

RICA:動的にサービス構成の変更が可能な分散ディスプレイシステム

RICA:Dynamically Reconfigurable Distributed Display System

斉藤 功治 河口 信夫 稲垣 康善*

Summary. Recently, there are a lot of public displays such as an electronic bulletin board in our living environment. We name this environment as 'distributed display environment'. Sharing a display in distributed display environment enables sharing of information between users. Moreover, a user can be provided with various services through a display. For example, a display of a conference room offers the service for operating a presentation slide by remote, a display in a station offers the service for offering a timetable and a surrounding map. We propose a system named RICA which supports easy use of distributed display. RICA is composed of display appliances, and client terminals. We call a device which offers display services as a display appliance. A client is able to discover display appliances autonomously. A user can choose an appliance to use from the discovered display appliances. Moreover, in the distributed display environment, the situation that two or more displays can be used, can exist. RICA makes a cooperation between the services offered by the display, and provides a user with the more advanced information sharing by use of two or more displays.

1 はじめに

近年、大型ディスプレイやプロジェクタが会議室などに設置され、駅や店の中といった生活の上で一般的に利用する場所でもディスプレイを見かけるようになった。こうした生活環境の中に複数の様々なディスプレイが同時に存在する環境を、本稿では分散ディスプレイ環境と呼ぶ。従来のディスプレイは、単独機器での専有利用が中心であり、ディスプレイを複数人で共有する場合には、ケーブルの繋ぎ替えなど煩雑な作業が必要であった。また、駅や街頭などのディスプレイは、専用の機器が接続されているのみで、一般のユーザが利用できる環境にはない。

一方、情報機器の小型化と低価格化によって、PDAやノートPCに代表される携帯端末が普及し、いつでもどこでもコンピュータを利用できるようになった。分散ディスプレイ環境では、携帯端末を利用して、周囲に存在する様々なディスプレイをだれもが容易に共有利用できることが望ましい。ディスプレイの共有によって、利用者間での情報の共有が同時に実現され、ディスプレイを使った電子掲示板などのサービスを多数の人に提供できる。また、ディスプレイの利用者は、携帯端末を使ってディスプレイ端末との無線通信を行うことにより、容易なディスプレイ利用が可能になる。

ディスプレイは一般に設置場所や大きさといった種類によって利用目的が異なる。そこで、ディスプ

レイごとにそのディスプレイ用のサービスを利用者に提供することにより、目的に合ったディスプレイ利用が可能となる。利用者はディスプレイから提供されるサービスを利用することによって、ただ画面を出力するといったディスプレイの利用ではなく、様々な目的のためにディスプレイを利用できる。

また、分散ディスプレイ環境では、複数のディスプレイを同時に利用可能な状況が存在する。このとき、利用したいディスプレイを容易に選択でき、ディスプレイ間を連携させて表示の同期をとったり、一方のディスプレイの一部の拡大画面を他方のディスプレイに出力するといったことができると望ましい。このようなディスプレイの連携を考えることで、より高度な情報共有が可能になる。

これまでの、機器利用 (Jini)[1] や、パブリックディスプレイ (WebWall)[2] では、サービスの提供を行うのみで、サービス間の連携を行うことはできない。

本稿では、分散ディスプレイ環境の中で、各個人が携帯端末を保持して行動するといった状況を想定し、ディスプレイを用いたサービスを利用でき、ディスプレイの共用による他のユーザとのコラボレーションを実現するシステム RICA (Reconfigurable Inter-Communication Appliances) を提案する。

RICA のシステム概要図を図 1 に示す。RICA は複数の携帯端末と複数のディスプレイ機器から構成される。

以下では、2 節で分散ディスプレイシステムを利用したシナリオを挙げる。3 節では、システムの設計においての要件と実現手法について述べる。4 節では、3 節に基づいて実装したシステム RICA につ

* Kouji Saitou, 名古屋大学大学院 工学研究科 情報工学専攻, Nobuo Kawaguti, 名古屋大学 情報連携基盤センター/名古屋大学大学院 情報科学研究科, Yasuyoshi Inagaki, 愛知県立大学 情報科学部

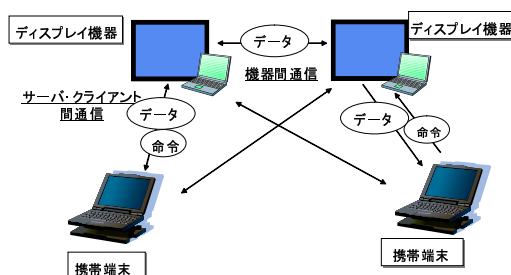


図 1. RICA の概要図

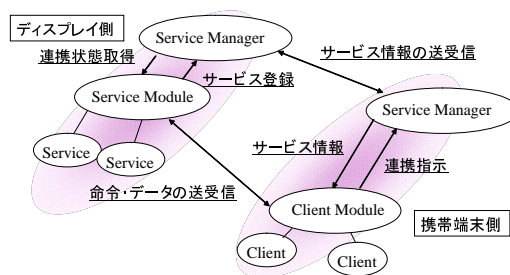


図 2. システムのモジュール関係

いて説明を行い、5 節で本稿をまとめる。

2 シナリオ

分散ディスプレイシステムの利用例として、複数ディスプレイが存在する会議室でのシナリオを示す。

発表者は、自分の端末からあるディスプレイにプレゼンファイルを送信し、遠隔操作による発表を行う。途中で発表に関連する Web のページを別のディスプレイに表示させ参照する。図の説明で少し画面が小さくて見にくいと感じたため、他のディスプレイにその図だけを拡大表示させる。聴衆は、発表されているプレゼンファイルを自分の端末にロードすることができる。

このように、従来のような1つのディスプレイを用いて発表者ごとにディスプレイコネクタを繋ぎかえるといった非効率的な会議に比べて、効率的な会議が行える。加えて、複数のディスプレイ利用によって効果的なプレゼンが可能となる。会議の支援システムとして、発表者と聴衆の持つコンピュータ間で通信を行い、発表支援をするシステム [3] や、教育の場で電子掲示板を用いて、講師と生徒の間や生徒間で意見交換を行うシステム [4] が研究されている。しかし、これらのシステムでは、複数のディスプレイを同時に利用することはできない。

もう一つ、屋外での利用例として、駅に設置されたディスプレイを用いたシナリオを示す。

駅に設置されたディスプレイには、時刻表や周辺地図などの情報が提供されており、これらをだれもが自分の端末にロードすることができる。

このように周囲のディスプレイがその場で必要となる情報を提供してくれる。従来のような Web の検索といった煩雑な作業はもはや必要としない。

また、ディスプレイとの直接通信を用いるため外部のネットワークに接続する必要がない。

3 分散ディスプレイシステムの要件と実現手法

本節では、本研究が提案する分散ディスプレイシステムを設計するにあたって、どういった要件があるのかをまとめ、それらに対する実現手法について述べる。実現手法の説明のために図 2 のシステムのモジュール関係図を用いる。

分散ディスプレイシステムの要件として以下の 5 項目を挙げる。

3.1 分散ディスプレイの容易な発見

分散ディスプレイ環境においては、携帯端末を持つユーザが容易にディスプレイを利用できることが望ましい。容易なディスプレイ利用とは、(1) ネットワーク等の様々な設定を行うことなしに、周囲のディスプレイと通信し利用できる、(2) 利用したいディスプレイを容易に選択できる、という 2 点をいう。そこで、システムは利用可能なディスプレイを自動的に発見し、通信を確立できるのが望ましい。ディスプレイが自動的に発見されれば、ユーザは発見されたディスプレイ一覧から選択を行える。

ディスプレイの自動的な発見手法について説明する。各端末（ユーザ側とディスプレイ機器側の両方）の中に、ディスプレイ機器が提供するサービスを管理するモジュール (ServiceManager) をおく。ディスプレイ機器内の ServiceModule は、提供するサービス情報 (表 1) を端末内の ServiceManager に登録する。ServiceManager は、周囲の端末の ServiceManager と定期的に通信を行い、登録されているサービス情報の受け渡しを行う。これによって、サービス登録を行ったディスプレイ機器の利用できる範囲にユーザの携帯端末が入ると、ディスプレイ機器のサービス管理モジュールから携帯端末のサービス管理モジュールにサービス情報が受け渡される。ClientModule は ServiceManager にサービス情報を問い合わせることで存在するサービスを発見でき、その情報を用いてディスプレイ機器との通信を確立

する。

また、本システムでの通信には、サーバを用いず端末間で直接通信を行うアドホックネットワーク [5] を用いる。これによって、外部のネットワークに接続する必要がなく、どんな場所でもシステムは動作する。また、アドホックネットワークの特徴として、集まった端末内で自動的にネットワークを形成するため、ネットワークの事前設定を必要としない。よって、ユーザに煩雑なネットワーク設定を課すことがなくなる。

表 1. サービス情報

登録項目	内容説明
serviceName	サービスの名前
client Program ID	クライアントソフトウェアの場所 サービスのユニークな ID
NodeID	サービスが存在する端末の ID
acceptData	連携サービスから受け取るデータ型
receiveData	連携サービスに受け渡すデータ型
connect	連携中のサービス名

3.2 分散ディスプレイの利用

ディスプレイ利用では、ただ単にユーザの携帯端末の画面を映すだけでなく、電子掲示板のように文書を複数人で書き込んだり、プレゼンの実行を行うために用いるなど、各ディスプレイごとに特定の目的に合わせて利用できると便利である。そこで、これらのディスプレイ利用を各サービスとしてユーザに提供できるようにする。例えば、駅の伝言板として用いられるディスプレイは、ユーザが文書の書き込みを行うためのサービスを提供する。会議室でのプレゼンに用いられるディスプレイは、PowerPoint などのプレゼンファイルを表示し遠隔操作するためのサービスを提供する。また、多目的利用されるディスプレイは複数のサービスを提供することもある。

ディスプレイを利用するためのサービス提供手法について述べる。ディスプレイは内部にサービスを保持し、ユーザは携帯端末からこれらのサービスを利用する。ディスプレイ機器が提供するサービスを利用するためには、そのサービス用のクライアントソフトウェアを携帯端末にインストールしなければならない。しかし、ユーザが事前に Web 上からダウンロードするなどして手動でインストールを行うのは煩雑である。そこで、サービス利用時に自動的にシステムがクライアントソフトウェアをダウンロードしインストールするようにする。クライアントソフトウェアはサービスを提供するディスプレイ機器が保持する。

3.1 節で述べたように、ServiceModule は ServiceManager に提供するサービスを登録する。複数のサービスを提供する場合は、それぞれのサービス

の情報を登録する。サービス情報は、そのサービスを利用するためのクライアントソフトウェアの存在場所を保持する(表 1)。クライアントソフトウェアの存在場所とは、ディスプレイ機器内のどのディレクトリに存在するかということである。ディスプレイ機器のサービスを利用する ClientModule は、サービス情報を参照して、ディスプレイとの通信を確立できると共に、クライアントソフトウェアをダウンロードすることができる。

3.3 サービス連携

分散ディスプレイ環境では、同時に複数のディスプレイを用いることができる。そこで、ディスプレイの同時利用を支援するためにディスプレイが提供するサービス間で連携を行う。サービス連携によって、複数のディスプレイ間で同期表示を行ったり、データの交換をディスプレイ間で行うことが可能になる。サービス連携とは、ただ単にディスプレイ同士を繋いで表示の同期をとる連携ではなく、ディスプレイ端末内に存在するサービスを連携させることによって、ディスプレイ端末間でのデータ交換を可能にする。

例として、3 台のディスプレイを用いたプレゼンを行う場面を挙げる。発表者はあるディスプレイにプレゼンファイルを送信すると、1 枚目のスライドがその画面に表示される。ディスプレイは自動的に連携されている 2 台目のディスプレイにプレゼンファイルを送信する。2 台目のディスプレイは 2 枚目のスライドを表示する。同様にして 3 台目のディスプレイは 3 枚目のスライドを表示する。このようにサービス連携は、ユーザに複数のディスプレイを容易に同時利用することを支援する。また、サービス提供の観点においては、様々なサービスを連携させることによって柔軟なサービス提供が行える。例えばプレゼン支援のサービスと、電子掲示板サービスを連携させる。この時、電子掲示板はプレゼンに対する意見を書き込むための掲示板として機能する。電子掲示板に意見を書き込むと、現在のプレゼンファイルの名前やページ番号がプレゼン支援サービスから電子掲示板サービスに自動的に送信され、書き込んだ意見に付加して表示される。

本システムでは、このようなサービス連携を各ユーザが、サービスに関する専門的な知識を持つ必要なしに、容易に設定できることが望ましい。ユーザの利用目的や状況に合わせてサービス連携の動的な変更を実現することが必要である。また、ユーザが同時に複数いる場合、これらのユーザが同じ連携を望むとは限らない。そこで、サービスは複数の連携を同時に保持することが求められる。

本システムでの連携手法について説明する。連携には、サービスの存在する場所(同一機器内に存在するか、機器間にまたがって存在するか)や、サー

ビスの種類(同一サービスか異なったサービスか)によって様々な連携の種類がある。連携指示は各サービス単位で行われる。ユーザは接続元と接続先を携帯端末から指定する。サービスの連携状態は各サービスがサービス情報の中に保持する。サービス情報(表1)の connect は、現在接続されているサービスの一覧を表し、acceptData と receiveData はそのサービスが受け取るデータタイプ(文字列、図など)と、渡すデータタイプを表す。連携先サービスの acceptData と連携元サービスの receiveData が同じデータタイプならば連携可能とする。連携設定の手順を述べる。ClientModule はユーザから連携指示を受けると、関連するサービスが存在するディスプレイの ServiceModule に通知する。ServiceModule は指定されたサービスのサービス情報を書き換える(connect を更新)。書き換え後に ServiceManager にサービス情報の更新を行う。これで、ServiceModule はサービスの連携状態を ServiceManager に問い合わせることができる。また、ServiceManager は周囲の端末へ、更新されたサービス情報を通知するので、他の端末も、現在のすべてのサービスの連携状態を知ることができる。

3.4 他のユーザとのコラボレーション

本システムで対象としているディスプレイは、個人用のディスプレイというより、複数人で共有するためのパブリックなディスプレイである。ディスプレイのサービスを介して他のユーザとのデータ交換などのコラボレーションが実現できる。このような状況では、(1) 特定ユーザ間でのサービス利用、(2) サービスの連携状態の共有、の2つが必要となる。特定ユーザ間でのサービス利用とは、例えば研究室の電子掲示板を利用できるのは、研究室のメンバに限定するなどといった場合である。セキュリティの観点からも、利用できるユーザの限定は有用である。サービスの連携状態の共有とは、複数ユーザが同じ連携を用いる場合に、1人が設定した連携を他のユーザが利用可能にする仕組みである。

この2点を実現するために、本システムでは、ある特定のユーザの集まりを表すものとして、グループの概念を取り入れる。ユーザはいくつかのグループに所属することができ、ClientModule はユーザが所属するグループ情報を保持する。このグループ情報を ClientModule はサービス利用時に ServerModule に送信し、このグループ情報によってサービスの利用が制御される。サービスの連携状態の共有とは、グループ内のメンバでサービスの連携を共有するもので、グループ内のある1人が連携設定を行えば、その連携を他のメンバが利用できる。連携状態の共有を実現するために、連携指示時に指示したユーザのグループ情報を付加する。各サービスはグループごとの連携状態を保持する。これによって、グルー

プに所属するメンバは、自分のグループの連携を用いることが可能となる。

3.5 サービス設定

サービスの設定は、一般にサービスを提供するディスプレイ管理者が行う。ディスプレイ内のサービスの起動や停止、表示方法などが携帯端末から実行可能であることが求められる。ここでサービスの表示方法とは、例えば2つの電子掲示板サービスを1台のディスプレイ内で起動した場合、2つ電子掲示板をディスプレイのどの位置に、どんな大きさで配置するかを指示することである。このようなサービス設定を、サービス利用を携帯端末から行うのと同じように、携帯端末から容易に行えると便利である。また、サービス設定の一種として、ディスプレイ間でサービスの移動ができることが望ましい。

サービスの移動手法について説明する。「サービスの移動」では、ただ単に端末間でコードを移動するのではなく、サービスが実行されたままで、プログラムの内部状態やサービスの連携状態を保持したまま移動し、別のディスプレイ機器上で継続して実行される。サービスの移動指示は、サービスの連携指示と同じような手順で指示される。指示を受けた ServiceModule は、サービスを指定先に動的に移動させる。サービスの動的な移動に関しては、モバイルエージェントシステム cogma[7]を用いる。モバイルエージェントによって、プログラムとその実行状態を端末間で移動させることが可能になる。サービスの移動時に、ServiceModule は ServiceManager からサービス情報を削除し、連携状態など必要な情報をサービスの移動先に送る。移動先の ServiceModule はこれを受けて、新たなサービス情報を構築し、ServiceManager に登録を行う。

4 分散ディスプレイシステム RICA

本節では、前節でのシステムの設計手法に基づいて実装を行った、分散ディスプレイシステム RICA を紹介する(図3)。

RICA は手軽にユーザが携帯端末を用いて複数のディスプレイ機器を利用するためのものである。そこで、RICA の GUI は PDA で快適に楽しく利用できることを考えた設計にした。

4.1 携帯端末

携帯端末側の GUI を図4、図5に示す。サービス表示リストには、システムが自動的に発見した、現在利用可能なディスプレイ機器とサービスの一覧が表示される。リストには、初め発見されたディスプレイ機器の一覧が表示され、ディスプレイ機器をユーザが選択すると、そのディスプレイ機器が提供するサービスの一覧が表示される。この中からユーザは利用したいサービスを選択する。

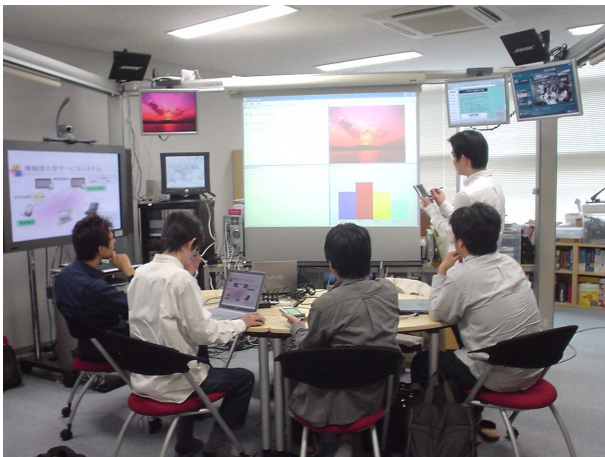


図 3. ミーティングでの RICA の利用

選択の際に、サービスの説明が隣のサービス説明画面に表示される。サービスリストでサービスを選択すると、下のサービス実行コントローラによって、サービスの実行や停止といった操作を行うことができる。また、利用中のサービスを切り替えることができる。サービスを実行すると、システムによって自動的にクライアントソフトがロードされ、クライアント画面に表示される。

携帯端末側の GUI では、3つの操作画面が存在する。1つはサービス利用のための画面である(図4)。他に連携指示用の画面、サービス設定用の画面が存在する。サービス実行コントローラの右にある画面切り替えボタンは、これらの3つの画面を切り替えるのに用いられる。

図5が連携指示用の画面であり、現在ユーザが実行中のサービスを中心とした連携状態が閲覧でき、また連携の指示を行うことが可能である。サービスが複数存在するときにも連携が容易に行えるように、現在利用中のサービスを中央に配置し、データを受け取るために連携するサービスを左側、データを渡すために連携するサービスを右側に配置した。この表示方法では、現在利用中のサービスに関連したサービスだけが表示されるため、連携指示が容易になる。上下のスクロールボタンによって、表示するサービスを切り替えることができる。

4.2 ディスプレイ機器

ディスプレイ機器は、同時に複数のサービスを提供することができる。各サービスには表示領域が割り当てられる。図6では、電子掲示板、画像共有板、投票システム、グラフボードが実行された状態である。投票システムとグラフボードは連携されており、グラフボードは投票システムから投票データを受け取ってグラフを生成する。サービスの起動と終了は携帯端末から行うことができる。

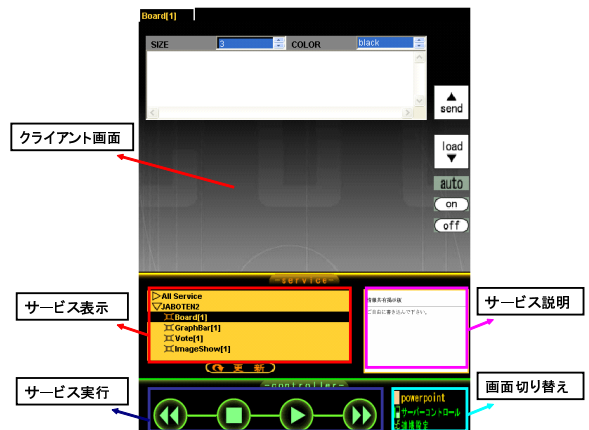


図 4. 携帯端末 GUI(サービス利用画面)

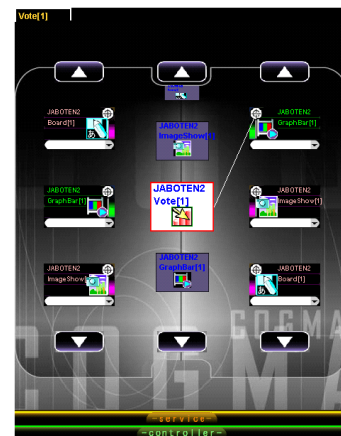


図 5. 携帯端末 GUI(連携設定画面)

4.3 サービスリスト

ディスプレイ機器が提供するサービスとして実装したものを挙げる。またこれらのサービス間の連携を表2にまとめる。

A:電子掲示板サービス

電子掲示板サービスは、文字の書き込みが行える一般的な掲示板を提供する。ユーザは、掲示板に書き込みが行える他、掲示板の画面を携帯端末にロードすることができる。また、ミーティングなどで用いるときに便利な機能として、他のユーザが書き込みを行うと自動的に画面を携帯端末にロードする機能を付けた。これによって、携帯端末の画面と掲示板の表示画面の同期をとることができる。

B:Web 画面の共有サービス

アドレスを指定することで、対応する Web ページを表示してくれるサービスである。ユーザは、指定した Web ページの表示を行える他、表示してあ

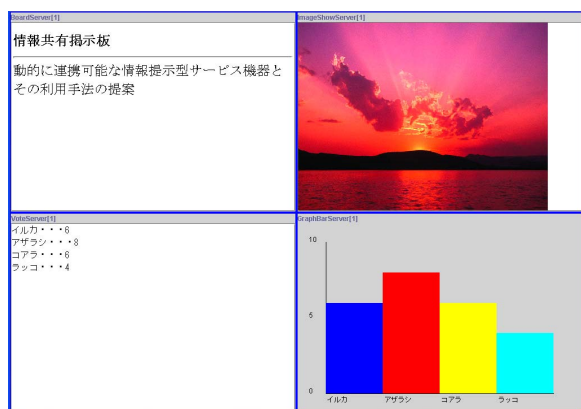


図 6. ディスプレイ機器画面

る Web ページをロードして携帯端末上で表示を行うこともできる。

C:画像の共有サービス

ユーザ間で画像を共有するためのサービスである。ユーザは、携帯端末から画像を送信して展示できる他、展示してある画像を携帯端末にロードすることができる。

D:会議支援サービス

PowerPoint を用いたプレゼンを支援するサービスである。発表者は、遠隔操作によるプレゼンを行うことができる。聴衆は、現在発表中のプレゼンファイルや、表示されているスライドを携帯端末にロードすることができる。また、コメントの書き込みができる。

E:投票サービス

投票を行うサービスである。投票候補を追加し、投票を開始する。

F:グラフ生成サービス

グラフの生成を行うサービスである。投票サービスと連携させることによって、投票結果をグラフ表示することができる。

表 2. サービス間の連携

	A	B	C	D	E	F
A			×	×	×	×
B				×	×	×
C	×	×		×	×	×
D		×		×	×	×
E		×	×	×	×	
F	×	×	×	×	×	

縦：連携元サービス

横：連携先サービス

4.4 実装環境

本システムは、ディスプレイ機器として Windows XP を搭載した PC を使い、Java1.3.1 を用いてディスプレイ機器側のシステムの実装を行った。携帯端末は Zaurus(SL-C750) を使い、Java1.1.8 を用いて携帯端末側のシステムの実装を行った。また、モバイルエージェントを利用した通信を行うために、モバイルエージェントシステム cogma[7] を用いた。

5 まとめ

本稿では、分散ディスプレイ環境において、だれもが携帯端末を用いて、容易にディスプレイを共有利用できるシステム、RICA の提案を行った。RICA の利用によって、ユーザは利用するディスプレイ端末の選択を行い、ディスプレイ端末が提供する様々なサービスを通じたディスプレイ利用が可能となる。また、動的にサービスの構成を変更することができ、個人の利用目的に合わせたサービス構築が可能である。

今後の課題としては、RICA によって、今考えているサービスの他に、こういったサービスを提供することができるかを考えたい。

参考文献

- [1] W. Keith Edwards, Tom Rodden . Jini Example by Example : Example by Example (The Sun Microsystems Press Java Series) . 2001
- [2] Alois Ferscha, Simon Vogl. Pervasive Web Access via Public Communication Walls. Pervasive Computing. LNCS 2414. pp. 84-97. 2001
- [3] 越塚登, 松田一, 石渡要介, 坂村健 . SmartPoint : 互いに協調する複数の携帯型コンピュータによる分散型プレゼンテーション支援システム . インタラクティブシステムとソフトウェア . pp. 169-174. 近代科学社 . 1999
- [4] 篠沢佳久, 植竹朋文, 高雄慎二 . 情報教育における学習者の疑問の解消を容易にする電子掲示板システム . 情報処理学会研究報告 . 2001
- [5] 河口信夫, 清水邦彦, 外山勝彦, 稲垣康善 . モバイルアドホックネットワークにおけるコミュニケーション支援手法 . 情報処理学会研究報告 SIG-MBL-13 . pp. 55-60 . 2000
- [6] 河口信夫, 稲垣康善 . cogma : 動的ネットワーク環境における組み込み機器間の連携用ミドルウェア . 情報処理学会コンピュータシステム・シンポジウム . pp. 1-8 . 2001
- [7] 越塚登, 松田一, 石渡要介, 坂村健 . SmartPoint : 互いに協調する複数の携帯型コンピュータによる分散型プレゼンテーション支援システム . インタラクティブシステムとソフトウェア . pp. 169-174. 近代科学社 . 1999