

高齢者を遠隔地から見守るシステムの提案と実装

山岸弘幸^{†1} 加藤大智^{†1} 手嶋一訓^{†1}
鈴木秀和^{†1} 山本修身^{†1} 渡邊晃^{†1}

少子高齢化の進行に伴い、高齢者人口が年々増加している。しかし、現在の家庭環境においては、高齢者の方と別々の家に住んでいる家庭も多いため、いつでも高齢者の近くにいられるとは限らない。そのため、高齢者の状態を遠隔地からでも見守りたいという要望がある。そこで本稿では、高齢者にスマートフォンを保持してもらい、そこから得た情報を管理サーバに蓄積する。家族や親戚（見守る人）がどこにいても高齢者を見守ることができ、異常検出時には迅速な対応を可能とするシステムを提案する。提案システムの一部を実装し、インターネット上から位置情報と歩数情報を閲覧できることを確認した。

A Proposal and its Implementation of a System to Remotely Monitor the Health Conditions of a Senior

HIROYUKI YAMAGISHI,^{†1} DAICHI KATO,^{†1}
KAZUNORI TESHIMA,^{†1} HIDEKAZU SUZUKI,^{†1}
OSAMI YAMAMOTO^{†1} and AKIRA WATANABE^{†1}

In Japan, as a super aging society is approaching, the population of the senior people is increasing rapidly. At the same time, shifting to nuclear families, there are a lot of families that are living separately from their senior relatives. Although most of such families seek to supervise their relatives, they cannot live closely to them. In this paper, we propose a system for supervising their relatives and for monitoring their health conditions receive from their Smart-Phone remotely wherever the relatives are living. We have implemented a part of our proposal system, and confirmed the effectiveness of our system.

1. はじめに

我が国においては、着実に少子高齢化が進んでおり、2010年には4人に1人が65歳以上の高齢者となっている。また一方で、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。このような状況から、独居老人の孤独死や在宅介護など様々な社会問題が発生している。

超高齢社会では、高齢者の安全で安心な暮らしを守り、さらに高齢者の社会参画やQOL向上のため、様々な活動を支援することが重要である。家族・行政・医療機関や近隣などの人々が、高齢者の健康状態を常に見守り、情報を共有できるシステムを構築できると有用である。ここで、見守られる側の対象者としては、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。そこで、本稿ではこれらの対象者を総称して弱者と呼び、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。

弱者の方々には外出したいという希望があり、この要求をできるだけ満たすことができる環境を整備することも重要である。近年は弱者自身が余暇を楽しむために旅行したり、社会活動へ参加するなどのために車を運転したいなどの要求もある。しかし、弱者は身体機能が低下している可能性があり、外出先での事故の可能性が高い。

弱者を見守る既存のシステム事例としては、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」¹⁾がある。しかし、このシステムは住居内にセンサ機器を設置することを想定しており、弱者の方が外出した場合のことが想定されていない。また、国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のシステムがいくつか存在する。国交省による「見守り安心ネット公田町プロジェクト」²⁾では、住宅にセンサを設置することにより弱者見守りを実現するが外出時のことは考慮されていない。総務省による「ユビキタス見守り情報ネット（ひご優ネット）（九州地区）」³⁾や「ICTをを活用した安心・元気な街づくり事業（三重県）」では、弱者の方にスマートフォンを配布し、外出時にもそ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るため、最新の技術を駆使したものになっていない。そのため、把握できる情報が限定されている。

ドライバに対して提供しているサービスとしてテレマティクス（Telematics）と呼ばれる

^{†1} 名城大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Meijo University

サービスがある。これは自動車などの移動体に通信システムを組み合わせ、リアルタイムに情報サービスを提供し、ヘルプネットセンターからの助言をもらうこともできる。このサービスは若者から中年にかけての人々がターゲットであり、かつドライバ自身へのサービスである。弱者の方が運転中に身体の異常が発生した場合などに素早い対応ができない。

近年発展が著しいスマートフォンの技術と、モバイルネットワークの技術を駆使することにより、高度で実践的な弱者見守りシステムを実現できる要素が整ってきている。近年のスマートフォンには、通信機能に加え、GPS、加速度センサ、ジャイロ、地磁気センサなどさまざまなセンサが搭載されている。また、高速 CPU や大容量メモリを搭載しており、高度な信号・情報処理を行える身近なプラットフォームになりうる。さらに、スマートフォンは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、スマートフォンは弱者に常時身につけてもらうためのデバイスとして最適な装置である。

本稿の目的は、スマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用して、弱者の情報を、ネットワークを介して共有する。家族や保護者の目の届かない場所においても弱者の行動を見守り、緊急や危険な状態を察知して適切な対応に結びつけるシステムを実現する。弱者の方には、常時スマートフォンを保持してもらい、スマートフォンを通して行動や状態をセンシングし、インターネット上のサーバに定期的に情報を送信する。見守る側の家族や医者らは、いつでもサーバ上に蓄積された対象者のデータを閲覧でき、異常時にはシステム側からアラームを通知して、迅速な対策を可能とする。

以下、第 2 章で既存のサービス/システムについて、第 3 章で本稿の提案方式について述べる。第 4 章で実装について述べ、最後に第 5 章でまとめる。

2. 既存のサービス/システム

2.1 NEDO ホームヘルスケアプロジェクト

個人向け健康支援システムの例として、図 1 に NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization) の『ホームヘルスケアのための高性能健康測定機器開発』の概要を示す。家庭内で血圧計や体温計といった測定機器で測定した健康情報をゲートウェイ機器に集約する。健康機器とゲートウェイ機器間は独自の HAP (Healthcare Application Protocol) を用いてデータ通信を行う。その後、取得データを管理サーバへ送信し、管理サーバでは収集した健康情報を解析して保存する。家庭や医療機関から管理サーバの情報を閲覧できる。しかし、このシステムでは対象者が家庭内にいることを想定してお

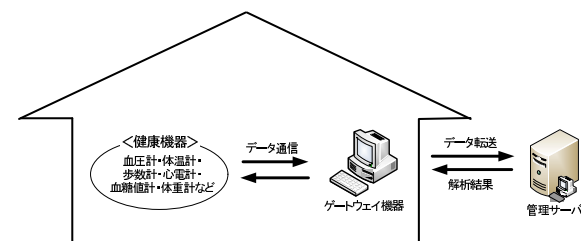


図 1 ホームヘルスケアプロジェクトの構成
Fig. 1 Configuration of NEDO's Home Health Care Project

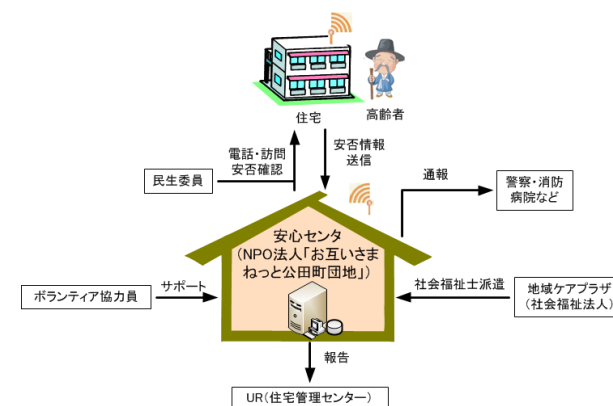


図 2 見守り安心ネット公田町プロジェクトの構成
Fig. 2 Configuration of Kudencho Project

り、対象者が外出した時の監視は考慮されていない。

2.2 見守り安心ネット公田町プロジェクト

図 2 に横浜市の公田町団地で都市再生機構が実施しているプロジェクトを示す。これは弱者の安心居住および地域の活力向上活動や孤独死予防のための見守り活動を実施し、その効果を検証したものである。このプロジェクトでは、安心センタのスタッフが弱者宅から送信される安否情報を 1 日 2 回確認を行う。必要に応じて安心センタのスタッフや民生委員が電話・訪問をして安否確認を行い、場合によっては安心センタのスタッフや警察・消防・病院に連絡を行う。安心センタのスタッフは民生委員や社会福祉士やボランティア協力員で



図 3 G-BOOK の構成
Fig.3 Configuration of G-BOOK

連携してサポートを行い、上記で得た情報（高齢者の状態、異常の有無など）をUR（住宅管理センタ）に報告する。しかし、このプロジェクトにおいても対象者が家庭内にいることを前提としており、外出時の考慮がされていない。

2.3 ユビキタス見守り情報ネット（ひご優ネット）

ひご優ネットはNPO 法人熊本まちづくりが実施した ICT システムで、高齢者・障害者・子供などの弱者の見守り活動を支援する福祉サービスである。このサービスは弱者を福祉専門員や近所の方が見守り、管理サーバに弱者の状態を報告する。また、弱者が保持するスマートフォンのアプリケーションを起動することで、弱者の現在地をインターネット上で閲覧することができる。しかし、このシステムは地域の人に負担がかかり、1人の弱者に対して多くの見守り人が必要となる。また、弱者の位置情報しか取得できず、体調状態などが把握できない。

2.4 テレマティクスサービス

テレマティクスサービスは、G-BOOK⁴⁾ やカーウィングス⁵⁾ などが既にサービスを展開している。図 3 に G-BOOK の構成を示す。G-BOOK では現在地から目的地までに利用する主要道路や有料道路で、新しい道路が開通された部分をカーナビゲーションに配信するマップオンデマンドサービスや VICS による最新の交通情報と過去の統計データから、今後の交通状況を予測するプローブコミュニケーションサービスなどがある。また、緊急事態発生時の車両からヘルプネットセンターへの通報を補助するヘルプネットサービスがある。

一方、カーウィングスでは G-BOOK と同様なサービスに加え、Google マップを利用して目的地の位置情報を調べたり、Google カレンダーで登録しておいたスケジュールを車両内で確認できるサービスを提供している。

しかし、これらのサービスは全てドライバー自身を対象としたサービスである。また、それぞれ独自の管理センターを利用しているため、一般ユーザには公開されていない閉じたサー

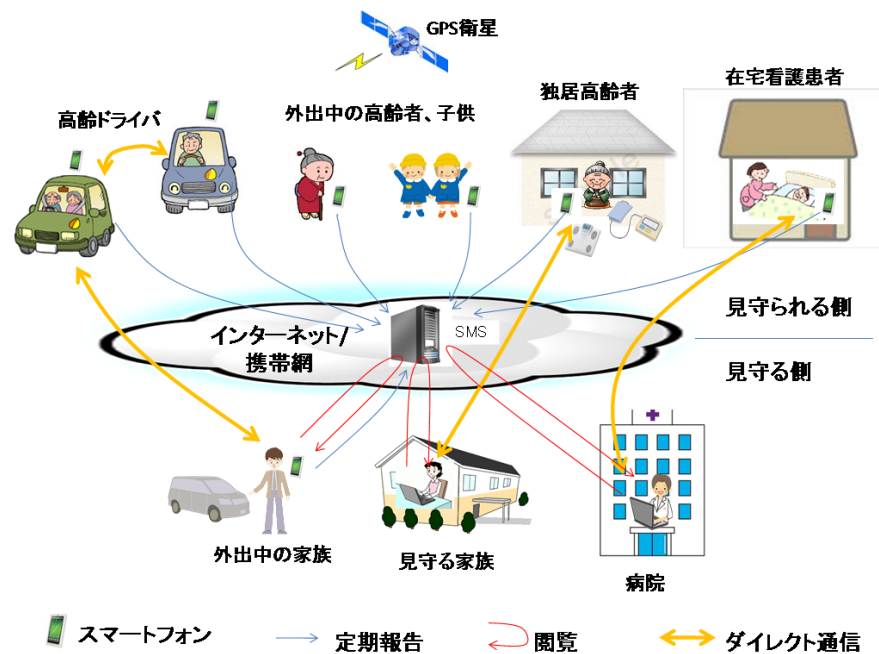


図 4 提案システムの構成
Fig.4 Configuration of our Proposed System

ビス形態となっている。そのため、弱者の安全を家族や親戚がいつでも確認できるサービスとしては適していない。

3. 提案方式

図 4 に提案システムの構成を示す。本提案では弱者がどこにいても見守れるシステムを実現する。弱者にスマートフォン（以下 SP ; Smart Phone）を保持してもらい、センサデータを収集する。収集したセンサデータはインターネット上の管理装置（以下 SMS ; Sensor data Management Server）に送信する。見守る人々は家庭端末などからいつでも内容を閲覧できる。

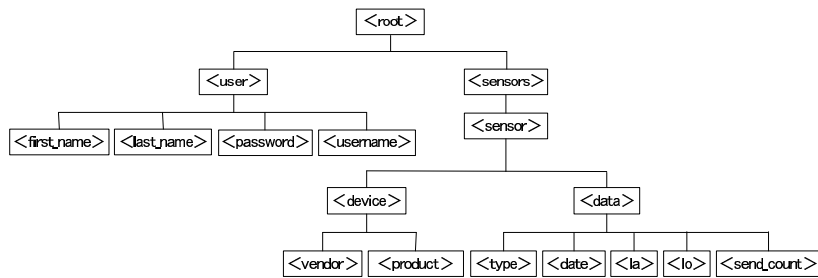


図 5 センサデータ送信フォーマット (例: GPS センサデータ)

Fig. 5 Format for sending sensor data (Example:GPS sensor data)

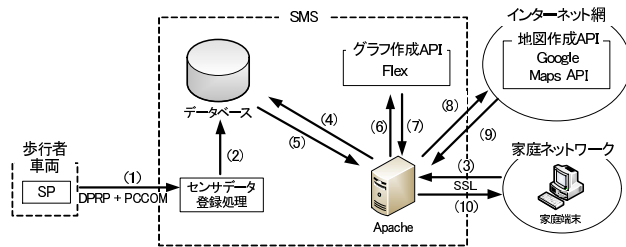


図 6 サーバの処理

Fig. 6 Process of Server

3.1 弱者からの情報収集

弱者が車を運転中の場合、外出中の場合、自宅にいる場合に分け、弱者からの情報収集の方法について述べる。収集した情報は SMS のデータベースに蓄積される。

弱者が運転中の場合、SP の加速度センサから運転情報（ブレーキ、アクセル、右左折、車のぶれ等）、GPS から位置情報や速度を取得し SMS に UDP にて定期的に送信する。

弱者が外出中の場合、SP の加速度センサから行動情報（歩いている、走っている、転んだ等）、歩数カウント、および GPS から位置情報を取得し SMS に送信する。

弱者が自宅にいる場合、外出中の内容に加え、生体情報（血圧、体組成等）を取得し SP 経由で SMS に送信する。測定機器は自宅内の無線機能搭載の健康機器を使用し、取得した生体情報を SP に蓄積する。

3.2 センサデータの送信

SP から SMS に定期的に送信するパケットのフォーマットを図 5 のように定義した。図 5

における記述は以下のルールに従う。これは XML フォーマットの記述方式に準拠したものである。

- (user) タグ
ユーザのアカウント情報を記述する。これにより、サーバ側はユーザを一意に識別する。
- (sensors) タグ
子要素として、< sensor >タグを 1 つ以上挿入する。このタグ内でセンサデータをまとめて記述する。センサデータを複数送信する場合、< sensors >内に< sensor >を複数挿入する。
- (sensor) タグ
子要素として< device >, < data >の 2 つのタグを挿入する。
- (device) タグ
センサのデバイス情報を記述する。これにより、センサデータの種類 (type) が同じであっても、どのセンサ機器から取得したデータかを識別できる。
- (data) タグ
センサから取得したデータを記述する。子要素の数、子要素名は、センサデータの種類 (type) により変化する。センサデータの種類 (type) はデータの種類の識別できる ID を挿入する。

3.3 センサデータの閲覧

見守る人が家庭端末あるいは携帯端末（携帯電話や SP など）から SMS 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を行う。見守る人が特定のセンサ情報を指定すると、SMS ではデータベースから情報を取得し、グラフ作成 API (Application Program Interface) によってグラフ化して家庭端末に送信する。なお、上記通信には SSL を利用する。

3.4 サーバの処理

サーバの処理を図 6 に示す。SP が取得したセンサデータは UDP により定期的受信する (1)。センサデータ登録処理において、XML 解析ライブラリを利用してセンサデータを解析する。その後、ユーザ認証を行い、正常なパケットであれば SQL によりセンサデータをデータベースに登録する (2)。

家庭端末からセンサデータ閲覧要求を SMS の Apache が受信すると (3)、SQL によりデータベースからセンサデータを読み出す (4)、(5)。読み出したセンサデータをグラフ作成 API で処理し、グラフ化する (6)、(7)。グラフ化したデータは家庭端末に送信する

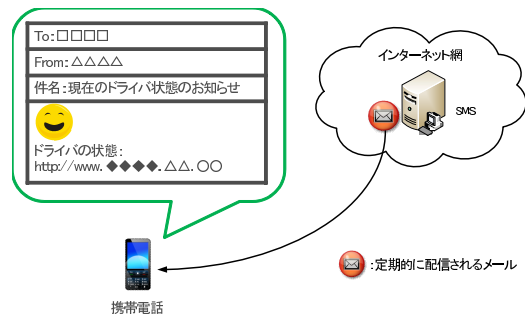


図 7 メールの例
Fig. 7 Example of mail

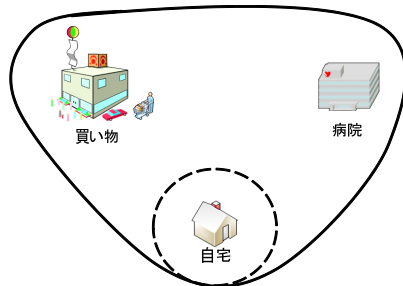


図 8 行動範囲による異常検出
Fig. 8 Abnormality detection by activity region

(10) .

3.5 定期メール配信

メール配信には定期配信と異常時のメール配信がある。見守る人が弱者の現在の状態を知るためにはその都度 SMS にアクセスする必要がある。そこで SMS 側から見守る人に対して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日等）に配信する。図 7 にメールの例を示す。絵文字に問題のないことがわかれば、見守る人が SMS へアクセスする手間を省くことができる。メールには URL が記載されており、必要に応じてクリックで SMS の内容を閲覧することができる。

3.6 サーバによるアラーム検出

サーバに 3.1 に述べた情報を蓄積することで、過去の行動と比較することにより異常時の

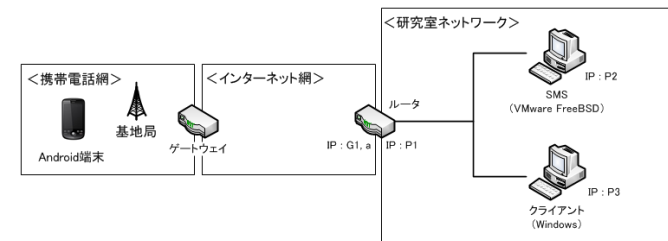


図 9 試作システムの構成
Fig. 9 Configuration of our trial system

判別ができる。例えば、弱者のいつもの行動範囲を逸脱した場合、見守り側の人にアラームを通知することができる。行動範囲の異常検出の例を図 8 に示す。弱者の行動はデータベースに蓄積したデータから一定の行動範囲がわかる。例えば、自宅から病院へ行き、その後、病院から買い物へ行き帰宅する、という行動履歴が取得できたとする。その場合、SMS では自宅から一定の距離（図 8 の点線部）を指定し、点線範囲を超えた場合、見守る人に自宅を出たことをメールで通知する。また、弱者の行動が通常と異なる場合（図 8 の実線の外部）場合、見守る人に異常行動としてメール通知を行う。

3.7 セキュリティ

SP から SMS へ送信するセンサデータには個人情報が含まれているため、セキュリティの確保が重要である。セキュリティ確保には、認証用の DPRP (Dynamic Process Resolution Protocol)⁶⁾ と暗号化を行う PCCOM (Practical Cipher COMMunication)⁷⁾ をカーネルに組み込む方法と、アプリケーションで独自に暗号化を行う方法が考えられる。前者はアプリケーション側でセキュリティを意識する必要はなくなるが、カーネルに手を加える必要がある。後者はあらゆる SP で利用できるようになるが、アプリケーション毎に対応する必要がある。

4. 実 装

4.1 試作システムの構成

図 9 に試作システムの構成を示す。位置情報及び歩数カウント取得機能を Android 端末に実装し、携帯電話網経由で定期的に SMS (IP アドレス G1, ポート番号 a) に送信した。ルーターにポートフォワーディングの設定を行い、研究室ネットワーク内の SMS にパケットを

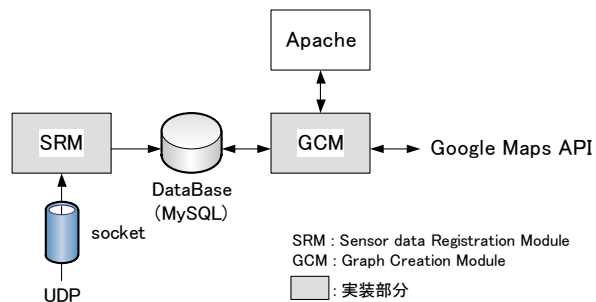


図 10 モジュール構成
 Fig.10 Module configuration

受信させた。また、SMS に蓄積された情報をクライアント端末から閲覧できるようにした。

4.2 モジュール構成

SMS に実装したモジュール構成を図 10 に示す。試作ではセンサデータ登録モジュール (SRM ; Sensor data Registration Module) とグラフ作成モジュール (GCM ; Graph Creation Module) を構築した。

SRM では、ソケット通信で Android 端末からデータを受信する。XML 解析した後、ユーザ認証を行い、正常なパケットであればセンサデータを SQL にてデータベースに登録する。

GCM では、Apache から指定された情報をデータベースから抽出し、グラフ作成や地図作成 API と連携するプログラムを作成した。地図作成 API としては Google Maps API⁸⁾ および Flex⁹⁾ を利用した。

なお、SRM は C 言語、GCM は php と javascript により記述した。

4.3 試作の結果

今回は SP 側で位置情報の変化と歩数のカウントを取得することができた。これらの情報に係るデータベースと表示画面を作成した。SMS に蓄積された内容をクライアント端末から要求し、結果を表示した。今回は定期送信の間隔を 15 分とした。図 11 に地図画面を示す。移動した様子を表示できていることがわかる。月日を自由に指定できるボタンを作成した。

図 12 に歩数データ表示画面を示す。縦軸は 1 日表示の場合は累積歩数とし、1 週間・2 週間・1ヶ月・半年・1 年毎の表示では合計歩数の変化を表示できるようにした。横軸は取得した日時を示している。図 12 の上部のボタンを選択することで、指定した期間の歩数情

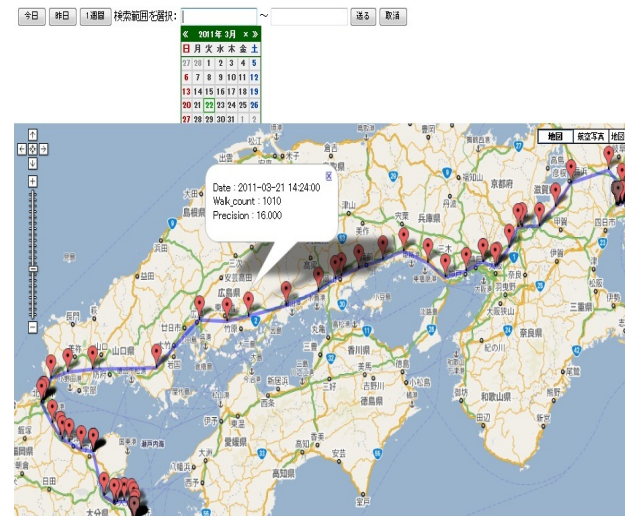


図 11 GPS データを Google Maps API で表示した画面
 Fig.11 Picture of GPS data displayed on Google Maps API

報が表示できる。

4.4 今後の実装

今回の実装はあくまで提案方式の第一歩となるものである。今後は見守る人への定期メール配信機能や異常検出とメール配信、弱者の行動履歴、運転履歴の表示の実装を順次行っていく。さらに、SP と SMS 間のセキュリティ確保の方式、異常検出後のエンドエンド通信の内容について検討を進める。

5. ま と め

本論文では、弱者を遠隔地から見守るシステムの概要、提案システムの動作について述べた。高齢者が保持したスマートフォンから受信した情報を管理サーバで蓄積することで、見守る人がいつでも高齢者の現在の状態を見守れるシステムを提案した。試作システムを用いて SP から受信した情報を蓄積し、位置情報および歩数の表示ができることを確認した。



図 12 歩数データを SMS 上で表示した画面
 Fig. 12 Picture of walk count data displayed on SMS

参 考 文 献

- 1) 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).
- 2) 独立行政法人，都市再生機構：<http://www.ur-net.go.jp/>
- 3) NPO 法人熊本まちづくり，ひご優ネット：<http://portal.higoyou.net/>
- 4) G-BOOK：<http://g-book.com/pc/default.asp/>
- 5) CARWINGS：<http://drive.nissan-carwings.com/WEB/>
- 6) 鈴木秀和，渡邊 晃：フレキシブルプライベートネットワークにおける動的処理解決プロトコル DPRP の実装と評価，情報処理学会論文誌，Vol.47，No.11，pp.2976-2990 (2006).
- 7) 増田真也，鈴木秀和，岡崎直宣，渡邊 晃：NAT やファイアウォールと共存できる暗号通信方式 PCCOM の提案と実装，情報処理学会論文誌，Vol.47，No.7，pp.2258-2266 (2006).
- 8) Google-Maps-API：<http://code.google.com/intl/ja/apis/maps/>
- 9) Adobe-Flex：<http://www.adobe.com/products/flex/>