

音声による1次トリアージ入力を用いた 災害用訓練システムの提案

萩野 実咲^{1,a)} 安藤 禎晃^{1,b)} 岡田 謙一^{2,c)}

概要：

大規模災害時に多数の傷病者が発生した場合、限られた医療資源を有効活用するため、傷病者の治療優先度をトリアージと呼ばれる手法を用いて決定している。現状では紙製のタグに書き込むために医療従事者の両手が塞がれ、必要な応急処置を並行して行うことができず、迅速なトリアージの妨げになっている。この問題点を解決するために音声を用いた入力手法に着目した。そして音声入力を実際の災害現場で最大限に活用するためには、日常的に訓練を実施することが重要である。そこで、我々は音声による1次トリアージ入力を用いた災害用訓練システムを提案し、構築した。本システムは、音声入力と単眼HMDを用いてハンズフリー状態でトリアージ入力を行う。そしてARマーカを用いた動的な傷病者情報の提示や、訓練者同士における訓練状況のリアルタイム共有を支援する。評価実験を行った結果、音声入力によってハンズフリー状態による迅速かつ正確な1次トリアージを実現でき、音声入力の利点を生かした災害訓練を容易に実施できることを確認した。

Method of Using Voice Input for First-triage in Disaster-relief Training System

MISAKI HAGINO^{1,a)} YOSHIAKI ANDO^{1,b)} KEN-ICHI OKADA^{2,c)}

Abstract:

When a large disaster occurs, health care workers need to determine the treatment priority and do triage first in order to save more people with the limited health resource available. However, they cannot use hands because of writing triage result on paper tags so this hinders the necessary emergency treatment that they must conduct at the same time, and slows down the speed of triage. To solve this problem, we focused on the input method using voice. In addition, conducting the training on a daily basis is very important in order to make the voice input effective at actual disaster sites. Therefore, we have proposed a disaster-relief training system using voice input for first-triage. This system enables to perform triage input in hands-free using voice input and a monocular HMD. The system can generate injured person's information dynamically by using AR markers and share the real-time training status between trainers. The evaluation shows that our system can perform first-triage accurately and correctly in hands-free by voice input. Our system also successfully conducts disaster-relief training easily while effectively using merits of voice input.

1. はじめに

多数の傷病者が同時に発生する大規模災害では、傷病者全員に対して十分な救命活動を行うための医療資源が不足する事態が起こる。その限られた医療資源を有効的に活用するため、傷病の重症度や治療の緊急度に応じて治療優先度を決定するトリアージと呼ばれる手法が導入されている。

¹ 慶應義塾大学大学院 理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Keio University

² 慶應義塾大学 理工学部
Faculty Science and Technology, Keio University

a) misaki@mos.ics.keio.ac.jp

b) ando@mos.ics.keio.ac.jp

c) okada@z2.keio.jp

傷病者の治療優先度の判定は、時間とともに動的に変化する傷病者の生体情報や災害現場情報などを考慮した上で行う必要があり、医療に関する深い知識や実際のトリアージ経験が重要である。

現状では優先度を提示する手法として紙製のトリアージタグが用いられているが、混乱した状況では傷病者に取り付けた紙タグの紛失や破損により傷病者の情報を記録し伝達することが難しく、急速に変化する症状にも迅速に対応できない。さらに紙タグへの記入は医療従事者の両手を塞ぎ、応急処置や診断行為を妨げる一つの要因となっている。

そこで近年では、災害時の救命活動支援を目指した電子トリアージシステムの研究が進められている。電子タグを用いて傷病者情報をリアルタイムに取得し、医療従事者の所持する携帯情報端末に表示するシステムが開発された。しかしながら、先述した問題点を解決するためには、医療従事者が携帯情報端末をハンズフリー状態で操作可能な機能が必要である。そして災害時にトリアージを効率よく行うためには、日常的に携帯情報端末やその機能を用いた優先度の決定や傷病者の搬送などの作業を行う訓練が重要である。

このような背景から、本研究では音声入力を用いてハンズフリー状態で治療優先度を容易に決定可能な入力インタフェース、およびそれを用いた訓練システムを設計した。そして、AR (Augmented Reality) マーカに傷病者情報を格納して本物の傷病者の代わりに配置することで災害現場を訓練環境内に再現し、単眼 HMD (Head Mounted Display) に動的な傷病者情報を表示する。医療従事者は単眼 HMD に表示される傷病者情報を基に音声入力を用いてトリアージを実施し、その訓練状況をリアルタイムに共有することが可能である。

以下、2章では災害現場におけるトリアージ活動および災害訓練について、問題点と関連研究を述べる。3章では、その問題点を解決するための提案を述べ、4章でそれに基づく実装について述べる。5章で評価実験について述べ、最後6章を本研究のまとめとする。

2. 災害時における救急活動

2.1 トリアージに基づく救命活動

災害時は、現有する限られた医療資源を最大限に活用しても全ての傷病者に対して最善の医療を提供することが出来ない状況にある。日本では、最初に傷病者が運ばれるトリアージポストにて1次トリアージを行う方法として、図1に示すSTART法 (Simple Triage and Rapid Treatment) が広く普及しており、呼吸数、脈拍数、SpO₂ (血中酸素濃度) と意識の有無によって決定する [1]。1次トリアージでは傷病者の篩い分けを目的としているため、処置は‘気道の開放’と‘外出血の直接圧迫止血’のみを行う。START法によって傷病者は治療優先度の高い順に、赤 → 黄 → 緑

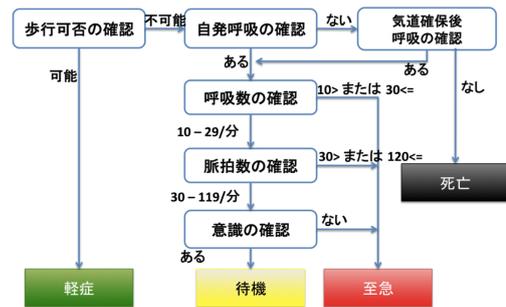


図1 START法

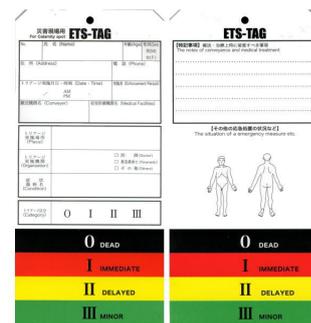


図2 紙製のトリアージタグ

→ 黒の4つのカテゴリーに分類される。医療従事者は決定した治療優先度を図2に示す紙タグに反映し、必要事項を記入する [2]。そして傷病者に取り付け、不要な色の部分を切り取ることで傷病者の治療優先度の色を呈示する。

2.2 災害訓練の現状

1995年に阪神・淡路大震災が発生した後、医療従事者だけではなく周辺の住民も災害訓練に参加する機会が増加した。またJR福知山線の脱線事故以来、救命活動におけるトリアージの概念が広く認識され、災害現場で迅速かつ正確にトリアージを行うために日常的なトリアージ訓練の実施が不可欠になっている [3]。トリアージ訓練とは、症状や生体情報が書かれた紙を傷病者役の人が所持し症状に応じた演技を行い、医療従事者がその演技や傷病者の状態が記載された紙からタグ色を決め、タグ色を決定した後に各色のトリアージメントに傷病者を搬送するまでの活動を疑似体験することである。

例えば富士市では医療従事者が情報の記録や傷病者役の治療を行い、トリアージの結果に応じて傷病者役を搬送する災害訓練を行った [4]。山梨大医学部は広域災害医療の情報共有を目指しFeliCaを用いたITトリアージ訓練を実施している [5]。さらに実働訓練ではなく机上訓練として、災害現場や救護所などに見立てたホワイトボード上で傷病者を表すマグネットを動かすことで救命活動の最適な人員配置をシミュレーションするエマルゴ演習などもある [6]。

2.3 関連研究と問題点

現在は多くの医療機関において医療のIT化が進んでいるように、災害現場におけるトリアージにもIT化の流れがある。ハーバード大学とボストン大学によるCodeBlueプロジェクトでは、各種のセンサを用いて傷病者の心拍などの生体情報を情報端末に送信して災害時の医療活動に役立たせている [7]。MEDI-SN は災害時における傷病者の生体情報のモニタリングを自動化するためのセンサネットワークプラットフォームである [8]。また、国内ではトリアージタグにRFIDタグを埋め込むことで傷病者情報の収集の自動化を目指した救急トリアージシステムを構築している [9]。さらにPDA (Personal Digital Assistance) を利用して傷病者の情報収集を行い、医療活動の効率化を目指した研究も行われている [10]。

しかしながら、紙タグやPDAに表示される情報を閲覧し入力するためには、医療従事者は片手で紙タグやPDAを保持しながらもう一方の手で操作を行う必要がある。このように医療従事者の両手が塞がっていることが、診断や応急処置といった医療活動を妨げる要因となっている。そして活動効率の低下や傷病者の急変に気づくのが遅れるといったことにもつながる。さらに上記に述べたような災害システムは現状の災害訓練に対応しておらず、医療従事者はそのシステムに習熟することが困難である。現状の訓練は紙に書かれた変化をしない症状や生体情報を診断し、マニュアル通りの処置や搬送をするに留まっているため、作業が形式的になってしまいがちである。そして一度の訓練を行うためには大人数の医療従事者と傷病者役の人を集める必要がある。さらに訓練のシナリオ作成や必要な機器の準備といった非常に多くの手間を要し、頻繁に訓練を実施することが難しい。エマルゴ演習は傷病者役の人が不要であるが、あくまで机上でのシミュレーションであるため臨場感が足りない。加えて、現状ではトリアージの記録や訓練時の行動履歴が不正確なため、反省として生かすことができていない。

3. 音声による1次トリアージ入力を用いた災害用訓練システムの提案

これまで、我々は傷病者の症状や生体情報の変化を携帯情報端末を用いてリアルタイムに収集し管理するシステムの開発に従事してきた [11]。しかしながら、医療従事者がシステムを利用して呼吸数や脈拍数といった情報を取得または入力するためには、両手を使用しなければならない。これは、トリアージの際に必要な応急処置への対応が遅れる原因となり、結果としてトリアージの速度が低下する。したがって、医療従事者がハンズフリー状態で優先度の決定および入力が可能な入力インタフェースが必要である。そして、医療従事者が災害現場において入力機能を効率的に使うためには、日常的に訓練を経験して習熟することが

重要である。そのため、医療従事者がハンズフリーでトリアージを行うことができる入力機能が必要である。そしてその機能に習熟するための訓練を容易かつ実践的に実施でき、さらに訓練の実施状況や結果を振り返ることのできるシステムの構築が求められる。

3.1 ハンズフリー状態の提供

1次トリアージは傷病者の篩い分けを目的としており、1人当たり1分以内で優先度を決定するのが望ましいとされている。医療従事者は傷病者の生体情報を確認しながら紙タグへの記入やPDAへの入力を行う。また原則として本格的な治療は行わないが、‘気道の開放’や‘外出血の直接圧迫止血’、意識の有無の確認などの応急処置を実施する必要がある。しかしながら紙タグやPDAを使用する際に両手が塞がってしまい、必要な応急処置を並行して行うことができない。結果として迅速さを必要とする1次トリアージの進行を妨げていた。そのため、ハンズフリー状態を維持したままトリアージを迅速かつ正確に行うことができる入力機能が必要である。そこで我々は音声入力に注目した。音声で入力を行うことにより、医療従事者にハンズフリー状態を提供し、応急処置と並行してトリアージを行うことが可能となる。

また、緊迫した災害現場で迅速かつ確実な判断が求められる状況において、医療従事者は焦って間違った治療優先度の判定を下したり、START法による治療優先度の決定方法を忘れてしまったりする恐れがある。ハンズフリー状態を提供すると同時に、医療従事者に負担をかけずに治療優先度の決定を支援するインタフェースが求められる。

3.2 訓練環境の構築

トリアージ訓練の実施には、訓練を受ける医療従事者はもちろん、傷病者役として多くの人の協力が必要である。また訓練場所として病院や空き地の確保、訓練に使用する機材の準備など多くの手間や費用が必要であり、頻繁に訓練を実施することが困難である。さらに、3.1章で提案した音声入力は現在の救命活動では用いられていないため、訓練方法が確立されていない。したがって、音声入力により実現したハンズフリー状態を生かした上で、手間やコストをかけずに実施が可能な訓練が必要である。そこで我々は単眼HMDを用いることで、傷病者役として実際の人間を用いるのではなく拡張現実によって傷病者を再現する。このことにより人数の確保や傷病者役に対する演技指導などの必要がなくなり、手間や費用の削減となる。さらに、医療従事者と傷病者の位置関係に着目し、多彩な情報提示を行うことができる。医療従事者は単眼HMD上の画面で傷病者の情報を取得し、音声入力によってトリアージを実施する。これにより、音声入力によるハンズフリーを維持したままトリアージ訓練を行うことが可能となる。

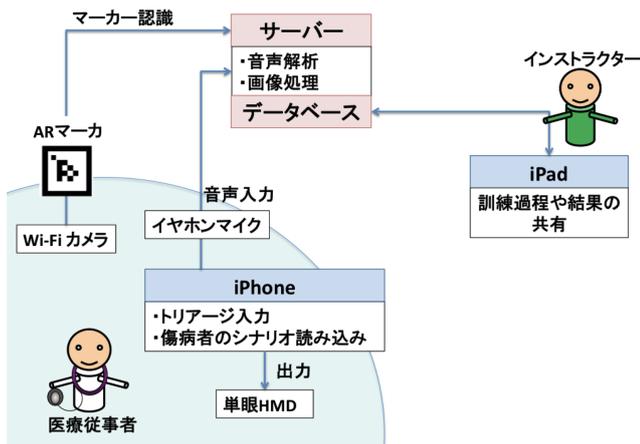


図 3 システム構成

3.3 訓練過程および結果の共有

訓練の意義を高めるために重要なことは、訓練者が自身の欠点を見つけそれを意識しながら繰り返し訓練を行うことである [12]。現状の災害訓練ではトリアージ結果を確認するだけに留まり、実際に訓練者がどのような行動をとったのかという過程までは把握しきれていない。そのため、訓練中に他者が訓練者の訓練状況を把握することや、訓練後にその結果から振り返りを行うことにより、自身が適切なトリアージが行えていたかを検討することができ、訓練の効果を高めることにつながる。

4. 提案システムの実装

3章ではトリアージおよび訓練システムに必要な要件である、医療従事者にハンズフリー状態を提供すること、音声入力を生かして容易に訓練を実施できること、訓練の過程や結果を可視化しその後の訓練に活用できること、の3つに沿って提案システムを実装した。

4.1 システム構成

本システムの全体構成を図3に示す。訓練は医療従事者と訓練環境の構築およびその様子を監視するインストラクターの2人1組で行う。医療従事者は単眼HMDとWi-Fiカメラ、マイク、iPhoneを装着してトリアージを実施し、インストラクターはiPadを使用して医療従事者の訓練を評価する。

まず、インストラクターが傷病者の代わりであるARマーカを訓練環境に配置する。そして、医療従事者のWi-FiカメラがARマーカを認識するとIDに対応する傷病者の情報が単眼HMDに表示され、医療従事者はその情報から音声入力を用いて治療優先度の決定を行う。この際、傷病者の生体情報やタグ色などの情報はシナリオとしてデータベースに予め格納されており、タグ色によって傷病者の生体情報は擬似的に生成される。また傷病者の生体情報のパラメータはタグ色に応じて設定されておりリアルタイムに

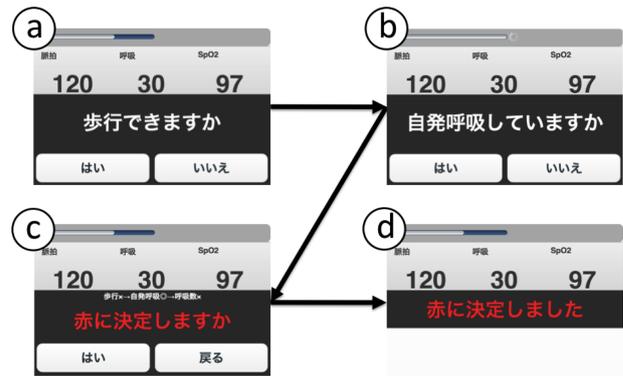


図 4 トリアージ入力インタフェース

変化する仕組みを採用した。医療従事者の音声入力結果、トリアージ結果、マーカ検知結果および単眼HMDへの出力内容はネットワークを通じて常時データベースへと格納している。

4.2 トリアージ入力インタフェース

医療従事者の単眼HMDに表示されるトリアージの入力画面を図4に示す。画面上部のバーは音声入力のタイミングを表している。医療従事者は傷病者の呼吸数、脈拍数といった生体情報を確認しながら、画面に表示されているSTART法に沿った質問について“はい”または“いいえ”を入力し治療優先度を決定していく。質問は全て“はい”または“いいえ”で答えることのできる二択形式にし、質問と同じ文章がイヤホンに音声アナウンスとして流れるため、医療従事者がこのシステムに慣れるにつれて単眼HMDを注視することなくトリアージを行うことができる。

次にトリアージ入力によって治療優先度が決定するまでの一連の流れについて説明する。Wi-FiカメラがARマーカを認識し、音声で“開始”と入力すると(a)に示す画面に遷移し、トリアージ入力開始される。医療従事者が質問に対して“はい”または“いいえ”と入力すると(b)のように新たな質問が表示される。このとき、システムは傷病者の生体情報の値を判断し、次の質問を自動的に選出する。つまりSTART法の一部がシステムによって自動化され、医療従事者は迅速かつ正確に治療優先度を決定することが可能となる。(c)の状態では“はい”と入力すると(d)の画面に遷移し、トリアージの結果がデータベースに送信される。そして医療従事者はまた別のARマーカを認識しトリアージ入力を行うという流れを繰り返す。もし入力を誤った場合は“戻る”を入力することでトリアージ入力をやり直すことができる。このように、治療優先度の決定および入力を全てハンズフリーで行うことができるため、‘気道の開放’や‘外出血の直接圧迫止血’をトリアージと同時に進行することが可能となる。

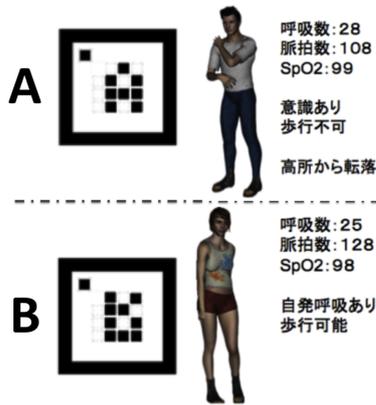


図 5 マーカ ID に応じた傷病者情報



図 6 マーカ合わせ補助

4.3 AR マーカを用いた訓練環境の構築

本システムでは実空間の自由な位置に AR マーカを配置するだけで傷病者を表現する。マーカの利点は、視覚的にわかりやすく誰でも容易に作成可能であることだ。各傷病者にはアルファベットがドット絵で書かれたマーカが割り当てられており、Wi-Fi カメラで認識することにより図 5 のようにマーカに応じた ID の傷病者シナリオが読み込まれる。またマーカの左上の塗りつぶしによって、マーカの傾きを計算することができる。マーカ認識は一般的な画像処理のアルゴリズムを採用し、グレースケール → 平滑化 → 二値化 → 反転 → 輪郭抽出 → ポリライン近似 (最小直線距離 3px) → 四角形抽出 → 四角形の中に四角形があるものをマーカ認識、という流れである。

また、本システムではユーザがマーカ認識をするための Wi-Fi カメラの視野を閲覧することができないため、図 6 に示すように現在見ているマーカ位置をオレンジの○マークで表示することでマーカ合わせを補助する。また 1 度認識したマーカを一定時間サーバ上で記憶することで、数秒間のよそ見や認識エラーを緩和するようにした。

4.4 双方向な情報提示

医療従事者に対する傷病者の情報提示は、マーカとの距離と向きに応じて相互的かつ動的な変化を起こす。マーカ



図 7 マーカの距離や向きに応じた情報の提示

が視野内に存在した場合にそのマーカ ID に応じた傷病者が現れ、図 7 に示すようにその距離や向きに応じて傷病者の見え方が変化する。これにより傷病者の近くや真正面からでなければトリアージを実施できないといった、より実践的な訓練が実施可能となる。また距離や視野内のマーカの数によって以下のような傷病者情報を提示する。これはマーカを認識すればトリアージが実施できる訳ではなく、実際の災害現場の再現度を向上させるためである。

- マーカが 1 つおよび 1m 以内に接近
トリアージ可、傷病者情報をすべて提示
- マーカが複数もしくは 1m 以上はなれている
トリアージ不可、傷病者情報の一部提示
遠くから見渡している状態であり、診断は不可
- マーカが視野外
トリアージ不可、傷病者情報閲覧不可

図 7 の最下部の状態のときに医療従事者が「開始」と音声入力すると、図 8 の画面に遷移しトリアージが実施可能となる。また、シナリオには急変時間や搬入時間に関する情報があらかじめ格納されており、その時間になった際に単眼 HMD 上にポップアップという形で表示される。医療従事者は双方向な情報提示によるトリアージを実施しながら、急変対応や搬入といった実践的なトリアージ訓練を行うことが可能となる。

4.5 訓練過程および結果の出力

訓練後に訓練の過程や結果を分析することで、自分がいつどのような行動をとったのかを振り返ることができ訓練の意義を高めることができる。本システムでは図 9 に示すような訓練の過程および結果が iPad に出力される。各傷病者のイメージ画像とともに、いつ搬入、搬出されたのか、

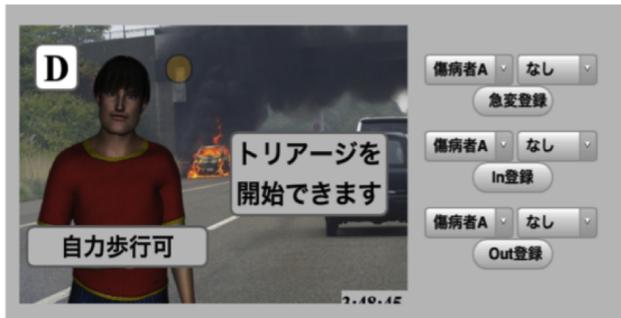


図 8 トリアージ実施画面

傷病者1

- 年齢: 25歳
- 性別: 女性
- 症状: 自力で歩けずうずくまっている。
ただし、呼びかけには応じる。
- 出血箇所: なし
- 呼吸: 15回/分
- 脈拍: 82回/分

図 10 傷病者例



ID	傷病者イメージ	In時刻	Out時刻	急変時刻	開始時刻	終了時刻	所要時間	結果	正解	正否
A					00:57	01:29	32	黄	黄	○
B				06:00	01:56	02:30	34	赤	赤	○
C					04:05	04:58	53	赤	黄	×
D					トリアージ中 歩行→自発呼吸○				緑	
E			09:00						赤	
F		03:00							黄	
平均							39.7秒			66.7%

図 9 訓練過程と結果の出力画面

表 1 1次トリアージ入力に関する実験結果

	紙タグ	提案システム
1人当たりの所要時間	67.7秒	32.7秒
正答率	86%	97%

5.1 トリアージ入力インタフェースの有用性

5.1.1 実験概要

治療優先度決定におけるトリアージの入力を全て音声で入力することによって、ハンズフリー状態で迅速かつ正確にトリアージを実施できるかを検証する。そして現状で使用されている紙タグと比較することで本システムの有用性を評価する。

被験者は図 10 に示す各傷病者の生体情報や症状が印刷された紙を見ながら 10 名の治療優先度決定を行った。そして傷病者 1 人に対するタグ色決定所要時間およびタグ色正答率を測定した。被験者は学生 10 名で、半数である 5 名は最初に紙タグを用いたトリアージを行った後に提案システムを用いた実験を行い、残りの 5 名は逆の順番で行った。

実験では図 11 に示すような人型の寝袋を傷病者役とし、実際に治療行為として気道確保、止血治療、および意識の確認を 1 次トリアージの際に並行して行った。以下に具体的な行動の詳細を記す。

- 気道確保
傷病者の首を持って上に傾ける
- 止血治療
あらかじめ指定された出血箇所を紐で蝶々結びする
- 意識の確認
傷病者の肩を揺すりながら呼びかける

紙タグの場合は傷病者 ID、実施月日と時刻、実施者氏名、決定したタグ色、および決定した理由を診断フローとして記入し、START 法を用いてトリアージを行った。提案システムの場合は紙タグに記入する項目はシステムが自動的に記録する。最後にアンケートを行い、各項目において 5 が最もよい、1 が最も悪いとする。

5.1.2 実験結果

実験結果は表 1 の通りである。提案システムにおける 1 人当たりのトリアージ所要時間は紙タグに比べて 35.0 秒短縮した。紙タグは呼吸数や脈拍数といった傷病者の細かい生体情報の値から瞬時に治療優先度を判断することが困難

いつ急変するのか、いつトリアージを開始、終了したのか、トリアージの所要時間と結果の正否などを確認することができる。これらの情報からトリアージを行った順序や傷病者が急変した際の自分の行動、トリアージ結果の誤りなどについて検討することで弱点の発見につながる。

また、訓練中においても上記で述べた情報がリアルタイムでインストラクターが所持する iPad にも出力されるため、訓練者がどのような行動をしながらトリアージを進めているかを常時把握することが可能となる。図 9 上部には訓練者が実際に見ている単眼 HMD の画面と同じものが表示されるため、訓練者の行動把握が容易となり、より訓練者の課題点を見つけやすくなる。

5. 評価実験

提案システムの有用性を評価するために、トリアージ入力に関する評価、および音声入力と単眼 HMD を用いた災害訓練実施に関する評価を行った。



図 11 実験における傷病者

表 2 1次トリアージ入力に関するアンケート結果

1次トリアージ入力は容易だと感じた	4.5
治療行為を並行して行えた	4.0
単眼 HMD 上の画面は見やすかった	3.7
疲れを感じ難かった	3.8

であったこと、紙タグへの記入に時間がかかってしまい治療行為を並行して行えなかったことが原因であると考えられる。提案システムは傷病者の生体情報をシステムが自動診断しているため容易に治療優先度を決定することができた。さらにハンズフリーを実現できたために治療行為を並行して行えることができ、所要時間の短縮につながった。また正答率についても紙タグに比べて 11 ポイント上昇した。紙タグは START 法を覚えなければならずタグ色の判定を自分の記憶を頼りにしなければならなかったが、提案システムは自分の判断にシステムの判断が加わるため、このような結果になったと考えられる。

また表 2 に示すアンケート結果から、トリアージ入力は容易であり被験者にハンズフリー状態を実現することが出来たと言える。これらの実験結果からトリアージ入力を全て音声で入力することにより、ハンズフリーで迅速かつ正確にトリアージが行えることを示せた。

5.2 音声入力と単眼 HMD による災害訓練の有用性

5.2.1 実験概要

5.1 章では音声入力インタフェースの有用性を検証したため、次に音声入力機能を用いた単眼 HMD による災害訓練の有用性について評価する。実験は医療従事者役とインストラクター役の 2 人 1 組で訓練準備 (AR マーカーの設置) から急変者の発生や搬送、トリアージの実施など (以下、イベントと呼ぶ) を行い、訓練終了後に事後考察を行う。想定シナリオは自動車による交通事故の現場で傷病者は 7 名である。そのうち、赤タグが 2 名、黄タグが 3 名、緑タグが 2 名、黒タグが 0 名である。これは実際に順天堂大学医学部浦安病院で行われたトリアージ訓練のレポートを参考にしている。

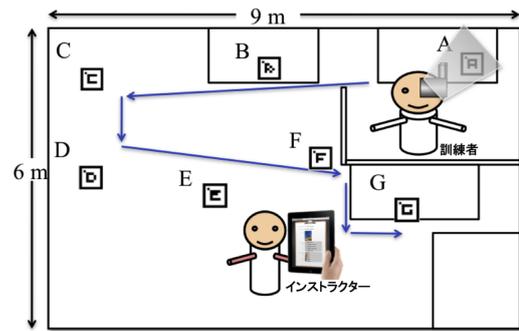


図 12 訓練環境

訓練開始前にインストラクター役はあらかじめ用意されたシナリオに沿って図 12 の通りに傷病者役の AR マーカーを配置し、訓練環境を構築する (イベント 1)。訓練を開始後、医療従事者役は Wi-Fi カメラで AR マーカーを順番に認識し、各傷病者のトリアージを順番に行う (イベント 2)。また訓練中は下記のイベントが発生し、医療従事者役はその都度対応を行う。

- 3分経過後
赤タグ 1 名、黄タグ 1 名が搬入される
搬入者を確認し承諾する (イベント 3)
- 6名経過後
急変者が発生する
急変者のもとへ行き、対応する (イベント 4)
- 9名経過後
搬出が可能となる
赤タグ傷病者から搬出者 2 名を決める (イベント 5)

訓練終了後、インストラクター役は所持していた iPad から得た訓練結果を医療従事者役に伝え、2 人で意見交換を行った。本実験の被験者は単眼 HMD の使用経験がほとんどない学生 10 組 20 人である。

5.2.2 実験結果

各イベントに要した平均時間を表 3 に示す。まず、インストラクター役による訓練環境の構築に要した時間は非常に短く、傷病者役の人間を集める必要もなく容易に訓練環境の構築および傷病者の再現が可能であったと言える。また、医療従事者役がタグ色の決定に要した時間は 1 人当たり平均 32.6 秒であり、実験 1 と同じような結果となった。これは音声入力をいろいろなイベントが発生する災害訓練にも適用できることを表している。今回は治療行為を行っていないが、音声入力によってトリアージと治療行為を同時に実施出来るため、タグ色の決定のスピードは維持できると考えられる。また、AR マーカーおよび単眼 HMD を用いた傷病者情報の認識が通常のトリアージ作業と同程度の精度で行うことが可能であることも分かる。

またシナリオに沿って発生したイベントに対しては、通知では 10 秒以内、搬出者の決定などに関しても 2 分以内に行動を完了しており、トリアージ中に発生する多様な状

表 3 各イベントに要した平均時間

(1) AR マーカの配置時間	75.2 s
(2) 1人当たりのトリアージ実施時間	32.6 s
(3) 搬入者通知を確認し、行動を開始するまでの時間	8.4 s
(4) 急変者発生通知を確認し、処置を開始するまでの時間	47.1 s
(5) 搬出者決定要請の通知を確認し、搬出者を決定するまでの時間	73.3 s

表 4 災害訓練に関するアンケート結果

	質問	評価
医療従事者	傷病患者情報の提示が分かりやすかったか	4.3
	単眼 HMD による傷病患者情報の理解が容易か	3.7
	音声入力は容易か	3.1
	イベントの通知確認は容易か	4.6
	結果報告から改善点を見つけられたか	4.1
インストラクター	トリアージ実施状況を把握しやすかったか	4.3
	医療従事者役の改善点を見つけやすかったか	4.2
	提案システムによる訓練は実施しやすかったか	4.1
	疲労を感じにくかったか	4.6

況に対して素早く対応することが可能であることを示している。また、表 4 に示したアンケート結果より、すべての項目で高い評価を得られた。AR マーカと単眼 HMD を用いた傷病患者情報の把握や音声入力を用いたトリアージの実施は訓練者に負担をかけないことがわかった。これらの実験結果から、訓練環境の構築を容易にでき、傷病患者を再現することで音声入力によるトリアージに習熟することが可能となるため、本システムの有用性を確認した。

6. まとめ

災害時では特に緊急に治療を必要としない傷病患者の治療を一時的に遅らせることや、緊急度が高く助かる見込みのある傷病患者をトリアージ（選別）することで、限りある医療資源を効率よく利用してより多くの人命を救うことができる。しかしながら、トリアージを行う医療従事者は災害現場において迅速かつ正確に傷病患者情報を入力し記録しなければならないために手が塞がってしまう。そのため必要な応急処置を同時に行うことが出来ず、結果としてトリアージ速度の低下につながる。そこで我々は音声入力に着目し、単眼 HMD 上に表示される傷病患者情報に従って音声でトリアージを行う入力インタフェースを開発した。そして災害時に医療従事者がシステム自体の操作に習熟し、効率よく災害救命活動を行うために、音声入力を用いた優先度の決定や傷病患者の搬送などの作業を日常的に行うことが可能な訓練システムを構築した。

本研究では AR マーカを傷病患者の代わりに配置することで災害現場を再現し、医療従事者は音声入力を用いることでハンズフリー状態を維持したままトリアージの実施が可能となる。また、訓練を指導するインストラクター役に訓

練過程や結果をリアルタイム共有することによって訓練の意義を高めようとした。トリアージ入力インタフェースとそれを用いた災害訓練に関する実験を行った結果、音声入力は従来の紙タグに比べて迅速かつ正確に治療優先度の決定ができ、さらにシステムによって傷病患者を再現した音声によるトリアージ訓練を容易に実施できることを確認した。以上のことから、日常的な訓練を行った医療従事者によって正確かつ迅速に治療優先度が決定され、多くの傷病患者の救命につながると期待する。

謝辞 この研究の一部は文部科学省科学研究費補助金 (B) 課題番号 23300049(2013 年) の支援により行われた。

参考文献

- [1] 高橋章子, “救急看護師・救急救命士のためのトリアージ - プレホスピタルから ER, 災害まで”, メディカ出版, 2008.
- [2] “The Triage Tag,” Critical Illness and Trauma Foundation, Inc., (<http://citmt.org/Start/tag.htm>).
- [3] 高松純平, 岸正司, 伊東岳, “JR 福知山線脱線事故後の関西労災病院における災害対策への取り組み”, 日本集団災害医学学会誌, vol. 13, no. 1, pp. 8-14, 2008.
- [4] “Triage Training,” Fuji City, (http://www.city.fuji.shizuoka.jp/hp/page000034100/hp_g000034098.htm).
- [5] M. Numada, Y. Hada, M. Ohara and K. Meguro, “Development of IT Triage System (TRACY) to Share Regional Disaster Medical Information,” 8CUEE Conference Proceedings, 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering (Tokyo), Mar, 2011.
- [6] 松浦治人, 中田康城, “現実的実戦的な机上演習が災害対応力を高める! - エマルゴ・トレーニング・システムを用いた演習経験後の小規模消防本部の取り組み, 複数傷病患者事案の検証を通して -”, 日本集団災害医学学会誌, vol. 17, no. 3, pp. 459-465, 2012.
- [7] D. Malan, T. Fulfordjones, M. Welsh and S. Moulton, “Codeblue: An ad hoc sensor network infrastructure for emergency medical care,” Proceedings of International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, pp. 203-216, 2004.
- [8] J. G. Ko, J. H. Lim, Y. Chen, R. Musvaloiu-E, A. Terzis and G. M. Masson, T. Gao and W. Destler, L. Selavo and R. P. Dutton, “MEDiSN: Medical Emergency Detection in Sensor Networks,” ACM Transactions on Embedded Computing Systems (TECS), 2010.
- [9] 園田章人, 井上創造, 岡賢一郎, 藤崎伸一郎, “RFID を利用した救急トリアージシステムの実証実験”, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 2, pp. 802-810, 2007.
- [10] 高橋祐樹, 長橋健太郎, 小嶋洋明, 岡田謙一, “2 次トリアージを用いた傷病患者情報管理システムの提案”, 第 78 回 GN 研究会, Vol. 78, no. 4, pp. 1-8, 2011.
- [11] H. Kojima, Y. Takahashi, K. Okada, “START 法を用いたトリアージ作業支援のための情報提示システムの提案”, 情報処理学会論文誌, vol. 53, no. 1, pp. 450-459, 2012.
- [12] N. Kaku, “一般医師に対するトリアージ反復訓練による習熟効果”, 日本集団災害医学学会誌, vol. 7, no. 1, pp. 48-53, 2002.