

Face Gesture を用いたスマートフォンの操作性の向上 Improving the Operability of a Smart Phone by Using Face Gestures

亀崎 拓朗

Takuro Kamezaki

法政大学情報科学部コンピュータ科学科

E-mail: takuro.kamezaki.7q@stu.hosei.ac.jp

Abstract

Although smartphones usually can be operated with one hand, special operations such as screenshots can only be performed with both hands. In addition, when using large-screen smartphones that have become popular in recent years, most users need to re-grip the smartphones to touch some areas of the screens. In such cases, the users feel annoyed, and also there is a risk of dropping a smartphone. In addition, when holding a strap in a train or holding a baggage with one hand, the users cannot operate a smartphone with both hands. To solve these inconveniences, this paper proposes the use of face gestures to operate a smartphone. By using face gestures, the user can reduce the need to re-grip the smartphone. For example, the range of one-handed operations is expanded by sliding the screen to the lower right side when the user winks with the right eye. Also, unlike the ordinary operation that needs both hands, a screenshot operation is performed by the user's closing both eyes for two seconds. The paper presents two experiments to evaluate the proposed method. The first experiment evaluates the difficulty of face gestures and the misdetection of them. The second experiment compares an ordinary operation and the face gesture-based operation by measuring operation times and frequencies of re-gripping the smartphone.

1. はじめに

スマートフォンはたいていの操作は片手でできるが、スクリーンショットなどの特殊な操作は両手でなければならない。また、近年発売されるスマートフォンは大画面のものが主流となっており、たいていの人は片手のみではスマートフォンを持ち替えなければならない、もしくは両手を用いなければならない領域が存在してしまう。このような場合、持ち替える際には煩わしさを感じてしまうほか、スマートフォンを落としてしまうリスクがある。また、電車でつり革をつかんでいる際や、片手で別の荷物を持っている際は片手での操作を強いられてしまうため、両手で操作することは不可能である。

本研究ではそれらの課題を解消し、スマートフォンの操作性を向上させるために、スマートフォンの操作に Face Gesture を用いることを提案する。Face Gesture には

片目ずつのウィンクのような左右の指定ができるものや、両目をつぶる、口を開ける、笑顔をつくる(口角を上げる)といったものがある。このような Face Gesture を単体で用いたり、組み合わせて用いたりすることでスマートフォン上での様々な作業を Face Gesture でおこなう。

2. 関連研究

スマートフォンの操作性を向上させるための UI についての研究や技術が存在する。ZenFone シリーズの「片手モード」や、iPhone 6 以降のシリーズに搭載されている片手操作モード「Reachability」、Huawei のスマートフォンに搭載されている「ワンハンドレイアウト」では、ホームボタンを2回タップさせること、もしくはホームボタン部分を右か左にスライドさせることで画面が縮小もしくは画面を上部からスライドさせる。

Chang らの TiltSlide, TiltReduction, TiltCursor [1]は、ユーザが片手でスマートフォンを操作する際のデバイスの傾きを検知したとき、画面がスライド、縮小、もしくは画面上にカーソルが出現する。Karlsou らの Thumb Space [2]は、画面の中の片手の親指の操作可能領域に現在画面に表示されているものと同様のものを表示した小さな画面を形成させその画面上で操作をさせることで操作性を向上させるメカニズムを用いて片手での操作を実現する。Yang らの Behind-the-Display Cursor [3]は、タッチパッドのようなセンサーをモバイル端末の背面にとりつけ、前面を操作する指が操作不可能な範囲の操作を背面のセンサーを用いて画面上のカーソルを操作することでおこなう。Weberg らの A Piece of Butter [4]はデバイスの傾きによって画面上のカーソルを操作することで、操作性の向上を図る。

これまでも Face Gesture に関する研究が行われている。Rozado ら [5]は PC 上の Web カメラで視線によるポインティングと Face Gesture を組み合わせる手法を提案した。

3. 提案手法

本論文は、一般的なスマートフォンに搭載されているフロントカメラを使用し操作者の顔を認識し、その Face Gesture に応じてスマートフォンは定められた機能を実行する手法を提案する。Face Gesture は顔のみを使用したジェスチャーであるため、スマートフォンを持ち替えずに特定の操作ができる。

Face Gesture に用いることができる顔のパーツとして、自らの意思で動かすことができる目と口が挙げられる。目と口でできるジェスチャーとして、片目ずつのウィンク、

両目を同時に閉じることがある。また、口でできるジェスチャーとして、口を開ける、口角を上げるといったものがある。これらのジェスチャーを組み合わせることで Face Gesture を形成することで、スマートフォンの多様な特定の機能を実行できる。

4. 実装

4.1. Face Gesture の認識

本研究では、アプリケーションの作成に Android Studio を使用し、フロントカメラによる顔の認識には Google Play Services より Face API を用いた(図 1)。実装した Face Gesture は右目もしくは左目でのウィンク、両目をつぶる、口を開ける、口を開けながらの右目もしくは左目でのウィンク、笑顔をつくる、笑顔をしながらの右目もしくは左目でのウィンクの 9 つである。Face Gesture の判定について、今回は同じジェスチャーを 0.6 秒間続けることでひとつの Face Gesture をおこなったと判定させた。しかし、両目をつぶるジェスチャーに関しては瞬きが両目をつぶるジェスチャーと誤判定されてしまうことが考えられるので、両目を 1 秒間つぶることで、両目をつぶったジェスチャーとして判定させた。

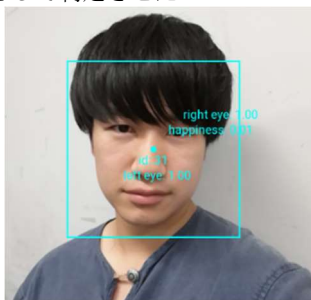


図 1. Face API を用いた表情の認識

4.2. 口の開閉の認識

Face API には口の開閉を直接扱う機能がない。本研究では口の開閉を認識するため、顔の特徴点を得られるメソッドを用いて、口の両端、下唇の中央の特徴点の x 座標、y 座標を取得し、この 3 点を結んだ 3 辺から成る三角形の面積をヘロンの公式で求めることで口の開閉状態を判定するようにした。

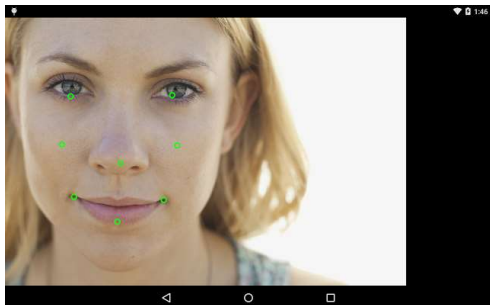


図 2. Face API を用いて顔の特徴点を得る
(出典 : https://developers-jp.googleblog.com/2015/09/google-play_28.html)

4.3. 画面のスライド

後述の実験 2 のために、左右の区別ができるジェスチャーである右もしくは左の目でのウィンクを用いて、スマートフォンの片手での指の到達可能範囲を広げるための画面のスライドを実装した。実験 2 はランダムに表示されたターゲットをタッチするものであるが、本研究ではキャンバスを用いてそれらを描画する。実験 2 で Face Gesture を認識した場合は、キャンバスでの再描画を繰り返し 0.3 秒かけて画面がスライドするように実装した。画面のスライドを戻す場合は、画面の特定の範囲をタッチすることで再び 0.3 秒かけて元の位置に画面をスライドさせるようにした。

5. 実験

スマートフォンは Huawei P20 lite を使用し、5 名の被験者(男性 3 名、女性 2 名、平均年齢 21.7 歳)に対して 2 つの実験をおこなった。被験者は実験の準備として Face Gesture を練習した。被験者は実験の際には椅子に座り、利き手でスマートフォンを操作する。また、被験者は姿勢、スマートフォンを操作する腕を動かさないように被験者は留意する。

5.1. 実験 1

5.1.1. 手順

実験 1 では、各 Face Gesture のしやすさと、スマートフォンが正しく Face Gesture を認識できるかについて評価する。被験者は 9 つの Face Gesture (右目もしくは左目でのウィンク、両目をつぶる、口を開ける、口を開けながらの右目もしくは左目でのウィンク、笑顔をつくる、笑顔をしながらの右目もしくは左目でのウィンク)の中のランダムに表示された 1 つをスマートフォンのフロントカメラに向かっておこなう。1 つのジェスチャーをおこなうたびに、5~10 秒の感覚をあげた後、再び 1 つのジェスチャーが表示される。各ジェスチャーはランダムな順番で表示されるが、それぞれの表示回数は 3 回と定められており、被験者は計 27 回の Face Gesture をおこなう。

実験後に、被験者は Face Gesture のしやすさについてアンケートに答える。各 Face Gesture について、しやすいものに 3 点、普通にできるものに 2 点、できはするがしにくさを感じるものに 1 点、そもそもできないものに 0 点をつけて評価する。

5.1.2. 結果

9 つの Face Gesture の認識にかかった時間の平均を表 1 に示す。Face Gesture の平均認識時間については、1 種類の Face Gesture をおこなうものより、2 種類のジェスチャーを併用しているもののほうが長い傾向があることがわかった。ほかに認識に時間がかかるものとして、笑顔のみをおこなうジェスチャーがあった。また、誤検知については、口を開けるジェスチャーとほかのジェスチャーを併用するとき、単に口を開けただけであると認識されるパターンが最も多かった。また、笑顔とウィンクの併用をおこなうジェスチャーの際に、単純な笑顔のみのジェスチャーであると認識されることが稀にあった。アンケートからは、ジェスチャーの併用は煩わしさを感じ

るという結果が得られた。また、単純なウィンクのジェスチャーであっても、右目と左目でしやすさについて評価が多少変わる場合があることがわかった。実験とアンケートからやりやすさについて高い評価を得られたからといって、必ずしも平均認識時間が短くなるわけではないということがわかった。

表 1. 実験 1 の結果

	時間(s)		アンケート	
	平均	分散	平均	分散
両目をつぶる	2.11	0.46	3.0	0.0
右目のウィンク	2.56	1.21	1.8	0.2
左目のウィンク	2.02	0.25	1.6	0.3
口を開ける	2.35	1.50	2.6	0.3
開口しながら右目のウィンク	5.41	23.32	1.0	0.0
開口しながら左目のウィンク	3.87	0.24	1.0	0.0
笑顔をつくる	3.29	3.33	2.4	0.3
笑顔と同時に右目のウィンク	2.87	1.36	1.0	0.0
笑顔と同時に左目のウィンク	3.69	2.34	1.0	0.0

5.2. 実験 2

5.2.1. 手順

実験 2 では、提案手法とスマートフォンのモード変更をおこなわずに操作する手法(以下、従来手法)で、実験のタスクを完了するまでにかかった時間と、スマートフォンを持ち替えた回数を比較する。被験者は片手の親指のみを画面のタッチに用いて、スマートフォンの画面に表示された 9×7(うち 1 つはスタートボタンの)計 62 個のターゲットの中からランダムに表示された 1 つをタッチするタスクを 30 回おこなう。提案手法で実験をおこなう際、被験者はスマートフォンを持ち替えることが禁止され、片手の親指で操作不可能な範囲がある場合は Face Gesture (右目でウィンクすると画面が右下に、左目でウィンクすると左下に画面がスライドする)を用いる。提案手法の評価実験をする際、各被験者が思う最もスマートフォンを落とすことのない握り方をしてもらう。

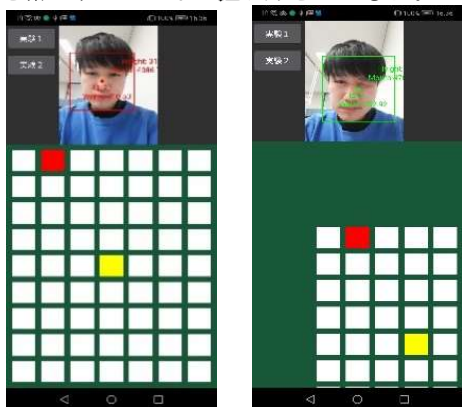


図 3. Face Gesture を使用する前(左)と使用后(右)

5.2.2. 結果

実験 2 の結果を図 4 に示す。セルのタッチにかかった時間(ms)を各セルの値、提案手法での Face Gesture を使用した比率、Face Gesture の誤検知があった比率、従来手法でのスマートフォンを持ち替えた比率を各セルの濃淡で表す。図からわかるように、最上段の列のすべてのターゲットは、持ち替えるか、Face Gesture を使用しなければタッチできなかった。また、提案手法を用いた実験で Face Gesture の誤検知が見られるパターンが多数あった。これは、画面下部をタッチしようとする際に無意識に画面を傾けてしまい、カメラの角度が変わったことが原因であると考えられる。ターゲットの左上から右に向かって(1, 2, ..., 62)と番号を割り当てたとき、11 と 16 については Face Gesture を使用した場合と使用しなかった場合のどちらも見られたが、その際のタスク完了時間について大きな差は見られなかった。しかし、23, 29 についても、Face Gesture を使用した場合と使用しなかった場合があったが、その 2 つの場合にタスク完了時間に大きな差が見られ、23 では Face Gesture を使用した場合は平均 2250ms だったが、Face Gesture を使用しなかった場合は 853ms であった。特に提案手法で 29 については、使用しなかった場合でもほかのターゲットと比べるとタスクの完了までに時間がかかった。また、従来手法と比較した際、持ち替えた場合のほうが Face Gesture を使用した場合よりタスク完了時間が短いことがわかった。また、11 については提案手法の場合では Face Gesture を使用していたが、従来手法ではスマートフォンの持ち替えることはなかった。

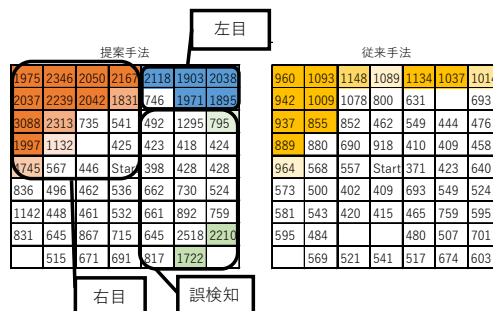


図 4. 実験 2 結果

6. 議論

6.1. 実験 1 について

実験 1 で、口を開ける Face Gesture でよい結果が得られなかった。これは、顔の特徴点の座標を認識する際にカメラプレビューの左上部を(0, 0)としてそこからの画面上での距離が座標を決めているため、画面に映る顔の大きさによって、顔の特徴点の座標が変動してしまうことが関係している。すなわち、顔とスマートフォンの距離によって口の開閉を判定する三角形の面積が変動してしまったことが原因であったと考えられる。また、笑顔の認識に時間がかかった。これは、目がきちんと開いていて口角が上がっている状態を笑顔として認識するようにしていたが、実際に被験者が笑顔をつくる際には目尻が下がっていたためであると考えられる。

Face Gesture のしやすさの評価について、0点(そもそもおこなうことができない)の評価がある被験者は見られなかった。しかし、2種類の Face Gesture の併用については、煩わしさが感じられることが多い結果になった。このため、2種類の Face Gesture を同時にするのではなく、ある Face Gesture の入力が終わってから数秒以内にべつの Face Gesture を入力する手法を取るようにしたほうが実用性を得られると考えられる。また、単純な右目のウィンクと左目のウィンクでしやすさについて比較した際に若干の差が生まれるのは、被験者が右利きしかいなかったため、利き手が関係していると考えられる。

6.2. 実験 2 について

実験 2 で、Face Gesture を用いた場合のほうが、持ち替える場合より時間がかかる結果になった。本研究の実験では、左右どちらのウィンクも 0.6 秒間続けることで 1 つの Face Gesture として認識させ、0.3 秒間かけてキャンバスを再描画したが、その時間を差し引いても従来手法のほうがタッチまで時間がかからなかった。これは、スマートフォンを持ち替える場合は、持ち替えると同時に画面にタッチすることができるためであると考えられる。また、ターゲット 29 についてほかのターゲットより時間がかかってしまった結果については、これが Face Gesture を使用しない場合でも手の大きさによっては到達できる可能性がある最も遠い距離にあるターゲットであるためであると考えられる。ターゲット 11 について、提案手法では Face Gesture を使用したのに対して、従来手法ではスマートフォンの握り直しがなかったのは、提案手法の際はスマートフォンをしっかり握ることを意識していたのに対して、従来手法ではスマートフォンを握り直すことができたために、スマートフォンを握り直しやすい持ち方や、不安定であるが、操作可能範囲が拡張可能な握り方をしていたためであると考えられる。

6.3. ジェスチャーの追加

実験 1 では、顔とスマートフォンの距離によって正しく口の開閉について判定できないという問題点が見られた。すなわち、顔とスマートフォンの距離の判定ができることが今回の実験よりわかった。これを利用した新たな Face Gesture として、顔をスマートフォンに近づけるものが考えられる。このジェスチャーは、顔のパーツを動かすものではなく、むしろ体を動かすジェスチャーである。今回の実験 1 からは、Face Gesture の併用は煩わしさを感じるという結果が得られたが、それが、顔のパーツを 2 つ同時に動かすことが強いられるためである場合、顔を近づけるジェスチャーとほかの Face Gesture の併用は有用なものになると考えられる。

7. 応用

7.1. 片手操作モードへの切り替え

近年発売されるスマートフォンには、特定の操作によって片手操作モードに変更できるものが多い。本研究で提案した左右の区別ができるウィンクのような Face Gesture をモード変更の操作とすることで、ボタンによる

モード変更ではスマートフォンの持ち替えを強いられる手の小さな人でも、容易にモード変更ができる。

7.2. スマートフォン横持ち操作時の音量調節

スマートフォンには両手横持ちでおこなうリズムゲームや TPS (Third Person Shooter) のゲームなどがあり、これらでは音が重要になる。しかし、通常、ゲームの最中の音量調節には操作を一旦中断する必要がある。スマートフォンを横持ちしている際の右目もしくは左目でのウィンクを音量調節の Face Gesture として割り当てることで、操作を中断することなく音量を調節できる。

7.3. スクリーンショット

現在の主なスマートフォンでのスクリーンショットの操作は特定のボタンを 2 つ同時に押すものである。しかし、これは片手操作を強いられる状況ではできない。実験 1 で得られた結果から、するのに煩わしさを感じず、誤検知も少ない両目を長くつづる Face Gesture をスクリーンショットに割り当てることで、片手しか使えない状況でも気軽にスクリーンショットを実行できる。

8. おわりに

本研究では、スマートフォンの操作性を向上させるために Face Gesture を用いることを提案した。この手法は、スマートフォンを持ち替えることなく、片手でのスマートフォンの操作領域の拡張を実現した。実験 1 ではどのような Face Gesture が適しているか、またスマートフォンは正しく Face Gesture を認識できるのかについて評価実験をした。結果、Face Gesture の併用は難しいこと、現在の実装で口の開閉を正確に判定するにはユーザに対する制約が多くなることがわかった。しかし、目の開閉だけでなく口の開閉もより正確に判定できるようにすることで、多くの種類の Face Gesture を実現し、様々な機能へ割り当てることができると考えられる。

文 献

- [1] Y. Chang, S. L'Yi, K. Koh and J. Seo, "Understanding User's Touch Behavior on Large Mobile Touch-Screens and Assisted Targeting by Tilting Gesture," *Proc. CHI'15*, pp. 1499-1508, 2015.
- [2] A. K. Karlson and B. B. Bederson, "ThumbSpace: Generalized One-Handed Input for Touchscreen-Based Mobile Devices," *Proc. INTERACT'07*, pp. 324-449, 2007.
- [3] X. Yang, P. Irani, P. Boulanger and W. Bischof, "One-Handed Behind-the-Display Cursor Input on Mobile Devices," *CHI'09 Extended Abstracts*, pp. 4501-4506, 2009.
- [4] L. Weberg, T. Brange and A. Hansson, "A Piece of Butter on the PDA Display," *CHI'01 Extended Abstracts*, pp. 435-436, 2001.
- [5] D. Rozard, J. Niu and M. Lochner, "Fast Human-Computer Interaction by Combining Gaze Pointing and Face Gestures," *ACM Transactions on Accessible Computing*, vol. 10, no. 3, pp. 10:1-10:18, 2017.