

논문 2008-451E-3-3

잡음영상에 강한 IPC(Interlace to Progressive Conversion) 알고리즘

(Error Resilient IPC Algorithm for Noisy Image)

김 영 로*, 홍 병 기**

(Young-Ro Kim and Byung Ki Hong)

요 약

본 논문은 신뢰할 수 있는 에지 방향을 이용한 새로운 IPC(Interlace to Progressive Conversion) 방법을 제안한다. 기존의 IPC에 사용하는 ELA(Edge Line based Average) 알고리즘들은 잡음에 대한 고려가 없이 보간하고자 하는 에지 방향의 화소들을 선형보간 한다. 그러나 영상에 잡음이 존재할 경우, 잡음에 의해 잘못된 에지 방향을 찾아 열화된 영상을 얻을 수 있다. 본 논문에서 제안하는 방법은 기존 ELA 알고리즘이 잡음 영상에서 IPC할 때 생기는 문제점을 개선하는 알고리즘이다. 먼저 잡음을 제거하는 필터링과 동시에, 잡음이 없는 원화소의 색상 크기와 잡음의 크기를 추정한다. 이에 따라 잡음의 크기를 고려하여 ELA 방법과 수직보간 방법에 가중치를 주어 보간 값을 구한다. 이 후 잡음이 존재할 경우 포스트 필터링(Post Filtering)을 거쳐 잔재해 있는 잡음을 제거해준다. 실험결과에서 제안하는 알고리즘이 기존 ELA 알고리즘들 보다도 약 1~2 dB 향상된 결과를 보인다.

Abstract

In this paper, we propose a new IPC(Interlace to Progressive Conversion) method based on ELA(Edge Line based Average) interpolation using detecting the reliable edge direction. Existing ELA algorithms execute linear interpolation using edge direction without considering noises. In noisy images, these algorithms degrade quality because of interpolation based on the wrong edge direction. Our scheme is able to solve the problem of existing ELA algorithms in noisy images. First, filter a noisy pixel and estimate sizes of the noiseless original pixel and the noise, respectively. Then, considering the size of the noise, calculate weights of ELA and vertical interpolation. If noises exist after IPC, these could be eliminated by post filtering. The experimental results show that our proposed algorithm has about 1~2 dB better performance than those of existing ELA algorithms.

Keywords : Interlace, Progressive, Conversion, Interpolation, ELA

I. 서 론

영상기기에 따라 영상을 주사하는 방식으로 크게 순차주사(Progressive) 방식과 비월주사(Interlace) 방식이 있다. 과거에 성능상의 문제로 데이터량이 많은 두 개

의 영상 프레임을 정해진 시간에 전송하지 못했기 때문에, 두 개의 영상 필드(Field)로 만들어 전송을 하였다. 이때 필드의 데이터량도 프레임의 절반이 된다. 영상이 두 개의 필드로 분할되어 전송되었기 때문에, 하나의 영상을 온전하게 보여주기 위해서는 두 개의 필드를 빠르게 번갈아 가며 주사를 함으로 인해 사람에게 하나의 영상으로 인식하게끔 하는 방법이었다. 이 방식을 비월주사 방식이라고 한다. 최근에 들어서 디지털 기기와 같은 영상매체들이 한 번에 영상 프레임 전체를 주사하는 방식을 지원하기 시작하고 있다. 이를 순차주사 방

* 평생회원, 명지전문대학교 컴퓨터정보과
(Myongji College)

** 정회원, 한양대학교 전기및전자공학과 공학대학원
(Hanyang University)

접수일자: 2008년5월22일, 수정완료일: 2008년8월7일

식이라고 한다. 이는 비월주사 방식의 영상보다 매우 섬세하고 복잡한 영상을 표현할 수 있다. IPC(Interlace to Progressive Conversion)란 홀수 줄(Odd Line) 혹은 짝수 줄(Even Line)이 없는 인터레이스 영상에서 사이에 비어있는 줄(Line)을 채워줌으로써 순차주사된 영상으로 전환하는 것을 말한다. 또한 IPC 과정에서 중간에 비어있는 줄을 채워줌에 따라 보간이라고도 한다^[1]. 제안하는 알고리즘에서 IPC 할 때 가장 보편적으로 쓰이는 ELA 알고리즘을 이용한다^[2-4]. 그러나 잡음이 있는 비월주사 영상일 경우 열화된 순차영상을 얻는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 잡음에 기존 알고리즘보다 강한 알고리즘을 제안 하고자 한다.

II. ELA 알고리즘

본 장은 방향성이 존재하는 에지 기반의 ELA^[2] 알고리즘과 E-ELA^[3] 알고리즘을 소개한다. 여기서 E-ELA란 ELA 알고리즘을 근간으로 에지 방향을 판단하는 개선된 알고리즘이다. 이러한 ELA 알고리즘들은 IPC 과정에서 가장 보편적으로 사용되는 방법이다. ELA는 에지의 방향성을 검사한 후에, 방향이 존재하는 에지에서 선형 보간을 하는 방법이다. 존재하는 에지 방향으로는 좌측 대각선과, 우측 대각선, 수직 방향으로 크게 세 방향을 고려한다. 각 에지 양끝마다 두 화소값들의 차이를 비교하여, 그 중 가장 낮은 값을 가지는 에지 방향에 에지가 존재한다고 결정한다. 이렇게 결정된 에지 방향에서 선형 보간을 함으로써 ELA의 결과값을 구한다. ELA 알고리즘에 있어서 가장 중요한 것은 신뢰할 수 있는 에지(Edge)의 방향을 찾는 일이다. 만일 여러 환경적인 요인에 의해 에지의 방향을 잘못 판단해 어긋난 방향으로 에지들을 보간할 경우, 주변의 화소값과 그 차이가 뚜렷하여 열화현상을 초래하거나 계단 현상들과 같은 문제점들을 발생 시킨다. 객관적인 측정의

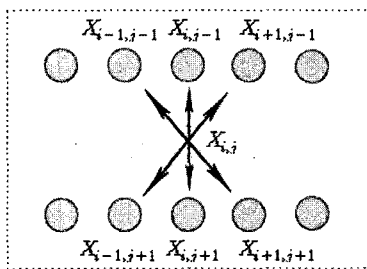


그림 1. ELA 보간을 위한 주변 화소들
Fig. 1. Pixels for ELA.

도구로 쓰이는 PSNR(dB) 뿐만 아니라, 주관적인 육안으로도 화질의 저하를 확인할 수 있게 된다. 즉 에지 방향을 잘못 판단하는 경우는 단순하게 수직 보간한 값보다 그 성능이 더 저하될 수도 있다.

그림 1에서 보간할 위치의 화소를 $X(i, j)$, 상단 화소를 $X(i, j-1)$, 하단 화소를 $X(i, j+1)$ 라고 가정한다. 그리고 나타내는 값 d_{LD}, d_V, d_{RD} 를 수식 (1)과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} d_{LD} &= |X_{i-1,j-1} - X_{i+1,j+1}| \\ d_V &= |X_{i,j-1} - X_{i,j+1}| \\ d_{RD} &= |X_{i+1,j-1} - X_{i-1,j+1}| \end{aligned} \quad (1)$$

구해진 값들에서 가장 작은 값을 가지는 쪽으로 에지의 방향이 있다고 판단하고, 그 방향의 화소들의 평균을 구해준다. 따라서 d_V 가 가장 작은 값을 가진다면 수직으로 에지방향이 있다고 판단하여 수식 (2)와 같이 보간 값 $X_{i,j}$ 를 구한다.

$$X_{i,j} = \frac{X_{i,j-1} + X_{i,j+1}}{2} \quad (2)$$

에지 방향만 올바르게 찾는다면 ELA 알고리즘은 구현이 용이하고, 우수한 화질을 얻어낼 수 있다는 장점이 있다. 그러나 텍스처 영상이나 복잡한 영상에서는 에지의 방향을 잘못 판단하는 경우가 많아 우수한 화질을 보장할 수 없다. 이런 경우 심한 열화 현상이 나타난다. 이러한 ELA 알고리즘이 지닌 문제를 보완하기 위해 개선된 ELA 알고리즘들이 제안되었다. ELA 알고리즘과 라인 중복(Line Double) 방법을 적절히 사용하여 영상의 질을 개선시키는 방법과 영상의 수평 방향에 위치한 에지들을 고려한 방법도 제안되었다. 여기서 수평 방향에 에지가 존재하는지 검사하기 위해 임계치를 사용하였다. 수평방향에 에지가 존재하면 적절한 화소값으로 보간을 하고, 수평 방향이 아닌 에지들은 ELA 알고리즘을 적용하였다. 또한 ELA보다 에지 방향을 더욱 정확하게 찾아내기 위해, 보간할 위치에 있는 화소에서 영상의 공간적인 방향까지 고려하는 방법이 있다^[2, 4-8]. 이는 방향성을 왼쪽, 오른쪽, 또는 그 외로 분류를 하고, 각 분리된 공간 범위 안에서 ELA를 변형하여 적용했다. 예로 왼쪽으로 기울어진 쪽으로 분류가 된 것은, 왼쪽 방향에 있는 화소들을 이용하여 새로운 보간값을 구하게 된다. 오른쪽으로 방향성이 존재 하는 경우도 유

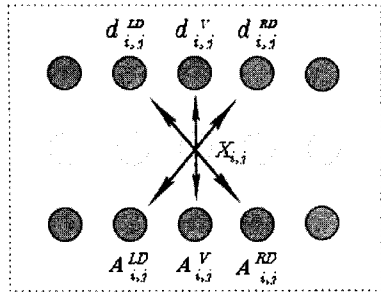


그림 2. E-ELA 방법의 파라미터들
Fig. 2. Parameters of E-ELA method.

사한 방법으로 처리가 된다. 그 외의 경우로 분류되는 방향성인 경우는 ELA를 그대로 사용한다.

또한 가중치를 이용하여 ELA를 개선한 Efficient-ELA(E-ELA)^[3]이 제안되었다. E-ELA 알고리즘에서는 보간할 위치에 있는 화소를 그림 2처럼 각 방향에 대한 가중치들의 합으로 보간 값을 구하게 된다. 이는 다음 수식 (3)처럼 정의한다.

$$X_{i,j} = w_{i,j}^{LD} A_{i,j}^{LD} + w_{i,j}^V A_{i,j}^V + w_{i,j}^{RD} A_{i,j}^{RD} \quad (3)$$

여기서 $w_{i,j}^{LD}$, $w_{i,j}^V$, $w_{i,j}^{RD}$ 는 각각 좌측 대각선 방향, 우측 대각선 방향, 수직 방향의 가중치를 의미한다. 또한 $A_{i,j}^{LD}$, $A_{i,j}^V$, $A_{i,j}^{RD}$ 는 각각 세 방향의 에지 값을 평균한 값이다. 이 E-ELA 알고리즘에서는 각 방향들에 대한 밝기 차를 기반으로 하여 적절한 가중치 적용한다. 이 알고리즘은 에지 방향을 찾아 보간하는 방법이 아니고, 세 방향의 에지를 동시에 고려하여 보간하는 방법이다. 다음 수식 (4), (5), (6)은 각 항목을 구하는 수식이다.

$$w_{i,j}^{LD} = \frac{(1/d_{i,j}^{LD})^r}{(1/d_{i,j}^{LD})^r + (1/d_{i,j}^V)^r + (1/d_{i,j}^{RD})^r} \quad (4)$$

$$w_{i,j}^V = \frac{(1/d_{i,j}^V)^r}{(1/d_{i,j}^{LD})^r + (1/d_{i,j}^V)^r + (1/d_{i,j}^{RD})^r} \quad (5)$$

$$w_{i,j}^{RD} = \frac{(1/d_{i,j}^{RD})^r}{(1/d_{i,j}^{LD})^r + (1/d_{i,j}^V)^r + (1/d_{i,j}^{RD})^r} \quad (6)$$

여기서 r 은 적용할 밝기 차에 대한 0~1 범위의 가중치다. 복잡한 영상을 보간할 때는 r 값이 작아질수록 효율이 올라가고, 평탄 영상인 경우에는 1에 가까운 근사값일수록 효율적이다. 그러므로 실험결과 값으로써 이 E-ELA^[3]는 가중치 r 값을 0.7로 채택하고 있다. 이 방법은 에지가 선명할 경우 거의 모든 가중치가 편중된다. 이 E-ELA의 장점은 에지 방향의 검출이 어려운 복잡한 영상이나 텍스처 영상의 경우도 가중치를 조절함으로써 인해 잘못된 방향으로 에지 방향이 적용 되는 것을 어느 정도 피할 수 있다. 그러나 잡음이 있는 영상에서는 오히려 왜곡을 가져오는 단점이 있다.

III. 제안하는 알고리즘

기존에 사용하는 보간 방법은 비월주사된 영상에서 잡음이 있을 경우, 보간 방향 즉 에지의 방향을 잘못 찾아 열화된 순차주사 영상을 갖는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 제안하는 방법은 미디안(Median) 필터를 이용한 전처리를 통하여 신뢰할 수 있는 에지(Edge) 방향을 찾는다. 또한 보간 후에 다시 미디안 필터를 사용함으로써 더욱 향상된 화질을 얻을 수 있다. 제안하는 방법은 IPC에 많이 사용하는 ELA를 기본으로, 향상된 에지 방향 검출 기법을 사용한 것이다. ELA는 앞서 언급한 바와 같이 비월주사된 영상에서 에지 방향을 찾아 보간하는 방법이다. 그러나 잡음이 있을 경우 잘못된 에지 방향을 찾아 오히려 단순히 수직으로 이중선형(Bilinear) 방식으로 보간한 방법보다 에지가 손상되어 열화된 순차주사 영상을 얻을 수 있다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 다음 수식 (7)같이 기존 ELA 결과값과 수직 보간한 값의 상대적인 값을 적용함으로써 보간값을 얻는다.

$$f(x) = (1 - \alpha) \times X_E + \alpha \times X_V \quad (7)$$

여기서 X_E 는 ELA 방법을 이용한 보간값이고, X_V 는 수직으로 이중선형 방식으로 보간한 값이다. α 는 잡음에 따른 0~1 사이의 가중치이다. 제안하는 알고리즘은 비월주사된 영상의 잡음에 따라 α 값을 조절함으로써 기

존 ELA 방법보다 향상된 결과를 얻을 수 있다. 제안하는 방법에서 잡음이 크면 ELA 방법으로 찾은 에지 방향이 정확하지 않다고 가정하여 수직으로 보간한 값 X_v 을 이용한다. 반대로 잡음이 없다면 ELA 방법의 에지 방향이 정확하다는 가정에서 ELA 보간값 X_E 를 사용한다. 따라서 잡음이 많은 경우 α 가 1에 가까이 되어 X_v 이 출력 값으로 나오게 되고, 잡음이 적을 경우 α 가 0에 가까운 값을 가지게 되어 X_E 가 최종 보간 값으로 나오게 된다.

1. 가중치

제안하는 가중치 α 는 그림 3과 같이 보간하고자 하는 화소의 잡음 크기를 구하여 평균함으로써 구한다.

이를 수식으로 나타내면 다음 수식 (8)와 같다.

$$\alpha = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M N_i \tag{8}$$

여기서 M 은 주변 화소들의 개수고, N_i 는 각 화소들의 잡음 크기이다. N_i 는 다음 수식 (9)과 같이 구한다.

$$N_i = \frac{|X_i - X'_i|}{255} \tag{9}$$

여기서 X_i 는 잡음이 있는 비월주사 영상의 화소값이고, X'_i 는 3×3 윈도우의 미디안 필터를 이용하여 얻은 화소값이다. 또한 $|X_i - X'_i|$ 는 각 화소에 대한 잡음의 크기라고 가정할 수 있다. 따라서 N_i 가 클수록 원영상에 잡음이 많이 있음을 나타낸다. 잡음의 크기를 255로 나눠 줌으로써 화소 크기에 대한 잡음의 비를 구할 수

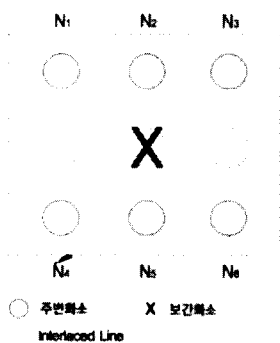


그림 3. 잡음을 측정하기 위한 주변화소들
Fig. 3. Pixels for noise estimation.

있다. 본 논문에서는 임계치 α 를 보간하고자 하는 화소의 주변화소들을 이용해 얻은 N_i 를 평균함으로써 얻는다.

2. 실험 및 결과

실험을 위하여 순차주사 영상과 이에 해당하는 잡음이 있는 비월주사 영상이 필요하다. 본 실험을 위하여 원영상 256×256 크기의 “Lena”, “Pentagon”, “Building”, “Butterfly”, “Pascal”, 와 “Fruit”을 사용하였다. 먼저 원영상에 잡음을 추가하여 잡음 영상을 만든다. 이 영상에 홀수 줄(Odd Line)을 제거함으로써 실험을 위한 비월주사된(Interlaced) 잡음 영상을 만든다. 이때 적용하는 잡음 패턴은 Salt&Pepper Noise(5%)와 Gaussian Noise(5%)를 사용하였다. 그림 4(a), (b), (c)는 각각 Lena 원영상, 순차 주사된 잡음영상, 비월주사



(a) Original Lena image



(b)Noisy progressive-image (c)Noisy interlaced-image

그림 4. 잡음이 생성된 이미지
Fig. 4. Generated noisy image.

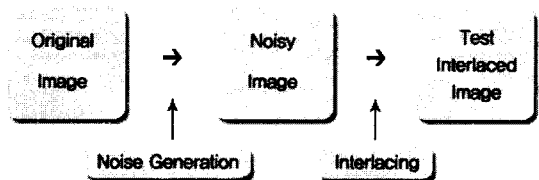


그림 5. 테스트 이미지 생성
Fig. 5. Test image generation.

된 잡음 영상을 나타낸다.

잡음을 적용해서 비월주사된 테스트 영상을 만들기 위하여 다음 그림 5와 같은 과정을 거친다.

테스트 영상에 Bilinear^[1], ELA^[2], E-ELA(Efficient-ELA)^[3]와 제안하는 알고리즘을 적용한 결과를 보인다. 그림 6(a), (b)는 각각 ELA, E-ELA를 적용하여 얻은 순차주사 영상이다. 그림 6(c)는 제안한 알고리즘을 적용한 영상이다.

그림 6에서 보는 바와 같이 제안하는 알고리즘을 적용한 결과가 기존 ELA방법들을 적용한 결과보다 에지를 보존하면서 향상된 순차주사 영상을 얻음을 알 수 있다.



(a) ELA



(b) E-ELA

(c) Proposed method

그림 6. 디인터레이싱된 이미지

Fig. 6. Deinterlaced images



(a) ELA

(b) Proposed method

그림 7. 미디언 필터링을 거친 이미지

Fig. 7. Images after median filtering

그림 7(a), (b)는 ELA 결과와 제안하는 알고리즘 결과에 각각 Median 필터를 적용한 결과이다. 두 영상에서 짝수 줄(Even Line)에서의 잡음을 추가로 제거함을 알 수 있고, 제안한 알고리즘이 더욱 향상된 결과를 볼 수 있다. 정량적인 평가를 위하여 다음과 같은 수식 (10)을 갖는 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 이용하여 표 1에서와 같이 향상된 결과를 볼 수 있다.

$$PSNR(dB) = 10 \log \frac{(2^n - 1)^2}{MSE} \quad (10)$$

위 식에서 MSE(Mean Square Error)는 원 영상과 비교 영상간의 화소차들 제곱을 합한 값들의 평균을 의미한다. 또한 n 은 하나의 화소를 이루는 비트수를 나타낸다.

표 1에서 보이는 바와 같이 ELA, E-ELA는 잡음 때문에 잘못된 에지 방향으로 보간함으로써 제안한 알고리즘 적용 결과보다도 낮은 dB를 얻는다. 특히 E-ELA는 잡음 영상에서 ELA보다도 열화된 영상을 얻는다. 제안하는 알고리즘은 신뢰성 있는 에지 방향으로 보간을 함으로써 ELA 알고리즘보다도 향상된 결과를 얻는다. 표 1의 결과에서 다시 미디안을 이용한 포스트 필터링을 하면 더욱 제안하는 알고리즘의 결과가 향상됨을 알 수 있다. 향상된 결과는 표 2에서 확인할 수 있다.

“Lena” 테스트 영상을 실험한 결과, 표 1과 표 2와 같이 제안하는 알고리즘이 기존의 ELA와 E-ELA 보다 약 1~2dB 향상된 결과를 보여 주는 것을 확인할 수 있다. 본 논문에서 제안하고 있는 방식을 여러 테스트 영상에 적용한 결과는 표 3과 같다.

표 1. 각 알고리즘을 적용한 Lena 영상의 PSNR 결과 (dB)

Table 1. PSNR results of Lena image using each algorithms(dB).

	Pepper Noise	Gaussian Noise
Bilinear	26.7461	27.7747
ELA	28.7268	30.3483
E-ELA	27.9145	29.6066
Proposed method	29.9720	32.2597

표 2. 후처리 필터링을 적용한 PSNR 결과(dB)

Table 2. PSNR results of post filtering (dB).

Bilinear	27.0908	27.5250
ELA	29.3413	29.9713
E-ELA	28.6028	29.3203
Proposed method	30.7926	31.6810

표 3. 다양한 테스트 영상 결과(dB)

Table 3. The results of various test images (dB).

	Bilinear	ELA	E-ELA	Proposed method
Lena	26.7461	28.7268	27.9145	29.9720
Pentagon	25.9311	26.9715	26.6101	27.7887
Building	22.9012	26.8134	20.7567	27.7719
Butterfly	24.6319	25.1178	24.7722	25.7057
Pascal	25.5744	25.6797	25.7380	26.6511
Fruit	23.3607	26.1490	25.2686	26.7442

표 4. 후처리 필터링을 적용한 다양한 테스트 영상 결과(dB)

Table 4. The results of various images of post filtering(dB).

	Bilinear	ELA	E-ELA	Proposed method
Lena	27.0908	29.3413	28.6028	30.7926
Pentagon	25.8487	27.0200	26.7576	27.8318
Building	22.8873	26.8243	21.4112	27.7702
Butterfly	24.5700	25.0325	24.8460	25.5892
Pascal	24.7929	25.3582	25.5433	26.2381
Fruit	23.5422	26.4668	25.6148	27.0756

그리고 이에 따라 얻어진 실험결과에 후처리를 한 결과는 표 4에서 확인할 수 있다. 표 3과 표 4에서 보이는 바와 같이 기존 알고리즘들에 비하여 IPC 결과가 향상됨과 동시에 후처리 필터링을 할 때 더욱 향상된 결과를 얻는다. 따라서 제안하는 알고리즘은 잡음으로 인한 잘못된 방향의 보간을 개선하고 향상된 순차주사 영상을 얻음을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 잡음에 강한 에지 방향 보간 방법을 이용하여 IPC하는 알고리즘을 제안하였다. 제안된 방법은 보간하고자 하는 화소의 주변 화소들에 대한 잡음을 측정하여 ELA에 의한 보간 방향이 신뢰할 수 있는지를 결정한다. 따라서 ELA 방법의 보간값과 수직으로 Bilinear하게 보간한 값에 대한 상대적 가중치를 조절함으로써 향상된 에지방향으로 보간을 할 수 있다. 본 논문의 실험결과에서 보이는 바와 같이 기존 ELA 알고리즘들에 비하여 시각적 평가결과, 정량적 평가결과 모두 향상됨을 알 수 있었다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 향상된 IPC 알고리즘에서도 적용할 수 있어 더욱 뛰어난 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] G. D. Haan and E. B. Bellers, "Deinterlacing an overview," In Proc. IEEE, vol. 86, no. 9, pp.1839-1857, Sep. 1998.
- [2] M. -H. Lee, J. -H. Kim, J. -S. Lee, K. -K. Ryu, and D. -I. Song, "A new algorithm for interlaced to progressive scan conversion based on directional correlations and its IC design," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 40, no. 2, pp. 119-129, May 1994.
- [3] D. -H. Woo, I. -K. Eom, and Y. -S. Kim, "Directional deinterlacing method using local gradient features," Journal of IEK, vol.42-SP, no. 5, pp.631-636, 2005.
- [4] T. Doyle, "Interlaced to sequential conversion for EDTV applications," in Proc. 2nd Int. Workshop Signal Processing of HDTV, pp. 412-430, Feb. 1998.
- [5] T. Chen, H. R. Wu, and Z. Yu, "Efficient edge line average interpolation algorithm for de-interlacing," Proceedings of SPIE, Visual Communications and Image Processing, vol. 4067, pp. 1551-1558, June 2000.
- [6] C. -U Lee, S. -K. Kim, and D. -H. Lee, "Overload measurement and control of access control channel based on hysteresis at satellite communication of DAMA," Journal of KICS, vol.30, no. 8C, pp.801-809, 2005.
- [7] M. -K. Kim and J. -C. Jeong, "An efficient deinterlacing algorithm using new edge-directed interpolation," Journal of KOSBE, vol.12, pp. 185-192, 2007.
- [8] D. -I. Han, C. -Y. Shin, S. -J. Choi, and J. -S. Park, "A motion adaptive 3-D de-interlacing algorithm based on the brightness profile pattern difference," IEEE Trans. Consum. Electron, Vol. 45, No. 3, pp. 690-697, August 1999.

저 자 소 개



김 영 로(평생회원)

1993년 고려대학교 전자공학과
학사

1996년 고려대학교 전자공학과
컴퓨터공학 석사

2001년 고려대학교 전자공학과
컴퓨터공학 박사

2001년~2003년 삼성전자 시스템LSI 책임연구원
2003년~현재 명지전문대학 컴퓨터정보과 부교수
<주관심분야 : 신호 및 영상처리, 멀티미디어 통
신>



홍 병 기(정회원)

2005년 명지전문대학 평생교육원
컴퓨터공학 학사

2008년 한양대학교 전기및전자
공학과 컴퓨터공학 석사

<주관심분야 : 신호 및 영상처리,
멀티미디어 통신>