

## 디저화 映像의 多值推定을 利用한 中間調 映像의 段階的 傳送에 관한 연구

正會員 金 臣 煥\* 正會員 李 龍 斗\* 正會員 黃 秉 元\*\*

### Study on Progressive Image Transmission by Employing Multilevel Estimation of Dithered Images

Shin Hwan KIM\*, Yong Doo LEE\*, Byung Won HWANG\*\* *Regular Members*

**要 約** 디저법은 2치 영상이지만 인간 시각의 적분 효과에 의해 濃淡이 있는 영상처럼 보이게 하는 방법으로 위치에 따라 값이 다른 문턱값과 濃淡이 있는 영상의 화소값을 비교하여 화소값이 문턱값보다 크면 흰색(on), 작으면 검은색(off)으로 결정하는 수법이다. 본 논문에서는 디저영상으로 부터 濃淡영상을 추정하는 새로운 다치추정법을 제안하여 그 결과가 종래의 방법보다 약 0.7dB 개선되었음을 보이고, 이 방법을 사용하여 영상의 새로운 단계적 전송 방법을 제안한다.

**ABSTRACT** This paper presents a new method of multilevel estimation of Dithered images. A dithered picture, a two-tone picture which gives the illusion of picture with many shades of gray, is obtained by comparing the gray-level picture with a position-dependent threshold. When the intensity of a picture element exceeds the threshold it is classified as white; otherwise it is black. In the new estimation scheme, the simulation results show the SNR of the new method is improved 0.7dB compared with the old method. And we propose a new progressive image transmission by employing this method.

#### I. 서 론

전화회선등으로 협대역 전송로에 의해 영상전송을 할 경우 정보량의 관계로부터 정지화 전송을 하지 않을 수 없다. 이것은 송수신단에 프레임 메모리를 준비하여 각각을 낮은 속도로 읽어

내어 쓰는 것에 의해 쉽게 실현할 수 있다. 이때의 문제점으로는 긴 전송 시간에 의해 발생하는 수신자의 심리적부담이 크고, 또 전송 비용도 높게 된다는 것이다.

수신측의 영상의 용도에 따라서 영상의 고충실도 보다도 전송시간의 단축이 중요한 문제로 되는 것이 적지 않다. 예를 들면 특히 영상 데이터베이스 센타로부터 영상의 공급을 받는 원격지

\* 大邱大學校 電子工學科  
 \*\* 韓國航空大學 電子計算學科  
 論文番號 : 90-74 (接受 1990. 7. 24)

단말에서는 센타에 있는 방대한 매수의 화면을 검색 및 표시할 경우, 위에서 말한 문제점은 시스템 구축상 큰 문제로 된다. 이러한 문제점을 고려한 영상 데이터의 효율적인 전송 및 표시법이 바람직스럽다. 이점에 관하여, 우선 영상의 대략을 전송하고, 시간의 경과와 함께 영상의 내용을 서서히 개선하여 가는 방식을 취하면 수신자의 심리적 부담을 줄일 수 있다. 또한, 전송도중에 그 영상이 필요가 없다고 판단될 때에는 그 영상의 수신을 중단시키고, 다음의 영상의 표시로 옮길 수가 있기 때문에 더우기 전체의 전송 시간이 단축되어 전송비용을 저렴하게 할 수 있다.

이러한 전송방법은 몇 가지의 방법이 제안되어 있으며<sup>1)</sup>, 이러한 방식은 원영상으로부터 해상도 혹은 階調數등이 상이한 영상을 생성하고 그것들을 낮은 것부터 순서대로 전송하는 것에 의해 전송 초기단계에 영상의 대략을 알 수 있도록 하고 있는 이러한 방식을 계층적부호화라고 한다.

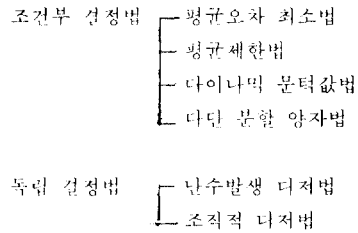
본 논문에서는 영상데이터의 효율적인 전송 및 표시에 있어서 상기의 방법과는 접근방법이 상이한 방식으로, 먼저 조직적 디지털영상을 濃淡이 있는 다치영상으로 추정하는 새로운 디지털영상의 다치추정법<sup>2)</sup>을 제안한다. 또, 이 방법을 사용하여 계조표현 능력이 우수한 것으로 알려진 조직적 디지털영상을 첫단계에 전송하여 초기 단계에서 영상의 개략을 파악하고 다음단계에서는 상기의 디지털영상의 다치추정법을 채용하여 농담영상으로 표시하며, 완결 단계에서는 원영상과 다치로 추정한 농담영상과의 차분을 전송하여 완전한 영상이 전송되는 새로운 단계적 전송방법<sup>3)</sup>을 제안한다. 제안방법의 유효성을 검토하기 위하여 시뮬레이션을 행한 결과를 보인다.

## II. 디지털법에 의한 농담 영상의 표시

디지털법은 인간의 시각의 적분효과를 이용해서 흑백 2가지의 레벨로 영상을 擬似 중간조의 표시를 가능하게 하는 방법으로 디지털 신호를 원신호

에 인가하는 방법에 따라 조건부 결정법과 독립 결정법<sup>6)</sup>이 있다. 표 1에 디지털법에 의한 의사 중간조 표시의 분류를 표시한다.

표 1. 디지털법의 분류  
Classification of Dither method.



조건부 결정법은 인가하는 디지털 신호를 착목화소 내지 주위 화소의 휘도값등에 의해 제어하는 것이고, 독립결정법은 화소값의 휘도치와는 관계 없이 화소값을 결정하는 것이다. 독립결정법 중에는 특히 조직적 디지털법이 화질면에서 우수하다. 따라서 본 논문에서는 조직적 디지털법<sup>7)</sup>에 의해 만들어진 映像만을 다치추정 映像의 대상으로 한다.

### II-1. 조직적 디지털 영상

이 방법을 독립 결정법의 하나로 원리는 규칙적으로 디지털신호를 발생시켜 원 영상의 휘도 레벨이 디지털 신호보다 크면 백색(또는 흑색), 작으면 흑색(또는 백색)을 표시하는 수법이다.



그림 1. 원화  
Original image



그림 2. 디더영상  
Dithered image

그림 1에 표시한 원 영상에 디지털처리를 한 후, 그 결과를 그림 2에 표시한다.

조직적 디더법은 매트릭스 상의 점 배열로부터 만들어지는 표시화면 전체를  $n \times n$ 점으로 구성하는 부 매트릭스의 집합으로 간주하고, 부매트릭스(sub-matrix)에 미리 결정된 디더 패턴을 준비하여 각 점의 문턱값으로 하는 것이다. 즉,  $n \times n$  디더 매트릭스를

$$D_n = (d_n(k, l)) \quad (1)$$

라고 한다. 여기서  $d_n(k, l)$ 은 0부터  $(n^2 - 1)$ 까지의 정수가 한 번만 나오는 문턱값의 순서를 번호로 표시한다. 이 때 제  $x$ 행 제  $y$ 열의 휘도  $I_{xy}$ 는

$$k = x \bmod n \quad (2)$$

$$l = y \bmod n \quad (3)$$

으로서 결정되는 디더 매트릭스 중의  $d_n(k, l)$ 으로부터 만들어진 문턱값

$$T = (d_n(k, l) + \frac{1}{2}) R / n^2 \quad (4)$$

$R$ : 원영상 휘도의 최대값

과 비교한다. 매트릭스내의 문턱값 순서번호  $d_n(k, l)$ 의 배치법에는 베이어(Bayer)형<sup>(7)</sup>, 회오리형<sup>(8)</sup>, 망점형<sup>(10-11)</sup>등의 방식이 제안되어 있다. 그런데 베이어는 사람의 시각특성에 기초한 디더 패턴을 제안하였다. 즉, 일정한 휘도를 생각하여 이것을 2 레벨로 화면에 표시할 때, 표시화면의 휘도는 밝은 점의 비율, 바꾸어 말하면 공간주파수의 직류성분에 대응하고 있다. 한편 표시화면은 많은 공간 주파수에 관해서 일종의 저역 필터 특성을 가지고 있기 때문에 직류성분 이외의 공간 주파수 성분을 가능한한 고역으로 움직일 수 있는 디더 패턴이 최적이라고 생각할 수 있다. 이 조건을 만족하는  $2 \times 2$ 의 디더 매트릭스  $D_2$ 는

$$D_2 = \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

로 주어진다. 일반적으로는 디더 매트릭스는  $D_n$ 으로 표시하고  $D_n$ 을 구하는 수법이 다음과 같이 주어진다.

$$D_{2n} = \begin{bmatrix} 4D_n & 4D_n + 2U_n \\ 4D_n + 3U_n & 4D_n + U_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

여기서,  $U_n$ 은 각 요소가 모두 1인  $n \times n$  매트릭스이다. 예를 들면  $n=2$ 인 경우  $D_4$ 는 (7)식으로 되고 문턱값 매트릭스는 (8)식으로 된다.

$$D_4 = \begin{bmatrix} 0 & 8 & 2 & 10 \\ 12 & 4 & 14 & 6 \\ 3 & 11 & 1 & 9 \\ 15 & 7 & 13 & 5 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$T_4 = \begin{bmatrix} 8 & 136 & 40 & 168 \\ 200 & 72 & 232 & 104 \\ 56 & 184 & 24 & 152 \\ 248 & 120 & 216 & 88 \end{bmatrix} \quad (8)$$

매트릭스의 크기는  $4 \times 4$  내지  $8 \times 8$  정도로 의사 중간조 영상의 표시에 있어서 가장 좋은 결과를

얻고 있다. 그 이하에서는 가상운각이 돋보이고, 또 이것보다 크게 하여도 화질의 개선은 보이지 않는다고 보고되어 있다<sup>9)</sup>. 고로, 다음의 디지털 영상 다치추정에 사용될 디지털 영상은 4×4 혹은 8×8의 디지털 매트릭스를 사용한 영상을 대상으로 한다.

### Ⅲ. 디지털 영상의 다치추정

조직적 디지털 영상으로 부터 濃淡이 있는 영상으로 변환하는 방법<sup>9)</sup>이 이미 제안되어 있으나, 이 방법은 추정하려는 착목화소가 추정을 위한 대상의 창(window)에서 한 쪽 방향으로 치우쳐 있으므로 다치영상의 화질에 열화가 일어나고 있다. 본 논문에서는 이미 저자가 제안한 새로운 다치추정법<sup>13)</sup>의 원리를 설명하고, 이 방법을 여기에 제안하는 단계적 전송 방법에 적용한다.

#### Ⅲ-1. 종래의 다치 추정법

상기의 (6)식에 의해 얻어진 8×8 베이어형 디지털 매트릭스를 그림 3에 표시한다. 이 디지털 매트릭스에 의해 2치화된 디지털 영상으로 부터 중간조를 추정하는 방법에 대하여 설명한다. 우선, 베이어형 디지털 영상위에 A부터 G까지 7개의 창을 그림 4와 같이 만든다. 제일 작은 창은 2×2(A)이고, 제일 큰 창은 8×8(G)이며, 창의 중심은 모두 일치한다. 이들의 창이 디지털 영상의 화소를 주사하는 것에 의해 각 창의 흰 화소수가

0	32	8	40	2	34	10	42
48	16	56	24	50	18	58	26
12	44	4	36	14	46	6	38
60	28	52	20	62	30	54	22
3	35	11	43	1	33	9	41
51	19	59	27	49	17	57	25
15	47	7	39	13	45	5	37
63	31	55	23	61	29	53	21

그림 3. 8×8 디터 매트릭스  
Dither matrix of 8×8

계산된다. 창을 선택하는 것은 디지털 영상의 액터비트에 대응하여 간단한 연산으로 추정할 창을 선택하고 추정되는 중간조 레벨값은 그 주사창내의 흰 화소 수에 그 창의 이득을 곱하는 것이다.

#### Ⅲ-2. 개량 수법

상기의 방법은 착목화소를 다치로 추정하기 위하여 어떠한 방법으로 창을 주사시키더라도 착목화소가 주사창의 중심에 위치하지 못하여, 한쪽 방향으로 치우게 되어 참조할 주위의 화소는 착목화소에 대하여 대칭성을 결여하고 있다. 본 논문에서는 이 점에 착안하여, 화소 주위의 참조화소의 위치가 대칭 될 수 있도록 주사창을 그림 5와 같이 설정한다. 즉, 종래의 방법에서  $N(2, 4, 8) \times M(2, 4, 8)$ 의 주사창인데 반하여 착목화소를 중심심으로 하고  $(N+1) \times (M+1)$ 의 주사창을 마련하여, 이것으로 부터 각 4개의  $(N \times M)$ 의 부 주사창(sub-window)으로 나누어 각 창의 "1"의 수를 헤아려, 이들의 평균치(K)를 구하여, 이것을 주사창의 "1"의 값으로

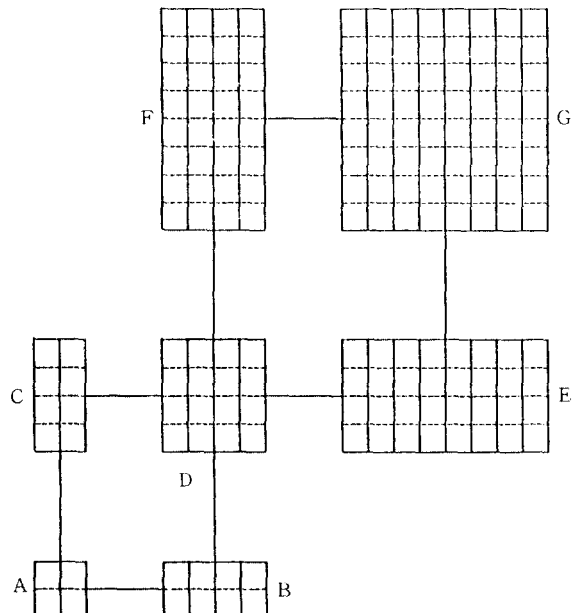


그림 4. 디지털 영상 위의 주사창의 크기군  
Scanning window group on Dithered image

하는 것이다.  $N=M=2$ 인 경우의 예를 그림 6에 나타낸다. 그림 6(b), (c), (d), (e)의 경우에 "1"의 수는 2, 2, 0, 0으로 되고 따라서  $K=1$ 로 된다. 추정치는  $K$ 에 이득을 곱한 것이다. 이득은 각 창 크기의 다르므로 그 크기의 정규화를 위한 것으로, 창마다 이득은 서로 다르며, 부주사창의 크기를 고려하면  $A$ 는 16이고,  $G$ 는 1이다. 각 창 크기에 의한 階調數와 解像力 및 각 창 크기의 이득과 추정치를 표 2에 표시한다.

III-3. 창 크기의 선택

영상의 액티비티에 대응하는 창 크기의 선택은 영상

0	0	1
0	0	1
0	0	1

(a) 3x3 주사창  
3x3 scanning window

0	0	1
0	0	1
0	0	1

(b) 우하 2x2  
right-lower 2x2

0	0	1
0	0	1
0	0	1

(c) 우상 2x2  
right-upper 2x2

0	0	1
0	0	1
0	0	1

(d) 좌상 2x2  
left-upper 2x2

0	0	1
0	0	1
0	0	1

(e) 좌하 2x2  
left-lower 2x2

그림 6. 개량방법 부(sub) 주사창  
Scanning sub-window of modified method

표 2. 각 주사창과 추정치의 특성

Relation between various scanning window estimation values

창	A	B	C	D	E	F	G
크기	2x2	4x2	2x4	4x4	8x4	4x8	8x8
階調數	5	9	9	17	33	33	65
解像力	高						低
흰화소수	a	b	c	d	e	f	g
이득	16	8	8	4	2	2	1
推定値	16a	8b	8c	4d	2e	2f	g

의 다치추정에 있어서 중요한 문제이다. 큰 창을 선택하는 경우에는 解像力은 낮지만, 階調性은 양호한 영상이 얻어지고, 한편, 작은 창을 선택하는 경우에는 階調性은 부족하지만 解像力이 높은 영상이 얻어지는 특징이 있다. 따라서, 영상의 변화에 대응한 창을 적절히 선택할 수 있다면 화질이 좋은 영상 얻을 수 있을 것으로 여겨지기 때문에 여기서는 중간조 영상의 농도 변화가 빠른 영역에서는 解像力을 우선하여 작은 창에 의한 추정영상의 화소를 만들고, 농도 변화가 느린 영역은 階調性을 우선하여 큰 창으로 추정영상의 화소를 작성하는 기법을 사용한다. 이와 같이 하면 일정한 크기의 창에 의해 다치로 추정된 영상보다도 원영상에 가까운 영상이 얻어진다.

이 때, 문제로 되는 것은 「디지털영상의 농도변화의 정도에 따라 적응적으로 창 크기의 선택을 어떻게 할 것인가」하는 것이다. 여기서 각 창 크기의 흰 화소의 수 즉, A창의 흰 화소수  $a$ , ..., G창의 흰 화소수  $g$ 를 계산하여, 간단한 조건식에 대입하여 그 조건식의 만족 정도에 따라 창 크기를 결정하는 방법을 채택한다. 이 방법은 창 A와 B의 흰 화소 수를 각각  $a, b$ 로 하고, 창 B안의 농도변화가 없는 경우에는 표 3과 같은 관계가

표 3. 흰 화소 수  $a$ 와  $b$ 의 관계  
Relation of white pixel  $a$  and  $b$

a	0	0, 1	1	1, 2	2	2, 3	3	3, 4	4
b	0	1	2	3	4	5	6	7	8

있다는 것을 알 수 있다. 그러므로 이 표의 결과를 식으로 표시하면

$$|2a-b| \leq 1 \quad (9)$$

로 된다. 같은 방법으로 A와 C, B와 D, C와 D, D와 E, D와 F, E와 G, F와 G의 관계로 각각 다음 식으로 성립된다.

$$|2a-c| \leq 1 \quad (10)$$

$$|2b-d| \leq 1 \quad (11)$$

$$|2c-d| \leq 1 \quad (12)$$

$$|2d-e| \leq 1 \quad (13)$$

$$|2d-f| \leq 1 \quad (14)$$

$$|2e-g| \leq 1 \quad (15)$$

$$|2f-g| \leq 1 \quad (16)$$

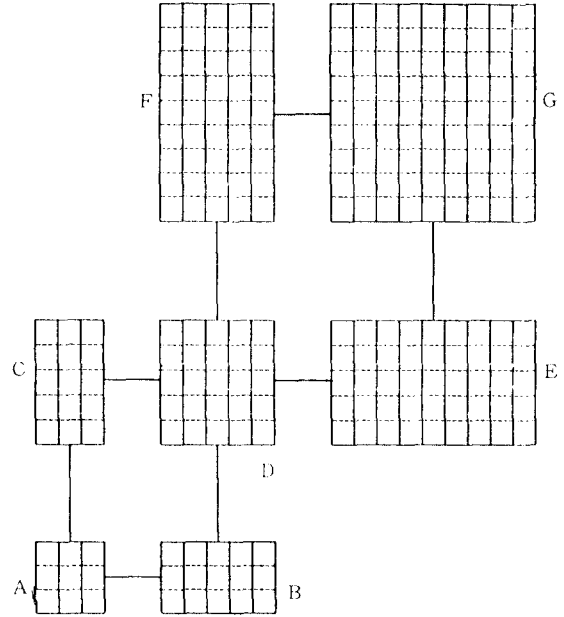


그림 5. (N+1) x (M+1)의 주사창  
Scanning window of (N+1) x (M+1)

실제의 창을 선택하는 것은 (9)식에서 (16)식까지의 성립 상황에 따라 표 4에 나타난 것의 해 처리하여 선택한다. 이것을 그림 5와 관련지어 예를 들어 설명하면 표 4의 최초의 예에서는 식(9), (10)의 두 식 모두가 성립하지 않으므로 창을 A로부터 넓혀 나가는 것이 불가능하여 선택되는 창은 A가 되고, 두 번째의 예에서는 식(9)가 성립하지 않고 식(10)이 성립하기 때문에 창을 상하로 넓힐 수가 있어서 선택되는 창은

C가 된다. 표 4의 마지막의 예에서는 식(9)부터 식(16)까지 모두 성립하기 때문에 모든 창내의 농도변화가 검출되지 않았기 때문에 선택되는 창은 G가 된다.

이와 같이 디지털영상의 각 창안에 있는 회화소수를 계산하여 식(9)~(16)의 성립 상황에 대응하여 표 4에 의하여 창의 선택을 결정하고, 그 선택된 창의 회화소수에 이득을 곱한 것을 화소로 하는 처리를 한 화소마다 반복하는 것에 의하여 추정해야 하는 중간조 영상이 얻어진다.

표 4. 창의 선택  
Selection of window

○ : 成立 × : 不成立 - : 成立 혹은 不成立

條 件 式	(7) $ 2a-b  \leq 1$	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	(8) $ 2a-c  \leq 1$	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○
	(9) $ 2b-d  \leq 1$	-	-	-	×	○	○	○	○	○	○	○
	(10) $ 2c-d  \leq 1$	-	-	-	-	×	○	○	○	○	○	○
	(11) $ 2d-e  \leq 1$	-	-	-	-	-	×	×	○	○	○	○
	(12) $ 2d-f  \leq 1$	-	-	-	-	-	×	○	×	○	○	○
	(13) $ 2e-g  \leq 1$	-	-	-	-	-	-	-	-	×	○	○
	(14) $ 2f-g  \leq 1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	○
선택될 창		A	C	B	C	B	D	F	E	F	E	G





(a) 새로운 방법의 다치추정화  
(a) Estimated multilevel image by new method



(b) 종래방법의 다치추정화  
(b) Estimated multilevel image by old method

그림 8. 시뮬레이션 영상  
Simulation image

그림 8(b)는 종래방법의 다치추정화이다. 종래의 다치추정방법 보다 새로운 방법이 화질면에서 전체적으로 원영상에 가까운 것을 알 수 있다. 종래의 방법은 영상의 일함보다는 배경을 원영상과 비교하면 블록현상이 많이 나타나고 있으며, 원영상과 비교할 때 새로운 방법보다 무자인스러움을 알 수 있다.

## VI-2. 객관적인 평가

객관적인 평가를 알기위하여 그림 8(a)와의

SNR을 측정함 결과 그림 8(a)의 SNR은 26.44dB이고, 그림 8(b)의 SNR은 25.75dB로 약 0.7dB 정도 개선되었다. 그러므로 새로운 방법을 본 논문의 단계적 전송 방법에 채용하기로 한다.

$$\text{단, } \text{SNR} = 10 \log_{10} \left[ \frac{(p-p)^2}{\left[ \sum_{i=0}^N 0 \sum_{j=1}^N (X_{ij} - Y_{ij})^2 / N^2 \right]} \right]$$

이 식에서

$p-p$  : Peak to Peak (252)

$X_{ij}$  : 원화의 화소값

$Y_{ij}$  : 다치추정화의 화소값

$N^2$  : 영상의 화소수( $N=256$ )

이다.

## VI-3. 단계적전송의 검토

원화 그림 1과 추정화 그림 8(a)의 차분 엔트로피는 3.46비트/ 화소이다. 디지털화의 부호화는 0.28비트/ 화소로 부호화가 가능<sup>19)</sup>하기 때문에 정보보존형으로 전송할 경우 3.74비트/ 화소 정도로 전송이 가능하다. 차분 영상의 전송은 수신자의 요구에 따라 정보 보존형 또는 정보 비보존형의 어떠한 부호화를 선택하느냐가 결정될 것이다. 이 방법에 있어서 이 부분이 실점으로 부각 되지만, 개선책에 대해서는 다음 연구과제로 미루어 둔다.

## VII. 결 론

본 논문에서는 디지털 영상의 다치 추정을 이용하여 중간조 영상의 새로운 단계적 전송방법을 제안하였다. 이 방법을 실현하기 위하여 디지털 영상으로 부터 다치영상을 추정하는 개선된 방법을 제안하여 시뮬레이션 결과 종래의 방식보다도 약간 개선된 화질을 얻었으며, SNR로서도 약 0.7dB 정도 개선되었음을 보인다. 그러므로 여기서 제안된 다치 추정 방법은 본 논문에서 제안된 단계적 전송방법에 유효하고, 새로운 단계적 전송방법은 영상 데이터 베이스의 검색 및 이를

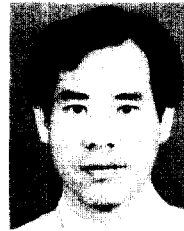


이용한 영상 서비스시스템의 분야에 응용할 수 있을 것으로 생각된다.

參考文獻

1. 야스다, 다카기, 가또, 아와노, "계층적 부호화에 의한 정지화상의 단계적 전송 및 표시(일본어)", 전자통신학회 논문집(B), Vol. J63-B, No. 4, pp. 379~386, 1980. 4.
2. S. L. Tanimoto, "Image Transmission with gross information first", CGIP, Vol. 9, pp. 72~76, Jan. 1979.
3. P. J. Burt and E. H. Adelson, "The Laplacian Pyramid as a Compact image Code", IEEE Vol. COM-31, pp. 532~540, April 1983.
4. K. Knowlton, "Progressive Transmission of Gray-Scale and Binary Picture by Simple, Efficient, and Lossless Encoding Schemes", Proc. IEEE, Vol. 68, No. 7, pp. 885~896, July 1980.
5. 가또, 야스다, "디터 화상을 이용한 계조화상의 단계적 전송 및 표시(일본어)", PCSJ 86, 1986.
6. 오노, "디터법(일본어)", 화상전자학회지, Vol. 10, No. 5, pp. 388~397, 1981.
7. B. E. Bayer, "An Optimum method for tow-level rendition of continuous tone pictures", Proc. of ICC, 26 / 11-26 / 15, 1973.
8. C. N. Judice, J. N. Jarvis and W. H. Nike, "Using ordered dither to display continuous tone pictures on an AC plasma panel", Proc. SID, Vol. 15, No. 4, pp. 161~169, 1974.
9. 다카기, 구로노 "정전 프린터를 이용한 농담표시(일본어)", 소화 54 전자통신학회 총합전국대회 S17-4, 1979.
10. 大泊, "신문지면의 컴퓨터 편집기술(일본어)", 제8회 화상공학 콘퍼런스 No. 25-36, 1977.
11. 우에노의 3인, "도트 집중형 디터법에 있어서 문턱값 배치방식(일본어)", 소화 55 전자통신학회 총합전국대회 1081, 1980.
12. 히라즈카의 3인, "Bayer형 디터 화상으로 부터 중간조 화상의 추정(일본어)", 제16회 화상공학콘퍼런스, 14-4, 1985.
13. 김, 가또, 야스다, "디터화 화상의 확대축소의 한 검토(일본어)", 소화62 전자정보통신학회 정보 / 시스템 부문 전국대회, 193, 1987.

14. 김, 가또, 야스다, "디터화상의 다치추정을 사용한 중간조 화상의 단계적 전송(일본어)", 소화62 전자정보통신학회 총합전국대회, 1148, 1987.
15. 이누즈카, 하마다, "디터화상의 고압축 부호화 처리방식(일본어)", 화상전자학회지, Vol. 4, pp. 316~325, 1986.



金 臣 煥 (Shin Hwan KIM) 正會員  
 1952年 4月 6日生  
 1975年 2月 : 韓國航空大學 通信工學科 卒業  
 1983年 2月 : 全北大學校 大學院 電氣工學科 工學碩士  
 1985年 4月 ~ 1988年 3月 : 日本東京大學 大學院 電子工學科 工學博士  
 1983年 3月 ~ 現在 : 大邱大學校 情報通信工學科 副教授  
 ※主觀心 分野는 映像信號處理 및 映像通信等임.



李 龍 斗 (Yong Doo LEE) 正會員  
 1952年 5月 15日生  
 1975年 2月 : 韓國航空大學 通信工學科 卒業  
 1983年 2月 : 嶺南大學校 大學院 電子工學科 工學碩士  
 1988年 9月 ~ 現在 : 韓國航空大學大學院 電子工學科 博士課程  
 1982年 3月 ~ 現在 : 大邱大學校 工科學科 電子工學科 副教授



黃 秉 元 (Byung Won HWANG) 正會員  
 1947年 2月 2日生  
 1972年 2月 : 韓國航空大學 電子工學科 卒業  
 1981年 3月 : 日本東京大學 大學院, 情報處理, 工學碩士  
 1984年 3月 : 日本東京大學 大學院, 情報處理, 工學博士  
 1984年 4月 ~ 1985年 3月 : 國防科學研究所 選任 研究員  
 1985年 4月 ~ 現在 : 韓國航空大學 電子計算學科 副教授.