

スリッパを用いた対面環境における 匿名フィードバックシステムの試作

平成30年度 卒業論文

日本大学 文理学部 情報科学科 宮田研究室

多賀 諒平

概要

複数人で対話を行う会議のようなシーンにおいて、意見を言葉として発すると、発言した人は周囲の意識が自分に向くため雰囲気を変えたいと感ずる場合がある。また、自分の立場を考慮することで自分の言いたいことや感ずたことを言葉として発することをためらうこともあるだろう。もし、言葉を介さずに周囲に意見を伝える環境を実現できれば、言いたいことや感ずたことを周囲の雰囲気を気にせず伝えることができると考えられる。そこで本研究では、スリッパを用いて匿名性を保ちながら肯定・否定意見を周囲に伝えるシステムを提案する。これは、ユーザがスリッパを用いて机の下でジェスチャを行うことで、周囲に気付かれることなく肯定や否定の意見の存在を周囲に伝えることができるというものである。提案方式のプロトタイプシステムを使用して議論を行った場合と、使用せずに議論を行った場合でそれぞれ実験を行ったところ、提案方式の方がネガティブな意見をより伝えやすいということが分かった。本稿の貢献は次の通りである。

- 場の空気や周囲の雰囲気が影響して発言をしにくいシーンにおいて、ユーザが自分の意見を主張できるシステムを提案したこと。
- 上記提案のプロトタイプシステムを構築し、ユーザ実験を行って有効性を検証したこと。

目次

第1章	序論	1
1.1	研究の背景	2
1.2	研究の目的	2
1.3	本論文の構成	2
第2章	足元を活用したコミュニケーション支援システムに関する研究事例	3
2.1	足元を活用したシステムに関する研究事例	4
2.2	コミュニケーション支援システムに関する研究事例	5
第3章	研究課題	7
3.1	問題の定義	8
3.2	研究課題の設定	8
第4章	スリッパを用いた匿名フィードバックシステムの提案	9
4.1	アプローチ	10
4.1.1	入力方法のアプローチ	10
4.1.2	出力方法のアプローチ	10
4.2	匿名フィードバックシステムの提案	10
第5章	匿名フィードバックシステムの実装	13
5.1	システムの全体像	14
5.2	システムの流れ	14
5.3	クライアント部の実装	14
5.3.1	入力方法	15
5.3.2	出力方法	16
5.4	サーバ部の実装	17
第6章	評価実験	19
6.1	評価実験	20
6.1.1	実験の目的	20
6.1.2	実験の概要	20
6.1.3	実験の手順	21
6.1.4	実験結果・考察	22

第 7 章 結論	31
参考文献	33
付録	35
第 8 章 研究業績	37
研究業績	37

目 次

4.1 システムの全体構成	11
5.1 本システムの流れの例	15
5.2 システムを搭載したスリッパ	16
5.3 配線の概要図	17
6.1 Baseline 時の被験者の足元	20
6.2 提案手法時の被験者の足元	20
6.3 議論中に強くポジティブに感じたことをどの程度伝えられたか (N=15)	23
6.4 議論中に弱くポジティブに感じたことをどの程度伝えられたか (N=15)	24
6.5 議論中に強くネガティブに感じた事をどの程度伝えられたか (N=15)	24
6.6 議論中に弱くネガティブに感じた事をどの程度伝えられたか (N=15)	25
6.7 議論中に言いにくいと感じた事をどの程度伝えられたか (N=15)	25
6.8 議論中に自分の意見をどの程度伝えられたか (N=15)	26
6.9 自分でスリッパで入力を行う際に、周囲に気がつかれなかったと思うか (N=15)	26
6.10 スリッパが振動した時、誰が入力したかわからなかった場面はどの程度あったか (N=15)	27
6.11 スリッパの出力によって自分の意見が変わる、といったことはどの程度あったか (N=15)	27
6.12 振動があった際、それがポジティブかネガティブな感情かの判断はできたか (N=15)	28
6.13 振動があった際、それが強い感情なのか弱い感情なのかの判断はできたか (N=15)	28

表 目 次

4.1	入力，出力方法	12
5.1	本システムにおいて使用した機材	14
5.2	システムへの入力方法	17
5.3	システムの出力方法	18
6.1	実験後に行ったアンケート	22

第1章 序論

1.1 研究の背景

複数人で対話を行う会議のようなシーンにおいて意見を発しようとしても、発言をためらってしまう場合がある。例えば、議論中に自分の考えとは異なる意見を他の参加者が発言したとする。本来であればその場ですぐに自分の意見を述べるべきではあるが、自分の立場や相手の面子、場の雰囲気を感じてしまい発言できないことがある。このような状況が発生するのは、人々は日常において無意識のうちに場の空気を意識しているため、自分は言いたいと考えていても言えない環境が存在しているからであると考えられている [1]。つまり自分ではその場ですぐに意見を述べるべきだと考えていても、場の空気や周囲の雰囲気が影響して発言できない可能性がある、という問題が存在する。

1.2 研究の目的

先行研究では、チャットシステムを使用する、LED を点灯させることによって発言のリクエストを行う、などのシステムが存在する。しかしながらこれらは卓上での利用が必要であるため、パソコンへの入力動作などで周囲の人に使用していることを悟られる可能性が存在する。そこで本研究では、周囲に入力を悟られることなく匿名で自分の意見を主張できるシステムを構築する。匿名で自分の意見を主張できるようにすることで、会議の効率化やミスの早期発見などをしやすくなると考えられる。以上より、匿名で自分の意見を主張できるシステムのプロトタイプを作成し、実証実験からその有効性を確認することを目的とする。

1.3 本論文の構成

本論文の構成は次のとおりである。

2 章では、足元を活用したコミュニケーション支援システムに関する研究事例について紹介する。

3 章では、複数人で対話を行う会議のようなシーンにおいて生じる問題について述べ、それを踏まえたうえで本研究における研究課題を設定する。

4 章ではユーザが匿名性を確保しながら行えるシステムへの入力方法や他のユーザに自分の意見を伝える出力方法について検討し、スリッパを用いた匿名フィードバックシステムの提案を行う。

5 章では、スリッパへの入力方法や入力動作の検知方法、ユーザへの出力方法などスリッパを用いた匿名フィードバックシステムの実装方法について具体的に述べる。

6 章では、行ったユーザ実験の目的や手段について述べ、実験結果から得られた知見についても述べる。

最後に 7 章にて、本論文の結論を述べる。

第2章 足元を活用したコミュニケーション支援システムに関する研究事例

本章では、足元を活用したコミュニケーション支援システムに関する研究事例について述べる。2.1節では、足元を活用したシステムに関する研究事例について紹介する。2.2節では、コミュニケーション支援システムに関する研究事例について紹介する。

2.1 足元を活用したシステムに関する研究事例

本節では、足元を活用したシステムに関する研究事例について述べる。近年では、さまざまな物がインターネットと繋がり始めている。人が身につける物も同様に活用され始めている。その中でも足元を活用したシステムの研究が活発に行われている[2][3][4][5][6][7][8][9][10][11]。

[2]は足を用いたジェスチャによる入力操作支援システムを提案している。料理などを行っている間や混雑したバスや電車の車内にいるとき、両手に荷物を持っているときは手がふさがっていることが多い。そのような状況だとスマートフォンなどの電子機器を操作することが難しい場合がある。そこで彼らは、両手がふさがっている場合でも足元でジェスチャを行うと電子機器を操作することができるシステムを提案している。このシステムでは地面を押し込むなどといった足裏の圧力分布を変えるジェスチャにより電子機器を操作することが可能である。[3]は歩行状態のパラメータを計測し、歩行周期の検出を行うことができる“FootMoov”を提案している。これは、SARLOS SRL社が開発した加速度センサや圧力センサなどのセンサを備えたスマートシューズである。このスマートシューズはセンサを使用することで、ユーザの歩行状態の計測を行い、スマートフォンのアプリケーションで確認することができる。[4]は足を動かすことによる入力やその動きに連動したLEDの発光による出力を同時にできる“Orphe”を提案している。Orpheとはno new folk studio社が開発したスマートフットウェアで、ユーザの足の動きに応じたフィードバックを自由に行えるものである。足の動きは9軸モーションセンサによって検出し、フィードバックはLEDの発光によって行う。[5]は靴型歩行周期誘導のインタフェースや、刺激入力手法について提案している。日常生活において歩行者は周囲の状況に合わせて歩行速度を変化させている。何らかの方法で周囲の歩行者の歩行速度や障害物の有無を推定できれば、ユーザを周りの状況に合わせて移動させることができる。このシステムでは靴底にある圧力センサによってユーザの歩行状態を分析できる。そして足の甲を振動させ、その振動感覚と同じタイミングで歩行させることで効率的にユーザを誘導することが可能である。[6]はユーザの歩行状態を分析するためのスマートシューズシステムを提案している。このシステムは中敷きの上に圧力センサをいくつか配置し、計測したデータをスマートフォンアプリケーションに送信する。これによりユーザはスマートフォンを通じて自身の適切な歩行姿勢などの情報を確認することが可能となった。[7]は足の力の変化を圧力センサを用いて解析できるセンサ埋め込み型スマートIoTシューズを提案している。このスマートIoTシューズは、スマートフォンやスマートウォッチと、Bluetoothを用いて通信をすることで靴底の圧力センサのデータを収集する。データを分析することでユーザが歩いているのか止まっているのか、また転んだのかを判定することができる。[8]はスマートシューズとスマートスティック(白杖)を併用して障害物検知を支援するシステム

を提案している。このシステムは靴や白杖にセンサをつけて前方を計測することで障害物の検知を行えるものである。障害物を検知した際は、どこに障害物があるかを“右”や“左”などの音を再生することで警告を行うことができる。[9]は歩行靴を活用した歩行訓練用提示システムを提案している。この歩行靴は足裏荷重の変化を計測することで、ユーザの歩行状態を分析し、歩行時のバランスを測定することができる。空気圧を用いて固さを変化させることができるアクチュエータを中敷きに装着し、ユーザへのフィードバックはこれを使用する。歩行訓練は、歩行状態を表示する Android 搭載の HMD を装着し、歩行靴を履いて行う。人間は姿勢が崩れた状態で歩行すると、足の一部分に通常の歩行時よりも高い圧力がかかる。このシステムでは、その圧力が高くなっている部分の中敷きを固くし、HMD に表示することでユーザに通知する。ユーザは姿勢が崩れていることを足の感覚や HMD を通して知ることができる。[10]は、足に生じる可能性のある病気の検出、予防、管理を行うことができるシステムを提案している。このシステムでは、ユーザは温度センサ、湿度センサ、圧力センサを取り付けた靴を履いて普段の生活を行う。靴を装着している間はセンサが靴の中の温度や湿度、足の圧力分布などを測定し、分析を行う。その過程で病気の予兆があった際には病気の早期発見につなげることが可能である。[11]は、センサを用いて歩行パターンを識別できる歩行訓練支援システムと歩行ナビゲーションシステムを提案している。このシステムは病気や怪我によって自然な歩行が困難なユーザの訓練機器として使用できる。医療関係ではユーザの歩行状態解析装置として利用が可能である。これにより病院に来ることなく、ユーザはリハビリを行うことができ、医療関係者はユーザの歩行データを収集することが出来る。

2.2 コミュニケーション支援システムに関する研究事例

本節では、コミュニケーションシステムに関する研究事例について述べる。近年では様々なコミュニケーション支援システムが開発されている。その中でも言いにくいことを周囲に伝えられるようにする支援を行う研究も多く存在する [12][13][14][15][16][17]。

[12]は議論に素早く意見を表出できるチャットシステム“on-Air Forum”を提案している。このシステムは様々な感情が書かれたボタンを押すことによって自身の意見を表出することができる。そのため、発言する場合と比較して素早く自身の意見を他の参加者に対して伝えられる。[13]は発言をためらうような場面においても、自身が意見を持っているということを周囲に伝えることが可能なメッセージ伝達手法について提案している。このシステムは LED を点灯させることで、意見の存在を周囲にもわかるように匿名で伝えることができる。誰かに意見をしたい場合、Twitter のダイレクトメールの機能を用いて実験用アカウントに自分の意見を伝えたい人の名前を送信する。するとシステムが意見を伝えたい人の目の前にある LED を自動で点灯させる。周囲の人は誰かがその人に対して意見を持っているのだと理解することができる。[14]は対面議論中であっても使用できる匿名チャットシステムを提案している。議論を行っている際、周囲の雰囲気によっては発言すべき状況であってもためらってしまう場合が存在する。このシステムでは発言者の名前の代わりにハンドルネームでチャットを使用する。ハンドルネームでチャットを行っ

ているため、匿名性を保ちつつコミュニケーションを行える。これによって、周囲の雰囲気や誰が発現しているのかなどを気にすることなく会議参加者に自分の意見を伝えることができる。

[16] は、発言量を視覚化することを提案している。視覚的に発言量を確認できることで発言量に偏りが起きないように調整できる。これにより立場の違いによる発言量の増減が起きないように注意を促すことができる。[17] は発言量を可視化を行い、議論中に即時に提示するシステムを提案している。このシステムは、議論中に誰がどの程度発言したかや誰に対して意見を言ったのかをリアルタイムで表示できるものである。ユーザは自身やグループ全体の議論状況を理解できるようになる。これにより客観的情報を元に、議論の進め方を改善することに繋がる。

第3章 研究課題

3.1 問題の定義

複数人で対話を行う会議のようなシーンにおいて意見を発しようとしても、発言をためらってしまう場合がある。例えば、議論中に自分の考えとは異なる意見を他の参加者が発言したとする。本来であればその場ですぐに自分の意見を述べるべきではあるが、自分の立場や相手の面子、場の雰囲気を感じてしまい発言できないことがある。このような状況が発生するのは、人々は日常において無意識のうちに場の空気を意識しているため、自分は言いたいと考えていても言えない環境が存在しているからであると考えられている [1]。つまり自分ではその場ですぐに意見を述べるべきだと考えていても、場の空気や周囲の雰囲気が影響して発言できない可能性がある、という問題が存在する。また、議論中に自分の意見を主張できないことでストレスを感じる可能性があるという問題がある [18]。これらの問題を解決する手段として、ファシリテータや司会者を設置することで議論の進行を調整する方法も存在する。しかしこの方法は、彼らのスキルによって結果が左右される可能性がある [19] し、金銭コストの問題から彼らを設置することが困難である場合も少なくない。

このような問題に対し、周囲の雰囲気を気にすることなく、自分の意見や感情を周囲に伝える方法を提案する研究がいくつか提案されている。しかし、それらの研究にはいくつかの問題が存在する。[12] は、チャットシステムのボタンを押すと即座に自分の感情を参加者に伝えることができるものである。これは匿名で意見を伝えられないため、発言者を他の参加者に特定される問題がある。[13], [14], [15] は、複数人で対話を行うシーンにおいて匿名で自分の主張を行えるようにするものである。[13], [14] では、システムへの入力をユーザが卓上で行っているため、入力していることを周囲に悟られるという問題がある。[15] では、意見を述べてほしい人へ発言リクエストを送るシステムであるため、リクエストを受けた人は発言権を得られたとしても、意見を匿名で言うことができないという問題点がある。[16], [17] は、会議参加者の発言量を視覚的にディスプレイへ表示させることで、議論に対する参画度をわかるようにしたものである。これらは発言量を表示させるだけで、自分の意思を周囲に伝えることができないという問題点がある。

3.2 研究課題の設定

3.1 節で定義した問題を踏まえて、本研究では複数人で対話を行うシーンにおいて、各ユーザが匿名性を保ちながら周囲の人に自分の意見を主張できるようにすることを研究課題とする。

第4章 スリッパを用いた匿名フィード バックシステムの提案

4.1 アプローチ

3.2節で設定した課題を達成するためには、ユーザがシステムに意見を入力する際、および、システムから意見を他者に向けて出力する際、いかに意見発信者の匿名性を確保するかということが重要である。本節では、匿名性が高い入力方法と出力方法の2点に分けてアプローチの検討を行う。

4.1.1 入力方法のアプローチ

典型的な会議は、1つの机を複数の参加者が取り囲むように座って行う。このとき、各参加者の上半身は他者から常に見える状況にあるため、上半身（例：顔、腕、胴）を用いた意見の入力行為は、他者に気付かれてしまう可能性が高い。一方、机の下に隠れている下半身であれば、通常、他者からは注目されない状況にある。下半身の中でも特に足は自由に動かしやすい部位であり、ジェスチャ入力手段としても多用されている [2][20]。そこで、本システムでは足によるジェスチャを入力手段として採用する。

4.1.2 出力方法のアプローチ

出力された意見の匿名性を確保するために、意見発信者の情報を隠蔽する必要がある。まず思い付くのが、意見発信者の名前を隠蔽することであるが、これだけでは不十分な場合もある。例えば、意見の具体的な中身を出力した場合、その内容（例：特定知識に基づいた意見）や表現方法（例：言い回し）から意見発信者が特定されてしまう可能性がある。

そこで、本システムでは意見の具体的な内容は出力せず、他者の発言に対してポジティブ（肯定）である、ネガティブ（否定）である、という属性のみを出力することにする。このポジティブ・ネガティブという意見は、匿名性が確保されていなければ表出しにくい意見の代表例である。例えば、ポジティブな意見を表明しにくい例として、自身の立場が影響しているときに挙げられる。コンペティションのような会議であると、自分の会社のアピールをしなければならないため、相手の会社の案を良いと感じても賞賛するような発言は難しいと考えられる。次に、ネガティブな意見を表明しにくい例として、面子や雰囲気配慮しなければならないときに挙げられる。議論中に他の参加者が間違った発言をした場合、それを指摘しなければ、のち大きな問題に発展してしまう恐れがあるため、本来であればその場ですぐに指摘すべきである。しかしながら発言する内容がネガティブであるため、自分の立場や相手の面子、場の雰囲気を気にしてしまい発言しにくいことが考えられる。

4.2 匿名フィードバックシステムの提案

4.1.1項の入力方法を実現するために、ユーザは足に何らかの入力デバイスを装着する必要があるが、装着することで身体的・精神的に大きな負担が生じるものではユーザは会

議に集中できない。また、4.1.2項の出力方法においても何らかのデバイスが会議空間中に必要であるが、入力デバイスの他に新たにデバイスを用意するのはユーザにとって負担である。そこで、本システムでは、会議中に足に装着することが自然なものとして、スリッパを入力デバイスとして用いることにする。さらに、スリッパに出力機能も設けることで、他のデバイスを用意する必要性を無くす。

具体的には、入力については、スリッパに加速度センサと圧力センサを装着し、ユーザが他者に気付かれないようにジェスチャ（例：足を左右に振る、足を踏み込む）をすることで意見を入力できるようにする。出力については、スリッパに振動モータを装着し、参加者のうち誰かが入力した意見の存在・種類を振動で表現する。

図4.1に本システムの全体構成を示す。本システムでは複数のスリッパを準備する。最初に、議論中に周囲に伝えたい意見をそれがポジティブかネガティブ、その強弱を決める。次に分類した自分の意見を事前に決めておいたジェスチャのパターンに則り行う。スリッパは入力されたジェスチャのパターンを信号としてサーバへ送信する。サーバは1つのクライアントから送られてきた信号を直ちにすべてのクライアントへ送信する。クライアントはサーバから送られてきた信号を元に、振動モータを作動させる。ユーザはスリッパが振動することで、議論参加者の誰かが自分の意見を主張していることを理解することができる、という流れになっている。

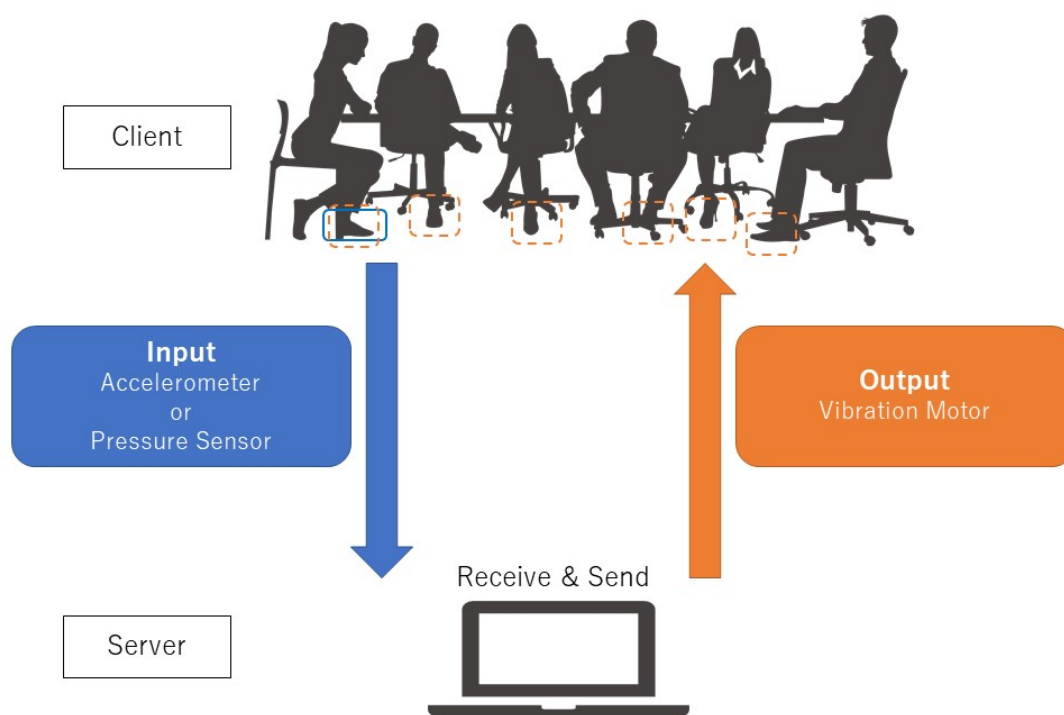


図 4.1: システムの全体構成

表 4.1: 入力, 出力方法

入力可能な意見	入力方法	出力方法
強いポジティブ	4回踏み込む	長い振動を4回
弱いポジティブ	2回踏み込む	長い振動を2回
強いネガティブ	4回左右に振る	短い振動を4回
弱いネガティブ	2回左右に振る	短い振動を2回

表 4.1 に, ユーザが入力できる意見, 入力方法, 出力方法を示す. ユーザが入力できる意見はポジティブ, ネガティブ及びその強弱の4種類である. 入力方法は意見の種類によってスリッパを踏み込む動きや左右に振る動きを, 強弱は回数の変化で行う. 出力方法は振動モータを意見の種類を長さによって, 強弱を回数を変化させることによって行う. スリッパの詳しい入出力の方法は実装の章で詳しく述べる.

第5章 匿名フィードバックシステムの実装

5.1 システムの全体像

本システムはクライアント・サーバ型であり，ジェスチャ入力・振動出力が可能なスリッパ型クライアントと，各クライアント間の通信を制御するサーバからなる．クライアントとサーバ間の通信は WebSocket を用いた無線通信を行う．スリッパに，Raspberry Pi に各種センサとバイブレータを組み合わせたものを装着し，これをクライアントとする．サーバの役割は，1つのクライアントから送られてきた信号を，すべてのクライアントに送ることである．実装に使用した機材は表 5.1 の通りである．

表 5.1: 本システムにおいて使用した機材

役割	構成要素	ハードウェア名
サーバ部	サーバ	Mac Book Air
クライアント部	入出力制御	Raspberry Pi 3
	A/D コンバータ	MCP-3208
	加速度センサ	KXSC7-2050
	圧力センサ	FSR-406
	振動モータ	FM34F

5.2 システムの流れ

本システム使用時の流れを図 5.1 に示す．ユーザは会話中に，相手に伝えたい感情に対応するジェスチャをスリッパを用いて入力する．ジェスチャの検知は加速度センサや圧力センサを使用して行い，ユーザへの出力は振動モータを使用する．クライアントは入力されたジェスチャが表す感情の種類・強弱を，信号としてサーバへ送信する．サーバは1つのクライアントから信号を受信すると，すべてのクライアントへその信号を送信する．全てのクライアントは受信した信号を元に事前に決めておいたパターンで振動を行う．これにより，ジェスチャを入力した人は装着者全員に対して自分の意見を匿名で伝えることができる．また装着者は，自分以外の誰かが意見を持っていると理解することができる．

5.3 クライアント部の実装

作成したクライアント部であるスリッパを図 5.2 に，配線の概要を図 5.3 示す．クライアントは入力されたジェスチャをサーバに送信する役割と，サーバから送られてきた信号に合わせた振動を行ってフィードバックをユーザに与える役割を持っている．着用するのは片足のみで，左右どちらの足でも使用が可能である．ユーザが行う入力方法やユーザへの出力方法については，5.3.1 節，5.3.2 節で詳しく述べる．

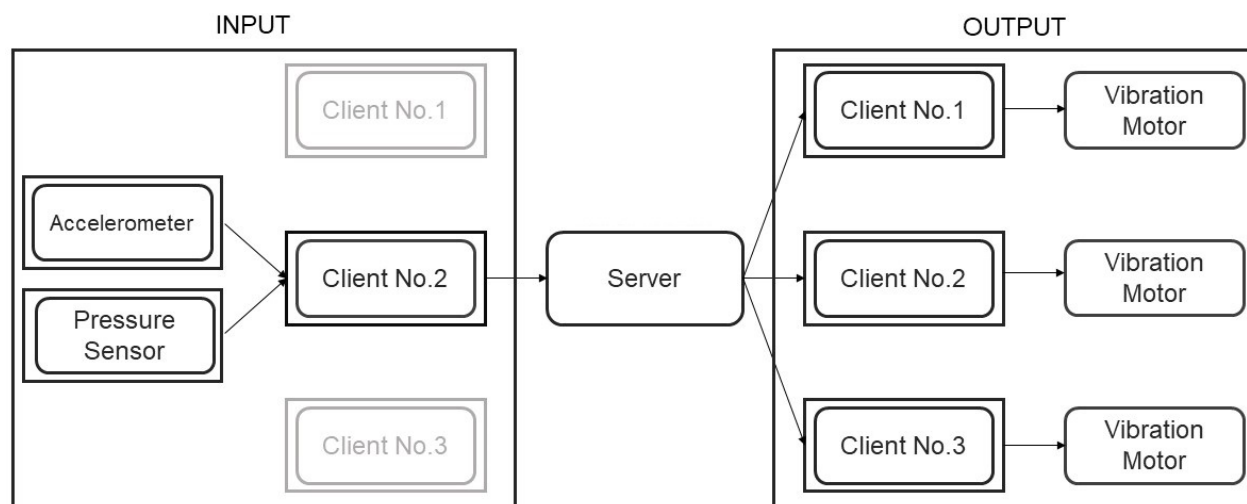


図 5.1: 本システムの流れの例

5.3.1 入力方法

クライアントへの入力足は動かすことによるジェスチャを用いて行う。事前に決めておくジェスチャの種類は下記の2つである。

ポジティブ

ポジティブな意見は、かかとに装着してある圧力センサを用いて、足を踏み込む動きで入力する。この動きをポジティブとした理由は、首を縦に振る同意・納得の動作をユーザに連想させることで、覚えやすくするためである。

ネガティブ

ネガティブな意見は、つま先に装着してある加速度センサを用いて、左右に振る動きで入力する。この動きをネガティブとした理由は、首を横に振る拒否・不承知の動作をユーザに連想させることで、覚えやすくするためである。

無意識の動きや想定外の動きでジェスチャの入力が行われないようにするため、行うジェスチャの種類は事前に決めておき、ユーザ全員に共有しておくことを想定している。また入力できる感情にはそれぞれ強弱をつけられるようにする。ポジティブ、ネガティブのみであるとうまくユーザがニュアンスを伝えられない可能性がある。例えば相手に意見をしたいとき、明確に否定したい場合と大部分は賛成で一部を否定したい場合では同じ

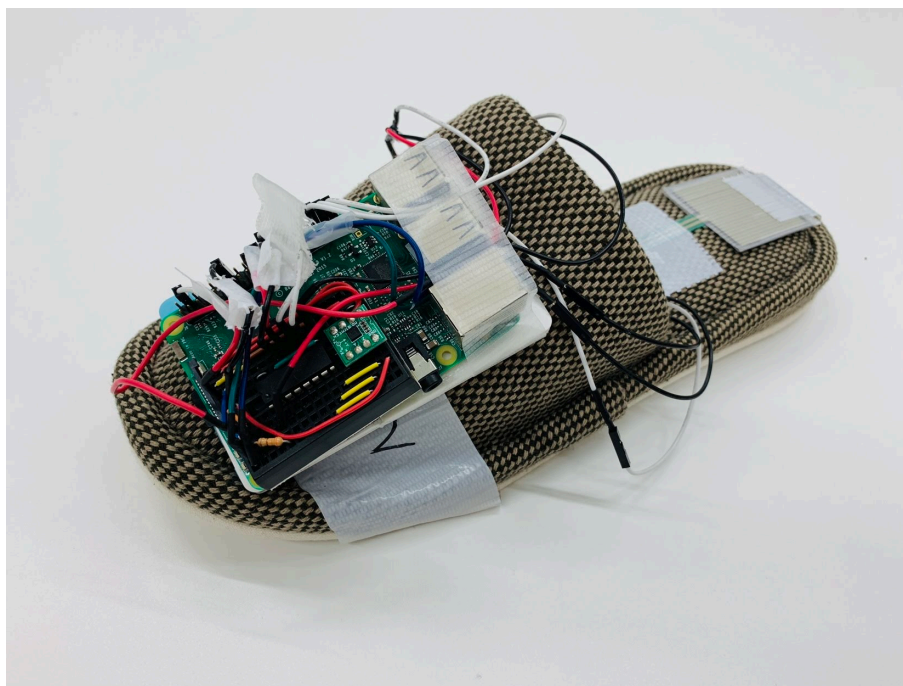


図 5.2: システムを搭載したスリッパ

否定でも程度が異なる。この考えから、感情を入力する際に、強弱の属性も指定できるようにした。入力時の強弱は、ジェスチャの回数により指定する。強い感情の時は4回、弱い感情の時は2回、それぞれのジェスチャを行うことで強弱の指定が可能である。以上より入力可能な感情の種類は強いポジティブ、弱いポジティブ、強いネガティブ、弱いネガティブの4種類である。

5.3.2 出力方法

意見の存在の出力方法は、振動モータによる振動を用いる。これをフィードバックに用いた理由は、目で確認する手間を省くことができ、また、音で議論の邪魔せずに伝えられる方法であるためである。振動モータが作動する時間は[21]を参考に決定した。振動モータは足の土踏まずの部分に1つ、足の甲の部分に2つの計3つ装着している。出力時の振動パターンは下記の通りである。

ポジティブ

土踏まずにある振動モータが作動する。強い感情の時は長い振動(0.8秒)が4回、弱い感情の時は長い振動(0.8秒)が2回行われる。

ネガティブ

足の甲にある2つの振動モータが作動する。作動時は、右の振動モータが短い振動

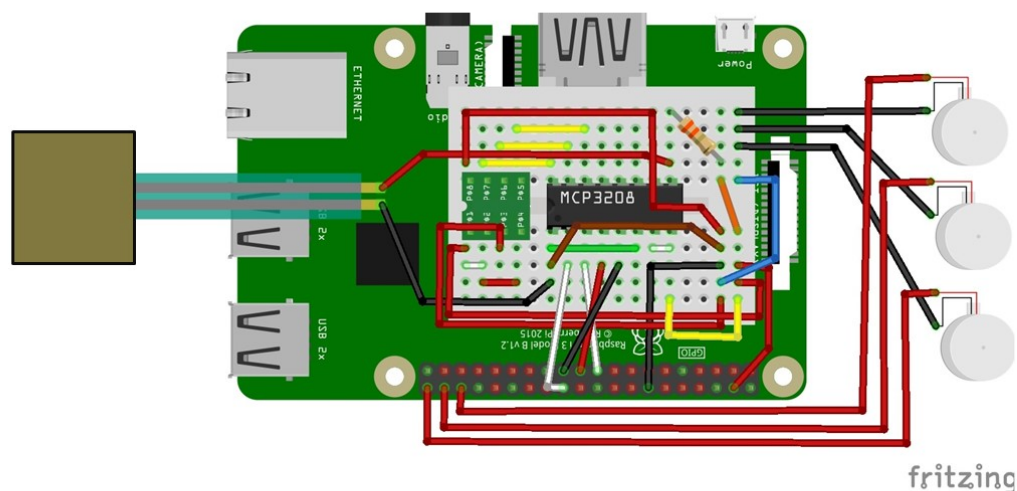


図 5.3: 配線の概要図

(0.4 秒) を行い、次に左の振動モータが短い振動 (0.4 秒) を行い、これを 1 セットとする。強い感情の時は 4 セット、弱い感情の時は 2 セット行われる。

以上の入力方法をまとめたものを表 5.2, 出力方法をまとめたものを表 5.3 に示す。

5.4 サーバ部の実装

サーバは 1 つのクライアントから送られてきた信号を全てのクライアントに直ちに送信する役割を持っている。サーバは信号を送信後、クライアントの振動モータが動いている間は、サーバへの送信があったとしても受信を受け付けない。これは振動を行っている間

表 5.2: システムへの入力方法

感情の種類	感情の強度	入力方法
ポジティブ	強い	足を踏み込む動きを 4 回
	弱い	足を踏み込む動きを 2 回
ネガティブ	強い	つま先を左右に振る動きを 4 回
	弱い	つま先を左右に振る動きを 2 回

表 5.3: システムの出力方法

感情の種類	感情の強度	出力方法
ポジティブ	強い	土踏まずにある振動モータが長い振動 (0.8 秒) を 4 回
	弱い	土踏まずにある振動モータが長い振動 (0.8 秒) を 2 回
ネガティブ	強い	足の甲にある 2 つの振動モータが交互に短い振動 (0.4 秒) を 4 回
	弱い	足の甲にある 2 つの振動モータが交互に短い振動 (0.4 秒) を 4 回

も受信し続けると、クライアントに振動させる命令が送られ続けてしまい、常に振動し続けることを防ぐためである。そのため、スリッパが振動している間はユーザが入力を行ってもそれが受け付けられることはない。

第6章 評価実験

6.1 評価実験

6.1.1 実験の目的

本研究は複数人で対話を行うシーンにおいて、周囲に悟られずに自分の意見を伝えられるようにするために、スリッパを用いた匿名フィードバックシステムを提案するものである。そこで Baseline と比較して提案手法の方が発言しにくい環境において、システムを使うことで、その場で雰囲気を感じせずに自分の意見を伝えられるか検証する。

6.1.2 実験の概要

実験では下記の Baseline と提案手法の 2 手法を使用してもらった。

Baseline

提案するシステムを使用していないスリッパを履いた状態で、議論を行う。自分の意見を他の議論参加者に伝えたいときは、発言して主張しなければならない。実験中の被験者の足元は図 6.1 のような状態である。

提案手法

提案する本システム搭載のスリッパを履いた状態で、議論を行う。自分の意見を他の議論参加者に伝えたいときは、発言するかスリッパに入力することで行う。実験中の被験者の足元は図 6.2 のような状態である。



図 6.1: Baseline 時の被験者の足元



図 6.2: 提案手法時の被験者の足元

実験では、事前に実験者が定めた議題について、被験者と実験者を交えながら議論を行う。本実験の被験者は 20 代の学生 15 名 (男性 12 名, 女性 3 名) である。1 回の実験あたりに被験者 3 名と実験者 1 名の計 4 名が参加する。この実験は、被験者が司会役の実験者と共に議論することである結論をだす、ということを目指としている。議論の際は基本的に実験者が指名して発言させるのではなく、被験者が自由に発言するものとする。ただし

議論の冒頭は、議論参加者の役割を共有するために実験者が指名して自己紹介を行ってもらう。

また、実験中に被験者同士で意見を言いにくい環境を作るために、複数の制約を設けた。1つ目は被験者は実験者が与えた役割を演じる、という点である。被験者には議論中に企業の広報担当や知事などの役割を演じながら議論を行ってもらう。役割を演じてもらうことで、自分では伝えたいと考えていても役割が関係して意見を述べるのが難しい、という環境を作った。2つ目は被験者3名のうち1名は他の被験者と全く面識がない人物を選んだ、という点である。全く面識がない人を実験に参加してもらうことで、初対面時に起きやすい言いづらい環境を作った。3つ目は被験者同士で年齢差が生まれるようにした、という点である。面識があったとしても年齢差が生じていることで、学年の差による発言しにくい環境を作った。

6.1.3 実験の手順

被験者には2種類の議題に関して話し合ってもらい、各手法で実験を行った。実験手順の詳細を下記に記す。

Step1 被験者のうち1名が手法と議論で行う議題が書かれた紙をそれぞれ1枚引く。これは順序効果を相殺するために行うものである。そこで引いた手法、議題を1回目の議論で行い、引かれなかった手法及び議題を2回目の議論で行うとする。

Step2 実験者がStep1で選ばれた議題と手法に関する説明を行う。この際、提案手法で実験を行う場合はこの段階で当システムを搭載したスリッパを被験者に装着してもらい使用方法及び動作確認を行う。

Step3 被験者と実験者で議論を行う。この時、Baselineと提案手法では異なる内容で議論を行う。

Step4 議論が終了した後に表1のアンケートを回答する。

Baselineと提案手法の両方を行い、アンケートに回答してもらったところで実験終了とする。実験中に被験者が議論した内容を下記に記載する。

議題1 IR実施法が可決され、最初のIR施設をどこの県にするかの話し合いが行われた。被験者は架空の県の知事役となって選考委員役の実験者に自分の県をアピールする役割を負う。ただし各県の間には姉妹都市協定などがあるため、表立って他の県を非難することを避けるように制約を与える。

議題2 日本の平均気温が10℃上昇したらどのようなブームが起きるかというものを議論する。被験者は各業界トップの企業の広報担当として、インタビュー役の実験者にアピールする。ただし各企業は国際的なスポーツイベントのオフィシャルパートナーという立場にあるため、相手の企業を非難するようなことは避けるように制約を与える。

表 6.1: 実験後に行ったアンケート

Q1	議論中に強くポジティブに感じたことをどの程度伝えられたか 5:とても伝えられた～1:全く伝えられなかった
Q2	議論中に弱くポジティブに感じたことをどの程度伝えられたか 5:とても伝えられた～1:全く伝えられなかった
Q3	議論中に強くネガティブに感じた事をどの程度伝えられたか 5:とても伝えられた～1:全く伝えられなかった
Q4	議論中に弱くネガティブに感じた事をどの程度伝えられたか 5:とても伝えられた～1:全く伝えられなかった
Q5	議論中に言いにくいと感じた事をどの程度伝えられたか 5:とても伝えられた～1:全く伝えられなかった
Q6	議論中に自分の意見をどの程度伝えられたか 5:とても伝えられた～1:全く伝えられなかった
Q7	自分でスリッパで入力を行う際に、周囲に気がつかれなかったと思うか 5:とても思う～1:全く思わない
Q8	スリッパが振動した時、誰が入力したかわからなかった場面はどの程度あったか 5:とてもあった～1:全くなかった
Q9	スリッパの出力によって自分の意見が変わる、といったことはどの程度あったか 5:とてもあった～1:全くなかった
Q10	振動があった際、それがポジティブかネガティブな感情かの判断はできたか 5:とても出来た～1:全く出来なかった
Q11	振動があった際、それが強い感情なのか弱い感情なのかの判断はできたか 5:とても出来た～1:全く出来なかった

Step4 で被験者が回答したアンケートは表 6.1 の通りである。Q1～Q11 は 5 段階のリッカート尺度で回答する。Baseline 時は Q1～Q6, Q12 を、提案手法時は Q1～Q12 を被験者に回答してもらう。Q12 の自由記述欄では実験中に被験者が感じたことを記述してもらう。

Q1～Q4 では被験者がポジティブ、ネガティブに感じたことをどの程度伝えられたかを検証する。Q5, Q6 では自分の意見をどの程度伝えられたかを検証する。Q7, Q8 では本システムを使用した際の匿名性に関して検証する。Q9 では、スリッパの出力によって自分の意見が変わることがあったかを検証する。Q10, Q11 ではスリッパの出力をユーザが理解できたかを検証する。

6.1.4 実験結果・考察

Q1 の実験結果を表 6.3 に示す。“とても伝えられた” または “伝えられた” と回答した被験者は提案手法では 73 %, Baseline では 47 % であった。Q2 の実験結果を表 6.4 に示

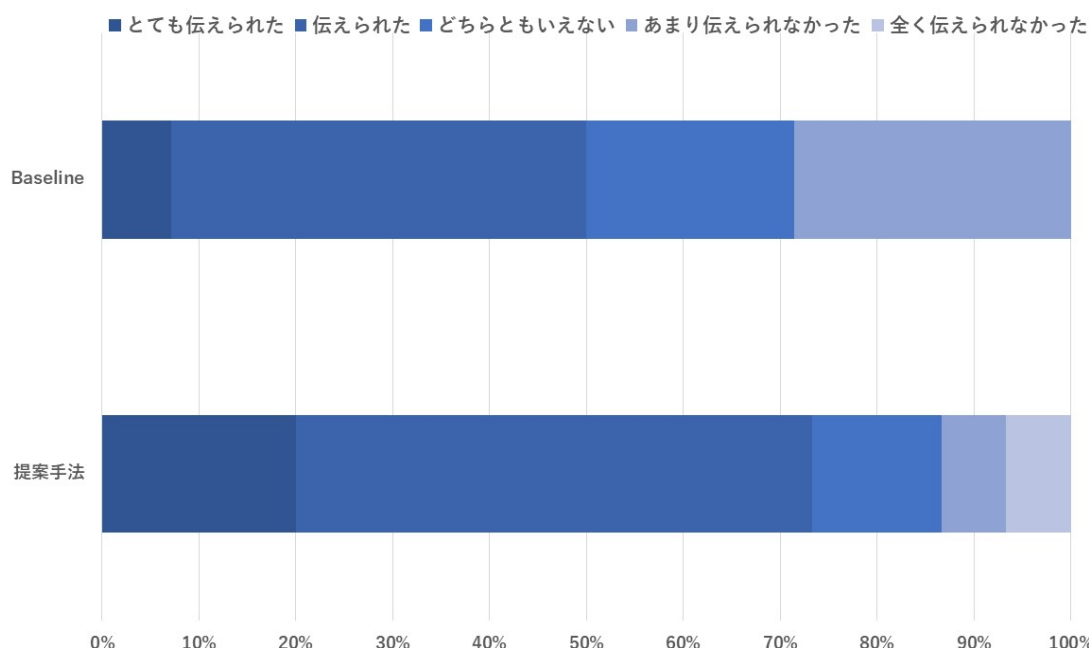


図 6.3: 議論中に強くポジティブに感じたことをどの程度伝えられたか (N=15)

す。 “とても伝えられた” または “伝えられた” と回答した被験者は被験者は提案手法では 47 %，Baseline では 27 %であった。 Q3 の実験結果を表 6.5 に示す。 “とても伝えられた” または “伝えられた” と回答した被験者は被験者は提案手法では 33 %，Baseline では 7 %であった。 Q4 の実験結果を表 6.6 に示す。 “とても伝えられた” または “伝えられた” と回答した被験者は提案手法では 33 %，Baseline では 7 %であった。 Q5 の実験結果を表 6.7 に示す。 “とても伝えられた” または “伝えられた” と回答した被験者は提案手法では 47 %，Baseline では 13 %であった。 Q6 の実験結果を表 6.8 に示す。 “とても伝えられた” または “伝えられた” と回答した被験者は提案手法では 53 %，Baseline では 60 %であった。 Q7 の実験結果を表 6.9 に示す。 “とても思う” または “思う” と回答した被験者は 60 %であった。 Q8 の実験結果を表 6.10 に示す。 “とてもあった” または “あった” と回答した被験者は 93 %であった。 Q9 の実験結果を表 6.11 に示す。 “とてもあった” または “あった” と回答した被験者は 7 %であった。 Q10 の実験結果を表 6.12 に示す。 “とても出来た” または “出来た” と回答した被験者は 33 %であった。 Q11 の実験結果を表 6.13 に示す。 “とても出来た” または “出来た” と回答した被験者は 27 %であった。

6.1.4.1 ポジティブ、ネガティブな意見を伝えられたかに関する考察

Q1 から Q 6 では Baseline と提案手法間において、それぞれの回答に対して Wilcoxon の符号順位検定を行うと、Q 4 のみ 5 %水準で有意差が認められた。ここから、議論中に弱くネガティブに感じたことはスリッパを用いることで伝えやすくなったと考えられる。こ

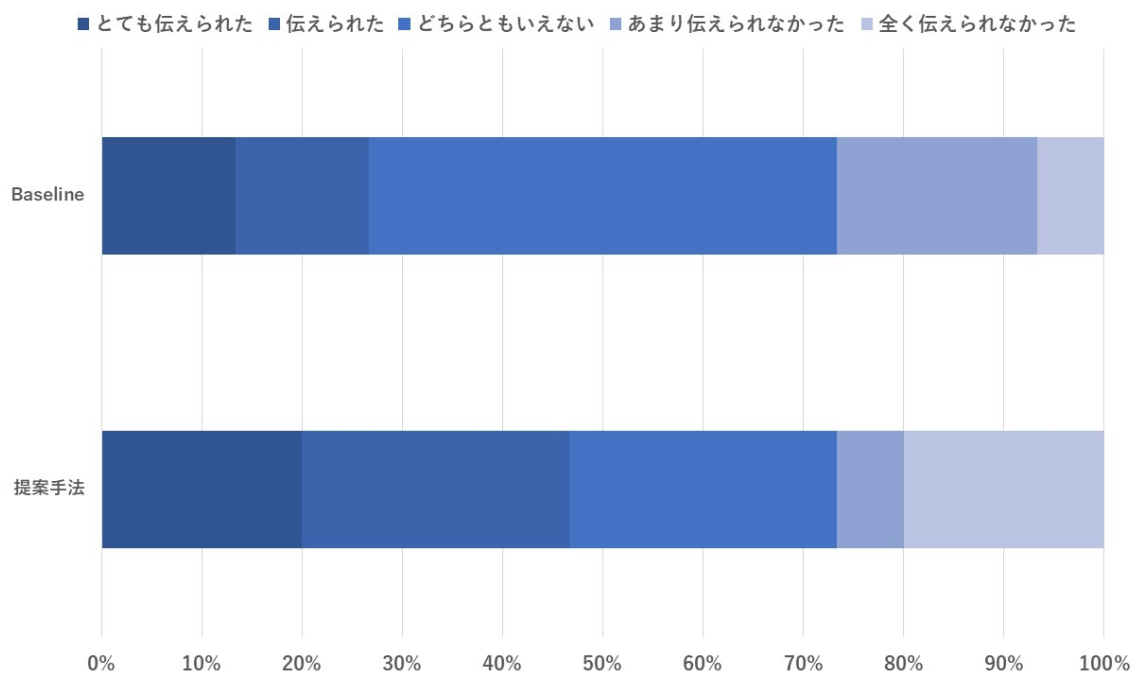


図 6.4: 議論中に弱くポジティブに感じたことをどの程度伝えられたか (N=15)

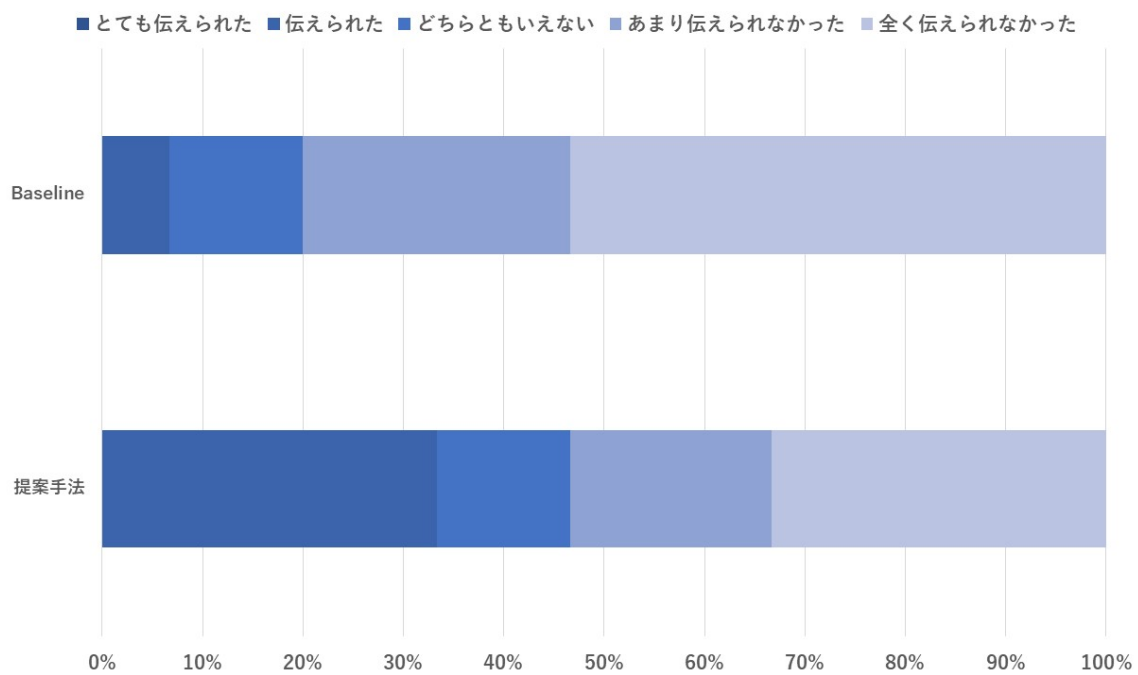


図 6.5: 議論中に強くネガティブに感じた事をどの程度伝えられたか (N=15)

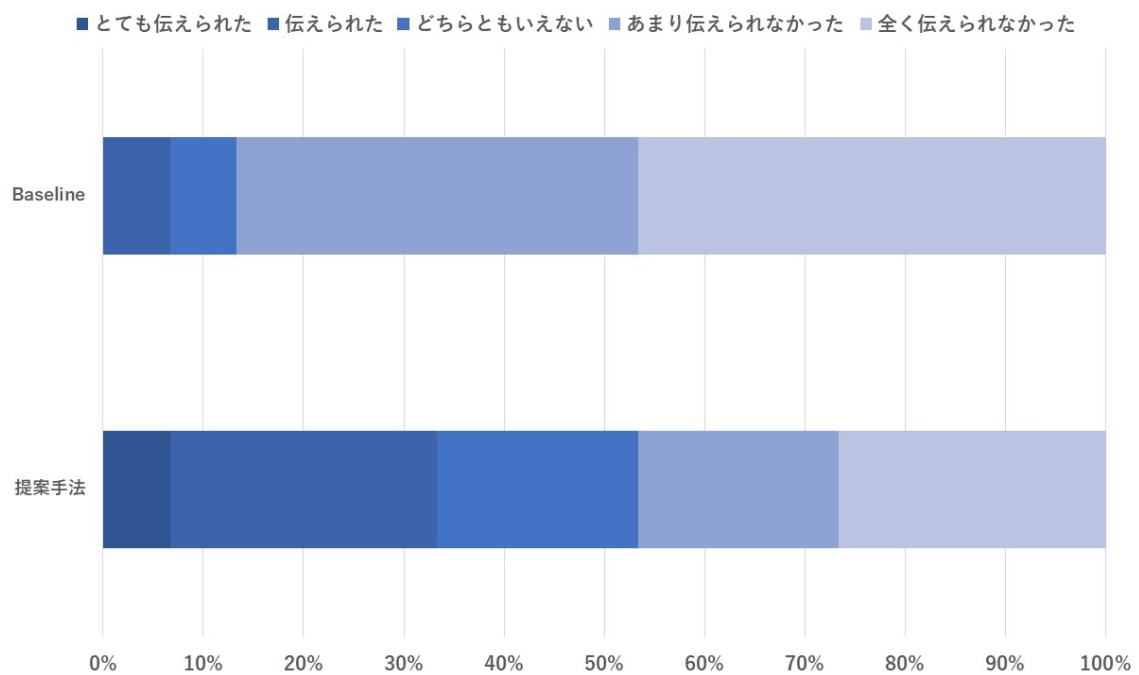


図 6.6: 議論中に弱くネガティブに感じた事をどの程度伝えられたか (N=15)

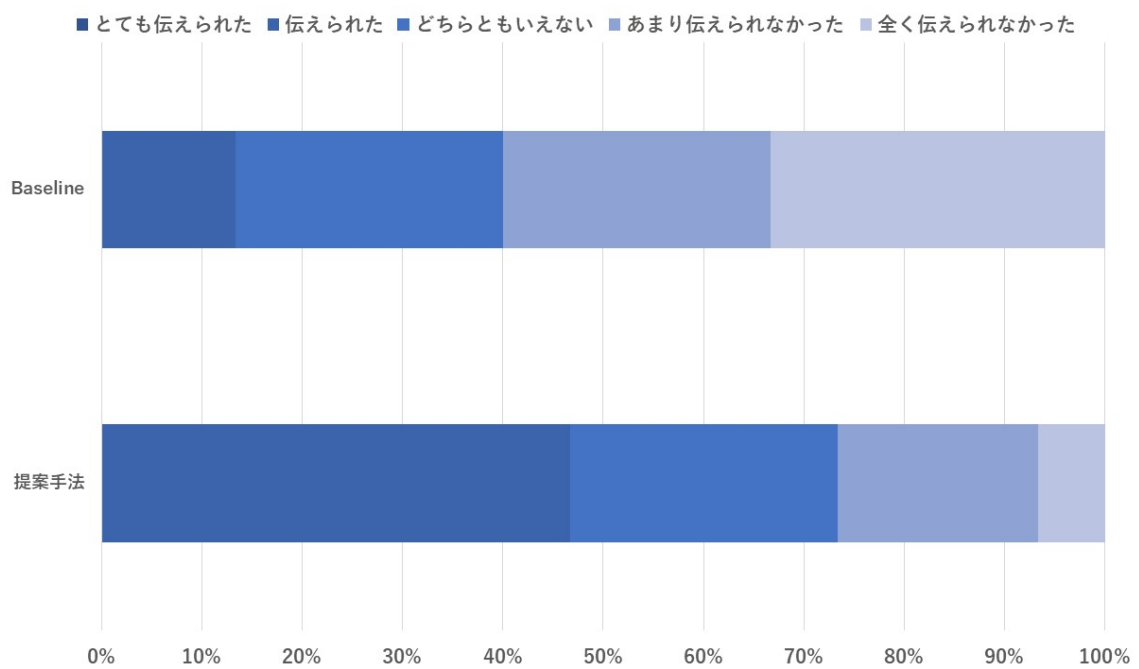


図 6.7: 議論中に言いにくいと感じた事をどの程度伝えられたか (N=15)

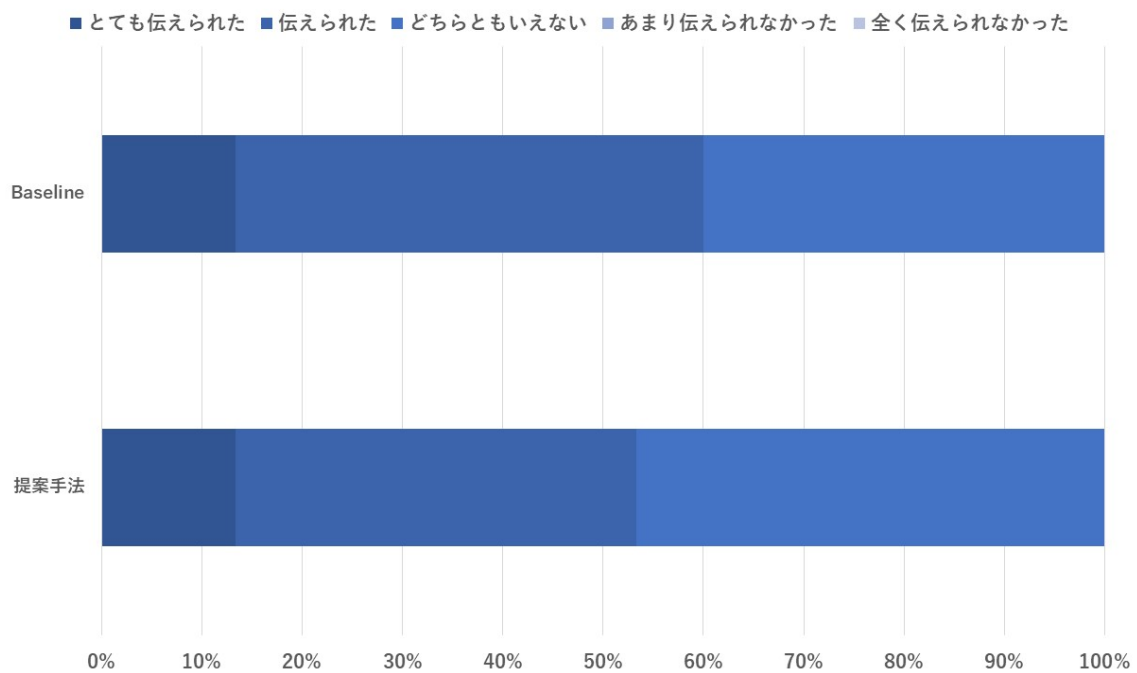


図 6.8: 議論中に自分の意見をどの程度伝えられたか (N=15)

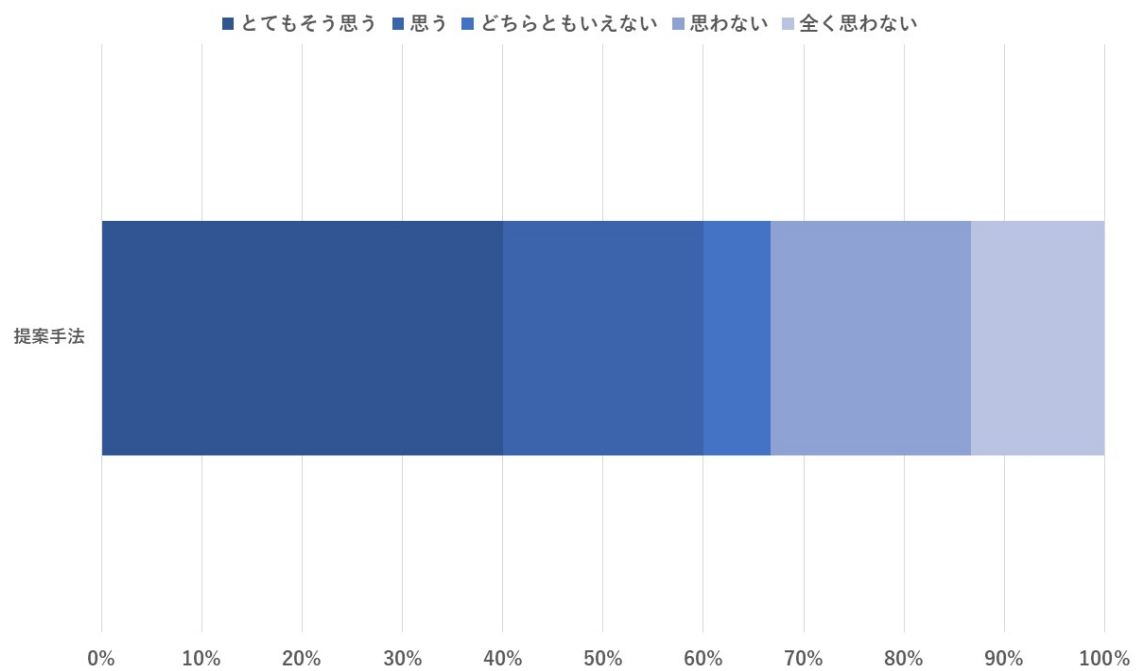


図 6.9: 自分でスリッパで入力を行う際に、周囲に気がつかれなかったと思うか (N=15)

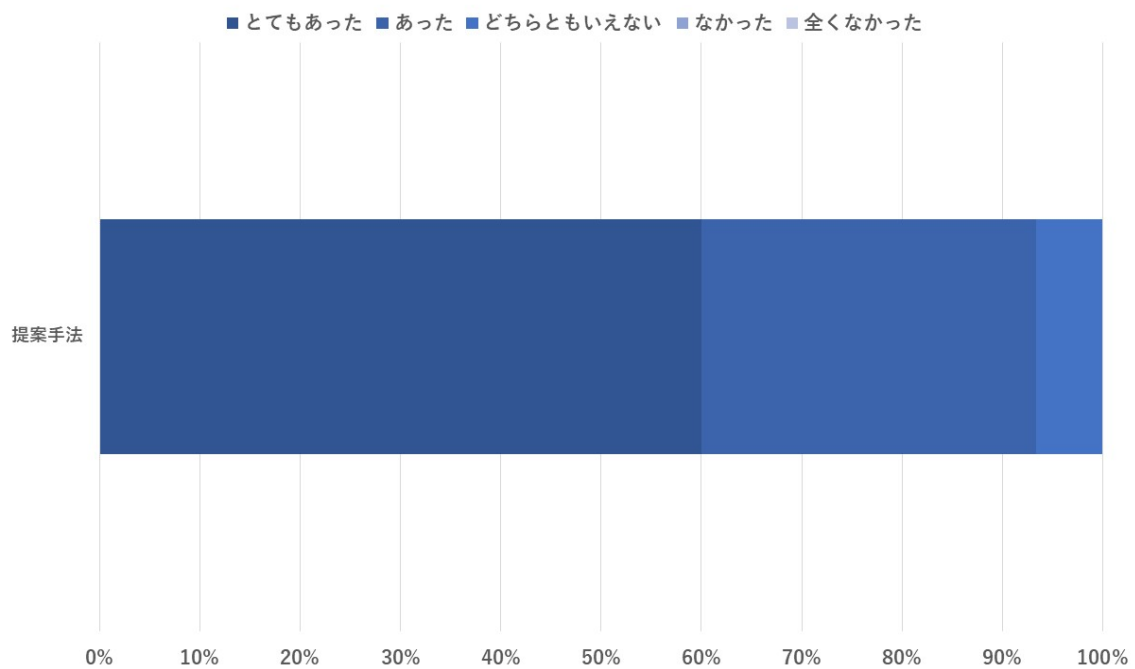


図 6.10: スリッパが振動した時、誰が入力したかわからなかった場面はどの程度あったか (N=15)

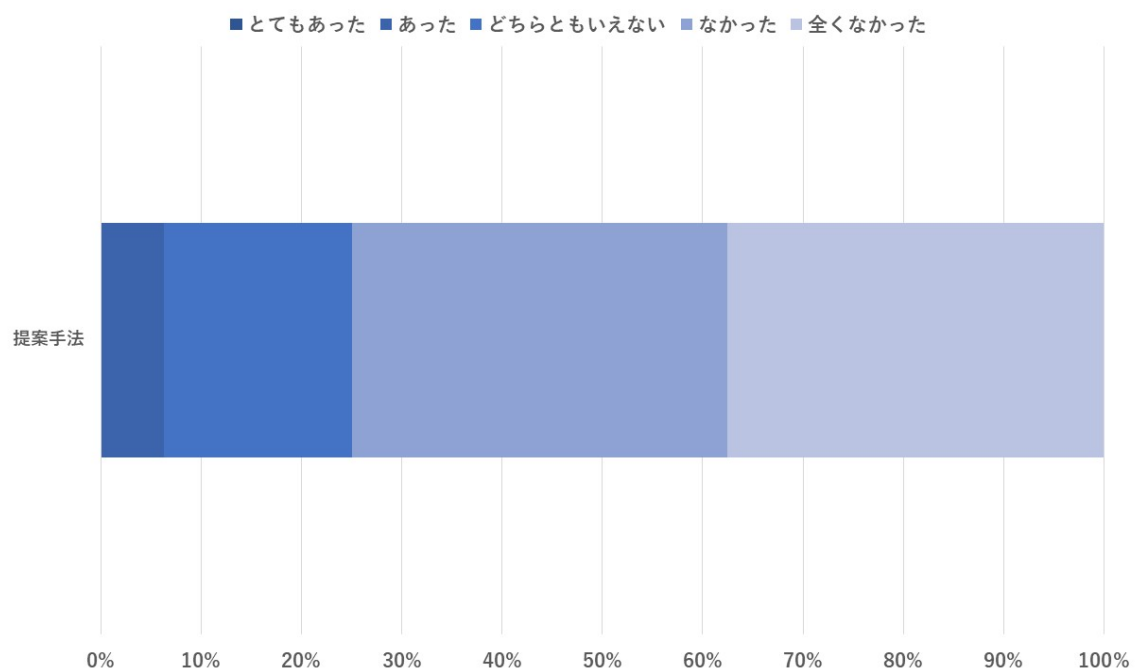


図 6.11: スリッパの出力によって自分の意見が変わる、といったことはどの程度あったか (N=15)

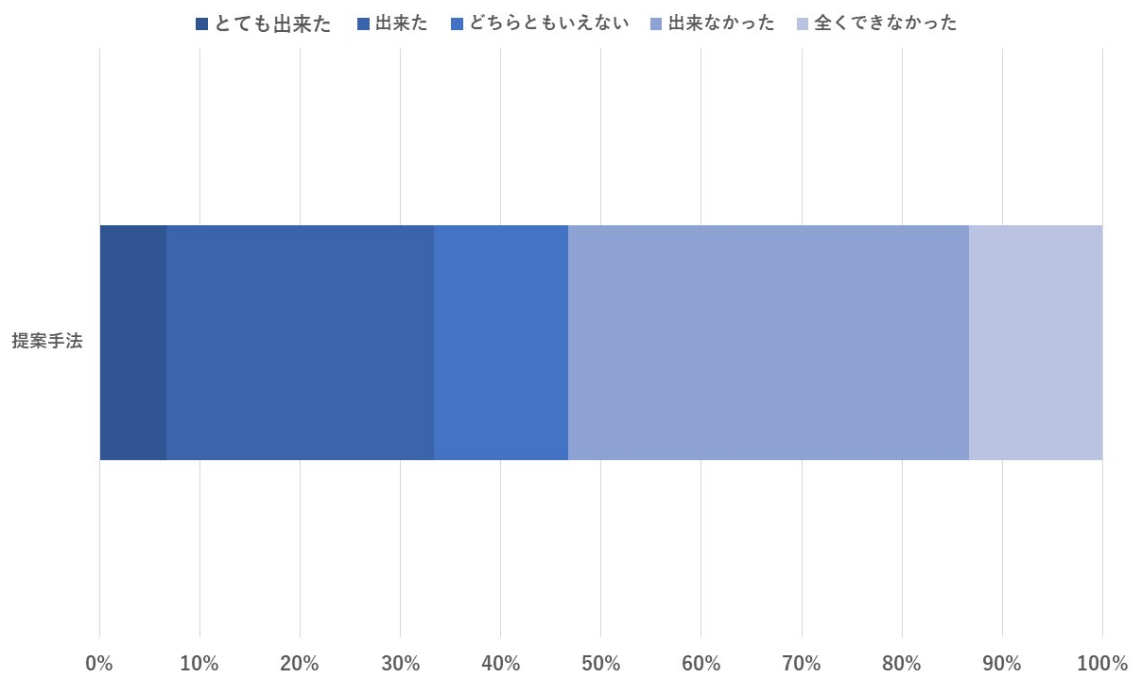


図 6.12: 振動があった際, それがポジティブかネガティブな感情かの判断はできたか (N=15)

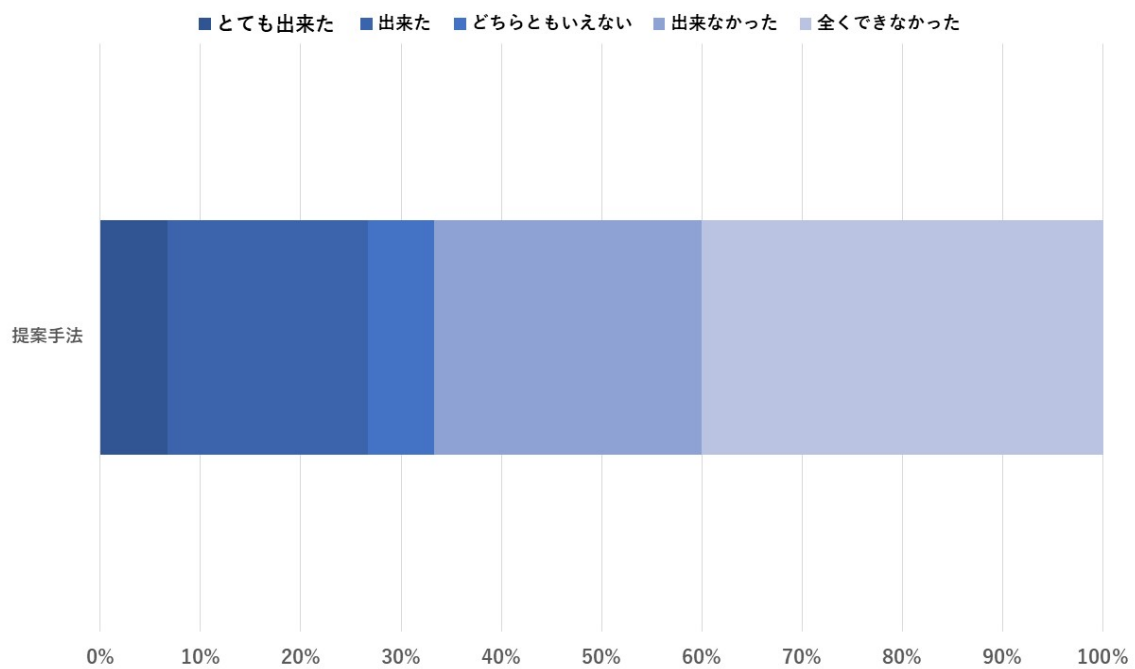


図 6.13: 振動があった際, それが強い感情なのか弱い感情なのかの判断はできたか (N=15)

れは、議論を遮ってまで伝えたいと思わないような弱いネガティブな意見を、スリッパを用いることで匿名性を保ちながら議論を遮ることなく伝えられるようになったためだと思われる。このことより本システムは、弱いネガティブな意見を伝える手段としては有効であると思われる。今後被験者の人数を増やし、弱いネガティブな意見以外を伝える手段として有効であるかを継続して検証を行っていく必要がある。

6.1.4.2 匿名性を確保することができたかに関する考察

Q7, Q8 では本システムを使用した際の匿名性に関する検証をおこなった。被験者が入力した際に気が付かれていないと感じたのは60%であった。それに対して、他人の入力に気が付かなかった被験者の割合は93%であった。ここから、スリッパによるジェスチャは周囲にばれにくく匿名性を維持できていると考えられる。この結果よりユーザが入力したことを悟られたのではないかと感じていたとしても、他の人は実際にはその入力動作に気が付いていない可能性が高いと思われる。よって、本システムにおける入力方法は匿名性を保つことができたと考えられる。

6.1.4.3 提案方式の出力方法に関する考察

Q9 ではスリッパによる出力で自分の意見が変わったかという質問に対してとてもあった、あったと回答した被験者は7%であった。その一方でなかった、全くなかったと回答した被験者は80%であった。このことからスリッパによる意見の主張は、他の参加者の意見にはあまり影響を与えることはなかったと思われる。

Q10, Q11 ではスリッパの出力をユーザが理解できたかを検証した。ポジティブかネガティブかの判断が出来たと回答したのが33%, 強弱を判断できたかと回答したのは27%であった。ここから、振動モータによる出力は検討の余地が存在すると考えられる。

ユーザがスリッパからの出力を気づきにくかったのは複数の原因があると推定される。1つ目の原因として、議論中は話すことに集中している点があげられる。本システムでは、自分がスリッパへ入力する際は意見を意識するが、出力はどのタイミングで行われるのか予測しにくいため、突然行われたとしても意識しにくいという点がある。議論に集中していると、スリッパからの振動に注意が向かないこともある。そのため自分が発言している間や他人が自分に話しかけているときなどに振動があると、回数を数えることに意識が向かないことがある。

このことはQ12の自由記述欄でも複数の関連する回答からも推定できた。

- 話集中していると振動に気づかないことがあった
- 多くの人からスリッパの出力があるので、ネガティブかポジティブかの判断はとても難しいと感じた
- 他人の振動に関してはあまり、注意は払えなかった

2つ目の原因として、自分の主張であっても自分のスリッパは必ず振動するようになっている点あげられる。これは自分の入力が行えているかを確認するために設定した。このように実装したのは、入力したにもかかわらず自分のスリッパが振動しなければ、正しく入力できたのかの判断をユーザがしにくいと思われたためである。しかしながらこの実験で、スリッパからの出力が他人による入力なのか自分の入力なのかの判断がつきにくいという問題があることがわかった。この問題によりスリッパが振動しても、他人宛の出力だったのにも関わらず、自分宛の意見であると勘違いしてしまう恐れもある。以上2つの問題が存在したため、判断できたと回答した被験者の割合が低かったと思われる。今後は会話中でも意識しやすい出力方法の検討を行っていく必要がある。

第7章 結論

本研究は、複数人で対話を行う会議のようなシーンにおいて意見を発しようとしても、場の空気や周囲の雰囲気の影響して発言をしにくいという問題を解消することを目指すものである。この問題を解消するために、ジェスチャと足元という2つの事項に着目した。ジェスチャで意見を伝えることができれば、発言することなく自分の意見を周囲に伝えることができる。議論中に机などの存在により周囲から意識されにくい足元でジェスチャを行えば、入力動作を周囲に悟られる可能性も低くなる。この着想を元に、本稿ではスリッパを用いた匿名フィードバックシステムを提案した。これは本提案システム搭載のスリッパにジェスチャ入力することで周囲の人へ振動を通して自らの意見の存在を伝えるというものである。本提案システムを用いて実験を行った結果、本提案システムは特にネガティブな意見を周囲に伝える時に有効であることが分かった。また足元で行うジェスチャは周囲からは悟られにくいということも分かった。

本システムの期待される活用例として、会議以外に学校の授業での利用も考えられる。生徒は教員の発言している内容を理解できなかった時や、教科書とは異なることを教員が黒板やプリントなどに記述した時など、授業中に他人へ発言したいシーンが多数あると考えられる。しかし、その行為は授業の進行を妨げてしまう原因にも繋がるため、発言することをためらってしまう可能性がある。このようなシーンで本提案システムを利用すれば匿名でその問題を指摘したり、また生徒間でも意見を共有することが可能になると考えられる。教員も生徒の理解度や自身の間違いなどをより素早く把握することにつなげることができるので、よりわかりやすい授業につなげられるだろう。

参考文献

- [1] 江村裕文. 「空気」に関する論考 (1) 日本人の人間関係と行動を規定するモノ. 異文化. 論文編, pp. 5–23, 2016.
- [2] Koumei Fukahori, Daisuke Sakamoto, and Takeo Igarashi. Exploring subtle foot plantar-based gestures with sock-placed pressure sensors. In *Proceedings of the International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2015)*, pp. 3019–3028, 2015.
- [3] <https://www.footmoov.com/> (last visited: 2018/11/3).
- [4] <https://orphe.shoes/> (last visited: 2018/11/3).
- [5] 渡邊淳司, 安藤英由樹, 朝原佳昭, 杉本麻樹, 前田太郎. 靴型インタフェースによる歩行ナビゲーションシステムの研究. 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 5, pp. 1354–1362, 2005.
- [6] Soobin Jeon, Chungsan Lee, Oungtak Han, Dongmahn Seo, and Inbum Jung. The smart shoes providing the gait information on iot. In *IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, pp. 108–109, 2017.
- [7] AKM Jahangir, Alam Majumder, Mark Sullivan, Casey Knox, and Juan Ding. iot-shoe: A smart iot-shoe for gait assistance. In *Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America*, pp. 1–6, 2017.
- [8] Shubham Rastogi, Pankaj Sharma, Parth Dhall, Rishav Agarwal, and Shristhi Thakur. Smart assistive shoes and cane:solemates for the blind people. In *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE)*, Vol. 6, pp. 334–345, 2017.
- [9] 横田理樹, 早川恭弘, 前川哲志, 土井滋貴. 高機能靴を用いた歩行訓練システムの開発. 第30回バイオエンジニアリング講演会講演論文集, pp. 3–4, 2017.
- [10] Jegede Olawale, Ferens K, Griffith Bruce, and Podaima Black. A smart shoe to prevent and manage diabetic foot diseases. In *Health Informatics and Medical Systems (HIMS'15)*, pp. 47–53, 2015.

- [11] 和田親宗. 歩行訓練支援装置. 特開 2006-204730, 2010.
- [12] 西田健志, 栗原一貴, 後藤真孝. On-air forum: リアルタイムコンテンツ視聴中のコミュニケーション支援システムの設計とその実証実験. 日本ソフトウェア科学会論文誌「コンピュータソフトウェア」, Vol. 28, No. 2, pp. 183–192, 2011.
- [13] 高橋皐, 小林稔. 集団内の意見の存在を伝えるメッセージ伝達方法の検討. 情報処理学会研究報告コンシューマ・デバイス&システム, 第 21 巻, pp. 1–8, 2018.
- [14] 平光節子, 白井正博, 杉山岳弘. チャットをベースにした会議のコミュニケーション活性化システムの検討. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, 第 2003 巻, pp. 7–12, 2003.
- [15] 塩津翠彩, 高島健太郎, 西本一志. Lighthousechat : 消極的参加者に発言を促す手段を備えた会議支援メディア. インタラクション 2018 論文集, pp. 260–263, 2018.
- [16] Joan Morris DiMicco, Anna Pandolfo, and Walter Bender. Influencing group participation with a shared display. In *CSCW '04 Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work*, pp. 614–623, 2004.
- [17] 岡澤大志, 大山涼太, 石川誠彬, 望月俊男, 江木啓訓. 発言状況のリアルタイム可視化が議論への参加意欲に及ぼす影響. 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 論文集, pp. 1–6, 11 2018.
- [18] 日高美咲, 小杉考司. 「空気を読む」という表現の社会心理学的研究. 山口大学教育学部研究論叢, Vol. 62, No. 3, pp. 139–144, 2013.
- [19] 古賀裕之, 谷口忠大. 情報の非競合性に着目した発話権取引市場の分析. 計測自動制御学会第 39 回知能システムシンポジウム, pp. 3019–3028, 2012.
- [20] Jason Alexander, Teng Han, William Judd, Pourang Irani, and Sriram Subramanian. Putting your best foot forward: Investigating real-world mappings for foot-based gestures. In *Proceedings of the 30th international conference on Human factors in computing systems (CHI 2012)*, pp. 1229–1238, 2012.
- [21] Saket Bahador, Prasojo Chrisnawan, Huang Yongfeng, and Zhao Shengdong. Designing an effective vibration-based notification interface for mobile phones. In *Proceedings of the 2013 Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW '13*, pp. 149–1504, 2013.

第8章 研究業績

研究会・シンポジウム

- (1) 多賀諒平, 呉健朗, 富永詩音, 宮田章裕: スリッパを用いた匿名フィードバックシステムの基礎検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2018), Vol.2018, pp.427-431 (2018 年 7 月).
- (2) 富永詩音, 呉健朗, 篠崎涼太, 多賀諒平, 宮田章裕: ジェスチャを真似て電子情報を楽しく受け取る手法の実装と評価, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2018), Vol.2018, pp.1341-1348 (2018 年 7 月).
- (3) 富永詩音, 呉健朗, 篠崎涼太, 多賀諒平, 宮田章裕: Transmimic: ジェスチャを真似て情報を受け取る手法の基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2018 予稿集, pp.978-981 (2018 年 3 月).

受賞

- (1) マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2018) シンポジウム 優秀プレゼンテーション賞, スリッパを用いた匿名フィードバックシステムの基礎検討, 受賞者: 多賀諒平 (2018 年 7 月).
 - (1) マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2018) シンポジウム ナイトテクニカルセッション賞, ちぎることで電子情報を手渡すインタラクション方式の実用性検証, 受賞者: 呉健朗, 宇野広伸, 富永詩音, 長岡大二, 小林舞子, 大和佑輝, 篠崎涼太, 多賀諒平 (2018 年 7 月).
-