

F0 が欠落した音信号における基本周波数の推定に関する研究

Research on Estimating The Fundamental Frequency for Sound Signals with Missing F0

富岡 生¹⁾

指導教員 三輪 賢一郎

1) 所属先：サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 情報コミュニケーション研究室

キーワード：F0 欠落, 基本周波数の復元, AM 復調

1. 緒言

基本周波数とは音信号中において最も根幹をなす周波数成分のことである。基本周波数の時間的变化は、話し声においてはイントネーションを表し、楽音や歌声においてはメロディを表す。

しかしながら、雑音その他の要因によって F0 情報が欠落してしまう場合があり得る。例えば大正期以前に録音された歴史的音源においては、当時の録音周波数特性の制約から、F0 情報が一部欠落している場合がある。何らかの方法で F0 情報を復元することができれば、大正期の歴史的音源に対する雑音除去等の信号処理が効果的に行えることが期待できる。

F0 が欠落した音声から F0 を復元する研究は、過去にはあまり行われておらず、対応できる手法についても明らかではない。しかし、信号の調波構造から F0 を推定する FreeDAM[1]は、原理的に F0 の復元処理に一定の適性を持っている可能性が高い。そこで本研究では、FreeDAM の改良手法である FreeDAM Lite[2]を用いて F0 情報の復元が可能かどうかを検証する。

2. 方法

まず、MATLAB 上で基本周波数が欠落した音源を、想定する F0 を 60~600 Hz の範囲で 5 Hz 刻みにて 108 通り作成する。図 1 に F0 が欠落した音源の一例を示す。

次いで MATLAB 上で実装した FreeDAM Lite に同

音源を順に読み込ませ、欠落した基本周波数の推定を実行する。比較に用いた従来法は、Tempo2、短時間フーリエ変換(STFT)、SWIPE の 3 手法であり、評価指標としては許容誤差を 5 %とした正答率 [%]を用いることとした。

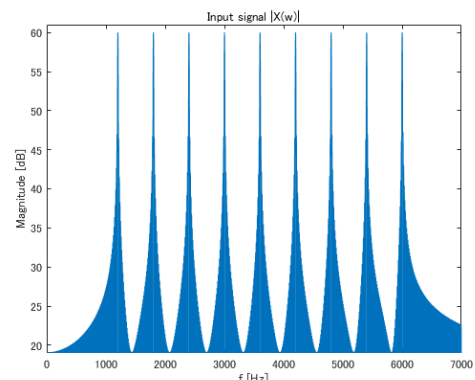


図 1 F0 (600Hz) が欠落した音源

3. 結果

正答率の結果を表 1 に示す。結果から、FreeDAM Lite と SWIPE は正答率が 100%となったことが確認できた。

表 1 実験結果

手法	正答率[%]
FreeDAM Lite	100
SWIPE	100
Tempo2	72.5
STFT	0.92

図 2~図 5 に F0 推定結果をそれぞれグラフとして示す。ただしグラフの横軸は欠落した F0 の真値

で、縦軸は欠落した F0 の推定値である。図3から、STFT は 500Hz 付近から F0 推定が行えなくなることが確認できる。図4の Tempo2 に至っては、ほぼ全レンジに渡って F0 推定が行えていない。一方、正答率がともに 100%であった SWIPE と FreeDAM Lite であるが、図2と図5を見比べると、図2の FreeDAM Lite の方がばらつきが少なく、安定した動作が実現できていることが分かる。

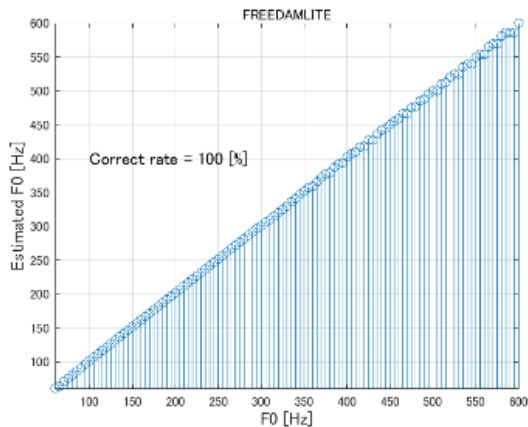


図2 F0 推定結果 (FreeDAM Lite)

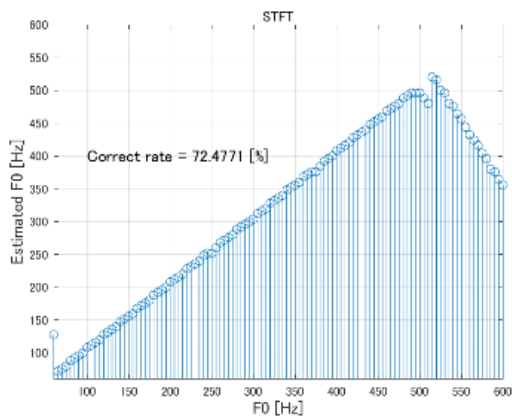


図3 F0 推定結果 (STFT)

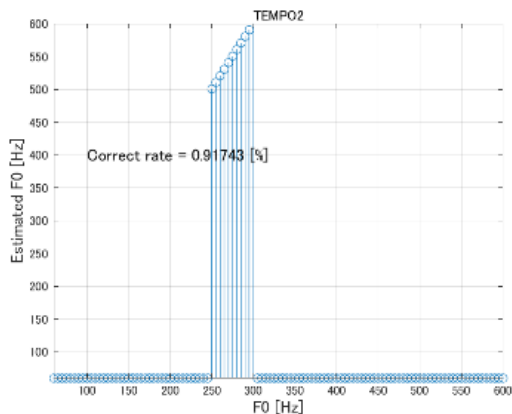


図4 F0 推定結果 (Tempo2)

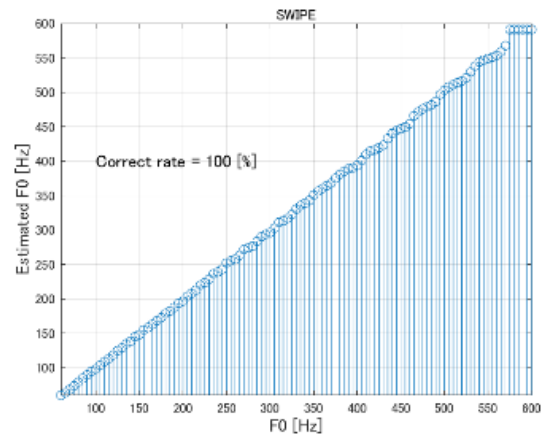


図5 F0 推定結果 (SWIPE)

4. 結言

本研究では FreeDAM Lite を用いて、F0 が欠落した信号に対して F0 情報の復元が可能かどうかを検証した。シミュレーション結果より、FreeDAM Lite は基本周波数の復元処理に一定の可能性を持つことが確認できた。

5. 今後の予定

今後は、雑音環境において FreeDAM Lite による基本周波数の復元が可能かどうかを検証する。

6. 文献

- [1] 三輪賢一郎, 鷗木祐史, "振幅変調音のピッチ知覚に基づいた調波複合音の基本周波数推定法," 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J98-A, No.12, pp. 668--679, 2015年12月.
- [2] 山川拓真, 三輪賢一郎, "雑音あるいは残響に頑健な基本周波数推定法の研究," 音学シンポジウム2023, 信学技報, vol. 123, no. 88, SP2023-14, pp. 68--72, 2023年6月.