

哀情報による救急救命在宅ホームクラウドの提案

Proposal of Emergency Medical Care Model in Negative Feelings Environment

野地 保†
Tamotsu Noji

石川 希人†
Mareto Ishikawa

荻野 正‡
Tadashi Ogino

1. まえがき

救急医療の現場では、未だに救急隊員が搬送先と直接連絡して400床以上の中核病院や救急救命センターなど受け入れ先を探索する手法を用いており、大勢の救急患者が受け入れ先を見つけるまで長い時間を要し、「たらい回し」の状況に繋がる可能性が出てきている。我々は、救急医療の現場で受け入れ先を見つけるまで長い時間を要するいわゆる「たらい回し」の状況を打破するため、探索にかかる時間を短くする探索モデルの研究を行い、その一解決法を示した¹⁾。一方、救急医療や在宅看護を必要とする在宅介護や一人きりの所帯では、救急救命（アラーム）状態のリアルタイムな把握とアラーム状態を救急救命センターや介護センターなど外部への自動通知の正確性が求められている。

我々は、広域連携医療ネットワークシステム研究会²⁾において、一つの病院がすべての医療機能や医療情報などの患者サービス（PS: Patient Service）を提供するのではなく、診療所や病院、かかりつけ医などの医療機関あるいは保健福祉機関がそれぞれ持っている特有の機能や医療機器、医療情報の共同利用などその役割を分担する地域密着型在宅診療支援を可能とする広域連携医療エンタープライズモデルの構築を提案している³⁾。

本研究の目的は、在宅医療における在宅患者サービスクラウド向け救急救命システムの構成法を確立することである。本稿では、音声画像などのマルチセンサ網を用いたホームクラウド（プライベートクラウド）、特に健康管理、在宅診療、救急診療、遠隔診療を目的とする患者サービスクラウド向け救急救命在宅患者ホームクラウドと広域連携医療クラウドとの位置付けを明らかにして、その構成方法を検討し実験システムを実装する。

以下、2. では在宅医療クラウドの現状と課題、哀情報の構成方式、広域医療連携クラウドとの位置付け、在宅患者ホームクラウドの提案概要について、3. では救急救命在宅患者ホームクラウドの実装について提案し、最後に4. で提案モデルについてまとめる。

2. 在宅医療クラウド

2.1 現状と課題

(1) 先行研究

救急救命在宅システムの先行技術としては、アラーム（患者の異常）状態が発生した場合、アラーム状態に陥った本人が、予め各家庭内に用意されたボタンを押すシ

ステムや、救急救命センターや自治体などに電話するシステムが一般的に普及している。しかし、これらのシステムの最大の欠点は、アラーム状態が突然訪れた場合、通知ボタンや携帯電話が近くにないと対応できない点である。

本研究は、人為的動作、操作からの脱却を図り、アラーム状態の自動認識と自動通知を同時に併行して行う事を目指とする。

現在、生命活動、動き、呼吸、脈拍、心臓の鼓動、脳波などのセンサ情報は、波形やグラフなどを可視化するシステムは存在する。このようなシステムは、グラフや図形を人間が見て判断するため、常時、監視体制をとる必要がある。さらには、システム判断者の読影能力に依存するため、判断ミスが生じやすく、アラーム認識率は低く、見落とした場合は、最悪0%である。

本技術は、センサ情報の解析、アラーム処理をシステム側で行うこと、アラーム認識率の向上を目的とし、日常生活のリズムから、アラーム状態を自動検出するアルゴリズムに他との差別化がある。

(2) 現状システムの課題

現在の救急救命在宅システムは、一般的にネットワークへの接続やデータ解析にPC活用を前提としている。しかし、PCは汎用利用を目的とするため在宅システムにとっては不必要な機能もあり、ネットワーク接続が遅いなど基本的な問題がある。また、一般的にセンサは、有線で結ばれた機器構成を採っており、個々の生活リズムに対応して、センサを柔軟に組み合わせることができない問題がある。

さらに、アラーム状態の最適解が自動的に得られる確率を向上させる組み合わせ解法が明らかになっていないなどの問題がある。

まず、アラーム状態を検出するために、我々が提案してきた哀情報という概念を適用する事とした。

2.2 哀情報の構成方式

(1) 感情処理システムの概念モデル

我々は生体情報を感情処理の事象（event）と捉えイベントの状態から間接的にシステム状態遷移を発生させる感情処理システムアーキテクチャの研究開発を行ってきた⁴⁾。

Fig. 1 に我々が研究を進めている感情処理システムの状態遷移概念モデルを示す。

†東海大学情報通信学部,同大学院工学研究科

‡三菱電機インフォメーションテクノロジー（株）

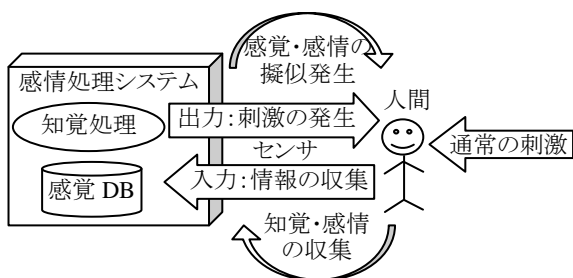


Fig. 1 Feelings processing model

感情処理システムでは、刺激により発生する知覚・感情情報をセンサシステムにより収集、その収集データに基づき知覚処理⁵⁾を行い、感覚DB化処理を行い、その結果から感情を推論する。また、感覚DBに格納された知覚・感情処理の結果は、感覚・感情の疑似発生(刺激の発生)として人間に伝達される。

感情処理システム内のプロセスは、イベントドリブン型構成法を採っており、入出力事象の中で「哀情報(NF: Negative Feelings)」に関係ある状態遷移制御構成をもつシステムを哀情報システムと定義する。哀情報とは、人間の基本感情である喜怒哀楽の哀にあたる感情であり、我々は、プラス感情(PF: Positive Feelings)からマイナス感情(Negative Feelings)への遷移、あるいはその逆への遷移となる因子を「哀情報(NF)」と呼ぶ。病気に対する不安や医療に関する嫌気や不満なども「哀情報」と定義する。

本節では、哀情報方式を救急救命在宅医療モデルに適用させる検討を行い哀情報による救急救命在宅システムの構成を行う。

(2) 哀情報の構成

平穏(アライブ)状態を検知し、平穏でなくなった状態を認識する情報を「哀情報」と定義する。Fig. 1の「知覚・感情の収集」で感情処理システムに入力されるセンサ情報群が「哀情報」である。平穏(アライブ)情報は、人間から直接発生する明白哀情報(ENF: Explicit Negative Feelings)以外に、間接的に発生する日々の生活情報、例えば、電力計、ガス計などがある。これらは、間接的な暗黙哀情報(INF: Implicit Negative Feelings)として位置づけることができる。平穏(アライブ)情報を検知するアライブセンサ網は、哀情報による自動アラーム網を構成する。

押鈴や電話や携帯電話コールも手動アライブ通知として用いられており、これらは、哀情報による手動アラーム網を構成する。

Table 1に本モデルにおける哀情報の構成を示す。

Table 1 Configuration of Negative Feelings

	自動アラーム構成	手動アラーム構成
哀情報(NF)	アライブセンサ網	手動アライブ網
明白哀情報(ENF)	バイオ、血圧、肌、匂い、脈拍、音声、ストレス、体重...	
暗黙哀情報(INF)	電力計、ガスメータ、温湿度、圧力、人感、赤外線	押鈴、携帯電話通知、外部問合せ

2.3 広域連携医療クラウドでの位置付け

次に、広域連携医療クラウド(Global Communication Medical cloud)における在宅患者クラウドの位置付けを明らかにする。

医療クラウドは患者サービス(PS)を提供する側と利用する側に分類される。医療クラウドの利用者は、病院、医療機関、診療所、医師、患者さん、個人などで、課金により使用料を払うビジネスモデルをとらえ、顧客(Customer)と呼ぶ。クラウドシステムは、管理専門の運営会社に任せる方式とするため、病院や診療所での新たな設備投資が発生することはない⁶⁷⁾。クラウドサービスを提供する側は、一般的にメーカ(Maker)と呼ばれるが、医療クラウドでは、顧客(医療機関、個人など)が、クラウド上の開発環境を使い、新たな患者サービスを生み出すことも可能である。ここでは、システム提供者と呼ぶ。

Fig. 2に我々が提案する広域連携医療クラウドのサービス階層別エンタプライズモデルを示す。クラウドを利用することで、共有サービスを低コストで利用可能となる。

我々は、医療クラウド構成を提供するサービスに従い4階層に分類して定義する。

IaaS(Infrastructure as a Patient Service)は、ハードウェアやネットワーク、データセンタなど基盤となる階層である。一般的にパブリッククラウドを利用するユーザでは、初期投資の負担は少なく済む。プライベートクラウドでは、初期投資が必要となる。

SaaS(Software as a Patient Service)は、アプリケーションを提供する階層で、医療機関向け電子紹介状サービス、在宅診療サービス、自治体向け救急救命、介護サービスなどを提供する。本研究の範囲は、SaaS階層の救急救命、在宅診療、介護サービスをホームクラウド上で実現する在宅医療システムと位置付ける。

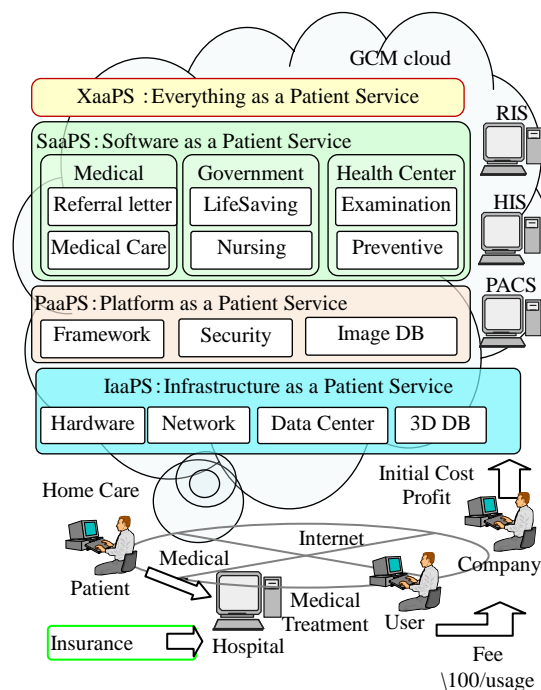


Fig. 2 Enterprise model of PS cloud

2.4 在宅患者ホームクラウドの概念モデル

Fig.2のSaaS階層の医療機関が提供する「在宅医療」サービスを在宅医療クラウドと定義している。その他の患者サービスには、自治体における「救急救命」、「介護」サービス、地域保健所が提供する「健康診断」、「予防医学」サービスなどがある。在宅医療サービスの提供は、クラウド側の在宅医療クラウドだけでなく、家庭内での情報収集機能が必要である。本稿では、その機能を在宅ホームクラウドと呼ぶ。

Fig. 3にホームクラウドの概念モデルを示す。

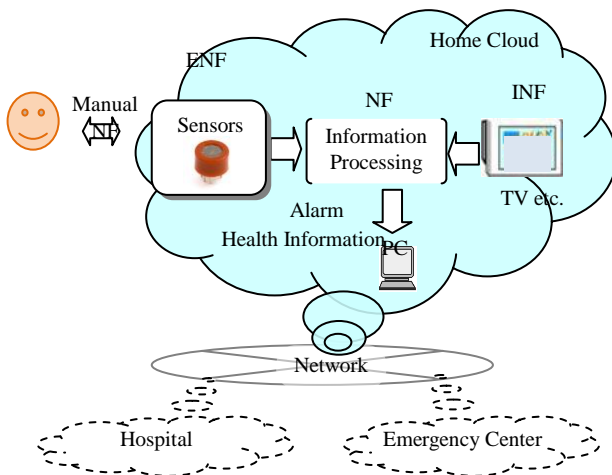


Fig. 3 System Architecture of Home Cloud

在宅ホームクラウドでは、救急救命検知機能以外にも日常生活における健康管理情報の履歴管理を行い、定期的に医療機関との連携を図るサービス機能も提供する。以下、在宅ホームクラウドの患者サービスの中で、自動通報機能付き救急救命在宅患者ホームクラウドモデルを検討する。

3. 救急救命在宅患者ホームクラウドの実装

3.1 ホームクラウドの基本要件

我々は、在宅診療の適用範囲を家庭内に限定して考え、家庭内のアライブ状態をセンサする M2M (Machine to Machine) システムを在宅ホームクラウドと位置づけ検討する。

システム要件は、市販の人体感知センサ装置や赤外線センサ装置を利用して、①平穩 (アライブ) 状態を把握するシステムと、②アラーム状態にある本人が手で押しボタンや携帯電話などを利用して救急救命センサなど関連場所へ連絡するシステムと、③PC を活用した自動通知システムとによる併用可能な構成とする。

システム構築に必要な技術は、在宅ネットワークシステム構築技術、センサネットワーク構築技術、アライブ状態把握技術、アラーム自動通知技術である。

3.2 ホームクラウドの基本モデルの構築

Fig. 3 のホームクラウドを実装するための実験システムを構築した。Fig.4に構築した Home Cloud 実験システムの基本モデルを示す。

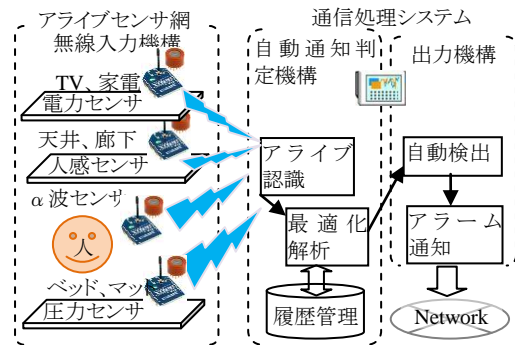


Fig. 4 Home Cloud 実験システムの基本モデル

この実験システムでは、Table 1 の哀情報 (NF) を無線で収集する構成とした。

3.3 システム動作

(1) 通常時

在宅側システムでは、通常時はセンサからの状態を適当なタイミングでホームクラウドの履歴管理 DB とインターネット経由で在宅医療クラウド側の在宅介護支援システムの DB に記録する。

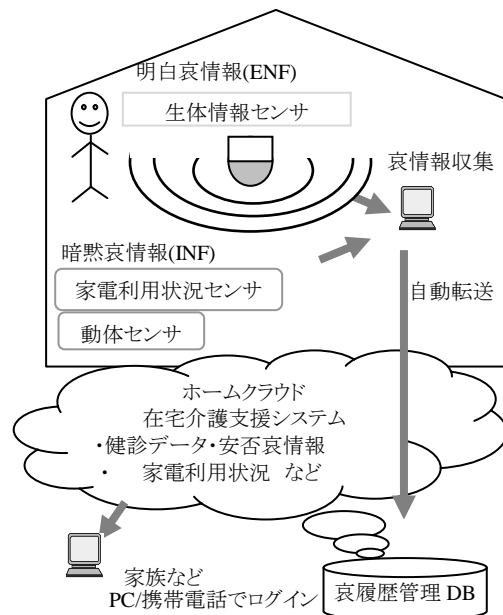


Fig.5 通常時のシステム動作

在宅介護支援システムの DB に格納されたデータは、ID とパスワードを入力することで、外部から確認することができる。

(2) 緊急時

在宅ホームクラウドでは、異常を検知すると在宅介護支援システムに通知を行い、在宅医療クラウド側の在宅介護支援システムから事前に設定した宛先へメール等で通知を行うことができる (Fig.6)。

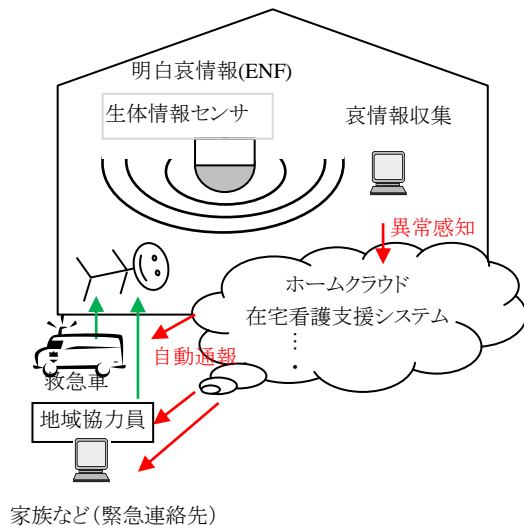


Fig.6 緊急時のシステム動作

3.4 実装

本稿では、在宅患者支援システムの在宅医療クラウド側の状態表示部分の実装画面について以下に示す。実装システムの表示画面を図に示す (Fig.7, Fig.8)。

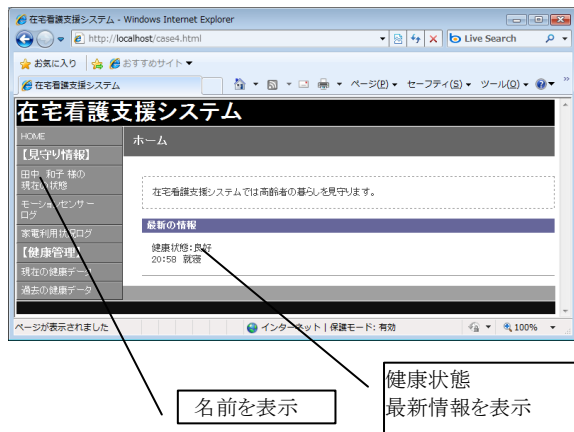


Fig.7 個人ページ画面

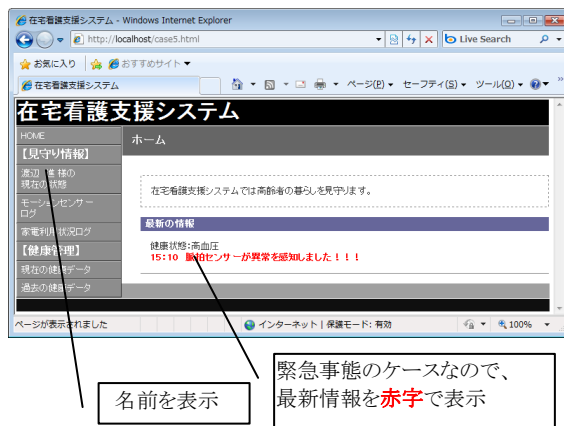


Fig.8 異常時の画面

4. まとめ

本論文では、マルチセンサ網によるセンサ情報を哀情報と位置付け、哀情報を活用した在宅医療における在宅患者サービスクラウド向け救急救命システムを提案した。在宅介護や一人きりの所帯におけるアライブ状態の検知やアラーム状態が発生した場合にPCまたは携帯電話によりそのアラーム状態を救急救命センターなど外部に自動発信する通信機能モデルは、現在の情報技術とM2M無線センサ網構築技術でハードウェア的には構成可能であることが明らかになった。一方、アライブ情報から救急救命(アラーム)状態を認識する最適アラーム解法では、人間の日常生活パターンの履歴情報から、アラーム状態を検出するアルゴリズムのため、個人毎に異なる哀情報の履歴を把握する必要があり、標準的哀情報のデータ作りが必要であることが分かった。

今後の課題は、実験システムの評価、ホームクラウドフレームワークの実装、暗黙哀情報(INF)マルチセンサ網の最適組み合わせ法の検討が挙げられる。

謝辞

在宅患者支援システムの実装にあたり、ご協力頂いた東海大学情報通信学部野地研究室の皆さん、特に杉本亮君には、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 野地保, 荻野正, 齊藤まゆ子, “緊急医療における搬送先探索モデルの検討,” 電子情報通信学会 SWIM 研究会 2010, 信学技報, Vol.110, No.70, SWIM2010-2, pp.7-12(2010-6)
- 2) 広域連携医療ネットワークシステム (GCMNWS: Global Collaboration Medical Network System) 研究会」 <http://www.gcm-nws.jp/>
- 3) 野地保, 北村浩之, 佐々木仁 et al., “広域連携医療における次世代経営情報技術—電子紹介状による院内連携問題への接近—”, 電子情報通信学会 SWIM ワークショップ, 信学技報 SWIM-12, Vol.109, No.298, pp.1-6(2009-11)
- 4) Juthamas Punwilai, Tamotsu Noji and Hiroyuki Kitamura, “The Design of a Voice Navigation System for the blind in Negative Feelings Environment”, IEEE ISCIT 2009, 1B-6, 53-58(2009)
- 5) 安井湘三編著, “感覚情報処理”, コロナ社, (2004-3)
- 6) 周藤安造, 佐々木仁, 北村浩之 et al., “クラウドコンピューティングによる電子紹介状を中心とする広域連携医療システムの開発構想”, 電子情報通信学会医用画像研究会 2009, 信学技報, Vol.109, No.407, MI2009-98, pp.121-126(2010-1)
- 7) 野地保, 北村浩之, 湊祐輔 et al., “3D支援の患者サービスクラウドによる広域連携医療の実現”, 電子情報通信学会医用画像研究会 2009, 信学技報, Vol.109, No.407, MI2009-99, pp.127-132 (2010-2)