

自己表情が他者からフィードバックされることで笑顔が促進されるシステム

堀江彩太* 寺田 努* 塚本昌彦*

概要. 他者との会話において表情が相手に与える印象は大きいですが、会話中に自分自身の表情を意識する機会は少ない。そのため無意識のうちに自分の意図とは異なる印象を他者に与えてしまうことがあり、これは他者とのコミュニケーションにおけるひとつの障害になりうる。また近年センサの小型化が進み、身体に装着できるほどの小型センサで表情認識を行うことができる。そこで本研究では、表情推定が可能な小型のカメラセンサを搭載したメガネ型ウェアラブルデバイスを用いて、自己表情が他者から LED 光のパターンでフィードバックされるシステムを提案、実装する。本システムによって、フィードバックを受ける人は自己表情を意識する機会が増え笑顔の表出回数が増加するという仮説のもと、2 人 1 組の会話実験を行った。その結果、会話によって笑顔の表出にばらつきはあるものの、会話中にフィードバックを行うことで笑顔を促す効果がある可能性を確認した。

1 はじめに

我々の日常生活において他者と良好なコミュニケーション関係を築くことは必要不可欠であり、一生涯欠かすことのできない要素である。また昨今のソーシャルネットワークシステム (SNS) の台頭によって、実際に会わずにコミュニケーションを行う非対面コミュニケーションの機会が増えた一方で、より一層直接会って行う対面コミュニケーションの重要性が指摘されている [1]。他者とのコミュニケーションにおいて、会話内容そのものの言語情報とは別に、話し方や仕草、表情などの非言語情報が相手に与える印象は大きいということは長い間広く知られている。Mehrabian はコミュニケーションにおいて他者に与える印象の要因の割合を調査しており、会話内容が 7%、声のトーンや話し方が 38%、表情や仕草が 55% という結果を示している [2]。この結果から会話中の非言語情報、とりわけ表情や仕草が他者に与える印象の影響は大きく、例えば相手に良い印象を与えたい場合、できるだけ笑顔でいることが望ましいといえる。

Strack らは自分自身の意志とは関係なく、笑顔の表情を生成することによってポジティブな感情がより得られることを報告している [3]。野口らは 2 者の会話において表情表出の抑制または誇張が受け手に対して及ぼす影響について調査している [4]。ポジティブな表情表出を誇張することによって、受け手のポジティブな表情表出と発話割合が増大することを報告している。このことから、自分自身のポジティブな表情表出を増やすことによって、自分自身も話し相手も、両方がよりポジティブな感情を得られるようになると考えられる。また桜木らは 3 者間

での会話場面において視覚メディアが笑顔とうなずきの表出に与える影響について調査しており、非言語的表出性と会話満足度との間に有意な正の相関関係が得られたと報告している [5]。しかし、我々が会話中に自分自身がどのような表情をしているかを意識する機会は少ない。そのため、たとえ自分の笑顔表出が少なかったとしてもその状況に気付くことが難しいという問題がある。

そこで筆者らはリアルタイムに人の表情推定ができるカメラセンサに着目した。このカメラセンサを用いて自己表情が他者に与える印象を可視化できれば、会話中の自分自身の表情を意識する機会が増えるため、自分の笑顔表出が少ないにも関わらずその状況に気付かないという問題を解決できるのではないかと考えた。また近年、表情推定が可能なカメラセンサは小型化が進んでおり常に身体に装着できるほどの小さなものもある。ウェアラブルデバイスはセンサの小型化、高性能化により長時間、場所によらずに装着できるため、さまざまな状況においても利用可能で、潤沢なデータを得られる。よってこのカメラセンサをウェアラブルデバイスに組み込むことで、低負荷で発展性が見込めるシステムが構築できるのではないかと考えた。

本研究では図 1 のような、会話中に他者の表情を他者に提示するメガネ型デバイスを互いに装着することで、自己表情が他者から視覚的にフィードバックされるシステムを提案する。また本システムによって表れる会話中の変化として、笑顔の表出に着目する。本システムを用いることで笑顔の表出回数や頻度に変化が表れるか調査を行う。

2 関連研究

会話中の笑顔を確認し、その場でフィードバックする方法としては以下の 2 つが考えられる。

Copyright is held by the author(s).

* 神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻



- ①相手の笑顔を認識
②白色点灯で相手に通知

図 1. 提案システムのイメージ

- 環境内に設置したカメラで表情を認識し、場全体にフィードバックする。
- 自己表情を認識するウェアラブルデバイスを使って自分にフィードバックする。

上記のそれぞれに関して、日常生活において笑顔を認識する方法や、フィードバックする方法に関する先行研究について述べる。

Tsujita らは日常生活のなかで積極的に笑顔をつくることを促進し、ユーザの感情状態の向上を支援するシステム「HappinessCounter」を提案している [6]。洗面所などの日常生活で習慣的に対面する場所に設置したり、冷蔵庫を開けるなどのユーザが日常で定期的に行う動作において笑顔検出をトリガーとするなどして、ユーザにより多くの笑顔生成を誘発する。笑顔の形成を積極的に支援する機会を設けることによって、普段他者とのコミュニケーションの機会が少ない人の感情状態を向上させることを目的としている。笑顔を促すという点では本研究と目的を同じくするが、本研究では会話中の表情をフィードバックするため、場所やタイミングによらずに笑顔を検出する必要があるという点で異なる。

Masai らはメガネの内側にフォトリフレクタを搭載し、メガネと頬との距離を測ることで笑顔を検出するシステムを提案している [7]。笑顔のときにメガネと頬の距離が短くなることを利用し単純にフォトリフレクタで距離を計測するだけであるため、場所やタイミングによらずに笑顔の認識を行える。しかしフォトリフレクタの性質上、周辺光の影響を強く受け、また微妙な表情の変化が十分に認識できない。そのため、さまざまな環境で行われる可能性があり、微妙な表情の変化の認識が必要となる [8] 会話場面には適さないと考える。

そこで本研究では、本章の始めに述べた二つの方法とは別の方法として、小型カメラセンサを搭載し

たウェアラブルデバイスを用いて他者の笑顔を認識し、他者にフィードバックする方法を提案する。小型のカメラセンサを用いることで微妙な表情変化を認識でき、ウェアラブルデバイスとして組み込むことで常時どの場所でも表情認識が可能となる。またフィードバックもウェアラブルデバイスから行えるようにすることで、すべてがウェアラブルデバイス上で完結し実環境への導入を容易にする。加えて提案手法の特徴として、フィードバックされる側としてはその環境内の人間からフィードバックを受けることになるため、その場でのフィードバック（例えば、誰かが笑顔になると照明が明るくなるなど）とは異なる効果が得られると考えられる。

3 提案システム

本章では提案システムの実装に関してシステム要件を述べた後に、システム構成について述べる。

3.1 システム要件

本研究では他者との会話において、自己表情が他者からフィードバックされることで笑顔が促進されるシステムの構築を目指す。そこで以下の2点のシステム要件を満たす必要がある。

1. 社会的受容性がある: さまざまな場面での会話で利用することを想定した場合、ウェアラブルデバイスには社会的受容性が求められる。具体的には、容易に装着、取外しできること、大きさや重量によって装着者に大きな負担がかからないことなどが挙げられる。

2. システムによって会話を阻害しない: カメラセンサによって表情を検出し、その情報をフィードバックする方法としてさまざまなものが考えられる。しかし本研究では会話中にフィードバックを行うため、音声フィードバックなどの会話を阻害するフィードバック方法は適していない。また視覚によるフィードバックでも、会話中に話し相手から大きく目をそらすようなシステム構成であると会話を阻害することになるため、他者との会話中に目視しても不自然とならない場所から提示することが望ましい。

3.2 システム構成

以上のシステム要件を踏まえ、メガネ型デバイスの構成を図2に示す。表情推定を行うためのカメラセンサとしてオムロン社の HVC-P2[9] をメガネに取り付け、有線でマイコン (Arduino[10]) に接続した。このカメラセンサは広角カメラを有しているため、より広い範囲で複数人の顔を検出できる。また表情認識からフィードバックまで、PC を介さずすべてマイコンで処理を行う。カメラセンサは毎秒2回ずつ画像を取得し、検出した顔の表情データをマイコンに送信する。表情データは、無表情、喜び、驚き、怒り、悲しみの5要素の合計が100に

自己表情が他者からフィードバックされることで笑顔が促進されるシステム

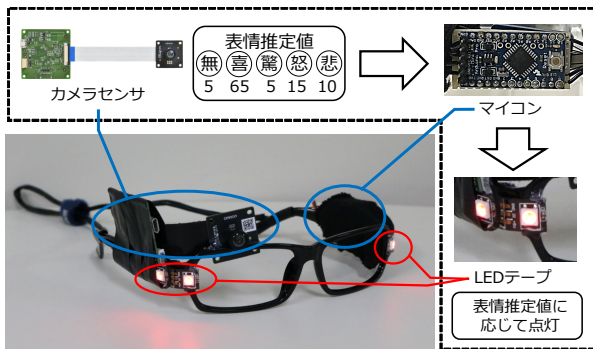


図 2. システム構成



図 3. デバイス装着のようす

なる数値で出力される。会話を阻害しないフィードバック方法として、本システムではLEDの光り方によってフィードバックする。カメラセンサから得た表情データに応じてメガネの前面と横面に取り付けたLEDが点灯、点滅することで、図3のようにデバイス装着者の話し相手に対してフィードバックを行う。LEDはメガネの外側に取り付けているため、装着者には見えない。取得した表情データはマイコンに有線接続されたmicroSDカードに保存される。メガネ、カメラセンサ、マイコン、LEDテープ、リポバッテリーを合わせたデバイスの総重量は69グラムである。

4 実験

提案システムが会話に与える影響を調査するため、図4のように2名1組の会話実験を行った。

4.1 実験手法

被験者は20代男性8名で、会話ペアは計4組である。両者ともにメガネ型デバイスを装着した状態で10分間の会話を行う。会話は両者のフィードバックの有無のパターンを変えて3回行った。例えば被



図 4. 実験のようす

験者AとBの会話の場合、どちらもフィードバックを受けない（どちらのデバイスも光らない）パターンI、被験者Aのみがフィードバックを受ける（被験者Bが装着するデバイスのみが光る）パターンII、被験者Bのみがフィードバックを受ける（被験者Aが装着するデバイスのみが光る）パターンIIIの計3回である。これを被験者C、Dのペア、E、Fのペア、G、Hのペアに対しても同様に行った。

メガネ型デバイスのフィードバックの機能としては笑顔を促すねらいのもと機能を実装し、フィードバックの有無によってどれだけ笑顔が頻繁に表出するかを評価する。具体的には、喜びの数値が50以上となる表情を笑顔とみなし、笑顔であることを意識させるためにLEDを白色点灯させる。また笑顔を一度も検出しない時間が20秒以上続いた場合、次に笑顔が検出されるまで笑顔を促すための警告としてLEDを赤色に点滅させる。この一定時間笑顔がないことを警告される時間を笑顔なし警告時間と定義し、本研究での評価指標とする。会話相手からフィードバックを受けることによって、

- 10分間の会話における笑顔の割合が大きくなり（仮説1）、
- 頻繁に笑顔を促され笑顔なし警告時間の平均時間が短くなる（仮説2）

という二つの仮説のもと結果の比較検証を行う。なお被験者にはそれぞれの会話について異なるテーマを与えた。具体的には「卒業旅行の行き先を決める」「学園祭での出展内容を決める」「追い出しコンパの出し物を決める」というテーマで話し合うように指示をした。他の被験者に対する指示として、会話の前にメガネ型デバイスの機能の説明は行ったが、本実験の意図は伝えずに（笑顔なし警告があった場合には笑顔を表出するような指示は行わずに）実験を行った。

また各会話が終わった後には、会話の盛り上がりやフィードバックがどれほど気になったかについて主観的な評価を調査するため、5段階のリッカート尺度でのアンケート調査を行った。

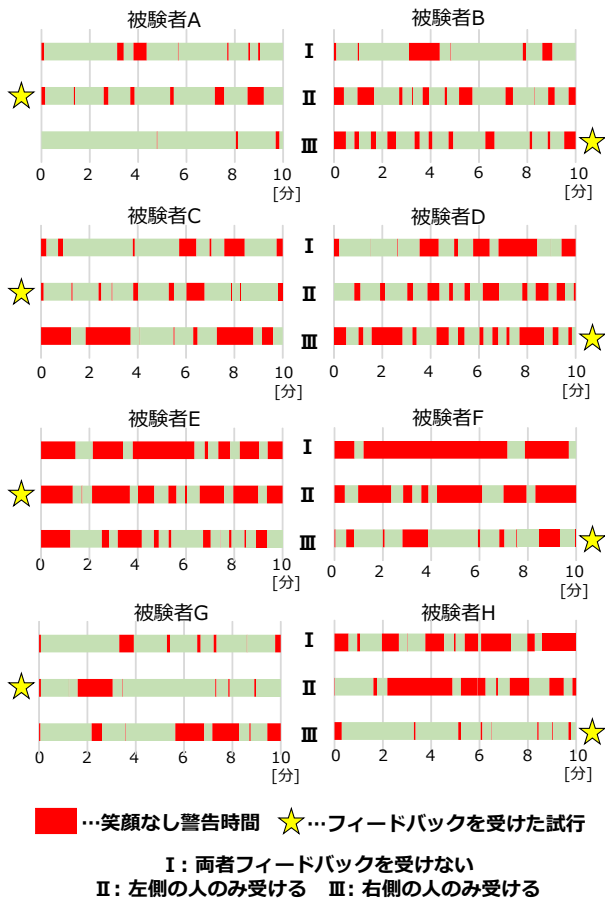


図 5. 10 分間の会話タイムライン

4.2 実験結果と考察

まず実験結果の概要として、それぞれの 10 分間の会話における笑顔なし警告時間をタイムライン形式に表したものを図 5 に示す。被験者 A は全体的に笑顔なし警告時間が短く、被験者 E や F には警告時間が長いものがみられるなど、被験者によって大きく差があることが分かる。以下、10 分間の会話における笑顔の割合と笑顔なし警告時間の平均時間についてそれぞれ実験結果を示し、考察を行う。ただし、他者からフィードバックを受けることによる影響に着目するため、各被験者におけるフィードバックの有無で場合分けする。例えば被験者 A の場合、被験者 A がフィードバックを受けないパターン I とパターン III を同じ状況であるとみなし、その平均をフィードバックを受けない場合とする。

4.2.1 笑顔の割合

8 名の被験者の会話 10 分間における笑顔表出の割合をフィードバックの有無で分けた結果を図 6 に示す。被験者 A, C, F, H の 4 名はフィードバックなしと比べてフィードバックありの会話の方が笑顔の

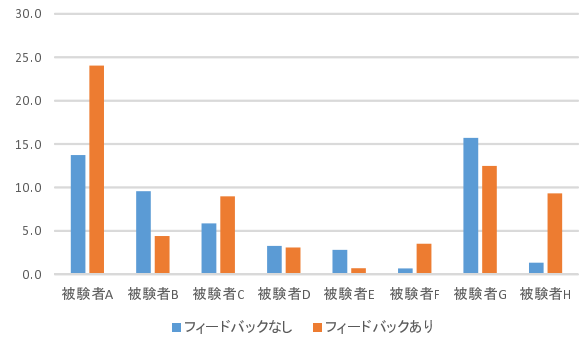


図 6. 10 分間の会話における笑顔の割合 [%]

割合が大きくなっているが、一方で被験者 B, E, G の 3 名は逆の結果となった。被験者 D はフィードバックの有無での変化が見られなかった。フィードバックありとなしの条件間で、笑顔の割合の平均値間の差について対応のある t 検定を実施したところ、統計的に有意な差は認められなかった ($t(7) = -0.886$, $p = 0.405 > .05$)。以上の結果から、全体として 10 分間の会話における笑顔の割合が大きくなるという仮説 1 は支持されなかった。

この結果の原因として、会話のテーマの違いによる盛り上がりの度合いの影響が大きかったことが挙げられる。たとえば被験者 E と F の会話での笑顔の表出回数は、パターン I では 12 回と 6 回、パターン II では 8 回と 9 回であるのに対し、パターン III では 52 回と 39 回と明らかに増えている。またパターン I, パターン II では会話も途切れぎみであったため、フィードバックの有無というよりは会話によって全体的に盛り上がっていることが笑顔表出に影響を与えていると考えられる。

4.2.2 笑顔なし警告時間

8 名の被験者の笑顔なし警告時間の平均時間をフィードバックの有無で分けた結果を図 7 に示す。被験者 B, D, E の 3 名にほとんど変化は見られなかった。他の被験者はすべてフィードバックありの方が笑顔なし警告時間が減少していたが、フィードバックありとなしの条件間で、笑顔なし警告時間の平均値間の差について対応のある t 検定を実施したところ、統計的に有意な差は認められなかった ($t(7) = 1.552$, $p = 0.165 > .05$)。したがって、フィードバックを受けることによって被験者は頻繁に笑顔を促され、笑顔なし警告時間の平均時間が短くなるという仮説 2 の傾向は見られたものの、この仮説を支持する結果は得られなかった。

多くの被験者で笑顔なし警告時間の減少傾向が見られた要因として、被験者はフィードバックを受ける会話において、話し相手のデバイスの LED の赤色点滅によって一定時間笑顔がないという警告を受

自己表情が他者からフィードバックされることで笑顔が促進されるシステム

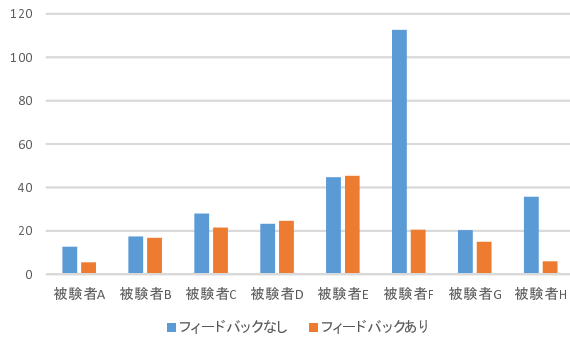


図 7. 10 分間の会話における笑顔なし警告時間の平均時間 [s]

け、意識的に笑顔になることを意識した結果、頻繁に笑顔が表出したと考えられる。全体的に減少効果が見られたものの、t 検定を行った結果有意差は認められなかった。この原因として十分な標本数がなかったことが考えられるため、より多くの被験者に対して実験を行い検証する必要がある。

4.3 議論

本実験の結果、フィードバックありの場合とフィードバックなしの場合では笑顔の表出回数に大きな変化は見られなかった一方、被験者数が少ないながらも笑顔なし警告時間は総じて減少傾向が見られた。この結果がフィードバックによる影響であるのか、今後は同じ実験手法でさらに検証する必要がある。被験者の主観的な指標として、各被験者の会話に対する印象を評価したアンケート結果を表 1 に示す。質問項目は「Q1:会話は活発であった.」「Q2:自分は積極的に話せた.」「Q3:会話相手は積極的に話していた.」「Q4:会話は楽しかった.」「Q5:10 分の会話を長く感じた.」の計 5 つである。フィードバックなしの会話は各被験者で 2 回ずつ行っているため、平均の評価値を記している。被験者 G, H はフィードバックありの方が会話は楽しく、10 分の会話が短く感じたと回答している一方で、被験者 C からは反対の回答を得た。全体的な結果としては、フィードバックの有無によって会話に対する印象が大きく異なるという傾向は見られなかった。

また、各被験者のフィードバックに対する印象を評価したアンケート結果を図 8 に示す。「フィードバックの光は気になったか?」という質問に対しては被験者によって異なる回答であったが、「1: 全く気にならなかった」という回答はなかった。またそれぞれ気になったフィードバック光の色を調査したところ、これも被験者によって異なる回答であった。どの被験者もフィードバックに対して何らかの印象を抱いたことが分かった。他にアンケートの自由記述欄で得られた回答として、「自分が笑うとき何回か

表 1. フィードバックありの会話のアンケート結果 (1: そう思わない-5: とても思う, () 内はフィードバックなしの会話のアンケート結果)

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
被験者 A	4(4.5)	5(5)	5(5)	5(4.5)	3(3)
被験者 B	5(5)	5(5)	5(5)	5(5)	2(1.5)
被験者 C	4(4)	3(5)	5(4.5)	4(5)	4(2.5)
被験者 D	5(5)	4(5)	5(5)	5(5)	4(3)
被験者 E	5(5)	5(5)	5(5)	5(5)	1(1)
被験者 F	5(4.5)	5(5)	5(5)	5(5)	2(1.5)
被験者 G	4(3.5)	4(3.5)	4(3.5)	5(4)	3(3.5)
被験者 H	5(3.5)	4(3)	4(3.5)	5(3.5)	3(4)

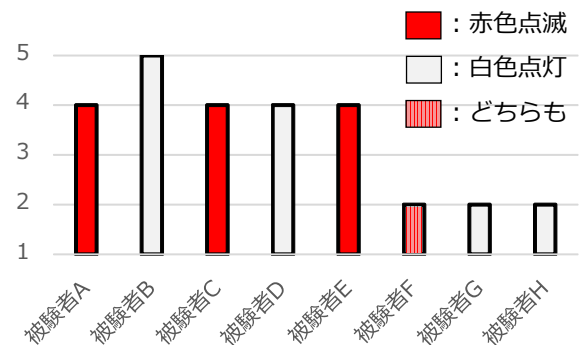


図 8. 「フィードバックの光は気になったか?」に対する回答と気になった色 (1: 全く気にならなかった-5: とても気になった)

は下を向いて笑っていたため、フィードバックの光を見ていなかった」というものがあった。現在のシステムでは笑顔を認識するとすぐにフィードバックするが、フィードバックのタイミングとして次に相手の顔を捉えたときに行うという方法もひとつ考えられる。

本システムの評価に当たって、今回はフィードバックの有無に焦点を絞ったため「話し相手のみがフィードバックを受ける場合」と「両者フィードバックを受けない場合」を同等とみなして考察を行った。しかし互いの言動が影響を与え合う 2 者間の会話において、それぞれを同じ条件とみなすことが妥当であったかは疑問が残る。したがって、新たに「両者フィードバックを受ける場合」も含め、同じ会話ペアに対して計 4 条件の比較検証を行う必要があると考える。加えて、その場全体のフィードバックでなく、他者からダイレクトにフィードバックされるという特性を評価するために、両者のフィードバック方法を比較するということが今後の課題である。

本研究では 1 対 1 の会話での実験を行ったが、日常生活での会話場面を想定した場合、3 人以上の複

数人での会話も十分に想定される。2 者間での会話と 3 者間での会話では本システムの特徴として、表情の認識はデバイスの装着者の視界に入った複数人に対して行える一方で、フィードバックは異なる LED を使ってそれぞれ個別にフィードバックを行うことも可能である。また本システムで用いたカメラセンサは、表情認識のほかにも顔の向きの推定や、視線の向きの推定も行うことができる。したがって、本デバイスは更に複雑な会話状況においても、表情認識以外の顔に関する情報提示を行える可能性を持っていると考えている。

5 まとめ

本研究では、表情推定が可能な小型カメラセンサによって自己表情が他者からフィードバックされるシステムを提案、実装し、本システムが会話中の笑顔の表出に与える影響を調査した。調査の結果、会話中にフィードバックを行うことで笑顔の回数に大きな変化は見られなかったものの、より頻繁に笑顔が表出することが分かった。今後は本研究の他者によってフィードバックされることによる特性を検証するために、会話中の表情や場の雰囲気をフィードバックする他の方法と比較した実験を行う。

謝辞

本研究の一部は、JST CREST(JPMJCR18A3)の支援によるものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 文化庁: 分かり合うための言語コミュニケーション (報告), http://www.bunka.go.jp/koho_hodo_oshirase/hodohappyo/_icsFiles/afielddfile/2018/04/09/a1401904_03.pdf.
- [2] A. Mehrabian: Communication Without Words, *Psychological Today*, Vol. 2, pp. 53–55 (1968).
- [3] F. Strack, L. L. Martin, and S. Stepper: Inhibiting and Facilitating Conditions of the Human Smile: A Nonobtrusive Test of the Facial Feedback Hypothesis, *Journal of personality and social psychology*, Vol. 54, pp. 768–777 (1988).
- [4] 野口素子, 吉川左紀子: 2 者の会話における表情表出の抑制・誇張が受け手の表情表出と発話に及ぼす影響, *感情心理学研究*, Vol. 21, pp. 124–132 (2014).
- [5] 桜木亜季子, 木村昌紀, 磯友輝子, 大坊郁夫: 3 者間会話場面に視覚メディアが果たす役割: 笑顔とうなずきの表出, 及びそれらの行動マッチングに注目して, *対人社会心理学研究*, Vol.5, pp. 39–47 (2005).
- [6] H. Tsujita and J. Rekimoto: Smile-Encouraging Digital Appliances, *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 12, pp. 5–7 (2013).
- [7] K. Masai et al.: Evaluation of Facial Expression Recognition by A Smart Eyewear for Facial Direction Changes, Repeatability and Positional Drift, *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, Vol. 9, pp. 39:1–39:22 (2017).
- [8] 松久ひとみ, 橋本 学: 心の健康状態把握システムのための顔表情変化時刻検出, *映像情報メディア学会技術報告*, Vol. 37, pp. 53–56 (2015).
- [9] オムロン株式会社: 形 B5T ヒューマンビジョンコンボ (HVC-P2), <https://www.omron.co.jp/ecb/product-info/image-sensing-/b5t-007001>.
- [10] Arduino, <https://www.arduino.cc/>.