

NMF による無人航空機の駆動音抑圧手法の検討

平野 美沙紀[†] 川本 真一[†]

[†] 群馬工業高等専門学校電子情報工学科

1. はじめに

近年ドローンやマルチコプターと呼ばれる小型の無人航空機(以降ではドローンと記す)は、災害現場での情報収集などへの利用が検討されると共に、空撮映像制作にも活用されている。しかしプロペラやモーターの駆動音の影響により、ドローンによる空撮映像では撮影地点の音は活用されていない。本研究では、ドローン位置での集音にて問題となる「ドローン駆動音」の抑圧手法として、非負値行列分解(NMF)の利用を検討する。

2. 非負値行列分解(NMF)

NMF[1] とは、非負値の行列 X を式(1)のように2つの非負値行列の積 TV に分解する手法である。本研究では近似のコスト関数としてフロベニウスノルムを基準としたアルゴリズムを使用した。

$$X \cong TV \quad (1)$$

3. プロペラ雑音抑圧実験

NMF の有用性を示すために、雑音抑圧が適正におこなえるか検証実験を行った。この場合、式(1)の T を基底行列(代表的な特徴ベクトルの集合)、 V がアクティベーション行列(基底ベクトルの線形和表現における重みの行列)と呼ぶことにする。固定したドローンから収録した駆動音を雑音とし、その雑音を音声に重畳することで作成した雑音重畳音声に対し NMF による雑音抑圧を試みた。図 1 に処理の流れを示す。事前に観測雑音から雑音基底を学習しておき、雑音重畳音声の観測時には、事前に学習した雑音基底と音声表現のための基底を連結した基底行列を NMF のアルゴリズムで学習する。その際、基底行列における雑音部分は更新せず、音声基底部分及びアクティベーション行列のみを学習する。雑音抑圧は雑音基底に対応するアクティベーション行列値を 0 にしたものと、基底行列との積により算出する。音データの分析条件は、標準化周波数 44.1kHz、フレーム長 512 点、フレーム周期 256 点、3 種の音声に対して雑音重畳音声の音声対雑音比(SNR)を 0dB、10dB、20dB に調整した雑音重畳音声を実験に用いた。NMF は学習回数 5000 回、基底数は雑音部と音声部ともに観測フレーム数と同数に設定し、NMF 学習時の初期値は乱数を与えた。特徴量は振幅スペクトルを用いた。

実験の結果、雑音抑圧後の SNR の改善量は平均 +1.4dB 程度であった。しかしスペクトル歪 SD が平均 +11.8dB と大きく、雑音抑圧音の聴取時の内観としても、音の歪みが大きいという印象を受けた。

4. NMF による雑音基底表現の影響の分析

前述の実験より、スペクトル歪が大きいことから、学習した雑音部分の基底で音声部分の情報も表現されている可

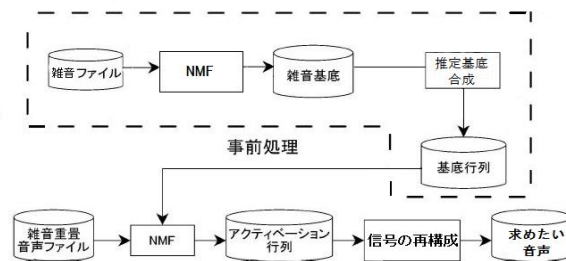


図 1: NMF の構成

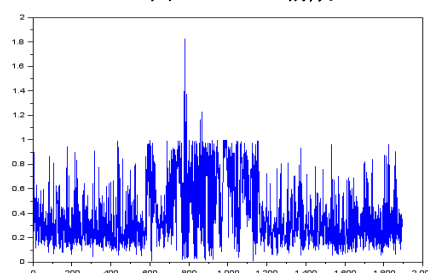


図 2: フレーム毎の雑音基底の貢献度(縦軸: フレーム ID, 横軸: 雑音に対応するアクティベーション行列要素の和)

能性があると考えた。そこで、雑音基底表現の影響を分析するため、雑音基底には既知の雑音特徴量系列を用い、アクティベーションには単位行列を与え、雑音重畳音声に対して NMF を適用する際は、雑音基底は固定し、その他の要素は乱数で初期化して学習を行った。正しく音声学習できれば、アクティベーション行列における雑音基底に対応する箇所は単位行列から大きく変化しないはずである。つまり、各フレームにおける雑音基底に対応するアクティベーション行列要素の和は 1 に近づくと考えられる。雑音抑圧前の SNR が 20dB の時の結果を図 2 に示す。図の縦軸に対応する要素の和が 1 を上回る部分は雑音基底で音声を表現しているフレームであり、そのようなフレームが少ないことから、雑音基底により音声成分を過度に減算している箇所は少ないことがわかる。つまり、雑音を精密に表現することが、歪みの少ない雑音抑圧にも有効であることを示唆する結果といえる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、ドローン駆動音の抑圧手法として NMF の利用を検討し、雑音基底の適切な表現が重要であることを示唆する結果を得た。今後の課題としては、ドローン駆動音を適切に表現する基底行列の構築、及び NMF の学習における適切な制約の付加の検討などが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP25240026, JP15K21024 の助成を受けたものです。

参考文献

[1]S. F. Boll, IEEE Trans. ASSP., Vol.27, pp.113-120 (1979).