

生活音識別システムにおける識別結果呈示法に関する研究

猿舘 朝 伊藤 憲三

岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

〒020-0193 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字巣子 152-52

E-mail: g236g003@edu.soft.iwate-pu.ac.jp, itoh@soft.iwate-pu.ac.jp

あらまし

本稿では、聴覚障害者のための事前登録型生活音識別システムについて提案した。我々はこれまで、フレーム処理に基づく信号検出及び識別アルゴリズムにより、高い精度で識別処理するシステムとして実現した。本報告では、識別アルゴリズムの際に分析した周波数帯域特徴や時間軸パターンを利用したメディア変換法、携帯電話を利用した識別結果呈示法、そして、システムの実装構成について述べる。

キーワード 聴覚障害者支援, 生活音識別システム, 事前登録方式, メディア変換

A Study on Method of Transmitting Living Sounds for Hearing Impairments Persons

Ashita Sarudate Kenzo Itohs

Graduate School of Faculty of Software and Information Science

Iwate Prefectural University

152-52, Sugo, Takizawa, Iwate, 020-0193, Japan

E-mail: g236g003@edu.soft.iwate-pu.ac.jp, itoh@soft.iwate-pu.ac.jp

Abstract

The living sound identification system based on preregistered of signal characteristics for hearing impairments persons was proposed. This system accomplished with very high identification rate by signal part detection and identification algorism based on frame by frame analysis. In order to system implementation, conversion method from identification result to another information as vibration or a light were studied. And, method of transmitting identification result by cellular phone was described.

Keywords support for hearing impairments persons, living sound identification system, pre-storage procedure, media conversion

1. はじめに

現在、生活環境の情報化が進み、我々は様々な音を耳にするようになった。携帯電話の着信音、電子レンジ、洗濯機の終了音においてもユニークなものが増えてきた。その一方で、高齢化も進み、現在では日本の全人口の22%が65歳以上の高齢者である。また、難聴者は600万人と推定されており、今後さらに増加すると予想される^[1]。しかし、このような聴力の低下した人々のための機器はまだ十分とは言えず、生活する

うえで不自由を感じる人は多い。

高齢者や重度難聴者などの耳が不自由な人たちは、補聴器等の力を借りて聴力を補助する。しかし、家庭内においては、煩わしさや耳の疲労回復などの理由から補聴器を外してしまう。このため、彼らは家の中で生活するために必要な音情報を的確に得ることができない。これに対処する生活音識別システムはいくつか販売されているが、識別可能な音が限られていることや追加設備が必要など、価格や性能面から見ると十分とは言えない^[2-3]。

我々はこれまで、上述のような背景を考慮し、事前登録方式の生活音識別システムについて提案、検討を行った。その結果、10種類程度の生活音を精度よく識別できることがわかっている^[4]。本研究では、その識別結果を聴覚障害者へ呈示する方式について検討を行った。具体的には以下の項目について述べる。

- (1) 提案するシステム
- (2) 信号特徴量を利用したメディア変換法
- (3) 携帯電話を利用した呈示方式
- (4) システムの実装方法

2. 提案するシステム

2.1. 生活音識別システムの現状

現在、生活音を伝えるために市販されている製品は、識別できる音の種類に制限があるものがほとんどである。このため、利用者にとって重要な生活音であっても、知らせることができない製品も存在する。例えば、ランプで知らせる方式の場合、視覚情報のため、設置されていない場所では情報を得ることができない。また、追加設備が必要な製品も多く、コストがかかってしまう。ただし、身体障害者福祉法により定められている聴覚障害等級が2級以上（東京都は4級以上）の聴覚障害者であれば、日常生活用具の給付を受けることができる。しかしながら、ここでの2級というのは両耳の聴力が100 dB以上という障害の程度であり、これは大声で話しても聴き取れないほどの聴覚障害である。また、2級以上であっても、同居者が健聴者、あるいは障害等級3級以下であれば、給付を受けることができない。これが、生活音識別装置が普及しない大きな要因となっている^[5-6]。

以上のことから、市販されている製品のほとんどは、価格や性能面で使用者の要求を満たしていないといえる。インターネットによる聴取、アンケート調査から、システムに対する要望として、

- (1) 高精度である
- (2) 安価である（2~3万円程度）

- (3) システムの操作が簡便である
- (4) 家中どこにいてもわかるように身に付けることができ、光や振動で知らせる警報装置といった要求がある。

2.2. 提案するシステムの概要

上記のような現状を受け、

- (1) 高い識別精度である
 - (2) 環境に依存しない
 - (3) どこにいても音情報がわかる情報呈示をする
- これらをシステムの基本コンセプトとした。

まず、より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にシステム全体の基本構成を示す。処理の手順として、まず、使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ーンとして蓄積される。実際に識別する場合には、システムを識別モードにする。識別モードでは、信号検出を行い、生活音信号であれば先に登録された特徴パターンと照合し、最も特徴が近いものを識別結果とする。この結果が識別対象の生活音であれば、使用者が携帯している呈示機器を通じて振動や光などの情報に変換し、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、さらに精度よく判別するため、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行う実時間処理手法、人の聴覚特性に基づいた信号検出法を検討し、高い精度でリアルタイムに生活音を識別できることがわかっている^[7-8]。この識別結果を、聴覚障害者へ伝えるため、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。

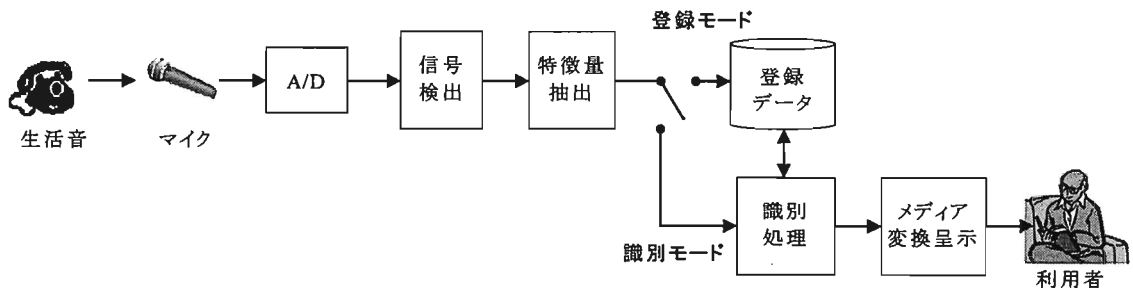


図1 事前登録型生活音識別システムの基本構成

3. 信号特徴量を利用したメディア変換法

システムにより識別された生活音を聴覚障害者に知らせるには、視覚情報あるいは触覚情報に変換する必要がある。現在市販されているシステムでは、ランプやフラッシュなどの光、文字による視覚情報、携帯式バイブレーションなどの振動による触覚情報がほとんどであり、各生活音に合わせた呈示法となっている。本システムは事前登録方式であり、識別したい生活音に制限は無い。このため、様々な生活音の特徴にあった情報に自動変換し、呈示する必要がある。また、事前調査では家中どこにいてもわかるように身に付けられる警報装置という要求が強い。このことから、既存の携帯電話のような端末機を利用して知らせる呈示法が有効と考えられる。

図2に本研究で提案するメディア変換呈示法の処理概要を示した。本システムでは、実時間処理として、一定のフレーム単位で生活音の判定処理をする手法を用いた。このとき、信号検出区間内でフレーム識別結果が最多である結果を総合識別結果としている。また、信号検出では、環境雑音特性を閾値として利用し、周波数帯域ごとに判定し、検出する手法により、定常雑音下で良好な信号検出を実現している。判定は「生活音である」、「生活音かもしれない」、「環境雑音である」の3段階判定とし、利用者に伝えることとした。本システムでは、これらの信号分析結果、特徴量を利用し、文字、ランプなどの光、振動出力による呈示方法について提案した。

文字は情報を明確に伝えることができる視覚情報である。光や振動のように、逐次変化する情報を呈示し続けることはできないため、本システムでは総合識別後、信頼できる識別結果として呈示することとする。また、上述のとおり、識別結果を3段階で呈示する^[9-10]。

視覚情報（光）であるランプは、時間的に変化する情報の呈示に長けており、視界にあればすぐに気づく

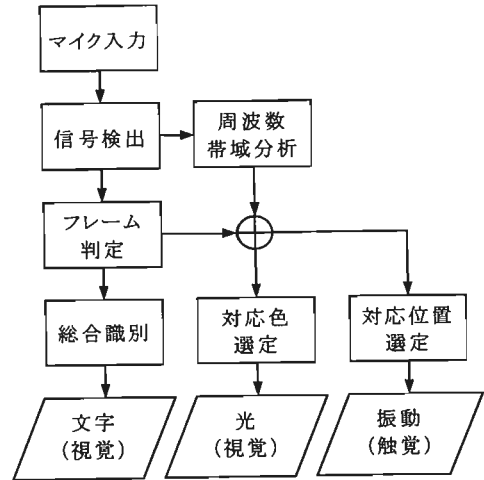


図2 メディア変換呈示法の処理概要

ことができる。また、LEDであれば点滅のパターンや発光色も多彩であり、信号検出時に利用した周波数帯域分析後、最も成分を含んだ帯域に対応した色で発光することで、ある程度信号の予測が可能と考えられる^[11-13]。

触覚情報である振動は、光同様、時間的に変化する呈示ができる。また、最も感度のよいとされる指先に日本語単音節を振動パターンとして与える触知ボコーダは、訓練次第では90%程度まで識別できることがわかっている。よって、周波数帯域別に振動片を配列することで、直感的に音の種類がわかるようになると予測できる^[14-18]。以上のメディア変換法を考慮し、システムの実現策を検討していく。

4. 携帯電話を利用した呈示方式の検討

携帯電話は、文字、光(LED)、振動機能を兼ね備えた携帯端末である。世帯普及率も95%と、生活に欠かせないものとなっている。聴覚障害者も例外ではなく、

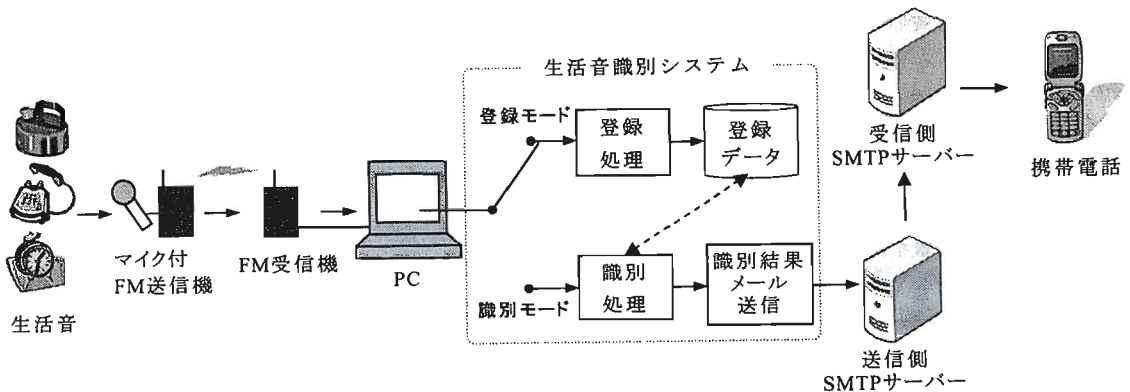


図3 携帯電話を利用した呈示方式

携帯電話を常時所持し、メールを利用してコミュニケーションを図っている。そこで、本システムをPC上で実行し、その結果を携帯電話により表示する方式を検討した。図3にその表示方式を示す。まず、マイク付FM送信機から生活音を集音し、FM受信機を中継してPCへ取り込む。このとき、事前登録方式であるため、登録モード時に予め識別したい生活音を登録する。識別モード時では、リアルタイムに識別処理を行い、その結果をメールで携帯電話へ自動転送する。利用者は、送られてきたメールの内容から、目的の生活音の発生を知ることができる。

課題として、環境の影響が考えられるが、システムの予備実験では6畳一間の一人暮らしを想定し、分析した上で検討、構築したため、精度良く識別可能であると予想する。また、インターネットを介したメール送信により結果を表示するため、当然タイムラグが発生する。10秒ほどの遅れが予想されるが、どんな携帯電話でも、追加設備の必要もなく受信できるメリットは大きい。また、PCと携帯電話間の無線通信に対するニーズは強く、現時点では実現されていないものの、将来的にインターネットを介さずとも高速無線データ転送ができる可能性は高い。アプリケーションソフトの実装における課題として、利用対象者が高齢者及び聴覚障害者のため、少ない操作手順にするなど、より使いやすいインターフェースにする必要がある^[19-22]。

以上のデモシステムをフリーソフトとして配布する。利用者はインターネットが利用できるPCと携帯電話があればこのシステムを利用することができる。今後は、利用者からの意見を取り入れつつ改善していく。

5. 提案するシステム実装方法

携帯電話を利用したデモシステムでの実現策に加え、実装には様々な方法がある。図4に3つの例を示す。まず、図4の(a)はマイク入力、識別処理、表示部位が一体となった装置である。本研究ではこれを持ち運び型と呼ぶ。利用者の周囲5~10m程度の音を収集し、識別処理を行い、ディスプレイ、LED、配列した振動片を備えた表示機から表示する。ディスプレイには、文字で(1)識別対象音である、(2)何らかの生活音である、(3)ノイズである、の3パターンを表示する。LEDは信号を検出したときに駆動出力し、時間的パターンがわかるよう表示する。振動表示では、4つの振動片を配列し、利用者は機器を握ったときに4本の指それぞれの振動片が触れるように持つ。これにより、周波数帯域ごとに分析された生活音を直感的に感じ取ることができる。持ち運び型は、集音から表示までひとつの機器で可能なため、追加設備も必要なく、生活音をシステムに登録さえしておけば、あらゆる場所で使うこ

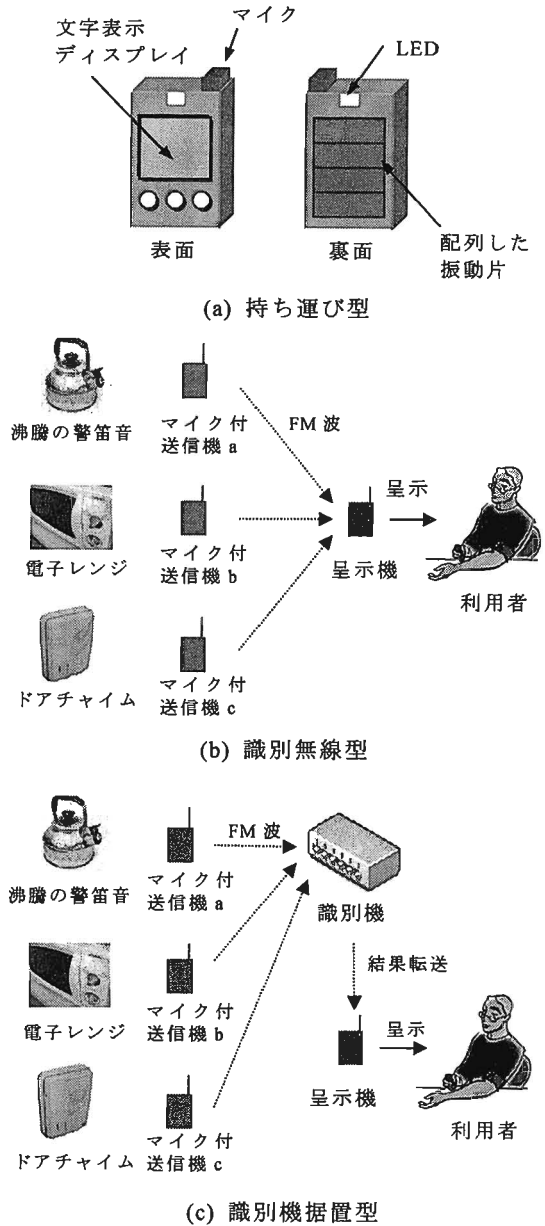


図4 システムの実装方法

とができる。課題として、マイクの精度にもよるが、集音範囲が狭いため、家庭内すべてを網羅することは難しい。また、小型の携帯端末のため、十分な計算量が期待できず、多くの生活音を識別することは困難と予想される。

図4(b)は、マイク付FM送信機と、受信/識別/表示機で構成され、本研究ではマイク無線型と呼ぶこととする。利用者は識別したい生活音源のそばにマイク

付 FM 送信機を設置し、FM 波を通じて送られてくるデータを元に呈示機が識別する。ここでの呈示は持ち運び型と同様、ディスプレイ、LED、振動片から出力する。

図 4(c)は(b)と同様、マイクが無線式であり、さらに識別機を中継して呈示機へ結果を送信する方式である。本研究では識別機据置型と呼ぶ。携帯端末と違い、膨大な計算処理が可能のため、多くの生活音を識別することが期待できる。(b)と(c)の方式は無線であるため、家のどこにいても情報がわかる。また、マイク付送信機を据置くため、環境雑音はある程度安定している。課題として、生活音の数によっては、多くの送信機が必要となり、コストが高くなる可能性がある。以上、3タイプの実装構成について述べた。何れのタイプも持ち歩くことができ、音情報を常に呈示することができ、家庭内における第3の耳として機能することが期待できる。

6. おわりに

高齢者や重度難聴者の生活支援を目的とした生活音識別システムの実装方法について述べた。本システムは識別したい生活音の信号特徴量をあらかじめ事前に登録する方式であり、精度よく識別できることがわかっている。本報告では、信号処理工程における特徴量を利用し、文字や光といった視覚情報、振動の触覚情報へメディア変換する方法を提案した。その実現策として、文字、LED、振動を呈示可能な携帯電話を利用したデモシステムについて検討を行った。また、システムの実装構成として、集音から識別呈示まで一体となっている持ち運び型、マイク付送信機と識別呈示機で構成されるマイク無線型、さらに識別機を中継する識別機据置型について提案した。

今後の予定として、携帯電話を利用したデモシステムの実験を行う。同時にフリーソフトとして配布し、様々な意見を収集しつつ改善を進めていく。その実装・実験後、信号検出、識別率について評価した上で、改良、装置化について検討する。

謝 辞

日頃よくご意見頂く伊藤研究室の伊藤久祥講師、Prima Oky Dicky A.講師の先生方、種々からのご指導、ご助言頂いた上野研究員様々な討論頂いた伊藤研究室の諸君に感謝致します。

文 献

- [1] 総務省統計局, “人口推計結果”:
<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/tsuki/index.htm>.
- [2] “耳の不自由な人たちが感じているアンケート調査書”, (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), (1993).

- [3] 中途失聴・難聴者ガイドブック作成委員会, 耳のことで悩まないで!—中途失聴・難聴者のガイドブック—, (社)全日本難聴者・中途失聴者団体連合会, (2003, 3)
- [4] 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)
- [5] 後藤修二, リハビリテーション医学全書 13 聴覚障害 第2版, pp.10-62, 医歯薬出版株式会社, (1984)
- [6] 特定非営利活動法人くれよん BOX ” 身体障害者障害程度等級表”
<http://www.crayon-box.jp/seido/tetyou/toukyuuhyo.htm>
- [7] 猿舘朝, 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, 3)
- [8] 猿舘朝, 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, 9)
- [9] 徳田浩一, 駒谷和範, 尾形哲也, 奥乃博:“音源定位結果と音声認識結果をHMDに統合呈示する聴覚障害者向け音環境理解支援システム”, 情報処理学会講演論文集, 5ZD-7, (2008, 3)
- [10] 小林正幸, 西川俊, 三好茂樹, 石原保志:“聴覚障害者のための携帯電話を用いたリアルタイム文字提示システム”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol107, No.462, pp.37-41, (2008, 1)
- [11] 高松 衛, 中嶋 芳雄, 中島 賛太郎, 三間 賢一:“照度レベルを考慮した短時間呈示条件下における最適表示色数”, 電学論A, Vol. 125, No. 12, pp.1065-1066, (2005).
- [12] Recanzone, G. H. Auditory Influences on Visual Temporal Rate Perception., J. Neurophysiol. 89, 1078-1093, (2003)
- [13] 渡邊 亮:“視覚表示による音声情報の伝達方式”, 日本音響学会誌, Vol.43, No.5, pp.362-367, (1987)
- [14] 織田 修平, 水島 昌英, 岡本 学, 片岡 章俊:“聴覚障害者のための警告・報知音の伝達方法に関する検討” 電子情報通信学会総合大会講演論文集, p.374, (2003, 3)
- [15] 織田 修平, 古家 賢一, 片岡 章俊, “聴覚障害者支援を目的とした振動による報知音の伝達方法その有効性”電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム, (2006, 12)
- [16] 伊福部達, 日本音響学会編, 音の福祉工学, pp.47-74, pp.131-162, コロナ社, (1997, 6)
- [17] 伊福部達, 田中謙一:“触知ボコダによる音声認識補助”, 聴覚言語障害, 10, 4, pp.195-204, (1981)
- [18] 上田 裕一, 渡邊 亮:“触覚呈示のための音声スペクトル正規化とその母音ベクトル表現”, 日本音響学会誌, Vol.51, No.7, pp.519-528, (1995)
- [19] 社会実働データ図録 “携帯電話の普及率の推移”, <http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/6350.html>
- [20] 浅野 理森, 最新 TCP/IP がわかる, 技術評論社, (2000, 7)
- [21] 竹下隆史, 村山公保, 荒井 透, 荻田幸雄, マスタリング TCP/IP, (2007, 2)
- [22] 中嶋 信生, “近距離無線方式の屋内ネットワーク・測位応用”, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.107.No.192, pp.33-38, (2007, 8)