

装着型眼球インタフェース「i-eye」

加藤 真規^{†1} 大川 茂樹^{†1}

概要: コミュニケーションロボットをより身近な存在にすることを主な目的として、装着型眼球インタフェース i-eye の開発を行った。i-eye は、様々なデバイスに装着することにより、そのデバイスをコミュニケーションロボット化するインタフェースである。眼球を模したパーツにより様々な表示を行うことで、装着したデバイスに表情を追加することが可能である。今回我々は、i-eye をスマートフォンに装着可能なケース型のインタフェースとして開発し、スマートフォンに装着した際のユーザの印象変化を調査した。主観評価実験の結果、i-eye を装着した場合、愛着や親しみやすさなどの値が向上することが観測された。本稿では、i-eye のシステム概要、実験結果、及び仕様を述べ、i-eye の新たな使い道を提案する。

“i-eye” — A Wearable Eyeball Interface

MASAKI KATO^{†1} SHIGEKI OKAWA^{†1}

Abstract: We developed a wearable eyeball interface “i-eye” which makes a communication robot more familiar. i-eye is equipped with a couple of devices and forms an interface which makes the device a communication robot. i-eye has a component imitating the eyeballs which can add human expression to the device. We developed i-eye as a prototype case-shaped interface which can be connected to a smartphone and investigated user's impression equipped with a smart phone. The result showed values of affection and familiarity improved in the case of equipped with a smart phone. In this paper, we describe the system outline of i-eye, experimental results and the improving point of the device, then we propose a new usage of i-eye.

1. はじめに

コミュニケーションロボットの開発は近年盛んに行われており、様々な機能を有した機体が開発されている。その多くは、日常生活の中で人とコミュニケーションをとることを前提として開発されており、情報提供、話し相手などのサービスを行う。しかし一般社会にはまだあまり普及しておらず、その原因として、高価であることや、人がロボットの操作に慣れていないなどが挙げられる。一方で、スマートフォンなどのタブレット端末は、利便性の高さから社会に深く溶け込んでおり、現代人にとって無くてはならない存在と言えるだろう。

コミュニケーションロボットをより人々に普及させるためには、ロボットの外観を、普段ロボットに接していない人々にとっても親しみやすいデザインにすると共に、心理表出を行いユーザへ親しみやすさを与えることが重要である。人間の心理表出において眼球は最も重要なパーツの一つであると言われており、近年では眼球ロボットによる心理表出の研究が行われている[1]。

我々は、コミュニケーションロボットの普及率向上には、人々をロボットという存在に慣れさせる必要があり、普段接している身近なものをコミュニケーションロボット化することで、徐々に慣れさせることが可能であるという仮定

の下研究を行った。

本研究では、ユーザが普段接している身近なものをコミュニケーションロボット化することのできる、装着型眼球インタフェース i-eye の開発を行った。また、その有用性を調査するために、i-eye をスマートフォンなどの身近なデバイスに装着した状態で印象評価実験を行った。本稿では今回開発した i-eye のシステム概要と実験結果、そしてその結果を踏まえた i-eye の改良点について述べる。

2. 装着型眼球インタフェース i-eye

i-eye は、ユーザがコミュニケーションロボットをより身近な存在として感じる事が出来るように、心理表出可能な眼球を模したパーツを付与し、身近なものをコミュニケーションロボット化出来るように、装着型のインタフェースとして開発を行った。今回は、身近なデバイスであるスマートフォンに装着可能なケース型のインタフェースとして開発した。

2.1 開発環境

装着するスマートフォンは、Apple 社の iPhone を使用し、システムは iOS の開発環境により製作した。i-eye の眼球表示部分には LCD(SG12232C-RL)を使用し、様々なタスクを表示出来るようにした。LCD に表示する内容は、AVR マイコン(ATmega328P)のメモリ内に保存してあるものを反映

^{†1} 千葉工業大学
Chiba Institute of Technology

する方法を採用した。

マイコンと LCD の通信には、シリアル通信(I2C)を利用し、iOS とマイコンの通信には、BLE(Bluetooth Low Energy)により iOS 端末との通信を行う konashi[2]という接続機器を利用した。以下に iPhone に i-eye を装着した状態を示す(図 1)。



寸法(mm)	幅 93 × 長さ 161 × 奥行き 42
--------	------------------------

図 1 装着型眼球インタフェース i-eye

2.2 実装機能

指の座標位置に応じて LCD の表示を切り替えるために、ユーザの iPhone 上での指の動きを検出する機能を実装した。つまり LCD に表示された i-eye の眼球部分が、ユーザの指の動きに追従して動く仕組みになっている。スマートフォンディスプレイ上での条件範囲と iOS から送信されるデータを示す(図 2)。以下に示す範囲内で指が触れた、または範囲内で指が移動したときに、iOS からマイコンにデータを送信する仕組みとなっている。

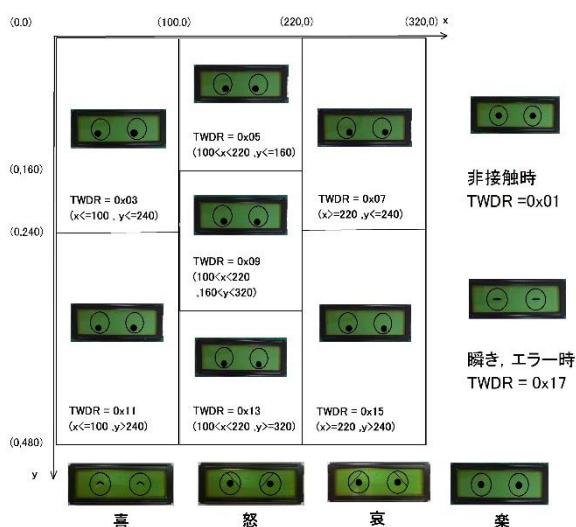


図 2 条件範囲と眼球表示内容

3. 疑似的チャットアプリ

本アプリは、スマートフォン上でのチャットのやり取りを疑似的に再現するアプリで、スマートフォン上に表示される文章に対する印象が、眼球の有無によってどの様に変化するのかを観測するために開発した。アプリに文章を打

ち込むことで、システムからの返信文章がディスプレイ上に表示される仕組みとなっている。ネットを通じて他人とチャットを行うシステムではないので、ユーザには入力文字数の制限と、入力文章に疑問文を用いないという制約を設けた。各感情の表示は、システムの返信文章に感情を付加するためのもので、文章が表示される際に、あらかじめ設定された感情が表示される(図 2)。また被験者が文章を送信した際には、黒目を下に向け画面上を見つめるような表示を行う。

4. 印象評価実験

本実験は、iPhone に眼球の要素を追加することにより、iPhone に表示される文章と、デバイス全体に対する印象がどの様に変化するのかを観測するためのものであり、i-eye と疑似的チャットアプリを用いて実験を行った。次項で本実験の内容、及び結果と考察について述べる。

4.1 実験内容

表示される文章とデバイス全体から受ける印象の変化を観測するために、被験者には i-eye を付与した場合と付与していない場合で疑似的チャットアプリを操作させた。印象評価には SD(Semantic Differential)法を用い、SD 法に用いる観測変数は、全て事前に行った記述選択法の結果から得たものを使用した。本大学の 20 代の男子学生 40 名を対象に記述選択法による調査を行った。まず 20 名に、i-eye を装着した状態でチャットアプリを操作させ、文章とデバイス全体から受けた印象を 5 つ以上の形容詞で記述させた。回答された形容詞を集計し、その中で回答数の多いもの、評価対象の印象を良く表していると思われるものを実験者が選別し、形容詞のリストを作成した。

残りの 20 名に対しても i-eye が装着された状態で操作を行わせ、受けた印象を表すのに妥当であると思われる形容詞を、作成したリストの中から複数選択させた。このリストの中で、選択された回数の多いものを実験者が抜粋した後、それぞれに対応する対義語を決定し SD 法に用いる観測変数とした。今回の SD 法には 7 段階評価を利用し、各段階に 0 から 6 の得点付けを行った。データの集計時には高得点であるほどポジティブな印象になるように観測変数を再配置し集計した。

SD 法による印象評価実験は、新たに集めた 20 名を対象に行った。また、i-eye から眼球部分である LCD を排除した、実験用のインタフェースも開発し、実験ではこの 2 つのインタフェースを使用することで、眼球の有無による印象の変化を調査した。

10 名の被験者には、まず眼球の付与されていないインタフェースを用いて疑似的チャットアプリを操作させ、印象評価実験を行った。その後 3 週間の期間を空け、眼球の付与されたインタフェースを用いて再度実験を行った。また、

残り 10 名の被験者には、眼球あり、眼球なしの順で実験を行った。

4.2 結果と考察

眼球を付与した場合の SD 法の結果に対して因子分析を行い、因子負荷量と共通性を観測変数ごとに算出した。共通因子を 2 つと仮定して分析を行った結果、共通性が低く (0.2 以下)、独自因子を有している可能性のある観測変数が見られたため、それらを除外した 18 つの観測変数で再度因子分析を行った。その後、因子軸に対して直交 (バリマックス) 回転をかけた結果、2 つの共通因子が観測された。これは、共通因子の数を表す数値の変動幅が 3 から 4 にかけて極端に減少し、累積寄与率が 50%以上であることから明らかである (図 3) (表 1)。

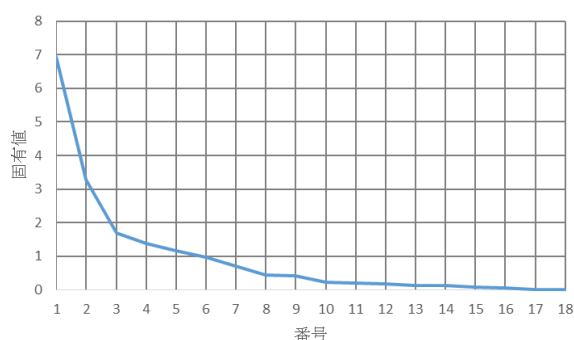


図 3 眼球を付与した際の固有値の変動[3]

また、2 つの因子がどのような性質の因子なのかを、因子分析により算出された各観測変数の因子負荷量から調査した。その結果、因子 1 の因子負荷量が高い観測変数には、軽い、静的な、小さいなど、評価対象の「物質的印象」を表すものが多く、因子 2 の因子負荷量が高い観測変数には、人間的な、心地良い、愛着のあるなど、評価対象の「心理的印象」を表すものが多く見られた。この結果から、SD 法により算出された得点は、対象の「印象」を表す指標として妥当であると判断した。また、各因子に対して 0.6 以上の因子負荷量をもつ観測変数は値を太字で示した (表 1)。

眼球の有無による印象の差について調べるために、各観測変数ごとに SD 法の平均得点を算出し、t 検定を行った。値の差が生じる確率が 5%以下であれば、その差は有意な差であるとして判断した。その結果、愛着のある、親密な、可愛い、愛しいなどの値に有意な差が観測された。これは、眼球を付与した際、ユーザがインタフェース全体に対して好印象を抱いていることが考えられる。また、楽しい、おもしろい、明るい、巧みななどの値にも有意な差が見られた。これは、眼球を付与した際、ユーザがシステムの提示する文章に対して、そしてチャットを操作する行為自体にも好印象を抱いていることが考えられる。また、物理的印象を表現する、硬い、柔らかいといった観測変数が、心理

的印象の因子をもつ因子 2 に対して高い値を示しているが、これは、硬い文章、柔らかい文章など、システムの提示する文章に対する心理的印象を表すものとしても考えられるため、妥当な因子負荷量であるとした。i-eye を付与した場合の因子分析の結果を示す (表 1)。赤く色づけされたものは、インタフェース全体に対する心理的印象に有意な差が見られた観測変数であり、青く色づけされたものは、提示される文章、及びチャットを操作する行為に対する心理的印象に有意な差が見られた観測変数である。

表 1 直交回転後の因子負荷量と共通性[3]

	第1因子	第2因子	共通性
動的な / 静的な	0.80	0.34	0.75
荒い / 穏やかな	0.76	0.06	0.58
苦しい / 楽しい	0.74	0.32	0.65
つまらない / おもしろい	0.73	0.29	0.61
憎い / 可愛い	0.70	0.42	0.67
無頓着な / 愛着のある	0.57	0.49	0.57
不便な / 便利な	0.51	0.09	0.27
暗い / 明るい	0.48	0.34	0.34
恐い / 愛しい	0.41	0.50	0.41
冷たい / 優しい	0.38	0.49	0.38
居心地の悪い / 心地良い	0.35	0.59	0.48
疎遠な / 親密な	0.34	0.61	0.49
早々とした / のんびりとした	0.19	0.49	0.28
機械的な / 人間的な	0.06	0.74	0.55
稚拙な / 巧みな	0.04	0.49	0.24
硬い / 柔らかい	-0.28	0.76	0.66
重い / 軽い	-0.71	0.36	0.63
大きい / 小さい	-0.74	0.52	0.81
因子負荷量の二乗和	5.31	4.06	
寄与率	29.51	22.55	
累積寄与率	29.51	52.05	

5. 課題

本研究では、人々がロボットの操作自体に慣れておらず、心理的な距離を感じていることが、コミュニケーションロボットの普及率が低い原因の一つであるという仮説の下、実験を行った。コミュニケーションロボットが、一般家庭において人と接することを前提として開発されたものである以上、どのようなデザインによってユーザに好感を感じてもらうか、そしてどのようにして、一般家庭に違和感なく存在できるかが、最も注目すべき問題であるからだ。

今回行った実験の結果から、ロボットの様な存在がユーザの身近にいる方が、デバイスに対する印象が全体的に良くなることが観測された。この結果は、先ほどの「どのようにユーザに好感を感じてもらうか」という問題を解決し得る有益なものである。しかし、本研究において定義した仮説とは異なる結果であり、人々が本当にロボットに距離を感じているのであれば、i-eye を装着した際に印象は悪くなるはずである。

これまでの実験で使用した i-eye のシステムは、疑似的チャットアプリと連動し、iPhone から表示される文章に対

して表情を追加することで、i-eye を装着したデバイスが心理表出を行えるようにするものであった。しかし実験結果を踏まえ、現在のシステムでは i-eye が表情を追加するツールの様になっており、被験者がインタフェース全体をロボットとして捉えづらい状況が発生していると考えられる。そのため、i-eye が第三者としてチャット中に介入するシステムに変更し、被験者が i-eye をロボットとして捉えやすい状況を作成する必要がある。また、実験後に行った自由記述のアンケートでは、「眼球と iPhone の液晶の見た目に差があり違和感がある」「iPhone の画面と眼球が離れすぎている」「大きくて重い」など、ハードウェア面での課題も見られた。そのため、上記で挙げた点を修正した上で再度実験を行い、仮説の検証を行う必要がある。実験結果から、印象が悪くなることが観測されれば仮説を採択し、良くなることが観測されれば、仮説を棄却し原因は別の点にあると考える。次項において、今回行ったハードウェア面の改良点について述べる。

5.1 ハードウェアの改良

まず眼球部分である LCD の変更を行った。これまでは、開発の容易さから LCD(SG12232C)を利用し、1つの LCD に 2 つの眼球を表示していたが、この方法では両目の間隔が常に一定になってしまい、インタフェースとしての汎用性が低下してしまう。また表示が全てモノクロなので、iPhone ディスプレイの表示内容と差が生じてしまい、インタフェース全体に違和感を与えてしまう。これらの点を考慮し、LCD を 4DSYSTEMS 社の uLCD-220RD (以下 uLCD) に変更する。また、小型化を行うにあたり、通信機器である konashi をより小型なものに変更した。これらを踏まえて、i-eye 全体の通信システムを改良した(図 4)。

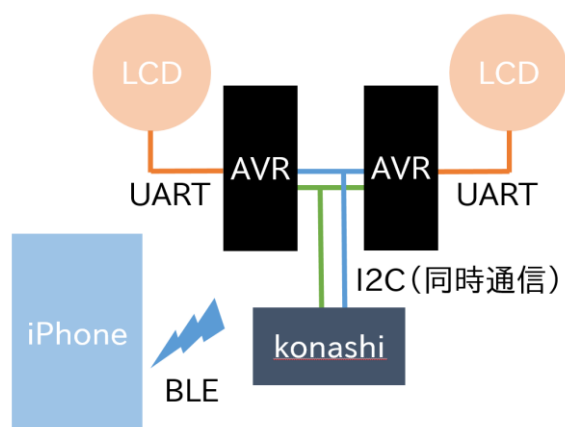


図 4 通信システム概要図

uLCD は 4DSYSTEMS 社から提供されている Arduino ライブラリにより動作させることが可能だが、Arduino をそのまま用いると、スペースを広く取ってしまい、他のデバイスへの装着が困難になる。また、Arduino の駆動電圧が 7V から 12V 必要になるため、使用するバッテリーもサイズが

大きくなってしまふ。そこで AVR マイコンに Arduino のブートローダを書き込み、AVR マイコンを Arduino 化することで、AVR マイコン単体でも Arduino ライブラリを使用できるように変更した。これにより、全体の省スペース化と省電力化を行っている。uLCD への眼球の表示は、図形描画によって表現しており、瞬きなどの黒目の動きは、図形の連続描画によって再現している(図 5)。



図 5 uLCD による眼球表示

6. 今後の展望

今後は、作成した周辺回路を収納するための本体を作成し、i-eye のハードウェア面を完成させる。今回 LCD を 2 つに変更したことにより、i-eye を装着するデバイスに合わせて眼球の位置を調整することが可能となった。そこで、今後は iPhone 以外の様々なデバイスへの装着を可能にするため、i-eye の構造を現在のケース型から、クリップ型に変更する。クリップ型は、デバイスを挟み込むようにして装着する形態である(図 6)。

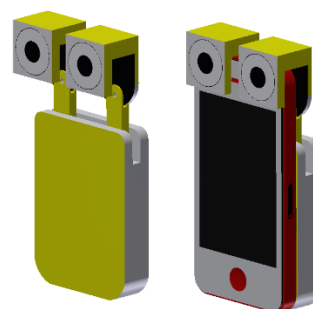


図 6 i-eye 改良イメージ (左)、装着イメージ (右)

疑似的チャットアプリのシステムは、ユーザが i-eye をロボットとして認知しやすい環境を構築するために、i-eye がチャット中に第 3 者として介入する仕組みに変更する。これらの変更を踏まえ、再度印象評価実験を実施し、本研究における仮説を検証する。また、今後の実験を行うにあたり、自由記述アンケートを実施し、i-eye の利点、欠点、想定される利用環境などの調査を行う。ハードウェア面の改良に伴い、今後は装着するデバイスの検討など、i-eye の眼球インタフェースとしての新たな使い道の提案を行う。

7. おわりに

本研究では、装着型眼球インタフェース **i-eye** の開発を行い、有用性を計るための印象評価実験を行った。その結果として、**i-eye** を装着した際、愛着のある、親密ななどの値に上昇が見られ、ユーザがインタフェース全体に好印象を抱いていることが観測された。しかし、本研究における仮説を検証するためには、いくつかの課題が残ったため、それらを踏まえた上で **i-eye** の改良を行い、インタフェースとしての新たな使い道の提案を行った。今後は改良した **i-eye** を用いて、再度印象評価実験を行う。

今後行う実験において、本研究の仮説が立証されれば、**i-eye** により身近なものをコミュニケーションロボット化することで、人々を徐々にロボットに慣れさせることが可能であると言える。そしてその結果、**i-eye** がコミュニケーションロボットの普及率向上に貢献できるインタフェースとなることが期待される。

参考文献

- 1) 山崎洋一:Mentality Expression in Affinity
Pleasure-Arousal Space using Ocular and Eyelid Motion of Eye Robot,
SCIS&ISIS2006, 2006
- 2) konashi-A physical computing toolkit for iPhone,
<http://konashi.ux-xu.com/>
- 3) 加藤真規, 大川茂樹:スマートフォン装着型眼球インタフェースの開発, 第 10 回日本感性工学会春季大会(2015)