

マルチセンサーネットワークを用いた入浴時リスク検出システム

佐藤 直樹 山田 敬三 高木 正則 佐々木 淳

岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1 はじめに

我が国では独居高齢者の増加に伴い、地域での見守り活動等による様々な孤独死防止対策が行われている。一方、センサーネットワークやウェアラブル端末技術の進展により、遠隔での継続的な健康管理や危険状態の早期発見が可能となってきた。ただ見守りシステムの普及率は3.2%(2011年)と進んでいない[1]。その背景としては費用負担が大きいことが問題として挙げられている。

本研究は、独居高齢者宅におけるリスクが最も高い入浴時に着目し、浴室での突然死や溺死の危険性につながる健康リスクの早期検出、予防を目的とし、マルチセンサーネットワークを用いた入浴時リスク検出システムの提案を行う。本稿では、既存システムの比較調査結果と、低コストで実現できるシステム概要について述べる。

2 既存システムの比較

浴室における健康リスク発見に関する既存システムとしては、以下のようなものがある。

- A. 浴室見守り用電波センサの開発[2]: 転倒や溺水などの危険状態の早期発見を目的としている。浴室に新しく開発した電波センサを設置し、モニタリングの結果から状態推定アルゴリズムの検証を行っている。正確な状態の推定、転倒・溺水の早期発見はできるが、開発された電波センサは装置が巨大であり、実用段階にはない。
- B. 風呂用心[3]: 高感度 CCD カメラを用いて明るさと色の变化から人の動きを検知し、8種類の通知を行う。本システムでは独自の検出アルゴリズムを用いて誤検出を防いでいる。また、検出された状態はメッセージ音声で確認できる。さらに、緊急通報装置への接続ができるため、警備会社や病院への通知手段として用いられる。
- C. 入浴事故を防止する見守りセンサシステムの開発[4]: 浴槽脚に空圧センサを取り付け、浴槽内で寝ている人や座っている人の呼吸や心

臓の鼓動を検出し、異常時に強制的に排水しアラームでの報知などを行う。

- D. 浴室における事故防止自動装置[5]: 浴室内に光源センサ、浴室入口に人感センサを設け、予め設定した入浴時間を超えた場合、浴室内外に通知、光源センサで人の動きを判別し、動きがなければ警報音を鳴らし、排水を行う。

上記既存システムの比較結果を表1に示す。既存システムは、いずれも導入コスト等の問題があり普及には至っておらず特許申請または研究段階のものである。また、これらは事故発生後の早期検出・通知が目的であり、本研究が目的とする健康リスクの推定、事故発生予防に利用することは考えられていない。本研究では導入コストを抑え、浴室で考えられる健康リスクを推定し、事故を未然に防ぐために関係者への健康リスクレベルの通知ができるシステムの提案を行う。

表1 既存システムの比較

記号	目的	使用したセンサ	通知方法	コスト
A	入浴者の状態推定と見守り	電波センサ	なし	不明
B	入浴中の体調不良の早期発見	独自の動き検知センサ	通信回線	68,000円
C	浴槽内での心拍の異変の早期発見	空圧からの生体情報センサ	無線アラーム	不明
D	入居者の行動監視	人感センサ, 光源センサ	警報専用機器	不明

3 浴室内で考えられる健康リスク

2011年に全国で約17,000人がヒートショックに関連した事故で亡くなっている[6]。一般に、急激な温度変化は血圧を大きく変動させ、失神や心筋梗塞や脳梗塞などを引き起こし、浴室での溺死や転倒事故につながるとされている。そこで著者らは、浴室内で考えられる健康リスクを推定する上での測定項目として、①血圧、体温、心拍などのバイタルサイン、②浴室内と脱衣所の温度差、③入浴時間、の3つを設定した。こ

Healthy Risk Detection System in Bath Using Multi Sensor Network, Naoki SATO, Keizou YAMADA, Masanori TAKAGI and Jun SASAKI, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

これらの要素が重なることで浴室での突然死、溺死の原因となるヒートショックにつながると仮定した。以下では上記3つの項目を測定するマルチセンサーネットワークを用いた提案システムについて説明する。

4 提案システムの概要

4.1 バイタルセンサ

入浴中の突然死の要因として脳梗塞、心筋梗塞脱水症状などが考えられる。このため、見守り対象者には腕時計型ウェアラブルデバイスをつけてもらい、体温、心拍数を測定し、入浴前の血圧測定をすることで健康リスクを把握する。なお、近年は携帯型の心電測定装置もあり、心臓病を有する人にはこれも装着する場合もある。

4.2 浴室内外の温度差

浴室内の室温と脱衣所の温度の取得するため、双方に温度センサを設置する。ヒートショックは10度以上の温度差を身体に与えると起きやすいため、上記温度センサから取得したデータ、ウェアラブルデバイスから得た体温を比較し、健康リスクの推定を行う。

4.3 入浴時間

浴室での対象者の行動を把握するため、浴室には音センサ、人感センサを取り付ける。音センサでは転倒も検知可能である。これらのセンサの組み合わせにより、対象者が洗身中か、浴槽に入っているかの判定を行う。もし、浴槽に入った状態で長時間無音が継続した場合は、健康リスクが高いと推定する。

4.4 センサーデータの処理と通知

すべてのセンサは Raspberry Pi3 に接続され、この中で健康リスクとして処理され、関係者(民生員、ヘルパー、家族等)に通知する。これらのデータ処理～通知～蓄積を行うため、クラウドを用いた Web サーバを構築する。

現段階で考えている健康リスクレベル R は、式(1)を用いて計算する。

$$R = V(p, t, h) \cdot Td \cdot St \quad (1)$$

ここで、 V は血圧 (p)、体温 (t)、心拍数 (h) などバイタルセンサから算出されるリスク、 Td は室内外の温度差から、 St は入浴中の無音時間から算出されるリスクの論理値である。具体的なパラメータの重みや判定アルゴリズムについては、今後実際の測定データを蓄積し、分析しながら検討してゆく。また、関係者が健康リスクを知るための受信端末は汎用的なスマートフォンを想定している。通知を受ける人にとってわかりやすくするため、表示方法としては、青：安心、黄：心配、赤：危険、の3段階を想定し

ている。

以上を総合した提案システムの概要を図1に示す。近年、センサ類のコストは低下しており、それを処理する Raspberry Pi3 も低コストで入手できる。また、本提案システムでは、従来のように事故が起こってからのお知らせではなく、健康リスクという形で日常的な通知ができるため、事故の予防につなげることができる。

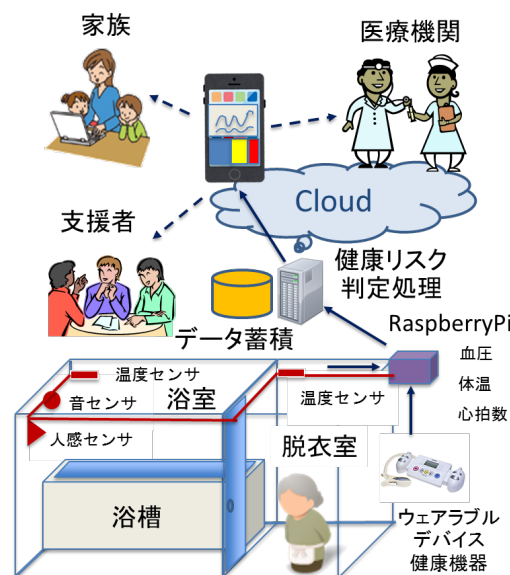


図1 提案システムの概要

5 おわりに

本稿では、突然死が多い浴室での健康リスクに着目し、それを発見・通知する既存システムの調査研究を行った。次に、事故が起こる前に予防することを目的に、健康リスクを推定するためのマルチセンサーネットワークを用いた経済的なシステム構成を提案した。今後は、実際の浴室環境にセンサ類を設置し、入浴中のデータ収集を行い、健康リスクを推定するための判定アルゴリズムの構築および関係者への実用的な通知方法の検討を行ってゆく。

参考文献

- [1] 下開千春:高齢者の見守り-も守り関連事業に関する全国の自治体と生活者への調査-第一生命, Life design Report 2011.4
- [2] 北九州市立大学国際環境工学部情報メディア工学科 梶原研究室: 浴室見守り用電波センサの研究開発
- [3] ナビ・コミュニティ株式会社「トータルケアネット」
- [4] 栗野晃希, 神生直敏, 吉成 哲: 入浴事故を防止する見守りセンサシステムの開発, (株)メディカルプロジェクト 研究開発成果 24
- [5] 宮本健夫:浴室における事故防止装置(特開 2010-97881)
- [6] 独立行政法人 東京都健康長寿医療センター;冬場の住居内の温度管理と健康について (H25.12.2)