

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：13302

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300070

研究課題名(和文) 音信号に対する知覚不可能な情報ハイディング技術の研究

研究課題名(英文) Study on inaudible information hiding technique for audio/speech signals

研究代表者

鷓木 祐史 (UNOKI, MASASHI)

北陸先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：00343187

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円、(間接経費) 4,140,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、生理的・知覚的な聴覚特性を考慮した位相情報操作により、デジタル表現された音信号そのものに様々な情報を知覚されないように隠す、音情報ハイディング技術の確立を目指した。まず、蝸牛遅延に対応する位相と時間変化と検知閾の関係性を明らかにし、蝸牛遅延を効果的に制御する方法を実現した。次に、その結果に基づいた知覚不可能で頑健・ブラインド・可逆変換可能な電子音響透かし法を実現した。最後に、応用展開として、AMラジオにおける情報ハイディング法、音声改ざん検出法、フォルマント強調に基づいた電子音響透かしや音声スクランブル法を提案した。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to propose a scheme of digital audio/speech information hiding techniques by considering phase controlling based on psychoacoustical and physiological studies for human auditory perception. This study investigated to relationships between phase shifts based on cochlear delay and audibility and then realized methods for effectively controlling phase modulation based on cochlear delay for inaudibility. This study then proposed inaudible, blind, robust, and reversible digital-audio watermarking methods from these investigations. Information hiding for AM radio systems, tampering detection method for speech, speech watermarking based on formant enhancement, and scramble method for speech signal by random-bit shift of quantization were introduced as applications of the proposed scheme.

研究分野：マルチメディア信号処理

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：情報ハイディング 蝸牛遅延 知覚不可能性 頑健性 秘匿性

1. 研究開始当初の背景

近年、情報通信技術の発達や迅速なインフラの整備により、インターネットを利用したマルチメディア情報（音声・音楽、静止・動画画像など）の利用が盛んになっている。これらの利用の安全性を高めるために、コンテンツ保護や機密情報保護の中核的な技術が必要である。マルチメディア情報ハイディング技術は、暗号技術とは異なる情報保護技術として、最近注目を集めており、デジタルコンテンツの新しい著作権保護技術である電子透かし法として実用化されはじめています。

この技術は、利用者に知覚されないように不可分な情報として著作権情報をコンテンツ自体に埋め込み、それらを検出することで違法コピーや違法配信を防ぐ、あるいは追跡することを可能とする。視覚情報に関するマルチメディア情報（静止・動画画像）ハイディングの研究では、数多くの成功例があり、広く普及しはじめています。一方、聴覚情報に関するマルチメディア情報（音声・音楽）ハイディングの研究では、画像に関するものと同じように成功しているわけではない。聴覚と視覚のモダリティの違いから、音情報に何かを隠すことが、画像情報に比べて非常に難しいという理由から、STEP2001のコンペティション以降は、その研究事例も激減している。そのため、この分野における新しいブレークスルーが起こらない限り、音情報に関するマルチメディア情報ハイディング技術の進展は非常に難しいものと思われる。

一般に、電子音響透かし法を確立するためには、次の三つの条件を満たす必要がある。(1) 知覚不可能性（埋め込み情報が利用者に知覚されず、埋め込みによる原信号の知覚可能な歪みが一切生じないこと）、(2) 頑健性（通常の信号変換処理や悪意のある攻撃に対して影響を受けないこと）、(3) 秘匿性（情報が埋め込まれていることに気づかせないこと、気づかれてもその情報を容易に検出されないこと）。現在までに、様々な形態の電子音響透かしの手法が提案されているが、上記の要件をすべて満たす方法はまだない。

例えば、符号化/量子化レベルで透かしを埋め込む方法（例えば、LSB置換法やMPEG心理音響モデルを利用する方法）や原信号の広範なスペクトルに情報を埋め込む方法（例えば、スペクトル拡散法）がある。これらは、音の振幅情報に透かしを埋め込む技術であるが、振幅情報を直に操作するため、原音の品質に影響を与え、知覚不可能性に大きな問題が生じる。また、マスキング特性はMPEG情報圧縮にも利用されているため、この特性を利用した技術は頑健性に問題がある。

一方、位相に係わる知覚特性に基づく方法として、エコーハイディング法や周期的位相変調法がある。前者は音信号とその反射音の時間差に透かしを埋め込む技術であり、後者は人間が緩やかな位相変調に鈍感であると

いう特性を利用して、周期的な位相変化に情報を埋め込む技術である。しかし、前者は検出が非常に容易であるため秘匿性に問題があり、後者は対象音の性質に依っては位相操作により歪が発生することがあるため知覚不可能性に問題が残る。

研究代表者は、これまでに上記の問題を打破する試みを行い、「蝸牛遅延を利用した電子音響透かし法」の開発に成功した（特許第5004094）。この方法は、聴覚信号処理の基盤となる蝸牛において生じている遅れ（蝸牛遅延）を我々が知覚していないこと、特に蝸牛遅延を模擬した時間遅延には非常に鈍感であるという研究結果に基づいて透かし信号を埋め込むものである。この試みから基盤技術を確立する必要があるが、知覚不可能性と頑健性のトレードオフや埋め込み情報の大容量化、群遅延制御法、ならびに応用発展性について解決すべき課題が残っている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、デジタル表現された音信号（音声・音楽）そのものに、生理的・知覚的な聴覚特性を考慮した位相情報操作により様々な情報を知覚されないように隠す、マルチメディア情報ハイディングの基盤技術を確立することである。究極の狙いは、「音信号そのものに別の音信号を隠す方略を明らかにすること」である。提案技術に要求される条件は、埋め込まれた情報に気づかず（知覚不可能性）、特定の人にのみ利用可能（秘匿性）で、壊れずにいつでも取り出しできる（頑健性）ことである。この技術を確立できれば、取り扱う情報を透かし情報、データ照合情報、データの真正性の情報、付加価値情報として提案技術を活用することで、電子音響透かし技術、電子音響指紋技術、音声改ざん検出、ステガノグラフィ技術、デジタル音声秘匿通信技術等に応用可能である。

3. 研究の方法

本研究では、デジタル音信号への情報ハイディング技術基盤を確立するために、研究代表者らによって提案された「蝸牛遅延特性を利用した電子音響透かし法」を足がかりとして、次の5つの課題に取り組む。(1) 蝸牛遅延に対応する位相の時間変化と検知閾の関係の調査、(2) 片耳・両耳受聴における蝸牛遅延に対応する位相の時間変化とその知覚の検討、ならびに両耳間での位相変化の同期・非同期と検知閾の関係の調査、(3) これらの知覚研究の成果に基づいた音情報ハイディングのための群遅延制御法の確立、(4) 音信号へのデジタル情報の埋め込み・検出に関する総合評価ならびに埋め込み情報量の調査、(5) 応用展開（電子音響透かし/電子音響指紋/ステガノグラフィ）を行なう。最後に、「音信号に別の音信号を隠すことができるか」、その可能性を検討する。

4. 研究成果

(1) 蝸牛遅延の位相特性と検知閾について
 蝸牛遅延の特性を IIR オールパスフィルタ (蝸牛遅延フィルタ) にて実現し、位相偏移変調 (PSK) 方式にてビット情報を埋め込む。ここでは、埋め込み方式の多様性から、群遅延の変動幅や周期的な時間変動といった位相の時間変化とそれに対する検知閾の関係を検討した。その結果、セグメント間の不連続を無くすために荷重和が原則必要であるが、蝸牛遅延の動的制御として、時変 IIR オールパスフィルタを実現することで、位相の時間変化をとらえ、PSK によるスペクトル拡散を完全に防げることがわかった。また、この簡便処理としてセグメント間をスプライン補間にてつなぐことで対応することができることもわかった。これらの処理に伴う検知閾の大幅な上昇はみられなかった。

(2) 片耳・両耳受聴での蝸牛遅延について
 片耳・両耳受聴における蝸牛遅延に対応した位相特性の検討ならびに両耳間での位相変化の同期・非同期と検知閾の関係の調査を行った。その結果、左右信号間の蝸牛遅延特性の違いが、原信号がモノラル録音である場合は検知されやすく、ステレオ録音である場合は検知されにくいことがわかった。これによりステレオ電子音響透かしへの拡張性があることを確認した。本研究ではモノラル録音を想定した信号をベースにするため、以後、片耳受聴をベースとしたモデルを検討する。

(3) 群遅延制御法について
 蝸牛遅延フィルタを利用した多様な埋め込み法を (a) 基本型、(b) 並列型、(c) 縦続型、(d) ハイブリッド型として実現した。処理形態としては、基本型がシンプルであるが、複雑さと処理時間が許されれば、ハイブリッド型で約 1 kbps の情報埋め込みを達成できることがわかった。また、原音を利用しないブラインド電子音響透かし法として、チャープ変換を利用した電子音響透かし法と、原音に復元可能で、一度埋め込みしたものを削除・再加工可能なリバーシブル法を実現した。

(4) 総合評価について
 提案法 (ブラインド法) について、電子情報通信学会 2 種研究会・IHC 研究会の評価基準 (<http://www.ieice.org/iss/emm/ihc/>) に基づき、総合評価を行った。図 1 に示すように、知覚不可能性ならびに検出精度は先に提案したものと同様に良好な性能を有し、これまでの諸問題 (トレードオフ、ブラインド処理等) を改善できていることがわかった。また、リサンプリング、再標準化、MP3・MP4 等の情報圧縮、雑音付加に関して十分な耐性があることがわかった。一方で、エコー付加やピッチ変換等にはまだ頑健とはいえない状態であり、今後の改善が必要である。

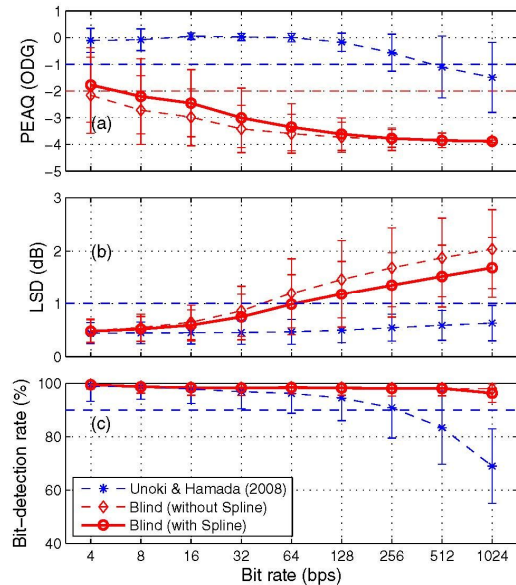


図 1 総合評価の結果

(5) 応用展開について
 本研究成果として三つの応用展開を実現した。一つ目は、図 2 のように、提案技術を AM ラジオシステムに組み込み、放送音声等に文字や画像といった情報を隠して伝送するシステムを提案した (特願 2012-158977)。この方法では、文字情報であれば 1 秒間に最大 32 文字、情報ハイディングして伝送することができる。また従来のラジオの受信には影響を与えないという意味で下位互換性を有する。

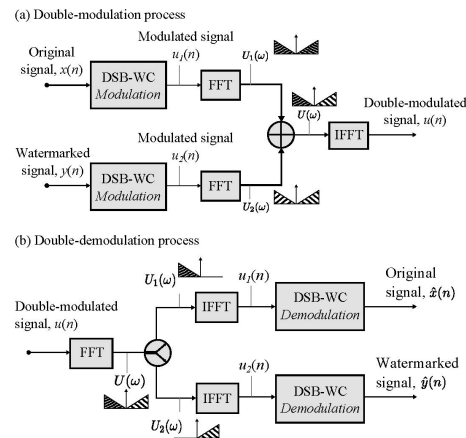


図 2 AM ラジオにおける情報ハイディング

二つ目は、提案技術を利用した音声改ざん検出法を提案した (特願 2011-240692)。この方法では、蝸牛遅延を利用した埋め込みが通常の信号処理 (情報圧縮や量子化・周波数変換、符号化等) には頑健であるが、音声分析合成系を利用した音声の編集作業には脆弱であるという点に着目したものである。例えば、図 3 (a) の透かしを原信号に埋め込み、様々な変換を施した後で透かしを検出すると、図 3 (b) ~ (c) のように通常処理には問題ないが、図 3 (d) ~ (h) のように改ざん処理に応じて透かしの壊れ方が変わることがわかる。これらから、音声信号に対する改ざんの

有無を検出できるだけでなく、改ざんの場所と様態を予想することもできる。

三つ目は、蝸牛遅延と併用可能な音情報ハイディング技術として、線形予測と線スペクトルを利用した音声のフォルマント強調に基づく電子音響透かし法と、量子化ビットのランダムシフトと音韻修復現象を利用した音声（半開示）スクランブル法を提案した。

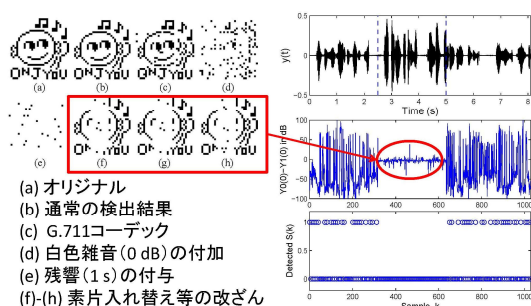


図3 音声の改ざん検出への応用

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計14件)

- Nhut Minh Ngo, Masashi Unoki, Ryota Miyauchi and Yoichi Suzuki, Data Hiding Scheme for Amplitude Modulation Radio Broadcasting Systems, Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 査読有, 5-3, 2014, 307-318.
- Zhi Zhu, Katsuhiko Yamamoto, Masashi Unoki and Naofumi Aoki, Study on scramble method for speech signal by using random-bit shift of quantization, Proc. NCSP14, 査読有, 2014, 109-113.
- Katsuhiko Yamamoto, Zhi Zhu, Masashi Unoki and Naofumi Aoki, Study on semi-scramble method for speech signals based on phonemic restoration, Proc. NCSP14, 査読有, 2014, 201-204.
- Masashi Unoki, Jessada Karnjana, Shengbei Wang, Nhut Minh Ngo, and Ryota Miyauchi, Comparative evaluations of inaudible and robust watermarking for digital audio signals, Proc. 21st International Congress on Sound and Vibration, 査読無, 2014.
- Akira Nishimura, Masashi Unoki, Kazuhiro Kondo, and Akio Ogihara, Objective evaluation of sound quality for attacks on robust audio watermarking, Proc. Meeting on Acoustics, 査読有, 2013, 19-030052, 1-9. DOI: 10.1121/1.4799661.
- Kenichiro Miwa and Masashi Unoki, Study on Method for Estimating F0 of Steady Complex Tone in Noisy Reverberant Environments, Proc. IHHMSP2013, 査読有, 2013, 456-459.
- Kiho Cho, Soo Hyun Bae, In Kyu Choi, Nam Soo Kim and Masashi Unoki, Robust Audio Data Hiding Method Based on Phase of Modulated Complex Lapped Transform, Proc. IHHMSP2013, 査読有, 2013, 263-266.
- Shengbei Wang and Masashi Unoki, Watermarking method for speech signals based on modifications to LSFs, Proc. IHHMSP2013, 査読有, 2013, 283-286.
- Nhut Minh Ngo, Shengbei Wang, and Masashi Unoki, Method of Digital-audio Watermarking Based on Cochlear Delay in Sub-bands, Proc. ITC-CSCC2012, 査読有, 2012, D-W1-03, CD-ROM.
- Masashi Unoki and Ryota Miyauchi, Detection of Tampering in Speech Signals with Inaudible Watermarking Technique, Proc. IHHMSP2012, 査読有, 2012, 118-121.
- Nhut Minh Ngo, Masashi Unoki, Ryota Miyauchi, and Yoichi Suzuki, Data-hiding scheme for digital-audio in amplitude modulation domain, Proc. IHHMSP2012, 査読有, 2012, 114-117.
- Masashi Unoki and Ryota Miyauchi, Reversible Watermarking for Digital Audio Based on Cochlear Delay Characteristics, Proc. IHHMSP2011, 査読有, 2011, 314-317.
- Eriko Aiba, Koji Kazai, Takayuki Shimotomai, Toshie Matsui, Minoru Tsuzaki, and Nagata Noriko, Accuracy of Synchrony Judgment and its Relation to the Auditory Brainstem Response: the Difference between Pianists and Non-pianists, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 査読有, 2011, 15-8, 962-971.
- Eriko Aiba, Koji Kazai, Takayuki Shimotomai, Satomi Tanaka, Noriko Nagata, and Minoru Tsuzaki, Synchrony judgment and its relation to the auditory brainstem response: the difference between musicians and non-musicians, Proc. the Neuroscience and Music, 査読有, 2011, IV, 21.

〔学会発表〕(計33件)

- 三輪賢一郎, 鶴木祐史, 音声のAM成分に着目した基本周波数推定法の検討, 日本音響学会 2014 年春季研究発表会, 2014/3/11, 日大・理工学部, 東京.
- Shengbei Wang & Masashi Unoki, Study of Watermarking of Speech Signals based on Formant Enhancement, 日本音響学会 2014 年春季研究発表会, 2014/3/10, 日大・理工学部, 東京.
- Nhut Minh Ngo & Masashi Unoki, On

- Inaudibility of Cochlear-Delay-based Watermarking Method with Blind Detection, 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2014/3/8, 金沢市・近江町交流プラザ, 石川.
4. 朱治, 山本克彦, 鶴木祐史, 青木直史, 量子化ビットのランダムシフトを利用した音声スクランブル法, 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2014/3/7, 北陸先端科学技術大学院大学, 石川.
 5. Jessada Karnjana, Masashi Unoki, Shengbei Wang, Nhut Minh Ngo & Ryota Miyauchi, Comparative evaluations of inaudible and robust watermarking methods for digital audio signals, 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2014/3/7, 北陸先端科学技術大学院大学, 石川.
 6. Shengbei Wang & Masashi Unoki, Study on speech watermarking based on formant enhancement, 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2014/1/27, 東北大学・電気通信研究所, 宮城.
 7. 山本克彦, 朱治, 鶴木祐史, 青木直史, 音韻修復現象に着目した半開示音声スクランブル法の検討, 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2013/11/14, 県立広島大学サテライトキャンパスひろしま, 広島.
 8. Nhut Minh Ngo & Masashi Unoki, Second-Order Allpass Filter for Method of Watermarking Based on Cochlear Delay, 2013 ASJ Autumn meeting, 2013/9/27, 豊橋技科大, 愛知.
 9. 三輪賢一郎, 鶴木祐史, 信号の AM 成分に着目した雑音残響にロバストな基本周波数推定法の検討, 日本音響学会 2013 年度秋季研究発表会, 2013/9/25, 豊橋技科大, 愛知.
 10. Shengbei Wang & Masashi Unoki, Study of Speech Watermarking based on Modifications to LSFs by DM-QIM, 2013 ASJ Autumn meeting, 2013/9/25, 豊橋技科大, 愛知.
 11. 山本克彦, 朱治, 鶴木祐史, 青木直史, 音韻修復現象に着目した音声半開示スクランブル法の検討, 平成 25 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 2013/9/21, 金沢大学, 石川.
 12. 朱治, 山本克彦, 鶴木祐史, 青木直史, 量子化ビットのランダムシフトによる音声スクランブル法の検討, 平成 25 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 2013/9/21, 金沢大学, 石川.
 13. Shengbei Wang & Masashi Unoki, Study on Speech Watermarking Based on Modifications to LSFs for Tampering Detection, 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2013/7/11, 札幌コンベンションセンター, 札幌.
 14. Shengbei Wang & Masashi Unoki, Study on digital watermarking for speech signal based on LSFs modification, 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2013/5/17, 高知城ホール, 高知.
 15. 鶴木祐史, ワンシェンベイ, 宮内良太, 蝸牛遅延に基づいた電子音響透かし法を利用した音声信号の改ざん検出, 日本音響学会 2013 年春季研究発表会, 2013/3/15, 東京工科大, 東京.
 16. 宮内良太, 木谷俊介, 鶴木祐史, 蝸牛遅延特性に基づいた電子音響透かし法のステレオ拡張に関する検討, 日本音響学会 2013 年春季研究発表会, 2013/3/14, 東京工科大, 東京.
 17. 西村明, 荻原昭夫, 鶴木祐史, 近藤和弘, 第一回音響電子透かしコンテスト講評と今後の評価への取り組み, 日本音響学会 2013 年春季研究発表会, 2013/3/14, 東京工科大, 東京.
 18. 鶴木祐史, ワンシェンベイ, 宮内良太, 蝸牛遅延に基づいた電子音響透かし法を利用した音声信号の改ざん検出の検討, 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2013/1/30, 東北大, 宮城.
 19. 西村明, 荻原昭夫, 鶴木祐史, 近藤和弘, 第一回音響電子透かしコンテスト実施結果とその講評, 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2012/11/16, 大分大, 大分.
 20. Nhut Minh Ngo, Masashi Unoki, Ryota Miyauchi, & Yoichi Suzuki, Data hiding scheme for digital-audio in AM radio broadcasting systems, IEICE EMM 研究会, 2012/11/17, 大分大, 大分.
 21. Shengbei Wang, Nhut Minh Ngo, & Masashi Unoki, Digital-audio watermarking based on cochlear delay in sub-bands, 2012 ASJ Autumn meeting, 2012/9/20, 信州大, 長野.
 22. Nhut Minh Ngo, Masashi Unoki, Ryota Miyauchi, & Yoichi Suzuki, Study on data hiding scheme for digital-audio in amplitude modulation domain, 2012 ASJ Autumn meeting, 2012/9/20, 信州大, 長野.
 23. 鶴木祐史, 宮内千夏, 木谷俊介, 西野恭生, 宮内良太, 蝸牛遅延に基づいた電子音響透かし法の総合評価-IHC 評価基準に基づいた評価, 日本音響学会 2012 年秋季研究発表会, 2012/9/20, 信州大, 長野.
 24. Nhut Minh Ngo, Shengbei Wang & Masashi Unoki, Method of digital audio watermarking based on cochlear delay in sub-bands, 電子情報通信学会 EA 研究会, 2012/8/1, 東北大, 宮城.
 25. 西村明, 荻原昭夫, 鶴木祐史, 近藤和弘, 園田光太郎, 岩村恵市, 立花隆輝, 音響電子透かし技術の評価基準と評価コンテスト, 電子情報通信学会総合大会, 2012/3/20, 岡山大学, 岡山.
 26. 西村明, 荻原昭夫, 鶴木祐史, 近藤和弘, 園田光太郎, 岩村恵市, 立花隆輝, 音響

- 信号に対する情報ハイディングの評価基準, 日本音響学会 2012 年春季研究発表会, 2012/3/15, 神奈川大学, 神奈川.
27. 西村明, 荻原昭夫, 鶴木祐史, 近藤和弘, 園田光太郎, 岩村恵市, 立花隆輝, 音響信号に対する情報ハイディング技術の評価基準, Proc. SCIS2012, 2012/2/1, 金沢, 石川.
 28. 西村明, 荻原昭夫, 鶴木祐史, 近藤和弘, 園田光太郎, 岩村恵市, 立花隆輝, 音響信号に対する情報ハイディング技術の評価基準の検討, 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2011/12/9, 機械振興会館, 東京.
 29. 鶴木祐史, 宮内良太, 蝸牛遅延に基づいた可逆電子音響透かしの検討” 電子情報通信学会 EMM 研究会, 2011/11/15, 東北大学・電気通信研究所, 宮城.
 30. 饗庭絵里子, 風井浩志, 松井淑恵, 下斗米貴之, 津崎実, 長田典子, 音楽経験による同時性判断の精度の向上と聴性脳幹反応への影響, 日本音響学会聴覚研究会, 2011/10/12, 牛岳温泉リゾート, 富山.
 31. 饗庭絵里子, 風井浩志, 松井淑恵, 下斗米貴之, 津崎実, 長田典子, 演奏家と非演奏家における同時性判断の精度の違いと聴性脳幹反応に及ぼす影響, 日本音響学会講演, 2011/9/20, 島根大学, 島根.
 32. 鶴木祐史, 宮内良太, 蝸牛遅延に基づいた電子音響透かし法とそのブラインド検出の実現, FIT2011, 2011/9/8, 函館大学・函館短期大, 函館.
 33. 鶴木祐史, 小杉敏三, 羽二生篤, 宮内良太, 赤木正人, 電子音響透かし法のための蝸牛遅延フィルタの最適構成に関する検討, 電子情報通信学会電気音響研究会, 2011/8/9, 東北大学 RIEC, 宮城.

〔図書〕(計 2 件)

1. 鶴木祐史, 鈴木陽一, コロナ社, 聴覚モデル, 第 5 章 音の大きさのモデル(分担執筆), 2011, 129-167.
2. Masashi Unoki and Ryota Miyauchi, IGI Global, Multimedia Information Hiding Technologies and Methodologies for Controlling Data, Ed. Kazuhiko Kondo, Chapter 2, “Method of Digital-Audio Watermarking Based on Cochlear Delay Characteristics” 2013, 42-70.

〔産業財産権〕

出願状況(計 4 件)

名称: 電子透かし検出装置及び電子透かし検出方法
 発明者: 鶴木祐史, 宮内良太
 権利者: 北陸先端科学技術大学院大学
 種類: 特許
 番号: 特願 2011-196449
 出願年月日: 平成 23 年 9 月 8 日
 国内外の別: 国内

名称: 音響信号に対する改ざん検出方法及び改ざん検出装置
 発明者: 鶴木祐史, 小杉敏三, 宮内良太
 権利者: 北陸先端科学技術大学院大学
 種類: 特許
 番号: 特願 2011-240692
 出願年月日: 平成 23 年 11 月 1 日
 国内外の別: 国内

名称: 振幅変調信号送信装置及び振幅変調信号受信装置、並びに振幅変調信号送信方法及び振幅変調信号受信方法
 発明者: 鶴木祐史, Ngo Nhut Minh, 宮内良太, 鈴木陽一
 権利者: 北陸先端科学技術大学院大学
 種類: 特許
 番号: 特願 2012-158977
 出願年月日: 平成 24 年 7 月 17 日
 国内外の別: 国内

名称: DIGITAL WATERMARK DETECTION DEVICE AND DIGITAL WATERMARK DETECTION METHOD, AS WELL AS TAMPERING DETECTION DEVICE USING DIGITAL WATERMARK AND TAMPERING DETECTION METHOD USING DIGITAL WATERMARK
 発明者: Unoki, M., Miyauchi, R., Kosugi, T.
 権利者: 北陸先端科学技術大学院大学
 種類: PCT Application
 番号: PCT/JP2012/071202
 出願年月日: 平成 25 年 3 月 14 日
 国内外の別: 外国

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

http://www.jaist.ac.jp/~unoki/02_demo/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鶴木 祐史 (UNOKI MASASHI)
 北陸先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・准教授
 研究者番号: 00343187

(2) 研究分担者

宮内 良太 (MIYAUCHI RYOTA)
 北陸先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・助教
 研究者番号: 30455852

饗庭 絵里子 (AIBA ERIKO) (H23 年度のみ)
 電気通信大学大学院・情報システム学研究科・助教
 研究者番号: 40569761

(3) 連携研究者

なし