

小型携帯デバイスによる実空間上の地図を用いた コンテンツ閲覧インターフェース

武田 十季[†] 山本 和彦[‡] 牛尼 剛聡^{‡‡}

[†]九州大学 芸術工学部 芸術情報設計学科

[‡]九州大学大学院芸術工学府

^{‡‡}九州大学大学院芸術工学研究院

E-mail: [†] toki@gospel.aid.design.kyushu-u.ac.jp, [‡] yamotulp@gmail.com,

^{‡‡} ushiama@design.kyushu-u.ac.jp

あらまし 近年、小型携帯デバイス内で個人のコンテンツ管理を行う機会が増え、またそれらのコンテンツ管理を支援するサービスも多く存在する。その一方で、携帯デバイスの小型化と多機能化は、デバイス内のコンテンツへのアクセスを困難なものにする。小さなディスプレイでは、コンテンツ集合の全体を見渡すことが出来ず、複数のボタンでの操作は、ユーザにとってわかりにくいものである。本論文では、携帯デバイスを利用した新しいインターフェースとして、ポインティングディスプレイを提案する。ここでは携帯デバイス自体がポインティングデバイスとなる。また、このポインティングディスプレイを利用して、コンテンツの選択、閲覧を行うための三つの操作方法について述べる。

キーワード 携帯端末, 地図データ

Real Map Based Interface for Browsing Content on Mobile Devices

Toki TAKEDA[†], Kazuhiko YAMAMOTO^{††}, Taketoshi USHIAMA^{†††}

School of Design, Kyushu University[†]

Graduate School of Design, Kyushu University^{††}

Faculty of Design, Kyushu University^{†††}

Abstract Recently, mobile devices are used for managing personal content objects, and a lot of services are provided for personal content management. However, their downsizing and spreading the range of functions make it difficult to access the content. For instance, in a small display, it is impossible to see the whole content list at one view, and existence of many buttons makes it difficult to manipulate the devices. In this paper, we propose a pointing display which is a new interface for browsing content on a mobile device. The mobile device is used for pointing device and display for browsing. We show three kinds of operations to use this system for selecting and browsing the contents utilizing this pointing display.

Keyword mobile computer, map data

1. はじめに

近年、携帯電話、デジタルカメラ、携帯型ゲーム機等の小型携帯デバイスの普及に伴い、携帯デバイスを日常的に持ち歩くことが一般的になった。携帯デバイスはディスプレイを有し、それを利用してデジタルコンテンツを閲覧することができる。また、持ち運びが容易であり、コンテンツや情報を記憶することが可能

なことから、今後もあらゆる場面で活用されることが期待される。しかしその一方で携帯デバイスの小型化と多機能化が進み、コンテンツにアクセスするための操作の複雑さが増大してきた。例えばデバイス内のコンテンツを閲覧する際には、複数のボタン操作を必要とし、小さなディスプレイは、コンテンツの一覧全体を見渡すことを困難とさせ、複数のコンテンツを同時

に見ることができない。そのためボタンを利用したスクロール操作等で、画面内に表示されていない領域に存在するコンテンツを探し出す必要があり、コンテンツ閲覧に適していない。

これらの問題を改善する従来のアプローチに、コンテンツが表示されるディスプレイ空間を拡張する手法がある。ディスプレイ空間を拡張する代表的な例としてテーブルトップ型インターフェースがあげられる。テーブルトップ型インターフェースは、テーブル上に広がったディスプレイや各種センサを使って、コンピュータとユーザ間の双方向性を持たせた閲覧インターフェースである。テーブルトップ型インターフェースでは、複数人でのコンテンツ閲覧や協調作業に適しており、支援システムに関する研究が活発に行われている。しかし、テーブルトップ型インターフェースを用いる際にはタッチパネルやプロジェクタ等の装置が必要となり、設置場所が限られるといった問題点があげられる。

本研究では、携帯デバイス自体をポインティングデバイスとして利用することにより、携帯性をいかした場所を選ばない自然なコンテンツ閲覧インターフェース環境を提案する。ディスプレイは従来と同様、コンテンツを表示する部分として機能し、本体をポインティングデバイスとして利用する携帯デバイスを、ポインティングディスプレイとよぶことにする。また本研究では、ポインティングする対象として地図を利用する。地図は平面的な広がりを持ち、平面上の点によって異なる意味を持つオブジェクトであることから、地図上の携帯デバイスでポインティングした位置を認識し、コンテンツの閲覧に利用する対象として適している。携帯デバイスで地図をポインティングしたときに、その場所で撮影した写真を表示させることにより、携帯デバイスを地図上で移動させることによる操作で、コンテンツ閲覧を可能とする。

本手法の応用例として、個人のコンテンツに限らず、ネットワークと連動させることにより、地域情報の取



図1 ポインティングディスプレイによる地域情報

得、閲覧にも適用可能であると考えられる。例えば、路上にある地図案内板をポインティング対象オブジェクトとする場合を考える。ユーザが存在する場所の近くに「ケーキ屋」がないか知りたい場合、携帯デバイスに「ケーキ屋」と入力し、地図案内板にかざすと近所のケーキ屋の場所まで羅針盤のようにナビゲートする(図1)。

近年、地図案内板による効果的な情報提供のために、電子案内板が利用されることがある。2006年にはJR渋谷駅周辺にタッチパネル液晶ディスプレイ搭載の街頭地図案内板サービスが試験的に行われている[1]。提供される情報は、渋谷のグルメ・ファッション・音楽情報、天気、ニュースなどで、データは光ファイバー経由で受信されている。また、地図案内板以外にもショーウィンドに個々の店の紹介を行う等の電子看板も見られる。しかし、いずれもプラズマディスプレイ・大型液晶やタッチパネルを必要とするため、設置コストの問題から広く普及しているわけではない。デジタル・インフォメーション・ボード[2]では、設置コストを低減するために、液晶ディスプレイを使用せずに写真・ポスター・カタログ・文字情報をガラス・アクリルボードの内側にセットし、インフォメーションボード表面にタッチした部分の座標を感知して、液晶部分に詳細情報を表示させる。提案するポインティングディスプレイ方式では従来の物理的な地図掲示板のままのコンテンツ探索が可能となり、低コストでわかりやすいサービスを提供できる。

以下、2章では関連研究について述べる。3章では提案するポインティングディスプレイの概要と基本操作について述べる。4章では実装するシステムの概要を述べ、5章では実装するプロトタイプについて述べる。6章で考察を行い、7章で本稿のまとめと今後の課題を示す。

2. 関連研究

実空間上での効果的なコンテンツ閲覧のためにプロジェクタを利用されることがある。プロジェクタは、閲覧空間を拡張することにより、全体図を把握できる利点があるが、情報を表示だけで情報の流れは一方である。新しいコンテンツの閲覧インターフェースの一種であるテーブルトップ型インターフェースは、ディスプレイ側に各種センサを用いることにより、コンピュータとユーザ間の双方向性を持たせた閲覧インターフェースとして注目され、研究がさかんに行われている。Shinomiyaら[3,4]は作業者がラップトップPCを持ち寄り、テーブルトップ型ディスプレイを媒介として情報交換を可能とした協調モデリング作業支援システムを提案している。個人作業空間と共有作業空間

を効率的に連携させ、複数の参加者間でのテキストデータや三次元データの比較検討を容易にする機能を提供する。

PlayAnywhere[5]では、プロジェクタとカメラとコンピュータを一つのデバイスにまとめ、ユーザはどんな平面上にでも簡単に設置可能としている。ここでは、カメラから指の影や動きを認識することにより、平面に投影されたオブジェクトをマウスやキーボードを使わずに指で操作できる。

携帯デバイスに蓄積されたコンテンツを閲覧するためにテーブルトップ型インターフェースを利用する研究としては、Microsoft Surface[6]がある。Microsoft Surface はテーブル部分にあるディスプレイの下にプロジェクタと5台の監視カメラが設置されており、ディスプレイ上には仮想的物体が表示され、指で直接触れて操作する。携帯デバイスをディスプレイ上に置くと、デバイス内の画像データが自動的に表示され、写真画像を拡大・回転して閲覧することができる。

現実環境に情報を付加することにより、自然な情報の取得を可能とする研究として、現実空間上のオブジェクトに仮想物体を重畳することにより、現実世界を増強する拡張現実感技術がある。拡張現実感システムに用いられるディスプレイデバイスには、ヘッドマウントディスプレイやハンドヘルドディスプレイ、プロジェクションディスプレイ等がある。ヘッドマウントディスプレイは、ユーザの目の前に現実世界の映像と仮想世界の情報を重ね合わせるため、頭部の動きがそのままディスプレイの動きになる。そのため、実空間に安定した像を提示するために、頭部の位置姿勢計測が重要となる。また常時装着可能であるが周辺視が遮られるといった欠点がある。ハンドヘルドディスプレイでは、携帯端末等の液晶ディスプレイの背面にカメラを取り付けたビデオスルー型のデバイスを用いる。PDAや携帯電話をプラットフォームすることが可能である。しかし、画面が狭く、カメラと肉眼の視点が異なるといった問題がある。プロジェクションディスプレイでは、投影面に直接映像を投影することにより、高い融合感が得られるが、手を出すとCG映像が見えなくなる問題がある。いずれの手法を使った環境においても、拡張現実環境を構築するにあたっては、現実環境と仮想物体の幾何学的位置合わせや、画質のずれや陰影の不整合等の問題があり、解決へ向けた研究が盛んに行われている。

携帯デバイスの直感的な操作を実現するインターフェースの研究に Toss-IT[7]や柏木ら[8]のジェスチャを真似ることによる情報の受け渡しがある。Toss-ITでは現実世界でボールをトスするように、あるいはカードを配るような感覚で、デバイス間の情報の移動を

直感的に実現する。ユーザの位置と向きから情報の送信先を決定し、ユーザの「トス」、「振る」動作を認識することにより、情報の通信を行う。柏木らの研究は、デバイス間の情報の受け渡しを行う際に、送信者の動作を受信者が真似ることにより、情報の送信を実現するシステムである。これにより、ユーザ間の情報の受け渡し時の複雑な操作から解放する。

ディスプレイ自体を動かすことにより直感的なロボット遠隔操作を実現する研究に、CoGAME[9]がある。CoGAME ではハンドヘルドディスプレイとプロジェクションディスプレイを用いた2通りのシステムが実装されている。ハンドヘルドディスプレイを用いたシステムでは、モバイルPCのカメラでロボットを撮影した映像がディスプレイに表示され、ロボットの移動先を示す標識もディスプレイ上に重ねて表示される。ユーザはロボットと移動先を示す標識との位置関係を確認しながら、ディスプレイ自体を動かすことにより操作する。ディスプレイを動かしながら操作することにより、狭いディスプレイの中に限定されない、広範囲にわたったロボットの操作を可能としている。

3. ポインティングディスプレイによるコンテンツのアクセス

3.1. 概要

携帯デバイス内のコンテンツにアクセスする従来のインターフェースの研究に、前章で述べたテーブルトップ型インターフェースがある。これは、コンテンツの投影面を拡張することにより、広い空間での閲覧を可能としている。しかし、投影面を拡張し、投影されたコンテンツを操作するために、プロジェクタやタッチパネルが必要となり、設置場所が限定されるといった問題がある。本研究では、携帯デバイス自体をポインティングデバイスとした、コンテンツの選択、閲覧を実現する。この手法では、携帯電話のディスプレイを利用してコンテンツを表示するため、場所を選ばない携帯性をいかしたコンテンツ閲覧環境となる。

3.2. 前提

本研究では、携帯デバイスをポインティングデバイスとして、直感的なコンテンツ閲覧を可能とするインターフェースを提案する。この手法を実現するためにポインティングされる対象が必要となる。本研究ではその対象に地図を用いる。地図はユーザに対して地理的な情報を与える。ユーザが地図を利用する際には現在地や目的地の場所の確認や、以前に行った場所を閲覧するといった目的がある。地図とコンテンツは密接な関係であり、地図上の位置ごとに、情報やコンテンツを割り当てることができるため、個々の携帯デバイスに蓄積されたコンテンツの管理を行う環境を構築す

るための対象として地図は有効なオブジェクトと考えられる。また、地図は平面的に広がりがあるオブジェクトであり、携帯デバイスのポインティングの対象となり得ることから、本研究では地図を対象とする。

近年、携帯デバイスへのGPS機能搭載の標準化が進むにつれ、GPS情報をコンテンツに埋め込み地図上に表示させることにより、ユーザにコンテンツと位置情報を共に提示するサービスが増えてきている。しかしこのようなサービスを従来の携帯デバイスの操作で利用する場合、小さなディスプレイによる閲覧領域の制限は、全体を把握することを困難なものにするという問題がある。携帯デバイス自体をポインティングディスプレイとする本手法により、従来のコンテンツ閲覧の際の問題点が改善される。

3.3. 基本操作

本提案手法である、地図を移動軸とするポインティングディスプレイを利用した写真閲覧における操作方法を述べる。基本操作として以下の三つの機能を提案する。

3.3.1 ソナー機能

地図上で特定の写真を閲覧するためには、どの場所に存在するかをユーザ自身が覚えていることが必要である。しかし、写真が増大する程、撮影場所を覚えておくことは困難である。そこで携帯デバイスを配置した場所から近傍に存在する写真を探す、ソナー機能を提案する。ソナーとは超音波探針儀のことであり、超音波の反射によって物体への距離を感知する装置である。ソナーを模倣した機能により、地図上の携帯デバイスから近くに存在する写真を感知する。図2の点Oは地図上のデバイスの位置を示す。図2のように地図上の携帯デバイスを配置した周辺に写真が存在する場合、指定した半径R内にある写真を図3のように表示する。円周上の表示位置は写真が存在する方向を示す。また、ユーザは地図上でデバイスを探るように動かしながら閲覧するので、写真を探しやすくするために、どの写真が近くに、どの写真が遠くにあるか写真との距離をユーザに知らせる。図2の r_i ($0 < r_i < R$)はデバイスの位置Oから、半径R内に存在するそれぞれの写真までの距離を示している。I ($0 < i \leq$ 写真の数)は、デバイス内に格納された写真の通し番号である。図3のように表示される写真の大きさは距離 r_i の大きさに反比例する。写真の大きさの縮小率を t ($0 < t \leq 1$)としたとき、 $t = 1 - (r_i / R)$ と表すことができる。(写真の大きさ * t)の関係式より、閲覧したい写真へ向かってデバイスを動かすと、対象の写真が大きく表示される。この機能はユーザに探るという感覚を与え、実空間上での自然な動作によるコンテンツ閲覧を実現する。

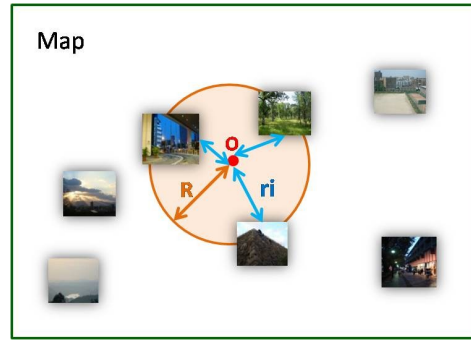


図2 地図上に存在する写真



図3 ソナー機能の表示例

3.3.2 エリアリング機能

携帯デバイスの記憶機能と地図の位置関係を利用した、場所の領域指定によるコンテンツの選択操作を提案する。この操作では、地図上で任意の場所を指定し、デバイスに位置を記録させることにより、領域の範囲を決定し、領域ユーザが、地図上で管理対象となる写真の存在領域を指定することにより、特定の場所に存在する写真の管理を行える。2地点A-Bを指定した場合、A-B間に存在する写真がグループ化され記録される。3地点C-D-Eを指定した場合、領域C-D-E内に存在する写真がグループ化され記録される(図4)。フォルダによるコンテンツ管理のように、コンテンツをグループ化することが可能となる。これは場所ごとにアルバムを整理する行為を実現するインターフェースである。

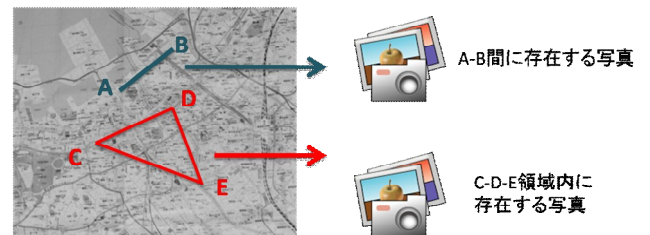


図4 エリアリングによる写真管理の例

3.3.3 ナビゲーティング機能

携帯デバイスがネットワークと接続できれば、携帯デバイス内に存在しないコンテンツ情報の取得が可能となる。そこで、地図上に存在する、ユーザが閲覧したい地域に関する情報やコンテンツを探す場合の操作機能を提案する。ここでは、携帯デバイスを目的地まで導く羅針盤と見立てたインターフェースを用いる。ユーザが携帯デバイスに対して、店情報など知りたいコンテンツに関するクエリを入力した場合、ディスプレイ上の羅針盤が、コンテンツの存在する方角を示す。複数の場所に情報が存在する場合、図5のように羅針盤は複数の方角へ向けて場所を示す。しかしこの場合、存在するコンテンツを全て閲覧したかどうか分かる必要がある。そこで方角ごとにユーザが閲覧していないコンテンツがなくなると、その方角を示す針の色を変化させることにより、ユーザが全てのコンテンツを閲覧し終えたかどうか分かるようにする。道端の地図案内板のような場で、従来の電子掲示板のようなタッチパネルやディスプレイを必要とせずに、携帯デバイスのみでのコンテンツ検索が可能となる。

4. プロトタイプシステム

4.1. システムの概要

前述したコンテンツ閲覧インターフェースを実現するために、基本的なシステムの概要と、具体的な処理内容を述べる。本システムの基本となる機能として、次のような手順でのコンテンツの閲覧を可能とする。携帯デバイスを用いて任意の場所 A で撮影したとき、場所 A の位置情報を、位置情報を付加するジオタグ機能により自動的に写真に埋め込みデバイス内に保存する。撮影後、地図上の場所 A に携帯デバイスをかざすと、場所 A で撮影した写真が表示される。撮影後、地図上の場所 A に携帯デバイスをかざすと、場所 A で撮影した写真が表示される。この操作の概念図を図6に示す。

システム構成を図7に示す。本システムは地図、携帯デバイス、Webカメラ、パーソナル・コンピュータから構成される。実装には携帯デバイスとして iPhone



図5 ナビゲーティング機能の概念図

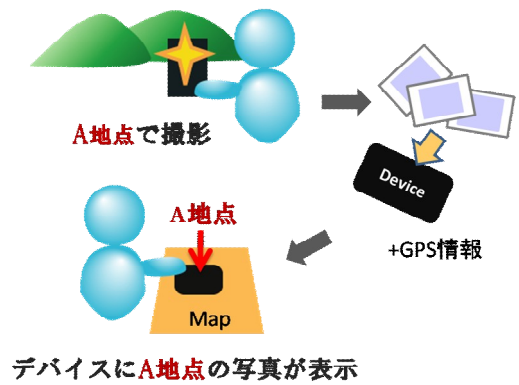


図6 システムの概要

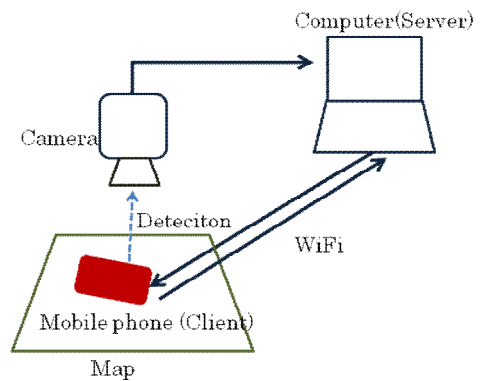


図7 システム構成

を用いる。

パーソナル・コンピュータは、地図上の携帯デバイスの位置を Web カメラで認識し、地図上の位置座標を緯度経度へ換算する。携帯デバイス側では、蓄積された写真の EXIF 情報にアクセスし、各写真の撮影場所の緯度経度を取得し格納しておく。パーソナル・コンピュータで求めた緯度経度の情報を TCP/IP を用いて携帯デバイスへ送る。携帯デバイスは、蓄積されている写真の中で、得られた緯度経度情報に一番近い位置で撮影されたものを表示する。

4.2. 地図上の携帯デバイスの位置取得

本システムでは地図上での携帯デバイスの位置取得が必要である。実空間の平面上の位置取得のためには、これまで様々な手法が提案されている。例えば FieldMouse[10]はバーコード検出装置と相対位置検出装置の組み合わせで構成され、任意の紙や平面にバーコードを貼り、バーコードを読み込んだ後の移動量や方向を解析することでタブレットのような絶対位置入力装置として利用することができる。今回の目的は、提案手法の可能性を探ることにあるため、地図上の携帯デバイスの位置取得のために Web カメラを用いる。これは FieldMouse と比べ精度が低くなるが、これに対する対応は今後の課題である。

携帯デバイスの位置取得のために、赤外線 LED を携

帯デバイスに取り付け、偏光フィルタを装着した Web カメラで認識することにより実現する。カメラから地図の 4 端を取得して範囲決定を行い、歪み補正を行う。

地図上に置かれたデバイスの位置から、地図が示す実空間上の位置取得は次のように行う。まず、地図の左下部分である基準点の緯度経度をあらかじめ設定しておく。基準点からカメラで認識される携帯デバイスの位置までの距離を地図の縮尺倍し実空間上の距離を求める。2 点間の緯度経度の変化量の距離への換算は以下の図 8 のように求めることができる。ここで求めたいのは、地図上でデバイスが存在する緯度経度であるので、上記で得られた距離から図 8 の関係式を利用して解く。

しかし図 8 の式は経線の間隔が近似的に平行であると見なした場合に成立する。経度 1 度あたりの距離は、緯度が上がると短くなり、緯度が下がると長くなる。例えば、札幌では経度 1 度あたりの距離は 81.45(km)、那覇では 99.93(km)と札幌と那覇では経度の誤差が約 18(km)生じる。大きな範囲の場合は球面三角法を用いた計算を行う必要があるが、今回の換算の対象は、道や建物が認識できる縮尺が約 1/10000 以上の地図とするため、上述した式を利用する。日本列島全体の地図や世界地図を対象とする場合は以上のことを考慮していかなければならない。

取得した緯度経度から該当する写真の検索、表示を行う部分は iPhone 上で実装する。画像フォーマットとして普及している EXIF は、撮影した画像データに、カメラの機種、撮影日時、絞りなどの撮影条件に関するメタデータを追加して保存する。そこで、あらかじめ iPhone 内に蓄積された JPEG ファイルに含まれる EXIF 情報にアクセスし、撮影場所の緯度経度を取得し格納しておく。iPhone を地図上に置いた時、iPhone の位置から得られる緯度経度に応じて、近い位置に存在する写真を検索し表示する。

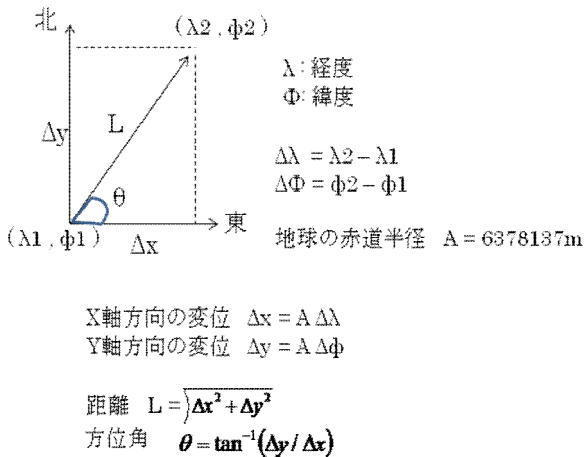


図 8 2 点間の緯度経度の変化量の距離への換算

4.3. 動作例

以上を踏まえて、地図上で携帯デバイスが置かれる位置に応じて対応するコンテンツを表示するシステムを実装し、その実験を行った。実験には 1:10000 の縮尺の地図を用いた。図 9 の左のように地図上で印を動かし、その位置に応じて写真が変化することを確認した。図 9 の右は、左のように Web カメラでうつしている地図の 4 端を読み込み歪み補正をしたものである。図 10 は、求められた印が存在する位置の緯度経度を表示したものと、その緯度経度から Mac 上の iPhone シミュレータで写真を選択し、表示する実験を行った結果である。

5. 考察

本論文では、携帯デバイス自体をポインティングデバイスとし、携帯デバイスのディスプレイで表示を行うポインティングディスプレイを提案した。携帯デバイス内のコンテンツを閲覧する際に、ポインティング空間となる実オブジェクトに地図を設定した。地図は位置情報を持ち、ユーザに場所を確認させるという役割を持つため、コンテンツを重ね合わせて提示する基

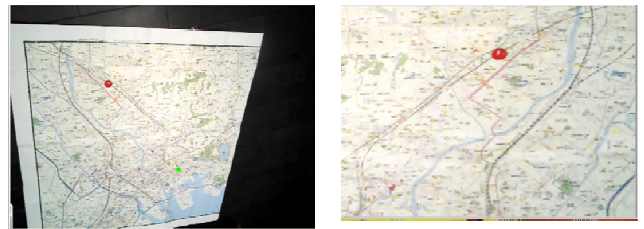


図 9 地図の歪み補正

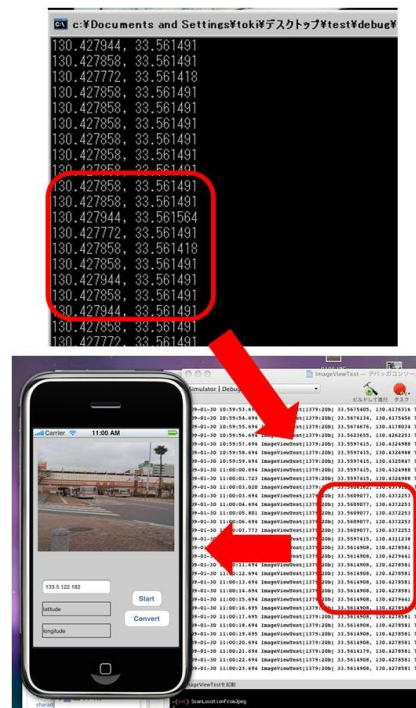


図 10 取得した緯度経度情報から対応する写真を表示

盤としても適した実オブジェクトであった。しかし、身の回りの全ての実オブジェクトが対象となり得るわけではなく、本手法には不適切な実オブジェクトも多く存在する。地図以外にも対象となり得る実オブジェクトを考えていくことは今後の課題である。携帯デバイスの新たな可能性としての考察を以下に述べる。携帯デバイスは、パーソナルかつ、様々なコンテンツを格納できる記憶媒体である。これは、対面する「場」に応じて携帯デバイスが変化しコンテンツを表示するだけではなく、記憶機能を利用することにより、コンテンツを場から場へ持ち運び、コンテンツを置くことが可能となる。提案手法では、日常生活上の実オブジェクトの役割に応じて携帯デバイスが変化する環境を提案したが、さらに、以前に実オブジェクトに対して行ったユーザの行為を携帯デバイスが記憶することにより、違う実オブジェクトを見た時、以前のオブジェクトとの関係から新たなコンテキストが決定される環境への発展が考えられる。

本研究の地図を例にあげると、地図を閲覧するのは、その場所に関するコンテンツを見たい場合と、コンテンツを見て、その場所を確認するために地図を見たい場合がある。地域のグルメや映画の上映スケジュール、イベントスケジュール等の情報を提供する情報誌では、店やイベントのコンテンツ紹介のページと地図を載せたページが、複数のページをはさんだ、離れた場所に掲載されている場合が多く、ユーザはコンテンツから地図へ、もしくは地図からコンテンツへと双方間を行き来する。あるいは地図が載っていない情報誌の場合は、別に地図を用意する可能性もある。このようなシーンにおいて、携帯デバイスがユーザの一時的な記憶役となり、情報誌のコンテンツを記憶したデバイスは、地図上でコンテンツの存在する場所を示すナビゲータとしての役割に変化する。

人にとってなじみのあるアナログなオブジェクト同士が、携帯デバイスによって記憶され繋がり、そこから生じる新たなコンテキストに応じて携帯デバイスが変化して、ユーザの作業を補間し支援する環境が実現すれば、より日常空間の中での自然なコンテンツ利用が可能になると考えられる。

6. まとめ

本研究では、携帯デバイスが有する小さなディスプレイや複数のボタンによる複雑な操作のように、コンテンツ閲覧の際に問題となる操作を改善する、携帯デバイス自体をポインティングデバイスとする直感的な操作方法を提案した。提案手法を実現するために、ポインティング対象となる実オブジェクトとして地図を利用した。

本研究の目標は、日常空間の中で、ユーザが意識することなく、求めるコンテンツを直感的に閲覧できるシームレスな環境を実現することにある。今後の課題として、前章で述べた、携帯デバイスを記憶媒体としたコンテンツ閲覧インターフェースの実現へ向けた考察を進め、提案手法の有効性について評価を行っていく。

参 考 文 献

- [1] <http://www.tepco.co.jp/cc/press/06100203-j.html>
- [2] <http://www.skrtech.co.jp/Digital%20InfomationBoard.html>
- [3] R.Shinomiya, T.Ogawa, K.Kiyokawa, and H. Takemura: "A Collaboration Support System using Personal and Shared Working Spaces Provided with a Comparison System of 3D Object" MVE22007, pp. 97-102 (2007).
- [4] R.Shinomiya, T.Ogawa, K.Kiyokawa, and H. Takemura: "Implementation of Information Sharing Technique for Dynamic Grouping in a Tabletop Collaborative Environment", MVE2008-58, pp. 73-78 (2008).
- [5] Andrew D.Wilson "PlayAnywhere: A compact interactive Tabletop projection-Vision System", Proc of UIST2005, (2005).
- [6] <http://www.microsoft.com/Surface/index.html>
- [7] K.Yatani, K.Tamura, K.Hiroki, M.Sugimoto, H.Hashizume:"Toss-IT: Intuitive Information Transfer Techniques for Mobile Devices with "Toss" and "Swing" Actions", IEICE Vol.104, No.169(2004).
- [8] A.Kashiwagi, K. Hommma, K.Fukuchi, H.Koike:"Information Transfer by synchronous Gesture", WISS 2007 Proceeding.
- [9] K.Hosoi, Vinh Ninh Dao, A.Mori, M.Sugimoto:"CoGAME: Mobile Display Based Manipulation for Human-Robot Interaction", Interaction(2008).
- [10] 椎尾一郎, 増井俊之, 福地健太郎:"FieldMouseによる実世界指向インタフェース コンピュータソフトウェア", Vol.18, No.1, pp. 28-38, (2001).