

# 画像処理による SP 盤の再生

## —CCD 部分読み出しの精度向上—

横山 直人

北海学園大学工学部電子情報工学科

### 1 はじめに

SP 盤とは、1940 年代後半から LP 盤レコードが主流になる 1950 年頃まで、音楽や音声の研究用にも使われていた音記録媒体である。再生には、レコードの表面に針を直接接触させる接触方式の蓄音機を用いるため、繰り返し再生させると表面が傷つき音が劣化する。そのため、本研究では、画像処理を利用する傷を付けない非接触な音再生法を開発することにより、傷や破損のある SP 盤の再生を可能とすることを目的としている。

本研究では、CCD エリアイメージセンサを用い、その部分読み出し機能を利用することで疑似的にリニアセンサとして動作させる。この方法の最大の特徴は、原理的に長さの制限のない横長な画像の取得が可能になり、通常のエリアセンサの画像を用いた音再生処理で問題となっている隣接画像の結合処理を減らすことができる。このため、本研究では、この方法を用いて SP 盤の音溝を正しく撮影し画像処理を行うことにより、画像から音情報を抽出する。画像処理及び機器の制御には、科学技術用計算機言語である MATLAB[1] を使用する。

### 2 使用する実験装置

本研究では SP 盤レコード、エリアイメージセンサ、光源、光学顕微鏡、防振台、ステージコントローラ、回転パルスステージ、X 軸パルスステージを使用する。画像を Fig.1 に示す。

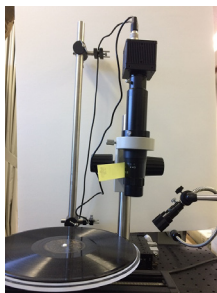


Fig. 1 実験装置

### 3 撮影

#### 3.1 撮影方法

本研究では JAI の CCT ( Camera Control Tool ) を使い、レコードの音溝 1 周分を連続的に撮影し、1 つの動画として保存し、AVI ファイルに変換する。SP 盤の音溝撮

影にはカメラの部分読み出し機能を用いてフレームレートを調節し、ROI ( Region of interest ) モードによって指定したサイズの領域のみを映し出す。本研究で使った BB-500GE での部分読み出し機能では、読み出しライン幅を 8 ~ 2058 で設定可能である。

本研究では ROI を横幅 2456 に固定し、読み出し縦幅を 32 または 8 に、フレームレートを 80, 60, 30, 15 fps に変えて設定し撮影を行い、保存する動画に圧縮をかけた状態とかけない状態で比較を行った。検討の結果、本研究では ROI を横幅 2456、読み出し縦幅 32、フレームレート 30fps、圧縮なしの設定で撮影と保存を行った。

### 4 画像処理

プログラム開発にあたっては、2014 年度の卒業研究である「画像処理による SP 盤の音再生—CCD の部分読み出しの利用—」[2] と「画像処理によるろう管の再生—高画質化による音質の改善—」[3]、および 2011 年度の卒業研究である「疑似リニアセンサによる古ろう管からの音声再生法」[4] において作成された画像処理プログラムを参考にした。

#### 4.1 画像結合

撮影された音溝は、AVI ファイル形式の動画として保存されており、MATLAB の VideoReader class の VideoReader 関数と read メソッドを用いて、動画の各フレーム画像の重なり部分を削除し結合処理を行い 1 周撮影分を 1 枚の画像にする。

#### 4.2 2 値化

本研究では結合処理によって作成された濃淡画像の音溝部分と非音溝部分を明確にするために行う。画素を変換する時に判別の基準値となるしきい値を設定するが、しきい値を決める方法には 2 つあり、画像全体で同一のしきい値を決める固定しきい値法と、局地的にしきい値を決める可変しきい値法がある。

昨年度の研究では、可変しきい値法と固定しきい値法の比較を行ったところ、可変しきい値法による 2 値化画像の方が音溝の欠けている部分が少なく、処理が速いことから前者を採用していた。本年度で再度比較を行ったところ、処理速度は固定しきい値法が遅かったが、音溝の欠けについては両者に大きな違いが見受けられなかった。そのため両方を並行して行った。2 値化画像を Fig.2 に示す。

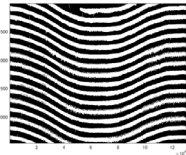


Fig. 2 SP 盤の 1 周分の 2 値化音溝画像，横方向に圧縮して表示

#### 4.3 小領域ノイズ除去

2 値化した画像には面積の小さな点状，あるいはひげ状のノイズが多く見られる．これらのノイズを除去するために，面積の小さな図形成分を消去する処理を行う．小領域ノイズ除去は，IPT (Image Processing Toolbox) の “bwareaopen” 関数を用いて処理を行う．この関数は，bwareaopen, regionprops, ismember の 3 つの関数で構成されており，bwareaopen が濃度 1 の図形成分が連結している領域を判別し，regionprops が連結した領域の面積計算を行い，ismember が与えられた引数よりも面積の小さい図形成分を除去するという形で動作する．

しかし，この処理では白地に黒色のノイズは除去の対象外になる．このため，一度白黒を反転してこの処理を行った後に再度白黒反転を行って元に戻すことで黒色のノイズ除去も行うことができる．

### 5 うねりの補正

本研究で撮影した音溝画像には，全体的にうねりが発生している．このうねりは，レコードの螺旋状の音溝の中心と，回転ステージの中心が一致しないままステージを回転させて撮影を行っているために生じるものである．すなわち，2 つの中心が合わない状態で回転させると起こる偏心運動によるものと思われ，偏心によるうねりは正弦波に近い周期関数になると考えられる．うねりは，後の音溝境界線切り出しの障害になるため補正する必要がある．

#### 5.1 細線化処理

このうねりを補正するためには，その形状を表す周期関数を求める必要があり，そのために音溝の概形の変化を細線化により求める．まず，細線化処理を行う前に，音溝の細かな変化を抑制し画像処理の負担を減らすために間引きおよびメディアンフィルタ処理を行い，その画像に細線化処理を行う．細線化処理とは，連結成分の境界画素を見つけ，それを切り落とす処理を繰り返すことで細線化することである．

#### 5.2 ベクトルデータの取得とうねりの補正

本研究では，細線化処理した画像の 1 つの列から白成分を見つけ，次にその隣の列の白成分の位置を求め，前

列の白成分の位置との差を求める処理を細線化処理した画像の開始列から終了列まで行うことで，音溝の中心線のベクトルデータを取得する方法を用いた．

細線化処理を行った画像には中心線からひげのように分岐するノイズがあり，処理の過程でこのノイズが障害となって正確な白成分を見つけることができなかった．このため，本研究では，手動で不要な白成分に黒成分を代入してひげを除去し，処理を行った．ここで取得したベクトルデータにフィルタリング処理を行い，うねりを表す周期関数を求め，その結果からうねりの補正を行った．補正前と補正後の画像を Fig.3 と Fig.4 に示す．

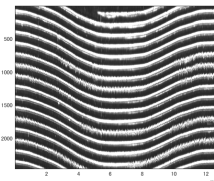


Fig. 3 補正前画像

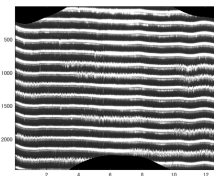


Fig. 4 補正後画像

### 6 まとめ

本研究では，うねりの形を残したまま細線化処理を行い，さらにそれに対応したベクトルデータを取得するためのプログラムを新しく作成した結果，うねりのベクトルデータの取得に成功した．その後，うねりの補正まで行うことができた．しかし，その後の処理は，時間的な制約から行うことができなかった．したがって，今後は音溝の切り取りを行い音情報の抽出を行うことが課題となる．

### 参考文献

- [1] 高井信勝：「信号処理」「画像処理」のための MATLAB 入門【増補版】，2013 年，工学社
- [2] 敦谷 蓮：画像処理による SP 盤の音再生—CCD の部分読み出しの利用—，2014 年度，卒業研究
- [3] 今野優樹：画像処理によるろう管の再生—高画質化による音質の改善—，2014 年度，卒業研究
- [4] 三上 亮：疑似リニアセンサによる古ろう管からの音声再生法の開発，2011 年度，卒業研究