

## つながるワイヤレス通信機器の開発手法

### 第7回 続・原理設計を行う—— 通話の原理から通信を学ぶ

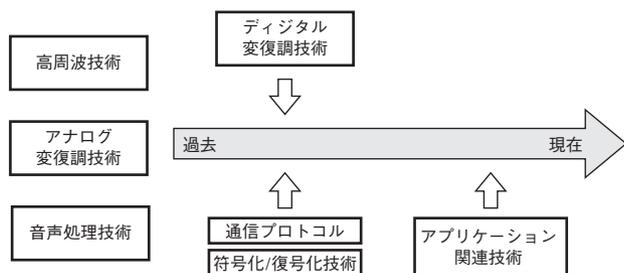
太田博之

前回(本誌2002年11月号, pp.119-127)に引き続き, 原理設計について説明する. 前回は, ワイヤレス通信機器の要素技術のうち高周波技術, 変復調技術, 符号化/復号化技術について説明した. 今回は, アナログ回路で実現する音声処理技術, ソフトウェアで実現する通信プロトコル, および比較的最近になって出てきたアプリケーション関連技術を紹介する.  
(編集部)

通信機器開発に固有の技術を図1に示す. 前回(本誌2002年11月号, pp.119-127)は, これらのうち, 高周波技術と変復調技術, 符号化/復号化技術について基礎的な数学の知識を交えながら説明した. 今回はその続きとして, 音声処理技術, 通信プロトコル, アプリケーション関連技術について説明する.

#### 1. 音質改善のための音声処理技術

まず, アナログ通信とデジタル通信の音声処理技術に



〔図1〕要素技術の変遷

携帯電話が普及する前の無線通信機器に使われている技術の大半は, 高周波技術, アナログ変復調技術, 音声処理技術の三つで占められている. その後, 呼制御の自動化のためにプロトコル通信が生まれた. コンピュータ間で決められた通信プロトコルに沿って呼制御を行うために符号化/復号化技術やデジタル変復調技術が必要となり, 最後に, アプリケーション関連技術が出てきた.

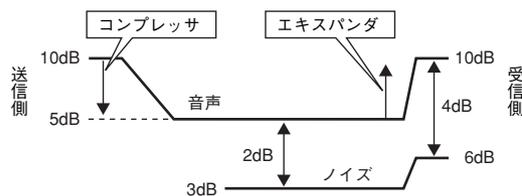
ついて述べる.

#### ●アナログ通信の音声処理技術

アナログ通信の場合, 音声処理技術には音声の圧縮・伸張によってノイズを抑圧するコンプレッサ(圧縮)/エキスパンダ(伸張), ノイズのピーク・レベルを抑えるノイズ・リミッタといった技術がある.

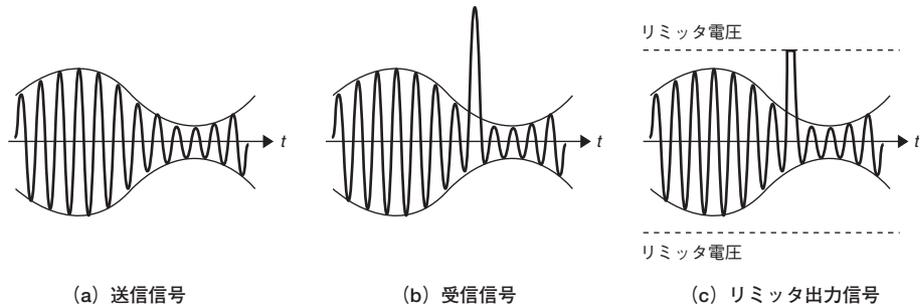
コンプレッサ/エキスパンダの概念は図2のように表される. コンプレッサによって, 送信側においてあらかじめlogで1/2(例えば, 10dBから5dB)に圧縮して音声信号を送信する. この圧縮された音声信号に通信路でノイズが乗り受信機に到達するわけだが, 受信側では音声信号をlogで2倍(5dBから10dB)の伸張を行って送信側と同じレベルに戻す. このとき, ノイズについても同じ処理を行う. このような処理を行うと, 通信路で例えば2dBだったS/N(信号対ノイズ比)が送信側では4dBになるため, ノイズが少なく品質の良い通信を行えることになる.

コンプレッサ/エキスパンダは, アナログFM通信で多く用いられ, その効果を発揮した. また, この技術はアナログ回路で実現されている. 具体的には, ダイオードの電圧特性のカーブを利用して圧縮伸張を行っている.



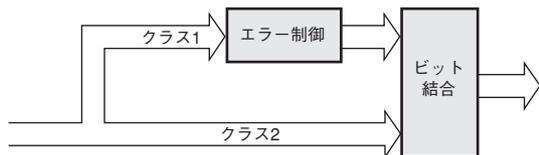
〔図2〕コンプレッサとエキスパンダ

受信側では, 音声データだけでなく, 通信路で3dBだったノイズを6dB(つまりlogで2倍)に伸張している.



【図3】  
ノイズ・リミッタ

この技術はAM変調を用いた通信でのみ使用される。



【図4】音声転送に適したエラー訂正

符号化後、そのデータ列をクラス1とクラス2に分ける。それから、クラス1の部分のみエラー制御を行う。クラス2の部分のエラー制御を行うと、高速なデータ転送速度が必要となり、周波数の有効利用にならない。

また、AM変調を使った通信において通信路でノイズがのった場合、図3(b)のように大きなピーク電圧が発生する。このノイズはそのまま音声信号の振幅に比例するので、非常に大きなノイズとなって人の耳に聞こえてくる。これに対して、図3(c)のように任意の振幅以上をカットする方法をノイズ・リミッタという。このような振幅に比例するノイズはAM変調のときしか生じないため、この技術はAM変調を用いた通信でのみ使用される。この技術は、リミッタ電圧を決定するバイアス電圧をダイオードにかけて実現する。

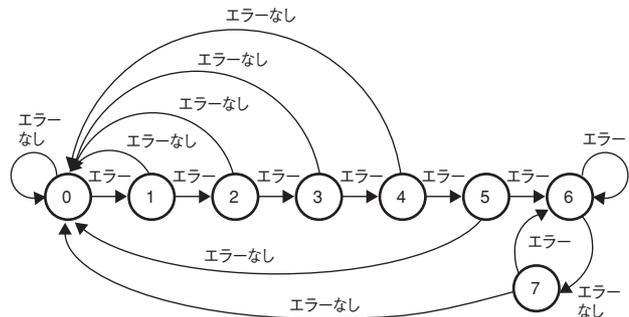
### ●デジタル通信の音声処理技術

上記の技術はアナログ通信に用いられる技術であるが、デジタル通信の場合も音声の品質を良くするために以下に示す二つの技術が用いられている。

#### 1) 音声転送に適したエラー制御

デジタル通信の場合、アナログである音声信号を一度デジタル信号に変換(符号化)して送信するため、通信路におけるノイズはデジタル符号に対するエラーとなる。このため、音声の品質を上げるためにエラー制御が有効である。音声通信のエラー制御は単なるエラー制御ではなく、音声の特性に合った方法で行われる。

アナログ信号を符号化したあと、データ列をクラス1とクラス2に分ける。クラス1のデータが誤っている場合、音



状態0：エラーなしの状態を受信した音声データをそのまま使う  
 状態1、2：前のフレームのデータをそのまま使う  
 状態3、4、5：前の音を使うがもとの音より一定量だけ小さくする  
 状態6、7：完全に無音

【図5】バッド・フレーム・マスキングの例

日本のデジタル自動車電話システムで定義されているバッド・フレーム・マスキングを示す。この例の通信規格はARIBで定義されているが、実際には、状態の数やミュート時のミュート量について、それぞれのメーカーが考える最適な値に設定されることが多い。

声の品質に重大な劣化をもたらす。クラス2は誤ったとしても軽微な劣化ですむデータである。このような分割のあと、クラス1の部分のみエラー制御を行う(図4)。クラス2の部分にもエラー制御を施してもよいが、その場合は高速なデータ転送速度が必要となり、周波数の有効利用にならない。

音声の特性に合わせたこの方法により、データ転送速度を上げずに、かつ、音声劣化が比較的少ない方法で音声を転送できる。

#### 2) バッド・フレーム・マスキング

エラー制御によって高品質の音声転送を行う場合、通信路でエラーが生じてエラー訂正ができないときがある。このような場合、「エラーが生じたフレームのデータを音声の復号には使わない」という方法が採られる。この方法は「バッド・フレーム・マスキング」と呼ばれる。単純な方法としては、エラーが生じたフレームをミュート(消音)する方法と、前の音をそのまま使う方法の二つがあるが、通常はこれらを組み合わせて使用する。