

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のアクセス機能の拡張について

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、携帯電話をインターフェースとして大画面（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、その応用として WWW ブラウジングシステムの実装を行った。実装したシステムでは、携帯電話のディスプレイに、元の Web ページからリンクのみを抽出した操作用ページを表示し、ユーザが選択したリンクに基づいて、該当ページをリモートディスプレイ上に表示する。本稿では、これまでに実装した WWW ブラウジングシステムにおいて、さらにアクセス機能の拡張を行った。まず、元の Web ページからフォームを抽出し、携帯電話上でのユーザの入力結果を反映する機能を実現した。また、ユーザがリモートディスプレイ上の Web ページをスクロールさせるための機能を実現した。さらに、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際のアクセス制御機能を実現した。これらの拡張によって、実装したシステムの実用性が高まった。

Extension of Access Functions in the System for WWW Browsing via Remote Display Environment

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* where users can operate large *remote displays* via cellular phones. As an application of this environment, we have implemented a WWW browsing system. In this system, a user can access a Web page via the *operational page* – a page consisting of only links extracted from the Web page – shown on the cellular phone while the Web page is displayed on the remote display. In this paper, we present the extensions we made on access functions in our WWW browsing system. First, we discuss the implementation of a facility to extract forms from a Web page and to reflect user's input on the cellular phone to the forms. After that, we discuss a function to scroll Web pages on the remote display. Finally, we discuss the implementation of access control on multiple users sharing single remote display. We show that such extensions makes our system more fit for general use.

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 [1][3][4]。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。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 [5]。

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環境に対する注目が高まっている [2][7][8]。ユビキタスコンピューティン

グ環境では、いた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。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、リモートディスプレイ環境を提案した [6]。リモートディスプレイ環境では、生活空間のいた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ブラウジングシステムの設計と実装を行った。最近の携帯電話は、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。そこで、このシステムでは、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ページを表示する。操作ページは、元のWebページ内のすべてのリンク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と、リモートディスプレイ上にはリンク先の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ページが表示される。このように、実装したシステムでは、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。

しかし、これまでのシステムは、ユーザが可能な操作はリンク選択のみであったため、実際にWWWブラウジングを行うには機能が不十分であった。例えば、入力フォームを含むWebページを閲覧できても、データの入力ができない。また、リモートディスプレイ上のWebページをスクロールできないため、一画面で表示できないWebページの閲覧が困難である。さらに、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。そこで本稿では、このような問題を解決するために、これまでに実装したシステムにおいて、アクセス機能の拡張を行う。この拡張により、ユーザは、通常のWWWブラウジングと同様の操作をリモートディスプレイ上で行えるようになる。

また、これまでに、実装したシステムの動作確認は行ったが、システムの操作時間など、定量的な評価を行っていなかった。本稿ではさらに、システムの実測評価を行い、その有効性を検証する。

以下では、2章でリモートディスプレイ環境とこれまでに実装したWWWブラウジングシステムについて述べる。3章では、WWWブラウジングシステムの機能拡張について述べる。4章で実装したシステムの評価を行い、5章で考察を行う。最後に6章で結論と今後の課題を述べる。

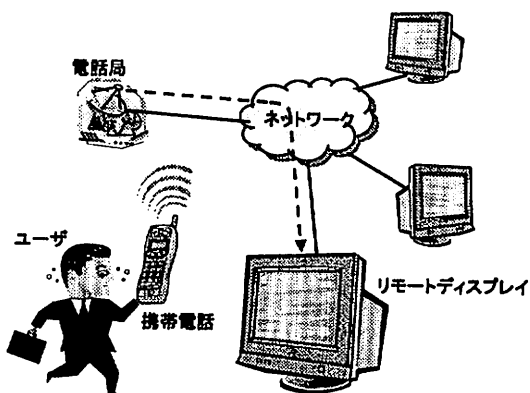


図1: リモートディスプレイ環境

2 リモートディスプレイ環境とWWWブラウジングシステム

本章では、リモートディスプレイ環境、および、筆者らがこれまでに実装した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として、通常のコンピュータディスプレイだけではなく、公共の大型ディスプレイやビルの壁面の電光掲示板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しており、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操作を行い、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、WWWブラウジングを行うためのシステム構成を図2に示す。このシステムでは、WWWブラウジングを行うための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用いる。システムは、この携帯電話の他に、リモートディスプレイ、WWWサーバ、および、ページ変換サーバから構成される。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。

各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、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、リモートディスプレイ上でWWWブラウジングを行う際、このURLを携帯電話に入力することでリモートディスプレイにアクセスする。ページ変換サーバは、携帯電話からURLのリクエストを受け取ると、WWWサーバにアクセスし、そのリンクに該当するWebページを取得し、リモートディスプレイ上に表示する。また、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

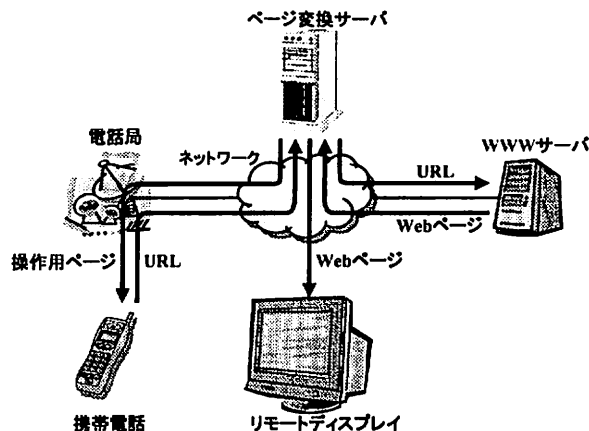


図 2: WWW ブラウジングシステムの概要

きない。そこで、ページ変換サーバは、通常の Web ページではなく、リモートディスプレイ上の Web ページに対して操作を行うための Web ページ（操作ページ）を自動作成し、携帯電話上に表示する。操作ページは、以下のように作成する。

- リンク抽出

Web ページのソースファイルから他の Web ページへのリンク部分を抽出し、操作ページに追加する。ユーザが操作ページでリンクを選択すると、その情報は常にページ変換サーバに送信される。

- 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、携帯電話の表示可能制限を超えないように、操作ページを複数に分割する。分割された各操作ページには、「前ページへ」と「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ページ間を移動できる。ただし、ユーザがこれらのリンクを選択しても、リモートディスプレイに表示される Web ページは変化しない。

3 アクセス機能の拡張

本章では、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対して、本稿で行ったアクセス機能の拡張について述べる。

3.1 拡張機能の設計

これまでに実装したシステムの問題点を解決するために、ページ変換サーバに、フォーム抽出、スクロール用リンクの追加、アクセス制御といった新たな機能を拡張する。以下では、それぞれの機能を実現するための設計について述べる。

- フォーム抽出

元の Web ページにフォームが含まれる場合は、操作ページにそのフォーム部分を表示する。さらに、ユーザが携帯電話を用いてデータを入力した結果として得られた Web ページをリモートディスプレイ上に表示し、そのページに対する操作ページを携帯電話上に表示する。

- スクロール用リンクの追加

リモートディスプレイ上に表示された Web ページが、表示画面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、操作ページに、「スクロール上へ」「スクロール下へ」の 2 つのリンクを表示する。ユーザがこれらのリンクを選択すると、リモートディスプレイ上の Web ページがスクロールする。この際、操作ページは変化しない。

- アクセス制御

これまでのシステムでは、1 台のリモートディスプレイに対して 1 人のユーザしか使用しないことを想定していた。しかし、実環境では、あるユーザがリモートディスプレイを利用している間に、そのリモートディスプレイに対して他のユーザがアクセスする可能性がある。そのため、アクセス制御の機能が必要となる。

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、新たにアクセスしてきたユーザの携帯電話上に、そのディスプレイが使用中であることを表示する。

3.2 拡張機能の実装

前節の設計に基づいて、以下のように拡張機能を実装した。

- フォーム操作

フォーム操作を実現するため、ページ変換サーバ上に、フォーム抽出部とフォーム処理部を新たに実装した。元の Web ページにフォームが含まれる場合、フォーム抽出部は、元の Web ページから `<form ...>...</form>` のフォームに関するタグの部分抽出し、携帯電話上に表示する。フォーム処理部は、ユーザが携帯電話上でフォームに入力する情報を受け取り、その情報をもとに WWW サーバにアクセスし、その結果のページをリモートディスプレイ上に表示する。

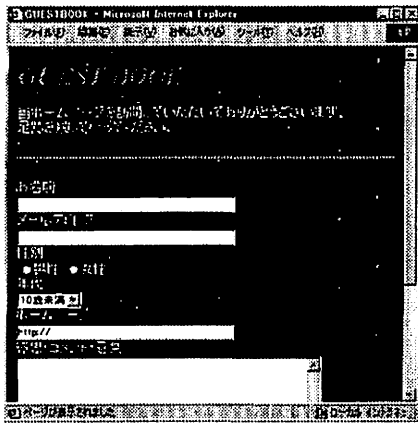


図 3: リモートディスプレイ上のページ例

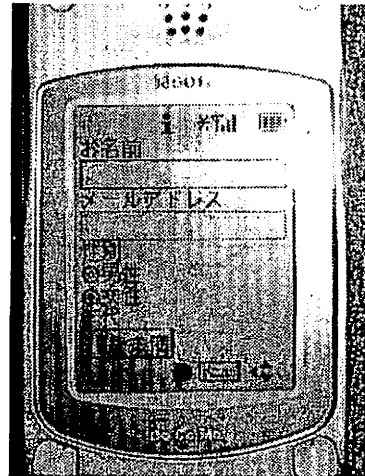


図 4: フォームを含む操作ページ

図 3に、リモートディスプレイ上に表示されたフォームを含むページの例を、図 4に、そのページから自動作成した操作ページを示す。

- スクロール用リンクの表示

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、操作ページに「スクロール上(下)へ」というリンクを作ることによって実現した。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て 10 行ごとに追加した。図 5に、スクロール用リンクが追加された操作ページを示す。

- アクセス制御

ユーザが、他のユーザがアクセスしていないリモートディスプレイにアクセスしたとき、そのユーザの操作ページ内のすべてのリンクに引数として ID を付加した。例えば、ID が 01 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。ユーザがリンクを選択すると、リンク先の URL とユーザ ID がページ変換サーバに送信される。これによって、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(例えば 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。



図 5: スクロール用リンクが追加された操作ページ

4 評価実験

本章では、筆者らが実装した WWW ブラウジングシステムの操作性の評価のために行った実験結果について述べる。

4.1 評価方法

表 1 に示す 5 つの Web ページ (P1, P2, P3, P4, P5) を順番にブラウジングする際の操作時間を、実装したシステムと携帯電話を介してノートパソコンを用いた場合とで比較する。

実験では、各ページが表示されてからユーザが次のリンクを選択するまでの時間(リンク選択時間)と、各リンクを選択してから次のページが表示されるまでの時間(ページ表示時間)を、それぞれのブラウジング方法について 10 回ずつ測定した。ここで、実装システムでは、1 つの Web ページを閲覧している間でも、ユーザが目的のリンクを選択する

表 1: 実験用 Web ページ

	ソースファイルサイズ (bytes)	画像ファイル数	画像ファイルサイズ合計 (bytes)
P1	3193	7	119895
P2	8732	52	44316
P3	6095	5	10338
P4	2377	5	27396

表 2: 実験結果

	実装システム (リンク 10 個)		ノート PC + 携帯電話	実装システム (リンク 20 個)	
	C	R		C	R
リンク選択時間	48''17		10''15	24''07	
ページ表示時間	43''97	39''60	2'47''22	49''06	41''93
計	1'32'14		2'57''37	1'13''13	

ために、いくつかの分割された操作用ページをページ変換サーバから取得し、携帯電話上に表示する場合がある。リンク選択時間には、このような時間を含めるものとした。ただし、ブラウジングを行う前に、ブラウザのキャッシュおよび履歴はクリアした。

また、実装したシステムでは操作用ページ 1 ページ内のリンク数を 10 個に設定したが、比較のため、操作用ページ 1 ページ内のリンク数を 20 個に設定した場合についても同様の測定を行った。

4.2 評価環境

評価を行った環境として、実装したシステムでは、ページ変換サーバは Sun ワークステーション (Solaris 2.6) 上に起動し、携帯電話には NTT DoCoMo N501i (通信速度: 9.6kbps) 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。携帯電話を介してノートパソコンからブラウジングを行う方法では、携帯端末として東芝 DynaBook SS 3010 (CPU: MMX Pentium 266MHz, OS: Windows98) を用い、WWW ブラウザには Internet Explorer 4.0 を用いた。また、携帯電話は NTT DoCoMo DoPa P301 (通信速度: 28.8kbps) を用い、PCMCIA カードに NTT DoCoMo MOBILE DP CARD 2896P1 (通信速度: 28.8kbps (パケット通信), 9.6kbps (データ通信)) を用いた。

4.3 評価結果

各ブラウジング方法について、リンク選択時間とページ表示時間を測定した結果 (平均操作時間) を表 2 に示す。表内の "C" は、実装したシステムにおいて、操作用ページが携帯電話のディスプレイに表示されるまでの時間を示している。"R" は、Web ページがリモートディスプレイに表示されるまでの時間を示している。

まず、操作用ページ内のリンク数を 10 個にした実装システムと、携帯電話を介してノートパソコン

からブラウジングを行う場合を比較する。リンク選択時間については、ノートパソコンと携帯電話を利用する方法ではマウスなどを用いるのに対して、実装システムではキー数の少ない携帯電話を利用し、操作用ページも複数に分割されているため、次のリンクを選択するまでに時間がかかっている。しかし、ノートパソコンと携帯電話を利用する方法では無線通信だけを利用しているのに対し、実装システムでは無線通信と有線通信の両方を利用しているため、ページ表示時間は短縮されていることが分かる。特に、P1 など画像ファイルサイズが大きいページの場合、実装システムではページ表示時間が大幅に短縮されている。操作の合計時間は、実装システムが大幅に短いことから、実装システムは十分に実用に耐え得る操作性であることが分かる。

次に、操作用ページ内のリンク数を 10 個にした実装システムと、20 個にした実装システムを比較すると、1 つの操作用ページ内のリンク数を多くすることでリンク選択時間を短縮できることが分かる。これは、リンク数を増やすことにより、「次ページへ」のリンク選択回数が減少し、操作用ページの表示時間が短縮するためと考えられる。一方、ページ表示時間については、リモートディスプレイへの表示時間はそれほど差はないが、リンク数を 20 個にした実装システムでは、携帯電話への表示時間が長くなっている。これは、リンク数を増加することにより操作用ページのサイズが大きくなり、携帯電話への無線通信時間が多くかかっているためと考えられる。操作の合計時間としては、リンク数の多い方が短縮できている。このことから、操作用ページを細かく分割し、何度も表示しなおすことは有効でないことが分かる。

5 考察

本章では、筆者らが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。

5.1 操作用ページのリンク数

4章の評価結果から、操作用ページ内のリンク数とブラウジング時間は、密接に関係していることが分かる。実装したシステムでは、抽出したリンクを10個単位で表示し、さらに操作性向上のため0から9の1回のボタン操作でリンク選択を可能にした。しかし、1ページ内のリンク数が少ないため、「次ページへ」のリンクを選択する回数が多くなり、目的のリンクを選択するまでのリンク選択時間がかかってしまう。

一方、抽出したリンクを20個単位で操作用ページを作成した場合、「次ページへ」のリンクを選択する回数が少なくなるため、リンク選択時間は少なくなる。しかし、操作用ページのサイズが大きくなるため、ページ表示時間がかかる上に、携帯電話の表示制限を超えてしまう可能性がある。さらに、リンク選択操作自体にかかる時間は長くなる。

5.2 操作用ページのリンク名

実装したシステムでは、抽出したリンク名をそのまま操作用ページに表示させるため、各リンク名の長さに統一性がなく、操作用ページの構成が複雑になる場合がある。そこで、各リンク名の長さに制限を設けることが有効と考えられる。例えば、各リンク名を、先頭から10文字ほどの識別できる程度の長さに区切って表示することで、この問題を解決できる。さらに、これによって、操作用ページのサイズも縮小できる。

5.3 操作用ページのレイアウト

実装したシステムでは、携帯電話上の操作用ページとリモートディスプレイ上のWebページのレイアウトが異なるため、ユーザがWWWブラウジングを行う際、リモートディスプレイ上のWebページと操作用ページのリンクを対応付けることが困難な場合がある。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、操作用ページ内のリンク名でリモートディスプレイ上の画像を判別することが困難な場合がある。そこで、今後は、元のWebページのレイアウトを考慮して、ユーザにとって利用しやすい操作用ページを作成する必要がある。

5.4 アクセス制御

アクセス制御機能として、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することを可能にした。今後は、WWWブラウジングシステム以外にも、リモートディスプレイを用いて協調作業を行うよう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を検討している。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。

6 おわりに

本稿では、筆者らが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対して、アクセス機能の拡張を行った。この拡張によって、ユーザは携帯電話上でフォーム操作や、リモートディスプレイ上の画面のスクロールを行えるようになった。また、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際に、ユーザの識別によるアクセス制御が可能になった。さらに、実装したシステムの実測評価により、このシステムが十分実用に耐え得る性能であることを確認した。

今後は、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を実装する予定である。

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 1th International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC'99)*, pp.308-310, 1999.
- [3] Robertson, S., Wharton, C., Ashworth, C., and Franzke, M.: "Dual device user interface design: PDAs and interactive television," *Proc. of CHI'96*, pp.79-86, 1996.
- [4] 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.
- [5] 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, 2000.
- [6] 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.
- [7] Weiser, M.: "Some computer science issues in ubiquitous computing," *Communications of the ACM*, pp.74-84, 1993.
- [8] Weiser, M.: "Hot topics: ubiquitous computing," *IEEE Computer*, pp.71-72, 1993.