

卒業製作 2003 年度 (平成 15 年度)

インターネットを利用した
情報共有型ヘルスケア支援システム

指導教員

徳田 英幸

村井 純

楠本 博之

中村 修

南 政樹

慶應義塾大学 環境情報学部

横山祥恵

t00130sy@sfc.keio.ac.jp

平成 15 年 12 月 29 日

概要

医療・介護福祉分野事業者の人的不足解決やサービス向上を促すために、インターネットを利用した医療・介護サービスが多数存在する。IPv6 や家庭用医療専門機器の普及、測定用センサの小型高性能化という技術的発展により本来病院で行なわれるような、患者の状態を測定しそれに対して医師など医療専門家が診断結果を返すというヘルスケア支援がインターネット上のアプリケーションで実現可能になった。

このようなタイプのシステムにおいて生体情報処理は、取得、搬送、蓄積保持、利用に大きく機能分類されるが、それぞれの仕様に大きく影響を与えているのが生体センサノードによるデータベース部への搬送仕様である。この搬送仕様がセンサごとにベンダ依存であることが、柔軟なデータ利用や新しい生体センサノード導入の障害となり、本来目的とするヘルスケア支援に支障を来たしている。

本研究では在宅ヘルスケア支援システム上に構築が予想される生体情報利用アプリケーション製作に必要なシステム拡張性を確保するために、この生体センサノードのデータベースまでの搬送仕様を設計及び実装し、生体情報ネットワークデータベースシステムのテストベッドとする。

キーワード

- 1, ヘルスケア支援
- 2, 生体情報
- 3, 生体センサノード
- 4, 生体情報搬送仕様
- 5, 生体情報データベーススキーム

慶應義塾大学 環境情報学部
横山祥恵

abstract

There are several public health and welfare services on internet to solve the lack of human resources and to improve quality of such services. In the background, technology enhancement brought growth of IPv6, home healthcare devices, and sensor devices which is small enough to fit in life environment. Internet applications can attain homecare services status of patients can be monitored and diagnosed at home without visiting medical agencies.

The transaction of biological information is constructed by four measure functions; get, send, save, and use. The specification of the protocol schemas between biological sensor nodes and database is the critical on all those four. The protocol schemas varies in existing researches and products. It is an important impediment to introduce sensor nodes and to use database flexibly, drowning growth of healthcare.

In this thesis, design and implementation of protocol schemas between biological information sensor node and database, system of healthcare at home

keywords; healthcare, biological information, biological sensor nodes, protocol schemas of biological information, database schemas of biological information

目次

第 1 章	序論	5
1.1	背景	5
1.2	研究目的	5
1.2.1	ヘルスケア支援とは	5
1.2.2	生体情報とは	6
1.2.3	生体センサノードとは	6
1.2.4	社会的意義	7
1.3	本論文の構成	8
第 2 章	既存ヘルスケア支援システムにおける問題点	9
2.0.1	一般情報提供と関連商品販売によるセルフケアシステム	9
2.0.2	TV 会議型 TELEMEDICINE システム	10
2.0.3	生体情報取得型 TELEMEDICINE システム	10
2.0.4	生体情報取得閉ネットワーク型自己管理システム	12
2.0.5	生体情報取得開ネットワーク型疑似診療システム	14
2.1	問題点と改善点の提起	17
2.1.1	生体情報処理仕様のベンダ依存性による問題	17
2.1.2	まとめ	19
第 3 章	問題解決のアプローチ	20
3.1	インターネット上ヘルスケア支援システムに必要な機能	20
3.2	生体センサノードにおける生体情報処理仕様	21
3.2.1	測定値種類に特化したデータタイプの指定	21
3.2.2	生体情報の搬送について	22
第 4 章	ベッドパッド生体ノード搬送仕様の設計	24
4.1	ベッドパッド生体ノード搬送仕様	24
4.1.1	生体センサノード側生体情報処理フロー	24
4.1.2	データベースサーバ側生体情報処理フロー	26
4.2	生体情報データタイプの設計	26
4.2.1	生体情報用搬送プロトコルの設計	26
4.2.2	生体情報データタイプを反映したデータベーススキームの設計	27
第 5 章	ベッドパッド生体ノード搬送仕様の実装	30
5.1	実装環境	30
5.2	生体情報搬送プロトコルの実装	30
5.2.1	ベッドパッドセンサ生体ノードのプロトコル仕様	30

5.2.2	生体情報	30
第 6 章	評価	31
6.1	定性的評価	31
6.2	定量的評価	31
第 7 章	結論	32
7.1	まとめ	32
7.2	今後の課題	32
第 8 章	謝辞	33

目 次

1.1	生体センサノード	6
1.2	ヘルスケア支援システムの概要図	7
2.1	情報提供と関連商品販売による自己ケアの啓発	10
2.2	TANITA ヘルスプラネット	13
2.3	問診方式による健康情報送信の簡便化	14
2.4	インフラとしてネットワークを利用した松下のシステム	16
3.1	インターネットを利用したヘルスケア支援システムの機能	20
3.2	データタイプの指定がシステムに与える影響	22
4.1	生体センサノード内生体情報処理フロー	25
4.2		28
4.3	外部サーバ内生体情報処理フロー	29

表 目 次

2.1	一般情報提供と関連商品販売によるセルフケア支援サービス	11
2.2	TV 会議型 TELEMEDICINE システム	11
2.3	生体情報取得型 TELEMEDICINE システム	12
2.4	生体情報取得閉ネットワーク型自己管理システム	14
2.5	生体情報取得開ネットワーク型疑似診療システム 例 1	15
2.6	生体情報取得開ネットワーク型疑似診療システム 例 2	17
3.1	在宅ヘルスケアシステム内の 4 機能	21
4.1	生体情報搬送時のデータタイプデザイン	27

第1章 序論

本章では、本研究の背景およびその目的について述べる。加えて、本論文の構成についても述べる。

1.1 背景

現代社会での人々の大きな関心事の一つに自身の健康管理がある。世代を問わずダイエットや生活習慣病などの疾患の事前予防を重要視する傾向にあるし、超高齢化社会を迎えて老人の在宅介護も大きな市場を持っている。しかし、実際に健康管理に関して専門的なアドバイスを行なったり、直接介護ケアを行ったりする医療福祉従事者は慢性的な人的資源の不足を起こしている。この人的資源の不足を補うため、近年 TV 会議システムを利用した遠隔医療などが行なわれており、「医療機関に診察を受けに行かずとも専門家のアドバイスを受りたい」というニーズに応える医療サービスが増えている。

また近年、医療サービスを支えるインターネットというインフラや医療機器自身も様々な変化を迎えている。医療専門機器も家庭用途に向けて開発が進んでおりその測定を担うセンサ部分の小型化や処理高速化が実現し、使い勝手もよくなっている。加えて様々な機器をインターネットに接続可能にする IPv6(Internet Protocol version 6) が急速に普及しつつある。

これら社会的技術的背景により、医療機関への通院をインターネット上に疑似的に搭載した新しいタイプの医療サービスが増えてきている。

1.2 研究目的

本節では、インターネットと生体センサノードを用いたヘルスケア支援システムについて述べる。まず、本システムに関する議論をするにあたって用いる用語の定義を行なう。次に、本システムの全体像および社会的意義について述べる。

1.2.1 ヘルスケア支援とは

ヘルスケアという言葉は「健康管理」という意味で広く使われている。ケアには「世話・保護・介護・看護など、医療的・心理的な援助を含むサービス」(三省堂提供「大辞林」より) という意味があり、文字通り人の健康状態に関しての様々なサービスがヘルスケアだと定義することができる。

医療的な援助を行なうためには、医師や看護師の医療専門家が必要であり、心理的援助を行なうためには、患者の身近にいて精神的支えを提供できる家族や介護士が必要であり、一人の人間のヘルスケアを巡りたくさんの立場の人が関与する必要があることがわかる。

1.2.2 生体情報とは

本研究では、インターネットを利用したヘルスケア支援システムにおいて、利用者自身の健康状態を客観的に判断する材料となる測定値を必要不可欠な要素とする。具体的には血圧、体温、体重（体脂肪）といった種類の情報で、これらを専用センサデバイスを用いて測定した結果の値とそれを内包した情報群を生体情報と定義する。

ヘルスケア支援において有用な生体情報の定義は以下の通りである。

- 一人の利用者に対して健康状態を客観的に判断するに足る複数種類の測定値が存在する。
- 測定において同じ条件での測定値が定期的且つ継続的に取得されている。
- 測定された結果は長期間蓄積され常に状況に応じて利用できる状態に保持されている。
- 測定値やその扱い方に大きな個人差があるため、利用者のポリシーが最大限配慮される。

1.2.3 生体センサノードとは

生体センサノードとは、前述した生体情報を専用の医療機器などセンサデバイスで測定または感知し出力するセンサ部分と、センサの出力を入力として取り込みその情報を加工し外部へ出力するなどの通信機能をもつマイクロコンピュータ部とからなるインターネットノードのことである。

具体的には以下の図に示した e! ケアタウンプロジェクトで用いられているベッドパッド生体ノードや照度計生体ノードがある。

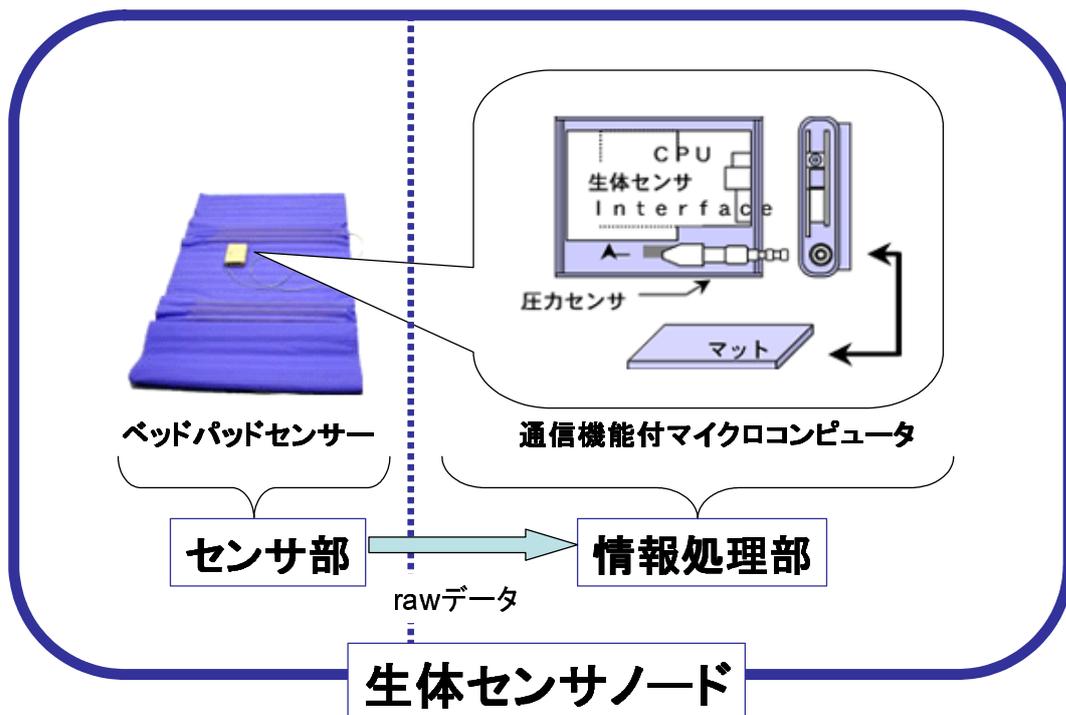


図 1.1: 生体センサノード

1.2.4 社会的意義

本節では前述したヘルスケア支援をインターネットと生体センサードを用いたシステムで行なうこととそのシステムの社会的意義について述べる。

システム概要図

前述したインターネットと生体センサードを用いたヘルスケア支援システムの概要を以下の図に示す。

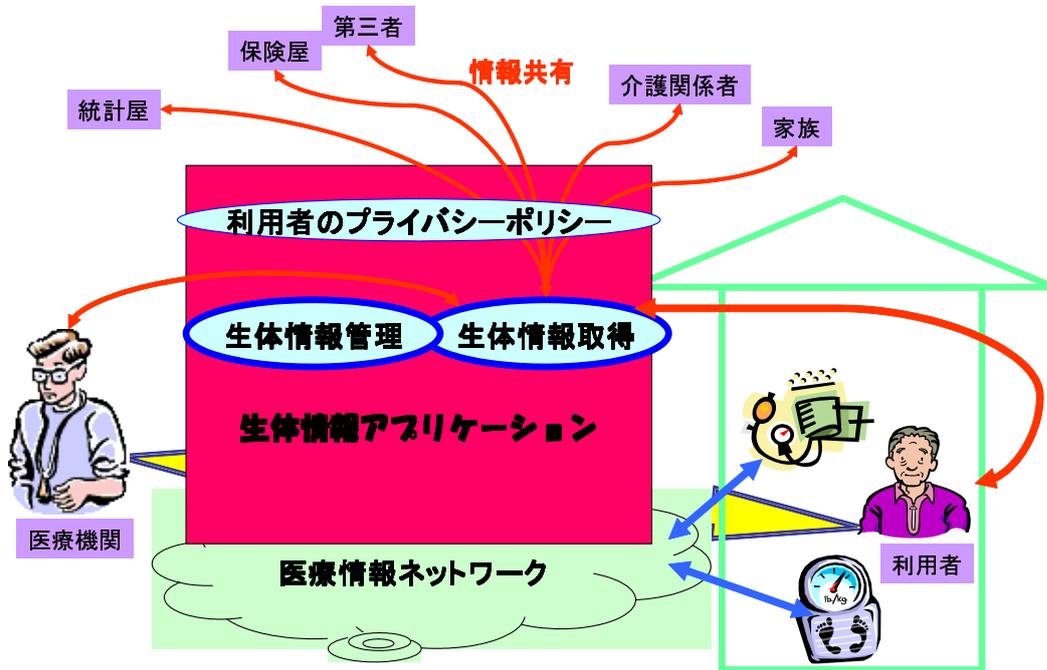


図 1.2: ヘルスケア支援システムの概要図

この図では、生体センサードを用いて患者の生体情報を取得後ネットワークというインフラを用いて医療専門家に送信し診断などフィードバックを受ける疑似診療のコミュニケーションモデルを表し、ヘルスケア支援システムにおいて複数人の中での情報共有のあり方について示している。

実現が想定されるアプリケーションソフトウェア

本研究の成果物として作成したヘルスケア支援システムに社会的に与える意義について以下に述べる。

本研究で構築したネットワーク上の生体情報管理システムが実現すると、そのシステム内のデータベースを使って以下に列挙するアプリケーションソフトウェアを構築することができる。

- 健康手帳 (+ 医師とのコミュニケーション)
- 住民健康台帳
- 監視警告サービス

以上のアプリケーションソフトウェアが実現すると我々がヘルスケア支援システムを利用することによって以下のことが可能になる。このことは、人々のヘルスケア支援に大いに貢献する。

- 通院や往診など医療機関に行かなくても自分の生体情報を測定し、その情報を専門的診断を下せる人物に半自動的に送信できる。
- 患者の生体情報を好きな粒度で医療専門家に観察してもらうことが可能である。医療専門家が任意の粒度で、患者の健康状態を観察することが容易である。
- 患者が送信した生体情報はデータベースサーバに蓄積されているので、判断的に自分の健康状態の膨大な資料を作成することができる。実際に診療を受ける際に自分の健康状態の傾向の有効な資料を提供できる。
- 患者が生体情報の利用権限をもつことができ、好きな時に参照可能である。
- 患者の健康状態に併せて測定する生体情報の種類が可変であり、利用しているシステムに導入する手間がほとんどない。
- 遠隔地にいる医師に、自分の健康状態を知ってもらうことが可能である。
- 生体情報を利用する健康管理支援のためのアプリケーションソフトウェアの開発が容易になる。

本研究では上記の項目を実現するための、ヘルスケア支援システムにおいての生体情報の処理仕様について設計実装し、生体情報ネットワークデータベースシステムのテストベッド構築を目的としている。

1.3 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。

第2章では、本研究で提案するシステムに類似した既存の健康管理支援システムについて関連研究としてとりあげる。第3章では、既存の健康管理支援システムにおいて、生体情報の取得・蓄積・利用の3点についての問題点を述べた上で、それらを将来予想される健康管理支援アプリケーションをつくる土台のシステムに改変するための解決策として、システムの要件とモデルについて提案する。第4章では、生体情報の取得からデータベースでの保持までの生体センサノード側の生体情報処理仕様の設計と、今回実装するデータタイプの設計について述べる。第5章では、生体情報の取得からデータベースへの挿入においての生体情報に特化したデータタイプの実装と、実際にそのデータベースを利用したアプリケーション例を示す。第6章では、実装したデータタイプのシステム全体への影響について定性的・定量的評価を行なうことにより、本研究の有意性を述べる。第7章では、本研究のまとめと今後の課題と展望について述べる。

第2章 既存ヘルスケア支援システムにおける 問題点

本節では、本研究で提案するネットワーク上ヘルスケア支援システムと似た目的を持つ既存サービスについて取り上げ、それらの特徴と改善点を整理し、後章のシステムモデル提案に繋げる。

現在、インターネットを利用して健康管理を支援するシステムがたくさん存在する。それらの多くは生活習慣病など疾患の事前予防のための健康管理を目的としている。具体的には、毎日の運動記録・体重などの健康状態に関する情報を残すことによって各自の運動を促したり、例えば血圧なら毎日の測定の中で異常な測定値を発見し、医療機関における早期対策をとるための契機にするといったことを実現する。

実生活における、診療やカウンセリングなどのヘルスケアをインターネットを利用することによってシステム化したサービスは複数種類存在するが、大きく分類すると以下の4種類に定義できる。

- 一般情報提供と関連商品販売によるセルフケアシステム
- TV 会議型 TELEMEDICINE システム
- 生体情報取得型 TELEMEDICINE システム
- 生体情報取得閉ネットワーク型自己管理システム
- 生体情報取得開ネットワーク型疑似診療システム

次節では、上記に分類した既存サービスの、システム内の生体情報の取得方法、蓄積及び保持方法、用方法の3点に着目して解説する。

2.0.1 一般情報提供と関連商品販売によるセルフケアシステム

健康管理について、広く様々な症状についての情報を提供しているポータルサイト型のサービスである。医療専門家とのコミュニケーションは電子メールや電子掲示板で実現されている。

一般情報と共にその中で取り上げられている医薬品や健康器具を通信販売することによって利用者の自発的な健康管理を促している。

ケンコーコム

幅広く疾患症状に応じた薬品の情報を集めたポータルサイト。[1]

ヘルスケア支援の手法として、疾患症状とその対処方法について広く情報提供されたタイプのポータルサイトは多く見られる例である。サイトで取り上げられている薬を通信販売

で購入できたり、薬剤師に電子メールで相談することができる特典があったりという特徴を持つ。



図 2.1: 情報提供と関連商品販売による自己ケアの啓発

他にも同質のサービスに ライフスタイル提案の傾向の強い OneBody.com や、米国では大手の MIMRX[2] などがある。

2.0.2 TV 会議型 TELEMEDICINE システム

米国では、国土が広いことを反映しているのが、専用モニターを用いた TV 会議型の遠隔医療を行なうケースが多い。通院においての医師とのコミュニケーションに近い状況を再現できることが特に患者の安心感に繋がる。

Apollo Telemedicine Inc

アメリカの遠隔医療専門の企業。[3] ISDN 回線によって患者と遠く離れた医療機関の医師を TV 会議システムによって結ぶ。送信する映像を撮影するデジタルカメラと遠隔地の映像を表示させるためのモニターがセットになっている専用機器を利用する。

2.0.3 生体情報取得型 TELEMEDICINE システム

生体情報の取得方法に差がある。個人の行動に左右される度合の大きいポータルサイトへの手入力か、専用デバイスを用いた外部サーバへの自動的なデータ送信かに別れている。

表 2.1: 一般情報提供と関連商品販売によるセルフケア支援サービス

対象	幅広くヘルスケアに関する情報と、そのまま家庭で健康管理目的で利用できる商品を探している人
生体情報種類	測定などは無い。測定時のバロメータとなる測定値例などのみサイトで閲覧化
取得	無し
蓄積と保持	無し
利用	サイト中で取り上げている商品を通信販売で購入し、利用することができる
問題点と特徴	あくまで民間療法に近い形で相対的に推奨される処置方法のみを提案する。の情報と器具・薬品の提供だけを行っており、患者の客観的な生体情報を利用することはない。

表 2.2: TV 会議型 TELEMEDICINE システム

対象	医療機関に通うことが困難なあらゆる症状の患者
生体情報種類	映像から得られる患者の身体状況すべて。
取得	TV カメラ越しにリアルタイムの映像として取得。
蓄積と保持	通常 TV 会議でのやりとりは保存されていない。
利用	病院での診療を TV 会議越しに行なうのみ。
問題点と徴	その時の患者の健康状態は、通常に通院と同じで医療機関の管理する紙媒体のカルテにしか残らない点。TV 会議のための専用機器が必要である。

表 2.3: 生体情報取得型 TELEMEDICINE システム

対象	疾患の事前予防を目的とし、医療機関に行かずにできる手軽な方法を求めている人
生体情報種類	特定の種類の計測値ではなくて、サイト側で表示される問診に選択式で答える方式。特に具体的な数値を入力することは無い。
取得	同上
蓄積と保持	問診の結果下されたアドバイスについては記録されない。一回一回の問診方式を取っており、アプリケーション側で質問内容に過去の履歴が影響する仕様にはなっていない。
利用	日常の中で自分の健康状態をスナップショットとして確認するとき参考とする。
問題点と特徴	アプリケーション側の問診に択一方式で答えるため、使い勝手が良い。しかしその際のデータの履歴が残らないので後々参考にするのは難しい。

WELLMED.COM

個々の症状にあわせた健康管理方針を提供するパーソナル健康ツールソフトウェアを販売。[4]

- WellQuotient 個人の健康状態を WELLMED 社独自の指標に従ってスコア化する。複数の質問に利用者が答えることによって、健康管理の処置指針が決定される。その人の身体状況に併せて質問内容は変更可能である。
- WellTIPS テーマや目的ごとに個人のライフスタイルを提案する。
- Well Records 個人の健康記録システム。その日の健康状態や行なった運動や摂取した食品について利用者が自分でサイトに入力する。サイト側ではそれを保存する。

2.0.4 生体情報取得閉ネットワーク型自己管理システム

生体情報を測定し、記録を蓄積することによって自身の健康管理の指針決定の際の資料にするというメカニズムのシステム。生体情報の取得と蓄積の段階にネットワークを使うが、蓄積された情報は外部接続性のないコンピュータで管理され自分一人しか利用できないようになっている。

TANITA ヘルスプラネット

中年を対象に、健康管理を支援する閲覧・情報記録専用アプリケーションソフトウェアを提供する。

アプリケーションソフトウェアで管理される生体情報の種類は、血圧・体重体脂肪率・歩数の3種で、測定後はそれぞれ微弱無線で各センサデバイスから専用レシーバにデータを送信する。[5]

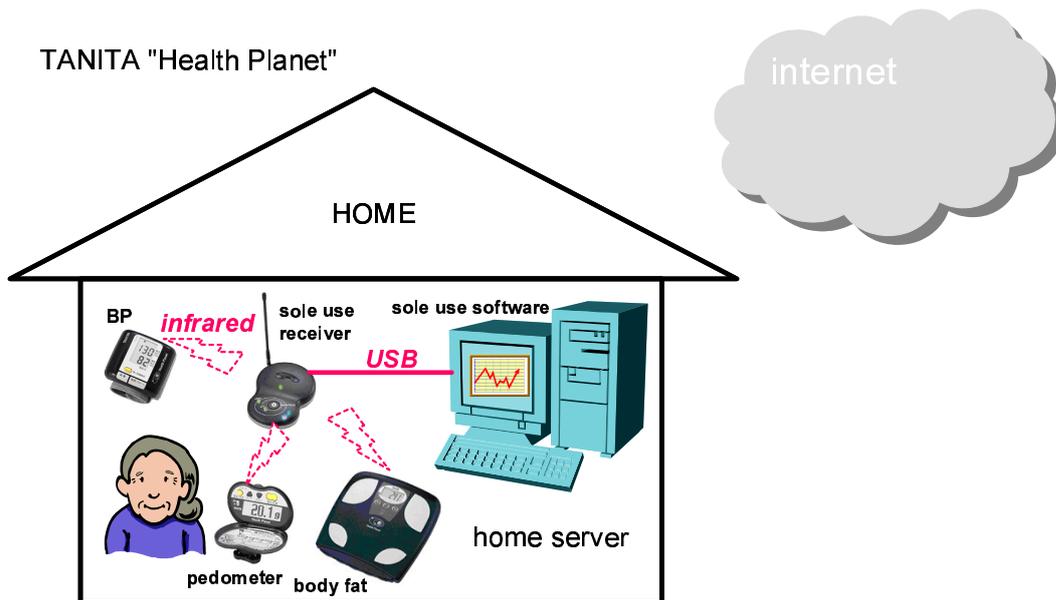


図 2.2: TANITA ヘルスプラネット

専用レシーバは短期的な情報蓄積機能を持つてはいるが、レシーバ本体に蓄えられた生体情報を家庭用パーソナルコンピュータにUSB接続によって送信し、その後はパーソナルコンピュータ上で生体情報を管理する。一つのキットで、4人までの個人情報管理できるので家族向けではある。基本的に4人が共通の一だいのパーソナルコンピュータにデータを送信するようになっており、パーソナルコンピュータ内のヘルスプラネットのデータはTANITA独自の暗号化を行ない、直に生データを参照できないようプライバシー保護についても配慮してある。

パーソナルコンピュータに蓄積された生体情報は、専用ソフトウェアによって様々なパラメータでグラフ化されたものを閲覧することが可能である。一カ月間、測定・送信を行なうとデータの履歴からアプリケーションソフトウェア側で今の健康状態について簡単なアドバイスを表示することができる。

専用ソフトウェアを使うことによって、日間・週間・月間ごとに各測定値の推移を閲覧することが可能である。一定時間生体情報が貯ると、自分の健康状態に関して簡単にアドバイスをしてくれる機能もある。一種類ずつのデータについてアドバイスをしてくれるが、測定ができなかったりすると正しくない判定をされてしまうなど、まだまだ機能的に不十分である。

蓄積された情報の処理についても特徴がある。専用レシーバにUSB接続されたPCのみに、独自に暗号化されたデータを蓄積していくことになっている。この手法では蓄積されたデータは専用ソフトウェア以外で利用することができない。このPCがスタンドアロンであるという特性ゆえに、ネットワークを介して他のデータベースサーバやマシンとの情報共有は不可能である。

生体情報取得のためのデバイス・受信レシーバ、蓄積するための暗号化方式、利用するためのアプリケーションソフトウェア共に、独自規格で作られた製品なので、現状の3種類以外の生体情報について組み込みことが不可能である。また、セットで購入しない限りそれぞれを利用することができない。

表 2.4: 生体情報取得閉ネットワーク型自己管理システム

対象	日頃忙しくて時間が無いが, 生活習慣病の事前予防やダイエットをしたい主に中高年 .
生体情報種類	体重・体脂肪, 血圧, 歩数
取得	専用センサデバイスを 4 人で共有 . 各デバイスで測定した生体情報は微弱赤外線専用レシーバに送信 .
蓄積と保持	レシーバ側で最大 168 時間まで一時的に保持可能 . スタンドアロンな 1 台の PC をメインの記憶領域として 4 人で共有 . TANITA 独自の暗号化の後, 1 ディレクトリに保持 .
利用	閲覧 + 健康状態メモ記録用 TANITA 専用ソフトウェア . 閲覧パラメータは日, 週, 月ごとの単位 . 一か月以上のデータ蓄積がある場合分析して健康管理アドバイスメッセージを出す機能付き .
問題点と特徴	システム全体が TANITA 独自の仕様のため, 新しいデバイスの導入不可 . 記憶媒体である PC がスタンドアロンであるため情報の二次的利用・共有不可 .

2.0.5 生体情報取得開ネットワーク型疑似診療システム

生体情報の取得方法とその内容に差がある . 個人の行動に左右される度合の大きいポータルサイトへの手入力か, 専用デバイスを用いた外部サーバへの自動的なデータ送信かに別れている .

HEALTH HERO

問診表が一問ずつ表示される小さな液晶と返答するための 4 つのボタンを備えた小型の専用デバイスを利用する . このデバイスは無線通信機能を備えている . [6]

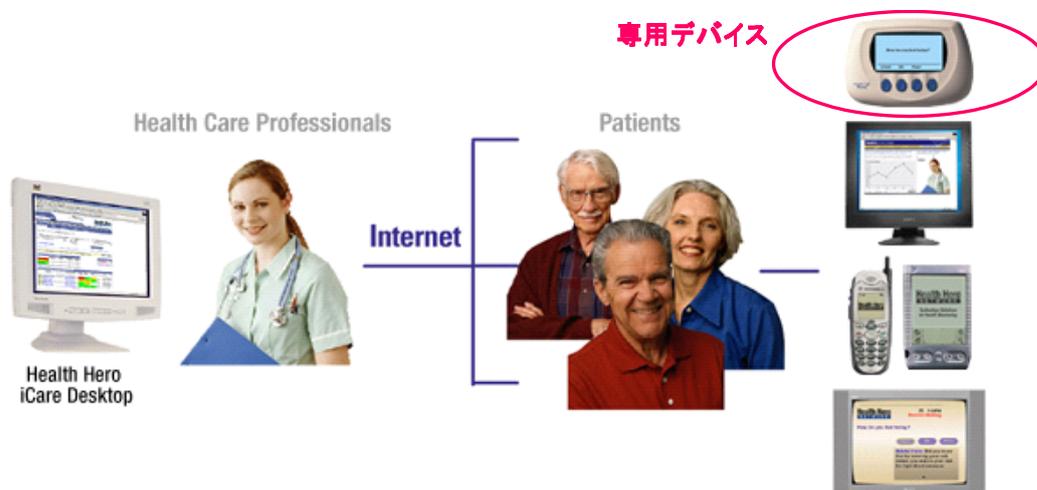


図 2.3: 問診方式による健康情報送信の簡便化

毎日定時に HEALTHHERO 側から問診内容が送信されてきて利用者が HEALTHHERO 側のアクティブサーバ側に送信する .

表 2.5: 生体情報取得ネットワーク型疑似診療システム 例 1

対象	幅広く手軽に, 医療専門家の意見を取り入れながら健康管理をしたい人
生体情報種類	利用者の計測値ではなくて, 問診表に対して択一式の返答のみが診断の資料として使われる.
取得	同上
蓄積と保持	HEALTHHERO と契約を結んだ医療機関のアクティブサーバに, 利用者のデバイスから送られてきた返答内容が蓄積する仕様となっている.
利用	アクティブサーバ側に蓄積された情報は, 医師が定期的に目を通し以上がある場合は 来院通告などの事前予防策をとる. 利用者は択一式返答を行なうことによって最終的に受けるアドバイスを健康管理に役立てる.
問題点と特徴	患者からの健康状態の情報を集める手段として択一で返答可能な問診方式をとったことで, デバイスも簡素になり, 高齢者でも利用しやすくなった. しかし, 客観的な資料となる生体情報の測定値は依然として取得できない. 過去の履歴をサーバに蓄積させることが可能になり, 一人の人についての情報を把握する判断資料が増えたと同時にそれが利用者に安心感を与えることができるようになっている.

アクティブサーバ側に送信された情報は WEB ページによって医師が定期的なチェックを行なう. 以上があれば, 利用者に電話や電子メールで来院を通知する.

アクティブサーバで患者側の問診の答を蓄積し続け, 診療の際にも診断資料として医師が利用することができる.

ナショナル 在宅ヘルスケア支援システム (夢の研究所)

ナショナルが提案するのは, 様々な在宅介護環境を想定したヘルスケア支援システムである. 対象が, TANITA のヘルスプラネットよりも広く中高年の健康管理だけでなく, 手術後の家庭でのリハビリ・介護ケアのサポートの一環であるとか, 在宅介護を行なってる家庭では被介護者本人の生体情報を確保することで介護環境の充実をはかるなどがある.

扱える情報が多く, その取得・管理方法も様々である.

問診表形式でやりとりがなされる生体情報と, 専用デバイスで測定した生体情報を定期的に送信するという 2 種類の情報処理が行なわれる. まず患者は自分の症状に合わせて本人が測定情報項目や問診項目を選択する. それに従って契約した病院側が作成した問診表を送る.

測定デバイス側は, 血圧・体温・心電図・体重・血糖値・ピークフロー・血中酸素・聴力について測定することが可能である.[7] それぞれ, ネットワーク接続性を持ったコンピュータに物理的に直接接続されており, 測定後送信決定を下すとナショナルの管理するアクティブサーバに送信される. ここで取り扱われる生体情報は, 基本的に契約している病院側の指定された医師からのアクセスのみを許している. 医師は患者側から送信された情報に対して下した診療結果を返す仕組みになっており, 患者と医師の 1 対 1 の診療モデルをインターネットに載せた形式になっている. このことによって, 時間的・空間的制約の問題は解決した.

診断結果によっては必要に応じて WEB カメラを使用して、テレビ会議による遠隔診療を行なうこともできる。

以下にナショナル在宅ヘルスケア支援システムのシステム図を載せる。

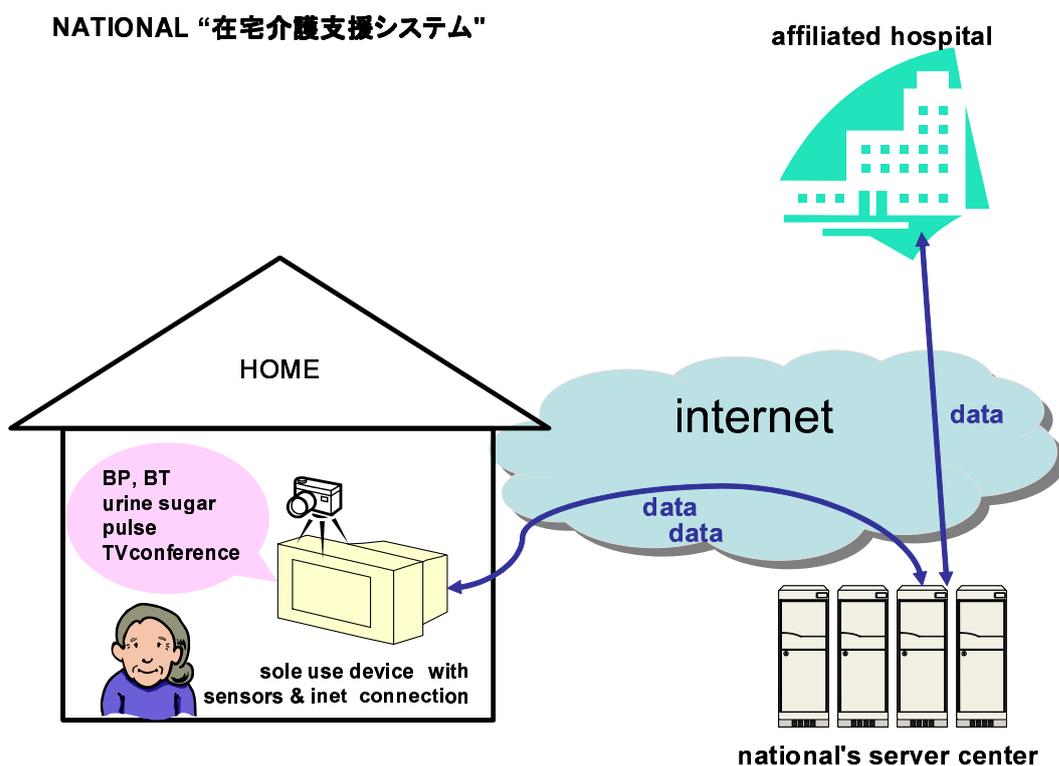


図 2.4: インフラとしてネットワークを利用した松下のシステム

利用者が利用するデバイスは「電子健康モニター」と名付けられている。タッチパネルを搭載したネットワーク接続性を持つコンピュータであり、同時に複数の測定機器のデータ出力端子が直接接続されている形式となっている。

電子健康モニターに接続されているのは標準で、

- 体温計
- 血圧計
- 33 万画素 CCD カメラ

の 3 種類となっている。使用する人の症状によって血糖計・心電図・聴診器を追加することができる。電子健康モニターにはそれら拡張機器用の入出力ジャックが附属している。

タニタのヘルスプラネットに比べて使える測定機器の範囲が広がっているが、松下の専用機器以外は組み込めないという仕様になっている。

利用者と契約した医師との間のコミュニケーションの手段は 3 つある。

- 問診表（医師側が送った 2 択又は 3 択の質問に電子健康モニターのタッチパッドを用いて利用者が答える形式）
- 医療専門家からの電子メール

表 2.6: 生体情報取得開ネットワーク型疑似診療システム 例 2

対象	<ul style="list-style-type: none"> • 高齢者や中高年向けの疾患予防や健康管理. • 手術後のリハビリ家庭養療などの在宅医療支援. • 在宅介護支援.
生体情報種類	(基本) 血圧, 体温, 脈拍, 体重, 血糖値 (オプション) 症状に合わせて尿糖度や TV モニターによる患部画像
取得	ネットワーク接続性を持つコンピュータに直接接続で組み込まれている形式のセンサデバイス群 (名称: 電子健康モニター)
蓄積と保持	一時記憶領域として電子健康モニターに 168 時間分. 患者の選択によってネットワーク越しの松下管理のアクティブサーバへ.
利用	松下独自のユーザインターフェースによりデータの閲覧が行なわれる. 粒度は日週月.
問題点と特徴	測定デバイスと閲覧ユーザインターフェースが松下独自規格. 松下のアクティブサーバに蓄積された情報が参照可能なのは, 一部の定型病院の医師のみ. かなりの高コスト. ネットワークはほとんど専用線として用いられ情報共有は不可.

- 電子健康モニターに附属しているカメラを用いてのテレビ会議

どれもタッチパネルを利用できる専用機器がなければ実現しないのが問題点である. また利用者宅でもなく, 医療期間でもなく, 松下の管理するアクティブサーバ側でどのように生体情報が管理されるか曖昧である. 電子健康モニター側では, 1 週間分の測定結果を蓄積できるとあるが, それがどのようなフォーマットで保存されているのか, またどのように病院側に送られているのかは不明である.??

2.1 問題点と改善点の提起

本研究では, 人々の健康管理志向に答えられるヘルスケア支援システムとして最も理想に近いものは前節で挙げた分類の中で生体情報取得開ネットワーク型疑似診療システムであるとする. この中でも, 特に患者と医師とのコミュニケーションをインターネット上に載せて疑似的な診療を提供している既存システムを, 在宅ヘルスケア支援システムと呼びその問題点と改善点を整理し, 次章ではその新しいシステムモデルを提案する.

2.1.1 生体情報処理仕様のベンダ依存性による問題

既存のヘルスケア支援システムでは, それぞれ患者の健康状態の判断資料として生体情報を測定する専用機器を利用している.

図「」で示すシステム内の 4 機能において, 情報を取得する部分であるセンサの仕様が生体情報の種類やベンダによって異なるという性質が, 他の搬送, 蓄積, 利用の 3 機能

に影響を与えている。このことはネットワーク利用の利点を生かしきれず、ヘルスケア支援システムとしてのアプリケーション層での生体情報共有や患者の健康状態に柔軟に生体情報利用の障害となっている。

- センサからネットワーク上のDBへの搬送プロトコル
- 情報管理データベースにおける保存データの内容や保持方式の仕様
- DBの情報を利用するアプリケーションソフトウェア仕様

以上3点がシステム毎に独自仕様であり、それを作成しているベンダーがその仕様を公表しないなど情報共有の可能性を考慮していないことと、利用機器やデータベース部のネットワークへの非接続性がネットワーク利用の恩恵を無にしており、結果としてヘルスケア支援システムとしての全体の機能要件を満たす障害となっている。

具体的にどのような障害が発生するのか以下に列挙する。

生体情報取得時の障害

各システム毎、センサで発生したデータのセンサノード側での加工仕様や外部への搬送仕様が異なる。従って、新しい測定デバイスを導入する時にそのシステムの仕様通りにノードが設計されていないとシステムに組み込むことが不可能である。

これは、患者の健康状態にあわせて必要になった新しい種類の生体情報の取得の障害となる。

生体情報のデータベースへの登録時と保持時の障害

各システム毎 センサノードでの固有の情報加工仕様と外部への搬送仕様をもっているため、データ加工仕様の影響を受けるデータベースの仕様もそれぞれ固有になってしまう。

この場合、それぞれセンサノードごとにデータベースを設置する必要が生まれてしまう。同じシステム内でも使っているセンサによってデータ蓄積部分が個別に存在するという事象は、システムの拡張性を著しく低下させる。

アプリケーションソフトウェアの製作時の障害

データベース仕様が各センサノード毎に固有である場合、そのデータベースからデータを引き出して利用するアプリケーションソフトウェアもその仕様の影響を受け、データベース仕様に対して1：1の個数必要になってしまう。

人の健康状態を把握するためには数種類の生体情報が必要なので、現状のセンサノードとデータベースの仕様の関連性を考えると、統合的に健康状態を管理するアプリケーションソフトウェアは複数種類必要になってしまうし、新しいセンサデバイスが増えた時にアプリケーションの全体をつくり直さなければならない。このことが、有用なアプリケーション開発やそのメンテナンスの障害となる。

生体情報利用要求に対する応答実現障害

センサの種類とそれを外部へ搬送するセンサノードのデータ処理仕様が、センサノード毎で固有なことが、システム内のデータベース部とそのデータベースからデータを引き出しているアプリケーションソフトウェアに影響を与えることは前述したが、このことは既存のヘルスケア支援システム同士での相互接続性に影響を与えている。

例えばあるシステム A を利用して患者から生体情報を集め診断を行なう医師が突然その他の同類のシステム B を利用している患者 から診療依頼を受けた時、医師が患者 の情報を参照するには システム B での データが保持されているデータベースサーバへのアクセス権と、そのデータを利用するための専用ソフトウェアを入手しなければならない。他にもシステムを利用するための事務的手続き（ライセンスなど）いろいろ必要な可能性もある。

これでは、この診療依頼が緊急を要する時にすぐ対応できず、ヘルスケア支援の要件を満たしているとは言えない。

ヘルスケア支援には医師・看護師・介護士・家族など様々な立場の人間が関わる必要があるので、上の例のように情報共有に障害があることは論外である。増して、情報の伝送にネットワークというインフラを利用可能なのにも関わらず、ネットワークの特性の一つである情報共有が実現できていないことは既存システムの大きな欠陥であると言える。

2.1.2 まとめ

前節に述べた通り、生体センサノードによる生体情報処理がセンサデバイス毎やベンダー毎に固有である。そのため、生体センサノードが担う搬送機能以外の蓄積機能やアプリケーションの仕様に影響を与える問題がある。結果、ヘルスケア支援システムの構築に当たって、次の二項目の障害が起きる。

- データ利用者がアプリケーションソフトウェア越しに出すデータベースへのあらゆる生体情報取得要求への柔軟な対応。
- 新しい生体センサノードの既存システムへの容易な導入。

次章では、この二点の障害を解決するためのアプローチについて議論する。生体センサノードからデータベースへの生体情報の搬送仕様の決定が必要であることを述べる。

第3章 問題解決のアプローチ

本章では、前章で述べた既存システム内における生体情報処理の独自規格がその上で利用されるアプリケーションの作成やその拡張性にとって障害となる理由を整理し、それに対して改善策となるシステムモデルを提案する。

本研究ではこの既存の生体情報取得ネットワーク型疑似診療システムについて前章で述べた問題点を改善したシステムを「在宅ヘルスケア支援システム」と呼ぶ。

3.1 インターネット上ヘルスケア支援システムに必要な機能

在宅ヘルスケアシステムを定義づけるシステム内の機能と、各機能間の情報フローについてのモデル図を以下に示す。

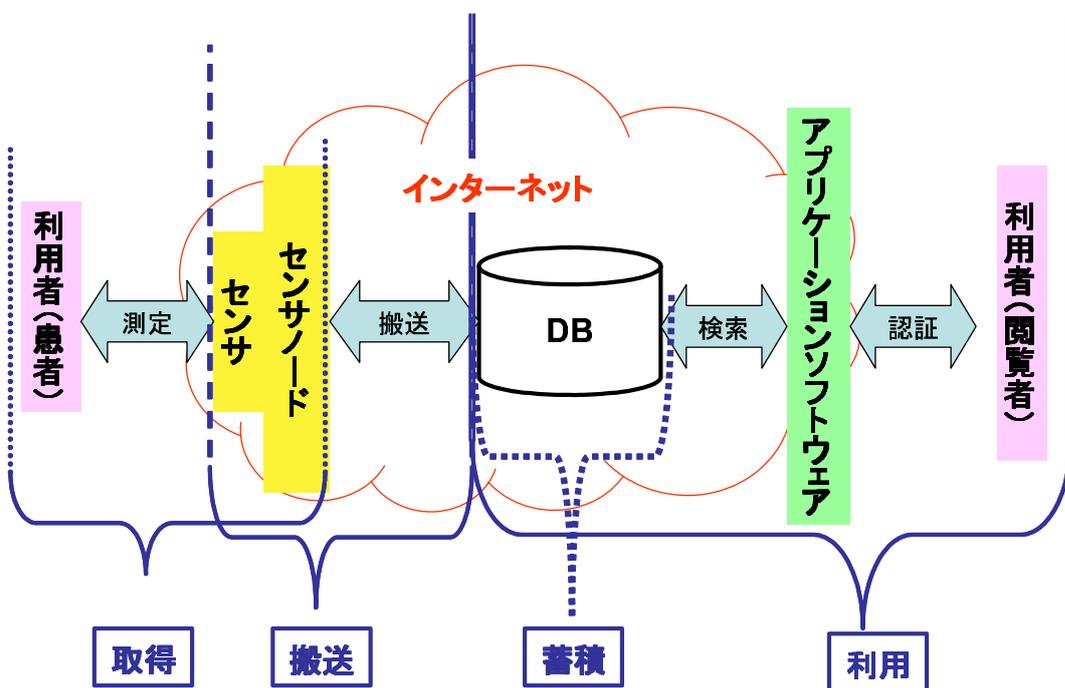


図 3.1: インターネットを利用したヘルスケア支援システムの機能

生体情報のデータフローについて、在宅ヘルスケアシステム内に必要な機能は図のように大きく4つになる。

第1章で述べたヘルスケア支援と生体情報の定義より、システム内で測定値としての生体情報を利用することを必要機能条件とする。また、その生体情報をヘルスケア処置時の処方資料として有効にするために、長期間定期的に蓄積し保持し続ける機能が必要である。その資料を作成するためには然るべきデータベースシステムが安全性の高いデータ保持を行なう必要があり、保持する情報の容量も大きくなる。従ってデータ保持場所が生体セン

表 3.1: 在宅ヘルスケアシステム内の 4 機能

取得	センサから自動的に発生する測定値を通信機能を備えたノードの入力として取得する。
搬送	センサからの入力データをデータベースサーバに挿入するために、ネットワークなどの搬送路に載せるための情報加工を行ない、送信する。
蓄積と保持	生体センサノードから送信された生体情報を長期間、保持し続ける記憶領域が存在する。
利用	人の生体情報取得要求をアプリケーションソフトウェアに実装し、生体情報を保持するデータベースにアクセスし保持されている情報を利用する。

サノード外になり、センサで発生した情報をデータベースシステムまで搬送する必然性が生じる。

2章で述べたように現存システムの大きな問題点は、利用者の様々な生体情報の利用要求や健康状態に併せてシステムの提供可能なサービスの内容を変更するといった要求に答えられない、システムの汎用性の低さである。

また上記の問題点の根源となるシステムの汎用性の低さを生み出す要素が、センサノードの生体情報加工仕様と搬送仕様であること、その仕様がシステム毎に固有でありシステム内部の全機能が連鎖的にこの生体センサノードの生体情報処理仕様の影響を受けてしまうことを述べた。

本研究ではシステムの汎用性を低下させる要因となる生体センサノードからデータベースへの生体情報搬送仕様を改変することでシステム全体の汎用性を向上させることを狙い、睡眠時の呼吸数、心拍数およびねがえりなど体の動きの有無を生体情報として取得するベッドパッド生体センサーについてその生体センサノードでの生体情報処理及び外部データベースへの搬送仕様について設計と実装を行なう。

3.2 生体センサノードにおける生体情報処理仕様

第1章で述べた在宅ヘルスケアシステムの定義を反映しながら第2章で述べた現存のインターネットを利用したヘルスケア支援システムの問題点を解決するために、前節で挙げた機能の中で特に新しいモデルを導入する必要がある部分には優先度がある。2章の末尾で述べたように本研究では既存モデルの改善の優先度を、生体センサノードの生体情報搬送仕様におくことで、システムの拡張性とデータ要求への柔軟な応答を実現する。

3.2.1 測定値種類に特化したデータタイプの指定

前節で述べたように、患者の健康状態情報の共有やアプリケーションソフトウェアを通じたデータベース内のデータ利用簡便性を向上させるためには、生体情報搬送仕様を改変する必要がある。

ここでデータ種類毎に生体センサノード側でのデータタイプを指定することがシステム全体に与える影響について図に示す。

測定する生体情報の種類ごとにセンサからの入力情報の加工仕様を決定し、システム内

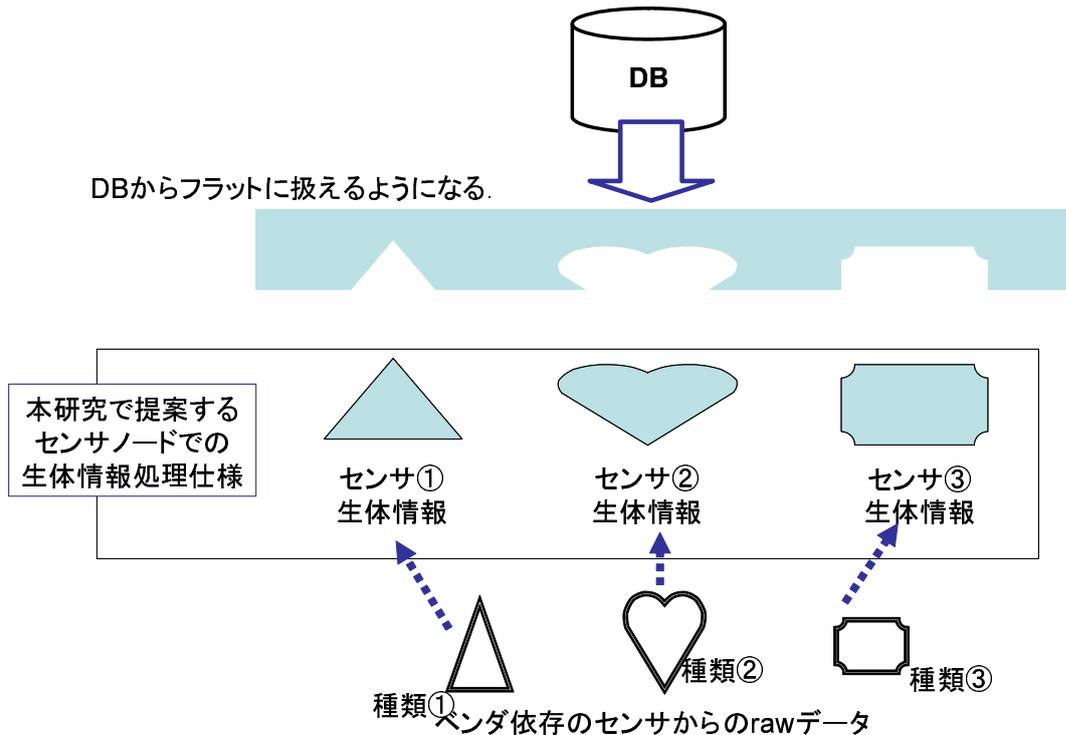


図 3.2: データタイプの指定がシステムに与える影響

の他の機能（取得部，蓄積保持部，利用部）にその仕様を反映させれば，違うシステム同士でもお互いの生体センサノードの情報を利用することや，新しい生体センサノードをその搬送仕様に準拠して実装すればすぐにシステムに組み込むことが可能となりシステムにおける生体情報の利用簡便性が向上する．システム内の他機能に反映される部分とは，データベースサーバで用いられるデータベースソフトウェアのスキームでやデータベースから生体情報を抽出する際の API などである．

ここでいうデータタイプとは，搬送の際にネットワークパケットに内包される情報とその属性についての定義である．本研究ではベッドパッド生体センサーについてこれを定義し，その詳細は次章で述べる．

データタイプを決定することによって，システム内での生体情報保持部のデータベースソフトウェアのスキームが容易に指定され，それらを組み合わせることで一人の人に関する複数種類の生体情報を一つのリレーショナルデータベースとして一元管理することが可能になる．このことは，システム内でのデータベースの利用において扱う生体情報の種類についての制限を軽減する．

3.2.2 生体情報の搬送について

生体センサノードからの生体情報搬送仕様について，前節で述べたデータタイプの他に，その搬送機能についても生体情報の種類毎の仕様を定義する必要がある．その搬送仕様の中で重要なものの一つに搬送の時間的粒度に関する仕様決定がある．

現存のシステムでは生体センサノードの搬送仕様がセンサ種類とベンダ毎に固有であり生体センサノードからの搬送頻度の時間間隔と，アプリケーション越しに利用者から発生する生体情報利用要求の時間的粒度の整合性が取れない場合が多い．その結果，利用者側

は欲した情報を入手できない。ヘルスケア支援システムは、患者の健康状態を知る資料となる情報を必要に応じて確実に提供できる仕様にする必要がある。従って、生体センサノードからの情報搬送頻度とデータ利用要求の時間頻度の整合性を取る搬送プロトコルを構築する必要がある。

本研究では、様々な時間粒度での利用要求を想定した上でそれに柔軟に答える機能をデータベースに移管する。これによって生体センサノード側ではセンサで取得できる情報を可能な限り無抽出でデータベースに搬送し、データベースサーバ側でも時間的制約を設けずに、受信した生体情報をデータベースに格納する方式を採用する。

第4章 ベッドパッド生体ノード搬送仕様の設計

本論文では、インターネットを利用した在宅ヘルスケアシステムにおいて昨年度から実験を開始してテストベッド的性格を持つ e ケアタウンプロジェクトで利用したシステムを最大限活かすことを考えて生体センサノードの生体情報搬送プロトコルの設計について述べる。

4.1 ベッドパッド生体ノード搬送仕様

本節ではベッドパッド生体センサーとデータベースサーバの通信手順について述べる。

4.1.1 生体センサノード側生体情報処理フロー

生体センサノード部での生体情報処理の流れを以下の図に示す。

raw データスプール部

raw データスプール部では、生体センサノードにおいて直接接続されているセンサの出力部からのアナログ波形の入力を受けとりそのままメモリの一部にバッファリングする。

raw データ変換部

raw データ変換部では、raw データスプール部に保持されている raw データを 1 分毎にアナログデジタル変換して、tmp ディレクトリに保持している。変換後に tmp ディレクトリに保持された情報は外部に送信されることがなければ最大で 1400 バイトまで保持され、これは生体センサノードの情報では一日分である。ここでは、既にデータのビット列の中身が呼吸数や心拍数となるよう変換が行なわれている。

raw データ変換部での変換の手順は以下に示す。

「横河の ADconv の図」

生体情報スプール部

raw データ変換部を経由して提起的に生体情報が蓄積される。この生体情報スプール部へのバッファリングが一定容量になると、外部送信部を呼び出して、ここに貯められた生体情報は送信される。

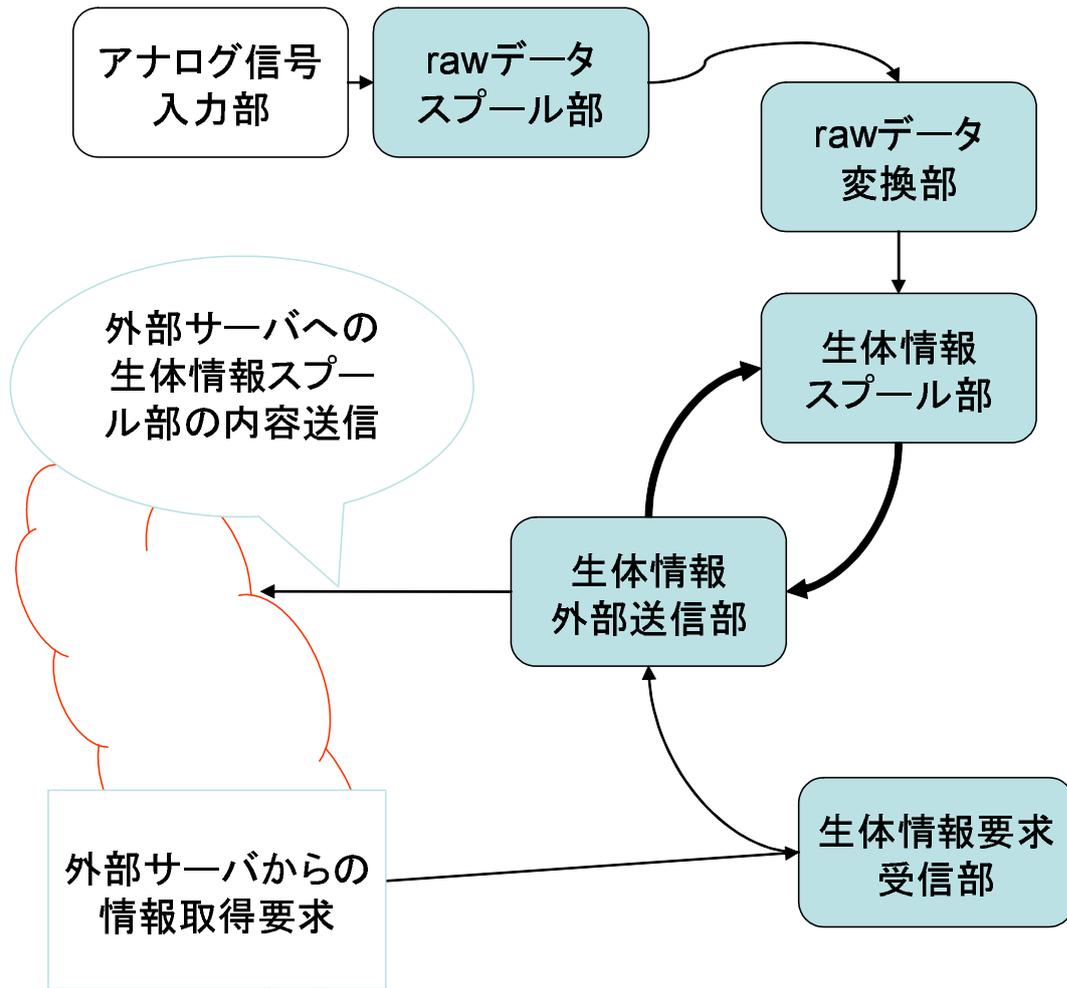


図 4.1: 生体センサノード内生体情報処理フロー

外部送信部

raw データ変換部で、AD 変換されて生体情報スプール部に蓄積された情報はバッファ部の一定容量を満たすたびに、外部サーバに送信される。バッファ部の一定容量は、センサから常に一定で同じサイズのデータが入力されることを受けて、一定時間ごとに満たされる。よって、この外部送信も一定時間毎に行なわれる。

この外部通信部が実行されるたびに外部サーバへアップロードされる。

これによって raw データ変換部で保持された情報を損失することなく外部へ搬送することが可能である。

要求受信部

一連の raw データの変換処理送信処理は、バッファのサイズに左右されて実行されたが、本研究での実装部としてサーバからの生体情報要求を受け、生体ノード側のバッファサイズに関係なく バッファ部に蓄積されたデータを即時的に送信するサーバプログラムを設計に組み込む。

4.1.2 データベースサーバ側生体情報処理フロー

次に、生体センサノードからの生体情報を蓄積するネットワーク上のデータベースサーバ内での生体情報のフローについても記述する。

図は外部データベースサーバ内での

情報要求窓口

生体情報データベースの情報を利用するヘルスケア支援アプリケーションからの生体情報取得要求を受け止める口。

ここでは、要求事項に含まれている時間粒度部位を参照しその生体情報がシステム内のどこに保持されているかを判断して二次的に情報取得要求を発生させる。

ここで、手前のデータベースサーバに取りに行くか、生体センサノード側に即時的に取得要求を出すかの時間粒度の設定は生体センサノードの生体情報の種類の左右される。

また、手前のデータベースサーバへのアクセスを行なった際はそこで入手した情報をアプリケーションに返す部分も担う。

センサノード側受付部

生体センサノード側からその生体情報種類によって規定の粒度で継続的に送られてくるデータを無抽出的にデータベースサーバに挿入するサーバプログラム。本研究で提案する搬送仕様にしたかったデータタイプで受信すれば、ここでデータベースに登録するための二次的加工処理をする必要がなくなる。

アプリケーション要求伝言部

情報要求窓口から生体センサノードへの即時的情報取得アクセスが必要な場合、その要求を生体センサノードに対して発信するクライアントプログラム。アプリケーションからの情報要求をそのまま流す。

以上が生体センサノードと生体情報データベースシステムにおける生体情報処理の変遷である。

4.2 生体情報データタイプの設計

本節では生体センサノードの搬送仕様の固有性を取り除くべく、拡張性を高める生体センサノードのデータタイプを定義する。

4.2.1 生体情報用搬送プロトコルの設計

本節では、前章で述べた在宅ヘルスケア支援システムの拡張性を向上させるために必要な生体センサノードからデータベースへの搬送仕様の設計について述べる。

在宅ヘルスケア支援システムにおいて、生体情報生体センサノードから発生した生体情報をネットワークプロトコルである TCP のパケットとしてデータベースまでの搬送を行なう。

表 4.1: 生体情報搬送時のデータタイプデザイン

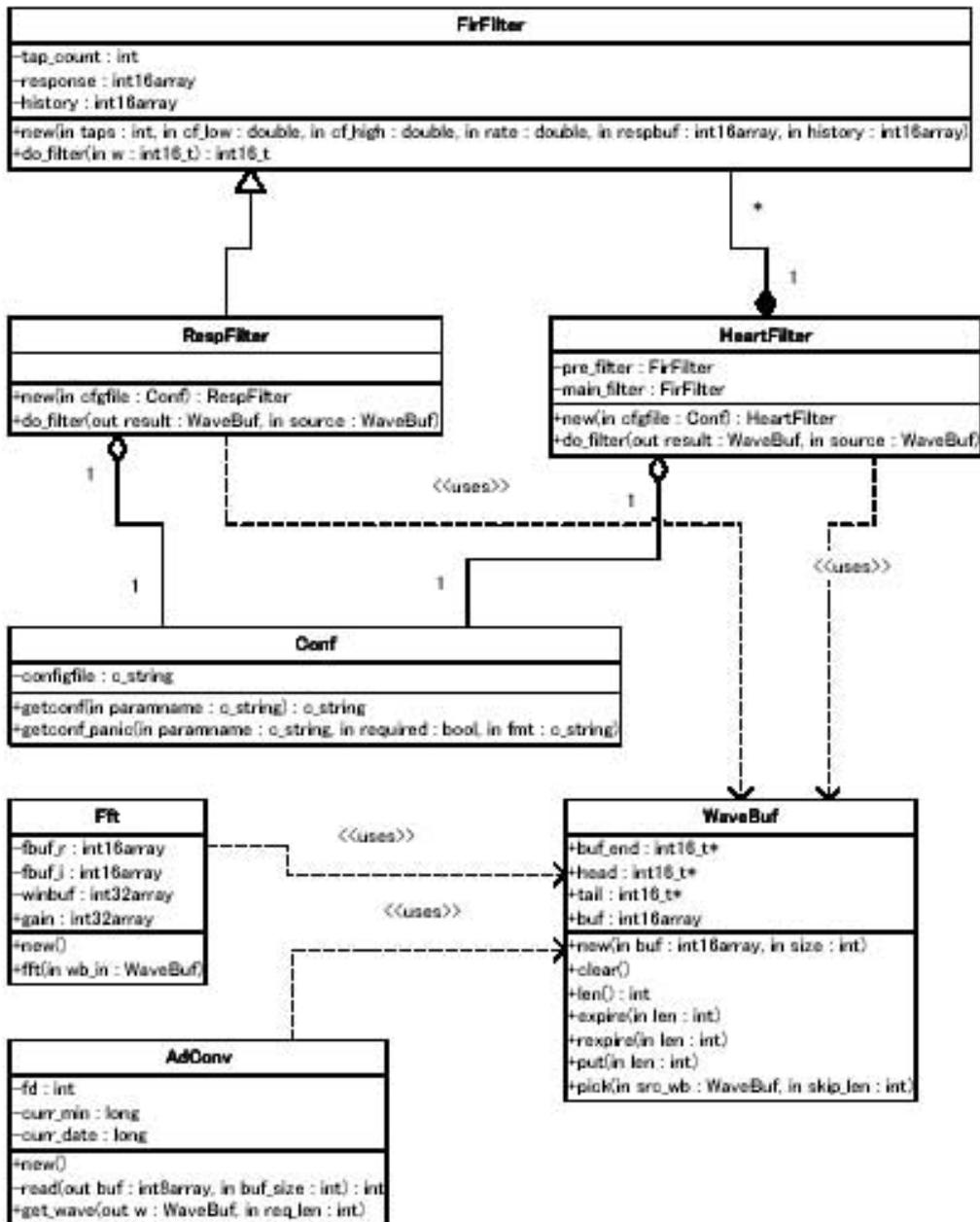
バージョン	使用している搬送プロトコルのバージョンを明示 .
センスされた人 ID	誰についてセンスした情報なのか .
計測絶対時刻	センサから raw データの段階で発生した時刻 .
データ取得周期	センサからのデータを生体センサノードが取得する周期 .
データ種類	センサが計測している生体情報の種類 .
デバイス ID	生体センサノードの持っているデバイス ID .
予約領域	将来的に生体情報に不可される可能性のある情報の属性を入れるための領域 .
生体情報本体	そのセンサデバイス固有のデータ保持構造。生体情報の種類やベンダ依存で決定される。

TCP パケットが内包する生体情報搬送時のデータタイプデザインを以下に示す .

4.2.2 生体情報データタイプを反映したデータベーススキームの設計

本節ではリレーショナルデータベースを構築可能なデータベースソフトウェア上でのデータベーススキームについて述べる .

これは , 前節で述べた搬送仕様の保持するデータタイプを反映させて作成する .



☒ 4.2:

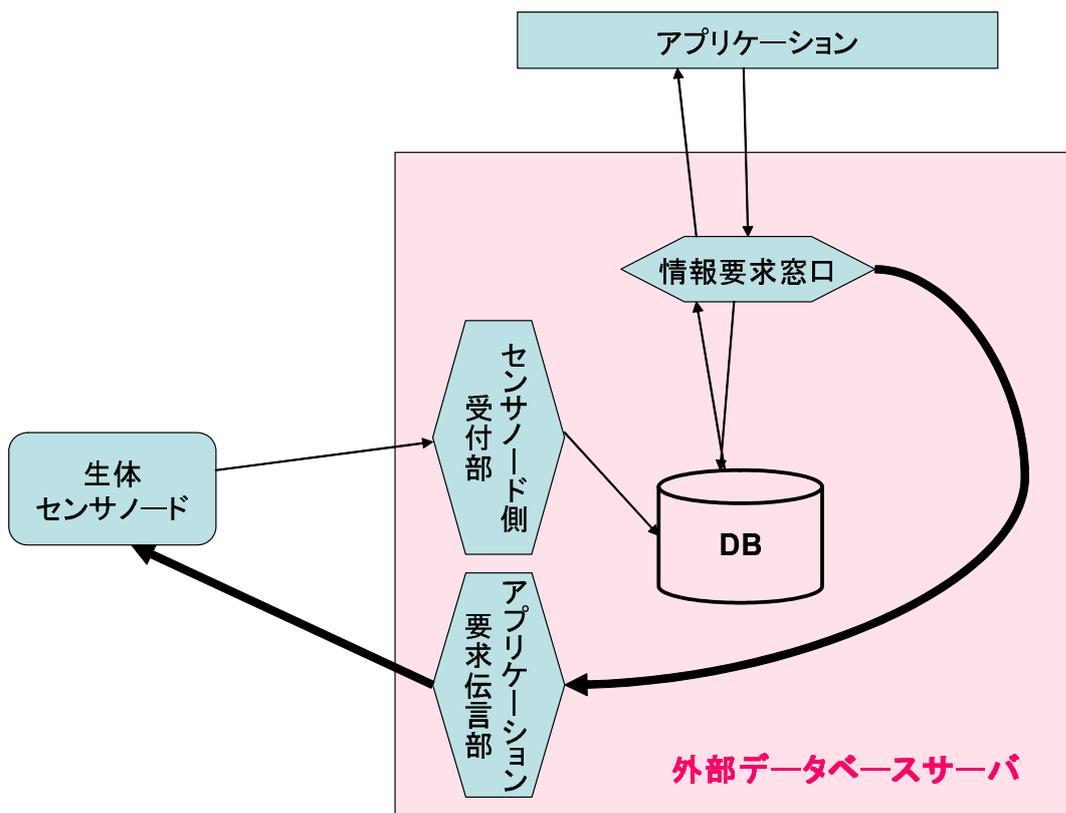


図 4.3: 外部サーバ内生体情報処理フロー

第5章 ベッドパッド生体ノード搬送仕様の 実装

5.1 実装環境

本研究で使用した機器を下に列挙する。

ベッドパッド生体センサノードに関しては、独自のソフトウェアイメージを作成するためのクロスコンパイラ環境を用いた。

5.2 生体情報搬送プロトコルの実装

ヘルスケア支援システムで作成する搬送プロトコルの使用は前章で述べた通りである。本節ではこれをどのように実装したかを具体的に述べる。

5.2.1 ベッドパッドセンサ生体ノードのプロトコル仕様

生体センサノード本体が種類やベンダ固有で持っている生体情報本体の部分（今回実装でもちいたノードは構造体として保持していた）に、センサノード ID と計測時刻を不可した新しい構造体を作成し、それを搬送仕様として採用する。

5.2.2 生体情報

第6章 評価

6.1 定性的評価

- 具体的にどのセンサーデバイスからの生体情報を搬送できたかをリストアップ- ベンダー固有なやりかたと, sachi のインターフェースを介したやりかたを比較した場合, どのくらい step 数が圧縮できたかどうか . - 任意のタイミングで (どのくらいのレイテンシ値内) 生体情報をとれたか?

6.2 定量的評価

第7章 結論

7.1 まとめ

7.2 今後の課題

第8章 謝辭

参考文献

- [1] ケンコー.com. <http://www.kenko.com>.
- [2] Scrip pharmacy. <http://www.scrippharmacy.com/mimrx/>.
- [3] Apollo telemedicine, inc. <http://www.apollotelemedicine.com/>.
- [4] Wellmed. <http://www.wellmed.com>.
- [5] 株式会社 tanita ヘルスプラネット. <http://www.tanita.co.jp/products/planet/>.
- [6] Health hero network. <http://www.healthhero.com/>.
- [7] 松下電器 在宅ヘルスケア支援システム. <http://www.national.co.jp/healthcare/>.