

1 情報通信

1-1

スマートフォンによるセンシングとモバイルネットワークを用いた見守りシステムTLIFESの実現

Realization of Watching System "TLIFES" Utilizing Smartphones and Mobile Networks

渡邊 晃



1. ま え が き

超高齢社会では、高齢者の安全で安心な暮らしを守り、更に高齢者の社会参画やQOL (Quality Of Life) 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。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、高度で実践的な見守りシステムを実現できる要素が整ってきている。

このような背景を受け、我々はスマートフォンを利用した生活支援システム TLIFES (Total LIFE Support system) を開発している⁽¹⁾。TLIFESを利用して、高齢者を含む市民が情報を共有し、国民の全てが安心して暮らせるシステムを構築することを目指している。共有情報の中には、運転能力に係る情報も含まれている。

以下に TLIFES のコンセプト、動作概要を述べ、得られた成果、今後の計画について説明する。

2. TLIFES

2.1 TLIFES のコンセプト

図1に TLIFES の構成を示す。

TLIFES はスマートフォンを住民の必須アイテムと位置付ける。通常時にはスマートフォンを、家族を含むコミュニティを生成するためのツールとして利用する。す

なわち、音声通話やチャットなどによる情報交換に利用する。このとき、スマートフォンの各種センサから取得した情報(位置情報、行動情報など)を定期的にインターネット上のサーバに蓄積する。サーバ上ではユーザーごとにデータベースを構築し、新規報告データと過去の履歴情報から推測して、アラームの兆候があるかどうかを調べる。アラームを検出したときは、あらかじめ登録しておいた見守る側のメンバーに対してメールを送信する。見守る側は即座にサーバ内に蓄積された高齢者のライフログを確認することができる。その後必要に応じて、見守る側と高齢者の間で、通常時に行っていた音声通話やチャットなどを用いた情報交換を行う。

このように、通常時からライフログを蓄積しておき、有事にその内容を即座に利用できるようにするのが TLIFES の特徴である。有事とは、個人の異常を検出したときだけでなく、災害発生時の避難活動も含めることができる。また、高齢ドライバーに危険運転の兆候が出てきたことを、事前に察知することも可能である。

2.2 研究開発のポイント

本研究開発の内容は、以下の三つに分類できる。

① スマートフォンによるセンシング技術

スマートフォンにて情報を収集し、収集したデータを加工してインターネット上のサーバに定期的に送信する。

② サーバの構築とシステム化技術

スマートフォンから送付されてきたデータを蓄積し、個人ごとにデータベースを構築する。サーバにて過去の履歴を学習し、履歴との差異を用いてアラームを検出する。

渡邊 晃 正員 名城大学理工学部情報工学科
E-mail wtnbakr@meijo-u.ac.jp
Akira WATANABE, Member (Faculty of Science and Technology, Meijo University, Nagoya-shi, 468-8502 Japan).
電子情報通信学会誌 Vol.98 No.10 pp.000-000 2015年10月
©電子情報通信学会 2015

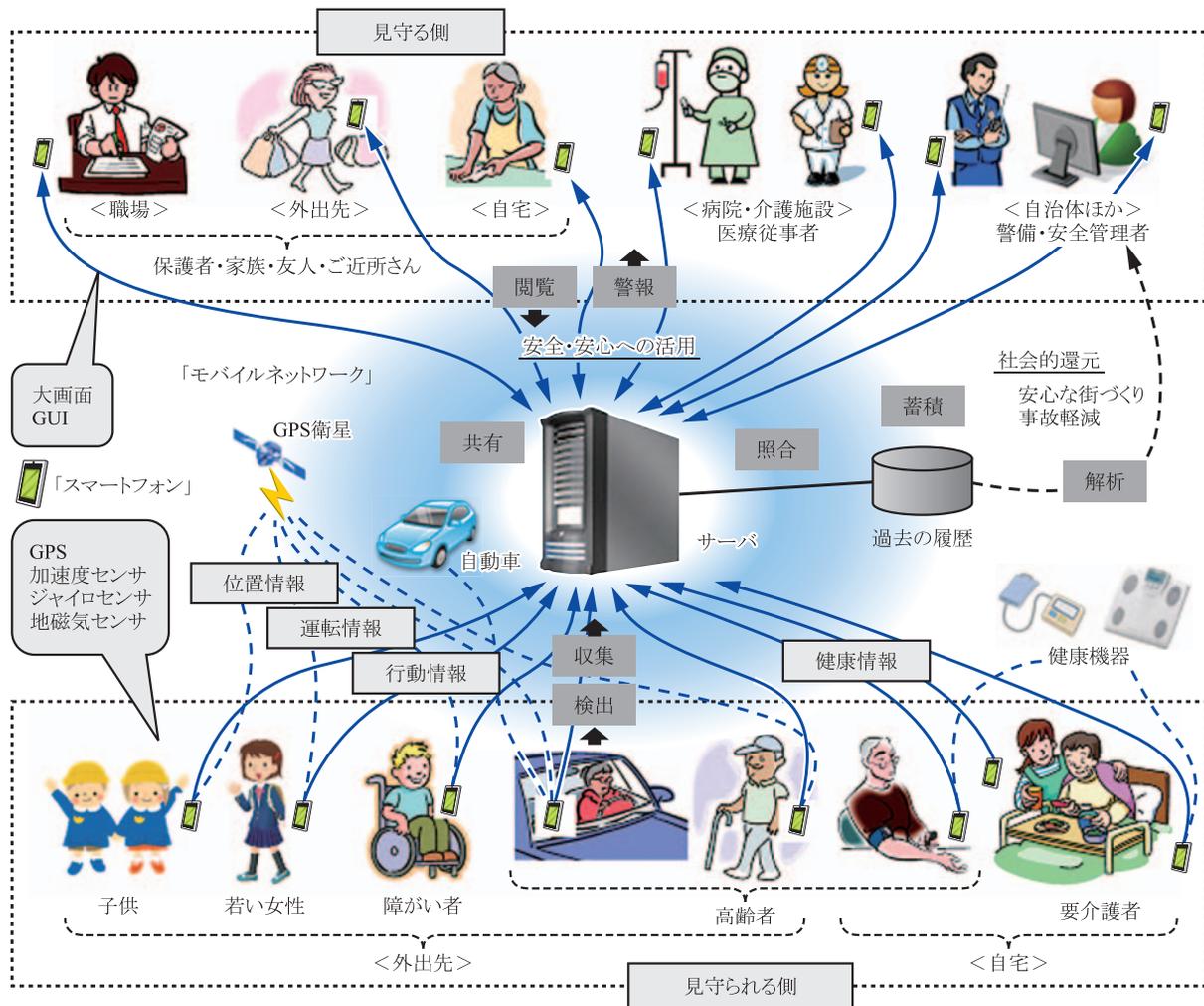


図1 TLIFESの構成 スマートフォンを必須アイテムと位置付ける。常時センサデータを収集し、必要に応じて収集したデータを有効活用する。

③ ネットワーク技術
あらゆる通信環境を想定し、どのような状況であっても確実な通信を可能とする。更に万全のセキュリティを提供する。

3. 研究開発の成果

本研究開発の成果を、順を追って説明する。

3.1 スマートフォンによるセンシング技術

スマートフォンでは、電力消費の少ない加速度センサのみを利用し、まずスマートフォン保持者の行動判定を行う。判定内容は、放置中／静止中／乗車中／歩行中で、おおよその行動履歴を把握する。加速度センサのみで乗車判定をするためには、電車やバス特有の細かい揺れを抜き出す必要がある。一定時間の乗車中、または一定数以上の歩数計測により、ユーザが移動したものと判断する。移動を検出したらGPSを起動し、位置情報を

取得する。室内でGPSを起動すると電力を大幅に消費することが分かっており、そのとき捕捉できる衛星の数から、室内か室外かを即座に判断する。室内であったら、位置を取れない可能性が高いことと、移動していない可能性が高いことから、GPSを停止させる。このような様々な工夫により、ユーザの行動情報／位置情報の把握と、スマートフォンの低消費電力化を両立させることに成功した⁽²⁾。

スマートフォンと外部の通信装置と連携することにより有用な情報を取得できる。ここでは、車載のスマートフォンと連携することにより、運転情報の取得を可能とするめどを得たので報告する⁽³⁾。ドライバが常時保持するスマートフォンを利用して運転能力を判別する方法も考えられるが、人間の動きによる雑音が大きく、詳細な運転情報の取得は難しい。そこで、車載専用のスマートフォンを別に準備して、車に固定する方法を取った。車載専用のスマートフォンでは電力が車から供給されるため、ジャイロセンサやGPSをフル稼働させることがで

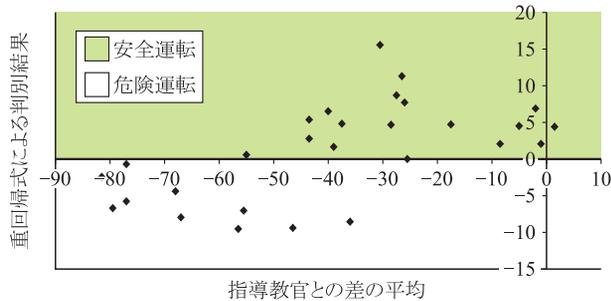


図2 右折時における判別分析結果 教官の運転と被験者の運転を比較し運転能力の判別を試みた結果。

きる利点がある。運転能力の変化を定量的に示す方法を確立し、危険運転に対しての評価基準を設定することを試みた。この基準を用いて、自動車教習所の指導教官と被験者に同一コースを走行してもらい、それぞれの運転挙動に対して運転の危険性及び乗り心地等を評価する第三者アンケートを実施した。図2に右折時における運転能力の分析結果を示す。横軸は評価点を示し、0が指導教官と同じ得点であることを示し、マイナス分は教官との得点の差である。縦軸はカーブに要した時間、カーブ区間における最低速度、カーブ区間における最大角速度を用いて、重回帰式を用いて算出した判別結果である。判別結果が正值の場合は安全運転、負値の場合は危険運転と判別されていることを示す。この判別結果に着目すると、評価点が低いデータの多数は危険と判別されており、評価基準がおおむね正しいことが立証された。この結果を利用して、高齢ドライバーの運転能力の推移を判定できる。

3.2 サーバの構築とシステム化技術

多くのスマートフォンから送信されてくる情報から、個人ごとのデータベースを構築した。このデータベースの内容を誰に、どこまで公開するかを指定する公開設定機能を実装した。TLIFESでは、見守り側も高齢者もシステム的には対等である。公開情報の設定方法により見守りが可能になる。この考え方により、高齢者同士の相互見守り、1対N（一人で複数の人を見守る）、N対1（複数の人を一人で見守る）などに柔軟に対応できる。データベース内容の閲覧はWebベースであるため、スマートフォンからでもPCからでも可能である。

サーバで検出するアラームの最初の事例として、徘徊行動の検出機能を実現した⁽⁴⁾。高齢者の徘徊行動は、自治体における最大の課題と言われているためである。まず、特定ユーザの位置情報の履歴から、行動範囲を学習する。図3に特定ユーザに1か月間通常の暮らしをしてもらい、そのときの地図上の存在ゆう度を求めた結果を示す。この結果を1日1回更新し、スマートフォンから適宜送られてくる位置情報と比べることにより、ユーザ

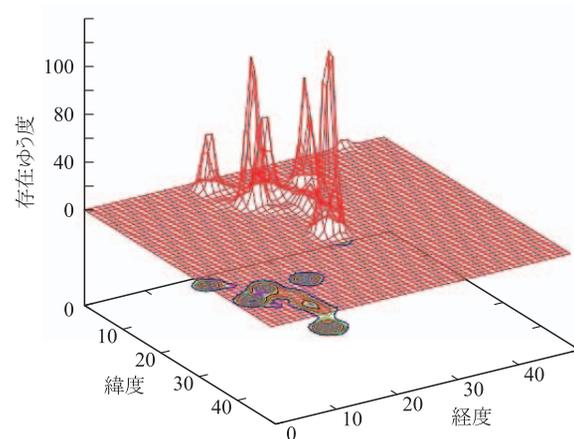


図3 位置履歴学習の実験結果 地図上の緯度/経度ごとに存在ゆう度を求めた結果。

が徘徊状態にあるかどうかをリアルタイムで検出する。徘徊を検出した場合、あらかじめ設定した見守り側のユーザにアラームメールを送付する機能を実現した。評価結果も良好であることを確認している。

3.3 ネットワーク技術

ネットワーク機能の充実、TLIFESのみならず、全てのシステムに共通の重要な機能である。今回のプロジェクトを通して、以下のようなネットワーク機能の充実を試みた。NTMobile (Network Traversal with Mobility)⁽⁵⁾と呼ぶオリジナル技術をAndroidスマートフォンに組み込み、その動作を検証した。NTMobileは、自分自身、及び通信相手が、IPv4グローバルアドレス、IPv4プライベートアドレス、IPv6アドレスのどの空間にいても、必ず双方向の通信が可能で、通信中にネットワークが切り換わっても通信を継続できる。この結果、通信に係る制約を、ユーザが一切意識する必要がなくなる。NTMobile上でエンドツーエンドの通信を行うIP電話を実現できる素地ができたと言える。更に、NTMobile上の全ての通信には、確実な認証と暗号化を行うため、プライバシーに係る情報が外部に漏れる可能性が低くなる。

この成果はTLIFESにとどまらず、今後のあらゆるアプリケーションにも適用できるものであり、極めて有用と考えている。

4. TLIFESの課題と今後の取組み

TLIFESの研究開発を通して浮き彫りになった課題は下記のとおりである。

サーバに各ユーザのプライバシー情報が集まるため、厳重なサーバ管理が必要になる。管理者にはプライバシー情報が見えるし、一度情報が漏れいと被害が大

きい。また、サーバがダウンするとシステムが動作しなくなるため、二重化やバックアップを確実に行う必要がある。

高齢者がスマートフォンを常時保持するための仕組みを準備する必要がある。スマートフォン自体が高齢者にとって魅力的なものでなければならない。

高齢ドライバーの運転能力の評価結果を定量的に表現できる方法を検討する必要がある。

最後に、TLIFES は外出時の見守りには適しているが、宅内の見守りには使えない。宅内見守りを行う研究は多いので、連携をとる必要がある。

以上の課題を解決すべく、以下のようなシステムを検討中である。各家庭に1台、ゲートウェイを設置し、通常時には人感センサなどを用いて高齢者の行動を見守る。スマートフォンで実現していた TLIFES のセンシング機能を、通信機能を持つスマートウォッチに移植する。外出時にはスマートウォッチが、ゲートウェイの分身として見守り続ける。更に、スマートウォッチは電子錠と連携し、外出時に必ず保持するように誘導する。ゲートウェイを NTMobile 上で実現することにより、インターネット側からプライベートアドレスのサーバの閲覧が可能になるため、上記の TLIFES の課題を解決できるものと考えている。

5. む す び

スマートフォンによる高齢者見守りシステム TLIFES を紹介し、その成果を説明した。今後は外部の第三者に

試用してもらい評価する必要がある。適切な被験者探しと、実運用を想定したフィールド試験を計画していく予定である。

文 献

- (1) H. Yamagishi, D. Kato, K. Teshima, H. Suzuki, O. Yamamoto, and A. Watanabe, "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), CFP11830-CDR, pp. 42-47, Oct. 2011.
- (2) D. Kato, H. Suzuki, and A. Watanabe, "Proposal of a remote watching system utilizing a smartphone, and sensors," IEEE 11th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT2011), CFP11830-CDR, pp. 36-41, Oct. 2011.
- (3) K. Sumi, Y. Okamoto, D. Kato, M. Kawasumi, T. Nakano, S. Yamamoto, A. Watanabe, and M. Yamada, "Study on driver assistance system with smartphones," 20th ITS WORLD CONGRESS TOKYO 2013, pp. 1-7, Oct. 2013.
- (4) 大野雄基, 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, "TLIFES を利用した徘徊行動検出方式の提案と実装," 情処学論コンシューマ・デバイス&システム, vol. 3, no. 3, pp. 1-10, July 2013.
- (5) 上野尾一真, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊 晃, "IPv4/IPv6 混在環境で移動透過性を実現する NTMobile の実装と評価," 情処学論, vol. 54, no. 10, pp. 2288-2299, Oct. 2013.

(平成 27 年 4 月 20 日受付 平成 27 年 4 月 28 日最終受付)



わたなべ あきら
渡邊 晃 (正員)

1974 慶大・工・電気卒. 1976 同大学院工学研究科修士課程了. 同年三菱電機株式会社入社後, LAN システムの開発・設計に従事. 1991 同社情報技術総合研究所に移籍し, ルータ, ネットワークセキュリティ等の研究に従事. 2002 名城大・理工・教授. 博士(工学). 2013~2014 情報処理学会 MBL 研究会主査.