

# 1286 連続帰還伝送方式

田中英彦 (東京大学工学部)

はじめに 従来迄通信方式に於ける帰還は、デジタル伝送での誤り率対策として使われているが、ここで提案する方式はその連続伝送への拡張で、往路・帰路ともに連続波を用いた帰還方式である。本方式で用いる往路・帰路の伝送信号構成と、そのときの特性について検討した結果を御報告する。

**本文** 往路・帰路ともに連続波を用いる線形伝送方式として図のような構成を考える。伝送すべき情報は1つのスカラー $x_0$ で、これをある時間かけて出力SNRが大きくなるように伝送する。本方式は前に発表したアナログフィードバック方式の伝送路信号を連続化したアナログ伝送とみることもできるが、やはり送受信間の同期は必要である。従って本方式を通信に用いる場合、各アナログサンプル(デジタル情報ならD-A出力)毎にこの帰還伝送を始め直すことになる。次に本方式の解析結果を示そう。解析の便查上、往路で加わる雑音は白色とし、また伝送路の往復遅延Dは往路と帰路の遅延の和であるがこれをまとめて帰路に入れておく。帰還路雑音の影響については前の離散的伝送から推定できるので、今のところはSNRが充分高いものとする。さて送信信号波形 $s(t)$ は、スカラー $x_0$ と帰還信号 $y(t-D)$ とから時変利得増幅器 $a(t), b(t)$ を用いて次のように作る。

$$s(t) = a(t) \cdot x_0 - b(t) \cdot y(t-D)$$

初期のD秒間は帰還信号が未だ戻って来ないので送受信ループは開いており、従ってその間の送信信号 $s(t)$ は元のスカラー $x_0$ に比例した大きさを持つ直流で、D秒経ってから帰還による修正が始まる。受信側の受信波形を $r(t)$ とした時、これに対応して $x_0$ の推定出力 $y(t)$ を次のようにして求める。

$$y(t) = g(t) \cdot \int_0^t a(\tau) \cdot [r(\tau) + c(\tau) \cdot y(\tau-D)] d\tau$$

このシステムで伝送を続ける時、時間が経つにつれて出力 $y(t)$ はだんだん $x_0$ に近づいてゆく。その速さは時変利得や伝送SNRに依存するが、任意の時刻に於ける出力のSNRが最も大きくなるような構成は、変分法から次の

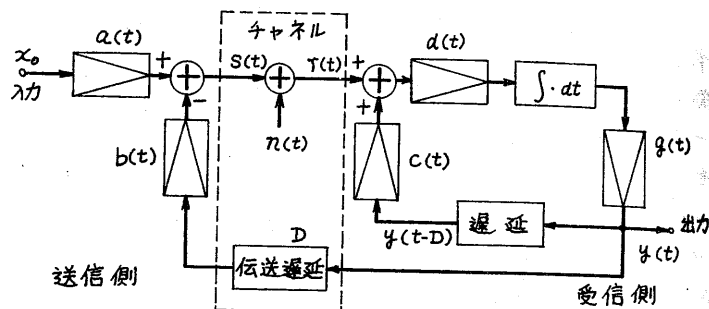


図 連続帰還伝送方式

ように求められる。

$$a(t) = d(t) = \sqrt{S_1} \cdot \sqrt{1 + f(t-D)}$$

$$b(t) = c(t) = \frac{\sqrt{S_1} \cdot f(t-D)}{\sigma \sqrt{1 + f(t-D)}}, \quad g(t) = \frac{2\sigma^2}{N_0 f(t)}$$

ただし $S_1$ は送信電力、 $\sigma^2 = x_0^2$ 、 $N_0$ は雑音電力密度(片側)で、 $f(t)$ はそのラプラス変換 $F(s)$ が次式で与えられるような時間関数で、 $t$ 秒後出力 $y(t)$ のSNRを表わしている。

$$F(s) = \mathcal{L}[f(t)] = \frac{2S_1/N_0}{s(s + 2S_1/N_0 \cdot e^{-sD})}$$

この $f(t)$ は $iD \leq t < (i+1)D$ の間で順次 $i=0, 1, \dots$ と解けるべき関数であり、 $i$ とともに最高べきの次数が1つずつ増加する。例えば $D \rightarrow 0$ の極限を考えると次のようになる。

$$f(t) = \exp(2S_1 t / N_0) - 1$$

すなわち出力SNRは時間の指数関数で増大する。この時の伝送速度は丁度通信路容量に等しい。このように本方式の伝送能率は高く、又伝送路SNRによる方式利得のスレショルド特性が見られないという特長がある。しかしアナログ帰還方式から類推すると帰還雑音の影響はかなり強いものと思われる。一方遅延が大きい程伝送路の所要帯域は狭く、 $D \rightarrow 0$ の極限に於ける帯域は伝送路SNRに比例すること等が解っている。

\* 尾佐竹・田中 謝辞 御指導いただいた本 昭44 連大2670 学尾佐竹御教授に感謝する。 昭44 全大1265