

高齢者を対象とした分散型セキュア生体情報管理方式の研究

鮫島 直洋¹ 内田 凜介¹ 荒井 研一¹ 小林 透¹

概要: 近年, 日本では高齢化の進行に伴い単身世帯の高齢者が増加している。また, それに伴い近所や家族との付き合いの減少が原因と思われる孤独死も増加している。そのため, 親族やケアマネージャが高齢者の健康状態を把握することが可能なシステムが求められる。本論文では, 高齢者の生体情報をリアルタイムに収集し, 異常があった場合に親族等に対して通知が届くシステムを提案する。具体的には, Tシャツ型のウェアラブルデバイスにより計測した生体情報を専用のアプリを介してクラウドへと送信し, クラウド側で生体情報の管理・解析及び異常があった際の通知を行う。また, クラウドを活用することで課題となる個人情報管理はクラウド側ではなくスマートフォン側に生体情報と紐づいている ID と一緒に保存しておき, 通知をする際にのみ一時的に収集する手法で実現する。本論文では, 本システムを用いた評価実験として心拍が 0 となった場合の動作実験を行い, その結果を示す。

Study of Distributed Secure Health Data Management Method for Elderly People

NAOHIRO SAMESHIMA¹ RINSUKE UCHIDA¹ KENICHI ARAI¹ TORU KOBAYASHI¹

1. はじめに

近年, 日本では超高齢化社会を迎え, 総務省統計局によると 65 歳以上の高齢者数は 3461 万人 (平成 28 年 9 月 15 日現在推計) で, 日本の総人口に占めるその割合は 27.3% となっており過去最高を記録している [1]。また, 東京都福祉保健局東京都観察医務院発表の「東京都 23 区内における一人暮らしの者の死亡者数の推移」によると平成 21 年における一人暮らしで 65 歳以上の人の自宅での死亡者数は 2194 人であったが平成 26 年にはその数は 2891 人まで増加しており, 孤独死者数が年々増加傾向にあることが分かる [2]。原因としては, 社会の高齢化に加え, 家族との連絡が少ないことや時代の流れに伴った近所付き合いの減少等が挙げられる。一方, 介護人材は厚生労働省発表の「2025 年に向けた介護人材にかかる需要推計」によると団塊の世代が 75 歳以上の後期高齢者となる 2025 年に見込まれる需要は 253.0 万人であるのに対し, 現状の推移による供給見込みでは 215.2 万人となっており, 37.7 万人の人材不足が

起こると予想される [3]。そのため, 今後一人暮らしの高齢者の孤独死の防止や早期発見を目的とした健康状態の管理システムが求められる。そこで本論文では, ネットワークに接続されたウェアラブルデバイスを利用した健康管理システムを提案する。具体的には, 以下の手順を踏むシステムを提案する。

- Tシャツ型のウェアラブルデバイスにより生体情報を計測し専用のアプリを介してクラウド上のサーバへとデータを送信する。
- クラウド上のサーバでは受信した生体情報の長期的な蓄積・管理・解析及びグラフ表示等の可視化を行う。
- 可視化された生体情報を医師の診察の際に活用したり, あるいは解析により普段とは違う体の状態を検知した場合には, 自動的にかかりつけ医や親族, ケアマネージャ等に通知が届くようにすることで迅速な対応を促す。

本論文では, プロトタイプとして作成したシステムの評価実験として行った心拍が 0 となった場合の動作確認の結果を示す。

本論文の残りの構成は以下の通りである。第 2 章では関

¹ 長崎大学
Nagasaki University

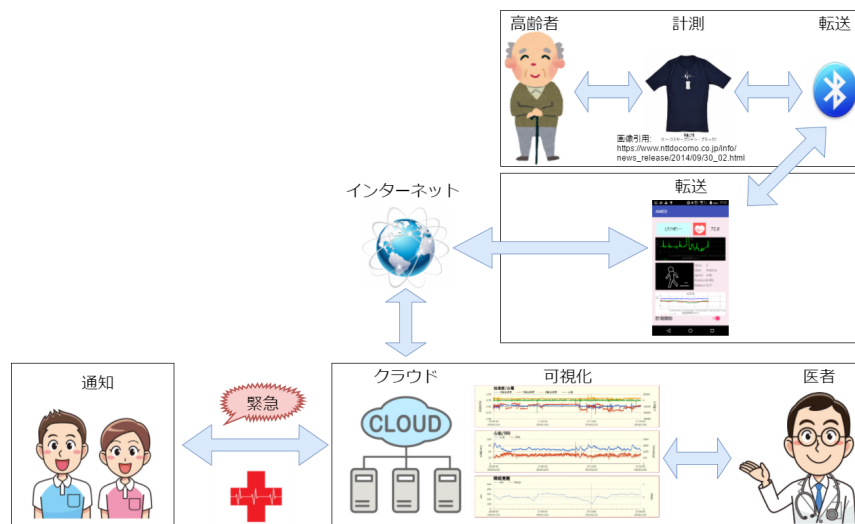


図 1 システム概要

連研究と本研究との違いを示す。第 3 章では本システムの詳細を示す。第 4 章では通知を行うために利用した LINE の API について述べる。第 5 章では本システムのプロトタイプを用いた評価実験の結果を示す。第 6 章ではまとめを述べる。

2. 関連研究

これまでも、ウェアラブルセンサを活用して個人の健康向上を目指す研究があった [4]。この研究では、IoT 技術を利用したウェアラブル機器を着用することで ECG(心電図) や EMG(筋電図)、皮膚温といった生体情報を収集し、それらの情報をクラウド環境で解析・可視化することにより健康状態の把握や病気の事前予防に役立てようという提案がなされている。しかし、この研究では、クラウド環境において個人を特定可能な情報をどのように扱うかについての具体的な言及はない。また、生体情報に異常を検知した場合の対応についても触れられてはいない。本論文では、生体情報と個人情報を分散してそれぞれクラウドとスマートフォンに保存することでクラウド環境での個人情報保護を図り、また、異常時にはかかりつけ医や親族、ケアマネージャの LINE に対して自動的に通知を届けるシステムを提案している。

3. 分散型セキュア生体情報管理方式

3.1 システム概要

本システムの概要を図 1 に示す。本システムでは、高齢者に異常があるか否かを判断するための指標として生体情報を用いる。生体情報を取得するための方法として本システムでは hitoe を採用した。hitoe とは、東レ株式会社と日本電信電話株式会社が共同開発した機能素材のことで、主に T シャツに加工して利用されている。hitoe は着衣するだけで心拍や心電図、加速度・RRI といった生体情報を計

測できるため高齢者にとって負担が少ない。hitoe によって計測された生体情報は、NTT ドコモ株式会社が発売している”hitoe トランスミッター”及び同社の公式サイト内の”docomo Developer support”からダウンロードできる Android OS 向けの SDK(ソフトウェア開発キット)[6]をそれぞれ利用してアプリを開発することで対応スマートフォンに Bluetooth 経由で送信して保存することが可能になる。スマートフォン側で受信した生体情報はクラウド上のサーバへと転送され、医師が診察をする際の参考となるように生体情報のグラフ表示等の可視化を行う。また、解析処理により普段とは違う体の状態を検知した場合には、かかりつけ医や親族・ケアマネージャに対して SNS を用いて自動的に通知を行う。本論文では、SNS として圧倒的にシェアが多いなどの理由から LINE を採用した。

3.2 システム要件

本システムを実現するための要件を以下に示す。

要件 1: 生体情報の収集

hitoe によって計測された生体情報をサーバ側でリアルタイムに取得することができる。

要件 2: 生体情報の可視化

サーバ側で受信した生体情報を元にグラフによる可視化を行うことができる。

要件 3: 個人情報の管理

クラウド環境でのシステム利用者の個人情報の保護を達成することができる。

要件 4: 異常時の通知

サーバ側で管理・解析をしている生体情報に異常があった場合に、事前に登録してあるケアマネージャや親族等の LINE に対して自動的に通知が届く。

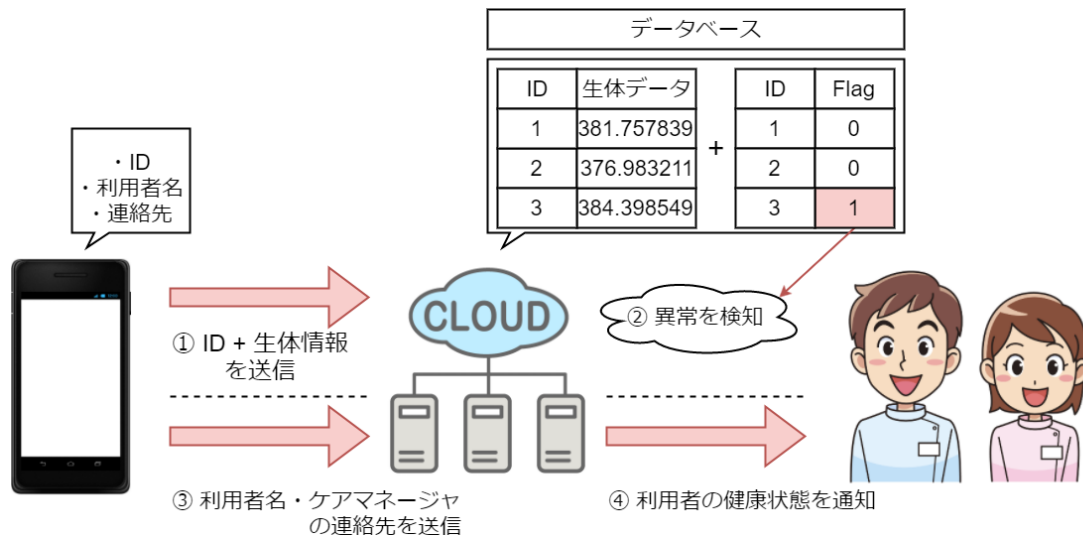


図 2 分散型セキュア生体情報管理方式

3.3 生体情報の収集

本システムは、優れた柔軟性・拡張性を持つクラウド環境での生体情報の管理・解析といった処理を行うことを想定している。そのため、スマートフォン側からクラウド上のサーバへと hitoe によって計測された生体情報を転送する必要がある。本システムではスマートフォンが Wi-Fi や LTE 等のネットワークに接続されている時にサーバと通信を開始し、計測している生体情報をリアルタイムに転送する仕組みを採用した。

3.4 生体情報の可視化

本システムでは、クラウド上に収集した生体情報をグラフ表示による可視化を行うことにより、医師の診断の際に活用することを目標としている。そこで、本システムではサーバ側で PHP プログラムによる生体情報のグラフ表示を行う。

3.5 個人情報の管理

本システムでは、クラウド上で管理している生体情報に異常があった場合に自動的に緊急通知を行う。緊急通知を行う場合、システム利用者の氏名または、ケアマネージャや親族の連絡先といった個人情報が必要となってくる。しかし、クラウド環境に個人情報を置くことはインターネットに直接接続されたサーバ上にデータを置くことになるため、社内ネットワークを利用するオンプレミス型のサーバよりも情報漏洩のリスクが高まる。さらに、サーバの運用管理はすべてクラウド事業者に一任されるため仮に悪意のある内部者が管理者であった場合データが窃取される危険性がある。そこで、本システムでは、これらのセキュリティリスクに対処するためクラウド環境には任意の匿名 ID と生体情報のみをセットで管理し、個人情報はスマートフォン側に生体情報と紐付いている ID と一緒に保存して

おく手法を取った。クラウド側で個人情報が必要なときにのみ一時的にスマートフォン側から個人情報が収集されるため、これによりセキュリティリスクを低減することができる。

3.6 異常時の通知

クラウド側で緊急通知を行う必要があるか否かの判断は定期的にスマートフォン側からクラウド側に確認を取ることにより実現する。また、個人情報を送る際は通信の盗聴や改竄、成りすましを防ぐため SSL/TLS 相互認証に成功しお互いの身元を信頼し合った上で行う。健康状態に異常があると判断した場合の処理の例が図 2 である。まず、アプリからクラウド側へと ID を送信しクラウド側では受信した ID でデータベースを検索し対応する Flag をチェックする。ここで Flag とは、0 の場合は生体情報に異常はないという意味で 1 の場合は生体情報に異常があるという意味である。図 2 の例の場合 ID として 3 が送られたと仮定すると、Flag は 1 となっているため生体情報に異常がありケアマネージャに対して通知を行う必要がある。そこで今度は、SSL/TLS 証明書を使用した相互認証を行った上で、アプリ側からクラウドへとアプリの利用者名及びケアマネージャの連絡先を送信し、次にクラウドからケアマネージャへとシステム利用者の健康状態の確認を促す旨の通知が行われる。

4. LINE Notify API

LINE に通知を行うにあたり、LINE 社が提供する LINE Notify[7] という Web サービスと連携することでユーザに対してメッセージを送ることが可能なサービスを利用した。LINE Notify では OAuth2 による認証を行うことで Web サービスと連携することができる。LINE Notify を利用してユーザにメッセージを送る場合、LINE アクセストークン

を発行する必要がある。LINE アクセストークンは、LINE Notify に LINE アプリで事前に登録しているメールアドレスでログインすると図 3 のように表示されるトークルームの中から通知を行いたいトークルームを選択することで発行が可能である。トークルームに対してメッセージを送信したい場合は、HTTP の POST 送信によりアクセストークン及び送信したいメッセージをパラメータ指定した上で LINE サーバにリクエストを送ることで可能となる。



図 3 LINE Notify

5. 評価実験

本システムにおけるプロトタイプを用いた評価実験として計測中の心拍が 0 になった場合の動作確認を行った。評価実験の結果を以下に示す。

5.1 インターフェース

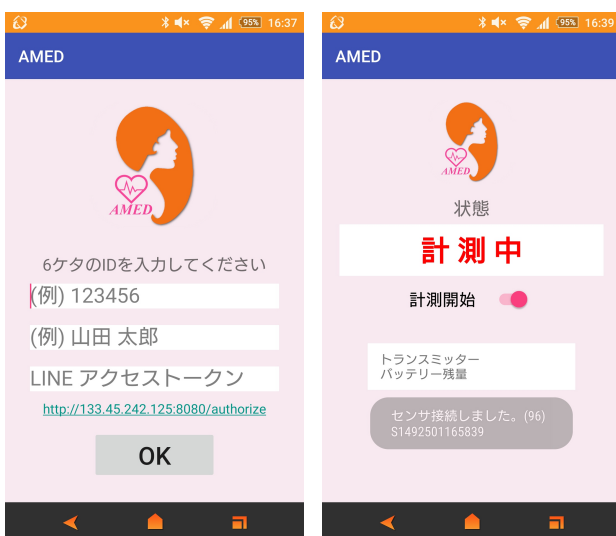


図 4 アプリ起動画面

図 5 生体情報の計測・転送

図 4 に示しているのは本システムで開発したアプリの起動画面である。アプリを利用する際には最初に、6桁の任意の ID、システム利用者の氏名、LINE アクセストークンを登録する必要がある。それぞれ情報を入力し OK ボタンをクリックすると図 5 の画面へと遷移する。図 5 の画面において計測開始のボタンをスライドさせると、生体情報の計測を開始しサーバへとデータの転送を行う。

5.2 要件 1: 生体情報の収集

要件 1 については、サーバ側で生体情報をファイルに正しく書き出せているかの確認を行った。結果として、図 6 のように生体情報をサーバ側で正しく受信できていることを確認することができた。

5.3 要件 2: 生体情報の可視化

要件 2 については、サーバ側で受信した生体情報を元に PHP プログラムによりグラフ表示を行うことができるかの確認をした。結果として、図 7 のように正しくグラフ表示が行われていることを確認することができた。

5.4 要件 3: 個人情報の管理

要件 3 については、SSL/TLS 相互認証を行った上で個人情報スマートフォンからクラウドへと送られているかの確認をした。尚、プロトタイプシステムにおいて、SSL/TLS クライアント証明書は事前に作成しておきアプリの内部へ手動で配置している。結果として、通信でやり取りされるパケットをキャプチャし解析することで SSL/TLS 相互認証のハンドシェイクが行われていることを確認することができた。

5.5 要件 4: 異常時の通知

要件 4 については、hitoe トランスミッターを hitoe から取り外すことで意図的に心拍を 0 にしてどのような動作をするかの確認を行った。結果として、図 8 で示すようにケアマネージャや親族を想定した LINE に対して通知が届くことを確認することができた。

6. まとめ

本論文では、T シャツ型のウェアラブルデバイスにより高齢者の生体情報をリアルタイムに取得し、サーバ側で生体情報を一元的に管理・解析また、異常があった際の緊急通知を行うシステムを提案した。提案システムにおいて、クラウド環境に個人情報を置くことはセキュリティ面で不安が残るため、スマートフォン側に個人情報を保存しておき、クラウド側で必要になった時にのみスマートフォンから収集するという手法を取った。さらに、成りすましや改竄・盗聴を防ぐために SSL/TLS 相互認証を行った上で暗号化通信を行うようにした。本論文では、プロトタイプシ

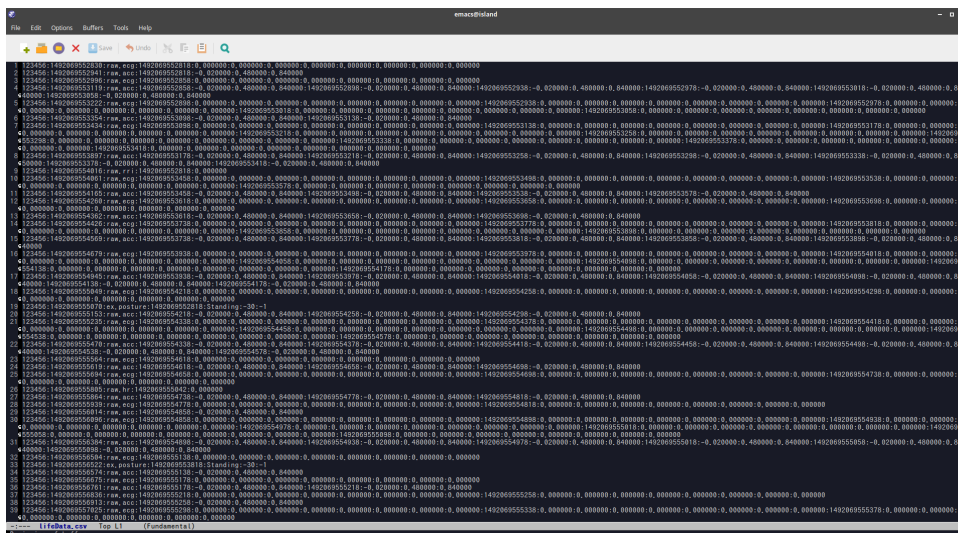


図 6 生体情報の受信 (サーバ側)

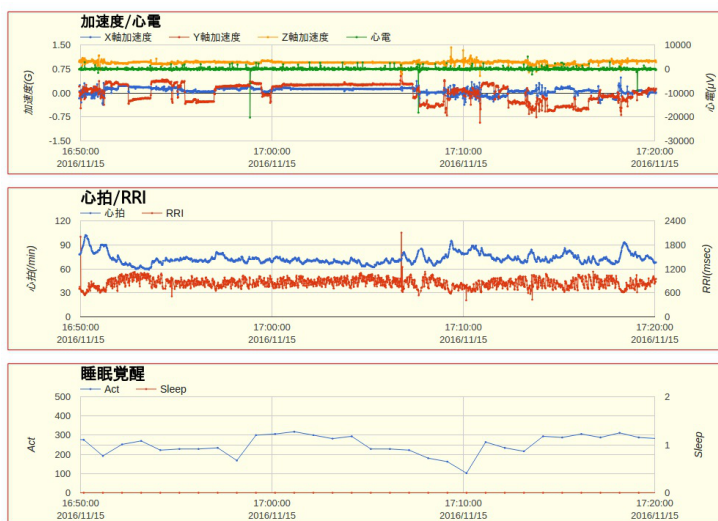


図 7 生体情報のグラフ表示

システムを用いて評価実験を行った。

今後の課題として、本論文の評価実験では意図的に hitoe トランスミッターを外したが、実際に運用した場合、トランスミッターが不意に外れることやバッテリーの充電のために取り外すといったことも考えられる。そのため、本当に異常があるのか否かの判断や間違いが発生した場合に誤送信であったことを送信先に伝えるなどの新たな仕組みを加える必要がある。また、本論文では意図的に心拍を 0 にすることで生体情報に異常があるという判断をしたが、実際には膨大な生体情報を機械学習アルゴリズムにより解析し微妙な体の変化等も検知できるようにすることが望ましい。さらに、実際に高齢者にシステムを利用してもらい、システムの改善すべき点についてヒアリング調査を行うことも必要である。

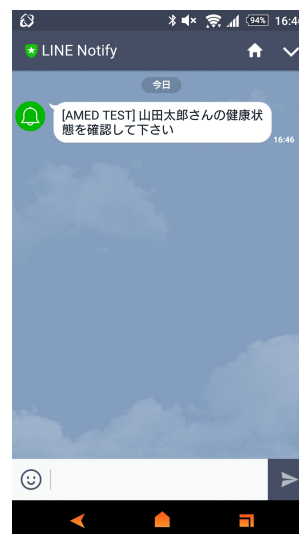


図 8 LINE への通知

謝辞

本研究の一部は、日本医療研究開発機構 (AMED) の委託研究により行われた。

参考文献

- [1] 総務省統計局：“統計トピックス No.97 統計からみた我が国の高齢者 (65 歳以上) -「敬老の日」にちなんで-”, (<http://www.stat.go.jp/data/topics/topi971.htm>) 2016.
- [2] 東京都福祉保健局東京都監察医務院：“東京都 23 区内における一人暮らしの者の死亡者数の推移”, (http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/gaiyou/pdf/1s2s_6.pdf) 2016.
- [3] 厚生労働省：“2025 年に向けた介護人材にかかる需給推計 (確定値) について”, (<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000088998.html>) 2016.
- [4] Moeen Hassanali, Alex Page, Tolga Soyata, Gaurav Sharma, Mehmet Aktas, Gonzalo Mateos, Burak Kantarci, Silvana Andreescu：“Health Monitoring and Management Using Internet-of-Things (IoT) Sensing with Cloud-based Processing: Opportunities and Challenges”, IEEE International Conference on Services Computing, At New York, NY, pp.285-292, 2015.
- [5] 東レ株式会社：“hitoe”, (<http://www.hitoe-toray.com/>) 2016.
- [6] docomo Developer support：“hitoe トランスミッター SDK”, (https://dev.smt.docomo.ne.jp/?p=docs.api.page&api_name=iot_control&p_name=api_usage_scenario) 2016.
- [7] LINE：“LINE Notify”, (<https://notify-bot.line.me/ja/>) 2016.