

携帯端末を用いた個人向け情報提供システムの実現について

白井博章 横山和俊 須藤昌徳[†] 箱守聰 井上潮

NTT データ通信 (株) 情報科学研究所

〒 210-0913 神奈川県川崎市幸区堀川町 66-2 興和川崎西口ビル 9 階

† NTT データ通信 (株) 産業システム事業本部

E-mail: {shirai, yokoyama, hako, uinoue}@lit.rd.nttdata.co.jp

† sudoum@noanet.nttdata.co.jp

概要: モバイルコンピューティング環境の普及を背景として, 我々は状況適応型情報提供サービスを実現するシステムの研究を行っている. 状況適応型情報提供サービスとは, 利用者の状況に応じて適切なタイミングで適切な情報を提供するサービスである. このサービスを実現することで利用者が端末を操作する負担を軽減できるが, 提供者側において利用者の全ての状況に応じた情報を作成する労力や利用者に対する情報の提供にかかるレスポンスタイムが問題となってくる. 今回, 状況適応型情報提供モバイル情報提供システムの設計とそのプロトタイプ実装を行い, 博物館で一ヶ月の実証実験を行った. また, 利用者と提供者の負担軽減やレスポンスタイムに関して簡単な評価を行い, 技術的な有効性を確認した.

キーワード: モバイルコンピューティング環境, 情報提供システム, ワールド・ワイド・ウェブ

Design and Implementation of a User Oriented Information System in a Mobile Computing Environment

Hiroaki SHIRAI, Kazutoshi YOKOYAMA, Masanori SUDO[†], Satoshi HAKOMORI, Ushio INOUE

Laboratory for Information Technology NTT Data Corporation

Kowa-Kawasaki-Nishiguchi-Bldg. 66-2 Horiakawa-cho Saiwai-ku

Kawasaki-shi Kanagawa 210-0913 Japan

† Industrial Systems Sector NTT Data Corporation

E-mail: {shirai, yokoyama, hako, uinoue}@lit.rd.nttdata.co.jp

† sudoum@noanet.nttdata.co.jp

abstract: A mobile computing environment becomes for practical use and we research a technique to construct a system which realizes a user oriented information service. A user oriented information service customizes information using user's situation and provides customized information to user. This service can save user's trouble for operation. But it is a burden for information provider to make information and it needs processing time to customize information. We design and implement this system and test it in a museum for a month. And we evaluate it on a burden of user and information provider and response time.

Keywords: Mobile Computing Environment, Information System, World Wide Web

1 はじめに

携帯端末の小型化と無線インフラの普及により、利用者が移動しながら携帯端末を利用してさまざまなネットワーク資源を利用できる、モバイルコンピューティング環境が現実のものとなった。モバイルコンピューティング環境では、利用者は場所を制限されたり固定されることなく、いつでもどこでもネットワークに存在する情報を閲覧できる。

一方、博物館において、携帯端末を用いて解説を提供する、モバイル情報提供システムの試みがなされている [4]。パネルなどの通常の解説では展示スペースに制限があり、博物館がもつ膨大な量の解説を全て提供することはできない。そこでモバイル情報提供システムを適用し、すべての解説を電子化すると共に携帯端末を用いて提供することで、展示物に関する膨大な解説を利用者にその場で提供することが可能となる。しかし、博物館に訪れる利用者は計算機に不慣れな場合が多く、膨大な量の解説から自分の目の前にある展示物の解説や、自分の興味に応じた解説を探し出すのは困難である。

そこで、利用者の現在位置や年齢、興味などの利用者状況に応じて、情報を利用者ごとに構成するサービス(状況適応型情報提供サービス)を提供する必要があると考えられる。この具体例は、デパートにおいては販売員のかわりとなる商品解説サービスや、遊園地でアトラクションのスケジュールや混み具合などを提供するアトラクション情報提供サービスなどである。

筆者らは、モバイルコンピューティング環境での次世代情報提供システムへの取り組みとして、状況適応型情報提供サービスを実現するための研究 [5] を行っている。具体的なシステムの適用先として博物館を対象とした検討を行い、状況適応型モバイル情報提供システム(MobiGUIDE:Mobile GUIDance systEm)のプロトタイプを構築した [6]。本稿ではMobiGUIDEの設計と実装について述べる。本稿の構成は次の通りである。2章では、状況適応型情報提供サービスについて述べ、3章でサービスを実現するシステムの構成について述べる。そして、4章でMobiGUIDEの設計について、5章で実装と評価について述べる。最後に6章でまとめを述べる。

2 状況適応型情報提供サービスとは

2.1 状況適応型情報提供サービス

計算機を用いた情報提供サービスでは、提供する情報の量が多くなるほど多様な情報を提供できるが、その反面、利用者は膨大な情報の中から閲覧したい情報を探し出すことが困難になる。そこで、利用者がおかれている様々な状況を検知し、それぞれの状況で望まれる情報をシステムが自動的に選択して提供することで利用者の利便性を向上させることができる。

このように、利用者の要求もしくは利用者の状況が変化したときに、情報を自動的に構成し利用者に提供するサービスを、状況適応型情報提供サービスと呼ぶ。扱う利用者の状況は次の4種類に分類できる。

1. 携帯端末に関する静的な状況：携帯端末の表示能力やCPU能力などの携帯端末の状況、接続しているネットワークの種類などのネットワークの状況
2. 携帯端末に関する動的な状況：携帯端末のCPU負荷などの携帯端末の状況や利用可能帯域などのネットワークの状況
3. 利用者に関する動的な状況：現在の時間、利用者の現在位置
4. 利用者に関する静的な状況：利用者の年齢、国籍、興味などの利用者の属性

携帯端末の状況である(1)、(2)を用いることで、携帯端末やネットワークを効率的に用いるような情報提供システムが構築できる。例えば、モバイル環境でのWWWシステムにおいて、画像の品質を端末の表示能力に合わせてから配送することで、ネットワークの帯域を有効利用し、また、端末の計算量、必要な記憶容量を軽減する方式が提案されている [2]。

一方、利用者の状況である(3)、(4)を用いることで、利用者の情報検索の負担を軽減した情報提供サービスが実現できる。つまり、利用者の状況に応じて提供する情報を選択したり再構成することで、利用者が要求している情報を利用者の必要な形で提供できる。また、利用者の状況に応じて情報を自動的に提供することで、利用者は機器を操作することなく関心のある情報を閲覧できる。例えば、モーターショー

において、利用者の現在位置に応じて近くに展示されてある車の情報を自動的に表示したり、ある車の情報を閲覧したときに利用者の興味に応じて情報を選択的に提供するサービスが可能となる。また、利用者の現在位置に対応した WWW ページを利用者に自動的に提供するシステムも実現できる [2, 3]。

2.2 サービス実現に対する要求条件

状況適応型情報提供サービスを実現するには、次の3つの要求を満足する必要がある。

- **利用者の負担軽減**：このサービスは計算機に不慣れな利用者を対象としている。また、様々な状況の下で情報を提供することを考えると、端末の操作をなるべく簡単にして利用者の負担を軽くすることが求められる。
- **状況変化時の迅速対応**：状況の変化を迅速に検知し、新たな状況で必要となる情報をすばやく提供することが求められる。
- **提供者の負担軽減**：全ての状況に応じた膨大な量の情報を提供する必要があるが、できるだけ作成量を少なくしたい。また、情報の変更があったときに変更を容易に行いたい。

2.3 サービス実現上に必要な機能

状況適応型情報提供サービスは、1) あらかじめ提供する情報を作成・蓄積し、2) 利用者状況を把握・管理し、3) 利用者状況が変化しときの動作を決定し、4) 利用者状況を用いて情報を構成し提供することで実現される。これらの4つの処理に必要な機能について、2.2節で述べた要求条件を考慮して検討した結果を次に述べる。

2.3.1 提供する情報の作成・蓄積

情報提供者の情報作成に必要な負担を軽減するために、全ての状況に応じた情報を作成するのではなく、提供時に利用者状況を用いて動的に構成する。(情報の動的構成機能)

また情報提供者が情報を変更する際の負担を軽減するために、情報をサーバ側で一括管理する。

2.3.2 利用者状況の把握・管理

利用者状況の把握にあたっては、自動的に収集することで、利用者が入力する負担を軽減する。(利用

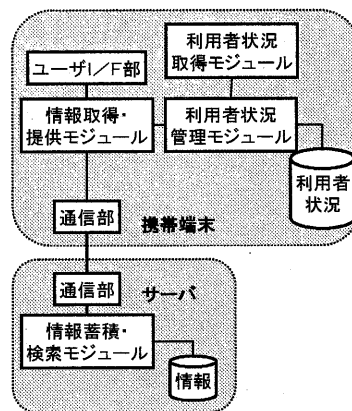


図 1: システムモデル

者状況の自動収集機能)

また、負荷分散による応答速度の向上を図って、利用者状況は携帯端末側で管理する。(利用者状況管理機能)

2.3.3 利用者状況の変化に対する動作

利用者の状況が変化したときに、新しい情報を自動的に送信するか、それとも何もしないかを選択する。(情報自動提供の選択機能) これにより例えば、博物館において利用者の位置が変化し別の展示物の前に移動したときに、目の前にある展示物に関する自動的に情報を提供できるようになる。目の前にある展示物に関する情報はほとんどの利用者が閲覧するため、このような機能は利用者の操作負担の軽減につながる。

2.3.4 利用者状況を用いた情報の構成

情報の要求が生じた場合に、利用者状況の管理機能から利用者の状況を自動的に取得し、それを用いて情報の動的構成を行う。(既に述べた情報の動的構成機能) 利用者は状況を入力しなくても良くなるため、利用者の操作負担の軽減につながる。

3 システム構成

3.1 システムモデル

2章で述べたサービスを実現するシステムモデルを図1に示す。システムは、次の4つの機能モジュールで構成される。

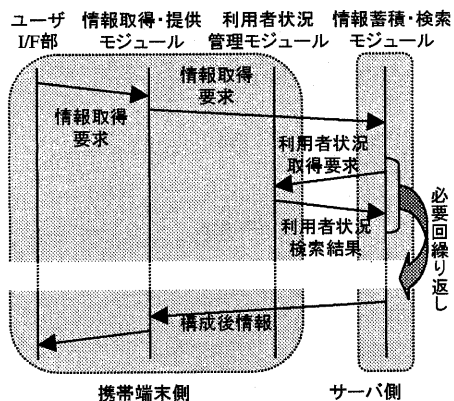


図 2: 利用者からの情報要求時のプロトコル

情報蓄積・検索モジュール: 提供する情報を蓄積し、情報の動的構成機能を実現する。

利用者状況取得モジュール: 利用者状況の自動収集機能を実現する。

情報取得・提供モジュール: 情報自動提供の選択機能を実現する。また、利用者からの情報要求時に、情報を要求し提供する。

利用者状況管理モジュール: 利用者状況管理機能を実現する。

以上の機能モジュールを、情報はサーバで管理し、利用者状況は携帯端末で管理するという設計ポリシーにしたがって構成した。

3.2 動作モデル

システムの動作には、利用者からの情報要求が発生した場合の動作と（図 2）、利用者の状況が変化した場合の動作（図 3）がある。

利用者からの情報要求が発生した場合は、ユーザ I/F 部がその要求を検出し、要求された情報の識別子と共に情報取得・提供モジュールに送信する。情報取得・提供モジュールは情報蓄積・検索モジュールに要求と情報識別子を送信する。これを受信した情報蓄積・検索モジュールは情報を検索すると共に、必要な利用者状況を利用者状況管理モジュールから取得し、情報を構成する。構成は各情報に記述されている、利用者状況を条件とした他の情報の挿入命

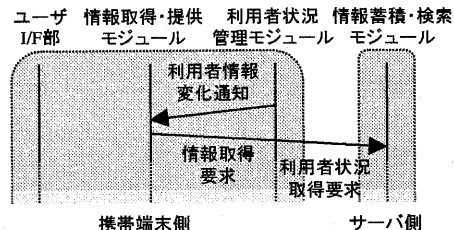


図 3: 利用者状況変化時のプロトコル

令により行われる。そのため、この処理は全ての挿入が行われるまで繰り返される。最後に構成した情報を情報取得・提供モジュール、ユーザ I/F 部を通じて利用者に提供する。

また、利用者の状況が変化した場合には、利用者状況管理モジュールが状況の変化を情報取得・提供モジュールに通知する。情報取得・提供モジュールは、どの利用者状況が変化すると新しい情報を要求するのかが管理しており、必要であれば情報蓄積・検索モジュールに情報取得要求を送信する。その後は利用者からの情報要求時のプロトコルと同様である。

4 MobiGUIDE の設計

4.1 博物館における要求条件

博物館において、展示物の膨大な解説を提供する状況適応型情報提供サービスには次の 2 点が要求される。

- 利用者の目の前の展示物に関する情報は高い確率で参照される。従って、その情報は自動的に提供したい。
- 利用者の目的によって閲覧したい解説はさまざまである。従って、利用者の年齢、行動履歴に応じた解説を提供したい。

つまり、利用者状況として利用者の現在位置、移動履歴、アクセス履歴、プロフィールを用いて、利用者の位置変化と利用者の要求を情報取得のトリガとする、展示物の解説や案内を提供する状況適応型情報提供サービスを提供する。このサービスを実現するシステムを MobiGUIDE(Mobile GUIDance systEm) と呼ぶ。

```

<動的構成情報> ::= if( <条件部> ) 構成部
<条件部> ::= = <条件式> |
           <条件式> <論理記号> <条件式>
<論理記号> ::= OR | AND
<条件式> ::= <値> <演算子> <値>
<値> ::= <属性名> | <定数>
<演算子> ::= > | < | >= | <= | ==
<構成部> ::= <情報識別子> ; |
           <情報識別子> else <情報識別子> ;

```

図 4: 動的構成情報の記述形式

4.2 実現方式

利用者状況の管理方式と解説情報の記述方式について次に述べる。

利用者状況：静的な利用者状況とは、一度登録するほとんど変更が無い状況であり、MobiGUIDE では利用者の年齢などの属性がこれに該当する。静的な利用者状況は、(属性名, 値) の組で保存する。検索時には属性名を指定することで、その値を取得できる。

一方、動的な利用者状況とは、頻繁に更新される状況であり、MobiGUIDE では利用者の現在位置(移動履歴)、情報へのアクセス履歴がこれに該当する。動的な利用者状況は、(属性名, 値の集合) の組で保存する。検索時には属性名を指定することで、値の集合を取得できる。

解説情報の記述方式：一つの解説データは、展示物の解説テキストのほかに、図 4 に示す形式の利用者状況による動的構成情報を含む構成とした。

例えば、`if(sex==male)/kami/top.html;` と記述すると、利用者の性別 (sex) が男 (male) の場合に、この記述部分が識別子"/kami/top.html" で示される解説データと入れ替わる。

5 MobiGUIDE プロトタイプの実装・評価

5.1 MobiGUIDE プロトタイプの実装

MobiGUIDE プロトタイプでは、次の機能を実現した。

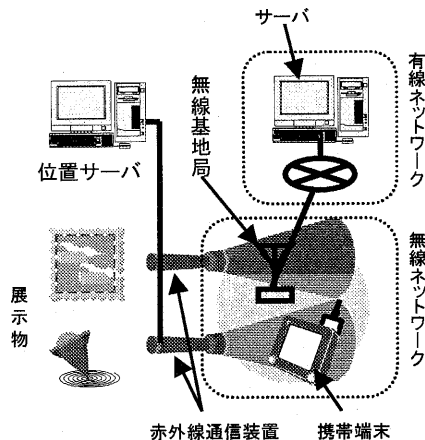


図 5: システムのハードウェア構成

- 利用者の位置の変化を検出し、自動的に展示物の解説を提供する機能
- 情報提供時に利用者の状況を用いて動的に解説を構成する機能の内、利用者の現在位置、携帯端末の表示モード、アクセス履歴に応じて解説を構成する機能

また、博物館から利用者の反応を収集したいという要望があり、次の機能を実現した。

- アンケート収集機能：携帯端末返却時に、展示物やシステムについての感想を収集する。
- 利用者の状況の収集：展示会終了後に利用者の行動を分析するため、携帯端末返却時に状況データベースの内容を情報サーバへ送信し、保存する。

5.1.1 ハードウェア・ソフトウェア構成

MobiGUIDE のハードウェア構成を図 5 に示す。携帯端末には Windows95 搭載のペン入力型携帯端末 (CPU:Pentium75MHz 相当, 重さ:1.4kg) を、位置検出に赤外線通信 (IrDA1.0) を、解説データの送受信には無線 LAN(10Mbps) を用いた。

ソフトウェア構成を図 6 に示す。プロトタイプでは WWW システムを基本とした実装を行った。すなわち、ユーザインタフェースには汎用の WWW

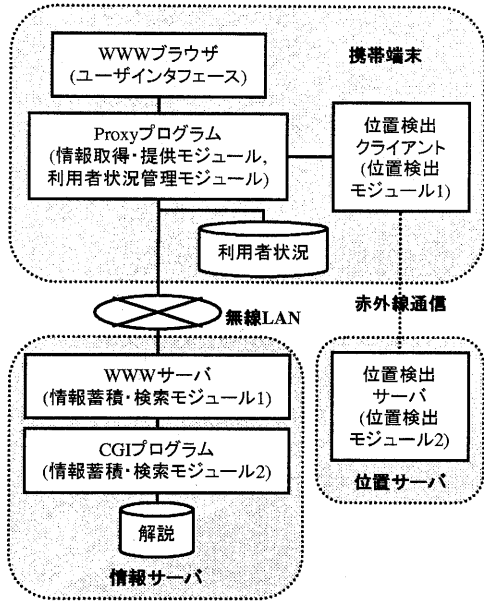


図 6: システムのソフトウェア構成

ブラウザを利用し、検索サーバは WWW サーバと CGI プログラムを組みあわせることにより実現している。また、情報管理モジュールと利用者管理モジュールは携帯端末上の Proxy プログラムとして実現した。

5.2 実現上の工夫点

● 赤外線のエラー処理:

MobiGUIDE プロトタイプシステムでは、博物館内の展示ケースを単位とした展示物の解説を提供することにした。すなわち、屋内において 1~2m の精度で利用者の位置を検出することが求められる。そこで、赤外線通信 (IrDA1.0) を用いた。つまり、IrDA1.0 には指向性 (中心角 15°) と到達範囲 (1m) があることを利用し、展示ケースの前に IrDA の送信装置を設置し展示ケースの識別子を常時送信する。そして、携帯端末が装備している赤外線通信受信装置を用いて、識別子を受信することで、位置検出を実現する。

Windows95 が提供する IrDA インタフェースは、ISO の物理層に相当する IrDA-SIR-1.0 と、

図 7: サーバプッシュを開始するためのデータ

シリアルポートと同様に用いることのできる IrCOMM の 2 つであった。IrCOMM はビットずれやビット化けに対応しているが、1) 新しい端末が通信可能範囲内に入ってきても、通信ができるようになるまで数秒かかる、2) 端末が通信可能範囲内から出たとしても、次に通信可能になるまで 10 秒ほどの時間が必要であるということから、位置検出に利用するには問題がある。一方、IrDA-SIR-1.0 はフレーム構成や誤り訂正機能をもたず、そのまま利用することはできない。

そこで MobiGUIDE プロトタイプでは、HDLC 手順と CRC 符号を用いてフレーム構成およびエラー訂正を行うプログラムを IrDA-SIR-1.0 を用いて実現した。その結果、利用者が移動したときの位置検出時間は 0.5 秒以下になった。

- **ブラウザへの自動配送の実現:** MobiGUIDE プロトタイプでは、利用者の位置が変化したときに自動的にブラウザ上の解説も更新する。しかし、Netscape などの WWW ブラウザにデータを配信した後は、配信に用いられた通信経路は切断されてしまうため、位置が変化したときに動的な情報提供ができなかった。そこで、継続的なサーバからのデータ変更を可能にするためのヘッダ (図 7) を利用し、サーバからデータを配信する際にこのヘッダをデータの先頭に付加することで、通信経路の切断を防ぎデータの自動配送を可能とした。

また、いったんクライアントからの要求が Pull 型で行われると、通信路が途切れてしまうため、クライアントとサーバの通信経路を Proxy で管理し、新たな Pull 型のコネクションがはられた場合にも、常時図 7 のヘッダをデータに付加するようにした。

- **利用者状況の取得:**

MobiGUIDE の設計で述べたように、検索モジュールは解説の構成に必要な利用者状況を、必

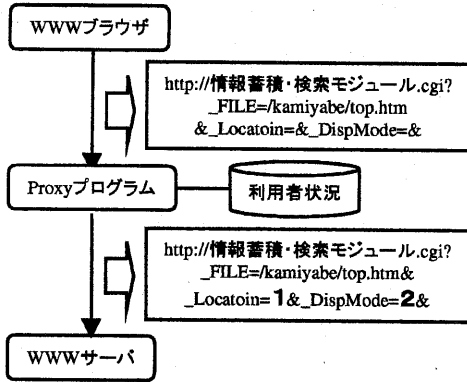


図 8: 利用者状況の取得プロトコル

要になったときに利用者管理モジュールに問い合わせしている。

プロトタイプでは、通信回数を削減するため、解説 HTML ファイルの各リンクに、リンク先の解説が必要な利用者状況の属性名を検索モジュール (CGI プログラム) の引数として記述した。そして、実際に解説の検索要求が生じたときに、Proxy (情報管理モジュール、かつ、利用者管理モジュール) が要求を解析し、利用者状況を示す属性名を見つけた場合には、その値を挿入するようにした。図 8 に、利用者状況属性名 Location と DispMode を必要とする情報識別子/kamiyabe/top.htm のファイルを要求するプロトコルと、要求の変換例を示す。

5.3 横浜市歴史博物館での実験

構築したシステムを用いて横浜市歴史博物館・企画展¹において実証実験を行った。横浜市の指定文化財の 6 個の展示ケース (幅 1~3m) を対象とし、合計 15 個 (一つの展示ケースに 1~4 個) の赤外線通信ポートと 2 個の無線基地局を設置した。また携帯端末は 10 台、情報サーバは 1 台を用いた。位置検出は展示ケース単位で行い、展示ケースの前に立つとその展示ケースに関する概要の画面 (図 9) を提供するようにした。

実証実験の結果、システムの利用者数は 936 人であり、年齢層は 10 代、20 代、30 代、50 代以上でそれ

¹ 「横浜発掘物語」1998 年 3 月 7 日~4 月 12 日



図 9: MobiGUIDE システムの画面

ぞれ約 20%、40 代が 16%だった。

5.4 実験結果と考察

2.2 節で述べた各要求条件に対して、応答時間による性能測定、アンケート結果による評価および定性的な評価を行った。

利用者負担は軽減されたか?: 「展示物の解説が自動的に提供されるのは便利だと思いましたか?」という問いに対して 93% の人から「便利になった」という回答を得た。導入実験時に説明員として見ていると、計算機の操作はわからないということで自動的に提供される解説だけを見ている人もいた。以上のことから、解説を検索する操作負担は改善できたといえる。

迅速な対応は実現できたか?: 情報提供の速度は、平均 1.5 秒 (内位置検出:0.5 秒、情報取得:1 秒) であり、ストレス無く利用できた。ただ、「展示物の前に移動しても位置が切り替わらなかった」と言う人が 40%いた。位置検出に用いている赤外線が指向性であるために、赤外線送信装置の向きに一度でも向かない場合は、いくら展示物の前に移動しても解説は自動的に提供されない。しかし高い確率で移動が検出される展示ケースも存在したため、利用者の移動パターンを考慮した赤外線送信装置の設置方式を確立すれば対処可能である。

提供者負担は軽減できたか?: 今回、展示中に解説情報の更新があったが、サーバ側の変更対象情

報を変更するだけでよかったため、変更の手間は非常に小さかった。また、解説情報の変更に対する柔軟性も高く、展示中にも解説を変更することが可能であり、提供者の負担を軽減できたといえる。

6 まとめ

本稿では、次の2つの機能をもつ博物館を対象とした状況適応型モバイル情報提供システム (MobiGUIDE) の設計と実装について述べた。

1. 利用者の位置に応じて解説を自動配信する。これにより、利用者は展示物に近づいただけで展示物の解説を閲覧できる。
2. 利用者の状況に応じた解説を動的に構成する。これにより、利用者は自分の状況に応じた解説を受けることができる。

構築した MobiGUIDE プロトタイプを用いて実証実験を行った結果、サービス実現に対する3つの要求条件をすべて満足できることが確認できた。

今後の課題は、実証実験で得られたアンケート結果と利用者状況をさらに詳しく解析し、それを元にシステムの改良を行うことと、さらに高度な状況適応型情報提供サービスとして利用者の移動経路や興味に応じたナビゲーションサービスを実現することである。

謝辞

本システムの開発と実験の実施にご協力頂いた、横浜市歴史博物館・安藤広道学芸員に感謝いたします。

参考文献

- [1] G.M. Voelker and B.N. Bershad: "Mobisaic : An Information System for a Mobile Wireless Computing Environment," *Proceedings of the 1st Workshop on MCSA*(1994)
- [2] M.F. Kaashoek, T. Pinckney, and J.A. Tauber: "Dynamic Documents: Mobile Wireless Access to the WWW," *Proceedings of the 1st Workshop on MCSA*(1994)
- [3] 綾塚祐二, 暦本純一, 松岡 聡: UbiquitousLinks: 実世界に埋め込まれたハイパーメディアリンク,

第 67 回情報処理学会ヒューマンインターフェース研究会, pp.23-30(1996)

- [4] 栗田他: 携帯型マルチメディア・オン・デマンドの開発, 第 16 回日本展示学会研究大会予稿集, pp.10-11(1997)
- [5] 須藤昌徳, 横山和俊, 箱守 聰, 井上 潮: 状況依存型情報提供におけるハイパーテキストの動的生成方式に関する検討, 第 56 回情報処理学会全国大会講演集, 5Aa-06(1998)
- [6] 横山和俊, 須藤昌徳, 白井博章, 箱守 聰, 井上 潮: 携帯端末を用いた見学者に対する個人向け情報提供システム, 第 56 回情報処理学会全国大会講演集, 2H-8(1998)