

令和元年6月13日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12484

研究課題名(和文)視線投影デバイスを用いたユーザの視線表出補助

研究課題名(英文)Complementation of User's Gaze using Eye Projection Device

研究代表者

大澤 博隆 (OSAWA, Hirotaka)

筑波大学・システム情報系・助教

研究者番号：10589641

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：視覚障害者20名に対し現状の問題分析を行った。結果、視覚障害者はアイコンタクトなど、相手の顔の肯定的なシグナルを得られないことが会話の障害となっていることが分かった。これを元に現状のプロトタイプデバイスを改良し、ユーザの視線を検出し、これを振動によってフィードバックし、同時にアイコンタクトを表出するためのデバイスを開発した。以上の結果を元に視覚フィードバックを用いたシナリオを設計し、これを元に対話を行ったところ、触覚フィードバックが会話パートナーへの集中を促すこと、対話者と装着者それぞれが話しやすくなることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

盲目の患者は国内だけでも160万人を超えており、将来的には200万人以上が発生すると考えられる。こうしたユーザにとって環境中の物を見るための目の代替手段が必要とされているが、同時にコミュニケーションのための視線表出と、相手の視線を検出する技術が求められている。こうした患者に対し、機能の補完を目指す本研究は大きな手助けになると考えられる。本研究で行われるような視線表出がこうしたユーザに適用されることで、視線を要求するような感情労働の分野に、こうした障害をもつ患者が参加でき、障害を持つ人々が健常者と同じように活躍し、社会参画できるような社会像が、将来的に想定できる。

研究成果の概要(英文)：First, we conducted analysis for visually handicapped 20 persons. As a result, it was found that the inability of visually impaired people to obtain positive signals of the other person's face, such as eye contact, is a barrier to conversation. Based on the result, we improved the current prototype device, and developed a device to detect the user's line of sight, feed it back by vibration, and simultaneously express the eye-contact. Using this device, we designed an experimental scenario using visual feedback, and conducted dialogue based on this scenario. We confirmed that tactile feedback promotes concentration in conversation partners, and that both the interviewer and the wearer can talk more easily.

研究分野：ヒューマンエージェントインタラクション

キーワード：ウェアラブルコンピューティング ヒューマンエージェントインタラクション 視線表出

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

他者の意図推定を行う心の理論は、人間の持つ最も複雑な知能プロセスの一つであり、非言語情報の意図の推定では特に、視線がよく使われることが知られている。人間の脳に関する社会脳仮説では、脳はお互いにコミュニケーションを取り、視線などの相手の表出から意図を見ぬくために進化したとされる。また、人間の虹彩と白膜のコントラストの高さは、他者から意図を見抜かれる危険性、自分の意図を表出してコミュニケーションするメリットが大きかったことを示唆する。さらに社会学者の Hochschild が提案した、他者の感情に合わせて動く種類の労働「感情労働」において、視線による相手の意図の察知、気配りを適切なタイミングで出すことが重要とされる。以上のように、進化生物学や社会学の観点から視線検出と視線表出の重要性が言われている。しかしながら、盲目の患者など、視線の検出や視線の表出が十分に行えない状況にあるユーザも多い。特に盲目の患者の場合、他者の視線の検出が難しいだけでなく、他者の視線に対する反応が適切に行えないことが問題とされている。

2. 研究の目的

本研究では、他者の意図を読み取り、他者の視線の動きを合わせるためのデバイスを作成する。本デバイスにより、自分自身で自分の思い通りに相手と視線を合わせる等、視線の社会的な機能を阻害されているユーザに対し、視線表出補助（他者の視線検出や他者との指示対象の共有の補助）を行う。本研究ではこのような視線の人工補綴を行う際のデバイスや、アルゴリズムの開発を行うとともに、他者の補助の際に、どのような視線検出が求められるか、検出した視線について、どのようにユーザへフィードバックを行うか、ユーザの操作が間に合わない視線検出と視線表出について、どこまでの自動化が受け入れられるかといったデバイスを使用する際の個々の要素について、研究期間内に対人評価を通じて、検討を行った。

3. 研究の方法

本研究では、視線の検出と視線表出を行い、ユーザに対して適切なフィードバックを返すための手法を研究する。開発課題として 1) 視線を検出し、それをユーザに適切にフィードバックするためのデバイス、及び 2) 視線を自動的に表出するアルゴリズムの 2 点を目的とする。また、評価課題として、1) 視線検出を必要とするユーザの状況の分類、2) 視線検出をユーザにフィードバックするための適切な手法の検討、3) 視線検出と視線表出の自動化と手動操作のバランス、の 3 点を目的とする。また、対人実験評価項目 3 点に関しては、提案者自身の研究組織および、協力先であるオランダのアイントホーフェン工科大学と共同で行った。

本研究では、まず 2 者間の対面コミュニケーションでの使用を想定して、右図のデバイスを設計した。アイコンタクトと共同注視という注視行動は、装着者と対面者が相互に理解しなければならない。まず、装着者に対面者の注視行動を伝達するために、対面者の頭部回転角度と視線方向を取得する必要がある。これらの情報から、対面者の注視方向を計算し、振動によって装着者に伝達する。次に、対面者に対して装着者の注視行動を表現するために、装着者の頭部回転角度を取得する必要がある。対面者の注視方向と装着者の頭部回転角度から、対面者と同じ方向に視線を向けているように表現することが出来る。装着者の視線の表現は、さまざまな方向に視線を向けている目の写真を複数枚用意し、液晶に表示させることによっておこなう。

装着部を軽量するため、かつ出来るだけ違和感のないデザインとするために、眼鏡部分とマイコン部分の二つで構成した。眼鏡部分には、装着者の視線を表現するためのディスプレイが 2 つ、装着者の頭部回転角度を取得する 9 軸モーションセンサ、対面者の視線方向を取得する視線検知センサモジュール、装着者に対面者の注視方向を伝達するために振動モータを 2 つ搭載した。

デバイスの機能は、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。Qiu らは、提案者が開発したデバイス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行った。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た。

評価では 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、デバイス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、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、まっすぐに向く。この機能により、相互に共同注視をおこなうことが可能となると考えられる。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。

本研究では、対面コミュニケーションにおける有用性を評価するための実験をおこなった。具体的には、装着した人とその人に対面する人が、与えられたタスクを通してインタラクションを取るとき、実験参加者が感じる会話や、会話相手への印象がどのように変化するかを調査する実験をおこなった。

実験は実験参加者2人1組でおこなった。実験参加者は約1mの間に対面した状態で椅子に座り、左右に配置されたイラストや文章を見ながらタスクをおこなう。2者の間には地上1mほどの机を設置し、その上にRealSenseを置いた。タスクは、2人で旅行の計画を立てるというタスクをおこなった。具体的には、左右のA、Bのホワイトボードに2つの国や観光地、食べ物の写真と写真に関する情報を条件ごとに2枚貼り付け、2つのうちどちらに行くか、どちらを食べるかということを相談して決める。2つの紙はA4用紙に印刷し、ホワイトボードにマグネットで張り付けた。片方の実験参加者（以降装着者）はデバイスを装着し、目は見えない状態とする。装着者と、装着者に対面する他者（以降対面者）には、動作条件を切り替えながら、計4回課題をおこなう。条件終了ごとに、装着者と対面者にそれぞれアンケート調査を実施した。4回の課題が終了したのち、装着者側と対面者側の実験参加者を入れ替え、再度実験をおこなった。実験の様子は、装着者と対面者を撮影するため、それぞれの実験参加者の後方から2台のビデオカメラにて録画をおこなった。評価は、アンケート調査の結果と実験の動画分析、また実験終了後のインタビューによっておこなった。

4. 研究成果

まず視覚障害者20名に対し現状の問題分析を行った。その結果、視覚障害者はアイコンタクトなど、相手の顔の肯定的なシグナルを得られないことが会話の障害となっていることが分かった。これを元に現状のプロトタイプデバイスを改良し、ユーザの視線を検出し、これを振動によってフィードバックし、同時にアイコンタクトを表出するためのデバイスを開発した。

評価は、条件終了ごとに回答してもらうアンケートによっておこなった。アンケートの回答項目はTable 1, Table 2の通りであり、それぞれ7段階のリッカート尺度（7:かなりあてはまる、6:あてはまる、5:少しあてはまる、4:どちらでもない、3:あまりあてはまらない、2:あてはまらない、1:全くあてはまらない）によって回答してもらった。アンケート項目については、装着者側に関してはQiuらがおこなった視覚障がい者に対するインタビューで挙げられた視覚障がい者の不満をもとに作成し、デバイスによって影響がありそうな点を質問とした。対面者側は、装着者への印象の変化を評価するために以下のような項目を設定した。

Table 1 Questionnaire for the wearer

(1)	会話相手の様子はイメージしやすかった
(2)	会話相手の説明はわかりやすかった
(3)	会話はしやすかった
(4)	タスクは安心しておこなうことが出来た
(5)	会話相手に親近感を感じた
(6)	タスクに対して貢献することができた

Table 2 Questionnaire for the facing person

(1)	相手の様子は自然であった
(2)	会話はおこないやすかった
(3)	タスクはおこないやすかった
(4)	相手に親近感を感じた

また、実験中の実験参加者の様子を撮影したビデオ映像から話者交代の円滑さを評価するた

めに、「話者交代の失敗」とされている両実験参加者が発話していない時間である沈黙時間、両実験参加者が同時に発話した重なり回数を算出し、各条件のタスク時間によって割った沈黙率、発話の重なり率を算出した。なお、片方の実験参加者が発話している際に、もう片方の実験参加者が「うん」や「そうだね」などの相槌を打った場合は、重なりとして数えないこととした。実験の仮説は、装着者へのすべてのアンケート項目について、フィードバック機能がある条件の方が無い条件に比べて有意に高くなり、また対面者へのすべてのアンケート項目について、トラッキング機能がある方が無い方に比べて有意に高くなることである。また、フィードバック機能とトラッキング機能によって互いの注視行動を相互理解することによって会話が円滑となり、条件1が他の条件よりも沈黙時間、発話の重なりが有意に低くなることである。

評価では目の結果と、沈黙率、発話の重なり率を使用した。検定はフィードバック要因とトラッキング要因の2要因について被験者内分散分析をおこなった。有意確率を $p < 0.05$ とする。装着者側のアンケートでは、アンケート項目(1)~(5)についてフィードバック要因に主効果が認められ、交互作用は認められなかった((1): $F=55.862$, $p < .05$ (2): $F=10.565$, $p < .01$ (3): $F=22.173$, $p < .01$ (4): $F=14.994$, $p < .01$ (5): $F=25.568$, $p < .01$)。また、アンケート項目(6)ではフィードバック要因の主効果を示唆する結果となり、交互作用は認められなかった((6): $F=4.617$, $p < 0.1$)。

対面者側のアンケートでは、アンケート項目(1)、(2)についてトラッキング要因に主効果が認められ、交互作用は認められなかった((1): $F=9.878$, $p < .05$ (2): $F=11.193$, $p < .01$)。アンケート項目(3)では、フィードバック要因とトラッキング要因に共に主効果が認められ、交互作用は認められなかった(フィードバック要因: $F=7.364$, $p < .05$ トラッキング要因: $F=17.609$, $p < .01$)。アンケート項目(4)では、トラッキング要因に主効果が認められ、フィードバック要因、交互作用に主効果が示唆された(フィードバック要因: $F=4.182$, $p < .1$ トラッキング要因: $F=9.953$, $p < .05$ 交互作用 $F=4.048$, $p < .1$)。Bonferroni法によって4条件を多重比較したところ、条件1が条件2,3,4に比べて有意に高いという結果となった(1-2: $p < .05$ 1-3: $p < 0.5$ 1-4: $p < .01$)。

沈黙率では、フィードバック要因に主効果が示唆され、交互作用が示唆された(フィードバック要因: $F=3.655$, $p < .1$ 交互作用: $F=3.782$, $p < .1$)。Bonferroni法によって4条件を多重比較したところ、いずれの組み合わせにも有意差は見られなかった。発話の重なり率では、フィードバック要因に主効果が認められた($F=8.189$, $p < .05$)。

この結果をタンジブルコンピューティングに関する会議TEI 2016およびウェアラブルコンピューティングに関する会議ISWC2017にて発表した。以上の結果を元に視覚フィードバックを用いたシナリオを設計し、これを元に対話を行ったところ、触覚フィードバックが会話パートナーへの集中を促すこと、対話者と装着者それぞれが話しやすくなることを確認した。以上の結果を元にHAIに関する国際会議HAI2015, 2016, HCI International2018, HCIに関するジャーナルIJHCIに発表し、採択された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 1 件)(査読有 1)

1. Qiu, S., Hu, J., Han, T., Osawa, H., & Rauterberg, M. (2019). Social Glasses: Simulating Interactive Gaze for Visually Impaired People in Face-to-Face Communication. *International Journal of Human-Computer Interaction*, accepted. (査読有)

[学会発表](計 6 件)(査読有 5, 査読無 1)

1. Qiu, S., Han, T., Osawa, H., Rauterberg, M., & Hu, J. (2018). HCI Design for People with Visual Disability in Social Interaction. *HCI International*, pp. 124-134.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-91125-0_10(査読有)
2. Osawa, H., Goto, T., & Wang, B. (2017). Wearable Social Prosthetics: Supporting Social Gaze with Artificial Eyes. *International Symposium on Wearable Computers*, pp. 168-169. (査読有)
3. Qiu, S., Anas, S. A., Osawa, H., Rauterberg, M., & Hu, J. (2016). Model-Driven Gaze Simulation for the Blind Person in Face-to-Face Communication. *Proceedings of the Fourth International*

Conference on Human Agent Interaction - HAI '16, pp. 59–62.

<https://doi.org/10.1145/2974804.2980482>(査読有)

4. Goto, T., & Osawa, H. (2016). Evaluation of a Substitution Device for Emotional Labor by using Task-Processing Time and Cognitive Load. *International Conference on Human-Agent Interaction*, pp. 359–362. (査読有)
5. Qiu, S., Osawa, H., Rauterberg, M., & Hu, J. (2016). E-Gaze Glasses : Simulating Natural Gazes for Blind People. *International Conference on Tangible and Embedded Interface*, pp. 563–569. (査読有)
6. 後藤豪臣, & 大澤博隆. (2016). 感情労働代替デバイスが与えるタスク処理時間と心理的負荷への影響. 人工知能学会全国大会, 2N5-OS-29b-4in1. (査読無)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://hai lab.net/>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名 :

ローマ字氏名 :

所属研究機関名 :

部局名 :

職名 :

研究者番号(8桁):

(2)研究協力者

研究協力者氏名 : Shi Qiu

ローマ字氏名 : Shi Qiu

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。