

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ウェアネスの伝達

山田 裕子[†] 平野 貴幸[†] 西本 一志[†]

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。そこで本研究では、オンラインチャットで必ず行われ、かつもつとも自然な行為である「打鍵」に着目する。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、対話状況ウェアネスを伝え合うことを試みる。プロトタイプシステムである Tangible Chat を用いた実験の結果、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。

Tangible Chat: A Chat-System that Conveys Conversation-context-awareness by Using Tactile Sensation

Yuko Yamada[†], Takayuki Hirano[†], and Kazushi Nishimoto[†]

An on-line chat is a typical communication medium that is widely used. However, it can usually transmit only verbal information. Therefore, there is lack of non-verbal information. Consequently, it is hard to exactly know the situation of conversation at remote locations. In this study, we focused on "key-stroke" that is taken necessarily in an on-line chat, because it is considered key-stroke-act expresses some conversation-situation. We developed "Tangible Chat" that conveys the conversation-context-awareness mutually by transmitting vibration that is naturally produced by the key-stroke-act in the on-line chat to a dialog partner, and by displaying it as tactile information. Based on experimental results, we confirmed that simultaneous progress of two or more topics decreased and that smooth turn-taking was achieved by using Tangible Chat. Moreover, I also confirmed that the chats were more activated by Tangible Chat.

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、本稿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。

オンラインチャットは、現在もつ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

ン手段である。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、相手の話を聞いて自分が話す、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うために、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。

そこで本研究では、オンラインチャットで必ずおこなわれ、かつもつとも自然な行為である「打鍵」に着目する。たとえば怒ったとき、Enter キー

[†] 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology,
Hokuriku
E-mail: {yuuko-y, hirano-t, knishi}@jaist.ac.jp

を力強く叩いたりしてしまうように、チャットで自然におこなう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。

2 Tangible Chat の構築

本研究では、次のような機能を備えたチャットシステム “Tangible Chat” 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、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。
- 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。

2.1 モジュール構成

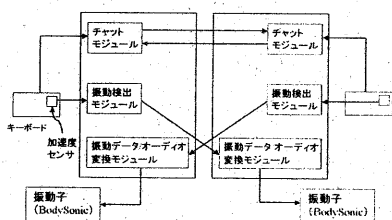


図 1: ソフトウェア構成

図 1 に示すように、本システムのソフトウェアは、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 (Musical Instrument Digital Interface) 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、振動子から振動として出力される。

振動の検出には、図 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振動データは、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、オメガ・プロジェクト社の言語学習用システム JX-1[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、音を振動として体感させるものである。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。

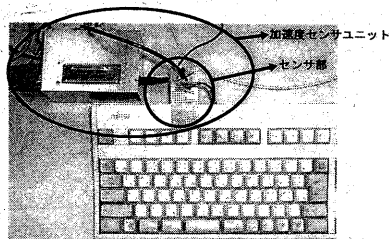


図 2: キーボードに取り付けた加速度センサ

2.2 振動データの処理

チャットモジュール間でテキストデータを送受信する一方、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。

振動データから MIDI データ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加速度の現在値、 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、

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

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、

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

ここに y は、最も弱い振動を適切な音量の MIDI 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。これはかなり低めの音である。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ともに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。

2.3 システムの使用方法

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。Tangible Chat のチャット機能は、通常のチャットシステムと同様に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。一方、振動は検出されると同時に相手側に送信され、受け取った側で即座に振動として出力される。振動の検出と通信に関する一連の処理は、すべて自動的に行われる。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。

3 評価実験

3.1 振動伝達の効果に対する仮説

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 Tangible Chat では、キーボードを叩く強さが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。

3.2 実験 1

3.2.1 実験の概要と結果

本実験では、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 Tangible Chat の比較を行う。実験の被験者として学生 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。

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。問題解決型意思決定課題では、相手と合意することができたか、協調することができたか等を、対立課題では、合意に達することができたか、議論で相手に勝ったか等を調査目的とし、総合アンケートでは、振動のある場合と無い場合を比較した精神的負担、発言のしやすさ、発話タイミングのとりやすさに等しいアンケートを行った。

評価は、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

	質問項目	振動有り	振動なし	t 値
		平均	平均	
意思決定課題	あなたは感情をどのくらい出していたか (楽しい)	4.3	4.1	2.00**
	相手の感情をどのくらい感じたか (楽しい)	3.7	3.4	1.69
対立課題	あなたは感情をどのくらい出していたか (楽しい)	4.0	4.0	0.18
	相手の感情をどのくらい感じたか (楽しい)	3.6	3.9	1.55*
	議論の中で、相手は譲歩したと思うか	2.8	3.3	2.10**
	議論は合意に達したか、それとも決裂か	2.5	3.1	1.89*

* は 10% で, ** は 5% の有意水準片側 t 検定で有意

表 1: 感情の伝達について

質問項目	振動有り		振動なし		t 値
	平均	分散	平均	分散	
精神的負担について	3.4	1.8	3.8	1.5	1.09
発言のしやすさについて	3.5	0.6	2.8	1	2.63**
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**
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
議論の流れはスムーズだったか	3.5	0.9	3.1	0.9	1.51

** は 5% の有意水準両側 t 検定で有意

表 2: 総合アンケート

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。

表 3 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。また, 各実験後に行ったアンケート結果の一部を表 1 に, 総合アンケートの結果の一部を表 2 に示す。t 値は, それぞれの設定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。

	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 3: メッセージ総数の平均と分散

3.2.2 実験 1 の考察

表 3 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。

次に, 表 1 と表 2 に基づき, 感情の伝達について検討する。問題解決型意思決定課題においては, 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, 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。また, 振動有りの場合の対立課題は, 決裂してしまう傾向が見られた。こ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と感じたという結果が出ている。先に

質問項目	振動有り	振動なし	t 値
	平均	平均	
精神的負担について	3.4	3.8	0.47
発言のしやすさについて	3.1	3.6	0.80
発話タイミングのとりかたについて	2.9	3.5	0.72
同時に複数の話題について話しているときはあったか	3.1	2.5	1.17
議論の流れはスムーズだったか	3.3	2.9	0.63

表 4: 実験 2 におけるアンケート結果

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。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。

続いて対話状況の伝達について検討する。実験中の対話状況に対する認識の変化について,表 2 から,発言がしやすい,発話タイミングがとりやすい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,明確な有意差は無いながらも同時に複数の話題について話している時がなかった,議論の流れがスムーズだったという結果が得られた。

3.3 実験 2

3.3.1 実験の概要と結果

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。使用したチャットシステムは,Tangible Chat とマイクロソフト社の MSN メッセンジャー [3] である。MSN メッセンジャーでは,対話相手が入力を行うと,入力中であることがウィンドウの下部に表示される。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た。したがって,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,2 台のシステムをそれぞれ別室に設置し,チャットは匿名で行った。

実験の最後におこなった総合アンケートの結果を表 4 に示す。

3.3.2 実験 2 の考察

表 4 において,発言のしやすさ,発話タイミングのとりやすさ,議論の流れのスムーズさ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かという点については,やはりあま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。

また,精神的負担については,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と思われる。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。

4 関連研究

カンバーセッションアウェアネスの提供を試みた研究 [2] では,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,誰が誰に対して発話しているの

か、といった発話状況をリアルタイムに表示している。また、MSN メッセンジャーでは、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、すべての非言語情報を視覚化することにより伝達するため、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。

物理的な感覚のやりとりだけで対話を実現するための遠隔地間コミュニケーションシステムとしては、in Touch[4]、GraspCom[5]、Hearty Egg[6]がある。これら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ことでコミュニケーションするシステムである。これらのシステムは、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・メディアであり、互いの存在感や動作を無意識に伝達するというものではない。また、言語情報の伝達はできない。

5 終わりに

本稿では、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、触覚による対話状況アウェアネス支援の伝達を試みた。このために対話相手の打鍵を振動によって伝達する Tangible Chat を構築し、被験者実験によって評価を行い、その有効性を確かめた。評価実験の結果から、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、振動伝達の有効性が示唆された。

今回の実験では、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、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られる。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。

参考文献

- [1] <http://www.bodysonic.co.jp/>
- [2] 伊藤禎宣: カンパ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.
- [3] <http://messenger.msn.co.jp/>
- [4] 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.
- [5] 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-, インタラクシオン'99 論文集 情報処理学会 pp.201-208, 1999.
- [6] 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.