

# ハンズフリー情報伝達メガネのジェスチャ判定手法の検討

指導教員 菅谷みどり

石田剛章

## 1. 研究の背景

近年、ウェアラブルデバイスの普及により、眼鏡を用いた様々なサービスが提案されている。これらの端末には加速度センサやジャイロセンサなどが搭載されており、端末自体をウェアラブルセンサとして人の行動におけるデータを取得することができる。これによって、緊急性の高い情報伝達を行いたい場合で手が塞がっている状況などにおいても情報伝達を行うことができる。別の場所にいる人に情報伝達を行うことで、作業の効率化、作業にヘルプを求める等、利用用途は多いと考えられる。

## 2. 研究の課題と目的

糸数らは、事前に登録した文言を瞼の動作により認識することで、ハンズフリーで他人に対して情報伝達を行うハンズフリー眼鏡を提案した[1]。しかし、ジェスチャ判定精度の個人差が大きいう問題がある。特に、ジェスチャ判定精度が100%の人もいれば、19%に留まる結果もあり、人によりばらつきが大きかった。この理由としては主に2つある。第一に、瞼を片方ずつ閉じることのできない人がいた。第二に、瞼の動きを意識的に使用する人は少ないため、連続した瞼の動きが難しいことが挙げられる。これらは、個人差が大きく人により強制が難しいことから、瞼に依存するユーザインタフェースには限界がある。そこで本研究では、ハンズフリー状態で瞼に代わる新たな動作を用いることで、より自由で個人差のない情報伝達が可能となることを目的とする。

## 3. 提案

目的に従い、首の動きに関連したジェスチャ判定方法を検討する。首の動きは応答動作として生じる場合よりも自己発話内の方が多く生じる傾向がある[2]。このことから、首の動作には抵抗感が少ないと考えられる。そこで首の動きを加速度センサにより検知させる。これによって、意思伝達手段として判定精度における個人差が少なく正確となるシステムを目指す。また、想定しているシステム概要を図1に示す。

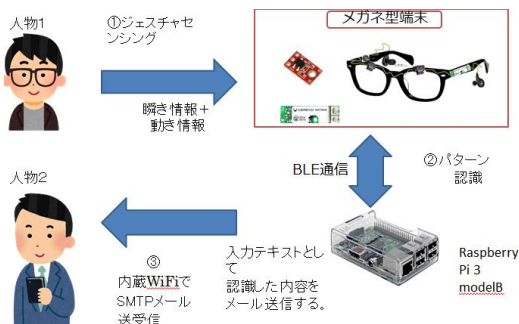


図1 提案システム概要

## 4. 予備実験

### 4. 1 眼鏡型デバイスのプロトタイプ製作

Arduino UNO と三軸加速度センサ(KXSC7-2050)を用いて予備実験を行うための眼鏡型端末を製作した。

### 4. 2 実験概要

加速度センサを用いて、(1)傾き動作(2)首を傾げる動作(3)顔の上方向への動作(4)顔の X 軸方向への動作の以上4つに基づく計10パターンの首の動作を各々行った際に、ジェスチャ認識を行うことを目的とする。

手法(ジェスチャ類似度の計算方法)としては、2つの時系列波形の時間的非線形圧縮距離を計算する Dynamic Time Warping (DTW) や複数のクエリから生成した認識モデルから入力データが生成される尤度を計算する Hidden Markov Model (HMM) がある。HMM は音声認識で用いられていることが多いが、DTW と比較して大量の教師データが必要となり、デバイスの簡易利用を考えるとジェスチャのデータを事前に大量に収集することは困難であり、本研究ではDTWを用いるものとした。

### 4. 3 実験結果と考察

センサ値から三軸加速度の合成加速度の時系列データを対象にしてDTW距離を計算した結果の例を、表1と表2に示す。

表1 ジェスチャ認識に成功した例

ゆっくり大きく傾く動作 (認識成功)	首を右に振る
1.13	1.99

表2 ジェスチャ認識に失敗した例

否定の動作 (認識失敗)	首を左に振る
43.66	11.55

表1では、ゆっくり大きく傾く動作をした際のDTW距離が、首を振った際の動作よりも下回り、認識に成功している。表2では、否定の動作をした際のDTW距離が、首を振った際の動作よりも上回り、認識に失敗した。

全体の結果として、ジェスチャ全10種類のうち認識に成功したのは4種類であった。また、否定と定義した動作や首を振る動作等の複雑な動作に関しては、センサ値の変動幅が大きいため誤認識となった。結果としてDTWは実験協力者が少ない中、一定の精度を示したが、計算コストが非常に大きく処理に時間を要してしまう。つまりリアルタイム性に欠けているため、実際のシステムに用いることは難しいのではないかと考えられる。

## 5. 機械学習

### 5. 1 概要

予備実験より、システム化に向けてより高速で高い精

度があるジェスチャ認識を行う必要があると分かった。そこで、機械学習を用いてジェスチャ認識を行う。

### 5. 2 使用ツール

データマイニングツール「Weka」を使用した。Wekaは新たに考案したパターン認識アルゴリズムとの比較にも用いることができるほか、データマイニング適用事例に多く用いられる決定木や if-then ルールのような判別過程が明らかなモデルを生成することも可能である。

### 5. 3 学習アルゴリズム

ランダムフォレストを採用した。ランダムフォレストは、複数の決定木を用いてクラス分類を行う機械学習アルゴリズムであり、姿勢推定などに用いられる。利点として、(1)自然な多クラス判別が可能(2)2分探索によって判別を行うため高速に識別が可能(3)複数の識別器で判別するため汎化性能が高いことが挙げられる。これらの特長は、動作中の首の動きを識別するという本論文に非常に相性が良いと考えられることから、ランダムフォレストを識別器として採用した。検証は 10 分割交差検証により行い、F 値、再現率、精度によって評価する。

## 6. 実験

### 6. 1 端末の実装

Raspberry Pi3 modelB と加速度センサ(Blueninja)を用いて眼鏡型ウェアラブル端末を製作した。3 軸加速度センサの情報は、BLE(Bluetooth Low Energy)による低電力無線通信によって Raspberry Pi3 に送信される。



図2 作成したウェアラブルデバイス

### 6. 2 実験目的

機械学習を用い、ジェスチャ認識の精度を検証することを目的とする。

### 6. 3 実験手順

ジェスチャ動作として、(1)上を向く(2)下を向く(3)左に首を振る(4)右に首を振る(5)正常時の首の位置の以上 5 種類の動作を考え、認識実験を行った。これらのジェスチャに対して、1 動作につき 10 個のサンプリング点数 (2 秒間) の測定を行った。各動作 5 データずつの計 25 データを実験協力者 7 人から収集し、合計 175 データを実験に使用した。

### 6. 4 実験用ツール

実験協力者の加速度データを正確に取得するため、実験用ツールを作成した。これによって、視覚的に分かりやすく加速度データを取得できるだけでなく、Weka を使用するための arff ファイルを容易に作成することができる。実験ツールの概要を図 3 に示す。



図3 実験ツールの概要

### 6. 5 実験結果

ランダムフォレストアルゴリズムを適用した各ジェスチャの評価結果を表 3 に示す。

表3 各動作の評価結果の比較

	再現率	精度	F 値
上を向く動作	80%	84%	0.84
下を向く動作	85%	85%	0.85
左に振る動作	55%	48%	0.51
右に振る動作	55%	61%	0.58

結果から、上を向く動作、下を向く動作に関して高い精度があることが分かる。また、験動作におけるジェスチャ認識の標準偏差と、首動作における標準偏差を比較した際に、験動作が 29.34 であったのに対し、首動作は 31.87 となった。全体の標準偏差は首動作が下回ったが、首の上下動作の標準偏差は 15.51 となり、験動作よりもジェスチャ認識における個人差は小さくなった。

### 7. アンケート

本研究で作成した端末の評価を行うため、実験後に実験協力者にアンケートに答えてもらった。アンケートの内容は、使用方法、動作の信頼性、眼鏡のかけ心地、験動作との比較などによって構成されている。また項目は 5 段階評価で 4 が高く、1 が低くなっている。

結果として、ジェスチャの明快度が平均 3.4、験動作と比べた評価が平均 3.1 と高い評価を得られた一方で、動作への信頼性が平均 2.4 と高い評価を得られなかった。

### 8. まとめと今後の課題

今回、験に代わる新たなジェスチャとして首の動きを採用し、首の上下動作において験動作よりも個人差のないジェスチャ認識をすることができたと共に、眼鏡の使用感の向上を図ることができた。今後の課題として、被験者の数を増やし、フィードバックを用いたシステムを用いて評価を行うことが挙げられる。

### 参考文献

- [1] 糸数泰成. “無線通信を用いたハンズフリー眼鏡型端末による情報伝達”. 卒業論文, 芝浦工業大学, 2016.
- [2] 前田真季子. 堀内靖雄, 市川薫. “自然対話におけるジェスチャーの相互関係の分析”. ヒューマンインターフェース, 2003, p.102-107.
- [3] 荒木雅弘. “フリーソフトではじめる機械学習入門”. 森北出版株式会社, 2014, p.30-45