC-MAP[9]では、展示会場の待ち合わせ場所などに設置されたキヨスク端末上で、展示内容に対する利用者同士の興味関心を共有すること、さらに共有したデータを個人ガイドに反映させる試みが行われている。以上の試みは従来の、個々の展示物やキヨスク端末の前という「点」での情報支援を基本としており、鑑賞行動の過程でのインタラクションを対象とする本研究とは性質が異なる。

ミュージアムガイド制作を扱った研究として、IBMのDigital Guide[10]は多言語解説や入力操作

の画面インタフェースに関する検討を行っている。しかし、位置駆動型ではない。東京大学のPi_book[11]ではインタラクティブなアニメーションによる展示解説で子供たちの「楽しい理解」を意識しているものの、展示物の目前でのインタラクションという従来の域から出ていない。双方ともPDA上にMacromedia社のFLASHをベースとしてマルチメディア・コンテンツを容易に実装できるようにしている。

ウェアラブル・モバイル端末を利用したエンタテインメント研究も不特定多数の一般利用までは至らないものの、研究が進められてきている。ARQuake[12]は、GPSによる位置情報を利用した、屋外型シューティングゲームである。ユビキタスマンスター[13]、領域型展示[14]では、実空間に彷徨うモンスターを捕まえるといったエンタテインメント応用への試みである。これらの事例は、実環境を借景として利用するにとどまり、博物館環境のような、実環境と積極的にインタラクションを行っているユーザに対する情報支援については考慮されていない。

実際のミュージアムでの体験学習に応用していくには、実際の利用者のインタラクションを考慮していくことは必要不可欠である。関連研究の現状では、目的とする機能やアプリケーションの実装に焦点を当てたものがほとんどであり、利用者のインタラクションプロセスに関する研究は行われていない。本研究においては、インタラクション形態の変化とミュージアムでの鑑賞行動との関係を中心に扱う。

4 実空間でのロールプレイングゲーム

4.1 実空間における留意点

実空間の位置に応じてその場に見合った情報を提示するアプリケーションでは、ユーザのインタラクションの対象はモバイル端末が提供するゲームコンテンツだけではない。展示物をじっくり鑑賞したり、同行している家族や友人らと意見を交換したり、通常のミュージアム内での活動も勿論行われる。これらの実空間を対象とした活動と、モバイル端末から提供されるゲームコンテンツを対象とした活動とが、乖離しないようなゲームコンテンツの設計を行うことが重要である。テレビゲームにおける、ロールプレイングゲームやシミュレーションゲームでは、ゲーム内のマップや空間に見えない壁を設置したり、ユーザの行動を制限することで、ユーザが規定の行動から逸脱することを防ぐことができる。しかし、実空間で展開す

るユビキタスゲーミングでは、テレビゲームのようにユーザの行動を制御することはできない。従って、実際の展示鑑賞者がとりうる行動を考慮したコンテンツのデザインが要求される。

4.2 展示空間での鑑賞者の行動

ユビキタスゲーミングは展示を鑑賞しながらにして体験できるゲームであるため、ゲームコンテンツもミュージアム鑑賞者の行動にあわせることで鑑賞行動にシンクロしたインタラクションが実現できる。基本的に鑑賞者は鑑賞行動を進めるために以下の3つの行動を起こす。

(1) 次の展示物へ移る

展示企画者が想定した順序に沿って鑑賞する過程で、現在鑑賞中の展示物を鑑賞し終わったため次の展示物の前へ移動する。

(2) 展示を省略する

鑑賞する時間が限られていたり、会場が混んでいたり、鑑賞者のおかれた状況や興味関心によって部分的に鑑賞行為を省略する場合がある。

(3) 動線を遡って鑑賞する

鑑賞者が展示内容をどの程度把握できたであろうかと、鑑賞行動を振り返る意味で動線を逆行することもある。

ゲームコンテンツはこの3つの行動を吸収できるように設計しなければならない。(1)に対しては、イベントの長さや配置密度を調整し、展示空間内の移動のペースに対して一つの展示物に関するイベントとして時間的に長すぎないように、また、イベントを多く設置しすぎることによって鑑賞行動のペースそのものを乱すことがないように気をつけた。検討の際、一般的な音声ガイドが一つの展示物に対して1分程度の解説内容で、長くても2分以内に設計されていることを参考にした。(2)については、途中のゲームのイベントを発生させずに次の展示室へ鑑賞者が移動した場合は、発生させなかったイベントを省略して新しい展示室のイベントに繋がる仕様にし、ゲームに対して鑑賞行動を優先するように設定した。(3)については、動線の混乱を防ぐため、体験済みのエリアに新たにイベントを設置することはしないことにした。未体験のまま次のステップへ進んだ場合でも、戻って体験できるようにはしない設定にした。それに伴い、イベントをクリアせずに展示空間をどんどん進んでいった場合は、未了のイベントがあると確認のメッセージを一度だけ発生させることにした。

4.3 コンテンツ試作とシミュレーション

展示空間の図面に従ってコンピュータの画面上

で作成したコンテンツを現実の空間で体験したときに違和感がないか事前に検証することは、適切なイベントの長さや量を決定する上で必要不可欠である。展示物の配置に対するゲームイベントの設置密度や、迷わないようにユーザを誘導するためのイベントがどの程度必要であるのか、実際の展示空間もしくはそれに相当する空間で検証する必要がある。実際に身体を使って検証を行うことで、音声コンテンツの長さ、イベントの設置密度を調整し完成度を高めていった。

4.4 コンテンツ A

観光地や野外博物館などで一般的に子供たちが楽しむために用意されている楽しみ方のスタイルとして、スタンプラリーというものがある。広いフィールドで学習スポットを探し、一つ一つを体験する毎に体験済みの記録をとっていくものである。スタンプラリー形式は、特定の展示物という「点」に対して情報が付加される、従来のモバイル端末による鑑賞支援と同様の形式である。スタンプラリー形式では参加者の鑑賞行動は考慮されることなく、モバイル端末上に常に次のイベントスポットの場所を示す記号が表示され、イベントスポットに到着すると展示物の目の前でイベントが展開する(図5)。イベントスポット間距離は鑑賞行動が滞らないように、概ね4m以上に設定した。イベントスポット間距離が10mを超える場合は、

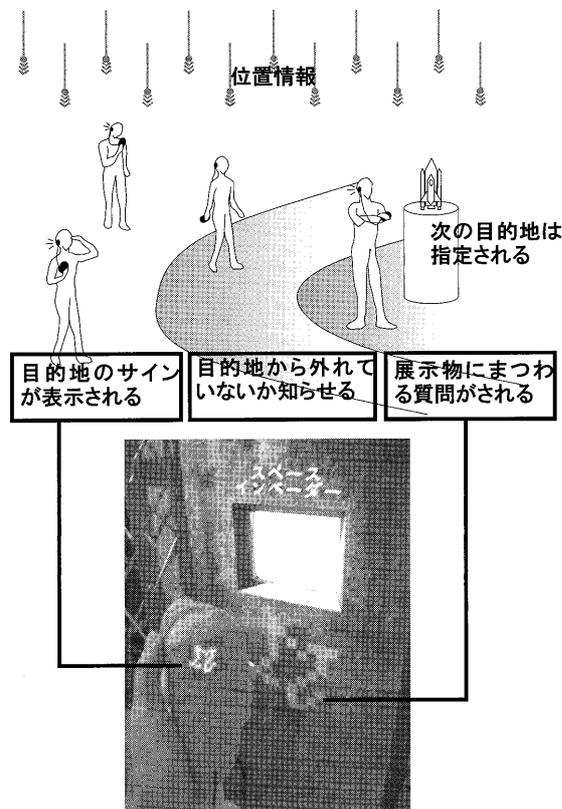


図5 コンテンツ A

Fig. 5 Diagram of Contents A

その中間地点付近に目的地に近づいていることを知らせる領域を設けた。

具体的には、参加者が展示空間に入るとモバイル端末のLEDマトリクスに目標となる記号が表示される(図4)。展示会場には同様の記号が記された石碑が多数設置されている。これがスタンプラリーのスポットに相当する。参加者はモバイル端末に表示されたものと同じ記号を持つ石碑を探して歩く。目標となる石碑に近づき、石碑近傍の位置情報を5.1節で述べる測位システムによりモバイル端末が認識すると、イベントが発生する。どの石碑を持つ展示物に対して発生するイベントが割り当てられるかは、利用者の持つ端末によって異なる。2.4節で述べた〇×クイズ、三択クイズ、などの課題に対して参加者はデバイスを振ったり傾けたりしてこれらの課題に回答する。イベント内の課題をクリアすると、デバイスにはまた新たに次の目標となる記号が表示される。参加者はこのフローを7回繰り返してゴールまでたどり着く。

4.5 コンテンツ B

開発した環境下では展示空間全域にわたって空間にイベントを設置することが可能であり、一つの展示物に直接関わりが無くとも体験を演出するイベントに至るところで発生させることが可能である。例えば、誰かと一緒に展示物を見ながら歩いている場合、何か同行者の心に浮かんだことがあるれば、ちょっとした感想を伝えられることがある。誰かと一緒に歩いている感じをメタファとして、コンテンツ B を制作した。参加者が展示物を見て歩いていると、ゲームイベントとは別にデジタルモンスターがさりげなく、「これがエニアックか」と展示物名を言ったり、「これは学者が作ったゲームなのか」という感想レベルのコメント等を述べたりする形式を用意した。

コンテンツ B では、基本的に参加者に対して、通常の展示鑑賞行動をとってもらうことを想定している。参加者が自由に展示物を見ながら歩いて

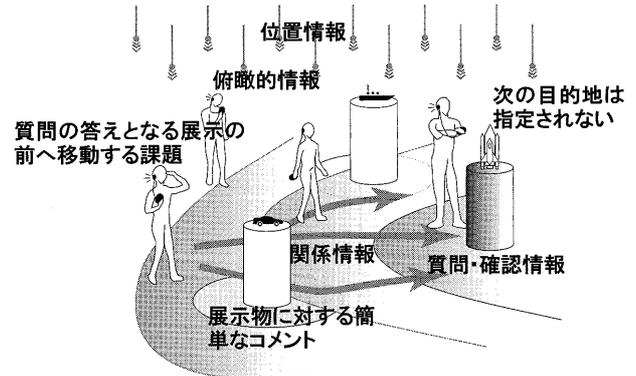


図6 コンテンツ B

Fig. 6 Diagram of Contents B

いと、展示空間内の場所の性質や鑑賞する方向に応じてコメントやゲーム・ストーリーで展示物間を繋ぐ情報提示が可能になっている。また、ある展示物の前に差し掛かるとコンテンツ A 同様に課題を投げかけてくる。コンテンツ B でのインタラクションはコンテンツ A にあるデバイスとのインタラクションに加えて、課題の答えとなる展示物の前まで参加者が移動するというイベントも用意し、より展示空間と参加者との関わりを強めることを意識した(図 6)。コンテンツ B では、展示に対するコメントを聴きながら鑑賞していく過程で、2 回のデバイスとのインタラクションと 1 回の展示物まで移動するインタラクションが用意されている。また、コンテンツの設定で展示物出口に到着すると、ゴールの扉を開けるための鍵を探すよう伝えられる。鍵は展示空間内の石碑のいずれかに隠されており、デバイスに表示された記号と同じ石碑の前へ赴くことで鍵を拾うことができる。鍵を見つけ、再び会場出口へ向かうことでゴールへ到達する。

5. システム

設計したコンテンツを実現するために開発したモバイルコンピューティング環境を紹介する。

5.1 測位システム

1.2 メートルピッチで天井に敷設された赤外線 LED 群が、各々の座標データを送信することで、ユーザが自己位置の測位を可能とするシステムを構築した。今回の展示会場では、約 400 平方メートルの敷地に約 400 個の赤外線を敷設した(図 7)。LED が作るスポット光は意図的にオーバーラップするように配置されている。LED のレイアウトはオーバーラップ領域が作る受信パターンによる平均情報量を最大化するように設計した [15]。オーバーラップ領域における位置情報の干渉を防ぐために、LED は 4 個 1 組で動作する。各 LED は 12 ビット



図 7 赤外線測位システム
Fig. 7 Infrared Positioning System

で構成される独自の ID を発信している。この ID を送信するのに必要な時間は約 25 ミリ秒である。隣り合った LED は同時に発光することのないよう時分割で動作するため、4 つの LED 全てが ID を発信するのに必要な時間は約 100 ミリ秒となっている。自己位置はいくつかの ID を受信後、移動平均を取ることによって計算している。現時点では約 60 センチ間隔でユーザの自己位置を推定することが可能である。

5.2 モバイルインタフェース

図 8 は「ウォールストーン」と呼ばれるモバイル端末で、ユーザが持ち歩くことで、展示空間に関する情報を得ることができる。この端末には、天井に設置された赤外線発信機のデータを受信するための受光素子の他、加速度センサ、16×16 の LED マトリクス、MP3 デコーダ、振動モータ、Bluetooth 等のインタフェースが搭載されている。測位のための赤外線受光素子はイヤホンに組み込まれている。

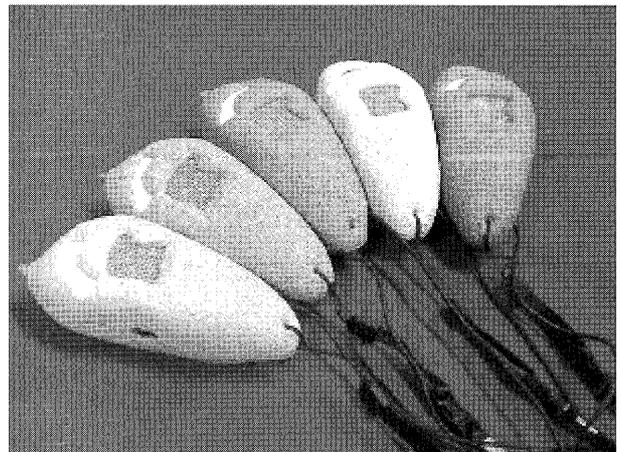


図 8 ウォールストーン
Fig. 8 Wallstone

加速度センサは従来のスイッチを用いた入力にかわる、身体をより活用した入力装置として利用している。具体的には端末を左右に傾けたり振ったりすることで、選択肢を選んだり、LED マトリクスに表示されるキャラクタとインタラクションをとることができる。傾けるという操作や振る操作は、周囲の観察者から見ても観察可能な行為であり、人を魅きつける行為であるため、システムに対する興味を抱かせるとともに、操作方法を簡単に真似させる効果がある。それに対してプッシュスイッチのような機構を用いた入力装置は壊れやすく、また誤操作やシステムの誤作動を招きやすい。展覧会会期中、端末は 130 台用意した。そのうちの 60 台で基本的に運用を行い、利用希望者が一時間当たり 60 人以上集中した場合に残りの 70 台から適宜運用に回した。

5.3 スクリプト言語

コンテンツの開発を容易にするため、独自のスクリプト言語を実装した。ウォールストーンにプログラムを転送する際には、このスクリプトを解釈するためのインタプリタをあわせて転送することで、端末内部でのスクリプト言語の処理が可能である。スクリプト言語は、ユーザの自己位置と反応エリアに基づく位置駆動型の言語という点が特徴である。スクリプト言語を用いて、会場内のある領域をリージョンとして、そのリージョンに対するイベントをシーンとして定義することにより、会場内の特定の領域に入ることによって、特定の処理をモバイル端末に実行させることを可能としている(図9)。特に、移動すること、振る・傾けることで選ぶ・応えるといったユーザの行為ごとに処理をモジュール化することで、ユーザの行動に対応するゲームコンテンツの応答を容易にプログラムすることができようになる。また、コンテンツ開発のためにスクリプト言語を開発することは、シナリオプログラムを各種センサデータの計算や、リージョン判定といった下位レベルの処理と分離し、コンテンツの開発効率を向上させている。

```

SCENE SCN_ID_ZONE1_ENTER
CONDITION (($[CNT_ID_ZONE1_FLAG] & Z1_FLAG_ENTER) ==
0 &&
in_region(RGN_ID_ZONE1_ENTER))

/* if user enters RGN_ID_ZONE1, following action will
executed */

BEGIN /* describing the device action */
call(SCN_ID_COMMON_ENTER);
mp3_play(MP3_ID_Z1_ENTER);

$[CNT_ID_ZONE1_FLAG] = $[CNT_ID_ZONE1_FLAG] ;
Z1_FLAG_ENTER;

data_save();

call(SCN_ID_COMMON_EXIT);
END

```

図9 シーン記述例

Fig. 9 Example of Description of Scene

6. ユーザの鑑賞行動分析

6.1 行動分析

コンテンツAとコンテンツBのインタラクションの違いが、展示の鑑賞行動そのものにどの程度影響を与えるのか調べた。モバイル端末内部には、ゲームのスタートからゴールまでの間の行動ログが1秒刻みで残されている。ログを見ることで、ユーザがどういう行動をとり、どれだけのイベントを体験し、どの程度イベントをクリアできたのかを知ることができる。コンテンツA/B双方につ

いて、無作為に100名ずつログデータを抽出し、その行動パスを分析した。パスの濃い部分はイベント発生中で、薄い部分はイベント発生外のものである。

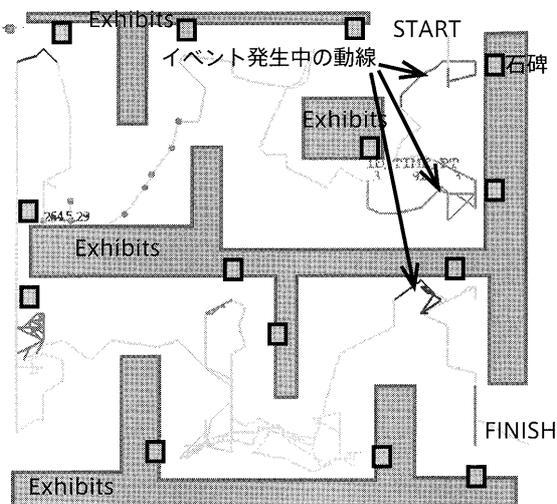


図10 コンテンツAの行動パス例

Fig. 10 Example of Walking Path on Contents A

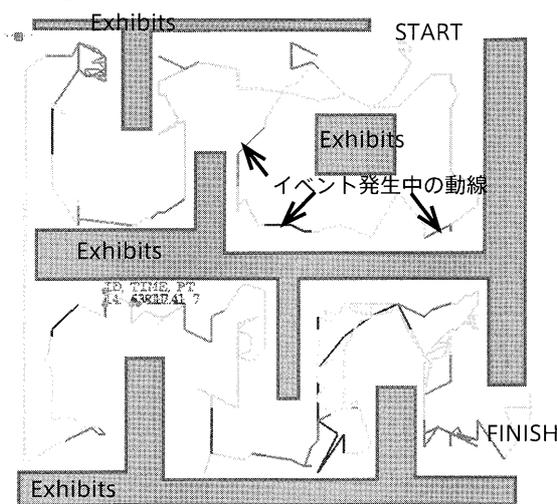


図11 コンテンツBの行動パス例

Fig. 11 Example of Walking Path on Contents B

コンテンツAについては、イベント発生位置が石碑により明示的に示されるため、用意したイベントはほぼ確実に体験されていた。端末に表示されている記号と会場の石碑にある記号とが同じものであるのか逐一を確認しているためか、行動パスは動線から変則的になる傾向にあった(図10)。

コンテンツBについては、イベント発生位置は知らされないため、鑑賞行動のパス上にないイベントは体験されない。従って、鑑賞行動に合わせて体験を省略することができる。基本的に端末からは歩きながらも聴くことができる程度の、展示物を紹介する短いコメントが投げかけられるため、イベント発生中でもイベント発生外の鑑賞行動の展示動線から乱れた行動は少なかった(図11)。

表1 鑑賞行動の分類

Table. 1 Classification of Appreciation Behavior

イベント発生外	×	×	○	○
イベント発生中	×	○	×	○
コンテンツ A	59%	29%	10%	2%
コンテンツ B	5%	3%	9%	83%

表1にコンテンツ A/Bそれぞれ100名の鑑賞行動を分類した結果を示す。鑑賞者の分類の基準として、行動ログの動線より、イベント発生中においては、発生した場所でインタラクションを行っている場合を○と評価し、発生した場所の展示物に注意を向けるわけでもなく関係のない場所へ移動している場合を×と評価している。イベント発生外については、イベント発生外の動線で展示物を見ながら歩いている場合の鑑賞行動を○と評価し、展示物を見ることなく移動している傾向にある場合を×と評価している。

コンテンツ Aは展示空間内のイベント発生点を探す行動が目立ち、展示物を見るという通常の鑑賞行動がおろそかにしている参加者が9割近くいることがわかった。また、イベント発生中の行動に関しては、落ち着きがないものと、じっとして体験しているものとに二分される。割合としては、イベント発生中も落ち着きがない参加者のほうが多い傾向にある。対して、コンテンツ Bは、9割以上の参加者が通常の鑑賞行動をとることができており、ゲームでのインタラクションについても、9割近くの参加者は無理なくその場で参加できていることが分かった。通常の鑑賞行動、ゲームへのインタラクション共に真面目に参加できている者については、コンテンツ Aとコンテンツ Bとで、それぞれ2%/83%と歴然とした差が見られた。

図12はコンテンツ A/Bの総滞留時間の平均を比較したものである。モバイル端末が提供するイベントのみの総体験時間(図12のイベント発生中)

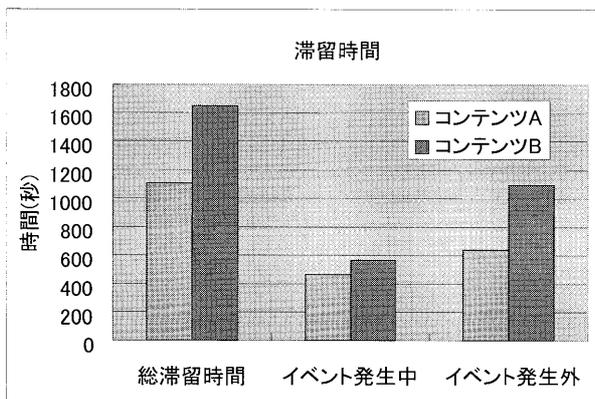


図12 滞留時間の違い

Fig. 12 Mean Residence Time

は、ほとんど変わらないものの、総滞留時間はコンテンツ Bが10分弱長い傾向にある。コンテンツ Bは通常の鑑賞行動の中でイベントが発生するのに対し、コンテンツ Aはイベントをこなすごとに次の目的が提示されるため、ゲームシナリオに促される形で展示物に対して払われるイベント発生外の滞留時間(図12のイベント発生外)が短くなると考えられる。

6.2 メンタルマップ

展示空間を利用したゲームという観点から、実施した2つのコンテンツ A/Bについて展示空間に関する記憶の比較を行った。ユビキタスゲーミングのシステムは、実環境を体験しながらしてモバイル端末から展示に関する付加情報を得ることができる。ゲームシナリオを楽しむことと実物の展示鑑賞を行うこととの乖離が少なければ、ゲームを楽しみながらも展示物を平常通りに鑑賞することが可能で、ゲームの参加者の頭の中に展示空間の何処でどんな展示がなされていたのかのイメージ(メンタルマップ)が細かく形作られるはずである。鑑賞者が展示空間のイメージを描くことができれば、展示物をよく覚えているという意味で、その鑑賞体験は学習効率が高かったと評価することができる。

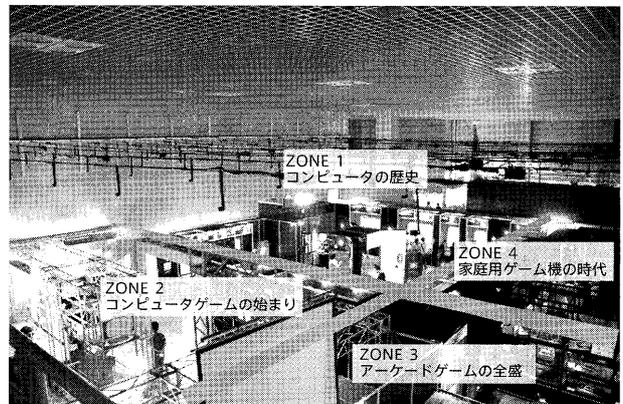


図13 ゾーン分割

Fig. 13 Zoning of Exhibition Site

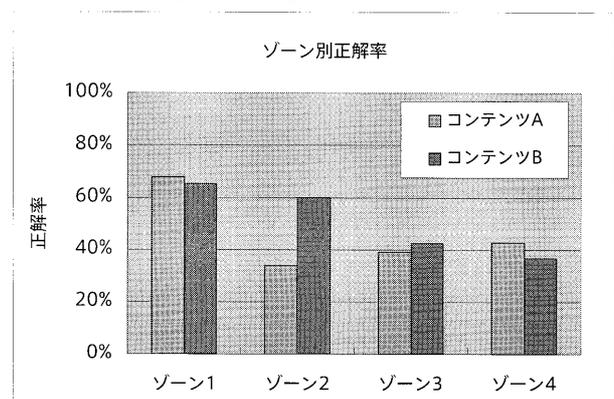


図14 ゾーン別正解率

Fig. 14 Percentage of exhibits' locations answered correctly

そこで、参加者の体験後のメンタルマップを調査することにした。しかし、参加者に対して一度の展示鑑賞で展示空間全体の見取り図を描いてもらうことは、展示物だけに集中して鑑賞していたとしても難しい。方法として、展示空間全体を描かせるのではなく、A/Bそれぞれのコンテンツを体験した後に展示空間の地図上の空白に該当する展示物名を選択肢リストから選んで記入するという形で調査を行った。選択肢リストの中には実際には展示されていないものも含まれている。図13のように展示空間を展示テーマごとに4つのゾーンに分け、それぞれのゾーンについて4つの展示物の設置場所を答えてもらった。コンテンツAは13名、コンテンツBは24名のメンタルマップを調査した。図14は正解率の結果を示している。

ゾーン1,3,4においては2つのコンテンツに関して有意差はなく、イベントの発生場所が事前に知ることができるか否かということが展示空間に対する記憶へ与える影響は見られなかった。ゾーン2においては、 χ^2 乗検定を行ったところ、ゾーン2の差に関しては有意水準5%以下で1.1%の有意確率であるという結果が得られた。これはゾーン2において2つのコンテンツの間に有意な違いがあることを示唆している。2つのコンテンツの直接的な違いは、ゾーン2におけるコンテンツBでのイベントだけは、クイズへの回答の方法として、答えだと思われる展示物の前まで移動するという形式を導入していることである。この結果は、実空間に対して積極的に体を動かすよう促す形式のインタラクションを用意することで、展示についての印象付けが深まったことを示している。

7. まとめ

本論文では、実空間を動き回ることによって体験できる、位置駆動型のゲームコンテンツについての考察を行った。その上で、ミュージアムでの展示空間を実例とし、展示物を鑑賞しつつ、展示空間に重畳されたゲーム空間とインタラクションが可能なモバイルシステムを構築した。さらに、従来方式であるスタンプラリー形式のコンテンツAと、通常の展示鑑賞行動を意識したコンテンツBの2つのコンテンツを運用し、参加者の挙動について分析した。

コンテンツA/B双方について、利用者の行動分析および、体験後の展示空間についての記憶を調査することで、それぞれのゲームコンテンツがもつインタラクションスタイルが、鑑賞行動や展示学習に与える効果を知ることができた。

従来型インタラクション形式であるコンテンツAにおいて、鑑賞行動の分析から参加者を目の前の実物である展示から注意をそらし、モバイル端末とのインタラクションに没頭させてしまうという問題点を確認するに至った。それに対して、提案する鑑賞行動の過程に対して情報を付加するコンテンツBでは、8割以上の参加者が展示物への鑑賞行動そのものを崩すことなくゲームコンテンツに参加できていることが実現された。また、インタラクションそのものについても、コンテンツBのゾーン2で用意したように、質問の答えとなる展示物を探させるインタラクションは、展示空間への印象付けを強くする効果があることが参加者のメンタルマップの調査から示された。以上から、展示物という「点」に対してではなく、鑑賞行動の過程に対して情報支援を行うというインタラクション・スタイルの、ミュージアムガイドコンテンツとして有用性を示せたと考える。

また、モバイル端末で行動ログをモニタすることにより利用者の展示物への興味を知ることが可能ではないかと考えられる。本システムにおいて、鑑賞行動のペースや履歴に合わせて、コンテンツをパーソナライズする手法については、今後の課題としていきたい。

謝辞

コンテンツの企画、製作から展覧会での運用において、主催者の独立行政法人国立科学博物館、TBS、株式会社読売広告社のほか、関係各社の協力を得ることによって実現された。ゲームのシナリオは、いしげきひでゆき氏、コンテンツに利用したデジタルモンスターの図案については、株式会社バンダイの協力を得た。また、本研究は情報通信研究機構の直轄研究「スケーラブルVRコンテンツ生成・共有技術の研究開発」の一環として実施された。ここに記して感謝する。

参考文献

- [1] Proctor, N. & Tellis, C.: "The State of Art In Museum Handhelds In 2003", Museum and the Web, Charlotte, 2003
- [2] Hawkey, R.: "Learning with digital Technologies in Museums, science, and Galleries.", http://www.nestafuturelab.org/images/downloads/futurelab_review_09.pdf
- [3] <http://www.ekahau.com/>
- [4] <http://www.hitachi.co.jp/Prod/vims/solutions/ssup/airlocation/>
- [5] M. Minami, Y. Fukuju, K. Hirasawa, S. Yokoyama, M. Mizumachi, H. Morikawa, and T. Aoyama: "DOLPHIN: A Practical Approach for Implementing a Fully Distrib-

- uted Indoor Ultrasonic Positioning System,” In Proceedings of the 6th International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp2004), pp. 347-365, Nottingham, England, September 2004.
- [6] Drexel Hallaway, Tobias Hollerer, Steven Feiner. “Coarse, Inexpensive, Infrared Tracking for Wearable Computing”. ISWC 2003. White Plains, NY, October 21-23, pp. 69-78
- [7] F. Sparacino: “Sto(ry)chastics: a Bayesian Network Architecture for User Modeling and Computational Storytelling for Interactive Spaces”, In Proceedings of UbiComp, The Fifth International Conference on Ubiquitous Computing 2003: Seattle, WA, USA.
- [8] Masuoka A., Fukaya T., Takahashi T., Takahashi M., Ito S. “ubiNEXT: A New Approach to Support Visitor’s Learning Experience in Museums”, Proceedings of the HCI International 2005, Las Vegas, 2005.
- [9] Sumi, Y. and Mase, K.: AgentSalon: Supporting New Encounters and Knowledge Exchanges by Chats of Personal Agents, CHI 2001 Interactive Poster, March 2001.
- [10] Jennifer L. Martin “Handheld Assistive Technology in Museums: the Evolution of the Digital Guide”, Proceedings of the HCI International 2005, Las Vegas, 2005.
- [11] 矢谷 浩司, 石川 葵, 石山 琢子, 山口 尚子, 西村 拓一, 杉本 雅則, 楠 房子 “Pi_book: 博物館における展示支援ツール”, インタラクシオン 2003 pp. 51--52 February 2003.
- [12] Wayne Piekarski and Bruce Thomas, ARQuake: The Outdoor Augmented Reality Gaming System, Communications of the ACM, 2002 Vol 45. No 1, pp 36-38
- [13] 川西 直, 川原 圭博, 森川 博之, 青山 友紀: “実空間センサ情報を用いたモンスター収集ゲームの試作,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-20-6, September 2004.
- [14] Ryoko Ueoka, Michitaka Hirose, et al.: “Wearable Computer Application in EXPO 2005”, Proc. of the Second IEEE Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM2001), pp.8-15, 2001
- [15] Atsushi H., Jun Y., Koichi H., Hideaki K., Michitaka H: Position Tracking using Infra-red Signals for Museum Guiding System, The 2nd International Symposium on Ubiquitous Computing Systems, 2004.11.

(2005年8月4日受付)

[著者紹介]

檜山 敦 (学生会員)



2001年東京大学工学部機械情報工学科卒業, 2003年同大学院情報理工学系研究科知能機械情報学専攻修士課程修了, 現在同大学院工学系研究科先端学際工学専攻博士課程在学中. ヒューマンインタフェース, ユビキタスコンピューティングの研究に従事.

山下 淳 (正会員)



1997年筑波大学第三学群工学システム学類卒業. 1999年同大学大学院修士課程理工学研究科修了. 2002年同大学大学院博士課程工学研究科単位取得退学. 同年東京大学先端科学技術研究センター特任助手. 2005年筑波大学システム情報工学研究科講師. 共同作業支援(CSCW), グループウェア, 五感情報通信の研究に従事. 博士(工学).

西岡 貞一 (非会員)



1979年, 千葉大学工学部修士課程修了. 同年凸版印刷株式会社入社. 三次元映像, カラーマネージメント, バーチャルリアリティ, ユビキタスコンピューティング等の研究に従事

葛岡 英明 (正会員)



1992年東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程修了. 1992年筑波大学構造工学系講師. 2000年筑波大学機能工学系助教授. CSCW, グループウェア, バーチャルリアリティ, その他ヒューマンインタフェースの研究に従事. 博士(工学).

広田 光一 (正会員)



1988年東京大学工学部産業機械工学科卒業, 1990年同大学大学院産業機械工学専攻修士課程修了, 1994年同博士課程修了, 博士(工学), 1995年豊橋技術科学大学情報工学系助手, 2000年東京大学先端科学技術研究センター助教授, 2005年同大学大学院新領域創成科学研究科助教授. ヒューマンインタフェースの研究に従事.

廣瀬 通孝 (正会員)



1977年東京大学工学部産業機械工学科卒業, 1979年同大学大学院修士課程修了, 1982年同大学大学院博士課程修了, 工学博士, 同年東京大学工学部産業機械工学科専任講師, 1983年同大学助教授, 1999年同大学大学院工学系研究科機械情報工学専攻教授. 同年同大学先端科学技術研究センター教授. システム工学, ヒューマンインタフェース, バーチャルリアリティの研究に従事.