

機関番号：18001

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500158

研究課題名 (和文) 時変複素音声分析を用いた周囲雑音に頑健な基本周波数推定と IP 電話、楽音への応用

研究課題名 (英文) Robust F0 estimation based on time-varying complex speech analysis and its application for IP telephony and musical signal

研究代表者

舟木 慶一 (KEIICHI FUNAKI)

琉球大学・総合情報処理センター・講師

研究者番号：30315486

研究成果の概要 (和文)：

音声の F0 推定は音声処理における重要な課題である。研究代表者は、自らが提案した解析信号に対する時変複素音声分析による、複素残差信号の自己相関/AMDF のピーク探索により、F0 推定を行うフレームベース方式を、既に構築した。本研究課題において、時変複素音声分析で推定したスペクトルのピーク値から、F0 を推定するサンプルベース F0 推定方式を提案し、フォルマント推定や楽音の音高推定に適用した。さらに、サンプルベース方式による推定結果を予備選択値とし、それを基準とする限定された範囲内でフレームベース方式により本選択を行う 2 段推定方式の構築を行い、演算量が低減されると共に推定精度も向上することを確認した。さらに、有声性の強度に応じてフレーム毎に推定精度を評価し、時変分析の効果を調べたところ、定常性の高いフレームでは時変分析が有効であることを確認した。

研究成果の概要 (英文)：

F0 estimation of speech plays an important role on speech processing. One of the authors has proposed time-varying complex speech analysis for analytic speech signal and has proposed novel F0 estimation based on the time-varying complex speech analysis in which complex residual is estimated by the speech analysis and F0 is estimated by peak-picking the weighted auto-correlation with a reciprocal of the corresponding AMDF for the residual. It is called frame-based method. In this study, we propose more accurate and fast F0 estimation algorithm. In the method, pre-selections of F0 and F1 are realized by using F0 and F1 contour estimation method based on the time-varying complex analysis. It is called sample-based method. Final-selection of F0 is realized by the frame-based method with shorten range of F0 based on the estimated F0 and F1. The shorten range results in more accurate estimation with smaller computational amount in the two-stage F0 estimation. Furthermore, in order to investigate the efficacy of the time-varying analysis, the frame-based method is evaluated for each frame that is categorized into 4 modes with respect to the voiced strength. The experimental results confirm that the time-varying analysis can perform better for strong voiced frames.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：音声情報処理、信号処理

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は解析信号に対する時変複素音声分析法を構築し、その残差信号に対する自己相関関数/AMDF の評価尺度のピーク探索による F0 推定法を提案した。この方式は時変分析の効果は確認されないが、時不変 MMSE 分析で白色 Gauss 雑音に対して、時不変 ELS 音声分析で Pink 雑音に対しても有効であることを報告した。フレームに 1 回の推定を行うので、この方式をフレームベース方式と呼ぶ。

2. 研究の目的

本研究では、下記の 4 つを目的とする。

(1)高精度推定

さらなる推定精度の向上ならびに演算量の削減を実現する。

(2)フォルマント推定

時変複素音声分析に基づくフォルマント推定の推定精度を評価する。

(3)楽音の音高推定

F0 推定方式を楽音の音高推定に適用し、推定精度を評価する。

(4)時変分析の効果の調査

時変分析がどのようなフレームで効果的なのかを調べる。

3. 研究の方法

(1)高精度推定

時変複素音声分析で得られる時変スペクトルのピーク探索(極推定)で行うサンプルベース推定を提案し、予備選択とする。予備選択で推定された F0 と F1 (第 1 フォルマント)により、F0 の探索範囲を限定して、フレームベース推定で本選択を行う、2 段推定方式を提案する。探索範囲を限定しているために、演算量を低減できるし、F1 を誤って推定する誤推定も回避されるため、推定精度が向上する。

(2)フォルマント推定

時変複素音声分析で得られる AR スペクトルからピーク推定により、雑音重畳音声のフォルマントを推定し、時変/時不変、複素/実数、MMSE/ELS 分析の推定精度の比較を行う。

(3)楽音の音高推定

ピアノの MIDI 音の単音ならびに多重音を用いて、F0 推定により音高推定の性能を評価する。

(4)時変分析の効果の調査

フレーム毎にピッチ予測ゲインを用いてピッチ性の強度に応じた 4 つのモードに分類し、モード毎にフレームベース方式の推定精度を評価する。

4. 研究成果

(1)高精度推定

サンプルベース推定で予備選択された F0 と F1 を用いて探索範囲を限定し、フレームベース方式で本選択を行うことにより、演算量低減を実現し、男声において推定精度が向上することを確認した。

(2)フォルマント推定

実数と複素分析の比較を行なった結果、実数分析(LPC分析)の方が、高い推定精度を実現することがわかった。ただし、これはクリーンな音声に対し、LPC分析で得られた結果をリファレンスとしているために、そのような結果が得られているとも考えられる。今後、正しいフォルマントをスペクトルの目視により求め、実験をやり直す必要がある。

(3)楽音の音高推定

サンプルベース推定を楽音に適用したところ、F0として音高推定を行い、複素分析は低域で良好な推定を行うことを確認した。ただ、多重音に対しては、この方法では困難であることが確かめられた。

(4)時変分析の効果の調査

4つのモードで時変分析の評価を行なった結果、ピッチ性の高い定常フレームでは時変分析の効果が確認された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

Keiichi Funaki, "Speech Enhancement based on Iterative Wiener Filter using Complex LPC Speech Analysis - Recent Advances in Signal Processing," 査読あり、Ashraf A Zaher (Ed.), ISBN: 978-953-307-002-5, IN-TECH BOOK, 2009.

[学会発表] (計19件)

(1)舟木慶一, 比嘉健人, "時変複素音声分析を用いた音声の F0 推定の改良に関する検討," 日本音響学会春季研究発表会、2011年3月9日、早稲田大学

(2)K.Funaki, "F₀ contour estimation using ELS-based robust time-varying complex speech analysis," IEEE DSP/SPE workshop, Sedona, Arizona, USA, Jan.6, 2011.

(3)舟木慶一, 比嘉健人, "時変複素音声分析を用いた基本周波数推定の研究," 電子情報通信学会 SIP シンポジウム、2010年11月24日、奈良女子大学

(4)K.Funaki, "On Evaluation of the F0 estimation based on time-varying complex speech analysis," Proc. Interspeech2010, 2010年9月26日、幕張メッセ国際会議場

(5)舟木慶一, "時変複素音声分析を用いた音声符号化方式について," 日本音響学会秋季研究発表会、2010年9月14日、関西大学

(6)舟木慶一, "時変複素音声分析を用いた F0 推定の評価," 日本音響学会秋季研究発表会、2010年9月16日、関西大学

(7)舟木慶一, "ロバスト複素 AR 音声分析に基づく ITU-T G.711.1 改良方式の検討," 日本音響学会春季研究発表会、2010年3月10日、電気通信大学

(8)舟木慶一, "ロバスト時変複素 AR 音声分析に基づく IETF iLBC 互換方式の検討," 日本音響学会春季研究発表会、2010年3月8日、電気通信大学

(9)K.Funaki, "Evaluation of robust complex AR analysis on MPEG-4 ALS for noisy speech," Proc. IASTED SPPRA2010, Innsbruck, Austria, Feb.19,2010.

(10)K.Funaki, "Evaluation of Complex LPC analysis on lossless compression of Finger Print

Image using MPEG-4 ALS," Proc. SISA2009,
関西大、大阪、Oct.23,2009.

(11)舟木慶一、"超複素解析信号の特性に関する検討," 日本音響学会秋季研究発表会、2009年9月17日、日本大学

(12)舟木慶一、"ロバスト時変複素 AR 音声分析法とその音声処理への応用," 日本音響学会秋季研究発表会、2009年9月16日、日本大学

(13)舟木慶一、"ロバスト複素 AR 分析に基づくオーディオロスレス符号化(ALS)の評価," 電子情報通信学会音声研究会、2009年6月25日、北海道大学

(14)舟木慶一、"複素線形予測分析を用いた MPEG-4 Audio Lossless Coding(ALS)の改良," 日本音響学会春季研究発表会、2009年3月18日、東京工業大学

(15)舟木慶一、"時変複素音声分析を用いたフォルマント推定," 日本音響学会春季研究発表会、2009年3月17日、東京工業大学

(16)舟木慶一、"時変複素音声分析を用いた F0 軌跡推定方式の改善," 日本音響学会秋季研究発表会、2008年9月11日、九州大学

(17)K.Funaki, "Speech Enhancement based on Iterative Wiener Filter using Complex Speech Analysis," Proc. EUSIPCO-2008, Lausanne, Switzerland, Aug.27,2008.

(18)K.Funaki, "F0 estimation based on robust ELS complex speech analysis," Proc. EUSIPCO-2008, Lausanne, Switzerland, Aug.25,2008.

(19)K.Funaki, "F0 contour estimation based on time-varying complex speech analysis," Proc. Acoustics'08, Paris, July.4,2008(J. Acoust. Soc. Am. 123, 3735 (2008))

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

舟木慶一 (KEIICHI FUNAKI)

琉球大学・総合情報処理センター・講師

研究者番号 : 30315486

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :