

M-014

Probing Stick: 3軸加速度センサを用いた杖による路面情報の抽出

Probing Stick: Extracting Ground Surface Context using an Acceleration Sensor

高木 篤大†
Atsuhiko Takagi

石田 泰之‡
Yasuyuki Ishida

岩井 将行§*
Masayuki Iwai

戸辺 義人§*
Yoshito Tobe

1. はじめに

近年、高齢者人口の増加に伴い、高齢者だけで散歩や買い物に出かける機会が多くなっている。しかし、高齢者は路面状況を瞬時に判断し、対応できないため、思いがけない怪我や転倒事故をまねいている。そのため、事前に危険を察知し、注意を促すことが不可欠である。そこで我々は、多くの高齢者が日常使用する杖に3軸加速度センサを用い、高齢者の歩いている路面の特徴を捉えるシステム「Probing Stick」を提案する。Probing Stickにより、高齢者に対して、路面情報の変化をいち早く伝達し、利用者に対して注意を促すことができる。本稿では、Probing Stick プロトタイプを実装し、滑りやすいガラス、アスファルト、鉄板等の路面対し、実験を行った。

2. 提案手法

高齢者は、高齢による判断力の低下や環境変化から瞬時に対応できないため、転倒や転落事故が多い。東京消防庁の調べでは、高齢者が救急車を呼ぶ7割以上の原因が転倒や転落によるものである[1]。現在、高齢者支援として、加速度センサや心拍センサ等のセンサデータから、高齢者の健康状態を把握するシステムは実用化されている[2]。しかし、これらのシステムは遠隔地で独り暮らしの高齢者の状態を把握することを目的に作られており、高齢者自身に注意を促すことを目的としていない。そのため、高齢者の転倒や転落事故を未然に防ぐことが困難である。

東京大学の笠らは3軸加速度センサを使い、人の消費エネルギーを推定している。携帯電話に搭載している3軸加速度センサを用いて、ユーザコンテキストを推定し、さらにユーザコンテキストから METS エネルギー換算法を用いて、消費エネルギーを推定している[3]。また、愛知県立大学の赤堀らは、3軸加速度センサを1個のみ用いて人間の行動推定を行う行動推定アルゴリズムを提案している。人間の「歩行」「階段の昇り」「階段の降り」という行動を推定するアルゴリズムである[4]。しかし、これらの研究は、人間のコンテキストや行動を推定しているが、ユーザに注意やアドバイスを行うシステムは提案していない。

本研究では、高齢者が日常使用している杖に加速度センサを取り付けることにより、路面情報を取得し、注意促すシステムとして、Probing Stickを開発、実装する。取得した路面情報から危険性を判断し、高齢者へ注意を促すことが目的である。その前段階として、路面情報を把握する必要があるため、実際に千代田区の路面で実験を行った結果を報告する。

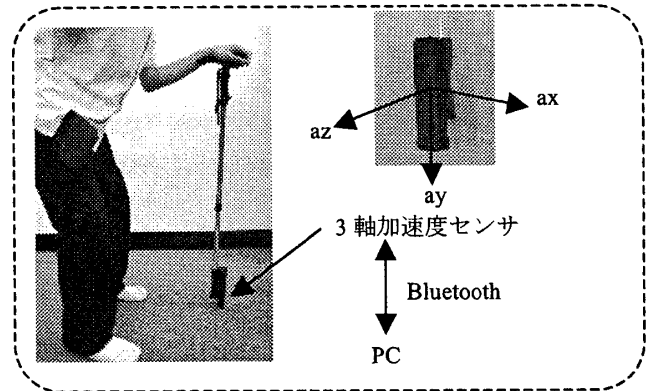


図1: Probing Stick プロトタイプ

3. Probing Stick

3.1 プロトタイプ実装

杖の先端に3軸加速度センサを取り付け、路面情報を取得する。3軸加速度センサが路面の情報を忠実に取得できるようにセンサ自体が地面に接地するよう取り付けを行った。杖の先に取り付けた3軸加速度センサからのデータは無線(Bluetooth)により、PCへ送信される。

Probing Stick プロトタイプに用いた3軸加速度センサはSTマイクロエレクトロニクス社製 ADXL330である。精度は $\pm 3g$ であり、サンプリングレートは80Hzである。3軸加速度センサの情報はBluetooth Ver2.0 Class2(Broadcom社製 BCM2042)を使用してPCへ転送する。見通し10m程度転送することが可能である。実験用PCとして、Apple社製モバイルPCを使用した。

3.2 データ処理

本研究では、3軸加速度センサより取得されるデータから、杖が地面につき、跳ね返る直前10データと、直後の26データの合計36データを解析することにより、路面情報を抽出する。今回、3軸加速度センサから、ax, ay, azのそれぞれデータが送られてきたが、路面変更時にayの変化が、顕著に表われたため、ayのデータを解析し、路面情報を抽出することとした。

4. 実験

Probing Stick プロトタイプから、路面情報を抽出するため、実験を行った。本実験では、アスファルト、カーペット、ガラス、木のくず、鉄板においてProbing Stickから加速度データを取得する。今回は、アスファルト、カーペット、ガラス、木のくず、鉄板において、計10回ずつProbing Stickをついた時の加速度データを取得した。

† 東京電機大学 工学部 情報メディア学科

‡ 東京電機大学大学院 工学研究科

§ 東京電機大学 未来科学部

* 科学技術振興機構 CREST

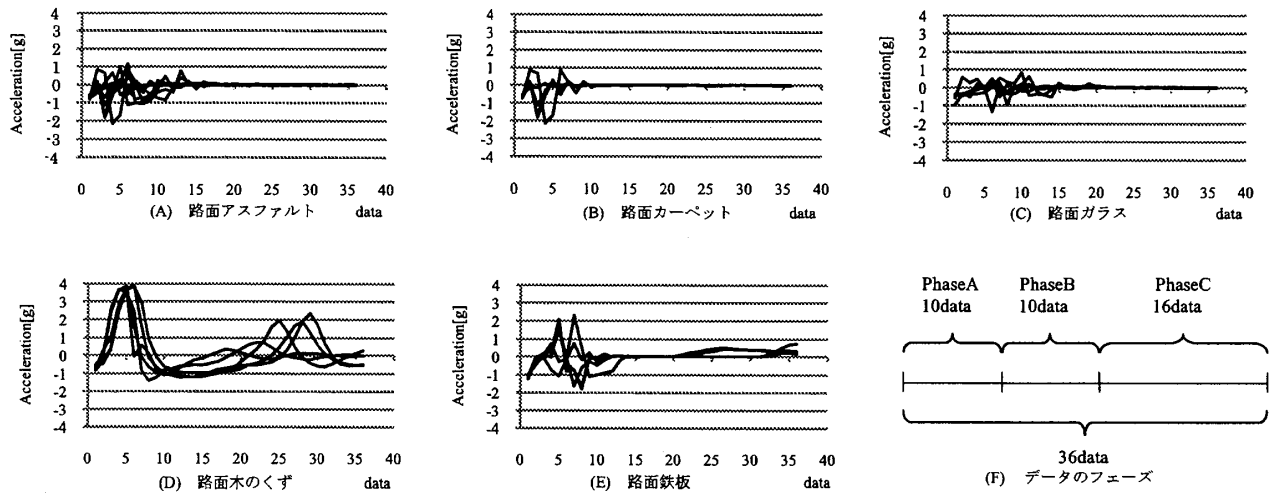


図2：各路面状況における加速度センサの値とデータのフェーズ

表1：各フェーズにおける平均値，平均変化量，分散の値
単位[g]

路面	PhaseA			PhaseB			PhaseC		
	平均値	平均変化量	分散	平均値	平均変化量	分散	平均値	平均変化量	分散
アスファルト	-0.37720	0.05533	0.27083	-0.05220	0.02889	0.05789	-0.00840	0.00171	0.00061
カーペット	-0.25400	0.07911	0.52183	-0.00120	0.00044	0.00070	0.04573	0.00429	0.01229
ガラス	-0.12460	0.06089	0.14473	-0.00320	0.00444	0.02428	0.00853	-0.00143	0.00022
木のくず	0.87680	-0.01467	3.32039	-0.66060	0.09311	0.20389	0.16987	0.00671	0.69157
鉄板	-0.22080	0.08067	0.64132	-0.03080	0.03044	0.03314	0.13907	0.01271	0.01934

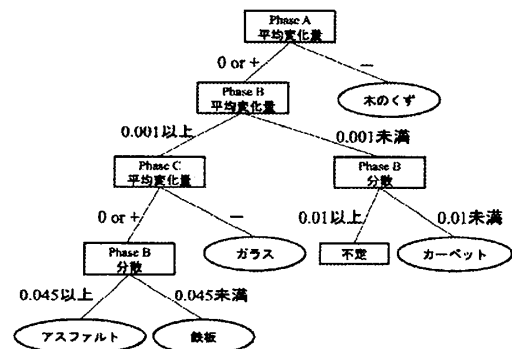


図3：路面抽出決定木

図2(A~E)から路面状況により Probing Stick の加速度センサの値に特徴が現れることがわかった。図2(A~E)のグラフから、特徴を抽出するため、データを杖が地面につく前の10データからなるPhaseA、地面についてからの10データからなるPhaseB、その後の16データからなるPhaseCと3つのフェーズに分け(図2(F))、フェーズ別に平均値、平均変化量、分散を求めた。Probing Stickの加速度センサから転送されてきた各10回分の加速度センサの値から、フェーズ別に平均値、平均変化量、分散を求めた結果が表1である。表1の平均値では、フェーズAで木のくずのみがプラスの値を示し、フェーズB、フェーズCは特徴的な値は取得できなかった。平均変化量では、フェーズAでは木のくずのみがマイナスの値を示し、フェーズBでは、カーペットの値が他の4つより小さい。フェーズCではガラスのみがマイナスの値を示した。分散ではすべてのフェーズで木のくずが大きい値を示し、フェーズBでカーペット、フェーズCではアスファルトが小さい値を示した。この特徴から、閾値を設け、図3の路面抽出決定木を作成した。これにより、リアルタイムに路面を抽出することが可能になり、ユーザに適切な注意やアドバイスを打てるアプリケーションに実装が可能となる。

5. まとめ

本稿では、Probing Stickのプロトタイプを実装し、実際にアスファルト、カーペット、ガラス、木のくず、鉄板において実験を行った。実験から取得した加速度データより、平均値、平均変化量、分散を求めた。そして、実際の路面

状況から、加速度データに閾値を設けることにより、路面抽出決定木を作成した。本実験において、FFTによるデータ解析を試みたが、特徴的な結果が得られなかった。路面抽出決定木を用いることにより、リアルタイムに路面情報を抽出することが可能になり、ユーザに適切な注意やアドバイスを打てるアプリケーションの実装が可能になった。今後の課題として、人の筋力の違いや、杖のつき方の違いを考慮する必要がある。また、Probing StickとGPSを用い、路面情報や快適度を地図にマッピングすることにより、高齢者に負担がかからない経路を表示するアプリケーションの実装も行っていく。

参考文献

[1]richbone：転倒の実態調査
<http://www.richbone.com/tento/whatkarada/03-tendtofall.htm>
 [2]日立製作所：人の動きや脈拍などのデータを24時間連続して測定・記録可能な腕時計型センサネットワーク端末を試作
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2007/09/0906.html>
 [3]笠七菜実, 川原主博, 小林亜令, 浅見徹：非運動性活動を考慮した加速度センサによる消費エネルギー推定手法, 情報研報, Vol.2008, No.40, pp.67-74, UBI-18(2008).
 [4]赤堀 顕光, 岸本圭史, 小栗宏次：単一3軸加速度センサを用いた行動推定, 電子情報通信学会, Vol.105, No.456, pp. 49-52(2005)