

2011 年度 卒業論文

邦文題目

スマートフォンを利用した弱者見守り
システムの提案

英文題目

Proposal of a Remote Watching System
TLIFES that cares about Vulnerable People
Utilizing SmartPhones

学 籍 番 号 : 070427145

氏 名 : 土井善貴

所属研究室 : 渡邊研究室

名城大学理工学部 情報工学科

内容要旨

我が国では急速に少子高齢化や核家族化が進んでおり、高齢者の徘徊行動や孤独死などが問題視されている。本稿では、見守る人がどこにいても弱者（高齢者や子供など）を常に見守ることができる統合生活支援システムTLIFES（Total LIFE Supportsystem）を提案する。このシステムでは、弱者の方にスマートフォンを所持してもらい、それに搭載されたセンサで様々なセンサ情報を取得して管理サーバに送信する。見守る人は管理サーバに蓄積されたセンサ情報をパソコンなどから閲覧できる。スマートフォンではセンサ情報に異常が検出された場合、見守る人に通知し迅速な対応を可能とする。

Abstract

In Japan, senior citizen population is rapidly increasing, while many younger people live separately from their elderly relatives under the current societal environment. In this paper, we propose a system to constantly trace the moves of elderly people, called TLIFES (Total LIFE Support system). Elderly people are expected to hold a smartphone and send various information obtained through the smartphone in the management server. Watchers are able to browse the conditions of elderly people at any time. If any abnormal conditions are detected in the smartphones, it is reported to the watchers as they can cope with the appropriate action.

目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	既存システム	
2.1	ALKAN システム	5
2.2	携帯電話を用いたユーザ状態推定・共有方式	5
第 3 章	TLIFES による行動判定	
3.1	TLIFES の構成	6
3.2	行動情報の分類	6
3.3	センサによる取得情報	9
3.4	行動判定の準備	9
3.5	行動判定方法	10
第 4 章	判定基準の検討	
4.1	測定方法	11
4.2	歩行の場合	11
4.3	バスの場合	12
4.4	電車の場合	12
4.5	転倒の場合	13
第 5 章	まとめ	
	謝辞	
	参考文献	

第1章 はじめに

わが国では着実に少子高齢化が進行しており,65歳以上の高齢者の占める割合は2010年に4人に1人となっている.そして,2050年には2.5人に1人が高齢者になると予測されている.その一方で核家族化も進行しており,全世帯の20%以上が高齢者世帯であることが報告されている.このような状況から,高齢者の孤独死や徘徊行動,交通事故の多発などが社会問題となっている.そのため,高齢者がどこにいても見守ることができるシステムの構築が急務である.また,高齢者に限らず,社会的に支援の必要な弱者(子供,医療患者,障害者)も見守る対象とし総合的に見守るシステムの実現を目指す.

そこで我々は,スマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用し,見守る人がどこにいても弱者の状態を常に把握でき,異常時には迅速な対応を可能とする統合生活支援システム TLIFES(Total LIFE Support system)を提案している.

TLIFES では,弱者の様々な状態をスマートフォンで検出し,携帯電話網や無線 LAN を介してインターネット上のサーバに蓄積する.見守る側はいつでもその状態を閲覧できる.異常検出時には直ちに見守る側に通知し,エンドエンドの通信を可能にする.本稿では,TLIFES における弱者の行動判定の方法について検討したので報告する.

以下,2章では既存システムの概要について述べ,3章では TLIFES の概要について述べ,4章では,判定基準の検討について述べ,最後に5章でまとめる.

第2章 既存システム

本章では,携帯端末を用いた,行動判定の既存システムの事例を紹介する.

2.1 ALKAN システム

スマートフォンを利用した,行動判定を行うシステムとして,九州工業大学大学院の ALKAN システム[1]がある.スマートフォンを用いて行動を行い,加速度センサ情報をサーバに蓄積する.サーバは行動情報を蓄積するとともに履歴を提示する.被験者はスマートフォンからこれらの情報を閲覧でき,一日の行動履歴を確認することができる.しかし,このシステムは加速度センサのみで判定を行い総合的に行動判定を行えるものではない.

2.2 携帯電話を用いたユーザ状態推定・共有方式

KDDI 研究所が行っている移動状態推定に携帯電話を用いたユーザ状態推定・共有方式[2]がある.子供がスクールバスに乗ったら母親に通知,自動車に乗ったら助手席ナビを自動的に起動,電車に乗ったら自動的にマナーモードに切り替えなどを行うことを目的としている.一時期 au の端末にもシステムが搭載され実用化されていた.加速度センサ,マイク,GPS を複合的に使用し行動判別を行う.加速度センサの情報を用いて,走っている,歩いている,自転車,停止,を推定し,マイク,GPS を用いて,自動車,バス,電車,の7種類を推定する.この研究は,移動状態を判定するもので,転倒など見守りに必要となる異常を検出できるものではない.

第3章 TLIFES による行動判定

我々は、統合生活支援システム TLIFES(Total LIFE Support system)を提案している。本章では TLIFES の構成を示す。

3.1 TLIFES の構成

図1 にTLIFES の構成を示す。TLIFES では、スマートフォンの通信機能とセンサ機能を活用し、弱者と見守る人が情報を共有できるシステムを実現する。弱者の方にスマートフォンを所持してもらい、それに搭載されたセンサから様々なセンサ情報を取得して、弱者の状態を常に把握する。弱者の方には、スマートフォンを所持してもらうだけであり、弱者自身によるスマートフォンの操作は基本的に不要である。センサ情報の取得には、スマートフォンのGPS や加速度センサ、地磁気センサなどのセンサを用いる。スマートフォンは、これらの取得したセンサ情報をインターネット上の管理サーバに定期的に送信し、データベースに蓄積する。管理サーバに蓄積されたセンサ情報は、家庭端末や携帯端末からいつでも閲覧できる。管理サーバでは、現在と過去のセンサ情報を比較することにより、弱者の異常やその前兆がないかを判断する。異常が検出された場合には、予め登録されたメールアドレスに対し、管理サーバからアラームメールを配信する。これにより、緊急時においても迅速な対応が可能である。また、弱者自身も自分のセンサ情報を閲覧することにより、私生活や健康管理について後で振り返ることができる。

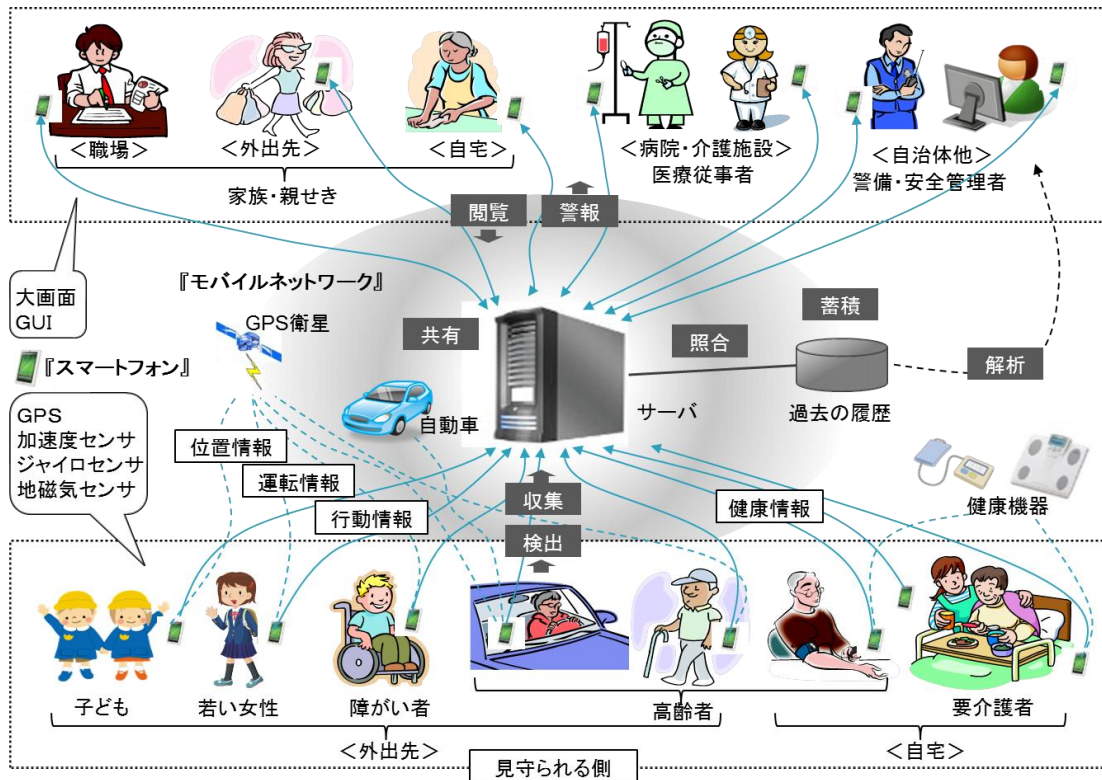


図 1 TLIFES の構成

TLIFESにおける異常検出時の処理を図2に示す. スマートフォンにて異常を検出した場合, あらかじめ登録された見守る側のアドレスにメールにて通知する. 弱者のスマートフォンはサーバに送る定期送信間隔を短縮し, 見守る側は常に弱者の状況を確認できるようになる. また, 弱者と見守る側がエンドエンドでハンズフリーの通信を行い, 相手の状況を確認することができる.

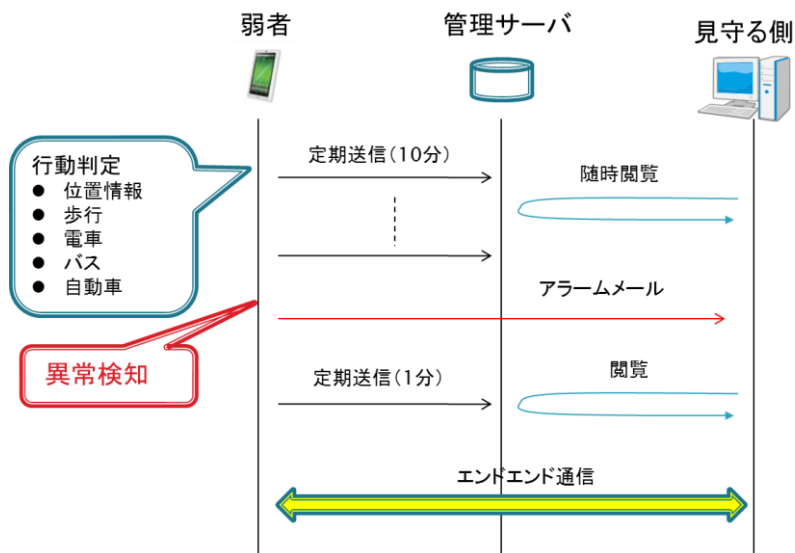


図 2 異常検出時の処理

3.2 行動情報の分類

TLIFES では、見守りの対象者により様々な用途が可能である。表1 にTLIFES で取得するセンサ情報と見守られる人の対象者を分類して整理した関係を示す。

3.2.1 センサ情報の分類

センサ情報は、位置情報、行動情報、健康情報、運転情報に分類する。

(1) 位置情報

位置情報は基本的にGPS から取得する。GPS が使用できないビル影や地下鉄内などにおいては、ネットワーク環境 (Wi-Fi, 携帯電話網) を用いて取得する。GPS の場合は、緯度経度の他に、移動速度と進行方向の情報も取得できる。移動速度と進行方向は、個人ごとの通常の行動範囲を学習するために使用する。スマートフォンの消費電力を削減するため、位置情報の取得間隔は状況に応じて動的に変更する。

(2) 行動情報

行動情報は現在何をしているかを示す情報であり、GPS や加速度センサなどのセンサを最大限に活用して取得する。行動情報として停滞中、放置中、充電中、歩行中、乗車中 (自家用車、電車、その他の乗り物)、転倒/衝突などの判定を行う。

(3) 健康情報

健康情報はBluetooth 機能が搭載された健康機器から取得する。健康機器には、体重計、血圧計、心拍計、体温計などがある。健康機器から取得した情報はスマートフォンで加工し、管理サーバに送信する。

(4) 運転情報

運転情報はGPS やジャイロセンサなどを用いて取得する。運転情報には、運転時の速度、車体のぶれ、アクセル/ブレーキ操作、右左折などがある。自家用車には、弱者が所持するスマートフォンとは別に、運転情報を取得するための専用のスマートフォンを設置する。ここで取得した情報は、Bluetooth 経由で弱者が持つスマートフォンに転送し、管理サーバに送信する。

3.2.2 対象者の分類

見守られる人の対象者は、子供 (~12 歳程度)、自分自身 (12~60 歳程度)、元気な高齢者 (60~75 歳程度、元気な障害者など)、超高齢者 (75 歳程度~、介護が必要な高齢者など) に分類する。スマートフォンから取得する情報は個人情報であり、プライバシーを考慮する必要がある。特に位置情報については配慮が必要である。

(1) 子供

子供の登下校の見守りとして利用する (見守り1)。センサ情報は基本的には、位置情報と行動情報を取得する。必要に応じて健康情報も取得する。

(2) 自分自身

自分自身のライフログ (日記、行動管理、健康管理) の管理として利用する。センサ情報は全て取得する。自分自身が閲覧するものであり、他の人からは閲覧されない。

(3) 元気な高齢者

外出先や運転時、自宅内にいる場合の見守りとして利用する。センサ情報は、全て取得して管理サーバに蓄積するが、位置情報は通常時には閲覧できないものとする（見守り2（基本））。対象者の異常が検出された場合、又は緊急時には、パスワードを再入力することにより閲覧できるようになる（見守り2（緊急））。ただし、位置情報を閲覧したときは、対象者にその旨メールで通知されるため、無断での閲覧はできない。

(4) 超高齢者

超高齢者の常時見守りとして利用する（見守り3）。運転情報を除き、基本的に元気な高齢者と同様の情報を取得する。超高齢者の場合、特に徘徊行動が社会問題となっており、徘徊行動の早期検出を重視する。徘徊行動には、いつもは行かない場所に行ってしまう場合と、ある時間にある場所にいるのはおかしい場合がある。プライバシーよりも常時見守ることを重視し、全てのセンサ情報を閲覧可能とする。

表 1 センサ情報と対象者の分類

センサ情報	対象者			
	子供（～12歳）	自分自身（12～60歳）	元気な高齢者（65～75歳）	超高齢者（75歳以上）
位置情報	見守り1（登下校）	自身のライフログ	見守り2（緊急）	見守り3
行動情報			見守り2（基本）	
健康情報	基本的になし			
運転情報	なし			基本的になし

3.3 センサによる取得情報

スマートフォンに搭載されている GPS、加速度センサ、地磁気センサ、Bluetooth を用い以下の情報を取得する。

(1) GPS

緯度経度、移動速度、進行方向を取得する。緯度経度は、位置の履歴表示、通常の行動範囲の学習データとして使用する。移動速度と進行方向は、通常の行動範囲の学習データの補正に使用する。

(2) 加速度センサ

3 軸の加速度を取得する。弱者がスマートフォンを所持しているかどうか、強い衝撃を受けていないかどうかを判断に使用する。また、歩行時の歩数カウントに使用する。

(3) 地磁気センサ

磁場の大きさを計測する。電車内にいるかどうかの判断に使用する。

(4) Bluetooth

近隣に Bluetooth 通信が可能なデバイスがあるかどうかを判断する。車載専用スマートフォンの検出に使用する。

3.4 行動判定の準備

TLIFES では、スマートフォンの加速度センサにより歩数を常時カウントしておく。また、自家用車には専用のスマートフォンを設置する。車のぶれや急発進、急停止などの情報は専用のスマートフォンで取得し、弱者ドライバが持つスマートフォン経由でサーバに運転情報を送信するものとする。

3.5 行動判定方法

上記センサにて、以下の行動を判定する。表 1 に行動情報とセンサの関係を示す。

(1) 停滞中

椅子などに座っている場合や立ったまま動かずにその場で作業している場合、自宅内や病院内など狭い範囲で歩行する場合に相当する。加速度センサの変化が少なく、かつ一定時間内の歩数カウントが所定の値以下の場合に停滞中と判断する。

(2) 放置中

机の上などにスマートフォンが置かれている場合に相当する。弱者がスマートフォンを身に付けていないことが考えられる。加速度センサの値が全く変化しない場合に放置中と判断する。

(3) 充電中

机の上などにスマートフォンを置いて充電している場合や充電しながら操作している場合に相当する。意図的にスマートフォンを身に付けていないため、(2)とは区別する。

(4) 歩行中

外を歩行している場合に相当する。GPS から取得した速度が 10km/h 未満で、かつ歩数カウントが所定の値以上の場合に歩行中と判断する。

(5) 乗車中

(a) 自家用車

自家用車で運転、または運転せずに乗車している場合に相当する。GPS から取得した速度が 10km/h 以上で、かつ自家用車内の専用のスマートフォンとの間で Bluetooth のデバイスが検出された場合に自家用車に乗車していると判断する。

(b) 電車

電車に乗車している場合に相当する。電車の場合、磁気センサが大きく変化する。そこで、GPS から取得した速度が 10km/h 以上であり、かつ地磁気センサの値が所定以上の場合、そして、加速度の変化が少ない場合に電車に乗車していると判断する。

(c) その他の乗り物

他人の車やバス、タクシーなどに乗車している場合に相当する。加速度センサの変化が少なく、GPS から取得した速度が 10km/h 以上で、かつ Bluetooth のペアリングが検出されない場合、そして、地磁気センサ値が所定値以下の場合には、その他の乗り物に乗車していると判断する。

(6) 転倒/衝突

歩行中に転倒した場合や車を運転中に事故を起こして強い衝撃があった場合に相当する。加速度の値が急激に上昇し、かつ地磁気の方が大きく変化した場合に転倒/衝突と判断する。

3.5.1 定期送信の行動判定

図 3 に行動判定のフローを示す。

通常時の行動判定の場合、定期送信ごとに判定を行う。まず、加速度の変化の判断を行う。変化ありの場合は、充電の認識を行う。認識ありの場合は充電中、なしの場合は放置中と判断される。変化なしの場合は GPS の速度を取得する。

GPS の速度が 10km/h 以下かつ値を取得できなかった場合、歩数カウントの値を取得し所定値以下が停滞中、所定値以上が歩行中と判断する。

GPS の値が 10km/h 以上の場合 Bluetooth によるデバイス検出をした場合には自家用車

と判断する.デバイスが検出されなかった場合には,地磁気の値を取得し所定値以上の場合は電車,以下の場合にはその他乗り物と判断する.

3.5.2 異常検出時の行動判定

図4に転倒判定のフローを示す.

異常検出の転倒判定の場合,常時危険状態の判定を行う.加速度と地磁気の値を取得し,加速度と地磁気の値が同時に所定値以上変化した場合には,転倒したと判断を行う.所定値以下の場合には,非危険状態として値を返し,加速度と地磁気の値を取得する.

表 2 行動情報とセンサ情報の関係

行動情報	センサ		GPS	加速度	地磁気	Bluetooth	充電	歩数カウントあり
	~10km	10km~						
停滞中				○				○
放置中				○				
充電中							○	
歩行中	○							○
自家用車		○				○		
電車		○			○			
その他乗り物		○						
転倒/衝突				○	○			

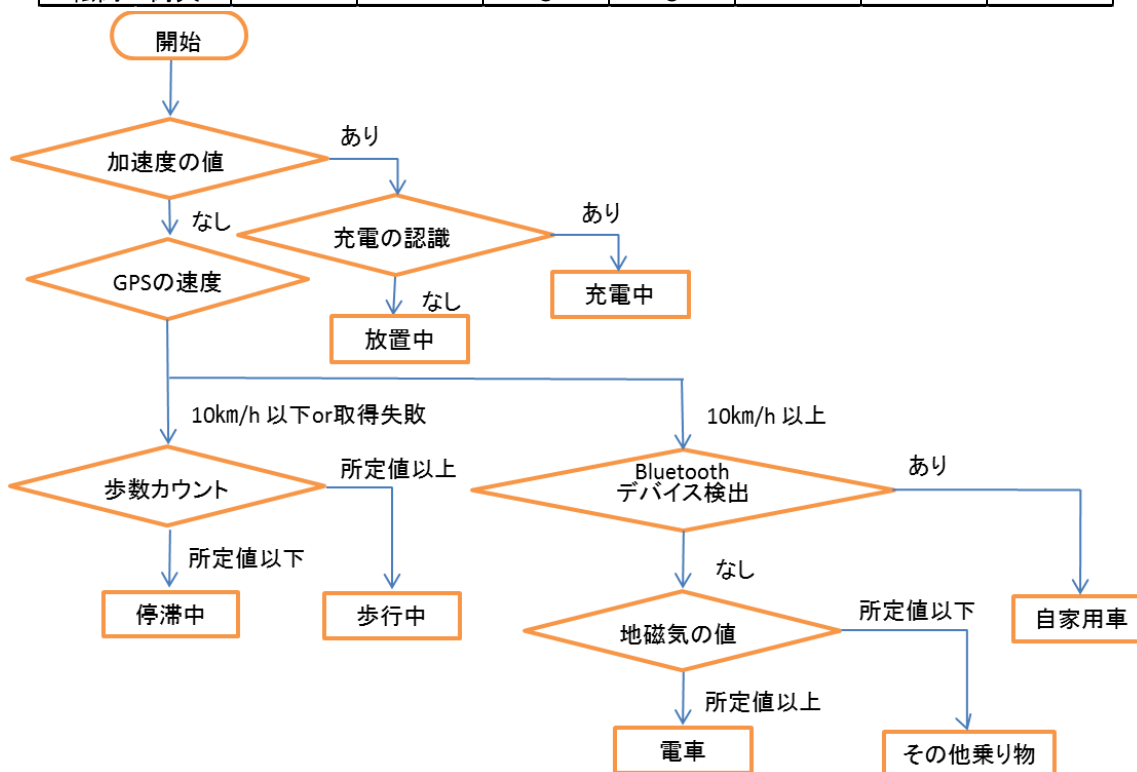


図 3 行動判定のフロー図

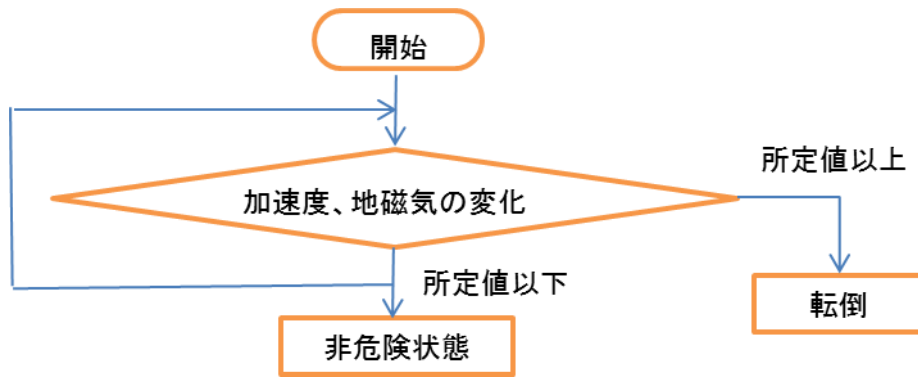


図 4 転倒判定のフロー

第4章 判定基準の検討

上記センサを用い、取得した値を示す。

4.1 測定方法

nexusS を使用し、スマートフォンをズボンの左ポケットに入れ、歩行、バスの加速度センサ、地磁気センサ、の値を測定した。

4.2 歩行の場合

4.2.1 測定場所

ポケットに入れた場合の歩行について測定を行った。

4.2.2 結果

図 3,図 4 に示す。

歩行の場合、足の動きのサイクルによって加速度が規則的に変化する。左ポケットに入れた場合では、左足を踏み入れた瞬間にまず大きく加速度が変化する。そして、その衝撃でポケット内で小さく揺れ、その後、足を上げるにより緩やかな変化が起こる。速度は平均時速 5km/h で推移しており、ほぼ一定である。

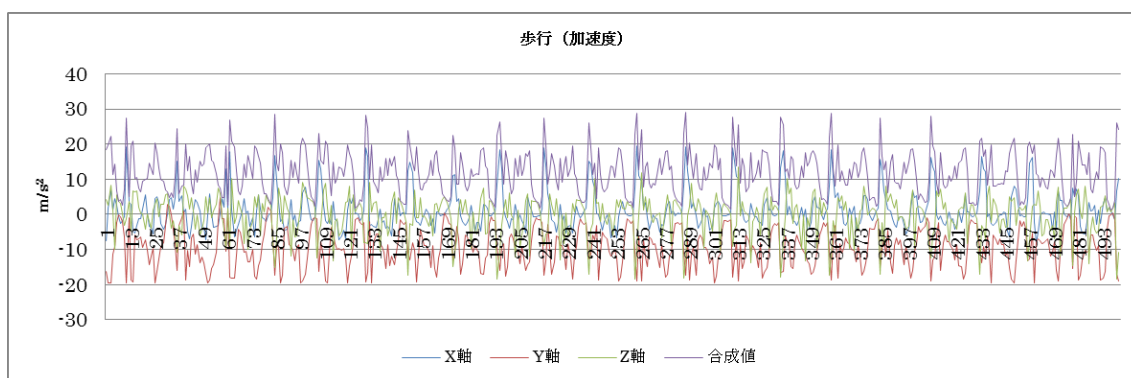


図 5 歩行時の加速度

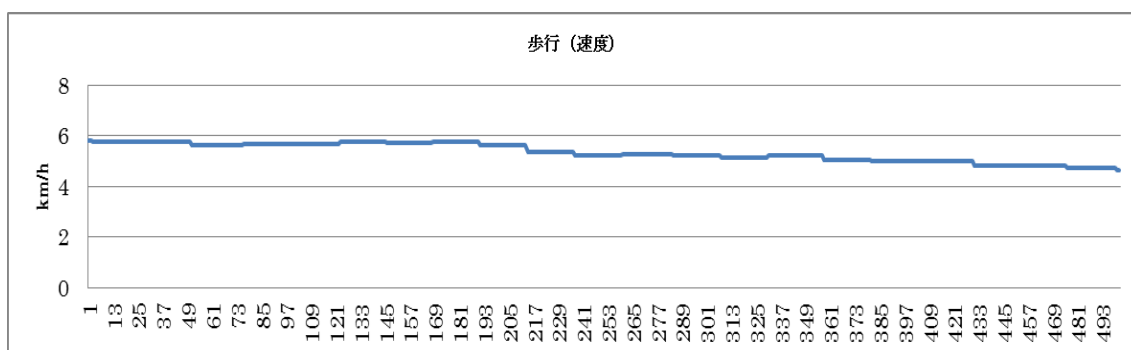


図 6 歩行時の速度

4.3 バスの場合

4.3.1 測定場所

バス（名古屋市路線バス植田北小学校～北屋敷区間）で測定を行った。

4.3.2 結果

図 6, 図 7, 図 8 に示す

バスの場合, 数 km 単位で停留所が存在するため, 定期的に値が変化する. 加速度は発信中に細かい揺れが生じ, 停止時にはエンジンによる振動のみとなり, ほぼ揺れない. 地磁気では, 進行方向の方位の変化によって 3 軸の向きが変化する. 速度では停留所ごとによって発進, 停止を繰り返すため, 時速は一定ではないが車のため, 最大で 40 km/h まで変化する.

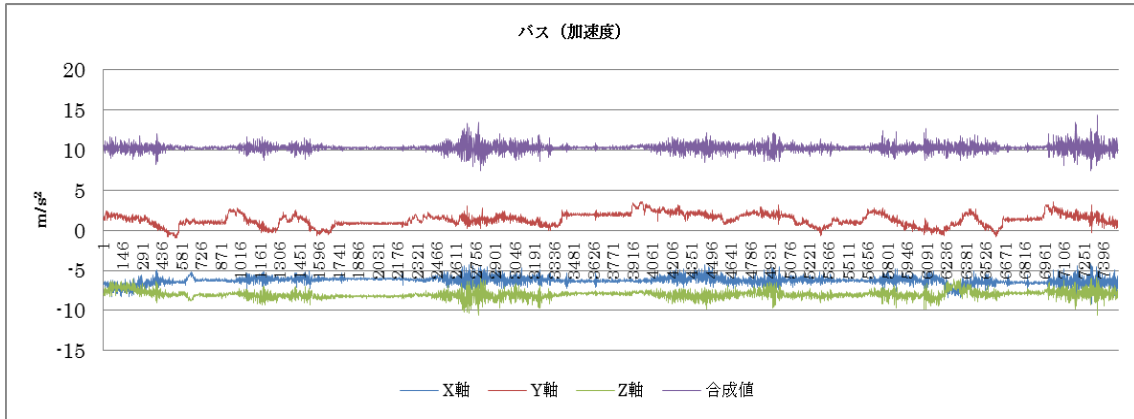


図 7 バスの加速度

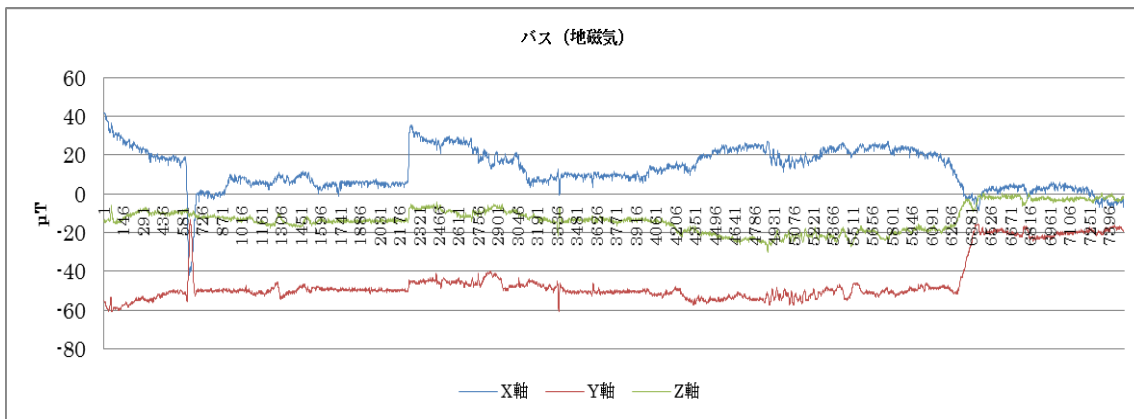


図 8 バスの地磁気

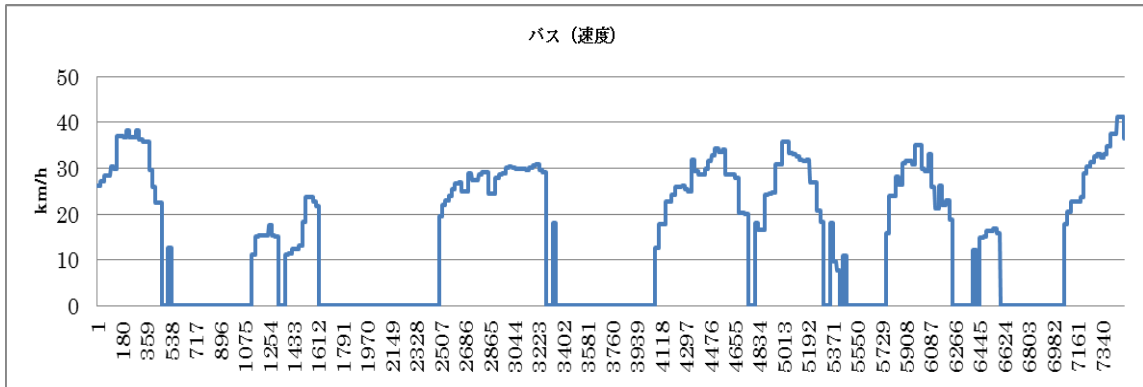


図 9 バスの速度

4.4 地下鉄の場合

4.4.1 測定場所

地下鉄（名古屋市営地下鉄鶴舞線及び名城線塩釜口駅～新瑞橋区間）往復について測定を行った。

4.4.2 結果

図 9, 図 10 に示す。

地下鉄の場合、地磁気に大きく特徴がでた。加速度はホーム内で歩行している間、大きく変化し、電車に乗車した時点で、一定に揺れて変化する。そして乗り換えた時点で、また大きく変化し、電車に乗車すると一定で変化する。地磁気はホーム内では $70 \mu T$ 以下に対し、乗車すると $100 \mu T$ を超え、最大では $350 \mu T$ まで上昇する。

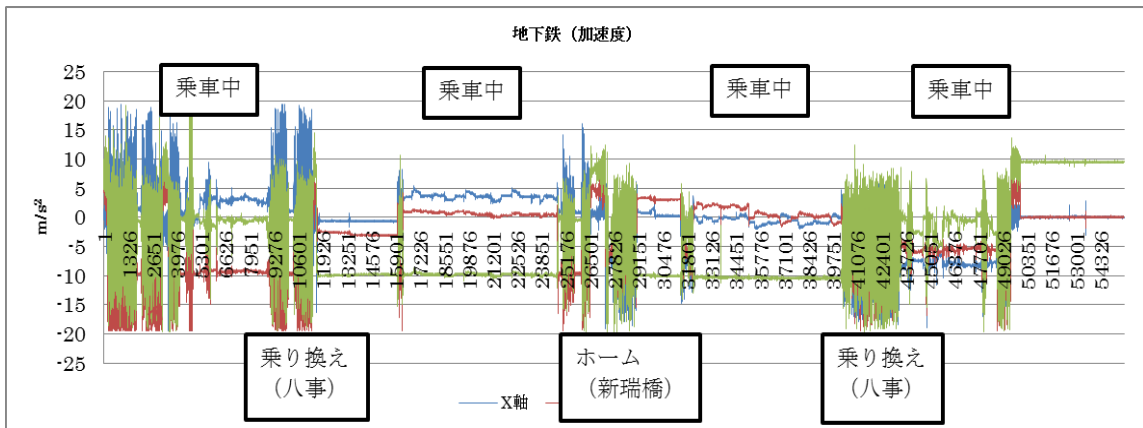


図 10 地下鉄の加速度

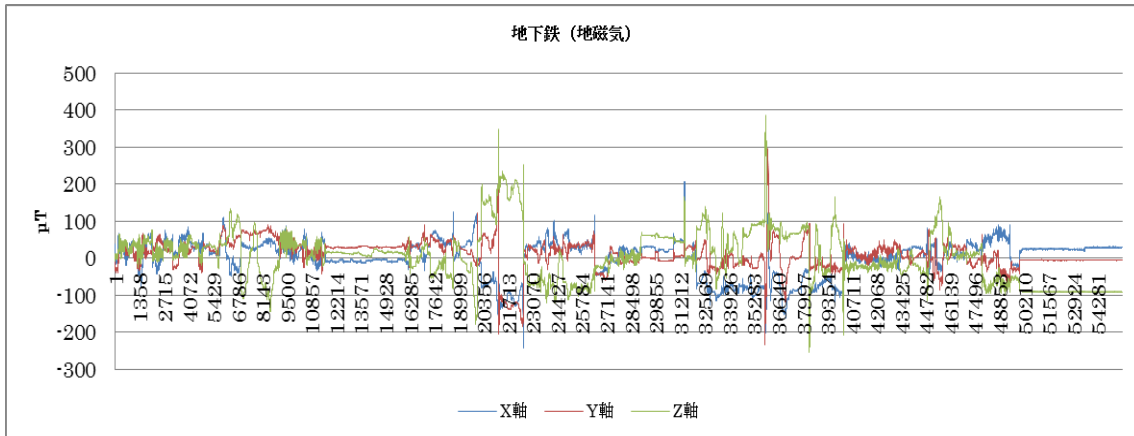


図 11 地下鉄の地磁気

4.5 転倒の場合

4.5.1 測定場所

左ポケットに入れ、前方へ転倒した場合の測定を行った。

4.5.2 結果

図 11,図 12 に示す。

転倒の場合,加速度は倒れる瞬間にポケットの中で端末が動くことから,値が落ち,倒れた瞬間に大きく変化する.そして,倒れた衝撃による体のバウンドによって何度か,値が上下する.地磁気では,倒れる瞬間に体の方位が変化するため,値が急激に変化する。

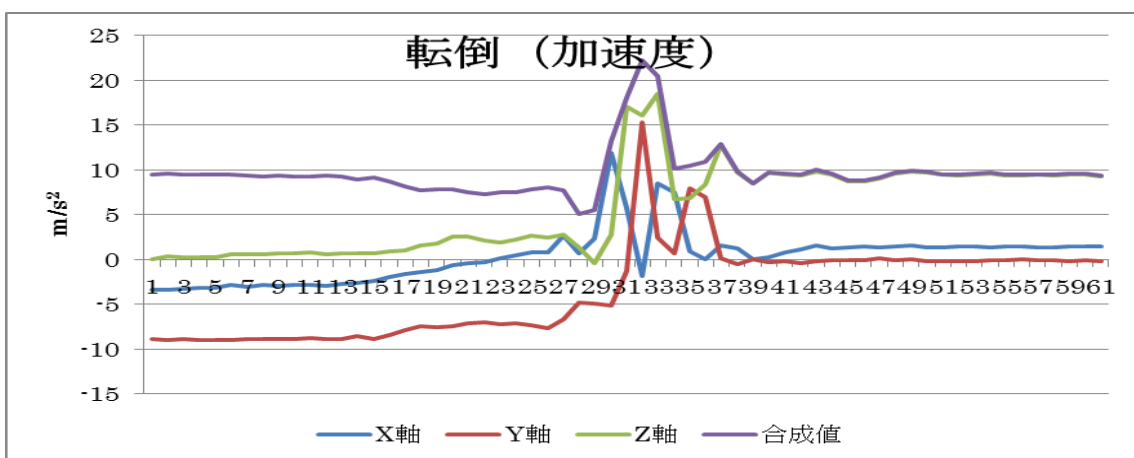


図 12 転倒の加速度

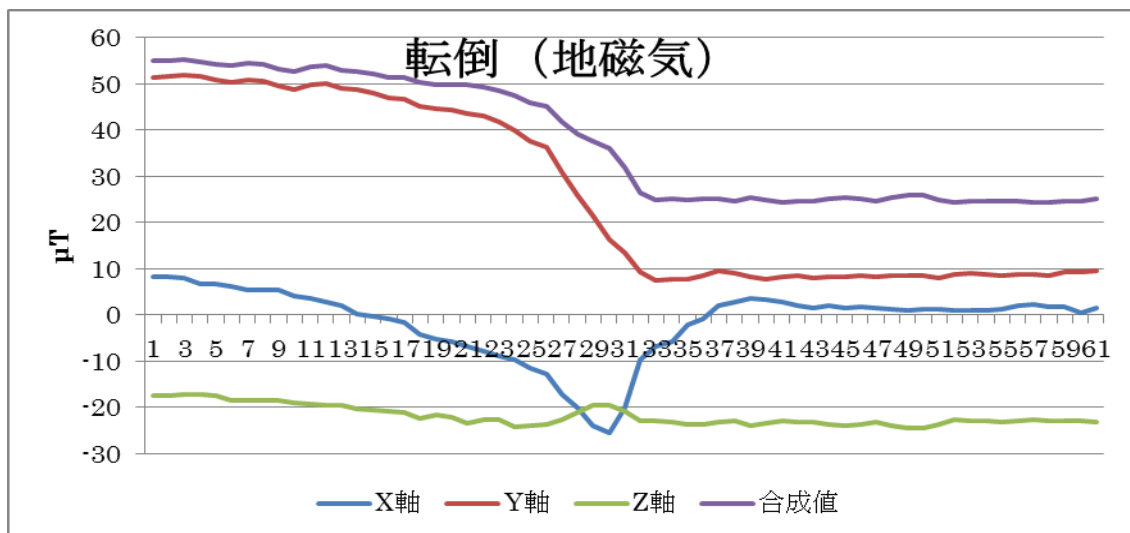


図 13 転倒の地磁気

4.6 考察

加速度や地磁気によって各行動ごとの特徴が出ていることがわかる。歩行や転倒では、加速度の変化が著しく表れており、バスや電車では、揺れが少ないことから加速度の変化は少ないが、地磁気に変化の特徴が出ることがわかった。

歩行の場合では、規則的に変化する加速度から一定の周期で変化する特徴がある。よって、一定の閾値を定め、歩数をカウントすることによって歩行を判断することができると考える。

バスの場合、GPS の値が 10 km/h 以上出る特徴がある。これは、タクシーや自家用車以外の乗り物に乗った場合でも同様にみられる特徴であると考えられる。よってその他、乗り物は時速が 10 km/h 以上かつ Bluetooth のペアリングが検出されない場合に乘っていると判断できると考える。

電車の場合、電車内の磁場が乱れる特徴がある。これは、電車自体が電力供給によって、磁場が乱れるためだと考える。よって電車は、地磁気の閾値を定め、所定値以上になった場合に電車に乗車中と判断することができると考える。

転倒の場合、倒れた瞬間に加速度と地磁気の値が急激に変化する。そのため、歩行と比較しても、転倒は判断できると考える。よって、転倒は加速度と地磁気が一以上変化した場合に転倒したと、判断することができると考える。

以上の結果より、歩行、バス、電車、転倒を判断することができる。また、自家用車のペアリング、充電中は android のプログラミング上で判断が可能となる。そして加速度で歩数をカウントできることから、歩数値の大きさによって停滞中、歩行中、放置中を判断できる。

よって、停滞中、放置中、充電中、歩行中、自家用車、電車、その他乗り物、転倒のすべての行動状態をセンサを複合的に用いることにより判別できる。

第5章 まとめ

本稿では, TLIFES の概要と弱者の行動判定方法について示した. スマートフォンの加速度センサ, 地磁気センサ, Bluetooth, GPS を複合的に用いることにより弱者の停滞中, 放置中, 充電中, 歩行中, 自家用車, 電車, その他乗り物の状態を判別することができる. 今後は, 実装と評価を進めていく予定である.

謝辞

本研究に関して、研究の方向や進め方など終始にわたり御指導、御助言を賜りました指導教官の渡邊晃教授に心より厚く御礼申し上げます。

本研究を進めるにあたり、常日頃からの御意見ならびに御助言を受け賜りました、TLIFES 関係者の皆様に深く感謝しております。

最後に、本研究を行うにあたり、本研究室の皆様にも多くの方々から多大な助言と協力を承り、深く感謝しております。

参考文献

[1]井上創造:人の行動を地球規模で集めて活用する,電子情報通信学会技術研究報告. AI, 人工知能と知識処理 , Vol.111, pp.27-31.

[2]小林亜令, 岩本健嗣, 西山智: 情報処理学会研究報告. MBL, モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会研究報告, Vol.2008, pp.115-120

[3] 加藤大智, 山岸弘幸, 鈴木秀和, 小中英嗣, 渡邊晃: 高齢者を遠隔地から見守るシステムの提案と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol.2011, pp.684-690.

[4] 山岸弘幸, 手島一訓, 加藤大智, 鈴木秀和, 山本修身, 渡邊晃, 高齢者を遠隔地から見守るシステムの提案と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム論文集, Vol.2011, No.1, pp.684-690, Jul.2011.