

# 多楽器演奏音のための 非負行列因子分解を用いた信号分離手法の開発

福嶋 将<sup>†</sup>藤田 一寿<sup>††</sup>

† 津山工業高等専門学校電子情報システム専攻 †† 電気通信大学

## 1. はじめに

音声処理技術の発展に伴い音楽音響信号への応用が進んでいる。応用例の一つが自動採譜である。自動採譜とは、演奏音から楽器が出す基本周波数を推定し、それを元に楽譜を作成することである。しかし、多楽器で演奏された音響信号から各楽器の基本周波数を推定することは難しい。本研究では、多楽器演奏音からの自動採譜システムの開発の第一段階として、非負行列因子分解 (Non-negative Matrix Factorization: NMF) を用い多楽器演奏音の分離を行う。

## 2. 手法

NMFとは、図1に示すように非負行列  $Y$  を基底行列  $H$  とアクティビティ  $U$  の二つの行列に分解する手法である。分解の結果、基底行列に非負行列  $Y$  の特徴が現れることが知られている。 $H$  と  $U$  は

$$H_{k,i} \leftarrow H_{k,i} \frac{[YU^T]_{k,i}}{[HUU^T]_{k,i}}, \quad U_{i,j} \leftarrow U_{i,j} \frac{[HT^Y]_{i,j}}{[HTHU]_{i,j}}$$

で記述される更新式を繰り返すことにより求めることができる[1]。ここで、 $k$  は基底行列  $H$  を構成する基底ベクトルの数であり任意に決定できる。

本研究では多重演奏音の分離を目指す。しかし、多重演奏音に対し単に NMF を適用しても、それぞれの楽器音を分離できるとは限らない。本研究では、まず単楽器演奏音に NMF を適用し、楽器ごとの基底を生成する。その基底を用い、多重演奏音に NMF を適用し、各楽器音の分離を行うことを目指す。その一歩として2楽器演奏音から未知の楽器の基底を生成し、2楽器音の分離を行う。

楽器1、楽器2の演奏音  $Y_1, Y_2$  を合成した混合音を  $Y$  とする。そして、楽器1には既知の演奏音  $Y$  が存在するとする。まず  $Y$  に対し NMF を適用し、単音の基底  $H_1$  を抽出する。2楽器演奏音  $Y$  に NMF を適用するが、その基底  $H$  は、楽器1の基底  $H_1$  を含むとする。既知の基底  $H_1$  が存在するうえで NMF を適用し、楽器2に由来する未知の基底  $H_2$  を抽出する。基底  $H_2$  が楽器2の演奏音であれば、分離できたとする。

## 3. 結果

本稿では、多楽器演奏音として MIDI により生成した A4 (440Hz) のピアノ音と C5 (523.25Hz) のクリーンギター音を用い手法の検証を行った。A4 のピアノ音と C5 のギター音の単音の振幅スペクトラムを図 2(a) に示す。これらを混合したもののサウンドスペクトラムを図 2(b) に示

す。この混合音に NMF を適用する。

まず、ピアノ単音からピアノの基底を抽出する。図 2(c) 左図は抽出したピアノの A4 の基底である。図に示すように、抽出された基底は A4 にピークがあり、適切に基底が抽出されたことが分かる。

次に多楽器音に対し、ピアノ A4 単音から抽出した基底が既知として NMF を適用した。図 2(c) 右図は、NMF の結果、新たに得られた基底である。この基底は混合したもう一方の音であるギターの基本周波数 C5 付近にピークを持つことから、ギター音の基底が適切に抽出されていることがわかる。

## 4. 今後の課題

今後は、複数の楽器の音階ごとの基底を用意し実際に採譜が可能かどうか確認する。

参考文献

[1] 澤田, 情報通信学会誌 vol.95 vo.9 pp. 829-833 2012.

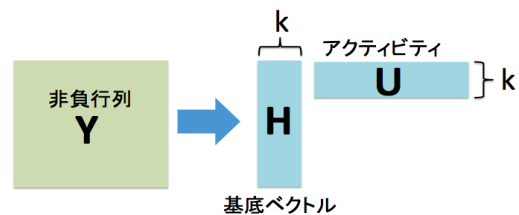


図 1 NMF の概念図

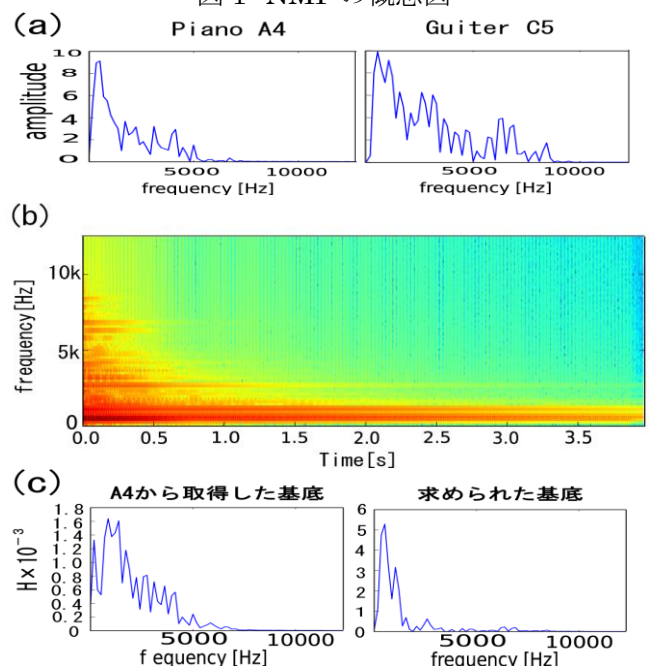


図 2 (a), (b) 演奏音の振幅スペクトル (c) NMF により抽出された基底