

김 상 국  
경희대학교

진 용 욱  
경희대학교

Determination of Threshold Level of signal and noise  
in Non-Gaussian Distributed Noise

Jeon, Sang Guq  
Kyung Hee University

Chin, Yong .Ouk  
Kyung Hee University

This paper is concerned with the decision criterion of threshold level for optimal signal detection in non Gaussian distributed noise. Threshold levels have been found in maximum-likelihood decision criterion and Neyman-Pearson criterion. And they were compared with, respectively.

Detection probability of 86.2% can be obtained on the condition of 20% false alarm probability in Neyman-Pearson criterion. And it is similar to 85.3% obtained from maximum-likelihood decision criterion method.

1 序 論

디지털 통신 시스템에서 정보신호는 전송선과 수신선 및 전송선에서 잡음이 혼합하여 원래의 정보 신호를 구별하기 힘들게 된다.<sup>1)</sup> 이에 따라 여러가지의 정보 신호 방법에 의해 정보의 검출에 대한 연구가 계속되고 있다. 1,2,3) 아날로그 신호인 경우 신호검출은 필터링 방법이 계속되었으나, 디지털 통신에서는 통계적 방식으로 정보를 검출한다. 특히 1973년 멜사(Melisa)와 세이지(Sage)<sup>1,10)</sup> 그리고 1965년 파폴리스(Papoulis)<sup>12)</sup> 등이 집중적으로 연구하였다.

디지털 통신에서는 전송 전압이 0 Volt 일때, 수신 전압은 잡음 뿐이므로  $V=N$ 이 되지만  $V_s$  Volt의 전압을 수신하면  $V = V_s + N$ 이 된다. 이때  $N$ 이 가우시안 분포를 갖는다면 밀도함수는 대칭이 되고 결정기준(decision criterion)은  $V = V_s/2$ 이 된다. 그러나 가우시안이 아닌 비대칭의 경우에는 정보와 잡음의 비에 따라 오류률(false alarm probability)과 검출률(detection probability)의 비가 대칭축이 되는 결정기준을 구해야 한다.

이것 위해서는 정보와 잡음의 특성을 알아야 하며 각각의 밀도함수를 구해야 한다. 두 밀도함수의 교차점은 최대尤度비(maximum likelihood method)<sup>1,2,3)</sup>로 표현되어 결정기준을 정확하게 피나 오프가 커서 신뢰도가 떨어지므로 오류률의

변화에 따라 검출률을 포함한 수신 동작 특성 곡선(receiver operating characteristic : ROC)<sup>8)</sup>에서 결정해야 한다.

본 논문은 정보가 혼합된 정보와 잡음의 밀도함수를 만들기 위해 정보 신호를 A/D 변환하고, 표준화된 잡음 정보는 마이크로 컴퓨터로 처리하여 그래프를 얻으며, 이를 컴퓨터 처리한 밀도함수를 얻는다. 여기서 최대尤度비 A(s)를 교차점으로 사용하고 ROC를 그려 최종 결정을 한다.

이를 위한 전체적인 시스템은 다음과 같다.<sup>6)</sup>



그림 1-1 전체 시스템 구성도

Fig. 1-1 Overall System Configuration

2. 判定基準 方法

(생략)

3. 實驗

統計的方法을 사용하여 檢出 限界를 決定하는 受信機를 구성하면 入力の 信號과 雜音에 대한 確率 分布를 알아야 하고, 이의 檢出 限界는 純粋한 判定 理論에 따라서 決定할 必要가 없다.

이와 같은 과정을 하드웨어로 處理하기 보다는 소프트웨어로 處理하는 것이 좋다. 왜냐하면 信號의 종류가 많을 뿐 아니라 變化가 극심하기 때문이다.

소프트웨어 處理를 하려면 먼저 이날로그 디지털로 변환시켜서 컴퓨터 入力로 處理하도록 構成한다. 즉 信號의 前處理와 後處理의 2 단계로 내림에서 構成하고 이에 대한 實驗을 行한다. 전처리 과정에서는 이산 데이터를 얻기 위해서 마이크로 컴퓨터로 처리하여 디지털 入出力을 얻는 데이터 획득(data acquisition) 방법을 구성하였으며, 實驗 過程 방법은 대형 컴퓨터에 의해 처리하였다.

최적 신호를 검출하기 위한 시스템은 다음과 같다.

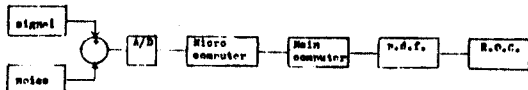


그림 3 - 1 신호 검출기

#### 4. 實驗結果 및 考察

153 msec 동안 標本化된  $6.1 \times 10^6$  개의 샘플과 信號의 이산 데이터는 표 4-3과 같다. 이는 라디오 음의 진폭을 마이크로 컴퓨터에 기억시켜 프린터로 출력해 얻어낸 것이다. 이 데이터들이 컴퓨터 입력으로 사용될 것이며 시간 공간에서의 데이터들이다.

pdf를 얻기 위한 각 변수의 진폭 값은 표 4-4와 같다. 이는 시간 공간에 있는 신호의 진폭 152의 크기를 32 레벨로 나누어 각 레벨에 해당하는 이산 데이터의 갯수를 누적한 것이다.

누적 갯수는  $\frac{1}{N}$ 의 (N) 전체 신호를 나누어 갯수를 누적한 것이다.  $\frac{1}{N}$ 은 시간 구간의 기간  $T$ 에 대한 결과

pdf 그래프는 그림 4-1과 같다. 실험 결과로 얻은 신호와 잡음의 pdf는 가우시안 분포와 유사함을 알 수 있으나 정확한 확률 분포 함수식으로 추정하기 어려우므로 분포식에 의한 최적한계 결정이 불가능하다. 검출 확률의 변화에 의한 ROC 曲線으로 표현시켜 ROC 곡선에서 적당한 판정기준을 결정한다. 이를 위한 ROC 곡선은 그림 4-2와 같다. 본 실험에서 대상으로 한 ROC 곡선은 위로 볼록하며,  $P(d_2/m_1) = P(d_2/m_0)$ 의 첫 부분에서 증가함

을 보이고 있다. 그러나 원점 부근에서 아래로 볼록한 것은 내상이 많이 되었기 때문이고 또 이는 한 점으로 간주되어야 한다 (그림 4-2에서 C로 표현된 구간). ROC 곡선의 기울기가 높수록 P(FA)의 증가에 비해 P(D)의 증가가 커진다. 따라서 최적한계를 결정할 때 ROC 곡선의 기울기가 최대인 점을 결정하면 최적한계점을 선택할 수 있다. 그러나 본 실험에서는 원점에 가까운 부분에서 최적 조건을 선택하면 P(D)의 값이 상대적으로 너무 작기 때문에 이 값을 정할 수 없다. 따라서 나란-피어슨 판정 기준으로 20%의 P(FA)를 고정시키고 최대의 검출 확률을 얻는다. 다음은 ROC 곡선의 기울기 변화에 따른 오차확률

표 4-1 ROC 곡선의 기울기에 대한 확률변화

Table 4-1 Variance of Probability for ROC Curve

SLOPE	P(FA)	P(D)
36.6	1.0	13.3
22.4	1.1	16.7
15.6	1.3	20.5
15.6	1.6	25.6
14.2	2.0	31.7
9.2	2.5	38.5
6.5	3.3	46.1
4.6	4.5	53.9
3.3	6.1	61.0
2.4	8.1	67.8
1.7	10.8	74.1
1.2	14.0	79.5
0.9	18.0	84.4
0.6	22.8	88.6
0.4	27.9	91.9
0.3	33.3	93.9
0.2	34.2	95.8
0.12	44.9	96.7
0.12	51.5	97.5
0.09	58.6	98.1

그림 4-1에서의 교차점의 위치 및 오차확률과 검출확률의 상대비 값은 표 4-2와 같은 결과를 얻었다.

표 4-2 pdf의 교점  
Table 4-2 Intersection point of pdf

```

*****
INTSEC. POINT      0.64440E+04
P(D2/Z1) =         0.144429E+04
P(D2/Z2) =         0.64928E+04
*****

```

