

1つのセンサを用いたマルチタッチジェスチャセンサ

真鍋 宏幸*

概要. 1つのセンサを用いた小型で安価なマルチタッチジェスチャセンサを提案する. 検出対象ジェスチャはタッチとスワイプであり, さらにスワイプでは指の本数と方向を識別する. フォトリフレクタを用いた実装を行い, 有効性を確認した.

1 はじめに

複数の指を用いることで, 入力自由度を増加させ, 複雑な入力を素早く行えるマルチタッチジェスチャは, 様々なデバイスへの入力手法として広く利用されている. タッチ検出面が広いほど, 多くのジェスチャを組み込むことができるが, 検出面が小さい場合であっても, マルチタッチジェスチャは有効である. 例えば, マルチタッチジェスチャ入力を実装した1.5インチほどのディスプレイを備えた音楽プレーヤや, ツルの部分でジェスチャを行うメガネ型デバイスがすでに市販されている. 通常, 多点検出を行うために多数のセンサがアレイ状に並べられており, タッチ検出面上の任意の場所でジェスチャを行えるようになってきている. 一方, 入力領域が小さいもしくは細長い場合など, ジェスチャが特定の場所で行われる時には, 多数のセンサは必要ない. 本稿ではこの点に着目し, 1つのセンサでマルチタッチジェスチャを検出する手法を提案し, フォトリフレクタを用いた実装を行った結果を報告する.

フォトリフレクタは小型かつ安価であり入手も容易なセンサであり, それを用いた入力手法の実装が数多く行われてきた. 1つのフォトリフレクタを用いた例として, 近接センサ [2] やタッチセンサ [4] としての応用などがある. また, 複数のフォトリフレクタを用いることで, より高度なインタラクションを目指した研究もある. 例えば, 複数の指を用いたインタラクション [1] や, 指輪型デバイス [3], 柔軟物体への接触検出 [5] などがある.

2 提案手法

1つのセンサを用いて, タッチとスワイプ, さらにスワイプを行った指の本数と方向を識別する手法を提案する. 指と指を強く接触させた場合であっても, 両指とタッチ検出面の間にはわずかな空間ができる. その間隙を検出することができれば, 指の本数を数えることができる. また, 通常の方法検出は複数のセンサを用いて実装されるのに対し, センサ

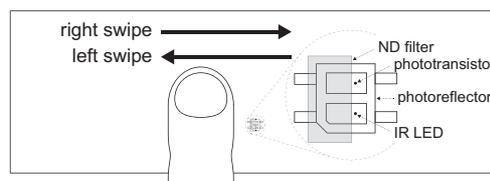


図 1. 製作したプロトタイプ. フォトリフレクタの上面半分には ND フィルタが設置されている.

感度をスワイプ方向に沿って変化させることで, 1つのセンサを用いた場合でも方向検出が可能となる. 提案手法は様々なセンサに適用可能であると考えられるが, 本稿では安価で実装が容易なフォトリフレクタへの適用を試みた.

2.1 実装

フォトリフレクタとして, 検出距離が数 mm の GENIXTEK TPR-105 (2.7 x 3.2mm) を用いてプロトタイプを製作した. 検出距離が短いセンサを選定したのは, 指と指とのわずかな間隙を検出するためである. また, スワイプ方向検出を目的としてセンサ感度に変化をもたらすために, フォトリフレクタの上面半分に ND フィルタを設置した. さらにその上面に, 透明の樹脂板, 指すべりを滑らかにするためのフィルムを貼付した. フォトリフレクタの出力はオペアンプで増幅した後に, 5kHz でサンプリングし, PC で処理を行った. 図 1 に製作したプロトタイプを示す. また, センサ出力を認識し, 結果を表示する機能も加えた.

2.2 実験

プロトタイプを用いて, タッチ, 1/2/3 本指スワイプを行った時の計測結果を図 2 にまとめて示す. タッチ時には比較的長時間の反応が観測されるのに対し, スワイプ時には短時間のピークが指の本数分だけ観測される. タップを行う場合, 指先がセンサ表面に接触したことを知覚した後に, 動作変更を行う必要があるため, 指がセンサに触れている時間が長くなる. 一方, スワイプを行う場合には, 一連の動作は滑らかに行われるため, 指がセンサに触れて

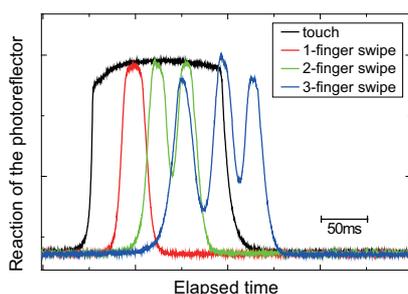


図 2. フォトリフレクタの出力例. ピークの数が指の本数に対応する.

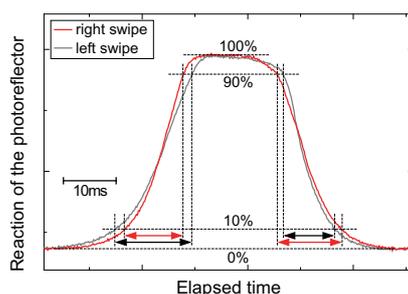


図 3. スワイプ方向の検出. スワイプの方向により傾きが変化する.

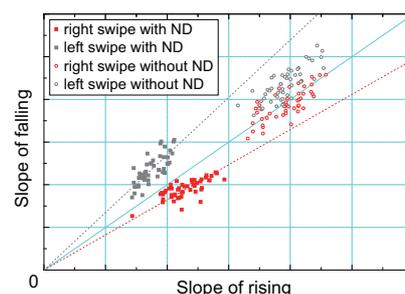


図 4. ND フィルタの効果. 適用することで方向検出が可能となる.

いる時間は、スワイプの速さに依存することになる。そのため、極端に遅いスワイプを除き、センサに指が振れている時間はスワイプの方が短くなる。また、検出距離の短いフォトリフレクタを用いているため、指と指の間にできる間隙による反射光量の減少を明確に捉えることができている。

図 3 に、1 本指での右/左スワイプを行った時の計測結果を示す。右スワイプ時には左スワイプ時と比較して、急峻な立ち上がりと緩やかな立ち下がりが観測される。この違いは、次のように生じると考えられる。右スワイプを行う場合、指は ND フィルタが設置された方向からセンサに接近する。指が ND フィルタ上にある時点では、照射光と反射光の両方が減衰するため、センサの出力値は小さい。この状態はしばらく続くが、さらに指が進むと、ND フィルタで減衰されない強い照射光が指にあたるようになる。この段階で、反射光も減衰されなくなるため、出力値が大きくなる。指が完全にフォトリフレクタを覆っている間、センサの出力値はほぼ一定となる。さらに進むと、センサの出力は低下していくが、ND フィルタによる光の減衰がないため、指とセンサの距離がある程度離れてもセンサ出力は高くなる。結果として、出力の低下は緩やかなものとなる。

また、1 本指による左右のスワイプをそれぞれ 50 回行った時の、ピークの傾きの分布を図 4 に示す。立ち上がり/立ち下がりの傾きを横/縦軸にして、全てのスワイプをプロットした。なお、ピークの傾きは、図 3 に示すように、変化量が 10-90% となる区間に対して算出した。図 4 には、ND フィルタを取り外した時、つまりフォトリフレクタをそのまま用いた時、の結果も示した。ND フィルタがない場合でも、左右のスワイプ間にわずかな違いが見られるが、両者を正しく認識することは難しい。一方、ND フィルタを設置した場合には、その違いが拡大し、両者の分布は明確に分離されている。なお、ND フィルタにより、反射光量が減るため、ピーク値が小さくなり、傾きも小さくなる。また、図中の水色の実線は、2 つの傾きが同じになる点を結んでおり、右スワイプ時には立ち上がりの方が立ち下がりよりも傾きが大きいと単純化することもできる。

3 評価

4 人の被験者が、7 つのジェスチャ（タッチ、右/左方向の 1/2/3 本指スワイプ）をそれぞれ 10 回ずつ行った。次に行うジェスチャはランダムに指示される。全 280 試行で、7 回の false negative、2 回のジェスチャのカテゴリ誤り（3 本指スワイプを 2 本指、1 本指スワイプをタッチと誤認識）、51 回の方向誤りがあり、認識率は 79% であった。スワイプ方向の検出を行わない場合の認識率は 97%、1 本指スワイプの方向正解率は 3 名の被験者で 100%、4 名全員でも 90% を超える結果が得られた。

複数指でのスワイプにおける方向検出の認識精度向上が必要であると考えられた。

4 まとめ

マルチタッチジェスチャを 1 つのセンサで検出する手法を提案し、フォトリフレクタをセンサに用いた実験により、有効性を確認した。今後、認識精度の向上、静電容量式のタッチセンサなど他のセンサへの適用に取り組んでいきたい。

参考文献

- [1] A. Butler, S. Izadi, and S. Hodges. SideSight: multi-“touch” interaction around small devices. In *Proc. UIST '08*, pp. 201–204, 2008.
- [2] K. Hinckley, J. Pierce, M. Sinclair, and E. Horvitz. Sensing techniques for mobile interaction. In *Proc. UIST '00*, pp. 91–100, 2000.
- [3] M. Ogata, Y. Sugiura, H. Osawa, and M. Imai. iRing: intelligent ring using infrared reflection. In *Proc UIST '12*, pp. 131–136, 2012.
- [4] V. Rana, N. Paliwal, and A. Chahar. Touch Sensor Assembly Using Infrared Radiations and its Applications. In *Proc. CICSyN '09*, pp. 96–98, 2009.
- [5] Y. Sugiura, G. Kakehi, A. Withana, C. Lee, D. Sakamoto, M. Sugimoto, M. Inami, and T. Igarashi. Detecting shape deformation of soft objects using directional photoreflectivity measurement. In *Proc. UIST '11*, pp. 509–516, 2011.