

難聴者の生活スタイルとその生活音支援

猿舘 朝^{†1} 布川博士^{†1} 伊藤憲三^{†1}

難聴者は屋内で生活する上で必要な生活音を十分に聴取することができず、不自由な生活を送っている。我々は、これを解決するために生活音の識別機能をもつスマートフォンアプリとして開発し、必要とされる10種類程度について十分な識別が可能であることを確認している。しかしながら、難聴者の生活をサポートするためにはアプリがあれば十分と言うわけではない。その生活スタイルにあわせたカスタマイズや周辺機器が必要である。本稿では、難聴者への取材を通してわかった支援のあり方と、そのためのアプリの連携機能について報告する。

A Survey of Lifestyle of Persons with Hearing Loss for Living Sounds Support System

ASHITA SARUDATE^{†1} HIROSHI NUNOKAWA^{†1} KENZO ITOH^{†1}

People who are hard of hearing have difficulty hearing life sounds necessary to live indoors. We have developed the system as a software application for use with a mobile terminal such as a smartphone. Results confirmed that it can identify life sounds of ten types with high accuracy. However, in order to support their life is not sufficient in this application. There is a need for customization and peripheral equipment that is tailored to their lifestyle. In this paper, we describe the results of the interview to the hearing-impaired person. And we report on the support method and the linkage function of the application.

1. はじめに

日本における難聴者の人数は、日本人口の約11%といわれている[1]。難聴は一般に加齢とともに増加する傾向にあり、今後高齢化が進むにつれ、この比率はさらに高まると推察される。

難聴者は日常生活において不自由な生活をおくらざるを得ない状況にある。これを解消するため、難聴者は一般的に補聴器を使用し聴力を補っている。しかしながら、実際には補聴器を常に使用している難聴者は多くはない。その主な原因は、補聴器の耳への装着のわずらわしさと、聞きたい音以外も増幅するなど、騒音下ではあまり役に立たないためであることが知られている[1-2]。

難聴者がその質(QOL)を維持しながら生活をしてゆくためには、支援機器が必要である。現在、難聴者を支援する様々な屋内信号装置が販売されている[3-6]。しかし、これらの製品は、環境雑音対策が不十分、検出できる音に限りがある、他社デバイスとの互換性がなく汎用性に乏しい、などの課題がある。

これらのことから、日常生活上で発生する空調機の音やテレビなどの雑音下でも必要な音が聞き取れ、耳への装着感が少ない機器の開発が望まれる。必要な音の発生を知らせるためには、音の検出とその音が生活に必要な音であることを識別することが必要である。また、装着感を減らすためには耳以外の感覚器をも利用して、必要な音の発生を知らせることが必要となる(メディア変換)。もちろん、

全くわずらわしさがなく、どのような環境雑音下でも完全に機能する機器の開発は困難であるが、現状のものよりも、より優れたシステムを開発する必要がある。

我々はこれまで、難聴者が屋内の生活上必要としている音(以後、生活音)をサポートするシステムをスマートフォンのアプリケーション(以後、アプリ)として構築した[7]。スマートフォンは利用者が普段から使用しているものであり、装着感が少ない。また、必要な音を事前登録することにより、複数の生活音に対応することができる。

しかしながら、難聴者の生活をサポートするためには、このアプリがあれば十分というわけではない。彼ら彼女らのライフスタイルにあわせたカスタマイズや周辺機器が必要である。

本稿では、難聴者の生活状況を調査してわかった支援のあり方と、そのためのアプリの連携機能について報告する。はじめに2章において、難聴者のライフスタイルについて述べ、我々が対象とする人々および、生活状況を明確にする。3章では、難聴者支援のあり方について述べ、提案するシステムについて説明する。4章では、実際に構築したアプリとその連携機能について述べる。5章は本稿のまとめである。

2. 難聴者のライフスタイル

難聴者は日常生活で音を正確に聴取することができないため、生活する上で大きな負担になっている。生活音の身近なものでは、電話の着信音、電子レンジや洗濯機の終了音など、ユニークなものも増えてきている。また、この

^{†1} 岩手県立大学大学院
Iwate Prefectural Univ.

表1 屋内の生活における不便さおよび対処法と要望に関する調査結果

生活場面	不便なこと	対処法	要望内容
朝起きるとき	目覚まし時計が聞こえない	家族におこしてもらい、自分で起きる、振動式目覚まし時計を使っている	振動式目覚まし時計
料理をするとき	料理用器具等の消し忘れ	注意深く何度も見る、他の者に教えてもらう	身に付けられる警報装置
	ガス警報機音が聞こえない	ガス台を離れないようにする	ガス漏れを知らせるランプ、振動式装置
	ドアチャイムが聞こえないため来訪者が来ても分からない	戸を開けっ放しにしておく	家中どこにいても分かるような光や振動式の機器
	水を止め忘れてしまう	注意深く何度も見る	タイマーをかけて振動で教える装置
	電子レンジなどの終了音が聞こえない	時計を見ながら使う	作動の終了を振動と光で知らせる装置
ガス湯沸器使用时、音が聞こえないため、口火の着火が気になる	注意深く何度も見る、他の者に教えてもらう	着火状態や燃焼をランプ表示して欲しい	
家庭内で呼び出すとき・呼ばれるとき	返事があってもわからない 相手が見えないところでの呼びかけはできない	そばに行き直接話す、または来てもらう	呼び出しと来客を区別してランプ等で知らせたい
電話をするとき	電話、FAXが鳴っても分からない、使えない	フラッシュライトを利用する、家族に頼む	電話、FAXの着信を知らせる機器
入浴するとき	入浴時に電話音や呼びかけが聞こえない	家族に頼む、仕方がない	防水用知らせ装置
	風呂の給水時、一定の量でブザーが鳴るが音が聞こえない	何度も注意してみる、タイマーを使って終了時間を知るようにしている	離れていても分かるような無線式のバイブレータ
掃除をするとき	掃除機使用时、異常音やコードが外れても気づかない	注意深く何度も見る	作動状況を手元でランプ表示して欲しい
トイレを使用するとき	ロックの音が聞こえない、使用中かわからない	ドアノブを握ったり、ドアに手を当てたりする トイレの鍵や電灯で判断する	ランプ等によるトイレ使用中の表示
洗濯をするとき	洗濯機の終了音が聞こえず、水を出しっぱなしにする	何度も注意してみる、タイマーを使って終了時間を知るようにしている	各部屋にランプを設定してほしい
来訪者が来たとき	チャイムやインターホンが聞こえない	パトライトを利用している、家族が対応する	どこにいてもわかる振動式の警報機器
その他	地震や火災のときに情報が入りにくい	家族や親せきの指示に従う	テレビ画面に情報表示、緊急時に点滅する照明機器
	石油ストーブの給油切れやタイマー音が聞こえない	注意深く何度も見る、切れてから気づく	警告メッセージが分かるようにして欲しい
	パソコン・ワープロ使用时、エラー音や効果音が聞こえない	仕方がない	—
	赤ちゃんの鳴き声が聞こえない	赤ちゃんブザーを利用する、注意深く何度も見る	家中どこにいても赤ちゃんの鳴き声が分かるような装置

ほかにも水道の音や換気扇の音など、難聴者の聞き取りたい音はデジタル音以外にも及ぶ。そこで、難聴者が日常生活においてどのようなことが不便で、どのような生活音を優先して聞き取りたいのかを調査した。

調査は、難聴者本人や民間団体に対し、生活時の不便さやシステムへの希望などを調査した。また、「全日本難聴者・中途失聴者団体連合会」で実施した「耳の不自由な人たちが感じているアンケート調査報告書」、(財)共用品推進機構が作成した「不便さ調査データベース」なども参考にしている[8-11]。

表1にその調査結果をまとめたものを示す。不便さの例として、朝起きるときに目覚まし時計の音が聞こえないことや、料理する時に、電子レンジの終了音が聞こえないといったことが挙げられる。難聴者はこれに対し、注意深く何度も確認する、家族に頼るといった方法により対応している。

この不便さに対する要望として、振動式の日覚まし時計や、身に付けられる警報装置が欲しいといった要求がある。また、難聴者のほとんどの人々が、どこにいても情報を得られる装置であり、振動と文字で情報を知らせるものを希望する意見が多い。

本研究では、この調査結果をもとにサポートシステムの基本構成の設計をおこない、実用性と利便性を考慮したシステムについて提案する。

3. 難聴者支援のあり方

3.1 提案するシステムの基本構成

前述した難聴者の現状を受け、提案するシステムの基本コンセプトを以下の3つとした。(1)高い識別性能を有する、(2)屋内のどこにいても生活音情報がわかるような呈示をする、(3)テレビやエアコンなどの生活雑音に対し頑健である。

多くの生活音を高い精度で識別するため、識別したい生活音を予め登録しておく「事前登録方式」を採用した。図

1にシステムの基本構成を示す。識別処理はすべて識別端末内でおこなう。処理の手順として、まず、利用者はシステムの登録モード時に識別させたい生活音を登録する。この時、登録した生活音は特徴パタンとして蓄積される。実際に識別する際には、識別モードに切り替える。識別モードでは、信号検出をおこない、生活音信号であれば先に登録された特徴パタンと照合し、最も特徴に近いものを識別結果とする。

この識別結果が知らせてほしい生活音であれば、利用者が所持している呈示機器を通じて呈示する。これら一連の動作により、利用者は生活音の発生を知ることができる。

信号の特徴量として、長時間平均FFTスペクトルを用いた。マッチング尺度は、スペクトル距離値と平均パワー差とし、線形判別関数を用い判別した。また、フレーム単位で識別処理をおこなう実時間処理手法、ヒトの聴覚特性に基づいた信号検出法を検討し、リアルタイムに生活音を高精度識別できることがわかっている[12-14]。

この識別結果を難聴者へ伝えるため、視覚情報や触覚情報といった聴覚以外で知覚可能なメディアに変換し、呈示する必要がある。

3.2 スマートフォンアプリの構築

近年では利便性や話題性からスマートフォン利用者の増加が著しい。難聴者もコミュニケーションツールとして、幅広い年齢が利用している[15]。スマートフォンは、携帯電話、PHSと携帯情報端末(PDA)が融合した高機能情報端末である。また、専用OS上で独自のアプリケーションが実行でき、PCと遜色ない処理をおこなうことができる。

ハードウェアの機能として、主に着信を知らせるためのLEDライトや、振動モーターが内蔵されている。また、音声入力も主流となりつつあり、マイクが内蔵されているものがほとんどである。さらに、LTE、4G、Wi-Fi回線による高速通信、Bluetoothを用いたデバイス通信も可能である。

そこで、本研究では識別処理のすべてをスマートフォンのアプリとして構築することとした。これにより、生活音

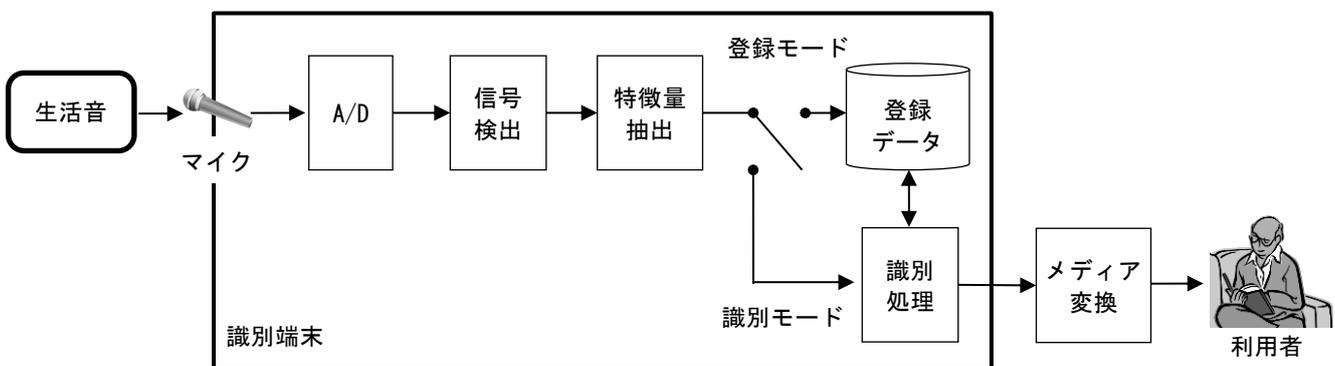


図1 提案するシステムの基本構成

の受信から識別, 呈示まで一貫しておこなうことができる。さらに, 各処理の改良や新機能の追加は, アプリのバージョンアップにより対応できる。

このアプリを実際の環境下 (SN比-5~30dB) で識別実験をおこなった結果, 89%以上の識別率となることを確認している。また, 環境雑音を重畳させた実験では, 既存の生活音サポートアプリは SN比 25dB 以上の環境下で 50%以下の識別性能であるのに対し, 本研究アプリは 90%以上の識別率と優れており, 実用性が高いことがわかっている [7]。

3.3 実用性を考慮したシステムの連携機能

難聴者の要望によると, 目の届かない場所での生活音の発生には特に注意を払っている。対策として, ドアを開けておく, 何度も確認に行くといった対処をおこなっている。このような状況に対して, 単一のスマートフォンでは, その周囲の生活音しか対応できないという課題がある。また, ポケットに入れていた場合もマイクが十分に集音できず, 識別できない可能性がある。

そこで, 生活音の受信および呈示に, 複数の端末や他のデバイスを利用する方法が考えられる。図2に生活音の受信方法の一例を, 図3に生活音の識別結果呈示手法の一例を示す。

まず, 生活音を受信する方法として, 携帯端末に内蔵しているマイク, または外付けのマイクを用いて集音する (図2-利用例 a)。特に外付けマイクには, 指向性の高いものもあり, 音源の位置が明確な生活音に対して効果的である。また, 小型の無線多機能センサを利用することも有効である (図2-利用例 b)。近年では, 振動, 加速度, 温度や光など複数のセンサを搭載したデバイスが実現されており, 健康管理アプリとともに流行している。サイズも小型で, 無線通信 (Bluetooth) にも対応しているため, ドアに設置してドアセンサとしたりすることができる。

また, 識別した結果を呈示する方法として, 3つの方法が考えられる。一つ目は, 識別した携帯端末から文字や振動, 光により直接呈示する (図3-利用例 a)。二つ目は, 識別した結果をWi-Fi無線を介して, 別のタブレットやスマートフォン, スマートウォッチへ転送し, 呈示する方法である (図3-利用例 b)。特にスマートウォッチは腕時計型で, 常時身に着けられる上, 文字表示や振動にも対応しているため, 呈示機器として最適なものと考えられる。三つ目は, インテリアデバイスを利用する方法である (図3-利用例 c)。近年では, スマートフォンから操作することで作動するインテリアデバイスが販売されており, Philips社のLED照明「Hue」などがある [16]。光のみの情報ではあるが, パトライトとは異なり, インテリア性を損なうことなく生活音の発生を知ることができる。

我々は, 以上に基づき実際にアプリを構築した (以後, 本アプリ)。次章本アプリについて詳細を述べる。

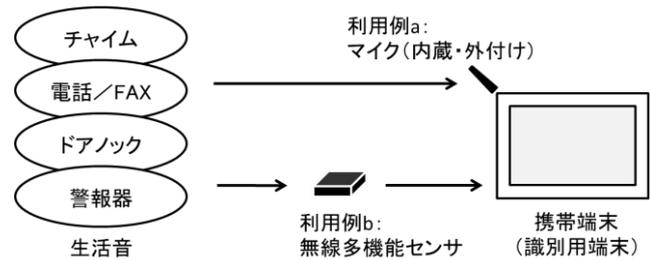


図2 生活音の受信方法

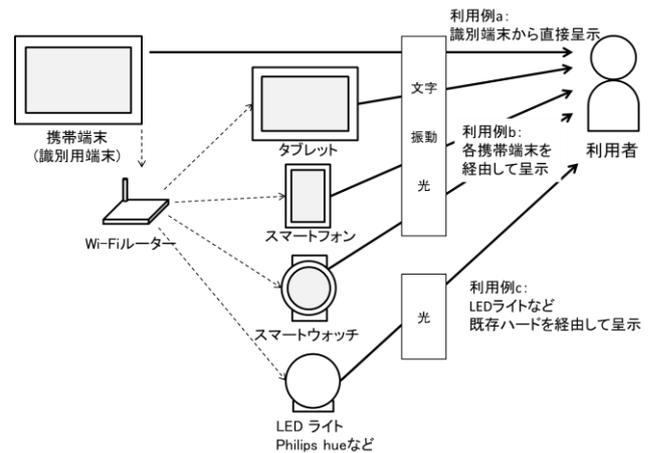


図3 生活音の識別結果呈示方法



図4 本アプリ起動時の画面

4. 構築したスマートフォンアプリ

4.1 生活音の登録方法

本アプリは, スマートフォンの中でもシェア率が高く, オープンソースである Android とした。図4にアプリ起動時の画面を示す。システムを利用するために, はじめに生活音の登録をおこなう。同図の「音の登録・管理」より, 生活音を登録することができる。生活音登録時の画面の一

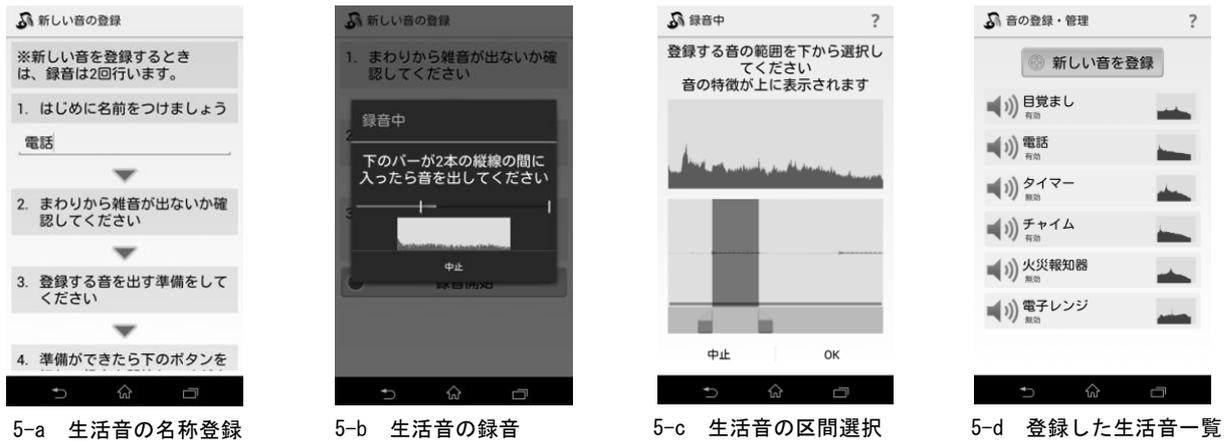


図5 生活音登録時の画面

例を図5に示す. 登録方法は以下のとおりである. (1) 生活音の名称を登録する(図5-a). (2) 生活音を録音する. この時, 画面には周波数スペクトルがリアルタイムに表示され, 音を確認しながら録音することができる(図5-b). (3) 録音した音から, 生活音部分を区間選択して特徴量を登録する(図5-c). 登録終了後, 登録した生活音一覧を確認することができる(図5-d). ここで, 再度録音する, 名称を変更する, 識別の有効/無効を選択することができる.

4.2 生活音の識別方法

生活音の識別は, 図4の左上のボタン(停止中)をタップすることで, システムは識別を開始するシンプルな設計となっている. 高度なユーザ設定により, 感度と分析区間の長さが設定できる. 感度は10段階となっており, 感度が高ければ識別しやすいが, 誤識別も増える可能性がある. 分析区間の長さは, 長時間にすることで識別性能は向上させることができる. しかし, 分析区間を長時間とすると, 音の発生からやや遅れた結果呈示となるため, 適した設定をする必要がある.

4.3 識別結果の呈示

ユーザは難聴者であるため, 識別結果は音以外で知覚可能なメディアで呈示する. 構築したアプリの呈示方法は3つある. 一つは文字の表示であり, メッセージダイアログで表示される(図6). 二つ目は携帯端末のバイブレーション機能である. 三つ目は, 携帯端末のLEDライトの点灯である. 以上により, 利用者は生活音の発生を確認する.

4.4 端末間通信による結果の受信

3章でも述べたとおり, 単一の携帯端末だけでは, 利用者が端末のそばにいないければ, 情報を得ることができない. このことから, 識別した結果を他の端末へ転送する端末間



図6 識別結果表示画面の一例



図7 端末間通信の一例

(左端末: 識別した端末, 右端末: 結果を受信した端末)

通信機能を加えた.

端末間通信をおこなう条件は以下の3つである. 一つは本アプリを導入してあること, 二つ目は同一のWi-Fiルータを利用していること, 三つ目はネットワーク名とパス

ワードを設定することである。これにより仮想ネットワークが生成され、グループ分けと暗号化をおこなっている。

実際に通信する際には、図4の下のボタン「通信」をタップすることで、ネットワークグループに属する端末を探索することができる。ネットワークグループに接続完了すると、他の端末に登録してある「生活音の名称」「生活音の特徴データ」が自動的に情報共有される。以上の手続きにより通信準備が完了する。図7に、端末間通信により識別結果を転送した結果の画面を示す。この機能により、例えば料理中であっても、他の端末から来客や電話などの情報を受け取ることができる。

5. おわりに

本稿では、難聴者支援を目的とし、生活音をサポートするシステムを提案した。我々はこれまで、スマートフォンを利用し、そのアプリの一つとして稼働するサポートシステムとして組み上げた。その結果、生活音10種類に対し、高い精度で識別できることを確認している。しかしながら、難聴者の生活をサポートするためには、このアプリがあれば十分と言うわけではない。難聴者の生活スタイルにあったシステムの提供が必要となる。そこで、実際に難聴者に対し、取材と文献調査をおこない、その不便さと要望についてまとめた。

この調査結果に基づき、スマートフォンアプリとして提供することに加え、複数端末またはデバイスを用いるシステムを提案した。実用に供するため、実際にアプリ内に端末間で通信できる機能を追加し、問題なく識別結果を他端末へ転送できることを確認した。

今後の課題として、スマートウォッチへの拡張と、生活音情報をキャッチする多機能型のセンサデバイスの開発とその連動が挙げられる。

文 献

- [1] 難聴・補聴器に関する日本初の大規模なアンケート調査「Japan Trak2012」
- [2] 日本補聴器工業会，“補聴器供給システムの在り方に関する研究 2年次報告書”，(2003)
- [3] ㈱ 自立コム，“ベルマンビジットシステム”：<http://www.jiritsu.com/products/?group=A>.
- [4] ㈱ リオン，“おしらせらんぷ BA-05”：http://www.ri-on.co.jp/dbcon/html/news_110823.html.
- [5] ㈱ アシスト，“システムファイブ”：<http://assist-hp.jp/system5.html>.
- [6] ㈱ 東京信友，“シルウォッチ”：<http://www.shinyu.co.jp/product/main/watch1.html>.
- [7] 猿舘朝，布川博士，伊藤憲三：難聴者支援のためのスマートフォンアプリ，信学技報，115(100)，pp. 37-42，2015-6-18.

- [8] (社)全日本難聴者・中途失調者団体連合会，東京都聴覚障害者連盟，東京都難聴児を持つ親の会，(社)聴力障害者情報文化センター，E&Cプロジェクト(現(財)共用品推進機構)，“耳の不自由な人たちが感じているアンケート調査書”，(1993).
- [9] (財)共用品推進機構，“耳の不自由な人たちが感じている朝起きてから夜寝るまでの不便さ調査 アンケート調査報告書”，(1995).
- [10] (財)共用品推進機構，“聴覚障害者が必要としている音情報”，(2001).
- [11] (財)共用品推進機構，“不便さ調査データベース”，(2001).
- [12] 猿舘朝，Prima Oky Dicky A.，伊藤久祥，伊藤憲三，“生活音識別のための実時間処理に関する検討”，東北地区若手研究者研究発表会講演資料，YS-436 (2006).
- [13] 猿舘朝，Prima Oky Dicky A.，伊藤久祥，伊藤憲三，“生活音識別システムにおける信号区間検出法の検討”，日本音響学会講演論文集，2-5-5 (2006).
- [14] 猿舘朝，伊藤憲三：“聴覚障害者支援を目的とした生活音識別システム”，社団法人 日本音響学会 聴覚研究会資料，(2006)
- [15] 総務省 情報通信政策研究所 調査研究部，“障がいのある方々のインターネット等の利用に関する調査研究”(2012)
- [16] ㈱フィリップス エレクトロニクス ジャパン，“Philips hue”：<http://www2.meethue.com/ja-jp/>.