

圧電素子を用いた目的音抽出法

高橋直也[†] 橋本周司[†]

早稲田大学院理工学研究科物理学及应用物理学専攻

1. はじめに

コンサートで複数の楽器を同時に演奏する際、音量のバランス等を調整するために、特定の楽器の音を取り出す必要が生じる。マイクロフォンアレイ [1][2] は目的音を抽出する有効な方法であるが、コンサートホールの様な反響のある部屋での適用は困難である。独立成分分析もまた効果的に目的音を抽出する手法であるが、非定常な音源には適用できない [3]。そのため、現状では圧電素子を楽器に取り付けて目的音を抽出する手法が用いられているが、得られた信号は圧電素子の周波数特性や、楽器が共鳴する前の音を抽出するという理由から、本来の音色とは大きく異なり、不自然な音色となる。本研究では、圧電素子の信号から目的音の存在する周波数領域を求め、適当な位置に置いたマイクロフォンの信号から他の楽器の音が存在する周波数領域のパワーを下げることににより、目的音を抽出する方法を提案する。

2. 提案手法

2.1. 圧電素子の特徴

提案手法ではマイクロフォンと圧電素子を用いる。圧電素子は楽器の表面に圧電素子を貼り付けることで楽器自体の振動を電気信号として捕らえることができる。そのため、他の楽器の音は混入しにくい。圧電素子から得られる信号のスペクトルは、聴衆が聴くものとは異なるが、貼付された楽器と同じ周波数成分を持っている。

2.2. 目的音抽出法

図 1 に提案手法の流れを示す。マイクロフォンと圧電素子を適当な位置に設置し、目的の楽器音を取得する。マイクロフォン及び圧電素子から得られる信号をそれぞれ $x(t), y(t)$ とすると、

$$x(t) = m_1(t) * o(t) + \sum_i m'_i(t) * n_i(t) \quad (1)$$

$$y(t) = p_1(t) * o(t) + \sum_i p'_i(t) * n_i(t) \quad (2)$$

と表すことができる。但し、 $o(t), n_i(t)$ はそれぞれ目的の楽器音と目的楽器以外の i 番目の楽器音、

Sound focus combining microphone and piezoelectric device
[†]Naoya Takahashi · Shuji Hashimoto · School of Science and Engineering, Waseda University

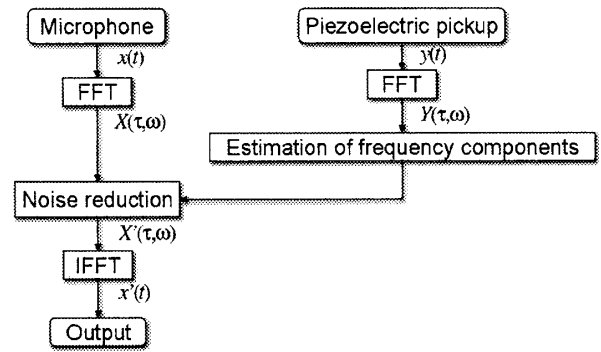


図 1. 提案手法の流れ

$m_1(t), p_1(t)$ は、目的の楽器からマイクロフォン及び圧電素子までのインパルス応答、 $m'_i(t), p'_i(t)$ は、 i 番目の楽器からマイクロフォン及び圧電素子までのインパルス応答である。*は畳み込みを表している。我々の目標は目的信号 $s(t) \equiv m_1(t) * o(t)$ を $x(t)$ から抽出することである。以下では簡単のために $i = 1$ としても説明する。

$x(t), y(t)$ の短時間フーリエ変換 $X(\tau, \omega), Y(\tau, \omega)$ はフレーム時間 τ 、及び角速度 ω を用いて次式で表される。

$$X(\tau, \omega) = M_1(\tau, \omega)O(\tau, \omega) + M_2(\tau, \omega)N(\tau, \omega) \quad (3)$$

$$Y(\tau, \omega) = P_1(\tau, \omega)O(\tau, \omega) + P_2(\tau, \omega)N(\tau, \omega) \quad (4)$$

但し、 $O(\tau, \omega), N(\tau, \omega)$ はそれぞれ $o(t), n(t)$ のフーリエ変換である。 $M_1(\omega), M_2(\omega)$ は、目的楽器及び他の楽器からマイクロフォンまでの伝達関数である。同様に $P_1(\omega), P_2(\omega)$ は、目的楽器及び他の楽器から圧電素子までの伝達関数である。

まず、目的音と他の音の周波数成分が重なっていない状況として以下の関係を考える。

$$O(\tau, \omega)N(\tau, \omega) = 0 \quad (\forall \omega) \quad (5)$$

圧電素子から得られる信号には目的の楽器音以外に他の楽器音も含まれるが、そのパワーは目的音に比べて十分小さいため閾値処理により分離することができる。つまり、

$$\begin{cases} X'(\tau, \omega) = \begin{cases} X(\tau, \omega) & Y(\tau, \omega) \geq th \\ 0 & Y(\tau, \omega) < th \end{cases} \\ = M_1(\omega)O(\tau, \omega) \end{cases} \quad (6)$$

但し、 $X'(\tau, \omega)$ は処理後のスペクトルを表す。

一方、目的音と他の楽器音の周波数成分が重

