

Group 4 팩시밀리의 符号化 方式과 制御機能에 대하여

李泰勲 · 金鎮炫 / 端末機器研究室

〈要 約〉

본 내용은 팩시밀리와 혼합형 터미널(Mixed Mode Terminal) 개발에 필요한 G. 4 팩시밀리의 부호화 방식과 그 제어기능에 대하여 기술하였다.

I. 序 論

미래의 사무실에서 사용될 O.A. workstation은 문서의 작성, 편집, 저장 및 통신 등의 기능을 가져야할 뿐 아니라, 문자정보는 물론 상표, 선, 날인 등의 도형정보도 처리할 수 있는 혼합형 터미널(Mixed Mode Terminal)과 같은 형태로 발전해 나갈 것이다.

한편, 현재 문자문서의 통신수단으로서 텔리텍스가 각국에서 도입되고 있고, 임의의 도형을 포함한 문서통신 수단으로는 팩시밀리가 있는데 G.1, G.2, G.3(Group I, Group II, Group III)는 현재 사용 중에 있으며, 이것에 비해서 주로 데이터 망에서의 사용을 고려한 것으로 G.4(Group IV)가 있다.

본고에서는 CCITT 권고안 T. 6에 기초하여 혼합형 터미널의 도형 입력시 사용될 G.4 팩시밀리의 부호화방식과 부호화를 위한 제어기능에 대해 기술하고자 한다.^[1]

II. 팩시밀리의 부호화 방식

G. 4에서 사용되는 팩시밀리 부호화 방식으로는 기본 부호화방식(Basic Facsimile Coding Scheme)과 추가적인 부호화방식(Optional Facsimile Coding Scheme)이 있다.

1. 기본 부호화 방식

가. 부호화 방식의 원리

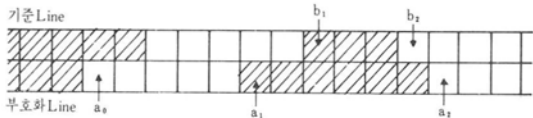
G.4 팩시밀리에서 사용되는 부호화방식은 원리적으로 G.3의 부호화 방식과 같으며 modified read code를 사용하는 2차원의 line단위로 부호화하는 방식을 채택하고 있다. 즉, 현재 부호화되는 line은 그 line 바로 위에 있는 기준 line(Reference line)의 기준 도형요소(Reference picture element)에 따라 부호화되며, 한

line의 부호화 작업이 끝나면 이 line은 다음 line의 부호화를 위해 기준 line이 된다. 그리고 한 페이지의 맨 첫 line에 대한 기준 line은 흰 line으로 가정한다.

나. 도형요소의 정의

부호화를 위해 다음과 같이 도형요소를 정의한다. (<그림 1> 참조)

- a_0 : 부호화 하고 있는 line상에 있는 기준점 또는 시작점의 도형요소 각 line의 시작에서는 맨 첫 도형요소 바로 앞의 흰점을 기준점으로 가정한다.
- a_1 : 부호화하는 line 상에서 a_0 보다 오른쪽에 위치하며 도형정보가 바뀌는 곳.
- a_2 : 부호화하는 line 상에서 a_1 보다 오른쪽에 위치하며 도형정보가 바뀌는 곳.
- b_1 : 기준 line상에서 a_0 의 오른쪽에 위치하며 a_0 와 반대정보로 변하는 곳.
- b_2 : 기준 line상에서 b_1 의 오른쪽에 위치하며 도형정보가 바뀌는 곳.



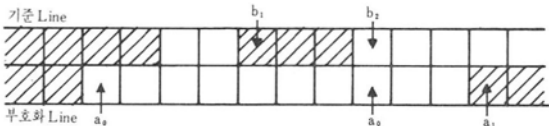
<그림 1> 도형 요소의 정의

다. 부호화 모드

G. 4 팩시밀리의 부호와 모우드에는 다음과 같이 3 가지가 있는데, 부호화 작업 도중 II.1. 라.항에서 설명한 바와 같은 과정에 의해 이 중 어느 한 모우드로 선택된다.

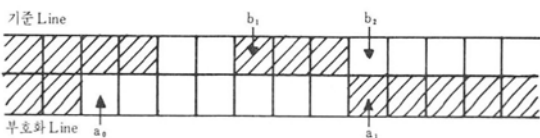
(1) 패스모우드 (Pass Mode)

<그림 2>와 같이 b_2 가 a_1 보다 왼쪽에 있을 때 패스모우드 이다.



<그림 2> 패스 모우드

그러나 <그림 3>과 같이 b_2 가 a_1 바로 위에 있을 때는 패스모우드가 아니다.



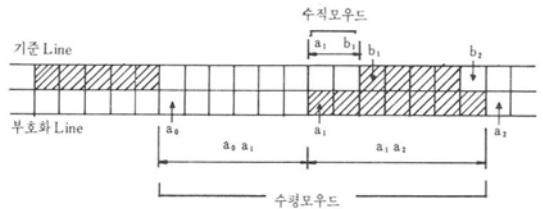
<그림 3> 패스모우드가 아닌 경우의 예

(2) 수직 모우드 (Vertical Mode)

<그림 4>에서와 같이 a_1 과 b_1 의 거리가 3 이하이면 이 모우드이다. 즉, a_1 과 b_1 의 상대거리에 따라 $V(0)$, $V_R(1)$, $V_R(2)$, $V_R(3)$, $V_L(1)$, $V_L(2)$, $V_L(3)$ 중의 하나로 부호화 된다. 여기서 첨자 R과 L은 a_1 이 b_1 보다 오른쪽인가 혹은 왼쪽인가를 나타내고, 괄호안의 숫자는 a_1 과 b_1 사이의 거리를 나타낸다.

(3) 수평 모우드 (Horizontal Mode)

a_1 과 b_1 과의 거리가 3 보다 클 때이며 이 모우드에서는 $a_0 a_1$ 과 $a_1 a_2$ 의 길이에 의해 $H+M(a_0 a_1)+M(a_1 a_2)$ 와 같은 형식으로 부호화 된다. 여기서 H는 <표1>에 나타나 있는 바와 같이 수평 모우드임을 나타내는 부호 "001"이며, $M(a_0 a_1)$ 과 $M(a_1 a_2)$ 는 MH (Modified Huffman) 부호로서 <표2>에 나타나 있다. <표2>는 같은 정보가 계속되는 도형정보의 길이와 도형정보 (흰색 또는 흑색정보)에 따라 그의 부호값이 다르게 되어 있다 (<그림 4> 참조).



<그림 4> 수직 모우드와 수평 모우드

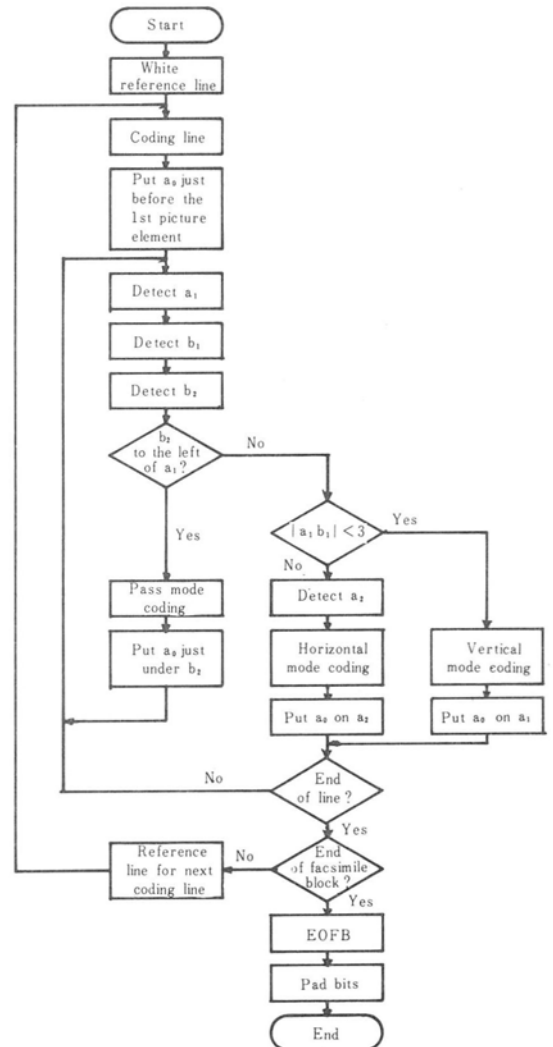
| Mode | Elements to be coded | Nation | Code word |
|---------------|-----------------------------|---------------------|--|
| Pass | $b_1 \cdot b_2$ | P | 0001 |
| Horizontal | $a_0 a_1, a_1 a_2, a_0 a_1$ | H | $001+M(a_0 a_1)+M(a_1 a_2)$ (see Note) |
| Vertical | a_1 just under b_1 | $a_1 b_1 = 0$ | $V(0)$ 1 |
| | a_1 to the right of b_1 | $a_1 b_1 = 1$ | $V_R(1)$ 011 |
| | | $a_1 b_1 = 2$ | $V_R(2)$ 000011 |
| | | $a_1 b_1 = 3$ | $V_R(3)$ 0000011 |
| | a_1 to the left of b_1 | $a_1 b_1 = 1$ | $V_L(1)$ 010 |
| | | $a_1 b_1 = 2$ | $V_L(2)$ 000010 |
| $a_1 b_1 = 3$ | | $V_L(3)$ 0000010 | |
| Extension | | | 0000001xxx |

<표 1> 부호화 표

| White run length | Code word | Black run length | Code word |
|------------------|-----------|------------------|---------------|
| 0 | 00110101 | 0 | 0000110111 |
| 1 | 000111 | 1 | 010 |
| 2 | 0111 | 2 | 11 |
| 3 | 1000 | 3 | 10 |
| 4 | 1011 | 4 | 011 |
| 5 | 1100 | 5 | 0011 |
| 6 | 1110 | 6 | 0010 |
| 7 | 1111 | 7 | 00011 |
| 8 | 10011 | 8 | 000101 |
| 9 | 10100 | 9 | 000100 |
| 10 | 00111 | 10 | 0000100 |
| 11 | 01000 | 11 | 0000101 |
| 12 | 001000 | 12 | 0000111 |
| 13 | 000011 | 13 | 00000100 |
| 14 | 110100 | 14 | 00000111 |
| 15 | 110101 | 15 | 000011000 |
| 16 | 101010 | 16 | 0000010111 |
| 17 | 101011 | 17 | 00000110000 |
| 18 | 0100111 | 18 | 0000001000 |
| 19 | 0001100 | 19 | 00001100111 |
| 20 | 0001000 | 20 | 00001101000 |
| 21 | 0010111 | 21 | 00001101100 |
| 22 | 0000011 | 22 | 00000110111 |
| 23 | 0000100 | 23 | 00000101000 |
| 24 | 0101000 | 24 | 00000010111 |
| 25 | 0101011 | 25 | 00000011000 |
| 26 | 0010011 | 26 | 000011001010 |
| 27 | 0100100 | 27 | 000011001011 |
| 28 | 0011000 | 28 | 000011001100 |
| 29 | 00000010 | 29 | 000011001101 |
| 30 | 00000011 | 30 | 000001101000 |
| 31 | 00011010 | 31 | 000001101001 |
| 32 | 00011011 | 32 | 000001101010 |
| 33 | 00010010 | 33 | 000001101011 |
| 34 | 00010011 | 34 | 0000011010010 |
| 35 | 00010100 | 35 | 0000011010011 |
| 36 | 00010101 | 36 | 0000011010100 |
| 37 | 00010110 | 37 | 0000011010101 |
| 38 | 00010111 | 38 | 0000011010110 |
| 39 | 00101000 | 39 | 0000011010111 |
| 40 | 00101001 | 40 | 000001101100 |
| 41 | 00101010 | 41 | 000001101101 |
| 42 | 00101011 | 42 | 0000011011010 |
| 43 | 00101100 | 43 | 0000011011011 |
| 44 | 00101101 | 44 | 000001010100 |
| 45 | 00000100 | 45 | 000001010101 |
| 46 | 00000101 | 46 | 000001010110 |
| 47 | 00001010 | 47 | 000001010111 |
| 48 | 00001011 | 48 | 000001100100 |
| 49 | 01010010 | 49 | 000001100101 |
| 50 | 01010011 | 50 | 000001010010 |

| | | | |
|----|----------|----|---------------|
| 51 | 01010100 | 51 | 000001010011 |
| 52 | 01010101 | 52 | 000000100100 |
| 53 | 00100100 | 53 | 000000110111 |
| 54 | 00100101 | 54 | 000000111000 |
| 55 | 01011000 | 55 | 000000100111 |
| 56 | 01011001 | 56 | 000000101001 |
| 57 | 01011010 | 57 | 000000101100 |
| 58 | 01011011 | 58 | 0000001011001 |
| 59 | 01001010 | 59 | 000000101011 |
| 60 | 01001011 | 60 | 000000101100 |
| 61 | 00110010 | 61 | 0000001011010 |
| 62 | 00110011 | 62 | 0000001100110 |
| 63 | 00110100 | 63 | 0000001100111 |

〈表 2〉 Terminating code 表



〈그림 5〉 부호화 과정의 흐름도

라. 부호화 과정

부호화 작업은 먼저 다음의 단계 1 과 2 에서 부호화 모우드를 결정한 후, 이 모우드에 따라 <表 1>에서 주어진 값으로 부호화 된다. <그림 5>는 이것에 대한 흐름도이다.

• 단계 1

1) 먼저 패스모우드 인가를 확인하고, 만약 이 모우드이면 '0001'로 부호화 된다(<表 1>참고). 부호화 작업이 끝나면, b_2 바로 아래인 도형 요소 a_0 가 다음 부호화를 위한 시작점 a_0 가 된다.

2) 패스모우드가 아니면 단계 2로 넘어감

• 단계 2

1) a_1b_1 의 길이를 측정

2) $a_1b_1 < 3$ 이면 수직모우드로서 거리와 방향에 따라 <表 1>에 의해 부호화 된다. 부호화 작업이 끝난 후 a_1 을 다음 부호화를 위한 시작점 a_0 로 한다.

3) $a_1b_1 > 3$ 이면 수평모우드로서 1차원 run-length 부호화 방식에 의해 '001+M(a₀a₁)+M(a₁a₂)'와 같은 형식으로 길이에 따라 다음과 같이 부호화 된다.

- 0 ~ 63Pel의 run-length는 <表2>의 termination code로 부호화 한다.
- 64 ~ 2623Pel의 경우는 먼저 <表3>에 있는 make-up code로 부호화 하고, 나머지가 63 이하가 되면 termination code로 부호화 한다.
- 2624Pel 이상일 경우는 나머지가 2560Pel 이하가 될때까지 2560Pel의 make-up code로 부호화하고 나서, 나머지는 termination code나 make-up code와 termination code에 의해 부호화 한다. 이 부호화 작업후, a_2 가 다음 부호화를 위한 시작점 a_0 가 된다.

| | | | |
|------|-----------|------|---------------|
| 768 | 011001101 | 768 | 0000001001100 |
| 832 | 011010010 | 832 | 0000001001101 |
| 896 | 011010011 | 896 | 0000001110010 |
| 960 | 011010100 | 960 | 0000001110011 |
| 1024 | 011010101 | 1024 | 0000001110100 |
| 1088 | 011010110 | 1088 | 0000001110101 |
| 1152 | 011010111 | 1152 | 0000001110110 |
| 1216 | 011011000 | 1216 | 0000001110111 |
| 1280 | 011011001 | 1280 | 0000001010010 |
| 1344 | 011011010 | 1344 | 0000001010011 |
| 1408 | 011011011 | 1408 | 0000001010100 |
| 1472 | 010011000 | 1472 | 0000001010101 |
| 1536 | 010011001 | 1536 | 0000001011010 |
| 1600 | 010011010 | 1600 | 0000001011011 |
| 1664 | 011000 | 1664 | 0000001100100 |
| 1728 | 010011011 | 1728 | 0000001100101 |

a) 64-1728 pel 사이

| Run length(black and white) | Make-up codes |
|-----------------------------|---------------|
| 17 1792 | 0000001000 |
| 18 1856 | 0000001100 |
| 19 1920 | 0000001101 |
| 19 1084 | 00000010010 |
| 20 2148 | 00000010011 |
| 21 2112 | 00000010100 |
| 21 2276 | 00000010101 |
| 22 2340 | 00000010110 |
| 23 2304 | 00000010111 |
| 23 2468 | 00000011100 |
| 24 2432 | 00000011101 |
| 24 2596 | 00000011110 |
| 25 2 60 | 00000011111 |

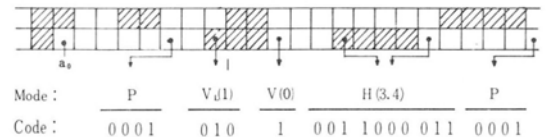
b) 1792-2560 pel 사이

<表 3> Make-up code 표

| White run lengths | Code word | Black run lengths | Code word |
|-------------------|-----------|-------------------|---------------|
| 64 | 11011 | 64 | 0000001111 |
| 128 | 10010 | 128 | 000011001000 |
| 192 | 010111 | 192 | 000011001001 |
| 256 | 0110111 | 256 | 000001011011 |
| 320 | 00110110 | 320 | 000000110011 |
| 384 | 00110111 | 384 | 000000110100 |
| 448 | 01100100 | 448 | 000000110101 |
| 512 | 01100101 | 512 | 0000001101100 |
| 576 | 01101000 | 576 | 0000001101101 |
| 640 | 01100111 | 640 | 0000001001010 |
| 704 | 011001100 | 704 | 0000001001011 |

마. 부호화 예

앞에서 설명한 부호화 작업의 이해를 위해 <그림 6>에서 부호화의 실례를 보이고 있다.



<그림 6> 부호화 예

2. 부가적인 부호화 방식

G. 4 팩시밀리는 앞에서 설명한 압축 부호방식 외에 도형정보를 압축하지 않고 그대로 사용하는 방식을 부가적으로 사용하고 있다. 이 방식을 사용할 때는 먼저 압축하지 않은 정보임을 나타내는 부호 '000000111'로써 부호화한 다음 도형정보는 <表 4>에 의해 부호화 한다.

| | | |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| Entrance code to uncompressed mode | Basic coding scheme : 0000001111 | |
| Uncompressed mode code | <i>Image pattern</i> | <i>Code word</i> |
| | 1 | 1 |
| | 01 | 01 |
| | 001 | 001 |
| | 0001 | 0001 |
| | 00001 | 00001 |
| Exist from uncompressed mode code | 0 | 0000001T |
| | 00 | 00000001T |
| | 000 | 000000001T |
| | 0000 | 0000000001T |

*T는 연속되는 다음 정보를 나타내는 Tag bit이다.
(흰색=0 검정=1)

<表 4> 비 압축 모드 부호표

III. 팩시밀리 부호화를 위한 제어기능

1) 팩시밀리 블록의 끝(EOFB, End of Facsimile Block)

EOFB는 모든 팩시밀리 정보블록의 끝임을 나타내며, 형식은 다음과 같다.

형식 : 00000000000100000000001
24bit

2) Pad Bit

이것은 정보를 8단위 부호로 맞추거나 블록 크기를 일정하게 맞출 필요가 있을 경우,팩시밀

리 블록의 끝에 채워넣는 비트로서 그 형식은 다음과 같다.

형식 : 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
필요한 만큼의 0 열

3) 확장기능

이것은 부호화 모우드를 바꾸고자 할 경우 사용된다. 즉, 현재의 부호화 방식에서 다른부호화방식으로 바꾸고자 할 경우 사용하며 형식은 다음과 같다.

형식 : 0 0 0 0 0 0 1 X X X

여기서 XXX가 111인 경우 비 압축모우드의 작업을 나타낸다.

IV. 부호화 효율

G 4 팩시밀리의 기본 부호화 방식은 G 3 와 비교하여 볼때 다음과 같은 점에서 효율의 증대를 가져온다.

1) 전송시 발생하는 에러는 lower level에서 control procedure에 의해 수정되기 때문에 매 K line마다 1차원의 부호화 line을 넣을 필요가 없고, 모든 scan line을 2차원으로 부호화한다.

2) line의 끝을 표시하는 신호(EOL)와 time fill bit가 필요없다.

3) 팩시밀리 부호화 신호의 맨끝에 78 bit의 RTC (Retrun to Control) 신호 대신에 24bit의 EOFB 신호를 사용한다.

위와 같은 이유때문에 G 4 팩시밀리 부호화 방식은 2차원의 G 3 부호화 방식에 비해<表5>에서 나타난 바와 같이 약 40%정도의 효율증대를 기대할 수 있다.

<表 5>는 CCITT의 팩시밀리 시험용 서류No. 1부터 No.8 까지의 각 서류에 대해 G 4와 G 3의 부호화 방식으로 부호화 하였을때 비트수를 나타내고 있다.^[2]

| CCITT test document coding scheme | Doc. 1 | Doc. 2 | Doc. 3 | Doc. 4 | Doc. 5 | Doc. 6 | Doc. 7 | Doc. 8 | Average |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| G4 coding | 144822 | 86424 | 229648 | 554193 | 257773 | 133205 | 554253 | 152792 | 264139 |
| G3 coding | 337775 | 260799 | 399411 | 727041 | 427661 | 304147 | 690555 | 333142 | 435066 |
| Ratio | 0.429 | 0.331 | 0.575 | 0.762 | 0.603 | 0.438 | 0.803 | 0.459 | 0.607 |

<表 5> G 4 팩시밀리의 부호화 효율

V. 結 論

지금까지 G. 4 팩시밀리의 부호화 방식과 그 제어기능에 대해서 기술하였는데, 여기에서 gray scale과 color 정보에 대해서는 아직 규격화 된 것은 없고 앞으로의 연구과제로 남겨두고 있다. 이러한 부호화 방식에 관한 기술축적은 미래의 O. A. workstation으로 사용될 혼합형 터미널과 팩시밀리의 개발에 있어 필수 불가결하리라 생각되어, 한국전자통신연구소에서는 1985년부터 혼합형 터미널 개발의 일환으로써 이에 관한 연구에 착수하였다.

현재 미국이나 일본 등에서는 이러한 부호화 작업을 빠른속도(2M~8M/bit/sec)로 수행하는 칩이 나오고 있는 점을 감안할때 우리나라에서도 빠른 시일안에 팩시밀리 부호화 및 일부

제어기능을 포함하는 칩의 개발이 시급하다고 생각된다.³⁾

〈参 考 文 献〉

1. CCITT Recommendation, T. 4, T.5, T.6
2. Yamazaki, Y., "Group 4 Facsimile and Mixed Mode Terminal Technology", 텔리마틱 서어비스의 최근 기술동향에 대하여('84 전기통신연구소 (Workshop Proceeding), pp 121-pp 152, Dec., 1984.
3. James Williamson, 賀米信教, "ファクシミリ国際規格G3 とG4 に準拠し, 2値画像データの圧縮・伸長を...", NIKKEI Electronics, pp 193-pp211, Jan., 1985.