

自主演習プロジェクト 「高級オーディオに匹敵するステレオシステムの製作」

プロジェクトメンバー

60155029 永江美沙貴 60155051 山本航大 60165047 西村友里

1. 目的と目標

今までの自主演習で、紙カップスピーカー・エンクロージャー・音響増幅装置（アンプ）を製作してきた（下に写真を挿入する）。その際に得た逆フィルタ（2-3.で記述）についての知識を応用したシステムの開発を目指し、比較的安価なものから高級オーディオに匹敵するようなステレオシステムを製作する。逆フィルタを利用した補正を行うには、従来は音声ファイルにいちいち手動で補正をかける作業が必要であった。今回のプロジェクトでは、DSP ボード（デジタル信号処理を行うための演算処理装置）に逆フィルタによる補正のプログラムを組み込み、音声をリアルタイムで処理できるようにする。さらに、製作過程においてデジタル信号処理やプログラミング等の知識・技術を身に付け、今後の学習に役立てることを目的としている。

2. 活動

2-1.準備

平成 22 年度後期自主演習で、紙カップスピーカーを製作した。逆フィルタを用いて音質の改善を試みた。結果的に音質の向上を図ることができたが、振動を伝える媒質が紙であるため、どうしても音量・音質に限界があった。

この課題がきっかけとなり、スピーカーの音質向上を図ろうと考え、エンクロージャーを製作した。手作業で製作したことにより、エンクロージャーの構造・しくみを学ぶことができた。特に、吸音材を多く入れるとソフトな音に、少ないと活発な音になることがわかった。

この経験から、今度は音質の良い音を大きな音量で聴きたいと思い、音響増幅装置(アンプ)を製作した。2.4W パワーアンプ（図 3 の右側）と低電圧オーディオアンプ（図 3 の左側）の 2 種類を、キットを用いて製作した。結果として、2.4W パワーアンプのほうが低電圧オーディオアンプよりも低音がよく出ていた。このことから、電圧によって音の出方は大きく左右されるということが分かった。また、回路の組み方を学ぶことができた。

これらの活動を応用して、自分たちの手で高級オーディオに匹敵するステレオシステムを製作するため、これをプロジェクトとして立ち上げようと考えた。

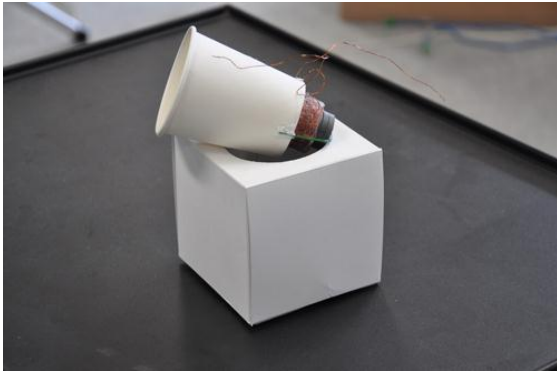


図 1:紙コップスピーカー



図 2:エンクロージャー



図 3:アンプ

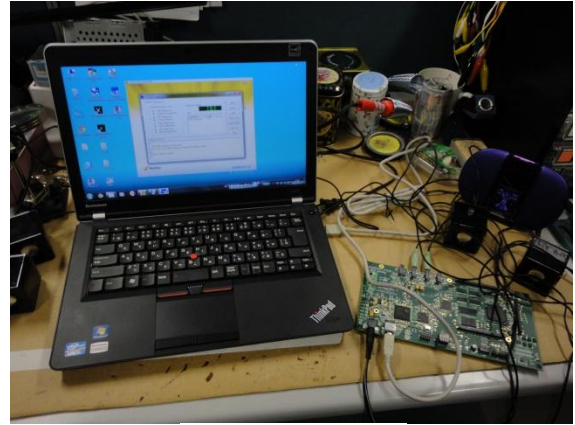


図 4:作業風景

2-2.プロジェクトとしての活動

まずは、このプロジェクトで使用する DSP ボード（図 4 の右側下部）の扱いに慣れるため、練習を兼ねて簡単なプログラムを記述する作業をした。DSP ボードを介してスピーカーから音を出力するというプログラムを記述することから始め、最終的に、スピーカーから出力される音の特性を調節できるプログラムを記述した。逆フィルタによる補正処理のプログラムである。

その作業と同時進行で、スピーカーの周波数特性を自分たちの手で計測した。そこで得られた係数を逆フィルタによる補正をかけ、プログラムに組み込むことにより、スピーカーから補正された音声を出力することができた。これにより、パソコンを利用して DSP ボードによるリアルタイム処理で補正された音声を楽しむことができるようになったのである。

2-3.逆フィルタ

逆フィルタによる補正は、まずスピーカーの周波数特性を測定する。その後、その特性に対し、逆の特性のフィルタを設計し、そのフィルタを通過させ、出力される音の特性を補正することである。周波数特性の波形を補ったり、打消しあったりし、周波数特性をフラットにすることで音のばらつきなどを無くし、バランスのとれた音を出力できる。

下図を見てもらいたい。図 6:赤の逆の特性を基の特性と合わせることで図 7:紫のようなバランスのとれた特性となる。これが逆フィルタによる補正である。今回のプロジェクトでは、この逆フィルタを用いたステレオシステムを製作した。

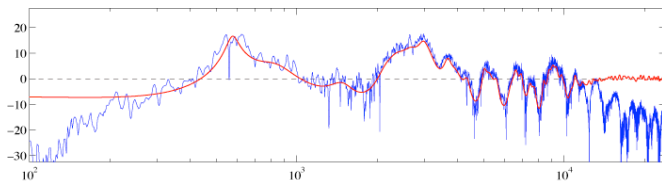


図 5 : 基となる周波数特性

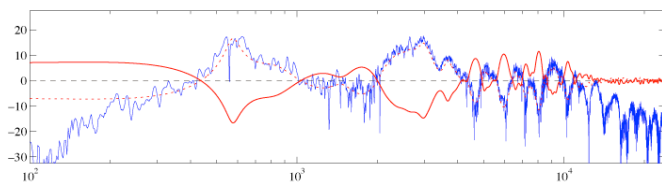


図 6 : 図 5 の逆特性 (赤色)

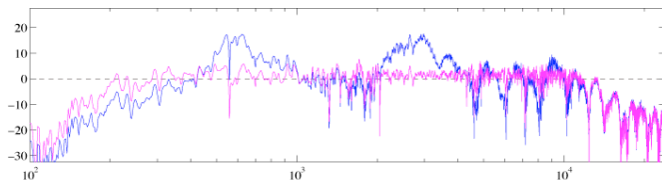


図 7 : 図 5 の逆フィルタによる補正後の周波数特性 (紫色)

3. 結果と成果

3-1.結果

DSP ボードを介して逆フィルタを利用することにより、比較的安価なスピーカーから高級オーディオに劣らない音質で、リアルタイムで補正した音声を出力することができた。プロジェクト内で補正前後の音声を聴き比べたが、やはり補正後の音声のほうが良い音質であるという結論に至った。また、ステレオシステムであるため、臨場感のある音声を出力することができた。

3-2.成果

製作過程において、DSP ボードの扱い方や逆フィルタによる補正のプログラムについての知識を得ることができた。DSP ボードを用いた簡単なプログラムを記述して、DSP ボードへのプログラムの書き込みや操作の技術を学んだ。

さらに、スピーカーの周波数特性を計測する方法や、MATLAB を利用してその係数を出力する技術を得た。

4. 今後の課題

ステレオシステムということもあり、視聴位置により音声（補正後）の聞こえ方が異なるという問題点が出てきた。また、今回は DSP ボードを用いて補正処理を行ったが、今後の自主演習等でこの逆フィルタを用いた音声補正のアプリ化を行うことを検討している。

また、逆フィルタによる音声処理で本当に音質の向上を図ることができたのかを、音質評価実験を行って、評価する予定である。下の画像は実験に用いるスピーカーの写真である。実際はステレオであるので、それぞれのスピーカーは 2 チャンネルで実験を行う。



図 8:実験予定図

5. 感想

今回のプロジェクトでは、実験の途中にエラーが発生したり、パソコンの調子が良くなかったりとの不具合があり、結果に至るまでに多くの時間を費やした。また、安価なスピーカーが高級オーディオにどこまで匹敵できるかというのを実験して、安価スピーカーの音質がどこまで補正できるかというのを自分たちの耳で確かめることができた。また、逆フィルタの仕組みやプログラムについても、今後習うデジタル信号処理の前段階として学ぶことができた。

6. 使用した機器

DSP ボード : TMS320C6713 DSP スターター(TEXAS INSTRUMENTS 社製)

パソコン : Think Pad Edge E520 1143(Windows) (Lenovo 社製)

ポータブルオーディオプレイヤー : WALKMAN NW-S755k V(sony 社製)