

リモートディスプレイ環境における 携帯電話を用いた WWW ブラウジング方式

上向俊晃 萩野浩明 原 隆浩 塚本 昌彦 西尾 章治郎

大阪大学工学部情報システム工学教室

E-mail: {uemukai,hagino,hara,tuka,nishio}@ise.eng.osaka-u.ac.jp

本稿では、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、至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)が存在し、携帯電話を用いてアクセスすることにより画面操作が可能になる。さらに本稿では、リモートディスプレイ環境において携帯電話を用いて WWW のブラウジングを行う方式を提案し、設計および実装を行った提案方式を実現するためのシステム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かつカラーのホームページを閲覧できる。

A WWW Browsing Method Using a Cellular Phone in a Remote Display Environment

Toshiaki UEMUKAI

Hiroaki HAGINO

Takahiro HARA

Masahiko TSUKAMOTO

Shojiro NISHIO

Department of Information Systems Engineering, Faculty of Engineering, Osaka University

In this paper, we propose a *remote display environment* that integrates a mobile computing environment with a ubiquitous computing environment. In a remote display environment, there are displays everywhere that are connected to the Internet, which we call *remote displays*. We also propose a WWW browsing method using a cellular phone in a remote display environment, and show our implementation on a practical platform. In the proposed method, a user operates a control page using a cellular phone and the operation is reflected on the remote display. The user can watch colored homepages with wide screen anywhere and at any time.

1 はじめに

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が高まっている [4][5][6][8]。ユビキタスコンピューティング環境では、至る所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。

一方、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も急速に普及している [2][3][7]。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る。

本稿では、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の二つを組み合わせ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)が存在し、ユーザが携帯電話を用いて、それらのディスプレイにアクセスすることにより、情報の獲得や情報の表示が可能となる。

さらに本稿では、リモートディスプレイ環境の機能の一つとして、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かつカラーのホームページを閲覧できる。

本研究と同様に携帯端末をインタフェースとして用いて計算機利用を行う研究には、文献 [9] や文献

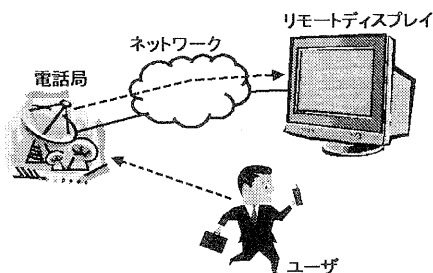


図 1: リモートディスプレイ環境

[10] などがある。文献 [9] 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 [10] 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 上に不動産情報の写真などの詳細情報を表示させる。本研究では、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考慮に入れる。

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。最後に、4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

本稿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。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、ユーザは携帯電話を用いて、インターネット経由でリモートディスプレイにアクセスし、画面操作を行うことが可能である。

リモートディスプレイ環境では、公共の場に存在する大画面ディスプレイを、携帯電話などの非常に小さなモバイル端末を用いて操作することから、大きく分類して 2 つの用途が考えられる。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であることから、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も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、1 つのリモートディスプレイを複数人で共有できることから、協調作業に利



図 2: 利用例 1 (伝言板)

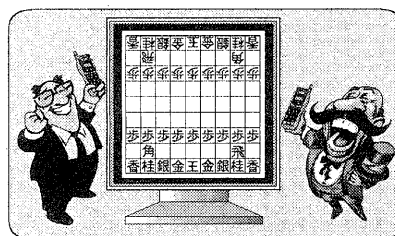


図 3: 利用例 2 (対戦型ゲーム)

用できる。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具体的な応用例としては、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。例えば、待合所に遅れそうなときに待合せ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。

(2) 対戦型ゲームの画面としての利用

前述の協調作業の代表的な例として、複数のユーザが対戦型ゲームをする場合などに利用できる。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。



図 4: 利用例 3 (WWWブラウジング)

(3) WWW ブラウジング画面としての利用

現在、NTT DoCoMo の i モード対応携帯電話では、端末単体で WWW ブラウジングが可能である。しかし、ハードウェアの制限上、表示可能なページが限られ、i モード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。そこで、リモートディスプレイを用いれば、カラーの大きな画面で WWW 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。

これら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 (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。本稿の以下の部分では、その詳細について述べる。

3 リモートディスプレイ環境における WWW ブラウジング

本章では、リモートディスプレイ環境の応用例として実現した WWW ブラウジングシステムの設計と実装について述べる。さらに、実装したシステムの問題点や今後の拡張について述べる。

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。

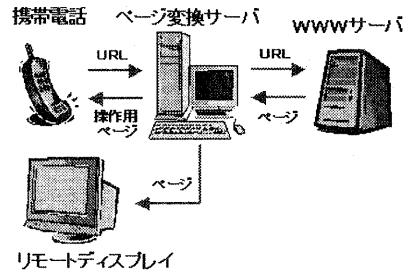


図 5: WWW ブラウジングシステムの概要図

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。
- 2 階調 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 5 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、以下のようにして、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 を元に 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。
6. ユーザは、リモートディスプレイ上のホームページを見ながら、携帯電話に表示されたリンクを選ぶ。4.に戻る。

ここで、操作作用ページとはリモートディスプレイに表示されるホームページのリンクだけを抽出したページのことである。ユーザが、携帯電話上でそのリンクを選択することにより、リンク先のホームページがリモートディスプレイ上に表示される。

このように、ユーザはリモートディスプレイ上のホームページを見ながら、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 サーバは通常のもの、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。そこで本節では、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通りである。

[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元に、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、以下のようにして作成する。

- 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当てられている場合は、リンク先の URL だけでなくその文字列を表示する。また、画像にリンクが割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。

- 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



図 6: リモートディスプレイ上のページ例

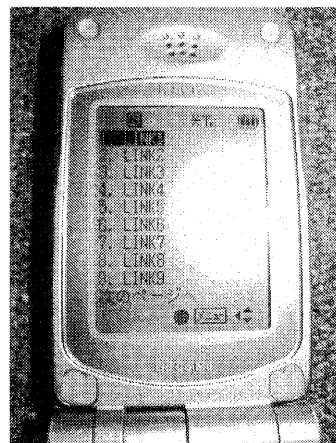


図 7: 自動作成した操作作用ページ

り大きくなるときは、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、「前ページへ」「次ページへ」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されない。

図6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7に、そのページから自動作成した操作作用ページを示す。

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

上述の実装環境に基づいて、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、操作作用ページのソースファイルを自動作成する。図 8 に、図 6 のページ例のソースを示す。また、図 9 に、このソースファイルから自動作成した操作作用ページの、1 ページ目のソースを示す。

● リンク抽出

リンク抽出は、Perl 言語で正規表現のパターンマッチ演算子を用いて、`...` 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

```
(html)(head)(title)link(/title)(/head)
(body background="space.gif" text="white"
link="yellow" vlink="red")
(a href="http://home.html")(a) (center) リンク (br)(br)

(a href="http://link1/")<h3>LINK1</h3></a>
(a href="http://link2")LINK2 </a>
(a href="http://link3/")LINK3</a>
(a href="http://link4/")LINK4 </a>
(a href="http://link5/")LINK5 </a>
(a href="http://link6/")LINK6</a>(p)
(a href="http://link7/")LINK7
</a>(p)
(a href="http://link8/")LINK8 </a>
(a href="http://link9/")LINK9</a>
(a href="http://link10/")LINK10</a>
(a href="http://link11/")LINK11</a>
(/center)(/body)( /html)
```

図 8: ページ例のソース

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。

● ページ分割

操作作用ページの分割は、「次(前)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 9 のソースの下から 3 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 を元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ホームページは変化しない。

なお、ページ分割の基準として、分割前のページが 2K バイトを越えない場合でも、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。

3.3 考察

本節では、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。

3.3.1 画面のスクロールについて

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たページをスクロールさせることはでき

```

<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://home.html" accesskey="0">0. home</a><br>
<a href = "http://***/URL.cgi?url=http://link1/" accesskey="1">1. LINK1</a><br>
<a href = "http://***/URL.cgi?url=http://link2/" accesskey="2">2. LINK2</a><br>
<a href = "http://***/URL.cgi?url=http://link3/" accesskey="3">3. LINK3</a><br>
<a href = "http://***/URL.cgi?url=http://link4/" accesskey="4">4. LINK4</a><br>
<a href = "http://***/URL.cgi?url=http://link5/" accesskey="5">5. LINK5</a><br>
<a href = "http://***/URL.cgi?url=http://link6/" accesskey="6">6. LINK6</a><br>
<a href = "http://***/URL.cgi?url=http://link7/" accesskey="7">7. LINK7</a><br>
<a href = "http://***/URL.cgi?url=http://link8/" accesskey="8">8. LINK8</a><br>
<a href = "http://***/URL.cgi?url=http://link9/" accesskey="9">9. LINK9</a><br>
<a href = "http://***/URL.cgi?url=http://abc.html & page=2">次ページへ</a><br>
</body></html>

```

図 9: 操作作用ページのソース (1 ページ目)

ない。リモートディスプレイ上でのスクロール操作を実現方法として、次のものを検討している。

- 携帯電話のボタンの1つをスクロールボタンに割り当て、ボタン操作に対応してリモートディスプレイ上の画面をスクロールさせる。
- ソースファイルに {a name} タグを追加し、操作作用ページに画面をジャンプするリンクを加える。

3.3.2 操作作用ページについて

実装したシステムでは、元のページのソースファイルからリンクのみを抽出して操作作用ページを作成している。しかし、ユーザがホームページに対して操作する対象としては、リンクの他にフォームなどがある。今後は、元のページにフォームが存在する場合は、操作作用ページにもそのフォームを表示できるように改良を加える予定である。

また、複数の画像にリンクが設定されている場合や、一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作用ページの表示内容(リンク)とを一致させることは困難である。そのため、操作作用ページとして、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、それを操作作用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2階調 GIF 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。

4 おわりに

本稿では、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モートディスプレイ環境を提案した。さらに本稿では、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ホームページのリンクだけを抽出し、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を選択することにより、リモートディスプレイ上にそのホームページを表示できる。

今後の課題としては、3.3章で述べたようなスクロール機能の実現やフォームへの対応、および、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を検討している。

参考文献

- [1] The LWP home page, (URL: <http://www.linpro.no/lwp/>).
- [2] B. N. Schilit, N. Adams, R. Gold, M. Tso, and R. Want: "The PARCTAB mobile computing system," *Proc. of 4th Workshop on Workstation Operating Systems (WWOS-IV)*, pp.34-39, 1993.
- [3] B. N. Schilit, N. Adams, and R. Want: "Context-aware computing applications," *Proc. of Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pp.85-90, 1994.
- [4] M. Weiser: "The computer for the twenty-first century," *Scientific American*, pp.94-104, 1991.
- [5] M. Weiser: "Some computer science issues in ubiquitous computing," *Communications of the ACM*, pp.74-84, 1993.
- [6] M. Weiser: "Hot topics: ubiquitous computing," *IEEE Computer*, pp.71-72, 1993.
- [7] M. Mühlhäuser, A. Kotulla, and S. Gessler: "WWW/Newton, mobile computing for the Internet," *Proc. of World Conference on Educational and Hypermedia (EDMEDIA '95)*, pp.241-246, 1995.
- [8] M. Beigl: "Using spatial co-location for coordination in ubiquitous computing environment," *Proc. of 1th Int'l Symp. on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99)*, 1999.
- [9] M. Beigl, A. Schmidt, M. Lauff, and H. Gellersen: "The UbicompBrowser," *Proc. of 4th ERCIM Workshop on User Interfaces for All*, 1998.
- [10] S. Robertson, C. Wharton, C. Ashworth and M. Franzke: "Dual device user interface design: PDAs and interactive television," *Proc. of CHI'96*, pp.79-86, 1996.