

# 加速度センサを活用したクラウドサービスによる 高齢者見守りシステム

藤吉良太<sup>†1</sup> 三宅 隼<sup>†1</sup> 田島孝治<sup>†2</sup>

近年, 少子高齢化や高齢者の孤独死といった社会問題や, 高齢者の行方不明なども珍しくなく, 高齢者を対象とした見守りサービスの必要性が高まっている. しかし, 既存の見守りサービスには, (1)見守りに利用する位置情報や電話番号などのプライベート情報を運営会社へ預ける不安, (2)運営会社が情報管理することで生じるコスト, (3) 高齢者が専用端末を持たされるという意識から生じる「監視されている」という嫌悪感, といった課題がある. 本研究では, これらの課題を解決するため, 高齢者とその家族の双方が持つスマートフォンとクラウドサービスを利用して, 高齢者を見守るシステムの研究開発を行う. 開発したシステムは, クラウドサービスを用いて, 利用者の家族単位でデータを管理する領域を確保するため, 運営会社に情報を預ける必要がない. また, スマートフォンのみで動作するように設計し, サーバ等の管理コストと, 専用端末を利用することによる嫌悪感を無くした. 本稿では, 提案したシステムの実装と性能の検証について報告する.

## Security & Safety System for Elderly People by Using Cloud Service

RYOTA FUJIYOSHI<sup>†1</sup> JUN MIYAKE<sup>†1</sup> KOJI TAJIMA<sup>†2</sup>

### 1. はじめに

近年, 少子高齢化や核家族化に伴い, 高齢者の孤独死や行方不明などが社会問題となっている[1][2]. その中で, 高齢者を対象とした見守りサービスの需要が高まっている. 見守りサービスを利用することで, 家族が離れて生活している高齢者の状態や所在を必要に応じて確認できるようになる.

見守りサービスには様々なシステムが存在する. 例を挙げると, ポットやガス, 電気などの利用状況から高齢者の安否確認を行い通知してくれるサービス[3]や, らくらくホン[4], MiLook[5]などの専用携帯端末を持つことで見守りを行うものがある. しかし, 専用携帯端末を用いると, 持ち忘れてしまった場合に見守りシステムとして機能しない. また, (1)見守りに利用する位置情報や電話番号などのプライベート情報を運営会社へ預ける不安, (2)運営会社が情報管理することで生じるコスト, (3) 高齢者が専用端末を持たされるという意識から生じる「監視されている」という嫌悪感, といった課題がある.

これらの課題を解決するため, 高齢者とその家族の双方が持つスマートフォンを利用し, クラウドサービスを用いて利用者専用のデータ保存場所を提供可能な, 高齢者を見守るシステムの研究開発を行った. 今回はこのシステムを Android 上のアプリとして実装し, その性能を検証したの

で, これを報告する.

### 2. 研究目的

本研究では, 高齢者とその家族の双方がスマートフォンを所持していることを前提とした, 高齢者を見守るシステムを Android 上のアプリケーションとして開発し, その性能を検証する. このアプリケーションはクラウドサービスを用いて, 見守る側と見守られる側でデータを共有できる環境をつくり, 位置情報を共有することで高齢者を見守る. また, 日常的に利用するスマートフォンのみで動作するように設計することで初期費用の削減を図る. そして, 既存の見守りシステムにおける, (1)見守りに利用する位置情報や電話番号などのプライベート情報を運営会社へ預ける不安, (2)運営会社が情報管理することで生じるコスト, (3) 高齢者が専用端末を持たされるという意識から生じる「監視されている」という嫌悪感, といった課題の解決を目指す.

### 3. システム概要

システムの概要図を図1に示す. 本システムは, 高齢者とその家族の双方がスマートフォンを所持していることを前提としており, スマートフォン, クラウドサービス, によってシステムが成り立っている. そして, スマートフォンやクラウドサービスを利用して, 高齢者の位置を把握する, といった見守り機能を実装する.

本システムの構成における端末として, スマートフォンを選択したのは, (1)高機能かつ多機能な機器であり, 高齢者を見守りに有効な GPS や加速度センサ, 通信機能を標準

<sup>†1</sup> 岐阜工業高等専門学校電子システム工学専攻  
Gifu National College of Technology Course of Electronic System  
Engineering

<sup>†2</sup> 岐阜工業高等専門学校電気情報工学科  
Gifu National College of Technology Department of Electrical and Computer  
Engineering

で搭載している、(2)フィーチャーフォンと比較して大画面であるため、視力が良くない高齢者の方々でも見やすいインターフェイスを実現できる、(3) 高齢者の方々スマートフォンの利用率は決して低くなく、近い将来、多くの高齢者がスマートフォンを利用していくことが考えられる、(4) 「監視されている」という専用携帯端末ならではの嫌悪感を無くすことができる、という理由である。

次にクラウドサービスを用いてデータを管理した理由について述べる。一般的な見守りシステムでは、サービスの提供者がサービスの利用者の個人情報等を管理している。この点において、(a)位置情報や電話番号などのプライベートな情報を運営会社へ預ける不安、(b)運営会社が情報管理することで生じるコスト、などの課題が発生している。そこで、本システムでは無料のプライベート型のクラウドストレージサービスを利用して、利用者自らが情報の管理を行えるようにする。この結果、利用者がいつでもアップロードされたプライベートなデータを確認、消去できるようになる。これにより、システム提供者のサーバでデータを管理されることで生じる不安感を払拭できる。さらに、システムを提供する側の初期費用・運用、保守等のコストの削減を図り、結果として利用者が安価に利用可能なシステムを実現できる。

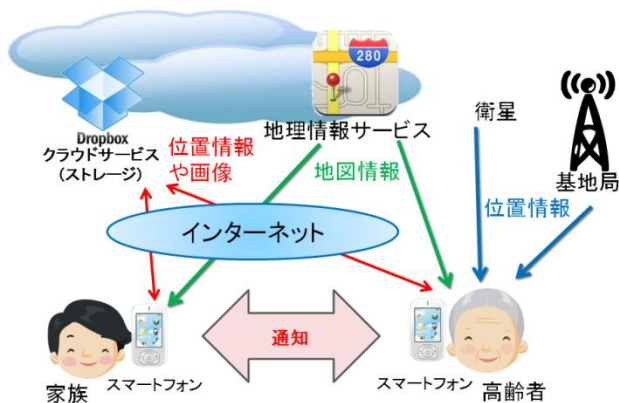


図1 システム概要図  
Fig.1 Schematic diagram of system

## 4. 実装

### 4.1 実装環境

本システムの実装環境を表1に示す。Android アプリとしてスマートフォン上で動作するプログラムを作成し、高齢者を見守るシステムを実現する。

本システムに利用するクラウドサービスは、Dropbox[6]と Google Maps[7]である。Dropboxは、自身のストレージとして無料で利用できるクラウドサービスであり、クラウドストレージサービスと呼ばれる。また、共有フォルダを作成して他のユーザを招待することで、複数人でのファイル共有を実現できる。Google Mapsは、地理情報サービス

であり、特定の場所や点と点を繋ぐ経路を表示することができる。これらのクラウドサービスを Android アプリに組み込むため、それぞれのクラウドサービスが用意している Android 用 API を利用する。そしてアプリ上でサービスの機能を合わせ、高齢者を見守る機能を実装する。

表1 実装環境

Table1 Mounting environment

項目	概要
ハードウェア	GALAXY NEXUS SC-04D
OS	Android
OS バージョン	Android 4.1
ストレージサービス	Dropbox
地理情報サービス	Google Maps

### 4.2 見守り機能

#### 4.2.1 高齢者位置探索機能

この機能は一人暮らしの高齢者や、外へ出歩く高齢者を心配に思う家族のための機能であり、高齢者の位置や、高齢者がどのように移動したかの経路の表示を可能にする。高齢者の位置を探索する手順を以下に示す。

- (1) 高齢者のスマートフォンは、搭載されている GPS、ネットワークを利用し、衛星または基地局から緯度や経度などの位置情報を取得する。
- (2) 取得した位置情報を、最終更新地点、および経路情報を表現するのに適した形式でテキストファイルとして保存する。さらに保存したファイルをクラウドストレージへアップロードする。
- (3) 家族がクラウドストレージからテキストファイルを取得する。また、地理情報クラウドサービスから地図情報をダウンロードし、この2つを重ね合わせて高齢者の位置や経路を表示する。

#### 4.2.2 転倒検知緊急コール

この機能は高齢者が転倒など、大きな衝撃を受けた際に家族へ通知を行う機能である。転倒の検知は高齢者側のアプリケーションがスマートフォンに搭載されている加速度センサのセンサ値を利用して行う。もし、転倒であると判断された場合、クラウドストレージに緊急である旨を意味するテキストファイルをアップロードする。このファイルによる発信を緊急コールと呼ぶ。家族側のアプリケーションは定期的にも高齢者が緊急コールを発信しているかを確認することで、緊急事態を察知できる。もし、高齢者の緊急事態を察知した場合、家族側のスマートフォンは、音や振動、通知バーを利用して見守る側の家族へ警告を行う。しかし、加速度の値から転倒と誤って検知される場合がある。そのため、転倒の誤検知による緊急コールの発信を防ぐ機

能も組み込む必要がある。これを考慮した、転倒検知緊急コールの発信手順を以下に示す。

- (1) 加速度センサから各軸の加速度を取得し、その値からベクトルの和、およびその時間的変化分を計算する。結果はキューに蓄積する。
- (2) 蓄積されたキューと事前に記録した転倒時のセンサ値パターンのマッチングを行い、転倒か否かをチェックする。
- (3) 転倒が起きたと判断された場合、転倒検知の誤りかをタッチで確認するダイアログを表示し、10秒のカウントダウンを行う。
- (4) 10秒のカウントダウンの間、ダイアログにタッチの反応がない場合、「高齢者が転倒して危険な状態である」と判断し、緊急コールを発信する。転倒検知が誤りかを確認するダイアログに反応があった場合、緊急コールの発信を取りやめ、加速度センサによる転倒検知を再開する。

## 5. システム評価

### 5.1 評価専用サーバの実装

見守りシステムとしての機能を持たない、評価専用のサーバを実装した。このサーバは、個人を特定する電話番号や位置情報以外のシステム利用者の利用状況等の蓄積を目的としている。

本システムは、プライベート型のストレージを提供するクラウドサービスと利用者のスマートフォンから構成されている。このため、(1)システム提供者のサーバへデータを置き、管理してもらうことが生じる不安感を払拭できる、(2)サーバを運用・保守する必要がなくコストが削減される、というメリットがある。しかし、システム提供者側は利用者の利用状況や利用頻度を知る手段がなく、見守りシステムの性能や改善点を把握することが不可能、というデメリットがある。そこでシステムの評価を行うにあたり、システム利用者の利用状況等のログを蓄積し、システム提供者が利用状況などを把握することを目的とする専用サーバを設けた。提供者が専用サーバを参照し、本システムに実装されている見守り機能の利用頻度や電池残量の変化を把握することで、本システムの性能や改善点を模索することが可能となる。

評価専用サーバで蓄積する主なログの種類は、(1)見守り側が利用する見守り機能の利用頻度、(2)本アプリの起動・終了等の利用状況、(3)本アプリ利用者の電池残量、である。これらを実用専用サーバにログとして蓄積する際、性別、年齢など個人を特定しない範囲で、ユーザの情報や日時を紐付ける。ユーザ情報および日時を紐付けて、ログを蓄積することで、(ア)高齢者や家族がどのような見守り機能を頻繁に利用しているか、(イ)高齢者のスマートフォンの利

用頻度はいくらか、(ウ)見守り機能のアップデートによる省電力化の効果があるか、などを把握することができる。これらを考慮して作成したテーブルを表2に示す。(a)user\_tableは、本アプリの初回利用時に登録していただくユーザ情報を蓄積するためのテーブルである。(b)situation\_tableは、見守り機能などの動作イベントを含む、利用状況の項目より構成されたテーブルである。(c)log\_tableは、ユーザのID、および利用状況のIDを紐付けて、利用状況を蓄積するためのテーブルである。(d)log\_battery\_tableは、ユーザの電池残量を記録するためのテーブルである。

表2 データベーステーブルの概要

Table2 Overview of database tables

#### (a) user\_table

要素名(型)	概要
id(int[11])	ユニークなID
sex(boolean)	性別
age(int[3])	年齢
create_time(timestamp)	作成日時

#### (b) situation\_table

要素名(型)	概要
id(int[11])	ユニークなID
name(varchar[50])	利用状況（「アプリ起動」、「緊急コール使用」等）
create_time(timestamp)	作成日時

#### (c) log\_situation\_table

要素名(型)	概要
id(int[11])	ユニークなID
id_user(int[11])	ユーザのユニークなID
id_situation(int[11])	利用状況のユニークなID
create_time(timestamp)	作成日時

#### (d) log\_battery\_table

要素名(型)	概要
id(int[11])	ユニークなID
id_user(int[11])	ユーザのユニークなID
battery_level(int[3])	電池残量
create_time(timestamp)	作成日時

### 5.2 高齢者位置探索機能の評価

本機能の評価として、高齢者役の被験者が一定時間、岐阜高専敷地内を歩行し、GPSで位置情報を取得する実験を行った。経路を表示した際のアプリ画面の様子を図2に示す。歩行した道をなぞるようにマップに線が描画された。この時の最大誤差は約10[m]であり、高齢者の位置、経路を特定するのに十分な精度だと思われる。しかし、屋内や屋根がある渡り廊下では、GPS

の精度の著しい低下が見られた。これは、高齢者の位置を特定する際の正確性の低下につながる。さらに、GPS を常に利用するとスマートフォンの消費電力が非常に大きく、今回利用したスマートフォンである Galaxy Nexus の場合、2 日程度しか継続して利用できず、長時間利用できない問題もある。

### 5.3 転倒検知緊急コールの評価

本機能の評価として、スマートフォンをズボンのポケットに入れ、実際に転倒する実験を行い、家族側に転倒通知が表示されるのを確認した。この際、日常生活において、スマートフォンに衝撃が加わる起りやすいアクションである「スマートフォンを落とす」、「階段の昇り降り」における転倒検知実験では、「転倒である」と1度も誤検出されなかった。しかし、評価実験はスマートフォンの故障を防ぐため、スマートフォンを保持している場所をズボンのポケットに限定して実施した。

10 秒のカウントダウンを用いて、転倒検知の誤りかをタッチで確認するダイアログの様子を図3に示す。このダイアログが表示されている間に、緊急コールを中止するボタンをクリックした際、緊急コールの発信が取りやめられることを確認した。

### 5.4 評価専用サーバの動作確認

評価専用サーバの動作確認として、高齢者およびその家族として本アプリを動作させた際、評価専用サーバに利用状況等のログが蓄積されるか、実験を行った。図4に評価専用サーバのデータベースの記録を示す。「アプリの起動」や「見守り機能の利用頻度」、「電池残量」などのログが蓄積されているのを確認した。しかし、「アプリの終了」に関

しては、ログは取れていたり、取れていなかったりと不安定であることがわかった。これは他のアプリにより本アプリが強制的に終了させられたことが原因であった。メモリクリーナーと呼ばれるアプリの実行により、強制的にアプリを終了させると、「アプリの終了」のログが確認できなかった。したがって、他のアプリによる「アプリの終了」など、とある原因で高齢者見守りシステムが機能しない状況が想定される。

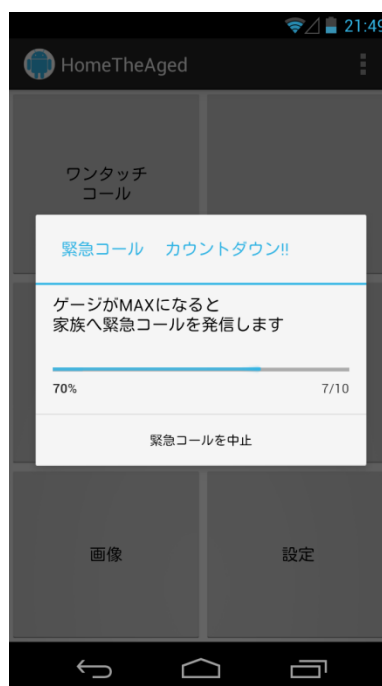


図3 転倒検知の誤りかを確認するダイアログ

Fig.3 Dialog for confirming whether canceling of the falling detection



図2 岐阜高専敷地内の歩行経路の様子

Fig.2 Pedestrian route within Gifu National College of Technology

+ オプション		id	id_user	id_situation	create_time
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	31	76	13	2013-12-19 16:20:57
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	32	76	10	2013-12-19 16:25:06
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	33	76	10	2013-12-19 16:26:48
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	34	76	13	2013-12-19 16:27:33
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	35	76	13	2013-12-19 16:27:49
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	36	76	10	2013-12-19 16:28:15
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	37	76	10	2013-12-19 16:28:19
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	38	77	5	2013-12-19 16:30:10
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	39	77	1	2013-12-19 16:30:16
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	40	77	1	2013-12-19 16:32:51
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	41	77	7	2013-12-19 16:37:07
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	42	77	10	2013-12-19 16:37:08
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	43	77	1	2013-12-19 16:42:48
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	44	77	5	2013-12-19 16:54:27
<input type="checkbox"/>	編集 コピー 削除	45	55	10	2013-12-19 16:54:31

図4 評価専用サーバに蓄積されたログ

Fig.4 Log accumulated in evaluation server

## 6. 今後の方針

### 6.1 高齢者位置探索機能の検討

高齢者位置探索機能における GPS センサの利用は電池の消費が著しく、天気や屋内外といった利用環境の違いによって精度が著しく低下する問題がある。これを解決するため、加速度センサを利用した位置推定手法を検討する。位置推定手法とは、スマートフォンに搭載されている加速度センサなどを利用して、スマートフォンの所持者の位置を推定する手法である。これを利用することで、GPS の利用頻度を抑えて電池の消費量を低減し、かつ屋内などの GPS が利用できない環境下でも高精度な位置情報を収集することが可能となる。現在は独立してテストしている段階であるが、今後は、提案システムに組み込み、位置推定による位置情報の精度の向上、および GPS による位置情報の取得間隔を長くすることで省電力化を行い、その効果を検証する予定である。

### 6.2 転倒検知緊急コールの検討

転倒検知の評価実験は、スマートフォンの故障を防ぐため、スマートフォンを保持している場所をズボンのポケットに限定して実施した。しかし、手持ちやネックストラップによる首掛けなど、スマートフォンの保持方法の変化に伴い、検知できるかどうかが変わってくる。このため、実際の利用を想定した様々な転倒方法や状況の評価を行い、これに適用可能な転倒の検知方法へ改良する必要がある。

### 6.3 評価専用サーバから得られた知見

評価専用サーバを利用したことで、(1)見守り側が利用する見守り機能の利用頻度、(2)本アプリの起動・終了等の利用状況、(3)本アプリの利用者における電池残量を確認することができた。この結果を踏まえ、本システムとしては「アプリの終了検知機能」と「省電力化」が必要であると考えられる。

アプリの終了検知機能は、他のアプリによる「アプリの終了」など、とある原因で高齢者見守りシステムが機能しない状況を発見するための機能である。現在のシステムでは、高齢者側のアプリが終了しても、家族側は見守りシステムが機能していないことに気づくことができない。このため、高齢者の位置情報の探索が不可能になり、緊急事態に陥った際の緊急コールの通知も行われない。これを解決するため、(1)高齢者見守りシステムが機能しなくなったタイミングで家族へ通知する、(2)高齢者から見守りシステムが機能している旨を伝える信号が一定時間、家族側のアプリで受信されなかった場合に見守りシステムが機能していないと判断する、といった手法が考えられる。しかし、ど

ちらの方法であっても、高齢者または家族のアプリケーションが強制的に終了されていると実施することはできないため、解決方法に関してはさらなる検討が必要である。

一方、省電力化に関しては、位置情報の取得とその送信頻度を調整することで解決を試みる。本システムは GPS を常に利用することが消費電力を非常に大きくしている原因になっている。これは GPS を起動し続ける電力だけでなく、新たな位置情報を取得すると、その精度が悪くても通信処理が行われ、これにも電力を消費するためである。したがって、位置情報の取得が本当に必要かを判断し、移動時を検知して、必要な時にのみ GPS 機能を起動するほうが望ましい。これに加えて、移動時であっても GPS を用いた位置情報の収集頻度を少なくすることで、省電力化を実現する方法もある。そこで、今後は、多くのスマートフォンが標準的に搭載している加速度センサを利用した、利用者の移動判断と、移動経路や位置の推定手法を検討していく。

### 6.4 クラウドストレージのみの利用による制約

本システムはプライベート型のクラウドストレージを利用しているため、専用サーバを用いる方式と比べ、いくつかの制約が発生してしまう。

第一の制約として、通知がアプリの起動中のみに限定されてしまうことがある。高齢者側のアプリと見守り側のアプリが共に外部の要因で強制終了された場合、この旨をクラウドストレージから高齢者側や家族側に通知する手段は存在しない。どちらかのアプリが起動していれば、もう一方に電話やメールで伝えることも可能であるが、共に起動していない場合には実現は難しい。

第二の制約として、システムを利用している他のユーザとの連携が難しい問題がある。高齢者の行方が分からなくなった際に、その位置を調べ、近くのユーザに探索を協力してもらえば、より早い発見につながることは想像できる。しかし、本システムは、自分の家族以外の同じシステムを利用しているユーザを把握することはできないため、協力を仰ぐことはできない。これに関しては、最終の位置情報などを警察、消防、地方自治体などへ伝えることで協力を仰ぐこともできるため、高齢者が緊急事態に陥った場合のみ、高齢者を探索するのに必要なデータをメール等で他人に伝える機能を家族側に持たせることも検討する。

## 7. 関連研究

近年、様々な位置情報サービスが広まり、GPS を利用した位置情報の取得が盛んに行われている。しかし、GPS は天気や屋内外といった利用環境の違いによって、精度が著しく低下する問題がある。これを解決するために GPS を利用できない環境下でもアクセスポイントなど特殊なインフラを必要とせず、利用者と共に移動する複数のセンサを用

いて位置情報を推定する研究が進められている。

遠藤巖らによる研究[8]では、スマートフォンに搭載されている複数のセンサを用いて、歩行者の歩数、歩幅、進行方向を推定し、基準となる地点からの現在地点までを推定する位置推定手法を検討している。この研究では、歩数・歩幅の推定には加速度センサ、進行方向の推定にはジャイロセンサ・地磁気センサを利用する。そしてこれらを組み合わせて歩行者の位置を推定する。この位置推定手法を用いることで、GPSの利用できない環境における位置推定精度を高めるだけでなく、利用頻度を下げることによって、「GPSの電力消費は大きい」というデメリットを緩和することもできる。

## 8. まとめ

本稿では、スマートフォンを用いた高齢者見守りシステムの開発状況について述べた。現在は、システム全体の改良を終え、実機でテストを行っている段階にある。今後は見守り機能についての改良を実装していくと共に、評価のため、位置探索機能および利用状況を収集する機能を持たせたアプリをAndroidのマーケットであるGoogle Playにリリースする予定である。

今後の方針として、(1)本アプリのリリース、(2)実際の利用状況を確認し、改良できる点を模索する、(3)加速度センサを利用した位置推定手法をテストしシステムへ組み込む、ことを検討している。

## 謝辞

本研究の一部は『平成24年度岐阜高専地域連携協力会助成「研究プロジェクト」』の助成を受けている。

## 参考文献

- 1) 総務省統計局：統計局ホームページ/I, 入手先  
<<http://www.stat.go.jp/data/topics/topi631.htm>>(参照 2014-05-09)
- 2) 内閣府：平成25年版 高齢社会白書（概要版），入手先  
<<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2013/gaiyou/index.html>>  
(参照 2014-05-09)
- 3) 象印マホービン株式会社：みまもりほっとラインー親の元気がポットでわかる，入手先  
<<http://www.mimamori.net/index.html>>(参照 2014-05-09)
- 4) NTTドコモ：ドコモ らくらくホン，入手先  
<[https://www.nttdocomo.co.jp/product/easy\\_phone/](https://www.nttdocomo.co.jp/product/easy_phone/)>(参照 2014-05-09)
- 5) au：「見守り携帯歩数計 Mi-LOOK」特徴，機能スペック，入手先  
<<http://www.smartphone-page.com/au/mi-look-spec/>>  
(参照 2014-05-09)
- 6) Dropbox：公式ホームページ，入手先  
<<https://www.dropbox.com/>>(参照 2014-05-09)
- 7) Google Developers：Google Maps API，入手先  
<<https://developers.google.com/maps/>>(参照 2014-05-09)
- 8) 遠藤巖,藤田悟：複数のセンサを組み合わせた屋内歩行者位置推定，「マルチメディア，分散，協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2013)」論文集， pp.188 - 195