

画像処理による古ろう管からの音声再生

Sound reproduction from old wax cylinders by means of image processing

魚住 純¹, 前田尚範¹, 吉田拓馬²

Jun Uozumi, Hisanori Maeda¹, Takuma Yoshida²

北海学園大学工学部

Faculty of Engineering, Hokkai-Gakuen University

1 はじめに

歴史的音声資料としての価値が高い古ろう管には、ひび割れや欠損などのため、蓄音機などの触針式再生法が適用できないものが多く存在する。このため、光学的非接触再生法であるレーザ反射法が開発され、実時間で音声再生に成功している [1]。しかし、レーザを用いる方式は、ろう管表面の粗さによるスペックルの発生が避けられず、それによるノイズが大きな問題となっている。同様の問題を抱える円盤レコードにおいては、これまでレコードの音溝の顕微鏡拡大画像のデジタル処理による音声再生を試み、良質の音声再生に成功している [2]。本研究では、この画像処理による音声再生法を古ろう管に適用し、原理的な可能性を確認したので報告する。

2 実験装置

ろう管の表面には、典型的には $254\mu\text{m}$ のピッチで音溝が刻まれており、音声信号は、最大 $50\mu\text{m}$ 程度の音溝の深さの変化として記録されている。これを画像として捉えるため、ろう管の表面へ斜め方向から光を照射し、音溝形状による陰影を顕微鏡により拡大して、CMOSカメラ（アートレイ製、ARTCAM-130MI-BW）により画素数 1280×1024 の画像として撮像した。その際、ろう管を z 軸パルスステージにマウントした回転パルスステージ上に置き、ろう管 1 周あたり 100 枚、総撮影周数 51 の画像として記録した。このとき、1 画像に含まれる音溝数は 7 本となった。2 つのパルスステージは、USB 経由の GP-IB を介して PC より制御した。用いた光学系の写真を Fig. 1 に示す。光源には、当初円盤レコードの場合と同様のハロゲンランプを用いたが、並行光による照射が望ましいことから、緑色小型固体レーザ、および青色 LED に変えて実験を行った。

3 画像処理・信号処理と結果

撮影した画像は、USB を介して PC に取り込み、MATLAB を用いて画像処理および信号処理を行った。共通する手順は、1) 適切な閾値を定めて 2 値化、2) 小領域の白および黒図形の削除と膨張・収縮によるノイズ除去、

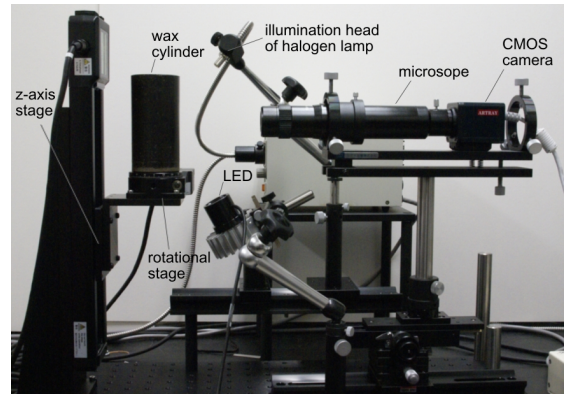


Fig. 1: Optical system for sound reproduction

3) メディアンフィルタによる形状調整、4) 個々の音溝の切り出し、5) 音溝形状から音声信号セグメントへの変換、6) 隣接する音声信号セグメント間の接続、7) 上下に隣接する画像間のセグメント接続、8) 結合した音声信号に対するトレンド除去、および 9) 約 100Hz – 3.5kHz 帯域のバンドパスフィルタ処理、である。9) のフィルタ処理の帯域は、ろう管に記録されている音声の周波数帯域である。また、レーザを用いた場合には、1) の 2 値化の前に、スペックル低減のための平滑化処理を行っている。

以上の結果、緑色レーザ光および青色 LED を用いることにより、ろう管 1 本の全周からの音声再生に成功した。再生音質にはまだ改善の余地があり、今後、照射光学系、撮像光学系、撮像素子、画像処理等の各要素を最適化することにより、音質と再生時間の向上を図る予定である。

謝辞

本研究は科学研究費補助金（基盤研究（A））「蝋管を中心とした初期録音資料の音源保存・音声復元・内容分析に関する横断的研究」の支援のもとで行われた。

参考文献

- [1] J. Uozumi and T. Asakura: *International Trends in Optics and Photonics ICO IV* (Springer, Berlin, 1999) pp. 409–425.
- [2] 魚住 純: 北海学園大学工学部研究報告, **35**, 119–129 (2008)

¹現在、株式会社 iD。

²現在、株式会社 NEC 情報システムズ。