

手の移動方向推定のためのモバイル端末内蔵マイクを用いた音の方向検出手法の基本的検討

村石 映

Hayuru Muraishi

1 はじめに

近年、身振りや手振りといったジェスチャを端末に認識させ、直感的な端末操作の実現を目的とした研究が盛んに行われている。その中でも端末に直接触れることなく端末内蔵の様々なセンサを用いてジェスチャ認識をする研究が多く行われている。¹⁾ 我々の研究室ではモバイル端末内蔵の照度センサを用いることで、画面に直接触れることなく端末を操作する手法を提案している。²⁾ 照度センサから端末表面の照度情報を取得し、照度変化のパターンから手のジェスチャ認識を行う。しかし、端末が内蔵している照度センサは 1 台に 1 つであり、1 つのみではどの方向からジェスチャを行っているか判別ができない問題がある。現状、左右方向で対象的なジェスチャを行うと、照度変化のパターンは変わらないため、1 種類の同じジェスチャとして認識する。ユーザに直感的なジェスチャを提供するためには、左右方向で対照的なジェスチャの判別が行える事は重要である。そこで、上記の問題解決策として、端末内蔵のマイクロホンセンサ（以下内蔵マイク）を用いてジェスチャ中に発する音（以下ジェスチャ音）を取得し、手の動く方向を得る。手の動く方向と照度変化の情報を組み合わせることで、ジェスチャに方向性を加えることが可能となる。本研究では、上記の目的を達成するために、どのようなジェスチャ音を取得することが最も効果的か検証する。検証するジェスチャ音は直感的かつ自然な動作から発するものであり、他のデバイスや道具を必要とせず手振りで行えることが望ましい。検証にあたり本研究では端末を 2 台用いてジェスチャ音の測定を行う。端末 2 台の受話口付近の内蔵マイクを用いて、手の動きの方向を判定可能なジェスチャを検討する。

2 関連研究

端末内蔵の照度センサを用いたハンドジェスチャ認識の研究では、照度変化のパターンからジェスチャを認識する。現在、認識可能なジェスチャは 5 種類あり、高い精度で認識可能である。5 種類のうち、スマートフォンの下方から上方に向かうジェスチャと上方から下方に向かうジェスチャは対照的なジェスチャとして区別可能である。しかしスマートフォンの左側から右側に向かうジェスチャと右側から左側に向かうジェスチャについては明暗変化のパターンが同じため、同じ 1 種類のジェスチャとして認識する。ユーザが使用するにあたり、左右で対照的なジェスチャの認識は直感的な操作の実現のために重要である。ユーザにとって直感的なジェスチャとは、例えばあるジェスチャでページが次に進むとすると、それと対照的なジェスチャを

すればページが戻るといったものにあたる。端末内蔵の照度センサを用いたハンドジェスチャ認識の研究では、左右のジェスチャ方向の検出ができず、課題であった。

3 内蔵マイクと照度センサを用いたスマートフォン操作手法

3.1 研究概要

近年のスマートフォンにはマイクが複数内蔵されている。本研究では、通常用いる受話口にあるマイクを使用して周囲の音を取得する。サンプリングレート 44.1kHz で音を取得し、その中から最も特徴のある音を高速フーリエ変換を用いて抽出する。また近年のスマートフォンにおいて 2 つの内蔵マイクの間隔は 12-15cm であることが多い。本研究ではモバイル端末 2 台を用いて、それぞれのマイクの間隔を 12cm と 15cm で置き、それぞれで音の測定を行う。測定するジェスチャ音としては、直感的かつ自然なジェスチャから生じるものとして、机を叩くと机を擦るの 2 種類を計測した。2 種類のジェスチャ音を端末 2 台の左右それぞれで鳴らし、取得した音から端末 2 台で最も音に差が出やすいジェスチャを実験により検証する。

4 実験

4.1 実験概要

本実験では、Android 端末 Galaxy S3 を 2 台用いる。端末間の距離を Fig.1 のように端末を配置し、仮想的にスマートフォン 1 台を横向きに置いた環境を作成した。Fig.1 の白色の端末は左向きで音を集音し、黒色の端末は右向きで音を集音する。被験者は 20 代前半男性 3 人で、机を叩く、机を擦るジェスチャを端末の左側で 3 回、右側で 3 回それぞれ音を鳴らし、音の測定を行った。また端末 2 台の内蔵マイク間距離を 12cm と 15cm でそれぞれ計測する。



Fig.1 実験風景

4.2 実験結果

Fig.2 に端末 2 台の内蔵マイクの間隔 12cm における机を擦る音の計測結果を示す。Fig.3 には端末 2 台の内蔵マイクの間隔 12cm における机を叩く音の計測結果を示す。縦軸の値が大きい方が音の大きさが大きいことを示しており、横軸は計測時間を示す。0 秒から 7 秒までは端末 2 台の左側でジェスチャ音を鳴らし、9 秒からは右側でジェスチャ音を鳴らした。Table1 に机を叩く音と机を擦る音それぞれの左右判定推定結果を示す。左右判定については、ジェスチャ音を発した方向に内蔵マイクを向けている端末の取得音が反対方向を向いている端末の取得音よりも大きく測定できている時を左右の判定可能とした。

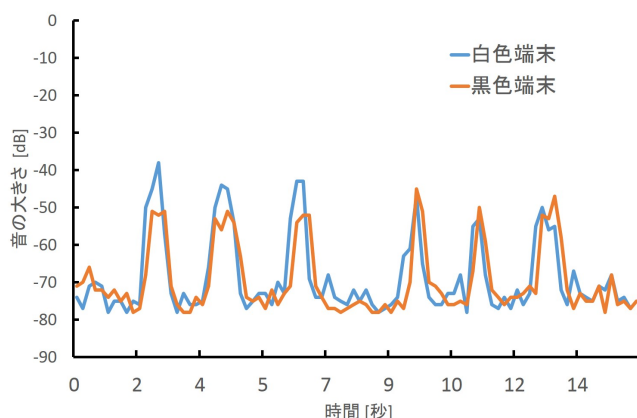


Fig.2 マイク間距離 12cm における机を擦る音の計測結果

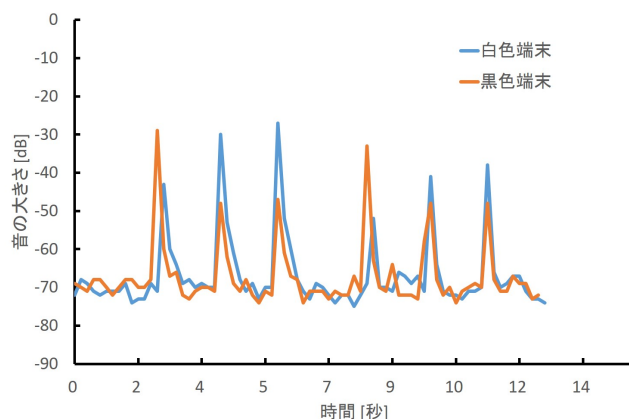


Fig.3 マイク間距離 12cm における机を叩く音の計測結果

Table1 ジェスチャ音左右方向の判定検証結果

	机擦る	机を叩く
12cm	94.4 %	61.1 %
15cm	83.3 %	50.0 %
平均	88.9 %	55.6 %

4.3 実験考察

実験結果から机を叩く音では 12cm と 15cm とともに音にばらつきがありジェスチャ音の差が正確に測定できない時が多く確認できた。これは机を叩く音が極短い間だけ音を発するために端末側で最大音をサンプリングできた端末とそうでない端末が存在したためである。また机を叩いた場合では机が共振することもあり取得音に乱れが入り正確な測定ができなかったと考える。一方で机を擦る音では 12cm と 15cm とともに音の差がはっきりと出て、左右判定率はそれぞれ 94.4 % と 83.3 % と高い判定率となった。これは机を擦る音が机を叩く音に比べて長く発するため正確に計測できたと考える。2 種類のジェスチャ音どちらも距離が 15cm の場合は 12cm に比べ、左右判定率が下がる傾向があった。距離を長くすれば音に差が出やすくなるのは確かだが、結果から 2 つの内蔵マイクの角度によっても音に影響が出る可能性があると考えられる。

5 考察と今後の展望

検証結果から机を擦る音で左右の判定が行える事が確認できた。これからは机を擦る音の中でも様々な擦り方で音の計測を行いたい。考えられる擦り方としてマイクの遠方から擦りつつ近づく擦り方や、マイク付近で円を書くように擦るといった擦り方がある。また様々な机上面でもジェスチャ音が測定できるのか計測する。今回は 2 台の端末を用いて音の計測を行ったが、端末を 1 台にして内蔵マイク 2 つを用いて計測を行いたい。そして、端末 1 台でジェスチャ音と照度センサを組み合わせたジェスチャの作成を行う。ジェスチャの組み合わせについては机を擦った後に照度センサ上でジェスチャを行う方法や、机を擦りつつ照度センサ上でジェスチャを行う方法など複数検討していきたい。ジェスチャ音の左右判定の精度に関しても、プログラムに改良を加えて判定率を向上させていきたい。今後、手の動きの方向が判定可能となることで照度センサのみでは行えなかった対照的なジェスチャが作成でき、4 方向からのジェスチャが可能となる。4 方向からのジェスチャが作成できれば、ユーザにとってより直感的なスマートフォン操作が可能になると考える。

参考文献

- 1) Ke-Yu Chen, Daniel Ashbrook, Mayank Goel, Sung-Hyuck Lee, Shwetak Patel "AirLink: Sharing Files Between Multiple Devices Using In-Air Gestures," In Proceedings of ACM UbiComp 2014
- 2) 山下 大輔: モバイル端末内蔵の照度センサによるハンドジェスチャ認識を用いたアプリケーションの検討