

弱者を遠隔地から見守るシステム TLIFES の 提案と実装

大野 雄基^{†1} 土井 善貴^{†2} 手嶋 一訓^{†1}
加藤 大智^{†1} 山岸 弘幸^{†1} 鈴木 秀和^{†1}
旭 健作^{†1} 山本 修身^{†1} 渡邊 晃^{†1}

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 Support system) 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。管理サーバ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。

Proposal and Implementation of TLIFES for Remotely Watching the Conditions of Elderly People

YUKI OHNO,^{†1} YOSHITAKA DOI,^{†2} KAZUNORI TESHIMA,^{†1}
DAICHI KATO,^{†1} HIROYUKI YAMAGISHI,^{†1}
HIDEKAZU SUZUKI,^{†1} KENSAKU ASAHI,^{†1}
OSAMI YAMAMOTO^{†1} and AKIRA WATANABE^{†1}

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 server, it is reported to the watchers as they can cope with the appropriate action.

1. はじめに

我が国では着実に少子高齢化が進んでおり、65歳以上の高齢者が占める割合が2010年には4人に1人となっている。2050年にはそれが2.5人に1になると予測されている。その一方で核家族化も進んでおり、全世帯の20%以上が高齢者世帯（2人または独居）であることが報告されている¹⁾。このような状況から、高齢者の徘徊行動や孤独死、在宅介護の負担、運転事故の多発などが深刻な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。ここで、見守られる人の対象者としては高齢者に限らず、子供、医療患者、障害者などの方々も考えられる。本稿では、これらの対象者を総称して弱者と定義し、弱者を総合的に見守ることができるシステムの実現を目指す。

弱者を見守るためのシステムとして、都市再生機構の「見守り安心ネット公田町プロジェクト」²⁾ や NEDO の「ホームヘルスケアのための高性能健康測定機器開発」³⁾ がある。これらのシステムは居宅内にセンサ機器を設置して、居宅内において弱者の行動を把握することを実現しているが、弱者が外出した場合のことが想定されていない。また、総務省が支援する事業として、弱者を見守ることを目的とした類似システムがいくつか存在する。九州地区における「ユビキタス見守り情報ネット（ひご優ネット）」⁴⁾ や、東海地方における「ICTを利活用した安心・元気な町づくり事業（三重県玉城町）」⁵⁾ などでは、弱者の方にスマートフォンを配布し、外出先でも弱者の位置を把握することを可能としている。しかし、これらの事業は自治体やNPO団体が主導するものであり、最新の技術を駆使したものでない。そのため、把握できる情報が位置のみであり限定されている。さらに（株）ユビキタス、NTTドコモ、KDDIはそれぞれ「どこ・イルカ」⁶⁾、「イマドコサーチ」⁷⁾、「安心ナビ」⁸⁾ と呼ぶ携帯装置による位置情報の把握システムを提供している。これらも弱者の方に携帯装置を所持してもらい、見守る人が弱者の位置をWEB上から確認することができる。また、予めWEB上で設定された範囲に入った場合や越えた場合に見守る人に通知する機能もある。しかし、これらのシステムはいずれも位置の把握だけを目的としたもので、弱者の状態

^{†1} 名城大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Meijo University

^{†2} 名城大学理工学部
Faculty of Science and Technology, Meijo University

を詳細に把握できない。また、予め WEB 上で設定できる範囲も限定されている。

近年、小型で軽量ながらも高度な性能を持ったスマートフォンが登場し、いつでもどこにいてもモバイルネットワークへの接続が可能となっている。スマートフォンには通信機能に加え、GPS、加速度センサ、地磁気センサなどの様々なセンサが搭載されている。また、高速 CPU や大容量メモリが搭載されており、高度な信号・情報処理能力を有する身近なプラットフォームとなっている。さらに、比較的大きな画面と優れた GUI を持ち、情報閲覧端末としても優れた機能を有している。このようなことから、スマートフォンは常に身に付けるデバイスとして最適な端末である。

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、異常が検出された場合には、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⁹⁾⁻¹²⁾。弱者の方に常にスマートフォンを所持してもらい、スマートフォンから様々なセンサ情報(位置情報、行動情報、健康情報、運転情報)を取得する。スマートフォンはこれらの取得したセンサ情報を加工した後、インターネット上の管理サーバに定期的送信し蓄積する。見守る人の家族や介護施設の人らは、管理サーバに蓄積されたセンサ情報を家庭端末(パソコン)や携帯端末(携帯電話、スマートフォンなど)からいつでも閲覧できる。管理サーバではセンサ情報に異常が検出された場合、見守る人へメールにて通知し迅速な対応を可能とする。

以下、2章で既存システムの概要について述べ、3章で TLIFES の概要について述べる。4章で試作システムの実装について述べ、最後に5章でまとめる。

2. 既存システム

本章では、高齢者の見守りを目的とした、既存システムの例を紹介する。

2.1 見守り安心ネット公田町プロジェクト

高齢者を見守るシステムとして、独立行政法人都市再生機構が実施している「見守り安心ネット公田町プロジェクト」がある。このプロジェクトでは、高齢者の居宅内に人感センサやドアセンサなどの複数のセンサを設置する。設置されたセンサから人の動き、ドアの開閉、照明機器の点灯消灯を検知し、取得した情報を高齢者の安否情報として定期的に安心センタのサーバへ送信し蓄積する。安心センタのスタッフが、1日2回程度サーバの安否情報を確認する。また、必要に応じて安心センタのスタッフや民生委員が電話、訪問して安否確認する。異常が生じた場合は、警察、消防、病院に連絡する。しかし、このプロジェクトは高齢者が安心して住める居宅を提供することを目的としたものであり、外出先については考

慮されていないという課題がある。

2.2 コビキタス見守り情報ネット(ひご優ネット)

高齢者の位置を把握するシステムとして、NPO 法人熊本まちづくりが実施している「コビキタス見守り情報ネット(ひご優ネット)」がある。ひご優ネットでは、独居高齢者や支援が必要な高齢者にスマートフォンを配布し、地域見守り要員や介護サービス関係者が常に高齢者の位置をインターネット上で把握することができる。しかし、このシステムはスマートフォンから取得する情報は位置情報のみであり、情報量が限定されている。また、高齢者の緊急や危険な状態をシステムとして察知する仕組みがなく、見守る人へ迅速に情報を提供することができない。さらに、一人の高齢者に対して多くの見守る人が必要であり、多くの人に負担がかかる。

2.3 どこ・イルカ

外出中の弱者の見守りに特化したシステムとして(株)コビキタス社より「どこ・イルカ」が商品化されている。どこ・イルカでは、子供や高齢者が専用の携帯装置を所持し、PHS 基地局の電波強度から位置情報を取得して、サーバに送信し蓄積する。見守る人は、家庭端末や携帯端末などの WEB 上から弱者の位置を確認できる。また、予め WEB 上で設定された範囲を越えた場合や、携帯装置の緊急通報ブザースイッチを押した場合に、見守る人に位置情報付きの緊急通報メールを送る機能などがある。しかし、このシステムは位置情報の取得に PHS を利用しており、PHS エリア内でしか使用できない。また、行動範囲の設定が自宅を中心とした円状の範囲のみでありきめ細かい見守りができない。さらに、異常時に連絡をとる手段は別途準備する必要がある。

3. TLIFES

我々は、統合生活支援システム TLIFES (Total LIFE Support system) を開発している。本章では TLIFES の全貌を示す。

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、

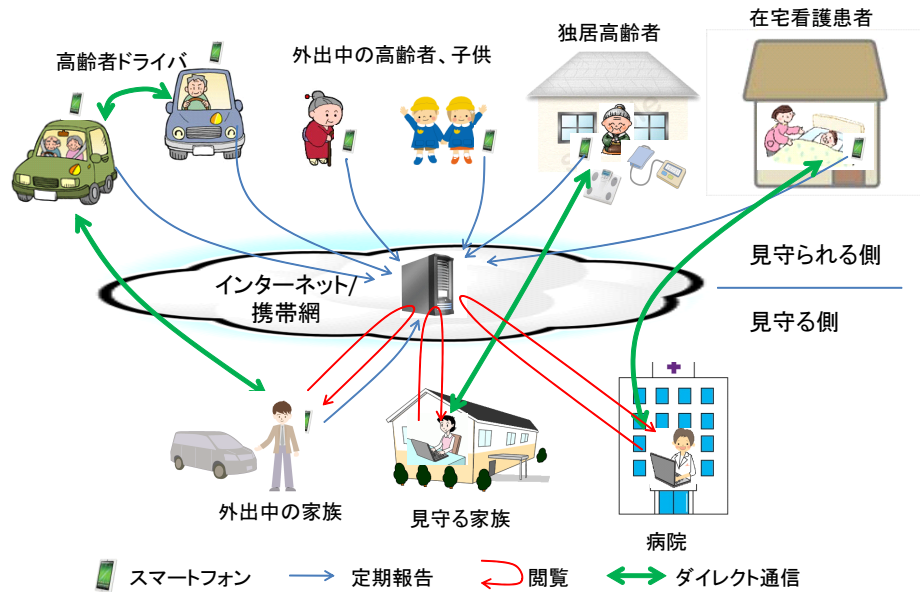


図 1 TLIFES の構成
Fig. 1 Configuration of TLIFES.

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。

3.2 センサ情報と対象者の分類

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 (3.4.2 参照)。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 (3.3.2 参照)。

(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

表 1 センサ情報と対象者の分類
Table 1 Classification of sensor information and a people being.

対象者	子供 (~12 歳)	自分自身 (12~60 歳)	元気な高齢者 (60~75 歳, 含障害者)	超高齢者 (75 歳以上, 含在宅患者)
センサ情報				
位置情報	見守り 1	自分自身のライフログ	見守り 2 (緊急)	見守り 3 (含徘徊行動検出)
行動情報	(登下校)		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

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．

3.3 スマートフォンの機能

スマートフォンには，センサ情報の取得，行動の判別，歩数の計測，及びセンサ情報の送信機能がある．

3.3.1 センサ情報の取得

センサとして，GPS，加速度センサ，地磁気センサ，ジャイロセンサ，Bluetoothを用いる．

- (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) ジャイロセンサ
 強い衝撃を受けていないかどうかの判断に使用する．
 - (5) 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．また，車載の専用スマートフォン，通信機能付きの健康機器があるかどうかの判断に使用する．
- #### 3.3.2 行動の判別
- 表2に行動情報とセンサの関係を示す．行動情報の意味と判別方法は以下の通りである．
- (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や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．充電中であることは，スマートフォン自身で判断できる．充電しながら操作している場合を考

表2 行動情報とセンサの関係
 Table 2 Relationships between action information and sensor information.

行動情報	センサ		加速度	地磁気	ジャイロ	Bluetooth	充電	歩数カウント
	GPS (km/h)							
停滞中	1~10	10~						
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								

慮するため、加速度センサの変化でも判断する。

(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 1~10km/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 のペアリング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、モータの動きを検知して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変化が大き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

自家用車や電車でない、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。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や、地磁気センサの変化がない場合には、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。加速度センサと地磁気センサ、ジャイロセンサに急激に大きな変化があった場合に転倒 / 衝突と判断する。

3.3.3 歩数の計測

加速度センサから X 軸、Y 軸、Z 軸の値を取得してベクトル値を算出する。加速度センサから取得するデータにはノイズが多く含まれており、このままでは歩数を正確にカウントできない。そのため、フィルタを用いて歩行時に発生する周波数に近い周波数成分 (2~3Hz) を通過させることによってノイズを除去し、歩行時に発生する波形を取り出す。これにより得られた値に所定の閾値を設定し、波形がその閾値を通過するごとに歩数としてカウントする。

3.3.4 センサ情報の送信

センサ情報は XML 形式に整理した後、UDP により管理サーバへ送信する。送信間隔は、

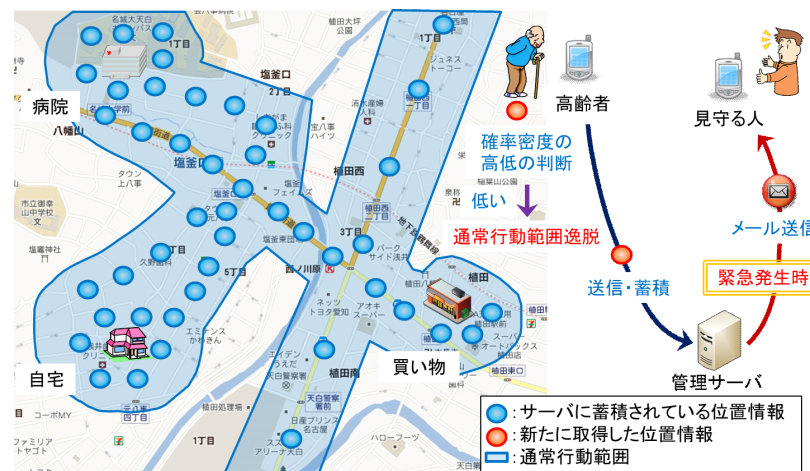


図 2 徘徊行動の検出
 Fig.2 Detection of wandering behavior.

定期送信 (10 分に 1 回) に加え、加速度センサやジャイロセンサなどに大きな変化があった場合に送信する。

3.4 管理サーバの機能

管理サーバには、データベースの管理、徘徊行動検出、メール配信機能、及び閲覧情報の生成機能がある。

3.4.1 データベースの管理

スマートフォンが送信したセンサ情報を受信して、ユーザごとにデータベースに蓄積する。データベースに蓄積されたセンサ情報は、閲覧情報の生成や徘徊行動のアラーム検出などに使用する。

3.4.2 徘徊行動の検出

図 2 に徘徊行動の検出方法を示す。管理サーバでは、過去に蓄積された位置情報から弱者の存在する確率密度を求め、通常の行動範囲を学習する。学習する期間は例えば過去 30 日間である。管理サーバでは、受信したパケットごとに通常の行動範囲との関係を確認する。確率密度の低い場所にいると判断した場合、徘徊行動と判断する。また、時間帯による違いも考慮する。

3.4.3 メール配信

メール配信にはアラームメールとお知らせメール、定期配信メールがある。これらのメールは、管理サーバに予め登録された人宛てに配信される。アラームメールは、弱者が通常の行動範囲から逸脱した場合に配信される。お知らせメールは、弱者が自宅を出発した場合と自宅に到着した場合に配信される。定期配信メールは、弱者の現在の状態を絵文字等で表現したメールを定期的（1回 / 1日など）に送信する。メールには URL が記載されており、必要に応じてワンクリックで管理サーバのセンサ情報を閲覧できる。

3.4.4 閲覧情報の生成

見守る人が家庭端末や携帯端末などのクライアントから管理サーバに蓄積されたセンサ情報を閲覧する場合は、ユーザ ID とパスワードを入力してユーザ認証し、WEB ブラウザ上で閲覧できる。見守る人からのアクセス要求があると、管理サーバではデータベースからセンサ情報を取得し、位置情報を Google Maps を使用して表示する。また、行動情報や歩数はグラフ作成 API によってグラフ化する。なお、管理サーバとクライアントとの通信には SSL を使用する。

4. 試作システムの実装

3章に示した機能の基本部分を実装したので、その内容を示す。

4.1 スマートフォンの実装

スマートフォン側は Android 端末を用いて実装を行った。図 3 にスマートフォンのモジュール構成を示す。枠は Java のクラスを示している。

Passometer 加速度を取得して歩数を計算する。3軸の合成、フィルタ処理、歩行判定、歩数カウント値のアップを行う。

LocationGPS および **LocationNET** GPS から定期的に位置情報を取得する。GPS を取得できない場合には、ネットワーク環境から位置情報を取得する。

ConnectionBluetooth 定期的に周辺のペアリング可能な Bluetooth 機器を検索する。また、ペアリングした機器から送信されてくるセンサ情報を受信する。

ManagementVasriableData 取得したセンサ情報を定期的にファイルに書き込む。

ConnectionUDP ファイルに書き込まれたセンサ情報を収集し、XML 形式に変換した後定期的に管理サーバへ UDP にて送信する。

Timer 定期的に Passometer, LocationGPS および LocationNET, ConnectionBluetooth を呼び出す。

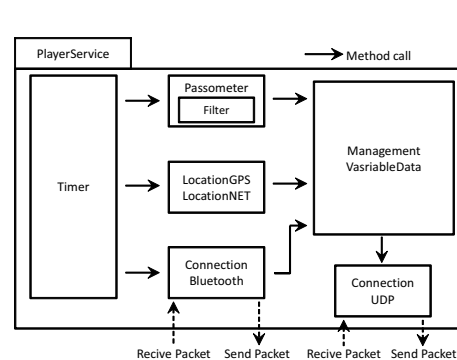


図 3 スマートフォンのモジュール構成
Fig. 3 Module configuration of a SmartPhone.

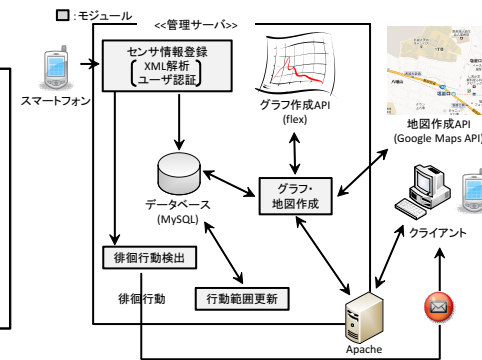


図 4 管理サーバのモジュール構成
Fig. 4 Module configuration of a management server.

4.2 管理サーバの実装

図 4 に管理サーバのモジュール構成を示す。新たに開発したモジュールは、センサ情報登録モジュール、グラフ・地図作成モジュール、行動範囲更新モジュール、徘徊行動検出モジュールである。センサデータ登録処理モジュールと行動範囲更新モジュール、徘徊行動検出モジュールは C 言語、グラフ・地図作成モジュールは PHP と JavaScript により作成した。

センサ情報登録処理 ソケットで受信したセンサ情報を XML 解析ライブラリを使用して解析した後、ユーザ認証を行い、正常なパケットであれば MySQL にてデータベースに登録する。

グラフ・地図作成 家庭端末などからの閲覧要求を Apache から通知されると、MySQL によりデータベースからセンサ情報を呼び出し、グラフ作成 API や地図作成 API と連携して閲覧情報を生成する。地図作成 API としては Google Maps API を、グラフ作成 API としては Flex を使用した。

行動範囲更新 センサ情報登録モジュールから 1日 1回呼び出され、過去の位置情報から確率密度を求める。

徘徊行動検出 パケットを受信するたびにセンサ情報登録モジュールが呼び出され、報告された位置が通常の行動範囲内であるかどうかを判定する。

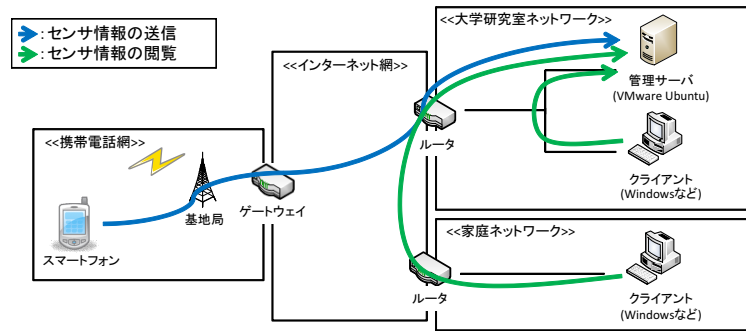


図 5 試作システムの構成
 Fig. 5 Configuration of our trial system.

4.3 実装結果

図 5 に試作システムの構成を示す．Android 端末から取得したセンサ情報を携帯電話網経由で定期的に大学研究室内に設置した管理サーバに送信した．

4.3.1 位置情報の表示

図 6 に Google Maps API を使用して 1 日の位置情報履歴を表示した画面を示す．赤色のマーカーが GPS やネットワーク環境から取得した位置を示している．マーカーの上にマウスのカーソルを置くことにより、日時と歩数、位置情報の取得方法（GPS、ネットワーク環境）、位置情報の精度、標高、速度、進行方向の情報が記載された吹き出しが表示される．図 6 の上部のボタンで月日を指定できる．GPS の誤差は概ね 2～5m であり、Wi-Fi の場合は 10～100m 程度、携帯電話網の場合は 100～2,000m 程度であった．

4.3.2 歩数カウントの表示

図 7 に 1 日の蓄積された歩数の変化を表示した画面を示す．横軸は、0 時から 24 時までの時間の経過を示しており、どの時間帯に外出したかが確認できる．図 7 の上部のボタンで月日の期間を指定すると、指定した期間の歩数の変化を表示できる．また、1 週間以上の表示では 1 日の合計歩数の変化を棒グラフで表示できるようにした．

4.3.3 行動範囲の学習

行動範囲の学習結果を図 8、図 9 に示す．これは著者の一人が過去 30 日間で移動した行動範囲を表示したものである．図 8 は、24 時～7 時の時間帯の行動範囲の履歴を示している．確率密度が自宅の 1 点に集中していることが分かる．図 9 は、7 時～24 時の時間帯の



図 6 位置情報を表示した画面
 Fig. 6 Display of location information.

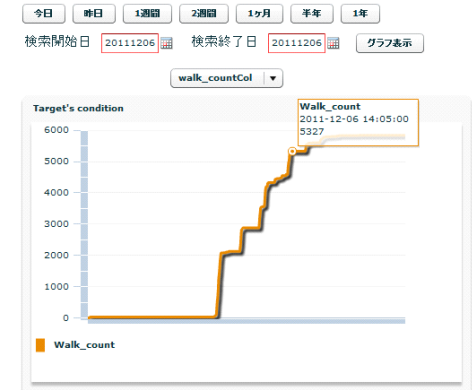


図 7 歩数を表示した画面
 Fig. 7 Display of walk counts.



図 8 24 時～7 時の行動範囲
 Fig. 8 Range of activities during 24:00-7:00.



図 9 7 時～24 時の行動範囲
 Fig. 9 Range of activities during 7:00-24:00.

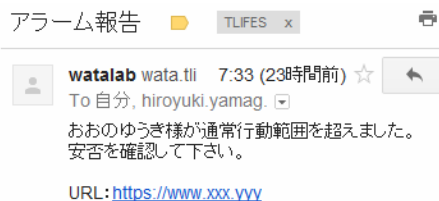


図 10 メール表示例
Fig.10 An example of e-mail.

行動範囲の履歴を示している。確率密度が、自宅と大学の間に道なりに生成されていることが分かる。休日には車で遠出をしており、その部分も確率密度が存在している。車での外出時は、位置のプロットが少ないため確率密度が低くなるが、速度と進行方向の情報を用いて分布の補正を行なっている。

図 8 の時間帯は、必ず自宅にいるはずであり、この間に外出している場合は徘徊行動と判断する。図 9 の時間帯では、確率密度の低い位置にいると判断した場合、徘徊行動と判断する。

4.3.4 メール配信

通常の行動範囲を逸脱した場合に、それを徘徊行動と判断して、予め登録したメールアドレス宛にアラームメールを送信する。図 10 にメール画面の例を示す。メールの宛先はパソコンのみでなく、NTT ドコモ、KDDI、SoftBank 各社の携帯端末であっても正しく通知・表示されることを確認した。また、定期配信メールとお知らせメールも正しく通知・表示されることを確認した。

5. まとめ

本稿では、統合生活支援システム TLIFES の概要を示した。スマートフォンから様々なセンサ情報を取得して解析し、その結果を管理サーバに蓄積することにより、見守る人がいつでもどこからでも弱者の現在の状態を見守ることができる。また、行動履歴を学習し、その範囲を逸脱した場合にアラームメールを送信することができる。提案システムを試作し、位置情報と歩数カウントの表示、行動範囲の学習、メール配信が正しく動作することを確認した。今後は、行動の判別をスマートフォンに実装し管理サーバに蓄積する。また、様々な対象者に向けたサービスの内容についても検討していく。

参考文献

- 1) 厚生労働省 統計情報・白書：http://www.mhlw.go.jp/toukei_hakusho/
- 2) 独立行政法人 都市再生機構：<http://www.ur-net.go.jp/>
- 3) 柏木宏一：健康機器向け通信プロトコルとその標準化動向, 情報処理学会誌, Vol.50, No.12, pp.1215-1221 (2009).
- 4) NPO 法人熊本まちづくり ひご優ネット：<http://portal.higoyou.net/>
- 5) 三重県玉城町 ICT を活用した安心・元気な町づくり事業：
<http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/tool/kohosiryo/hodo/22/05/img/0527-3-2.pdf>
- 6) コビキタス どこ・イルカ：<http://www.dokoiruka.jp/>
- 7) NTT ドコモ イマドコサーチ：<http://www.nttdocomo.co.jp/service/safety/imadoco/>
- 8) au 安心ナビ：<http://www.au.kddi.com/anshin/>
- 9) 山岸弘幸, 加藤大智, 手嶋一訓, 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 (2011) .
- 10) 加藤大智, 山岸弘幸, 鈴木秀和, 小中英嗣, 渡邊晃：スマートフォンとセンサを活用したリモート見守りシステムの提案, 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.691-696 (2011) .
- 11) Yamagishi, H., Kato, D., Teshima, K., Suzuki, H., Yamamoto, O. and Watanabe, A.: Proposal and Implementation of a System to Remotely Watch the Health Conditions of Elderly Persons, IEEE 11th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT2011), pp.42-47 (2011) .
- 12) Kato, D., Yamagishi, H., Suzuki, H., Konaka, E. and Watanabe, A. : Proposal of a Remote Watching System Utilizing a Smartphone and Sensors, IEEE 11th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT2011), pp.36-41 (2011) .

弱者を遠隔地から見守るシステム TLIFESの提案と実装

Proposal and Implementation of TLIFES for Remotely Watching the
Conditions of Elderly People

名城大学大学院 理工学研究科

大野 雄基 土井 善貴 手嶋 一訓 加藤 大智

山岸 弘幸 鈴木 秀和 旭 健作 山本 修身 渡邊 晃

研究背景

▶ 少子高齢化や核家族化の進行

- ▷ 高齢者人口、高齢者世帯の増加
- ▷ 高齢者を支える人が、常に高齢者のそばにいるとは限らない
- ▷ 高齢者の徘徊行動、孤独死、運転事故の多発などが深刻な社会問題

▶ 高齢者を見守るシステムは既に多く存在

- ▷ 把握できる情報が限定的
- ▷ 高齢者の身に危険が生じた場合の対応がされていない
- ▷ 外出中、居宅内、運転中など常に見守れるシステムはない

研究目的

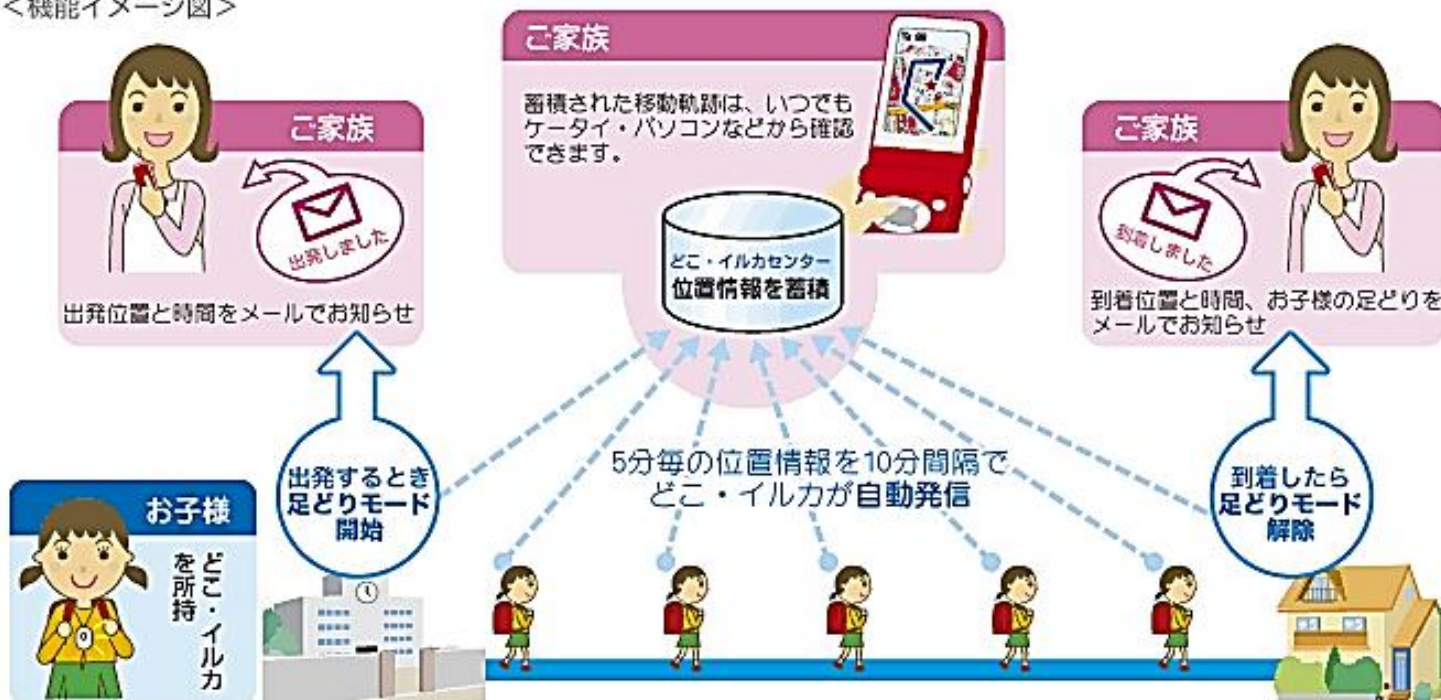
- ▶弱者(高齢者、子供、障がい者など)を遠隔地から見守ることができる統合生活支援システムTLIFES(Total LIFE Support system)の開発
 - ▷スマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用
 - ▷弱者がどこにいても弱者の様々な状態を見守る人が常に把握が可能
 - ▷弱者の異常が検出された場合、迅速な対応が可能

類似システム -どこ・イルカ-

- ▶ 外出中の弱者の見守りに特化したシステム
 - ▷ 高齢者の徘徊行動にも対応
- ▶ 弱者が専用の携帯装置を保持し位置情報を取得
 - ▷ PHS基地局の電波強度から位置情報を取得
- ▶ 位置情報を定期的に管理サーバに送信・蓄積
 - ▷ 見守る人はWEB上(パソコン、携帯端末)で弱者の位置を確認可能



<機能イメージ図>



類似システム -どこ・イルカ- (つづき)

▶ 緊急事態発生時に見守る人に位置情報付きのメールを配信

▷ WEB上で予め設定した行動範囲を越えた場合



▷ 携帯装置の緊急通報ブザースイッチを押した場合

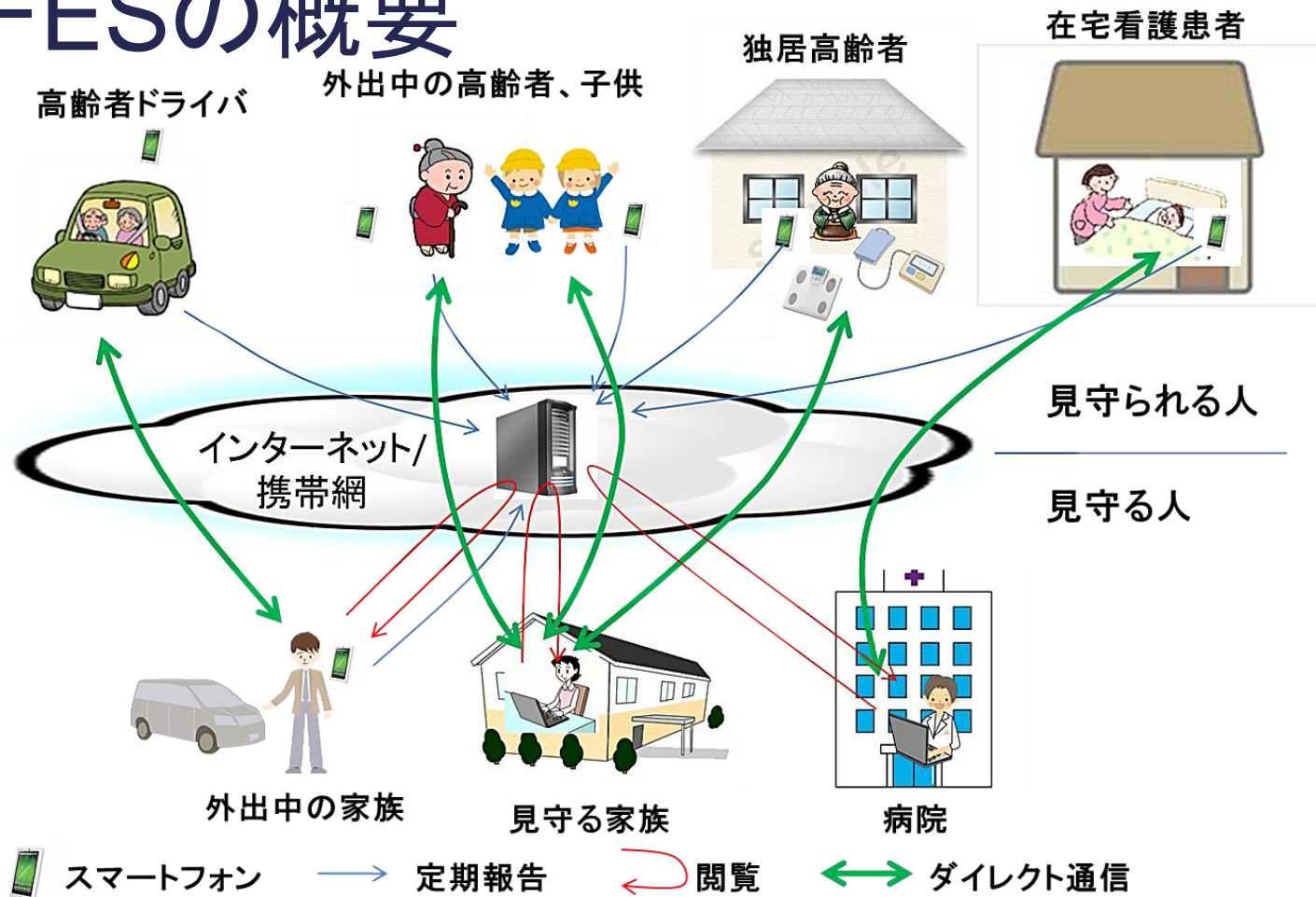


欠点

- 取得できる情報は位置情報のみ
- 行動範囲の設定が自宅などを中心とした円状のみであり、きめ細かい見守りができない
- 携帯装置のみではすぐに連絡を取ることができない



TLIFESの概要



- ▶ スマートフォンのGPS、加速度センサなどで様々なセンサ情報を取得
- ▶ センサ情報を管理サーバへ定期的に送信・蓄積
- ▶ 現在と過去のセンサ情報を比較し、異常やその前兆がないかを判断
- ▶ 弱者の身に危険が生じた場合は迅速な対応 ⇒ エンドエンド通信(メール、電話)

センサ情報

▶ 位置情報

- ▷ GPS、Wi-Fi、3Gを使用
- ▷ 緯度経度、移動速度、進行方向を取得

▶ 行動情報

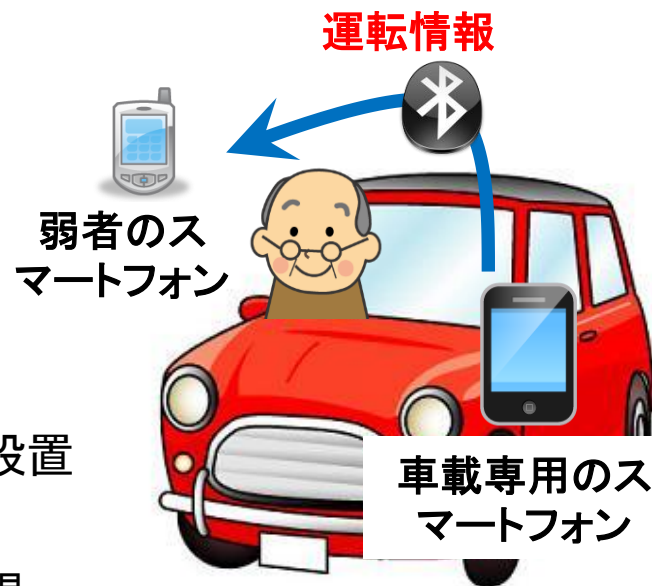
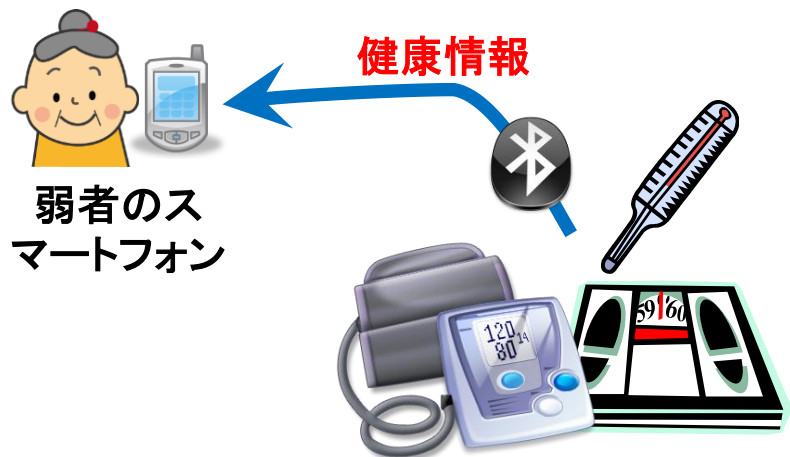
- ▷ 各センサ類を最大限に使用
- ▷ 歩行中、転倒／衝突などを取得

▶ 健康情報

- ▷ Bluetooth機能が搭載された健康機器を使用
- ▷ 体重、血圧、心拍、体温などを取得

▶ 運転情報

- ▷ センサ情報を取得する車載専用のスマートフォンを設置
- ▷ GPS、加速度センサ、ジャイロセンサを使用
- ▷ 車体のぶれ、アクセル／ブレーキ、右左折などを取得



対象者とセンサ情報の関係

▶ 様々な対象者に向けたサービス

	子供 (～12歳)	自分自身 (12～60歳)	元気な高齢者 (60～75歳)	超高齢者 (75歳～)
位置情報	登下校の見守り 閲覧可	自分自身のライフログ 閲覧不可	見守り(緊急) 閲覧不可 [緊急時 閲覧可]	常時見守り (含徘徊行動検出) 閲覧可
行動情報			見守り(基本) 閲覧可	
健康情報	基本的になし			
運転情報	なし		基本的になし	

スマートフォンの機能

▶ センサ情報の取得

- ▷ 各センサ類からセンサ情報を取得

▶ センサ情報の送信

- ▷ XML形式に整理した後、UDPにより管理サーバへ送信

▶ 歩数の計測

- ▷ 加速度センサを用いて計測

▶ 行動の判別

- ▷ 停滞中、放置中、充電中、歩行中、乗車中、転倒／衝突を判別

行動の判別方法

▶ 様々なセンサを用いた行動判別

		GPS		加速度	地磁気	Bluetooth	充電	歩数カウント
		～10km/h	10km/h～					
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				○	○			

管理サーバの機能

▶ データベースの管理

- ▷ センサ情報を受信し、個人ごとにデータベースに蓄積
- ▷ 異常検出や閲覧情報の生成などに使用

▶ 閲覧情報の生成

- ▷ データベースからセンサ情報を取得し、位置情報を表示
- ▷ 行動情報や歩数カウントはグラフ化して表示

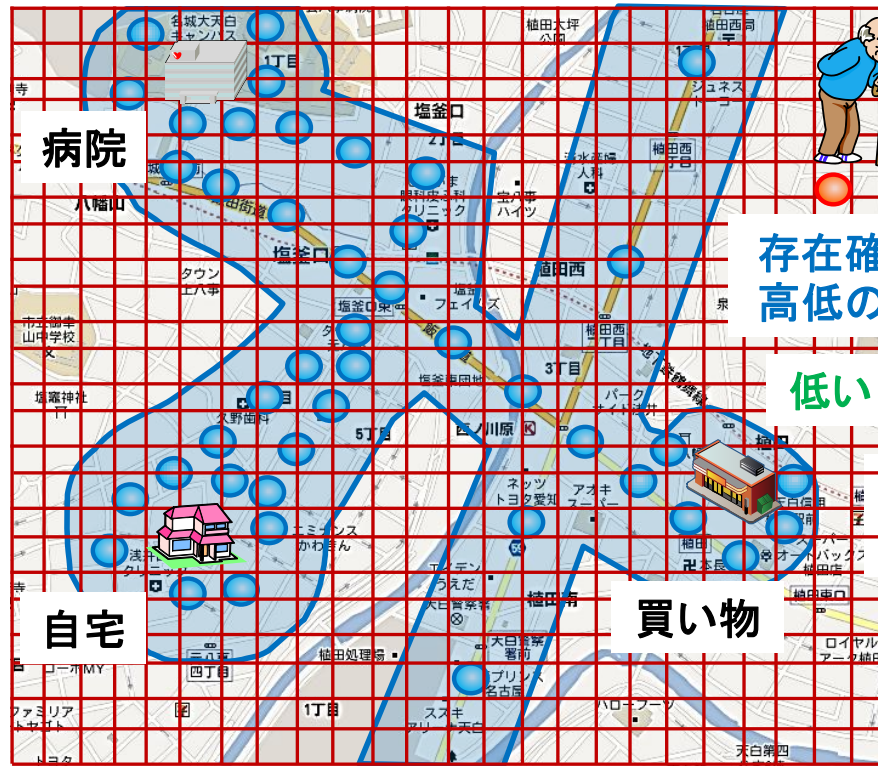
▶ メール配信

- ▷ アラームメール(異常を検出した場合)
- ▷ お知らせメール(あるエリアに入った場合、出た場合)
- ▷ 定期配信メール(現在の状態を絵文字等で表現し定期的に配信)

▶ 異常検出

- ▷ 個人ごとに正常時の状態学習
- ▷ 正常範囲内にあるかどうかの判断

異常検出の例 -徘徊行動の検出-



弱者

存在確率の
高低の判断

低い

通常行動
範囲逸脱

送信・蓄積

管理サーバ

緊急発生

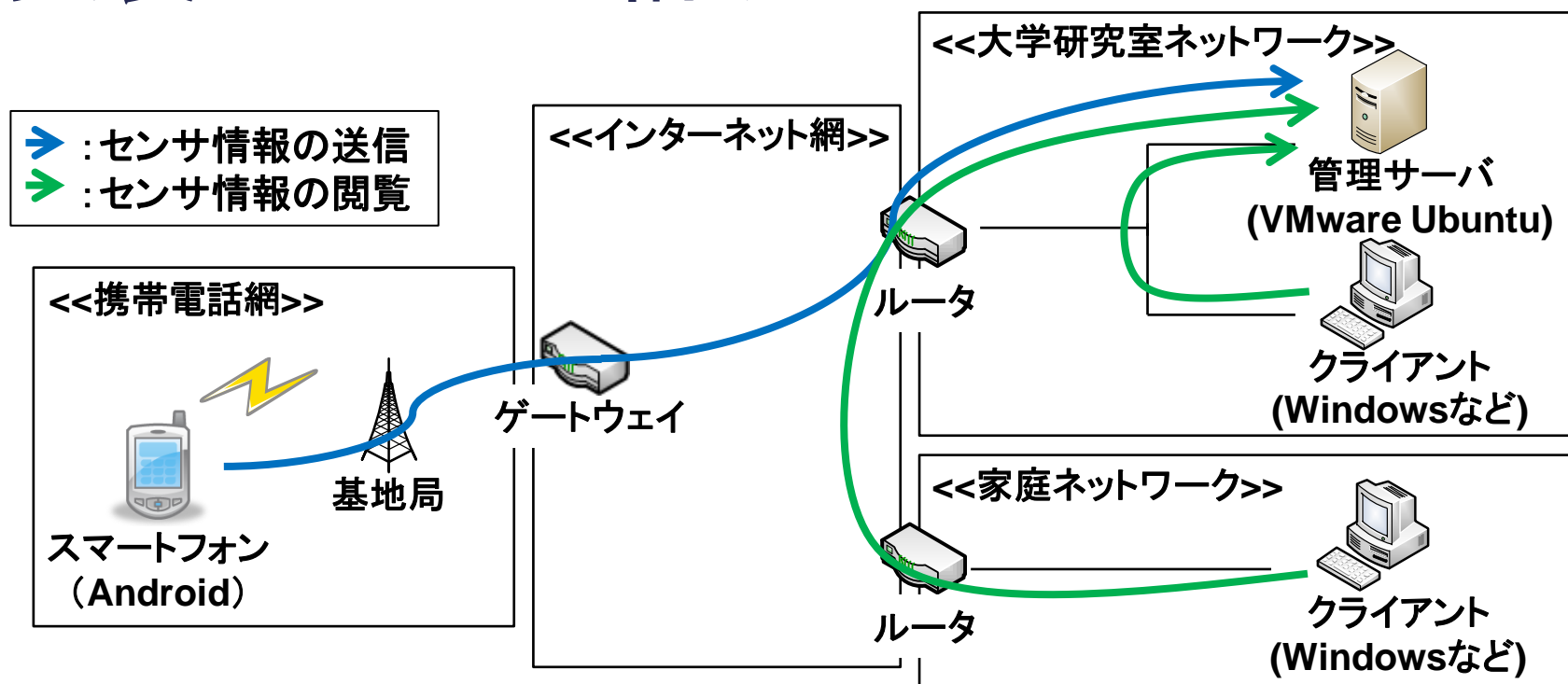
メール送信

見守る人

- :サーバに蓄積されている位置情報
- :新たに取得した位置情報
- :行動範囲

- ▶ 格子状に区切る
- ▶ 過去に蓄積された位置情報から弱者の存在する確率を求め、個人ごとの行動範囲を学習
- ▶ 管理サーバでは、受信したパケットごとに行動範囲との関係を確認
 - ▷ 存在確率の低い場所にいると判断した場合、徘徊行動と判断

実装 -システム構成-



- ▶ Android端末で取得したセンサ情報を携帯電話網経由で、定期的に大学研究室内に設置した管理サーバに送信・蓄積
- ▶ 大学研究室内や家庭内のクライアントから管理サーバにアクセスし、センサ情報を閲覧

実装 -スマートフォン-

▶ Passometer

- ▷ 加速度を取得し、歩数計算

▶ LocationGPS、LocationNET

- ▷ GPS、Wi-Fi、3Gから位置情報を取得

▶ ConnectionBluetooth

- ▷ ペアリングした機器から送信されたセンサ情報を受信

▶ Timer

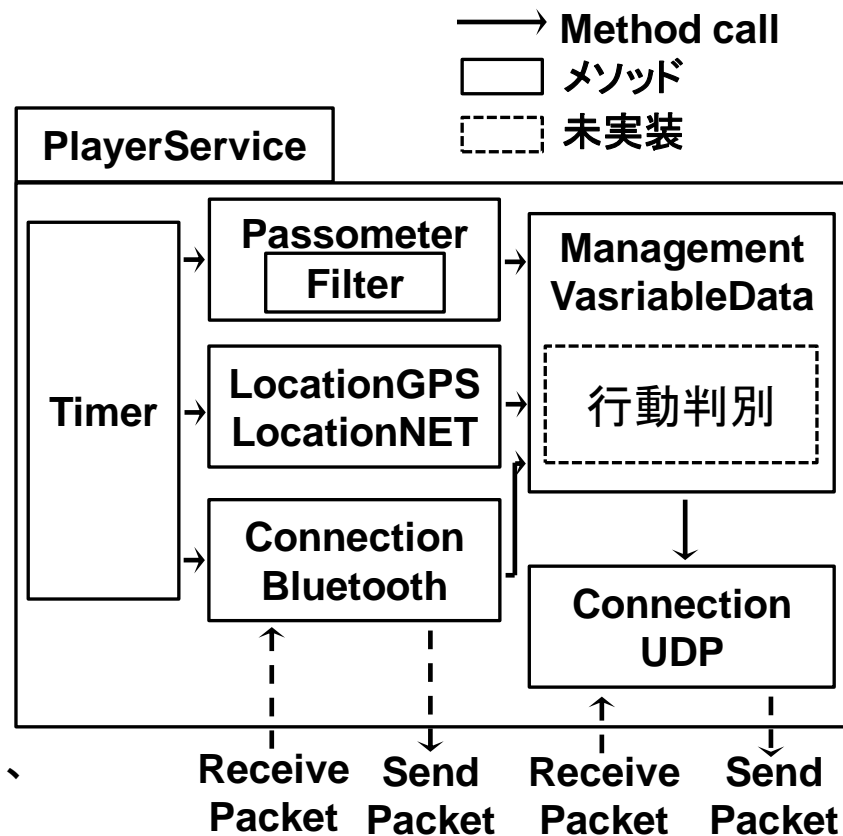
- ▷ 定期的にPassometer、LocationGPS (NET)、ConnectionBluetoothを呼び出す

▶ ManagementVasriableData

- ▷ 取得したセンサ情報から行動判別後、定期的にファイルに書き込む

▶ ConnectionUDP

- ▷ センサ情報を収集し、XML形式に変換した後、定期的に管理サーバへUDPにて送信



実装 - 管理サーバ



▶ センサ情報登録

- ▷ XML解析、ユーザ認証を行いデータベースに登録

▶ 行動範囲更新

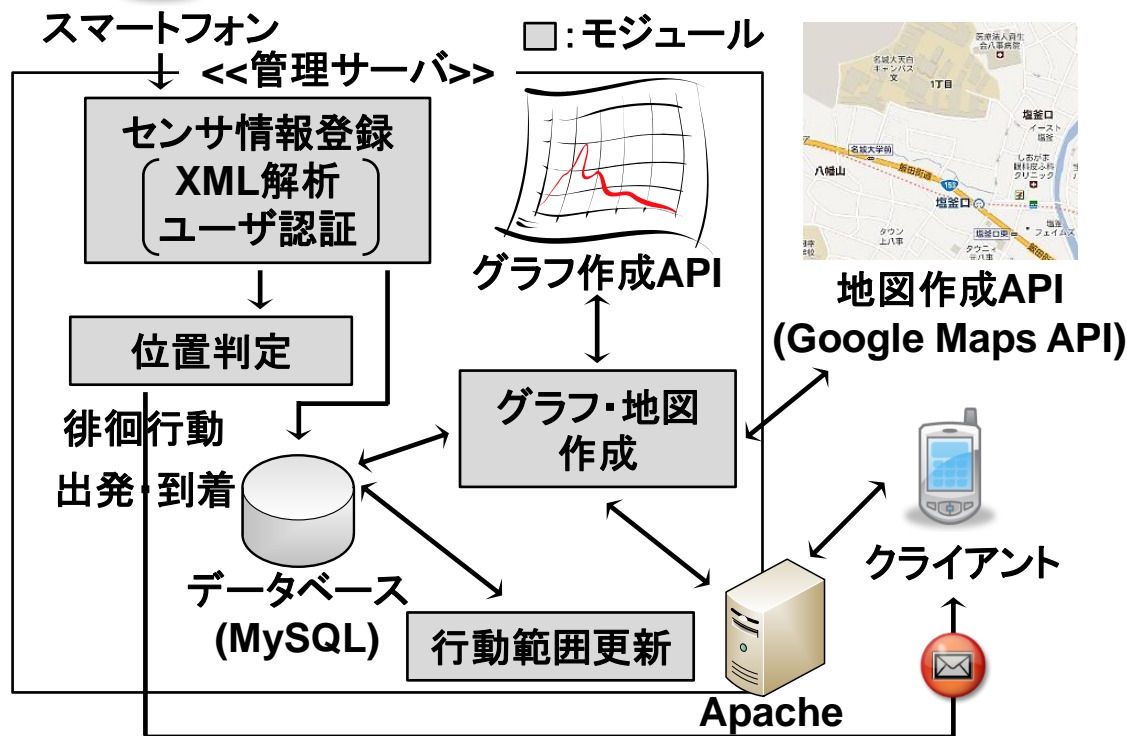
- ▷ 1日1回呼び出され、直近の過去の位置情報から行動範囲を学習

▶ 位置判定

- ▷ 行動範囲内にあるかどうかの判定
- ▷ 自宅の範囲内にあるかどうかの判定

▶ グラフ・地図作成

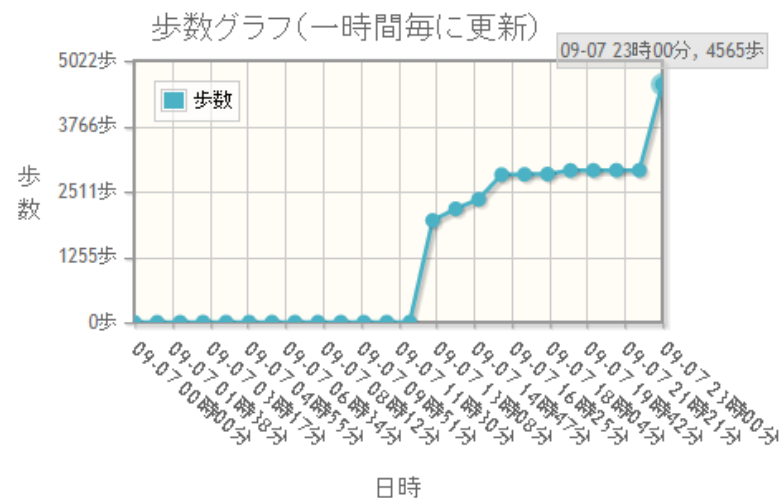
- ▷ 閲覧要求があると、センサ情報を呼び出し、グラフ作成API、地図作成APIで閲覧情報を作成



結果 -位置情報と歩数の表示-

自分自身の位置情報および歩数情報です。

今日 昨日 1週間 検索範囲を選択: から まで [メニュー画面に戻る](#)



- ▶ 位置情報履歴をGoogle Maps上に表示
 - ▷ 吹き出し内に情報を記載
- ▶ 歩数を折れ線グラフや棒グラフで表示
 - ▷ ポケットに入れてカウント
- ▶ 今後は行動情報を追加

結果 -行動範囲とアラームメール-

▶ 著者1名の過去30日間の行動範囲

▷ 存在確率がある値以上を表示

▶ 24時～7時の行動範囲

▷ 分布が自宅の1点に集中

▷ この時間は必ず自宅にいるため、この時間に外出した場合に徘徊行動と判断

▶ 7時～24時の行動範囲

▷ 自宅や大学、その間、その周辺にも分布がある

▷ 存在確率が低いと判断した場合に徘徊行動と判断

▶ 行動範囲を逸脱した場合、アラームメールの配信を確認



24時～7時の行動範囲



7時～24時の行動範囲

まとめ

- ▶ 弱者を遠隔地から見守ることができる統合生活支援システム TLIFESを提案した
- ▶ 試作実装により、基本動作を確認し、実使用段階までできた

- ▶ 今後の予定
 - ▷ 行動の判別をスマートフォンに実装し、サーバで表示
 - ▷ 様々な対象者に向けてサービス内容の充実
 - ▷ 実際に高齢者に使ってもらい意見をいただく