

## 적외선발광 및 수광소자에 의한 고속자료전송실험

김려삼, 최경철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《나라의 과학기술을 세계적수준에 올려세우자면 발전된 과학기술을 받아들이는것과 함께 새로운 과학기술분야를 개척하고 그 성과를 인민경제에 적극 받아들여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 138~139페이지)

적외선송수신기에 의한 자료전송은 신호선의 잡음차단이나 전위차가 다른 회로들의 결합, 무선자료전달 등에 매우 효과적이다. 그러나 주위환경의 조도변화, 온도표류 등의 영향으로 자료전송속도를 일정한 한계이상으로 높이지 못하는 결함을 가지고있다.[1-3]

우리는 적외선발광 및 수광소자에 의한 쌍방향자료전송체계의 고속성과 믿음성을 보장하는데서 나서는 문제들을 연구하였다.

### 1. 잡음배경속에서 2진신호의 최적검출조건

잡음배경속에서 2진신호를 검출할 때 판별의 불확정성으로부터 발생하는 오류확률은 다음의 식으로 표시된다.[2]

$$P_e = P_0 P(D_1/H_0) + P_1 P(D_0/H_1) \quad (1)$$

여기서  $P_0, P_1$  은 신호  $S_0(t), S_1(t)$  가 발생할 사건확률,  $P(D_1/H_0)$  은  $S_0(t)$  가 보내졌는데  $S_1(t)$  를 검출할 확률,  $P(D_0/H_1)$  은  $S_1(t)$  가 보내졌는데  $S_0(t)$  를 검출할 확률이다.

일반적으로 신호검출기에서는 일정한 처리를 거친 수신신호를턱값  $\eta$  와 비교하여 2진신호로 만든다. 이때 식 (1)로 표시되는 오류확률은 빗선부분의 합과 같다.(그림 1)

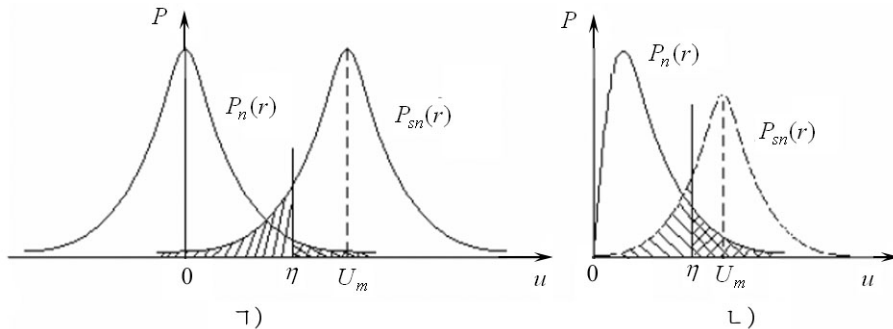


그림 1. 잡음속에서 2진신호검출오류확률

가) 가우스잡음, 나) 렐레이잡음

이제  $P_0 = P_1 = 1/2$  이고 가우스잡음환경검출기라고 가정하면 식 (1)은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 P_{e1} &= P_0 \int_{\eta}^{\infty} p_n(r) dr + P_1 \int_{-\infty}^{\eta} p_{sn}(r) dr = \\
 &= P_0 \int_{\eta}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_n} \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma_n^2}\right) dr + P_1 \int_{-\infty}^{\eta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_n} \exp\left(-\frac{(r-U_m)^2}{2\sigma_n^2}\right) dr = \quad (2) \\
 &= \frac{1}{2} \left\{ \phi\left[\frac{\eta}{\sigma_n}\right] + \phi\left[\frac{U_m - \eta}{\sigma_n}\right] \right\}
 \end{aligned}$$

여기서  $\phi[x] = \int_x^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$  는 가우스확률적분이고  $U_m$  은 유효신호의 평균진폭이다.

한편 텔레이잡음환경검출기인 경우에 오류확률은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 P_{e2} &= P_0 \int_{\eta}^{\infty} p_n(r) dr + P_1 \int_{-\infty}^{\eta} p_{sn}(r) dr = \\
 &= P_0 \int_{\eta}^{\infty} \frac{r}{\sigma_n^2} \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma_n^2}\right) dr + P_1 \int_{-\infty}^{\eta} \frac{r}{\sigma_n^2} \exp\left(-\frac{r^2 + U_m^2}{2\sigma_n^2}\right) I_0\left(\frac{rU_m}{\sigma_n^2}\right) dr = \quad (3) \\
 &= \frac{1}{2} \left\{ \exp\left(-\frac{\eta^2}{2\sigma_n^2}\right) + \phi\left[\frac{U_m - \eta}{\sigma_n}\right] \right\}
 \end{aligned}$$

여기서  $I_0[x]$  는  $x=0$  일 때 1이고  $x \gg 1$  이면  $I_0[x] \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi x}} \exp(x)$  인 변형된 베셀함수이다.

어떤 순간의 수신신호진폭  $U_{mi}$  에 대하여 매번 턱값을  $\eta_i = U_{mi}/2$  로 정할 때 평균턱값은  $\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta_i = \frac{U_m}{2}$  이다.

이때 식 (2)와 (3)은 다음과 같은 최소값조건을 만족시킨다.

$$\begin{aligned}
 P_{e1-\min} &= \phi\left[\frac{U_m}{2\sigma_n}\right] \\
 P_{e2-\min} &= \frac{1}{2} \left\{ \exp\left(-\frac{U_m^2}{8\sigma_n^2}\right) + \phi\left[\frac{U_m}{2\sigma_n}\right] \right\} \quad (4)
 \end{aligned}$$

## 2. 침투값자동추종비교에 의한 적외선2진자료통신체계의 구성

적외선발광 및 수광소자를 리용하는 2진자료전송체계에서 수자자료는 빛신호로 변환되어 송수신된다. 이때 주위빛세기와 온도조건에 따라 적외선빛신호검출장치의 잡음조건과 신호의 진폭, 너비 등이 달라지므로 고속자료전송에서 일정한 제한을 받는다.

우리는 환경조건에 따라 변하는 수광소자의 전류-전압진폭의 최대값을 자동추종한 다음 그것의 1/2턱값을 형성하여 유효신호를 검출하는 체계를 구성함으로써 신호검출확률을 높이고 검출임펄스너비의 균일화를 실현하여 고속자료전송지표를 달성하도록 하였다.

모듈화된 자료송수신체계구성도는 그림 2와 같다.

자료전송체계는 3개의 적외선발광소자와 1개의 수광소자 그리고 송수신단으로 되어있다. 3개의 발광소자는  $\Delta$ 형으로 배치되어있으며 그 중심에 수신단의 빔검출소자가 놓여있다. 발광소자 《HSDL-4220》의 출력은  $38\text{mW/sr}$ , 복사각은  $30^\circ$ , 침투파장은  $875\text{nm}$ , 절환속도는  $0.4\mu\text{s}$ 이며 수광소자 《SFH203PFA》의 감도는  $0.59\text{A/W}$ , 작용면적은  $1\text{mm}^2$ , 보임반각은  $60^\circ$ , 침투응답파장은  $900\text{nm}$ , 응답속도는  $0.002\mu\text{s}$ 이다.

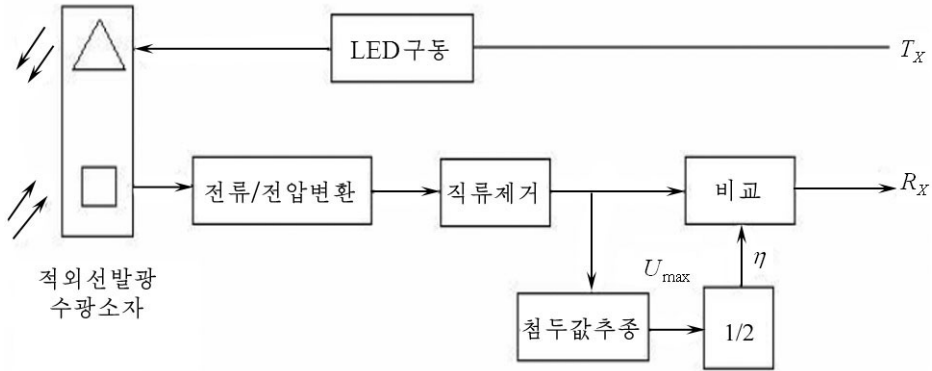


그림 2. 모듈화된 자료송수신체계구성

3개의 적외선발광소자에 의하여 상대방의 수광소자에 전달된 적외선빛신호는 전류로 변환되며 전류-전압변환단, 직류제거단을 거친 다음 첨두값자동추종비교기에서 최종수자신호로 변환된다. 이때 비교기의 턴값은 항상 신호첨두값의  $1/2$ 로서 신호와 잡음에 대한 최량턱값으로 된다.

## 맺 는 말

1) 적외선빛검출단의 합리적인 턴선별조건을 밝히고 첨두값자동추종비교기에 의한 가변턱준위조절기를 적용하여 신호루실을 최소화하고 검출임펄스폭을 일정하게 보장함으로써 불리한 환경조건에서도  $115\ 200\text{bps}$ 의 고속자료전송을 실현하였다.

2) 단일기판에 발광 및 수광소자와 송수신처리단을 하나로 결합시킴으로써 자료전송체계의 구성을 소형화, 표준화하면서도 그 동작의 믿음성을 보장하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 량광철 등; 현대원격조종기술과 응용, 외국문도서출판사, 88~134, 주체100(2011).
- [2] L. Harry et al.; Detection, Estimation, and Modulation Theory-Radar-Sonar Processing and Gaussian Signals in Noise, John Wiley & Sons, 56~90, 2001.
- [3] J. B. Tsui; Digital Techniques for Wideband Receivers, SciTech, 283~319, 2004.

주체104(2015)년 5월 5일 원고접수

## **Implementation of the High-Speed Data Transmission System using Infrared Emitter and Detector**

*Kim Ryo Sam, Choe Kyong Chol*

We considered problems to improve the high-speed performance and reliability of the bidirectional data transmission system using infrared emitter and detector.

Here we applied an infrared detection method by automatic variable threshold level setting.

Key words: infrared detector, variable threshold