

健康リスクを監視・通知する知能化センサネットワークシステム

Smart sensors network system for monitoring and notification of health risk

○ 井上剛伸 (国リハ研) 硯川潤 (国リハ研)

Takenobu INOUE, Research Institute of the National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities
Jun SUZURIKAWA, Research Institute of the National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

Abstract: Elderly individuals with physical disabilities often face various health risks. To identify and reduce such risks, automatic monitoring is an effective solution. Continuous monitoring of everyday living activities can detect the emerging health risks and notify to the subjects. In this report, we introduce a novel sensors network system for monitoring and notification of health risks. The system consists of sensors network installed at home and a cloud server with a database and applications. The home sensors network system accepts various communication standards including Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, and USB. The applications installed in the server, i.e., data registering, data administration and display, and risk estimation, exchange information only via the database. These features enable to flexibly operate the sensors network system in a real-life environment.

Key Words: Health risk, Smart sensor, Intelligent system, Physical disability

1. はじめに

近年、高齢化に伴う身体障害者の健康問題が顕在化している。日常の生活習慣に潜む健康阻害因子（以下、健康リスクと呼ぶ。）の同定と除去は、障害の有無に関わらず、高齢者の健康寿命の延伸を実現するために不可欠である。さらに、高齢障害者には、健康高齢者が通常直面する健康リスクに加え、障害特性に関連した健康リスクの管理も求められる。このような高齢障害者の健康リスク管理には、これまでに様々な形式が提案されている「見守り」技術のように、生活動態の継続的な記録・解釈を用いたリスクの同定支援手法が有効である。健康リスクの推移を監視することで、リスクが顕在化する兆候を事前に探知・通知し、リスクの回避を促すことができる。しかし、従来の研究では、障害に起因した健康リスクを対象とした見守り技術は十分に考慮されてこなかった。

以上のような問題意識の中、国立障害者リハビリテーションセンター研究所では、産業技術総合研究所・東京大学と共同で、高齢障害者を主たる対象とした健康リスクの管理支援技術を構築してきた。本報告では、各種計測データを統合・管理する知能化センサネットワークシステムの全体構成について概説し、高齢障害者の健康リスクの監視・通知に必要な要件を考察する。

2. 想定リスクと計測手法

表1に、本研究が対象としている健康リスクのカテゴリと、その監視に用いる手法を示す。

2-1 運動器症候群（ロコモ）リスク

運動器の機能低下・障害により要介護状態になるリスクが高まることを指す。身体障害者も活動量の減少などで、高齢化に伴う運動機能の低下が問題になるため、同リスクの監視が必要である。本研究では、i) 音響モニタリングによる活動パターン推定、ii) 無線6軸加速度・角速度センサによる活動量計測、iii) 重心動揺計による静的平衡機能検査、iv) 焦電センサによる入退室計数、を組み合わせることで、自立歩行から車椅子利用者まで、幅広い障害特性に対応することを目指している。

2-2 褥そうリスク

接触圧による血流阻害などが主因となり、皮膚組織が壊死する褥そうのリスクは、車椅子上で長時間の座位姿勢

保持などで上昇する。一度生じた褥そうは完全な治癒に長い期間を要し、その間の活動は大きく制約されるため、運動機能の低下などにもつながる。従って、褥そうリスクの管理は高齢障害者にとって重要な課題である。本研究では、i) せん断力センサによる臀部せん断応力の計測、ii) Kinectを用いた除圧動作の監視、iii) シート型湿度センサアレイによる臀部湿度の計測、の3手法を組み合わせることで、車椅子利用者の褥そうリスクの定量化を目指している。

2-3 温熱リスク

高齢者と同様に、身体障害者の多くは体温調節機能が低下している。そのため温熱環境下でも発汗や血管拡張といった正常な温熱生理反応が誘発されず、熱中症を発症するリスクが極めて高い。本研究では、室温の無線計測により、温熱リスクが高まる前に飲水や空調の使用などの行動を促すことで、リスクの回避を実現する。

3. システム設計

3-1 全体構成

図1(a)に、本研究で提案する知能化センサネットワーク

Table 1 Risk categories and monitoring methods installed in the proposed system.

Risk category	Sensing method	Method of data transmission
Locomotive	Acoustic analysis*	Internet (HTTP)
	Accelerometer, gyrometer	Bluetooth
	Stabilometer	A/D > Wi-Fi
	Pyroelectric sensor	Zig-bee > LAN
Pressure ulcer	Shear stress sensor*	Internet (HTTP)
	Kinect™*	Internet (HTTP)
	Humidity sensor array*	TBD
Heat exhaustion	Thermometer	Zig-bee > USB

*Sensing and/or analysis components developed in this project are included.

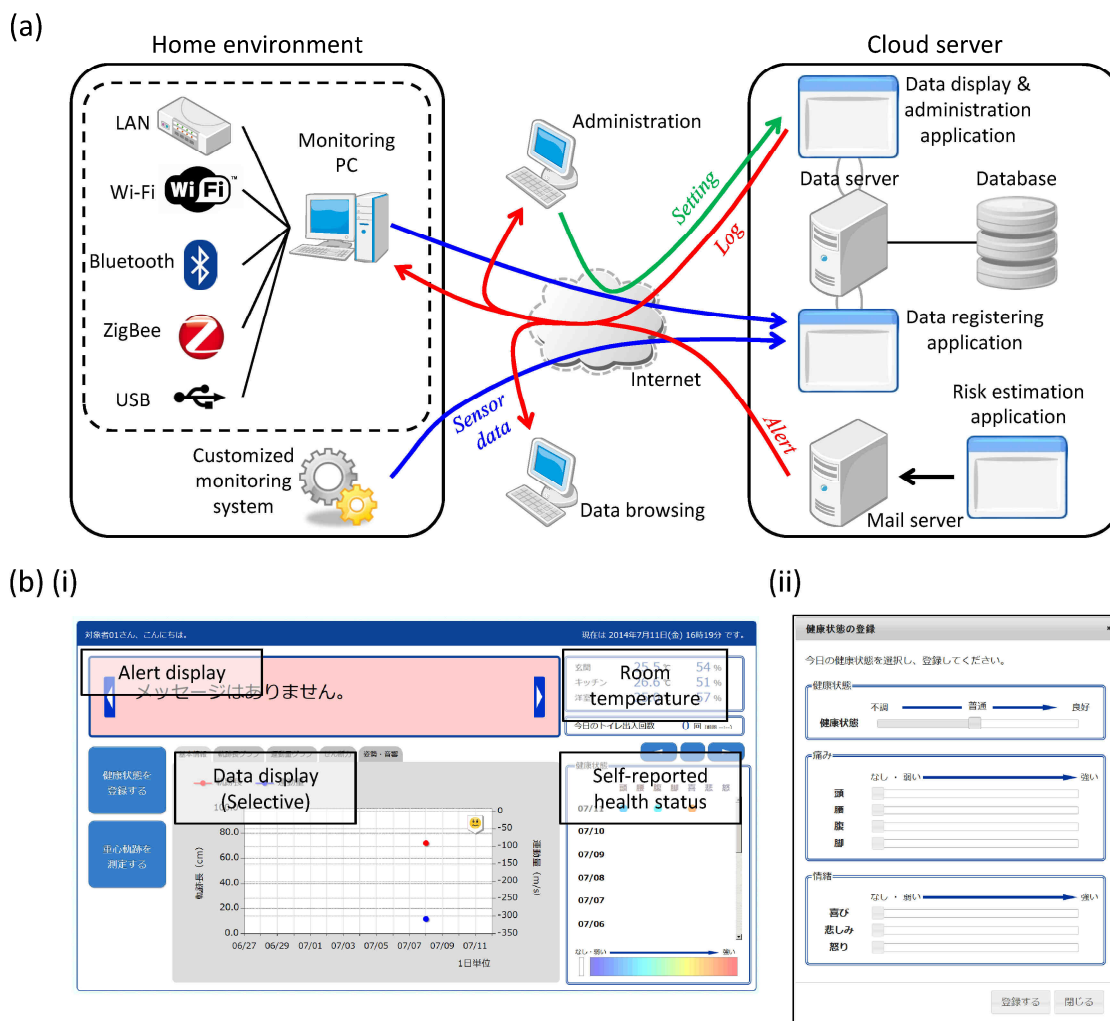


Fig. 1 System description. (a) Schematic diagram of the proposed sensors network system. (b) GUI of the system. (i) Main screen. (ii) Pop-up window for self-reporting of health status.

システムの概要を示す。本システムは、居宅内に設置するセンサ及びデータ送信システムと、クラウドサーバ内に実装されたデータベースとアプリケーション群から成る。計測データはインターネットを経由してデータベースに格納され、データ表示やリスク算定のための各アプリケーションは同データベースを参照する。計測・リスク算出・データ表示という一連のアプリケーションがデータベースを仲立ちに連動することで、柔軟性の高い運用が可能となる。

3-2 計測システム

居宅内の各センサからの計測値を、PCに実装されたデータ送信アプリケーションが統合し、インターネット経由でサーバに送信する。図1(b)に示したように、計測データやリスク通知のための表示データはサーバのアプリケーションで生成され、htmlブラウザ上に表示される。同インターフェースには、健康状態に関する自己申告入力が含まれ、対象者の心理的な状況もリスク算定時に考慮される。センサとPC間のデータ通信は、LAN、Wi-Fi、Bluetooth、ZigBee、USBなど、多様な規格に対応し、市販のセンサの実装も可能な仕様とした。なお、データベースへの書き込みは、サーバ上のデータ記録アプリケーションが実行するため、インターネット経由で直接データを登録することも可能である。

3-3 サーバシステム

サーバには、データベースに加え、データ登録、データ管理・表示、リスク算定の各アプリケーションが実装される。アプリケーション間の情報伝達は全てデータベースを経由している。リスク算定アプリケーションは、各想定リスクの変化を監視すると共に、複数のリスクを横断的に解釈することで、統合的な健康リスクを監視する。

4. おわりに

本報告では、ロコモ・褥そう・温熱という高齢障害者が対応すべき3種類のリスクの監視と通知を目的とした、知能化センサネットワークシステムの設計について述べた。同システムは、実環境での運用を想定し、多様なセンサの選択・実装と、クラウドサーバを活用した柔軟なデータ処理を特徴とする。高齢障害者の健康リスク管理に重点を置いた見守り技術の開発はこれまでに例がなく、本システムは高齢障害者の健康な自立生活の確立に資すると考える。

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金(基盤研究A, 24240083)の助成を受けて実施した。