

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500233

研究課題名(和文)音環境理解に基づく危機検知・警報システムの構築

研究課題名(英文)A danger detection / alarm system based on auditory scene analysis

研究代表者

西浦 敬信(NISHIURA, TAKANOBU)

立命館大学・情報理工学部・准教授

研究者番号：70343275

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：危機的状況を的確に検知して周囲に報知するシステムは、安全安心な社会基盤の構築には必要不可欠である。特に人は危機的状況下では叫ぶ習性があることから、本研究では叫び声や異常音などの危機情報を検知し周囲に報知する危機検知・警報システムの基盤形成を試みた。具体的には(1)音環境における叫び声や異常音など危機情報の検知(2)検知した危機情報の構造化と理解(3)危機情報を報知するための警報音の設計(4)上記を統合した危機情報の検知・警報システムの構築に対して研究を実施し、その有効性を確認した。

研究成果の概要(英文)：A danger detection / alarm system based on auditory scene analysis was designed for a safe and secure social infrastructure. Especially, we researched four topics which are (1) the detection for danger situations such as shouted speech, abnormal sound and so on, (2) the transcription and the understanding for detected danger situations, (3) the design for danger alarm sound for distributing a danger situation, and (4) the design of danger detection / alarm system for danger situation. As a result of researches, the effectiveness of designed system was confirmed.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：音環境理解 危機検知 危機警報 音声認識 環境音識別

## 1. 研究開始当初の背景

ここ数年、犯罪件数の増加に伴い、安全安心な社会基盤の形成が強く求められている。特に近年の公共施設における無差別殺傷事件（例えば2008年秋葉原事件、2001年附属池田小事件など）などは、安全安心な社会基盤を脅かす大事件であるが、このとき非日常音の発生に加え、被害者のみならず加害者も叫びながら行為におよぶ傾向が伺える。そこで叫び声を含む異常音を検知し、周囲に報知することができれば、犯罪や危機を未然に防ぎ安全安心な社会基盤の形成に繋がるのではないかという着想に基づき、本研究において叫び声や異常音などの危機情報を検知し周囲に報知するシステムの基盤形成を試みる。危機検知・警報システムを構築する上で、重要と考えられる学術的な研究要素は、(1)音環境における叫び声や異常音など危機情報の検知、(2)検知した危機情報の構造化と理解、(3)危機情報を報知するための警報音の設計、の3点となる。これら3点の技術的要素を基に、音環境の中から叫び声や異常音などの危機情報を検知して周囲に報知可能な危機検知・警報システムを構築することで、安全安心な社会を実現するための基盤技術としての確立を目指す。

## 2. 研究の目的

危機的状況を的確に検知して周囲に報知するシステムは、安全安心な社会基盤の構築には必要不可欠である。特に人は危機的状況下では叫ぶ習性があることから、本研究では叫び声や異常音などの危機情報を検知し周囲に報知する危機検知・警報システムの基盤形成を目的とする。我々はこれまでに叫び声（限定的危機情報）の検知や認識技術に関して世界に先駆けて研究を推進し、平静発声と叫び声の識別や認識システムや環境音を含む音場の構造化と理解に関する研究を推進した実績を有しており、こ

れら技術を発展的に拡張・融合し、実環境における危機（異常音）情報全体を研究対象として、図1に示すような危機検知・警報システムの基盤形成を試みる。

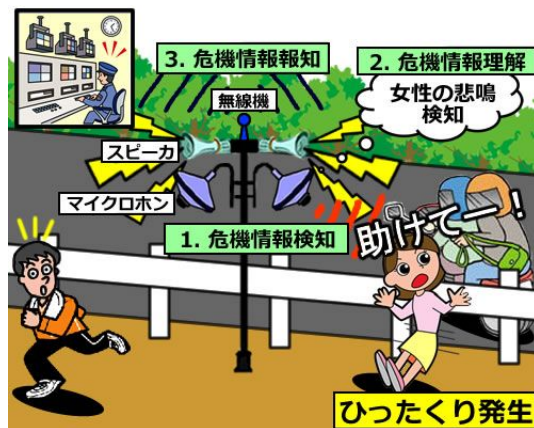


図1：危機検知・警報システムのイメージ

## 3. 研究の方法

本研究では音環境における叫び声や異常音などの危機情報を検知し周囲に報知するシステムの構築を行う。具体的には以下の項目に対して研究を実施した。

### (1) 音環境における叫び声や異常音など危機情報の検知

叫び声と異常音を混合して危機情報と捉える場合、より高度な検知を行うためには悲鳴のような言語情報を含まない叫び声（例えば、「キャー」や「ワー」など）だけでなく言語情報を含む叫び声（例えば、「助けてー」や「待てー」など）の高度な検知が必要不可欠となる。そこで悲鳴的叫び声、言語的叫び声、異常音を含む包括的な危機情報の検知を実施する。

### (2) 検知した危機情報の構造化と理解

項目(1)の危機情報の検知に基づき、危機情報を構造化して理解するシステムの構築に挑戦する。これまで擬音語を用いた新しい音場の構造化に関する研究や会議事録の構造化に関する研究を推進した経験を有しており、過去の研究成果により得た知見と経験を十分に活かして

本研究テーマに取り組む。

### (3) 危機情報を報知するための警報音の設計

危機情報の構造化と理解の研究成果に基づき、状況に応じて周囲に状況を報知する警報音の設計を試みる。警報音の持つ意味は非常に大きく、簡素な警報音で的確に危機状況を報知することが研究の鍵となる。本研究に関して人間の音の知覚に関する研究と高音質な声質変換に関する研究を基に聴覚的に最も危機状況を知覚・把握可能な警報音を模索する。本研究成果は危機の警報のみならず、様々な状況を音で報知する枠組みを提案できれば、社会基盤技術として非常に有意義なものになると期待できる。

### (4) 上記を統合した危機情報の検知・警報システムの構築

項目(1)～(3)の研究成果を統合し、危機の検知から警報までの処理をリアルタイムで実現可能なシステムの構築を試みる。これまで様々なリアルタイムシステムの構築に関する研究実績から、過去の知見と経験を十分に活かして本研究テーマに取り組む。

## 4. 研究成果

### (1) 音環境における叫び声や異常音など危機情報の検知

叫び声と異常音を混合して危機情報と捉える場合、より高度な検知を行うためには悲鳴のような言語情報を含まない叫び声(例えば、「キヤー」や「ワー」など)だけでなく言語情報を含む叫び声(例えば、「助けてー」や「待てー」など)の高度な検知が必要不可欠となる。そこで、悲鳴的叫び声、言語的叫び声、異常音を擬音語にて検出することで、包括的な危機情報の検知を試みた。様々な日常音も含めて評価実験を行った結果、高精度に

叫び声や異常音を検出することに成功した。加えて、本評価実験には大量の叫び声試料が必要となるため、音声モーフィングの技術を応用することで平静音声試料から大量の叫び声試料を生成する技術の確立も試みた。その結果、特徴量に課題はあるものの、平静音声試料から大量の叫び声試料を生成する技術の可能性を見出すことに成功した。

また、危機情報の中でも叫び声は「声」であるため平静音声との識別が困難である。そこで、平静音声と比較して叫び声には基本周波数の1/2倍の周波数を表すRahmonicが顕著に現れるという特徴を初めて発見し、Rahmonicを積極的に活用することで、平静音声との識別だけでなく音環境における叫び声の高精度な検出に成功した。

### (2) 検知した危機情報の構造化と理解

検知した危機情報の理解するためには、危機情報の構造化が必要不可欠である。そこで、検知した危機情報を「日常音」「非日常音」「危険音」の3つに識別し、その後詳細に危機情報を理解する「マルチステージ環境音識別法による危機情報の構造化・理解」を検討した。この手法では第1ステージにて高精度かつ高速に「日常音」「非日常音」「危険音」の3つに危機情報を分類し、危険音と分類された場合は第2ステージにて危険音をさらに詳細に分析し、危機情報の理解を行う。評価実験の結果、90%以上の精度で日常生活環境に含まれる危機情報を検出することに成功した。

さらなる性能向上を目指して 平常音と危険音をあらかじめ主観的にカテゴライズし、各々音響モデルを構築した上で、環境音識別結果に基づき危機情報を構造化する手法および、危険音の発生は稀

であることに着目し，危険音を使用せず平常音のみで1つの音響モデルを構築し，その音響尤度に基づき危険情報を検出し構造化する手法の2つを提案した．評価実験の結果，危険音がある程度想定できる環境であれば前者が，全く想定できない環境であれば後者が有効であることがわかった．

### (3) 危機情報を報知するための警報音の設計

振幅・周波数変調に基づく危機・警報音の設計を試みた．特に報知音としてよく利用されるサイン音に着目し，振幅・周波数変調を行うことで警報音の設計を試みた．評価実験の結果，サイン音の振幅・周波数変調量を制御することで，危機情報に限らず様々な意図を持つ警報音を設計できた．

### (4) 上記を統合した危機情報の検知・警報システムの構築

危機情報の検知・警報可能なプロトタイプシステムを構築し，実時間で動作可能なリアルタイムシステムを試作した．今後，試作したシステムを活用し社会実装などを実施する計画である．

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者，研究分担者及び連携研究者には下線)

### [雑誌論文](計 5 件)

著者名: 西浦 敬信，林田 亘平，論文表題: 主観的危険度に基づく危険音の検出  
雑誌名: 騒音制御，査読: 無，巻: Vol.38, No.1，発行年: 2014，ページ: 9-14

著者名: 三宅亮太，中山雅人，西浦敬信，論文表題: マイクロホンアレーを用いた送信波と反射波の位相干渉に基づく音響イメージング，雑誌名: 電気学会論文誌 C，査読: 有，巻: Vol.131-C, No.11，発行年: 2013，ページ: 2014 - 2020

著者名: 堀井圭祐，福森隆寛，森勢将雅，中山雅人，西浦敬信，山下洋一，南條浩輝，論文表題: 雑音下音声受音における Weighted 反復スペクトル減算法を用いたミュージカルノイズの低減，雑誌名: 電子情報

通信学会論文誌 D，査読: 有，巻: Vol.J96-D, No.3，発行年: 2013，ページ: 664-674

著者名: 福森隆寛，森勢将雅，西浦敬信，山下洋一，論文表題: 室内音響指標を用いた残響指標 RSR-Dn に基づく残響下音声認識性能の予測，雑誌名: 電子情報通信学会論文誌 (D)，査読: 有，巻: Vol. J94-D, No. 4，発行年: 2011，ページ: 712-720

### [学会発表](計 47 件)

発表者名: 不老孝之，福森隆寛，中山雅人，西浦敬信，発表表題: Rahmonic とメルケプストラムに基づく劣化音声識別の検討，学会等名: 日本音響学会 2014 年春季研究発表会，発表年月日: 2014 年 03 月 12 日，発表場所: 日本大学(東京都)

発表者名: 柿野直人，福森隆寛，中山雅人，西浦敬信，南條浩輝，発表表題: Rahmonic とメルケプストラムを用いた叫び声検出における特徴ベクトルの次元数削減，学会等名: 日本音響学会 2014 年春季研究発表会，発表年月日: 2014 年 03 月 12 日，発表場所: 日本大学(東京都)

発表者名: 池田健二，林田亘平，中山雅人，西浦敬信，発表表題: 振幅・周波数変調に基づく危機・警報音の設計，学会等名: 日本音響学会 2014 年春季研究発表会，発表年月日: 2014 年 03 月 11 日，発表場所: 日本大学(東京都)

発表者名: 岡本亜紗子，林田亘平，中山雅人，西浦敬信，発表表題: 危機検出のための危険音統合モデルの提案と最尤状態数の検討，学会等名: 日本音響学会 2014 年春季研究発表会，発表年月日: 2014 年 03 月 11 日，発表場所: 日本大学(東京都)

発表者名: 柿野直人，福森隆寛，中山雅人，西浦敬信，南條浩輝，発表表題: 雑音環境下における叫び声検出のための特徴量次元数の削減，学会等名: 電子情報通信学会音声研究会，発表年月日: 2014 年 02 月 28 日，発表場所: 徳島大学(徳島県)

発表者名: 岡本亜紗子，林田亘平，中山雅人，西浦敬信，発表表題: エルゴディック HMM を用いた環境音認識における最尤状態数の推定，学会等名: 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会，発表年月日: 2013 年 09 月 25 日，発表場所: 豊橋技術科学大学(愛知県)

発表者名: Takayuki Furoh, Takahiro Fukumori, Masato Nakayama, and Takanobu Nishiura，発表表題: Detection for Lombard speech with second-order mel-frequency cepstral coefficient and spectral envelope in beginning of talking-speech，学会等名: 21st Int. Congress on Acoustics (ICA 2013)，発表年月日: 2013年06月03日，発表場所: Palais des Congres de Montreal, Montreal,

Canada

発表者名: Asako Okamoto, Kohei Hayashida, Masato Nakayama, and Takanobu Nishiura, 発表表題: A detection of danger sounds based on variable-state hidden Markov models, 学会等名: 21st Int. Congress on Acoustics (ICA 2013), 発表年月日: 2013年06月03日, 発表場所: Palais des Congres de Montreal, Montreal, Canada

発表者名: Kohei Hayashida, Junpei Ogawa, Masato Nakayama, Takanobu Nishiura, and Yoichi Yamashita, 発表表題: Multi-stage identification for abnormal/warning sounds detection based on maximum likelihood classification, 学会等名: 21st Int. Congress on Acoustics (ICA 2013), 発表年月日: 2013年06月03日, 発表場所: Palais des Congres de Montreal, Montreal, Canada

発表者名: 小川純平, 林田巨平, 福森隆寛, 中山雅人, 西浦敬信, 発表表題: 主観的危険度に基づく環境音識別手法の評価, 学会等名: 日本音響学会2013年春季研究発表会, 発表年月日: 2013年03月13日, 発表場所: 東京工科大学八王子キャンパス(東京都)

発表者名: 林田巨平, 中山雅人, 西浦敬信, 山下洋一, 発表表題: 重み付きケプストラムに基づく異常音検出の検討, 学会等名: 日本音響学会 2013年春季研究発表会, 発表年月日: 2013年03月13日, 発表場所: 東京工科大学八王子キャンパス(東京都)

発表者名: 柿野直人, 福森隆寛, 中山雅人, 西浦敬信, 発表表題: Rahmonic を用いた叫び声の特徴量抽出, 学会等名: 日本音響学会 2013年春季研究発表会, 発表年月日: 2013年03月13日, 発表場所: 東京工科大学八王子キャンパス(東京都)

発表者名: 小川純平, 林田巨平, 福森隆寛, 中山雅人, 西浦敬信, 発表表題: 環境音モデル構築のための音響特徴量に基づく環境音分類に関する基礎的検討, 学会等名: 日本音響学会2012年秋季研究発表会, 発表年月日: 2012年09月19日, 発表場所: 信州大学(長野県)

発表者名: Junpei Ogawa, Kohei Hayashida, Masato Nakayama, Masanori Morise, Takanobu Nishiura, Yoichi Yamashita, 発表表題: Multi-stage identification for abnormal/warning sounds with onomatopoeia models, 学会等名: Acoustics 2012, 発表年月日: 2012年05月17日, 発表場所: Hong Kong (China)

発表者名: 小川純平, 林田巨平, 森勢将雅, 西浦敬信, 山下洋一, 発表表題: 残響モデルを用いたマルチステージ環境音識別法に基づく非日常音識別の検討, 学会等名: 日本音響学会2012年春季研究発表会, 発表年月日: 2012/3/13, 発表場所: 神奈川大

学(神奈川県)

発表者名: 小川純平, 林田巨平, 森勢将雅, 西浦敬信, 山下洋一, 発表表題: マルチステージ環境音識別法を用いた非日常音検出に関する検討, 学会等名: 日本音響学会 2011年秋季研究発表会, 発表年月日:

2011/9/21, 発表場所: 島根大学(島根県)  
発表者名: Hiroaki Nanjo, 発表表題: Shouted Speech Processing for acoustic-based security system, 学会等名: The 40th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2011), 発表年月日: 2011/9/7, 発表場所: 大阪国際会議場(大阪府)

発表者名: Yasuki Nakano, Atsushi Tonomura, Hiroaki Nanjo, and Takanobu Nishiura, 発表表題: Emergency shout detection using SVM and automatic speech recognition, 学会等名: The 40th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2011), 発表年月日: 2011/9/5, 発表場所: 大阪国際会議場(大阪府)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕  
特になし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

西浦 敬信(NISHIURA TAKANOBU)  
立命館大学・情報理工学部・准教授  
研究者番号: 70343275

### (2) 研究分担者

南條 浩輝(NANJO HIROAKI)  
龍谷大学・理工学部・助教  
研究者番号: 50388162

森勢 将雅(MORISE MASANORI)  
山梨大学・工学部・助教  
研究者番号: 60510013

### (3) 連携研究者

中山 雅人(NAKAYAMA MASATO)  
立命館大学・情報理工学部・助教  
研究者番号: 90511056