

4 G-1

離散符号化された音楽信号からの 原信号推定に関する検討

橋本 秋彦 山田 辰美 下原 勝憲

NTTヒューマンインタフェース研究所

1. はじめに

近年、音声の記録方式はCD, DAT, MD等のデジタル記録方式の台頭が著しい。しかしながら、有限長量子化によるデジタル記録においては量子化に伴う情報の欠落によって量子化歪みの発生が避けられない。これに対してより滑らかな曲線で補間する方式が量子化歪みの低減を売り物に商品化されているが、実はこの技術は単に量子化歪みの周波数分布を低域に集めるだけで量子化歪み総量は変わらない。従って、単に滑らかと言うだけで、量子化歪みの低減、原信号に対する近似精度の向上、失われた情報の復元等の観点では全く無意味な曲線を生成しているに過ぎなかった。

我々は原信号の統計的な性質に着目して失われた情報を推定する超解像のアプローチに基づき量子化歪みの低減を図る。

2. 楽音の統計的性質に関する仮説

多くの楽器は内部に共鳴機構を持ち、共鳴することによってその楽器特有の音色を形成する。ところで、演奏者が楽器に供給するエネルギーの変動量はミリ秒のオーダーではほとんど一定と見なせるくらい緩やかな変動量である。また、鍵盤楽器、打楽器等インパクトの瞬間以外はエネルギーが指数関数的減少を示す減衰楽器においても、その時定数は百ミリ秒のオーダー以上と非常に長い。

そこで、楽音の周波数スペクトルの各成分は楽器の固有振動モードを反映しているとみなし、共鳴状態において各周波数スペクトル強度、位相は数ミリ秒のオーダーでは線形に変移するとの仮説をおく。本仮説は、楽器のインパクトの瞬間、あるいは楽器の共鳴体が著しい非線形性を有する場合を除き近似度は非常に高いものと考えられる。

一方、量子化誤差は、原信号、量子化周期、量

子化語長に依存して一意に決まる純粋な歪みであり、原信号が単純かつ規則正しい場合は容易に原信号との相関を認めることができる。しかしながら、楽音のように多くの周波数スペクトルで構成される複雑な波形上に生じる量子化誤差は低次の相関が不明瞭となり、見かけ上原信号と相関を有さないノイズとみなせるとの仮説をおく。

3. 真値の推定手法

まず、各サンプリング時刻 t 毎にその時刻 t における周波数スペクトルを、時刻 t を中心とした前後数十サンプル点のデータからフーリエ変換することによって求める。この周波数スペクトルの強度を $X(f, t)$ 、位相を $Y(f, t)$ とする。次に各周波数 f 毎に、時刻 t の前後複数点における X 、 Y の組を最尤推定する近似直線を求め、該直線の時刻 t における値を新たに $X'(f, t)$ 、 $Y'(f, t)$ とする。これらの値を逆フーリエ変換することによって時刻 t における補正後のサンプル点のデータを求める。この処理によって、補正後のデータは楽音の統計的性質に関する仮説より楽音情報については正確に保存する一方、見かけ上無相関に変動する量子化誤差は平滑化される分だけ減少させることが可能となる。

人為的に生成した20kHzまでの周波数成分を含む信号の16bit量子化サンプルデータを本手法で処理した結果、処理前と比較して量子化誤差は約1/4に低減され18bit量子化相当の信号精度が得られた。

4. まとめと今後の課題

予備実験の波形では本手法の有効性が認められたが、どんな推定法でもその推定法を最適に満足させる波形を都合良く選ぶことができるので、特定の波形で推定の有効性を論じることはできない。従って、本手法の正確な有効性は様々な楽音を用いて統計的に評価する必要がある。詳細な結果は学会発表時に報告する予定である。

また、本研究の目的は推定アルゴリズムの有効性にあり計算コストは考慮していないが、数値計算アルゴリズムの改良も今後の検討課題ある。

A study on restructuring original signals from digitalized musical data

Akihiko Hashimoto, Tatsumi Yamada, Katsunori Shimohara
hashi@nttcvg.hil.ntt.co.jp

NTT Human Interface Laboratories

1-1 Hikarinooka Yokosuka-Shi Kanagawa 239 Jpapan