

Title	オーディオ電子透かしのハードウェア高速検出に関する研究
Author(s)	榊原, 憲宏
Citation	
Issue Date	2005-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1933
Rights	
Description	Supervisor:井口 寧, 情報科学研究科, 修士

オーディオ電子透かしのハードウェア高速検出に関する研究

榊原 憲宏 (310043)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2005年2月10日

キーワード: オーディオ電子透かし, 時間領域, FPGA, 並列化.

1 はじめに

本研究では, 高速に複数のオーディオ電子透かしを検出することを目的としている. 電子透かし技術とは, 人に気づかれないように著作権情報をデジタルコンテンツに埋め込む技術であり, さまざまな電子透かし技術が提案されている. 現在問題となっているデジタルコンテンツの不正コピーや不正配布を防ぐには電子透かしが有用であるとされる. しかし, 不正配布を防ぐには高速な複数の透かし検出が求められるが, 現状では非常に困難である.

そこで, 本研究ではFPGAを用いて高速に複数のオーディオ電子透かしを検出する. その手法は, 高速な複数の透かし検出のためにハードウェア化に適したアルゴリズムを検討し, 利用するアルゴリズムを決定する. 次に, 高速化のための効率的な回路構築法と, 複数の透かし検出のための並列化手法を提案し, 検出ハードウェアを構築する. 最後に, ハードウェア回路の性能を評価し, そのハードウェアを利用した不正配布を防ぐ手法を提案する.

2 オーディオ電子透かしアルゴリズム

オーディオ電子透かしアルゴリズムとは, 著作権情報である透かしデータを人間の耳に聞こえないようにオーディオコンテンツに埋め込む手法である. その一般的な手法には, 音の周波数領域に透かしを埋め込む手法と音の時間領域に透かしを埋め込む手法があり, 検出時には元のオーディオデータか透かしデータを必要とする. 本研究では, 電子透かし検出アルゴリズムをハードウェア化することで, 高速な複数の透かし検出を目指している. しかし, ハードウェアではさまざまな制約があり, すべてのオーディオ電子透かしアルゴリズムがハードウェア化に適しているわけではない. そこで, 高速な複数の透かし検出のためハードウェア化に適したアルゴリズムを検討し, そのアルゴリズムをハードウェア

ア化する．ハードウェアでは浮動小数点演算や乗除算を多用しないことが望ましく，利用可能なメモリも非常に小さいという制約を持つ．そこで，ハードウェアの制約とアルゴリズムを検討した結果，本研究では時間領域を利用し検出時に透かしデータを用いたアルゴリズムがハードウェア化に適しているとした．予備実験として，本研究で利用するアルゴリズムをソフトウェアで実装した結果，50個の透かしを検出する時間は11.87sであった．

3 ハードウェア化

本研究では，FPGAを用いて高速に複数のオーディオ電子透かしを検出するハードウェアを構築した．開発時間の短縮のため，FPGAボードとしてCeloxica社のRC2000と回路記述言語としてHandel-Cを利用した．開発方針として，乗除算の削減により高速で回路量の小さい検出回路を構築し，この回路を並列化することで複数の透かし検出を行った．しかし，回路構築時に複数の透かしの保存によるメモリ容量の不足と，削減できない除算による遅延が問題となったためその解決手法を提案した．メモリ容量不足は，FPGAボード上の外部メモリを利用することで解決した．これにより，FPGAの回路量の制限を考慮しない場合，最大192個の透かしを検出する回路が構築可能となった．また，利用するアルゴリズムは，各セグメントで得られる値の平均値と閾値により透かしの検出を行なっているが，この平均値計算で必要な除算が大きな遅延となった．そこで，平均値を求める代わりに，閾値を超えるセグメント数により透かしの検出を行う手法を提案した．以上の手法により，25個の透かしと50個の透かしを同時に検出することができるハードウェアを構築した．

4 評価結果

本研究で構築したハードウェアの性能評価を行った．評価方法として，利用したアルゴリズムのソフトウェアによる検出時間とハードウェアによる検出時間を測定し比較した．ハードウェアでは動作速度を30MHzとして検出時間を計測した結果，50個の透かしを検出する時間は0.5sであった．ソフトウェアでは11.87sであったため，ハードウェアがソフトウェアの23倍の速度で検出できたことを示し，複数の透かし検出ではハードウェアが有効であることを示した．また，ハードウェアのクリティカルパスより40MHzで動作可能であることを示し，回路量を評価したところ最大で82個の透かしを検出する回路が構築可能であることを示した．

5 不正配布監視システム

本研究で構築したハードウェアを用いて，不正配布を防ぐ手法を提案する．この手法は，ネットワークを流れるデータから電子透かしを検出し，透かしが検出されたときはデータ

転送を中止するものである．この電子透かしの検出に，本研究で構築したハードウェアを用いることで高速な複数の透かし検出が可能となり，ネットワークのボトルネックにならないことを示した．提案システムを利用しても完全に不正配布を防ぐことはできないが，運営方法を工夫することで有効に利用できることを示した．

6 まとめ

本研究では，オーディオ電子透かしを対象とした，高速な複数の透かし検出を行なうハードウェアを構築した．高速に多くの透かしを検出するためのハードウェア構築法を提案し実装した結果，ソフトウェアで実現が難しい高速な複数の透かし検出を行うことが可能となった．最後に，構築したハードウェアを用いることで，不正配布を防ぐことができる可能性を示した．

今後の予定として，ハードウェアの改良により，より高速で多くの透かし検出が可能なハードウェアを構築し，さらに実用的な不正配布監視システムを提案する．