

第3章 片波がきれいに削り取られたシャープなデジタルSSB波を生成

マイコンのソフトウェア開発② 送信変調処理

小川 一朗 Ojisankoubou

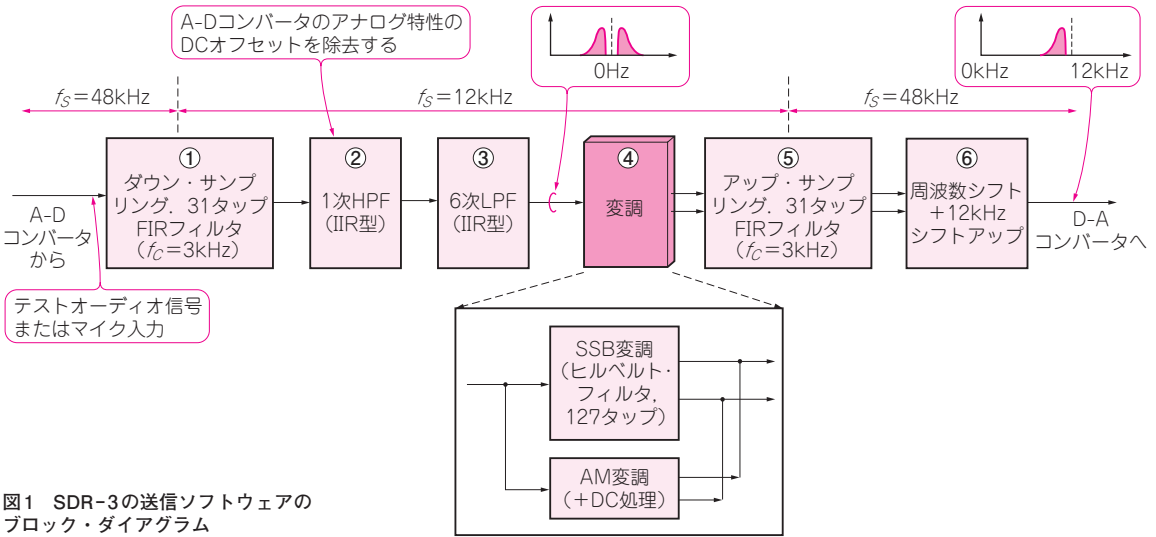


図1 SDR-3の送信ソフトウェアのブロック・ダイアグラム

図1に示すのは、SDR-3が送信モード(SSB位相方式とAMのとき)で動作しているときのSTM32F405マイコンのソフトウェア・フローです。SDR-3Dは「12 kHz固定周波数で送受信するSDR」です。送信時は、マイクから取り込んだ音声で12 kHzのキャリアを変調する演算をします。本章では、図1の変調処理ブロック(④)のデジタル変調の考え方と、STM32F405マイコン用に記述したCプログラムを紹介します。

■ 送信処理のあらまし

● サンプル周波数ダウンと各種フィルタリング
マイコンは、サンプル周波数48 kHzのデジタル・オーディオ信号をオーディオ・コーデックから受け取ります。マイコンでは、図1の①～⑥に示すフィルタリングと周波数シフトを行います。
①では、48 kHzのサンプル周波数を低いサンプル周波数に落とします。落とすサンプル周波数はもとのサンプル周波数の整数分の1が都合が良いので、8 kHz、12 kHz、16 kHzなどの選択肢がありますが、12 kHzを選びました。後述のように、16 kHzを選ぶと、位相方式でのSSB波生成に使うヒルベルト変換FIRフィルタのタップ数を増やさなければなりません。

第5章で紹介するノイズ・リダクション(denoiser)のFIRフィルタのタップ数の増大にもつながります。
8 kHzを選ぶと、ナイキスト周波数が4 kHzになって音声帯域ぎりぎりになります。したがって、12 kHzがちょうどいい周波数です。
①に入っているFIRフィルタで、サンプル周波数変換したあとにエイリアスとなる信号成分をあらかじめ除去しておきます。ここでは、サンプル周波数を12 kHzに変換するので、ナイキスト周波数6 kHz以上の成分をあらかじめ落とす必要があります。
サンプル周波数12 kHzの音声信号は、②と③の2つのフィルタを通過して変調ブロックに入ります。LSB(Lower Side Band)のSSBを生成したいなら、ここで、正側の成分を除去します[後出の図3(a)]。これでキャリア周波数が0 HzのLSB信号になります。
ブロック⑤では、変調ブロックから出た信号(サンプル周波数12 kHz)をマイコンの後段につながるD-Aコンバータに合うように、サンプル周波数を48 kHzに上げます。
● +12 kHz周波数シフト
続くブロック⑥では、サンプル周波数48 kHzのLSB信号を0 Hzから12 kHzにシフトします。

【セミナー案内】 実習・マイコンを動かしながら学ぶデジタル・フィルタ
— ARMマイコン(Cortex-M7)によるデジタル・フィルタの設計と製作
【講師】 三上直樹氏、8/22(水) 30,000円(税込み) <http://seminar.cqpub.co.jp/>