

Title	EinführungMors: 非随伴的・非自立的モダリティの追加による遠隔音声会話拡張の試み
Author(s)	加藤, 千佳; 小倉, 加奈代; 西本, 一志
Citation	情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, 2013-HCI-152(20): 1-8
Issue Date	2013-03-06
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11571
Rights	<p>社団法人 情報処理学会, 加藤千佳, 小倉加奈代, 西本一志, 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, 2013-HCI-152(20), 2013, 1-8. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.</p>
Description	

EinführungMors : 非随伴的・非自立的モダリティの追加による 遠隔音声会話拡張の試み

加藤千佳^{†1} 小倉加奈代^{†1} 西本一志^{†1}

今日、計算機とネットワークの発達により、多様なモダリティを使用したコミュニケーションメディアが実現されている。しかし、多くのモダリティを利用可能なメディアは、豊富な情報を伝えられる利点を持つ反面、伝えたくない情報まで伝わってしまう問題を有する。一方、少ないモダリティしか利用できないメディアに関しては、それとは逆の得失となる。このため、筆者らは両者の中間的特性を持つメディアが有用と考え、新たなコミュニケーションの試みとして随伴性と自立性のいずれも有しない副次的モダリティを組み込んだ遠隔音声会話拡張アプリケーション EinführungMors を試作した。基礎検討として行った実験から、EinführungMors の副次的モダリティを使ったコミュニケーションは、状況依存的になると同時に、受信側の解釈に強く依存するものとなることが分かった。

EinführungMors : Augmenting Remote Voice Communication by Adding A Non-concomitant and Non-self-contained Modality

Chika Kato^{†1} Kanayo Ogura^{†1} Kazushi Nishimoto^{†1}

Various multi-modal communication media have been developed so far based on development of computers and networks. However, the media that allow users to use many modalities have a merit that the users can convey rich information while they have a demerit that even information that the users do not want to communicate is also transmitted. The media that allow users to use a few modalities have opposite features. Therefore, we assume that a remote communication medium that has intermediate feature of the conventional media is useful, and we developed a remote voice communication medium named EinführungMors, which is equipped with a non-concomitant and non-self-contained sub-modality, as an attempt of new communication. We carried out basic user studies and found that communications using EinführungMors strongly depends on the situation and on the receiver's interpretation.

1. はじめに

今日、我々の身の周りには相手と会話するためのコミュニケーションメディアが多数存在する。文明の発達によってテキストベースの手紙から音声による電話、そして音声と映像によるテレビ電話へとマルチモーダル化が進んだことにより、遠隔地間コミュニケーションは、次第にリアルな対面会話に近づきつつある。しかし、モダリティ数が増えると、“伝えたい情報”を多く伝えることができる反面、“伝える必要がない情報”まで伝わってしまう。例えばビデオ電話であれば、普通の電話での会話のように会話内容に関係しない作業や動作をすることは困難で、興味がない話であっても話を聞いている姿勢を保ち、相手の気分を害さないように演じなければいけない。一方、モダリティ数が少なくなると、“伝えたくない情報”が伝わらずにすむ反面、“緩やかに伝えたい情報”までもが伝わりづらくなってしまふことがある。例えば興味がない話を相手が行っており会話に飽きた場合、対面対話であれば表情などでその旨を緩やかに伝えられるが、電話では言葉で伝えるしかないため、とすると相手の気持ちを害してしまう結果となりがちである。このように、情報量の多さゆえの問題と少なさ

ゆえの問題がそれぞれある。この問題を解決するには、2つの情報量の中間に位置づけられる遠隔音声会話のためのモダリティ拡張メディアが有用であると考えられる。

図1に、一般的なコミュニケーションメディアの構造を示す。コミュニケーションメディアには、メインモダリティのみから成り立つメディアと、メインモダリティと副次的モダリティから成り立つメディアとがある。ここでメインモダリティとは、そのコミュニケーションメディアにおける主たる情報伝達手段として機能するモダリティである。また副次的モダリティとは、基本的にはメインモダリティと同時に伝達され、メインモダリティが伝達する情報に追加的な情報を与えるモダリティである。

副次的モダリティは、さらに随伴性と自立性の2つの性質の有無によって分類できる。随伴性とは、副次的モダリティがどのように発生するかに基づく性質である。たとえ

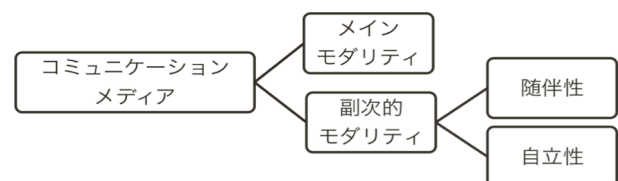


図1. コミュニケーションメディアの構造
Figure 1 Structure of Communication Media.

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology.

ば音声の場合、発話に伴い必ずパラ言語が発生するので、パラ言語は随伴性が有る副次的モダリティである。自立性とは、そのモダリティ単独で（おおむね社会的にコンセンサスが得られた）意味の伝達が可能かどうかに基づく性質である。たとえば、対面対話中に同時に握手をする場合があるが、握手はそれ単独でも友好の意を伝えることが明確であるため、自立性があるモダリティであると見なせる。一方パラ言語や表情は、おおむね社会的コンセンサスがあるものの、個人的差異や文化的差異があるなど、やや曖昧性が高いため、自立性は有るもののそのレベルはやや低いと考えられる。

現在さまざまなコミュニケーションメディアが存在するが、それらは原則としてメインモダリティを有し、副次的モダリティを伴う場合、その副次的モダリティは、随伴性と自立性の少なくともいずれか一方を持つものとなっている。自立性があるモダリティによって伝達される情報は、当然意味をなす。また、随伴性があるモダリティは、それ単独では明確な意味をなさないものの、関連するメインモダリティと協調することによって、具体的な意味を形成する。このように、従来の副次的モダリティは、随伴性が自立性のいずれかの性質を持つことによってなんらかの具体的な意味を伝達していた。このような副次的モダリティの特性が、最初に述べたようなモダリティの多少によって生じる問題の大きな要因となっているのではないかと、筆者らは考えた。

そこで本研究では、新たなコミュニケーションの試みとして、随伴性と自立性のいずれも有しない副次的モダリティを組み込んだコミュニケーションメディアを構築し、その影響を検証する。筆者らの知る限り、このようなコミュニケーションメディアに関する研究事例は、これまでのところ存在しない。随伴性も自立性も無い副次的モダリティによって伝えられる意味は非常に曖昧で、状況依存的になると同時に、受信側の解釈に強く依存するものとなるであろう。これによって、従来問題となった、副次的モダリティが少なすぎることによって「意味が伝わらない問題」と、副次的モダリティが多すぎることによって「意味が伝わりすぎる問題」の両方を解決できることを期待している。

以下本稿では、遠隔音声会話メディアに、随伴性と自立性を有しないジェスチャを副次的モダリティとして追加した双方向通信アプリケーションを提案する。試作したプロトタイプメディアを用いたユーザスタディを実施し、提案手法のコミュニケーションへの影響と有用性を検証する。

2. 関連研究

現在まで多くの遠隔コミュニケーションの研究が行われている。1章で述べたように、大半のメディアはメインモダリティと副次的モダリティによって構成される。表1に、いくつかの既存のコミュニケーションメディアに関して、

表 1 各メディアのモダリティの構造と性質
 Table 1 Structure and properties of modalities of each medium.

	メインモダリティ	副次的モダリティ		
			随伴性	自立性
音声電話	言語	パラ言語	○	△
メール	言語	—	—	—
TangibleChat	言語	打鍵振動	○	×
HandShakeSystem	言語	パラ言語	○	△
		握手	×	○
FeelLight	—	1 bit	—	×
EinführungMors	言語	パラ言語	○	△
		手指動作	×	×

図1の考え方にに基づき構造を分析した例を示す。以下、各メディアについての詳細を述べる。

文字情報のみをやりとりする電子メールは、言語というメインモダリティのみで構成されるメディアであると見なせる。また、文章を入力する際のさまざまな編集過程情報を取得し、これをメール本文に付加することによって、「言外の情報」を伝えるための副次的モダリティを追加する試みもなされている[1]。

Tangible Chat [2]は、言語をメインモダリティとし、テキスト入力時にキーボードを打鍵する行為によって生じる振動を副次的モダリティとするテキストチャットメディアである。打鍵振動を音声対話におけるパラ言語に相当するモダリティとして扱っているが、打鍵振動はそれ単独ではほとんど意味をなさないため、自立性は無いモダリティであると見なせる。

Handshake Telephone System [3]は、音声電話にロボットハンドを介した遠隔握手機能を追加したものであり、握手も副次的モダリティとして機能する。握手は、音声対話に伴って必ず生じるものではないので随伴性は無いが、それ単独で意味をなすので、自立性があるモダリティであると見なせる。また Handshake Telephone System は、相手の存在感を感じさせる事への有効性を示している。しかし、通話中の握手はやや不自然な行為であり一部の被験者は違和感を覚えている[3]。そのため通話においてより自然な行為を採用するべきであると考えられる。

FeelLight [4] は、副次的モダリティのみで構成される構造を持つ特殊なメディアである。FeelLight は、送信側で LED が内蔵されたボタンを押下すると、受信側に設置

された同じデバイスの LED の色が変わるといふ、ボタンの ON・OFF のみを伝える 1 bit 通信メディアである。このような情報には一般的意味が認められないため、これをメインモダリティとみなすよりは、メインモダリティを持たず、自立性が無い副次的モダリティのみで構成されるメディアであると見なす方が自然であろう。FeelLight は、単純な情報の交信によるコミュニケーションの可能性を示しており、情報の受け手がきわめて単純な信号を意味のあるメッセージとして解釈することを示している[4]。しかし FeelLight 単体では受け取る情報が少なすぎることから、相手の感情などの複雑な意味付けをすることは困難であるとも言える。

本研究の目的において、「随伴性を持たないが自立性を持つ副次的モダリティ」を利用することは難しい。このような副次的モダリティを組み合わせることによって、多様なコミュニケーションの場面において利用可能な汎用性あるメディアを構成することは不可能であると考えられる。このため、「随伴性を有するが、自立性を持たないかあるいは弱い自立性しか持たない副次的モダリティ」を組み合わせるのが、常識的な解決手段となるだろう。既存のメディアや、これまでのほとんどの新規なコミュニケーションメディアの研究事例も、この考え方に沿って構築されていると言える。

1 章で例示したように、音声のみの電話では伝えたいことが十分に伝わりにくいのにに対し、ビデオ電話では伝えたくないことが過剰に伝わってしまうことが生じる。この問題を解決するためのナイーブなアイデアは、音声電話よりは多く、ビデオ電話よりは少ない「随伴性を有するが、自立性を持たないかあるいは弱い自立性しか持たない副次的モダリティ」を持つメディアを構築するというものであろう。しかしながら、その実現は実際にはあまり容易ではないと考える。その理由は 2 つある：

1. このような副次的モダリティは、自立性を持たないにもかかわらず、主モダリティに随伴することによってかなり明確な意味を伝達することが多い。したがって、1 つ副次的モダリティを追加するだけで、伝わる情報量がしばしば大幅に増加するため、調整が容易ではない。
2. ビデオ電話で伝えられる副次的モダリティを分解し、いずれかのみを取り出すことが容易ではない。

以上のような考察に基づき、本研究では、FeelLight など用いられている「随伴性も自立性も有しないモダリティ」を追加する手段を提案する。FeelLight の事例でも明らかにされているように、このようなモダリティで伝わる意味はきわめて曖昧である。このため、「ほんの少しの情報量の追加」に適している可能性があると考えられるためである。また、随伴性が無いため、メインモダリティと併用することも、単独で使用することも可能であるため、持たせ

る意味合いやその強さを使い方によって意図的に加減することが可能となることも期待される。そのためには、メインモダリティと同時に進んでも不自然にはならない行為を副次的モダリティとして採用する必要がある。

3. 提案手法

随伴性も自立性も持たない副次的モダリティの手段として手指動作に着目した。まず扱うジェスチャについて述べた上で提案手法である手指動作について述べる。

3.1 ジェスチャ

ジェスチャには、“一次的ジェスチャ”と“偶発的ジェスチャ”とがある。一次的ジェスチャは、手招きのようになにかしらの意図を相手に伝えようとしてなされるものであり、1 人きりの時にはしない行為である。偶発的ジェスチャは、ジェスチャの動作者が意図しない意味（感情・気分・意思など）を、受け手が作為的に推測するものである。例えば頬杖をつきながら相手の話を聞いている場合、動作者はただ頭を支えるための行為だとしても、見ている相手は話に飽きたのだらうといったネガティブな推測をすることである[5]。

3.2 手指動作

本稿では、多様な意味合いを伝えられ、かつその意味の強さを制御可能な副次的モダリティが必要であるため、一次的ジェスチャと偶発的ジェスチャの両方の性質を併せ持ち、必要に応じて使い分け可能なジェスチャを採用することが求められる。

本稿では会話中に行われたとしても不自然でなく相手に違和感を与えない行為である手指動作に着目した。手指動作は必ずしも会話に付随して生じるわけではないので、会話への随伴性はない。

手指動作は幅広い表現を行うことができる。何かを反復的にさすったり弧を描いたりと多様な手指動作が存在するが、本研究では第 1 段階として手首を固定して指を上下に動かす手指動作を扱う。

4. EinfühlungMors : 手指動作伝達アプリケーション

手指動作を音声通話と併用する副次的モダリティとし、どのような意図があるかの意味づけや解釈を送り手と受け手に委ねたコミュニケーションメディアとして EinfühlungMors を試作した。なお Einfühlung とは、哲学用語で自己投入の意味である。

EinfühlungMors は、タッチパネル付き端末上でタッチパネルを叩くタッピング動作を入力とし、入力されたタッピングのタイミングに合わせて受信側の端末で音や振動とテキストとにより、送信側の手指動作を知らせるアプリケーションである。EinfühlungMors は、遠隔地間での音

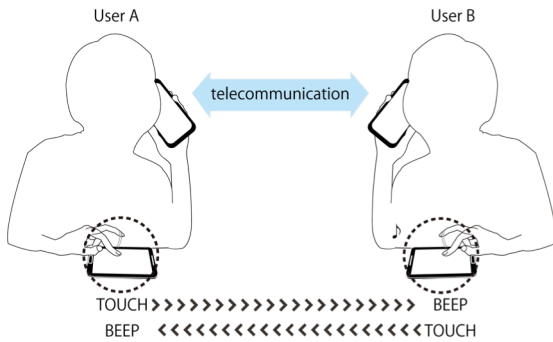


図 3 EinfühlungMors 使用イメージ
 Figure 3 How to use EinfühlungMors.

声通話メディアに追加して使うことを前提としている。EinfühlungMors の使用イメージを図 3 に示す。本アプリケーションはクライアントとサーバから構成される。クライアントは Android アプリケーションである。

5. 手指動作の意味づけ・意味解釈に関する実験

「手指動作が伝達情報としてどのような意味で行われるのか」と「意味をもたない手指動作が行われるのか」について調査するために、提案アプリを用いた実験を行った。その実験の結果をもとに、「信号送信と受信信号の意味の相違」について調査するため実験を行った。

5.1 送信信号と受信信号への意味付与に関する実験

5.1.1 実験概要

大学院学生 5 名（男子 4 名，女子 1 名）を被験者とし、自由に提案アプリケーションを使ってもらいながら非対面で実験者と通話してもらった。通話の様子をビデオ録画し、実験後にビデオを被験者とともに見ながら聞き取り調査を行った。

実験の手順を図 4 に示す。実験は、実験者 1 名と被験者 1 名の 2 名 1 組のペアで行い、提案アプリケーションを使用しながら、はじめに試用して信号の送受信動作を確認してもらった後、(1) 雑談 → (2) 実験者が被験者の声を聞こえないフリ → (3) 共感できない話 → (4) 雑談から構成された 9 分 30 秒の音声会話を行った。実験中の手指動作は、(4) の雑談パートの開始から 2 分経過後に実験者が一定のリズムで手指動作を行う以外は、被験者も実験者も適宜自由に手指動作を行った。被験者は、会話内容を事前に知らされていない。パート (1) と (3) の主な話者は実験者であり、最後の (4) 雑談パートでは被験者に話をするように求めた。話題や話す内容は被験者によって異なった。聞き取り調査では「どのような意味で手指動作を行ったか」という質問に対し、あらかじめ用意した意

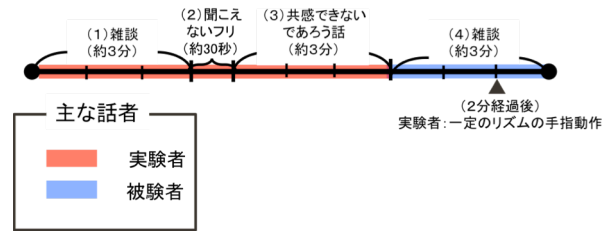


図 4 実験の手順と主な話者
 Figure 4 Procedure of Experiment

味カテゴリからの選択による回答をしてもらった。

5.1.2 実験結果

まず、手指動作信号を送信する場合の意味づけについて検討する。信号送信の回数は 27~218 回と、被験者によって差が見られた。送信信号の意味づけには 3~7 種類と差があったが、意味をもたせて信号を送信することが分かった。また、被験者によって送信する信号の意味にはばらつきがあったが、パート (2) の「聞こえないフリ」の際は、全ての被験者が「応答・確認」の意味で信号の送信を行った。また、全ての被験者が意味を持たない手指動作による信号送信を行った。また、相槌を発しながら送信するような、言葉の内容に則した補足意味で送信する場合と、言葉を発さずに信号送信のみで相槌を打つような、言葉とは独立して用いる場合があることがわかった。「興味が無いので話を変えてほしい」といったようなネガティブなことを感じた際には、3 名の被験者が言葉には出さずに、信号にその意味を込めて実験者に伝えようとしていた。

5.2 意味相互理解に関する実験

5.2.1 実験概要

大学院学生 6 名（男子 5 名，女子 1 名）を被験者とし、被験者 2 名 1 組のペアを 3 組構成した。ペアは互いに顔見知り同士で対面会話頻度が毎日、週 2~3 回、月 1 回とペアによってそれぞれ異なる。各ペアの被験者はそれぞれ別々の部屋に入り、自由に EinfühlungMors を使いながら会話した。実験者は、カメラを介して別室からその会話の様子を観察・録画した。実験後、録画したビデオを被験者と共に見ながら聞き取り調査を行った。

今回の実験では、被験者ペアのうちの 1 名（以下、被験者 A とする）に話の主導権を握ってもらい、(1) 雑談 (3 分)、(2) 相手が共感できないと考えられる話 (3 分)、(3) 雑談 (3 分) の音声会話の順で、それぞれ 1 分間ずつかけて会話してもらった。もう 1 名の被験者（以下、被験者 B とする）は、どのような会話を行うかを知らされていない。パート (1) と (2) の主な話者は被験者 A であり、パート (3) の雑談では被験者 B に話をするように求めるように指示した。実験中の手指動作は自由に行ってもらい、やり方について特に指示はしなかった。

実験後の調査では、「どのような意味で手指動作信号を送信したか」、「受信信号をどのような意味で捉えたか」という質問に対し、予備実験の結果をもとに用意した選択肢から回答してもらった。

5.2.2 実験結果

信号の送受信は、ペアによって合計 49~377 回と幅があった。送信信号への意味付けは 2~9 種類、平均で 5.5 種類であった。一方、受信信号への意味付けは 2~6 種類、平均で 3.6 種類であった。また、送信信号の種類が多い被験者ほど受信信号に多くの意味付けをする傾向にあった。

送受信信号の意味の一致率は、最も低いペアで 0%、最も高いペアで 36.3%、平均 24.1%であった。送信した信号への意味づけとして最も発生頻度が高かったのは、手遊びや手持ち無沙汰を意味する“無意味”であった。一方、受信した信号への意味づけとして最も発生頻度が高かったのは“無意味”と、言葉を補うための“確認”の意味であった。

言葉への補足の意味で送受信が一致したのは“確認”で、ペア 1 が 72%、ペア 3 が 84%であった。言葉と独立した意味で送受信が一致したのはペア 1、ペア 3 ともに“無意味”、“応答、返事”で、ペア 1 ではさらに“相手のマネ”であった。受信信号と送信信号の意味一致率は、ペア 1 では“相手のマネ”が、ペア 3 では“確認”が最も高かった。全体で両ペアとも“確認”の一致率が最も高かった。

口頭調査から、送信者が信号送信した時、受信者は前後の会話の状況から相手の心理や状況を考え、受信信号に意味付けして理解しているという意見があった。また、ある被験者は言葉とは独立した意味のみで送信受信を行っていた。全体的に、実験終了に近づくにつれ信号送信頻度が減る傾向にあった。

5.3 考察と仮説

実験結果から、被験者は音声発話とともに手指動作を送ったり、あるいは手指動作のみを単独で送ったりしながら、手指動作に多様な意味合いを付与していたことが確認された。また、被験者は、簡単な意味であれば受信信号の意味を理解可能なことが考えられる。言葉に伴って信号を受信した際は、受信側では手指動作情報に対して一時的に随伴性が生じ、その言葉をもとに相手の心理や状況を信号に意味付けしている様子がうかがわれた。一方、言葉とは独立した信号を受信した際は、前後の状況や、タイミング、会話内容から意味付けを行っていることがわかった。受信者が想定しない時に受け取った信号をネガティブな意味に捉えた被験者もいたことから、特にタイミングが大きく関係していると考えられる。

以上から、EinfühlungMors が伝える情報は状況依存的になると同時に、受信側の解釈に強く依存するものであることが言える。また、無意識的に信号送信することがあった被験者がほとんどであったことから、随伴性はないが信

号の入力方法として手指動作を用いたことで、ユーザに随伴性があると錯覚させ、違和感を覚えさせることなく円滑に通話を進行可能であったと考えられる。

この実験ではほとんどの送信信号の意味と受信信号の意味の一致が見られなかった。これは被験者ペアの普段のコミュニケーション頻度や 2 人の出会ってからの期間、相手に関する理解度が関係すると考えられる。さらに、今回の実験は短時間での使用だったが、提案アプリケーションを長時間または何度も使用することにより、ペア間で信号の意味をパターン化して意味を創発していく可能性も考えられる。そのため、長時間もしくは複数回の実験観察が必要となると考えられる。

実験終了に近づくにつれ信号送信頻度が減る傾向は、特にタスクを与えた被験者 A 側に目立って見られた。これはタスクに集中し提案アプリケーションの存在を忘れるため、すなわち随伴性の欠如によるものだと考えられる。しかし、なんらかの曖昧な情報を伝達する必要性が生じれば、信号送信頻度が再び上がるのではないかと考えられる。

6. 音声会話とビデオ電話に対する EinfühlungMors の影響評価のための実験

5 章の実験の結果に基づき、本章では以下の 2 つの仮説を検証する実験を実施する。

1. はじめはシステムの使用頻度は高いが時間の経過とともに使用頻度が下がる。
2. 時間経過につれて使用が低下した後、なんらかの情報の伝達必要性が生じた際に信号送信頻度が再び上がる。

さらに、副次的モダリティが少なすぎることによって「意味が伝わらない問題」と、副次的モダリティが多すぎることによって「意味が伝わりすぎる問題」の両方を解決できるかどうかを検証するために、音声会話とビデオ電話のそれぞれと EinfühlungMors を併用した場合に、手指動作の使われ方に差異が見られるかについて調査する。

なお、5 章の実験において、聴覚出力が通話への集中力

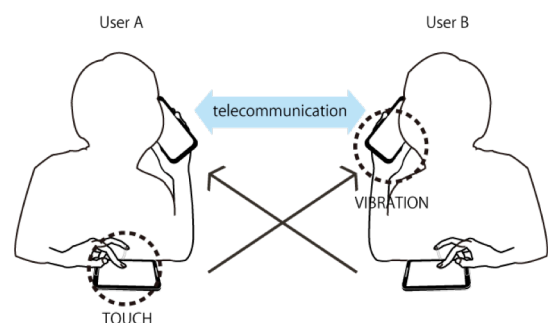


図 5 EinfühlungMors.ver2
Figure 5 EinfühlungMors.ver2.

を妨害するという意見や、信号受信出力が視覚と聴覚によるものだったため直感的でなく意味を受け取りにくいという意見があった。それらを踏まえ、提案アプリケーションの出力を、受話器として用いているデバイスへの振動として触覚提示を行うように改善した(図5)。

具体的な実験内容は、「音声会話とビデオ電話のそれぞれの通話において、通話相手に対してネガティブな感情が発生した際に *EinführungMors* を使うかどうか」、また「その他どのような行動が発生するのか」について調査するものである。なお、本研究の解決すべき問題として挙げている副次的モダリティが少なすぎることによる「意味が伝わらない問題」と副次的モダリティが多すぎることによる「意味が伝わりすぎる問題」は、相手にポジティブな事柄を伝達する場面よりネガティブな事柄を伝達する場面で問題とされると考えたため、本実験ではネガティブな感情が生じる場合に限定した。

6.1 実験概要

大学院男子学生6名を被験者とし、実験内容について精通した実験協力者と被験者1名ずつの2名1組のペアを6組構成した。実験協力者と被験者6名は互いに顔見知りである。実験協力者と被験者には別室に入ってもらい、30分間自由に *EinführungMors* を用いながらテレビ電話もしくは音声電話で通話してもらった。音声はそれぞれPC、モバイル端末(手指動作受信用デバイス)からの出力とした。送信用デバイスは机のタッチしやすい場所に置き、受信用デバイスを音声電話の際には耳に当て、ビデオ電話の際には手に持ちそれぞれ会話を行ってもらった。テレビ電話、音声電話のそれぞれについて3組ずつ実験を行った。実験者は、カメラを介して別室からその会話の様子を観察・録画した。実験後、録画したビデオを被験者と共に見ながら聞き取り調査とアンケートを行った。

実験協力者と被験者へ提示した実験フローについて図6に示す。本実験では、被験者には会話開始20分経過後に「通話相手が通話を切り次第」計算問題を解くようにタスクを課した。一方、実験協力者には会話開始20分後から実験終了の30分後まで、自分自身の成功体験をなるべく継続的かつ一方的であるが自然な会話として成立するよう話すことに務めてもらった。被験者と実験協力者の両方に対し、20分経過を実験者からチャットによって伝えた。被験者には「通話相手は20分経過後に会話に満足し次第通話を切る」、「通話相手は実験終了時間を知らない」という、実際とは異なる教示を与え、通話終了時間は通話相手(実験協力者)に委ねられていることを強調した。実験を行うにあたり実験協力者には「“一方的に話すこと”に関して相手に話すこと」、「相手の話に割り込んで話続けるなどの不自然な会話」の2点を禁止した。被験者には「“計算タスク”に関して相手に話すこと」、「相手が通話を切る前に

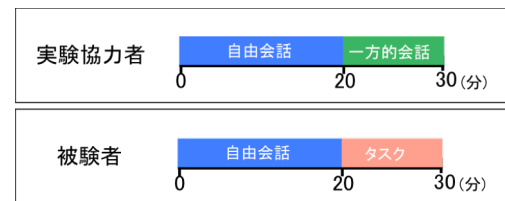


図6 被験者と実験協力者へ提示した実験フロー
 Figure 6 Instructions provided to subjects and cooperator of the experiments.

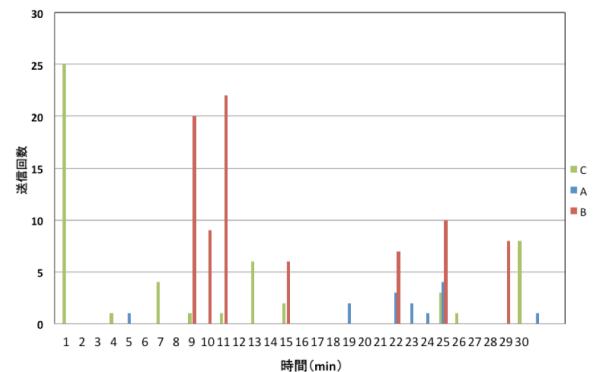


図7 音声電話時の送信回数

Figure 7 Number of signal transmissions in voice-only communications.

おける計算タスクへの移行」、「被験者自身が物理的に通話を切ること」の3点を禁止した。

以上の実験デザインにより、被験者が通話相手に「通話を終わらせたい」という明確な意思を示さない限り計算問題に移行不可能な状況を作り出した。さらに、計算問題を早く解かなければいけない(=通話を早く終わらせたい)という心理を強く働かせるために、正解した計算問題数に応じて謝金額が増額するという、実際とは異なる教示を行った(実際は、拘束時間相当の謝金を被験者全員に支払った)。さらに、焦燥感を煽るために、被験者のみに実験終了時刻5分前、3分前、2分前、1分前をチャットで通達した。また、タスク遂行不可な状況に被験者が違和感を覚えないように、被験者にはペアの相手が実験協力者であることは伏せて実験を行った。

6.2 実験結果

● 音声電話と *EinführungMors* を併用した会話

被験者の手指動作送信回数とその推移を図7に示す。総送信回数は52~82回と被験者によって差が見られた。発話回数は被験者3名とも、15分経過以降ほとんど0になった。しかし、20分経過後、送信回数が再度増加した。

被験者Cは、実験開始直後は実験協力者と互いに信号を送り合ってシステムの通信を確認していたため送信回数が伸びている。その後は比較的会話に肯定的であったため「う

なずき」や「ポジティブ」の意味で送信していた。20分経過後、計算タスク達成不可能になることに焦りを感じ、実験残り時間1分の知らせを受けた時に「通話を切って欲しい」という意味として連続で信号を送信した。アンケートから、タスクがあることを相手に言うことを禁止されていたため、システムを用いて相手に伝えようとしたことがわかった。

被験者 B は、一貫して会話に肯定的であったことがインタビューからわかった。被験者 B は、主に「うなずき」、手遊びや相手の反応を見る「遊び」として信号を送信していた。また、発言したい際に連続して信号送信することで相手に今から話すということをアピールしていた。

被験者 A は、実際に相槌を打ったり、信号送信を「うなずき」の意味として送ったり、積極的に会話をしていった。アンケートから、被験者 A は「電話を切りたい」という意思は持っていたが、伝えることは相手に対して失礼だと考え、相手にあえて伝えず隠していたと答えている。さらに、被験者 A は会話の間に何も話さず「間」をもたせることで「自分自身の話は終わりである」ということを伝えようとした。このように被験者 A は、システムを使わずに自然に相手が通話を切るように誘導しようとしていた。

● **ビデオ電話と EinfühlungMors を併用した会話**

被験者の手指動作送信回数とその推移を図8に示す。音声電話の実験と同様に送信回数は45~498回と被験者によって差が見られた。15分以降、信号送信回数は非常に少なくなったが、24分以降で再度増加した。

全被験者が計算タスク達成不可能なことに焦りを感じていたことがインタビューとアンケートからわかった。被験者 D は、当初は主に相手にちょっかいをかけるような意味として送信していたが、24分以降は「通話を切ってほしい」という意味で信号の送信を行っていた。

被験者 E は、実験協力者との間でシステムを使った遊びを創造し、その遊びをしながらの会話を11~14分の間行っていた。20分経過後は、通話相手に「会話に疲れた」など言葉で相手に通話を切るように誘導していた。さらに通話相手に通話を着るよう直接お願いし、それでも通話が続いたので、25分経過後から通話を切るようをお願いしながらその意味として信号を連続で送信した。

被験者 F は、当初は言葉の補助として信号を送信していた。24分経過後から「通話を切ってほしい」という意味を込めて毎分数回ずつ信号送信を行い続けた。しかし、会話が続くことに対して否定的に思っていたにも関わらず、被験者 F は通話相手に気を遣い、笑ったりうなずいたりしていたことがアンケートから分かった。さらに、実験終了間近に無表情にすることで通話をやめさせようとしたことも分かった。

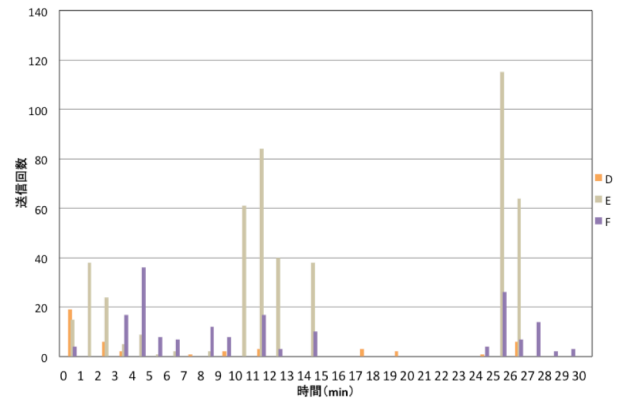


図 8 ビデオ電話時の送信回数

Figure 8 Number of signal transmissions in video communications.

6.3 考察

実験結果から、音声電話と EinfühlungMors を併用した実験(以下、音声電話実験)、ビデオ電話と EinfühlungMors を併用した実験(以下、ビデオ電話実験)とともに、仮説(1)「はじめはシステムの使用頻度は高いが時間の経過とともに使用頻度が下がる」は支持された。特にビデオ電話実験ではそれが顕著に見られた。また、今回の実験では、被験者の通話相手が実験内容に精通した実験協力者であったが、前節で述べたように通話相手の送信回数に依存していないと考えられるため、実験協力者による誘導はなかったと言える。

仮説(2)「時間経過につれて使用が低下した後、なんらかの情報の伝達必要性が生じた際に信号送信頻度が再び上がる」については、20分経過後、2名の被験者 A, B 以外がシステムを用いて「通話を切って欲しい」ことを伝えようとしたことから、おおむね支持されたと言える。システムを用いなかった2名の被験者の内1名は、伝達の必要性を感じていなかったため仮説(2)の現象が見られなかったと考えられる。もう1名は、相手に読み取って欲しい情報はあったが、相手にそれが伝わると失礼にあたる判断したため、仮説(2)の現象が見られなかったと言える。さらに、今回の実験は実験協力者が被験者の先輩だったため、相手への遠慮から仮説(2)の現象が見られなかったとも考えられる。

自由会話(実験開始0~20分)において、音声電話実験とビデオ電話実験では信号の送信意味に差異が見られた。音声電話実験では、全被験者が「相槌」として頻繁に信号送信をしていた。対してビデオ電話実験では、実際にうなずき光景が頻繁に見られ、「相槌」の意味として信号が送信される例はあまり見られなかった。これは、ビデオ電話が自分の顔やしぐさが映像を通して相手に見えているため、わざわざ「相槌」の意味として信号送信をする必要性がなかったからだと考えられる。ビデオ実験で、話を聞いてい

ることを強調するためにうなずきながら信号送信する被験者が1名見られた。さらに、音声電話実験の被験者3名ともが無意識的な手遊びによって信号送信をしたのに対し、ビデオ電話実験の被験者はほとんど意識的な信号送信をした。これも相手に自分の映像が見えているため無意識的な送信が音声電話実験の被験者よりビデオ電話実験の被験者の方が少なかったと考えられる。以上のことから、ビデオ電話とEinfühlungMorsを併用する際は動作の強調や補助に使われることがわかった。また、音声電話とEinfühlungMorsを併用する際は言葉の強調や補助、また、相手の会話を邪魔せず反応を相手に伝えるために対面会話など相手が見える状態である場合において見られるうなずきなどのジェスチャを伝達することがわかった。

一方的会話(実験開始20分以降)において、音声電話実験とビデオ電話実験でシステムの使われ方には、大きな差異を見ることはできなかった。この原因として、言葉で「電話を切って欲しい」ことを伝えたにも関わらず通話が継続したため信号送信をした被験者がいたように、実験協力者が話を強引に継続し、不自然な状態になっていた可能性が考えられる。

以上から、被験者ペア間の関係性を事前調査し考慮した上で被験者数を増やし実験をする必要があると思われる。また、通話の継続の縛りをゆるやかにし、自然に近い状態にするよう設計しなおす必要もある。

7. おわりに

本稿では、マルチモーダル化が進んだコミュニケーションメディアによる情報量の多さゆえの問題と少なさゆえの問題を解消させる一助として、遠隔音声会話メディアに随伴性と自立性のいずれも有しない手指動作を副次的モダリティとして追加した遠隔音声会話拡張アプリケーションEinfühlungMorsを提案した。

EinfühlungMorsを用いた予備の実験の結果、手指動作にさまざまな意味をもたせて信号送信することが分かり、また信号受信の際はなんらかの意味付けを行って受け取ることが分かった。さらに、ユーザは簡単な意味であれば送信信号意味を理解可能であることがわかった。言葉を伴う信号を受信した際には、その言葉をもとに相手の心理や状況を信号に意味付けし、言葉とは独立した信号を受信した際は前後の状況、タイミング、会話内容から意味付けを行うことがわかった。

EinfühlungMorsを音声電話あるいはビデオ電話と併用

する実験から、両者の間でEinfühlungMorsの使われ方には、大きな差異を見ることはできなかったが、ビデオ電話とEinfühlungMorsを併用する際は、動作の強調や補助に使われることがわかった。また、音声電話とEinfühlungMorsを併用する際は、言葉の強調や補助など、対面会話のような相手が見える状態において見られるうなずきなどのジェスチャを伝達することがわかった。

以上から、EinfühlungMorsによって遠隔音声会話を拡張する可能性が示された。ただし、本研究が問題としているモダリティ数の多寡による「伝わりすぎ」、「伝わらなさすぎ」の問題解決の手法として提案手法が本当に適しているかどうかは、今回の実験結果から断言することは難しい。今後、さらに音声会話のみの通話やビデオ電話のみ通話との比較実験を行う必要があるだろう。その後、随伴性と自立性の両方を有しない副次的モダリティの効果をさらに詳細に検討したい。また、聴覚出力による会話の妨害などの問題や、デバイス上以外での手指動作が見受けられたので、加速度センサを搭載したリストバンド型デバイスを開発することも検討したい。

参考文献

1. 角野清久, 西本一志: 言外の情報としての編過程情報を伝えるメールシステムの提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.1, pp.254-267, 2009.
2. 山田裕子, 平野貴幸, 西本一志: TangibleChat: 打鍵振動の伝達によるキーボードチャットにおける対話状況アウェアネス伝達の試み, 情報処理学会論文誌, vol. 44, No5, pp.1392 - 1403(2003).
3. Kazushige OUCHI and Shuji HASHIMOTO: Handshake Telephone System to Communicate with Voice and Force, IEEE International Workshop on Robot and Human Communication, pp.466 - 471(1997).
4. Kenji Suzuki, Shuji Hashimoto: FeelLight: A Communication Device for Distant Nonverbal Exchange, ETP' 04 Proceedings of the 2004 ACM SIGMM workshop on Effective telepresence, pp.40 - 44 (2004).
5. Desmond Moris, 藤田統訳 (2007). マンウォッチング, 株式会社小学館.