

砂時計型ニューラルネットワークを用いた 音声処理用適応楕形フィルタの構成

板倉清香 吉村宏紀 並木寿枝 清水忠昭 井須尚紀 菅田一博
鳥取大学工学部知能情報工学科

1. はじめに

雑音除去は信号処理における重要な課題であり、様々な方法が試みられてきた。その一つとして、音声信号のスペクトルが調波構造を持つ性質を利用した楕形フィルタがある¹⁾。しかし、雑音の影響が大きい時や時間窓の分析長が短く周波数分解能が低い時には、基本周波数を正確に求めることができないと、楕形フィルタは適切に雑音除去を行うことができないという欠点がある。本研究では、砂時計型ニューラルネットワーク(以下、SNN)に主成分を抽出する能力があることを利用し、周波数領域で雑音除去を行う適応フィルタを提案した。また、シミュレーション実験により、本手法の有効性を検証した。

2. 3層砂時計型ニューラルネットワーク

階層型ニューラルネットワークにおいて、入力層および出力層のユニット数を同数とし、中間層が1層でそのユニット数が入出力層のユニット数よりも少ないものを3層SNNと呼ぶ。3層SNNはKL近似と等価な処理を行う能力があることが知られている²⁾³⁾。本研究では、中間層ユニットが1個の3層SNNを多段(N段)に縦続接続したネットワークを構成し、楕形スペクトルのフィルタリングに適用した。このネットワークは入力信号に含まれる第N主成分までを中間層ユニットの出力として抽出することができる⁴⁾⁵⁾。

A Construction of an Adaptive Comb Filter for Speech Signal by Use of Sandglass-type Neural Network
Sayaka Itakura, Hiroki Yoshimura, Toshie Namiki,
Tadaaki Shimizu, Naoki Isu, Kazuhiro Sugata
Department of Information and Knowledge
Engineering Tottori University

3. 雑音除去アルゴリズム

本研究で提案した雑音除去フィルタは、音声周波数領域で楕形の調波構造を持つことを利用している。音声を線形予測分析して得られる残差信号のスペクトルを求めると、周期性を持った信号とみなすことができる。これを入力信号として多段接続SNNに学習させることにより、楕形スペクトルを再構成し、雑音成分を低減させる。具体的なアルゴリズムを以下に示す(図1)。

雑音除去アルゴリズム

- ① 入力信号をフレーム長が1/2ずつ重なるように切り、ハミング窓を掛ける。以下の手順は各フレーム毎に行う。
- ② 線形予測分析を行い、残差信号を求める。このときの線形予測フィルタを $H(z)$ とする。
- ③ 残差信号の末尾に0を追加し、データ長を延長する。
- ④ 高速フーリエ変換(FFT)を行い、振幅及び位相スペクトルを得る。
- ⑤ 対数振幅スペクトルを多段接続SNNで学習させ、楕形スペクトルの抽出と再構成を行う。ただし、学習は低周波領域のみで行う。
- ⑥ SNNの出力にハミング窓のスペクトルを乗じてフーリエ逆変換し、スペクトルを時間領域に戻す。
- ⑦ 求めた信号を線形フィルタ $H(z)$ に通し、雑音除去したフレームの信号を合成する。
- ⑧ 各フレーム毎に②～⑦を行い、得た雑音除去後の信号を合成し、復元する。

③のデータ長の延長は、フレーム長が短いこと

による周波数分解能の低さを見かけ上改善するためである。また⑤の SNN 学習において低周波領域だけで学習させたのは、低周波領域では音声信号のパワーが大きく、雑音の影響が小さいためである。

4. 実験

提案した手法の有効性を検証するために、音声信号を用いたシミュレーション実験を行った。音声資料には、男性話者と女性話者の発話資料を 11.025kHz でサンプリングして用いた。音声資料に様々な雑音を付加した資料を用いて、本手法の雑音除去アルゴリズムの特性を調べた。

本実験では、アルゴリズム①のフレーム長を 512 点とした。またニューラルネットワークは、入出力層のユニット数 60 個、中間層のユニット数 1 個の 3 層 SNN を 6 段縦続接続した構成のものを用いた。学習はスペクトルの低周波領域 (1.2kHz 以下) のみで行った。また学習時には、各段の SNN の教師信号として入力信号と同じ信号を与えた。

5. 結果

本手法において SNN の学習にスペクトル全体ではなく、スペクトルの低周波領域のみを用いることにより、SNN が音声スペクトルの楕円構造をより正確に学習することが確かめられた。また、このような学習を行った SNN でスペクトルの楕円構造を再構成し、音声を再現することにより、雑音が除去された良好な音声を得ることができた。

6. おわりに

シミュレーション実験により、本手法を用いてスペクトルの楕円構造を再構成し、雑音を低減することが可能であることが示された。本方式による雑音除去フィルタを音声信号に適用することにより、雑音除去特性の高い補聴器の開発への応用が期待できる。

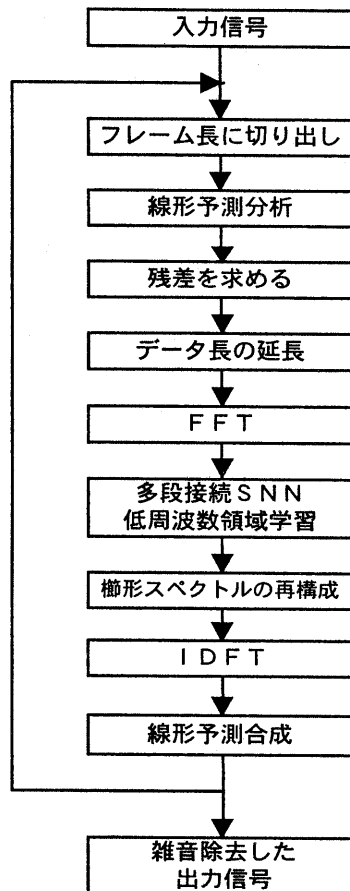


図1 雑音除去アルゴリズムフローチャート

[参考文献]

- 1) A.Nehorai and B.Porat, "Adaptive comb filtering for harmonic signal enhancement," IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process., ASSP-34, pp.1124-1138(1986).
- 2) H.Bourlard and Y.Kamp, "Auto-association by multilayer perceptrons and singular value decomposition," Biol.Cybern.,59,pp.291-294 (1998).
- 3) 舟橋賢一, "3層ニューラルネットワークによる恒等写像の近似的実現についての理論的考察," 信学論 (A), J73-A,1,pp139-145 (1990).
- 4) 渡辺一央, 伊藤英彦, 増田一, 大堀隆文, "KL変換用多段接続形パーセプトロン," 信学論 (D-II), J75-D-II,11, pp.1925-1932 (1992).
- 5) 吉村宏紀, 清水忠昭, 井須尚紀, 菅田一博, "多段接続砂時計型ニューラルネットワーク雑音除去フィルタを用いた適応的雑音除去," 電学論 (C), 120-C,4,pp507-515 (2000).