

ピッチ周期可変伸長処理と窓掛け処理による線形予測分析の精度改善とその耐雑音性  
 Improvement of Accuracy of Linear Prediction Analysis by Processing of the Variable Extension of  
 Pitch Period and Processing of Windowing and its Tolerance to Noise

LF-1

松浦正樹†

Masaki Matsuura

深林太計志‡

Takeshi Fukabayashi

## 1. はじめに

線形予測分析・合成によりピッチ周期を可変伸長処理[1]し、ピッチ周期毎に窓を掛け波形を分離して、フレーム内の波形を一括線形予測分析して、精度を改善する方法を既に提案している[2]。ピッチ周期を可変伸長処理した線形予測残差を用い、ピッチ周期毎に独立に合成した波形に窓を掛け、窓の後に線形予測分析次数以上のサンプル数の0を付加して波形を分離すると、線形予測分析に必要な分析次数までの遅れの自己相関係数は、ピッチ周期毎波形の自己相関係数の、フレーム内での和になる。個々の窓掛けピッチ周期波形はピッチ周期無限大の一部とみなせ、隣接するピッチ周期波形には影響を及ぼさない。これがこの精度改善のポイントになる。

ここでは、この方法のポイントになるピッチ周期毎の合成・窓掛け処理・分離について、具体的に述べると同時に、この方法によるスペクトル上での分析誤差とホルマント周波数推定誤差、この方法による線形予測係数を用いて合成した波形と従来法による線形予測係数により合成した波形の比較、雑音に対する耐性について述べる。

## 2. ピッチ周期毎の合成・窓かけ処理・分離

ピッチ周期の可変伸長処理は線形予測残差にピッチ周期毎に'0'系列を付加して、隣接する周期を異なる長さに伸長し、合成波形をピッチ周期毎に独立に生成することによって行っている。ピッチ周期毎の線形予測残差の後に'0'系列を付加した波形とこの残差を求めた線形予測係数を用いて

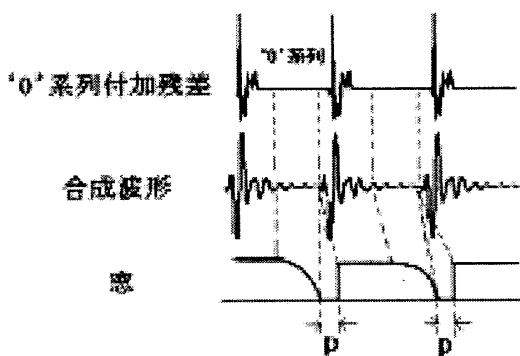


図1 窓掛け処理

波形を合成、そして、'0'系列付加部分に対応する波形部分に窓掛け処理を行い、その後に、さらに分析次数  $p$  に等しい長さの'0'系列を付加して波形を分離する。その様子を図1に示す。

## 3. 分析法の概略

アルゴリズムの概要を以下に示す。

- (1) ハミング窓を掛けて、線形予測分析を行い線形予測係数を求める。
- (2) 共振の帯域幅の過小推定の影響を避けるために、線形予測係数にホルマントバンド幅拡大操作を施し補正する。
- (3) 補正線形予測係数 (2回目は1回目の(7)で求めた線形予測係数) を用いて残差を求める。
- (4) 残差を2次のオールパスフィルタに通す。
- (5) オールパスフィルタ出力後の残差に'0'系列を付加するピッチ周期可変伸長処理を行う。
- (6) (5)で処理された残差と(2)で求めた線形予測係数を用いてピッチ周期毎に独立に合成波形を生成する。
- (7) 2. で述べた窓掛け・分離処理を行い、線形予測分析により線形予測係数を求める。  
2回目は(3)から繰り返す。

## 4. 実験結果

図2に合成音の5母音平均のピッチ周期に対する分析誤差、図3にホルマント周波数推定誤差を示す。図2からピッチ周期の可変伸長処理と窓掛け処理により、繰返し1回目、2回目とも分析精度が向上することが分かる。特にピッチ周期が短い時に誤差の減少が大きく、高ピッチ音声の分析精度が改善されることが分かる。また図3から提案した方法によりホルマント周波数の推定値は改善されるが、繰返し1回と繰返し2回であまり差はないことが分かる。

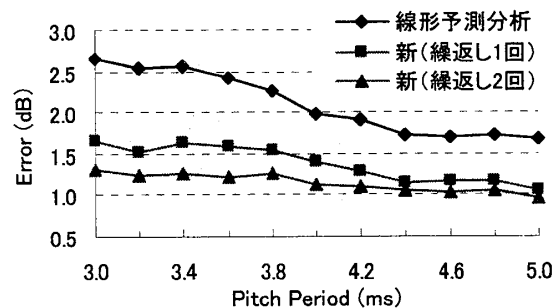


図2 ピッチ周期に対する分析誤差

† 静岡大学大学院理工学研究科  
 Graduate School of Science and Engineering, Shizuoka University

‡ 静岡大学工学部  
 Faculty of Engineering, Shizuoka University

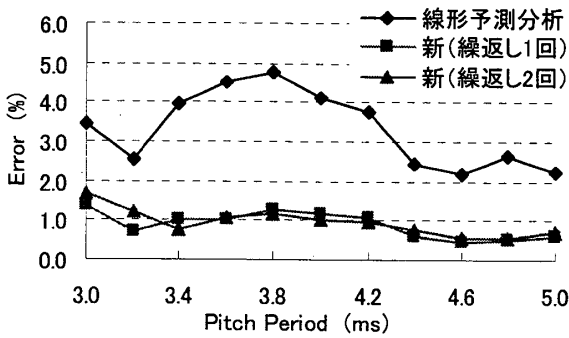


図3 ピッチ周期に対するホルムト周波数推定誤差

図4に女声の/udo/という実音声进行分析し、線形予測係数と残差のピッチパルスから生成した合成波形 500ms を示す。フレームシフト幅は 5ms としている。ピッチ抽出は相関法を用いた。/u/(ピッチ周期 3.2ms), /o/(ピッチ周期 5.0ms)の部分で、(b)の従来の線形予測分析による場合には振幅が大きくなっているが、(c)の提案した方法による場合はその振幅の増大が改善されていることが分かる。

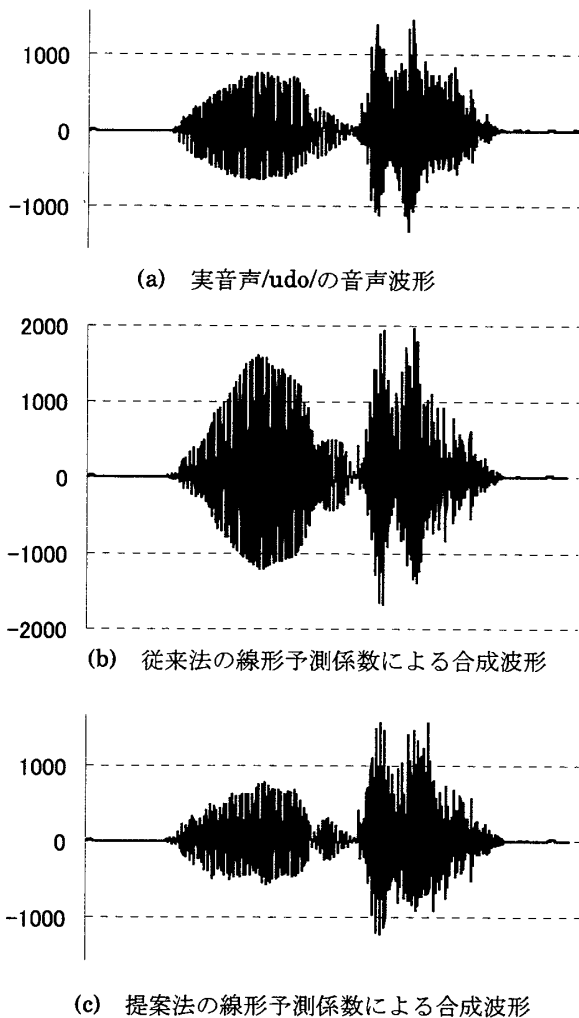


図4 線形予測係数による合成波形

図5に白色雑音を付加した合成音(ピッチ周期 3ms)の5母音平均の S/N 比に対する分析誤差を示す。同様に図6に白色雑音に一次のフィルタを通して生成した高域で約 -6db/oct の傾きを持つ有色雑音を付加した合成音の5母音平均についての結果を示す。図5, 6では、S/N 比が 15dB 程度までは従来の線形予測分析に比べて提案法の方が分析精度が良い。10dB 以下では同程度になっている。図には示していないが、母音別にみるとこれらの雑音に対して特に /e,a/ が 15dB までよい。/u,o/では従来の線形予測分析と精度は同程度である。これは/u,o/ではスペクトルの傾きが大きく、少しの雑音に加わっただけでも高域の成分が雑音に埋もれてしまい、雑音成分でスペクトル包絡が乱されるためである。

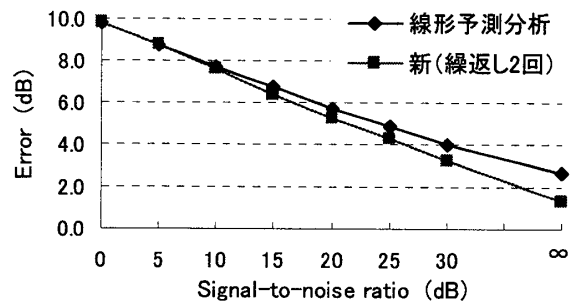


図5 白色雑音付加合成音についての分析誤差

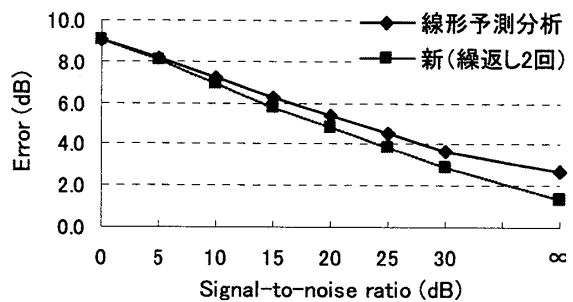


図6 有色雑音付加合成音についての分析誤差

5. むすび

ピッチ周期可変伸長処理と窓掛け処理により、合成音、実音声で分析精度が改善できることを示した。また提案した方法は雑音付加合成音での実験で、/e,a/については S/N 比が 15dB 程度までの雑音量に対しては従来法より分析精度がよく、雑音が多くなると雑音の影響が大きく従来法と変わらないことを示した。

文献

[1] 深林太計志, 野田明宏, 近藤大芝, “ピッチ周期可変伸長処理によるブロック適応ラティス型分析の精度改善”, 音響講義集, pp.233-234, March 2001.  
 [2] 松浦正樹, 深林太計志, “ピッチ周期可変伸長処理と窓掛け処理による線形予測分析の精度改善”, 信学総大, A-4-22, p.132, March 2001.