

音楽電子透かし技術と携帯端末によるユビキタス音響空間の構築

茂出木 敏雄[†] 千葉 誠[‡]

大日本印刷株式会社 [†]情報コミュニケーション研究開発センター/[‡]C & I 事業部

E-mail: {Modegi-T, Chiba-M10}@mail.dnp.co.jp

Construction of Ubiquitous Acoustic Spaces Using Audio Watermark Technology and Mobile Terminals

Toshio MODEGI[†] Makoto CHIBA[‡]

[†]Media Technology Research Center/ [‡]Communication Information Operations,
Dai Nippon Printing Co., Ltd.

1. まえがき

筆者らは空間に分布する音源の情報を携帯電話等の携帯端末を用いて非接触に抽出し、音源に関連するサイバー空間と連動できるユビキタス音響空間を提案している[1]。それを実現する方法として、音楽電子透かし技術に注目しており、携帯電話で非接触抽出可能な電子透かし埋め込み技術について提案した[2]。これは、ステレオの特性を活用し音質を劣化させずにデータを埋め込むことができ、埋め込まれた音響信号に対して、各種データ圧縮、変調処理を施したり、スピーカ・マイクロフォンを用いてアナログ系に変換しても透かし情報が維持され、携帯電話で抽出できることも確認した[2]。ただし、埋め込みレートが 10 [bps]程度でURL等を埋め込むには不十分であったため、埋め込み容量を拡大する手法も提案した[3]。

本稿では、最大 80[bps]までの埋め込みを可能にする改良手法について概要を述べ、実用化に向けて誤り訂正符号を挿入し高精度な電子透かし抽出機能の実現方法について提案する。

2. 提案する電子透かし埋め込み方式の概要

筆者らは、図1に示されるように、特定周波数帯の成分をステレオの左右チャンネル間で移動させることにより、ほぼロスレスにデータを埋め込む方式を提案した[2]。図1の各枠の横軸は時間で縦軸は周波数を示し、各音符は埋め込み周波数帯の成分を模式的に示している。

図1右上段の周波数分割方式は、埋め込み周波数帯領域を2バンドに分割し、所定区間の音響フレームのバンド間における信号成分をデータに基づいて上下いずれかに偏移させながら、1ビットのデータを埋め込めるようにした方式である。Lチャンネル信号だけをマイクロフォンで入力すれば、データを抽出することができ、Rチャンネル信号

はLチャンネル側で劣化した音質成分を補間する役目を果たす。

次に図1右中段の時分割方式は、各音響フレームを時間軸方向に2分割し、分割窓間における信号成分をデータに基づいて前後いずれかに偏移させながら、1ビットのデータを埋め込めるようにした方式である。文献[2]では、音響フレームの信号レベルを確認して、所定値に満たない場合は、別のコードを埋め込んでいたが、本稿では、信号レベルの如何にかかわらずデータを埋め込み、抽出時のエラーチェックで対応するようにした。

図1右下段の周波数・時分割併用方式は、上記2つの方式を併用したもので、周波数方向及び時間軸方向に領域を2分割した4分割領域間における信号成分を4通りのパターンに偏移させながら、フレームあたり2ビットのデータを埋め込めるようにした方式である[3]。本方式には拡張性があり、周波数方向の分割数を3・4分割と増やすことにより、フレームあたり最大6ビットのデータを埋め込めることを確認している[3]。

更に時間軸方向にはフレーム幅を縮小することにより、データレートを拡大することができ、サンプリング周波数 44.1 [kHz]のソース音響信号に対して、フレーム幅を 4096 に設定すると、フレームレートは 10 [fps]になり、埋め込み周波数帯として図2の埋込み領域 2・3 に設定すれば、フレーム幅を 512 まで縮小することが可能で、最大 80 [fps]のレートが得られることを確認した。

本稿では、特定周波数帯としては文献[2][3]で適用した周波数帯に対し再検討を行い、携帯電話による受信を前提とする場合、近接受信と遠隔受信の用途に応じて、電話回線帯域内の下端側または上端側に設定するようにし、図2に示されるよう

な埋め込み領域 1 と 2 を選定した。

更に音声入力のサンプリング周波数を 16 [kHz] 以上に設定できる携帯端末向けに埋め込み領域 3 を設定し、L チャンネルだけのモノラル運用も実現できるようにした。しかし、データ圧縮、変調処理に対する耐性が落ちるといった問題があるため、音源の音質も要求され特定用途向けになる。

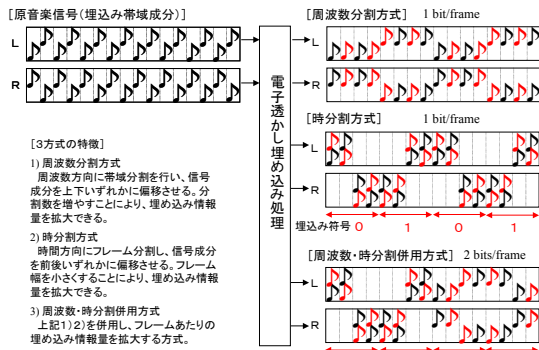


図 1 提案する電子透かし埋め込み方式

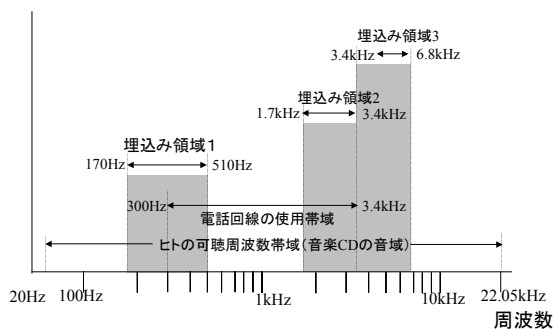


図 2 電子透かし埋め込み周波数領域

3. 高精度な電子透かし抽出機能の実現

前述した改良型電子透かし埋め込み手法に基づき URL などの ASCII 文字列データを埋め込み、高精度に抽出を行なう手法について以下述べる。課題としては、音響信号からデータが埋め込まれているフレームを適切に抽出すること、8 ビットのバイトデータが埋め込まれているフレーム群を適切に抽出すること、抽出時にビット誤りが発生する際の対策を施すことが必要になる。ビット誤りについては、抽出時の外乱によるものだけでなく、無音区間など埋め込む音響フレームの信号成分のレベルが低い場合にも発生する。第 1 の課題については文献[2]で解決しているため、本稿では第 2・3 の課題についての対策を述べる。

図 3 は本稿で提案する 1 バイトデータの埋め込

みシーケンスで、7 ビットの ASCII データに対して 1 ビットのパリティビットを付加し、後続して、配置やビット値を反転させながら全 8 ビットのコピーを付加し、1 バイトあたり全 16 ビットのデータを埋め込むようにした。

抽出時は 16 ビットのデータが揃ったところで、前後 8 ビットのデータ間で対応するビットどうしを照合する。この段階で、ビットエラーを検出できる。続いて、パリティ検査を行なうが、後続のパリティビットについては、反転させずに挿入しているため、後続の 8 ビット側ではパリティエラーになり、前後 8 ビットの判別がつく。本方法により、1 ビットのエラーについてはエラービットを特定でき、自動訂正することができる。

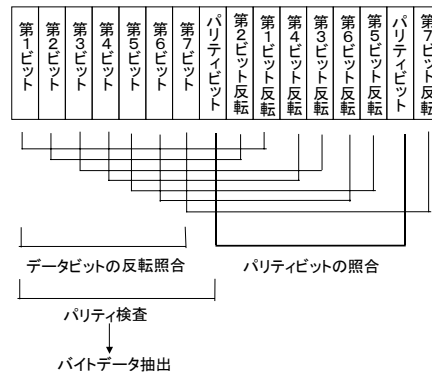


図 3 バイトデータ埋め込みシーケンス

4. あとがき

今後は本改良方式によるホストのコンテンツ品質歪の問題を確認し、抽出感度とロバスト性を更に強化する方針である。具体的には、データ抽出可能な音源と端末間の距離、音源と端末間における外乱ノイズの影響、ビットエラーの特性等について評価し、方式改善を進める予定である。

文 献

- [1] 茂出木敏雄：“音響空間のユビキタス化に向けた非接触音源情報獲得技術の開発,” 情報処理学会・インタラクティブ 2006 論文集, pp.229-230, March, 2006.
- [2] 茂出木敏雄：“携帯電話で非接触抽出可能な音楽への電子透かし埋め込み技術の開発,” 電気学会・電子情報システム部門誌, Vol.126-C, No.7, pp.825-831, July, 2006.
- [3] 茂出木敏雄：“音響空間のユビキタス化に向けた電子透かし埋め込み容量の拡大技術,” 情報処理学会・コンピュータセキュリティ, シンポジウム CSS2006 論文集, pp.447-452, October, 2006.