

手書きと音声を用いた実時間コミュニケーション

斎藤文彦 加藤直樹 中川正樹
(東京農工大学工学部)

Real-time communication by Voice and Handwriting.

Fumihiko SAITO, Naoki KATO and Masaki NAKAGAWA

Department of Computer Science, Faculty of Technology,
Tokyo University of Agriculture and Technology,
Nakacho, Koganeishi, Tokyo, 184-8588 Japan
e-mail : hands@hands.ei.tuat.ac.jp

Abstract : This paper describes a system for real-time communication among multiple persons by handwriting and voice on the Internet.

The system employs handwriting-based UI including circumscribing gestures for pointing handwritten objects so that participants would be able to concentrate on the contents of communication without being bothered by operations. Moreover, it colors handwriting of each participant by a unique color and sends voice while writing in a shared space so that smooth communication could be realized without misunderstanding and confusion.

We are planning to clarify the effect of the above-mentioned features by applying the system for communicating a map.

Keyword: real-time communication ; pen interface ; handwriting input ; Internet ;

1. まえがき

1.1. 研究の背景

インターネットを代表とした世界的規模のネットワークの普及で、我々のコミュニケーションをとる手段は日々広がっていると言える。過去のメディアや技術ではいろいろと制約が多く、手段が考案されてもその制約ゆえに実現が難しかったことも多かった。しかし、近年のネットワークの大容量化とコンピュータの高速化でかなり実現可能になってきた。大容量ネットワークで世界的規模でつながれた高速コンピュータは、相手がどこにいるかということは全く知らなくても、ま

た、相手が何人いてもコミュニケーションがとれることを可能にした。

ところが、そういったシステムは多数の人間でコミュニケーションがとれるように作られているにもかかわらず、使ってみると不都合なことが多いのに気づく。特に、リアルタイムでコミュニケーションのとれるツールでは、物理的接触がないゆえに情報の錯綜や衝突、誤解が生じることがあり、効率のよいコミュニケーションをとることができているとはいえない。

本研究では、手段として音声と手書きを用いたリアルタイムコミュニケーションシステムを考案、実現し、円滑なコミュニケーションができる環境の実現を目指す。

1.2. 研究の位置付け

本研究のコミュニケーションツールは、同期型一対多通信で、コミュニケーションの手段は音声と手書きである。Fig. 1に既存のコミュニケーション手段に対する本システムの位置づけを、同期/非同期、一対一/一対多、そして表意/表音の空間において示す。

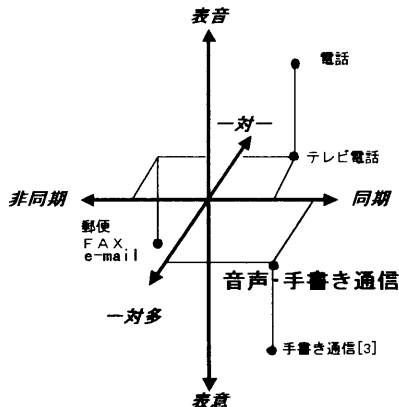


Fig. 1 本研究の位置づけ

2. 基本設計

2.1. 音声によるコミュニケーション

意志、感情の伝達を円滑に行うために、音声によるコミュニケーションができるようにする。そのために、ある人が話した言葉をそのままリアルタイムで他人に伝えることができるようにする。

2.2. 共有スペース

音声によるコミュニケーションだけでは既存の電話と変わらない。電話に代表される音声だけの通信では、図的情報を相手にどうやって伝えるかが問題になることが多い。だから、図的情報を相手に伝えるための手段を提供することは円滑なコミュニケーションを目指す上で重要なことである。そこで、ある参加者が他の参加者に伝えたい図情報や文字情報が逐次に表示される共有空間が必要である。そこでは、相手が書いたものは自分が書く場所に表示され、自分と相手は同じ領域に書込んでいるようにする必要がある。この場所を共有スペースと呼ぶ。

2.3. 筆記者の区別

共有スペースに書込まれる図や文字の情報は、書込まれていくうちに領域の重複・錯綜することがある。これによって、円滑なコミュニケーションが阻害され

る。そこで、ある人が書いたものを他の人が勝手に消したり改変できないようにして、共有スペースが無秩序になるのを防ぐ方法を考案した[2]。評価実験から、手書き書込みを色で自分のものと他人のものを区別し、操作できるものとできないものを区別することで混乱を防ぐことができたことが実証された。

2.4. 発言者の区別

複数の参加者がいるときに、ある参加者が音声発言しても誰が音声発言したのかわからないことがある。音声発言者の特定をせずにコミュニケーションを続けていくと誤解が生じたり、話が噛み合わなくなったりして、円滑なコミュニケーションを阻害する要因となる。そこで、音声を発したときその人の情報を視覚的に変化させることで、音声を発した人の特定ができるようにする。

2.5. ポインタの表示

Fig. 2のように共有スペース上で相手に注目してもらいたい箇所を指し示すことができるようにする。筆記者区別の機能を実装したプロトタイプを使った評価実験[2]で得られた意見に、他人の書いたものが邪魔なので削除や移動したいと思っても、筆記者の区別の制限でできないのがわずらわしい、というものがあつた。その実験では、コミュニケーションの手段が手書きだけだったので、他人が書込んだものを削除・移動するには、手書きでその要求をしなければならなかった。本研究では意思の伝達に手書きだけではなく、音声が使えらるから手書きよりは手間が軽減されると思われる。しかし、どこを削除・移動して欲しいのかを相手に伝えなければならないことには変わりがない。そこで、ポインタを使うことでそのことを容易にできるようにする。

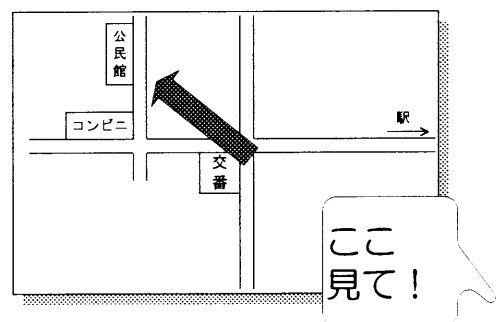


Fig. 2 ポインタの表示の様子

2.6. データの再利用

共有スペースに書いたことをデータとして再利用できるようにする。事前に用意し、コミュニケーション中に資料として表示したりできるようにする。

3. 機能設計

3.1. 手書き書込みと音声発言

ユーザが共有スペースに書込んだものを手書き書込みと呼ぶ。ユーザは共有スペースに手書き書込みを書くことができ、その手書き書込みを他の全てのユーザは各々の共有スペースで見ることができる。

ユーザが相手とコミュニケーションをとるために発声することを音声発言と呼ぶ。

ユーザは共有スペースにコミュニケーションに必要な図を書込み、音声発言によって意志、感情の伝達を行うことができる。

手書き書込みと音声発言によってコミュニケーションをとることを音声・手書き会話と呼ぶ。

Fig. 3に概念図を示す。

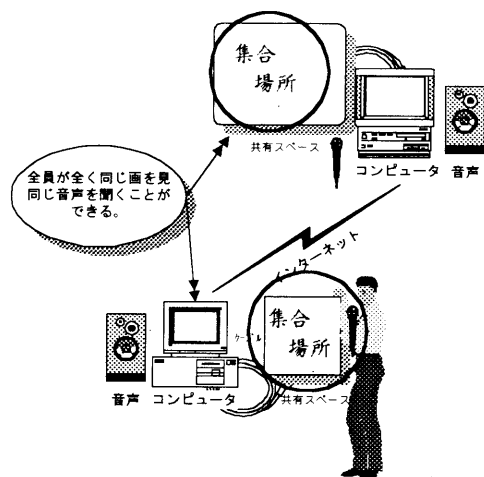


Fig. 3 本システムの概念

3.2. 途中参加・退出

音声・手書き会話に参加しようとするユーザが最初から全員いるとは限らず、また途中で抜きたいこともある。そこで、ユーザが好きなきときに音声・手書き会話に途中参加・退出できるようにする。

3.3. 手書き書込みの保存

手書き書込みの様子をあとで参照したり修正したりできるように、ユーザは共有スペース上の手書き書込

みを保存できるようにする。

3.4. 手書き書込みの読み込み

保存しておいた手書き書込みを参照、修正したりするために、ユーザは保存ファイルを読み込み、共有スペース上に手書き書込みを表示することができるようにする。音声・手書き会話中に読み込むこともできるようにし、読み込んだ手書き書込みは全員の共有スペースに表示されるようにする。

3.5. 手書き書込みの操作

共有スペースを有効に使うために、ユーザが手書き書込みの移動、削除、取消しといった操作をできるようにする。操作できる手書き書込みの種類を示す。

- ・自分の手書き書込み
- ・途中で音声・手書き会話から抜けた人の手書き書込み
- ・全員が共有する手書き書込み

既存のシステムではこれらの区別がないために、しばしば自分の書いたものが他人に操作されるということが起こる。同意のもとで行われるのはかまわないが、そうでなければ混乱のもととなる。これを防ぐために、前システムでは自分と他人の手書き書込みを区別し、他人のものを操作することができないようにした。これにより、手書き書込みの操作は手書き書込み者本人だけができるようになった。しかし、次の問題が前システムでの評価実験から得られた。

- ・邪魔だと思っても、他人の手書き書込みはその人しか操作できないので当人に要求を出さなければならない

前システムでは他人への要求は手書きでいちいち書込まなければならないであった。しかし、本システムでは音声での意志表示が可能であり、当人への要求も音声ですぐできるのでこれらの問題は解消されると考えられる。

4. 通信の設計

本システムは、通信の中心となるサーバ・アプリケーションと、ユーザに共有スペースを提供するクライアント・アプリケーションを接続するサーバ・クライアント型の接続方法をとる。これは一対多通信を実現するためと、音声・手書き会話に参加しているユーザの情報を一元管理するためである。

4. 1. 共有スペースの通信

共有スペース上のデータはサーバ・アプリケーションでも保持する。これによって、音声・手書き会話に途中参加してきたユーザの共有スペースへ、サーバ・アプリケーションが保持していた情報を表示することができ、途中参加を可能にする。

4. 2. 音声の通信

ユーザの音声発言のデータは、クライアント・アプリケーションがサーバ・アプリケーションを通じて他の参加者に送信する。なお、ユーザ自身の声がユーザに戻ってくることで生じるハウリングを防ぐために、サーバ・アプリケーションでは音声発言のデータを送信してきたクライアント・アプリケーションには送信しない。また、クライアント・アプリケーションが音声発言者の区別を表示するために、ユーザが音声発言をしていないときはそのデータをサーバ・アプリケーションに送らない。これにより、音声発言をしているかしていないかをクライアント・アプリケーションが区別できる。

5. ユーザインタフェースの設計

5. 1. 手書き書込み者の区別

手書き書込みは、色によって自分が書いたものと他人が書いたものを容易に判別できるようにする。自分以外の参加者全ての手書き書込みを異なる色で表示すると逆に判別が難しくなるので、自分が書いたものと他人が書いたものに各々一色を割り当てる。これは自分が操作できる手書き書込みと操作できない手書き書込みの区別に対応している。

5. 2. 音声発言者の特定

音声発言をすると共有スペース上の音声発言者の手書き書込みの色を目立つ別の色に変化させ、音声発言者の特定を容易にできるようにする。ただ、音声発言のたびに視覚的に変化するので共有スペース上の書込みが点滅しているようになり、ユーザが不快感を持つことも考えられる。このことを避けるために、表示色を工夫することが必要である。しかし、ユーザごとに色に対する感じ方も違うと考えられるので、ユーザが色について自由に変更することができるようにする。

5. 3. 囲み線を使うための操作

削除や移動といった操作をする手書き書込みの指定は、線で囲むことによって行う。この線を囲み線[1]と呼ぶ。操作したい手書き書込みを囲み線で囲んで指定すれば、移動や削除の操作が可能になる。

Fig. 4、Fig. 5に手書き書込みの操作の例を示す。

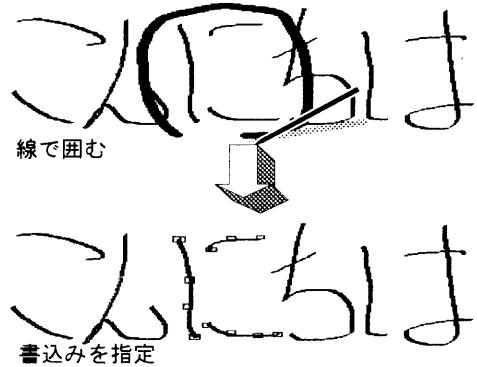


Fig. 4 囲み線による手書き書込みの指定

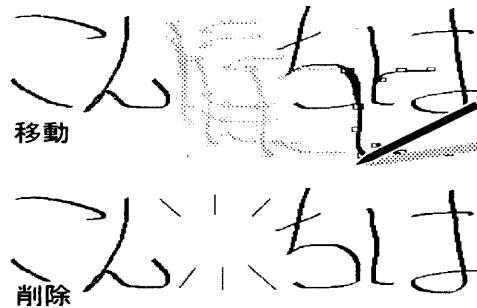


Fig. 5 手書き書込みの操作例

5. 4. 囲み線を使う方法

3. 5で示した種類の手書き書込みが共有スペース上であれば、囲み線を使って手書き書込みを指定し、操作をすることができる。このときの囲み線を使えるようにする方法として前システムで考案した3つの方法の他に2つの方法を加え、5つとした。

方法1：囲み線指定ボタンを押すと囲み線モードに移行し、この状態で線を書くとそれが囲み線になる

方法2：直前の手書き書込みが、囲み線指定ボタンを押すと囲み線となる

方法3：ある一定時間共有スペース上の一点を押し続けると囲み線モードに移行し、この状態で線を書くとそれが囲み線になる

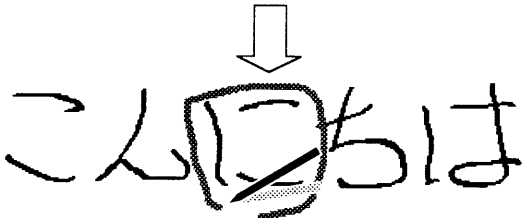
方法4：線を書き、終端で一定時間以上ペンの動きを留めることでその線が囲み線になる (Fig. 6)

方法5：使用するペンに付けられたサイドスイッチを押すことによって囲み線モードになる (Fig. 7)

なお、方法1、2、3については前システムで予備的な実験を行い結果 (Table1) を得ているが、新たに考案した方法4、5についてもTable2に示す長所短所があると思われるので、あわせて評価する必要がある。

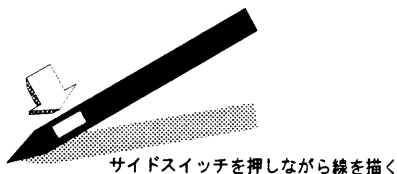


線の終端で一定時間ペンを押し続ける

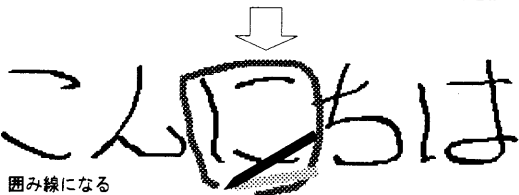


囲み線になる

Fig. 6 囲み線を使えるようにする方法4



サイドスイッチを押しながら線を描く



囲み線になる

Fig. 7 囲み線を使えるようにする方法5

Table1 囲み選択方法の評価実験[2]の結果

方法1	良い	・ユーザが意図的にボタンを押すので、現在のモードになっているかよくわかり、ちゃんとモードが切り替わった気分になれる
	悪い	・押してから囲むのは、構えるようで疲れる ・ボタンを押すのを忘れて混乱する ・モード変更を考えている余裕がない ・余計な操作が必要
方法2	良い	・囲んで操作をする方が楽 ・方法1のように押し忘れることはない
	悪い	・普通の線を引き続けているのか囲み線を引こうとしているのかわからなくなる ・ボタンを押すまで普通の線と区別がつかない ・直前の発言が区別できればいいと思う
方法3	良い	・余計な操作がいらないので慣れれば使いやすい
	悪い	・なかなか囲みモードになってくれない ・押し続けている時間がいらすらし、疲れる ・押し続けるのは時間がかかるし、タイミングが人によって違うと思う ・押し続けている間にずれてしまい、やり直ししなければならなくなる

Table2 囲み選択方法4の長所と短所

方法4	長所	・囲み終わってから一定時間待つことになるのでモードが変わるまでのいらいらが軽減される ・モードが変わる前にずれてしまっても、さらにもうちょっと待てばいいので、やり直さないといけないということがない
	短所	・モードが変わるまで待たなければならない
方法5	長所	・ペンにボタンがあるのですぐに押すことができる
	短所	・ペンの形状によって使用感が大きく変わってしまう ・誤ってボタンを押してしまうことがある

6. データ管理の設計

6.1. 内部での手書き書込みの管理

ユーザが共有スペースに書き込んだ手書き書込みを、内部では手書き書込みオブジェクトと呼ぶ。サーバに接続しているユーザの手書き書込み全てを表示するために、全ユーザの手書き書込みオブジェクトをおのおのクライアント・アプリケーションで持つ。また、音声・手書き会話に途中参加してくるユーザの共有スペースに現在の音声・手書き会話の様子を表示するために、サーバでも全ての手書き書込みオブジェクトを持つ。サーバは保持しているデータを途中参加してきたクライアントに渡し、クライアントは音声・手書き会話を表示する。

システムは、共有スペースにペンをおろしてから離すまでを一つの手書き書込みオブジェクトとして管理する。

手書き書込みオブジェクトの属性を次に示す。

- ・筆点データ列
- ・オブジェクトのユーザ名
- ・オブジェクトの描画位置基準点
- ・オブジェクトの形
- ・ペンの太さ

6.2. 内部での音声発言の管理

参加者が音声発言したデータはクライアント・アプリケーションがデジタルデータに変換し（これを音声発言オブジェクトと呼ぶ）、サーバ・アプリケーションへ送信する。サーバ・アプリケーションが受け取った音声発言オブジェクトは送信してきた参加者以外の参加者に向けて送信し、クライアント・アプリケーションが受信して、音声として参加者に聞こえるようにする。

音声発言したときに発言者の区別をするために、音声発言オブジェクトの送信は音声発言したときだけにする。音声発言オブジェクトを受信したクライアント・アプリケーションはそれに対応してユーザに表示する。

7. プロトタイプの実現と評価実験の準備

プロトタイプは、Borland C++ version5.02Jで実現し、Windows95、WindowsNT3.51, 4.0上で動作する。

7.1. 評価実験の目的と手順

手書き書込みの区別、音声発言者の区別、ポインタ、囲み線の使用により、本システムの目的である円滑なコミュニケーションができたかどうかの評価と、5つの囲み線の方法の評価を行う。そのために、被験者にプロトタイプを使用してもらい、アンケートに答えてもらう方法で評価実験を行う。

実験手順予定を示す。

- (1) 被験者三人A, B, Cを選び、お互いに声の聞こえない位置で本システムを使用してもらう。あらかじめ被験者には数枚の地図を渡しておく。
- (2) 被験者Aには地図に書かれている固有名詞を使わずに、ある場所からある場所までの道順を書いてもらう。被験者B, Cは共有スペース、音声を通じて被験者Aへ質問をしてよい。
- (3) 実験中、囲みの方法をいろいろ変えてもらう。
- (4) 発言者の区別に用いる手書き書込みの色を自由に

カスタマイズしてもらう。

- (5) 被験者Aの目的地がわかったら、地図を書く側と目的地を当てる側を交代する。
- (6) 実験終了後、被験者それぞれにアンケートに答えてもらう。

7.2. 評価項目

評価を行う項目を次に示す。

- (1) 自分の言いたいことが相手に伝わったか
- (2) 相手の言いたいことが理解できたか
- (3) 相手と自分の手書き書込みを区別できたか
- (4) 音声発言者の手書き書込みの色を変化させたことで音声発言者が区別できたか
- (5) 手書き書込み者の区別、音声発言者の区別、ポインタそれぞれがない場合とある場合で比べてどちらの方がコミュニケーションをとりやすいか
- (6) どの囲みの方式が使いやすいか

8. むすび

本研究では音声と手書きを利用した、実時間でコミュニケーションできるシステムを提言した。また、プロトタイプを作成し、それをを用いて評価実験を行う予定を述べた。

今後、この結果をシステムに反映させ、さらに評価実験を行い、より円滑なコミュニケーションができるようにする。

文 献

- [1] 中川正樹他:表示一体型タブレット上でのペンの囲みに対する対象の包囲を判定する高速アルゴリズムの実現と評価, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J77-D-II, No. 8, pp. 1630-1639(1994).
- [2] 斎藤文彦他:実験公開インクフォーマットを利用したリアルタイム手書きコミュニケーション, 情報処理学会第73回ヒューマンインタフェース研究会報告, pp. 13-18 (1997).