

東野 輝夫

大阪大学大学院情報科学研究科・教授

災害時救命救急支援を目指した人間情報センシングシステム

1. 研究実施の概要

本研究では、列車事故やテロ、ビル災害など数百人以上の傷病者が短時間に発生するような状況を想定し、各傷病者に装着した脈拍センサや血中酸素濃度センサなどからのセンシング情報を収集すると共に、災害現場に臨時に無線ネットワークを構築することで、傷病者の位置や病状変化を監視し、初期に救命活動を行う消防関係者や医療チームにその情報を図的に提示する救命救急医療支援システムを構築することを研究目標としている。平成 20 年度は、血中酸素飽和度、脈拍数および呼吸数のセンシング機能を備えた電子トリアージタグおよび、Zigbee マルチホップ通信により電子トリアージタグから収集したセンシングデータを表示するシステムのプロトタイプ実装を実施した。次に、順天堂大学医学部附属浦安病院における災害時対応訓練の一環として、実装したシステムを用いた電子トリアージ演習を行い、運用上の課題検討や医療従事者からの意見聴取を行った。また、傷病者の搬送順決定支援、位置推定ならびにアドホックネットワーク構築など、災害時救命救急医療支援システムを構成する技術の開発を継続して実施している。さらに、医療支援システム向けのシミュレーション環境を構築し、医療支援システム導入による救命率改善効果などの評価が計算機上で可能であることを示している。

平成 21 年度は今年度の成果を元に、電子トリアージタグの小型化を目指すとともに、救命救急医療支援システムの機能高度化と実装を進め、電子トリアージのための基本機能を備えたシステム構築を図る。

2. 研究実施内容(文中にある参照番号は 4.(1)に対応する)

(1) 電子トリアージタグ(傷病者端末)の設計とプロトタイプ実装

カニュラを装着したセンサにより呼吸回数を測定し、フィンガークリップセンサにより酸素飽和度と心拍数を測定する生体センシング機能を備えた電子トリアージタグ(傷病者端末)を開発した(図 1)。開発した端末は Zigbee によるマルチホップ通信機能を備え、センシングしたデータをほぼリアルタイムで送信するとともに、医師によるトリアージ結果(カテゴリ)を表示する機能を備える。現在、機能構成の検討やセンサ部と通信部の一体

成型など様々な手段による小型化を目指し、高性能でかつストレスのない装着感を実現できる傷病者端末を開発中である。



図 1 電子トリアージタグ

(2)救命救急医療支援システムの機能設計と基本機能のプロトタイプ実装

傷病者端末から送信される生体センシングデータを Zigbee ネットワークで集約し、一元表示するシステムの設計開発を行った (図 2)。システムは呼吸数、血中酸素飽和度ならびに心拍数をグラフ化し、ある閾値を下回った場合、医師に危険域であることを通知する。また現場医師が保持する医師端末インタフェースの試験実装を行い、有効性を評価した。

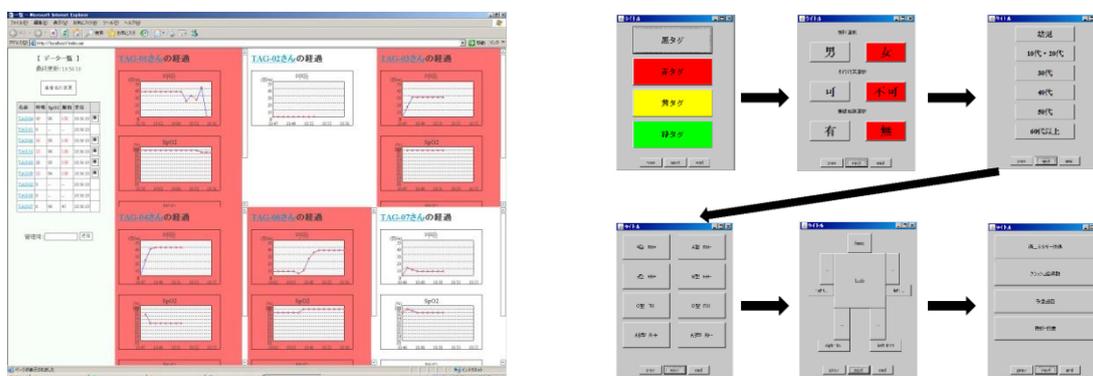


図 2 救命救急医療支援システムの試作インタフェース

(3)生体センシングデータを用いた搬送順決定アルゴリズムの検討

呼吸数および脈拍数をセンシングし、START 法に基づきトリアージ判定を自動化する方法ならびに、生体情報の変化に応じて同じ色タグの傷病者の中で搬送優先度を自動決定する基本アルゴリズムを考案した。また、搬送可能人数に応じて搬送すべき傷病者を応答するアルゴリズムも合わせて考案し、その有効性を評価している。

(4)電子トリアージタグと表示システムを用いた電子トリアージ小規模演習

順天堂大学附属浦安病院における災害時対応訓練の一環として、本課題で開発した電子トリアージタグとその表示システムを用いた電子トリアージ演習を実施した。医師を含む医療関係者、傷病者役のボランティアならびに本開発課題の研究者ら 50 名程度が参加し、システムの導入シミュレーションを行った (図 3)。また、演習後は参加者による検討会を開催し、電子トリアージタグと表示システムの現場での使用における課題の検討や意見交換を行っ



図 3 電子トリアージ演習風景

た.

(5) 傷病者・医療従事者の位置を把握するための位置推定技術の開発評価

昨年度に続き、無線ネットワークを用いた位置推定手法の開発を行った。本開発では、建物等が無線伝搬が阻害されるなどの理由によりネットワークが分断されやすい状況での利用を考慮し、各移動端末は位置基準ノードの位置情報に加え、遭遇した移動ノードの推定位置情報も利用しながら移動軌跡を推定する方式を検討してきている。この方式を、基地局などが遭遇情報を集約し一括計算を行う集中型と、各ノードが軽量の自律計算で位置推定を行う分散型の2つの方法で設計し、それぞれ評価を行った。様々な環境とモビリティを想定したシナリオによる評価の結果、集中型アルゴリズムでは最大無線到達距離の約0.4倍、分散アルゴリズムでは約0.5倍の位置誤差に抑えられることがわかった（文献[1,2]）。現在開発中のZigbeeを用いたシステムでは、無線到達距離を10m程度に調整した場合、位置誤差は数m程度に抑制できる。更なる精度向上のためには、位置基準局の配置アルゴリズムの工夫やRFIDタグなど短距離非接触型デバイスの併用、加速度センサによる状態推定の併用などが効果的であると考えられるため、それらの検討を現在行っている。

(6) アドホックネットワークの堅牢性向上に向けた省電力クラスタリングプロトコル

災害現場で傷病者に装着する端末などからなるアドホックネットワークでは個々の端末が電池で駆動されるため省電力性が重要な課題となる。一方で各端末からのデータを集約し中継するノード（クラスタヘッド）を適切に選択しなければ、一部のノードに通信が集中したり、クラスタヘッドまでの通信距離が増大し電力消費を増大させる。そこで、すべての傷病者をくまなくセンシングしかつ省電力性を実現できるクラスタヘッドを自律的に選択できる軽量のプロトコルを開発し、シミュレーションにより評価を行っている。

(7) 救命救急医療支援システムのシミュレーションによる機能検証および性能評価

本課題のような医療支援システムは、想定利用環境になるべく近い環境のもとで通信堅牢性やシステム導入効果、ユーザビリティを評価することが極めて重要であるが、そのような環境の再現は人的コストを含め容易ではない。そこで、無線ネット

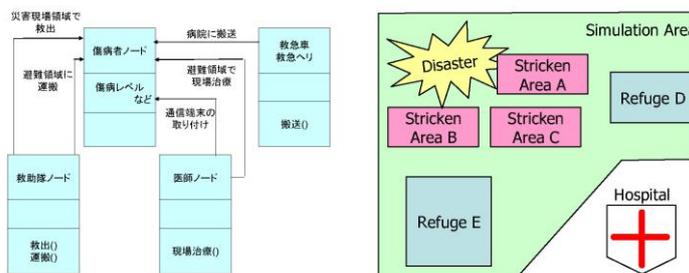


図 4 災害時の行動モデルと地理モデル

ワークアプリケーションの実端末を接続し、災害地における人の行動ならびにそれらが保持する端末からなる無線アドホックネットワークをリアルタイムシミュレーションするためのシステムを開発した（図4）。これにより、災害現場環境における現実的な医療関係者や被災者の行動再現のもとで、システムの導入による救命向上率の評価などがシミュレーションにより実現できる（文献[3,4,5]）。

3. 研究実施体制

(1) 大阪大学東野グループ

①研究分担グループ長: 東野 輝夫(大阪大学大学院 教授)

②研究項目

- ・ 生体センシング機能を備えた傷病者端末の設計開発
- ・ アドホックネットワークの構築技術開発・実装
- ・ 地図形成・表示技術の開発と実装
- ・ 位置トレース技術の開発

(2) 大阪大学今井グループ

①研究分担グループ長: 今井 正治(大阪大学大学院 教授)

②研究項目

- ・ 生体センシング機能を備えた傷病者端末の設計開発

(3) 順天堂大学田中グループ

①研究分担グループ長: 田中 裕(順天堂大学 教授)

②研究項目

- ・ 生体センシング機能を備えた傷病者端末の設計開発

(4) 慶應義塾大学岡田グループ

①研究分担グループ長: 岡田 謙一(慶應義塾大学 教授)

②研究項目

- ・ 生体センシング機能を備えた傷病者端末の設計開発
- ・ 地図形成・表示技術の開発と実装

(5) 静岡大学水野グループ

①研究分担グループ長: 水野 忠則(静岡大学大学院 教授)

②研究項目

- ・ アドホックネットワークの構築技術開発・実装
- ・ 位置トレース技術の開発

(6) 奈良先端科学技術大学院大学安本グループ

①研究分担グループ長: 安本 慶一(奈良先端科学技術大学院大学 准教授)

②研究項目

- ・ アドホックネットワークの構築技術開発・実装
- ・ 地図形成・表示技術の開発と実装

4. 研究成果の発表等

(1) 論文発表（原著論文）

1. 藤井彩恵, 内山彰, 梅津高朗, 山口弘純, 東野輝夫. 無線端末の遭遇履歴情報を用いた移動軌跡推定手法の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 10, pp.3601-3611, 2008年10月
2. 内山彰, 藤井彩恵, 梅津高朗, 山口弘純, 東野輝夫. アドホック無線通信を用いた位置推定法の現実環境を想定した性能評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 10, pp. 3612-3621, 2008年10月
3. 前田久美子, 中村雅俊, 梅津高朗, 山口弘純, 安本慶一, 東野輝夫. 時刻により変化する都市歩行流を再現するモビリティモデルの提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 10, pp. 3622-3630, 2008年10月
4. Teruo Higashino. Design and Deployment of Large-Scale Software-Intensive Systems in Urban Districts - Research Challenges toward Future Affluent Ambient Society -, Software-Intensive Systems and New Computing Paradigms - Challenges and Visions (Lecture Notes in Computer Science), vol.5048, pp.116-131, Oct. 2008. (招待論文)
5. Kumiko Maeda, Akira Uchiyama, Takaaki Umedu, Hirozumi Yamaguchi, Keiichi Yasumoto and Teruo Higashino. Urban Pedestrian Mobility for Mobile Wireless Network Simulation, Ad Hoc Network Journal, Vol. 7, No. 1, pp. 153-170, Elsevier, January 2009.
6. Shun Yamamoto, Hidekazu Tamaki, Yuichi Bannai, Kenichi Okada. Method for Sharing Real Objects with Different Syntax through Virtual Stickers between Distant Mixed Reality Spaces, The International Journal of Informatics Society (IJIS), Vol.1, No.1, pp.27-34, Jan. 2009.

(2) 特許出願

平成20年度 国内特許出願件数：0件（CREST研究期間累積件数：0件）