



デジタル自動車電話用適応等化器

情報通信研究室 原田知育

Adaptive Equalizer for Digital Cellular Mobile Telephones

Tomohisa Harada

1. まえがき

自動車電話の使用環境は様々であり、建物等の反射により時間的に遅れて到来する電波（遅延波）が受信されることがある。そのような場合、受信信号が歪むことによりビット誤り率（BER）が著しく劣化し、通話品質が低下する。当所では、この対策として適応等化器を用いる方法に着目し、DSP（Digital Signal Processor）を用いてデジタル自動車電話用適応等化器を試作した。

2. 適応等化器の構成と動作

適応等化器は電波伝搬路の逆特性を実現する一種のフィルタであり、そのフィルタ特性は自動車の移動に伴う伝搬路の変動に対して適応的に制御される。このような適応等化器として様々な方式が提案されているが、比較的簡単な構成で良好なBER特性が得られることから、ここではFig. 1に示すようなRLS（Recursive Least Squares）アルゴリズムに基づく判定帰還形等化器を用いた。

Fig. 1において、 x_n は受信したベースバンド信号を $T/2$ 間隔（ T ；シンボル間隔）でサンプルして得られる信号列、 $w_0 \sim w_4$ はタップ係数、 d_n は判定出力である。フィルタ特性はタップ係数により決定され、伝搬路の逆特性は式(1)の ε が最小となるようにタップ係数を制御することにより実現される。

$$\varepsilon = \sum_{k=0}^n \lambda^{n-k} |d_k - W_n X_k|^2 \quad (1)$$

$$W_n = [w_0, w_1, w_2, w_3, w_4] \quad (2)$$

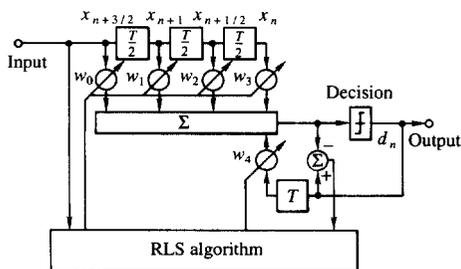


Fig. 1 Decision feedback equalizer using RLS algorithm.

$$X_k = [x_{k+3/2}, x_{k+1}, x_{k+1/2}, x_k, d_{k-1}]^T \quad (3)$$

λ ; 忘却係数 ($0 < \lambda < 1$)

Fig. 2にDSP（演算速度33MFLOPS，32ビット浮動小数点演算）を用いて試作した適応等化器ハードウェアの外観を示す。本ハードウェアには、等化処理部分だけでなく、ベースバンド信号の入出力部分およびデジタル信号の入出力部分も含まれている。上述の等化処理はDSPにおいて実行される。

3. 特性

Fig. 3は正規化遅延時間 τ/T （ τ ；遅延時間）に対するBER特性を示したものである。比較のために、移動通信でよく用いられる遅延検波の特性を併せて示す。ここで、伝搬路として、平均電力が等しく、受信レベルが互いに独立にレイリー分布に従って変動する先行波と遅延波が受信される環境を想定している。また、最大ドップラ周波数 f_D は、自動車が50km/h程度で走行する場合（使用周波数帯を900MHz帯と仮定）を想定して40Hzとした。

試作した適応等化器を用いることにより、 τ/T の値が市街地に相当する0.125程度だけでなく山岳地に相当する0.25程度であっても音声伝送が可能になる程度（ 3.0×10^{-2} ）までBERを改善できることが確認できる。

4. まとめ

デジタル自動車電話用適応等化器を試作し、BER特性の改善効果を確認した。

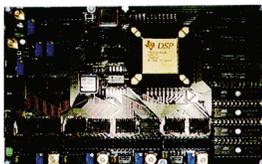


Fig. 2 Adaptive equalizer for digital cellular mobile telephones.

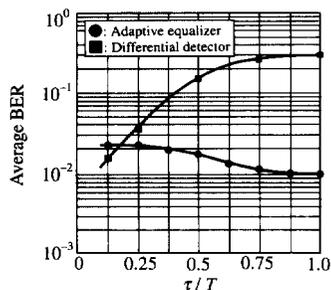


Fig. 3 Average BER performance vs. normalized delay. ($D/U = 0\text{dB}$, $f_D = 40\text{Hz}$, $E_b/N_0 = 20\text{dB}$)