

「局所的位相シフト検出法」説明用のレジメ

2019.08.01. (木)

園部和夫

技術を説明するのに比較的良いのは、開発段階の考え方を示すことで、このレジメはその方向で作成しています。

1. 「局所的位相シフト検出法」の特徴

(1-1) 超解像 (失われた帯域の回復)

(1-2) 非線形性歪の除去 (高調波歪の除去、混変調歪の除去)

2. 「局所的位相シフト検出法」を用いると、自然界で起きる変調を復調できる

(2-1) 自然界には非線形性があちこちにあり、そこでは変調が起きる。

(2-2) (2-1) の変調は、いわゆるラジオ放送などの復調方法では復調できない。

ラジオ放送などの復調方法では、以下を仮定してる。

(2-2-1) 搬送波と信号は「別」帯域。

例えば、FM 放送では、

音声信号の帯域が、0Hz - 22KHz、

搬送波は、およそ 100MHz、

(2-2-2) 搬送波は単波長のピュアなサイン波

(2-3) 「局所的位相シフト検出法」による復調では、(2-2) に示した仮定を必要としない。

信号と搬送波の帯域が重なってても問題ない。

変調は相互変調なので、信号と搬送波の区別自体に意味がない。ここでは伝達された信号を便宜的に搬送波と呼んでる

搬送波は単波長のサイン波でなくても問題ない。

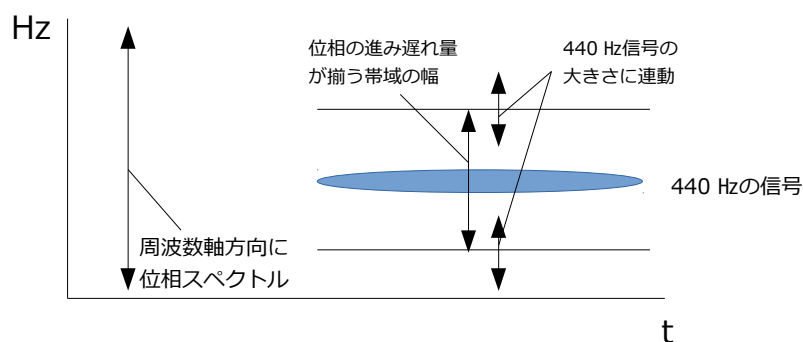
極端な例としては、搬送波が白色雑音と考えても問題ない。

(2-4) 「局所的位相シフト検出法」が一種の復調方法であれば、超解像が可能なのは当たり前。

例えばラジオ放送では、伝達経路上では音声信号の帯域は伝達されないが、最終的には復調処理後に音声聞こえる。「変調・復調」としては当たり前なので誰も超解像とは言わないが、それは超解像の一種である。

3. 位相スペクトログラムを見る

- (3-1) 例えば音声関係で用いられてるスペクトログラムは、パワースペクトルを時系列で並べたもの。
ここでは位相スペクトルを時系列で並べたものを、便宜的に位相スペクトログラムと呼ぶ。
- (3-2) 位相スペクトログラムを観察して、次のことが分かってきた。
例えば 440Hz に信号があるとすると、
- (3-2-1) 440Hz の上下に「位相の進み遅れ量」が「揃う」帯域幅が発生するように見える
 - (3-2-2) 上の「位相の進み遅れ量」が「揃う」帯域幅の幅が、440Hz の信号の大きさに連動してるように見える。



4. 位相スペクトログラムに関する行列演算の相補性

例えば位相スペクトルを計算する際に、

- (4-1) 例えばフーリエ変換を行うベースの点数を2倍にすると、
時間軸方向の分解能は半分になる
周波数軸方向の分解能は2倍になる
- (4-2) 例えばフーリエ変換を行うベースの点数を半分にすると、
時間軸方向の分解能は2倍になる
周波数軸方向の分解能は半分になる
- (4-3) 周波数軸方向の分解能が半分になるということは、最大周波数は変わらずにデータ数が半分になるということ。データ数が半分になるということは、何らかの形でデータが集約されてることになる。
相補性により分解能が変わった際に、データの集約がどのように行われているかは考え中だがよくはわからない。(3-2-2)に示した「位相の進み遅れ量」が「揃う」帯域幅の幅の情報が残るものであってほしい。←希望的観測。だが「局所的位相シフト検出法」では位相の計算を局所化すると(3-2-2)の特徴がより簡単に取り出せるように見える。

5. 搬送波のパワースペクトルを除く方法

- (5-1) (3-2-1) に示した「位相の進み遅れ量」に対して周波数ごとに時間軸方向のプロファイルを見たところ、搬送波自体のパワースペクトルが大きく、位相から取り出した情報が埋もれてしまっているように見える。
- (5-2) 搬送波のパワースペクトルを除くために、最初に大域的に「パワースペクトル平坦化波形」を計算すると、一応はうまくいっているように見える。が、線形代数の範囲で考えた時に、この計算が正しいのかどうかはよくわからない。

6. 実在するサイン波と非線形性の歪（高調波歪と混変調歪）

- (6-1) 歪（以下は高調波歪の場合）がある波形をフーリエ変換すると、基本周波数の他に n 倍周波数に見かけ上はピークが立つが、 n 倍周波数のサイン波が実在するわけではない。
若干補足すると、楽器などの共鳴管では基本周波数の他に n 倍音が発生するが、それらは歪と異なり実在するサイン波。現実世界では実在する n 倍音と歪が混在していると思われる。
- (6-2) 実在するサイン波については (3-2) に示した現象が起き、歪については (3-2) に示した現象は起きないように見える。
- (6-3) (6-2) であれば「局所的位相シフト検出法」を用いて非線形性の歪が除去できる（と考えてよさそう）。