

視線によるコミュニケーションを支援するウェアラブルデバイスの開発と評価

Development and evaluation of wearable device to support communication by gaze

後藤 豪臣*¹
Takeomi Goto

汪 博豪*¹
Bohao Wang

大澤 博隆*¹
Hiroataka Osawa

*¹ 筑波大学
University of Tsukuba

Abstract: In face-to-face communication, gaze signals conveys a lot of information to other people. However, it is difficult for visually impaired people to receive and transmit gaze signals, so there are scenes where communication is difficult. In this research, we developed AgencyGlass, which is a device supports gaze communication of visually impaired people. We implemented the function of transmitting the direction of sight of others by vibrating to the wearer. In addition, a preliminary experiment was conducted to evaluate how affects communication when wearing AgencyGlass.

1. はじめに

人による対面コミュニケーションでは、非言語情報によって伝達される情報は非常に多いことが知られている。特に、人は視線によって他者の感情や興味、注意対象を理解し、会話における発話権の維持や譲渡をおこなう。しかし、視覚障がい者にとって、他者の視線情報を理解することや、会話の相手に対して視線を送るといったような自身から視線情報を発信することは困難である。

従来の研究では、視覚障がい者の非言語情報コミュニケーションを支援するインタフェースの開発がおこなわれている。しかし、それらは他者の表情を視覚障がい者に伝達するものであり、他者の視線情報を伝達することや、自身の視線を他者に伝達するといった視線によるコミュニケーションをおこなうことは出来ない。

そこで本研究では、視覚障がい者の視線コミュニケーションを支援するウェアラブルデバイス AgencyGlass を開発する。AgencyGlass は、対面する相手の視線方向を装着者にフィードバックし、ディスプレイに表示された目の画像を自動で制御することによって、アイコンタクトや共同注視といった視線を使ったコミュニケーションを可能とする。

本研究では、AgencyGlass の開発、および目の見えない状態で AgencyGlass を装着したときに、対面コミュニケーションにどのような影響があるか、また装着者が自身を客観的に見たときの AgencyGlass や自身の様子を評価する予備実験をおこなった。

本稿は、2 章は関連研究の紹介、3 章は AgencyGlass の構成と機能について、4 章はおこなった予備実験の内容と結果について、5 章は予備実験の結果の考察、6 章は今後の展望について、7 章では本稿のまとめを掲載する。

2. 関連研究

2.1 非言語情報によるコミュニケーション

対人間コミュニケーションにおいて伝達される情報は、大きく分けて言語情報と非言語情報という二つに分けることが出来る。非言語情報とは字の通り、話者の表情や身振り、声のトーンな

ど言語で表せない情報のことである。Birdwhistell によれば、2 者間の対話では、言語によって伝えることのできるメッセージは全体の 35%パーセントであり、残りの 65%は非言語情報によって伝達される[1]。非言語情報の中でも、とりわけ視線は非常に多くの情報を伝達する。従来の研究により、視線は自身の感情や意図を表現し、他者に与える印象を意識的に制御することが出来る。また、視線によって発話権の維持と交代のタイミングを制御することが出来るということが分かっている[2]。

しかし、視覚障がい者にとって、視線や表情、手振りなどの視覚的な非言語情報を受け取ることは困難な場合がある。Qiu らは、全盲の人 19 名、弱視の人 1 名の計 20 名に対して、対面コミュニケーションにおける非言語情報と、視覚的情報の欠如による問題についてインタビューを行っている[3]。インタビューの結果、視覚障がい者が感じる非言語情報は、主に聴覚と触覚から得ていることが分かった。また、相手のアイコンタクトや表情が分からないために、会話についていくことや相手の感情を理解することが難しいという意見が挙がっている。

そこで本研究では、視覚障がい者が相手の視線情報を受け取ることが出来、また自身の視線を伝達することの出来る眼鏡型ウェアラブルデバイス AgencyGlass を開発した。AgencyGlass によって、目の見えない人と見える人のコミュニケーションがより円滑になると著者は考える。

2.2 視覚障がい者を支援するデバイス

視覚障がい者に視覚的な情報を伝達する研究として、Jin らの Smart Cane が挙げられる[4]。Smart Cane は眼鏡型のデバイスに搭載されたカメラによって他者の顔を認識し、あらかじめ登録された顔と照合し、白杖に搭載されたバイブレーションの振動パターンによって、対面する相手が誰であるかを伝える。しかし、本研究とは対面コミュニケーションの支援ではないという点で異なる。

Rehman らは、椅子の背面に 9 つのバイブレータを搭載し、対面する相手の表情によって異なる振動を使用者に伝達するシステムを開発した[5]。また、Krishna らは同様に対面する相手の表情を異なる振動パターンによって伝えるグローブ型デバイスを開発した[6]。これらの研究は、視覚障がい者に対面する相手の非言語情報を伝達するために開発されているが、視線情報に着目していないという点で本研究とは異なる。

連絡先: 後藤豪臣 筑波大学システム情報工学研究科知能機能システム専攻ヒューマンエージェントインタラクション研究室
e-mail:takeomi65860817@gmail.com

3. 開発したデバイスについて

3.1 デバイスの構成

AgencyGlass の外観は図 1 の通りである。AgencyGlass は眼鏡部分とマイコン部分の二つで構成される。マイコン部分は首にぶら下げる形で装着する。

眼鏡部分には、ディスプレイが二つ、9 軸モーションセンサ、視線検知センサモジュール、振動モータが 2 つ搭載されている。ディスプレイは 4D-Systems 社の uOLED-160、9 軸モーションセンサは Bosch 社の BME280、視線検知センサモジュールは Omron 社の HVC-P2 の広角検出タイプを使用した。HVC-P2 は、顔検出や顔向き推定、視線推定などをおこなうことの出来るセンサモジュールで、検出範囲は水平方向 94°、垂直方向 76° である・振動モータはコパル社の LA3R5-480DE を使用した。これらはすべてマイコン部分につながっている。

マイコン部分には、ArduinoMega2560、バッテリー、Bluetooth モジュールが搭載されている。給電は USB もしくはバッテリーによってされる。



図 1: AgencyGlass

3.2 AgencyGlass の機能

AgencyGlass の機能は、Qiu らの視覚障がい者を対象としたインタビューをもとに実装した[7]。Qiu らは、大澤が開発した AgencyGlass のプロトタイプを使用して視覚障がい者のコミュニケーション支援を目的として研究をおこなっている。デバイスに実装する機能案について 20 名の視覚障がい者にアンケートしたところ、対面する相手の視線情報を装着者にフィードバックする機能に対して 17 名が、相手のアイコンタクトに対して自動的に視線を送る機能について 14 名がポジティブな印象を抱いている。

今回実装した機能は、2 者が対面している状態を想定して実装した。まず、お互いが正面を向いているとき、AgencyGlass は対面する相手の視線をセンサによりトラックし、液晶に同じ方向の目の画像を表示する。画像は左右-40° ~40°、上下-20° ~20° を 10° 刻みで撮影した。これは、アイコンタクトと共同注視を想定して実装した。

対面する相手の顔が回転し、注視する方向が左右に移動したことをセンサが検知すると、AgencyGlass の相手が向いた方向のバイブレーションが振動し、装着者に対面者の向いた方向を伝達する。このとき、目の映像も相手の向いた方向を向き、装着者の顔が相手と同じ方向を向くと、モーションセンサによってそれを検知し、目の映像は正面を向く。相手が再び装着者の方向を向くと、両方のバイブレーションが振動し、先ほどと同様に目の映像は制御される。

上記の制御はすべて ArduinoMEGA2560 によっておこなわれる。通信速度は約 200ms である。

4. 実験について

4.1 実験目的

本研究では、目が見えない状態で AgencyGlass が相手の視線をバイブレーションによってフィードバックすることによって、対面コミュニケーションの質にどのような影響を与えるかを評価する予備実験をおこなった。また、AgencyGlass をかけて対面コミュニケーションをおこなっている様子を装着者に見せることによって、客観的に見たデバイスの見た目や機能、会話の様子を評価した。

4.2 実験内容

実験は図 に示すように、実験者と被験者が対面した状態で座る。左右にボードを置き、実験者は左右の A、B のボードに貼られたものについて、被験者とインタラクションを取りながら被験者に紹介をする。例えば、「右の商品はロフトベッドです。ロフトで寝ることに抵抗はありますか?」といったように、左右のボードと被験者に視線を行き来させながら紹介を行った。このとき、被験者には条件によって、視覚障がい者を想定して AgencyGlass もしくは前の見えないサングラスをかけさせる。実際の実験の様子を図 3 に示す。

実験は全部で 6 条件を行った。各条件が終わるごとに、被験者に直前に行ったインタラクションに関するアンケートに回答させた。すべての条件が終わったら、被験者に実験中の自身の様子を見せ、客観的に見た自身の様子や会話の様子に関してア

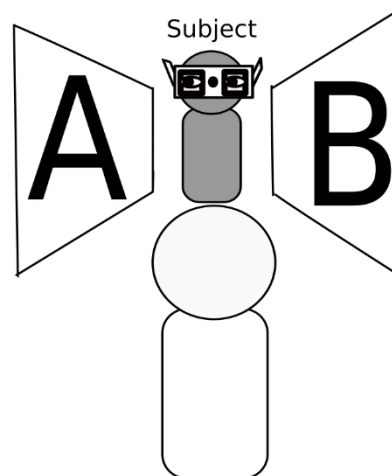


図 2: 実験環境

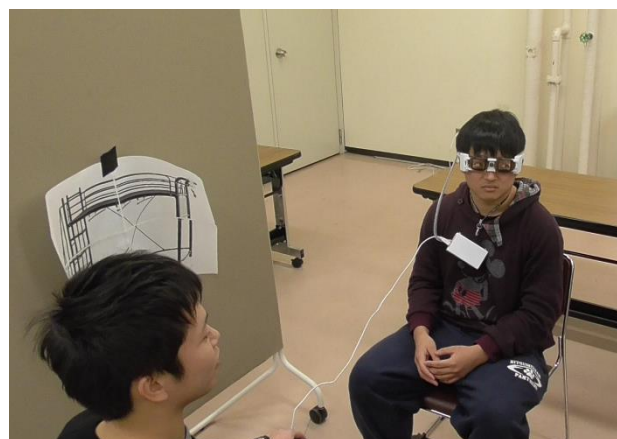


図 3: 実験の様子

ンケートに回答してもらった。

4.3 実験条件

実験の条件は図4に示す6通りである。AgencyGlassを装着させる条件は、振動によるフィードバックの有無、視線制御による目の画像の切り替えの有無を組み合わせて全部で4つおこなった。前が全く見えないサングラスを装着してもらう条件を条件5、なにも装着しない条件を条件6としている。

フィードバックを行う条件では、実験者が視線方向を変えるタイミングで、手元に持ったコントローラによってフィードバックを制御した。

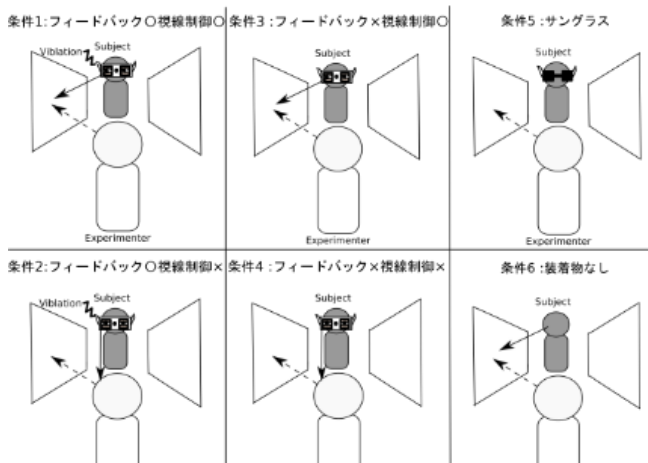


図4: 実験条件

4.4 評価方法

評価はアンケートとビデオ分析によっておこなった。アンケート項目は条件終了時に回答してもらった主観的な項目がQ1~Q7、ビデオを見て回答してもらった客観的な項目がQ8~Q9である。各項目に関して、7を「非常によくあてはまる」とし、1を「まったくあてはまらない」としたリッカートスケールで回答する形式でアンケート調査をおこなった。各項目は以下の通りである。

- Q1) 実験者の様子はイメージしやすかった
- Q2) 実験者の解説はわかりやすかった
- Q3) 会話はしやすかった
- Q4) 実験者の紹介の対象はわかりやすかった
- Q5) 実験者との会話のタイミングはわかりやすかった
- Q6) 実験は安心しておこなうことが出来た
- Q7) 実験者の向いている方向に向きやすくなった
- Q8) 会話の様子は自然である
- Q9) 自身の様子は自然である

4.5 実験仮説

今回おこなった予備実験の仮説は、AgencyGlassによって対面する相手の視線方向をフィードバックすることによって、フィードバックがないときに比べてアンケート調査の主観的の評価が高くなることである。また、視線制御があるときのほうが、ないときよりもアンケート調査の客観的の評価が高くなることである。

4.6 実験結果

被験者として、2名(2名とも23歳の男性)に参加してもらった。被験者2名の結果を図5、6に示す。

まず、被験者1について、主観評価では、すべてのアンケート項目でフィードバックがあるほうが、ないよりも良いという結果を得られた。また、ビデオを見て回答させた客観評価では、フィードバックがある条件と、フィードバックのある条件がない条件よりも高い評価を得ることが出来た。実験後にアンケート用紙の自由記述欄と、実験終了後の口頭インタビューでは、「目の見えないう状態は不安だったが、フィードバックがあることによって安心感を得られる」、「客観的に見たとき、フィードバックがないとき(頭が回転しないとき)は視線が動いているほうが自然に見えるが、フィードバックがあるとむしろ不自然に見える」という意見を得ることが出来た。

一方、被験者2は主観評価、客観評価において、あまり大きな差は見られなかった。アンケート用紙の自由記述、実験終了後の口頭インタビューでは、「フィードバックがあるほうが、右、左と言われたときにどちらのことかわかりやすい」、「目が見えないほうが、相手の視線を感じないのでむしろ安心する」という意見を得た。

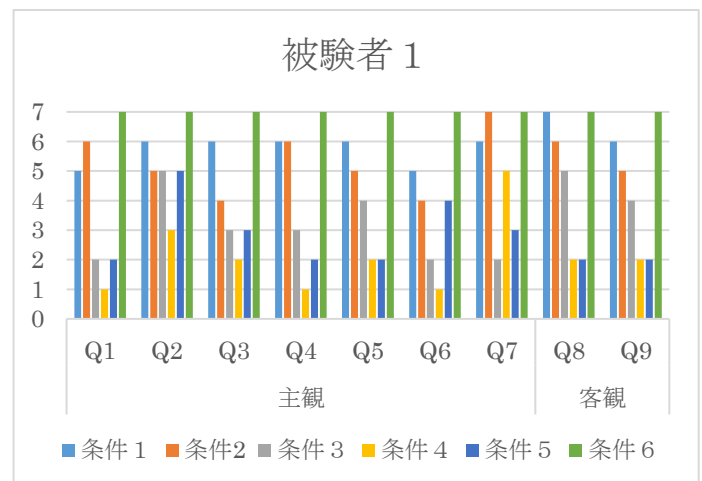


図5: 被験者1のアンケート結果

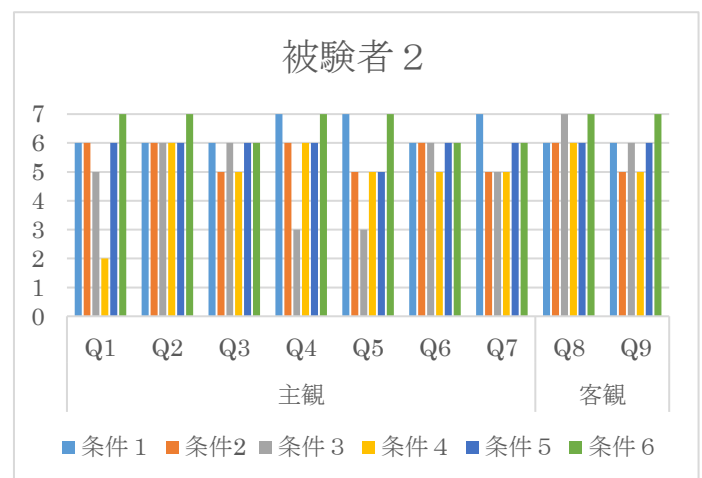


図6: 被験者2のアンケート結果

5. 考察

今回の実験中、目の見えない状態の被験者が知覚することは、実験者とのインタラクションとフィードバックだけである。そのため、フィードバックがある条件 1, 2 と、フィードバックのない条件 3, 4, 5 は主観評価において同一の結果となるはずである。しかし、今回のアンケート調査では、差のある項目がいくつかある。これは、タスクによって被験者の様子がイメージしやすいものや、会話がおこないやすいものがあつたことが考えられる。今回被験者とインタラクションをおこなう際のスクリプトは、商品の紹介やおすすめの食べ物など、被験者の予備知識に依存する可能性があつたため、本実験では統制のとれたタスクを使用する。

また、今回の予備実験では、2名の被験者のアンケート調査に大きく差があつたが、これは、被験者 1 と被験者 2 の性格の差異から出た差であることが考えられる。被験者 1 は、普段対面コミュニケーションをおこなう際に、他者の目から情報を得ていることが推測される。ビデオ分析でも、何もつけていない状態のときに実験者の視線方向に追従し、実験者が被験者を見るとアイコンタクトをおこなうという様子が見えた。このため、何も見えていない状態では不安感があるが、相手の視線情報となるフィードバックを得ることで安心感を得ることが出来たと考えられる。一方で、被験者 2 はインタビューでも言っていたように、他者の目を見ることに抵抗があり、対面コミュニケーションにおいてあまり相手の視線から情報を得ることをしないことが推測される。ビデオ分析からも同様の様子が見られた。そのため、目が見えていない状態でも会話の質が落ちることはなかったと考えられる。

今回の予備実験では、被験者は普段の目の見えている状態とデバイスを装着したときを比較してアンケート調査をおこなっていることが推測できる。そのため、普段から対面コミュニケーションをおこなう際に視線情報を取得しがちかどうかで、本研究におけるデバイスの評価が左右したと考えられる。本研究の目的は、視覚障がい者の対面コミュニケーションの支援である。そのため、目の見えていない状態とデバイスを装着した際のコミュニケーションに質の違いを評価する必要がある。本実験をおこなう際には、被験者には実験をおこなう前にデモンストレーションとして、目の見えない状態で 5~10 分ほどいてもらい、その状態になれてもらう。その後実験をおこなうことで、本来評価すべき目の見えていない状態との比較をおこなうことができると考えられる。

今回の予備実験から、対面コミュニケーションにおいて相手の視線情報を必要と考える人に対して、AgencyGlass のフィードバックが有効であることが示唆された。また、普段からアイコンタクトや相手の見ているものを見るということをおこなっており、それを自然だと考える人にとって、AgencyGlass のフィードバックや視線制御の機能があるほうが、客観的に見たときに自然であることが示唆された。

6. 今後の展望

評価方法としては、前章で挙げたように、被験者と実験者のインタラクションの内容に差がでないようなタスクを用意することによって、正確なデバイスの評価が可能となると考えられる。また、デモンストレーションをおこなうことによって、視覚障がい者にとってデバイスが有効かどうかを評価することが出来ると考えられる。以上の点を踏まえて、本実験をおこなう。

また、デバイスに関して、現状の視線センサモジュールは、出力する値の信頼度が低く、誤ったフィードバックや視線制御を

おこなう可能性があつたために、今回の予備実験では実験者が直接デバイスを操作した。センサの変更や、制御アルゴリズムを改善することによって、正確なフィードバックや視線制御が可能になると考えられる。また、現在の AgencyGlass は、正面にコミュニケーションの相手がいることを想定して開発したが、今後複数人対話や、正面ではないところに他者がいるときにも、相手の視線情報をフィードバックすることが出来るように改良していく。

7. まとめ

本研究では、視覚障がい者が得ることの難しい他者の視線情報を、振動によりフィードバックし、目の映像を自動で制御することによってアイコンタクトをすることが出来るデバイス AgencyGlass を開発し、その評価として予備実験をおこなった。予備実験の結果、今回の評価方法では被験者の対面コミュニケーションにおける視線情報に対する意識によって、デバイスに対する評価が左右されること、視線情報を必要とする人にとって AgencyGlass のフィードバックや視線制御は有効であることが示唆された。

今後、今回得られた結果から本実験を考案し、より評価しやすい点が正しく評価することのできる実験をおこなうとともに、実用化を目指してデバイスの機能改善をおこなっていく。

本研究で提案する手法の効果を明らかにすることによって、コミュニケーションにおける人の知能の解明や、より人間に近い方法で人とコミュニケーションを取ることを出来る人工知能の開発に貢献できると筆者は考える。

参考文献

- [1] R. L. Birdwhistell, *Kinesics and context : essays on body motion communication*. University of Pennsylvania Press, 1970.
- [2] 武川直樹, “コミュニケーションにおける視線の役割: 視線が伝える意図・気持ち,” 電子情報通信学会誌, 2002.
- [3] S. Qiu, J. Hu, and M. Rauterberg, “Nonverbal Signals for Face-to-Face Communication between the Blind and the Sighted,” *Conf. Enabling Access Pers. ...*, no. February, pp. 12–14, 2015.
- [4] Y. Jin, J. Kim, B. Kim, R. Mallipeddi, and M. Lee, “Smart Cane: Face Recognition System for Blind,” *Proc. 3rd Int. Conf. Human-Agent Interact.*, pp. 145–148, 2015.
- [5] S. ur Réhman and L. Liu, “Vibrotactile Rendering of Human Emotions on the Manifold of Facial Expressions.”
- [6] S. Krishna, S. Bala, T. McDaniel, S. McGuire, and S. Panchanathan, “VibroGlove: An Assistive Technology Aid for Conveying Facial Expressions,” *CHI 2010 Work. (Spotlight Posters Days 1 & 2)*, 2010.
- [7] S. Qiu, H. Osawa, J. Hu, and M. Rauterberg, “E-Gaze: Create Gaze Communication for People with Visual Disability,” *Proc. 3rd Int. Conf. Human-Agent Interact.*, pp. 199–202, 2015.