

周期信号分解を導入した参照信号を用いた信号再構成法

学籍番号：90176013 飯國研究室 池内 宣雄

1 はじめに

本論文では、周期信号分解を導入した参照信号を用いた信号再構成法を提案する。参照信号を用いた信号再構成法は、処理対象となる音声と同一話者のクリーン音声を参照信号として用意し、処理対象となる雑音重畳信号の各フレームと類似した参照信号のフレームから、雑音のない音声を再構成する方法である。この方法では、音声と相関が低い雑音は除去可能であるが、音声と相関の高い雑音の除去能力は低い。そこで、提案法では周期信号分解により音声と雑音を異なる周期信号へ分解することで、雑音と参照信号の相関を減少させ、信号再構成法の雑音抑圧能力を向上させる。

2 参照信号を用いた信号再構成法

この方法では、入力信号を半フレーム長ずつずらして区間毎に信号を処理する。まず、入力信号に矩型窓を適用し、入力ベクトル $x(t)$ を取り出し、入力ベクトルと参照ベクトルの内積 $I(\tau) = x(t) \cdot r(\tau)$ 、入力ベクトル 2 乗ノルム $P_x = \|x(t)\|^2$ 、参照ベクトルの 2 乗ノルム $P_r(\tau) = \|r(\tau)\|^2$ を計算する。ここで、参照ベクトル $r(\tau)$ は、時間 τ での参照信号に矩型窓を適用して取り出したものとする。次に、入力ベクトルと参照ベクトルの相関係数 $C(\tau)$ を以下の式で計算する。

$$C(\tau) = \frac{I(\tau)}{\sqrt{P_x} \sqrt{P_r(\tau)}}$$

参照信号を 1 サンプルずつずらして参照ベクトルを取り出し、これらの処理を繰り返し行い、最も値の大きい N 個の $C(\tau)$ 、 $\tau_i (i = 1, \dots, N)$ を記憶する。この時、 $C(\tau_i)$ がしきい値 θ より小さければ、雑音を除去するため $I(\tau_i)$ を 0 に置き換える。最後に、これらのレベルを調節し、平均を出力ベクトル $y(t)$ として出力する。信号再構成法では、相関係数に基づいて参照信号を探索すると、抽出したい音声と類似した部分を探することができる。

3 スパース周期信号分解の導入

スパース周期信号分解とは、周期信号の発生源が少ないと仮定したうえで、信号を振幅時変周期信号の和にスパース信号分解する方法である。スパース周期信号分解は、振幅時変周期信号を用いたスパース信号分解法の一つであり、少数の周期信号へ信号を分解する。この分解を入力信号の各フレームへ適用した後、分解結果に得られた周期信号それぞれに信号再構成法を適用する。アルゴリズムの詳細を以下に示す。

1. 矩型窓を適用し、入力信号をフレームで取り出す。
2. 取り出した入力信号のフレームに対し、スパース周期信号分解を適用し、周期信号ベクトル $f^{(p)}$ の和へ分解する。
3. 分解したそれぞれの $f^{(p)}$ に対し矩型窓を適用し、入力ベクトル $x(t)$ を取り出す。
4. $x(t)$ に信号再構成法を適用し、ベクトル $y(t)$ を計算する。

提案法では、入力信号を音声を示す周期信号と雑音を示す周期信号へ分けることで、雑音と参照信号の相関を減少させる。これにより、信号再構成法の場合に比べて雑音除去効果が期待ができる。

4 実験

混声信号を用いて、提案法と信号再構成法で実験を行う。入力信号には、原信号が女性の場合も男性の場合も、SNR が 0dB となるよう異なる話者の音声を重畳させている。参照信号には、入力信号と同話者の、入力信号とは異なる数文を読み上げている音声を用いる。表 1 は信号再構成法を適用した時の、表 2 は提案法を適用した時の出力信号の SNR である。これら表では、行が原信号、列が重畳させた信号を示す。

	女 1	女 2	女 3	男 1	男 2	男 3
女 2	2.6		3.2	2.4	5.3	5.7
男 1	4.6	2.1	4.4		4.7	5.2

表 1: 信号再構成法による処理結果 (dB)

	女 1	女 2	女 3	男 1	男 2	男 3
女 2	3.2		4.4	3.6	7.2	7.3
男 1	4.8	2.0	5.3		5.8	5.6

表 2: 提案法による処理結果 (dB)

表 1, 2 より、女性の音声を抽出した場合で最大 1.9、男性の音声を抽出した場合で最大 1.1 の SNR の改善が見られる。また、これらの出力結果を実際に聴いてみると、入力信号で 2 つの話者の発声のタイミングが同じ箇所、信号再構成では音声途切れが発声した。それに対して、提案法では途切れなく連続に原信号を再現することができた。よって、信号再構成法にスパース周期信号分解を導入することで、雑音除去能力が向上したことが確認できる。

5 まとめ

スパース周期信号分解を導入した信号再構成法を示した。雑音が音声の場合、スパース周期信号分解を導入することにより、信号再構成法の場合に比べて雑音除去能力が向上された。ただし、参照信号に依存して再構成精度が変化することが確認されている。また、しきい値により再構成精度が大きく変動することも分かっている。今後の課題としては、除去可能雑音の範囲についての検討、しきい値の設定法、参照信号に対してもスパース周期信号分解を適用することが挙げられる。

参考文献

- [1] M. Nakashizuka, "A sparse decomposition method for periodic signal mixtures," *IEICE Trans on Fundamentals*, vol.E91-A, no.3, Mar. 2008.