

素数を用いた振幅値変化に基づく電子透かし埋め込み手法

大高 盛司[†] 中島 拓巳[†] 木許 雅則^{††}[†] 日本工業大学工学部電気電子工学科 ^{††} 日本工業大学基幹工学部電気電子通信工学科

1. はじめに

電子透かしは、データの冗長性を利用して、人間に知覚できないようデジタルデータへ情報を埋め込む技術である^[1]。データの改ざん検知にも応用されており、透かし情報をコンテンツへ予め埋め込むことでそれを実現する。音声に対する透かしを用いた改ざん検知の方法として、音声データの振幅ヒストグラムに対して埋め込みを行う、ヒストグラム移動法^[2]が中山らによって提案されている。ただし、この手法では埋め込みの行われぬデータ箇所が存在し、極小区間に対する改ざん検知の正確性に余地が残る。本稿では、上記問題の解決に対して、素数を利用した基準に従い、ランダムな箇所の振幅値を変化させる手法を提案する。改ざんが生じた際にその基準がくずれ、振幅値が変化することを利用して改ざんの検知を行う。具体例により、従来法と比較することで性能の評価を行う。

2. 振幅値変化による改ざん検知手法

具体的な埋め込み手順を図1を用いて示す。原音に適応的なブロック分割^[2]を施し、各ブロックに対して透かしの埋め込みを行う。ブロック内での振幅値 $y(t)$ の合計値 $y_{sum}(t)$ を、ブロックの始点 $y(t)$ と終点 $y(t+n)$ の振幅値を加算したときに最も近くなる素数 $p(t)$ で割り、このとき生じた余り $r(t)$ の数だけ、ブロックの始点と終点を除いたランダムな箇所の $y(t)$ から振幅値を減算していく。このとき、式(2)のように余り $r(t)$ がブロック分割番号 B_N となるまで減算を繰り返し、これを透かし情報とする。

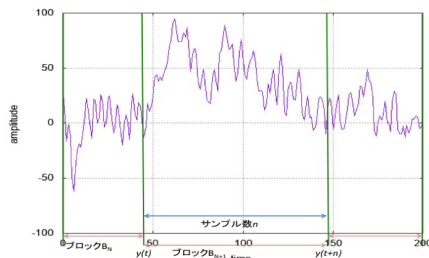


図1 埋め込みに用いられる音声の振幅値データの例

$$y_{sum}(t) = \sum_{i=0}^n y(t+i) \quad (1)$$

$$B_N = r(t) = y_{sum}(t) \bmod p(t) \quad (2)$$

透かしを取り出す際には同アルゴリズムでブロック分割を施し、ブロック分割地点の始点 $y(t)$ と終点の振幅値 $y(t+n)$ の和から素数 $p(t)$ を求め、 $y_{sum}(t)$ で除する事によってブロック番号が透かし情報として算出される。改ざんが行われていた場合、隣り合うブロックのブロック番号に不整合が生じ、改ざんの検知ができる。

3. 改ざん検知実験

原音として 44.1kHz でサンプリングした成人男性の音声を使用した。改ざん内容は、音声切り取りと雑音付加であり、それぞれ透かしを入れた音声データへ改ざんを施す。なお、改ざん量は切り取り、雑音付加の両者とも 441 サンプル

の極小区間とした。改ざん後に取り出した透かし情報から改ざん検知率と誤検出率を算出する。それぞれ 10 回の試行を行い、その平均値を表1に示す。また、改ざんの例として、図4に音声切り取りを施した音声の振幅データ、図5に雑音付加を施した場合の振幅データを示す。

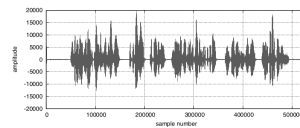


図2 原音データ

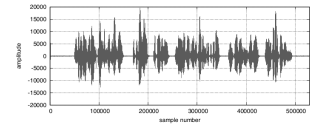


図3 透かし入り音声データ

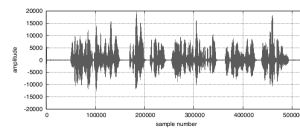


図4 音声切り取りを施した音声

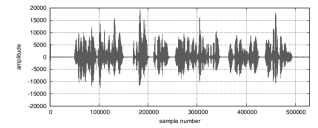


図5 雑音付加を施した音声

表1 検知率の比較

	改ざん内容	全体の検知率 [%]	誤検出率 [%]
従来法 ^[2]	雑音付加	66.7	0.00
	音声切り取り	66.7	0.00
提案法	雑音付加	100.00	97.04
	音声切り取り	100.00	98.48

4. 改ざん検知評価

まず、埋め込み音声の音質を SNR (Signal to Noise Ratio) によって評価する。図3の音声は、 $SNR = 83.71[dB]$ と十分に高く、客観的な音質の劣化は見られない。従来法 ($SNR = 91.67[dB]$)^[2] と比較すると低下しているものの、一般的に SNR 値が $40[dB]$ 以上であれば問題ないため、音質の劣化はほぼ無いと言える。

次に、改ざんの検知率を評価する。従来法は、誤検出率が 0% であるが、全体の検知率も低下している。つまり、検出できていない改ざん箇所が存在する。本手法においては、検知をブロック単位で行っているため、改ざんブロック内に誤検出が見られるものの、改ざんの検知率は 100% を維持している。したがって、本手法は極小区間の改ざんに対しても有効であることがわかる。

5. 結論

提案法により、すべてのブロックへの透かし埋め込みを実現し、極小区間においても改ざんの検知が可能となった。従来法と比較し、極小区間における改ざんに対して 33.3% の検知率向上を実現した。

今後は、サンプル単位でのより正確な改ざん箇所の同定法について検討を行う予定である。

参考文献

- [1] 森本典繁, “電子透かし技術の応用-コンテンツの著作権保護とそれを支える技術-”, 映情学誌, vol. 53, no. 10, pp. 1374-1376 1999 年 10 月
- [2] 中山雄也, 木許雅則, “ヒストグラムの構成比変化に基づく音声データの改ざん検知法”, 平成 31 年電気学会全国大会講演論文集, pp.172-173, 2019 年 3 月