

FPGA 実験ボードを用いた A/D・D/A 変換時に生じる信号歪みに関する研究

杉本 尚之[†] 松崎 隆哲[‡]

近畿大学大学院産業理工学研究科[†] 近畿大学産業理工学部[‡]

1. はじめに

近年、音声信号処理技術の高機能化に伴い雑音除去処理が複雑化して計算量が増加している。そのため、ソフトウェアでの実時間処理を行うことが困難となっている。実時間の雑音除去処理を実現する方法としては、高性能なコンピュータを用いて計算時間を短縮する方法とハードウェアを用いて雑音除去処理を並列化した音声処理システムを構築し、計算の効率化を図る方法の二通りを考えることができる。そこで、本研究ではハードウェアとして FPGA 実験ボードを用いて実時間での雑音除去処理の実現を目指している。

本研究の目的は、ハードウェアとして FPGA 実験ボードを用いて実時間雑音除去処理回路を構築することである。FPGA で音声信号は直接取り扱えないため音声信号を取り扱うためのドライバ構築を先行研究で構築した。しかし、音声信号の遅延及び信号歪みが生じるという問題が発見された。そこで本研究では FPGA 実験ボード上のオーディオコーデックで A/D・D/A 変換した際に生じる、音声信号の遅延時間と歪みについて原因を調査する。

2. FPGA 実験ボードを用いた音声処理

本研究では、マイクロフォンを用いて FPGA 実験ボードに入力を行い音声処理を行っている。マイクロフォンから取り込まれた音声信号はアナログ信号として FPGA 実験ボードに取り込まれる。しかし、アナログ信号では FPGA で信号処理が行えないため、A/D 変換を行った後に、FPGA 上で音声処理を行う。その後、スピーカーを用いて音声処理後の音声信号を出力するが、FPGA から出力される音声信号はデジタル信号のため、D/A 変換を行う。

FPGA とオーディオコーデックの関係図を図 1 に示す。

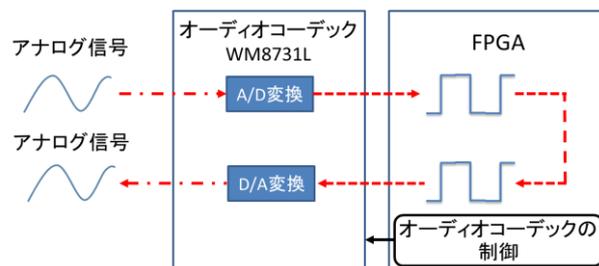


図 1: FPGA とオーディオコーデックの関係図

3. オーディオコーデックによる遅延と信号歪み

本研究では、オーディオコーデックを用いて音声信号を取り扱うが、FPGA には音声信号を取り扱うためのドライバが搭載されていない。そのため、FPGA にオーディオコーデックの制御回路の構築を行い、FPGA 実験ボード上のオーディオコーデックで音声処理できるようにしている。

先行研究で、オーディオコーデックを用いて、FPGA 実験ボードで音声信号を取り扱うことができたが、音声信号の出力に遅延と歪みが発生する問題が生じた。図 2 はサンプリング周波数を 8kHz と定めたときに振幅電圧 1V、入力周波数 1kHz の正弦波を入力したときの入出力波形の比較画像である。入出力波形を比較すると、入力信号に対して出力信号は 0.57msec 遅延し、振幅電圧は 0.59V と小さくなっている。入力信号の周波数を変化させた場合に出力信号がどのように変化するか確認するため、同様の測定方法で、入力周波数を 100Hz から 4kHz まで変化させて測定を行った。図 3 に遅延時間の周波数特性を、図 4 に入出力信号の振幅歪みの周波数特性を示す。

図 3 の遅延時間の周波数特性より、入力信号が 900Hz より大きい場合は 0.6msec 以下の遅延であるが、入力信号が 900Hz より小さい場合は、0.7msec から 2.80msec の大きな遅延が生じている。また、図 4 の入出力信号の振幅歪みの周波数特性より、入力周波数により、出力信号の振幅電圧が常に変化していることが判明した。

Research of signal distortion with A/D・D/A conversion

[†]Takayuki Sugimoto, Graduate School of advanced technology, Kinki University

[‡]Takanori Matsuzaki, Faculty of Humanity-Oriented Science and Engineering, Kinki University

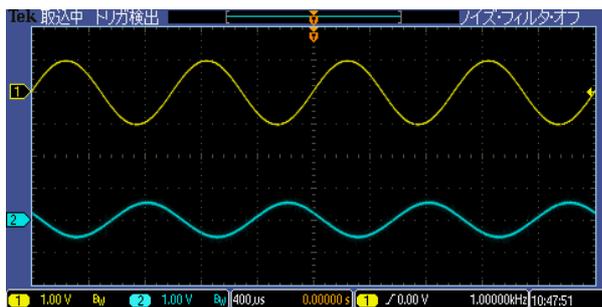


図 2: 入力信号(上)、出力信号(下)

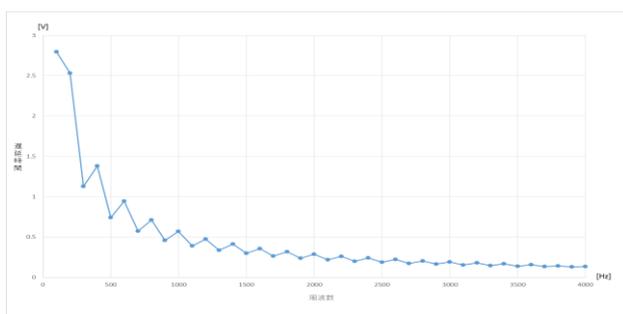


図 3: 遅延時間の周波数特性

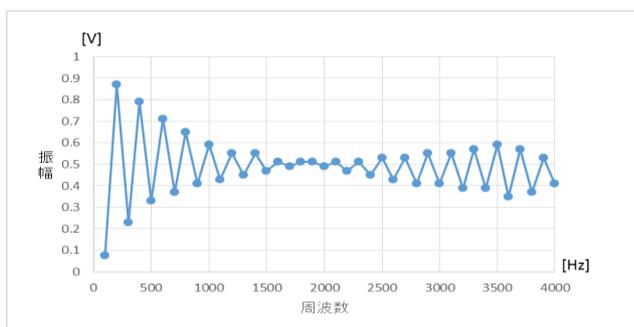


図 4: 入出力信号の振幅歪みの周波数特性

4. 矩形波・パルス波入力時の出力信号

複数の周波数成分を含んだ信号において、FPGA 実験ボード上で信号の入出力を行った場合に信号が一致するか確認するために、矩形波とパルス波を入力信号としたときの出力信号の変化を調査した。図 5 は振幅電圧 1V、入力周波数 1.3kHz の矩形波を入力したときの入力信号と出力信号の比較画像である。矩形波は複合波であるために、各周波数成分の遅延と信号歪みが異なるために出力信号と入力信号に大きな変化が確認された。

図 6 は振幅電圧 1V、入力周波数 1kHz、パルス幅 50 μ sec のパルス波を入力したときの入力信号と出力信号の比較画像である。パルスが反転している違いはあるが、遅延はほとんど確認できなかった。

以上の結果より、複数の周波数成分を含んだ

信号を A/D・D/A 変換した際には入力信号と出力信号が一致しない問題が生じた。

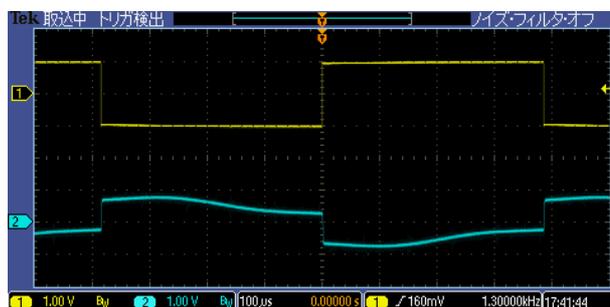


図 5: 矩形波入力時の入力信号(上)、出力信号(下)

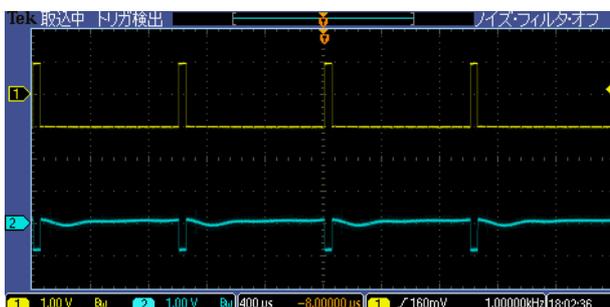


図 6: パルス波入力時の入力信号(上)、出力信号(下)

5. おわりに

本研究では、矩形波とパルス波を入力して出力信号の変化を調査した。矩形波を入力した際は各周波数成分の遅延時間と信号歪みが異なるため、出力波形に大きな違いが確認された。パルス波を入力した際は反転しているが、遅延はほとんど確認できなかった。

今後の課題としては、音声信号は複数の周波数成分を含んだ信号であるため、本研究より A/D・D/A 変換を行っても正しく復元しない可能性が生じる。このことより、遅延及び振幅変化が A/D・D/A どちらに起因するのかを調査する必要がある。

参考文献

- [1] 津城 忠史, 松崎 隆哲: 音声処理システムのハードウェア化に関する検討, 火の国情報シンポジウム 2009, (2009)
- [2] 正木 範朗, 松崎 隆哲: FPGA ボード上における音声データの取り扱い手法に関する検討 情報処理学会全国大会 2013, (2013)
- [3] Wolfson microelectronics: WM8731/8731L, (2005)
- [4] 小林 優: FPGA ボードで学ぶ組み込みシステム開発入門, 技術評論社, (2011)