

平成30年度「ICTとくしま創造戦略」重点戦略の推進に向けた調査・研究事業

深層学習を利用した
救急安心センター事業支援システムの開発
(報告書)

平成31年1月

国立高等専門学校機構 阿南工業高等専門学校

1 はじめに

近年、救急搬送を求める緊急通報は増加しており、平成 29 年度の救急出動回数は過去最多の 634 万 5,517 件に達し(図 1 参照)、高齢化の影響により救急搬送された人員の年齢区分は満 65 歳以上の高齢者が 59%となっている(総務省消防庁「平成 30 年度版救急・救助の現況」)。特に人口減少が問題となっている地域では高齢化を背景として救急隊への負担が大きくなっている。徳島県阿南市では年間に 3,350 件の搬送

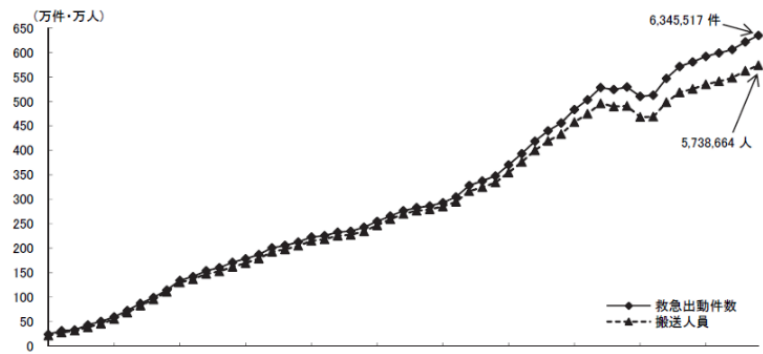


図 1 救急出動件数及び搬送人員の推移(総務省消防庁 平成 30 年度版・救助の状況)

があり、この救急出動のうち 69%が高齢者の搬送である(図 2 参照)。今後ますます増加することが予想される救急搬送の要請に対して、人口の減少している地域では救急隊員の増員や設備充実のための経費増額は難しいと考えられる。徳島県勝浦町などの人口の少ない地域では救急業務を行うためのシステム維持が困難となり、民間企業に救急業務を委託するなどの対処を行っている。消防庁の救急業務のあり方に関する検討会[平成 28 年度救急業務のあり方に関する検討会報告書(案)]では、このような問題に対する対策として、既存の救急車などの有効活用などがあげられており、救急搬送が必要な人だけを搬送する救急車の適正利用を推進することで実現可能となる。徳島県阿南市を例にすると平成 29 年度に搬送した人の 42.2%が軽症で、重症などの搬送は 17.0%である。このことから軽症であっても救急搬送を求めており、救急車の適正利用を推進する必要があることがわかる。救急車の適正利用のために救急安心センター事業(#7119)等を普及することで改善は可能であること分かっている。東京消防庁では平成 19 年に救急相談センター(救急安心センターと同じ業務を行うもの)を開設し、平成 27 年度は年間で約 38 万件の相談があったことが報告されている。相談者の中で軽症者には医療機関の案内など行うことで軽症者の救急車利用の削減が可能である。東京消防庁における平成 18 年の救急搬送で軽症者の占める割合が 60.3%であったのが平成 26 年度には 51.9%に低下している

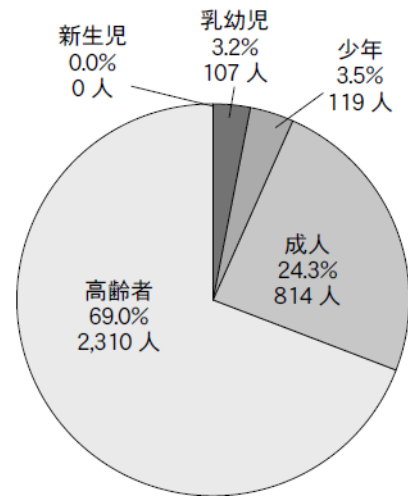


図 2 徳島県阿南市救急搬送年齢別区分 (平成 29 年度阿南市消防年報)

平成30年10月1日現在

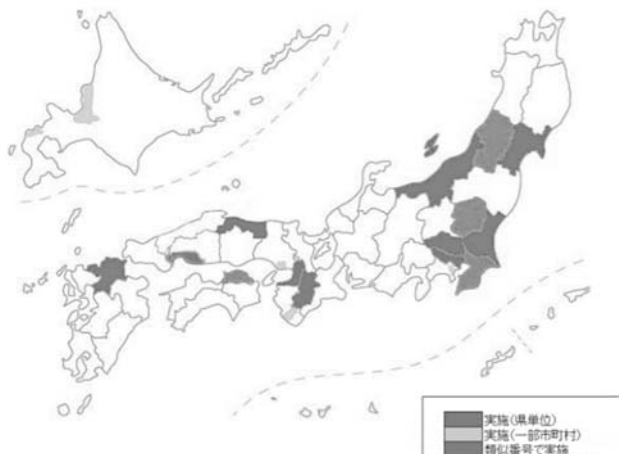


図 3 救急安心センター事業普及状況

ことから（総務省消防庁消防の動き 2017 年 4 月号），救急車の適正利用への効果は明らかである。救急安心センターは図 3 に示す自治体で開設されており，国民の 40.6%（平成 30 年 10 月現在）がそのサービスを受けられるようになっている[総務省消防庁 #7119（救急安心センター事業）の全国展開資料]。しかし，救急安心センター事業の運用は医師，看護師，専門員などが 365 日 24 時間待機する必要があり，開設時及びランニングコストは大きな負担となるため，総務省消防庁から新規立ち上げ時及びランニングコストの支援が準備されているが，人口が減少する地域では大きな負担となる。

本研究は救急安心センター事業が確立されていない地域において少ない経費で救急安心センター業務を開設，維持するためのシステム開発を目的とする。このシステムの開発により軽症の人の救急搬送数を削減し，救急車の適正利用推進につなげることが開発するシステムの効果である。システムは電話からの音声情報を元に深層学習を用いて症状の判断を行う。また軽症と判断した場合は医療相談（医療機関の案内や救急相談）を行うための画面を提示し，救急相談の対応者に情報を与える。

2 システム概要

2.1 緊急度判定プロトコル Ver. 2 電話相談

平成 29 年に総務省消防庁より公開されている緊急度判定プロトコル Ver. 2 電話相談は電話相談の場面を想定した緊急度判定プロトコルであり，電話救急医療相談に利用できる。これを利用することで医師，看護師，専門員でなくても相談者からの電話の内容から緊急度の判断が可能となっている（最終的な判断は医療従事者の判断が必要）。しかしプロトコルは 100 ページを超える資料となっており，この資料をそのまま利用して電話相談を行い，それぞれの状況に合わせて対応することは難しい。そこで本研究ではこのプロトコルに記載されている情報をシステムとして構築し，相談者の電話からの音声情報や電話相談の対応者から入力された情報から緊急度を判断し，提示することを考えた。プロトコルで判定できる緊急度は図 4 に示す 5 つの緊急度となる。本研究では，まず緊急度が最も高い「最緊急・救急車」とそれ以外（「緊急・非救急車」，「準緊急」，「非緊急」，「受診不要」）を判定するシステムの開発を行う。

緊急度	定義
赤 (最緊急・救急車)	<ul style="list-style-type: none"> ・すでに生理学的に生命危機に瀕している病態 ・増悪傾向あるいは急変する可能性がある病態 ※気道・呼吸・循環・意識の異常、ひどい痛み、増悪傾向、急変の可能性から総合的に判定する
橙 (緊急・非救急車)	<ul style="list-style-type: none"> ・時間経過により症状が悪化する可能性があるため、直ちに受診が必要な病態
黄 (準緊急)	<ul style="list-style-type: none"> ・時間経過により症状が悪化する可能性があるため、受診が必要な病態
緑 (非緊急)	<ul style="list-style-type: none"> ・上記には該当しないが、受診が必要な病態
白 (受診不要)	<ul style="list-style-type: none"> ・医療を必要としない状態

図 4 緊急度とその定義（緊急度判定プロトコル Ver. 2 電話相談）

2.2 「最緊急・救急車」の判定アルゴリズムについて

緊急度判定プロトコル Ver. 2

電話相談において「最緊急・救急車」の判定をおこなうためのアルゴリズムを図5に示す。このアルゴリズムでは、まず心肺停止の判断を行う。心肺停止の判断として、「呼吸をしていない。息がない。」「脈がない。心臓が止まっている。」「沈んでいる。」「冷たくなっている。」の判断を行い該当すれば「最緊急・救急車」の判定となる。心肺停止に該当しない場合は次にバイタルサインの確認を行う。バイタルサインは「呼びかけても反応がない。」「普通にしゃべれない。声が出せない。」「ハアハアしている。息が苦しい(苦しそう)」「顔色、唇、耳の色が悪い。冷汗をかいている。」「しっかりと受け答えができない。」について確認を行う。これらに該当する項目があれば「最緊急・救急車」の判定となる。該当しなければ症例の判定にかかわるインタビューとなる。本研究では症例の判定は行わずに心肺停止とバイタルサインの判定までを実施して「最緊急・救急車」とそれ以外の緊急度の判定を行う。

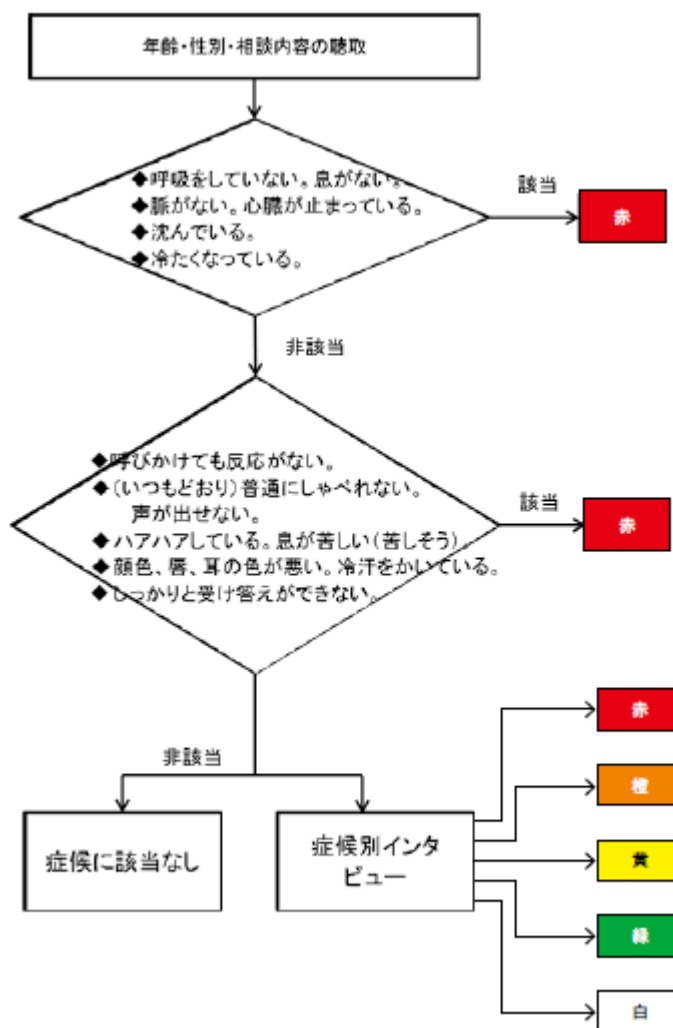


図5 緊急度判定のアルゴリズム

2.3 システムの概要

本研究で開発したシステムを図6に示す。図6に示すシステムではマイクから取得された音声データの音声認識を行い、音声をテキストデータに変換する。次に変換されたテキストデータについて形態素解析を行い、文章を形態素に分割する。分割された形態素の原型を深層学習の入力として救急車必要、救急車不要の判定を行う。深層学習の入力とするため、心肺停止に関連するキーワード及びバイタルサインに関する説明に関連するキーワードに値を設定しておき、解析された形態素についてそれぞれの形態素に設定された値を深層学習の入力とした。深層学習は緊急度を判定する値を出力とする。出力として求められた結果の値から判定結果(救急車、救急車不要)を求める。出力の値が大きい場合は緊急度が高く救急車が必要との判定であり、出力の値が小さい場合は緊急度は低く救急車は不要の判定となる。

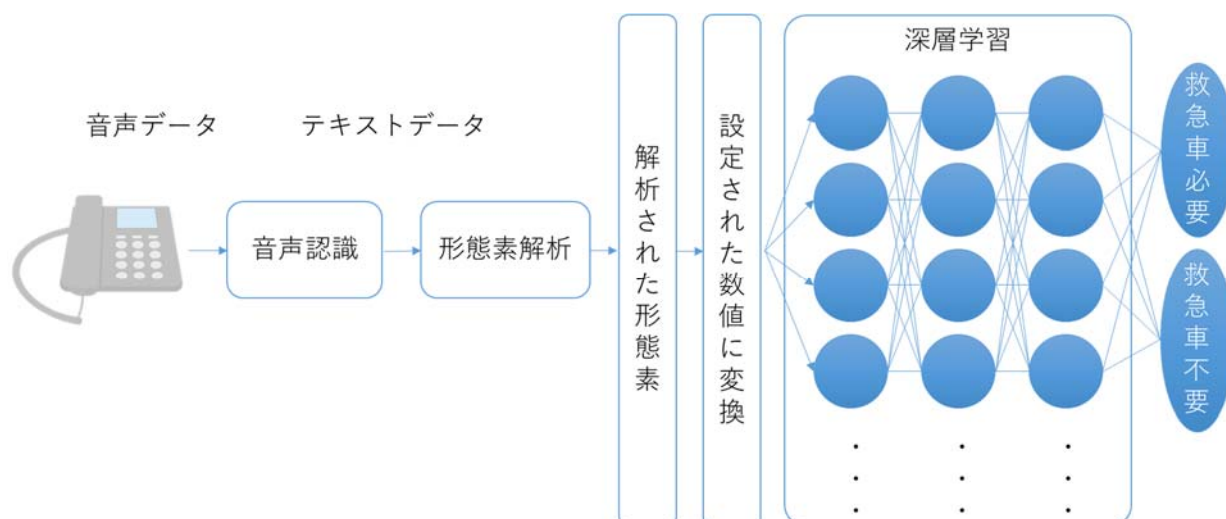


図6 緊急度判定のためのシステム概略

深層学習で用いる心肺停止及びバイタルサインに関する説明のキーワードを表1に示す。

表1 心肺停止及びバイタルサインに関する説明のキーワード

キーワード		
呼吸	心肺	反応
息	停止	声
脈	苦しい	受け答え
心臓	冷や汗	ない
冷たい	顔色	沈む
意識	悪い	止まる

3 システムの評価

3.1 緊急度判定について

表2に示すキーワードが含まれる場合にシステムの出力となる緊急度を判定するための評価値は大きくなる。例えば「呼吸をしていない。」という言葉を入力すると評価値は0.375となり、キーワードが含まれない場合で「歯が痛い。」では評価値は0.092である。表2に緊急度判定プロトコル Ver. 2 電話相談に例として記載されている心肺停止の判断とバイタルサインの確認のための言葉を入力した場合に開発したシステムからの出力（緊急度を判定するための評価値）を示す。表3には心肺停止の判断とバイタルサインの確認のための言葉以外を入力した場合の評価値を示す。

評価値は心肺停止の判断とバイタルサインの確認に関するキーワードが含まれている場合は0.200以上の評価値となった。しかし、「沈んでいる。」「冷たくなっている。」については0.092と低い評価値となった。「沈んでいる」を形態素に分割した場合、「沈む」、「で」、「いる」に分割される。そのため、「で」と「いる」が含まれているため低い評価となったと考えられる。「冷たくなっている。」も同じ理由で形態素に分割すると「冷たい」、「なる」、「て」、「いる」に分割される。「冷たい」はキーワードに含まれるものの、それ以外の言葉が含まれるため低い評価値となったと考えられる。表2では緊急度判定プロトコル Ver. 2 電話相談に記載されている例を入力した場合であ

るが、複数のキーワードが含まれている場合はさらに高い評価値となる。例えば「呼吸をしていない。息がない。心臓が止まっている。」という言葉を入力した場合の評価値は 0.479 となる。

表 2 心肺停止の判断とバイタルサインの確認のための言葉を入力した場合に対する評価値

入力データ	評価値
「呼吸をしていない。」	0.375
「息がない。」	0.371
「呼吸をしていない。息がない。」	0.457
「脈がない。」	0.367
「心臓が止まっている。」	0.281
「脈がない。心臓が止まっている。」	0.424
「沈んでいる。」	0.092
「冷たくなっている。」	0.092
「呼びかけても反応がない。」	0.260
「普通にしゃべれない。」	0.260
「声が出せない。」	0.260
「息が苦しい。」	0.377
「顔色が悪い。」	0.355
「冷や汗をかいている。」	0.268
「しっかり受け答えができない。」	0.346

表 3 心肺停止の判断とバイタルサインの確認のための言葉以外を入力した場合に対する評価値

入力データ	評価値
「歯が痛い。」	0.092
「咳がでる」	0.092
「喉が痛い」	0.092
「熱がでた。」	0.092
「風邪をひいた。」	0.092
「足をぶつけた。」	0.092

表 2 に示す結果から本研究で開発したシステムでは緊急度を判定するための評価値が 0.200 以上であれば緊急度の判定として「最緊急・救急車」、評価値が 0.200 未満の場合は「救急車不要」の判定となるよう設定した。

3.2 システムの改善点

開発したシステムへの入力で「呼吸をしていない。」を入力した場合の評価値は 0.375 と緊急度は「最緊急・救急車」の判定となり、正しく緊急度を判定できる。ただし、「呼吸をしている。」を入力した場合の評価値は 0.295 となり、この場合も緊急度は「最緊急・救急車」と判定される。「呼吸をしている。」について緊急度は低いと判定するのが正しい判定であり、誤った判定となる。「呼吸をしている。」を形態素に分割した場合、「呼吸」、「を」、「する」、「て」、「いる」に分割され、「呼吸」は表 2 のキーワードが含まれるが、それ以外の言葉も含まれていることから「沈んでいる。」などと同じように低い評価となると考えていた。しかし、評価値は高い値となった。同じように「息がない。」を入力した場合の評価値は 0.371 で緊急度は「最緊急・救急車」の判定となる。「息がある。」を入力した場合の評価値は 0.350 となり、これも緊急度は「最緊急・救急車」の判定となり、誤った判定となる。図 6 に示すシステムでは「呼吸をしている。」や「息がある。」のように緊急度が低いと判断できる場合でも表 2 に示すキーワードが含まれていると評価値は高くなり、緊急度は「最緊急・救急車」の判定となることが明らかになっている。この問題に対する対策として時系列のデータに対応した深層学習を用いることで対応可能であると考えられる。図 7 に時系列データに対応した場合のシステムの概要を示す。時系列データを取り扱う方法として Long Short Term Memory (LSTM) 方式などを利用することで、入力の値を並列に評価するのではなく入ってきた順番での評価が可能となる。例えば「息がある。」という入力があった場合は形態素に分割した場合は「息」、「が」、「ある」の入力となる。「息」については緊急度が高いと判断される入力となるが、そのあとに続く「ある」を認識することで緊急度を低くするよう学習させておくことで正しい緊急度を判定できるようになると考えられる。この改善点については今後実施する予定である。

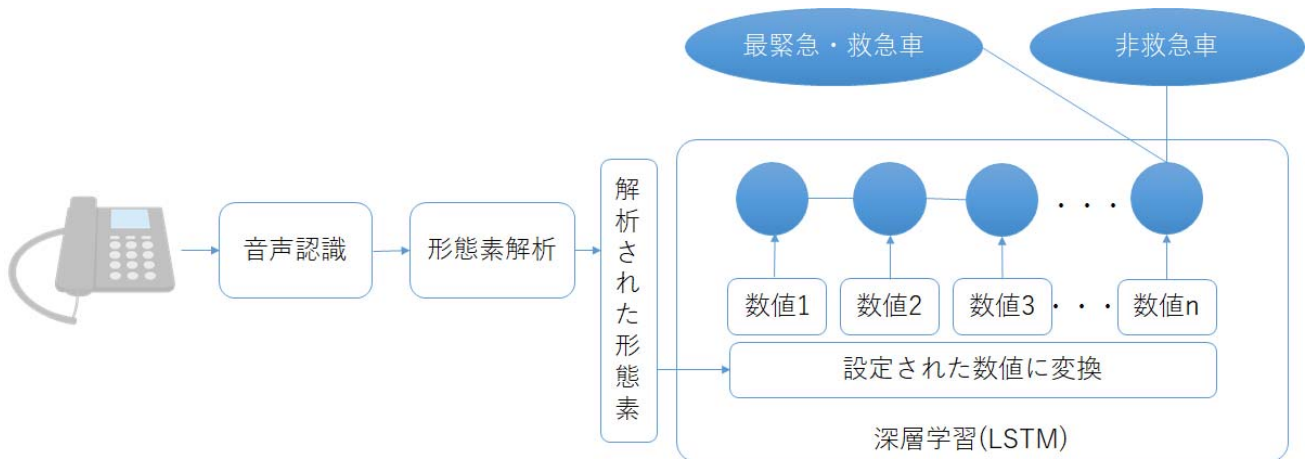


図 7 時系列データに対応した場合のシステム概略

4. まとめ

本研究は救急安心センター事業が確立されていない地域において少ない経費で救急安心センター業務を開設，維持するためのシステムの開発を目的として行った．その結果，音声情報から深層学習を用いて緊急度を判定するシステムを開発した．システムは緊急度判定プロトコル Ver. 2 電話相談に記載されている心肺停止の判断とバイタルサインの確認のためのキーワードを含む言葉を入力した場合に緊急度の最も高い「最緊急・救急車」の判定を行えることを確認した．

ただし，緊急度を高いと判断しなければいけない「沈んでいる。」や「冷たくなっている。」の言葉について緊急度の判定は低い判定となった．この誤った判定は緊急度が高いにもかかわらず低いとの判定となるため，システムの致命的な欠陥であると判断しており，詳しい調査を実施する予定である．さらに緊急度は低いと判断しなければいけない「呼吸をしている。」や「息がある。」については「最緊急・救急車」の判定となった．この誤った判定については深層学習の方法に LSTM 方式を用いことで改善可能であると考えられるため，今後改善する予定である．

本研究では音声情報から深層学習を用いて緊急度の判定だけを行うシステムの開発を行った．緊急度の判定以外にも電話相談で重要な役割として医療相談（近隣の医療機関の情報や応急手当の方法などの案内）がある．緊急度の判定を行い，緊急度が低い場合は医療相談などが可能となるようシステムの開発を進める予定である．