JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

| | |
|---|---|
| Title | 手の動作を用いた通話時のアウェアネス支援 |
| Author(s) | 市川, 雅也 |
| Citation | |
| Issue Date | 2010-03 |
| Type | Thesis or Dissertation |
| Text version | author |
| URL | http://hdl.handle.net/10119/8908 |
| Rights | |
| Description | Supervisor:國藤進, 知識科学研究科, 修士 |

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

修　士　論　文

# 手の動作を用いた通話時のアウェアネス支援

指導教員　　國藤進　教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識科学専攻

0850001　市川雅也

審査委員：國藤　進　教授（主査）
藤波　努　准教授
西本　一志　教授
由井薗　隆也　准教授

2010 年 2 月

Copyright © 2010 by Masaya Ichikawa

# 目　次


1　序論　1

1.1 研究の背景 ・・・・・・・・・・・・・ 1

1.2 研究の目的と仮説 ・・・・・・・・・・・・ 3

1.3 論文構成 ・・・・・・・・・・・・・・ 4

2　実験　5

2.1　関連研究 ・・・・・・・・・・・・・・ 5

2.1.1 感情を伝える研究 ・・・・・・・・・・・ 6

2.1.2 手振り、身振り、ジェスチャーに関する研究 ・・・・・ 7

2.1.3 発話時における身振り・手振りの研究・ ・・・・・・・ 8

2.2　実験の内容 ・・・・・・・・・・・・・10

2.2.1 実験の機材、開発環境 ・・・・・・・・・・10

2.2.2 実験システムの構成・ ・・・・・・・・・・14

2.3 遅延 ・・・・・・・・・・・・・・・18

3　予備実験　23

3.1 実験の方針 ・・・・・・・・・・・・・23

3.2 実験の条件 ・・・・・・・・・・・・・24

3.3 実験の流れ ・・・・・・・・・・・・・26

3.4 結果と考察 ・・・・・・・・・・・・・27

4　分析と考察　30

4.1 実験の設定 ・・・・・・・・・・・・・30

4.1.1 被験者 ・・・・・・・・・・・・・30

4.1.2 実験場所 ・・・・・・・・・・・・・30

4.1.3 話の内容 ・・・・・・・・・・・・・30

4.1.4 使用した実験機材 ・・・・・・・・・・・30

4.1.5 アンケート項目・ ・・・・・・・・・・・31

4.2 実験の流れ ・・・・・・・・・・・・・・・・33
4.3 実験の目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・35
4.4 実験結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・36
4.5 考察 ・・・・・・・・・・・・・・・・40
5 章　結論 41
謝辞 42
参考文献 43

# 図　目　次

2.1 実験用の PDA ・・・・・・・・・・・・・・・・11
2.2 実験に使用したセンサ ・・・・・・・・・・・・・・11
2.3 Phidgets インターフェース ・・・・・・・・・・・・12
2.4 実験に使用した USB Host CF Card ・・・・・・・・・13
2.5 システム構成 ・・・・・・・・・・・・・・・・・14
2.6 条件判断(Force) ・・・・・・・・・・・・・・・・15
2.7 Force センサを付けて手を振った時の波形 ・・・・・・・15
2.8 条件判断(Magnet) ・・・・・・・・・・・・・・・16
2.9 Magnet を付けて手を振った時の波形 ・・・・・・・・16
2.10 光らせる動作 ・・・・・・・・・・・・・・・・・17
3.1 予備実験で使用したデバイス構成 ・・・・・・・・・24
3.2 予備実験の状態 ・・・・・・・・・・・・・・・・26
4.1 ケースを取り付けた話し手側デバイス ・・・・・・・31
4.2 ケースを取り付けた聞き手側デバイス ・・・・・・・31
4.3 聞き手側でシステムによりどの程度相手の伝えた事を感じれたか ・・36
4.4 話し手側で一番気持ちを伝えられたシステム ・・・・・36
4.5 聞き手側で LED が光った時に通常電話と比べて何か感じたか・ ・・37
4.6 手の振りのシステムでラグが起きた際に聞き手はどうしましたか ・・38
4.7 日常生活で使いたいシステムはどれですか ・・・・・・38
4.8 街中で利用する場合に問題ないシステムはなんですか ・・・・39

# 表　目　次

1.1 自然と手振りが出る時　・　・　・　・　・　・　・　・　・　・　・3
2.1 毛利らの実験パターン　・　・　・　・　・　・　・　・　・　・　・8
2.2 IP 通信を起動した状態でのスイッチシステム　・　・　・　・　・　・18
2.3 IP 通信を起動した状態で録音ソフトを起動したスイッチシステム　・　・19
2.4 IP 通信を起動した状態で手の動作を用いたシステム　・　・　・　・　・20
3.1 予備実験の流れ　・　・　・　・　・　・　・　・　・　・　・　・26
3.2 聞きとり調査（システムに対して肯定的な意見）　・　・　・　・　・28
3.3 聞きとり調査（システムに対して否定的な意見）　・　・　・　・　・28
4.1 評価実験の流れ　・　・　・　・　・　・　・　・　・　・　・　・33

# 第　1　章
# 序論

## 1.1 研究の背景

日頃落ち着いて電話をすることができる家族や友人との電話においては気持ちが入ってくると自然と電話を持っていない手で相手に話しの内容のことを空中に書いたり、お辞儀等をしていることがある。対面環境ではこれらの動作は相手に会話内容を分かりやすく伝えることと会話の促すことを行っている。しかし、電話時のような非対面環境でも手振りや身振りは行われているが、それらは全く意思伝達に役立ってはいない。日本の伝統芸能である能は言葉を使わずに動作のみで表現するものであるが、聴衆に何を表現しているのかといったことは伝わっていることからも動作における重要性といったことは伺える。

会話においての身振りや手振りとは相手に伝える為にとても重要な要因となっており、その重要な要因の欠落を防ぐための研究がなされている。ロボットを相手側の動作とシンクロさせることにより自分の目の前であたかも相手がいるようにし疑似的な対人環境を作成している。自分を囲むように複数のスクリーンを設置し通常のテレビ電話では視線が誰の方向を向いているのか正確には分からなかった点をなくし、より対面環境に近い状態で話をできるようにしている。また、感情を伝える研究として遠距離恋愛中の人に同じ音楽を聞かせ、その再生した音楽によって自分の心境を表現しているものやデバイスを触ったら相手側のデバイスを温めることにより自分は思いやりといった感情を伝えることができ、相手はあたかも手を握ってくれているような感覚を受ける。

友人や家族といった親しい人との会話の場合、他人と異なり気軽に電話をかけるこ

とが可能であり現在は携帯電話の普及が広まり多くの人が携帯電話を用いて話をしているのである特定の場所ではなく持ち運びができ、いつでも利用できる手軽な物が好まれる。電話をする際に使える情報としては聴覚、視覚、触覚、嗅覚情報があるが聴覚は耳で電話の音声を聞いているため通常の会話を阻害することとなりかねないため不可とし、触覚は普段からバイブレーション機能を利用している人にとってはバイブレーションが作動すると反射的にメール等のチェックをしてしまい通話の阻害をしてしまう危険性があるので不可とし、嗅覚は屋内で何度も匂いを出すことにより匂いが混じってしまうということにより不可とした。視覚は電話をする際には画面を見ながら話す人はあまり多くないのでディスプレイに何かを表示させることはよくないが、携帯電話の外に光を発するものを取り付けることにより自然と目に止まらせることをした。本研究では携帯電話と似ている PDA を用いて光によって視覚的に話し手が手振りをしていることを受け手に伝えるシステムを作成し、従来の電話の仕方とボタンを用いて相手に伝えたい部分を知らせる手法よりもセンサを用いて動作を認識させて相手に伝える手法がより実用的であることを証明した。

## 1.2 研究の目的と仮説

### ・目的

本研究の目的は現在多くの人が利用している携帯電話を家族間や友人間といった親しい間での電話を使用した会話中における電話を持っていない方の手の動作を相手に伝えることである。

### ・仮説

話し手として聞き手に手振りを用いて伝えようとする時には表のような状態が考えられる。

表 1.1：自然と手振りが出る時

| | |
|---|---|
| 1 | 聞き手が自分の言っていることを信じてくれない時 |
| 2 | 電話で道を教えている時 |
| 3 | 聞き手が自分の考えと違う考えの時 |
| 4 | お互いに知っている人物だけれども、あまり関わりのない第 3 者が話題になった時 |
| 5 | 心からお礼をしている時 |
| 6 | 謝っている時 |
| 7 | お願いをしている時 |
| 8 | 話に頭が追い付かず流れを止めたい時 |

これらの状態が聞き手に伝わった場合は話し手が心から思っていることなので、アウェア情報が音しかない電話でも言葉を信じることができる。

## 1.3 論文構成

本論文は 5 章で構成されている。本論文の構成を箇条書きで以下に示す。

第 1 章　本研究の背景と目的

第 2 章　関連研究とシステムの説明、実験方法

第 3 章　実験から得られた結果

第 4 章　実験結果と分析

第 5 章　本研究のまとめ、今後の展望

本章では、研究の背景から目的について触れた。第 2 章は、本研究で何を明らかにするのかを述べ、喫煙行動を検知するシステム構成を説明する。第 3 章では、実験より得られた結果を示す。第 4 章では、3 章で得られた結果から何が得られたのかを分析する。第 5 章では、本研究の結論と今後の展望を述べる。

# 第　2　章
# 実験

## 2.1　関連研究

### 2.1.1　感情を伝える研究

対面環境では会話だけをみても発話による音声情報だけでなく相手の動きや表情の変化といった情報を総合した結果どのような意味で言ったのかを判断している。しかし、非対面では使うデバイスにもよるがいくつかのアウェアネス情報は抜け落ちてしまい、それにより伝えたいことが正しく伝わらないといった問題が起きてしまう。家族や恋人といった親しい関係のコミュニケーションをサポートする際に感情を伝えるという研究もなされている[2][3]。

Lovelet は遠隔地にいる親しい人へ愛情という感情を伝えるために相手の温度情報を伝えることをしている。Lovelet のデバイス構成は多色 LED、温度センサ、タッチセンサ、ペルチェ素子で構成されており自分と恋人の双方向の通信で行われている。温度センサにより温度情報を取り込み相手側に送信し相手側の LED を発光させる（発光させる色があらかじめ決められている。）。また光だけではなくタッチセンサに触れることにより相手のペルチェ素子を発熱させ、温度から触れられているような感覚を与える。実験は恋人同士 2 組をそれぞれ 12 日間で実験を行い、電話、メール、チャットの既存のコミュニケーションとの比較を行った。既存のコミュニケーションツールとの併用で電話では突っ込み的なものとして、チャットでは顔文字や感情を意味する言葉を打ちこんでから Lovelet を触るといったことを行っている。Lovelet の単独使用時より既存のコミュニケーションとの併用の方がどれも上回っており、チャットやメールよりも電話の方が使用回数は多くなっている。このことより Lovelet 単

独でコミュニケーションツールとして利用するには難しいが、既存のコミュニケーションとの併用によりコミュニケーションのサポートとして利用するには効果があることがいえる。

SyncJuke は遠距離恋愛の相手と一緒にいるという同居間を支援するために、恋人関係にある人の両方の部屋に音楽プレイヤを置き、それを同期させることにより同居間を出す事をしている。一方で音楽を再生した時にはもう一方でも音楽が再生され、一方で音楽を変えたり停止したりするともう一方でも変わったり止まったりするため遠距離間であるが同じ部屋で音楽を聞いている感覚を受ける。音楽はその時の気持ちで聞きたい音楽が変わるのでその時聞きたい音楽を流す事は相手に今の自分の気持ちを伝えることを可能としている。

これらの研究で行われている感情というのは嬉しいや悲しいといったことであるが、本研究で相手に伝えるのは会話の部分を相手に伝えるものであり感情自体を知らせるものではないため、従来の研究とは異なる。

### 2.1.2　手振り、身振り、ジェスチャーに関する研究

メッセージ全体のうち円滑なコミュニケーションをするためには 6 割以上の非言語情報が伝わっていることが言われている。相手に伝える時に手振りや身振りといった非言語情報を伝えることは重要である。非対面でのコミュニケーションでは主に電話、チャット、テレビ電話といったデバイスを用いてやりとりがなされている。相手が目の前にいない非対面の状態であっても手振りや身振りといった動作は行われているが話し相手の方からは見えないので相手が動作により気持ちを入れて話していても音声情報以上の事が相手に伝わることはない。非対面状態の身振り、手振りを伝える為の研究がなされている[1][4]。

RobotPHONE は電話のように音声を相手に伝える機能と RobotPHONE は同期をしているので一方を動かすともう一方も同じように動かすことができる。音声と動きを相手に伝えることにより音声だけでは伝えられない細かな感情も相手に伝えることを可能とした。

RobotPHONE は触角情報と視覚情報により相手により細かな情報を渡すことを可能としているが、電話は携帯電話の普及により仕事等でなければどこにいても相手に

繋がるものという認識があるため、音声を用いたデバイスとしては持ち運びできるものが好ましいが RbotPHONE のデバイスの大きさから持ち運びには適しておらず使用場所を限定されてしまうことと、触角を利用することはどう動かして相手に伝えるのかを考える必要があるが、本研究では自然と電話をする時に出る動きを伝えることをしている。

井上らはコミュニケーションにおいて気持ちを伝えることは非言語情報が主として気持ちを伝達する役割を担っていると言われており、インフォーマル・コミュニケーションが重要視されるようになってきていることから気持ちを伝えることが大事とし考え、伝える手段として身振り動作に目をつけた。実験は 43 名の理工学部学生（男性 36 名、女性 7 名）を被験者とし、感情情報を含むセルアニメーションの場面を見てもらい感情語に当てはまるかどうかを 4 段階で評価をしてもらい分類をした。

古野らは仮想空間内での会話に注目をし、彼らの研究している VirtualComunity を用いてコミュニケーション支援方法を提案している。会話中に仮想空間内のアバタが停止しているのは違和感があるため、自然な形にするためには適当な動きをさせてやる必要がある。会話の臨場感を向上させるためには、会話内容に対応したジェスチャだけではなく会話の流れをよくするために興味がある場合には見つめたり、あいづちを打ったりすることにより会話を円滑にすることが求められる。

非対面状況で身振りや手振りを伝えない状態では電話では声を大きくする事により相手に伝えることしかできない。しかし、手振りや身振りをしたという情報を相手に与えることにより相手に口だけでなく本当に思っているということを分からせる事ができると考えられる。

### 2.1.3　発話時における身振り・手振りの影響

対面状況において手振りや身振りが発生した場合にはどのような影響があるのかを研究されている[7]。

毛利らは話し手指向的で情報伝達の意図が込められていない時の話し手の身振りが聞き手の発話理解を促進・抑制するかを調べた。実験には大学生・大学院生 64 人(男性 28 人, 女性 36 名, 平均年齢 21.1 才)で、参加者はすべて友人を連れた 2 人 1 組で行われた。実験には 3 フェーズで構成されており 1 フェーズ目で刺激呈示、2 フェーズ目で口頭再生、3 フェーズ目で描画・質問紙を行った。刺激呈示では映像を参加者

に記憶してもらっている。口頭再生では刺激呈示で記憶した内容を参加者の友人と対面で椅子に座った状態で説明をしてもらった(椅子の角度は 180 度、距離は約 60cm)。描画・質問紙では話し手が描画による再生も行い口頭再生の押さえとしている。また、話を聞いている間どこを見ていたか、説明の仕方への感想等の 2 点について質問を行なっている。身振りなし、通常身振り、非典型身振り、矛盾身振りの 4 パターンにより比較を行っている。毛利らの実験に使用された身振りパターンは表 2.1 に示してある。結果は通常身振りは非典型身振り・矛盾身振りよりも再生によるう評価が高かったため身振りは内容に即したものでないと聞き手の発話理解に寄与するものとならないことが示された。また、質問紙からは聞き手はあまり身振りに意識を向けてはいないが、発話による理解が困難である時は発話に問題があるとすることが示された。

表 2.1：毛利らの実験パターン

| | |
|---|---|
| 身振りなし | 発話中、ひざの上に手を置いたまま動かさない。 |
| 通常身振り | 典型的身振りの表現。身振り空間中央の狭い領域のみで定位的身振りによって大正の位置を表現する。説明中は身振りの空間参照枠を固定し、単一視点からの空間の見えを再現するように描くまた、視線や指示代名詞などによって特定の身振りが指標されることもない。 |
| 非典型身振り | 基本的には通常身振りと同一だが、3 ヶ所だけ参照枠を切り替えた身振りをする。ただし、発話と身振りの内容そのものは矛盾しない。 |
| 矛盾身振り | 基本的には通常身振りと同一だが、3 ヶ所だけ身振りの内容が発話と矛盾する。 |

このことから正しい認識をするには話しの内容にあった身振りを伝えなければならないが、本研究では直接的に手振りを伝えることはしない。毛利らの研究結果から身振りがない状態と認識率の低い非典型・矛盾身振りを比較した場合には非典型・矛盾身振りの方が認識率が高い。このことから現在の通話形態に手振り情報を付加させることの必要性があるといえる。

## 2.2　　実験の内容

### 2.2.1　実験の機材、開発環境

今回実験に使用したハードウェアは

PDA：HP　iPAQ　hx2490

　　iPAQ　hx2490b

　　OS は共に Windows mobile5.0

センサ：Phidgets　Force Sensor

　　Magnetic Sensor

インターフェース：Phidgets　PhidgetInterfaceKit8/8/8

CF カード：USB HOST CF Card Rex-CFU2

IC レコーダ：SANYO　ICR-PS285RM

　　OLYMPUS　Voice-Trek V-40

使用したソフトウェアは

IP 電話：Pocket Gphone

開発環境は

Visual C#

として行った。

図 2.1：実験使用の PDA

実験に用いた PDA が備えている外部インタフェースは SD カードスロットと CF カードスロットのみであるため Phidgets Interface を接続するために後述する CF カードを使用した。また、重さは 164g であるため現在の薄型携帯は 100g 前後であるため PDA は重いが数年前の携帯電話は 150g 前後のものが使われているため携帯電話として利用するのに問題はないと判断した。

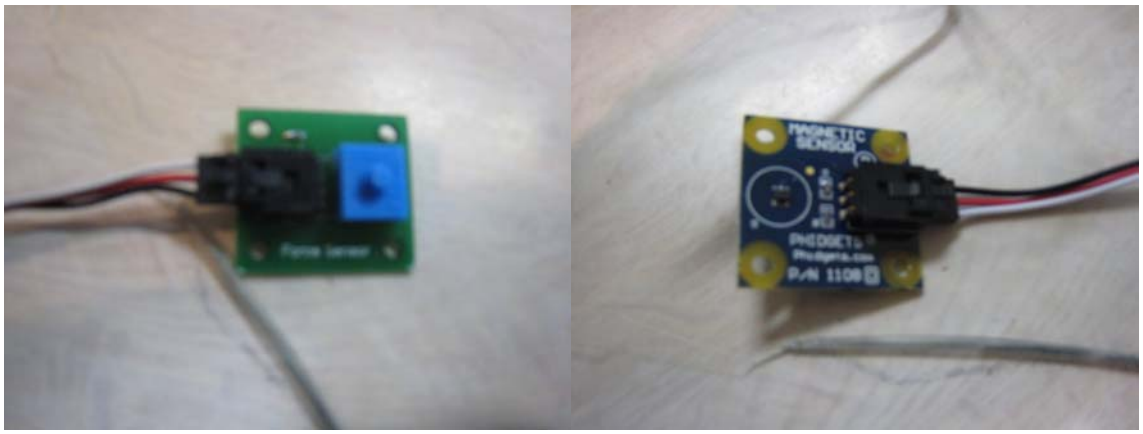

図 2.2：実験に使用したセンサ　Force センサ（左）、Magnet センサ（右）

今回用いたこの 2 つのセンサは単独では USB を用いて PDA 等に接続することができないため、別にある Phidgets Interface のアナログポートに接続を行う必要がある。Force センサはセンサにかかる圧力を測るものであり図の青い四角の中に丸い部分があるがそこにかかる圧力を測っている。ボタンとして利用できるので本研究でもボタ

ンとして使用している。Magnet センサはセンサにかかる磁力を測るものである。図にあるセンサの先の部分に丸が書いてあるがその中に磁力を検知する部分がある。筒を作成しその中に Phidgets 購入時に付属していた磁石を入れて磁力に変化を出すようにした。筒は Magnet センサの検知部に貼り付け、また日常的に使うという事を考えた場合センサと垂直に設置すると生活の邪魔になる可能性があるためセンサと並行にして貼りつけた。

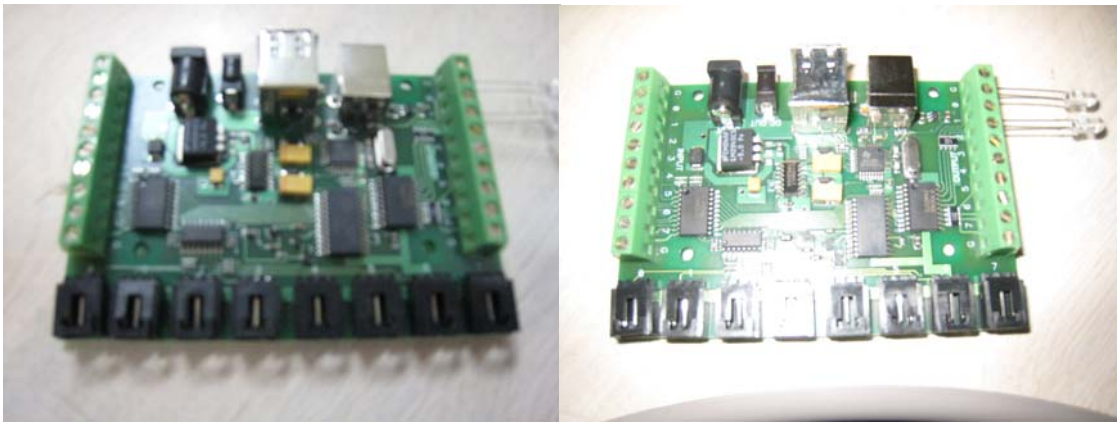

図 2.3：Phidgets インターフェース

Phidgets 用のインターフェースである Phidgets Interface は別にあるセンサや LED を取り付けて USB で接続を行えるようにしたものである。本研究ではアナログ入力ポートに Force センサと Magnet センサを、デジタル出力ポートに LED の接続を行なっている。図では前面にある黒い部分がアナログ出力ポート、右側にある少し山になっている部分がデジタル出力ポートとなっている。電源は USB の接続をされた PDA や PC 等から供給される。実験では別室に分かれてもらうため Phidgets インターフェースには LED を聞き手側だけでなく話し手側にも取り付けて LED を光らせているかを確認することをできるようにした。

図 2.4：実験に使用した USB Host CF Card

本研究で使用した Phidgets は USB で接続して PC 等に取り込むものであるが、今回使用した PDA のどちらにも USB ポートを所持していないため、空いている CF カードスロットに図の USB HOST CF Card Rex-CFU2 を使用し Phidgets と PDA を接続している。USB　Host CF Card は USB ポートを持っていない PDA に使用することにより CF カードスロットを USB ポートとして利用できるようにするものである。図の CF カードから伸びているコードの先端が USB のメスタイプになっているためそのままオスタイプの USB を接続することを可能としている。しかし、Rex-CFU2 は USB の規格として 2.0 ではなく 1.1 を使用しているためにデータの転送速度に遅延が生じてしまう可能性がある。

IP 電話では多くの人が使っている Skype を本研究で使用して当初は行う予定であったが、実際に PDA にインストールをして通話を行っていると通話開始から 1 分弱程度の時間が経つと通話を切断していないのに PDA のスピーカーから相手のマイクを通した音が何も聞こえなくなってしまう。調べた結果、今回使用している PDA が通話を想定しているものではないため正常に利用できないと判断したので利用を断念した。次にチャットでよく利用されている Windows Live Messenger の IP 電話サービスを利用しようと考えたが、PDA の OS のバージョンの問題でインストールできなかったため、正常動作を行う Pocket Gphone を本研究では使用することとした。

### 2.2.2　実験システムの構成

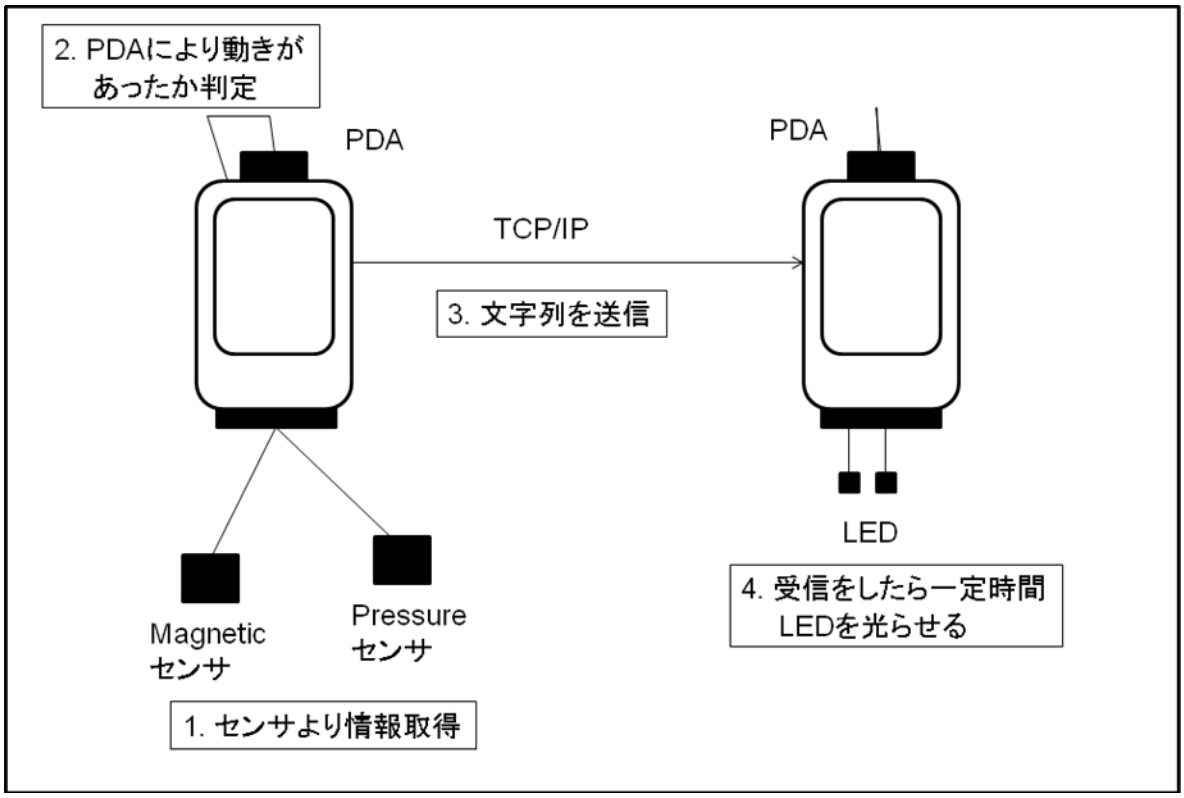


図 2.5：システム構成

今回行う実験図のような流れで行われる。まず、センサから入力があった場合に PDA にセンサデータを送りセンサに応じて PDA 内部にて処理を行う。処理の方法は図のフローチャートのようになっている。本研究では Force センサと Magnet センサを同時に使う事はないため分けて説明をする。

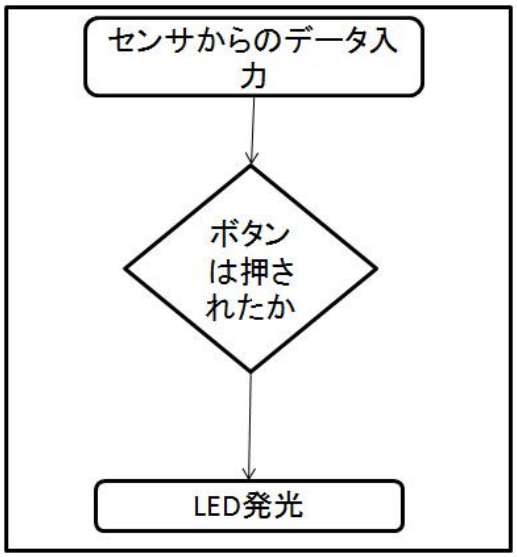


図 2.6：条件判断（Force）

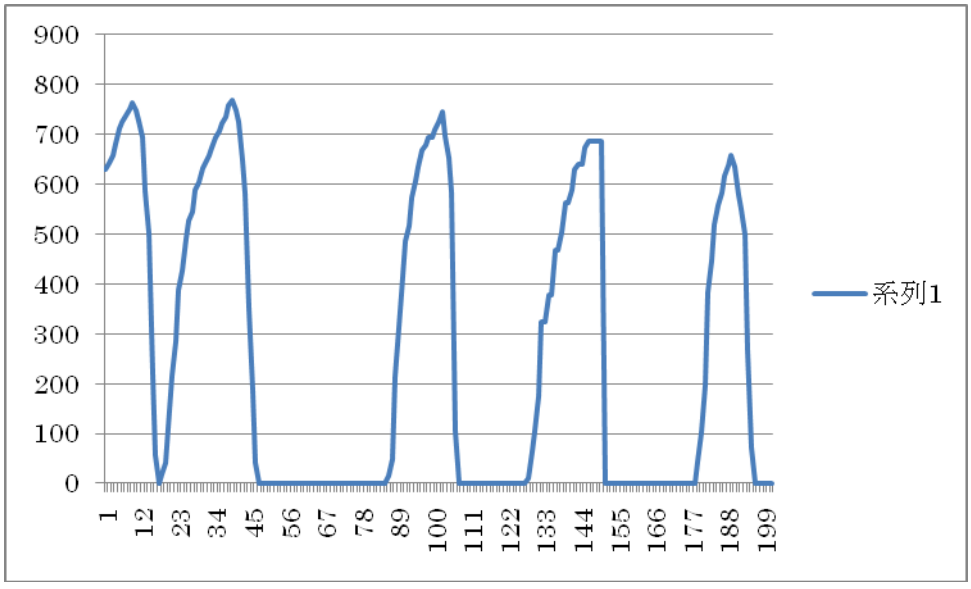


図 2.7：Force センサを付けて手を振った時の波形

Force センサを使用している時は単純にスイッチとして使用しているため図 2.6 のように押したか押されたかの判断だけを行い閾値を超えたら聞き手の LED が光るようになっている。押したかどうかの判断には閾値の値による判断をしている。閾値の設定には図 2.7 の波形の例を参考にした。Force センサの感知部分を押していない場合には値は 0 で、軽く押した場合には図 2.7 のように 600 を超える値として出てくる。

あまり高い値を取ると個人での強さによっては認識がされない場合がありうるので低めの値で設定している。

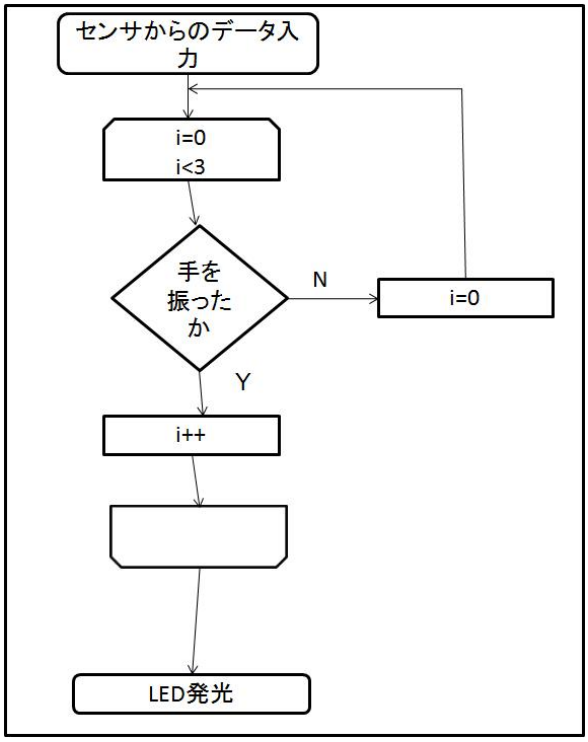


図 2.8：条件判断（Magnet）

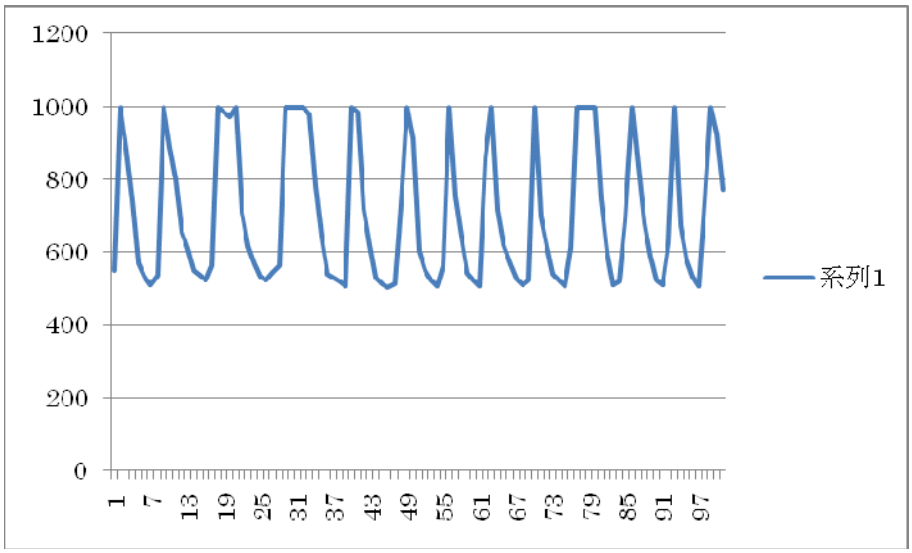


図 2.9：Magnet を付けて手を振った時の波形

Magnet を使用している場合には図 2.8 のように手を振るという動作を 3 回行った時に聞き手の LED を光らす。手を振る動作は図 2.10 にあるように手を軽く上下に動かす動作で
ある。手を上げた状態から下に下ろす行動を 1 回手を振ったとする。図 2.9 にあるようにまた、今回の 3 回手を振るという動作は連続で起こるものと考えられるので、時間を取り 1 回目から 3 回目を振り終わるまで 2 秒以内で行うことで光るようにし、この時間を超えてしまう場合には変数の初期化を行う。今回時間範囲を指定したのは誤作動を防止するためである。なお、振る動作にかかる時間の 2 秒という数字は数人に試してもらった結果、普通に振って問題なかった為設定をした。

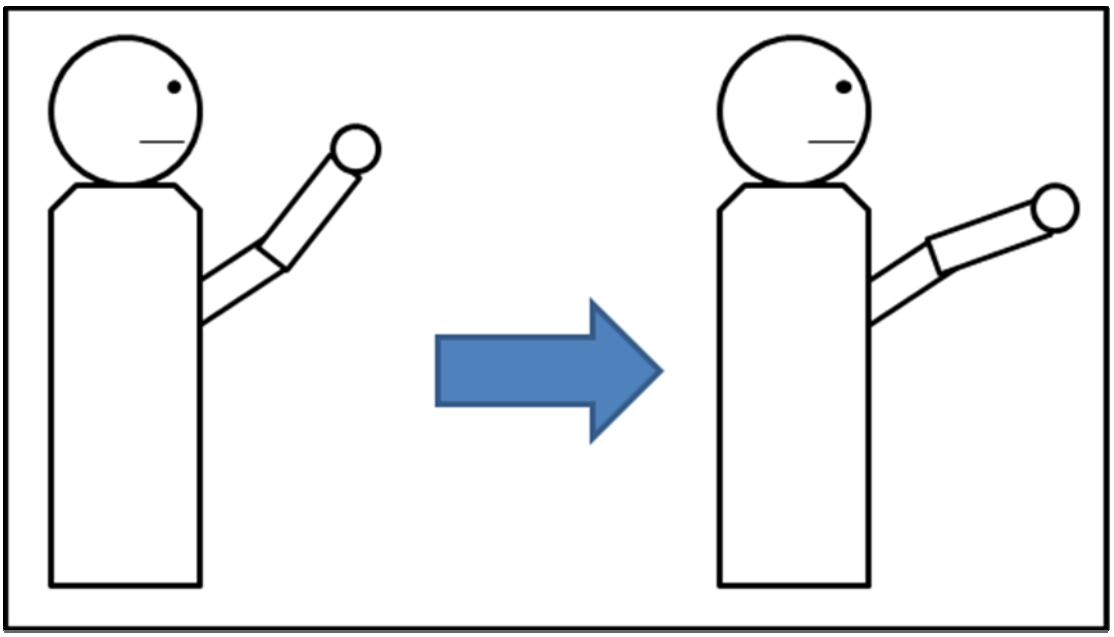

図 2.10：光らせる動作

## 2.3 遅延

リアルタイムで対話を行う以上、聞き手の LED をなるべく誤差を少なくして光らせる必要がある。誤差が出てしまうと話し手が光らせた部分と聞き手側が光った部分の話題が異なってしまう。そのためここでは誤差について計測を行う。

表 2.2：IP 通信を起動した状態でのスイッチシステム

| 話し手時間 | 聞き手時間 | 誤差 | ラグ |
|---|---|---|---|
| 47:44 | 47:26 | 15s | 3s |
| 47:47 | 47:31 | 15s | 1s |
| 47:49 | 47:34 | 15s | 0s |
| 47:54 | 47:39 | 15s | 0s |
| 47:59 | 47:43 | 15s | 1s |
| 48:1 | 47:46 | 15s | 0s |
| 48:6 | 47:51 | 15s | 0s |
| 48:7 | 47:52 | 15s | 0s |
| 48:9 | 47:54 | 15s | 0s |
| 48:11 | 47:55 | 15s | 1s |
| 48:15 | 47:59 | 15s | 1s |
| 48:20 | 48:5 | 15s | 0s |
| 48:24 | 48:9 | 15s | 0s |
| 48:28 | 48:13 | 15s | 0s |
| 48:34 | 48:19 | 15s | 0s |
| 48:39 | 48:24 | 15s | 0s |
| 48:41 | 48:25 | 15s | 1s |
| 48:48 | 48:33 | 15s | 0s |
| 48:51 | 48:36 | 15s | 0s |
| 48:54 | 48:38 | 15s | 1s |
| 48:55 | 48:40 | 15s | 0s |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 48:58 | 48:42 | 15s | 1s |
| 49:2 | 48:47 | 15s | 0s |
| 49:5 | 48:49 | 15s | 1s |
| 49:7 | 48:51 | 15s | 1s |
| 49:8 | 48:53 | 15s | 0s |
| 49:17 | 49:2 | 15s | 0s |
| 49:23 | 49:8 | 15s | 0s |

表 2.2 では IP 通信ソフトを起動させた状態で試した結果をしめしている。試行回数は 28 回であり、平均のラグは 0.444443 秒である。表にある話し手時間とは話し手がスイッチを押した時の時間であり、聞き手時間とはスイッチを押したという情報が聞き手側に伝わった時の時間である。誤差とは、話し手時間と聞き手時間でとっている時間は PDA の内部時間であるため、個々の PDA 同士で内部時間は異なっているのでその誤差を予め調べておく必要がある。今回の試行では 15 秒が誤差であった。ラグでは先に説明した 3 つの値を計算した結果である。計算式は（話し手時間　s）－（聞き手時間 s）－（誤差）＝（ラグ）となっている。また、話し手時間が聞き手時間と分が異なる場合には（聞き手時間 s）－　（話し手時間 s）＋（誤差）＝（ラグ）として計算を行った。計算では秒単位のみでしか使用せず分単位はどちらの計算式を使用するのかの判定に用いた。秒以下の時間は PDA で計算されていないため取得することができなかった。

IP 電話を起動させた状態で録音ソフトを起動させた状態での試行について表に示す。

表 2.3：IP 通信を起動した状態で録音ソフトを起動したスイッチシステム

| 話し手時間 | 聞き手時間 | 誤差 | ラグ |
|---|---|---|---|
| 35:32 | 35:9 | 15s | 8s |
| 36:1 | 35:45 | 15s | 1s |
| 36:49 | 36:33 | 15s | 1s |
| 37:10 | 36:54 | 15s | 1s |
| 38:47 | 38:31 | 15s | 1s |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 38:59 | 38:44 | 15s | 0s |
| 39:15 | 39:0 | 15s | 0s |
| 39:29 | 39:13 | 15s | 1s |
| 40:6 | 39:49 | 15s | 2s |
| 41:9 | 40:53 | 15s | 1s |
| 41:18 | 41:1 | 15s | 2s |
| 41:54 | 41:38 | 15s | 1s |
| 42:32 | 42:15 | 15s | 2s |
| 42:58 | 42:42 | 15s | 1s |
| 43:2 | 42:46 | 15s | 1s |
| 43:15 | 42:59 | 15s | 1s |
| 43:44 | 43:28 | 15s | 1s |
| 44:30 | 44:14 | 15s | 1s |
| 45:1 | 44:45 | 15s | 1s |

表 2.3 に IP 通信と録音ソフトを起動した状態での試行結果を示す。試行回数は 19 回で、平均のラグは 1.055556 秒であった。IP 通信のみを用いた場合と異なりラグの時間が大幅に増えている。この状態で行うと常に会話にズレが出てしまう可能性があるので重さの原因を調べる必要がある。また、PDA の処理能力的にもかなり辛い動作となっているようであり終了時の操作でもかなり動作が重いことが判明した。IP 通信は実験を行うにあたって切ることはできないため録音ソフトを PDA で使用することを断念し、代わりに音声を録音するために IC レコーダを用いることとする。

手の動作を用いた際の誤差はどの程度でるのかを IP 通信を用いたシステムで試行を行った。

表 2.4：IP 通信を起動した状態での手の動作を用いたシステム

| 話し手時間 | 聞き手時間 | 誤差 | ラグ |
|---|---|---|---|
| 49:39 | 31:12 | 31s | 4s |
| 49:48 | 31:19 | 31s | 0s |
| 49:53 | 31:24 | 31s | 0s |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 49:57 | 31:28 | 31s | 0s |
| 50:0 | 31:31 | 31s | 0s |
| 50:5 | 31:36 | 31s | 0s |
| 50:15 | 31:47 | 31s | 1s |
| 50:21 | 31:52 | 31s | 0s |
| 50:24 | 31:55 | 31s | 0s |
| 50:28 | 31:59 | 31s | 0s |
| 50:31 | 32:2 | 31s | 0s |
| 50:35 | 32:6 | 31s | 0s |
| 50:45 | 32:16 | 31s | 0s |
| 50:49 | 32:20 | 31s | 0s |
| 50:53 | 32:24 | 31s | 0s |
| 50:57 | 32:28 | 31s | 0s |
| 51:0 | 32:31 | 31s | 0s |
| 51:4 | 32:36 | 31s | 1s |
| 51:8 | 32:39 | 31s | 0s |
| 51:41 | 33:13 | 31s | 1s |
| 51:45 | 33:17 | 31s | 1s |
| 51:49 | 33:20 | 31s | 0s |
| 51:52 | 33:23 | 31s | 0s |
| 51:55 | 33:27 | 31s | 1s |
| 51:59 | 33:30 | 31s | 0s |
| 52:2 | 33:33 | 31s | 0s |
| 52:5 | 33:36 | 31s | 0s |
| 52:8 | 33:39 | 31s | 0s |
| 52:11 | 33:42 | 31s | 0s |
| 52:14 | 33:45 | 31s | 0s |

表に IP 通信を起動した状態での手の動作を用いた試行結果を表に示す。試行回数は 30 回で、平均のラグは 0.3 秒であった。

全ての結果において最初にラグが大きいことが分かった。実験時には開始する前にラグ取りとして 1 度 LED を光らせておく必要がある。

# 第　3　章

# 予備実験

## 3.1　実験の方針

提案したシステムを被験者に使用してもらった後に聞き取り調査を行い

・システムを使用することによる利点

・デバイスの携帯性

・システムの感度

の点について検証を行い提案システムが有効であるかを調べる。

## 3.2 実験の条件

・被験者

被験者としては国籍の違いにより感性がずれないように仲の良い友人関係にある人物を 2 人 1 組で被験者とした。

本学学生の 3 組(日本人：男性 5 名、日本人：女性 1 名)に協力をお願いした。

・実験場所

話し手：知識科学研究科、國藤研究室内のティースペース

聞き手：ブレインストーミングルーム

・話の内容

実験中に話す内容としては組により話しやすい内容、話しにくい内容が変わってしまうため、全員に同じお題を与えずに話しやすい内容を実験前に聞きそれについて話し手もらうこととした。また、最低一回は手を振るようにお願いをしている。

・使用した実験機材

図 3.1：予備実験で使用した話し手（左）と聞き手（右）のデバイス構成

予備実験として作成し利用してもらったデバイスは図のようになっている。日常的に付けてもらう事を考えると直接センサを貼るのは非日常的なため今回動作をとる

際に使用している Magnet センサはバンドに貼り付け、手首に手軽に巻けるようにした。バンドを巻く手は普段電話を持つ手とは逆の手につけてもらい、そこからセンシングを行う。センシングする動作は前の章で紹介されたように手を振る動作のみで行ったため、無意識ではなく意識的な動作となっている。話して、聞き手の双方の Phidgets インターフェースに LED を取り付けてあるので、センサからの情報により手を振っているという動作を認識したと判断された場合に LED を光らし、聞き手に会話中に相手が今の言葉を伝えたいということを思っているという気づきを与える。

## 3.3 実験の流れ

表 3.1：予備実験の流れ

| |
|---|
| 実験前調整 |
| ↓ |
| Magnet センサをつけての会話(約 5 分) |
| ↓ |
| パートナーとデバイスの交換、微調整 |
| ↓ |
| Magnet センサをつけての会話(約 5 分) |
| ↓ |
| 使用後聞きとり調査 |

今回の実験は
という流れで行った。

実験前調整では國藤研ティースペースにまず 2 人とも集まってもらい、そこで研究の背景、本実験の目的、実験のスケジュールを話し実験をどのように行うか理解してもらった後、手の振りの個人差があるため最初の話し手の振りに応じて閾値を調整した。話す会話内容は一応こちら側から提示はしているが被験者によっては話し難い話題であってはいけないので、確認を取り特に問題なければこちらの提示した話題で、他のものが良い場合は変更をして被験者の話し易い話題とした。また、音声も録音するのでその許可もここで行った。調整が終わったら話し手はそのままティースペースで行い、聞き手の方は國藤研の隣にあるブレインストーミングルームに移動してもらいそこで会話をしてもらった。

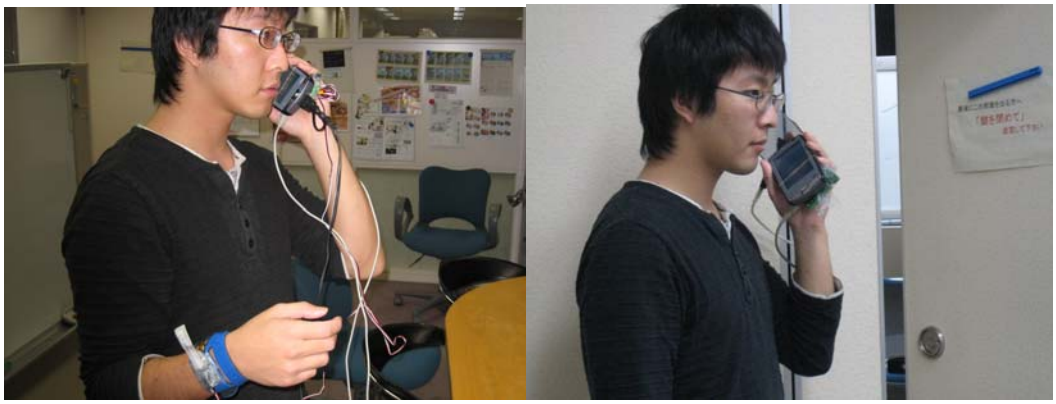

図 3.2：予備実験の状態　話し手（左)、聞き手（右）

センサは話し手の方にしか付いていないが、特に話し手のみが話すようには指定をせずに通常の会話のようになるべくしてもらった。話し手に話者を固定にしてしまうと１人語りになってしまう恐れがあり、聞き手の反応が良くない場合は話者の方の会話の盛り上がりをなくしてしまい、特に伝えたいポイントがなくなってしまう恐れを無くすためである。

アンケートは取らずに実験が終わった後に再度ティースペースに集まってもらい直接当人に本システムについてどのように感じたかを対面でインタヴューをした。

## 3.4 結果と考察

表 3.2：聞きとり調査（システムに対して肯定的な意見）

- 光るのはおもしろかった。
- バンドの違和感ない。
- 声以外の情報がきているのはおもしろい。
- ポイント、ポイントできている。
- 会話中に光ったら少し戻って話しをする。
- 聞き手側としては自然に使えた。
- 強調する時、同意する時、重要度が高い時、忘れて欲しくない時に光らせた。
- 意識しないで使ってた。
- 相手の姿をイメージできた。

表 3.3：聞きとり調査（システムに対して否定的な意見）

- 認識がされない。
- ワン動作で光らせれる方がいい。
- 光らせすぎてどこを伝えたいのか分からなかった。
- 振る動作は意識しないでできた方がいい。
- 会話中に光っても基本的にはスルーした。（ズレがあるため）
- 話し手は意識を手に持っていかれる。

表 3.2 より LED を話し手側で光らせてから聞き手側の LED が光るまでにラグが生じてしまい会話内容とズレてしまっているところで光ったが、今の話題と異なってているのでスルーしたという意見があるが、反対に表 3.1 にあるようにラグによって光った場合には会話とズレているので話し手が光らせた部分に戻ってもう一度その部分の会話をしたということがあった。また、手を振る動作は無意識に出ている動作を拾っているわけでなく意識的に手を振ってもらっているので、話し手は手の方に意識を持って行かれしまったが、聞き手の方は別段特別な事はしてもらわないために自然と仕えたということである。また、今回は手を振るという動作を用いているが自然の

動作を用いていないのでそれならば、手軽にできるボタンの方がよいという意見も頂いた。連続して多く光らせているとどこを伝えたいのか聞き手は分からなかったが、オーバアクションを取っていると感じたというや光らせている時会話の内容と合わせることにより普段話したりしている間柄であるため相手がどのようなことをしているのか想像できたという意見もあった。

PDA 自体で持った場合の違和感はそうないが、センサを付けた場合にはセンサをそのまま付けているので痛いという意見があった。本実験の際には PDA に付けるセンサ部分をケースに入れることとする。また、今回バンドに Magnet センサを張り付けて手首に着けてもらったが今回の被験者は全員が腕時計を付ける習慣があったため違和感はないということを全員からコメントをもらっている。腕時計を付ける習慣のない人の場合だと不快感を持つ人が出てくる可能性がある。

先に述べたようにセンサにはラグがあるが PDA で処理をさせているために生じているものであると考えられる。予備実験では行わなかったが Force センサを用いた単純な条件文の場合にはラグは殆ど表われずに聞き手側の LED を発光させることができていることから判断した。予備実験での USB の規格が 1.1 であることも要因として考えられるが、ラグに影響を及ぼす部分は聞き手の PDA が情報を受け取ってから LED を光らす部分においてのみであり、この部分の動作は Force センサを用いた場合においても同様であるためラグの要因として影響を及ぼす程ではないと考えられる。会話を始める前に著者の立ち会いの元、光らせる事ができるかどうかを試して問題なく光ることを確認した後に実験を開始したのだが、実際には上手く光らない時があることが最後のインタビューにおいて判明した。

# 第　4　章

# 評価実験

## 4.1　実験の設定

### 4.1.1　被験者

被験者としては国籍の違いにより感性がずれないように仲の良い友人関係にある人物を 2 人 1 組で被験者とした。

評価実験では本学学生の 3 組(日本人男性：6 名)に協力をお願いした。

### 4.1.2　実験場所

話し手：知識科学研究科、國藤研究室内のティースペース

聞き手：ブレインストーミングルーム

### 4.1.3　話の内容

実験中に話す内容としては組により話しやすい内容、話しにくい内容が変わってしまうため、全員に事前にこちらで決めておいた同じお題を与えその中で話しにくい話題がある場合にはその話題を被験者にとって話しやすい話題に変えた。また、最低一回は手を振るようにお願いをしている。

今回提示した話題は休日の過ごし方、石川のいいところ、学食、平日の過ごし方、地元のいいところ、外食の 6 項目で行った。

### 4.1.4　使用した実験機材

使用した機材は予備実験の時と同じ物を使っているが、予備実験より実験内容を増やすため Force センサを追加したのとデバイスむき出しのため痛いという意見があったため図 4.1、図 4.2 のようにデバイスにケースをつけた。

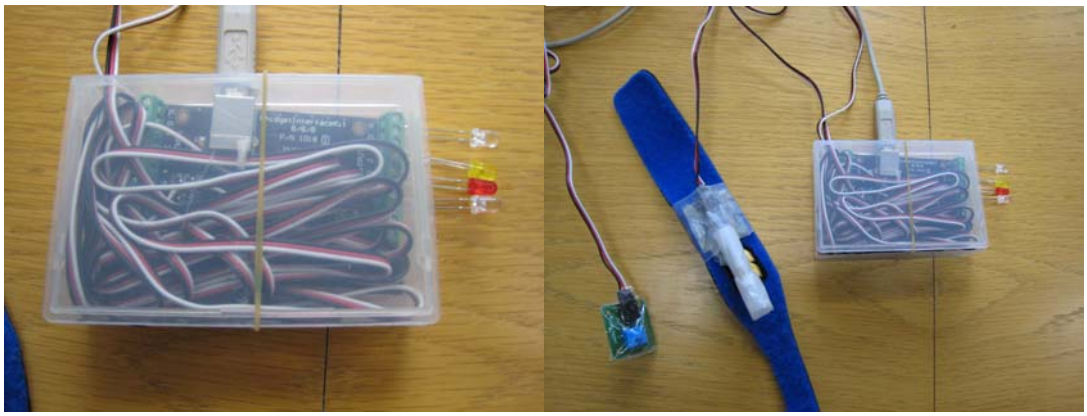

図 4.1:ケースを取り付けた話し手側のデバイス

図 4.2：ケースを取り付けた聞き手側のデバイス

### 4.1.5 アンケート項目

・スイッチのシステムを利用したことで相手の伝えたい事を感じれましたか。
・手の振りのシステムを利用したことで相手の伝えたい事を感じれましたか。
・話し手(手を振ったり、スイッチを押したりする方)で自分の気持ちを一番伝えられたのはどのシステムですか。
・聞き手（LED だけの方）で LED が光った時に通常の電話と比べて何か感じましたか。
・スイッチ、手の振りのシステムにおいてどのような時に光らせましたか。
・話し手（スイッチや手の振を振った方）の時、光らせた時どのような感情を伝えましたか。

・聞き手（LED のみの方）の時、光った時話し手が（スイッチや手の振を振った方）どんな気持ちの時だと思いましたか。
・手の振りのシステムで伝達にラグが起きた場合にはどうしましたか。
・実際に日常生活において利用する場合にはどれを使いたいですか。
・街中で利用する場合にはスイッチ、手の動作を用いたシステムを使用しても問題ないですか。

## 4.2 実験の流れ

表 4.1：評価実験の流れ

| |
|---|
| 実験の説明 |
| ↓ |
| 通常の会話(約 5 分) |
| ↓ |
| Force センサをつけての会話(約 5 分) |
| ↓ |
| Magnet の反応調整 |
| ↓ |
| Magnet センサをつけての会話(約 5 分) |
| ↓ |
| パートナーとデバイスの交換 |
| ↓ |
| 通常の会話(約 5 分) |
| ↓ |
| Force センサをつけての会話(約 5 分) |
| ↓ |
| Magnet の反応調整 |
| ↓ |
| Magnet センサをつけての会話(約 5 分) |
| ↓ |
| 使用後アンケート調査 |

基本的な流れは予備実験の時と同じである。今回は手を振る動作以外にスイッチと通常の電話での会話を追加してある。全体で 1 組で話し手と聞き手を両方やってもらうため合計で 6 回の会話をしてもらうことになる。

最初に実験の説明をした後にこちらで用意しておいた会話内容を提示する（会話内容は 6 回の会話それぞれ異なるものを用意しておいた)。その会話内容で話しにくいものがあるかどうかを被験者に聞き、もしあれば予備実験と同様に話しにくい話題の部分を被験者の話しやすい話題に変更を行う。その後は部屋に分かれてもらい、まず通常の会話と Force センサを使用したスイッチを使用した会話を行ってもらう。その後に腕の振りの微調整を行いった後にMagnet を使用した腕の振りを用いての会話を行う。終わったら部屋を交代してもらい、再度同じ手順で会話を行ってもらう。交代後、手の振りの動作を用いた会話まで終了したらティースペースに再度集まってもらい使用後アンケートに記入をしてもらう。

## 4.3 実験の目的

本実験の目的は従来の携帯電話チャンネルを一つ追加することにより通常の電話より相手の伝えたいことが伝わるか、手携帯電話同様携帯性に優れているか、日常的に使用できるかを調べる。

## 4.4 実験結果

アンケートによる実験結果を示す。また、実験前にこちらが提示した会話内容については誰も話しにくい内容はないということなので、全ての組はそのまま会話を行ってもらった。

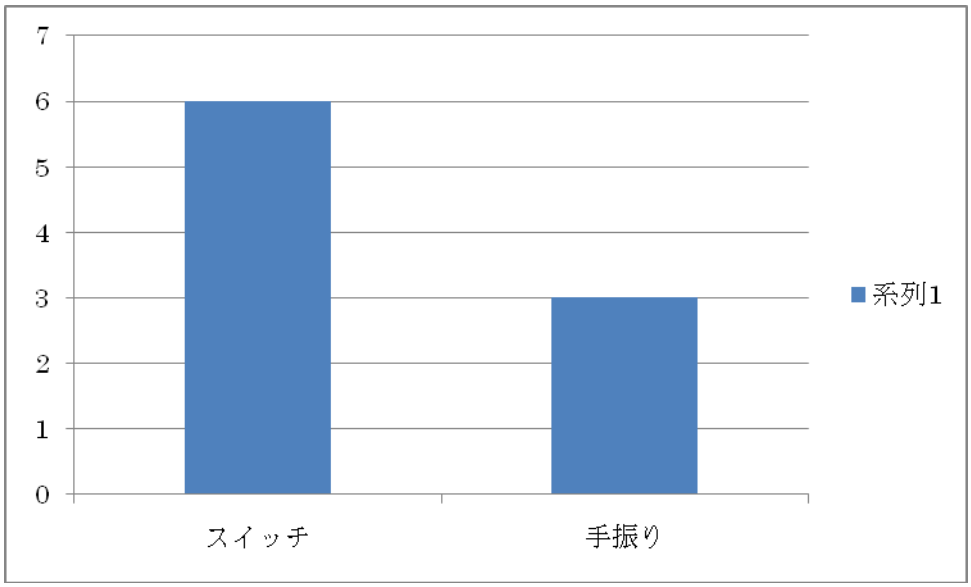


図 4.3 : 聞き手側でシステムによりどの程度相手の伝えたい事を感じれたか（Q1,Q2）

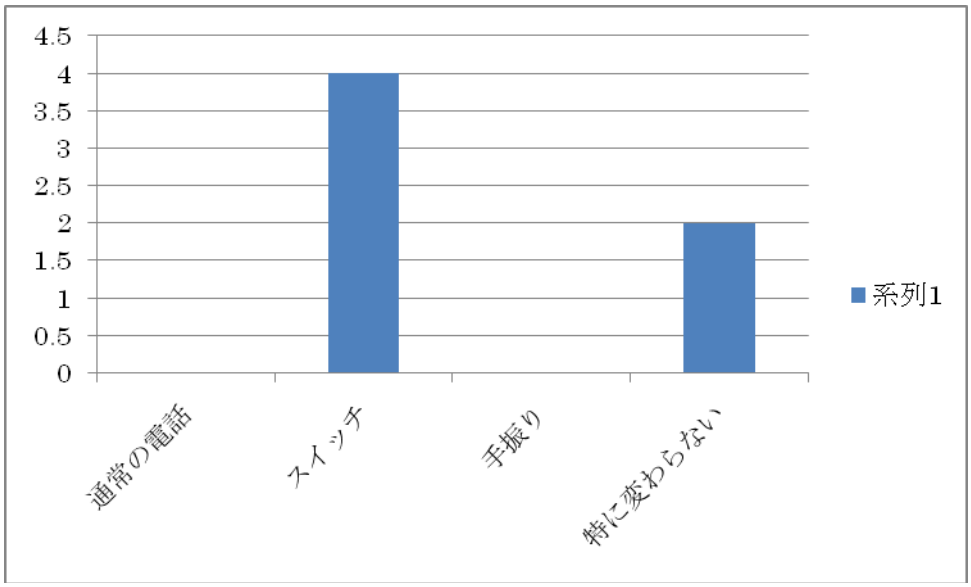


図 4.4 : 話し手側で一番気持ちを伝えられたシステム（Q3）

図 4.3、図 4.4 から共に気持ちを一番伝えられたのはスイッチである結果となっている。

話し手として伝える時は聞き手が自分と違う考えの時、強調している時、ウケ狙いの時、聞き手が自分の言っていることを信じてくれない時、謝っている時であり、聞き手としては相手が光った所を聞いて欲しいという時、話のポイントであると思った時、笑いを伝えたい時、会話の要点を語ったている時、驚かせようとしている時、ギャグの時ということを感じている。

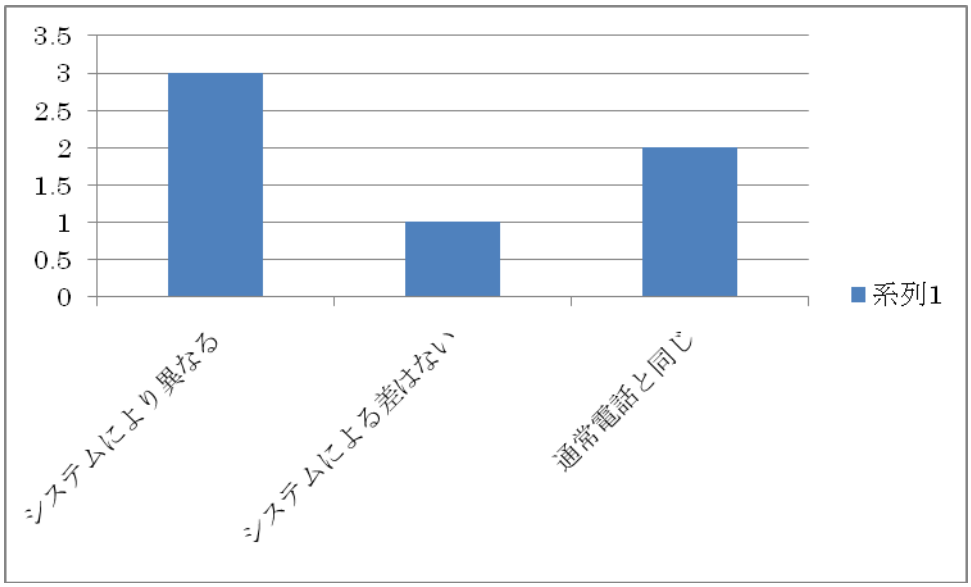


図 4.5：聞き手側で LED が光った時に通常電話と比べて何か感じたか(Q4)

図 4.5 から聞き手の時に LED が光った時に携帯電話と比べた際の感じ方について尋ねたところ。4 名の被験者が携帯電話と比べて感じ、使用したシステムによって感じ方は異なっているという結果を言っている。聞き手側ではスイッチと手ぶりを用いたシステムで LED の光り方等なにもないにも関わらずシステムにより感じ方が異なるという回答をした人が 3 名いた。感じ方が異なるという回答をした人から手の振りではラグが出てしまうのでもどかしさを感じるという意見を頂いた。そのラグが起こった際に予備実験では戻って再び話すという組があったが、図 4.6 が示すように今回はどの組も気にせずそのまま話しを進めていた。

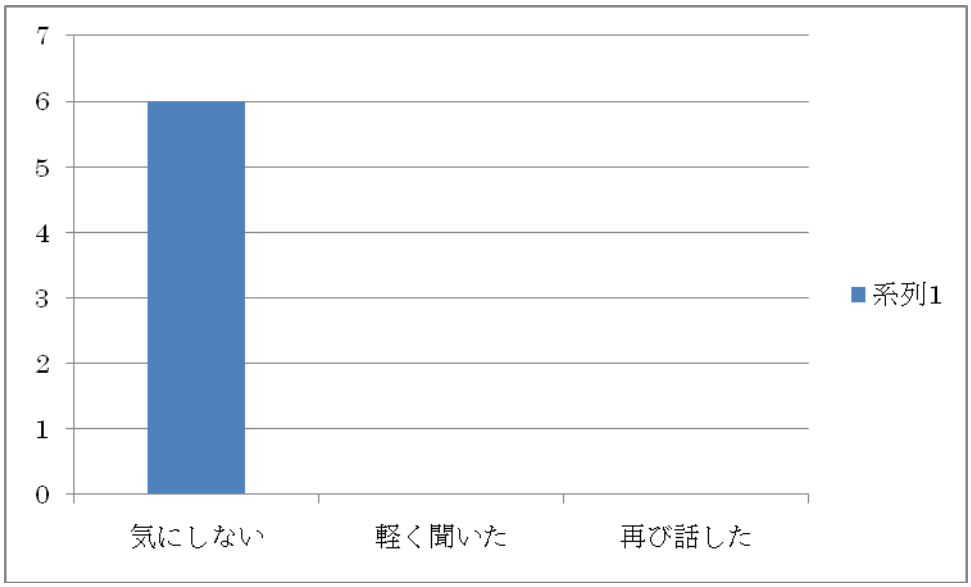


図 4.6：手の振りのシステムでラグが起きた際に聞き手はどうしましたか。(Q8)

日常的に使える事を調べるために使ってみた結果被験者が日常的に使用したい物と街中等で使って問題になると思うかを訪ねた結果を図 4.7、図 4.8 に示した。どのシステムがいいというようなことにはならず、人によって異なった結果となった。また、街中ではスイッチ、手の振りを用いたシステムを使っても問題がないと考える人が殆どであるため携帯性には問題がないと言える。

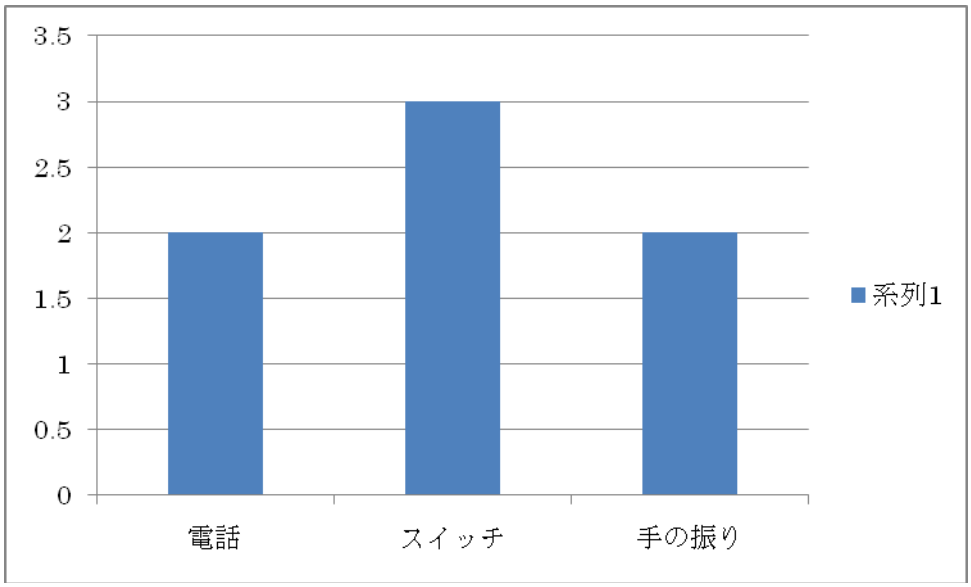


図 4.7：日常生活で使いたいシステムはどれですか（Q9）

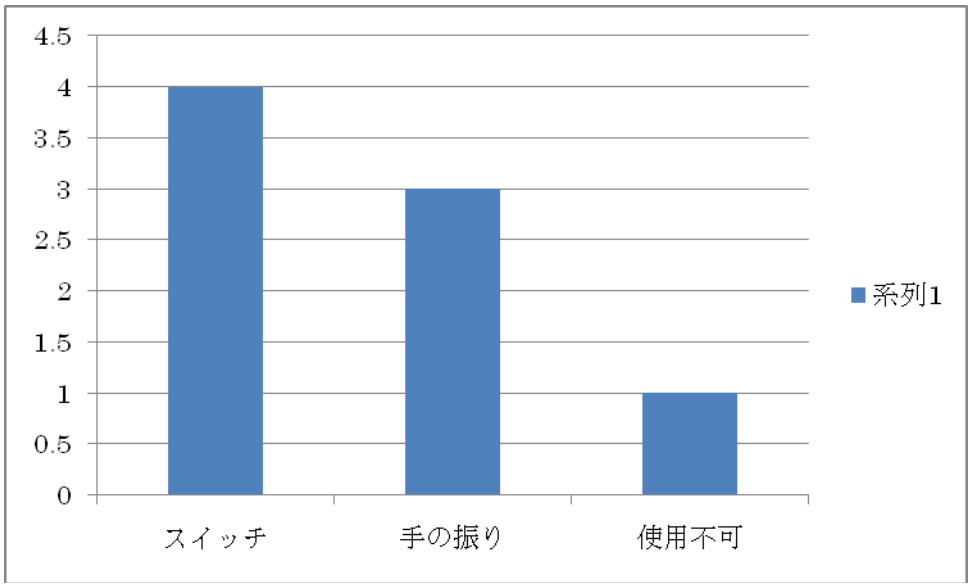


図 4.8：街中で利用する場合に問題ないシステムはなんですか(Q10)

## 4.5 考察

今回手の振りでは動作を限定してしまったため、手の振りとスイッチを押すという意味に違いがないために手軽であるスイッチの方が押すだけであり、ラグも殆どないスイッチの方が使えるという結果になったと考えられる。終わった後の雑談の際にも手の振りを加速度等で自然なもので取ればよくなるという意見を頂いた。総じて今回のスイッチや手の振りを用いたシステムが低い組があった為、実験終了時の雑談で聞いてみたところ使用してた際に光が見えなかった為普通の携帯電話と変わらなかったということであった。このことから LED の配置や聞き手の実験場所を暗くしてやる等の事をして気付きやすくしてやる必要があることがわかった。LED に気付く事ができなかったという人を除いてみると従来の電話よりも LED を取り付けた方を使いたいという人ばかりであり、言葉だけでは表わしきれない強調やツッコミを表現できたという結果となった。

# 第　5　章

## 結論

本研究では従来の通話スタイルをなるべく崩さずに言葉だけでは伝えきれない非言語情報を付加させるために手ぶりによるシステムを考案した。しかし、現段階のシステムでは自然に起こる動作についてまで対処はしておらずこちらが指定した意識的に行う動作しか対象にしていない。そのために同じ意識的に動作をし、なお且つ手軽な操作で相手に伝えることができるスイッチの方が伝えやすいという結果となった。今後はシステムを改良し、意識的な動作ではなく無意識的な動作を拾えるようにしていく。

# 謝　辞

本研究を行うにあたり、多くの方のご指導および支援をいただきました。最後にこの場を借りて、お世話になった皆様に感謝の気持ちを記します。

指導教官である國藤進教授には研究に関して様々なご指導、ご鞭撻を賜りました。また、研究生活においても様々なご支援をいただきました。深く感謝致します。

羽山徹彩助教授には、研究に関する様々な助言をしていただきました。深く感謝致します。

藤波努准教授、西本一志教授、由井薗隆也准教授には中間審査、最終審査においてご助言や指摘をいただきました。深く感謝を致します。

AEON 小松校の皆様には私の研究についての話しを聞いていただき、助言をしてくださいました。感謝しております。

最後に学生生活を金銭的、精神的に支えてくれた両親に感謝の意を表させていただきます。

# 参 考 文 献

[1] 稲見昌彦, 関口大陸, 川上直樹, 舘章. RobotPHONE による物体共有型コミュニケーション, ヒューマンインタフェース研究会報告. Vol87 pp147-150, 2001

[2] 藤田英徳, 西本一志. Lovelet:気温データの常時伝達による思いやり通信メディア, 電子情報通信学会技術研究報告. HCS 103 pp.1-6, 2004

[3] 中川真紀, 辻田眸, 椎尾一郎. 遠距離恋愛を支援する音楽プレイヤ, エンタテインメントコンピューティング, pp165-168. 2007

[4] 井上智雄, 岡田謙一, 松下温. ネットワークにおける身振り動作を用いた気持ちの伝達, 情報処理学会論文誌 36(8), pp.2037-2045, 1995

[5] 古野文一, 松並勝, 砒崎賢一. 多人数チャットシステムにおける人物モデルのジェスチャー機能, 情報処理学会研究報告（グループウェア）, pp31-36, 1995

[6] 大坊郁夫. しぐさのコミュニケーション ―人は親しみをどう伝えあうか―, サイエンス社, pp47-60

[7] 毛利真介, 吉川佐紀子. 発話に伴う自発的身振りのコミュニケーション機能についての実験的検討―話し手も聞き手も注意を向けない身振りは情報伝達に寄与するのか？―, 電子情報通信学会研究報告. HIP, ヒューマン情報処理, 105(38), pp.131-136