

加速度センサを用いたモーション入力機能に関する検討

米山昇吾 宮原影泰 川又武典

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

1. はじめに

近年、各種機能を簡単に扱える入力インタフェースが重要となっている。これを実現する手段として、加速度センサを用いて、身振りなどの動きを捕らえ、入力操作する方法がある[1][2]。本稿では、簡易な操作での入力を目的として、振る(シェイク)と叩く(タップ)動作について効率良く認識する方法について開発した。実験では、複数の被験者から収集したデータを用いて本方式の有効性を確認した結果について示す。

2. モーション入力機能

本章では、3軸加速度センサから得られた加速度波形を入力として、シェイクとタップの認識を行う方法について述べる。図1に本システムのフローを示す。

2.1 認識処理実行判定

モーション入力処理では、まず各軸の加速度波形の極大極小となる点をピークとして検出する。また、次式により得られる加速度ベクトルの絶対値の二乗 g_i のピークを合わせて検出する。ここで、 x_i, y_i, z_i は各軸の加速度を示しており、 i は、加速度センサより時系列に得られた i 番目の加速度ベクトルであり、 N は加速度ベクトルの数である。次に、時間区間 N においてピークの大きさが一定以上あるか否かで、端末の持ち運びなどに伴う外乱(ノイズ)か、ユーザがモーション操作を行ったかを判定する。

$$g_i = x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 \quad (1 \leq i \leq N)$$

2.2 シェイク認識処理

シェイク認識処理では、辞書データとしてあらかじめ保持している波形と入力波形との照合を多段階で行う(図2)。ここで、2.1節で求めた g_i のピーク点列を gp_j ($1 \leq j \leq M$) とする。ここで、 M はピーク点数を示している。1段階目の照合処理として、入力加速度ベクトルの絶対値の二乗

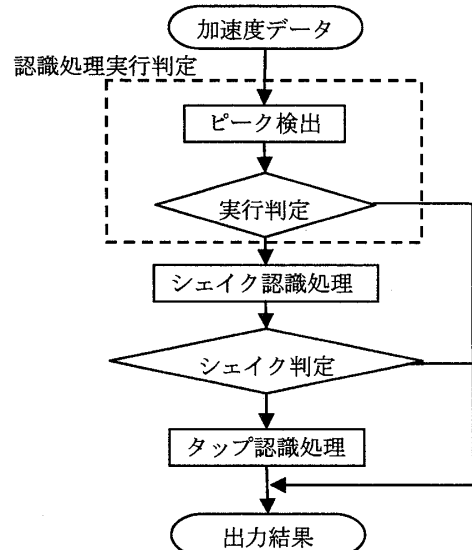


図1: 認識処理フロー

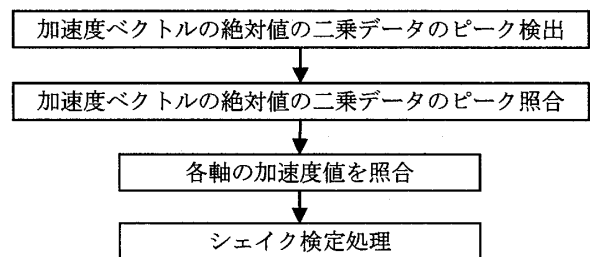


図2: シェイク認識処理

を計算し、該データのピーク点を検出する。次にピーク点を基準にして、変形の加わった形状を柔軟に照合する DP(Dynamic Programming) マッチング法[3]を用いて、次式により辞書内のデータとの照合を行う。ただし、 $f(i, j)$ は、辞書内の加速度ベクトルの絶対値の二乗データのピーク点列を rp_i とし、 $d(i, j)$ を gp_j と rp_i のユークリッド距離とした時の累積距離を表し、最小のものを得る。

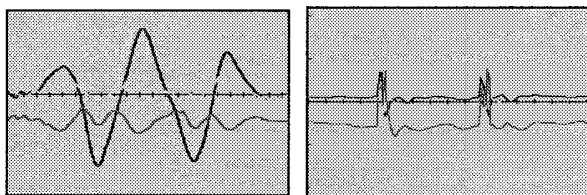
$$f(i, j) = \min \begin{cases} f(i-1) + d(i, j) \\ f(i-1, j-1) + d(i, j) \\ f(i, j-1) + d(i, j) \end{cases}$$

次に、2段階目の照合処理として、1段階目の照合結果によって対応づいたピーク点の近傍で、各軸の入力加速度と辞書データとの照合処理を行う。最後に、端末の動き方向などの加速度波形特徴量による検定を実施する。

"Motion Recognition Using Acceleration Sensor", Shogo Yoneyama, Kageyasu Miyahara, Takenori Kawamata, Mitsubishi Electric Corporation Information Technology R&D Center

2. 3 タップ認識処理

タップ認識処理は、2.2 節のシェイク認識処理において、シェイクと判定されなかった場合、処理を実行する。図 3(a) (b)に示すようにタップ操作では、シェイク操作と異なり、加速度波形に瞬間的に急峻なピークが生じるため、パターン認識的アプローチではなくルールベースでの判定処理を行う。具体的には、加速度波形を構成するピークの大きさや傾き、間隔、方向などについて、あらかじめ設定した閾値などと比較することで判定を行う。



(a)シェイク波形 (b)タップ波形
図 3 モーション操作による加速度波形例

3. 実験

本章では、2章で述べたモーション入力エンジンの有効性を検証するために行った実験について示す。

3. 1 評価データ

評価データには、被験者 86 名に対し、モーション操作のトレーニング前後で、シェイク操作 3 種類(左右、前後、上下)、タップ操作 3 種類(正面、右側、左側)を 3 回試行したデータを用いた。なお、収集したデータ(各モーション 258 個)の内、外乱(ノイズ)との区別が困難な弱いピークしか持たないデータについては、未対応データとして評価データから除いている。なお、本稿では、上記基準により選定したデータを選択データと呼ぶ。

3. 2 評価結果

シェイク操作の評価結果を表 1 に、タップ操作の評価結果を表 2 に示す。表より、トレーニングを実施することにより、シェイクでは 3%~4%、タップでは 3~8%認識精度が向上し、トレーニング後において、正面タップを除く全てのモーションで 90%以上の認識率を実現している。また、誤認識については、シェイク操作が 0%であるのに対し、タップ操作では、1%~3.4%であった。これは、シェイク操作が大きな動きを伴う操作

なのに対し、タップ操作が加速度の瞬間的な変化を捕らえる操作であることに起因する。具体的には、タップ操作は、端末に設置された加速度センサとタップした位置の影響を受け易く、タップ位置によって、所望とする軸以外の加速度が大きく変化し、これを誤認識したのが原因と考えられる。

表 1 シェイク認識率・誤認識率

トレーニング前	左右	前後	上下
選択データ	242	249	235
正認識	215 (90%)	217 (86%)	197 (88%)
誤認識	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
トレーニング後	左右	前後	上下
選択データ	242	249	235
正認識	219 (90%)	224 (90%)	214 (91%)
誤認識	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

表 2 タップ認識率・誤認識率

トレーニング前	正面	右側	左側
選択データ	243	252	253
正認識	198 (81%)	220 (87%)	222 (88%)
誤認識	5 (1.9%)	7 (2.7%)	9 (3.4%)
トレーニング後	正面	右側	左側
選択データ	245	248	252
正認識	221 (89%)	223 (90%)	232 (92%)
誤認識	3 (1.1%)	6 (2.3%)	3 (1.1%)

4. まとめ

本稿では、ピーク点を基準とした多段階による照合処理と加速度波形特徴の判定処理により、効率良く高精度にタップ・シェイクの双方を認識する方式について検討を行った。今後は、誤認識の改善を行うとともに、誤動作についても合わせて評価を行っていく予定である。

参考文献

- [1] 澤田秀之、橋本周司、松島俊明、”運動特徴と形状特徴に基づいたジェスチャー認識と手話認識への応用”、情報処理論文誌、pp1325-1333、1998
- [2] 福本雅朗、外村佳伸、”指釦：手首装着型コマンド入力機構”、情報処理論文誌、vol. 40、No. 2、pp389-pp398、1999
- [3] 内田誠一、”DP マッチング概説 ~基本と様々な拡張”、信学技報告、PRMU2006-166、pp31-36、2006