

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：52601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11609

研究課題名（和文）可視聴型情報ハイディングを応用したメディアアートに基づく新世代情報伝送技術の開発

研究課題名（英文）Novel Information Communication Techniques Utilizing New Media Arts Based on Visible or Hearable Data Hiding

研究代表者

小嶋 徹也（Kojima, Tetsuya）

東京工業高等専門学校・情報工学科・教授

研究者番号：20293136

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、音楽や映像メディアを利用した可視聴型のデータハイディング技術に基づく新しい通信方式を開発した。具体的には、人間の目に自然に見える映像効果や人間の耳に自然に聞こえる音響効果と認識できる方式で情報を動画ないし音楽コンテンツに埋め込み、情報伝送を行なうとともに、動画や音楽をマルチメディアアートとして楽しめることを実現した。動画ではシーン遷移や動画フレームの差分に応じて情報を埋め込む方式を、音楽ではコード進行や打楽器・弦楽器音、リバース効果などを用いて情報を埋め込む方式を提案した。通信実験により正確に情報伝送が行えることを、主観評価実験ではデジタルアートとして不自然さが無いことを検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の情報ハイディング技術は、著作権の保護や不正利用の防止など、メディアを守るために応用されることが多かった。本研究の目的はデータハイディング技術を情報伝送の手段として利用するだけでなく、マルチメディアアートとしても成立させることにあり、メディアに新たな価値を付加して新しい利用形態を促進したり、利用者にとっての便宜性や利用形態、さらには娯楽性を高めることにある。具体的な応用としては動画メディアに翻訳データを埋め込むことによる多言語化や、公共スペースでのBGMによる情報提供などが考えられ、情報提供者側、情報を享受する側双方の満足度を向上させ、我々の生活をより豊かにする効果があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, a novel communication scheme based on visible or hearable data hiding techniques employing multimedia contents such as video clips or musical pieces. We have realized wireless communications using these multimedia arts by proposing the methods to embed messages into such contents in such a way that the embedded messages can be naturally recognized as video effects or sound effects by human recognition systems. Messages are embedded into video signals by employing scene transitions or the differences of the video frames. For musical pieces, messages are embedded by utilizing chord progressions, drum sounds, guitar sounds or reverb effects. The preciseness of the communications are evaluated by experiments using speakers and microphones. On the other hands, in subjective evaluations, it is assessed that the multimedia contents conveying the embedded messages can be naturally recognized as digital arts by human recognition systems.

研究分野：情報理論，情報ハイディング

キーワード：情報ハイディング メディアアート 情報通信方式 デジタルサイネージ 映像 音楽

1. 研究開始当初の背景

電子透かしやデータハイディング技術の主たる目的は、デジタルメディアの著作権情報保護や不正コピー防止等である。この技術では、情報が埋め込まれたメディア(ステゴオブジェクト)が、元のメディアと人間の視聴覚では区別できないこと、ステゴオブジェクトから正確に情報が取り出せること、および多くの情報が埋め込み可能であることが要求される。さらに、この技術を利用して、音響信号や映像などのメディアに情報を埋め込んで伝送する秘密通信に関する技術も数多く提案されている。

研究代表者らは、埋め込む情報から既存の音響信号に類似した信号を生成できることに着目し、防災行政無線などで使用するサイレン音を用いて災害情報を伝達する技術を提案した。さらに、音楽の構成要素であるコード進行にメッセージを埋め込み、BGMとして放送することで情報伝達が可能となる技術「Tone Code」も提案した。従来方式では、埋め込まれたメッセージによりメディア品質が劣化するが、Tone Codeではメッセージは敢えて「聴こえる」別音源として楽曲に加えられ、ステゴオブジェクトが一つの楽曲として自然に成立している点に特徴がある。本研究は、この技術から着想を得たものであり、これまでの研究をより一層、発展・拡張させるものである。

2. 研究の目的

本研究の主たる目的は、以下の3点である。

- (1) 音楽や映像の構成要素を用いて情報伝達を行なう方式を提案すること
- (2) 生成されたステゴオブジェクトがアート作品として成立するか評価すること
- (3) 伝送可能な情報量と情報抽出の正確さについて伝送実験を通して評価すること

まず(1)については、伝送するメッセージから音楽や映像のどのような構成要素が生成できるかを、理論的・実験的観点から明らかにする。これまでの研究で、音楽メディアにおいて、コード進行や弦楽器の歪み音などで情報伝送可能なことが示されているが、これら以外の要素については詳細に検討されていない。一方、映像や画像メディアにおいては類似した研究事例がないため、さまざまな埋め込み方式を用いた場合に、ステゴ映像に現れる影響について詳細に分析し、そこから自然に視聴可能なもの、アートとして成立可能なものを絞り込んでいく。

一方、(2)では、(1)で検討された方法により作成されたステゴ楽曲や映像をインターネット上で公開し、不特定多数の視聴者による主観評価を行なうことで、不自然さを感じずに視聴できるか、メディアアートとして成立しているかを評価する。さらには、音楽や映像メディアなどの専門家にも鑑定を依頼し、アートとしての価値を評価するとともに改善のための助言を求めることとする。

(3)では、多重化などにおける情報伝送量の向上と、実際の環境における正確な情報伝送を目指す。研究代表者らのこれまでの研究で、無線通信における変調技術を応用した埋め込み情報の多重化が提案されている他、音楽や映像の構成要素を同時に使用することでも多重化が可能であると考えられる。これらの手法により、伝送速度や情報抽出精度がどの程度向上できるか、実験を通して評価する。ステゴ音楽の場合は、スピーカから放送したBGMをスマートフォン等で受信し、ステゴ映像の場合は、デジタルサイネージを模した大型ディスプレイに映像を表示し、スマートフォンやタブレットで撮影して、これら録音ないし録画されたデータからどの程度の量の情報がどの程度正確に抽出できるかを評価する。必要に応じて、伝送方式の改良も行なう。また、実験に必要な埋め込みソフトウェア、受信用アプリケーションも開発する。

3. 研究の方法

本研究における情報埋め込み手法については、従来の研究成果を参考に、音楽や映像の構成要素となり得る情報の埋め込み方式を、研究代表者(小嶋)、分担者(松元、姜、鶴木、青木)が考案し、開発を行なう。ステゴ楽曲や映像を効率的に作成するソフトウェアとスマートフォン上で動作する受信用アプリも開発する。開発は、主に研究代表者および協力者である東京高専専攻科生が担当する。通信特性の評価は分担者(田中)も参加して行なう。特性評価実験は、主に東京高専内の実験室で行なうが、実作業では東京高専専攻科生も実験補助として参加する。

実験では、音楽および映像を放送して、その信号をパソコンやタブレットなどで録音、録画し、記録されたデータから情報が正しく抽出できるか、ビット誤り率などを評価する。作成する映像や音楽は、オリジナルの作品とし、著作権等の問題が生じないように、配慮する。また、作成されたステゴ楽曲・ステゴ映像が自然なものであるか、データをインターネット上で公開する方法で、無記名アンケート形式で主観評価を行なうこととする。

実験のため、壁掛けスピーカ、壁掛けディスプレイを購入し、東京高専の実験室に設置する。実際に情報を埋め込んだステゴ楽曲をBGMとして放送したり、作成されたステゴ映像をデジタ

ルサイネージやディスプレイ上で放送したりして、適正な通信が行えるかどうかを実証する実験を行なう。実験の結果、改良すべき点が明らかになった場合は、随時修正を行なう。

4. 研究成果

4.1 研究の主な成果

本研究で提案するデータハイディング方式は、音楽データハイディングと映像データハイディングに大別できる。実際の応用上はこれらを同時に活用したマルチメディアコンテンツとすることを想定しているが、本研究の成果としては、以下それぞれ独立に記述する。

(1) 音楽データハイディング

本研究課題に取り組む以前は、楽曲に埋め込むメッセージを符号化して楽曲のコード進行に埋め込み、既存の楽曲に加えて再生するという情報埋め込み手法[1]、およびギターの変調効果を活用した情報埋め込み手法が提案されていた[2][3]。本研究では、これに加え、打楽器音およびリバーブ効果を活用した情報埋め込み手法を提案し、その効果を検証するとともに、複数の手法を同時に使用して情報の多重化を実現する方法について検討した。

メッセージを用いて打楽器音を構成し、楽曲と自然に調和させて鳴動させる手法は、埋め込むメッセージに対し M 系列を用いた変調を施した後、信号の包絡線を時間とともに減衰させることでスネアドラム音に類似した音を構成するというものである。このように構成したドラム音を既存の楽曲に重ねて再生することで楽曲に対して情報の埋め込みを実現する。計算機を用いた実験では、誤りなく情報を抽出することができることが確認された。また、各種の攻撃を加えた際の通信特性についても検証した。その結果、雑音の印加、ハイパスフィルタリング、リバーブ効果、遅延については、ほぼ誤りのない情報抽出が可能であった一方、ピッチシフトやローパスフィルタリングにおいては、パラメータによって誤りが大きくなることが確認された。まず、ピッチシフトでは、シフト幅が 0.1 を超えると徐々にビット誤り率が大きくなった。これは、ピッチの変化によって打楽器音そのものの音色が変化してしまうことに起因すると考えられる。一方、ローパスフィルタリングでは遮断周波数が 15.5kHz を下回ると誤り率が大きくなることが確認された。これは今回作成した打楽器音が 15kHz よりも高い周波数成分を有することに起因していると考えられる[4]。

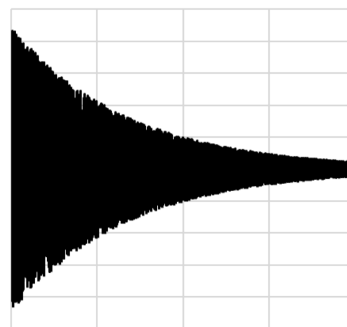


図 1: 打楽器音の波形

楽曲にリバーブ効果を与えることにより情報の埋め込みを行なう方法は、いわゆるエコー拡散法という手法を導入することにより実現した。エコー拡散法は、音響信号に対し、人間の聴覚では聞こえない長さの遅延によりエコー信号を重畳することにより情報を埋め込む方式である。本方式により、スピーカから放送し、これをスマートフォンの内蔵マイクで録音した場合でもほぼ誤りのない情報抽出が可能であることが示された[5]。ただし、カバー楽曲によっては、20%程度の誤りが生じることも指摘されており、情報抽出の精度はカバー楽曲の特性に依存すると考えられる。しかし、20%程度の誤りであれば適切な誤り訂正符号を用いることで訂正が可能であると見られる。一方、主観評価実験では、楽曲の音質の劣化はほとんど認められなかったものの、楽曲にリバーブがかかっているようには聴こえないという指摘もあり、今後の改善が期待される。

さらに、これまでに開発した楽曲の要素を同時に用いて情報の多重化させて埋め込み方式についても検討した。ジャンルの異なる 16 種類の楽曲に対し、コード進行、変調効果、打楽器音をさまざまな組み合わせで用いて情報の多重化を行なった場合に、どの程度正確に情報の抽出が可能か、実験で検証した。なかでも、打楽器音を用いた場合は、他の手法と組み合わせてもほぼ誤りのない情報抽出が可能であることが示された。コード進行と他手法との組み合わせでは、変調効果と併用した場合にもっとも多く誤りが生じたが、その場合でも平均のビット誤り率はわずか 1.53%であり、誤り訂正符号等を用いることで十分に実用レベルに達していると考えられる。

(2) 映像データハイディング

映像の特徴を活用したデータハイディング手法においては、動画フレーム間の差分を用いて情報の埋め込みを行う手法と動画の場面変換におけるフェードインおよびフェードアウト効果を用いた埋め込み手法の開発を行なった。

まず、動画フレーム間の差分を用いる方法について述べる。一般に動画のデータはアニメーションやパラパラマンガの原理のように複数のフレームが高速で提示されることにより動いて見えるわけであるが、連続する 2 枚のフレームは大きな場面転換の場合以外では極めて類似し

ていることが多く、その差異を人間の視覚で認めることは困難である。本手法ではこの特性を活用して情報の埋め込みを行なう。具体的には埋め込むメッセージを0, 1の2進符号に変換した後、1を埋め込む場合には隣り合う2枚のフレームとしてまったく同じものを反復させ、0を埋め込む場合には、2枚のフレームに一定の変化があるように動画ファイルを構成する。これにより、受信側では、連続するフレーム

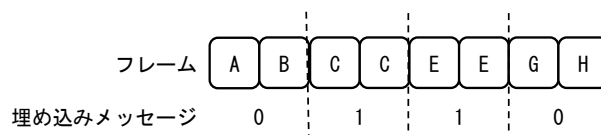


図2:2つの連続するフレームで
情報を埋め込む方式の例

の差異を検出することで埋め込まれたメッセージを抽出することが可能となる。この方法はある程度精度良く情報の抽出が可能であるが、その一方でメッセージに連続する「1」が多く含まれる場合は、動かないフレームが連続することから、動画を再生するときこちなくなることも指摘されていた[6]。これに対し、図2に示すように2つの連続するフレームを一つのブロックとし、このブロックで1ビットの情報を埋め込む方式を考案した。これにより、情報抽出の精度のみならず、視覚的な違和感も大きく改善できることを示した[7]。さらに、埋め込むメッセージを特徴系列という符号に変換して埋め込む方式も提案した[8]。情報を抽出する際には、埋め込んだ特徴系列のうち、確率の最も大きなものをダイクストラ法などの動的計画法を用いて探索する。この方式により、H.264などの圧縮攻撃が動画ファイルに対して行なわれた場合でも誤りのない情報抽出が可能であること、および動画そのものの違和感も軽減できることをしめした。

一方、フェードイン、フェードアウトを用いた方式は、場面転換の際、縦に擬似ランダムに黒いストライプが現れて暗転する（フェードアウト）、あるいは画像が現れる（フェードイン）という方式において、極めて短い間だけ縦のストライプによって1次元バーコードを表示し、これにより情報を表現するというものである[9]。図3に実際に本方式を導入した動画のスナップショットを示す。この方式では、動画がフェードインやフェードアウトする際に約0.5秒程度の間、ランダムに縦のストライプが現れ、その間に1フレームだけ1次元バーコードが現れるように設計している。情報の抽出はディスプレイなどに表示した動画をスマートフォンなどに内蔵



図3:1次元バーコードを用いたフェード
イン/フェードアウト効果の例

されているカメラ等によって撮影することで行なう。本方式の利点は、既存のバーコードリーダーやバーコード読み込みアプリが流用できることと、1次元バーコードを用いていることから動画フレーム中に現れるバーコードの幅だけが情報を持っているため、動画をキャプチャする際にフレームの高さを正確に検出する必要がなく、撮影時のブレや撮影角度による歪みを補正するのが容易である点にある。実験では、図3に示すように実際のディスプレイに動画を表示し、正面や図3のように斜めから撮影した動画からでも正しく情報が抽出できることが示された。また、このような擬似的なランダムストライプにより場面転換する効果についても主観評価を行なったところ、違和感などがあるという指摘はほとんど見られなかった。

4.2 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

本研究では、可視聴的なデータハイディング方式による情報通信を目的の一つとして掲げた。一般にデータハイディング技術においては、透明性、すなわち、メッセージを埋め込んだ後のコンテンツにおいて、情報を埋め込んだ形跡が人間の視聴覚からわからないことが必要であるとされる。これに対し、本研究では、メッセージを変調することで楽器の音や音響効果そのものを作り出したり、映像効果を作り出したりすることを試みている。すなわち、メッセージを埋め込んだ事実は、埋め込み後の楽曲や映像を見ればほぼ明らかであり、この点が従来のデータハイディング技術における考え方とはまったく異なっている。その代わりに、これらメッセージから作り出した楽器音や音響効果、映像効果が芸術的表現として成立することが重要である。実際、楽曲や映像を被験者に提示して行なった主観評価実験においても、音楽の表現や映像の表現として違和感があるという指摘はほとんどなく、音楽ないし映像作品として受容できるという見解を得ることができた。

本研究で目指したように、あえて聴こえる情報ハイディング、見える情報ハイディングに関する研究例は国際的に見ても極めて稀であり、高いオリジナリティがあるものと考えられる。また、メッセージを埋め込んだ痕跡を聞かせる、あるいは見せることにより、情報の埋め込みその

ものに要求される各種の制限を緩和することもできる。例えば、通常のデータハイディング技術に比べて埋め込み可能な情報量を増やすことができたり、各種の攻撃に対する耐性を向上させたりすることもできる。その意味では、芸術表現としてこれら楽曲や映像に対するエフェクトを用いるのみならず、新しい電子透かしやデータハイディングの一手法としても、可視型、可聴型の方式を開発していくという新しい潮流を生み出す萌芽にもなり得ると考えられる。このような意味で、本研究で得られた成果は国内外におけるデータハイディング関連研究分野において大きなインパクトを与えるものであると考えられる。

4.3 今後の展望

本研究では、メッセージを埋め込んだ後のステゴ楽曲やステゴ映像の芸術的価値を主観評価実験によって検証した。しかし、実験に参加した被験者は音楽や映像などのアート分野の専門家ではなかったため、今後は専門家によるアーティスト的な見地からも本研究の意義を検証することが必要であろう。それを考慮した上で、本研究では取り扱わなかった音楽表現や映像表現を用いた新たな情報埋め込み手法も検討の余地があると考えられる。また、本研究では音楽と映像はそれぞれ独立した要素として研究を進めてきたが、今後はこれらを同時に用いることで情報の多重化を行ない、音響と映像を合わせた総合的な芸術表現を通してメッセージの伝送を行なう方式に発展させることが期待される。

一方、本研究で用いた映像電子透かしや音響電子透かしの手法はアートのみならず、さまざまな映像や音響信号にも応用可能であると考えられる。たとえば、口承文芸や民族の歌、踊りなどを収録した映像に応用することで、貴重な文化財に付加価値を与えるとともに、その普及や保存、保護に役立てることも期待できる。本研究では、実際にパブリックな場で映像や楽曲を放送し、情報伝達を行なう実践的な実験を行なうことができなかつたため、今後はここに記したような具体的なシナリオに基づき、実用的な方式へと発展させていくことが重要であると考えられる。

【参考文献】

- [1] K. Kamada, T. Kojima and U. Parampalli, "Tone Code: A Novel Method for Covert Communications Based on Musical Components," Proc. ISITA2016, Monterey, CA, USA, pp.340-340, Nov. 2016.
- [2] Y. Matsunaga, T. Kojima, N. Aoki, Y. Dobashi and T. Yamamoto, "A Digital Watermarking Technique for Music Data Using Distortion Effect," Acoustical Science and Technology, vol.39, no.1, pp.37-39, Jan. 2018.
- [3] Y. Matsunaga, T. Kojima, N. Aoki, Y. Dobashi and T. Yamamoto, "Some Evaluations on a Digital Watermarking Technique for Music Data Using Distortion Effect," IEICE Trans. Information and Systems, vol.E102-D, no.6, pp.1119-1125, Jun. 2019.
- [4] 山橋直人, 市岡由偉, 小嶋徹也, "打楽器の特徴を利用した音楽データハイディング手法の検討," 信学技報, vol.119, no.48, EMM2019-11, pp.55-59, May 2019.
- [5] 新本哲平, 松崎頼人, 田中晶, 小嶋徹也, "エコー拡散法を用いたリバーブ効果に基づく可聴的音楽データハイディング手法," 信学技報, vol.122, no.26, EMM2022-4, pp.19-22, May 2022.
- [6] 平野雅暉, 小嶋徹也, "連続するフレーム間の差分を活用した動画データハイディング方式に関する一考察," 信学技報, vol.119, no.307, EMM2019-90, pp.53-55, Nov. 2019.
- [7] 安藤陽光, 小嶋徹也, 松崎頼人, 田中晶, "連続するフレームの特性を活用した動画データハイディング方式の提案," 信学技報, vol.122, no.412, EMM2022-72, pp.30-33, Mar. 2023.
- [8] 米丸賜喜, 小嶋徹也, 松崎頼人, 田中晶, "特徴系列に関する動的計画法を用いた動画データハイディング方式の提案," 信学技報, vol.122, no.412, EMM2022-73, pp.34-37, Mar. 2023.
- [9] T. Kojima and K. Akimoto, "A Visible Video Data Hiding Scheme Based on Fade-in and Fade-out Effects Utilizing Barcodes," IEICE Trans. On Information and Systems, vol.E105-D, no.1, pp.46-53, Jan. 2022.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 KOJIMA Tetsuya, AKIMOTO Kento	4. 巻 E105.D
2. 論文標題 A Visible Video Data Hiding Scheme Based on Fade-In and Fade-Out Effects Utilizing Barcodes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 46 ~ 53
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transinf.2021MUP0004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 MATSUNAGA Yuto, KOJIMA Tetsuya, AOKI Naofumi, DOBASHI Yoshinori, YAMAMOTO Tsuyoshi	4. 巻 E102.D
2. 論文標題 Some Evaluations on a Digital Watermarking Technique for Music Data Using Distortion Effect	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1119 ~ 1125
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transinf.2018EDT0003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuto MATSUNAGA, Tetsuya KOJIMA, Naofumi AOKI, Yoshinori DOBASHI and Tsuyoshi YAMAMOTO	4. 巻 102-D
2. 論文標題 Some Evaluations on a Digital Watermarking Technique for Music Data Using Distortion Effect	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計27件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Yuto Matsunaga, Naofumi Aoki, Yoshinori Dobashi, Tetsuya Kojima
2. 発表標題 Distortion Based Watermark Extraction Technique Using 1D CNN
3. 学会等名 The 3rd International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村岡直幸, 小嶋徹也, 松崎頼人
2. 発表標題 擬似流水音を活用した音響データハイディング方式の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tetsuya Kojima, Naoyuki Muraoka, Raito Matsuzaki
2. 発表標題 n Acoustic Communication Technique Based on Audio Data Hiding Utilizing Arti Flowing Water Sounds
3. 学会等名 Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野雅暉, 小嶋徹也
2. 発表標題 フレーム間距離に基づく動画電子透かし
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新本哲平, 松崎頼人, 田中晶, 小嶋徹也
2. 発表標題 エコー拡散法を用いたリバーブ効果に基づく可聴型音楽データハイディング手法
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小嶋 徹也, 秋元 健人
2. 発表標題 映像の場面転換を活用したデータハイディング方式の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会 マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuya Kojima, Kento Akimoto
2. 発表標題 Visible Video Data Hiding Techniques Based on Visual Effects Utilizing Barcodes
3. 学会等名 2020 International Symposium on Information Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松永 悠斗, 青木 直史, 土橋 宜典, 小嶋 徹也
2. 発表標題 歪みエフェクタの機械学習における受容野の拡張に関する研究
3. 学会等名 令和2年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松永 悠斗, 青木 直史, 土橋 宜典, 小嶋 徹也
2. 発表標題 歪み回路の機械学習ベースモデリングにおける受容野に関する一考察
3. 学会等名 電子情報通信学会 マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上 流花, 小嶋 徹也, 松崎 頼人, 田中 晶
2. 発表標題 リバーブを活用した可聴型音楽データハイディング技術の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会 マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山橋直人, 市岡由偉, 小嶋徹也
2. 発表標題 打楽器の特徴を利用した音楽データハイディング手法の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松永悠斗, 青木直史, 土橋宜典, 小嶋徹也
2. 発表標題 機械学習を用いた歪みエフェクタのブラックボックスモデリング
3. 学会等名 電子情報通信学会応用音響研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小嶋徹也
2. 発表標題 空間音響伝送技術を用いた防災放送方式に関する研究事例
3. 学会等名 令和元年度全国高専フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小嶋徹也
2. 発表標題 音響データハイディングに基づく防災放送システムの現状と課題
3. 学会等名 第18回情報科学技術フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池口恭司，城定悠人，小嶋徹也
2. 発表標題 音響データハイディングに基づく防災放送に関する一考察
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田畑凌，秋元健人，堀内陽，小嶋徹也
2. 発表標題 QRコードに基づく視覚効果を活用した可視型動画電子透かし
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平野雅暉，小嶋徹也
2. 発表標題 連続するフレーム間の差分を活用した動画データハイディング方式に関する一考察
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小嶋徹也, 池口恭司, 先村律雄, 木村清和, 井上和真
2. 発表標題 音響データハイディングを用いた防災放送システムに関する研究プロジェクト
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小嶋徹也, 秋元健人
2. 発表標題 映像の場面転換を活用したデータハイディング技術の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 青木博資, 松元隆博, 小嶋徹也, 鳥井秀幸, 井田悠太, 松藤信哉
2. 発表標題 背景差分法を用いた2次元ZCZ系列による情報ハイディング手法の検討
3. 学会等名 平成30年度電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小嶋徹也
2. 発表標題 音響データハイディング技術に基づく防災放送システム
3. 学会等名 第41回情報理論とその応用シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋元健人, 小嶋徹也
2. 発表標題 映像効果を活用した可視的動画電子透かしに関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平田雄也, 小嶋徹也
2. 発表標題 空間的・時間的同期に基づく可視的動画データハイディング方式とその情報通信への応用
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山橋直人, 市岡由偉, 小嶋徹也
2. 発表標題 打楽器の特徴を利用した音楽データハイディング手法の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小嶋徹也
2. 発表標題 音響データハイディングに基づく防災放送システムの現状と課題
3. 学会等名 第18回情報科学技術フォーラム(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安藤陽光, 松崎頼人, 田中晶, 小嶋徹也
2. 発表標題 連続するフレームの差分を活用した動画データハイディング方式の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 米丸賜喜, 松崎頼人, 田中晶, 小嶋徹也
2. 発表標題 特徴系列に関する動的計画法を用いた動画データハイディング方式の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	鶴木 祐史 (Unoki Masashi) (00343187)	北陸先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授 (13302)	
研究分担者	松元 隆博 (Matsumoto Takahiro) (10304495)	鹿児島大学・学術研究院理工学域工学系・教授 (17701)	
研究分担者	田中 晶 (Tanaka Akira) (20578132)	東京工業高等専門学校・情報工学科・教授 (52601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	姜 玄浩 (Kang Hyunho) (40509204)	東京工業高等専門学校・電子工学科・准教授 (52601)	
研究分担者	青木 直史 (Aoki Naofumi) (80322832)	北海道大学・情報科学研究院・助教 (10101)	
研究分担者	松崎 頼人 (Matsuzaki Raito) (30794177)	東京工業高等専門学校・情報工学科・助教 (52601)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	ウダヤ パランパリ (Udaya Parampalli)	メルボルン大学	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
オーストラリア	メルボルン大学			