計測コラム emm225 号用

計測に関するよくある質問から

- 第 37 回 「1/3 オクターブ解析で音の変動周波数を見つけられないか」-

当計測コラムでは、当社お客様相談室によくお問い合わせいただくご質問をとりあげ、 回答内容をご紹介しています。

モータやギアから発せられる音で、音の大きさが繰り返し変化するような異音があります。 繰り返しの特徴を調べるために包絡線を抽出して FFT 解析を行い、繰り返しの周波数成分 の大きさを見ることがよく行われています。

「回転機械の設備診断」 <u>https://www.onosokki.co.jp/HP-WK/eMM_back/emm178.pdf</u>

今回は、1/3 オクターブ解析を行い、音圧レベルの変動具合から繰り返しの周波数成分抽出 を行います。

簡単にするため、繰り返し周波数が分かっている波形に対して、1/3 オクターブ解析から変 動成分を抽出する例を示します。

元の波形 2000 Hz が 10 Hz で変動している信号 5000 Hz が 30 Hz で変動している信号 ランダム信号



3つの信号を加算して、合成波形を作ります。



下の図の合成波形(紫色の波形)からでは繰り返しが有るような、無いような、はっきりと わかりません。

合成波形を FFT 解析してパワースペクトルを見てみます。

2000 Hz と **5000 Hz** にピークが見えてます。**2000 Hz** と **5000 Hz** の周波数成分が他の周波数に比べて大きいということは分かりました。

しかし、このピークの大きさが、どれくらい変動しているかまでは、見て取れません。

Track 004		lan ata anya maga dan falan pila ka dalam ata ang Malana Kabupatén pila kanya kanya kata pilakana a
基本周波数角	新 瞬時解析 器 22 国 第 11 日 11 国 11 日 12 日 13 日 14 13 日 14 13 日 14 13 14 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15	×
Adding	Item[2] Item[3] Item[4] ExpressionItem	
100 90 80 70 60 60 40 30 30	www.hamay.manapage.p.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.	■ Adding Generated wave file フレーム長: 1024 窓開版: Hanning 0.4.: 100.448dB ビーグ版: SkHz ビーグ版: SkHz ビーグ版: 5.256dB 刷法数度かけけ補正: なし ノイズレベリ除去: なし、
20[0	5k 10k 15k 20k 周波跋 [H2]	DC キャンセル: OFF
パワースペク	トル フーリエスペクトル 人自己相関関数 人 オクターブ解析	
基本周波到表 一 Adding	Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro (V/V = 20)] Image: Micro	×
0.0	00 8취()) [s] 10.000	■Adding Generated wave file ズーム時刻(絶対) 0:00:00.000000 0:00:10.000000
90 80 70 60 50		ial族数レンン:
40 X 40 20 0	平均值 5k 10k 15k 20k	ピーク周波数: 2kHz ピーク値: 94.235dB 周波数重み付け補正: なし ノイズレベル除去: なし DCをおいたれ. 0FE
107 7.00	周波数 [Hz]	

ΟΝΟ ΣΟΚΚΙ

合成波形を 1/3 オクターブ解析します。このとき、時定数(時間重み)は NONE(無し) で時間間隔は 1 ms を選びます。

時定数を掛けると、**変動具合が滑らかにされてしまい、消えてしまう**ので注意します。



2000 Hz と 5000 Hz のカラーパターンに繰り返して大きさが変化している状態が見えます。 カラーのスケール調整(図では 95-60)、を変えながら確認します。



ΟΝΟ Ο ΚΚΙ



2000 Hz と 5000 Hz に色の繰り返しの変化がみてとれます。 2000 Hz と 5000 Hz のタイムトレンド(時間変化)を見てみます。 1 s 間のトレンドです。

80 dBから 95 dB の範囲で変化しているのが分かります

0.412e, 94 5218 0.000 単間[5] 1.015 0.000 単間[5] 1.015 0.000 単間[5] 1.015 0.000 1.015 0.000 1.015 0.000 1.015 0.000 1.015 0.000 1.015 0	1/N オ	ウターブ解析 I区間解析(タイムトレンド: Adding) I] is: 📲 🖷 🐗 🖷 2 125Hz	0				×
0.000 0.000 0.000 0.0000 0.0000 0.00						0.412s, 94.521dB	Adding Generated wave f	ile
0 250m 500m 750m 1.017	オクタープパンドレベル [dB]		<u> Naraharan Indonesia</u>	half had a far a f	an a	an a	ズーム時刻(絶対) サンプリング周辺成数: 時析上現周辺成数: 時間提: ビージ時間: ビージョ(通: 時定数): 局辺成数量み付け補正:	0:00:00.00000 0:00:01.018000 51.2kHz 20000Hz 1.0188 0.5115 96.422 dB None 7aU
i9間 [s]		0 25	Om	500m 8時間 [s]	750m	1.017		

この繰り返しの周波数ために 2000 Hz、5000 Hz のトレンド波形を FFT 解析してみます。

トレンドデータを CSV 形式で保存します。画面内でマウスの右ボタンをクリック。

1/N オクターブ i= 虚 Luu □ 2000Hz	解析 [Z開解析(タイムトレンドAdding)] 二 101 - 121 -	×								
0.0	0.4125,9452108 0.000 ¥नीवि (s) 1.019									
90 90 (1) 70	メインフィールドを選択	サンガング周)決数 51.2kHz 解析上現別決数: 200001/2 時間: 0.511s ビーが時間: 0.511s ビーが時間: 95.422 dB 時定数: None								
イメインパレー 40 50	データスト表示 CSV出力 ・ AV出力_	周辺波鉄道み付け補正: なし 現在のデータ 解析期田全(本								
+ +0 . 30 	O-Chart 出力 タイムトレンドのデータをOscopeにインボート 画面コピー									
0 1/1 オクター	Bmp出力 ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	Suum /Sum 1.017								
	カーソルの断面(Xma)を表示 カーソルの断面(Xma)を表示	1_3 オクターブ.csv のファイルが保存されます。								

ONO SOKKI

保存した CSV ファイルをデータファイルのインポートで ASCII ファイル指定でインポー トします。

1/3 オクターブを1ms間隔で求めているので、サンプリング周波数は1000 Hzです。

インポート条件の設定 [1_3 オクターブ.csv]							
○ 項目行	5	● 単位行	6 🚖	○ データ	開始行 7	÷	
サンプリング	周波数 1000	[Hz] サンプリ:	ングクロック 1	[ms]			
	A	В	C	D	E	^	
1	解析名	1/3 オクターブ(タイ					
2	解析区間(絶対)	0:00:00.000000-0:					
3	表示形式	周波数重ね描き					
4	表示項目	Adding					
5	時間	2000Hz	5000Hz	Overall	Overall(A)		
6	s	dB	dB	dB	dB		
7	0	76.98	88.92	94.952	93.914		
8	0.001	88.401	93.599	98.242	97.975		
9	0.002	91.674	91.493	98.07	97.905		
10	0.003	93.198	94.674	99.35	99.414		
11	0.004	94.954	94.412	100.11	100.16		
12	0.005	95.055	89.642	98.866	98.977		
13	0.006	93.383	89.746	98.578	98.301		
14	0.007	91.869	88.094	97.694	97.221		
15	0.008	92.175	90.6	98.343	98.379		
16	0.009	93.825	94.652	99.884	100.05		
17	0.01	96.19	90.586	99.062	99.598		
18	0.011	94.847	87.135	99.602	99.635		
19	0.012	92.654	86.937	97.67	97.599	v	
00	0.040	04.405	05.000	00.000	00.000		
					インポート	キャンセル	

インポートすると、データマネージャーにファイルが増えます。

『データマ	マネージ	7 4 -			×
		🎇 📅 🗐 -			
1	Gene	rated wave file(51.2kHz)			
2:	1.3 2	ヤクターブ csv(1kHz)			
E 771,	<u> በ</u>	<i>い</i> フォメーション	0.011 030004400		
ファイナ	レ名 IN JAYE	Elitetta	C:#Users#780014#Des	ktop¥1_3 2	709-7.csv
<u>9000</u>	ועכנ	517度發火	210 126 0		
「遅れ度	封門				
セイレー セクティン	いい コン/油車	h	OFF		
771	レマーナ)	ON		
		-			
	_				
検索					_
File	No.	項目名称		単位	イメージ
2	1	時間		s	
2	2	2000Hz		dB	Marker A. A. A. A. A. Markin M.
2	3	5000Hz		dB	dagen an twittely and the
2	4	Overall		dB	ومادودان مردان فيطونه بالمواطع
2	5	Overall(A)		dB	International and a second
	v	o rordin(ri)		30	hit is a second process to

ΟΝΟ Ο ΚΚΙ

Track5 が 2000 Hz と Track6 が 5000 Hz のトレンド波形です。

Scope 3	Profession	nal - [2heni	ndou.osp]							
ファイル(E)	編集(<u>E</u>)	表示(⊻)	範囲(<u>R</u>)	ジャンプ(」)	フィールド(1)	ツール(T)	信号処理(<u>S</u>)	波形解析(<u>A</u>)	データ編集(<u>D</u>)	カスタム(<u>C</u>) ፡
			\mathbb{Z}	Å						
Adding									lind ür vir och in die	
				8):00:00.000		0:0	00:01 .000		0:00:02.000
10. IO.	19	e e				. <u>.</u>			1	
Track 004)]] R.C. -(757	× 7.5 1						
				-					Part de la company de la co	"It day to be a fight
				0-						
				Ů						
				- 1	Nample, Antonia	nite to a fight	alla dià dia 1	na haiperé publiqué	وأحرائكم والأعراد	and a support
				-7.5						
Track 005	ď	DI RÚ B			whether	methody with	Well with the			
				75-	a in al la	A A D.	with the			
Track 006	h	DIL RÚ B			the state of the second	A.MANKARA	MANANA			
				75	lind in the second second.	tha bit a state				

S Oscope Professional - [2henndou.osp]

基本周波数解析を行います。

1 s 間のデータでかつサンプル周波数が 1000 Hz と低いので、フレーム長を短くしないと、 データ不足になるので、注意します。

基本周波数解析					×
解析条件 解析項目 解析区間	 ✓ パワースペクトル ✓ フーリエスペクトル ✓ 自己相関関数 ✓ オクターブ解析 	解析設定 周波数レンジ	変更なし 〜 リサンプリング後のサンプリング 1フレーム目を無視する)"周)波数:	
		フレーム長 オーバーラップ サンプル数 窓関数: ✓ DCキャンセ リピートトリガ	512 マ 75 マ で指定 512 Hanning マ フル 設定…	言羊糸田	
				実行	キャンセル

ΟΝΟ ΣΟΚΚΙ



10 Hz と 30 Hz にピークが現れました。

2000 Hz、5000 Hz のトレンドには、繰り返し変動している成分があることが確認できました。

音を聞いたときに、繰り返しで変化しているような気がしたら、1/3 オクターブ解析を行って、カラーパターンで変化を探り、トレンド波形を FFT 解析することで、周波数が見えて くることもあります。参考にしてください。

(HK)