



科学ミュージアムガイドにサービスにおける 携帯端末、屋内測位、電子ワークシート閲覧・作成に関する ユーザスタディ

User study on PDA, Indoor Positioning, and E-Worksheet Browsing/Authoring in Science-Museum Guide Service

七田 洸一^{1) 2)}, 石川 智也²⁾, 興梠 正克²⁾, 西岡 貞一¹⁾, 蔵田 武志²⁾

Kouichi SHICHIDA, Tomoya ISHIKAWA, Masakatsu KOUROGI, Teiichi NISHIOKA and Takeshi KURATA

1) 筑波大学 図書館情報メディア研究科(〒305-8550 茨城県つくば市春日 1-2)

2) 産業技術総合研究所(〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1)

Abstract: In this paper, we report on a user study on PDA, indoor positioning, and electronic-worksheet browsing/authoring in science-museum guide service. In this study, we acquired the user's position and direction by using a self-contained sensor module worn at the user's waist and presented maps and e-worksheets on the exhibits through iPhone. Also, the user can create e-worksheets by themselves and share them among the users. As a result, we verified that the size and weight of the mobile guide are reasonable and e-worksheets encouraged the users to experience the real exhibits. In addition, e-worksheet authoring was thought to have a potential for fostering the users' experience exchanges, even though it contains implementation problems. Regarding indoor positioning, the users had a tendency to lose their position when the displayed position was not smooth.

Key Words: mixed reality, wearable, smart phone, service engineering, digital museum.

1. はじめに

筆者らは科学ミュージアムガイドシステムの開発と評価を通して、屋内環境におけるユーザの状況に応じた情報提示サービスについて研究を進めている[1][2][3]。今年で4年目となる本実験のうち、最初の2年は屋内三次元ナビゲーションシステム実験としては実験インフラや基本システムの構築、現在利用しているインタフェースやコンテンツの基礎を構築・検証をしてきた。3年目の実験ではモバイル端末をハンドヘルドPCからiPhoneに変更し、より実用に向けたシステムに近づけるとともに、コンテンツをモバイル端末上で直接作成できるようにし説明員が積極的にガイドシステム上のコンテンツ作成に参加できるようにした。以上のような実験からコンテンツの有用性は確認されたてきたが、コンテンツの表現力は低く、伝えられる内容も制限されていた。また、コンテンツの表示のタイミング・頻度に関しては、ユーザがコンテンツアイコンに接近すると自動でポップアップするように設計されていたが、測位系や通信の関係で提示が上手くいかず、ユーザが満足できるレベルの情報の提示を行えていなかった。

本稿では、iPhoneと歩行者デッドレコニングシステムを利用した科学ミュージアムガイドの実証実験について

報告する。本実験では、来館者の腰部に装着した自蔵センサモジュールを用いてその位置と向きを計測し、iPhoneに地図情報や展示物に関する電子ワークシートを表示した。ガイドシステム内で電子ワークシートを作成・配置できるようにし、来館者が電子ワークシートを作成し公開することができるようになった。また、被験者が実際に通ったルートやiPhone上で見たコンテンツ、自分で作成したコンテンツをまとめて印刷し、被験者が後で振り返ることができる仕組みを用意した。端末の操作性や閲覧性、電子ワークシートの効果に関する主観評価を実施した。その結果、端末の大きさや重さの妥当性、電子ワークシートが実展示の体験を促す効果があることなどが確認された。また、位置表示の不連続により位置を見失いやすいことがわかった。

2. 科学ミュージアムガイド

本実験で利用した科学ミュージアムガイドに関して、その実験システムの構成を概説する。

2.1 ハードウェア

本実験の被験者は、図1で示すセンサモジュールとバッテリーを、ベルトを用いて腰部に装着し、iPhoneを所持

するか首にかけた状態で実験に参加する。

センサモジュールは3軸の加速度センサ、3軸の角速度センサ、温度センサ、3軸の磁気センサ、気圧センサ、アクティブRFIDタグリーダ、Wi-Fi通信モジュール、micro SDカードスロットを内蔵している。通常、センサデータはWi-Fiネットワーク経由でサーバに送信されるが、ネットワーク切断時にはmicro SDカードに蓄積され、ネットワーク通信回復時に再送信される機能が実現されている。



図 1: iPhone (右)とセンサモジュール (左上)

2.2 インフラ

通信インフラとしてはH17年度に構築したWi-Fiネットワークを用いた。アクティブRFIDによる位置補正手法については、施設側にRFIDタグを配置する設定とした。

2.3 ソフトウェア構成

本システムのソフトウェア構成は測位系、コンテンツ管理系及びハンドヘルド端末制御系で構成されている。

測位系としては、歩行者デッドレコニング[4]をベースに、環境モデルをベースにしたマップマッチング(パーティクルフィルタ)[5]とアクティブRFIDによる位置補正、そして、気圧センサにより気圧変化を検知することによる高度補正を組み合わせた統合的測位手法を採用した。

コンテンツ管理系はデータベース(PostgreSQL)とphpスクリプトによるWebサービス群から構成され、サーバ上で実行された。測位系と通信することで各被験者の最新の位置と方位を取得してDBに履歴を記録すると同時に、ハンドヘルド端末制御系からのリクエストに応じて、状況に基づいて提示するコンテンツ情報を提供する。

ハンドヘルド端末制御系はコンテンツ管理系と同様のデータベース、Webサービス群に加えてiPhone用アプリケーションから構成される。ユーザ情報を管理するとともに、ユーザからの入力やタイマーなどのイベント処理、コンテンツ管理系へのリクエストと応答結果として提供される地図・推薦ルート・体験誘導コンテンツなどの可視化を担当する。

2.4 インタフェースデザイン

ガイドシステムのインタフェースは主に2種類の地図提示モードとコンテンツ選択モード、コンテンツ作成モード

がある。

2.4.1 地図提示モード(地図自動モード)

地図上にユーザの現在位置・方位、目的地までの最短ルートを表示することでナビゲーションするモードである(図2)。このとき、地図の表示は測位系の出力に基づいて自動で制御される。地図の表示範囲は被験者の現在位置の周辺が自動で追跡される。地図の回転は、デフォルトでは進行方向が画面の上方向に常に一致するように自動で回転する。また、地図の縮尺制御に関してもデフォルトでは、測位系出力の「不確かさ」に基づく縮尺の自動制御を行う。つまり、測位誤差が小さい場合(不確かさが小さい場合)には縮尺の大きい地図を表示し、逆の場合には縮尺の小さい地図をユーザに提示する。



図 2: 地図自動モードの画面例

2.4.2 地図提示モード(地図手動モード)

このモードではiPhoneのマルチタッチによるインタラクションで地図のスクロール、拡大縮小、回転を操作できるようにインタフェースを設計したモードである(図3)。地図のスクロールはiPhoneの写真閲覧ソフトウェアなどでよくおこなわれる操作に準じて、指によるドラッグ操作で自由におこなうことができる。同じく拡大縮小は二本指におけるピッチ操作によっておこなうことができる。地図の回転は、画面下部に回転のためのスライダーを配置してこれをドラッグすることにより地図の回転量を指定することで操作できるようになっている。これらの操作によってユーザは自由に地図を閲覧することができる。



図 3: 地図手動モードの画面例

2.4.3 コンテンツ選択モード

このモードでは、地図上の任意のコンテンツグループアイコンを押下することで、選択コンテンツのサムネイル再生が行われる(図4)。もしそのアイコンに複数のコンテンツが登録されている場合は、登録されているコンテンツの

リスト表示を行う。地図上のコンテンツアイコンの色は、そのアイコンに登録されているコンテンツを利用者が見たかどうかによって変化する。

再生されたサムネイル画面を見て、そのコンテンツが置いてある場所に行ってみたくてユーザーが感じたら、そのコンテンツを目的地に設定することができ、そこへの最短経路が表示されるようになる。

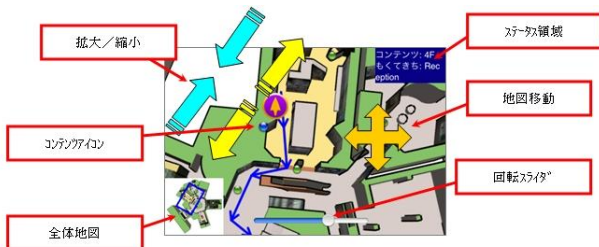


図 4: コンテンツ選択モードの画面例

2.4.4 コンテンツ作成モード

コンテンツの作成手順は以下の通りである。

- ① コンテンツの基本となる画像を取得する。
- ② ①で取得した画像にペンツール等を利用し編集する。
- ③ コンテンツに属性情報を付加する。
- ④ インタクションを付加する。
- ⑤ 関連するコンテンツを関連付けする。
- ⑥ 地図上に設置する。

①では iPhone のカメラ機能を利用する方法と、既に iPhone のカメラロールに保存された画像を読み込む方法の二種類を実装した。また、④、⑤は任意である。⑥に関しては、地図上に既にあるコンテンツアイコン上に限定される。これはアイコンが多くなりすぎると地図が見辛くなるという問題に起因する。

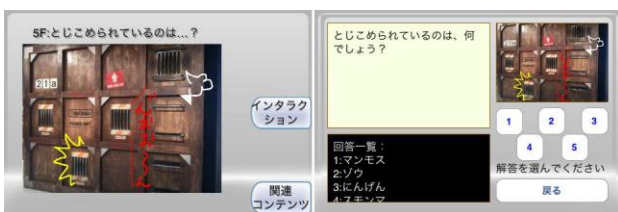


図 5: コンテンツとインタクション（選択肢）の例

2.5 コンテンツ

コンテンツでは3年目の実験で用意したコンテンツを再利用するとともに、本実験で追加された機能である iPhone アプリ上で作成したものを使用した。また、本実験での新規コンテンツとしてはインタクションを含むコンテンツを用意した。インタクションは選択肢問題（図 5）とワークシートのように書き込みと保存ができるものの二種類を用意した。また、二つ以上のコンテンツを関連付けられるようになり、コンテンツ間で行き来ができるようになった。

本実験で用意したコンテンツも[3]で述べているのと同様に、あくまで来館者が実展示を体験するように誘導することが目的であり、説明員の解説を補助するものである。

2.6 体験履歴印刷システム

サーバのデータベースには、ユーザーが来館日当日に本実験のガイドシステムを利用して館内のコンテンツを見学して回った履歴が残されている。この履歴には、各コンテンツに対するテキスト入力結果や、選択問題への回答結果も含まれており、それらをまとめてワークシートという形で A4 要旨複数枚上にプリントアウトし、持ち帰ることができるようにした。ここで載せた情報は、目的地設定を行ったコンテンツのコンテンツ名、場所、写真、閲覧時間、インタクションの実行結果とユーザーが館内を移動した軌跡であった。

3. 実験設定と手順

本実験は参加体験型展示が多いという特徴を持つ科学技術館（5階建て、各階 2500~2700 m²）において、H22 年 2 月 22 日から 3 月 7 日の計 14 日間に渡って実施した。

本実験の被験者は3階に設置された受付で実験を開始し、その後1時間ガイドシステムを利用して館内を自由に回り、再び受付に戻ってくる。そして、実験終了後に被験者はアンケートに回答し、最後に、体験履歴印刷システムで作成したワークシートを配布した。

本実験に参加しアンケートに協力していただいた人数は 54 名であった。

4. 結果

アンケート結果には全て t 検定を用い有意差があるかどうかを統計的に分析した。

ハンドヘルド端末としての iPhone のハード面に関する下記の質問

- ・体験中に iPhone が重いと感じたか。
- ・iPhone 本体の大きさをどう感じたか。
- ・iPhone の画面の大きさをどう感じたか。
- ・展示体験中に iPhone が邪魔に感じることはあったか。

の回答としてはいずれの評価も平均評価値の 4.0 で、適切な重さ・大きさであると評価された。しかし、展示体験中に邪魔になったかという質問に対する回答の分散が大きかった。邪魔になったと回答した被験者からは、体を動かす展示を体験する時は iPhone をぶつけたり落としたりしないか不安になったという意見を多く得られた。

ナビゲーション中の地図の現在位置表示に関する下記の質問

- ・自分の位置と地図上の位置がずれていると感じたか。
- ・現在地がとんだ時、自分の位置が分からなくなったか。

の回答としては、まず前者は 50 人の被験者がいると回答した。特に階層が変化する移動の時にずれが顕著になるという回答が多かったが、同じ階層を移動している時もずれを感じるという回答した被験者も多かった。後者は評価値 3.15 を得た。非連続的な動作が行われた時には位置を見失って

しまうという回答を得た。これは昨年の実験から課題としてあがっており、早急に解決すべき問題である。

ナビゲーション中の目的地の設定に関する以下の質問

- 目的地の設定を簡単に行えたか。
- 目的地設定は役に立ったか。
- ナビゲーションに関するルート表示は分かりやすかったか。
- 目的地をすぐに見つけられたか。

では、目的地の設定は簡単に行え、役に立ったと回答された。また、目的地をすぐに見つけることができたとも回答された。しかし、ナビゲーションのルート表示は良くも悪くもないと回答された。

コンテンツの有用性に関しては以下のような質問を行った。

- コンテンツアイコンが密集していて地図が見辛いことがあったか。
- コンテンツは体験の助けになったか。
- コンテンツを見て実展示の体験の仕方がわかったか。

コンテンツアイコンが密集していて地図が見辛い場所があったかという質問に関しては、そのようなことはなかったという評価を得た。また、コンテンツの有用性に関しては体験の助けになったと回答され、実展示の体験の仕方がわかったかという質問に関してはどちらもと言えないという回答を得た。

また、コンテンツの文字や写真の大きさに関して質問を行った。

- コンテンツの文字表示の大きさは適切であったか。
- コンテンツの写真表示の大きさは適切であったか。

この回答はどちらも適切な大きさではなく小さいという回答が得られた。

今回の新規機能であるコンテンツ作成に関しては以下のような質問を行った。

- コンテンツを作成したか。
- コンテンツの作成は簡単であったか。
- 自分でコンテンツを作成し、他の来館者に作成したコンテンツを見てもらいたいと思うか。

コンテンツを作成したのは全体の約 25 程度であった。そして、作成に関しては困難であったという回答を得た。自分でコンテンツを作成して公開したいかという質問に対しては回答が半分に分かれた。各々の意見では、作成したいと回答した被験者は体験の共有や情報の発信を行いたいといった意見が目立ち、逆に作成したくないと回答した被験者は、いいコンテンツが作れない、作成ツールが使いにくい/使い方がわからないといった意見が目立った。

5. 考察とまとめ

アンケート結果から iPhone の端末としての評価は、前回の実験と同じくハードウェア的な要因に関しては問題ないと考えられる。

コンテンツに関しては、これも前回の実験と同様に実展

示の体験の仕方が分からなかったという意見も含めて、意図通りの結果となった。また、前回はコンテンツアイコンが密集していて地図が見辛いといった問題があったが、今回の実験でアイコンの表示を変更することで良い評価を得ることができた。

コンテンツ作成に関しては、作成した人数は全体の約 25%であったが、14 日間で 29 のコンテンツが作成された。さらに、コンテンツを作成したくないと回答した意見もコンテンツ作成自体を否定するのではなく、作成するツールの不備やコンテンツの作り方がわからないというように、コンテンツ作成は必要ないという意見ではないため、受け入れられたものだと考えられる。そのため、次は作成環境や交換環境の整備が必要となってくると考えられる。また、コンテンツ作成に関わることとして、文字や画像の表示が小さく見辛いといったものや、文字が背景にある写真と同じような色を利用したのものが目に見にくいといった意見があり、iPhone 上のコンテンツをどのように作成すればいいかといったガイドラインが必要であると感じた。

また、前回の実験同様ネットワーク回線の不安定さからくるディレイや切断により表示の遅さや位置ずれが目立った。ナビゲーションの現在地表示も更新が 0.5 秒毎であったため動きがカクカクしており、それも被験者が現在地表示の不連続感を感じさせ、位置を見失わせる要因になったと考えられる。以上のように、システムの操作性の向上と、ディレイ等によるユーザへの情報提示の不連続性をどのように緩和するかも今後の課題となると考えている

謝辞 本実験の一部は財団法人日本科学技術振興財団の補助金の支援を受け、科学技術館の協力のもと実施された。

参考文献

- [1] T. Okuma, et al.: A Pilot User Study on 3-D Museum Guide with Route Recommendation Using a Sustainable Positioning System, In Proc. ICCAS, pp.749-753 (2007)
- [2] 大隈ら: 科学ミュージアムガイドにおける三次元地図提示のための仮想視点制御と体験誘導コンテンツ提示の効果, 日本 VR 学会論文誌, Vol. 14, No. 2, pp.213-222 (2009)
- [3] 七田ら: iPhone と歩行者デッドレコニングを利用した科学ミュージアムガイド, 日本バーチャルリアリティ学会, 第 14 回大会論文, 東京, 2009.
- [4] Masakatsu. Kourogi, et al.: "Indoor/Outdoor Pedestrian Navigation with an Embedded GPS/Rfid/Self-contained Sensor System" In Proc. 16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT2006), pp.1310-1321 (2006)
- [5] Tomoya. Ishikawa, et al.: "Economic and Synergistic Pedestrian Localization System in Indoor Environments", In Proc. The International Conference on Soft Computing and Pattern Recognition (SoCPaR 2009) in Malacca, Malaysia, pp.522-527 (2009)