

M-039

## エージェント指向ミドルウェアに基づくやさしい見守り型健康支援システム User-oriented Healthcare Support System based on Agent-oriented Middleware

高橋 秀幸<sup>†</sup> 和泉 諭<sup>††</sup> 小林 有佑<sup>††</sup> 菅沼 拓夫<sup>††</sup> 木下 哲男<sup>††</sup> 白鳥 則郎<sup>††</sup>  
Hideyuki Takahashi Satoru Izumi Yusuke Kobayashi Takuo Suganuma  
Tetsuo Kinoshita Norio Shiratori

### 1. はじめに

高齢化社会の急速な展開により、在宅高齢者の増加に伴う医療や介護への対応、肥満、高血圧、メタボリックシンドローム等の生活習慣病患者に対する予防・健康維持などが大きな社会的関心事となりつつある。それに伴い、ITを活用した健康支援に関する様々な研究開発が行われている [1]。従来の健康支援システムは、生体センサから得られた情報を加工・分析し、時系列データとして健康支援対象者に提示するといった限定的な支援に留まっている。一方、ユビキタス情報環境が実現しつつあり、生体センサだけでなく、位置情報や室内の環境情報を適宜組み合わせ合わせた高度な健康支援が期待されている。

我々は、中・高齢者の健康維持・管理をそとと支える「やさしい見守り型健康支援システム」の実現を目指している。具体的には、リアルタイムに取得可能な多人数の利用者の生体情報や環境情報などの多種多様な情報を効果的に活用し、健康維持に関連する情報やアドバイス情報を利用者に応じて提供するシステムである。本稿では、エージェント指向ミドルウェアに基づくやさしい見守り型健康支援システムの概要について述べる。

### 2. 従来研究と課題

#### 2.1 従来研究

近年、健康に関する様々な情報やデータを Web 上に公開し、健康管理の重要性を啓蒙する取り組みや高精度・高機能な医療機器と Web の連動による健康支援サービスの提供が行われている [2]。また、小型センサ、携帯端末、無線ネットワークを利用して健康状態をモニタリングし、各個人の健康状態を把握するための研究が盛んである [3]。

さらに、ウェアラブルセンサデバイスから生体情報、位置情報などを把握し、利用者の行動や運動、異常状態を推定し、健康支援を行う試みがある。例えば、実施中のトレーニングの状態を把握しインタラクションを行うシステム [4] や利用者の目標や健康状態に応じて適切な運動の健康アドバイスを導出するシステムがある [5]。

既存の健康支援システムは、健康支援対象者の生体・身体情報を低頻度あるいは一定間隔で取得・蓄積し提示するものや健康支援対象者の要求があった場合のみ情報提供を行うものが多い。また提供される情報は、一般的な統計データを判断基準にした健康情報を通知するものであり、その情報は健康支援対象者のみに提供するシステムである。

#### 2.2 技術的課題

多様な情報を活用し、多人数の対象者の健康状態をリアルタイムかつ効果的に見守る健康支援システムを実現するためには、以下の3点が課題となっている。

##### (P1) 多人数を対象とした多様な情報の効果的な獲得

多人数を対象とし、かつ様々な情報を活用する健康支援システムでは、生体センサから取得したデータをデータベース (DB) に蓄積し解析を行う場合、利用者の増加に伴う大量のデータの流入により、処理のオーバーロードが発生する。また、処理負荷の増大により、リアルタイムな解析処理が追いつかない場合やネットワークリソースが圧迫され、情報の伝達に遅延が発生する場合がある。従って、センサからのデータの獲得や蓄積において、リアルタイム性とスケーラビリティを維持しながら各対象者の健康状態に応じて、各種センサからのデータの品質や取得量を動的に調整し、安定した生体情報の獲得・伝送・格納を可能にする仕組みが不可欠である。

##### (P2) 実環境の多様かつ膨大な情報を活用した推論機構

従来の健康支援システムでは、扱うセンサや検知する健康状態の範囲が限定的であり、健康アドバイスや健康状態の推定を行う際に発生する推論機構の効率性はそれほど考慮する必要がなかった。しかし、多様かつ大量の情報を活用しながら多人数を対象とした推論を行う際、推論のためのリソース不足や処理遅延が発生し、推論動作の効率が著しく低下する恐れがある。従って、推論に必要なセンサデータと知識処理を効果的に組み合わせるリアルタイムに推論を行うための機構が必要である。

##### (P3) 健康支援システム向けプラットフォーム

既存の健康支援システムの構築例は、ある特定の領域に特化した研究例が中心であり、様々な分野に渡るシステムの構築を目指したシステム設計が不足している。また、研究開発が盛んな新しい生体情報獲得デバイス、無線ネットワーク技術、分析アルゴリズム等を、短期間でシステム構成要素として組み込むことが可能な高い拡張性がシステムに要請される。すなわち、共通的に利用できるシステムコンポーネント群、およびそれらに基づいてシステムを動的に構築可能なシステム構築のためのプラットフォームを提供することで、システム開発コストの低減、高度化、適用範囲拡大を実現する必要がある。

### 3. やさしい見守り型健康支援システム

#### 3.1 やさしい見守り型健康支援システムの概要

図1にエージェント指向ミドルウェアによるやさしい見守り型健康支援システムの概要を示す。本システムでは、実環境から得られる生体情報、位置情報、環境情報、マルチメディアデータ、専門知識など、質的・量的に多種多様なデータや情報を活用する。また、その多種多様なデータや情報を効果的に管理しつつ、利用者が必要な

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

<sup>††</sup> 東北大学情報科学研究科, Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

<sup>†††</sup> 東北大学サイバーサイエンスセンター, Cyberscience Center, Tohoku University

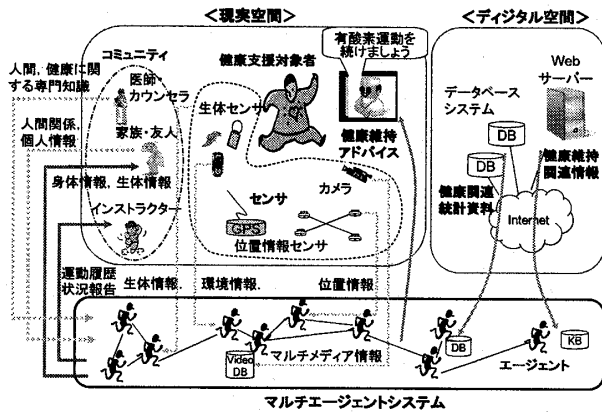


図1: やさしい見守り型健康支援システムの概要

ときに、必要とする場所で、必要な形式で健康支援を行う。特に、身体情報や生体情報、環境情報、映像情報などをリアルタイムに取得し、利用者の状況に応じて、健康に関わるアドバイスの提供や必要な情報を高次情報として提示する。その際、利用者が利用可能な機器やネットワーク状況に応じて提示を行うことが可能である。加えて、家族や医師、インストラクターなどのメンバから形成されるコミュニティで健康支援対象者の健康状態を見守り、対象者との人間関係や健康状態に応じて適切なプライバシーを保ちつつ支援を行うことが可能である。

例えば、対象者の健康状態に異常が発生したとシステムが判断した際には、対象者の家族や担当の医師などに詳細な生体データを送信するだけでなく、高解像度な映像を送信する。一方、対象者の健康状態に問題がないと判断した際には、データの取得頻度を低減し処理負荷を軽減するなどの必要に応じた支援を行う。

### 3.2 エージェント指向ミドルウェア

我々が提案しているマルチエージェントフレームワーク AMUSE[6]に基づき、個々の各種システムコンポーネントのラッピング(エージェント化)を行い、エージェント群の組織的動作によって所望の処理を実現する。本ミドルウェアでは、刻々と変化する構成要素の状態をコンテキストとして扱い、個々のエージェントに、コンテキスト管理機能、およびコンテキストに関する競合回避等を目的としたエージェント間協調機構を与え、効果的な健康支援システムの構成を行う。

個々のエージェントは、生体情報や環境情報を獲得する各種センサ・デバイスに配備され、それらのハードウェアの監視や制御を行う。獲得したデータを管理するデータベース(DB)もエージェント化される。このセンサ・デバイスとデータベースの協調により、ネットワークの利用状況、センサ・デバイスの稼働状況、DBの負荷状況に応じて獲得する情報の質や獲得頻度等を調整し、実環境の多様な情報の効果的な獲得を実現する(P1の解決)。

また、実環境から得られた生体情報、環境情報、マルチメディアデータ、専門知識、社会常識などを格納した各種DB・知識ベースをエージェント化することで、利用者の要求や状況に応じて必要な情報を組織化し、適切な

形式で能動的に提供することが可能となり、実環境の多様な情報に基づくサービス提供を実現する(P2の解決)。

さらに、各種デバイス、DB、知識、分析アルゴリズム、ソフトウェアコンポーネント等をエージェント化することで再利用可能なモジュールとして構成し、それらの動的な組織化によってシステムを構築することが可能となる。また新たなコンポーネントが導入された際も低コストでそれらをシステムに組み込むことが可能となる。このようにマルチエージェントシステムに基づくシステム構築基盤を提供することで、システム開発コストの低減と高度化を実現する(P3の解決)。

具体的には、エージェント間の連携により、生体センサを監視するエージェントから送られてくる生体情報、すなわちストリームデータをリアルタイムで解析し、対象者の健康状態の推測を行う。その結果に基づいて各種センサからのデータの品質や取得量を動的に調整し、対象者の健康状態に応じた生体情報の獲得・伝送・格納を安定的に行う。また、得られた生体情報と環境情報および知識(オントロジ)を効果的に組み合わせるリアルタイム推論によって、健康アドバイスの生成や対象者ごとの健康状態を推測し、位置情報や利用可能な機器に応じて必要な情報を適切な形で利用者に提供することが可能となる。

## 4. おわりに

様々な情報と健康管理知識などを効果的に活用し、利用者にやさしい高度な健康支援サービスを行う「やさしい見守り型健康支援システム」の研究開発を進めている。本稿では、利用者の状況に応じて健康支援サービスを提供するエージェント指向の見守り型健康支援システムの概要について述べた。今後は、この指針に基づき、提案システムの各機能の詳細設計と実装を進める。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省知的クラスター創成事業第2期「先進予防型健康社会創成クラスター構想」、および日本学術振興会科学研究費補助金(19200005)の援助を受けて実施した。

## 参考文献

- [1] J.W. Park, et al., "WIS : A well-being index based health care system in smart home," *Proc. of the 7th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2009)*, pp. 1-3, 2009.
- [2] オムロン ヘルスケア, "健康増進・疾病予防ツール," <http://www.ch-kentatsu.jp/>.
- [3] U. Varshney, "Pervasive Healthcare and Wireless Health Monitoring," *ACM/Baltzer Journal of Mobile Networks and Applications*, Vol. 12, No. 2-3, pp. 113-127, 2007.
- [4] K. Chang, et al., "Tracking Free-Weight Exercises," *UbiComp 2007*, LNCS 4717, pp. 19-37, 2007.
- [5] 和泉 諭, 他, "オントロジを利用した健康支援システムの提案とその評価," *情報処理学会論文誌*, Vol. 49, No. 2, pp. 822-837, 2008.
- [6] T. Suganuma, et al., "AMUSE: An Agent-based Middleware for QoS-aware Ubiquitous Services," *情報科学技術レターズ*, Vol.4, pp. 107-110, 2005.