

平成 21 年 5 月 20 日現在

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2006～2009  
 課題番号：18760263  
 研究課題名 (和文) 情報埋め込み技術による音声通信における波形復元と画像の改ざん検出に関する研究  
 研究課題名 (英文) A study of waveform restoration in speech communications and falsification detection in image communications by using information hiding techniques  
 研究代表者  
 青木 直史 (AOKI NAOFUMI)  
 北海道大学・大学院情報科学研究科・助教  
 研究者番号：80322832

研究成果の概要：IP 電話は、本来リアルタイム通信に不向きなベストエフォート型の IP ネットワークにより音声通信を実現しているため、パケットの欠落が原理的に不可避であり、こうした通信上のエラーが音声波形の正確な伝送を妨げ、通話品質を低下させるという問題を抱えている。本研究では、こうした問題に対処するため、情報埋め込み技術を応用した音声データの修復法を考案し、従来よりも優れた通話品質を提供する手法を見出した。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	700,000	0	700,000
2007 年度	400,000	0	400,000
2008 年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	1,500,000	120,000	1,620,000

研究分野：電気電子工学

科研費の分科・細目：通信・ネットワーク工学

キーワード：情報埋め込み技術，音声処理，高付加価値通信

## 1. 研究開始当初の背景

IP ネットワークの普及とともに、ブロードバンド通信のキラーアプリケーションとして、IP 電話に対する関心が国内外を問わず高まってきている。

しかし、IP 電話は本来リアルタイム通信に不向きなベストエフォート型の IP ネットワークにより音声通信を実現しているため、パケットの欠落が原理的に不可避であり、こうした通信上のエラーが音声波形の正確な伝送を妨げ、通話品質を低下させるという問題を抱えている。

こうした問題に対処する手法を見出すことは、IP ネットワークをインフラとした情報通信技術の発展に大きく貢献する可能性を秘めており、これが本研究に着手した動機となっている。

## 2. 研究の目的

IP ネットワークの普及とともに、コンテンツの著作権保護を主な目的として、電子透かしやステガノグラフィと呼ばれる情報埋め込み技術が注目を集めるようになってきた。

研究代表者は、画像データの改ざん検出を目的とした電子透かしの可能性についてこれまでに検討してきた経緯がある。

情報埋め込み技術を応用すると、デジタルデータのなかに、さまざまな情報を秘密裏に埋め込むことができる。

本研究は、こうした情報埋め込み技術を用いて、IP 電話におけるエラー対策に応用することを目的としている。

### 3. 研究の方法

本研究は、計算機プログラムの実装を通して情報埋め込み技術を応用した音声データの修復法を考案するというスタイルをとっている。

また、実際のアプリケーションにおける提案法の有効性を調べるため、実環境の音声データを対象として試聴実験を行い、提案法の検証を行った。

### 4. 研究成果

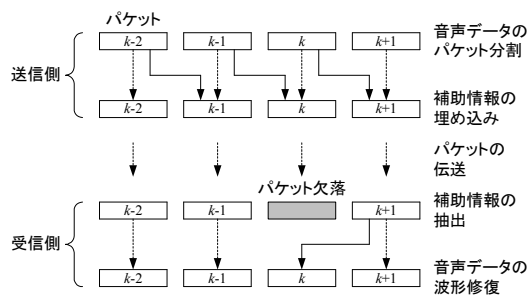


図1. 提案法による波形修復の手順

図 1 に本研究の提案法を示す。提案法は、あらかじめ送信側で波形修復に必要な補助情報を音声データそのものに対して秘密裏に埋め込んでおき、パケットの欠落が生じた際は、こうした補助情報を利用することで音声データの修復を行う手法となっている。

提案法は補助情報を音声データそのものに対して埋め込むため、見かけ上の伝送量を増加させることなく補助情報を伝送できることが特徴となっている。

そのため、補助情報による高精度な音声データの修復が可能であるだけでなく、補助情報の伝送にあたり伝送フォーマットを変更する必要がなく、従来の IP 電話システムとの互換性を維持できるという実用的な利点を有している。

提案法は補助情報を音声データそのものに対して埋め込むため、一見すると通話品質が劣化するだけのようにも思えるが、提案法は IP ネットワークで頻発するパケットの欠落を高精度に修復でき、逆に通話品質を向上させることができるというパラドックス的

魅力を持った手法となっている。

なお、本研究では、こうした情報埋め込み技術のそのほかの応用例として、補助情報による音声データの広帯域化についても検討した。

提案法は、4kHz 以上の周波数成分がカットされている通常の電話の音声データから、音声データに埋め込んでおいた補助情報によって 4kHz 以上の周波数成分を復元し、本来は広帯域の原音声データに近い通話品質を作り出す手法となっている。

本研究では、こうした応用例の提案を通して、情報埋め込み技術による高付加価値通信の実現の可能性を示すことができた。

### 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 7 件)

- ① 青木 直史, モノづくりにみる Web2.0 の可能性, コンピュータ&エデュケーション, vol. 24, pp. 26-31, (2008) 査読あり
- ② 青木 直史, 参加型情報化社会で Wisdom Of Crowds は構築できるか, コンピュータ&エデュケーション, vol. 23, pp. 56-60, (2007) 査読なし
- ③ Naofumi Aoki, A technique of lossless steganography for G. 711, IEICE Transactions on Communications, vol. E90-B, no. 11, pp. 3271-3273, (2007) 査読あり
- ④ 青木 直史, フーリエ解析と音声信号処理, 数理科学, no. 532, pp. 23-28, (2007) 査読なし
- ⑤ 青木 直史, 全波整流に基づくステガノグラフィを用いた G. 711 音声の帯域拡張法, 電子情報通信学会論文誌 B, vol. J90-B, no. 7, pp. 697-704, (2007) 査読あり
- ⑥ Naofumi Aoki, A band extension technique for G. 711 speech using steganography, IEICE Transactions on Communications, vol. E89-B, no. 6, pp. 1896-1898, (2006) 査読あり
- ⑦ 森 夏節, 青木 直史, 小杉 直美, 曾我 聰起, 棚橋 二郎, 藤澤 法義, 北海道における実技テストを含めたコンピュータリテラシー調査の分析, コンピュータ&エデュケーション, vol. 21, pp. 17-23, (2006) 査読あり

〔学会発表〕(計 38 件)

- ① 青木 直史, サウンドエフェクトを題材としたプログラミング演習, 日本音響学

- 会春季大会, 東京工業大学, 東京, (March 17-19, 2009)
- ② 青木 直史, 音情報の秘匿技術に関する一考察, 第5回マルチメディア情報ハイディング研究会, 東北大学, 仙台, (November 6, 2008)
  - ③ 青木 直史, 掲示板サイトにみるサウンドプログラミングの話題, 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 東海大学札幌キャンパス, 札幌, (October 25-26, 2008)
  - ④ 青木 直史, ネットワークプログラミングのための組み込みマイコンボードの開発, 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 東海大学札幌キャンパス, 札幌, (October 25-26, 2008)
  - ⑤ 青木 直史, 音のリアルバーチャリティに関する一考察, 電子情報通信学会マルチメディア・仮想環境基礎研究会, 釧路市観光国際交流センター, 釧路, MVE2008-46, (October 2-3, 2008)
  - ⑥ Naofumi Aoki, Improvement of band extension technique for G.711 telephony speech based on full wave rectification, 11th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx-08), Espoo, Finland, pp.161-164, (September 1-4, 2008)
  - ⑦ Naofumi Aoki, A technique of lossless steganography for G.711 telephony speech, 2008 Fourth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIHMSP2008), Harbin, China, pp.608-611, (August 15-17, 2008)
  - ⑧ 青木 直史, MATLAB によるサウンド処理のプログラミング演習, 電子情報通信学会音声研究会, 北海道医療大学, 札幌, SP2008-33, (June 27-28, 2008)
  - ⑨ 青木 直史, H8 マイコンによる学習用 IP 電話スタータキットの開発, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会, 北海道大学, 札幌, IN2008-19, (June 19-20, 2008)
  - ⑩ 青木 直史, 全波整流にもとづく狭帯域電話音声の帯域拡張法, 電子情報通信学会音声研究会, 東京大学, 東京, SP2007-214, (March 20-21, 2008)
  - ⑪ 青木 直史, MATLAB によるサウンド処理のプログラミング演習, 日本音響学会春季大会, 千葉工業大学, 習志野, (March 17-19, 2008)
  - ⑫ 青木 直史, 非線形量子化にもとづく音声コーデックにおけるロスレスステガノグラフィの一手法, 電子情報通信学会非線形問題研究会, 北海道大学, 札幌, NLP2007-141, (January 31-February 1, 2008)
  - ⑬ Naofumi Aoki, Potential of value-added speech communications by using steganography, 2007 Third International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIHMSP2007), Kaohsiung, Taiwan, pp.251-254, (November 26-28, 2007)
  - ⑭ 青木 直史, 仮想世界のモノづくり, 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北海道工業大学, 札幌, (October 27-28, 2007)
  - ⑮ 青木 直史, G.711 に対するロスレスステガノグラフィの一検討, 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北海道工業大学, 札幌, (October 27-28, 2007)
  - ⑯ 青木 直史, モノづくりにおける Web2.0 の可能性, 電子情報通信学会マルチメディア・仮想環境基礎研究会, 旭川市科学館 サイパル, 旭川, MVE2007-45, (October 4-5, 2007)
  - ⑰ 森 夏節, 藤澤 法義, 曾我 聰起, 青木 直史, 棚橋 二郎, 小杉 直美, 皆川 雅章, 北海道における情報教育の共通基盤形成に向けた調査2007, 2007PCカンファレンス, 北海道大学, 札幌, (August 2-4, 2007)
  - ⑱ 青木 直史, PIC マイコンによる学生実験, 2007PCカンファレンス, 北海道大学, 札幌, (August 2-4, 2007)
  - ⑲ 青木 直史, セカンドライフにみる Web2.0 の世界, 2007PCカンファレンス, 北海道大学, 札幌, (August 2-4, 2007)
  - ⑳ 青木 直史, G.711 におけるロスレスステガノグラフィに関する一考察, 電子情報通信学会回路とシステム研究会, 北海道東海大学, 札幌, CAS2007-33, (June 21-22, 2007)
  - 21 青木 直史, 電話音声の帯域拡張に関する一考察, 電子情報通信学会総合大会, 名城大学, 名古屋, (March 20-23, 2007)
  - 22 青木 直史, アミューズメント分野における IT 系モノづくり, 第7回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 札幌コンベンションセンター, 札幌, (December 14-17, 2006)
  - 23 青木 直史, アミューズメント分野における IT 系モノづくり, 第23回創成科学サロン, 北海道大学, 札幌, (November 30, 2006)
  - 24 青木 直史, ステガノグラフィによる VoIP 音声の帯域拡張, 電子情報通信学会第21回信号処理シンポジウム, 京大館, 京都, (November 15-17, 2006)
  - 25 青木 直史, ステガノグラフィによる電

- 話音声の帯域拡張，電子情報通信学会音声研究会，産業技術総合研究所，つくば，SP2006-81，(November 9-10, 2006)
- 26 栗田 正樹，青木 直史，カラーユニバーサルデザイン - 色覚異常者の見え方 - ，PC カンファレンス北海道 2006，北海道大学，札幌，(November 3-4, 2006)
- 27 青木 直史，学生実験における PIC マイコン実習，PC カンファレンス北海道 2006，北海道大学，札幌，(November 3-4, 2006)
- 28 青木 直史，サウンド処理入門のプログラム開発環境，PC カンファレンス北海道 2006，北海道大学，札幌，(November 3-4, 2006)
- 29 青木 直史，棚橋 真，赤外線通信版サイバー鳴子の開発，電気・情報関係学会北海道支部連合大会，室蘭工業大学，室蘭，(October 28-29, 2006)
- 30 青木 直史，中野 隆司，H8 マイコンによる IP 電話スターキットの開発，電気・情報関係学会北海道支部連合大会，室蘭工業大学，室蘭，(October 28-29, 2006)
- 31 青木 直史，非線形処理による電話音声の帯域拡張，電気・情報関係学会北海道支部連合大会，室蘭工業大学，室蘭，(October 28-29, 2006)
- 32 青木 直史，デジタル・サウンド処理入門のためのプログラム開発環境，電気・情報関係学会北海道支部連合大会，室蘭工業大学，室蘭，(October 28-29, 2006)
- 33 青木 直史，無線通信を利用した参加型エンターテインメントの可能性に関する一検討，電子情報通信学会通信方式研究会，知床プリンスホテル，斜里，CS2006-39，(October 19-20, 2006)
- 34 青木 直史，アミューズメント分野における IT 系モノづくりの可能性，電子情報通信学会マルチメディア・仮想環境基礎研究会，北海道大学，札幌，MVE2006-49，(September 12-13, 2006)
- 35 Naofumi Aoki, A band extension technique for G.711 speech based on full wave rectification and steganography, AES 29th International Conference, Seoul, Korea, pp.124-127, (September 2-4, 2006)
- 36 Naofumi Aoki, A band extension technique for G.711 speech based on full wave rectification and steganography, A Short Seminar, Department of Computer Engineering, Myongji University, Yongin, Korea, (September 1, 2006)
- 37 森 夏節，藤澤 法義，曾我 聰起，青木 直史，片桐 実穂，小杉 直美，棚橋 二

- 朗，皆川 雅章，北海道における情報教育の共通基盤形成に向けた調査，2006PC カンファレンス，立命館大学，京都，(August 3-5, 2006)
- 38 青木 直史，大村 功，IP 電話キットの開発，2006PC カンファレンス，立命館大学，京都，(August 3-5, 2006)

[図書] (計 3 件)

- ① 青木 直史，C 言語ではじめる音のプログラミング，オーム社，168 ページ (2008)
- ② 青木 直史，H8 マイコンによるネットワーク・プログラミング，技術評論社，294 ページ (2008)
- ③ 青木 直史，デジタル・サウンド処理入門，CQ 出版社，179 ページ (2006)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

青木 直史 (AOKI NAOFUMI)

北海道大学・大学院情報科学研究科・助教  
研究者番号：80322832

##### (2) 研究分担者

( )

なし

研究者番号：

##### (3) 連携研究者

( )

なし

研究者番号：