

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月27日現在

機関番号：15501
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22500187
 研究課題名（和文）スピーチプライバシーを保護するアクティブサウンドマスキングシステムの構築
 研究課題名（英文）Development of Active Sound Masking System for Speech Privacy Protection
 研究代表者
 佐伯 徹郎 (SAEKI TETSURO)
 山口大学・大学院理工学研究科・准教授
 研究者番号：40249595

研究成果の概要（和文）：近年、小規模診療所の待合室付近での問診、税務署窓口での納税相談、学校の教室での学習進路相談、仮設ブースでの法律相談など、会話の秘話性が必要とされるオープンスペースでのスピーチプライバシーの保護が重要視されている。このような観点から本研究では、アクティブサウンドマスキングシステムを提案し、その有効性について心理実験をもとに確認した。

研究成果の概要（英文）：In recent years, importance has been attached to achieving speech privacy in open spaces such as for oral consultations near waiting rooms of small-scale clinics, tax-payment consultations at a taxation office window, course consultations in school classrooms, and legal aid services in temporary booths. From this viewpoint, in this study, we proposed an active sound masking system, and the effectiveness of the proposed system was confirmed based on the results of psychological experiments.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：スピーチプライバシー、アクティブサウンドマスキングシステム、情報漏えい防止、個人情報保護、心理評価

1. 研究開始当初の背景

国内外を問わず、病院の診察室での診療や受付窓口での問診、薬局窓口での説明、オープンプランオフィスでの打合せ、税務署窓口などの公的機関での相談、学校での学習進路

相談など、オープンスペースでのスピーチプライバシー保護が重要視されてきている。

国外におけるスピーチプライバシー保護に関する研究では、他人の声が聞き取れない音環境が好ましい執務空間であるとして、個人情報の保護よりもオフィスや医療機関で

の作業環境の改善に重点が置かれており、オフィスで隣室から自室への会話が邪魔にならないことや医療機関で医療ミスが起きないことなどのための、建築音響性能の評価・設計に関して議論されている。自室と他室の間の遮音性能を主とした評価・設計対象であり、このような方法は大掛かりな工事によるコスト大の対策であるといえる。国内においては、国外と同様の観点から他にもスピーチプライバシーをテーマとして研究されていたが、いちはやく我々の研究グループが研究を開始した。

我々と国内外の研究との違いは、当初から時代の要請を的確に捉え、作業環境の改善よりも個人情報の保護や情報漏えいの防止に主眼を置いている点である。近年、個人情報保護の要請から、音声がかんこえるかかんこえないかといったような領域がスピーチセキュリティとも称されるようになり、スピーチプライバシーの評価に関する新たな研究領域として知られてきており、この研究領域の体系化が望まれている。さらに、心理的にうるさく感じない最低の音量でマスキング効果を得られるようにマスキングノイズのスペクトルをアクティブに変化させるアクティブサウンドマスキングシステムを導入し、大掛かりな工事を必要としないコスト削減効果が得られている点も異なっている。

2. 研究の目的

個人情報保護に注目が集まってから、従来のスピーチプライバシー評価には存在しなかった設計要求が生じている。従来は、「音声としてはかんこえるが単語はかんこ取れない」、「単語がかんこえる場合はあるが文全体は理解できない」といったレベルの要求であったが、「何もかんこえない」、「音声であるとわかる」、「音声の抑揚(リズム)がかんこえる」、「男女の性別がわかる」、「誰が話しているかがわかる」といったより厳しく詳細なレベルの要求となってきた。従来の研究では、単語明瞭度試験や了解度試験を行い、音声の中の音節・単語・文章の何パーセントを人間が回答できたかを測定することによりスピーチプライバシーを評価する方法がとられていたが、個人情報保護に着目した場合は、従来の単語明瞭度試験や了解度試験は要求されたレベルに関して表現不能に陥ることから意味を成さなくなり、実際にどのような状態であったかという人間の心理的判断が重要となる。どのような心理評価をどのような言語表現で行えばよいかを明確に規定する必要がある。また、従来は、スピーチプライバシー評価に対応する物理指標として、信号対雑音比(SN比)を拡張した概念に基づく明瞭

度指数AI、SIIなどが用いられてきたが、個人情報保護に関わる領域では、従来の物理指標を用いてスピーチプライバシーをコントロールすることは困難であることが示されている。スピーチプライバシーを保護するために最適な物理指標を見出す必要もある。

上記のことを明らかにした上で、無意味なノイズで会話音声をマスクすることによって、大掛かりな防音工事を必要とせずに現状のままのオープンスペースにおいて、情報漏えいの防止や個人情報の保護といったスピーチプライバシーを確保する、アクティブサウンドマスキングシステムを構築しようとするものである。

3. 研究の方法

情報漏えい防止や個人情報保護に着目して、スピーチプライバシーを確保するアクティブサウンドマスキングシステムを構築する。

(1) スピーチプライバシーの心理評価方法の確立

どのような心理評価をどのような言語表現で行えばよいかを明確にする。音声とノイズのスペクトルの関係がどのような状態であればどのような心理評価となるかについて、心理実験をもとに調査する。

(2) スピーチプライバシーの最適な物理指標の確立

スピーチプライバシーを保護するために最適な物理指標を見出す。スピーチプライバシーをよりコントロールしやすくなるよう、我々の提案するスペクトル距離や従来スピーチプライバシーの指標として用いられている信号対雑音比(SN比)を拡張した概念に基づく明瞭度指数AI、SIIなどの様々な物理指標の改良を行い、心理実験結果をもとに考察する。

(3) アクティブサウンドマスキングシステムの構築と有効性評価

上記の項目で考察した結果を基に、アクティブサウンドマスキングシステムを設計・試作・構築する。システムの有効性について、心理実験をもとに評価する。

4. 研究成果

(1) スピーチプライバシーの心理評価方法の確立

音響心理実験で得られた被験者全員の音声信号に対する自由記述からスピーチプラ

イバシーの評価に関連する言語表現を洗い出した。次に、被験者間で共通する言語表現をまとめてカテゴリに分類した。上記の結果を踏まえて、次のようなスピーチプライバシーに関するカテゴリ評価を構成した。

- ・何も聞こえない
- ・何か聞こえる
- ・音のリズムが聞こえる
- ・音の抑揚が聞こえる
- ・音声であるとわかる
- ・話している人の性別がわかる
- ・誰が話しているかわかる
- ・単語が聞こえることがある
- ・話の内容がある程度わかる
- ・話の内容が全てわかる

音響心理実験で得られた実測データを用いて、各音声信号ごとに、マスクング用雑音の音圧レベルに対するスピーチプライバシー評価の相対度数を求めた。マスクング用雑音の音圧レベル値が減少するにしたがって、「何か聞こえる」、「音のリズムが聞こえる」、「音の抑揚が聞こえる」、「音声であるとわかる」、「話している人の性別がわかる」、「単語が聞こえることがある」、「話の内容がある程度わかる」、「話の内容が全てわかる」といった順序のスピーチプライバシー評価となっていることがわかった。このことを踏まえて、次のようなスピーチプライバシーに関するカテゴリ順序尺度を構成した。

- A1:何も聞こえない
- A2:何か聞こえる
- A3:音のリズムが聞こえる
- A4:音の抑揚が聞こえる
- A5:音声であるとわかる
- A6:話している人の性別がわかる
- A7:誰が話しているかわかる
- A8:単語が聞こえることがある
- A9:話の内容がある程度わかる
- A10:話の内容が全てわかる

さらに、構成したスピーチプライバシーに関するカテゴリ順序尺度が等間隔距離尺度として扱うことができるかどうかの問題について考察した。音声聴取心理実験によって得られた実測データを用いて、系列範ちゅう法によりカテゴリ尺度値を求めた。求めたカテゴリ尺度値とカテゴリ順序尺度をそのまま等間隔距離尺度とした場合の尺度値を比較したところ両者間の相関係数が0.999となっており、ほとんど1に近い値を示したことから、カテゴリ尺度値をそのまま等間隔距離尺度として取り扱っても大きな問題は生じないと思われる。

(2) スピーチプライバシーの最適な物理指標の確立

スピーチプライバシー評価を説明するための指標として、従来より提案されている明

瞭度指数(AI)、音声明瞭度指数(SII)に加えて、我々が提案しているスペクトル距離(SPD)を導入した。音響心理実験で得られた実測データを用いて、各指標とスピーチプライバシーに関するカテゴリ評価との関係を考察した。これらの関係を捉えるためのモデルとしてロジスティック関数、修正指数関数およびゴンペルツ関数を用い、AICの値を最小にするという意味で最適な回帰関数を求めた。スペクトル距離を用いた場合は、回帰関数の周りのデータのばらつきが若干小さくなった。また、スピーチプライバシー評価ごとに求めた各指標に対するAIC値を求めた。A7からA10までの評価では、スペクトル距離の場合にAIC値が比較的小さくなっていることがわかった。

(3) アクティブサウンドマスクングシステムの構築と有効性評価

これまでの研究成果を踏まえて、スピーチプライバシー保護装置を構築した。構築したスピーチプライバシー保護装置を被験者に適用する心理実験を行い、実際の現場での有効性を確認した。

当初から時代の要請を的確に捉え、作業環境の改善よりも情報漏えいの防止や個人情報の保護に主眼を置いて、いち早く研究を開始し、スピーチプライバシーに関する新たな研究領域の体系化をも試みようとしている。心理的にうるさく感じない最低の音量でマスクング効果を得られるアクティブサウンドマスクングシステムを提案しており、このシステムは従来の方法で遮音・防音対策を施してもなお残ってしまった音声に対しても適用でき、大掛かりな工事を必要としないコスト小の対策方法である。プライバシーの保護が重要視されている昨今、提案したシステムは、従来のスピーチプライバシー評価には存在しなかった設計要求を満たし、従来困難であったスピーチプライバシーをコントロールできることから、画期的な方法となり、盗聴防止の犯罪対策にも応用できるなど、多方面でスピーチプライバシーの保護に威力を発揮すると思われる。

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3件)

① 為末隆弘, 佐伯徹郎, 加藤裕一、スピーチプライバシー評価のための尺度構成に関する一考察、日本音響学会騒音・振動研究会資料、査読無し、N-2013-01、2013、1-7

② T. Tamesue, T. Saeki, Y. Kato、The Effect

of Direction of Masking Sound on Speech Privacy Evaluation, inter-noise 2011、査読有り、SS39、2011、1-7

③中林想太、佐伯徹郎、為末隆弘、加藤裕二、音声とマスキング用雑音の到来方向がスピーチプライバシー評価に及ぼす影響、日本音響学会 騒音・振動研究会資料、査読無し、N-2010-2、2010、1-6

〔学会発表〕(計6件)

①吉松啓二、為末隆弘、佐伯徹郎、加藤裕二、超指向性スピーカを用いたスピーチプライバシー保護に関する基礎的研究、電気・情報関連学会中国支部連合大会、2012年10月20日、島根大学(松江市)

②佐藤慎太郎、佐伯徹郎、為末隆弘、加藤裕二、スピーチプライバシー保護のための評価指標に関する基礎的考察、日本音響学会、2012年9月19日、信州大学(長野市)

③中林想太、佐伯徹郎、為末隆弘、加藤裕二、パラメトリックスピーカを用いたスピーチプライバシー保護に関する一考察、日本音響学会、2011年9月20日、島根大学(松江市)

④為末隆弘、佐伯徹郎、加藤裕一、スピーチプライバシー評価尺度の構成に関する一考察、日本音響学会、2011年3月9日、早稲田大学(東京)

⑤井町尚義、佐伯徹郎、為末隆弘、加藤裕二、超指向性スピーカを用いたスピーチプライバシー保護に関する実験的考察、日本音響学会、2010年9月15日、関西大学(吹田市)

⑥為末隆弘、佐伯徹郎、加藤裕一、音声とマスキング用雑音の到来方向がスピーチプライバシー評価に及ぼす影響、システム制御情報学会、2010年5月1日、京都リサーチパーク(京都市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐伯 徹郎 (SAEKI TETSURO)
山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：40249595

(2) 研究分担者

()
研究者番号：

(3) 連携研究者

為末 隆弘 (TAMESUE TAKAHIRO)
山口大学・大学情報機構・助教
研究者番号：00390451

加藤 裕一 (KATO YUICHI)
島根大学・総合理工学部・教授
研究者番号：10161126