

論文内容の要旨

論文題目 「空間型コンピューティング環境におけるインタラクション形式に関する研究」

氏名 檜山 敦

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フェースが要求されている。

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、情報過多な状態を引き起こし、鑑賞行動を乱すことに繋がっている。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でもストーリーが展開するコンテンツを制作し、それを動作させる空間型コンピューティング環境を構築した。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、ミュージアム展示を具体的事例として、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論じ、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評価する。本研究は、従来研究の技術項目を中心にアプリケーションの作成を行うアプローチに対して、アプリケーションを予め決定した上で、コンテンツの利用現場からの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で取り組んだ。

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、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。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、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。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(以下、スタンプラリー型)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(以下、コンパニオン型)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。

二つのコンテンツの実運用および評価は、国立科学博物館での企画展覧会、「テレビゲームとデジタル科学展」にて、「ユビキタスゲーミング」という次世代ミュージアムガイドとして紹介され、一般の来館者が利用する形で行われた。実現にあたって、展示会場内に導入する測位システム、コンテンツ提示のためのインタフェースであるモバイル端末、そしてコンテンツの実装を効率化するためのソフトウェアを設計し開発した。

構築した測位システムは赤外線を利用したもので、1.2メートルピッチで展示会場の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である。今回の展示会場では、約400平方メートルの敷地に約400基の赤外線LEDを敷設した。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。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。

開発した情報提示を行うインタフェースは、「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ものである。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。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。それに対してボタン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。

さらに、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。モバイル端末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。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るようになる。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。

ミュージアムでの展示空間を実例として、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、従来方式であるスタンプラリー型と、通常の展示鑑賞行動を意識したコンパニオン型の二つのコンテンツを運用した結果、データとして得られた参加者の挙動について分析を行った。双方のコンテンツについて、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スタンプラリー型において、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パニオン型では、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、コンパニオン型で用意したように、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すことができた。