

## PC と携帯電話の混在環境における電子会議システム

川口明彦<sup>†</sup> 石原進<sup>††</sup> 水野忠則<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学大学院情報学研究科 <sup>††</sup> 静岡大学工学部 <sup>†††</sup> 静岡大学情報学部

近年、モバイルコンピューティング環境においても電子会議が可能なモバイル電子会議システムが登場してきた。しかしながら従来のモバイル電子会議システムは依然としてモバイル環境や一般的な電子会議システムにおける問題点を十分に解決しているとは言いがたい。モバイル環境ではユーザの都合や不安定な回線のためユーザが継続して電子会議を行うことが困難である。また電子会議システムで利用する情報端末にはノート PC、PDA、携帯電話など様々な種類があり、それらの端末間の機能には複数の格差が存在するため、各情報端末間における情報の相互変換が困難である。本稿では、異なった情報端末間における情報の相互変換を実現、断続的に電子会議に参加するユーザの不在期間における会議情報の補完を可能とする環境適応型電子会議システムを提案する。提案システムでは、PC と携帯電話の混在環境において各端末間の格差吸収を行うことにより、ユーザのコミュニケーションを支援する。具体的には、各端末に合わせた動的なアプリケーション配信・キャッシュ、表示形式の最適化・入力支援、会議データの蓄積・参照機能を提供することで、PC と携帯電話を用いた電子会議を支援する。

## A Teleconference System in the Environment which Includes both PCs and Mobile Phones

KAWAGUCHI Akihiko<sup>†</sup> ISHIHARA Susumu<sup>††</sup> MIZUNO Tadanori<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information, Shizuoka University

<sup>††</sup> Faculty of Engineering, Shizuoka University

<sup>†††</sup> Faculty of Information, Shizuoka University

Nowadays teleconference systems have been used in the office of many companies. Recently mobile teleconference systems adapted to mobile environment have appeared. However there are many problems about teleconference systems for mobile environment. For example, it is difficult for mobile users to attend teleconference continuously because of users' schedule or unstable communication link. It is also difficult to convert the information between mobile hosts and other users' hosts, because there are various terminals. In this paper, we propose a mobile teleconference system which can convert the information between PCs and mobile phones, and complete the information of the collaboration while the users are absent.

### 1 はじめに

近年、著しく発展してきたモバイルコンピューティング技術により、ユーザはいつでもどこでも小型携帯端末を使ったコミュニケーションが利用可能となりつつある。小型携帯端末の中でも特に携帯電話は最も数多く普及し、またアプリケーションのダウンロード・実行環境が搭載されるなど高性能化が進んでいる。モバイルコンピューティング技術によりユーザの行動の制限がなくなる一方、インターネット端末には PC や PDA、携帯電話など様々な種類があり、それらの端末間にはユーザインタフェースや性能に大きな格差があることから、ユーザは互いに異なった端末が混在する環境においてコミュニケーションをすることが難しい。例えば PC ユーザが遠隔地にいる携帯電話ユーザに対して共有ホワイトボードを使った道案内をする場合、互いの端末のディスプレイ解像度に大きな差があるため、各ユーザは端末間格差を意識せざるを得ず、スムーズな道案内が難しい。また携帯電話ユーザは PC ユーザと異なり、電車やバスに乗っている場合があり、その場合では騒がしくないなど、公衆マナーに配慮

しつつ通信する必要があるなど、ユーザの都合による格差も存在する。

筆者らは異なった PC 上において、コミュニケーションへの時間的に自由な参加・退出を可能とするモバイル電子会議システム DYNAMITE (DYNAMIC Adaptive Mobile Teleconference system)[1][2] を提案しているが、DYNAMITE では対象としている端末を PC に限定しており、PC と PC 以外の端末、特に機能がより限定される携帯電話のユーザ間で電子会議をすることができない。また、PC と携帯電話間で電子会議が可能なシステムには i-BBS[3] や iチャット [4] などがあるが、これらでは利用可能なメディアがテキストに限定されている。

そこで本稿では PC と PC 以外の小型携帯端末、特に携帯電話の混在環境において電子会議を行う際の問題点の解決を目的とし、環境適応型電子会議システム DYNAMIX (DYNAMIC Adaptive teleconference system with Mobile Information exchanger) を提案する。DYNAMIX では PC と携帯電話間で各端末の特性に応じて適した情報変換を行うことで、それらの端末間格差の吸収をする。

以下本稿では、2 章で PC と小型移動端末の混在

環境における電子会議の実現上の問題点および関連研究について述べる。3章で環境適応型電子会議システムの提案を行い、4章でプロトタイプ的设计・実装について説明し、5章でまとめとする。

## 2 PCと小型移動端末の混在環境における電子会議

固定ネットワークに接続されたPC(固定端末)と携帯電話などの小型移動端末の混在する環境において電子会議システムを用いたコミュニケーションを行う場合、一般的な固定端末と小型移動端末の間には様々な格差が存在する。すなわち、通信品質・コストの格差、リソースの格差、ユーザインタフェースの格差、ユーザの都合による格差である。これらの格差のため、PCと小型移動端末の混在環境において、ユーザがお互いの環境の違いを意識することなく電子会議をすることは困難である。以下、これらの格差について詳しく述べる。

### 2.1 PCと携帯電話間の格差

#### 2.1.1 通信品質・コストの格差

固定端末は一般に帯域幅が広く、品質が安定しており、ユーザが使用可能なプロトコルには制限が少なく、また通信コストが安い。これに対し小型移動端末では帯域幅が狭く、通信品質は不安定であることが多い。また使用可能なプロトコルは限定され、また通信コストが高い。電子会議ではコミュニケーションが何より重要にもかかわらず、通信の格差が存在する場合にはその格差がコミュニケーションの妨げとなってしまうことがある。そのため、通信の格差を隠ぺいする工夫が必要である。

#### 2.1.2 リソースの格差

固定端末は一般に小型移動端末と比べて高速なCPUが使用され、メモリの容量は大きく、電池を必要としない。これに対し小型移動端末はCPUが低速であり、メモリの容量が小さく、電池を必要とする。固定端末と小型移動端末の間にこのようなリソースの格差が存在する場合、両端末で同じ規模のアプリケーションや会議メディアを使用するのは難しい。また、携帯端末では電池容量の制限から長時間会議に参加しつづけることが困難である。

#### 2.1.3 ユーザインタフェースの格差

固定端末は一般にディスプレイが大きく、キーボードやマウスを利用した入力が可能である。これに対し小型端末、特に携帯電話はディスプレイが小さく、カーソルキーやテンキーなどしか入力手段をもたない場合が多い。したがって両端末間で電子会議を行う場合、両端末の間のユーザインタフェース格差のため、両端末に同様の会議情報入出力方法を求めるのが難しい。

#### 2.1.4 ユーザの都合による格差

ユーザは状況によって固定端末と小型移動端末を使い分けることがある。固定端末を用いたユーザの場合には、通常は既にその固定端末が使用に適した場所に設置されているため、ユーザの場所や状況などの都合による問題は小型移動端末と比較して少ないと考える。一方、小型移動端末を用いたユーザの場合、ユーザの場所や状況によってはコミュニケーションを行うこと自体が困難なこともある。例えば、ユーザが混みあった電車やバスに乗っている場合には、騒がしくしないなど、公衆マナーに配慮しつつ通信する必要がある。またトンネルの中を移動している時には電波が到達しないので、通信そのものが行えなくなることもある。

### 2.2 関連研究

DYNAMITE[1][2]やASSIST[5]は同期・非同期型の電子会議システムである。これらのシステムでは、すべての会議発言がサーバに蓄積される。非同期ユーザは、マルチメディアデータベースに保存された会議中の各発言を随時参照できる。特にDYNAMITEでは、ユーザの要求に応じて、会議中の一部の発言を抽出したダイジェストの提供も可能である。しかしながら、これらのシステムでは対象としている端末をPCに限定しており、PCとPC以外の端末、特に携帯電話のユーザ間で電子会議をすることができない。

PCと携帯電話が混在するような環境向けのシステムの一つとして、筆者らはモバイルミドルウェアMIX(Mobile Information eXchanger)[6]を提案している。MIXでは、PCと携帯電話のように異なった情報端末間における情報の相互変換を実現、断続的に協調作業に参加するユーザの不在期間における作業情報の補完を可能とする。しかしながら、MIXにはチャット、メールおよびWWWしかサービスアプリケーションがなく、それらサービスアプリケーション同士の連携方法が明確にされていなかった。

様々な種類のインターネット端末にコンテンツを適応させるソフトウェア技術にDharma[7]がある。Dharmaでは、WWWアプリケーション開発者は端末に非依存の論理的なプログラムのみを用意することによって、端末の多様性を吸収しようとしている。しかしながら、Dharmaは出力インタフェースの格差吸収は可能であるが、入力インタフェースの格差や通信・リソースの格差はあまり考慮されていない。

## 3 環境適応型電子会議システムの提案

前述したPCと小型携帯端末の混在環境における問題点に対処するため、環境適応型電子会議システムDYNAMIXを提案する。

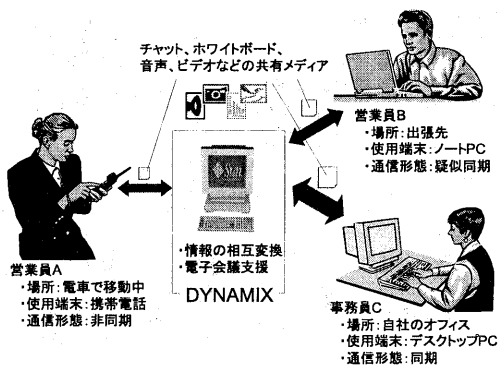


図 1: 電子会議をする際の利用イメージ

### 3.1 概要

DYNAMIX の目的は次の二つである。

- ユーザの行動と使用端末に適した情報の相互変換
- 携帯端末ユーザ、固定端末ユーザの混在環境における電子会議の支援

すなわち、DYNAMIX では PC と携帯端末の混在環境におけるさまざまな格差を吸収し、環境の違いに対して透過的な電子会議サービスを提供することにより、ユーザのコミュニケーションを支援することを目指す。

従来の電子会議システムと異なり、DYNAMIX では互いに異なった端末間の格差吸収に主眼を置く。図 1 において互いに異なった環境にいるユーザが DYNAMIX を用いて電子会議を行う利用イメージを示す。図のようにユーザは、オフィスや移動先、移動中などで固定端末、あるいは移動端末を用いて、同期的なチャット、共有ホワイトボードの使用、また端末や通信リンクの能力の下で可能であればビデオ会議を行うことができる。さらにユーザの都合に応じて同期的に支援できなかった情報を後から参照したり、概要を知ることができる。

DYNAMIX では特にユーザの状況や使用端末が異なった場合の電子会議支援を対象としている。

### 3.2 端末間格差の吸収

2 章で述べた端末間の格差を吸収するための具体的な手法についてを述べる。DYNAMIX では 3 つの機能、すなわち i) 表示形式最適化・入力支援機能、ii) 会議データの蓄積・参照機能、iii) 動的なアプリケーション配信・キャッシュ機能により、2 章で述べた格差を吸収する。

#### 3.2.1 表示形式最適化・入力支援機能

ユーザインタフェース格差の問題に対応する機能として、表示形式最適化機能と入力支援機能がある。

表示形式最適化機能では、端末のディスプレイの大きさに応じた画質提供の支援を行う。特に共有ホワイトボードでは、携帯端末のディスプレイの小ささを考慮して、描画データの座標変換および線の太さの自動調整を行う。表示形式変換機能は、各クライアントが最初に会議サーバに接続した際に自動的にディスプレイ解像度の情報を取得し、送信することによって実現される。

入力支援機能はユーザインタフェース格差のうち、携帯電話のキー入力を補助するための機能である。ユーザは会議中にあらかじめよく利用する言葉やフレーズをショートカットキーに登録しておく。そしてユーザが電子会議の際に登録しておいた言葉を使用したい場合には、対応するショートカットキーを押すだけでその言葉を入力できるようにする。これによって、データ入力の手間が固定端末に比べて遅くならざるを得ない携帯端末でも、固定端末ユーザと一緒に会議を行う場合に応答が大きく遅れることを避けることができる。

#### 3.2.2 会議データの蓄積・参照機能

ユーザの都合による格差の問題に対応する機能には、会議データの蓄積・参照機能がある。

ユーザの都合によっては常に会議に参加することが難しく、場合によっては会議を途中退席せざるを得ないことがある。そこで、本システムでは DYNAMIX[1][2] の機能を利用し、会議情報をすべてメインサーバ内で蓄積しておき、途中退席したユーザなどに必要に応じて会議情報を HTML データとして提供する。これにより、ユーザは会議を途中退席したとしても後から会議内容を WWW ブラウザを通じて知ることができる。この機能を用いることにより、ユーザの都合による格差の吸収が可能となる。

#### 3.2.3 動的なアプリケーション配信・キャッシュ機能

DYNAMIX では、電子会議クライアント・アプリケーションの配信時においても、端末間格差吸収に配慮する。

ユーザは状況によって携帯電話や PC を使い分けるが、使用している端末に関わらず、同じ方法でアプリケーションのダウンロードが可能であるのが望ましい。そこで、DYNAMIX では動的なアプリケーションの配信機能として、Dharma[7] などを用いられているコンテンツ適用技術を応用する。具体的には、まずユーザは使用している端末にかかわらず、電子会議クライアントをダウンロードする際にはアプリケーションサーバの指定した同じ URL に WWW ブラウザを用いてアクセスする。アプリケーションサーバはブラウザからの要求を受信し、HTTP 要求の User-Agent ヘッダの値によってユーザ使用端末の種類を判断し、ユーザの端末に対して

適切なクライアントアプリケーションの配信を行う。これによって、ユーザの都合による使用端末の種類の違いを意識せずにアプリケーションのダウンロードが可能となる。動的なアプリケーション配信機能では、端末で利用可能なリソースに合わせたアプリケーションを配信することで、リソース格差の問題に対応する。

一度ダウンロードされたアプリケーションは各ユーザの端末にキャッシュとして保存され、二度目に使用する場合はアプリケーションをダウンロードする必要がない。

## 4 プロトタイプ的设计・実装

3章で述べたシステムのプロトタイプを Java2 プラットフォーム上で設計、実装を進めている。

### 4.1 前提条件

プロトタイプでは、次のような会議の形態、使用端末を前提条件としている。

#### 4.1.1 会議の形態

本稿で対象としている会議は、同僚や仲間との打ち合わせ、企画、ブレインストーミングなどのインフォーマルなミーティングとする。通信が切断してしまったり、少しの間席を外すなどの多少のコミュニケーションの障害は許容されるものとする。会議の規模は、参加人数が2~5人程度の小規模なものを対象にする。少しの障害も許されないようなフォーマルな会議、多人数の会議は対象外とする。

#### 4.1.2 端末

会議システムで使用する携帯電話は近年普及しつつあるものの現状を考え、メーラおよび WWW ブラウザを標準で搭載し、かつ必要に応じたアプリケーションのダウンロード・実行環境を備えたものと仮定する。ダウンロードされたアプリケーション内でユーザが使用可能なプロトコルは HTTP のみであり、要求メソッドが制限された HTTP クライアントにのみなることができる。すなわち、先にサーバへ要求を送信してそれに続く応答を受信することはできるが、先にサーバからの要求を受け入れることはできない。また、直接通信可能なサーバは、ダウンロード元のホストのみである。携帯端末の通信速度は 9.6Kbps から 384Kbps 程度で PC と比較すると低速であり、通信コストが高い。さらに前述したように、PC と比較してリソースやユーザインタフェースが貧弱である。

携帯電話と同様に、PC も普及しつつある一般的なものを想定する。すなわちメーラや WWW ブラウザなどの一般的なアプリケーションはもちろん、比較的サイズの大きいアプリケーションを自由にダウンロード・実行可能とする。ダウンロードされたアプリケーション内では HTTP の他、任意のプロ

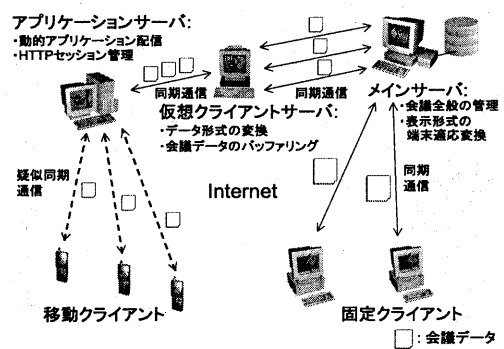


図 2: プロトタイプシステムの構成

トコルを利用可能とする。通信速度は十分に高速かつ、そのコストは無視できるものとする。また、計算・記憶のための資源・インタフェースも十分に備えているものとする。

#### 4.1.3 使用メディア

使用可能な会議情報メディアは PC と携帯電話間の通信品質・コストおよびリソースの格差を考慮し、チャット、ホワイトボード、拍手の3つを用いるものとする。拍手は各発言に対する賛意を表すメディアであり、会議の雰囲気伝えるために用いる。具体的には、指定されたボタンの押下したタイミング、回数によって意思を伝達する。音声・動画は現在仮定する移動クライアントとの通信コストの格差を考慮し、使用しないこととする。

## 4.2 設計

DYNAMIX プロトタイプシステムの構成を図2に示す。

DYNAMIX は会議参加ユーザに対応する2種類のクライアント（移動クライアント、固定クライアント）とユーザ環境に適応した電子会議サービスを提供する3種類のサーバ（アプリケーションサーバ、仮想クライアントサーバ、メインサーバ）から構成される。以下、それぞれのクライアントおよびサーバについて説明する。

### 4.2.1 移動クライアント

移動クライアントは携帯電話向けの会議クライアント・アプリケーションであり、後述するアプリケーションサーバから必要時にダウンロードされる。

ホワイトボードは携帯電話上におけるお絵描きツール CONTE[8]の簡易版を用いる。CONTEは携帯電話上において片手だけで描画が可能なツールである。

携帯端末ではディスプレイの解像度が PC と比較して小さいため、チャット表示画面とホワイトボードの表示画面はユーザが携帯電話のキーを押すこと

によって切り替えながら使用する。なお移動クライアントは前提としている端末が HTTP クライアントになることしかできないためメインサーバとの完全な同期はできず、定期的に会議データの更新を行う疑似同期となる。

#### 4.2.2 固定クライアント

固定クライアントは PC 向けの会議クライアント・アプリケーションである。使用可能なメディアは移動クライアントと同様に、チャット、ホワイトボード、拍手の3つである。ディスプレイの解像度は携帯端末と比較して十分に大きいので、同じ画面に複数のメディアのフレームを表示させることが可能である。固定クライアントでは十分なネットワーク性能を前提としているため、メインサーバと TCP ソケットを用いて直接接続し、会議サーバとの完全な同期が可能である。

#### 4.2.3 アプリケーションサーバ

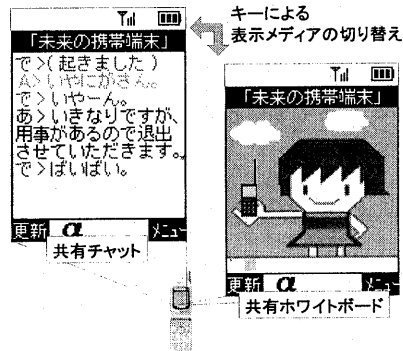
DYNAMIX のアプリケーションサーバは後述する仮想クライアントサーバ (VCS: Virtual Client Server) 接続モジュールを組み込んだ WWW サーバである。移動クライアントおよび固定クライアントのソフトウェアはこのサーバからダウンロードされる。WWW サーバに組み込まれた VCS 接続モジュールは次の2つの役割を担う。前述したように、前提としている携帯電話の通信機能はステートレスな HTTP クライアント機能のみである。このためクライアント側自身でセッション管理ができないので、サーバ側でセッション管理をする必要がある。VCS 接続モジュールの1つ目の役割は、この HTTP セッションの管理である。もう1つの役割は、移動クライアントと仮想クライアントサーバ間のデータの橋渡しである。VCS 接続モジュールのセッション管理機能を介して、移動クライアントから受け取ったデータはそのまま仮想クライアントサーバに TCP 接続を通して渡される。逆も同様である。

#### 4.2.4 仮想クライアントサーバ

仮想クライアントサーバは、ネットワーク的な制限の多い移動クライアントが仮想的に十分なネットワーク機能を持っていると見せかけるために次の3つの役割を果たす。1つ目は、任意の会議サーバに直接接続が不可能な移動クライアントを間接的に任意のサーバに接続させる役割である。2つ目は、HTTP セッションと会議セッションを結びつける役割である。3つ目は、固定クライアント向けの会議情報オブジェクトデータと移動クライアント向けのバイトデータを相互変換する役割である。このデータ変換処理は、移動クライアントがサイズの大きい会議データ形式をそのまま利用することが困難なために行う。



(a) PC 上における画面



(b) 携帯電話上における画面

図 3: 会議画面例

#### 4.2.5 メインサーバ

メインサーバは DYNAMIX システム全体を管理する中心的なサーバであり、会議の管理を行う DYNAMITE モジュールおよび情報変換を行う MIX モジュールが組み込まれている。DYNAMITE モジュールは会議セッションの管理を行い、固定クライアントや仮想クライアントサーバと直接 TCP 接続をして相互接続し、会議データの蓄積および送受信を行う。MIX モジュールは 3.2 節で述べたように各端末に合わせて会議情報の表示形式を変換する役割を担う。

#### 4.3 実装

DYNAMIX システムを Java2 プラットフォーム上に実装中である。移動クライアントには i モード対応 Java を、固定クライアントには Java Web Start を、アプリケーションサーバには Apache Tomcat およびサーブレットをそれぞれ用いている。

PC 上および携帯電話上における画面イメージを図 3 のそれぞれ (a)、(b) に示す。図のように、DYNAMIX システムはユーザの各使用端末に合わせた形で会議情報を提供し、コミュニケーション支援を可能とする。

表 1: 関連研究との比較

	通信への 対応	使用可能 メディア	対応端末	表示形式最適化・ 入力支援	動的な ソフト配信	会議データの 蓄積・参照機能
DYNAMIX	疑似同期・非同期	C, W, A	PC, 携帯電話	有り	有り	有り
DYNAMITE[1]	同期・非同期	C, W, S, V, A	PC	無し	無し	有り
i-BBS[3]	非同期	C	PC, 携帯電話	無し	有り	有り
iチャット [4]	疑似同期	C	PC, 携帯電話	無し	有り	無し
ASSIST[5]	同期・非同期	C, W, S, V, 他	PC	無し	無し	有り
NetMeeting[11]	同期	C, W, S, V, 他	PC	無し	無し	無し

C: チャット, W: ホワイトボード, S: 音声, V: ビデオ, A: 拍手

#### 4.4 関連研究との定性的比較

DYNAMIX を他の電子会議が可能なシステムと比較した (表 1)。

DYNAMIX では、PC と携帯電話両方の端末に対応し、チャット、ホワイトボード、拍手の 3 つのメディアが使用可能である。また端末間格差を吸収するため、表示形式最適化・入力支援、動的なソフト配信、会議データの蓄積・参照機能を備える。

一方他のシステムは PC と携帯電話両方の端末に対応しているものは少ない。また PC と携帯電話両方に対応しているシステムであっても使用可能なメディアはチャットだけであり、端末間格差を吸収するための機能に乏しい。

## 5 まとめ

本稿では PC と携帯電話の混在環境における電子会議について述べ、環境適応型電子会議システム DYNAMIX の提案を行った。DYNAMIX では PC と携帯電話間で各端末に適した情報変換することで、それらの端末間格差の吸収が可能となる。また DYNAMIX プロトタイプを設計し、関連研究との定性的な比較を行った。電子会議サービスを提供する他システムが PC と携帯電話の混在環境において端末間格差の吸収に比較的配慮していないのに対し、提案システムは同環境における電子会議システムとして、疑似同期・非同期のコミュニケーションを実現し、環境適応の考慮、動的なソフト配信などを行っている。これより、同環境におけるコミュニケーション支援に効果的であると考える。

今後は DYNAMIX プロトタイプ的设计・実装を進める。また実際に本システムを用いて PC と携帯電話間で電子会議を行い、アンケートによって有効性の確認を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 太田, 山田, 奈良岡, 渡辺, 水野: モバイルコンピュータ環境における協調作業を支援する電子会議システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 1, pp. 2879-2887 (1998).
- [2] 川口, 加藤, 石原, 酒井, 水野: 同期型電子会議へのスムーズな途中参加支援のための方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 42, No. 12, pp. 3031-3040 (2001).
- [3] CGI ダウンロード: i-BBS,  
<http://www.cgi-down.com/cgi/i-bbs.html>  
(2000).
- [4] Tanaka: iチャット,  
<http://puchi.ac/~tanaka/ijava/ichatpc.html>  
(2001).
- [5] 田中, 勅使河原, 山田: 同期型・非同期型の特徴を活かした会議不参加者支援のためのビデオ会議システムの設計, 情報処理学会研究會報, GW28-12, pp. 71-76, (1998).
- [6] 川口, 加藤, 石原, 水野: MIX: モバイルユーザの行動と使用端末に適した情報変換を行うグループウェア, 平成 12 年度電気関係学会東海支部連合大会, No. 589 (2000).
- [7] 北山, 広瀬: Dharma: さまざまなインターネット端末にコンテンツを適応させるソフトウェア技術, 情報処理, Vol. 42, No 6, pp. 576-581 (2001).
- [8] 吉滝, 川口, 石原, 水野: 携帯電話を利用したお絵描きツールの提案, 平成 13 年度電気系学会東海支部連合大会, No. 653 (2001).
- [9] Sun Microsystems, Inc: Java Web Start,  
<http://java.sun.com/products/javawebstart/>  
(2001).
- [10] Apache Software Foundation: Tomcat,  
<http://jakarta.apache.org/tomcat/> (2001).
- [11] Microsoft Corporation: NetMeeting,  
<http://www.microsoft.com/windows/netmeeting/>  
(2001).