

음성PCM 정보의 특성을 이용한 전송기술

安承春·李門浩

(한국전기통신공사연수원, 전북대학교 정보통신공학과 교수)

■ 차례 ■

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 1. 서론 | (1) 하위비트에 대한 디지털 잡음 |
| 2. PCM시스템의 잡음 | (2) 상위중요비트에 대한 디지털 에러 |
| 가. PCM시스템에서의 디지털 잡음 | 다. 최적 가중치 및 소거레벨 |
| 나. 시스템 판정기준 | 라. 이론적 시스템 분석 |
| 3. 가중PCM 신호의 소거대역 설정에 의한 신호재생 | 4. 컴퓨터에 의한 시뮬레이션 |
| 가. 가중PCM시스템 | 5. 결론 |
| 나. 가중PCM신호에 대한 소거대역설정
에 의한 신호재생 | |

1 서론

PCM 음성정보는 PCM 워드내 비트의 위치에 따라 각각 다른 중요도를 갖는다^(3, 6, 7) 수신측에서 PCM 음성의 재생시 정확도를 유지하는데 가장 영향력이 큰 비트가 제일 중요하고 그 위치에 따라 각각 다른 정도의 중요성을 갖으며 최하위 비트는 가장 낮은 중요도를 갖는다. 따라서 이와같은 비트의 위치를 고려한 음성 PCM 신호의 특성을 이용하면 보다 양호한 PCM 전송을 할 수 있다.

한편 PCM 디지털 전송에서 비트에러 발생은 전송되는 에너지와 관련이 있으므로 비트 전송에 많은 에너지를 부여한다면 보다 적은 비트에러가 발생된다⁽³⁾. 따라서 신호재생시 정확성의 기여도에 따라서 전송전에 에너지를 부여한

다면 에러 발생효과를 줄일 수 있을 것이다. 이때 디지털 전송시 한 워드당 부여되는 에너지는 각 비트마다 똑같이 부여되는 PCM 방식과 워드당 에너지의 합은 같다. 즉 PCM 워드의 중요비트에 초과 부여되는 에너지는 하위 비트의 에너지로부터 보상되는 것이다.

또 한가지 방법은 PCM 워드의 비트 위치에 따라 송신측에서 대응하는 방법대신, 수신측에서 비트의 위치에 따라 잡음을 개선하는 방법을 생각해 보자. 2진 PCM 비트신호가 수신측에서 재생될때 디지털 보다는 아날로그 신호로 분석된다.

비트 감지기는 이 아날로그 신호가 비트 결정 경계점의 어느 쪽에 있느냐에 따라 디지털 "1" 또는 "0"의 비트를 재생한다. 그러나 수신 신호가 결정 경계지역 근처에 떨어지면 결정된 비트는 신뢰도가 낮다. 특히 상위 중요 비트의 신

호가 결정 경계지역에 나타나면 허위비트가 경계지역에 떨어진 것보다 잡음상의 문제는 더욱 커지게 된다. 따라서 이러한 신뢰도가 적은 경계지역을 개선한다면 PCM 전송잡음은 크게 줄어 들 것이다.

이러한 불확실 지역을 소거대역으로 설정하고 PCM비트를 재생한다면 잡음의 효과를 크게 개선할 수 있을 것이다. 즉 상위 중요비트가 이 소거대역에 나타나면 그 비트가 속한 PCM 워드는 버려진다. 대신에 버려진 신호의 이웃 신호를 분석하여 이 신호에 대신하게 된다. 이와같이 적절한 소거대역 레벨을 비트의 위치에 따라 설정하여 PCM 비트신호를 재생한다면 디지털 전송잡음의 효과는 크게 줄어들 것이다.

결국 PCM 음성신호의 특성을 이용하여PCM 비트의 위치에 따라 의미를 부여함으로써 보다 양호한 통신을 이룩할 수 있겠다. 이상의 두가지 개념을 정리하여 보면 다음과 같다.

- 1) 코드화된 신호비트는 송신측에서 비트의 중요도에 따라 가중화 된다.
- 2) 수신측에서는 상위 중요비트에 대하여 소거대역을 설정하여 신호를 재생한다.

2 PCM 시스템의 잡음

가. PCM 시스템에서의 디지털 잡음

그림 1은 대표적인 PCM 시스템의 구성도이다. 표본화된 입력신호 x 가 압축함수 $f(x)$ 에 의해 압축된 후 양자화, 부호화 과정을 거쳐 그림과 같이 수신측의 출력측에서 신호 x_{ij} 가 재생된다. 재생신호 x_{ij} 는 양자화및 전송 중에 발생한 잡음의 발생으로 입력신호 x 와는 다른 신호이다. 이러한 입출력간의 신호차이를 시스템잡음이라 하고 그 평균잡음전력은 다음과 같이 표시된다.

$$e^2 = E\{(x - x_{ij})^2\} \quad (1)$$

여기서 $E\{(\cdot)\}$ 는 (\cdot) 의 기대치를 나타낸다.

디지털 잡음은 source 잡음과 채널잡음으로 크게 둘로 나눌 수 있다. source잡음과 채널잡음은 서로 독립적으로 발생하므로 평균잡음 전력은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$e = e_s^2 + e_c^2 \quad (2)$$

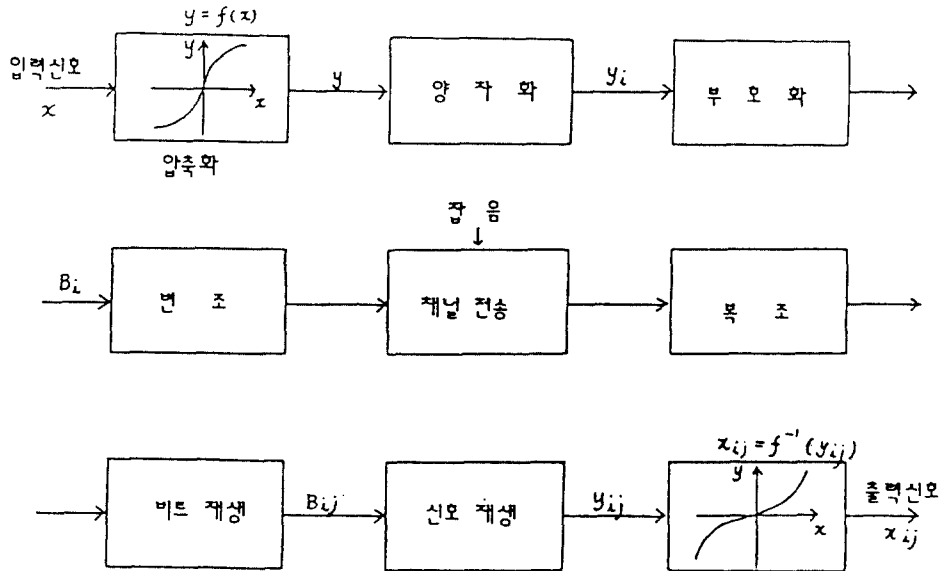


그림 1 압신PCM시스템 구성도.

여기서 e_s^2 은 source 잡음 즉 양자화 잡음이며, e_c^2 은 채널잡음 즉, 전송잡음전력이다. 본고에서 source 잡음은 양자화 잡음이 거의 대부분이므로⁽¹⁾ 이 잡음만을 포함하기로 한다. 음성신호를 실험으로 얻은 바에 의하면 Gamma PDF 나 Laplacian PDF 에 근사하다⁽⁹⁾. 즉, 음성의 진폭은 0 부분에 대단히 밀집되어 있다. 이와같은 PCM 음성신호의 특성을 보상하기 위하여 μ -법칙 또는 A-법칙의 log 압신(Companding) 을 쓰고 있다. 따라서 압신에 따른 양자화 잡음은 A나 μ 의 함수로 나타내어진다⁽²⁾.

한편 디지털 전송 잡음은 신호가 채널전송중에 일어나는 잡음에 기인하며 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$e_c^2 = E_{i,j} [(x_i - x_{i,j})^2] \quad (3)$$

여기서 $E_{i,j}$ 는 모든 양자화 레벨과 모든 가능한 에러 조합 e_j 에 대한 평균을 나타내며, x_i 는 양자화 신호를 나타낸다. source는 채널과 무관하므로 식(3)은 다음과 같다.

$$e_c^2 = \sum_{j=1}^{2^N-1} P_j E_i [(x_i - x_{i,j})^2] \quad (4)$$

E_i 는 모든 가능한 2^N 개의 양자화 레벨에 대한 평균치이며, P_j 는 어떤 특정한 에러 e_j 의 발생확률이다.

디지털 전송에러를 분석하기 위하여 A 인자를 도입하는 것이 편리하다.

$$A_j \equiv E_i [(x_i - x_{i,j})^2] \quad (5)$$

즉 A인자 A_j 는 어떤 특정한 잡음 e_j 로 인하여 입력신호 x_i 가 수신기에서 $x_{i,j}$ 로 재생되었을 때의 평균 잡음 전력이다. 따라서 식(4)를 A인자로 이용하여 표시하면 다음과 같다.

$$e_c^2 = \sum_{j=1}^{2^N-1} p_j A_j \quad (6)$$

이 식은 디지털 전송 에러에 따른 잡음전력이 A인자의 값을 구하면 얻을 수 있음을 나타내고 있다. 확률 P_j 는 에러 e_j 가 발생할 확률이다. 즉 P_1 일 경우 8비트 PCM에서 첫번째 비트에, P_2 는 두번째 비트에 에러가 각각 발생할 확률이다. 또한 P_9 에서 P_{36} 까지는 PCM 한 워드당 두개의 에러가, P_{37} 에서 P_{92} 는 워드당 세개의 에러가 각각 나타날 때의 확률을 나타낸다. 그러나 일반적으로 PCM에서 워드당 두비트 이상의 에러가 발생한다는 것은 극히 적으므로⁽⁴⁾ 식(6)은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$e_c^2 = \sum_{j=1}^N P_j A_j \quad (7)$$

디지털 전송잡음은 각 비트마다의 에러의 발생확률 p_j 만 구하면 A인자의 값을 대입하여 얻을 수 있다. 따라서 본고에서는 음성 PCM의 특성에 따라 비트단위로 신호를 분석하므로 위와 같은 에러 분석의 접근이 효과적이다.

나. 시스템 판정기준

본 연구에서 추구하는 시스템 판정은 입력신호 전력 $E[x^2]$ 과 잡음전력과의 비(s/n)를 기준으로 한다. 잡음전력은 source 잡음과 채널잡음의 합을 말한다.

③ 가중 PCM 신호의 소거대역 설정에 의한 신호재생

가. 가중 PCM 시스템

PCM 통신에 있어서 아날로그 신호는 표본화되고 2진 부호로 코드화 된다. 이 부호화 과정에서 PCM워드의 각 비트는 그 위치에 따라 각각 다른 기여도를 갖는다. 신호가 수신기에서 재생될 때 가장 중요한 비트는 재생된 음성신호의 정확성을 부여하는데 가장 큰 영향을 끼치고, 하위비트는 신호의 정확한 수신에 보다 작은 영향을 미친다.

위와 같은 음성신호 PCM의 특성을 이용하여 2진 부호 진폭 변조방식에 대한 가중 PCM 통신방식을 고려해 보자^(8,9). 이 경우에 PCM 워드의 각 비트 b_j 는 가중치 $\sqrt{w_j}$ 에 의해서 그 크기가 곱해진다.

$$B_j = \sqrt{w_j} b_j \quad (8)$$

여기서 b_j 는 당초의 PCM 비트이다.

이를 일반적인 변조의 경우와 같이 에너지의 크기로 표시하여 j 번째 비트에 대한 에너지를 E_j 라고 하면,

$$E_j = W_j E_j \quad (9)$$

한 PCM 워드를 전송하는데 소요되는 에너지는 가중치를 부여한 경우나 부여하지 않는 경우나 같아야 하므로 한 워드당 에너지는 다음과 같이 일정하게 제한된다.

$$N = \sum_{j=1}^N W_j \quad (10)$$

식(8)로부터 j 번째 비트의 채널 s/n 은

$$H_j = W_j H \quad (11)$$

여기서 H 는 채널의 평균 s/n 이다. 즉,

$$H = E / N_0 \quad (12)$$

N_0 는 백색 가우시안 잡음의 전력분포함수이다.

나. 가중 PCM 신호에 대한 소거대역설정에 의한 신호재생

일반적으로 PCM 신호를 수신할 때 수신기의 출력신호가 결정 경계점의 어느 쪽에 위치했느냐에 따라 논리부호 "1" 또는 "0"의 2가지 상태 중 하나로 출력이 재생된다.

한편 이때 신호의 재생시 "1"과 "0"의 결정 경계대역은 대체로 에러가 발생할 확률이 상

당히 높다. 즉 경계대역 부근에서 "1"로 재생될지라도 이 신호는 송신시 "0"이었는데, 전송 중에 에러가 발생했을 가능성이 크다는 것이다. 이와 반대의 경우도 마찬가지이다. 이와 같이 재생된 신호의 불확실성이 있는 대역을 설정하여 적절한 신호 재생방법을 선택한다면 보다 좋은 PCM 통신이 될 것이다.

소거대역 설정방식은 출력이 2가지 이상의 상태가 된다. 이 방식은 출력 대역이 3부분으로 나뉘어져 3가지 상태가 된다. 3대역중 가운데 대역인 $-z$ 부터 $+z$ 까지는 소거대역으로 지정된다. 수신신호가 $>z$ 이면 충분히 신뢰성 있는 신호이므로 "1"로 재생되고, $<-z$ 이면 "0"로 재생되어 수신신호의 신뢰도를 향상시킨다. 한편 PCM 한 워드의 상위 중요 M 개 비트중 하나라도 소거대역에 떨어지면 이 PCM 워드는 신뢰도가 적은 것으로 판단되어 무효화된다. 이 버려진 신호대신에 이웃 PCM 워드로부터 해당 신호를 예상(prediction)하여 대치하게 된다.

한편 상위 M 비트를 제외한 나머지 PCM 워드의 하위 비트 수신시에는 보통의 방법처럼 신호 재생시 소거대역을 갖지 않고 "1"과 "0"의 두가지 재생 대역만 갖는다. 이는 하위비트에 대하여는 상위비트와 같이 이웃신호를 예상하여 대치하는 것보다 종래의 방법으로 재생하는 것이 보다 s/n 비의 개선에 효과적이기 때문이다.

(1) 하위비트에 대한 디지털 잡음

신호재생시 소거대역을 설정하지 않고 보통의 방법으로 수신하는 PCM 워드의 하위 비트에 대하여 생각해 보자. 백색 가우시안 잡음이 있는 채널에서 2진 신호의 Matched Filter 수신에서 비트발생율은 다음과 같다⁽¹⁾.

$$P = Q\left(\sqrt{\frac{E_a}{2N_0}}\right) \quad (13)$$

여기서 E_a 는 수신기의 입력측에서의 2진 신호

간의 에너지의 차이이다.

이 결과는 2진 부호의 에러발생확률을 구하는데 이용할 수 있다. 결국 가중 PCM에 대한 비트에러발생율(BER)은 다음과 같다.

$$P_{ij} = Q\left(\sqrt{\frac{2W_j E}{N_0}}\right) \quad (14)$$

식(12)과 (14)로 부터 비트당 에러발생확률은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$P_{ij} = Q(\sqrt{2W_j H}) \quad (15)$$

여기서 H는 평균 채널당 신호대 잡음비이다.

식(15)의 에러확률과 식(7)을 이용하여 PCM 하위비트에 대한 디지털 잡음을 구하면 다음과 같다.

$$e_{ci}^2 = \sum_{j=M+1}^N Q(\sqrt{2W_j H}) A_j \quad (16)$$

여기서 M은 상위중요비트이고 M+1번째 비트부터 N번째 비트까지가 하위비트를 나타낸다.

(2)상위중요비트에 대한 디지털 에러

상위 M개의 중요비트는 수신시에 소거대역을 갖는다. 이들 비트에 대한 디지털 잡음은 크게 두가지로 분류할 수 있다. 첫째는 비트 신호가 소거대역 밖으로 떨어져 에러를 감지할 수 없는 경우이다. 둘째는 비트신호가 소거대역안으로 떨어졌을 때 발생하는 잡음의 경우이다. 우선 첫째의 경우 비트신호가 전송중 잡음으로 오류신호가 발생되어 수신측에서 그림 2와 같이 빗금친 부분에 대한 에러 발생확률이다. 이때 상위 중요비트 중 j번째 비트의 발생확률은 식(15)로부터 구할 수 있다. 소거레벨을 T_j라 하면 에러 발생확률은 다음과 같다.

$$P_{mj} = Q(\sqrt{2W_j H} (1+T_j)) \quad (17)$$

이 확률 P_{mj}는 수신비트가 소거대역 밖으로 떨어졌을 때의 확률이다. 그러므로 이 경우에 디지털 잡음은 식(7)에서와 같이

$$e_{ci}^2 = \sum_{j=1}^M Q(\sqrt{2W_j H} (1+T_j)) A_j \quad (18)$$

여기서 e_{ci}²는 상위 중요비트의 디지털 잡음 중 일부가 된다.

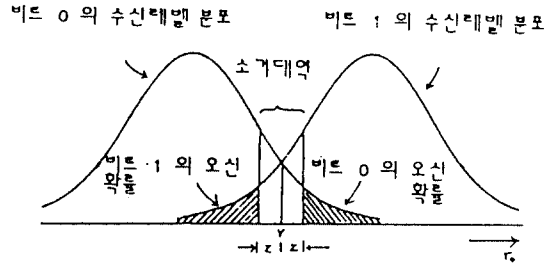


그림 2 비감지 대역의 에러.

앞서 언급한 바와같이 중요 상위비트가 소거대역에 떨어질 때의 잡음을 구해보자. 이때의 에러 발생확률은 그림 3의 빗금친 부분에 대한 에러이다. 비트 신호가 소거대역에 떨어질 확률은 식(17)에서 구한 것과 유사하게 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$P_{zj} = Q(\sqrt{2W_j H} (1-T_j)) - Q(\sqrt{2W_j H} (1+T_j)) \quad (19)$$

상위중요비트가 소거대역으로 떨어지면 그비트가 속한 PCM 워드는 버려지고 재생된 이웃 PCM 워드의 분석에 의하여 대처하게 된다. 위 식은 한 비트당 소거대역으로 떨어질 확률이므로 PCM 워드에서 상위 중요M개의 비트중 하나라도 이 대역에 떨어질 확률은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$P_r = \sum_{j=1}^M P_{zj} \quad (20)$$

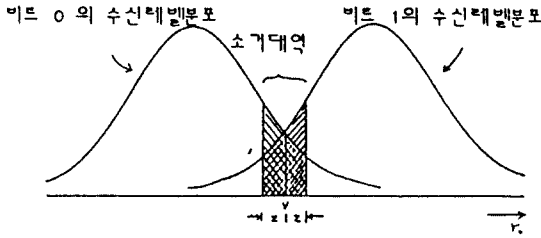


그림 3 소거대역의 예.

다음은 이웃신호로부터 이 PCM 워드를 대치함에 따른 에러를 생각해 보자. 이 에러는 relative mean square error δ 를 이용하여 표시할 수 있다. x 를 표본화된 입력 신호라고, \hat{x} 를 이웃신호의 분석에 의하여 대치된 신호라 하면

$$\delta = \frac{E[(x - \hat{x})^2]}{S^2} \quad (21)$$

로 표시할 수 있다. 여기서 s^2 은 입력신호 전력을 나타낸다.

버려진 신호를 보상함에 따른 에러는 δs^2 이므로 디지털전송 잡음전력은 δs^2 과 이 오류 PCM 워드 발생확률 P_r 을 곱하므로써 얻을 수 있다. 따라서 이 경우에 디지털 잡음전력은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$e_c^2 = \delta s^2 \sum_{j=1}^M [Q(\sqrt{2W_j H} (1 - T_j)) - Q(\sqrt{2W_j H} (1 + T_j))] \quad (22)$$

이 식은 상위중요비트 M 개 중 하나라도 소거대

역에 떨어졌을 때의 디지털 잡음이다.

이제까지 소거대역을 가진 음성PCM 신호의 디지털 수신에 있어 3 가지 디지털 전송잡음을 고찰하였다. 즉,

$$e_c^2 = \sum_{j=1}^M Q(\sqrt{2W_j H} (1 + T_j)) A_j + \sum_{j=M+1}^N Q(\sqrt{2W_j H}) A_j + \delta s^2 \sum_{j=1}^M [Q(\sqrt{2W_j H} (1 - T_j)) - Q(\sqrt{2W_j H} (1 + T_j))] \quad (23)$$

첫번째 항은 상위중요비트가 소거대역 밖으로 떨어져 에러를 감지할 수 없을 때의 잡음이며, 두번째 항은 하위비트에서 소거대역이 없는 경우의 디지털 잡음이다. 마지막 항은 상위중요비트가 소거대역으로 떨어졌을 때 이웃신호를 분석하여 대치함에 따른 잡음을 나타낸다. 따라서 식(23)을 고찰하여 보면 디지털 전송잡음은 가중치 변수 W_j 와 소거레벨 변수 T_j 를 구하면 얻을 수 있겠다.

다. 최적 가중치 및 소거레벨

디지털 잡음을 최소화하기 위한 최적 가중치 및 소거레벨은 Constrained Minimization Method⁵⁾를 이용하여 구할 수 있다. 입력신호 전력을 -17dB, relative mean square 에러 δ 가 0.01일 경우 최적 가중치는 표 1 과 같다.

또한 PCM 신호의 수신시 소거대역을 설정할 경우 상위 중요비트를 PCM 워드 8 비트중 4 비트라 하면 최적 소거레벨은 표 2 와 같다.

표 1 최적가중치.

s / n	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8
10	1.1529	1.1764	1.1575	1.0902	1.0146	0.9324	0.8049	0.6710
8	1.2282	1.2626	1.2350	1.1359	1.0239	0.9008	0.7069	0.5067
6	1.3281	1.3772	1.3378	1.1964	1.0356	0.8572	0.5720	0.2958
4	1.4387	1.5054	1.4518	1.2596	1.0408	0.7959	0.4035	0.1042
2	1.5208	1.6011	1.5366	1.3034	1.0344	0.7284	0.2471	0.0284

표 2 최적 소거레벨

s/n	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
10	0.1296	0.1389	0.1315	0.1035
8	0.1929	0.2051	0.1953	0.1575
6	0.2827	0.2979	0.2858	0.2370
4	0.4136	0.4320	0.4173	0.3568
2	0.6202	0.6438	0.6249	0.5465

표 1 과 표 2 에서 보면 PCM 워드 8 비트중 2 번째 비트에 가장 큰 가중치와 소거레벨을 부여 하였다. 이는 음성정보의 특성상 음성진폭이 0 레벨부분에 대부분 밀집되어 있으므로 PCM 워드에서 2 번째 비트가 가장 중요한 비트가 된다.

라. 이론적 시스템 분석

본 시스템 분석에서 활용된 PCM은 8 비트이고, $\mu = 255$ 인 PCM에 대하여 고찰하였다. 2 진 부호화 코드는 Binary-folded PCM을 이용하였다.

음성신호의 확률분포함수는 실험으로 얻은바에 의하여⁹⁾ Laplacian PDF에 근사하므로 이를 입력신호의 확률분포함수로 선택하였다.

그림 4 는 입력레벨이 한계치의 -17dB 인 신호에 대하여 전송채널의 s/n비 함수로서 전체 시스템의 s/n비를 나타내었다. PCM 신호에 가중치만 두어 전송한 경우, 수신측에서 소거대역을 두어 전송하는 경우 및 송신시 가중치를 부여하여 전송하고 수신시 소거대역을 설정하여 신호를 재생하는 경우등 3 가지 방식을 각각 비교하였다. 이때 그림 4 에서 보이는 바와 같이 가중치만 부여한 경우를 기준으로 보면, 수신측에 소거대역을 설정한 경우 3dB, 가중치와 소거대역을 설정한 경우 5dB 정도 시스템의 신호대 잡음비를 각각 개선할 수 있음을 보이고 있다.

4 컴퓨터에 의한 시뮬레이션

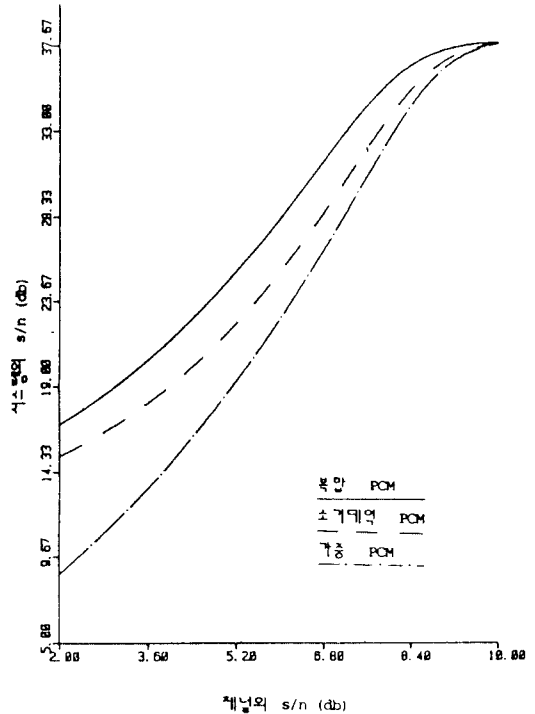


그림 4 이론적 시스템분석 결과.

본 통신시스템에 대한 시뮬레이션은 컴퓨터에 의해 시행되었다. 음성신호는 random number를 Laplacian 분포함수로 변환하여 신호를 만든 후 μ -법칙에 의하여 압축과 양자화를 행한다. 양자화 신호는 코드화 되고 가중치가 부여된 후 전송하게 된다. 전송중 백색 가우시안 잡음을 추가한 후 수신측에서는 송신측과 역순으로 신호를 재생시킨다. 재생된 신호와 입력신호를 비교하여 신호의 s/n비를 구하므로써 시스템을 평가하게 된다.

그림 5 는 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 앞서 구한 이론적 시스템분석 모델과 유사한 시스템 s/n 비를 나타내고 있다.

5 결 론

이제까지 PCM 음성정보의 특성을 이용한 전

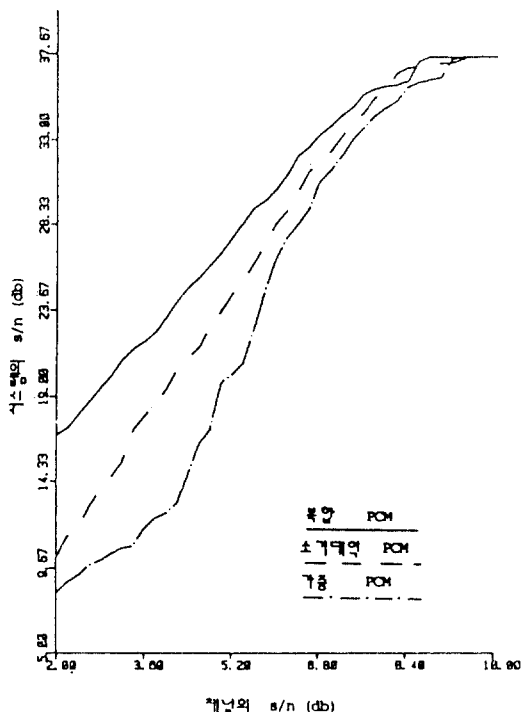


그림 5 시뮬레이션 분석 결과.

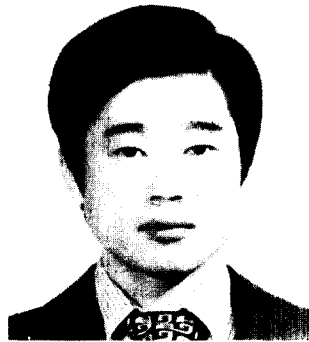
송방식에 대하여 논하였다. 음성 PCM의 비트 위치에 따른 중요도를 고려하여, 중요 비트에 많은 가중치를 부여하고, 하위비트에는 적은 가중치를 부여하여 전송함으로써 시스템의 s/n비를 개선할 수 있었다.

또한 수신측에서도 상위 중요 PCM비트에 대하여는 소거대역을 설정하여 신호를 재생하므로써 잡음을 줄일 수 있는 효과적인 PCM 전송이 될 수 있음을 보였다.

이러한 통신방식은 위성통신, 이동체통신 및 지상 마이크로웨이브 통신에 각각 활용할 경우 보다 좋은 음성정보를 전송할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

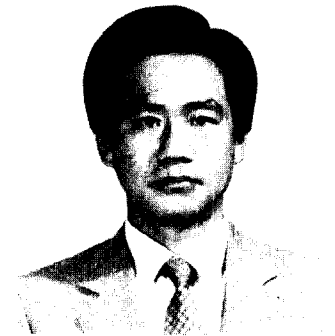
1. L.W. Couch II, "Digital and Analog Communication System", Macmillan, 1983.
2. M. Schwartz, "Information Transmission, Modulation and Noise", MccGraw-Hill, pp.117-128, 1980.
3. N. Rydbeck and C.E. Sundberg, "Analysis of digital Error in Non-Linear PCM Systems", IEEE Trans. Commun, COM-24, No. 1, pp.59-65, Jan. 1976.
4. C.E. Sundberg, "The Effect of Single Bit Errors in Standard Nonlinear PCM System", IEEE Trans. Commun., COM-24, No. 9, pp.1062-4, Sep. 1976.
5. J. Vlach and K. Singnal, "Computer Methods for Circuit Analysis and Design", Van Nostrand Reinhold, pp.436-463, 1983.
6. E. Bedrosian, "Weighted PCM", IRE Trans. Information Theory, IT-4, pp.45-9, March 1958.
7. C.E. Sundberg, "Optimum Weighted PCM for Speech Singnal" IEEE Trans. Commun. COM-26, No. 6, pp.872-81, June 1978.
8. W.E. Wong, C.E. Sundberg and R. Steele, "Weighting Strategies for Companded PCM Transmitted over Rayleigh Fading, and Gaussian Channels", AT&T Bell Lab. Tech. J., 63, No. 4, pp.587-624, April 1984.
9. M.D. Paez and T.H. Glisson, "Minimum mean square-error quantization in speech PCM and DPCM systems," IEEE Trans. on Comm. Vol. COM-20, April, 1972.
10. S.C. Ahn, J.U. Seo and M.H. Lee, "Weighted PCM Signal Transmitting with the Erasure Zone at the Detector, IEEE proc. Tencon 1987, pp.388-392, Aug. 1987.



安承春

저자약력

- 1953년 12월 27일생
- 1979. 2 : 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1984. 2 : 연세대 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1986. 8 : 미국 오하이오 대학 전기전자과 졸업(M. S)
- 1979. 5 ~ 1981. 12 : 체신부
- 1982. 1 ~ 현재 : 한국전기 통신공사 근무



李門浩

저자약력

- 1945년 1월 15일생
- 1967 : 전북대학교 공과대학 전기과 졸업
- 1984 : 전남대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1985 ~ 1986 : 미네소타 주립대 전기과 포스트 닥터
- 1982 : 전기통신 기술사 취득
- 1971 ~ 1980 : 남양 MBC(주) 기술부장(송신소장)
- 1980 : 현재 전북대학교 정보통신 공학과 부교수, 전북대학교 방송국 주간 겸 공과대학 전신실장, IEEE Senior Member, Sigma Xi Member

용어해설

● IC 메모리 (integrated circuit memory) : 트랜지스터나 다이오드 또는 저항이나 커패시터 등의 회로 소자를 하나의 반도체 칩으로 만든 기억 장치로서 랜덤 액세스형과 순차 액세스형으로 대별되며 전자에는 사이클 시간이 100(ns) 정도인 것을 경계로 하여 그보다 빠른 것에는 바이폴라, 늦은 것은 MOS형의 것이 사용된다. 순차 액세스형은 모두 MOS형이다.

● 안정화 회로망 (stabilization network) 구성 부품의 주파수 특성이나 배선의 표류 용량으로 인하여 넓은 주파수 범위에 걸쳐서 증폭기의 주파수 특성을 평탄하게 한다는 것은 곤란하다. 즉 귀환 증폭기에서는 위상 특성을, 애널로그 컴퓨터의 연산 증폭기에서는 연산 임피던스의 값을 안정화할 필요가 있다. 이 때문에 부가되는 회로를 안정화 회로망이라고 하며 보통 RC 결합 회로가 사용된다.

● 알고리즘 (algorithm) : 일정한 순서에 따라 기계적으로 처리하면 반드시 목적인 결과를 얻을 수 있을 때 그 일정한 순서를 목적에 대한 알고리즘이라 한다. 일반적으로 알고리즘을 알고 있는 것은 컴퓨터의 프로그램으로 변환하여 처리할 수 있다.