

# 疑似ラインセンサによる SP 盤の再生

クーン・トビアス

北海学園大学工学部電子情報工学科

## 1 はじめに

SP (standard playing) 盤は、いわゆる LP (long playing) 盤の登場以前に広く利用されていたモノラルの円盤レコードである。本来は蓄音機で再生されるように設計されたとはいえ、針を用いた再生法では記録媒体が痛み、再生する度に音質の劣化を伴うことから、非接触再生法がこの貴重な文化財を傷を付けずにデジタル化できる技術として注目を浴びるようになった。非接触再生法はレコードに損害を与えずに再生できるばかりでなく、割れやひびが入ったレコードも再生可能であるというメリットを持っている。本研究では、SP レコード表面を顕微鏡付きカメラで撮像することにより、全レコードの音溝データを収集する。その際の一フレームの画像の幅が僅か 32 ピクセルであることがこの研究で用いる「部分読み出し法」の特徴である。データ収集後は画像データに一連の画像処理アルゴリズムを施し、その結果として得られた信号はさらに処理し、最終的には WAV ファイルへと変換する。

## 2 実験装置

実験装置はエリアイメージセンサ、顕微鏡、光照射装置、回転パルスステージ、x 軸パルスステージから構成される (Fig. 1 参照)。回転パルスステージ上に置かれた SP 盤に斜めに光を照射する。V 字型の音溝の片方の壁に当たった光が上方向に反射してレコードの真上に位置する顕微鏡に入る。顕微鏡を通過した光は、エリアイメージセンサ上に拡大像を形成し、デジタル信号に変換される。

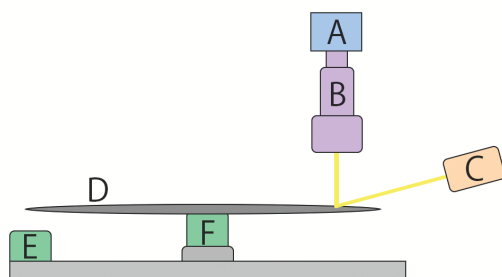


Fig. 1 SP 盤の音溝を撮像する実験装置の模式図

## 3 部分読み出し法

SP 盤が円形であるために、通常のエリアセンサで取得した画像データを順次繋いで音溝データを形成する方法を用いると、音溝が湾曲している、取得した画像デー

タのつなが目がきれいに一致しない（重複問題、Fig. 2 参照）などの問題が生じる [1, 2]。本研究では、部分読み出しが可能な CCD センサを用い、取得した画像の幅を小さく（32 ピクセルほど）することでこれらの問題の影響を無視できる程度に留めることに成功した。

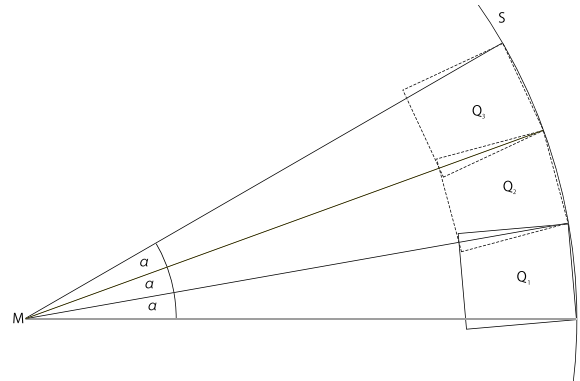


Fig. 2 画像データのつなが目に重複部分が生じる問題

## 4 画像データ生成

SP 盤一枚を完全にデジタル化するためには膨大な画像データを集め・管理しなければならない。そのために「SPRecAnalyzer」が作成された。このプログラムがパルスステージの現在位置を把握しながらカメラに露光開始命令を送り、送り返される画像データをパーソナルコンピュータ (PC) のハードディスクに保存する。画像データ処理を開始する前にカリブレーションアルゴリズムを通し、画像中の 1 ピクセルの物理的サイズを算出する機能もついており、これは SP 盤上を一定のピクセル数だけ変位したい場合に便利であり、画像データ生成中に使用される。

## 5 画像処理

画像処理アルゴリズムには次の三つがある。

1. SpliceBot
2. SigExBot
3. Needle

SpliceBot は画像データ生成処理の際に保存された幅が短い画像データを 50 枚繋げて保存するアルゴリズム。これが後ほどの音検出アルゴリズムのデバッグ作業を効率良くするための手段である。

SigExBot は画像データから音情報を抽出することを目的とするアルゴリズム。ひびや割れに影響されないよ

うに、ギャップ埋め立て機能や音溝を見失った際に起動する回復機能が備わっている。Fig. 3 に音検出アルゴリズムが音溝を追跡する様子を示す。

Needle は SigExBot が検出した信号を処理対象とし、フーリエ変換や振幅調整などを通じて元信号を WAV ファイルへと変換する。SigExBot が音溝画像データから抽出した信号データを Fig. 4 に示す。

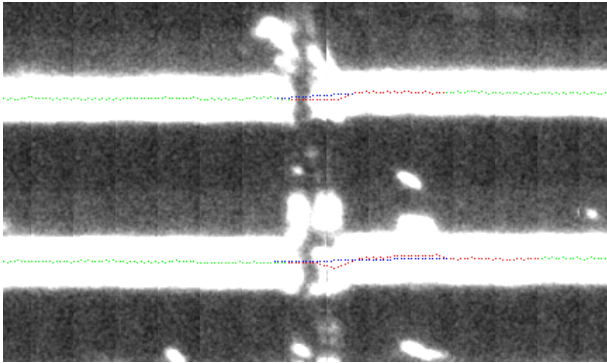


Fig. 3 音検出アルゴリズムが音溝を追跡する様子

Fig. 4 に示す信号データについて考察しよう。まず特徴的なところとしてゆっくりとしたサイン波に近い成分が挙げられる。これはうねり問題の影響である。レコードの穴が偏心しているときの音溝撮像への影響が理論上サイン波になることと、音信号より遥かに振幅が大きく、周期が長いことを考慮すれば間違えなくそう関係付けられる。また、この信号を構成するもう一つの成分として、左上から右下に向かう直線が挙げられる。これは単に音溝を遡っていけばいくほど、レコードの中心に近づいていく影響である。

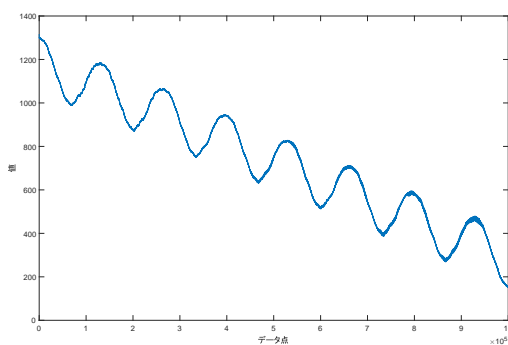


Fig. 4 SP 盤から検出された音信号の一部

音信号データはもっと振幅が小さく、Fig. 4 ではその存在確認が困難。Fig. 4 の一部を拡大した図が Fig. 5 である。音信号が確かにうねり信号に載っていることが分かる。Needle アルゴリズムはトレンド修正処理と FFT により音データを検出し、さらに仮想針アルゴリズムでホワイトノイズを除去しようとする。

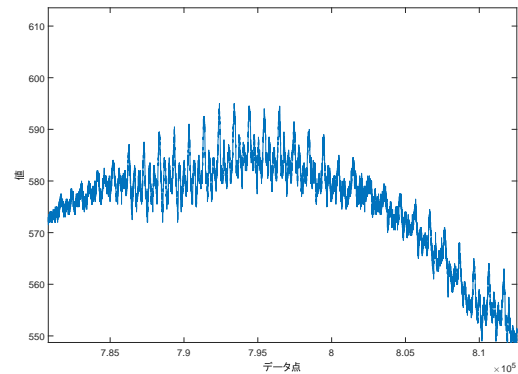


Fig. 5 ゆっくりとした振動の上に音信号が載っている

## 6 結果と考察

本研究で部分読み出し法を用いた SP レコード音検出を試みた。レコード一枚を完全にデータ化するプログラム「SPRecAnalyzer」を作成し、そのデータを画像処理アルゴリズムで分析する。その過程で作成される音声ファイルを聞いてみると人間の声が聞こえており、ある程度目的を達成したといえる。しかし、原理的には針を用いた再生法よりも高質な音声データが得られることにも関わらず、本研究で用いた方法では普段の蓄音機に達成する音質が得られなかった。蓄音機の音質と比べると、本研究で得られた音声データにホワイトノイズの成分がより強くなっていることが分かる。このホワイトノイズを FFT のバンドフィルタリングで削除しようとしたところ、ホワイトノイズが減衰した半面、音声データも劣化し、より籠った感じの声になった。これは、人間の音声にも周波数 8kHz 以上の成分があり、ノイズと同領域に存在しているため、ノイズとはっきりと区別することが困難であることに起源している。しかし、オープンソース音データ編集ソフトウェア「Audacity」の動的ノイズ削除フィルタ<sup>1</sup>を適用しても、蓄音機より音質が低いことから、高品質の音声取得できるためには、画像データ生成段階でより音溝に充実した形の画像が得られるように工夫を重ねるべきと考えられる。

## 参考文献

- [1] 魚住 純：光と画像による古レコードの非接触再生＝蠟管・SP 盤を針を使わずに再生する＝，光ライアンス，23，5，pp. 21–25，2012.
- [2] 魚住 純：画像処理によるモノラル円盤レコードからの音声再生，北海学園大学工学部研究報告，No. 35，pp. 119–129，2008.

<sup>1</sup> 「エフェクト→ノイズの削除」により適用できる