

M-053

# 健康管理支援のためのクラスタリングに基づく センサデータの獲得手法

## Sensor Data Acquisition Mechanism using Clustering for Healthcare Support

和泉 諭<sup>†,‡,¶</sup>      高橋 秀幸<sup>†,‡</sup>      木下 哲男<sup>†,‡</sup>  
Satoru Izumi   Hideyuki Takahashi   Tetsuo Kinoshita

### 1. はじめに

高血圧や肥満等の生活習慣病の人々が増加している現代において、ITを活用した健康支援システムに対する関心が高まりつつある[1, 2]。そのような背景から、我々は共生コンピューティング[3]の概念に基づいた、利用者にやさしい見守り型健康支援システムの研究開発を行っている。本システムにおいて、現実世界から様々な情報を効果的に取得・活用し、多人数の対象者(中高齢者)の健康状態を日常的に支えることを目的としている。そのために、実空間の多様な情報を効果的に獲得し、それらの情報と健康に関する知識を効果的に組み合わせて利用者に適した健康支援サービスを提供する。本稿では多様かつ膨大な情報を効果的に獲得し、活用するためのセンサデータの活用方式の構成について考察する。

### 2. 関連研究とその課題

Webや生体センサ、小型携帯端末、無線ネットワーク等、IT技術を導入した様々な形態の健康支援システムが開発されている。ウェアラブルセンサを用いて利用者の行動や状態を推定し支援を行う研究[1]では、利用者の健康状態を即時的に解析し、どのような行動や状態であるかを高精度で認識している。また、センサネットワークを用いて観測対象者の健康状態をモニタリングする健康支援システムの研究例がある[2]。これらの研究では生体センサや環境センサなど、様々なセンサノードが自律的にネットワークを構成し、複数のノードを経由して生体データや環境データがベースステーション(BS)に送信される。

しかし、センサや小型携帯端末など機器の性能や無線ネットワーク帯域が限定的であるため、観測対象者が大規模に増加すると、処理のオーバーロード状態に陥る危険性がある。また大量データの流入により、情報伝達の遅延や計算機・ネットワーク資源の圧迫が発生する。これらのことから、多人数で利用する健康支援システムを実現するためには、安定してデータを獲得し、効果的にサービス提供に活用する仕組みが必要となる。

### 3. センサデータの効果的な活用手法

本研究では健康に関する知識(オントロジ)とセンサデータを組み合わせた、健康支援システムのための効果的な推論方式を提案する。本方式はオントロジとセンサデータを効果

的に組み合わせて推論を行うためのセンサデータ獲得の効率化、および推論プロセスの効率化の2つの特徴を持つ。

クラスタリングを用いたセンサデータの獲得制御手法:

センサデータを獲得する際、状況に応じて適応的に各センサからの情報獲得量を制御し、データ獲得の効率化を実現する。これにより、多数のセンサから大量のセンサデータが流入することによって生じる推論効率の低下を防ぐ。そこで、クラスタリングを用いたセンサデータの獲得制御手法を提案する。提案手法の概要を図1に示す。複数の観測対象者が室内で生体センサ(体温、脈波、加速度等を計測)を身体に装着して日常生活を行い、その周辺には各種環境センサ(温度、照度、位置等を計測)が設置されている環境を想定する。計測データは自動的に専用データベースに格納される。クラスタリングは各データベースから時系列データを取得し、ユーザの状態の傾向を検出する。通常状態から逸脱しているセンサデータに関しては該当するセンサデータの獲得頻度を上げ、他の通常状態と同様とみられるデータに関しては獲得頻度を落とす。例えば、生体情報の急激な変化が見られた支援対象者についてのみ、生体情報と周囲の環境情報を獲得するセンサの獲得頻度を上げ、集中的に監視する。これにより推論システムが利用するセンサデータの全量を低減しながら推論に必要な最低限のデータを確保することが可能となり、推論の質を維持しつつ推論の動作効率を高めることが可能となる。

センサデータに基づく知識フィルタリング手法:

利用者の状況や周囲の環境に応じて推論に使う知識をフィルタリングし、推論の効率化を行う。具体的には、観測対象者の状況(位置や時間、生活習慣)や計算機資源の状況に応じて、必要となる部分オントロジを抽出し、推論に利用する。例として、観測対象者がいる部屋にある各種センサに関する情報を全体のオントロジから抽出し、対象者の生活習慣の観点を組み合わせることで、その部屋で日常的に行われている行動に関する知識を抽出する。このようにして、サービス提供に必要であると考えられる部分のみを推論の対象とする。各種観点に応じて必要な知識を抽出するため

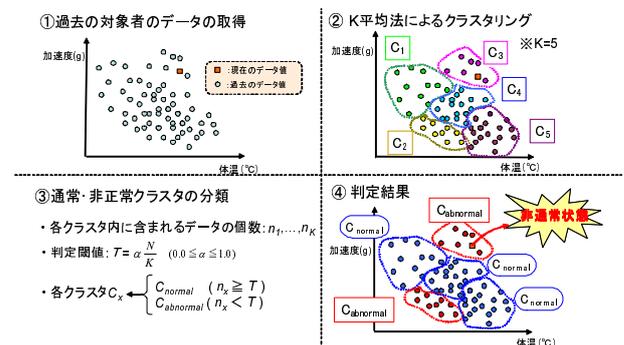


図1 クラスタリングによる観測対象者の状態検出の例

<sup>†</sup> 東北大学電気通信研究所, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

<sup>‡</sup> 東北大学大学院情報科学研究科, Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

<sup>¶</sup> 日本学術振興会 特別研究員, Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science

表1 実験シナリオごとのデータ獲得率と異常発生時のデータ獲得数

実験結果	平均データ獲得率 (%)	異常発生時の平均データ獲得数 (データ/秒)
シナリオ1: 低獲得頻度 (提案手法なし)	106.7	2
シナリオ2: 高獲得頻度 (提案手法なし)	41.4	20.7
シナリオ3: 提案手法 (通常時 1/5, 非通常時 5)	91.45	42.8
シナリオ3: 提案手法 (通常時 1/5, 非通常時 3)	70.0	48.5
シナリオ3: 提案手法 (通常時 1/5, 非通常時 2)	66.1	42.5
シナリオ3: 提案手法 (通常時 1/3, 非通常時 5)	108.1	23.4
シナリオ3: 提案手法 (通常時 1/3, 非通常時 3)	78.5	29.2
シナリオ3: 提案手法 (通常時 1/3, 非通常時 2)	71.8	29.7
シナリオ3: 提案手法 (通常時 1/2, 非通常時 5)	99.0	30.0
シナリオ3: 提案手法 (通常時 1/2, 非通常時 3)	98.7	30.0
シナリオ3: 提案手法 (通常時 1/2, 非通常時 2)	87.8	25.3

に、予め与えられている知識に対してクエリを動的に生成し、クエリ処理の結果からオントロジを生成することでフィルタリングを実現する。このように利用者の状況や周囲の資源状況に応じて、必要な知識のみをフィルタリングすることで、推論プロセスで参照する知識を可能な限り減らし、効果的な推論を実現する。

#### 4. 実験

本実験ではデータ獲得の効率化に着目し、クラスタリング技術を用いたセンサデータの獲得手法の有効性を確認する実験を行った。実験環境として、MOTE センサ [4] を 8 台用いてセンサネットワークを構築し、以下のシナリオに基づいて実験を行った。

- シナリオ1: 全てのノードの獲得頻度を (1/5[回/秒]) に固定
- シナリオ2: 全てのノードの獲得頻度を (5[回/秒]) に固定
- シナリオ3: 提案手法を適用し獲得頻度を調整

計測項目は、温度、湿度、気圧、光度、加速度である。また、本実験における「非通常状態」として、各ノードに対して 0~2 回程度、照明を遮る、振動を加える、外気を入れるなどの環境変化を約 10 秒間加えた。この時、各センサノードに対して通常状態であるか否かを検出し、その結果に基づき、各ノードの獲得頻度を動的に調整する。本実験では通常状態であるノードの獲得頻度として、1/5[回/秒]、1/3[回/秒]、1/2[回/秒] の 3 パターン用意し、通常状態ではないノードの獲得頻度として、5[回/秒]、2[回/秒]、1[回/秒] の 3 パターン用意し、計 9 パターンの実験を行った。この時の各ノードのデータ獲得数とデータの獲得率を計測する。

実験結果を表 1 に示す。全てのノードを低獲得頻度に固定した場合、データ獲得率は 100% を超える値を示したが、非通常状態時のデータ獲得数は 2 データ/10 秒に留まった。従って観測対象者にいつもと違う兆候が見られた場合でも、その原因推定となるデータを十分に確保することができない可能性がある。全てのノードを高獲得頻度に固定した場合は、非正常時にデータはある程度確保できるがデータ獲得率が低く、特に特定のノードからデータを全く獲得できなくなる傾向がみられた。従って、ある特定の観測対象者

の状態の検出ができなくなってしまう可能性が考えられる。提案手法では、いずれのパターンにおいても通常とは異なる状態を検出したノードのみを集中してデータを獲得することが可能となり、ノード数が増加した場合でも、データ獲得率を維持したまま効果的にデータを獲得することができた。

以上の結果から、多数の観測対象者の状態をモニタリングする際、利用者数が増加しても、通常とは違う兆候が見受けられる対象者のみのデータを集中して獲得することで、限られた計算機資源の中でも効果的にデータを獲得し、対象者の健康状態を効果的に管理することができると考えられる。

#### 5. おわりに

本稿では、多人数の観測対象者の健康状態を効果的に管理するためのやさしい見守り型健康支援システムの実現にむけて、センサデータの効果的な活用法について述べた。特に、クラスタリングを用いたセンサデータの獲得制御手法についてその有効性について検証した。

今後は本稿の実験結果を基にセンサの獲得頻度を調整するアルゴリズムの詳細化、知識をフィルタリングする手法との組み合わせなどについて検討していく。

謝辞 本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金 (21007220) および日本学術振興会学術研究助成基金助成金 (23700069) の援助を受けて実施した。

#### 参考文献

- [1] K. Ouchi et al., "LifeMinder: A Wearable Healthcare Support System with Timely Instruction Based on the User's Context," IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol.E87-D, No.6, pp.1361-1369, 2004.
- [2] Y. Uehara et al., "Always-on Karte: A System for Elderly People's Healthcare Using Wireless Sensors," 3rd International Conference on Networked Sensing Systems (INSS 2006), 2006.
- [3] 白鳥則郎 他, "Symbiotic Computing -ポスト・ユビキタス情報環境へ向けて-, " 情報処理学会誌, Vol.47, No.8, pp.811-816, 2006.
- [4] センサネットワーク MOTE Official Page, <http://www.xbow.jp/motemica.html>.