

ドクターヘリ運航管理支援に関する研究 Research on Supporting Doctor Heli Navigation

石橋 太郎
ISHIBASHI, Taro

概要：ドクターヘリ事業は厚生労働省が行う救命救急センター補助事業である。ドクターヘリスタッフの一員であるコミュニケーションスペシャリスト（以下、CS）は消防や医療機関からの出動要請を受けて、他のスタッフへ情報を伝達する役割を担う。出動要請を受けたCSは現場の状況を手書きでメモしながら対応に当たっているが、出動依頼主からの情報取得に失敗する事例があった。本研究は、CSの運航管理業務の支援を目的として、音声認識による情報入力機能を提案する。実際の運航で使用可能な支援システムを構築し、評価実験を行なった結果、作業効率の向上に関してある程度の効果は示された。同時に、実際の運航で活用するために必要な課題も明確化された。

Summary: Doctor Heli is the emergency medical-care system managed by Ministry of Health, Labour and Welfare. Doctor Heli staff, Communication Specialists usually call CS. They receive information about accidents and transmit it to the other staff. CS take notes of the situation at accidents by hands, but they experience the failure of receiving information from before. This article describes the system to input information with speech recognition software for CS. To support CS and realize reliable dispatching is the main object of my research. I construct Doctor Heli practical support system. As a result of the experiment simulating doctor heli navigation, I concluded that this system was insufficient to use this system in the hospital. However, I suggested new measures from future challenges found by this research.

キーワード: ドクターヘリ・音声認識・運航管理支援
Keywords: Doctor Heli, Voice Recognition, Supporting Navigation

1. はじめに

ドクターヘリ事業は厚生労働省が行う救命救急センター補助事業であり、2011年1月現在、20道府県の拠点で現場救急と転院搬送を行なっている[1]。救急車に比べて早期に治療を開始できることから、命に関わる重症患者の救命に有効とされている。ドクターヘリのスタッフは医師、看護師、操縦士、整備士、コミュニケーションスペシャリスト（以下、CS）から構成される。

ドクターヘリ救命救急は、消防、医療機関から電話で出動要請が入ることから始まる。電話を取るスタッフは医師かCSであり、拠点ごとのドクターヘリ救命救急システムにより異なる。医師が電話を取る場合、患者の情報を聞き出して出動の必要性を判断する。一方、CSが電話を取る場合は、現場状況と患者の様態に加えてランデブーポイントと呼ばれるヘリの着陸地点（以下、RP）の情報を聞き出し、医師に状況を伝えて出動の必要性を尋ねる。医師がドクターヘリを出動させるべきと判断すると、CSに出動の意向を伝える。CSは天候状況などから出動の可否を判断して他のスタッフへ出動指示を出す。ヘリがRPへ到着すると、医師と看護師はただちに降機して救急隊から受け渡された患者の治療を開始する。患者を搬送可能となるまで現場で治療し、搬送中も治療を

継続する。搬送先病院へ着陸し、患者を病院側へ引き渡した時点でドクターヘリ救命救急は終了となる。

出動依頼主からの要請に対して、CSは手書きで情報をメモしながら対応に当たっている。メモには各CSが自作したフォーマット用紙を使用し、情報メモ作業の軽減をはかっているが、電話応対と手書きでのメモ作業を同時に行なうことは難しく、以前に出動依頼主からの情報取得に失敗して正しく出動できない事例があった。情報を記録する作業の負担を減らすことで、情報の聞き取りに集中しやすくなる方法の考案が求められている。また、現役CSからは地域ごとの救急システムの違いや地形特性の考慮は難しいとの指摘があり、情報伝達を手助けする仕組み作りが求められている。

本研究では、CSの運航管理の負担軽減と確実な出動の実現を目的とする。情報記録手段として音声認識を活用したシステムへの情報入力機能を提案し、実際の運航で使用可能な支援システムを構築する。

2. 先行研究

CSの運航管理を支援するために、石橋[2]は出動依頼主から聞き取った情報を入力するドクターヘリ対応支援システムを構築し、佐藤[3]はCSに視覚的な情報を提供するドクターヘリ出動可能エリア表示システムを構築し

この研究の一部は、2009、2010年度の日本航空医療学会総会で発表した。

ている。ドクターヘリ対応支援システムは、出動対応時に聞き取った情報をマウスとキーボードの数字テンキーで入力することで、手書きによるメモの負担軽減を目指している。しかし、マウスとテンキーによる情報入力では出動対応時の負担を充分軽減することはできず、より簡単な情報入力方法の必要性が示された。一方、ドクターヘリ出動可能エリア表示システムは基地病院を中心とした地図を表示し、日没間近にはヘリの飛行可能範囲を円で表示する。ドクターヘリを出動させる方角、出動の可否を一目で判断できることから、CS の負担を軽減できたという結論に至ったが、出動依頼主から聞き取った情報を入力する機能は備えていない。

3. 音声認識

3.1 音声認識による情報入力

CS が出動依頼主から聞き取った情報の入力方法として、音声認識ソフトを利用した自動情報抽出機能を提案する。音声入力には、市販のヘッドセットマイクを用い、音声の解析には記述音声認識実行キット Julian を活用する。Julian は登録された単語辞書と文法ルールに基づいて音声認識を実行するため、認識対象とする文章のパターンを記した認識用文法が必要となる。

2009 年 2 月、北海道のドクターヘリ基地病院である手稲溪仁会病院にて、現役 CS へのヒアリング調査を実施し、ビデオカメラで運航管理の様子を撮影した。出動対応時の会話の分析から、CS は出動依頼の電話を受けた際に消防署名、RP 名、GPS 番号の 3 つを復唱することがわかった。GPS 番号とは、出動ミスを防ぐため RP に割り当てられた固有の ID 番号で、必ず RP 名と組にして用いる。また、RP は必ず 1 つの消防署に管轄されている。消防署名と RP 名がわかると以降の出動対応に必要な情報の特定が可能になること、および現在の CS の発話を変更せずに音声認識への入力を実現できることから、音声認識により抽出する情報は消防署名、RP 名、GPS 番号の 3 つとする。

また、CS は「〇〇消防ですね、どうされましたか？」などのように、ある程度決まった文体で復唱することも、会話の分析からわかった。森田らは、入力文体を統一することで、高い音声認識率が実現できることを示している[4]。CS の復唱時の文体を Julian に文法ルールとして登録しておくことで、認識率の向上を図る。

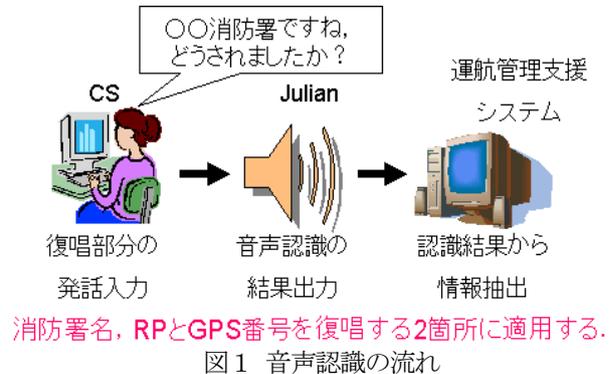
しかし、音声認識の精度には限界がある。誤認識を補うため、Julian による音声認識結果を最大 5 個まで取得する。認識結果から運航管理支援システムで入力すべき情報として合致する可能性が高い順に候補を並び替えて CS が該当するものを選択する。また、音声認識失敗時には確実に情報を入力できる代替手段を用意する。RP 名と GPS 番号には管轄する消防署が決められており、復唱時には出動ミスを防止する目的で、必ず組にして使用している。RP、GPS 番号の復唱部分を音声認識した後、情報の関係性を利用して本システムで整合性を確認する。整

合の結果、候補の表示順を決定し、必要に応じて情報を補完する。整合性の確認に使う項目を以下に示す。

- RP と GPS 番号の組み合わせ
 - RP 名と管轄する消防署の組み合わせ
 - GPS 番号と管轄する消防署の組み合わせ
- また、候補の作成方法を以下に示す。
- RP、GPS 番号、管轄する消防署の関係性が完全に一致する。第一候補として候補表示する。
 - RP と管轄する消防署の関係性が一致する。GPS 番号を RP に合わせて補完する。
 - GPS 番号と管轄する消防署の関係性が一致する。GPS 番号に合わせて RP を補完する。

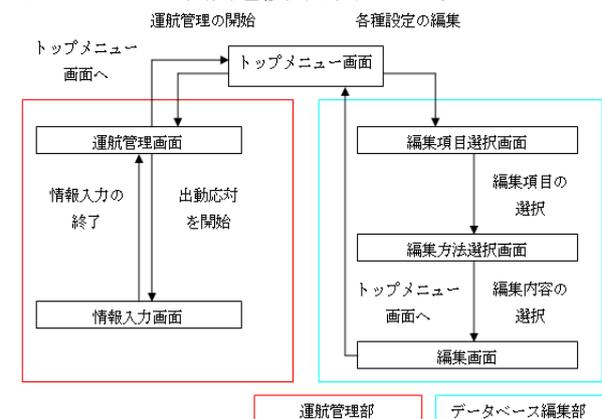
3.2 音声認識の流れ

音声認識による情報抽出の流れを図 1 に示す。CS の復唱部分の発話を Julian で音声認識して結果から運航管理支援システムが必要な情報を抽出してシステムに表示する。復唱部分は 2 箇所あり、消防署名、RP と GPS の情報を抽出する。



4. 運航管理支援システム

本システムは運航管理部とデータベース編集部からなる。システムの画面遷移図を図 2 に示す。



4.1 運航管理部

地図情報表示画面と情報入力画面が運航管理部に当たる。それぞれの画面を図 3、図 4 に示す。

情報入力画面では、CS が出動依頼主から聞き取った情報を音声認識によって入力する。地図情報表示画面の運航開始ボタンを押下することで情報入力画面に切り替

わる。

地図情報表示画面では、基地病院の周辺地図を表示して CS に視覚的な情報を提供する。運航管理開始ボタンを押すことで、情報入力画面に切り替わり、出動応対を開始できる。出動応対画面での情報入力後は再び本画面に切り替わる。先行研究の「ドクターヘリ出動可能エリア表示システム」を基に設計した。

4.2 データベース編集部

本システムのデータベースを編集する部分で、運航管理部に使用する RP や消防署名に関するデータの追加、変更、削除ができる。データベースの情報は出動応対画面における消防署や RP 名などの候補表示、RP 名と GPS 番号の候補を決める際の整合性確認などに利用する。

5. 評価実験

音声認識による情報入力の精度、運航管理の迅速性・確実性、システムの操作性から本システムを評価した。迅速性・確実性とは、出動依頼主から正確に、かつ素早く情報を取得することを指す。

5.1 一般人を対象とした評価実験

被験者である一般人は CS 役、筆者は出動依頼主役を担当してドクターヘリ運航管理のシミュレーションを実施した。出動要請を受け、システムを使用しながら情報を聞き取り、電話応対終了までの流れをシミュレーションする。運航管理中の PC 画面における作業の様子と音声を記録した。また、出動依頼主から復唱すべき内容を聞き取り、復唱開始までの時間を計測した。実際のドクターヘリ運航管理現場のデータを用い、出動依頼のシナリオは、過去の出動事例を参考に創作した。被験者の総数は 7 人で、1 人に対して 6 回の実験を実施した。被験者はいずれも 20 代で男性が 4 名、女性が 3 名である。

音声認識による情報入力の成否を表 1 に示す。音声認識に成功し、候補から正しい情報を選択できた場合は「○」、候補から情報を選択できず、代替手段を利用した場合は「×」としている。情報入力の成功率は管轄消防署で 42.9%、RP と GPS 番号の組み合わせで 28.6% であり、男女間で認識率の大きな差はみられなかった。

出動依頼主から復唱すべき内容を聞き取り、復唱を開始するまでの時間を表 2 に示す。「×」の箇所は時間計測に失敗したことを表している。復唱を開始するまでの時間にばらつきがあることがわかる。

5.2 現役 CS を対象とした評価実験

現役 CS には、一般人を対象とした評価実験を同じ内容で実施した後、本システムに関するヒアリング調査をした。本実験では、PC 画面における作業と CS の音声のみ記録している。調査に参加した CS は経験年数 7 年の 40 代男性 1 名である。

CS から音声認識により候補が表示される分、聞き取った情報を迅速に入力でき、作業効率の向上につながると回答を得た。シミュレーション中の作業を記録した映像を分析した結果、音声認識による情報入力の成否によ

り、CS が運航管理に混乱することはなかった。しかし、メモ用紙とディスプレイの両方を見るのが負担であると指摘を受けた。また、CS によると、出動依頼主が消防署名でなく稀に消防署に属する町の出張所などを名乗ることがあるとのことだった。消防署名が名乗られない場合は、管轄する市町村名を尋ねて、依頼を受けた消防署を決定する必要がある。

6. 考察

6.1 音声認識による情報入力の精度

音声認識機能による情報入力の成功率は管轄消防署で 42.9%、RP と GPS 番号の組み合わせで 28.6% で、十分な精度を得られなかった。原因として復唱の難しさが考えられる。復唱中にノイズの混入や言い直しが見られ、情報が長く単語を覚えきれない場合が多かった。電話応対をしながら明瞭に復唱することは難しく、音声認識に失敗する事例が多かったと推測できる。また、運航管理に不慣れであったことや出動範囲地域に関する知識不足が考えられる。現役 CS は聞き取りメモや電話応対の訓練を受けており、実践経験も豊富である。被験者はシミュレーションデータの消防署名や地名を覚えておらず、復唱の妨げになったといえる。

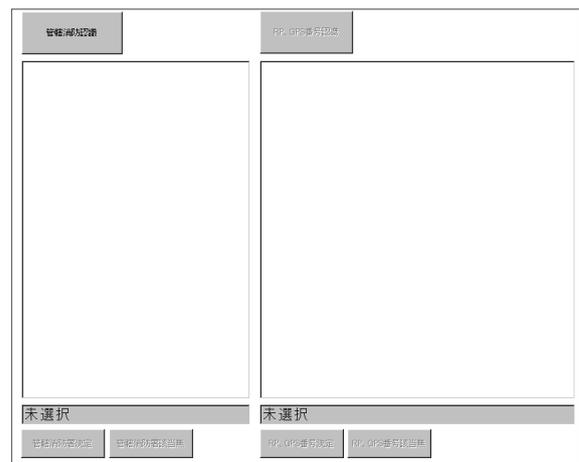


図 3 情報入力画面



図 4 地図情報表示画面

表1 音声認識による情報入力 of 成否

(a)消防署情報の入力成否

	1回	2回	3回	4回	5回	6回
被験者1 男	×	○	×	○	×	×
被験者2 男	○	×	○	×	×	×
被験者3 女	×	○	×	×	○	×
被験者4 男	×	×	○	×	×	×
被験者5 女	○	×	×	○	×	○
被験者6 女	○	○	○	×	○	×
被験者7 男	○	○	○	×	×	○

(b)RP と GPS 番号情報の入力成否

	1回	2回	3回	4回	5回	6回
被験1 男	×	○	×	×	×	×
被験2 男	×	×	○	×	×	×
被験3 女	○	×	○	×	○	×
被験4 男	×	×	○	×	×	×
被験5 女	×	×	×	×	×	×
被験6 女	×	×	○	×	○	×
被験7 男	×	○	○	×	○	○

表2 復唱までの時間(秒)

(a)消防署情報の復唱までの時間

	1回	2回	3回	4回	5回	6回
被験1 男	1.90	1.97	0.64	2.19	×	7.25
被験2 男	6.84	2.31	3.63	20.24	3.73	11.34
被験3 女	16.28	4.92	3.05	2.18	2.34	6.42
被験4 男	×	×	×	×	×	×
被験5 女	1.58	10.15	6.16	3.47	14.09	2.06
被験6 女	1.96	1.90	2.01	9.49	4.97	6.45
被験7 男	2.41	2.65	9.09	26.41	2.63	2.98

(b)RP と GPS 番号情報の復唱までの時間

	1回	2回	3回	4回	5回	6回
被験1 男	×	4.24	1.05	1.34	1.35	4.14
被験2 男	2.36	16.87	1.99	17.67	3.50	7.89
被験3 女	4.53	4.42	3.39	2.35	8.98	1.69
被験4 男	×	×	×	×	×	×
被験5 女	2.99	15.02	1.81	7.67	11.92	1.85
被験6 女	2.11	1.90	1.84	1.60	2.56	2.15
被験7 男	3.02	2.06	4.55	7.86	2.07	2.88

音声認識の精度をあげる対策として認識用文法の改善を提案する。消防署名の音声認識では、復唱開始部分の発話に重点を置いた認識用文法を作成する。提案する認識用文法は、復唱開始部分の発話のみ部品として音声認識し、以降の発話は文字の羅列として音声認識するように作成する。ユーザは復唱部分全体を意識して発話せずに済み、開始部分以降の発話が乱れても認識誤りを起こさなくなる。復唱開始部分は、消防署名や消防署の管轄地域に関わる地名の出現頻度が高いことを利用している。また、消防署名が復唱できない事例を考慮して、市町村名から消防署名を呼び出せるようにする。

6.2 システムの操作性

運航管理中の作業映像を分析した結果、音声認識による情報入力失敗時に代替手段で情報入力をする際、混乱

する事例が多かった。入力すべき情報を多数の候補から探す作業に手間取ったと考えられる。また、ペンとマウスの持ち替えが操作性に影響していた。対策として、代替手段による選択候補は常に画面表示し、音声認識により得られた選択候補の表示部分とわけるとよい。また、1つの消防署に属する RP の数は数個程度から 100 個以上までばらつきがある。消防署を選択した時点で RP と GPS 番号の選択候補が少ない場合、音声認識による情報入力の必要性は低く、代替手段による情報入力ですべてである。ペンとマウスを持ち替えについては、手書きのメモ作業を廃止してタッチパネルによる情報入力機能の追加を提案する。本研究で提案した音声認識による情報入力機能と合わせて活用することで、操作性の向上が期待できる。

6.3 運航管理の迅速性・確実性

音声認識による情報入力の成否によって被験者の対応時間にばらつきがあり、迅速性・確実性を維持できたとはいえない。代替手段による情報入力の改善や音声認識精度の向上、タッチパネルによる情報入力機能を実現などにより改善すべきである。

7. おわりに

CS が出動依頼主から聞き取った情報の入力方法として、音声認識ソフトを利用した自動情報抽出機能を提案した。提案手法を用いたシステムの評価実験の結果、作業効率の向上に効果を見出せたものの、運航管理を充分支援できたとはいえない。音声認識機能による情報入力成功率が管轄消防署で 42.9%、RP と GPS 番号の組で 28.6%と低かったのは、ペンとマウスによる作業が負担であったためといえる。また、一般人を対象とした評価実験では、運航管理中の対応速度にばらつきがみられ、運航管理の迅速性・確実性を維持できたといえない。しかし、提案手法によって様々な問題を発見し、今後の展望を見通すことができた。電話応対中の会話をさらに分析して認識用文法を見直すことで、音声認識精度の向上が期待できる。また、本研究で提案した音声認識による情報入力機能とタッチパネル式の情報入力機能を同時に用いて手書きでのメモ作業を廃止することが望ましい。運航管理の分析とシステム開発、評価実験を継続して CS の支援体制の構築が重要である。

参考文献

- [1] NPO 法人 救急ヘリ病院ネットワーク, “ドクターヘリってどこにあるの?”, HEM-Net, 2010, <http://www.hemnet.jp/where/>.
- [2] 石橋太郎, “ドクターヘリ出動対応に関する研究,” 武蔵工業大学卒業論文, 2008.
- [3] 佐藤翔二, “ドクターヘリ出動可能エリア表示システム,” 武蔵工業大学卒業論文, 2008.
- [4] 森田浩康ら, “車載情報機器との音声言語インターフェースにおける文体統一の効果,” 情報処理学会研究報告, Vol.124, pp.205-210, 2003.