論 文

2 원 BCH부호의 직접복호법

正會員 廉 興 烈* 正會員 李 晚 榮*

A Direct Decoding Method for Binary BCH Codes

Heung Youl YOUM*, Man Young RHEE* *Regular Members*

要 約 본 논문에서는 2원 BCH부호의 복호에 있어서 오류위치다항식을 구하지 않고 오증으로부터 직접 오류위치를 찾아 오류를 정정할 수 있는 2원 BCH부호의 직접복호법을 연구 분석하고 이 복호법을 이용하여 3중오류정정 및 4중오류정정 BCH부호의 복호기를 설계하였다. 또한 실예로써 3중오류정정 (63, 45) BCH부호를 택하여 이 복호기를 TTL IC로 직접 장치화함으로써 이 복호법의 효율성과 타당성을 입증하고 이 복호기가 매우 간단한 Hardware로 장치화 될 수 있음을 보았다.

ABSTRACT This paperr presents the Direct Decoding Method for binary BCH codes which can find the error locattion number directly from the syndrome without calculating the error locator polynomial.

Also in this paper, the triple and quadruple-error correcting BCH decoder are designed using this method. As an example, the triple-error correcting (63, 45) BCH decoder is implemented with TTL ICs. It is shown from our results that this decoder can be implemented with relatively simple hardware.

I. 서 론

BCH부호는 통신로 상에서 무작위적(random)으로 발생하는 여러개의 산발오류를 정정할 수 있는 다중오류정정부호로써 많은 디지탈통신망 및 컴퓨터기억장치 등에 널리 사용되고 있는 실용상 매우 중요한 부호이다.

2원 BCH부호의 복호는 오류(error)가 발생한 위치를 찾아내는 것이다. 즉 오류위치(error location number)만 알게 되면 그 위치의 비트를 반전시킴으로써 오류를 정정할 수 있다. 2원 BCH부호의 복호과정은 일반적으로 다음과 같이 4 단계로 나눌 수 있다[1].

(1) 수신계열로부터 오증(syndrome)을 계산함.

(2) 오증으로 부터 오류위치다항식(error locator polynomial)을 결정

*韓國電子通信硏究所
Transmission Systems Section Electronics And Telecommunications Research Institute
P. O. Box 8, DaeDog Danji, Daejeon.
論文番號 : 89-07 (接受 1988. 10. 31)

(3) 오류위치다항식의 근을 구함으로써 오류위치(error location number)를 구함.
(4) 오류위치의 오류를 정정(error correction)

Chien[2]은 위 4단계중 (2)와 (3)을 생략할 수 있는, 즉 오류위치다항식을 구하지 않고 오증으로 부터 직접 오류위치를 찾아내어 오류를 정정할 수 있는 직접복호법을 제안하였다. 모든 위치의 오류를 순회적으로 정정하게 되는데 이 순회치환하는 과정에서 지연이 생기는 단점이 있다.

본 논문에서는 이 직접복호법을 연구 분석하고 오증 계산회로와 순회치환회로를 분리시킴으로써 기존의 지연이 생기는 단점을 제거한 3중오류정정 및 4중오류정정 BCH부호의 복호기를 설계하였다. 또한 실예로써 3중오류정정(63, 45) BCH부호를 택하여 이를 직접 TTL IC로 장치화 함으로써 이 복호기가 매우 간단한 Hardware로 장치화 될 수 있음을 보였다.

Ⅱ. 2원 BCH 부호의 복호

2원 BCH부호는 유한체 GF(2)상의 원소를 기호로 갖는 부호로서 부호의 구성은 확대체 GF(2^m)을 토대로 이루어지며 복호는 부호의 구성시 부여된 대수적 구조를 통해 이루어진다.

부호다항식을 c(x), 오류다항식을 e(x)라 하면 수신다항식 r(x)는

$$r(x) = c(x) + e(x) \tag{1}$$

가 되고 α, α^3, $\cdots$ α^{2t-1} 이 생성다항식 g(x)의 근 일때 $c(\alpha^j) = 0$ 이므로 오증 S_j는 다음과 같이 된다.

$$S_j = r(\alpha^j) = e(\alpha^j),\ j = 1, 3, \cdots 2t-1 \tag{2}$$

오류다항식 e(x)를

$$e(x) = e_0 + e_1 x + \cdots\cdots + e_{n-1} x^{n-1},\ e_i \in GF(2) \tag{3}$$

이라할 때 u($1 \leq u \leq t$)개의 오류가 $i_1, i_2, \cdots i_u$ 위치에서 발생하였다고 가정하면 식(3)의 오류다항식 e(x)는

$$e(x) = x^{i_1} + x^{i_2} + \cdots + x^{i_u} \tag{4}$$

가 되며 따라서 오증은

$$S_j = (\alpha^j)^{i_1} + (\alpha^j)^{i_2} + \cdots + (\alpha^j)^{i_u},\ j = 1, 3, \cdots, 2t-1$$
$$\cdots,\ 2t-1 \tag{5}$$

가 된다. 여기에서 오류위치번호 $\alpha^{i_k} = X_k$, $1 \leq k \leq u$라 놓고 식(5)를 풀어쓰면 다음과 같은 t개의 방정식을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} S_1 &= X_1 + X_2 + \cdots\cdots + X_u \\ S_3 &= X_1^3 + X_2^3 + \cdots\cdots X_u^3 \\ S_5 &= X_1^5 + X_2^5 + \cdots\cdots + X_u^5 \\ &\vdots \\ S_{2t-1} &= X_1^{2t-1} + X_2^{2t-1} + \cdots\cdots + X_u^{2t-1} \end{aligned} \tag{6}$$

2원 BCH 부호의 복호는 이 t개의 방정식으로부터 미지수 $X_1, X_2, \cdots, X_u$ ($1 \leq u \leq t$)를 찾아내는 것이다. 그러나 이 방정식들은 비선형(nonlinear) 방정식이기 때문에 직접 해를 구하는 것은 매우 어렵다.

Peterson[3]은 2원 BCH 부호의 경우에 다음과 같은 오류위치다항식(error locator polynomial)을 도입하여 해를 구하는 방법을 처음 제안하였다.

$$\begin{aligned} \sigma(X) &= (1 + X_1 x)(1 + X_2 x) \cdots\cdots (1 + X_u x) \\ &= \sigma_0 + \sigma_1 x + \sigma_2 x^2 + \cdots\cdots + \sigma_u x^u \end{aligned} \tag{7}$$

위 식에서 보면 오류위치 $X_k(1 \leq k \leq u)$는 오류위치다항식 $\sigma(x)$의 근의 역수이므로 오류 위치는 $\sigma(x)$를 구한 다음 그 근을 찾아 역수를 취하면 구할 수 있다.

오류위치다항식의 계수 $\sigma_i(0 \leq i \leq u)$와 오증 S_j와의 관계는 Netwon의 항등식에 의하여 다음과 같이 표현된다[1].

$$S_1 + \sigma_1 = 0$$

$$S_3 + \sigma_1 S_2 + \sigma_2 S_1 + \sigma_3 = 0$$

$$S_5 + \sigma_1 S_4 + \sigma_2 S_3 + \sigma_3 S_2 + \sigma_4 S_1 + \sigma_5 = 0 \quad (8)$$

$$\vdots$$

위의 방정식들은 선형(linear)방정식들이므로 비교적 쉽게 해를 구할 수 있다. 이 해를 구하는 방법, 즉 오증으로부터 식(7)과 같은 오류위치다항식을 구하는 방법으로는 Peterson-Gorenstein-Zierler의 알고리즘, Berlekamp-Massey의 반복알고리즘, Euclid 알고리즘 등 여러 방법이 연구되어져 왔다[4].

$\sigma(x)$의 계수를 구한 다음에는 이 $\sigma(x)$의 근을 구하여야 한다. Chien[2]은 이 $\sigma(x)$의 근을 구하는 데 있어서 방정식 $\sigma(x)=0$를 직접 풀지 않고 순회성질을 이용하여 근을 구하는 간단한 방법을 제안하였다. 오류위치다항식 $\sigma(x)$의 근을 구하기 위해서는

$$\sigma(x) = 1 + \sigma_1 x + \sigma_2 x^2 + \cdots\cdots + \sigma_t x^t \quad (9)$$

에 $GF(2^m)$상의 모든 원소를 대입하여 그 값이 0이 되는지를 검사하면 된다. 식(9)에 $GF(2^m)$상의 원소들을 차례로 대입하면 다음과 같이 된다.

$$\sigma(1) = 1 + \sigma_1 + \sigma_2 + \cdots\cdots + \sigma_t = 0$$

$$\sigma(\alpha) = 1 + \sigma_1 \alpha + \alpha_2 \alpha^2 + \cdots\cdots + \sigma_t \alpha^t = 0$$

$$\alpha(\alpha^2) = 1 + \sigma_1 \alpha^2 + \sigma_2 (\alpha^2)^2 + \cdots\cdots$$

$$+ \sigma_t (\alpha^t)^t = 0$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

위 식을 살펴 보면 $\sigma(x)$의 근을 구하는 과정은

$$\sigma(1) = 1 + \sigma_1 + \sigma_2 + \cdots\cdots + \sigma_t \quad (10)$$

에 σ_1대신 $\sigma_1 \alpha$를, σ_2대신 $\sigma_2 \alpha^2$을,……, σ_t대신

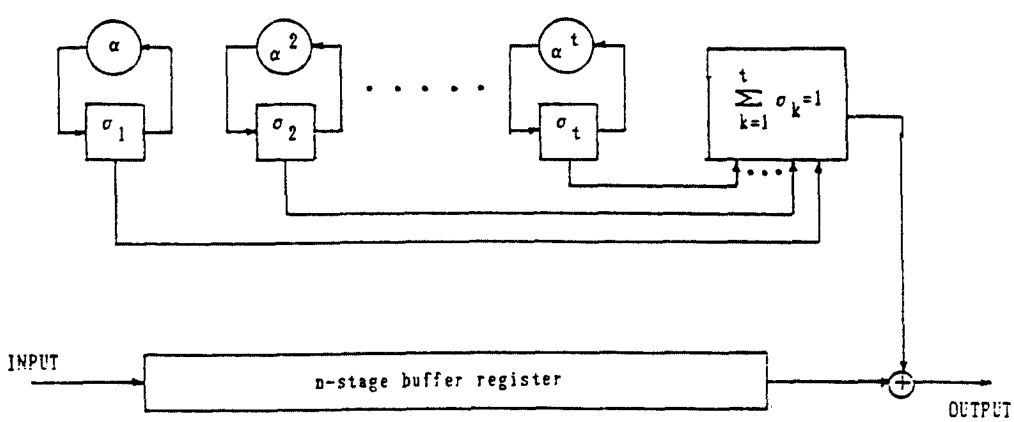


그림 1 오류 탐지 회로

$\sigma_t \alpha^t$ 를 계속 대입해 나가면서 그 값이 0 인지를 검사하는 것이다. 즉 다시쓰면

$$\sum_{k=1}^{t} \sigma_k = 1 \tag{11}$$

를 만족하는지 검사하는 것이 된다. 그림 1 에 이상과 같은 알고리즘을 그림으로 나타내었다.

Ⅲ. 2원 BCH부호의 직접복호법

2 원 BCH부호의 경우 식(8) 의 Newton의 항등식을 행렬로 표현하면 다음과 같다.

$$A \cdot \sigma = B \tag{12}$$

여기에서 A, B, σ 는 각각 다음과 같은 행렬이다.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \cdots\cdots 0 \\ S_2 & S_1 & S & \cdots\cdots 0 \\ S_4 & S_3 & S_2 & \cdots\cdots 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{2t-2} & S_{2t-3} & S_{2t-4} & \cdots S_{t-1} \end{bmatrix} \tag{13}$$

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \vdots \\ \sigma_t \end{bmatrix} \tag{14}$$

$$B = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_3 \\ S_5 \\ \vdots \\ S_{2t-1} \end{bmatrix} \tag{15}$$

Peterson은 오류가 t혹은 t－1 개 발생하였을 경우 행렬식 $|A| \neq 0$ 이고 t－2 개 이하의 오류가 발생하였을 경우 $|A| = 0$ 임을 증명하였다. 이 성질을 이용하면 실제 발생한 오류의 갯수를 판정할 수 있다[3].

행렬식 $|A|$ 가 0 이 아니라면 식(12) 로 부터

$$\sigma = A^{-1} \cdot B$$

$$= \frac{1}{|A|} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots\cdots A_{1t} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots\cdots A_{2t} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ A_{t1} & A_{t2} & A_{tt} \end{bmatrix}^{T} \begin{bmatrix} S_1 \\ S_3 \\ \vdots \\ S_{t-1} \end{bmatrix}$$

가 되며 여기에서 A_{ik} 는 A의 cofactor이다. 위 식을 다시 쓰면 다음과 같이 된다.

$$\begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \vdots \\ \sigma_t \end{bmatrix} = \frac{1}{|A|} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{21} & \cdots\cdots & A_{t1} \\ A_{12} & A_{22} & \cdots\cdots & A_{t2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ A_{1t} & A_{2t} & & A_{tt} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1 \\ S_3 \\ \vdots \\ S_{t-1} \end{bmatrix} \tag{16}$$

$$\sigma_1 = \frac{1}{|A|}(S_1A_{11}+S_3A_{21}+\cdots\cdots+S_{2t-1}A_{t1})$$

$$\vdots$$

$$\sigma_t = \frac{1}{|A|}(S_1A_{1t}+S_3A_{2t}+\cdots\cdots+S_{2t-1}A_{tt})$$

$$\therefore \sigma_k = \frac{1}{|A|}\sum_{i=1}^{1} S_{2i-1}A_{i,k},\ k=1,2,\cdots,t \tag{17}$$

위식을 식(10)에 대입하면 다음과 같이 된다.

$$\sum_{k=1}^{t}\left\{\frac{1}{|A|}\sum_{i=1}^{t} S_{2i-1}A_{i,k}\right\}=1 \tag{18}$$

$|A|=k$와 무관하므로 식(13)을 정리하면 는

$$\sum_{k=1}^{t}\sum_{i=1}^{t} S_{2i-1}A_{i},k+|A|=0 \tag{19}$$

가 되며 이식을 풀어 쓰면 다음과 같이 된다.

$$\sum_{k=1}^{t}\sum_{i=1}^{t} S_{2i-1}A_{i},k+|A|$$

$$=\sum_{i=1}^{t} S_{2i-1}A_{i1}+\sum_{i=1}^{t} S_{2i-1}A_{i2}+\cdots\cdots+\sum_{i=1}^{t} S_{2i-1}A_{it}+|A|$$

$$=S_1A_{11}+S_3A_{21}+\cdots\cdots+S_{2t-1}A_{t1}$$

$$+S_1A_{12}+S_3A_{22}+\cdots\cdots+S_{2t-1}A_{t2}$$

$$\vdots$$

$$+S_1A_{1t}+S_3A_{2t}+\cdots\cdots+S_{2t-1}A_{tt}+|A| \tag{20}$$

위식을 다시 행렬표현으로 바꾸면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$\Delta=\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & \cdots\cdots 1 \\ S_1 & 1 & 0 & \cdots\cdots 0 \\ S_3 & S_2 & S_1 & \cdots\cdots 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{2t-1} & S_{2t-2} & S_{2t-3} & \cdots S_{t-1} \end{vmatrix}=0 \tag{21}$$

이상에서와 같이 식(11)을 만족하는 오류위치는 식(21)을 만족하게 된다. 식(21)은 오증만의 함수이므로 이식을 이용하면 오류위치다항식과 그 근을 구하는 과정을 거치지 않고 오증으로 부터 직접 오류위치를 구하여 오류를 정정할 수 있다.

오류정정능력 t가 t=1, 2, 3, 4인 경우 식(21)의 △를 구해보면 다음과 같다.

1) t=1인 경우

$$\Delta_1=\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ S_1 & 1 \end{vmatrix}=S_1+1=0 \tag{22}$$

2) t=2인 경우

$$\Delta_2=\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ S_1 & 1 & 0 \\ S_3 & S_2 & S_1 \end{vmatrix}=S_1+S_1^2+S_1^3+S_1^3+S_3=0 \tag{23}$$

3) t=3인 경우

$$\Delta_3=\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ S_1 & 1 & 0 & 0 \\ S_3 & S_2 & S_1 & 1 \\ S_5 & S_4 & S_3 & S_2 \end{vmatrix} \tag{24}$$

$$=S_1^3(1+S_1+S_1^3)+S_3(1+S_1+S_1^2+$$

$$S_1^3 + S_3) + S_5 (1 + S_1) = 0$$

4) t = 4 인 경우

$$\Delta_4 = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ S_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_3 & S_2 & S_1 & 1 & 0 \\ S_5 & S_4 & S_3 & S_2 & S_1 \\ S_7 & S_6 & S_5 & {}_4 & S_3 \end{vmatrix} \quad (25)$$

$$= S_1 (S_1^5 + S_1^6 + S_1^7 + S_1^9 + S_3^2 + S_3^3) +$$

$$S_3 (S_1^3 + S_1^4 + S_1^5 + S_1^6 + S_1^7 + S_3 + S_3^2)$$

$$+ S_5 (S_1 + S_1^2 + S_1^4 + S_1^5 + S_5) + S_7$$

$$+ S_7 (S_1 + S_1^2 + S_1^3) + S_3 (S_5 + S_7 +$$

$$S_1^2 S_5) = 0$$

3중 오류정정 BCH 부호의 복호기는 오류가 3개 혹은 2개 발생하였을 경우 행렬식

$$|A_3| = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_2 & S_1 & 1 \\ S_4 & S_3 & S_2 \end{vmatrix} = S_1^3 + S_3 \quad (26)$$

가 0이 아니며 행렬식 |A|가 0일 경우는 단일 오류가 발생한 경우이다. 그러므로 식(22),(24)(26)을 이용하여 복호기를 설계하면 그림2와 같다.

4중 오류정정 BCH부호의 복호기는 오류가 4개 혹은 3개 발생하였을 경우 행렬식

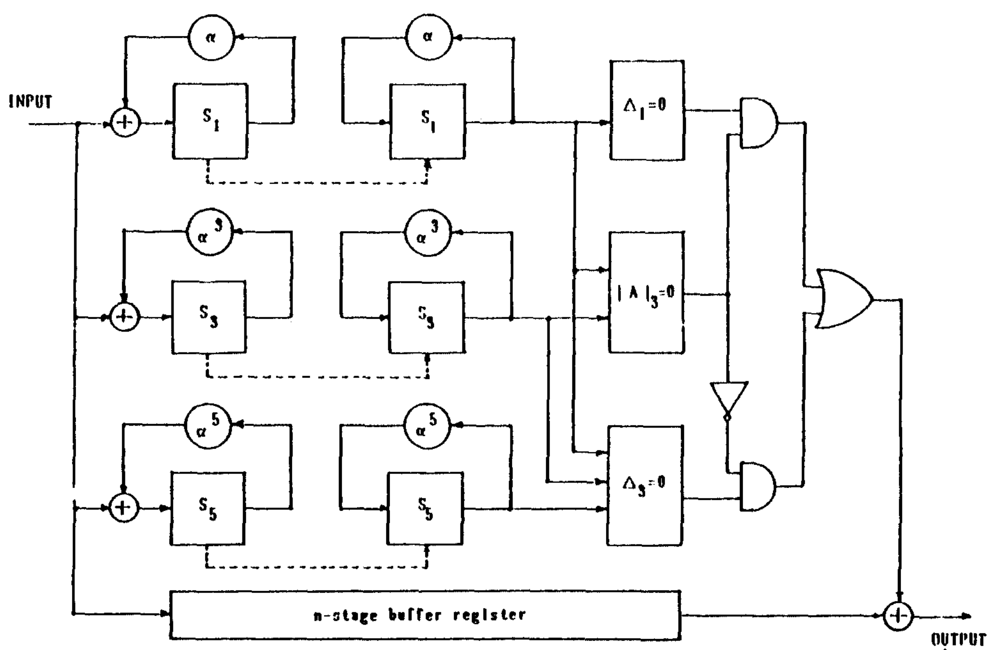


그림 2 3중 오류정정 BCH부호의 복호기

$$|A_4| = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_2 & S_1 & S & 0 \\ S_4 & S_3 & S_2 & S_1 \\ S_6 & S_5 & S_4 & S_3 \end{vmatrix} = S_1^3(S_1^3 + S_3) + S_3^2 + S_1 S_5 \quad (27)$$

가 0이 아니며 오류가 2개 혹은 1개 발생하였을 경우 |A|가 0이므로 식(23), (25), (27)을 이용하여 복호기를 설계하면 그림 3과 같다.

Ⅳ. 3중 오류정정 (63, 45) BCH부호의 복호기 장치화 및 시험

(63, 45) BCH부호는 GF(2^6) 상에서 α, α^3, α^5을 근으로 갖는 생성다항식 g(x)에 의해 구성되며 수신다항식 r(x)를

$$r(x) = r_0 + r_1 x + r_2 x^2 + \cdots\cdots + {}_{62}x^{62} \quad (28)$$

이라 할 때 복호의 첫 단계인 오증의 계산은 다음과 같이 수행할 수 있다.

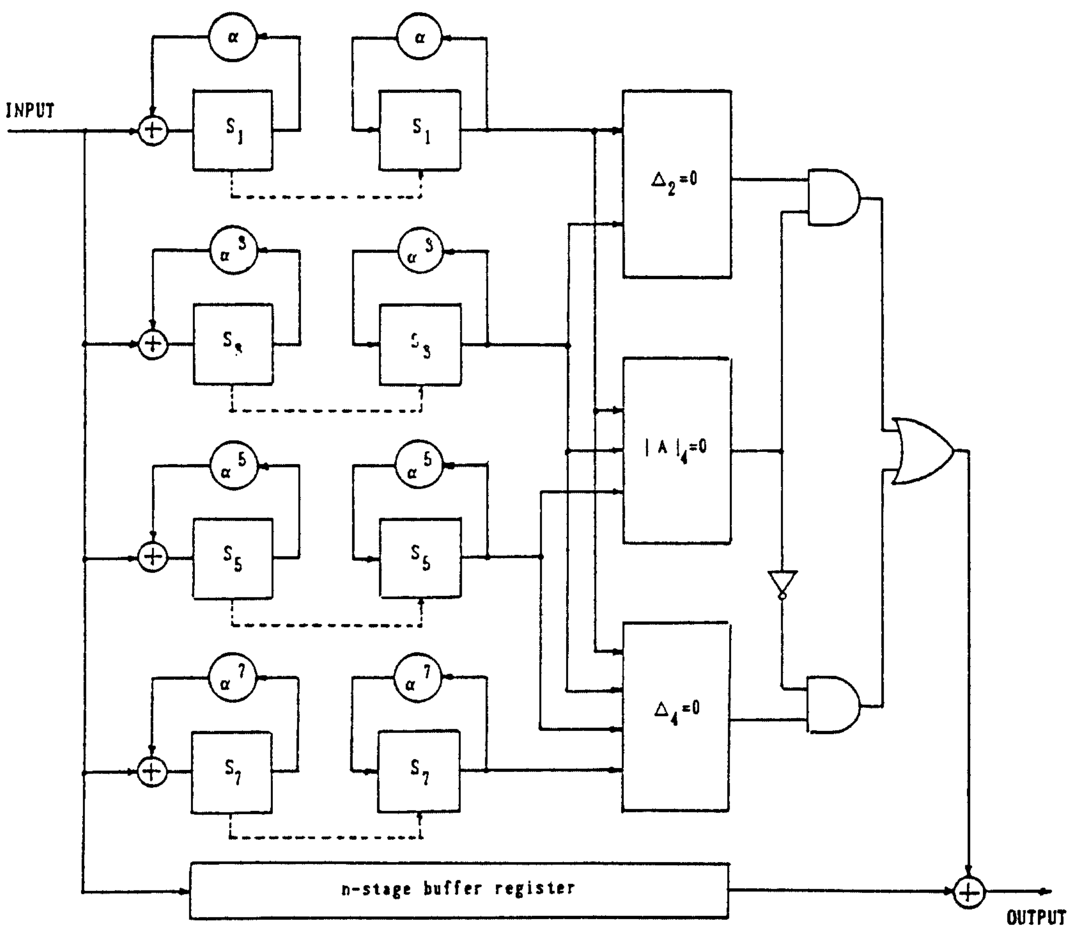


그림 3 4중 오류정정 BCH부호의 복호기

$$S_1 = r(\alpha) = r_0 + r_1\alpha + r_2\alpha^2 + \cdots\cdots + r_{62}\alpha^{62}$$

$$= (\cdots(((r_{62})\alpha + r_{61})\alpha + r_{60})\alpha + \cdots)\alpha + r_0 \quad (29)$$

즉 입력에 α를 곱하여 다음 입력과 더한 다음 다시 α를 곱하는 과정을 마지막 입력이 들어올 때까지 반복하면 오증을 생성할 수 있다.

원시다항식이 $p(x) = 1 + x + x^6$일 때 $GF(2^6)$ 상의 임의의 한 원소를

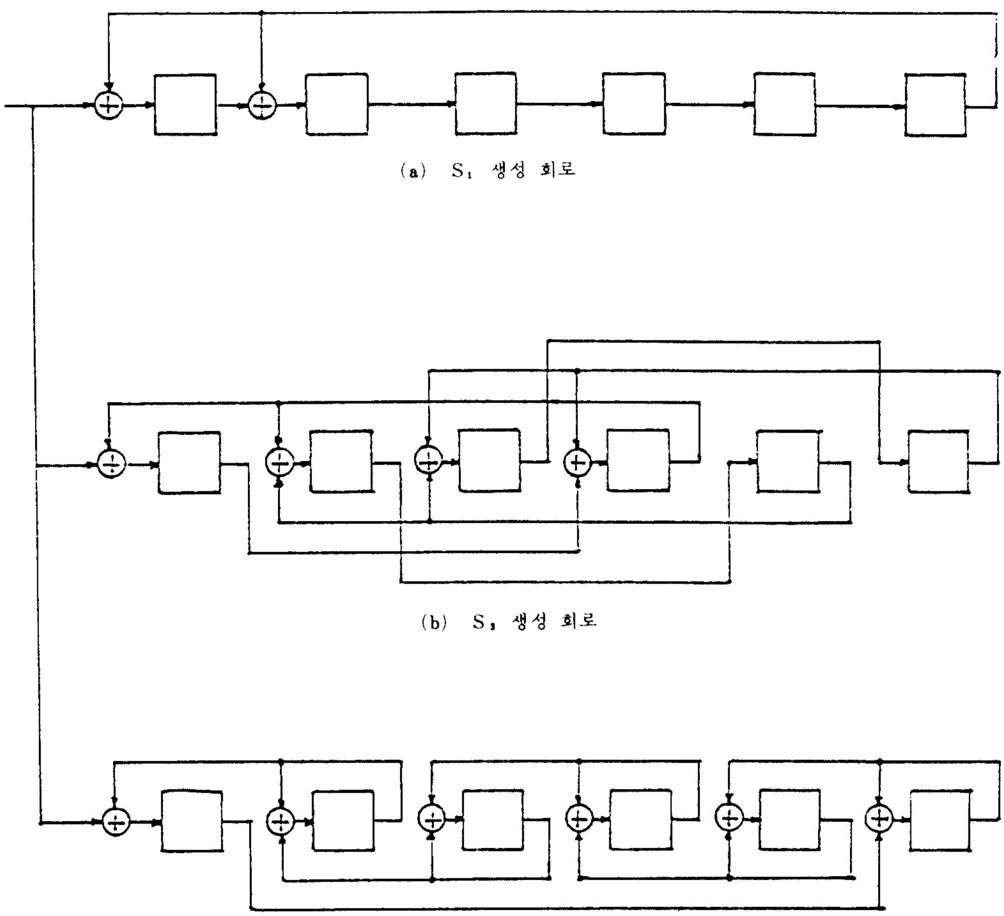
$$B = b_0 + b_1\alpha + b_2\alpha^2 + b_3\alpha^3 + b_4\alpha^4 + b_5\alpha^5 \quad (30)$$

이라 할 때 여기에 α를 곱하면

$$\alpha B = b_0\alpha + b_1\alpha^2 + b_2\alpha^3 + b_3\alpha^4 + b_4\alpha^5 + b_5(1+\alpha)$$

$$= b_5 + (b_0 + b_5)\alpha + b_1\alpha^2 + b_2\alpha^3 + b_3\alpha^4 + b_4\alpha^5 \quad (31)$$

가 된다. 그러므로 식(31)을 이용하면 그림 4 (a)와 같은 오증생성기를 구성할 수 있다. 같은 방법으로 S_3와 S_5를 구하는 회로는 각각 α^3와 α^5를 곱하는 회로를 이용하여 그림 4 (b), (c)와같이 구성할 수 있다.



(a) S_1 생성 회로

(b) S_3 생성 회로

(c) S_5 생성 회로

그림 4 오증 생성 회로

수신계열의 마지막 비트가 들어온 순간 그림 4의 각 레지스터의 값이 오증이 되므로 이 오증을 순회치환회로의 레지스터에 래치(latch)시켜 각각 α, α^3, α^5을 곱하면서 순회치환 시키게 된다. 이 순회치환회로는 그림 4의 오증생성기를 병렬로 동작하게 바꾼 것이다.

복호기는 오증을 순회치환 시키면서 식(26)의 $|A_3|$가 0이 되는가, 즉 오류가 몇개 발생하였는가를 검사하여 $|A_3| \neq 0$일 경우, 즉 오류가 3개 혹은 2개 발생하였을 경우 그림 2의 아래쪽 게이트를, $|A_3| = 0$일 경우, 즉 오류가 1개 발생한 경우 윗쪽 게이트를 ON시켜 그 위치의 오류를 정정하게 된다.

실제로 발생한 오류의 갯수를 판정하는 $|A_3| = 0$ 회로와 오류의 위치를 탐지하는 회로인 $\Delta_3 = 0$ 회로는 유한체 내의 연산이므로 상당히 복잡하게 된다. 본 논문의 장치화에서는 회로 소자를 줄이기 위하여 이 회로를 ROM과 비교기(comparator)를 사용하여 장치화 하였다. 그림 5에 이상과 같이 장치화 한(63, 45)BCH 부호의 복호기를 사진으로 나타내었다.

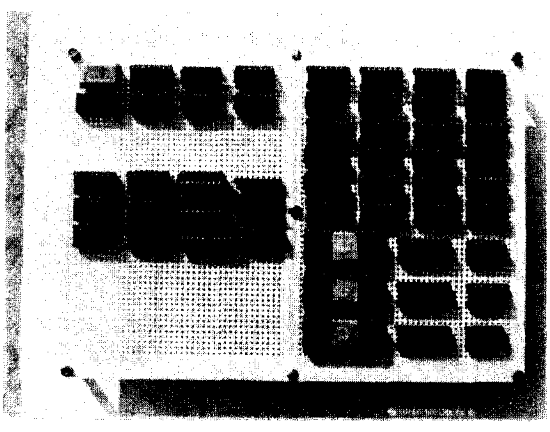


그림 5 (63, 45) BCH부호의 복호기

시험 예로써 $c(x) = 0$인 부호어를 송신했을때 3개의 오류가 x^{60}, x^{58}, x^{56} 위치에서 발생하였다고 하면 수신다항식은

$$r(x) = x^{60} + x^{58} + x^{56} \tag{32}$$

가 되고 오증은 다음과 같이 된다.

$$S_1 = r(\alpha) = \alpha^{60} + \alpha^{58} + \alpha^{56} = \alpha^{45}$$

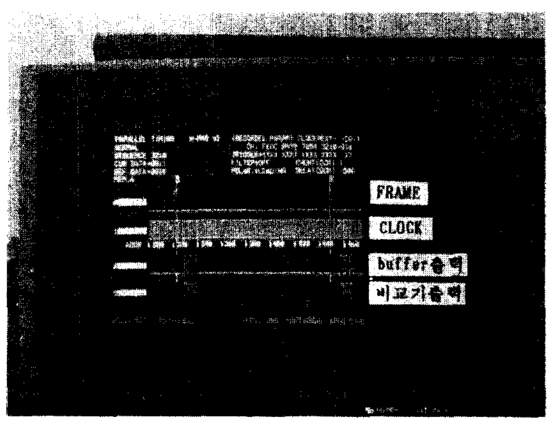
$$S_3 = r(\alpha^3) = \alpha^{54} + \alpha^{48} + \alpha^{42} = \alpha^{5}$$

$$S_5 = r(\alpha^5) = \alpha^{48} + \alpha^{38} + \alpha^{28} = \alpha^{13}$$

위의 오증을 순회치환한 것을 표로 나타내면 표 1과 같이 된다.

표 1 오증의 순회치환

	63	62	61	60	59	58	57	56	55	…
S_1	α^{45}	α^{46}	α^{47}	α^{48}	α^{49}	α^{50}	α^{51}	α^{52}	α^{53}	…
S_3	α^{5}	α^{8}	α^{11}	α^{14}	α^{17}	α^{20}	α^{23}	α^{26}	α^{29}	…
S_5	α^{13}	β^{18}	α^{23}	α^{28}	α^{33}	α^{38}	α^{43}	α^{48}	α^{53}	…



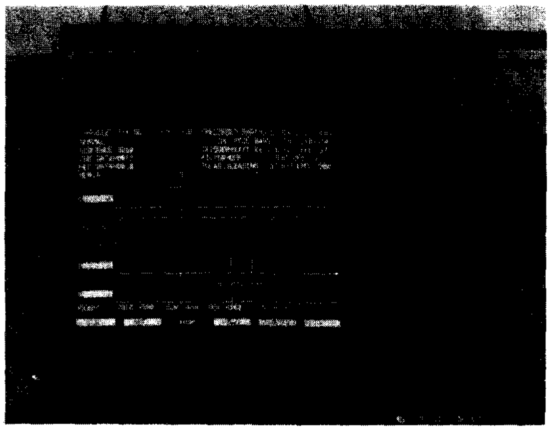


그림 6 x^{60}, x^{58}, x^{56}에 오류가 발생하였을 때의 시험동작 결과

표 1을 이용하여 식(24)의 $\triangle_3$를 계산해 보면 다른 위치에서는 0이 아니고, x^{60}, x^{58}, x^{56} 위치에서만 0이 되어 그 위치의 오류를 정정함을 알 수 있다.

이상의 시험동작을 Logic Analyzer를 이용하여 그림 6에 사진으로 나타내었다. 또 한 3중 오류생성기를 제작하여 시험해 봄으로써 이 복호기가 3개 이하의 모든 오류를 정정할 수 있음을 알 수 있었다.

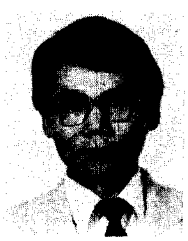
V. 결 론

본 논문에서는 2원 BCH부호의 복호에 있어서 오류위치다항식과 그 근을 구하지 않고 오증으로부터 직접 오류위치를 찾아 오류를 정정할 수 있는 직접복호법을 연구 분석하고 이를 이용한 3중 및 4중 오류정정 BCH 부호의 복호기를 설계하였다. 또한 3중 오류정정(63, 45) BCH부호를 택하여 이 복호기를 TTL IC로 직접 장치화 함으로써 이 복호법의 효율성과 타당성을 입증하였다.

본 복호법은 오류정정능력 t와 부호장이 커지면 실제 발생한 오류의 갯수를 판정하는 회로와 오류위치를 탐지하는 회로가 매우 복잡해지는 단점을 가지고 있으나 부호장과 오류정정능력이 비교적 작은 경우에는 기존의 복호법보다 훨씬 간단한 Hardware로 장치화 될 수 있음을 알 수 있었다.

參 考 文 獻

1. 이만영, 부호이론, 희중당, 1984
2. R.T. Chien "Cyclic Decoding Procedures for BCH codes" IEEE Trans. on Inf. Theory, IT-10, pp. 357-363, 1964.
3. W.W. Peterson "Encoding and error-correction procedures for the Bose-Chaudhurk codes", IRE Trans. on Inf. Theory, IT-6, pp. 459-470, September, 1960.
4. R.E. Blahut, Theory and practice of Error Control Codes, Addison-wesley, 1983.



廉 興 烈(Heung Youl YOUM) 正會員
1959年 2月10日生
1981年：漢陽大學校 電子工學科 卒業
1983年：漢陽大學校 大學院 電子工學科 工學碩士
1983年～現在：漢陽大學校 大學院 電子工學科 博士課程中
1982年12月～現在：韓國電子通信研究所 서울 시스템研究室 先任研究員

李 晩 榮(Man Young RHEE) 正會員
1924年11月30日生
서울大學校電氣工學科 卒業
美國Colorado大學院卒業(工學博士 1958年)
美國Boeing會社研究員
美國Virginia 工大教授
美國California 工大 JPL NASA研究員
國防科學研究所副所長
韓國電子通信(株) 代表理事社長
漢陽大學校 工科大學電子通信工學科 教授