

## 曲げセンサを用いた行動認識の検討

武井 優介<sup>†</sup> 中田 龍太郎<sup>‡</sup> 木實 新一<sup>§¶</sup> 戸辺 義人<sup>§¶</sup>

東京電機大学 工学部情報メディア学科<sup>†</sup> 東京電機大学 工学研究科 情報メディア学専攻<sup>‡</sup>

東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科<sup>§</sup> JST CREST<sup>¶</sup>

### 1 はじめに

ユビキタス社会を実現する上で、ユーザの行動や状態を認識しその状況に応じた情報を提供する、コンテキストウェアサービスが注目されている。特に「歩き」や「自転車」など、移動中の行動に関する認識が盛んである。現在、多くの携帯端末に加速度センサが搭載され、導入が容易であるという理由から、移動中の行動を認識するシステムの研究では、測定機器に加速度センサを用いることが主流となっている。しかし、加速度センサによって取得される情報は、路面の状況や障害物の存在に影響を受けやすく、日常的に利用するようなコースでは、認識精度が落ちてしまう。そこで本研究では、「立ち」「座り」「歩き」「走り」「自転車」の 5 つの行動について、曲げセンサを用いた行動認識を提案し、その有用性の評価を行う。

### 2 提案手法

加速度センサを用いた行動認識に関する、愛知県立大学の赤堀ら[1]や、東京大学の倉沢ら[2]の研究では、1 つの行動における多様性については検討されていない。例えば「歩き」という行動を認識する際に、単純に、歩いているかどうかを判断し、ユーザがどう歩いているかという部分には触れていない。しかし早歩き、ゆっくりした歩きなど、ユーザの状況により歩き方は様々ある。そして、それらのあらゆる歩き方を同じ「歩き」という行動として認識するためには、「歩き」という行動を細分化して、検討する必要がある。そこで本研究では、膝または足首に、曲げを検出する曲げセンサを装着し、そのセンサから得られる情報をもとに、「立ち」「座り」「歩き」「走り」「自転車」の 5 つの行動認識と、その中の「歩き」「走り」「自転車」の 3 つの行動を、速さの違いに基づいて、それぞれ 3 状態、2 状態、2 状態に分けて実験を行い、その違いを検討する。

### 3 行動認識システム

行動認識システムのプロトタイプ実装と、センサの装着方法、システムに使用する決定木について述べる。

Discussion of action recognition using a Bend Sensor

<sup>†</sup>Yusuke Takei, <sup>‡</sup>Ryutaro Nakata, <sup>§</sup>Shin'ichi Konomi,

<sup>¶</sup>Yoshito Tobe

Department of Information Systems and Multimedia Design,

Tokyo Denki University(<sup>†</sup>)

Department of Information Systems and Media Engineering,

Tokyo Denki University(<sup>‡</sup>)

JST CREST(<sup>§</sup>)

### 3.1 プロトタイプ実装

曲げセンサ(浅草ギ研社製)は長さ 10cm, 幅 5mm, 厚さ 1mm 未満の薄いセンサで、曲げると抵抗の変わる可変抵抗である。今回は、ユーザの足の曲げ具合、または足首の曲げ具合を取得するため、ひざの裏または足首の甲にこの曲げセンサを装着する。曲げセンサのサンプリングレートは 20Hz とした。取得したデータは、無線通信ノード(SunMicrosystems 社製 SunSPOT)を使用して、処理用の PC(Lenovo 社製 ThinkPad X300)に転送される。

### 3.2 装着方式

本研究では、膝と足首の 2 つの曲げセンサ装着箇所について検討する。以下に 2 つの装着方式について述べる。

#### 装着方式 1: 膝への装着

ひざの裏に曲げセンサを装着する。関節の中心部分にちょうど曲げセンサの中央部分が当たるように、装着する。

#### 装着方式 2: 足首への装着

足の甲から脛にかけて、ちょうど踝のあたりに曲げセンサの中央部分が当たるように装着する。

### 3.3 決定木

それぞれの装着方式について、基礎実験をもとに作成した行動認識を行うための決定木を以下に示す。プロトタイプにおいて、この決定木は 60 データ毎 (3 秒のデータに相当) に適用される。

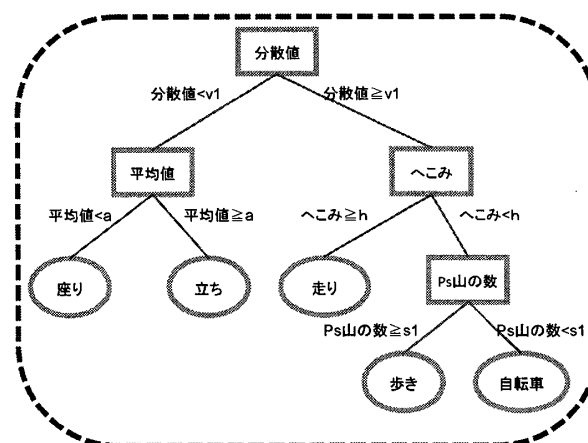


図 1: 装着方式 1 の決定木

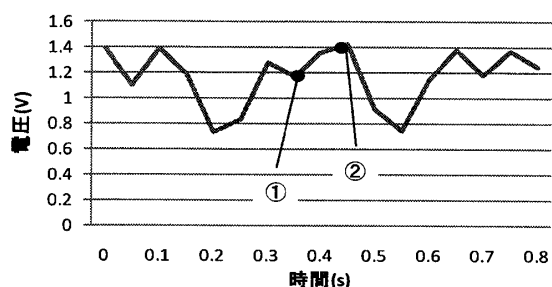


図 2: 「走り」データ

図 1 中の「へこみ」とは、図 2 のような、グラフ化すると山の形を成すデータ群における、山の中央のへこみ部分 (①) の値と、頂点 (②) の値の差である。この値は、足を着地した際の、膝の曲げ度合いを表している。

図 1 中の「Ps 山の数」は FFT 解析後のパワースペクトルのデータにおいて、値が閾値以上のデータを頂点とするデータ群を 1 つの山とみなした時の、山の総数である。FFT 解析は、32 データに適用する。

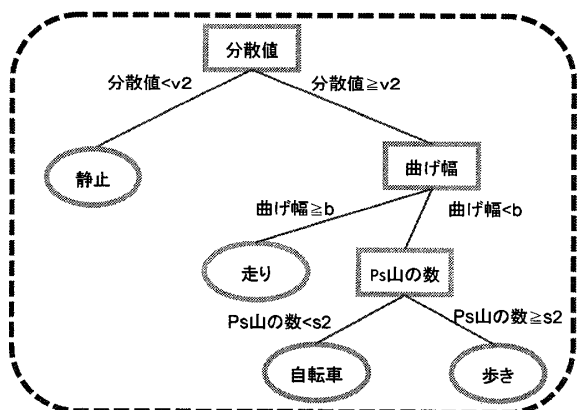


図 3: 装着方式 2 の決定木

図 3 中の「曲げ幅」は図 2 のような山の形を成すデータ群における、最大値と最小値の差である。

装着方式 2 においては、「立ち」「座り」の判別が困難であるため、「静止」という行動として認識する。

#### 4 実験と評価

プロトタイプを用いて、実際に 9 種類の行動に関して行動認識の実験を行い、システムの評価をする。

##### 4.1 評価方法

本研究では、移動の速さに基づき、歩きを(ゆっくり、普通、速い)、走りを(ゆっくり、速い)、自転車を(普通、速い)に分けて実験をし、それぞれ「歩き」、「走り」、「自転車」に正しく分類されるか調査する。

##### 4.2 実験方法

前処理として被験者にあらかじめ軽走行を行ってもら

い、そのデータから決定木に使用する閾値を算出し設定する。前処理を終えた後、移動を伴う行動(歩き、走り、自転車)に関しては、被験者は 1 種類の行動につきテストコースを 1 周し、移動を伴わない行動(立ち、座り)に関しては、大学構内で実験を行った。テストコースは大学の周りの公道を使用した。被験者は健康成人男性 3 名である。

#### 4.3 実験結果

各装着方式について、実際に行った行動とシステムの認識結果を比較し、認識精度を求めた。以下の表 1 に装着方式 1 の、表 2 に装着方式 2 の結果を示す。

表 1: 装着方式 1 実験結果

行動	歩き			走り		自転車	立ち	座り
	ゆっくり	普通	速い	ゆっくり	速い	普通	速い	
認識精度	74%	90%	64%	96%	100%	96%	85%	97%

表 2: 装着方式 2 実験結果

行動	歩き			走り		自転車	静止
	ゆっくり	普通	速い	ゆっくり	速い	普通	速い
認識精度	82%	95%	98%	94%	83%	97%	84%

#### 4.4 考察

装着方式 1, 2 とともに、平均して 90% 程度の高い認識精度を実現できた。しかし装着方式 1 において、ゆっくりした歩き、速い歩きの認識精度が低いことがわかった。原因として、ゆっくり歩くほどパワースペクトルのデータが自転車のパワースペクトルのデータに類似してくること、速く歩くほど走りのデータに類似してくることが挙げられる。

#### 5 まとめ

本研究では、曲げセンサを用いた「歩き」「走り」「自転車」「立ち」「座り」の行動認識に関する検討を行った。加速度センサを用いた行動認識システムとは違った、「曲げ幅」や「へこみ」等の値によって行動を分類できることがわかった。また、人通りや障害物のある公道をテストコースとすることで、日常生活に近い状態でも高い認識精度を実現できることが判明した。

今後は女性や幅広い年齢の被験者からデータを採り、あらゆる年齢層、性別に適用可能であるか検証したい。

#### 参考文献

- [1] 赤堀 顕光他, “単一 3 軸加速度センサを用いた行動推定” 信学技報 MBE2005-104 (2005-12)
- [2] 倉沢 央他, “単一の無線加速度センサを用いたユーザコンテキストの推定” 電子情報通信学会総合大会, B-19-23, September 2005