

AI を応用した医療機器のアラーム音識別システムの開発

大阪ハイテクノロジー専門学校 臨床工学技士科
河平依舞, 井田郁海, 小林巧, 反誠博

要旨

多くの医療機器が使用されている病院内や在宅医療では、複数のアラーム音による聞き逃しや誤認識によるインシデント、アクシデント事例が多発している。本研究では、そういった事例の防止を実現するために、AI を応用したアラーム音識別システムを開発し、その音声識別率の評価を行った。その結果、臨床応用が期待できる識別率の高さを達成した。

(論本文)

1 はじめに

ICU などの病院内では、多様な生体機能代行装置や治療器および各種生体モニタなどの医療機器の音が飛び交っている。これら機器の多くは、異常時の通知や医療従事者の対応を促す場合に、アラーム音を発する機能を有しており、それぞれの機器のアラーム音は聞き逃されることが無いような音量に設定されている場合が多い。同時に複数機器のアラーム音が鳴る場合もあり、互いのアラーム音がかき消し合う状況も考えられる。一方、ICU などの寝たきりの患者が多いところではアラーム音が小さく設定されて、医療従事者が認識できずに医療事故につながる恐れがあると考えられる¹⁾²⁾³⁾。

また、在宅医療においても、さまざまな医療機器が使用されており、院内と同様に患者家族の映像・音楽鑑賞や家事などの生活音で、医療機器アラーム音を聞き逃す状況が考えられる。

実際に、医療機器のアラーム音の聞き間違いによるインシデント、アクシデントは多い。「医療機器のアラームに関わるインシデント・アクシデント事例からみる再発防止の検討」⁴⁾によれば、医療機器のアラームが作動していたにも関わらず気が付かなかった事例が 116 例中 23 例報告されている。

また、アラーム音に気づいていても「アラーム音をナースコールだと思い込んだ」という誤認識や、「アラーム音が作動していたが警告音ではなく注意音であり、アラームという認識がなかった」という誤認識もあったことが報告されている。

そして、「第 1 回臨床看護マネジメント学会シンポジウム発表資料」⁵⁾によれば、看護職が関与したアラーム機能を備えた医療機器に関する事故について、2000 年から 2006 年の間に 28 件の報道があったとのことである。

この様なアラーム音の誤認識によるインシデントを防ぐためには、正確に担当の医療従事者へアラームがなっている状況を伝える仕組みが必要だが、医療機器のアラームは種類

やメーカーごとに仕様が異なっており、同じ通信手段で医療従事者へ発信することは困難であるため、認識と通知を可能とする企業横断的な一つのシステムが必須と考えられる⁶⁾。さらに病院や在宅医療ではアラーム音に限らず様々な音が飛び交っている。この様な多くの音源の中から、複数の重要なアラーム音を間違いなく検知するためには、AIによる音声識別情報を利用することが有効だと考えた⁷⁾。その方法について調査・検証した結果、また考察を報告する。

2 研究目的

本研究では、アラーム音の聞き間違い防止を実現するために、AIを応用したアラーム音の識別システムを開発し、その識別機能の評価を行うことを目的とした。

3 研究方法

3-1. AIによる音声識別システムの作成

考案したシステムの概要は、まずマイクなどでアラーム音を含む周囲の音を録音し、学習済みAI検知システムにて識別させ、AI認識度の閾値を超えたアラーム音が検知された場合に、通知システムへ検知信号が伝達され、通知システムから登録されたスマートフォン等に通知するものとした(図1)。

検知システムの作成に際して、音声識別を行うAIは「教師あり学習」という手法で学習させた。この作業では、AI作成サービスである Teachable Machine (Google Japan G.K.) を使用した。

教師あり学習とは正解となるデータ、すなわち教師データをコンピュータに大量に与えることで、コンピュータがデータの特徴やパターンを学習する手法である(図2)。

この手法に基づいてAIを作成することで、不明な音源データに対して識別が実施される。

検知対象(教師データ収集の対象)は、ICUや在宅医療などで患者の近くに設置している機器を想定して、ベッドサイドモニタ、人工透析装置、人工呼吸器の3つの機器を選定した。

初期に作成したシステムでは、静かな環境(35dB)で、各機器に加えてバックグラウンドノイズを対象として教師データを集音した。

次に、初期システムの評価結果を参考に改良したシステムでは、環境が変化する度にバックグラウンドノイズの教師データを更新することとした。

AI検知システムと連携する通知システムの構築にはLINE Notify (LINEヤフー株式会社)を使用した。

3-2. 音声識別機能の評価

音声識別機能の評価実験は、静かな環境と騒音のある環境で、それぞれ対象とした医療機器単体のアラーム音を発生させた場合に、通知された機器のアラームの識別率をもって評価した。評価実験の環境音を計測したところ、静かな環境が 35dB、複数人が談笑や機器操作をしている騒音のある環境が 65dB であった。

4 結果

4-1. 初期システムによる音声識別率の評価

初期システムの評価結果を表 1 に示した。初期システムの識別率は、静かな環境で全て 100%であったが、騒音のある環境では 58%~100%と、対象とした機器によっては識別率が低下した。

4-2. 改良システムによる音声識別率の評価

改良システムの評価結果を表 2 に示した。改良システムの識別率は、静かな環境で初期システムと同様に全て 100%であった。さらに、改良システムは騒音のある環境でも識別率が全て 100%となり、初期システムに比べて識別率が向上した。

4-3. 改良システムによる同時に複数のアラームがなっている場合の音声識別率の評価

静かな環境で、改良システムを用いて同時に複数のアラームがなっている場合の評価結果を表 3 に示した。識別率は 75%~100%となり、3 種類同時の場合や、ベッドサイドモニタを含んだ評価のときに識別率が低下した。

5 考察

5-1. 初期システム

機器のアラーム音だけを AI 識別させるシステムでは、状況に応じて変化する環境の騒音と機器の音との区別がうまくできていないと考えられた。

そこで、環境の変化に応じたバックグラウンドノイズ自体を AI で学習させて、システム更新させることで、識別率の向上が図られるのではないかと考えた。

5-2. 改良システム

初期システムの考察を反映して、環境の変化に応じてバックグラウンドノイズを AI に学習させるシステムの改良を行ったことにより、作成した音声識別 AI によるアラーム音とバックグラウンドノイズの識別率の向上が図られたと考えられた。

5-3. 同時に複数のアラームがなっている場合

識別率が低下した原因のうち、識別対象の機器とは異なる機器が識別された場合があった。この誤認識したパターンは1回のみで、それ以外は識別対象が3種類または2種類のうちから1種類が認識されなかったパターンであった。このことから、通知条件を改善することで識別率が向上するのではないかと考えられた。

5-4. 類似研究との比較

本研究で課題としてあげた医療機器のアラームに関して、コンセプトの類似した研究や、通知機能を実装した製品があり、臨床における必要性が高まっている⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

「深層ニューラルネットワークを用いた重複アラーム音識別システムの検討」⁷⁾は、本研究と同様に医療機器のアラームに関する問題を解決するために、自作の深層ニューラルネットワークを用いてアラーム音の識別を図っていることが特徴であり、詳細な改良がし易いという利点はあるものの、臨床の環境変化に応じた運用には一定の知識が必要であると考えられる。一方、本研究では既成品であるAI作成サービスを利用しており、改良の自由度は制限されるが、数分で教師データの収集およびAIの作成が可能であり、専門的なソフトウェアプログラミング知識がなくとも臨床工学技士であれば容易に運用が可能であると考えられた。

企業内で販売されている医療機器のアラームを通知する製品は何社か散見されるが、他企業の医療機器には対応していないため病院内で使用される他社の製品や通知機能を有していない医療機器を企業横断的に連携する機能はない⁸⁾⁹⁾。それに比較して、我々の開発したシステムは、音声アラーム機能を有している医療機器であれば全てを対象としつつ、施設内でアラーム音を発する機器の種類、配置、台数および臨床の環境変化に対しても、現場での音声識別AIの更新によって、適応可能なコンセプトとなっている。

6 結論

アラーム音識別システムの開発を行い、音声識別システムの評価実験を行った。

初期システムでは、単体アラーム音識別率が最低58%と、臨床応用には十分と言えない成績であった。一方、環境の変化に応じてバックグラウンドノイズを学習させたAIを用いる改良システムでは、すべての単体アラーム音識別率が100%を達成した。バックグラウンドノイズの教師データを環境に応じて更新することで識別率の向上が図れた。

同時に複数のアラームがなっている場合においては、75~100%の認識率であった。

今後は、騒音環境下で同時に複数のアラームがなっている場合の音声識別率の評価と、在宅医療の患者家族でも対応し易くするために、医療機器のトラブルシューティング通知機能の追加を検討している。

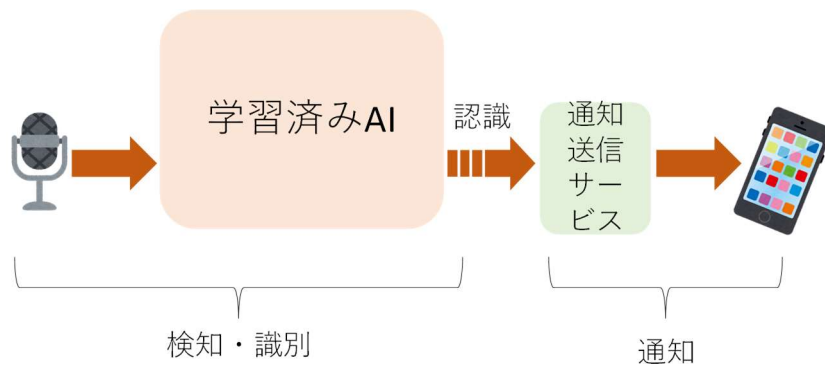


図1 システムのイメージ

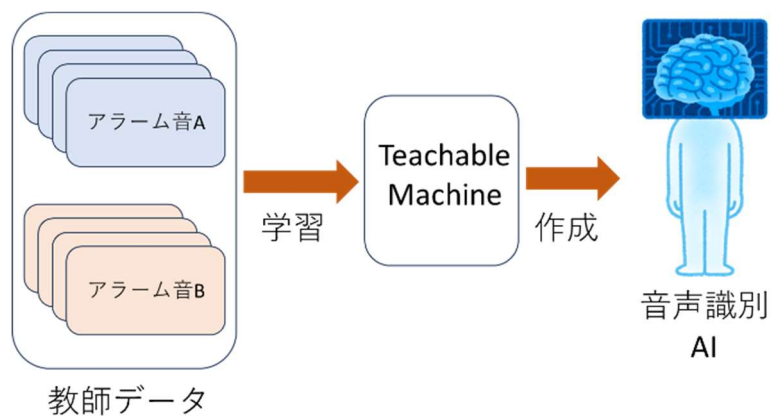


図2 本システムにおけるAI作成

表1 初期システムの音声識別率

医療機器	静かな環境	騒音環境
ベッドサイドモニタ	100%	100%
人工透析装置	100%	75%
人工呼吸器	100%	58%

表2 改良システムの音声識別率

医療機器	静かな環境	騒音環境
ベッドサイドモニタ	100%	100%
人工透析装置	100%	100%
人工呼吸器	100%	100%

表3 改良システムによる同時に複数のアラームがなっている場合の音声識別率

医療機器	静かな環境
ベッドサイドモニタ 人工透析装置 人工呼吸器	75%
ベッドサイドモニタ 人工呼吸器	92%
ベッドサイドモニタ 人工透析装置 人工呼吸器	75%
人工呼吸器 人工透析装置	100%

参考文献

- 1)財団法人日本医療機能評価機構 医療事故防止事業部:医療事故情報収集等事業第19回報告書(2009年7月~9月),2009,p.121.
- 2)報道公表用資料:生体情報モニタのアラームを覚知できずに心肺蘇生(CPR)が遅れ死亡に至った事例.(<https://www.hosp.gifu-u.ac.jp/uploads/docs/b3d851ab0772d2f4781d53d3e08476f63aa59ef0.pdf>, アクセス:2024年2月5日)
- 3)加納隆. ナースのためのモニタアラーム活用の現状と問題点:臨床工学技士から見たモニタアラームの現状と問題点. Heart&Wellness,2004,16,p.4.
- 4)石川雅彦, 斎藤奈緒美. 医療機器のアラームに関わるインシデント・アクシデント事例からみる再発防止の検討. 医機学,2017,87(3),p.285-291.
- 5)日本看護協会ホームページ「医療安全情報」:平成22年2月第1回臨床看護マネジメント学会シンポジウム発表資料. (<http://www.nurse.or.jp/nursing/practice/anzen/>, アクセス:2024年1月31日)
- 6)長谷部佳子.ナースのためのモニタアラーム活用の現状と問題点:インシデントの防止に向けて. Heart&Wellness,2004,16,p.1-3.
- 7)岸本和昌,竹村匡正,杉山治他.深層ニューラルネットワークを用いた重複アラーム音識別システムの検討.生体医工学,2022,60(1),p.8-15.
- 8)NIPRO. ”ニプロ HN LINE”. (<https://www.nipro.co.jp/business/network/>, アクセス:2024年2月1日)

- 9) 真柄睦. ナースのためのモニタアラーム活用の現状と問題点:生体情報モニタによる医療事故防止支援. Heart&Wellness,2004,16,p.6-8.

指導教員

大阪ハイテクノロジー専門学校 臨床工学技士科
片桐 伸将, 藤江 洋志