

リモートディスプレイ環境における複数ユーザを 考慮したアクセス制御方式

上向 俊晃 萩野 浩明 原 隆浩 塚本 昌彦 西尾 章治郎

大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻

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

筆者らは、これまでに、携帯電話をインタフェースとして、街角のいたるところにある大画面ディスプレイ（リモートディスプレイ）を操作するリモートディスプレイ環境を提案している。本稿では、リモートディスプレイ環境において1つのリモートディスプレイを複数のユーザが共有するためのアクセス制御方式を提案する。提案方式では、リモートディスプレイにアクセスしてきたユーザに与えるIDによってユーザを識別する。さらに、IDを与えられたユーザ間でトークンを巡回させ、トークンをもつユーザに対してのみリモートディスプレイのアクセス権を与えることによりアクセス制御を行う。この方式により、複数のユーザが1つのリモートディスプレイを共有し、協調作業や対戦型ゲームを行うことが可能になる。さらに、提案方式にもとづくシステムの一例として、リモートディスプレイ上で五目ならべを行うシステムを構築する。

An Access Control Method for Multiple User Applications of a Remote Display

Toshiaki UEMUKAI Hiroaki HAGINO Takahiro HARA
Masahiko TSUKAMOTO Shojiro NISHIO

Department of Information Systems Engineering,
Graduate School of Engineering, Osaka University

We have proposed a *remote display environment* in which users can operate large displays (*remote displays*) set everywhere in town via cellular phones. In this paper, to enable multiple users to share a single remote display, we propose an access control method on the remote display environment. In this method, the system identifies a user based on the *identifier* assigned to her. It also controls her access right on the remote display by using a *token* exchanged among the users. Only the user having a token can access the remote display. This mechanism enables multiple users to work cooperatively or to play match games on a single remote display. We have implemented a system where two users can play gobang as an example of the proposed method.

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 [4][5][6]。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。近年の携帯電話は、単に電話のための端末ではなく、E-mail, WWWブラウジングやスケジュール管理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 [3][7]。

また、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環境に対する注目が高まっている [1][2][9][10][11]。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。そのため、ユビキタスコンピューティング環境の実現は容易ではない。

そこで、筆者らはこれまでに、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を融合したコンピュータの新しい利用環境として、携帯電話をインタフェースとして利用するリモートディスプレイ環境を提案した [8]。リモートディスプレイ環境では、生活空間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。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。これにより、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。

さらに筆者らは、リモートディスプレイ環境の実現例の 1 つとして、携帯電話を用いてリモートディスプレイ上で WWW ブラウジングを行うシステムを実装した。今日の携帯電話は、端末単体でも WWW ブラウジングを行えるが、表示画面やページのサイズが限られているため、携帯電話での表示を考慮して作成された Web ページしか表示できない。筆者らの実装した WWW ブラウジングシステムでは、リモートディスプレイ上には通常の Web ページを表示し、携帯電話上にはリモートディスプレイの画面操作を行うための操作用ページを表示する。操作用ページとは、元の Web ページ内のすべてのリンクとフォームを抽出したものである。ユーザが携帯電話上でリンクを選択するかフォームにデータを入力すると、リモートディスプレイ上にはその URL に該当する通常の Web ページが表示され、携帯電話上にはその Web ページから自動作成された操作用ページが表示される。このように、筆者らの実装した WWW ブラウジングシステムでは、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。

実装したシステムでは、Web ページの個人的な閲覧を目的としているため、1 つのリモートディスプレイに同時に 1 人のユーザしかアクセスできな

い。しかし、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。その典型的な例として、複数のユーザが対戦型ゲームをする場合が考えられる。一般に、対戦型ゲームは、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、ビジネス面からも有効性が高い。そこで本稿では、リモートディスプレイ環境において 1 つのリモートディスプレイを複数のユーザが協調作業などに利用することを考慮したアクセス制御方式について議論する。さらに本稿では、このアクセス制御方式の一例として構築した、2 人のユーザが 1 つのリモートディスプレイ上で行う五目ならべシステムを示す。

以下では、2 章で、筆者らがこれまでに提案した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について述べる。3 章でリモートディスプレイ環境における複数ユーザを考慮したアクセス制御方式について述べ、さらに、アクセス制御方式の一例として構築した五目ならべシステムについて説明する。4 章で考察を行い、最後に 5 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における WWW ブラウジングシステム

本章では、筆者らが文献 [8] において提案したリモートディスプレイ環境、および、これまでに実装した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について説明する。

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なく、公共の場に設置された大型ディスプレイやビルの壁面の電光掲示板などの利用も想定している。リモートディスプレイはインターネットに接続されており、ユーザは携帯電話を用いてリモートディスプレイ上の画面を操作し、情報の提示や閲覧を行う。

リモートディスプレイ環境において、筆者らがこれまでに実装した WWW ブラウジングシステム

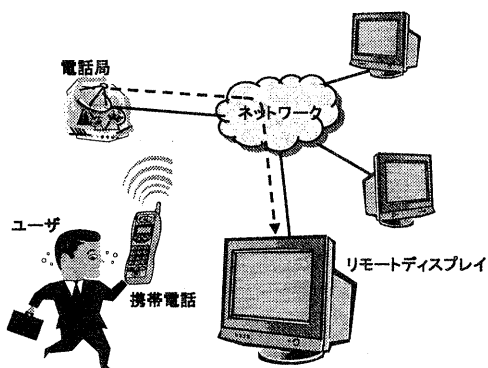


図 1: リモートディスプレイ環境

では、ユーザはインタフェースとして、端末単体で WWW ブラウジング可能な携帯電話を使用する。各リモートディスプレイには、一意な識別子として 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 を入力することで、このリモートディスプレイを管理するページ変換サーバと呼ぶシステムにアクセスする。ユーザが一旦ページ変換サーバにアクセスすると、それ以降はユーザのリクエストする URL はすべてページ変換サーバに送信される。ページ変換サーバは、携帯電話から送られた URL のリクエストにもとづいて Web ページを取得し、リモートディスプレイ上にはその Web ページを表示する。一方、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ているため、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。そこでページ変換サーバは、携帯電話上にはリモートディスプレイの画面操作を行うための Web ページ（操作用ページ）を自動作成し表示する。この操作用ページは、取得した通常の Web ページ内のリンクとフォームだけを抽出したものである。リンクの抽出は、Web ページ内の<a>タグなどのリンクに関するタグの部分抽出することで、フォームの抽出は、Web ページ内の<form>タグ内の部分抽出することにより実現した。ユーザが携帯電話上でリンクを選択するか、フォームにデータを入力すると、その情報にもとづいた URL がページ変換サーバに送信される。このように、ユーザは、携帯電話上でリンク選択や

フォーム操作を行うことにより、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。

この WWW ブラウジングシステムでは、Web ページの個人的な閲覧を目的としているため、1つのリモートディスプレイを同時に1人のユーザしか利用できないようにした。これは、ユーザがリモートディスプレイにアクセスする際、ページ変換サーバがユーザに ID を割り当てることで実現した。

3 リモートディスプレイ環境におけるアクセス制御方式

本章では、複数のユーザが1つのリモートディスプレイを同時に利用するためのアクセス制御方式を提案する。提案するアクセス制御方式は、2章で説明した WWW ブラウジングシステム上に実現する。現在、イントラネットなどのアプリケーションを Web インタフェース上に構築することは一般的であるため、提案方式を Web インタフェース上に実現することで、様々なアプリケーションをリモートディスプレイで利用可能となる。

3.1 アクセス制御方式の概要

リモートディスプレイを複数のユーザで利用するために、ディスプレイを共有するすべてのユーザに共通の ID（共通 ID）と、その中で各ユーザを識別するための ID（識別 ID）を用いる。さらに、ID を獲得したユーザの間でトークンを巡回させることにより、リモートディスプレイの画面操作を行うアクセス権限を制御する。

ユーザは、アクセスしたいリモートディスプレイの URL を携帯電話に入力する。ユーザがリモートディスプレイにアクセスすると、共通 ID と識別 ID が与えられる。そのアプリケーションに人数制限がある場合は、その制限数に達するまでユーザからのアクセスは受け付けられ、リモートディスプレイ上には残りのアクセス可能人数が表示される。すでにリモートディスプレイにアクセスしているユーザ数とその最大人数である場合、ユーザはアクセスを拒否される。ID をもつユーザが明示的に ID を解放するか、一定時間操作を行わなければ、その ID は解放される。ID が自動的に解放されるまでの時間

はアプリケーションによって異なる。また、アプリケーションによっては時間の経過による ID の解放を行わない設定も可能である。

リモートディスプレイに対して操作を行いたいユーザは、トークンを獲得する。そのため、まずユーザはトークンの獲得要求をページ変換サーバに送信する。ここで、トークンの数は必ずしも 1 つではなく、アプリケーションによっては複数の場合もある。解放されているトークンがある場合は、リクエストしたユーザはトークンを獲得する。一方、解放されているトークンがない場合は、ユーザはトークンを獲得できず、しばらく待機する旨を伝えるメッセージを受け取る。トークンをもつユーザは、リモートディスプレイに対して、リンク選択、フォーム入力などの操作を行うことができる。その操作が終了するとトークンは解放される。

3.2 アクセス制御方式の設計

リモートディスプレイ環境において、アクセス制御を行うためのシステム構成を図 2 に示す。システムは、ID 認証部、トークン認証部、リモートディスプレイ操作部の 3 つのモジュールから構成される。携帯電話とこのシステムの間で交換される情報には、各ユーザに割り当てられた 2 種類の ID とトークンの情報が必ず付加される。各モジュールの動作は、以下の通りである。

[ID 認証部]

ID 認証部は、リモートディスプレイにアクセスするユーザに対して共通 ID と識別 ID を与える。アプリケーションごとに、同時にアクセス可能なユーザ数が定められており、すでにその制限数のユーザがアクセスしている場合は、新しいユーザからのアクセスを拒否する。ID の情報は、各ユーザの操作作用ページ内に含まれるリンクに対応する URL に付加される。さらに、ID 認証部は、操作作用ページの URL の引数に付加された共通 ID によって ID が与えられていないユーザとの識別を行い、識別 ID によって ID を与えられたユーザ間の識別を行う。この 2 種類の ID は、ユーザが明示的に ID を解放するか、ディスプレイに一定期間アクセスしない場合以外は有効である。ID を明示的に解放するために、操作作用ページ内にそのためのリンクを追加する。また、ID を与えられたユーザが一定時間（例えば 3 分

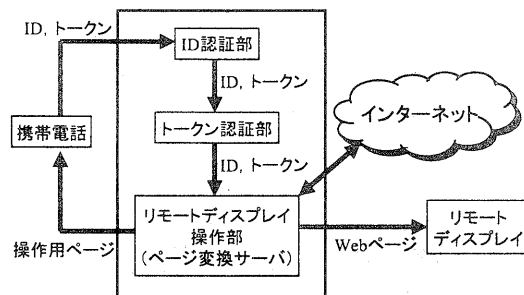


図 2: アクセス制御システム

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。ただし、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、継続してリモートディスプレイを利用できる。

[トークン認証部]

トークン認証部は、ID を獲得したユーザの間でトークンを巡回させる。トークンをもつユーザのみ、リモートディスプレイの画面操作を行うことができる。ただし、トークンは 1 つである必要はなく、複数存在する場合もある。トークンをもつユーザがリモートディスプレイの操作を終了すると、トークンは解放される。解放されているトークンがある場合のみ、ID を獲得しているユーザが携帯電話上でトークン獲得のためのリンクを選択すると、トークン認証部はそのユーザにトークンを与える。

[リモートディスプレイ操作部]

このモジュールは、2 章で説明したページ変換サーバに相当する。すなわち、リモートディスプレイ上には元の Web ページを表示し、ユーザの携帯電話上には自動作成した操作作用ページを表示する。ここで、トークンをもつユーザにはリモートディスプレイに対して操作可能なページを表示し、そうでないユーザにはトークンを獲得するためのリンクをもつページを表示する。トークンをもつユーザが操作作用ページ上でデータを入力すると、リモートディスプレイ操作部は、そのデータをもとにリモートディスプレイ上の Web ページを更新する。

```

<html>
<head>
<title>タイトル</title>
<!--
<remotedisplay commonID=(共通 ID 名)
maxdistID=(識別 ID 制限数)
token=(トークン数)>
-->
</head>
<body>
...
</body>
</html>

```

図 3: ID タグを追加したソースファイル例

```

http://www.*/server.cgi?commonID=
(共通 ID)&distID=(識別 ID)&token=x

```

図 4: 操作作用ページの URL 例

3.3 アクセス制御方式の実装

本節では、前節の設計にもとづいて行ったアクセス制御方式の実装について説明する。

まず、リモートディスプレイ上に表示される Web ページのソースファイルにおいて、<head>タグ内で、ID に関する情報を記述する。“commonID=共通 ID”で共通 ID 名を指定し、“maxdistID=識別 ID 制限数”で識別 ID の制限数を指定する。さらに、“token=トークン数”でユーザ間で巡回させるトークンの数を指定する。図 3 に ID に関する情報を付加した Web ページのソースファイル例を示し、図 4 に ID とトークンの情報を付加した操作作用ページ内のリンクの URL 例を示す。

アクセス制御システムの各モジュールは、次のように実装した。

[ID 認証部]

ID 認証部は、ソースファイルに指定された識別 ID 数の制限内で、ユーザがリモートディスプレイにアクセスした順番に共通 ID と識別 ID を与える。

これは、図 4 に示すように、操作作用ページ内のすべてのリンクの URL に、引数として“commonID=共通 ID”と“distID=識別 ID”の記述を付加することで実現した。この記述は、ユーザが明示的に ID を解放するか、ディスプレイに一定時間アクセスしない場合以外、常に操作作用ページ内の各リンクに付加する。このように URL の引数に付加した情報をもとにユーザ ID の認証を行い、ID が確認されれば、受け取った URL をトークン認証部に渡す。ID が確認されない場合は、アクセスを拒否する。

[トークン認証部]

トークン認証部は、ID 認証部でアクセス許可されたユーザに対して、ID 認証部から受け取った URL 内の“token=x”の部分でトークンに関する認証を行う。これは、トークンをもつユーザの操作作用ページの URL の引数には“token=1”を付加し、トークンをもたないユーザの操作作用ページの URL の引数には“token=0”を付加することで実現した。トークンをもつユーザが携帯電話上でデータを入力し、リモートディスプレイ上の Web ページを更新すると、トークン認証部はそのトークンを解放し、操作作用ページの URL の引数に“token=0”を付加する。トークンをもつユーザの数がトークンの最大数より小さいとき、トークンをもたないユーザがトークンを獲得するためのリンクを選択すると、トークン認証部はそのユーザにトークンを与え、操作作用ページの URL の引数に“token=1”を付加する。すでにすべてのトークンがユーザに与えられているときは、トークンをもたないユーザがトークンを獲得するためのリンクを選択してもそのユーザにトークンを与えない。このようにして、トークン認証部はトークンをユーザ間で巡回させる。トークン認証部は、URL の引数に付加した情報をもとにユーザのトークンの有無を認証し、2 種類の ID と共にリモートディスプレイ操作部に URL を渡す。

[リモートディスプレイ操作部]

リモートディスプレイ操作部は、トークン認証部でトークンをもつことを確認したユーザのための操作作用ページを、元の Web ページの<body>タグ内から、WWW ブラウジングシステムのページ変換サーバの機能であるリンク抽出とフォーム抽出を利用して作成する。このようにして、トークンをもつユーザの携帯電話上にはリモートディスプレイの

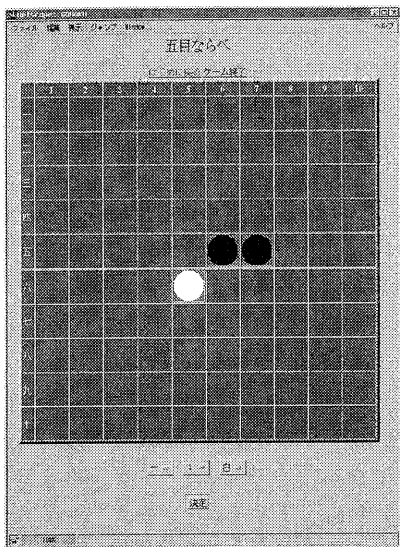


図 5: 五目ならべシステムの Web ページ例

画面を操作できる操作ページを表示する。一方、トークンをもたないユーザのための操作ページは、`<head>`タグ内の`<RDform>`タグ内にコメントアウトして記述した部分を抽出することで作成する。このように、リモートディスプレイ操作部では、リモートディスプレイ上に表示する Web ページの 1 つのソースファイルからトークンをもつユーザとトークンをもたないユーザとで抽出部分を変更することで、それぞれの操作ページを自動作成する。

トークンをもつユーザが携帯電話上でリモートディスプレイの画面操作を行うと、ID 認証部とトークン認証部で ID とトークン “token=1” を認証した後、リモートディスプレイ操作部は、ユーザが入力したデータをもとにリモートディスプレイ上の Web ページを変更する。

3.4 アプリケーション例

本節では、本研究で実現したアクセス制御方式にもとづくシステムの一例として実装した五目ならべを行うシステムについて説明する。図 5 に、リモートディスプレイ上に表示される Web ページ例を示し、図 6 に、そのソースファイル例を示す。

五目ならべの場合、リモートディスプレイを共有できる人数は 2 人で、同時に操作できる人数は 1 人

```
<html><head>
<title>GOMOKU</title>
<!--<remotedisplay commonID=gomoku
maxdistID=2 token=1-->
<!--<RDform>
<form action='http://www.
***/server.cgi' method='post'>
<input type='hidden' name='commonID'
value='gomoku'>
<input type='submit' value='更新'>
</form>
</RDform-->
</head>
<body>
...
<form action='http://www.***.form.cgi'
method='post'>
<select name='line'>
<option value='1'>
...
<input type='submit' value='決定'>
</form>
...
</body></html>
```

図 6: 五目ならべシステムのソースファイル例

であるため、1 つの共通 ID と 2 つの識別 ID および 1 つのトークンを用いた。共通 ID として “commonID=gomoku”，識別 ID として “distID=1” と “distID=2” を使用し、操作ページ内の各リンクの URL の引数に付加した。図 7 に識別 ID “distID=1” をもつユーザがトークンをもつ場合の操作ページ例を示し、図 8 に識別 ID “distID=2” をもつユーザがトークンをもたない場合の操作ページ例を示す。

トークンをもつユーザの操作ページは、図 6 の `<body>` タグ内の `<form>` タグで指定された部分を抽出して作成した。この部分は、図 5 の下部に表示されているフォームの選択ボタンである。一方、トークンをもたないユーザの操作ページは、図 6 の `<head>` タグ内のコメントアウトされた `<RDform>` タグで指定された部分を抽出して作成した。この部分は、トークンを獲得するための更新ボタンである。

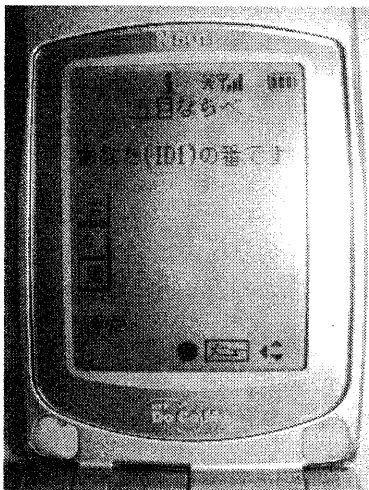


図 7: トークンをもつユーザの操作ページ

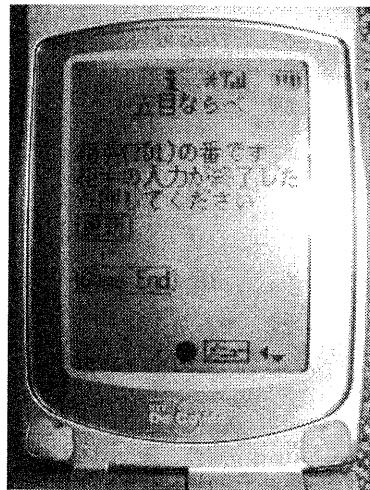


図 8: トークンをもたないユーザの操作ページ

4 考察

本章では、本研究で実現したリモートディスプレイ環境におけるアクセス制御方式、および、五目ならべシステムについて考察を行う。

4.1 Web ページに追加するタグについて

提案方式では、リモートディスプレイ上に表示する Web ページのソースファイルにおいて、`<head>` タグ内に、ID とトークンに関する情報を記述する。ID によってユーザを識別し、さらに、トークンによって ID をもつユーザに対するリモートディスプレイへのアクセスを制限する。これらの情報を変更することで、提案方式は様々なアプリケーションに応用できる。

また、トークンをもつユーザのための操作ページは、これまでに筆者らが実装したページ変換サーバを利用して自動作成する。これにより、ユーザはリモートディスプレイの画面操作を行うことができる。一方、トークンをもたないユーザのための操作ページは、元の Web ページのソースファイル内の `<head>` タグ内にあらかじめ追加したソースによって作成する。このように、管理者が 1 つの Web ページを用意するだけでトークンをもつユーザとトークンをもたないユーザの 2 つの操作ページを自動作成できるため、協調作業などを行うためのページ作成の

手間が小さい。

4.2 ID とトークンについて

本研究で実装した五目ならべシステムでは、ゲームの性格上、必ず 2 人のユーザが必要である。そのため、ユーザが 1 人しかリモートディスプレイにアクセスしていないときは、そのユーザはリモートディスプレイの操作を行うことができない。しかし、掲示板やチャットなどのアプリケーションでは、ユーザが制限人数より少ないときでも、リモートディスプレイのアクセス権限を獲得できるようにする必要がある。そのために、ユーザ数が識別 ID 制限数に達するまでにアクセス権限が得られるかどうかを `<head>` タグ内の ID に関する情報に追加して記述することが考えられる。

5 おわりに

本稿では、リモートディスプレイ環境において複数のユーザが 1 つのリモートディスプレイにアクセスすることを考慮したアクセス制御を行う方式を提案した。提案方式により、複数のユーザが 1 つのリモートディスプレイを共有し、協調作業や対戦型ゲームを行うことが可能となった。さらに、このアクセス制御方式にもとづくシステムの一例として、五目ならべを行うシステムを構築した。

今後の課題としては、4.2章で述べたように、IDをもつユーザがユーザ制限数より少ないときでもリモートディスプレイの操作を行うことのできる掲示板やチャットなどのアプリケーションの構築を検討している。

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・コンテンツの高次処理の研究」(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] Beigl, M., Schmidt, A., Lauff, M., and Gellersen, H.: "The UbicompBrowser," *Proc. of 4th ERCIM Workshop on User Interfaces for All* (1998).
- [2] Gellersen, H., Beigl, M., and Krull, H.: "The media cup: awareness technology embedded in an everyday object," *Proc. of 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC'99)*, pp.308-310 (1999).
- [3] 水野忠則, 井手口哲夫: "21世紀の携帯型情報端末," *情報処理 (情報処理学会誌)*, Vol.40, No.1, pp.42-46 (Jan. 1999).
- [4] Jones, M., Marsden, G., Mohd-Nasir, N., and Buchanan, G.: "A site-based outliner for small screen Web access," *Proc. of 8th World Wide Web Conference*, Toronto, Canada (May 1999).
- [5] Schilit, B. N., Adams, N., and Want, R.: "Context-aware computing applications," *Proc. of Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pp.85-90 (1994).
- [6] Schmidt, A., Beigl, M., and Gellersen, H.: "There is more to context than location," *Proc. of Interactive Applications of Mobile Computing (IMC)*, pp.11-20 (1998).
- [7] 塚本昌彦: "モバイルデータベース," bit, 共立出版, Vol.32, No.8, pp.33-40 (Aug. 2000).
- [8] 上向俊晃, 萩野浩明, 原隆浩, 塚本昌彦, 西尾章治郎: "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," *情報処理学会研究報告*, Vol.99, No.97, pp.51-56 (1999).
- [9] Weiser, M.: "The computer for the twenty-first century," *Scientific American*, pp.94-104 (1991).
- [10] Weiser, M.: "Some computer science issues in ubiquitous computing," *Communications of the ACM*, pp.74-84 (1993).
- [11] Weiser, M.: "Hot topics: ubiquitous computing," *IEEE Computer*, pp.71-72 (1993).