

電子トリアージタグへの情報入力における利便性と安全性の研究：人体通信と音声入出力の利用

安倍史江^{†, ††††} 山本匠^{††, †††} 藤川真樹[‡] 加藤康男^{‡‡} 西垣正勝^{††, ††††}

近年、事故・災害現場で行われるトリアージを電子的に支援する電子トリアージシステムの開発が進められている。その中で、トリアージ実施者が判断した優先順位等のタグ情報を電子トリアージタグへ入力する方式の検討は重要な課題の1つである。本稿では、医療スタッフの作業負荷・感染症予防などといった現場の状況を考慮し、人体通信と音声入出力を利用したタグ情報入力方式を提案する。

Usability and safety of data input to electronic triage tag : using intra-body communication and voice input/output

FUMIE ABE^{†, ††††} TAKUMI YAMAMOTO^{††, †††}
MASAKI FUJIKAWA[‡] YASUO KATO^{‡‡}
MASAKATU NISHIGAKI^{††, ††††}

An electronic triage system, which electronically supports medical triage conducted at accident or disaster sites, has been focused recently. One of the biggest issues in the electronic triage system is how to input data into electronic triage tags. In accident or disaster, medical staff shortage is expected and the areas must be in a mess and panic. Therefore it is strongly desired that the operations of the triage devices and tags are as simple as possible and the data transmission should be robust against stains (e.g., dirt or blood etc), which assures the availability of the electronic triage even in such a terrible circumstances. This paper proposes that data input to electronic triage tag system using intra-body communication and voice input/output could be an efficient way to satisfy the requirements.

1. はじめに

近年、事故・災害現場で行われるトリアージが注目されている。トリアージとは、事故・災害現場で最善の救命効果を得るために、多数の傷病者の重症度（対応にかかる時間や手間）と緊急度、および、医療スタッフの人数や医療資源を考慮して、それぞれの傷病者に対する治療や搬送の優先順位を決めることである。

このトリアージが、2005年のJR福知山線脱線事故[1]や2008年の秋葉原無差別殺傷事件[2]で十分に機能せず問題となった。事故・災害現場において、傷病者が発見されにくい場所にいたため重病者の搬送が遅れる、多数の傷病者に対してトリアージを行うためトリアージタグへの記載が必須とされる重要な情報（通し

番号・日時・トリアージ実施者名・優先順位；以下「タグ基本情報」と呼ぶ）が抜けているといったミスが発生した。

現在、これらの問題を解決するため、トリアージを電子的に支援する電子トリアージシステムの開発が始まっている[3]。電子トリアージシステムでは、傷病者の位置[4]やバイタルサインの監視、および、タグ基本情報の記録を電子的に支援することが可能であり、システムの確実性・効率性を飛躍的に高め、トリアージ全体が改善されると期待される。ただし、傷病者の優先順位の判定は、医療に関する知識・経験が必要であるとともに、傷病者の疾病、近隣の医療機関の許容量などを考慮して決めなければならない。その判断基準は動的に変化するため、柔軟な対応が求められる。従って、優先順位の判定は人間の手で行う必要があり、優先順位の入力を自動化することは難しい。

ここで必要となるのが、トリアージ実施者が判断した優先順位を電子トリアージタグへ入力する方式の検討である。特に医療スタッフが足りず、混乱が予想される事故・災害現場では、タグ入力にあたってトリアージ実施者に余分な作業が極力増えない、屋外で使用可能であり風雨/泥等の汚れに耐性がある、血液等によ

[†] 静岡大学大学院情報学研究所
Graduate School of Informatics, Shizuoka University.

^{††} 静岡大学創造科学技術大学院
Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

^{†††} 日本学術振興会特別研究員 (PD)
Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science (PD)

^{††††} 独立行政法人科学技術振興機構, CREST
Japan Science Technology and Agency, CREST

[‡] 総合警備保障株式会社
SOHGO SECURITY SERVICES Co., Ltd.

^{‡‡} 株式会社カイザーテクノロジー
KAISER TECHNOLOGY, Inc.

る感染症予防ができる、タグに入力が伝わったことをトリアージ実施者が直感的に確認できる、などの要件を満たした入力方式が求められる。この要求に対し、我々は今まで電子トリアージシステムにおける効果的なタグ情報入力方法について検討を重ねてきた[5][6][7]。本稿では、人体通信と音声入出力を用いた電子タグへの優先順位の入力方式を提案する。

2. トリアージ

2.1 トリアージとは

トリアージとは、災害や事故、あるいは戦災やテロなどによって生じた傷病者の救護活動において、治療の優先順位をつけて搬送することを用いる。傷病者の様子やバイタルサイン、対話が可能であれば聞き取った事項などを参考にして、トリアージタグ(図1)に通し番号・日時・トリアージ実施者名など、最小限の必要項目である記入欄を埋めていく。傷病者に対する治療や搬送の優先順位は、傷病者の重症度と緊急度を基準とし、同時に、医療スタッフの人員や医療資源の充実度を考慮して決定する。

- ・重症度

治療の困難性を表し、治療にどれほどの人員や医療資源が必要となるかを意味する

- ・緊急度

治療の切迫性を表し、どれほど即座に治療を開始しないと生命が危険かどうかを意味する

傷病者の容態と現場の状況から優先順位(赤:最優先治療群, 黄:非緊急治療群, 緑:軽処置群, 黒:不処置群)を決定する。トリアージタグの下部にはミシン目のついた4色の帯模様が付いており、どの色を残すかによって優先順位を示す。トリアージされた傷病者には、トリアージタグが装着され、この優先順位を元に搬送・治療が行われる。トリアージにかかる時間は事故や災害の規模やトリアージ実施者の能力にもよるが、一人当たり十数秒から数分以内が目標とされている。

また、重症度は時間の経過によってしばしば変化するため、トリアージは一度きりでなく、事故や災害現場・救護所・病院到着後など必要に応じて繰り返し実施する。トリアージされる毎にその時の傷病者の容態にあった優先順位が傷病者に与えられる。

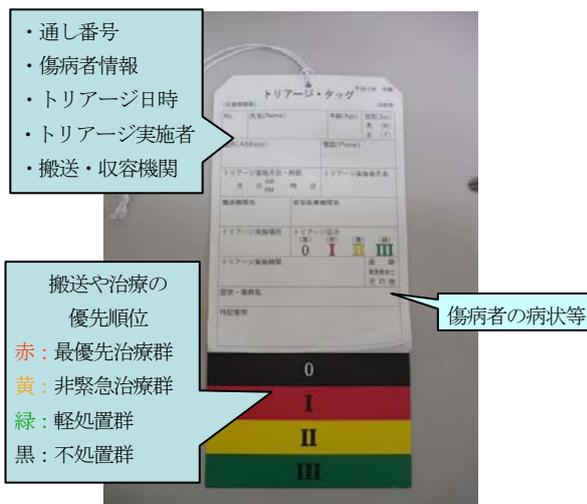


図1:トリアージタグ

Figure1: Triage tag

2.2 トリアージ特有の問題点

近年、トリアージが注目された背景として、JR福知山線脱線事故と秋葉原無差別殺傷事件での問題がある。JR福知山線脱線事故では、傷病者の位置がわからず、トリアージを実施していた場所以外にいた傷病者のトリアージが遅れてしまい搬送が遅くなるという問題が発生した[1]。秋葉原無差別殺傷事件では、同様の理由で、優先順位に「赤」がつけられた傷病者の搬送が遅れたという問題が起こった[2]。

一般に、被災地という混乱した現場において、冷静に通常と変わりなくトリアージの診断を行うことはとても難しいと考えられている[8]。加えて、事故・災害現場における医療スタッフの人員不足も大きな問題である。多数の傷病者が出た場合、一人の傷病者にかかることが可能なトリアージの時間は限られる。このような状況が、最低限必要とされているタグ基本情報(通し番号・トリアージされた日時・トリアージ実施者名)の記載漏れ等のミスを生じさせてしまう。また、傷病者の容態は時間と共に変化するため、トリアージは搬送される先々でその都度行うことが推奨されている。しかし、限られた医療スタッフが全傷病者を常に把握することは不可能であるため、傷病者の容態が急変した際に即座に対応することは困難である。

優先順位は、トリアージタグのミシン目をもぎり取ることで示されている。そのため、搬送の最中などに偶発的にミシン目が破れてしまったり、時には、搬送を急いでほしい傷病者が故意にミシン目を破ってしまったりすることが考えられる。万が一、優先順位を故意に変更される場面が多くなってしまうと、トリアー

ジの現場は混乱し、トリアージのシステムが有効に機能しなくなる恐れがある[9].

被災地という特別な環境に起因する問題も存在する。現場が風雨や泥や血液で散乱していると、トリアージタグが汚れて文字が読み取れないといった状況も起こりうる。さらに、血液等による感染症の予防には特に注意が必要である。そのため、感染症予防の手袋を着用した状態でトリアージが行われることにも留意しなければならない。

これらのトリアージの問題点を、下記のように人的問題と環境的問題に分類し、まとめた。

◆人的問題

1. 医療スタッフが傷病者の位置を把握できない
2. 医療スタッフが傷病者の容態急変を察知できない
3. トリアージ実施者によるタグ情報の記載漏れが発生
4. 傷病者による優先順位の変更が可能

◆環境的問題

1. 人手不足
2. 劣悪な現場の状況（屋外、風雨や泥の汚れ、血液等による感染症の危険）

3. 電子トリアージシステム

現在、トリアージの問題を解決するため、トリアージを電子的に支援する電子トリアージシステムの開発が始まっている[3].

電子トリアージシステムでは、各医療スタッフは医療スタッフ端末を所持し、各傷病者は紙のトリアージタグの代わりに電子トリアージタグ（以下、電子タグ）を装着している。対策本部には電子トリアージシステムのサーバが設置される。医療スタッフ端末および電子タグは本部のサーバとの通信機能を有している。電子タグにはバイタルサイン（脈拍や血中酸素濃度など）を収集するセンサが備えられており、傷病者のバイタルサインの変化をリアルタイムに取得可能である。また電子タグは、センシングしたバイタルサインの変化を優先順位情報と電子タグ（傷病者）の位置情報と共にリアルタイムで本部に通知する。すべての電子タグから通知された情報は本部にて収集・監視され、医療スタッフが所持する端末にその情報が適時提示される。以上を通じ、トリアージの確実性を補強し、その効果を高めることが可能となる。

3.1 電子トリアージシステムのメリット

トリアージを電子トリアージシステムによって自動化することにより、前章に示した人的問題1, 2, 3に

対しては次のように解決が可能である。

人的問題1. 医療スタッフが傷病者の位置を把握できない

医療スタッフ端末および電子タグは無線アドホックネットワークによって本部のサーバと通信が可能である。また、無線アドホックネットワークにおけるローカライゼーション（測位）技術[4]を利用することによって、電子タグは各自の位置情報を自律的に知ることができる。これを利用して各傷病者に装着した電子タグは、自分の位置情報を本部へ通知することが可能である。これにより、本部はすべての傷病者（電子タグ）の位置を常に把握することができ、かつ、必要に応じてその情報を医療スタッフ（医療スタッフ端末）に通知することが可能である。

人的問題2. 医療スタッフが傷病者の容態急変を察知できない

電子タグには脈拍センサや血流センサが付いており、電子タグを装着した各傷病者から得たバイタルサインの情報を本部でリアルタイムに把握することができる。このため、本部が傷病者の容態の急変を即座に感知でき、医療スタッフに当該傷病者のケアや再トリアージを指示することが可能である。

人的問題3. トリアージ実施者によるタグ情報の記載漏れが発生

タグ基本情報のうち、通し番号・日時・トリアージ実施者名については次のように自動記録が可能である。通し番号は、電子タグの保持する固有ID番号を利用する。日時は、電子タグと本部のサーバとの通信の都度、その時点の時刻を記録する。トリアージ実施者名は、事故・災害現場においてトリアージ実施者に医療スタッフ端末が支給された時点で、自分の名前を端末に1度だけ入力してもらい、それ以降は、トリアージを実施する度に、医療スタッフ端末に登録されている名前が自動的に電子タグに送られる。これらによって、タグ情報の記載漏れを防止できる。

以上のように、電子トリアージシステムの運用によって、医療スタッフの作業を軽減するとともに、本部が傷病者の位置と容態をリアルタイムで把握することが可能となる。この結果、トリアージに要する時間が短縮され、かつ、本部から適切な搬送や治療の指示を行うことができるようになり、従来以上の救命効果が期待できると考えられる。

3.2 電子トリアージシステムの課題：優先順位の入力

前節で述べたように、電子トリアージシステムにお

いてはタグの位置の取得、傷病者の容態変化の追跡、タグ情報の入力自動化されることによって、トリアージの人的問題 1, 2, 3 が解決される。

これに対し、トリアージの優先順位の判定は、自動化によって解決することのできない課題として残る。なぜならば、傷病者の優先順位の判定は、医療に関する知識・経験が必要であるとともに、傷病者の疾病、近隣の医療機関の許容量などを考慮して決めなければならないためである。すなわち、その判断基準は動的に変化し、かつ、柔軟な対応が求められる。したがって、優先順位の入力を自動化することは難しく、その判定は人間の手で行う必要がある。

このため、トリアージの結果（優先順位）を電子タグへどのような方法で入力してやればトリアージの効率が高まるのかを検討することは重要な課題である。そして、その際、前章に示したトリアージの人的問題 4 および環境的問題 1, 2 について十分に配慮する必要がある。

ここで、人的問題 4（傷病者による優先順位の変更が可能）に対処するには、トリアージ実施者のみが電子タグに優先順位を入力できるようにする仕組みが必要となる。これについては、医療スタッフのみが所持する医療スタッフ端末から電子タグに優先順位を入力するという方法を採用することで実現可能である。

医療スタッフ端末から電子タグへ優先順位を入力するにあたっての具体的な手順は、以下ようになる。

(I) 送信先となる電子タグの ID を取得する、(II) 医療スタッフ端末に優先順位を入力する、(III) 医療スタッフ端末から電子タグへ優先順位を送信する。よって、前章の環境的問題 1, 2 を十分に考慮した形で、これら (I), (II), (III) のそれぞれの手順が実装される必要がある。

3.3 電子タグへの情報入力における要件

我々は、前章に示したトリアージの環境的問題 1（人手不足）および 2（劣悪な現場の状況）を、「医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の入力」という観点で整理し、システムに必要な要件として以下のようにまとめた。

◆ 客観的要件

- a) 利便性: トリアージ実施者に余分な動作を増やすことがない
- b) 可用性: 屋外で使用可能であり、風雨/泥に耐性がある
- c) 感染症予防: 血液等による感染症予防が可能である
- d) 性能: トリアージ現場で利用可能な性能を有している

◆ 主観的要件

- e) 安心性: 電子タグに優先順位が入力されたことをトリアージ実施者が直感的に確認できる
- 本論文では以降、(I) 電子タグの ID の取得、(II) 医療スタッフ端末への優先順位の入力、(III) 医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信の各フェーズごとに、上記の a)~e) の要件を満足する方式を検討していく。

4. 既存方式の検討

まず、本章では、既存方式の調査を通じて、(I) 電子タグの ID の取得、(II) 医療スタッフ端末への優先順位の入力、(III) 医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信の各フェーズの機能を実装するにあたっての具体的な方式について検討を行う。

4.1 電子タグのIDの取得

園田らは、RFID とモバイルネットワーク機器を用いることによって、傷病者の情報収集の自動化を提案している[10]。このように、RFID タグを電子トリアージタグに貼付し、RFID タグの ID を電子トリアージタグの ID と使用することが可能である。RFID タグは RFID リーダを近づけることによって取得することができる。既に実用化されている RFID として、例えば μ チップ[11]がある。

しかし、通信範囲が広い RFID を使用した場合には、傷病者（電子タグ）が密集した場所であると電子タグが重なってしまい、複数の電子タグの ID を読み出してしまう可能性が考えられる。これを防ぐためには通信範囲の狭い RFID を使用する必要があるが、その場合は、トリアージ実施者がわざわざ医療スタッフ端末（RFID リーダ）を手に取り、傷病者の電子トリアージタグ（RFID タグ）に十分近づけてやる必要がある。また、その際、医療スタッフ端末が傷病者に触れて、血液等が付着する恐れもある。このため、要件 a) と c) については改善の余地があると思われる。

要件 e) の観点に関しては、著者らの調べた限りでは先行研究は存在していない。

4.2 医療スタッフ端末への優先順位の入力

芦田らは、デジタルペンを用いてトリアージタグに情報を入力する方式を提案している[12]。トリアージ実施者が情報をトリアージタグにデジタルペンで記入すると、文字が自動的に認識されデジタル化される。記載が終了した時点で記入者がタグの所定箇所をタッチすれば、Bluetooth 等を経由して瞬時にその情報がパソコンに送られる。

この方式は、デジタルペンをを用いることで従来のトリアージと同様の使い勝手を実現しているが、逆に言えば、タグ情報の記入に従来と同じだけの手間がかかることを意味する。また、トリアージの過程で、デジタルペンに傷病者の血液等が付着する恐れがある。このため、要件 a)と c) については改善の余地があると思われる。

また、実装の容易さという観点からは、医療スタッフ端末にボタン（またはタッチパネル）を設け、トリアージ実施者がボタンの押下によって優先順位を入力するという方法が一番現実的であると思われる。しかし、トリアージ実施者はトリアージの過程で傷病者を触診する。よって、ボタン入力の場合、傷病者に触れた手で医療スタッフ端末のボタンを押すことになるため、端末を媒介して感染症が発生する恐れがある。

このため、要件 c) の観点からは、ボタン入力による方法は適切ではないと考えられる。感染症を防ぐためには、非接触での入力方法を採用し、医療スタッフ端末はなるべく外部に露出させない（トリアージの最中は、医療スタッフはポケットの中に端末を入れておく）ことが好ましい。

要件 e)の観点に関しては、著者らの調べた限りでは先行研究は存在していない。

4.3 医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信

医療スタッフ端末から電子タグへ優先順位を送信するにあたっては、端末からタグへの有線チャンネルを使う方法と無線チャンネルを使う方法に大別されるが、要件 a), b), c)の観点から無線チャンネルの利用が適切であろう。

要件 e)の観点においては、トリアージ終了の時点で電子タグには優先順位に応じた色の LED が点灯する[3]ため、トリアージ実施自身がそれを見ることによって動作の完了が確認できる。しかし、その場合は、トリアージ実施者にわざわざ目視での確認を求めることになり、要件 a)に反することになる。

5. 人体通信と音声入出力による提案方式

本章では、前章の検討結果を参考に、(I) 電子タグの ID の取得、(II) 医療スタッフ端末への優先順位の入力、(III) 医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信のそれぞれに対して、要件 a)~d)を満たす方式を提案する。具体的には、(I)を人体通信によって、(II)を音声入力によって、また、(III)を無線アドホックネットワークによってそれぞれ実装する。また、

要件 e)に関しては、(III)の動作の完了を音声で通知することによって、トリアージ実施者に安心感を与えることを提案する。提案方式のシステム構成図を図 2 に示す。

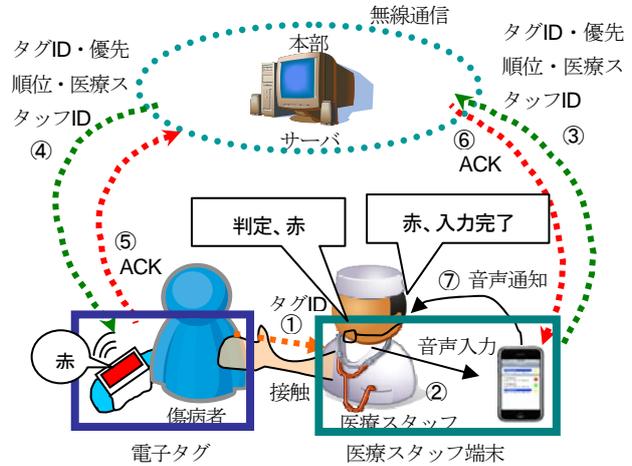


図 2：人体通信と音声入出力を用いた優先順位入力システム

Figure2：Proposal system using intra-body communication and voice input/output

5.1 人体通信による電子タグID取得

人体通信[13]とは、人体を通信路として信号を伝送する技術である。人体通信には、幾つかの方式があるが、本システムでは静電容量方式[14][15]の人体通信を採用する。静電容量方式による人体通信方式は、送信装置と受信装置にそれぞれ絶縁体でコーティングされた電極を取り付け、送信装置側の電極に交流電圧をかけることによって信号を送信し、受信装置の電極によりそれを受信する。人体と電極間の静電誘導現象によってデータを通信しているため、電極に直接接触することなく通信を行うことが可能である。

人体通信を用いることによって、3.3 節の客観的要件 a)~d)を満足する形で (I) の「電子タグの ID の取得」を実現することができる。その詳細を以下に記す。なお、3.3 節の主観的要件 e)については、5.4 節にて扱う。

a) 利便性：トリアージ実施者に余分な動作を増やすことがない

トリアージ（医療行為）の際にトリアージ実施者は傷病者に触れる。人体通信であればその過程で電子タグ ID の取得が可能であるため、ID 取得のために余分な動作が増えることはない。

b) 可用性：屋外で使用可能であり、風雨/泥に耐性がある

静電容量結合方式の人体通信は、絶縁体が電極と人

体の間にある場合でも通信可能である。風雨や泥などの汚れを防ぐためにラバーケース等で装置（医療スタッフ端末や電子タグ）を包んだ状態であっても利用可能なため、風雨泥に耐性があるといえる。

- c) 感染症予防:血液等による感染症予防が可能である

医療スタッフは傷病者を触診しながらトリアージを実施するため、医療スタッフ端末が露出していると傷病者の血液等が端末に付着し、それを介して感染症が発生する恐れがある。静電容量結合方式の人体通信であれば、トリアージ実施者が装置（医療スタッフ端末）をポケットに入れた状態でも電子タグの ID を読み取ることが可能なため、感染症予防に効果があると期待できる。

- d) 性能:トリアージ現場で利用可能な性能を有している

人体通信は、技術レベルではすでに実用化されている[13][15]。ただし、トリアージ現場での人体通信のデータ伝送精度に関しては実地実験等による確認が必要である。

5.2 音声入力による医療スタッフ端末への優先順位の入力

医療スタッフ端末を直接操作して優先順位を入力するという方法を採用する限り、トリアージや医療行為の過程で医療スタッフ端末に血液等が付着し、それを介して感染症が発生する恐れがある。よって、感染症予防の観点からは、非接触での操作によって医療スタッフ端末に優先順位を入力できるようにし、医療スタッフ端末自体はなるべく露出させないことが好ましい。そこで我々は、優先順位を医療スタッフ端末へ入力する方法として音声入力を採用する。

音声入力を用いることによって、3.3 節の客観的要件 a)~d)を満足する形で (II) の「医療スタッフ端末への優先順位の入力」を実現することができる。その詳細を以下に記す。なお、3.3 節の主観的要件 e)については、5.4 節にて扱う。

- a) 利便性:トリアージ実施者に余分な動作を増やすことがない

音声入力となるため、ハンズフリーで優先順位を医療スタッフ端末へ入力可能であり、トリアージの実施に支障をきたすことはないと考えられる。

- b) 可用性:屋外で使用可能であり、風雨/泥に耐性がある

騒音環境で利用可能なヘッドセットが実用化されている[17]ことや、入力された音声から雑音を処理するプログラム[18]が開発されているため、屋外での音声

入力は可能だと考えられる。

- c) 感染症予防:血液等による感染症予防が可能である

音声入力であれば、トリアージ実施者はヘッドセットを通じて医療スタッフ端末に優先順位を入力することができる。このためトリアージ実施者は、医療スタッフ端末自体はポケットに入れたままの状態、端末に触れずに優先順位を入力できる。よって、医療スタッフ端末に傷病者の血液等が付着することがなく、端末を介した感染症の予防に効果があると考えられる。

- d) 性能:トリアージ現場で利用可能な性能を有している

音声入力を利用したトリアージシステム[19]が研究開発されていることから、現在の音声認識技術はトリアージ現場でも十分利用できると考えられる。ただし、災害現場の騒音レベル下での音声入力の認識精度に関しては実地実験等による確認が必要である。

5.3 アドホックネットワークによる医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信

3 章で述べたように、実際の電子トリアージシステム[3]においては、無線アドホックネットワークによって医療スタッフ端末、電子タグと本部のサーバが結ばれる。アドホックネットワークは、通信チャネルの自動構築と非接触での通信（無線通信）という特長を有しており、医療スタッフ端末から電子タグへ優先順位を送信する手段としても適している。そこで我々は、アドホックネットワークによって優先順位を医療スタッフ端末から電子タグへ送信する方法を採用する。

アドホックネットワークを用いることによって、3.3 節の客観的要件 a)~d)を満足する形で (III) の「医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信」を実現することができる。その詳細を以下に記す。なお、3.3 節の主観的要件 e)については、5.4 節にて扱う。

- a) 利便性:トリアージ実施者に余分な動作を増やすことがない

電子トリアージシステム[3]にて確保されている無線通信インフラを用いて、医療スタッフ端末→本部サーバ→電子タグという経路で優先順位を送ることができる。医療スタッフ端末から電子タグへ優先順位を送信するための通信チャネルをトリアージ実施者が改めて別個に設立する必要はない。

- b) 可用性:屋外で使用可能であり、風雨/泥に耐性がある

無線通信であるため、屋外でも問題なく使用できる。

- c) 感染症予防:血液等による感染症予防が可能である

無線通信であるので、トリアージ実施者は医療スタッフ端末をポケットに入れたままの状態でも優先順位を電子タグに送信できる。よって、医療スタッフ端末に傷病者の血液等が付着することがなく、端末を介した感染症の予防に効果があると考えられる。

d) 性能: トリアージ現場で利用可能な性能を有している

電子トリアージシステム[3]にて確保されている無線通信インフラを用いているため、実用性は十分であると考えられる。

5.4 音声通知によるトリアージ実施者への安心感の供与

電子タグを見れば表示されている色を確認することはできるが、その場合は、トリアージ実施者にトリアージの度に目視確認を強いることになり、要件 a) に反する。そこで我々は、電子タグが受信した優先順位を音声によってトリアージ実施者に通知する方法を採用する。

音声通知であれば、3.3 節の客観的要件 a)~d) を満足する形で主観的要件 e) の「電子タグの優先順位の受信成功の確認」を実現することができる。その詳細を以下に記す。

a) 利便性: トリアージ実施者に余分な動作を増やすことがない

結果が音声で通知されるため、トリアージ実施者が能動的に電子タグの優先順位を確認する必要がない。

b) 可用性: 屋外で使用可能であり、風雨/泥に耐性がある

5.3 節で説明したように、無線アドホックネットワークによって医療スタッフ端末、電子タグと本部のサーバが結ばれている。よって、この無線通信インフラを用いて、電子タグ→本部サーバ→医療スタッフ端末という経路で、電子タグにおける優先順位の受信成功 (ACK) を医療スタッフ端末に伝えることができる。また、5.2 節で説明したように、トリアージ実施者は医療スタッフ端末への音声入力を行うためのヘッドセットを装着している。よって、医療スタッフ端末はトリアージ実施者にヘッドセットのイヤホンを使って ACK の到着を音声で通知することが可能である。

c) 感染症予防: 血液等による感染症予防が可能である

音声通知はヘッドセットを通じて行われるため、トリアージ実施者は医療スタッフ端末自体をポケットに入れたままの状態でも所持できる。よって、医療スタッフ端末に傷病者の血液等が付着することがなく、端末を介した感染症の予防に効果があると考えられる。

d) 性能: トリアージ現場で利用可能な性能を有している

骨伝導イヤホン等、騒音環境で利用可能なヘッドセットが実用化されていることから、音声通知はトリアージ現場でも十分利用できると考えられる。ただし、災害現場の騒音レベル下での音声通知の認識精度に関しては実地実験等による確認が必要である。

e) 安心性: 電子タグに優先順位が入力されたことをトリアージ実施者が直感的に確認できる

トリアージ実施者は、音声通知によって「確かに電子タグに優先順位が記録された」ことが確認できる。

ここで、トリアージ実施者にとって重要なことは、「確かに電子タグに優先順位が記録された」という事実が確認できることである。よって、トリアージが終了した時点で、「確かに電子タグに優先順位が記録された」ことをトリアージ実施者に知らせるようにすれば要件 e) は満たされる。すなわち、(I) 電子タグの ID の取得、(II) 医療スタッフ端末への優先順位の入力、(III) 医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信のそれぞれのフェーズごとに、その終了をトリアージ実施者に通知する必要はなく、(III) の終了を通知してやればよい。

ただし、トリアージの実施中に不具合があった場合には、その時点でトリアージ実施者にアラートを上げるべきである。そこで、医療スタッフ端末が電子タグの ID を取得していないのに優先順位の入力があった場合 (すなわち、(I) が完了する前に (II) が行われた場合) には、トリアージ実施者に音声によってその旨を通知することにする。

6. まとめと今後の課題

本稿では、電子トリアージシステムにおける、電子タグに優先順位を入力する手段として、人体通信と音声入出力を利用する方式を提案した。

トリアージでは、トリアージタグを付ける場所には決まりがある (右手首→左手首→右足首→左足首→首)。今後、人体通信を備えた電子トリアージタグが用いられるようになれば、医療スタッフ端末 (人体通信回路を含む) を身につけるだけで、タグが人体のどこに装着されていても ID の読み取りが可能であるため、電子タグの装着場所を意識せずにトリアージに望むことが可能になると期待できる。

また、音声入力は医療スタッフ端末の消費電力削減にも効果があると期待している。例えば、キーワードの発声をトリガに医療スタッフを起動させることで、

医療スタッフが他の作業をしているときには自動的に端末を省電力モードでスリープさせておくことができる。充電のままならない事故・災害現場においては非常に有効であると考えられる。

今後は、システム実装とその評価を行うとともに、利便性および信頼性の向上を目指し、方式の改良と検討を行う。

謝辞

日本電信電話株式会社マイクロシステムインテグレーション研究所 品川満様、川野龍介様には、人体通信方式に関してご教授頂いた。静岡大学 秋川友宏准教授、東京都立産業技術高専 吉沢昌純教授、株式会社三矢研究所 古澤健治様、大阪大学 坂主圭史助教には、本方式に関しての助言を頂いた。ここに深く謝意を表す。

参考文献

- [1] NHK, トリアージ 救命の優先順位, <http://www.nhk.or.jp/special/onair/070423.html>, (2010.8)
- [2] YOMIURI ONLINE, 秋葉原殺傷、無線交錯で救命混乱…トリアージ搬送に課題, <http://www.yomiuri.co.jp/national/news/20081127-OYT1T0431.htm>, (2008.11)
- [3] 戦略的創造研究推進事業 CREST, 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, 平成19年度研究実施報告書, http://www.sen.jst.go.jp/result/result_h19/higashino/higashino001.pdf, (2011.1)
- [4] 藤井彩恵, 内山彰, 前田久美子, 梅津高朗, 山口弘純, 東野輝夫, "少数の基準位置情報を移動無線端末間で補完する位置推定手法の提案と評価", 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.12, pp. 3977-3985 (2007.12)
- [5] 安倍史江, 西垣正勝, 人体通信による電子トリアージタグへの情報伝達の提案, 2009年暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿概要集, CD-ROM (論文No.4E2-1) pp353 (2009.1)
- [6] 安倍史江, 山本匠, 西垣正勝, 人体通信による電子トリアージタグへの情報伝達: システムの実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2009)シンポジウム論文集, pp.1849-1854(2009.7)
- [7] 安倍史江, 山本匠, 藤川真樹, 加藤康男, 西垣正勝, 人体通信を利用した電子トリアージタグへの情報入力: 評価実験, コンピュータセキュリティシンポジウム2010, CD-ROM (1D1-4.pdf) (2010.11)
- [8] 山本保博, 鶴飼卓, 国際災害研究会, トリアージ

—その意義と実際, 荘道社 (1999.4)

- [9] 西日本新聞, 2009.3.21 朝刊, 「トリアージ」進まぬ周知 災害, 事故時の治療優先順位付け 医師「人命救助力を」
- [10] Sozo Inoue, Akihito Sonoda, and Hiroto Yasuura, "Triage with RFID tags for Massive Incidents", In Syed Ahson and Mohammad Ilyas, editors, RFID Handbook: Applications, Technology, Security and Privacy, chapter 27, pp.329-349, CRC Press, Mar. 2008.
- [11] 日立製作所, μ -Chip, <http://www.hitachi.co.jp/Prod/mu-chip/jp/introduction/index.html#mc01>, (2011.1)
- [12] 芦田廣, 竹島茂人, 脇坂仁, 植木哲司, 山本哲浩, 唐澤憲治, 稲葉哲也, 辻晃一, 小村隆史, デジタルペンを用いたトリアージタグ入力システム-自衛隊中央病院での大量傷病者受け入れ訓練での試用報告-, 日本集団災害医学会誌, 13(1), pp56-60, (2008)
- [13] Heribert Baldus, Steven Corroy, Alberto Fazzi, Karin Klabunde, and Tim Schenk, Philips Research, Human-Centric Connectivity Enabled by body-Coupled Communications, IEEE Communications Magazine, (2009.6)
- [14] 日本電信電話株式会社, レッドタクトン, <http://www.redtacton.com/jp/index.html> (2011.1)
- [15] 加藤康男, 秋岡幸, 三林浩二, ユビキタス人体通信による脈拍計測, 電子情報通信学会技術研究報告, MVE2005-37, pp. 61-64 (2005.9)
- [16] コニカミノルタ, 大日本印刷, コニカミノルタと大日本印刷が共同開発した世界初の「人体通信カード認証 MFP システム」が世界最大級の IC カード技術展示会「CARTES & IDentification」の2010 SESAMES Awards におけるファイナリストに選出, http://www.konicaminolta.jp/about/release/2010/1029_01_01.html, (2010.10)
- [17] マイクロエムズ, ZEROMIC, <http://www.micro-ms.com/>, (2011.1)
- [18] M-AUDIO, BIAS SoundSoap 2, http://www.m-audio.com/products/jp_jp/BIASSoundSoap2.html, (2011.1)
- [19] 芦田廣, 脇坂仁, 鎌田志保, 白石安永, 濱野邦久, Evaluation of a Trial Data Acquisition System for Triage Using Speech Recognition, <http://www.kcgh.gr.jp/department/d48/files/27th/jcmi27/paper/p10119/p10119.html> (2011.1)