

状況や使用機器の異なるユーザ間でのスムーズなコミュニケーション支援技術の提案

坂根 裕[†] 川口 明彦[‡] 石原 進[†] 水野 忠則[†]

[†] 静岡大学 [‡] 株式会社 豆蔵

A Proposal of Smooth Communication Support Techniques Between Users Using Various I/O Devices in Various Situations

Yutaka SAKANE[†], Akihiko KAWAGUCHI[‡], Susumu ISHIHARA[†], Tadanori MIZUNO[†]

[†]Shizuoka University [‡]Mamezou Co.,Ltd.

1 はじめに

近年, Bluetoothや無線LANを内蔵した小型PCが多数登場し, コンピュータを屋外で持ち歩いて使うというモバイルコンピューティングが一般的なものとなってきた. このような, いつでもどこでもコンピュータが利用できる環境になると, 買い物に出て何をかうのか忘れてしまったり, 道に迷ってしまった場合に, コンピュータを使いリアルタイムに家族や友人とコミュニケーションできるツール [1] は重要なものとなる.

しかし, 自宅でデスクトップパソコンを使っているユーザや, 携帯電話を持って授業に出ているユーザ, ヘッドマウントディスプレイを被り街中を歩いているユーザが同じ条件でコミュニケーションすることは, ユーザの周囲の状況や利用できる入出力デバイスの違いがあるため容易ではない. このような環境では, 一部のユーザがコミュニケーションについていけなくなる場合がある. 筆者らはこれを「おいてけぼり現象」と呼んでおり, おいてけぼり現象を引き起こさずスムーズなコミュニケーションを実現するためには, インタフェースや状況の格差を軽減するための技術が必要となる.

筆者らはこれまでに, マウスやキーボード, 大きなディスプレイなど, 豊富な入出力デバイスを持つデスクトップコンピュータユーザと, 小さなディスプレイと十数個のボタンなど貧弱なインタフェースしか持たない携帯電話ユーザ間でのコミュニケーションツールとして, DYNAMIX(DYNAmic Adaptive teleconference system with Mobile Information eXchanger) を構築している [2]. DYNAMIX では, チャットとホワイトボードを用いテキストと絵を組み合わせたコミュニケーションが行える. 本稿では, ウェアラブルコンピューティング環境を想定し, 高性能であるが画面が小さく, 絵や文字入力速度が遅いユーザが, スムーズにチャットやホワイトボードが利用できるようなソフトウェア的なアプローチを幾つか提案し, 従来システムに組み込み拡張を行った. さらに, アンケートによりシステムのユーザビリティを調査した.

2 モバイル環境におけるコミュニケーション

2.1 おいてけぼり現象

現在のモバイル環境だけでなく, 今後主流になると考えられるウェアラブルコンピューティング環境では, 図 1(左) に示すように, 眼鏡に小型ディスプレイを装着し, スティックタイプのマウスと小型キーボードを持っている. 図 1(右) は図 1(左) のユーザの視点で見える画像である. 小型ディスプレイの解像度や明るさは年々向上しているが, 物理的な画面サイズが小さく, 細かい絵や文字は見にくいので高速に操作できない. このようなインタフェースを使用するユーザが, デスクトップコンピュータを使っているユーザとチャットやホワイトボードを使ったコミュニケーションを行えば, 入出力インタフェースやユーザの状況の違いによって, 全体のコミュニケーションについていけなくなる「おいてけぼり現象」が発生する. おいてけぼり現象を減らすためのアプローチは, 大きく次の 3 つに分類できる.

状況通知: ユーザインタフェースが貧弱なユーザや, コミュニケー



図 1: ウェアラブル機器

ションに積極的に参加できない状態にいるユーザの情報を相手に通知することで, チャットやホワイトボードへの書き込み頻度を意識的に減らしてもらう.

情報提示: ユーザが参照していないテキストや画像コンテンツの更新情報を通知する, ユーザが参加している話題に関する情報だけを提示するなど, 情報を整理して表示することで, 内容の素早い理解を補助する.

情報変換: コンテンツの持つ意味をできるだけ損なわず, ユーザが持つデバイスで閲覧できるようにコンテンツの量や種類を調整する. 例えば, 小さな画面を利用しているユーザに, 複雑な画像や長い文章を意味内容が変わらないような変換を施して提示する. 出力インタフェースとしてスピーカしか持たないユーザに, テキスト文章を読み上げて情報を提示する.

本稿では, これら 3 つの技術の中から「情報通知」および「情報提示」に注目する. 「情報変換」については, ウェブからのダウンロード時間を一定にするために画像コンテンツの品質を制御する研究 [3] や, ウェブデータを音声に変換するシステム [4] など多数存在する.

2.2 DYNAMIX

DYNAMIX [2] は, コミュニケーションへ途中からでも自由に参加・退出できるモバイル電子会議システム DYNAMITE(DYNAmic Adaptive Mobile TEleconference system) [5] に, モバイル端末として携帯電話が利用できるよう拡張したシステムである. 携帯電話ユーザが「おいてけぼり」にならないために, 次に挙げる技術を導入している. DYNAMIX では, コミュニケーションに使用できるメディアとしてテキストチャット, ホワイトボード, 動画, 音声などさまざまなものを想定しているが, 構築したプロトタイプシステムでは, テキストチャットおよびホワイトボードのみ利用できる.

縮小ホワイトボード (状況通知): グループ内に携帯電話ユーザが存在すると, PC の画面上に携帯電話と同じサイズの縮小したホワイトボードを表示し, 携帯電話ユーザが見やすい絵を描くように注意を向けさせる.

更新イベント提示機能 (情報提示): 携帯電話ユーザは, チャットとホワイトボード両方の画面を一度に見ることができないため, ユーザが見ていないところで話が進んだり絵が変わっても, それに気付くことができない. これを防ぐために, ホワイトボードを見ているとチャットで表示された文字数を画面に表

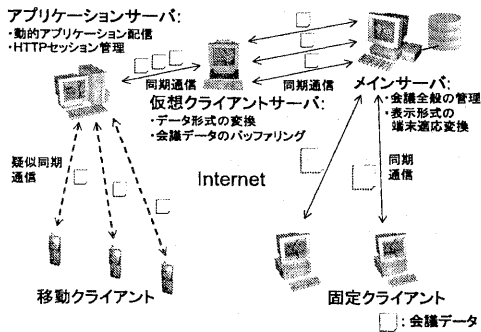


図 2: システム構成

示し、チャットを見ているとホワイトボードで描き込まれた線の数を表示することで、見ていない情報の更新状況を知らせる。

本稿では、上記を考慮し、ウェアラブルユーザを対象として新たに以下の機能を実現した。

ちょっと待って機能 (状況通知): 絵や文字入力が進まなくなったり、ボタンクリックだけで待ってほしいことを他のユーザに伝える。

シンプルビューア機能 (状況通知, 情報提示): 縮小ホワイトボードと更新イベント提示機能を組み合わせた機能。チャットウィンドウを見ているとホワイトボードの情報、ホワイトボードを見ているとチャットの情報を小さく表示する。

参照発言表示機能 (状況通知): 文字入力が遅いユーザが、どの発言を見て情報を書き始めたのかを相手に知らせることで、会話の食い違いを防ぐ。

半透明化機能 (情報提示): ウィンドウを複数開いて作業するユーザが、チャットやホワイトボードを使っているときに、利用しているウィンドウの下にあるウィンドウの情報を、アクティブウィンドウを透かして見ることができる。

これらの機能をユーザが切り替えて、あるいは組み合わせて用いる。

3 DYNAMIX の拡張実装

本章では、2章で提案した4つの拡張機能(ちょっと待って機能、シンプルビューア機能、参照発言表示機能、半透明化機能)の実装について説明する。これらの機能は、これまでのDYNAMIXの追加機能として実装した。

3.1 システム構成

DYNAMIXのシステム構成を図2に示す。メインサーバがチャットの記事やホワイトボードの画像情報を管理し、要求に応じてクライアントへ送信する。現在の携帯電話のJava実行機能では、利用できる通信プロトコルがHTTPだけであるため、メインサーバと直接接続できない。そこでDYNAMIXでは、メインサーバとクライアント間に仮想クライアントサーバを設けた。仮想クライアントサーバは、サーバからクライアントへのデータをバッファリングし、クライアントの要求に応じてデータ形式を変換して提供する。メインサーバから見れば、仮想クライアントサーバはクライアントの一つに見えるため、これまでに構築したメインサーバをそのまま利用できる。

する機能を持つ仮想クライアントサーバを設置する。この仕組みにより、携帯電話とデスクトップコンピュータユーザがコミュニケーションできる。

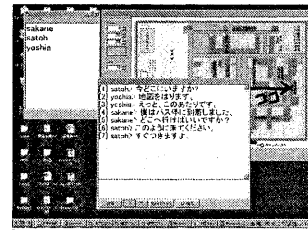


図 3: システム画面

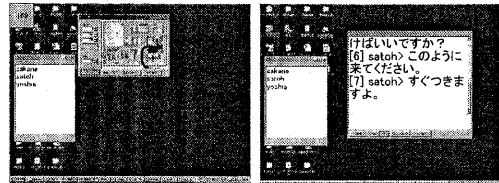


図 4: サイズの変更:ウィンドウ (左), フォント (右)

3.2 基本機能

図3に実装したシステムの画面例を示す。デスクトップ上に、コミュニケーションに参加しているユーザ名やユーザの状態を表示するウィンドウ(画面左上)、チャットウィンドウ(画面中央)、ホワイトボードウィンドウ(画面右上)が表示されている。この画面例は、PCのディスプレイ画面を示しているが、今回実装したシステムはヘッドマウントディスプレイなどの小さな画面で見ることが想定している。ヘッドマウントディスプレイでデスクトップを表示する際、ウィンドウを少し大きくすると他の情報が見えなくなり、文字フォントが小さいと書いてある文字が読めない。そこで、ウィンドウサイズやフォントの大きさをボタン1つで変更できるようにした。図4は、ウィンドウを縮小した場合とフォントを大きくした場合の見え方を示す。画面が物理的に小さいため手軽にこれらの情報を切り替えられることは重要となる。

ウェアラブルユーザが身に付けているCCDカメラ等で撮影した画像コンテンツを利用してコミュニケーションすることを考え、ホワイトボードの背景に画像を表示できる機能を実現した。画像アイコンをホワイトボード内へドラッグ・アンド・ドロップすることで表示できる(図5参照)。

3.3 ちょっと待って機能

図6にちょっと待って機能を使った場面を示す。チャットウィンドウにもホワイトボードウィンドウにもウィンドウ下に「ちょっと待って」ボタンが配置されており、これをクリックするとユーザの状態を示すウィンドウに「待って」と表示され、スピーカーから「ちょっと待って」という音声が出る。もう一度ボタンを押すと状態表示が元に戻り、スピーカーから「もういいよ」という音声が流れる。

3.4 シンプルビューア機能

図7にシンプルビューアを利用している場面を示す。デスクトップ左上隅に小さなウィンドウが表示され、チャットウィンドウをアクティブにしていると、ホワイトボードに書かれた画像を縮小したものを表示し、ホワイトボードウィンドウをアクティブにすると、チャットで表示されている文字数が表示される。これらの情報はリアルタイムに更新されるため、見ていないウィンドウがどのような状況になっているのかが分かる。

3.5 入力開始時間表示機能

図8に入力開始時間表示機能の利用例を示す。本システムでは、

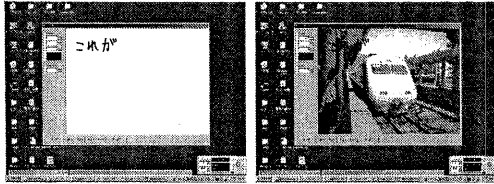


図 5: 背景画像の利用

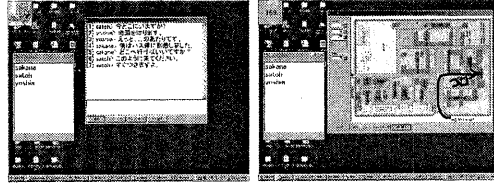


図 7: シンプルビューア

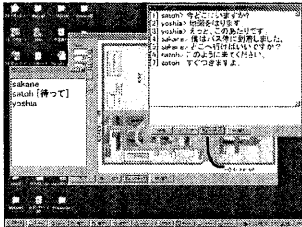


図 6: ちょっと待って機能

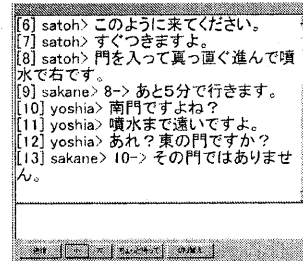


図 8: 入力開始時間表示機能

通常のチャットメッセージは

[‘発言番号’] ‘発言者’ > ‘発言内容’

として表示され、本機能を使って文字入力した場合、

[‘発言番号’] ‘発言者’ > ‘参照した発言番号’ -> ‘発言内容’

のように、参照した発言番号が追加されて表示される。図 8 の例では、この発言参照番号がないと「その門ではありません。」という発言が「東の門」を指すことになり、内容が意図しない結果となる。

3.6 半透明化機能

図 9 に半透明機能の利用例を示す。チャットウィンドウをアクティブにすると図のようにウィンドウ全体が半透明になり、下になっているホワイトボードウィンドウが見える。半透明のものを 2 つ重ねて表示すると、見たい物に意識を集中することで見ることが可能になる。しかし、この機能は大きな計算コストを必要とするため、速度が遅いコンピュータではウィンドウをドラッグしても 1 テンポ遅れて移動するといった障害が発生する。

4 実験

実装したシステムのユーザビリティを調べるため、システムを実際に利用しアンケート調査を行った。

4.1 実験内容

7 人の被験者で本システムを 1 時間利用した。コミュニケーションには、チャットとホワイトボードを利用し、議題は自由とした。被験者には、実装した機能を利用しない場合と、利用した場合でコミュニケーションに差が現れるかアンケートで評価してもらった。被験者は離れた場所で実験しており、相手の様子やどの機能を使っているかを分からないようにしている。

利用できるウェアラブル機器が不足していたため、本実験では、次のようにウェアラブル機器のインタフェースを模擬した。コンピュータ画面は解像度を 640 × 480, 800 × 600, 1028 × 768 の 3 種類使用し、テキストや画像を見えにくくするために、ユーザから画面を 50cm, 1m, 2m 程度離して実験した。入力インタフェースとして、キーボードとマウス、ソフトウェアキーボードとマウス、テンキーによる携帯電話式文字入力とマウス、キーボードの片手入力とマウスをそれぞれ選択して使用してもらった。インターネットへの接続は、有線 LAN(100Mbps)、無線 LAN(11Mbps)、PHS(32Kbps) の 3 通りで実験した。

4.2 アンケート内容

実験後に次の項目の 7 段階アンケートを行った。

1. ウェアラブルコンピューティング環境で「チャット」や「ホワイトボード」は必要か
 2. ちょっと待った機能は有効か
 3. シンプルビューア機能は有効か
 4. 入力開始時間表示機能は有効か
 5. 半透明化機能は有効か
 6. これらの機能によってコミュニケーションが円滑になったか
- これに加え、各項目で点数をつけた理由を書いてもらった。

4.3 実験結果

アンケート結果を図 10 に示す。

次に実装した機能ごとに、被験者の代表的な意見を示す。

- ちょっと待って機能
 - チャットの速度がつかないときに便利である。
 - 誰がどの程度待ってほしいのかわからないのであまり使えない。
 - 単調ですぐ慣れてしまって待たなくなった。
- シンプルビューア
 - 見ていないウィンドウで話が進んだかどうかわかるので便利である。
 - チャットの内容が文字数で出てきても重要かどうかかわからない。
 - 小さく邪魔にならないので便利である。
 - 話が進んでいないとウィンドウを切り替えなくてよいので便利である。
- 入力開始時間表示機能
 - 誰に対する意見が分かりやすい。
 - 「うなずき」の発言が分かりやすい。
 - モードへの切り替えが面倒である。
 - 参照する発言は自分で選択できるようにしたい。
 - 全部の発言に参照ができるのは煩わしい。
- 半透明化機能
 - ホワイトボードを使いながらチャットが読めるので便利である。
 - チャット画面もホワイトボードも画面いっぱい広げて使えるため便利である。
 - 集中しないとどちらが上にあるウィンドウか忘れてしまう。
 - 遅くて使えない。

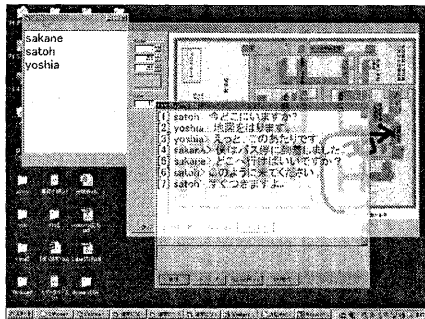


図 9: 半透明化機能

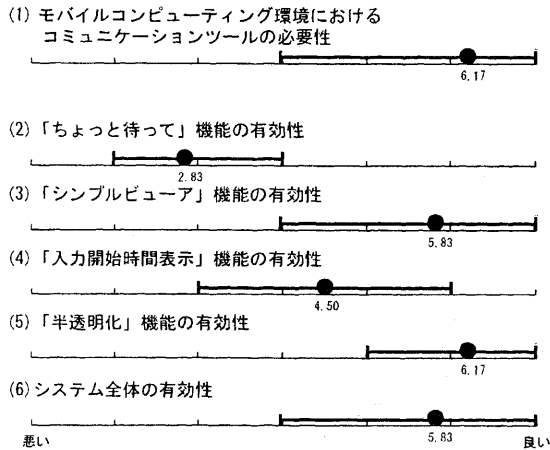


図 10: アンケート集計結果

5 考察

図 10 の結果から、今回実験を行った被験者は、モバイルコンピューティング環境におけるチャットやホワイトボードのコミュニケーション機能に対して注目が高いことがわかる。

次に実装した各機能についての結果についてまとめる。

ちょっと待って機能: この機能は評価が 2.83 と大きく平均を下まわった。原因として、音声か 1 種類しかなく誰が発言したのか分からないことや、なぜ待ってほしいのか具体的な相手の状況が伝わってこないことが考えられる。評価を改善するためには、ユーザの状態提示機能として、ユーザが身に付けている血圧センサや加速度センサ、温度センサなどの情報から状況が自動的に相手に伝わるような拡張があれば良いと考えられる。例えば、加速度センサが頻繁に変化するようであれば「走っている」と判断して報告するなどが挙げられる。

シンプルビューア機能: この機能は 5.83 と高い評価を得た。意見を見てみると、同時に参照できないコンテンツに関する情報が見えていることに対し、良いと考えているユーザが多かった。しかし、チャット情報が文字数だけということに対して数名の被験者が良くないと回答している。小さいウィンドウにチャットのメッセージは表示できないため、この評価をより良くするためには、ユーザが重要であると感じている発言を表示するといった工夫が必要になる。例えば発言者名と発言文字数を表示したり、よく頻繁に出現するキーワードだけを表示するといった改良が必要である。

入力開始時間表示機能: この機能の評価は 4.50 と他の機能に比べると良くない結果となった。理由の一つに「使いにくい」という意見があるが、これは今回の実装上、モード切替がメニュー

選択からしか行えなかったところに理由がある。改良方針としては、ボタン 1 つでオン、オフが切り替えられるようにすることや、1 つ前や 2 つ前の発言に対するコメントであれば参照番号を削除する、参照する発言を選択できるようにするなど考えられる。チャットのログを解析すると、発言の大半が「同意」であり、「はい」や「うん」のように文字数は少ないが、賛成や反対など幅広い意味を含む発言は表示するタイミングが重要であり、この機能の改良は重要な課題である。

半透明化機能: 実装した機能の中で 6.17 と最も高い評価を得た。意見で多かったのは、ホワイトボードを使いながらチャットの文字が読めるという点であり、シンプルビューア機能では得られなかった情報を得ることができる。半透明で重なっているため、意識を集中すれば見たい方の情報が見えてくる反面、集中力がなくなってくるとチャットで何が話されているのか、ホワイトボードで何が描かれているのかといった、コンテンツ内容の理解が悪くなり疲れるという意見があった。頻繁に使っていると疲れないうィンドウの透明度が下がり、使わないとどちらも見えてくるなど、透明度を動的に変化させることでこの問題を改善できると考えられる。

6 まとめ

本稿では、自宅でデスクトップコンピュータを使っているユーザや、授業中に携帯電話を使っているユーザ、ヘッドマウントディスプレイを装着し、手にハンディマウスと片手用キーボードを持って買い物をしているユーザがチャットとホワイトボードを使い、スムーズにコミュニケーションできる環境を実現するプロトタイプシステムを構築した。その中で、インタフェース格差や状況格差による「おいてけぼり」現象を緩和させるためのソフトウェア的なアプローチについて説明し、提案手法が有効であるかどうか実験により評価した。評価は、PC のハードウェア性能や実装方法にも依存するが、提案手法の大半で良い結果が得られた。

今後の課題として、ユーザの状況をコミュニケーションしている相手に伝える手段として、ユーザが身に付けているセンサから得られるデータが利用できるシステムの実現を目指す。位置情報や心拍数情報、気温、加速度などさまざまなセンサから得た情報を処理し、適切な状況を相手に伝えることで、よりコミュニケーションが円滑になると考えられる。

参考文献

- [1] 田中, 勅使河原, 山田: “同期型・非同期型の特徴を生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,” 情報処理学会研究会報告, GW-28, pp. 71-76 (1998).
- [2] 川口, 石原, 水野: “PC と携帯電話の混在環境における電子会議システム” 情報処理学会研究報告, 2002-GN-42-2, Vol. 2002, No. 6, pp. 7-12 (2002).
- [3] 中野, 春本, 下條, 西尾: “ページ配送時間を考慮した画質調整機能をもつ WWW サーバ,” 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol. J83-D-I, No. 1, pp. 194-202 (2000).
- [4] ホームページリーダー: <http://www-6.ibm.com/jp/accessibility/soft/hpr-view.html>
- [5] 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一方式,” 情報処理学会論文誌, Vol. 42, No. 12, pp. 3031-3040 (2001).