ミリメータ波CWエクスチェンジャー(MWCW)簡易説明書

by Sergey Zhutyaev, RW3BP & Vladimir Barchukov

ミリメータ波CWエクスチェンジャー(ウインドウズ用)は元来初の47GHzEME交信 を成功させるために開発された。しかし、これは他の場面、例えば信号スペクトラムが(オ ーロラ、降雨散乱)伝播上の理由で広がったり、深いQSBが頻繁に起こるEMEやSHF の対流圏伝播などの場面でも役に立つ。

プログラムは標準のCW符号を使用し、雑音に埋もれた信号の解読を限界から10デシベル低いレベルで可能とする。プログラムは繰り返し電文を非コヒーレントに平均化する手法を基本としている。より技術的なプログラム解説はドキュメントに記述されている。

illimeter Wa	ve CW Exchanger					2
 						
•					<u> </u>	- +
V = 100m ³	V DV = 0		S	01 = 0.000 ms	3	
evel Selecte	d: F1=250.0 Hz F2=1150.0 H	Iz Msg. Len = 11.200	000 s Rx Mes	sage	Length, s	Tx
			RW3BP1	VE4MA	11.2000	•
			RW3BP1	VE4MA O	12.7260	C
			RO		2.4480	C
			R		1.0300	0
			73		3.3280	0
🔽 BFSI	< Shift=900.0 Hz SNF	} = Invalid	12000	Sample Rat	e, Hz Abo	out
lime	Next RUN	Period, sec N	My Call	Signal Sou	rce Esta	T
18:56	0:00:00	600 Auto Run	R₩3BP To Radio	 Sound Archi 	ving <u>Tran</u>	smitt
	Received 0 s	Tx First	VE4MA	O Wave f	ile <u>Rec</u> i	eive
300 Signal I 12 CW Wf	BW, Hz Fine Tuning, ppm	Audio On Ton	Inverse 40 e, Hz	Gain, d Gain, d Thresh	B None DTR	T PT

図1 メイン画面

インストレーション

インストレーションは大変簡単。プログラムをインストールし、指定したディレクトリか ら走らせる。図1のメイン画面を見よ。

メイン画面には3つのパーツがある。一番上はオシロスコープである。これは処理の終わった信号出力を表示する。その下、画面中央部は多チャンネル信号強度表示器である。これは90個の方形ピクセル集合、すなわち18*5列のLEDがある。LEDの左側は電文パネルで、各LEDアレイ列はメッセージ列と対応している。各コラムは特定の入力周波数フィルタ窓に存在するエネルギに相当する。最下部では主にスケジュールや信号処理パラメータの設定を行う。

運用と使用法

このプログラムで出来る運用モードは3つある。第1のモードは、保存された WAVE ファ イルの受信信号の処理である。第2のモードは、受信信号の実時間処理と対応する WAVE ファイルの生成である。第3のモードは、送信用の1トーンもしくは2トーンのCW信号 の生成である。第2、第3モードは同時に使用することが出来る(エコーテストモード)。 これで月からの自分のエコーを得ることができる。

WAVE ファイルの処理(第1モード)

このモードで事前に WAVE ファイルに保存された信号の解析を行うことができる。WAVE ファイルは実在の信号から生成したり、MWCW シミュレーションプログラムによって生成 することができる。MWCW シミュレーションプログラムは、S/N のいろんなレベルにおけ る運用場面における復調システムをテストすることができる。下部の信号源領域において、 入力をサウンドカードから WAVE ファイルに切り替えよ。送信ボタンが消え、受信ボタン の替わりにロードファイルボタンが現れる。ファイルを処理する前に次のことを行う必要 がある。

MY CALL に第一(送信)局のコールサインをタイプする。

TO RADIO に第2局のコールサインをタイプする。

保存されるシグナルが2トーンCWならば(これが通常微弱信号運用におけるベストモ ードだ)、中のセクション窓の LED アレイの下で、**BFSK** モードを選択する。

該当する信号バンド幅を選択する。(このプログラムにより発生される BFSK の周波数シ フトは信号バンド幅の3倍である)

CWスピードをセットする(デフォルトは12WPM)。 処理された信号を聞くために、**PLAY AUDIO** をオンにセットする。

Millimeter Wave CW Exchanger: [rw3bp-ve4ma.wav]									
V = 100mV DV = 0 T = 1 s DT = 0.000 ms	+								
Level Selected: F1=1000.0 Hz F2=1900.0 Hz Msg. Len = 12.728927 s Rx Message Length, s RW3BP VE4MA 11.2000 RW3BP VE4MA 0 12.7260 RO 2.4480 R 1.0300 73 3.3280 Image: Mark BUN Period, sec My Call Signal Source Sound card Sound card									
IS.20.49 O.00.00 Auto Run To Radio Image: Archiving Received 590 s Tx First VE4MA Image: Wave file Load File									
300 Signal BW, Hz Message Length Image: Audio On Image: Signal BW, Hz Message Length Image: Signal BW, Hz Message Length Image: Signal BW, Hz Image: Signal BW, Hz	PTT Inv Inv								

図2 録音された信号ファイルの処理

LOAD FILE をクリックし、希望のファイルを選ぶ。図2に示す実際の47GHz EME 信号の処理結果(VE4MA,2005年4月12日)を見てくれ。明るい LED 表示器がファイル処理後に LED 行列の中に現れる。これは信号が発見された周波数チャンネル(150Hz 幅、選択された300Hz 信号幅の対する)を示している。LED は信号が強いほど明るく光る。もっとも明るい LED をクリックすると、チャンネルの出力がオシロスコープ窓に表示される。このチャンネルの信号の S/N が同時に表示される(この例では-20dB)。表示された出力は下部窓の PLAY AUDIO ボタンを選択すると再生することができる。

最良の結果を得るために電文の長さをチューンすることが必要かもしれない。原因は電文の長さが送信と受信で使っているサウンドカードのサンプルレートの違いにより実際の電 文が期待とは違うかもしれないからだ。この補正には**電文長 FINE TUNING**を使う。この 例では、最良の結果(最高の表示 S/N)が+230ppm 補正で得られている。(1ppm=百万分の1.1%=10000ppm) このように、最良結果は受信長 12.728927 秒で得られた。設定は 12.726 秒であったにかかわらず。経験によればほとんどのサウンドカードのチューニング範囲は+/-200-300ppm である。

画面上のその他の設定は

サンプルレート=11025Hz。これは保存シグナルの WAVE ファイルアトリビューツに より決定される。

周期 = 5 8 9 秒。これも同じく WAVE ファイルアトリビューツにより決定される。

トーン = 7 0 0 H z 。これはC W信号の再生トーンの周波数。オペレータの好みにより 設定できる。

GAIN = 3 5 d B。平均処理後の受信信号の増幅利得。受信に適したレベルとなるよう変 更できる。

スレッショールド=-0.1V。オーディオ変調器のスレッショールド調整。通常はゼロだが、再生信号に対する運用者の好みに合わせることができる。

実時間処理(第2のモード)

実時間処理は保存された WAVE ファイルの処理とほぼ同様であるので、ここでは相違点の み記述する。図3を参照。

Level	Selected: F1=250.0 Hz F2=1150.0 H;	z Msg. Len = 12.20	00000 s R	x Message	Length, s	Tx	
			RV	/3BP AD6FP	12.2000	$\overline{\bullet}$	
RW3BP AD6FP O				13.7360	0		
			RO		2.4480	0	
			R		1.0300	0	
			73		3.3280	0	
Image: BFSK Shift=900.0 Hz SNR = Invalid 12000 Image: Sample Rate, Hz About							
Time	Next RUN 0:00:00	Period, sec 600 Auto Run	My Call RW3BP To Radio	Signal Sou	rce Echo card Tran	Test Ismitt	
	Received 0 s	I_ TX First	AD6FP	O Wave f	ile Rec	eive	

図 3

信号源はサウンドカードを選択。

受信機出力をサウンドカード入力に接続。

受信ボタンをクリックし、入力レベルをレベルバーグラフが50-75%を指示するよう調製する。

サンプルレートを選択する。古いサウンドカードなら 11025H z を使う。最近のカードなら 12000H z を。レートが高くとも動作するが生成されるファイルのサイズが大きくなる。

- 周期を選択する。これはあらかじめスケジュールの相手局と決めておかねばならない。 弱いシグナルには長い平均時間を設定する必要がある。シグナルが弱いほど長い平均時間 が必要になる。しかし平均時間の増加は交信継続時間が長くなる。47GHzEMEでは、 周期 600 秒が良い結果をもたらすとわかった。しかし周波数は交信継続時間の間精度を保 たねばならない。これは必要なドップラー補正を含めての課題である。

受信シグナルを保存するには、ARCHIVING ボタンを使う。プログラムはファイルネームの入力を要求する。そして受信ボタンを押す度に与えられた名前にシーケンス番号を付加した WAVE ファイルが生成される。

電文長をファインチューンすることもできる。電文チャンネルを選択し、入力信号の保存 周期の間に結果を最適化する。しかし処理周期の第二ハーフまで待つほうがよい。その時 点で平均化されたシグナルはより良く定義される。

送信

送信モードではプログラムは繰り返し電文を通常 1 トーンCW、もしくは2 トーンCWフ オーマットで生成する。通常CWでは1000Hzトーンが使用される。2 トーンCW(B FSK)では1000Hzはキーダウンに対応し、1000Hz+3*信号BWがキーア ップに対応する。プログラムはT/R 切替を COM ポート経由でPTTを発生する。 図3を参照してほしい。次の送信周期のために適当な電文を選択し、対応するTXボタン を選択する。送信はTXボタンを押した直後に始まり、選択された周期時間の間持続する。



図4

図4に示すようにプログラムは送信/受信シーケンスを自動化することもできる。このモードを選ぶには、NEXT RUN をダブルクリックし、スケジュールされた開始時刻を入力する。 その後該当するなら TX FIRST を選択し、AUTO RUN を選択する。送信は入力された時 刻に始まり、入力された周期にしたがって繰り返される。

極微弱信号に対しては送信と受信は別のサウンドカードを別のコンピュータで行うのが良い。それによりTX周期を受信シグナルの解析に使用できるからだ。

エコーテスト

このモードでは、PTT制御を COM ポートにより行うのが良い。プログラムは繰り返し電 文の生成と受信シグナルの処理を同時に開始する。送信および受信周期は同じ長さ、月か らのエコー遅延時間(約2.8秒)より少し長い。このモードでは MYCALL ボックスにタ イプされたどんな電文でも使うことができる。それは2.8秒より長くても短くても良い。 送信周期には受信機からは雑音は出ない。

より低いバンドでの使用

より低いバンドでは信号歪がより少ないので、入力フィルタのバンド幅を減らすことがで きる。これにより改善が期待でき、入力SN比で-25-26dBでのCW交信が可能と なる。しかしながらバンド幅はCW速度により制限される。12WPMでは制限は10H zであるが、15-20Hzを使うのがより良い。1WPM以下の超低速CWを使うこと もできる。この場合バンド幅は1Hzで可能。これなら入力SN比 33dBでコールサ インを読むことができる。QRSCWをもっと快適に読むために、プログラムは12WP Mに再処理して出力する。QRSは広いバンド幅でも使用できる。SN比を改善するため ではなく、サウンドカードのサンプリングレート精度への要求を軽減するためだ。このプ ログラムはランダム交信が不可能な状況で使うよう設計されたのだが、ランダム交信にプ ログラムを使用する方法もある。プログラムを使う関心が寄せられれば将来その方法を説 明してもよい。

W5LUA, VE4MA, AD6FP の各位にはプログラムの開発に際し助言、試用など協力いただ き感謝している。

ダウンロード

MWCW は ZIP ファイル (617KB) でダウンロードできる。 www.ve1alq.com