

# 多人数の状況を効果的に観測する利用者指向センサネットワークの 基礎的検討

佐々木 壘<sup>†1</sup> 市地 慶<sup>†2</sup> 阿部 亨<sup>†1,†3</sup> 菅沼 拓夫<sup>†1,†3</sup>

<sup>†1</sup> 東北大学工学部情報知能システム総合学科 <sup>†2</sup> 東北大学電気通信研究所

<sup>†3</sup> 東北大学サイバーサイエンスセンター/東北大学大学院情報科学研究科

## 1. はじめに

災害地の避難所等では少数の医者・看護師が多人数の健康状態を把握、管理する必要がある。また、マラソン等のスポーツイベントや登山等の学校イベントや老人ホームで管理者側が多数の対象者の健康状態を把握できれば、安全性の向上が期待できる。このように、少数の担当者が、多人数の健康状態をリアルタイムに把握するためには、生体センサネットワークによる自動モニタリングが有効と考えられる。

ネットワークに接続可能な小型生体センサとしては、近年のスマートフォンの普及に伴って、Microsoft Band[1]等、スマートフォンとの連携を前提としたウェアラブルな小型生体センサが登場してきている。これらのセンサは、各個人の健康管理支援を比較的簡単に実現できるが、一方で第三者が同時に複数の観測対象者の状態を把握することは考慮されていない。例えば、心臓病の発作等の健康状態の急激な変化へ対応するためには、オフライン処理ではなくリアルタイムなモニタリングが不可欠である。しかし、観測対象者が多い場合、無線ネットワークの帯域が十分でないためデータを効果的に取得できず、リアルタイムのモニタリングに基づく迅速な対応が困難となる。

そこで本稿では、限られたリソースで多人数の状況を効果的にリアルタイムに観測する利用者指向センサネットワークの構築を目的として、生体センサとスマートフォンを組み合わせ動的なリソース配分を実現するシステムを提案する。

## 2. 関連研究と課題

多人数の健康状態をモニタリングするためのセンサネットワークに関する研究として、共生型健康支援システムにおけるセンサデータの効果的な獲得手法 [2] が提案されている。この手法の特徴は体調に異常がみられた人の生体センサのデータ取得頻度を上げ、体調が正常状態の人のデータ取得頻度を下げることにより輻輳等を防ぎ、体調に異常が見られた人の状態を確実に把握することである。本手法の有効性は、気温データ等を対象として、ZigBeeによって構成された環境センサネットワークを用いた実験によって示され

ている。しかし、小型生体センサを対象とした場合の検証は行われておらず、そのような状況での有効性は明らかではない。

また生体センサとスマートフォンを連携させる研究として、在宅看取り用遠隔医療システム [3] があげられる。このシステムでは観測対象者の小型無線心電計のデータをスマートフォンを経由してサーバに送り集中管理する。サーバを介し医療従事者や観測対象者の家族らの端末にデータを送ることにより、観測対象者の状態のリアルタイムな閲覧を可能とする。しかしこの研究の課題として、観測対象者数に対して十分なインフラが整っていない場合は想定されおらず、狭い範囲に多数の観測対象者がいる等、インフラが相対的に不十分な状況は考慮されていないことがあげられる。

## 3. 利用者指向センサネットワーク

### 3.1. 基本概念

提案するシステムは、観測対象者の状況に応じてセンサからのデータの流量を動的に調整する利用者指向センサネットワークの概念を基に実現する。これにより、さまざまなリソースが限られた状況においても、多人数の健康を管理する担当者が、観測対象者らに発生した健康状態の異常を見逃さず、また生じた異常状態を取りこぼしなくモニタリングすることを実現する。本システムにおけるデータ流量制御は関連研究 [2] の考えに基づき、生体センサデータの送信を正常状態には低頻度で行い、異常発生時には高頻度で行う。ただし、本システムのネットワーク構成は関連研究 [2] とは異なり、スマートフォンなど近年普及が進んだ小型携帯端末の利用を想定する。

また、異常発生の見逃しを防ぎ、適切な対処を促すため、各観測対象者、現場の担当者、さらに上位の専門家というように異常・正常の判定のための解析をそれぞれの段階で独立して実行可能なものとする。

### 3.2. 生体センサとスマートフォンを対象としたシステム構成

本稿で提案する生体センサとスマートフォンを用いたシステムの構成を図1に示す。構成要素は生体センサ、スマートフォン、マネージャ用端末、解析用PCの4つとする。生体センサは各観測対象者がそれぞれ装着しており、観測対象者の生体情報を取得し各スマートフォンにデータを送信する。本研究では、ウェアラブルかつ体の負担にならず常時装着可能なことを考慮し、リストバンド型生体センサを想定する。スマートフォンは各観測対象者が保有しており、

Fundamental study of User-oriented Sensor Network for Effective Status Monitoring of Multiple Users

Rui Sasaki<sup>†1</sup>, Kei Ichiji<sup>†2</sup>,

Toru Abe<sup>†1,†3</sup>, and Takuo Suganuma<sup>†1,†3</sup>

<sup>†1</sup>Department of Information and Intelligent Systems, School of Engineering, Tohoku University

<sup>†2</sup>Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

<sup>†3</sup>Cyberscience Center / Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

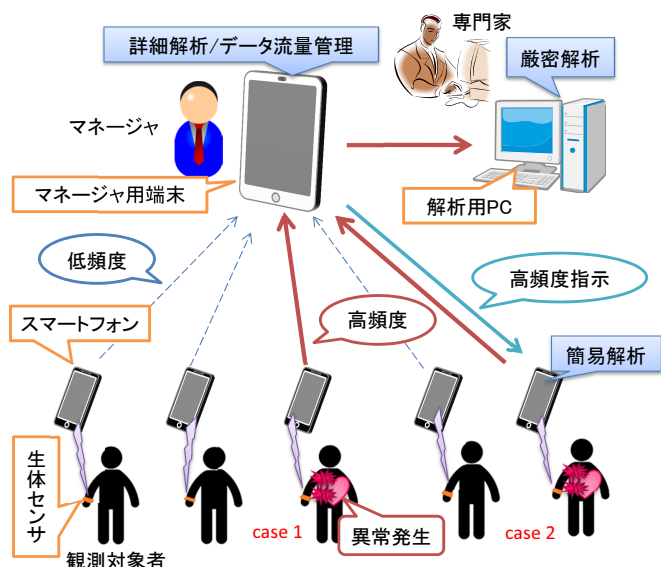


図1 生体センサとスマートフォンを対象としたシステム構成

通常は生体センサから受け取った情報を簡易解析し、一定周期でマネージャ用端末にデータ送信をする。マネージャ用端末は観測対象者の近くにいるマネージャが保有しており、スマートフォンから受け取ったデータを詳細に解析する機能を有する。マネージャはある程度、観測対象者の状態を確認することができる。また、マネージャ用端末はスマートフォンからのデータの流量を管理する。解析用PCは、異常状態発生時にマネージャ用端末を介してスマートフォンからデータを受け取り、厳密に解析を行う。なお、異常状態検出以降はマネージャ用端末では詳細解析をせず生体センサのデータをそのままマネージャ用端末を介さずに直接解析用PCへ送信し厳密解析することも考えられる。

次に、異常状態検出時に考えられる2パターンのシステムの挙動について述べる。1パターン目は図1のcase1のような状態であり、各個人のスマートフォンで異常を検出し、マネージャ用端末に高頻度の詳細解析を要求し、その結果も異常だった場合は解析用PCにデータを流す。2パターン目は図1のcase2のような状態であり、スマートフォンの簡易解析では異常が検出できなかったが、マネージャ用端末で異常を検出し、スマートフォンにデータを高頻度で送るように指示しそれをマネージャ用端末で解析し、その結果異常だった場合解析用PCにデータを流す。

### 3.3. 適用例

マラソンイベントを想定した本システムの適用例を紹介する。各選手は生体センサとスマートフォンを所持している。ペースメーカーや先導車がマネージャとなり、マネージャ用端末を所持している。医療スタッフが解析用PC側に待機しており、各選手の健康状態を詳細に解析する。選手集団とマネージャはアドホックネットワークやWi-Fi Direct等で接続されている。これらの概要を図2に示す。このシステムを用いることにより、異常状態になった選手が出た場合は解析用PC側に待機している医療スタッフが選手のもとに急行し処置したり、ドクターストップをかけたり、選手の近くにいるスタッフに処置を指示する等の対応が

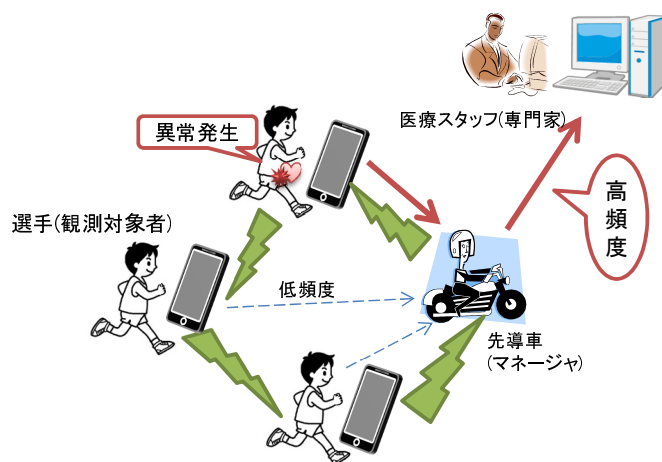


図2 マラソンイベントにおけるシステム適用例

スムーズに行うことができる。

また、別の適用例として学校イベントの登山等の教育機関における校外活動での適用例を紹介する。生徒は生体センサとスマートフォンを所持しており、引率の教員がマネージャとなり端末を所持している。また、学校のPCを解析用PCとして、養護教諭あるいは校医等が待機していることを想定する。現場にいる教員は、マネージャ端末を通じて生徒の状態を網羅的に把握することが可能になる。これにより、健康状態の悪化した生徒への早急な対処や、生徒らの健康状態を客観的に考慮してイベント運営・進行に関する意思決定を行うことができると期待される。また、現場の教員が処置方法が分からなくとも待機している養護教諭あるいは校医が現場の教員に対処を指示する等の活用も考えられる。

### 4. おわりに

本稿では、利用者指向センサネットワークの概念に基づき、観測対象者の状態に応じて生体センサから受け取ったスマートフォンのデータの流量を動的に調節することにより、多人数の状況を効果的に観測するシステムについて検討を行い、その適用例を紹介した。

今後はシステムアーキテクチャの具体的な設計を進めるとともに、設計したシステムに適したリソース配分アルゴリズムについて検討する。そして、多数の観測対象者がいる状況についてシミュレーション実験を行い、実際に生体センサに適用し、システムの実用性や有効性について検証する。

謝辞 本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金(24300022)の援助を受けて実施した。

### 参考文献

[1] “Microsoft Band,” <http://www.microsoft.com/microsoft-band/en-us>, (参照 2014-01-05)  
 [2] Yusuke Kobayashi et al., “An Effective Acquisition Scheme of Sensor Data in Sensor Network for Healthcare Support,” Proc. of the 9th IEEE Int. Conf. on Cognitive Informatics (ICCI’ 10), pp.611-618, 2010.  
 [3] 吉澤 誠 他, “在宅看取り用遠隔医療システム,” 生体医工学, Vol. 52, No. Supplement, p. SY-15-SY-16, 2014.