

MEMS 加速度センサを用いた地震検知

Earthquake Detection Using an MEMS Acceleration Sensor

基盤ソフトウェア学講座 0312011129 樋口広樹

指導教員： 澤本潤 瀬川典久 杉野栄二

1. はじめに

震度情報は地域住民と直接的に関わり市区町村の初動対応において、また住民の自助・共助において市区町村内の詳細な地震分布を地震発生後できるだけ早く把握することは極めて重要であるとされている。緊急地震速報的中率は 60 % 程度で、この精度は地震計の設置密度(全国に 1000 箇所)に依存している。このため、緊急地震速報で報じられる震度はあくまで観測点付近の地域を代表する震度である¹⁾。地震計が少ないので、観測点を増やすことで地震分布を詳細に把握することができる。

スマートフォンには三軸加速度センサが内蔵されており、これを地震計として利用することで観測点を増やすことができる。スマートフォンで測定した加速度成分を分析することで、その位置の正確な震度を知ることができる。近隣の正確な震度を知ること適切な避難誘導を促し避難者の行動経路も追跡可能とすることができる。観測点が少ないことの解決に向けてスマートフォンなどの加速度センサー搭載機器を利用し、統計的な地震波形の分析をし地震の揺れを抽出・分析するアルゴリズムの開発が求められる。

現在、地震計測を行うことができるスマートフォンのアプリケーションを開発した。本アプリケーションではその場でスマートフォンがあれば計測を行うことが可能となる。この性能を評価するとともに震度検知の性能を向上させることで実用化に貢献していく。

2. 震度計測

震度は次のようにして計測される。地震動の強さを表す指標として、次の算式により算出した値をいう³⁾。

1. デジタル加速度記録 3 成分（水平動 2 成分，上下動 1 成分）のそれぞれの フーリエ変換を求め。
2. 地震波の周期による影響を補正するフィルター（周期の効果を表すフィルター，ハイカットフ

ルター，ローカットフィルター）を掛ける。

3. 逆フーリエ変換を行い，時刻歴の波形にもどす。
4. 得られたフィルター処理済みの 3 成分の波形をベクトル的に合成する。
5. ベクトル波形の絶対値がある値 a 以上となる時間の合計を計算したとき，これがちょうど 0.3 秒となるような a (gal) を求める。
6. 上で求めた a を， $I = 2 \times \log_{10} a + 0.94$ により計測震度 I を計算する。計算された I の小数第 3 位を四捨五入し，小数第 2 位を切り捨てたものを計測震度とする。

3. 提案システム

アプリケーションの全体のシステム構成図を図 1 に示す。アプリケーションでは地震の検知を行いそれを表示することが可能である。しかし、地震検知機能を用いて震度検知をする際、既存のノイズ削除だけでは地震検知の精度がよくなく、すぐに誤検知をしてしまう。そのため、精度を向上させるために他のセンサーを用いて誤検知を減らしていく。

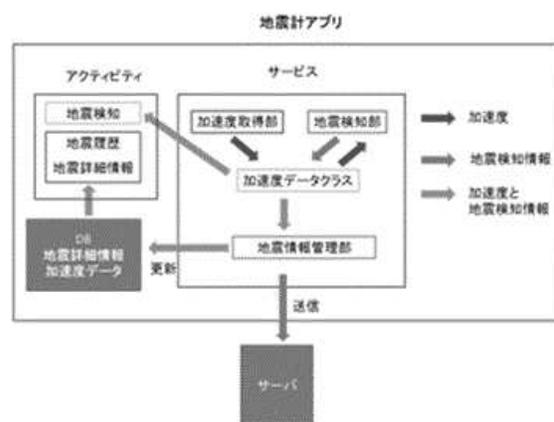


図 1 システム構成図

4. 実験

本実験では、一台の端末を用いて実験を行う。本実験では、本アプリケーションの改本研究の目的は本アプリケーションを用いての誤検知を減らすことである。本実験では、本アプリケーションの改善前と改善後で地震を正しく検知できているかどうかと、地震ではない波(例えば、持ち歩いているときなど)を誤検知として判断できるかの評価を行う。

4.1. 実験方法

本実験では、岩手県紫波郡矢巾町にある岩手県立総合防災センターの地震体験装置²⁾を借りて実験を行う。地震体験装置では進度4から進度7の地震を体験することができる。改善前と改善後で震度のそれぞれで計測を行い、改善後でも検知を正しくしていることを確認する。また地震ではない波を誤検知として判断しているかどうかを確認するために、改善前と改善後で本アプリケーションを持ち歩いているときに、地震の検知を行っているか、行っていないかを確認する。図. 2は実験をした岩手県立総合防災センターの地震体験装置である。



図 2 実験装置

4.2. 震度計測実験

地震体験装置で、震度4から震度7を計測した結果を表1に示す。表. 1から本アプリケーションでは、震度計測を正しくとれていると判断する。また、固定したときと固定しないときで計測結果があまり変わらないことがわかった。

4.3. 震度精度実験

持ち歩いたときに地震検知すること。地震体験では改善前と改善後に地震の結果を変わずに検知することを実験する予定である。

表 1 震度計測実験結果

状態\震度	4	5	6	7
床(固定なし)	4	5+	5+	6-
床(固定あり)	4	5-	5+	6-
テーブル(固定なし)	4	5+	5+	6-
テーブル(固定あり)	4	5+	6-	6-

5. 考察

本実験では、震度4から震度7の震度計測を行った。震度体験では震度階級が5と6でわかれているが、実際の震度階級では5と6には弱と強がある。固定をしていないときと固定をしていないときに差異があまりでなかったのは、固定があまく固定したものもいっしょに動いてしまったことが考えられる。しかし、異なった端末を使うことによってセンサーに誤差があると考えられる。従って、他の端末を用いて実験を行うこともしていきたいと考えている。

6. おわりに

本論文では、アプリケーションの誤検知を減らすために Android の他のセンサを用いてアプリケーションを実装したことについて報告した。実装では、Android の他のセンサを用いて誤検知を減らしていく。評価実験では、誤検知を減らすことができているかの確認、および誤検知を減らすことによって本来の検知機能が損なわれていないかを検証する。また、本実験では施設の震度体験の都合で震度4から震度7の実験を行うことしかできなかったが、震度1から震度3の震度検知も行うことを検討したい。

参考文献

- 1) 小田義也, 岩楯敬広, (2008). 2地点の計測震度と微動H/Vおよび地形・地質分類を利用した面的震度分布の即時推定. 物理探査, 61(6)523-532.
- 2) 岩手県立総合防災センター: <http://www.jp/kyoshin/>. (2014/12/15)
- 3) 気象庁告示第四号 気象庁震度階級表: http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/k19960215001/k19960215001.html (2014/12/22)