

## 仮想ホワイトボードシステムによる情報の集約と共有

徐 劍磊\* 小高 知宏\* 小倉 久和\*\* 黒岩 丈介\*\* 白井 治彦\*\*\*

### Virtual Whiteboard System for Sharing and Aggregating Information

JianLei XU \* Tomohiro ODAKA \* Hisakazu OGURA \*\* Jousuke KUROIWA \*\* Haruhiko SHIRAI \*\*\*

In this paper, we present a solution for solving the problem of information sharing with the Etherphone technology. Owing to a number of advantages on some aspects, we adopt the Etherphone technology to implement a virtual whiteboard system, which is easy to be installed and support multiple users. The input of data by each user can be saved and read by any user in the same network. Via performing an experiment, the designed whiteboard system is available. However, operability needs to be improved.

(Received February 10, 2012)

**Key Words** : Virtual White Board, Sharing, Aggregating Information, Disaster Countermeasures Headquarters

#### 1. はじめに

黒板の代わりにホワイトボード使用する施設は、学校だけではなく、企業や病院、官庁など、テレビ、ラジオなどの報道機関にも広がっている。これらのホワイトボードの主な役割は、情報のまとめや記述をすることである。

ホワイトボードは気軽に文字や図形を書いたり、消したりできる。この特性を生かし、ミーティングやブレインストーミングなどで、ホワイトボード上に、意見を次々と書き足すことによって、グループコミュニケーションが活性化される。小型のホワイト

ボードを用意し、メモや思考整理に利用する人もいる。またホワイトボードは、黒板のようにチョークの粉が出ることがないから、吸引による健康被害が出ないため、よく使われるようになった。

しかし、従来のホワイトボードには、不便さと不足点が多い。ホワイトボードは重いので、携帯性の面で不便であり、マジックペンと貼り紙のコストがかかる。また内容がたまりやすい、整理しにくい、データ化することができない、保存ができないため一旦内容を消したら元に戻せない、検索できないなどの問題点がある。

そこでこれらの問題を解決するために考案されたのが、ホワイトボードの利点を保ち、欠点を取り除き、ネットワークを利用し、情報の集約と共有を支援する、仮想ホワイトボードシステムである。仮想ホワイトボードシステムは、複数の参加者がネットワークを介して参加でき、誰でも情報を書き込み、内容が閲覧でき、書き直す機能を持ち、入力した内容がデータとして保存でき、さらにイーサフォン技術を用いるので接続する設定が簡単である。

また、実験により、本仮想ホワイトボードシステムでは、図と発言を同じように扱えること、発言間の関係を明示的に表すことの有効性が示された。また、実際に行われた協調作業では、図を用いて作業を支援することができた。

\* 大学院工学研究科原子力・エネルギー安全工学専攻

\*\* 大学院工学研究科知能システム工学専攻

\*\*\* 技術部

\* Nuclear Power and Energy Safety Engineering Course, Graduate School of Engineering

\*\* Human and Artificial Intelligent system Engineering Course, Graduate School of Engineering

\*\*\* Dept. of Technology

本論文では、2章で仮想ホワイトボードシステムの概要について述べ、3章で仮想ホワイトボードシステムの設計と構成について述べる。4章では仮想ホワイトボードシステムの実現について述べ、5章では実験および実験結果について述べる。そして、6章で考察を述べ、7章でまとめ及び今後の課題を示す。

## 2. 仮想ホワイトボードシステム

### 2.1 従来のホワイトボードの問題点

従来のホワイトボードには、多くの問題点がある。従来のホワイトボードの問題点を表1に示す

表1 従来のホワイトボードの問題点

面積が大きく、重量が重く、持ち運びが不便である
マジックペンと貼り紙のコストがかかる
人とホワイトボードの距離が遠い場合は、見えにくい
必要な情報を検索できない
一人ずつしか書き込めない
書いた内容が保存できない

ホワイトボードは重いので、携帯性の面で不便である。マジックペンと貼り紙などのコストがあり、負担がかかる。ホワイトボードの表面に反射材を使っているので、人とホワイトボードの距離が遠い場合は、見えにくい。必要な情報を検索できない。一人ずつ書くので、せっかく考えた記載する予定内容を忘れやすい。書いた内容が保存できないので、一旦消したら、戻せない。従来のホワイトボードは、以上の問題点がある。

### 2.2 仮想ホワイトボードシステム

これらの問題を解決するために、仮想ホワイトボードシステムは複数の参加者をリンクする通信の手段とすることができ、更に、参加者は誰でも、内容も見れるだけでなく、書き直すこともできる。

### 2.3 仮想ホワイトボードシステムの機能

本研究では、コンピュータおよびイーサネットを用いて、あたかも仮想ホワイトボードに板書しているかのように記述可能な仮想ホワイトボードシステムを構成した。

このシステムは、図1のように、イーサフォン技術を用いて、イーサネット上に構築した。イーサフォンプロトコルを用い、サーバ及びユーザの間で情報共有することができる。複数の参加者をリンクする通信の手段とすることができ、更に、参加者は誰でも仮想ホワイトボードに書けるし、書いた情報を貼り付ける機能を利用できる付箋を利用できる。内容を見ることが出来るだけでなく、書き直すこともできる。

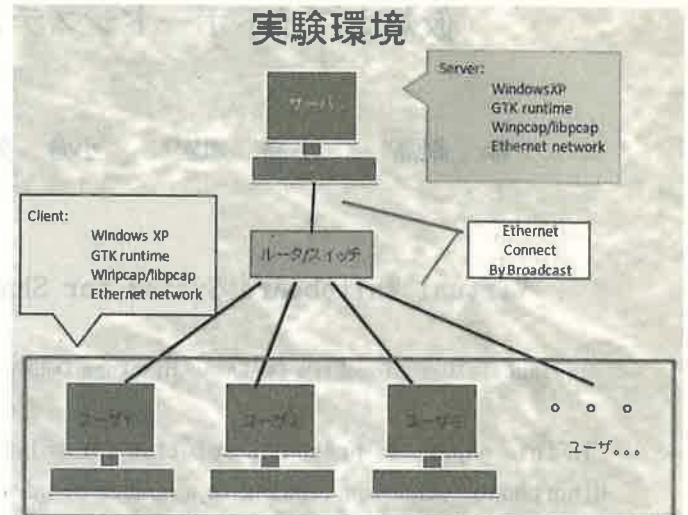


図1 仮想ホワイトボードシステムの構成

### 3.1 仮想ホワイトボードシステムの設計

これまでも記録がとれる仮想ホワイトボードシステムは数多くのもが商品化されているが、ほとんどがTCP/IPを利用したものである。TCP/IPは、IPアドレスというアドレスを後からハードウェアに対して付与し、ネットワークを構築して通信を行う。IPアドレスの設定はDHCPなどによって自動的に行えるが、DHCPサーバが必要である。DHCPサーバには複雑な設定項目があり、専門知識がないエンドユーザには扱うことが難しい。また、DHCPサーバがないネットワークや、何か問題が発生した場合には、IPアドレスを直接指定しなければならないため、ネットワーク設定が困難になる。

TCP/IPに比べて、イーサフォンはLANの範囲でしか通信を行えないが、外部ネットワークと積極的に通信を行わないアプリケーションではTCP/IPのアプリケーションより利便性が向上すると考えられる。本システムは、イーサフォン技術を用いるので、接続のための設定が非常に簡単である。さらに本システムでは、図を描きながら、リアルタイムで複数の参加者と情報を共有でき、その場で共同作業を実現することが可能である。

また、入力した内容をデータとして保存できることが特徴である。

### 3.2 仮想ホワイトボードシステムの構成

#### 3.2.1 クライアントボード

図2のように、一番大きいコンポーネントはクライアントボードである。クライアントボードの中に二つ重要なコンポーネントがある。

まず、左の描画パネルは、すべての図面の操作を収集して、図面に表示する。簡単にいうとUser Interfaceである。イベントハンドラとは、JavaScriptで記述された、マウスの動きのような動作・操作に対して特定の処理を与えるための命令のことである。リンクの上にマウスポインタが乗った、ボタンがクリックされた、テキストボックスの内容

が変更された，フォームの内容が送信されようとするなど，ユーザーが行う様々な操作に対して特定の処理を行わせる．イベントに応じて適切に設定された処理は，Web ページをより動的・対話的なものにする事が可能である．

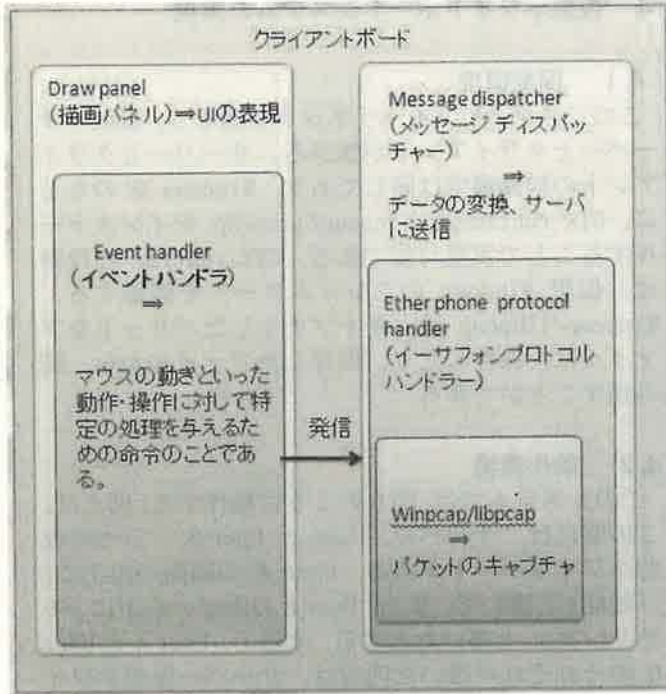


図2 クライアントボード

次に，右のメッセージディスパッチャーについて説明する．メッセージディスパッチャーの役割はイーサフォンプロトコルを通じて，操作した内容をデータに変換して，サーバに送信することである．この結果，サーバ側の仮想ホワイトボードにも同じような操作がされる．メッセージ ハンドラーはイーサフォンを通じて，ブロードキャスト パケットを送信する．

### 3.2.2 サーバーボード

図3が図2と異なる点は，メッセージ・リスナーである．サーバ側ではブロードキャスト パケットを受信する．また，サーバ側の描画パネルにしろせて，同じの操作を命令する．クライアント側から送信された情報をサーバ側で受信し，処理するという形態をとる．

### 3.2.3 Key Point (GUI)

図4のように，このGUIはwindows 或いはLinux環境で使用可能である．windows ならば user32.dll が必要である．Linux ならば，x11 をインストールしなければならない．

次にGTK windows のは，windows とLinux のOS 両方のOS で使えるようにするために用いた．GTK イベントハンドラーでは，すべてのGTK windows のイベントに反応する．一番外側は，描画ロジックである．Winpcap/libpcap がOS ネットワークのコアとともに動いている．Winpcap/libpcap はキャプチャしたパケットをファイルに保存する．



図3 サーバーボード

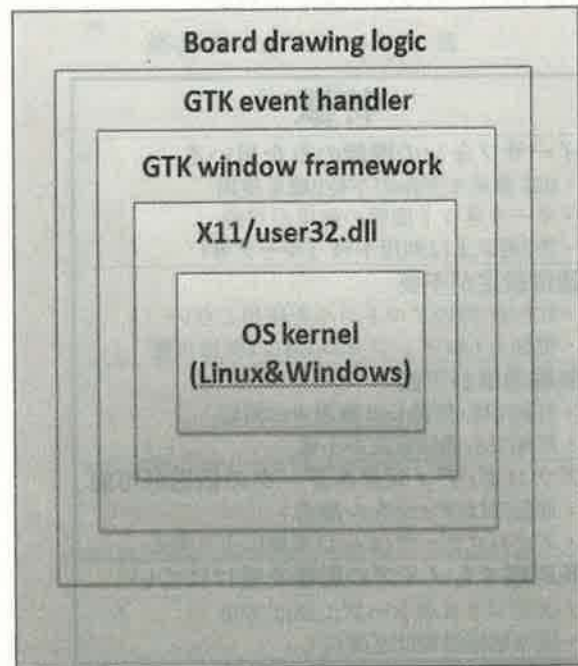


図4 Key Point (GUI)

### 3.2.4 Key Point (Communication)

図5はネットパケットの Key Point である．Winpcap/libpcap がOS ネットワークのコアとともに動いている．Winpcap/libpcap はキャプチャしたパケットをファイルに保存する．

イーサフォンパケットハンドラーの役割は，イーサフォンプロトコルを通じて，ブロードキャスト パケットを選択して，受け取る．イーサフォンソケットは受け取ったパケットを解析して，有効なデータを一番外側の socket に送信する．

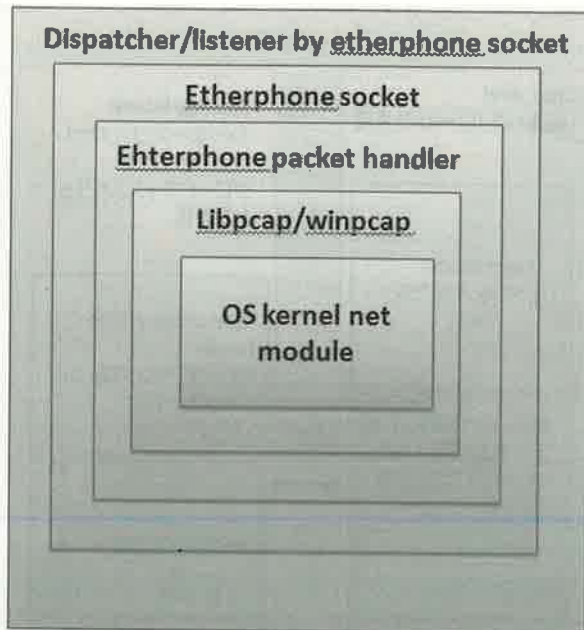


図5 Key Point (Communication)

### 3.3 イーサフォン技術

#### 3.3.1 イーサフォンの特徴

イーサフォンとは福井大学が特許を有する通信技術（特許4110251号）のことである。

表2 イーサフォンの特徴

特徴	
1	<b>イーサフォンの機能のみを用いる</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>OSI 参照モデルの下位2層を使用</li> <li>イーサネット機器の使用が可能</li> <li>第3層以上は利用不可（ルータ等）</li> </ul>
2	<b>通信設定が不要</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>TCP/IP 等のプロトコルを使用しない</li> <li>電源と LAN インフラがあれば使用可能</li> </ul>
3	<b>無線通信が可能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>有線 LAN/無線 LAN 章双方に対応</li> <li>無線でも通信設定が不要</li> </ul>
4	<b>アナログ/デジタルデータの伝送が可能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>通信時はデジタル形式</li> <li>アナログデータは A/D 変換により対応</li> </ul>
5	<b>長距離でもノイズの影響を受けにくい</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>カテゴリ 6 のケーブル長は 100M</li> <li>信号増幅措置は必要なし</li> </ul>

OSI 参照モデルの下位2層に相当するイーサネットの機能のみを使用することによって通信を行う技術のことである。それにより TCP/IP 等のプロトコルを使用しないで通信できる。しかし、当然のように第3層以上のプロトコルであるルータ等は超えることができない。イーサフォンはネットワークに LAN ケーブルを繋ぎ電源を供給することで使用することができるが、無線による通信も可能でその場合も通信設定の必要がない。通常時はデジタル形式でデータの伝送を行っているが A/D 変換を用いることによりアナログデータにも対応できる。また、カテゴリ 6 のケーブルを使用し、ケーブルの最大長は 100m であ

る。信号増幅装置は必要なく、長距離でもノイズの影響を受けにくい。この中で通信設定なしにネットワークに接続することができるというのがイーサフォンの利点である。

## 4 仮想ホワイトボードシステムの実現

### 4.1 開発環境

このシステムは、イーサネットを通じて、複数のサーバーとクライアントが繋がる。サーバーとクライアントの稼働環境は同じであり、Windows XP のもとに、GTK runtime と Winpcap/libpcap をインストールすることで実現可能である。GTK runtime の役割は、仮想 Windows のフレームワークを構築する。Winpcap/libpcap は、キャプチャしたパケットをファイルに、保存したり、保存したファイルから、読み出すことができる。

### 4.2 動作環境

このシステムでは、図6のように動作する。例えば、この図には、サーバー、User A、User B、三つの仮想ホワイトボードがある。User A の画面の左上に、「知能」と書いて、また、User B の画面の右下に「モデリング」と書いたとする。すると、User A と User B のそれぞれが書いた内容は、サーバー仮想ホワイトボードに移される。

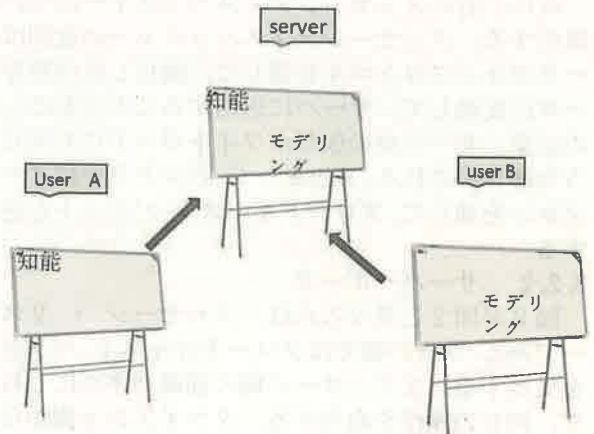


図6 動作イメージ

ユーザー側で、入力した内容をブロードキャストパケットで、サーバー側に発信する。サーバー側が、キャプチャしたパケットを選択して、有効なデータがサーバー側に入力される。

### 4.3 仮想ホワイトボードシステムの実装

本仮想ホワイトボードシステムは、参加者のコンピュータで動作する。それぞれのクライアントとデータの送受信を行うサーバーからなる。サーバーは、各クライアントからのデータを受け取り、他のクライアントへ送信する。このシステムは、誰でも気軽に書きこめる。

図7のように、一番上のオブジェクトは、保存と開く機能を持つ。描いたものも、保存もできるので、議論の結果を他の人と後で共有することも可能である。また、ペンのサイズの調整や色の変換をすることもできる。

また、みんなで編集したり、画面を共有したり、LANの範囲内でスケッチを共有することができる。

#### 4.4 仮想ホワイトボードシステムの動き

図8は、4人の協調作業で作った防災必需品リストである。まず利用者Aは、インタフェースに、「防災必需品」と描いた。利用者B、Cも「防災必需品」を巡って、利用者Aの描いた「防災必需品」の下に、赤字で「簡易トイレ」と青の「暖房用品」を追加した。この時、利用者Dが、LANに接続し、システムを起動した。利用者Dが、みんなの作業を見て、最後に他の色で「防災物質」を追加した。

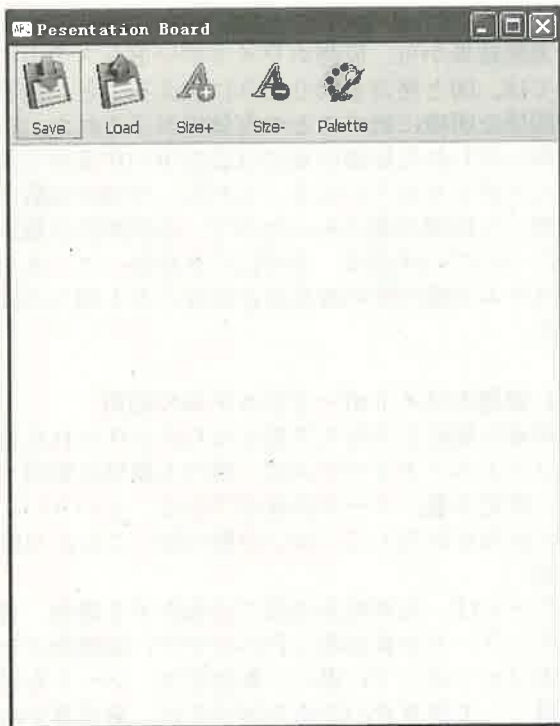


図7 仮想ホワイトボードシステム

以上が、協調作業のイメージである。仮想ホワイトボードシステムを用いることで、色を変換したり、みんなのペンサイズを調整したりすることで防災必需品リストを協働により完成させることができる。

## 5 実験および実験結果

### 5.1 実験

提案システムの有効性を検証するため、従来のホワイトボードより仮想ホワイトボードシステムが使いやすいかどうかを実験した。

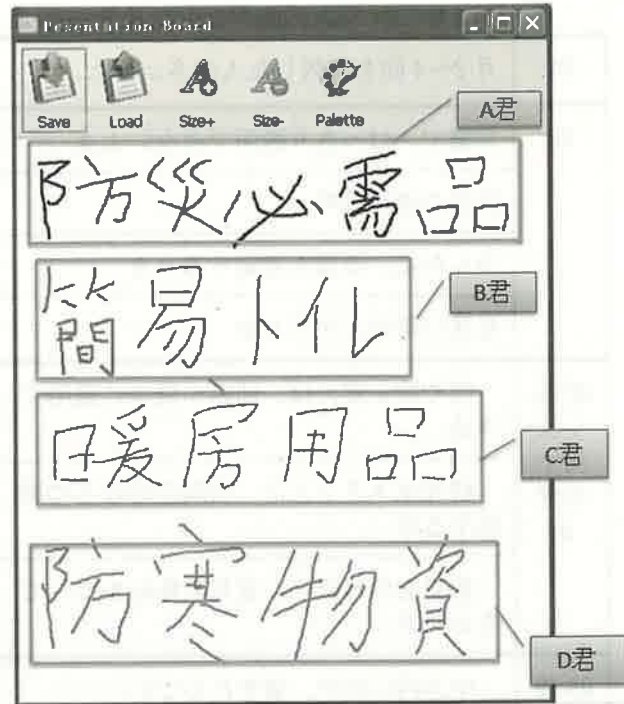


図8 仮想ホワイトボードシステム



図9 実験の様子

図9のように、6人の大学院生からなる被験者に対し、構築した仮想ホワイトボードシステムを用いて、実験を行った。各被験者は、普段授業やセミナーのとき、ホワイトボードを使っていた学生で構成され、互いに面識がある関係である。最初に、システムの使用法の説明を行い、15分間程度使ってもらい、操作に慣れてもらった。その後、6人で30分程、このシステムを使って、議論などを実施した。そして、この仮想ホワイトボードシステムに関するアンケートをとった。

### 5.3 実験結果

アンケート Q1～Q3に関する主な意見を、表3に挙げる。

表3 Q1～Q3に関する主な意見

Q1	月2～4回を選択した人が多かった。
Q2	言葉で、はっきり説明できないとき
	先生の授業の時
	みんなに、情報を連絡するとき
Q3 よく使用する理由	図や絵を使えば、問題が簡単に説明できる
	研究室スタッフに、会議日時などの連絡する時
	意見を出し合い、意見の集約まで、できるため
Q3 使用しない理由	字が汚いので、書きたくない
	面倒くさい
	みんなの前に立つことが、恥ずかしい

表4 従来のホワイトボードに関するアンケート結果

評価(悪1 ← → 5 良)	1	2	3	4	5	平均
Q4 について (人)	0	2	3	1	0	2.5

表5 情報の集約と共有を支援する仮想ホワイトボードシステムに関するアンケート結果

評価(悪1 ← → 5 良)	1	2	3	4	5	平均
Q5 について (人)	0	1	3	2	0	3.1
Q6 について (人)	0	0	3	2	1	3.6
Q7 について (人)	1	0	2	2	1	3.3

Q4 従来のホワイトボードに関するアンケート結果を表4に示す。

Q5～Q7 情報の集約と共有を支援する、仮想ホワイトボードシステムに関するアンケート結果を、表5に示す。

従来のホワイトボードが、役立ったかについて、アンケート調査をした評価は、5段階で、役に立たないは「1」、普通は「3」、役に立つは「5」と設定した。評価結果の平均は、2.5である。

Q6「仮想ホワイトボードシステムは、従来のホワイトボードの問題点を改善したと思いますか」について、平均点は3.6であったが、3人の評価は3点

であった。その理由として、ペンの太さ調節機能は、使いにくいという理由であった。これを改善する方法については、検討の余地があるので、今後の課題とする。

また、Q7は、6人中5人が、3以上に評価を選択しており、とても有用であると考えられる。しかし、1人だけ評価1を選択していた。これに関して、何もコメントが書かれていなかったため、理由はわからないが、必要ないと思う人もいるということがわかった。

そして、Q7で、従来のホワイトボードより、仮想ホワイトボードシステムは、役立ったかどうかの、アンケート評価結果は、平均は3.3であり、集約と共有を支援する仮想ホワイトボードシステムは、従来のホワイトボードより、使いやすいことが判明した。

## 6 考察

実験結果から、仮想ホワイトボードシステムについては、図と発言を同じように扱えること、発言間の関係を明確に表すことの有効性が示された。また、実際に行われた協調作業では図を用い作業を支援することができたといえる。しかし、今回の実験は短時間での協調作業であったので、非同期的な協調作業についての評価は、十分にできなかった。また、システムの操作性の改良が必要なことも明らかになった。

### 6.1 仮想ホワイトボードシステムの応用

情報の集約と共有を支援するために作られた仮想ホワイトボードシステムは、誰でも簡単に使用できる、設定不要、データが保存できる、といういくつかの利点があるので、広い分野に使うことが可能である。

たとえば、災害対策本部で会議をする場合、普段はキーワードや参加者にわかりやすい図形などを仮想ホワイトボードに書く。参加者は、ノートを保存手段として発表者の話を記述するが、発表者が時間の都合などで早口で話した場合、一つの話目が終わって内容をすぐ消したり次の話題に行くことがよくある。参加者は、間に合わなく記述できない恐れがある。この時、仮想ホワイトボードシステムが有用である。一つの部屋で、ネットワークを通じて、発表者は、仮想ホワイトボードシステムの画面にキーワードとか図形などを書いて、リアルタイムで複数の参加者と共有できる。参加者も自分の意見と考えなどが、仮想ホワイトボードシステムの画面に書ける。仮想ホワイトボードシステムは、書いたことをすぐ他の人のスクリーンに反映でき、情報を共有することが可能になる。会議が終わったあと、仮想ホワイトボードに書いた内容を印刷することもできるので、参加者はプリントを持ち帰って、参考にすることもできる。

## 7 まとめと今後の課題

### 7.1 まとめ

情報の集約と共有を支援するため、仮想ホワイトボードシステムの開発をおこなった。

本システムを用いると、参加者や議題が当事者以外でも分かり、必要に応じてすぐに会議に参加できるオープンな環境である。会議参加者でなくても飛び入りで議論に参加できるため、周囲の持っている情報が集まりやすくなる。データ変更やホワイトボード情報をそのままデータ化しながら議論を進めることができる。議論をどんどん可視化することで、情報は暗黙知から形式知となり、確実に共有化され、透過性のある会議になる。参加者に、常に見られているという緊張感を与え、無駄話や目的の無い議論を抑制させ、関係者を巻き込んで、その場で意思決定を行うことにより、議論のスピードがアップする。参加者間の情報共有や、共同作業、トップ方針、一斉通知など全員での情報共有など、様々な使い方を活用できる。

開発したシステムは、多くの社会、学校、研究室が所持している、従来のコンピューターのみを準備すればよいということもあって、将来的には、LANを中心に多くの方々に、使ってもらえると考えている。

### 7.2 今後の課題

今回のシステムでは、誰もがいつでもオブジェクトの操作を自由に行うことができる。しかし、参加者の人数が増えてきたら、それぞれの参加者が好き勝手に操作することによって、仮想ホワイトボードの記述が複雑化してしまう。これを解消するために、例えば、自分の作成したオブジェクトのみしか動作させないようにしたり、会議をまとめる役割の人しか動作させないように制限をつけたりすることも考えられる。また、ネットワークを利用した犯罪は劇的に増加し、問題視されている。セキュリティの問題も考えなければならない。

## 文献

- [1] Richard J. Anderson, Crystal Hoyer, Steven A. Wolfman, Ruth Anderson: A study of digital ink in lecture presentation. CHI: 567-574 (2004).
- [2] 辰川肇: “ノート作成用アプリケーションの研究”, 東京大学大学院平成 13 年度修士論文(2002).
- [3] mimio: <http://www.kokuyomimio.com/>.
- [4] PoinTech: <http://www.plus-vision.com/PoinTech/index.html>.
- [5] Sun Microsystems - Java テクノロジ: <http://jp.sun.com/learnabout/java/>.
- [6] Creating a GUI with JFC/Swing: <http://java.sun.com/docs/books/tutorial/uiswing/>.
- [7] 東京農工大学中川研究室: [http://www.tuat.ac.jp/nakagawa/index\\_ja.html](http://www.tuat.ac.jp/nakagawa/index_ja.html).
- [8] 柏原正三: Java GUI コンポーネント完全制覇, 技術評論社 (2002).
- [9] 戸松豊和: Java プログラムデザイン, SOFTBANK.
- [10] 小池英樹, 小林貴訓, 佐藤洋一: “机型実世界指向システムにおける紙と電子情報の統合および手指による実時間インタラクションの実現”, 情報処理学会論文誌, Vol. 42, No. 3, pp. 577- 585 (2001).
- [11] 暦本純一: “InFoRoom 実世界に拡張された直接操作環境”, インタラクション 2000, pp. 9- 16 (2000).
- [12] 酒井慎司, 三末和夫, 田中二郎: “ガリバー: 板書内容の再利用環境”, 第 5 回知識創造シンポジウム, pp. 119- 126 (2008).
- [13] 細谷英一, 北端美紀, 佐藤秀則, 原田育夫, 野島久雄, 森澤文晴, 武藤伸一郎: “実世界インタラクションのためのミラーインタフェース”, インタラクション 2003, pp. 95- 96 (2003).
- [14] 飛田 春樹, 白井 治彦, 黒岩 丈介, 小高 知宏, 小倉 久和: “イーサフォンによる授業支援システムの実現”, 全国大会講演論文集 第 70 回平成 20 年, pp. 661-662 (2008).

