

リモートディスプレイ環境における WWW ブラウジングシステム

上 向 俊 晃[†] 萩 野 浩 明[†] 原 隆 浩[†]
塚 本 昌 彦[†] 西 尾 章 治 郎[†]

本論文では、携帯電話を利用してユビキタスコンピューティング環境を実現するリモートディスプレイ環境を提案する。リモートディスプレイ環境では、いたるところにインターネットに接続されたディスプレイ(リモートディスプレイ)が存在する。ユーザは、携帯電話を用いてリモートディスプレイにアクセスし、情報の提示や閲覧に利用する。さらに本論文では、リモートディスプレイ環境において WWW ブラウジングを行う方式を提案し、その提案方式の設計および実装方法の詳細について述べる。提案方式では、携帯電話のディスプレイに操作ページを表示し、ユーザの操作をリモートディスプレイ上のページに反映させることでリモートディスプレイ上での WWW ブラウジングを実現する。これによって、ユーザはリモートディスプレイ環境において、いつでもどこでも、携帯電話では得ることのできない大画面の Web ページを閲覧できる。

A WWW Browsing System in Remote Display Environments

TOSHIAKI UEMUKAI,[†] HIROAKI HAGINO,[†] TAKAHIRO HARA,[†]
MASAHIKO TSUKAMOTO[†] and SHOJIRO NISHIO[†]

In this paper, we propose a *remote display environment* which is a kind of ubiquitous computing environment with cellular phones. In a remote display environment, there are displays everywhere that are connected to the Internet, which we call *remote displays*. A user connects to remote displays by using a cellular phone and uses them to show or browse information. We also propose a WWW browsing method in a remote display environment, and show our implementation on a practical platform. In the proposed method, the user operates a control page using a cellular phone and the operation is reflected on the remote display. The user can watch Web pages with wide screen anywhere and at any time.

1. はじめに

近年のコンピュータの小型化、軽量化およびネットワーク技術の発展により、モバイルコンピューティング環境が急速に普及している^{8),10)~12)}。モバイルコンピューティング環境では、ユーザは携帯可能なコンピュータを用いて、いつでもどこでも、移動しながらネットワークにアクセスでき、情報の通信や処理を行うことができる。モバイルコンピューティング機器として、特に携帯電話の普及が著しい。今日の携帯電話は単に電話のための端末ではなく、E-mail や WWW ブラウジングなどの機能を備えており、かつ、携帯性に優れることから、手のひらサイズのコンピュータとして認められつつある。

一方、近年のコンピュータ技術の発展により、ユビ

キタスコンピューティングに対する注目も高まっている^{6),13)~15)}。ユビキタスコンピューティング環境では、いたるところにコンピュータが存在し、だれでも自由にそのコンピュータを利用できる。しかし、現状では、それぞれの用途に応じた専用のアプリケーションを個別に開発する必要がある。さらに、統一的なインフラストラクチャを整備するには、多額の資金が必要になる。

そこで本論文では、モバイルコンピューティング環境とユビキタスコンピューティング環境の2つを融合したコンピュータの新しい利用環境として、リモートディスプレイ環境を提案する。リモートディスプレイ環境では、生活空間の至る所に大画面表示可能なディスプレイ(リモートディスプレイ)が存在する。ユーザは、携帯電話を用いて、それらのディスプレイにアクセスし、情報の提示や閲覧に利用する。これによって、携帯電話のインフラストラクチャを利用してユビキタスコンピューティング環境を容易に実現できる。

[†] 大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻
Department of Information System Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University

さらに本論文では、リモートディスプレイ環境の応用の1つとして、携帯電話を用いたリモートディスプレイ上での WWW ブラウジング方式を提案し、これを実現するシステムの設計と実装を行う。この方式により、携帯電話を用いてリモートディスプレイ上のブラウザを操作でき、携帯電話では得ることのできない大画面の Web ページを閲覧できる。

以下では、2章でリモートディスプレイ環境について述べる。3章では、携帯電話を用いた WWW ブラウジング方式の実現について述べる。4章で考察を行い、5章で関連研究との比較を行う。最後に6章で結論と今後の課題を述べる。

2. リモートディスプレイ環境

本論文で提案するリモートディスプレイ環境の概念図を図1に示す。リモートディスプレイ環境では、街角のいたるところに大画面表示可能なディスプレイ(リモートディスプレイ)が存在する。リモートディスプレイとして、通常のコンピュータディスプレイだけではなく、図2のような公共の大型ディスプレイやビルの壁面の電光掲示板も利用できる。リモートディスプレイはインターネットに接続しており、各リモートディスプレイには一意な URL が与えられ画面上に表示されている。ユーザは携帯電話にその URL を入力しリモートディスプレイにアクセスすることにより、リモートディスプレイ上の画面操作を行い、情報の提示や閲覧が可能である。

リモートディスプレイ環境では、インターネットに接続された大画面ディスプレイを、携帯電話という小さな携帯端末を用いて操作することから、大きく分類して2つの特徴がある。まず、携帯電話の表示画面に比べてリモートディスプレイは解像度の高い大画面を利用できることから、ユーザは様々な場所で、そこに設置されたリモートディスプレイをあたかも自分の持つコンピュータのディスプレイのように利用できる。次に、リモートディスプレイにはインターネット経由でアクセスするので、自分の目の前にないリモートディスプレイの画面操作も可能である。

リモートディスプレイ環境の応用例としては、次のようなものが考えられる。

(1) 伝言板としての利用

リモートディスプレイは伝言板として利用できる。ユーザは、携帯電話を用いて伝言板となるリモートディスプレイにアクセスし、文字入力を行うことでそのリモートディスプレイに伝言を表示する。リモートディスプレイ環境では、ユーザの目の前にないディスプレ

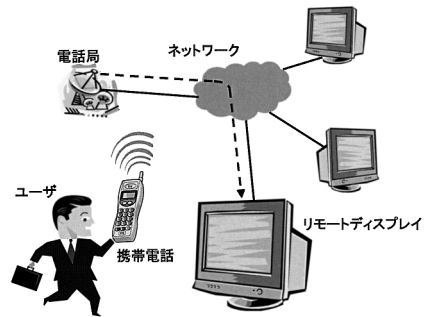


図1 リモートディスプレイ環境
Fig.1 A remote display environment.



図2 公共空間にあるディスプレイの例
Fig.2 Examples of displays in public facilities.

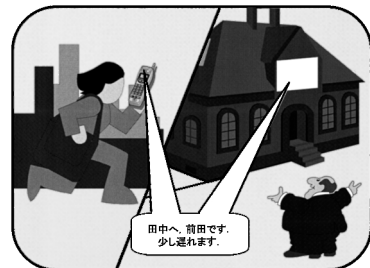


図3 利用例1(伝言板)
Fig.3 An application of a remote display: a message board.

イにも伝言を表示できるため、従来の伝言板ではできないことが可能となる。たとえば、図3のように待合所に遅れそうなときに待合場所のリモートディスプレイにその旨を表示する場合、行方不明のペットを探すときに様々な場所のリモートディスプレイへペット探しの依頼を表示する場合などが考えられる。この応用例のように、ユーザの目の前にないディスプレイに対してアクセスする場合、ディスプレイの URL を知る方法として、URL をブックマークに登録しておくか、ディレクトリサービスにより検索するという方法が考えられる。

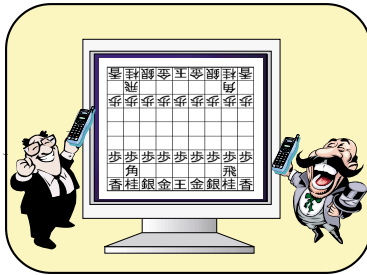


図4 利用例2(対戦型ゲーム)

Fig. 4 An application of a remote display: a two-player game.

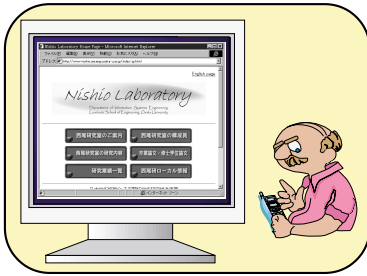


図5 利用例3(WWWブラウジング)

Fig. 5 An application of a remote display: a WWW browsing system.

(2) 対戦型ゲームの画面としての利用

1つのリモートディスプレイを複数人で共有することにより、リモートディスプレイは協調作業などに利用できる。典型的な例として、図4のように複数のユーザが対戦型ゲームをする場合の利用が考えられる。ゲームは、一般に迫力のある大画面の方が臨場感が高く、他の大勢に見られている方が興奮度が高いことから、この利用法はビジネス面からも有効性が高い。

(3) WWWブラウジング画面としての利用

現在、いくつかの携帯電話では、端末単体でWWWブラウジングが可能である。ところが、携帯電話単体では、ハードウェアの制限上、表示可能なページが限られ、携帯電話での閲覧を考慮して作成されたページしか表示できない⁷⁾。そこで、図5のように携帯電話を用いてリモートディスプレイ上のWebページの操作を行うことにより、大きな画面で通常のWebページのブラウジングが可能となる。これは、外出先で詳細な情報を検索したいときなどに有効である。

3. リモートディスプレイ環境におけるWWWブラウジング

前章で述べたリモートディスプレイ環境の応用を実現する際、操作インターフェースとなる携帯電話のキー数が少ないことや画面が小さいことから、リモート

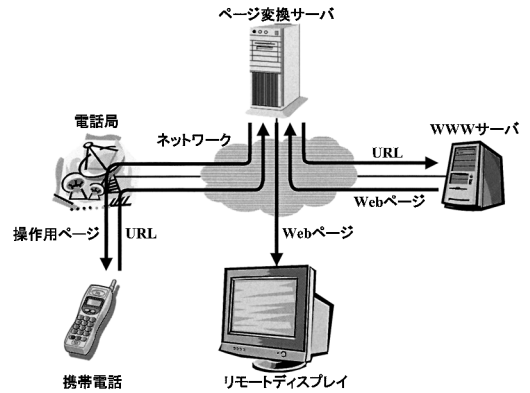


図6 WWWブラウジングシステムの概要

Fig. 6 The concept of a WWW browsing system.

ディスプレイの画面操作を簡易に行うためには、それぞれの応用に特化した様々な工夫が必要となる。そこで、筆者らはリモートディスプレイ環境での応用の実現例として、まず応用例(3)のWWWブラウジングを行うシステムの設計と実装を行った。本章では、その詳細について述べる。

3.1 システムの設計

WWWブラウジングを行うためのインターフェースとしては、NTT DoCoMoのiモード対応携帯電話を用いる。これは、iモードでは端末単体でiモード対応ページのWWWブラウジングとその基本操作が実現されているため、リモートディスプレイ上でWWWブラウジングするためのインターフェースとして利用できると考えたからである。

しかし、iモード端末で表示できるページには、以下に示すような制限がある。

- 画像ファイルを含めて2Kバイト以内のページしか表示できない。
- GIF形式の画像しか表示できない。

本節では、このようなiモード端末の制限を考慮した、WWWブラウジングシステムの設計について述べる。

3.1.1 WWWブラウジングシステムの概要

リモートディスプレイ環境において、WWWブラウジングを行うためのシステム構成を図6に示す。

システムは、ユーザインターフェースとなる携帯電話、リモートディスプレイ、WWWサーバ、および、ユーザの入力に応じてリモートディスプレイに該当するページを渡すページ変換サーバの4つの要素からなる。

各リモートディスプレイには、一意なURLが与えられており、ユーザがアクセスする際にこのURLを

指定する。ユーザは、次のようにして、WWW ブラウジングを行う。

- (1) ユーザは、携帯電話にリモートディスプレイの URL を入力する。
- (2) リモートディスプレイと携帯電話のディスプレイに、スタートページが表示される。
- (3) ユーザは、スタートページ内のフォームに閲覧したいページの URL を入力するか、スタートページ内のいずれかのリンクを選択する。
- (4) ページ変換サーバは、その URL を基に WWW サーバにアクセスし、該当するページを取得する。
- (5) ページ変換サーバは、取得したページをリモートディスプレイ上に、そのページの操作作用ページを携帯電話上にそれぞれ表示する。ここで、操作作用ページとは、リモートディスプレイ上に表示される Web ページのリンクとフォームだけを抽出したページのことである。
- (6) ユーザは、リモートディスプレイ上の Web ページを見ながら、携帯電話上の操作作用ページを用いてページ操作を行う。
- (7) (6)において、ユーザがリンクを選択した場合、(4)に戻る。一方、ユーザがフォームに対して入力を行った場合、(8)に進む。
- (8) ページ変換サーバは、ユーザが入力した内容を WWW サーバへ送信し、それに対して得られた入力結果のページをリモートディスプレイ上に表示する。(6)に戻る。

このように、ユーザはリモートディスプレイ上の Web ページを見ながら、携帯電話に表示された操作作用ページを用いて WWW ブラウジングが行える。

3.1.2 ページ変換サーバの設計

WWW ブラウジングシステムにおいて、携帯電話、WWW サーバは通常のを、リモートディスプレイは通常のコンピュータディスプレイをそのまま用いることができる。そこで本項では、新たに構築する必要のあるページ変換サーバの設計について説明する。ページ変換サーバは、ページ取得部とページ変換部から構成される。両モジュールの動作は以下のとおりである。

[ページ取得部]

ユーザが携帯電話に入力した URL を受信し、それに対応するページのソースファイルを取得する。そのページをリモートディスプレイ上にそのまま表示し、さらに操作作用ページを作成するために、取得したソースファイルをページ変換部に渡す。

[ページ変換部]

ページ取得部から受け取ったソースファイルを基に、操作作用ページを作成し、携帯電話に送信する。操作作用ページは、以下のようして作成する。

● リンク抽出

元のページのソースファイルから他のページへのリンク部分を抽出し、操作作用ページに加える。この際、リンクが文字列に割り当てられている場合は、リンク先の URL ではなくその文字列を表示する。また、画像にリンクが割り当てられている場合は、その画像に〈alt〉タグで説明文が加えられているなら、その説明文を表示し、説明文がないなら、「画像」と表示する。

● フォーム抽出

元のページにフォームが存在する場合は、操作作用ページにそのフォーム部分を表示する。さらに、携帯電話からのユーザの入力結果をリモートディスプレイ上に表示する。

● ページ分割

リンクを抽出して作成したページのサイズが、i モードの表示可能制限である 2K バイトより大きくならないように、操作作用ページを複数に分割する。分割された各操作作用ページには、「前のページへ」と「次のページへ」の 2 つのリンクがあり、これらを選択することで操作作用ページ間を移動できる。この際、リモートディスプレイ上のページは変更しない。

● スクロール用リンクの表示

リモートディスプレイ上の表示ページが、ブラウザの表示範囲よりも大きい場合は、携帯電話からのスクロール操作を実現する必要がある。そこで、操作作用ページに、「スクロール上へ」と「スクロール下へ」の 2 つのリンクを表示する。これらを選択することで、リモートディスプレイ上の画面をスクロールさせる。この際、操作作用ページは変更しない。

● アクセス制御

1 つのリモートディスプレイに同時に複数のユーザがアクセスすると、WWW ブラウジング中に他のユーザによって意思に反する Web ページを表示させられる可能性がある。したがって、同時には 1 人のユーザしか使用できないようにする必要がある。そこで、ユーザがあるリモートディスプレイにアクセスしたときに、そのディスプレイが他のユーザからアクセスされていない場合は、そのユーザに ID を割り当てる。ID を与えられた



図7 リモートディスプレイ上のページ例

Fig.7 A page example shown in a remote display.



図8 自動作成した操作ページ

Fig.8 An operational page for a cellular phone.

ユーザがリモートディスプレイを使用している間に、他のユーザからアクセスがあっても、ディスプレイ上の Web ページは変化させず、ID を持たないユーザの携帯電話上に使用中であることを表示する。

図7に、リモートディスプレイ上に表示されるページの例を、図8に、そのページから自動作成した操作ページを示す。

3.2 システムの実装

本節では、前節の設計に基づいて行った、システムの実装について説明する。

3.2.1 実装環境

ページ変換サーバは、Sun ワークステーション (Solaris 2.6) 上に実装した。携帯電話としては、NTT DoCoMo N501i を用いた。WWW サーバに

は、Apache HTTP server (Apache 1.3.9) を用いた。リモートディスプレイには、ページ変換サーバを実装したワークステーションのディスプレイを用いた。また、リモートディスプレイ上の WWW ブラウザには、Netscape 4.08 を用いた。

ページ変換サーバの実装には、CGI プログラムの記述に Perl5 言語を用い、さらに、WWW サーバへのアクセスに、Perl5 用の WWW アクセス用ライブラリモジュール群である LWP (Library for WWW access in Perl)¹⁾を用いた。

3.2.2 ページ変換サーバの実装

上述の実装環境において、以下のようにページ変換サーバを実装した。

[ページ取得部]

要求された URL に対するソースファイルを取得するため、LWP ライブラリの LWP::Simple クラスの get 関数を使用した。この関数は、URL を引数に与えることでページのソースファイルを取得できる。これによって、ブラウザに表示する前に、ページを加工することができる。

[ページ変換部]

元のページのソースファイルから、操作ページ用のソースファイルを自動作成する。図9に、図7のページ例のソースを示す。また、図10に、このソースファイルから自動作成した操作ページの、1 ページ目のソースを示す。

● リンク抽出

リンク抽出は、`<a href...>...` などのリンクに関するタグの部分から URL とそのリンク名を抽出することで実現した。また、画像リンクは、`` タグとのパターンマッチにより識別した。このとき、その画像に `<alt>` タグで説明文が加えられている場合も考慮した。

ページ取得部では、携帯電話から受け取った URL をそのまま WWW サーバに送りページを取得する。しかし、抽出したリンクが相対 URL の場合、そのまま WWW サーバに相対 URL を送ってもページを取得できない。そこで、相対 URL を絶対 URL に変換するため、LWP ライブラリの URI::URL クラスの abs() 関数を使用した。この関数は、相対 URL を引数に与えることで絶対 URL を返す。これによって、抽出したリンクが相対 URL であっても、WWW サーバからページ取得できるようになった。

● フォーム操作

まず、`<form ...>...</form>` のフォームに関する

```

<html><head><title>link</title></head>
<body background="space.gif" text="white"
link="yellow" vlink="red">
<center><font size=+2> リンク集 </font><br>
<br>
<p><table><tr><td><a href="http://link1/">
サーチエンジン </a></td>
<td><a href="http://link5/"> ダウンロード </a></td>
<td><a href="http://link9/"> ニュース </a></td></tr>
<tr><td><a href="http://link2/"> スポーツ </a></td>
<td><a href="http://link6/"> 自動車 </a></td>
<td><a href="http://link10/"> ゲーム </a></td></tr>
<tr><td><a href="http://link3/"> コンピュータ </a></td>
<td><a href="http://link7/"> 芸能 </a></td>
<td><a href="http://link11/"> ショッピング </a></td>
</tr>
<tr><td><a href="http://link4/"> 映画 </a></td>
<td><a href="http://link8/"> 音楽 </a></td>
<td><a href="http://link12/"> その他 </a></td>
</tr></table>
<p><a href="http://home.html/"></a></b>
<p>
</center></body></html>

```

図 9 ページ例のソース

Fig. 9 A source code of the page shown in Fig. 7.

タグの部分を抽出した。ここで、フォーム操作を実現するため、ページ変換サーバ上に 2 つの CGI プログラムを作成した。1 つは、抽出したフォームを携帯電話上に表示させる CGI プログラム(プログラム A)であり、もう 1 つは、携帯電話上のフォームに入力された情報を基に WWW サーバにアクセスし、その処理されたページをリモートディスプレイ上に表示させるプログラム(プログラム B)である。

フォームが表示された操作作用ページ(プログラム A)からプログラム B にデータを送ると、プログラム B では、“(本来フォームを処理すべき CGI プログラムの URL) ? (入力されたデータ)” という形式の URL を WWW サーバに送信し、リモートディスプレイ上にその処理結果を表示させる。

- ページ分割

操作作用ページの分割は、「次(前)のページへ」という前後のページへのリンクを作ることで実現した。このとき、図 10 のソースの下から 5 行目のように、このリンクのリンク先 URL を“(ソースファイルの URL) & page=x”とした。この URL をサーバが受け取ると、ソースファイルの URL を基にもう一度ページ取得を行い、さらに複数作成した操作作用ページから x 番目のページを携帯

```

<html><head><title>URL-CGI</title></head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=x-sjis">
<body><center>Web-mukai</center><hr>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://link1/"
accesskey="0">0. サーチエンジン </a><br>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://link5/"
accesskey="1">1. ダウンロード </a><br>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://link9/"
accesskey="2">2. ニュース </a><br>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://link2/"
accesskey="3">3. スポーツ </a><br>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://link6/"
accesskey="4">4. 自動車 </a><br>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://link10/"
accesskey="5">5. ゲーム </a><br>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://link3/"
accesskey="6">6. コンピュータ </a><br>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://link7/"
accesskey="7">7. 芸能 </a><br>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://link11/"
accesskey="8">8. ショッピング </a><br>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://link4/"
accesskey="9">9. 映画 </a><br>
<a href = "http://***/url.cgi?URL=http://LINK.
html & page=2">[次のページへ]</a><br>
<a href = "http://***/scrl1.cgi?URL=http://LINK.
html & page=1& scroll=1">[スクロール下へ]
</a><br>
</body></html>

```

図 10 操作作用ページのソース(1 ページ目)

Fig. 10 A source code of the operational page shown in Fig. 8.

電話に表示させる。これによって、操作作用ページは変化しても、リモートディスプレイ上の Web ページは変化しない。

また、分割前のページにフォームが存在する場合は、フォームだけを表示する操作作用ページへのリンクを、1 ページ目の操作作用ページに作成した。なお、ページ分割の基準として、分割前のページが 2K バイトを超えない場合でも、1 ページには 10 個のリンクしか振り分けられないものとした。これは、0 から 9 の 1 つのボタン操作でリンクの選択を可能にするためである。

- スクロール機能

リモートディスプレイ上の画面をスクロールさせる機能は、元のページのソースファイルに (a name) タグを追加し、操作作用ページに「スクロール上(下)へ」というリンクを作ることで実現した。ユーザがこのリンクを選択すると、上(下)の (a name) タグの位置までリモートディスプレイ上の WWW 画面をスクロールさせる。(a name) タグは、ソー

スファイルに対し 10 行単位で追加した。

● アクセス制御

ユーザに割り当てられた ID を、そのユーザの携帯電話上の操作ページにおいて、すべてのリンクに引数として付加した。たとえば、ID が 01 のユーザの場合、操作ページ内の各リンクは、“(ページ変換サーバ上の CGI プログラムの URL)?URL=(抽出した URL) & USR_ID=01” という形式の URL で与えた。ユーザがこのリンクを選択すると、リンク先の URL とユーザ ID をページ変換サーバに送信する。これにより、ユーザの同定が可能となり、他のユーザからのアクセスを禁止できる。

また、ID を与えられたユーザが一定時間(たとえば 3 分間)そのリモートディスプレイにアクセスしなかった場合、他のユーザからのアクセスも受け付ける。新しいユーザがアクセスすると、そのユーザに新しい ID を割り当て、スタートページを表示するものとした。このとき、前の ID は無効にするが、一定時間経過後でも、他のユーザからのアクセスがなければ、ID を与えられたユーザは、継続してそのリモートディスプレイを利用できるものとした。

4. 考 察

本章では、本論文で提案したリモートディスプレイ環境および実装したシステムの問題点と今後の拡張について議論する。

4.1 リモートディスプレイ環境について

リモートディスプレイ環境では、通常のコンピュータディスプレイなどの大画面表示可能なディスプレイを利用できるため、ユーザは非常に軽量の小型の携帯電話を持ち歩くだけで、ノートパソコンや PDA と同等以上の機能を利用できる。また、本環境では、普及率の高い携帯電話を利用するため、ユーザは新たにインタフェースを購入する必要がない。さらに、既存のコンピュータディスプレイとインターネットを利用することから、大規模で統一的なインフラストラクチャの整備を考慮する必要がない。インタフェースとして携帯電話を用いずに、キーボードなどをインタフェースとする通常のコンピュータをそのまま設置する方法も考えられるが、この方法では設置されたコンピュータの目の前まで行かないと操作が行えないといった問題や、インタフェース機器の破損が頻繁に発生してメンテナンスに多額の費用と手間がかかるといった問題がある。このように、リモートディスプレイ環境は、

従来のコピキタスコンピューティング環境よりも実現性の面で優れている。

現在、フィンランドの Sonera 社において、携帯電話を用いて自動販売機から物品を購入できるシステムの開発・運用が進められている⁴⁾。ユーザが、販売機に表示された電話番号に電話をかけると、サービス提供者からその販売機のサービスメニューが携帯電話端末に表示される。代金は電話会社の課金システムを利用するか、電話機に挿入する IC カードを電子クレジットカードとして使用することで回収する。このシステムは、自動販売機のほかに、洗車機やゲーム、コピー機など様々なアプリケーションでの実現を目的としている。このように、携帯電話をリモートコントローラとして利用することに対して注目が高まっていることから、リモートディスプレイ環境のアプローチは現実的である。

ただし、実環境において普及するためには、ビジネスとして成り立つ必要がある。ビジネスの利用例としては、インターネットに接続されたディスプレイを店のショーウィンドウなどに設置しておき、スタートページ内に、その店の情報や他の企業のバナー広告を表示することが考えられる。このとき、広告やページへのアクセスに対して課金できれば、ディスプレイを設置する店の利益が確保できる。さらに、リモートディスプレイの設置により、集客効果も期待できる。

一方、リモートディスプレイ環境では、公共の場に存在するディスプレイを利用するため、会社や政府機関などの極秘資料の表示はできない。したがって、ユーザだけでなく、ディスプレイを設置する側も、設置場所を考慮する必要がある。また、大勢の人が集まる公共の場に設置されたディスプレイに対して、故意に公序良俗に反する文章や画像が表示される可能性がある。そのため、ディスプレイを設置する側が、そのような表示を制限するような機構を実現する必要がある。

4.2 ページ変換サーバ方式について

本論文で実装したシステムでは、通常の Web ページをリモートディスプレイ上に表示し、その Web ページを操作ページに自動変換したものを携帯電話上に表示する。リモートディスプレイ環境を実現する際、ページ変換を用いない方法として、(i) リモートディスプレイを携帯電話を用いて直接操作する方法と、(ii) 通常の Web ページを携帯電話上にも表示する方法が考えられる。(i) の方法では、マウスの動作を携帯電話のいずれかのキーに対応させることでリモートディスプレイ上のマウスカーソルを直接操作し、フォーム入力の際には携帯電話の入力をそのまま表示させる

ことが考えられる。この方法では、リンク選択やスクロール操作に関しては、ページ変換サーバ方式よりも直観的に行うことができる。しかし、リモートディスプレイからある程度離れていて、マウスカーソルや文字表示が見えにくい場合や、自分の目の前にないディスプレイを操作する場合には使用できない。また、元の Web ページのソースから必要なコンテンツのみを抽出するページ変換サーバ方式に比べて、デバイスドライバの開発など実装に手間がかかる。

一方、(ii)の方法は、Web ページを携帯電話などの小表示端末向けに変換する商用サービスである Spyglass Prism 3.0²⁾や、NTT DoCoMo の i モード対応の Web ページに変換するサービスである i-GATE³⁾などを利用することで、容易に実現できる。この方法では、ユーザが一般に行う操作に必要なコンテンツ以外も携帯電話に表示することから、画面が非常に複雑になってしまい、WWW ブラウジングを快適に行うことは困難である。

以上のような理由から、リモートディスプレイ環境を実現する手法として、これらの方法の中間的な方法であるページ変換サーバ方式は妥当であると考えられる。ただし、リモートディスプレイ上のマウスカーソルを直接操作する機能については、状況によって非常に有効な場合もあるため、今後、本論文で実装したシステムに取り入れることを検討している。

4.3 実装したシステムについて

実装したシステムでは、〈table〉タグが使用されていないフォームに対するデータの入力が可能である。しかし、一般にフォームには、〈table〉タグが使用されていることが多い。i モード端末では 〈table〉タグを使用することができないため、今後は、〈table〉タグが使用されているフォームに対しても、ユーザにとって利用しやすい操作ページを作成する予定である。

さらに、複数の画像にリンクが設定されている場合や、1枚の画像を分割して複数のリンクが設定されている場合などは、リモートディスプレイの表示内容と操作ページの表示内容(リンク)とを一致させることは困難である。そのため、操作ページとして、リンクやフォームなどのユーザの操作対象のみを抽出するのではなく、元のページの簡易なバージョンを自動作成し、それを操作ページとしてユーザに提供する機能が必要である。この機能を実現するためには、画像ファイルの GIF 形式への変換や、文章のサマリー抽出などを行わなければならない。

アクセス制御については、ユーザに対してページ変換サーバが ID を割り当て、一定時間ディスプレイが使

用されなければ、他のユーザもそのディスプレイにアクセス可能にした。この機能のほかにも、操作ページに「アクセス終了」というリンクを表示し、ユーザがこのリンクを選択することにより、明示的にアクセス権を解放できる方法を検討している。今後は、本論文で紹介した様々なアプリケーションを実現することを予定しているため、さらに複雑なアクセス制御の方法についても検討している。特に、リモートディスプレイを協調作業の画面として利用する場合、複数のユーザが1つのディスプレイを共有するために、ディスプレイを共有するすべてのユーザに共通の ID と、その中で各ユーザを識別するための異なる ID を用いる方法を考えている。前者の ID は WWW ブラウジングシステムと同様にアクセス権限を制御するために利用し、後者は各ユーザの入力を識別するために用いる。

5. 関連研究

本研究でインタフェースとして使用した、端末単体で WWW ブラウジング可能な携帯電話のほかにも、外出先で WWW ブラウジングを行う端末として、携帯端末や PDA、マルチメディアキオスクなどがある。しかし、携帯端末や PDA は、モバイルコンピューティング端末として、携帯電話ほど普及していない。また、機器が大きく重いことから、ユーザが気軽に持ち歩くことができないため、今後も携帯電話ほど生活に密着しないものと考えられる。マルチメディアキオスクなどのコピキタスコンピューティング端末は、統一的なインフラストラクチャの整備を行う必要がある。また、ユーザは端末の目の前でしか利用できない。一方、リモートディスプレイを用いた WWW ブラウジングでは、画面の可視範囲であれば遠隔地からも操作可能である。さらに、複数人で1つの画面を操作することも可能である。

携帯端末をインタフェースとして用いて計算機を利用する研究には、文献 5) や文献 9) などがある。文献 5) では、WWW の URL を拡張し、TV やラジオ、照明などのコントローラとして携帯端末を利用する UbicompBrowser システムが提案されている。文献 9) では、不動産情報を検索するために PDA と TV を用いる手法が提案されている。この手法では、PDA 上に不動産情報の概略を表示させ、そのいずれかを選択することにより、TV 上に不動産の写真などの詳細情報を表示させる。本研究は、リモートディスプレイがインターネットに接続されており、これに携帯電話を用いてアクセスすることにより、ユーザの目の前にないディスプレイの操作も可能な点で、これらの研究とは

異なる。

本研究と同様に、携帯端末で WWW ブラウジングを行うことを目的として、一般の HTML データを携帯端末用に変換する研究には、文献 7) などがある。文献 7) では、画面が小さい携帯端末上で、通常の Web ページを閲覧する手法が提案されている。この手法では、通常の Web ページ全体のアウトラインだけを、ディレクトリ構造を用いて携帯端末の画面に表示させる。さらに、すでに商用サービスとして提供されているものとして、Spyglass Prism 3.0²⁾ や i-GATE³⁾ などがある。Spyglass Prism 3.0 は、携帯電話、PDA、テレビ、携帯 PC など、あらゆる携帯端末による Web コンテンツへのアクセスを可能にするサービスである。このサービスでは、ユーザのニーズに応じて、サーバがそれぞれの携帯端末の表示能力に応じてコンテンツの変換と最適化を行い、それを携帯端末に送信する。特に、画像に関しては、機器の表示能力に応じてサイズやフォーマットを変換・削除できる。i-GATE は、通常の Web ページを i モード対応の Web ページに変換するサービスである。これは、元の Web ページから画像や不要なタグを削除し、リンクやテキストなどを端末上に表示する。このように、これらの手法は、小表示端末で通常の Web ページを閲覧することが目的であるため、テキスト部分が非常に多い場合、表示画面が小さい携帯電話では閲覧が容易ではない。また、Web ページ上の画像を変換・削除するため、鮮明な画像を閲覧できない。一方、本論文で実装したシステムでは、通常の Web ページを閲覧する際のインタフェースとしてのみ携帯電話を利用するため、Web ページをそのままの形で閲覧できる。さらに、ユーザは WWW ブラウジングの手段として主に、リンク選択やフォーム操作、スクロール操作を行うことから、実装したシステムでは、ユーザがこのような操作をするための必要最低限のコンテンツを元の Web ページから抽出し、携帯電話に表示する。したがって、上記の手法と比較して、携帯電話上での操作が容易である。

6. おわりに

本論文では、ユビキタスコンピューティング環境とモバイルコンピューティング環境を組み合わせたりリモートディスプレイ環境を提案した。さらに本論文では、リモートディスプレイ環境において、WWW ブラウジングを実現するシステムの設計および実装を行った。実装したシステムでは、リモートディスプレイ上に表示される Web ページのリンクとフォームだけを抽出し、携帯電話上に表示させる。そして、ユーザが

携帯電話上でリンクの選択やフォームの操作を行うことにより、リモートディスプレイ上への該当するページの表示を実現できる。

数名の被験者に、実装したシステムを利用してもらい、アンケート評価を行った結果、システムの有用性については大部分の被験者から肯定的な回答を得た。しかし、システムの操作性に関しては、ページ変換サーバが、元の Web ページから単純にリンクやフォームを抽出して携帯電話上に表示することから、携帯電話上の表示が複雑になり、携帯電話上のリンクとリモートディスプレイ上のリンクとの照合が困難であるとの意見が多く得られた。したがって、今後は操作ページ作成方法に関してさらに検討する必要がある。

また、リモートディスプレイ環境におけるその他のアプリケーションの実装も検討している。

謝辞 本研究は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「マルチメディア・コンテンツの高度処理の研究」(Project No.JSPS-RFTF97P00501)の研究助成によるものである。ここに記して謝意を表す。

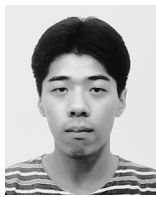
参考文献

- 1) The LWP homepage,
URL:<http://www.linpro.no/lwp/>.
- 2) Spyglass Prism 3.0,
URL:<http://www.spyglass.co.jp/solutions/technologies/prism/index.html>.
- 3) i-GATE, URL:<http://www.i-greet.com/i-gate/index.html>.
- 4) Sonera Mobile Pay,
URL:http://www.sonera.fi/english/solutions/mobilepay/concept/future_visions.html.
- 5) Beigl, M., Schmidt, A., Lauff, M. and Gellersen, H.: The UbicompBrower, *Proc. 4th ERCIM Workshop on User Interfaces for All* (1998).
- 6) Gellersen, H., Beigl, M. and Krull, H.: The media cup: Awareness technology embedded in an everyday object, *Proc. 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC '99)*, pp.308-310 (1999).
- 7) Jones, M., Marsden, G., Mohd-Nasir, N. and Buchanan, G.: A site-based outliner for small screen Web access, *Proc. 8th World Wide Web Conference*, Toronto, Canada (May 1999).
- 8) Mühlhäuser, M., Kotulla, A. and Gessler, S.: WWW/Newton, mobile computing for the Internet, *Proc. World Conference on Educational and Hypermedia (EDMEDIA '95)*, pp.241-246 (1995).

- 9) Robertson, S., Wharton, C., Ashworth, C. and Franzke, M.: Dual device user interface design: PDAs and interactive television, *Proc. CHI '96*, pp.79–86 (1996).
- 10) Schilit, B.N., Adams, N., Gold, R., Tso, M. and Want, R.: The PARCTAB mobile computing system, *Proc. 4th Workshop on Workstation Operating Systems (WWOS-IV)*, pp.34–39 (1993).
- 11) Schilit, B.N., Adams, N. and Want, R.: Context-aware computing applications, *Proc. Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pp.85–90 (1994).
- 12) Schmidt, A., Beigl, M. and Gellersen, H.: There is more to context than location, *Proc. Interactive Applications of Mobile Computing (IMC)*, pp.11–20 (1998).
- 13) Weiser, M.: The computer for the twenty-first century, *Scientific American*, pp.94–104 (1991).
- 14) Weiser, M.: Some computer science issues in ubiquitous computing, *Comm. ACM*, pp.74–84 (1993).
- 15) Weiser, M.: Hot topics: Ubiquitous computing, *IEEE Computer*, pp.71–72 (1993).

(平成 11 年 12 月 24 日受付)

(平成 12 年 7 月 5 日採録)



上向 俊晃

2000 年大阪大学工学部情報システム工学科卒業。現在，同大学院工学研究科博士前期課程在学中。モバイルコンピューティング，ユビキタスコンピューティングに興味を持つ。



萩野 浩明 (学生会員)

1996 年大阪大学工学部情報システム工学科卒業。1998 年同大学院工学研究科博士前期課程修了。現在，同大学院工学研究科博士後期課程在学中。モバイルコンピューティング，

知識処理に興味を持つ。



原 隆浩 (正会員)

1995 年大阪大学工学部情報システム工学科卒業。1997 年同大学院工学研究科博士前期課程修了。同年，同大学院工学研究科博士後期課程中退後，同大学院工学研究科情報システム工学専攻助手となり，現在に至る。工学博士。1996 年本学会山下記念研究賞受賞。2000 年電気通信普及財団テレコムシステム技術賞受賞。データベースシステム，分散処理に興味を持つ。IEEE，電子情報通信学会の各会員。



塚本 昌彦 (正会員)

1987 年京都大学工学部数理工学科卒業。1989 年同大学院工学研究科修士課程修了。同年，シャープ(株)入社。1995 年大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻講師，1996 年より，同大学大学院工学研究科情報システム工学専攻助教授，現在に至る。工学博士。時空間データベースおよびモバイルコンピューティングに興味を持つ。ACM，IEEE 等 7 学会の会員。



西尾章治郎 (正会員)

1975 年京都大学工学部数理工学科卒業。1980 年同大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。京都大学工学部助手，大阪大学基礎工学部および情報処理教育センター助教授を経て，1992 年より大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻教授となり，現在に至る。2000 年より大阪大学サイバーメディアセンター長を併任。この間，カナダ・ウォータールー大学，ピクトリア大学客員。データベース，知識ベース，分散システムの研究に従事。現在，Data & Knowledge Engineering，DataMining and Knowledge Discovery，The VLDB Journal 等の論文誌編集委員。ACM，IEEE 等 8 学会の会員。