

Title	オンライン・コミュニケーションにおける触覚を利用した対話状況アウェアネス伝達に関する研究
Author(s)	山田, 裕子
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/379
Rights	
Description	Supervisor:西本 一志, 知識科学研究科, 修士

修 士 論 文

オンライン・コミュニケーションにおける
触覚を利用した対話状況アウェアネス伝達
に関する研究

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科

山田 裕子

2002 年 3 月

修 士 論 文

オンライン・コミュニケーションにおける 触覚を利用した対話状況アウェアネス伝達 に関する研究

指導教官 西本 一志 助教授

審査委員主査 國藤 進 教授
審査委員 杉山 公造 教授
審査委員 伊藤 孝行 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科

050088 山田 裕子

提出年月: 2002 年 2 月

要旨

本研究では、リアルタイムに行われるテキストベース・コミュニケーションにおいて、互いの対話状況アウェアネスを伝達することのできるシステムの実現を目指している。この目的のために、本論文では、ユーザの動作を、振動という物理的な感覚で補完することのできるコミュニケーションチャネルを加えたオンラインチャットシステム“Tangible Chat”を提案・構築し、評価する。

ネットワークを介したコミュニケーションにおいては、対話相手の存在感や動作などの対話状況に関する情報はなかなか伝わりにくいので、リアルなコミュニケーションが困難となっている。このため、欠落した情報を補完することで対話状況を通信先の相手に知らせ、臨場感ある対話を実現することを目的とした、「対話状況アウェアネス通信」の研究が従来から多くなされている。本研究で取り扱うオンラインチャットは、現在最も広く利用されているネットワーク上でのコミュニケーション手段の一つである。しかし、そこでは基本的に文字情報しかやり取りできないため、非言語情報が欠落してしまう。この結果、同じ文であっても、その発話者がどんな心境や状況でその発話をしたのかが不明瞭となってしまう。

本研究では、オンラインチャットで必ず行われ、かつもっとも自然な行為である「打鍵」に着目する。オンラインチャットにおいて、打鍵行為は様々な対話状況を表出すると考えられる。まず単純に、打鍵を行っている時は、その打鍵者が発言を入力しつつある時であることがわかる。また、たとえば怒った時、Enter キーを力強く叩いたりしてしまうことは、しばしば見られる現象である。つまり、このような打鍵行為によって、発言中であるかどうか、さらには打鍵者の感情までも読み取ることが可能となると思われる。

そこで、チャットで自然に行われるこのような打鍵行為によって生じる物理的作用である振動を対話相手に伝達し、触覚情報として提示することにより、対話状況アウェアネスを伝え合うことを試みる。打鍵による振動の抽出には、加速度センサを用いた。すなわち、加速度センサをキーボードに取り付けることにより、キーボードを打つ振動を検出する。検出された振動は相手側にリアルタイムに伝達される。伝達された振動は、音響信号に変換され、振動子を内蔵したクッションによって振動として出力される。このクッションを椅子の座面に置き、被験者はその上に座ってチャットを行う。これによって、対話相手の打鍵によって生じる振動をリアルタイムに体感しながらチャットを行うことが可能となる。

こうして伝達され、体感される振動によって対話相手の状況をつかむことができると考えられる。したがって、相手が今発話を入力しているかどうかを体感として把握することができると、振動が感じられる間はその入力中のメッセージが表示されるまで、自分の発話の入力を待つようになることによる、円滑な発話の順序交代が行われるのではないかと予測した。また、キーボードを叩く強さを出力される振動の大きさに反映させることによって、感情の伝達に効果があるという仮説を立てた。

以上の仮説を検証し、本システムの有効性を評価するために、被験者による評価実験を行った。実験では、協調型の課題と対立型の課題を用意し、発話順序交代や感情の伝達について、振動のある場合と無い場合とを比較し、発話数とアンケート結果から考察した。その

結果、複数の話題の同時進行が減少し、発話順序交代が円滑化したことが確認された。また、感情の伝達による対話内容の活性化についての有効性も確認することができた。

目次

第1章	序論	1
1.1	はじめに	1
1.2	論文の構成	2
第2章	研究の背景と特色	3
2.1	アウェアネスとは	3
2.2	アウェアネス通信によるコミュニケーション支援	3
2.3	物理的実体を利用したアウェアネス通信	5
2.4	本研究の特色	6
第3章	Tangible Chat の構築	7
3.1	概要	7
3.2	システム構成	7
3.2.1	開発環境	7
3.2.2	モジュール構成	8
3.2.3	ユーザインターフェース	10
3.2.4	データ構造	10
3.3	システムの機能と利用手順	12
3.3.1	利用の準備	12
3.3.2	メッセージと振動の送受信	13
第4章	評価実験	14
4.1	実験の概要	14
4.1.1	振動伝達の効果に対する仮説	14
4.1.2	方針	14
4.2	実験1:対話状況伝達機能を持たない通常の テキストベースチャットとの比較	15
4.2.1	実験条件	15
4.2.2	実験結果	17
4.2.3	実験1の考察	23

4.3	実験 2:対話状況を文字情報で伝達する	
	MSN メッセンジャーとの比較	24
4.3.1	実験条件	24
4.3.2	実験結果	27
4.3.3	実験 2 の考察	31
第 5 章	結論	32
5.1	本論文のまとめ	32
5.2	今後の課題	33

第1章 序論

1.1 はじめに

本研究は、オンラインでのテキストベース・コミュニケーションにおいて、文字情報だけでなく対話状況をも伝達することを可能とする技術の確立を目指している。この目標への第一歩として、本論文では打鍵動作を触覚情報として伝え合うことができるテキストベース・チャットシステム“Tangible Chat”を構築し、その有用性を評価する。

ネットワークを介したコミュニケーションにおいては、対話相手の存在感や動作などの対話状況に関する情報はなかなか伝わりにくいので、文字や音声といった言語情報以外の情報を体感できる、リアルなコミュニケーションが困難となっている。このため、対話状況を通信先の相手に知らせて欠落した情報を補完し、対話の臨場感を増すための工夫が必要となる。このようなオンラインコミュニケーションにおける対話状況の通信と提示手段については、「対話状況アウェアネス通信」の研究として従来から多くなされている。

本研究で取り扱うオンラインチャットは、現在もっとも広く利用されているネットワーク上でのコミュニケーション手段のひとつである。しかし、そこでは基本的に文字情報しかやりとりできないため、非言語情報が欠落してしまう。この結果、同じ文であっても、その発話者がどんな心境や状況でその発話をしたのかが不明瞭となってしまう。たとえば通常、対面で対話を行っている場合、相手の話を受けて自分が話す、といった具合に、発話の順序交代が暗黙の内にうまく行われている。しかし一般的なオンラインチャットの場合は、対話相手の状況がまったくつかめないために、対話内容をどんどん先に進めてしまったり、またそのことから対話内容が前後したり、複数の話題が同時に進行してしまうことが多々ある。

このため、オンラインチャットにおいても対話状況アウェアネスを通信する手段を提供することが望まれる。対話状況の取得と、その伝達・提示にはさまざまな方法が考えられる。今のところ、オンラインチャットで対話状況を伝達・提示するもっとも一般的な方法は、フェイスマークによる伝達であると思われる。しかしながら、怒っている時に「わざわざ」(_ _ #) のようなフェイスマークを書き込まねばならないということに違和感を覚えたことはないだろうか。

本研究では、オンラインチャットにおける対話状況の自然で適切な取得と伝達の実現を目指す。このために、発話の入力の際に必ず発生する打鍵行為に注目する。オンラインチャットでは発言しようとする時、必ず打鍵が発生する。したがって、打鍵が行われていることを知れば、相手が今発言しようとしているということがわかる。また、たとえば怒った時、

Enter キーを力強く叩いたりしてしまうように, チャットで自然に行う打鍵行為は, その時の感情によって違ってくる。さらに, 打鍵の仕方には人それぞれの個性も表れる。そこで打鍵行為によって生じる物理的作用である振動を対話相手に伝達し, 触覚情報として提示することにより, 対話状況アウェアネスを伝え合うことを試みる。これによって, 発話の順序交代が円滑に行われるか, また感情面の情報を抽出・伝達することが可能となるかについて検証する。

1.2 論文の構成

本論文は, 序論としての本章を含め, 5つの章によって構成される。

第2章では, 関連研究を紹介し, その中で本研究の位置付けを明確にする。

第3章では, 本研究で実装したプロトタイプシステム“ Tangible Chat ”について詳述する。

第4章では, プロトタイプシステムの評価実験と, 得られたデータの分析を行い, 振動伝達による対話状況アウェアネス通信の効果を検証する。

最後に, 第5章で本研究において得られた研究成果をまとめるとともに, 今後の研究の課題, 将来の展望について述べる。

第2章 研究の背景と特色

2.1 アウェアネスとは

高性能なコンピュータや高速なネットワークが普及し始め、学校や企業などでも作業の効率化のためひろくコンピュータが利用されるようになり、ネットワークを介した情報通信も活発に行われるようになってきた。コンピュータとネットワークを協調作業に積極的に適用し、複数の人間によって行われる協調作業を円滑化することを大きな目標とした CSCW(Computer Supported Collaborative Work) の分野で、1990 年代初頭からアウェアネス研究が盛んになってきている。

アウェアネスとは、本来「気づいていること」「認識」などの意味を持つ。普通の生活環境では、たとえば近くにほかの人がいることや、その人が動いているか、何をしているのかといったことを、その場の雰囲気として感じることができる。しかし、1990 年代になって、同期・対面作業では当たり前の何かが分散環境では欠落しており、このため意思疎通が上手くいかないことが明らかとなってきた。たとえば Dourish[1] らは、「誰が誰と話し、誰が話し手や聞き手の周辺にいるか、彼らはどのような行為をしているか」といった日常の同期・対面作業で生じる当たり前の情報が、分散環境においても重要となることを指摘している。そこで各種のアウェアネスを補完する研究が盛んとなった。たとえば仮想オフィスでの出勤感や連帯感のための位置アウェアネス [3]、情報共有のためのナレッジアウェアネス [4]、共同作業のための *www* アウェアネス [5]、またナレッジアウェアネスの延長線上にある情報取得アウェアネス [6] 等の様々なアウェアネス研究が行われている。以下では、本研究が対象とする対話状況アウェアネスに関連する先行研究について概観する。

2.2 アウェアネス通信によるコミュニケーション支援

分散環境におけるコミュニケーション支援を目的として、Media Space[7] や Video Window[8] のようなテレビ会議システムが多数作成され、一部は実用化している。これらは映像と音声を通信することによって、距離の制約を越えた会議空間を提供している。しかしこのようなシステムでは、アイコンタクトが欠如しがちで、逆に違和感を招きかねない。そこで、アイコンタクトのできる環境を実現した研究に石井のゲイズアウェアネス [2] がある。

一方、遠隔地間の共同作業を円滑に進めるために重要な要素としての、インフォーマルコミュニケーションに着目した研究として、VENUS[9]、FreeWalk[10] などが挙げられる。

VENUS は仮想的な出会いを実現したり、遠隔地のメンバの静止画情報を受信することにより、そのメンバの状態を知ることを可能にしたもので、インタレストアウェアネスを支援している。また FreeWalk は、テレビ会議システムと仮想空間を組み合わせたコミュニケーション環境で、各利用者に仮想空間内での位置と向きを与えることによって、自然発生的な会話を実現している。相手との会話は、音声か吹き出しによる文字で行われている。しかし、このような仮想空間を利用したコミュニケーション支援において伝達されるアウェアネスは、仮想空間内にいる人物および仮想空間内での行動のアウェアネスである。本研究では、実空間における対話相手のアウェアネス伝達を目的としているため、これらの研究とは、対象とするアウェアネスが異なる。

伊藤 [11] は、ネットワーク上でのテキストベース・コミュニケーションにおいて、誰が話者で、誰が聴者なのか、誰が誰に対して話しているのか、といった発話状況をリアルタイムに表示することで、カンバーセッションアウェアネスの提供を試みている。この研究では、カンバーセッションを実現する上で不可欠な、対話関係（話者聴者間の対話関係）、人的関係（会議集団との人的関係性）、対話アクティビティ（相手がどのような話題をどの程度の頻度でかわしてきたのか）という3つの情報を視覚化し、明示することによってアウェアネスを支援している。

さらに、相手に自分の状態を視覚化して提示することができるコミュニケーションツールとして MSN メッセンジャー [13] が挙げられる。このシステムは、登録したメンバーならオンラインなのかオフラインなのか、それとも退席中なのかといった状態を文字で提示してくれる。また、自分が入力している場合、相手のウィンドウの下部に「… がメッセージを入力しています」という情報を表示することにより、相手が発言を入力中だということを提示することができる。

これらのシステムでは、ツールを通して対話している相手に関する対話状況アウェアネスを伝達することにより、遠隔地間のコミュニケーションをよりリアルなものに近づけることを可能としている。その一方で、いくつかの問題点が考えられる。ひとつはすべての非言語情報の視覚化である。非言語情報は視覚的なものばかりではなく、様々な感覚によって提示される。日常空間においては、そのような非言語情報を非言語情報のまま各種の感覚によって認識することができるが、これらのアウェアネス支援環境においては、すべての非言語情報を視覚化することによりその伝達を試みている。このため、どうしても非言語情報による自然な対話状況の認識を実現することができない。これは、対話の違和感や余分な認知負荷を招く要因になると思われる。

非言語情報を非言語情報のまま伝達することができるアウェアネス通信のシステムとして、NTT による「つながり感通信」[12] の研究がある。「つながり感通信」とは、人の存在情報や環境情報などのように、コミュニケーションのメッセージとしては表示されない「手がかり情報」を常時通信し合うことで離れている相手が身近に感じられ、それによって安心感、幸福感の醸成が図られるという概念である。ここでいう「手がかり情報」とは、明示的にコミュニケーションのメッセージとして示されていない、いわゆる非言語情報のことを指す。この「つながり感通信」は、日常生活において能動的なコミュニケーションを

とる、あるいは実際に会うなどの行為に発展するきっかけとなることで、より豊かなライフスタイルを形成することに寄与するものとして研究が進められている。この研究では、離れて暮らしている家族を対象とし、各家庭に実験端末「FamilyPlanter」を設置して日常生活の中で実際に使用してもらうという実験を行っている。「FamilyPlanter」はその近くの人の存在情報を検知して、ネットワークを介して遠隔地にいる家族側の「FamilyPlanter」に光や動きとして伝えることで、家族間のつながり感を醸成することを目的としている。しかしこのシステムは、アウェアネス情報を伝達することだけを目的としており、このシステムで言語的なコミュニケーションをとることはできない。

2.3 物理的実体を利用したアウェアネス通信

情報の世界と物理世界を融合した気配や状況を伝達できる環境を構築しようという試みが石井の Tangible Bits プロジェクト [14] で進められている。このプロジェクトでは、各種センサーによる情報獲得、レーザーを含む多様な出力装置を活用し、気配や状況に応じたアウェアネスを提供することにより、情報の世界に相互交流できる物理世界を実現している。その具体的なプロジェクト例として、WaterLamp(水ランプ)[14]、Pinwheel(かざぐるま)[14]、inTouch[14] がある。

WaterLamp は、天井を向いた強力なランプ、その上の水槽、そして水面に波紋を作り出すための PIC チップ制御のソレノイドからなる「アンビエント情報ディスプレイ」である。ネットから流れ込むビットが、ソレノイドにつながる見えない「糸」を引き、あたかもサイバースペースからビットの雨滴が落ちてきたかのように、水面にかすかな波紋が生じ、その波紋の光と影が天井に踊るというものである。

このように WaterLamp では、個々のビットを水面に落ちる雨滴にたとえ、その波紋で表現したが、Pinwheels では、ビットの「流れ」あるいは「ビットの風」を表現しようとした。並んだかざぐるまがビットの風を受けて回り、その回転はネットワークのトラフィックにより、強弱が制御されるというものである。

人間は、環境の中の微妙な光や空気の動き、環境音により、周りの人々の活動や様子や、気象の変化などを、特に意識することが無くても、察知する能力を備えている。これらの「アンビエント情報ディスプレイ」は、このバックグラウンドの認知特性を活かし、他のフォアグラウンド・タスクに集中しながらも、情報のかすかな気配を建築空間の中で感じるというコンセプトの下にデザインされている。

inTouch は、触覚を利用した遠隔地間コミュニケーションシステムで、相手の動きを物理的に感じるができるコミュニケーションシステムである。同時に 2 人の人間が同じ物体の両端をつかみ、押したり引いたり揺すったりすると、お互いの手を通して情報を直接伝えることができる。これと同様に、inTouch では距離を越えてコミュニケーション可能な「共有物理オブジェクト」を提供することを試みている。考案されたデバイスは、3 本のローラがベースに埋め込まれた形状のもので、一方のローラをころころと転がすと、それに対応したもう一方のローラが同じように動き、2 人のユーザが同時に同じローラに触れて

いるかのように感じることでできるシステムである。

また, inTouch のように触覚を利用し, 非言語情報だけでコミュニケーションをとるシステムとして, GraspCom[15], Hearty Egg[16] がある。これらはボール状のデバイスで, 「握る」という行為に起因する物理的作用を伝達し, これを触覚情報として提示し相手に認識させることで非言語的な手段による対話を実現することを目的としている。

これらのシステムは, 物理的感覚のやりとりだけで対話を実現する遠隔地間コミュニケーションシステムであり, 言語情報のやり取りはできない。また, ユーザが意識して触れることで相手に触覚情報を送ることのできるコミュニケーション・チャンネルであり, 互いの動作を無意識に伝達するというものではない。

2.4 本研究の特色

本研究では, リアルタイムに行われるネットワーク上のテキストベース・コミュニケーションにおいて, 同時に非言語情報による対話状況を併せて伝達することを目指している。このためにテキストベース・コミュニケーションをメインのコミュニケーションチャンネルとし, 言語情報の伝達を行う。さらに, そこから派生した互いの動作情報を非意図的に伝達し, 物理的な感覚として提示するサブコミュニケーションチャンネルを加えることで, 臨場感を高め, よりリアルなコミュニケーションを実現する点が本研究の特色である。

第3章 Tangible Chatの構築

3.1 概要

本章では, 本研究で構築した Tangible Chat のシステム構成と機能について述べる。

本研究では, 言語情報の伝達によるコミュニケーションを前提としている。それに加えて, 次のような機能を備えた遠隔地間コミュニケーションツールを開発する。

- 対話状況を非意図的に入力, 伝達する機能

打鍵を行うことで発生するキーボードの振動をセンサによって自動的に抽出し, 伝達する。これによって, フェイスマークのように, 対話状況を意図的に入力する必要がなくなり, より自然な対話を行うことができるようになると期待される。

- 非言語情報を非言語情報のまま提示する機能

抽出・伝達された振動を, 振動のまま出力する。これによって, 非言語情報としての振動を自然な形で感じることができるようになり, 対話状況認識のための余分な認知負荷を必要としなくなることが期待される。

そこで, 対話相手がキーボードを打っているという動作を, 非意図的に, 非言語情報を非言語情報のままで伝達することができるコミュニケーションチャネルをテキストベース・チャットシステムに追加する。

3.2 システム構成

3.2.1 開発環境

今回開発したシステムは, Microsoft 社の VisualC++ Version 6.0 および MFC により実装した。開発環境の OS には Microsoft Windows 2000 を選択した。通信機能の実装では, Windows Socket をサポートした MFC のクラスを利用することで, 実装の簡略化, 機能変更の効率化, メンテナンス性の向上を狙っている。システムの動作環境は, 開発時と同じ Microsoft Windows 2000 で実装している。

3.2.2 モジュール構成

図 3.1 に示すように、本システムのソフトウェアは、次の 3 つのモジュールから構成される。

- チャットモジュール
- 振動検出モジュール
- 振動データ/オーディオ変換モジュール

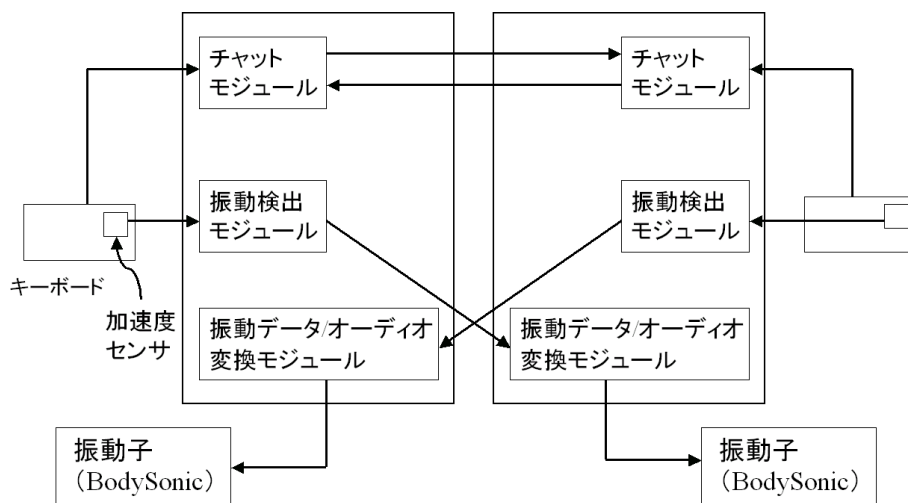


図 3.1: ソフトウェア構成

チャットモジュールは、入力された文字情報を相手に伝達し、テキストとして表示する。振動検出モジュールは、キーボードを打つ振動を検出し、相手に伝達する。振動データ/オーディオ変換モジュールは、受け取った相手からの振動データを MIDI 音源を利用してオーディオデータに変換する。変換されたオーディオデータは、振動子から出力される。

振動の検出には、図 3.2 に示すように加速度センサを用い、これをキーボードに取り付けることによってキーボードを打つ振動を抽出している。加速度センサは、アナログデバイス社の ADXL202 を使用した。このセンサにより計測された加速度データは、パソコンにシリアル通信で送られる。これによって、打鍵で生じる振動をリアルタイムに計測する。

振動出力のデバイスとしては、図 3.3 に示すオメガ・プロジェクト社の言語学習用システム JX-1 を使用した。このシステムは、振動子を内蔵したクッションとアンプで構成されており、音声を増幅し振動に変えることで、骨伝導を利用してリズムやイントネーションなどの違いを体感させることを目的としている。これを利用し、オーディオデータを振動として出力する。実験ではこのクッションを椅子の座面に置き、被験者にはその上に座りながらチャットを行ってもらった。

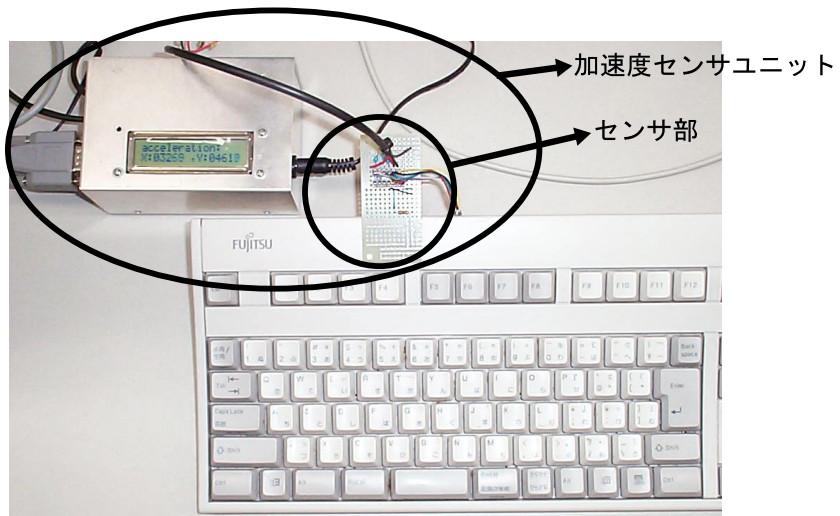


図 3.2: キーボードに取り付けた加速度センサ



図 3.3: BodySonic 言語学習用システム JX-1

3.2.3 ユーザインターフェース

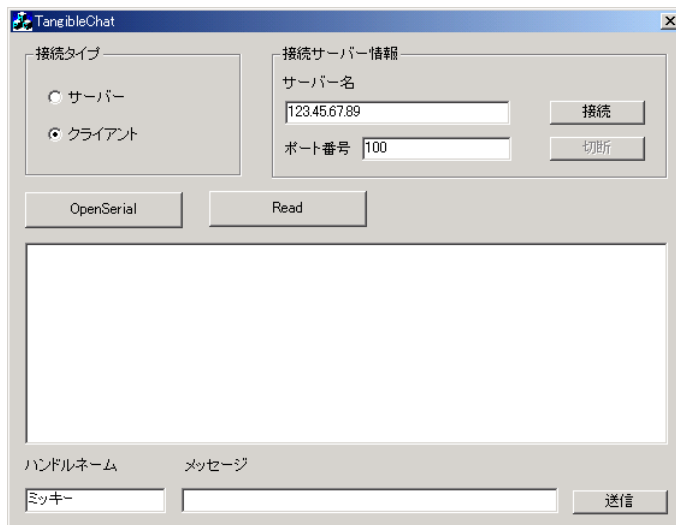


図 3.4: Tangible Chat のユーザインターフェース

図 3.4 に、実際に使用する Tangible Chat のユーザインターフェースを示す。「接続タイプ」ではサーバーかクライアントを選択する。また「接続サーバー情報」では、接続するサーバーの IP アドレスとポート番号を指定する。ポート番号はデフォルトとして 100 番が指定されている。「OpenSerial」ボタンと「Read」ボタンで、振動を検出し送信する機能を開始する。下部の「ハンドルネーム」と「メッセージ」で、それぞれハンドルネームとメッセージを入力、編集し、「送信」することで中央のリストボックスに表示される。

3.2.4 データ構造

チャットモジュール間でテキストデータの送受信が行われる一方、振動検出モジュールと振動データ/オーディオ変換モジュールの間では、振動データの送受信が行われる（表 3.1 参照）。

「テキストデータ」は、メッセージボックスに入力されたテキスト情報である。通常のチャットでは、この「テキストデータ」のみの送受信が行われる。

「振動データ」は、加速度センサからシリアル通信によって取り込まれたデータである。このセンサは 2 軸方向の加速度を計測しているため、x 軸、y 軸のデータが取り込まれるが、ここではセンサをキーボードに取り付けた時、地面と垂直になる軸（今回の実験では x 軸）の値のみを扱う。取り込まれたデータは即座に通信先に送信され、MIDI のベロシティに変

送信モジュール	受信モジュール	データ
チャットモジュール	チャットモジュール	テキストデータ
振動検出モジュール	振動データ/オーディオ 変換モジュール	振動データ

表 3.1: 各モジュール間の送受信データ

換される。振動データから MIDI ベロシティへの変換は以下のような流れになる。

a_n をセンサから取り込まれる x 軸の現在値, a_{n-1} をそのひとつ前の値として, まずその差分の絶対値 $|a|$ を求める。すなわち,

$$|a| = a_n - a_{n-1} \quad .$$

今回使用した加速度センサの出力には, センサ自体を全く動かしていないにも関わらず値が変化するというドリフト現象が存在するため, このドリフト分の吸収を行うために閾値 x をもうけ, 閾値以上の値を振動として抽出した。すなわち抽出される振動 v は,

$$\begin{cases} v = |a| + y & ; if |a| > x \\ v = 0 & ; otherwise \end{cases} \quad .$$

ここに y は, 最も弱い振動を適切な音量のベロシティ値に対応させるための定数値である。経験的に, x の値は 68, y の値は -44 とした。また, MIDI のベロシティには 1 ~ 127 の範囲の値が用いられるが, ここでは $v > 100$ のとき $v = 100$ と一定値にした。よって, 抽出された振動は

$$25 \leq v \leq 100$$

の範囲にマッピングされる。このような値の範囲としたのは, 25 未満だと値が小さすぎて振動が感じられず, 逆に 100 以上だと値が大きすぎて, 出力される振動の強弱に差が感じられなかったからである。

音の高さを表現するノートナンバーは 36 とした。ピアノの音域を低いほうからノートナンバーで言うと, 21 ~ 108 になる。したがって今回の 36 というノートナンバーは, かなり低めの音を設定している。また, 出力する際の楽器の種類は Taiko Drum を選択した。振動を出力する際, 低い音程で, パッカーションやドラムといった打楽器の音に設定するともっとも心地よい振動が得られたため, このような選択にした。

以上の手順により, 受信側は受け取った振動データを MIDI データに変換し, MIDI デバイスと振動子を通し, 振動として出力する。なお, 今回は MIDI デバイスとして Microsoft GS Wavetable SW Synth を使用した。

3.3 システムの機能と利用手順

3.3.1 利用の準備

図 3.5 に、本システムを利用する際の接続の手順を図示する。本システムでは、接続の際、ユーザはサーバー（接続待ち側）かクライアント（呼び出し側）かを選択しなければならない。クライアントとなった場合は、サーバーの IP アドレスとポート番号を必要とする。また、あらかじめサーバーを接続待ちの状態にしておかなければならない（ ）。この状態で、クライアントが接続を要求する（ ）と、サーバー側で新しくソケットが生成され、接続が完了する（ ）。この時点で、テキストデータの送受信が可能となり、通常のチャットとして機能する。

接続後、加速度センサからのデータを取り込むため、シリアルポートをオープンしなければならない。OpenSerial ボタンを押すと、シリアルポートをオープンする。と同時に、出力デバイス (MIDI) もオープンし、さらに振動データを送受信するためのソケットが作成される（ ）。同じように、クライアントも OpenSerial ボタンを押して、シリアルと出力デバイスをオープンする（ ）。

最後に Read ボタンを押すと、振動データを読み込み、リアルタイムで相手側に送信するようになる（ ）。

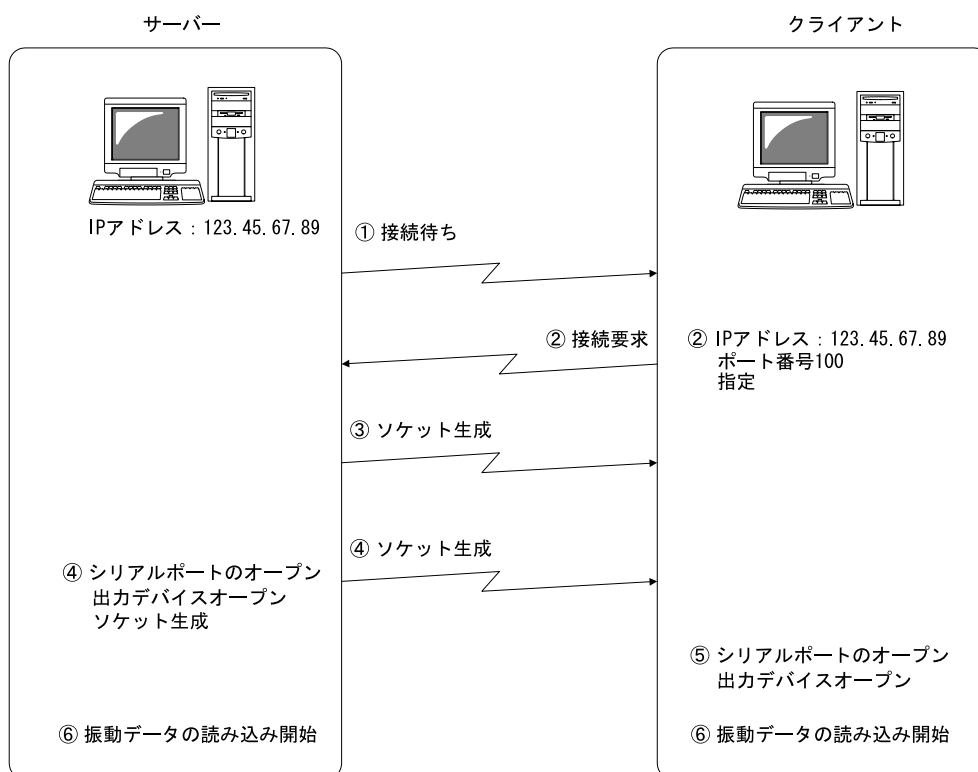


図 3.5: 接続の手順

3.3.2 メッセージと振動の送受信

本システムを利用するにあたり、ユーザは通常のチャット以外に特別な操作を行う必要はない。通常のチャット機能は、ユーザがメッセージを入力し、「送信」という行為を行わない限り相手にメッセージが送られることはないが、振動に関する機能はすべて特別な操作を必要としない。振動を検出すると同時に相手側に送信し、受け取った側で振動として出力されるまでの一連の流れは、すべて自動的に行われる。これによってリアルタイムな打鍵情報の受け渡しが可能となっている。この結果、Tangible Chat の利用者は、相手が文字メッセージを送ってくる前に、打鍵による振動を感じて、相手の様々な対話状況を察知することが可能となる。

第4章 評価実験

本章では、構築した Tangible Chat の評価実験について示すとともに、その結果に基づき振動の効果を検討する。

4.1 実験の概要

4.1.1 振動伝達の効果に対する仮説

Tangible Chat を用いることにより、打鍵行為から抽出した振動が伝達され、対話相手の状況（少なくとも相手が文字入力を行っているかどうかについて）を把握することができるようになると考えられる。通常のテキストベースチャットでは、対話相手の状況がつかめないために、対話内容の前後や複数の話題が同時に進行してしまいがちである。しかし、振動によって対話相手の状況をつかむことができるとすれば、相手が入力しているという状況を把握できるので、発話の順序交代を円滑化すると考えられるとともに、複数の話題の同時進行が減るという効果があると考えられる。また、怒っていると力強く打鍵を行ってしまうということがある。Tangible Chat では、キーボードを叩く強さは出力される振動の大きさに反映される。そのため、感情の伝達にも効果があると考えられる。

4.1.2 方針

通常のテキストベースによるチャットシステム単体の場合と、MSN メッセンジャーのように対話相手が入力中であることを文字情報によって伝達する場合について、それぞれ Tangible Chat と以下の各要素に関して比較検討する実験を行う。

- 対話の変化
- 被験者の対話状況に関わる認識の変化

これらの比較要素を踏まえ、前節で述べた効果を検証するために、本システムの試用実験では、実験 1 として通常のテキストベースチャットと Tangible Chat の比較を行い、振動のある場合とない場合の比較を行う。実験 2 では MSN メッセンジャーと Tangible Chat を比較し、入力中であることを文字によって提示する場合と、振動によって提示する場合の比較を行う。

4.2 実験 1:対話状況伝達機能を持たない通常の テキストベースチャットとの比較

4.2.1 実験条件

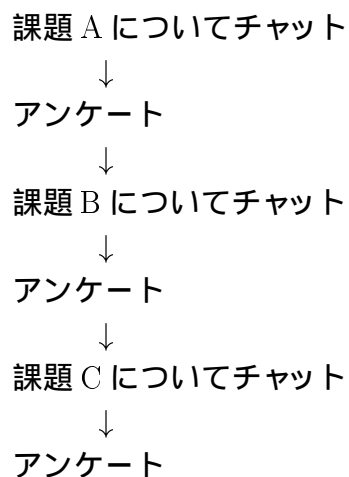
実験 1 で使用した通常のテキストベースチャットは, Tangible Chat を起動し, サーバーとクライアントをテキストメッセージ通信用のソケットのみで接続した状態 (図 3.5 の状態) のものを使用している。この状態の場合, 送受信されるデータはテキストデータのみであるため, 通常のテキストベースチャットとして機能することができる。実験の被験者としては本学学生 28 名を募り, 2 人 1 組で実験を行った。チャットは匿名で行い, 互いに相手が誰かを知らされていない。さらにチャットにおいて, 自分が誰であるのかを特定できる発言をしないよう教示した。また, 視覚や声などによる意思疎通を排除するため, 2 台のシステムをそれぞれ別室に設置した。

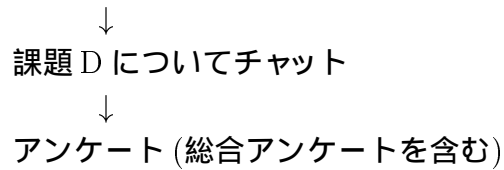
チャット内容として, 協調的意思決定型問題解決課題と対立課題を用意し, それぞれ振動がある場合・ない場合の 2 通りで実験を行った。したがって被験者は計 4 回のチャットを行うことになる。使用した意思決定型問題解決課題には, サバイバル問題 [17] を用いた。これは, 山岳地帯を旅行中に遭難してしまい, 次から次へと問題が起こり, 生き残るために最善と思われるものを 3 つの選択肢から選ぶというものである。今回の実験では, チャット前に課題を読み, 選択肢を選択してもらった後にチャットを行い, 対話相手と相談して解を決定するという作業を行ってもらった。また対立課題は, 事前調査を行い, 一組ごとにその中から対立している話題を課題として取り上げた。たとえば被験者が東京出身者と大阪出身者の場合, それぞれのお国自慢を課題とした。

実験は以下の手順で行った。

1. 実験で行う内容とシステムの使用方法に関する説明
2. 実験本番

チャットはそれぞれ 25 分の制限時間をもうけた。





実験参加者の主観的な評価を得るため、ひとつの課題が終わる度にアンケート調査を実施した。アンケート調査では、表 4.1 にある項目を調査目的とし、各項目を 5 段階で、達成度 (5 が最も大きい達成感)、満足度 (5 が最も満足)、難易度 (5 が最も難しい)、精神的負担 (5 が最も負担ではない) について評価した。アンケートについては付録に添付する。

	振動のある場合とない場合の比較
問題解決型意思決定課題	・ コンセンサス (相手との合意) はどの程度できたか ・ 相手とどのくらい協調できたか ・ 議論の結果に納得できたか
対立課題	・ 議論は合意に達することができたか ・ 議論で相手に勝ったか
総合アンケート	・ チャットをしている時の精神的負担 ・ 発言のしやすさ ・ 発話タイミングのとりかた ・ 同時に複数の話題について話している時があったか ・ 議論の流れ ・ 違いを感じたか

表 4.1: アンケート調査の目的

4.2.2 実験結果

表 4.2 は、それぞれの課題において、振動がある場合とない場合のメッセージ総数の平均値と標準偏差を示したものである。意思決定型問題解決課題におけるメッセージ総数の分布を図 4.1 に、また対立課題におけるメッセージ総数の分布を図 4.2 に示す。t 値は、それぞれの課題における振動ありの場合となしの場合の平均値を比較したものである。また、各実験後に行ったアンケート結果を表 4.3、表 4.4 に、総合アンケートの結果を表 4.5、に示す。

	問題解決型意思決定課題		対立課題	
	振動有り	振動なし	振動有り	振動なし
平均	91.8	89.9	103.4	105.2
標準偏差	45.84	36.08	53.51	47.90
t 値	0.35		0.40	

表 4.2: メッセージ総数の平均と分散

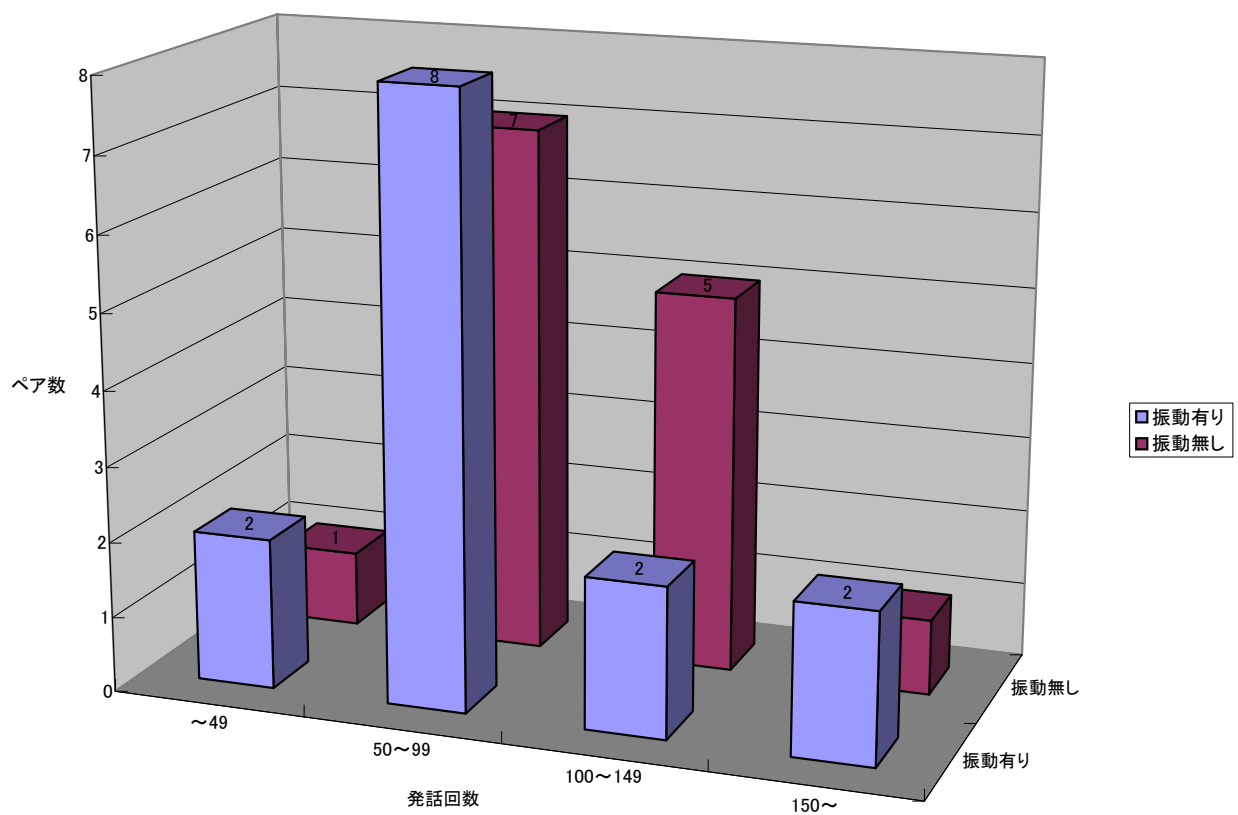


図 4.1: 意思決定型問題解決課題におけるメッセージ総数分布

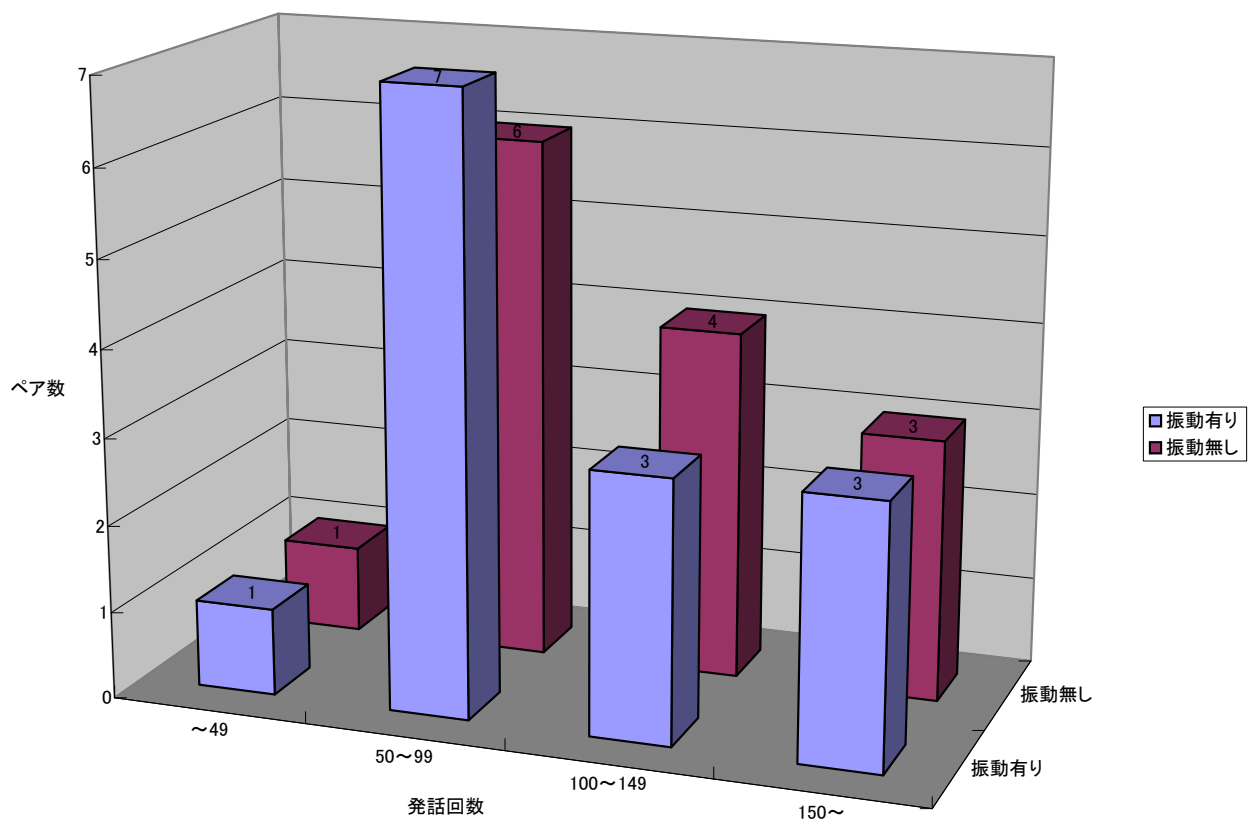


図 4.2: 対立課題におけるメッセージ総数分布

質問項目	振動有り		振動なし		t 値
	平均	分散	平均	分散	
Q1-1a. あなたは感情をどのくらい出していたか (怒り)	1.7	1.0	1.6	0.8	0.37
Q1-1b. (哀しみ)	1.8	1.0	1.7	0.9	1.14
Q1-1c. (楽しさ)	4.3	0.6	4.1	0.5	2.00*
Q1-2a. 相手の感情をどのくらい感じたか (怒り)	1.8	0.9	1.8	0.9	0.18
Q1-2b. (哀しみ)	1.8	1.0	1.8	1.0	0.00
Q1-2c. (楽しさ)	3.7	1.0	3.4	0.8	1.69
Q1-3a. あなたは自分の意見にどのくらい信念を持っていたか	3.7	1.1	3.2	1.9	2.32**
Q1-3b. 相手は自分の意見にどのくらい信念を持っていたと思うか	3.2	1.8	3.6	1.0	-1.56
Q1-4a. 自分のメッセージについて憶えているか	3.4	1.7	3.1	1.2	1.19
Q1-4b. 相手のメッセージについて憶えているか	3.8	0.6	3.7	0.6	0.59
Q1-5a. 自分の伝えたい内容を正確に伝えられたか	3.7	1.0	3.6	1.0	0.32
Q1-5b. 相手の伝えたい内容を性格に把握できたと感じるか	4.0	0.5	4.0	0.6	-0.23
Q1-6. 言いたいことが言えたか	4.1	0.5	4.1	0.8	0.24
Q1-7a. 議論の中で, 相手に譲歩したか	3.4	0.9	3.4	1.0	0.00
Q1-7b. 議論の中で, 相手は譲歩したと思うか	3.9	0.5	4.0	0.4	-0.40
Q1-8. コンセンサスはどの程度できたか	4.4	0.4	4.4	0.3	-0.70
Q1-9. 相手とどのくらい協調できたか	4.2	0.4	4.1	0.2	0.57
Q1-10. 議論の結果に納得しているか	4.4	0.5	4.3	0.6	0.85
Q1-11. チャットをしている時の精神的負担	1.9	1.1	1.9	1.1	0.00

* は 10 % で, ** は 5 % の有意水準両側 t 検定で有意

表 4.3: アンケート (問題解決型意思決定課題)

質問項目	振動有り		振動なし		t 値
	平均	分散	平均	分散	
Q2-1a. あなたは感情をどのくらい出していたか (怒り)	1.8	0.9	1.8	0.9	0.19
Q2-1b. (哀しみ)	2.0	1.3	2.0	1.2	0.17
Q2-1c. (楽しさ)	4.0	1.3	4.0	1.4	0.18
Q2-2a. 相手の感情をどのくらい感じたか (怒り)	2.0	1.1	1.9	0.9	0.44
Q2-2b. (哀しみ)	2.1	1.1	2.2	1.3	-0.53
Q2-2c. (楽しさ)	3.6	1.1	3.9	0.8	-1.55
Q2-3a. あなたは自分の意見にどのくらい信念を持っていたか	3.3	2.1	3.6	2.0	-0.83
Q2-3b. 相手は自分の意見にどのくらい信念を持っていたと思うか	3.8	0.9	3.6	1.4	0.98
Q2-4a. 自分のメッセージについて憶えているか	3.5	1.6	3.7	1.0	-0.96
Q2-4b. 相手のメッセージについて憶えているか	3.9	0.4	3.9	0.6	0.00
Q2-5a. 自分の伝えたい内容を正確に伝えられたか	3.5	0.8	3.7	1.3	-0.67
Q2-5b. 相手の伝えたい内容を性格に把握できたと感じるか	4.0	0.3	3.9	0.9	0.55
Q2-6. 言いたいことが言えたか	3.9	1.0	4.0	1.1	-0.66
Q2-7a. 議論の中で, 相手に譲歩したか	2.9	1.1	2.8	0.6	0.33
Q2-7b. 議論の中で, 相手は譲歩したと思うか	2.8	1.5	3.3	0.7	-2.10**
Q2-8. 議論は合意に達したか, それとも決裂か (5=合意,1=決裂)	2.5	1.1	3.1	1.4	-1.89*
Q2-9. 議論で相手に勝ったと思うか	2.5	1.1	2.5	1.6	0.00
Q2-10. チャットをしている時の精神的負担	2.2	1.8	2.0	1.3	0.74

* は 10 % で, ** は 5 % の有意水準両側 t 検定で有意

表 4.4: アンケート (対立課題)

	振動有り		振動なし		t 値
	平均	分散	平均	分散	
Q3-1. 精神的負担について	3.4	1.8	3.8	1.5	-1.09
Q3-2. 発言のしやすさについて	3.5	0.6	2.8	1	2.63**
Q3-3. 発話タイミングのとりかたについて	3.6	1.5	2.6	0.8	2.61**
Q3-4. 同時に複数の話題について話している時はあったか	3.5	1.3	3.3	1.6	1.44
Q3-5. 議論の流れはスムーズだったか	3.5	0.9	3.1	0.9	1.51
Q3-6. 振動のある時と無い時で何か違いがあったか	3.7	1.7	2.8	1.5	3.33**

** は 5 % の有意水準両側 t 検定で有意

表 4.5: 総合アンケート

4.2.3 実験1の考察

発話数への影響の評価

図 4.1 と図 4.2 を参照すると、問題解決型意思決定課題、対立課題の両方において、メッセージ総数は 50 ~ 99 の間が一番多く、また振動がある場合・ない場合にさほど目立った差は見られなかった。表 4.2 から、振動のあり・なしによってメッセージの総数に有意差は認められなかった。したがって、振動の有無は、発話の総数には特に影響を与えないことがわかった。相手が発話を入力していることがわかることにより、自分の発話入力を控えるため、発話数が減少し、対話の活性度が低下することが懸念されていたが、このような問題は実際には生じていないことが、この結果から確認できた。

アンケートに基づく評価

- 感情について

表 4.3 と表 4.4 は、問題解決型意思決定課題と対立課題において、振動のある場合・ない場合のアンケート結果を比較したものである。また表 4.5 は、被験者自身に、課題を問わず振動のある場合・ない場合の比較を行ってもらったアンケート結果である。一般的にテキストベースのチャットでは、対話内容を強調したり自分の感情を添える方法として、(^_^) といったフェイスマークや (笑)、または「！」などの記号を用いることしかできない。しかし Tangible Chat を用いれば、打鍵行為によるキーボードの振動を抽出し、打鍵の強さを振動の強弱で伝達することで、対話相手の感情を伝えることができると考えられる。

問題解決型意思決定課題 (表 4.3 参照) においては、あなたは感情をどのくらい出していたかという質問に対し、振動有りの場合に被験者自身が楽しさを感じている (Q1-1c) ということが確認できた。また、相手の感情をどのくらい感じたかという質問に対しても、振動有りの場合に相手の楽しさを感じることができた (Q1-2c) という点について、十分な有意差は得られなかったものの、振動なしの場合に比べてやや高い値が得られた。一方対立課題 (表 4.4 参照) においては、振動有りの場合において、やはり相手の楽しさを感じることができたかという質問に対し (Q2-2c)、十分な有意差は得られないながらも、今度は逆に振動有りの方がやや低い値が得られた。対立課題はその内容が口論のようなものとなることがある。その際の多少不快な感情が Tangible Chat でより多く伝達された結果が、この楽しさの減少につながったのではないかと推測される。

以上から、振動は特に楽しさという感情の伝達に有効に作用するということが示唆された。

- 合意形成への影響

振動の強弱で対話相手の感情を伝達できるとすれば、対話の推移、特に合意形成に差が現れると考えられる。表 4.3 の問題解決型意思決定課題からは、振動有りの場合に

において、コンセンサスを得られた (Q1-8)、相手が譲歩した (Q1-7b)、相手と協調できた (Q1-9) という点について、有意差は確認できなかった。したがって、協調的な話題においては、振動が対話の推移を変化させるということは確認できない。しかし、表 4.4 の結果からは、振動有りの場合の対立課題は、決裂してしまう (Q2-8) 傾向が見られた。それを裏付けるものとして、振動有りの場合は、議論中相手は譲歩しなかった (Q2-7b) という結果が出ている。先に述べた、相手の楽しさについての結果も、これと関連していると思われる。

Short[18] の、ビデオ画像通信は目標達成指向よりも対人関係維持への指向を助長するという仮説から、小幡 [19] は、問題解決作業において、ビデオ画像通信と電子共有黒板の比較を行っている。この結果、ビデオ画像通信は結論をまとめる方向があり、共有電子黒板は議論を活性化させる効果があると報告している。

このように画像による通信は、無意識のうちに対人関係維持を意識し、話を収束点へと促す効果がある。一方、相手が誰であるか分からず、文字と文字入力による振動の通信では、話の内容を収束点に向かわせる働きとは逆の効果がもたらされるという結果が得られた。つまりこれは、振動によって無意識のうちに関心の感情を感じとったために、もともと存在した対立感が助長された可能性が示唆されているといえる。したがって、Tangible Chat は使い方を誤るとコミュニケーションを破綻させる可能性がある。しかし、感情が伝わることは必ずしも悪いことではないことは言うまでもなく、適切な状況で利用すれば有効に作用するであろう。例えば、親しい友人間でのコミュニケーションには有効に作用すると考えられる。

- 対話状況について

実験中の対話状況に対する認識の変化について、表 4.5 の総合アンケート結果からは、発言がしやすい (Q3-2)、発話タイミングがとりやすい (Q3-3) という結果が得られた。これは振動によって、相手が入力中であるという状態を把握しやすくなるためだと考えられる。その裏づけとして、振動がある場合に、同時に複数の話題について話している時がなかった (Q3-4)、議論の流れがスムーズだった (Q3-5) という結果が得られた。

4.3 実験 2:対話状況を文字情報で伝達する

MSN メッセンジャーとの比較

4.3.1 実験条件

実験 2 は発話の入力状況を視覚的に提示する場合と触覚的に提示する場合の差について検証することを目的とする。今回の実験では、被験者を 8 名募り、2 人 1 組で行った。課題には対立課題のみを用意し、Tangible Chat の場合・MSN メッセンジャーの場合の 2 通り

で、被験者は計2回のチャットを行うことになる。課題がひとつなのは、今回の実験は対話の課題内容による変化を調査目的としていないためである。対立課題を使用した理由は、実験1において、問題解決型意思決定課題よりも対立課題のほうが、全体的に発話総数が多く、活発な対話がなされていたからである。アンケートは総合アンケートのみ実施した。それ以外はすべて実験1と同様に、チャットは匿名で、2台のシステムをそれぞれ別室に設置した。

図4.3に、MSN メッセンジャーのユーザインターフェースを示す。MSN メッセンジャーの場合、対話相手が入力を行うと、ウィンドウの下部に表示される。

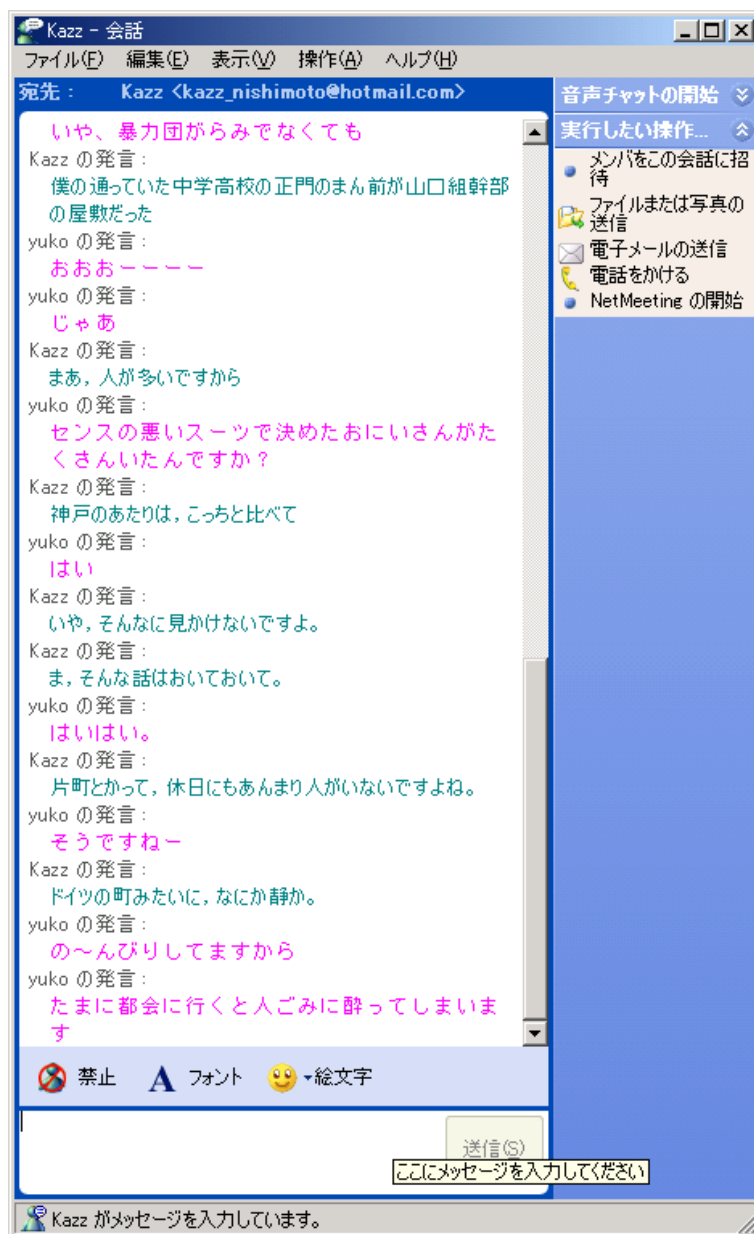


図 4.3: MSN メッセンジャーユーザインターフェース

4.3.2 実験結果

実験 2 におけるメッセージ総数の分布を図 4.4 に示す。また表 4.6 は, Tangible Chat の場合と MSN メッセンジャーの場合のメッセージ総数の平均値と標準偏差を示したもの, 表 4.7 は, 実験の最後におこなったアンケート結果を示したものである。t 値は, Tangible Chat の場合と MSN メッセンジャーの場合の平均値を比較したものである。また, 対話のログから, Tangible Chat と MSN メッセンジャーそれぞれの場合において, 対話内容が前後している回数を数え, 比較したものを図 4.5 に示す。

	TangibleChat	MSN
平均	81.5	80.2
標準偏差	29.76	32.55
t 値	0.10	

表 4.6: メッセージ総数の平均と分散

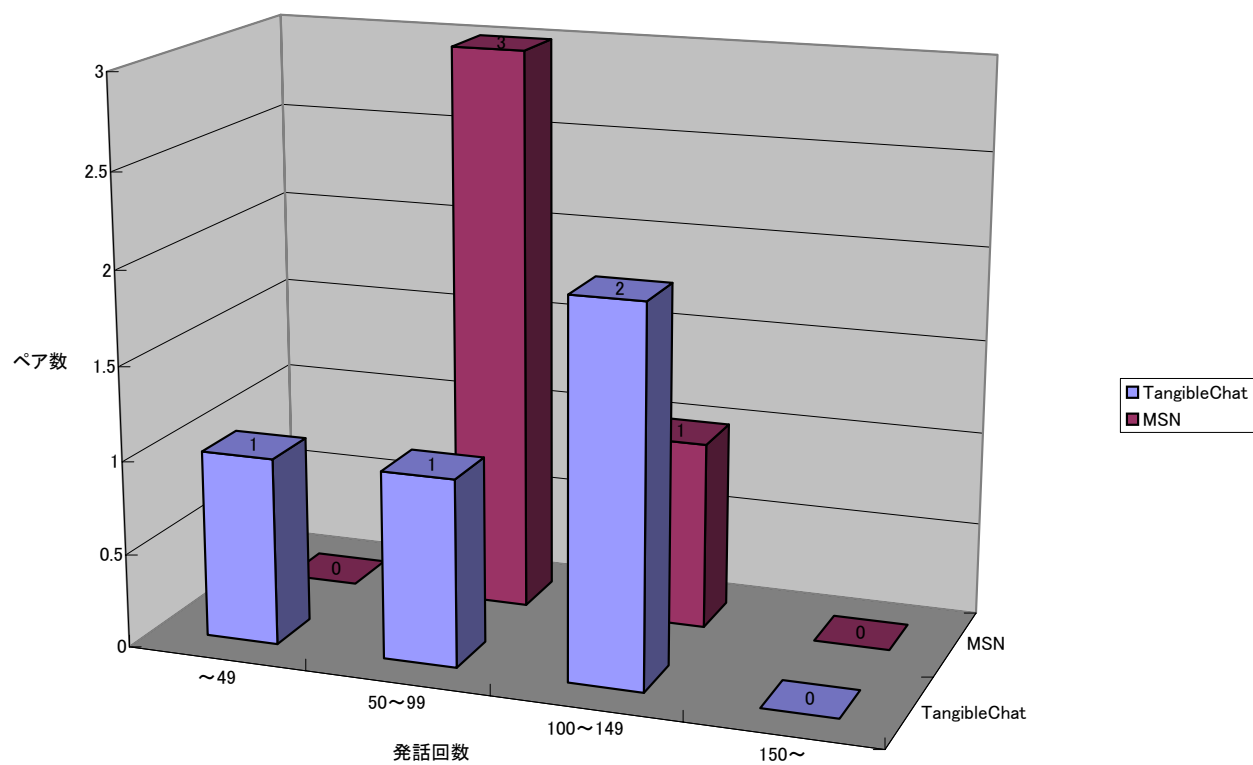


図 4.4: 実験 2 におけるメッセージ総数分布

質問項目	TangibleChat		MSN		t 値
	平均	分散	平均	分散	
Q5-1. 精神的負担について	3.5	4.3	3.8	3.4	2.00
Q5-2. 発言のしやすさについて	3.3	3.9	3.8	2.2	0.48
Q5-3. 発話タイミングのとりかたについて	2.8	3.9	3.5	2.0	0.66
Q5-4. 同時に複数の話題について話している時はあったか	3.3	3.9	2.3	3.4	1.08
Q5-5. 議論の流れはスムーズだったか	3.3	3.9	2.8	3.9	0.45
Q5-6. 振動のある時と無い時で何か違いがあったか	4.5	2.0	2.0	2.3	2.55**

** は 5 % の有意水準両側 t 検定で有意

表 4.7: 実験 2 における総合アンケート結果

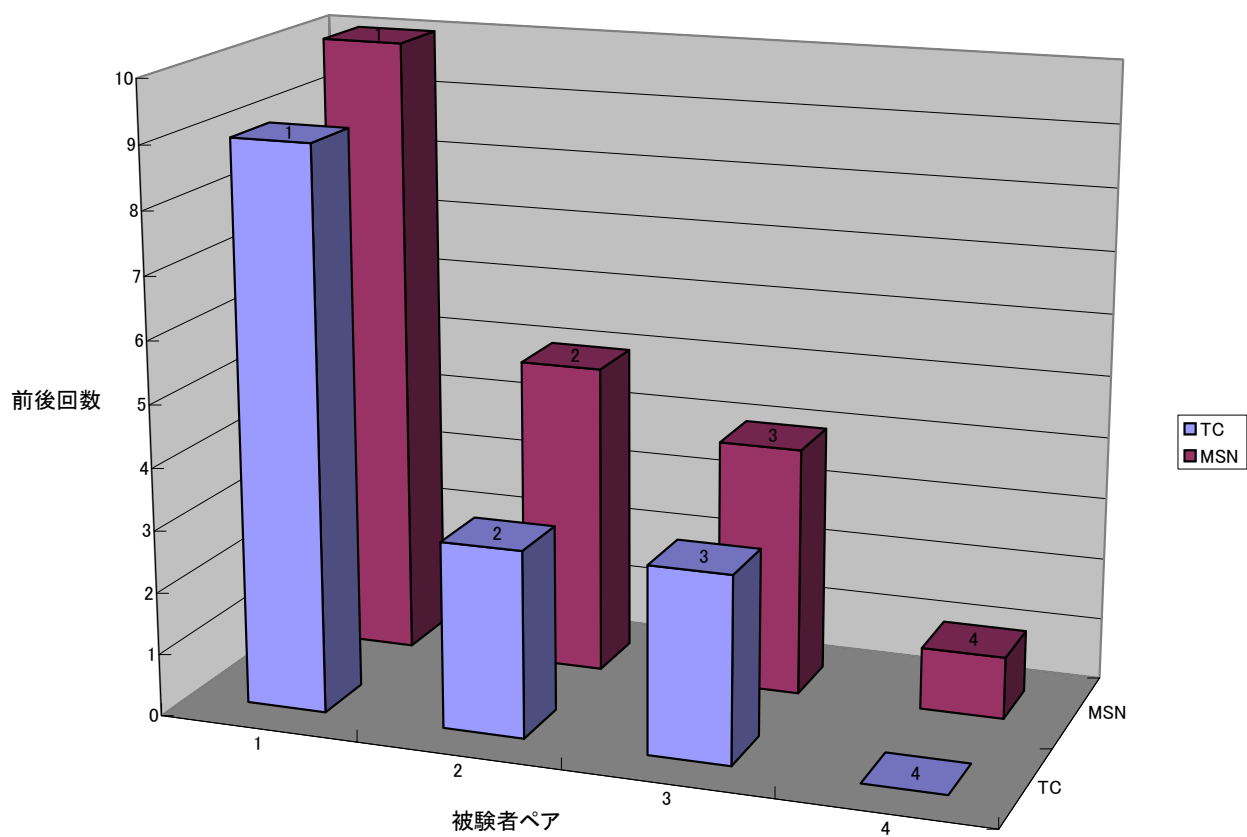


図 4.5: 対話内容が前後していた回数

4.3.3 実験2の考察

発話数に基づく評価

図 4.4 を参照すると, Tangible Chat の場合と MSN メッセンジャーの場合で発話数の分布にばらつきが見られるものの, 表 4.6 からは, 発話数の平均値に有意差は見られなかった。よって, 振動によって対話状況を提示する方法と, 文字によって提示する方法とでは発話数への影響には特に差がないことがわかる。

アンケートに基づく評価

- 対話状況について

表 4.7 において, 発言のしやすさ (Q5-2), 発話タイミングのとりやすさ (Q5-3), 議論の流れのスムーズさ (Q5-5) に関して明確な有意差は得られなかった。しかし同時に複数の話題について話している時はなかった (Q5-4) かという点については, やはり有意差はないものの Tangible Chat のほうがやや少なかったという結果が得られた。図 4.5 から, それぞれのペアにおいて, Tangible Chat と MSN メッセンジャーの前後回数に大きな差は見られないが, すべてのペアにおいて, Tangible Chat のほうが MSN メッセンジャーより若干前後回数が少ないという結果が得られた。

また, 精神的負担について (Q5-1) は, やはり有意差は無いが, MSN メッセンジャーの方がやや負担でないという結果が得られている。つまりこれは, 相手が入力中であることがわかると, 自分の発言の入力を控えようとする心理によってわずかな負担が生じると推測され, Tangible Chat では相手が入力中であることが振動によって常にわかるため, MSN メッセンジャーの視覚による提示よりも, このことを強制的に感じさせられたためだと思われる。このことは表 4.5 の Q3-1 の結果にもわずかに表れていると考えられる。しかし, その結果議論の流れの錯綜は減少している。つまり, この両者はトレードオフの関係にあると見なせるだろう。

以上から, 触覚による対話状況の提示は, 視覚によるものと比べて,

- 精神的負担がやや増加する
- 議論の流れの錯綜が減少する

ということがわかった。

第5章 結論

本章では、本論文のまとめと、今後の課題について述べる。

5.1 本論文のまとめ

本論文では、テキストベースの遠隔地間コミュニケーションツールにおける、触覚による対話相手の対話状況アウェアネス支援について考察した。まず、テキストベースの遠隔地間コミュニケーションでの触覚を利用した対話状況アウェアネス伝達支援手法として、対話相手の打鍵を振動によって伝達する Tangible Chat を構築し、その有効性を確かめるため被験者実験を通じて評価実験を行った。

評価実験では、振動を使用した場合としなかった場合とで、以下の要素の変化について考察した。

- メッセージの総数という定量的要素について
- 対話の流れや対話状況、対話相手に対する認識の変化といった定性的要素について

最後に、今回実装した Tangible Chat についての、アンケートによる評価を行った。これらの評価実験の結果について以下にまとめる。

発話数による評価から

- 対話総数に変化はなかった
今回の実験では、振動によって対話相手の状況を把握することができるため、相手のメッセージが表示されるまで自分の発話の入力を控え、結果として対話の活性度が低下するということが懸念された。しかしながら、実際には振動がある、なしに関わらず、対話の総数に変化は見られず、対話の活性度は低下しないことが示された。

アンケートによる評価から

- 合意形成への影響
実験結果から、問題解決型意思決定課題に効果は見られず、対立課題において、対話の内容を収束点に向かわせる働きとは逆の効果があるという結果が得られた。これは振動によって感情が伝達されたことによると思われる。

- 対話状況に対する認識の増加と発話順序交代の円滑化
対話相手の状況の把握から、複数の話題の同時進行が減少し、発話順序交代に効果があるという仮説を立てた。実験結果からは、仮説どおり、複数の話題について話している時間が減少し、議論の流れがスムーズだったという結果が得られた。

以上の結果から、テキストベース・チャットにおける対話状況アウェアネス伝達支援のための手法として、振動の伝達が有効であったと考えられる。

5.2 今後の課題

今回の評価実験では、振動による対話状況アウェアネス伝達において、感情の伝達効果についての十分な結果が得られなかった。その原因として、今回の実験を匿名で行ったため、被験者同士の個性がわからないことと、短時間の実験であったため、相手の癖をつかむ余裕がなかったことが考えられる。感情を伝達するという仮説をさらに検証するためには、Tangible Chat を使用した長期的な実験が必要であると考ええる。

また、感情の伝達を促進するために、振動の強弱にメリハリがつくようにチューニングする必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたって、多くの方々に多大なご支援をいただきました。この場を借りて、感謝の意を表したいと思います。

指導教官の西本一志助教授には、研究とはどうあるべきか、発表の仕方はどのようにあるべきか、論文はどうあるべきか、など、研究に関する様々なご教示、ご指導を賜りました。自由な研究環境をはじめとし、日頃の研究生生活全般への配慮に深く感謝致します。

また、ご自身の研究で忙しいにも関わらず、適切なアドバイスやプログラミングの指導をしてくださった中田豊久様、加速度センサについてご教示いただいた伊藤禎宣様、センサの製作に多大なご協力をいただいた平野貴幸様に、心より感謝いたします。

そして、研究の様々な面で協力してくださった西本研究室の皆様、実験に協力していただいた知識科学研究科の皆様に、心より感謝いたします。

2002 年 2 月 13 日

山田 裕子

関連図書

- [1] P. Dourish and S. Bly : Supporting Awareness in a distributed Work Group, in Proc. of CHI'92, pp.541-547, ACM, 1992.
- [2] 石井 裕: グループウェアのデザイン, 共立出版, 1994.
- [3] 本田新九郎, 富岡展也, 木村尚亮, 岡田謙一, 松下温: 在宅勤務者の疎外感の解消を実現した位置アウェアネス・アウェアネススペースに基づく仮想オフィス環境, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.7, pp.1454-1464, 1997.
- [4] 山上俊彦, 関 良明: Knowledge-awareness 指向のノウハウ伝播支援環境: CATFISH, 情報処理学会, 93-DPS-59-8, pp.57-64, 1993.
- [5] 中川健一, 國藤 進: アウェアネス支援に基づくリアルタイムな WWW コラボレーション環境の構築, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.10, pp.2820-2827, 1998.
- [6] 門脇千恵, 愛川知宏, 山上俊彦, 杉田恵三, 國藤 進: 情報取得アウェアネスによる組織情報の共有促進, 人工知能学会, Vol.14, No.1, pp.111-121, 1999.
- [7] Bly, S., Harrison, S. & Irwin, S., Mediaspaces: Bringing people together in a video, audio and computing environment. Comm ACM, 36(1), pp.28-47, 1993.
- [8] Fish, RS. Kraut, RE., and Chalfonte, BL.: The VideoWindows system, Proceedings of CSCW90, LA, Calif, 1990.
- [9] 松浦宣彦, 日高哲雄, 岡田謙一, 松下 温: VENUS: Interest Awareness を支援したインフォーマルコミュニケーション環境, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.6, pp.1332-1341, 1995.
- [10] Nakanishi, H., Yoshida, C., Nishimura, T. and Ishida, t., FreeWalk: Supporting Casual Meetings in a Network, Proc. ACM CSCW'96, pp.308-314, 1996.
- [11] 伊藤禎宣: カンバセーション状況の視覚化による新たなコミュニケーションツールの提案, 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科, 2000.

- [12] NTT 先端技術総合研究所: 存在がさりげなく伝わる「つながり感通信」の実証実験を開始-安心感・幸福感を得られる新しいコミュニケーションスタイルの提案, NTT 技術ジャーナル, 10 月号, p.36, 2001.
- [13] <http://messenger.msn.co.jp/>
- [14] 石井 裕: Tangible Bits: 情報の感触/気配の伝達, 情報処理, Vol.39, No.8, pp.745-751, 1998.
- [15] 澤田秀之, 鶴丸朋史, 橋本周司: GraspCom-力覚を利用した双方向入出力デバイスの試作-, インタクション'99 論文集 情報処理学会 pp.201-208, 1999.
- [16] 安部美緒子, 大村和典: 握力インターフェースによる遠隔地間でのインフォーマルコミュニケーション, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.99, No.582, 2000.
- [17] 星野欣生, 津村俊充: 新版 Creative Human Relations, 株式会社プレスタイム, 2001.
- [18] Short, J., Williams, E., and Christie, B.: The social psychology of telecommunications, Jhon Wiley & Sons, 1976.
- [19] 小幡明彦: 遠隔の共同作業における映像通信, 共有黒板の効果, 情報処理学会論文誌, Vol39, No.10, pp.2752-2761, 1998.

本研究に関する発表論文

- [1] 山田裕子，平野貴幸，西本一志：Tangible Chat: 触覚を利用して対話状況アウェアネスを伝達するチャットシステムの提案，情報処理学会インタラクション 2002，早稲田大学国際会議場，2002.
- [2] 山田裕子，平野貴幸，西本一志：Tangible Chat: キーボードチャットにおける触覚を利用した対話状況アウェアネスの伝達，情報処理学会，第 43 回グループウェアとネットワークサービス研究会，香川大学工学部，2002.