

일반논문-04-09-4-15

연속된 블록 오류 은닉을 위한 계층 탐색 기반의 고속 알고리즘

전수열^{a)*}, 손채봉^{a)}, 오승준^{a)}, 안창범^{a)}

Hierarchical Search-based Fast Schemes for Consecutive Block Error Concealment

Soo-Yeol Jeon^{a)*}, Chae-Bong Sohn^{a)}, Seoung-Jun Oh^{a)} and Chang-Beom Ahn^{a)}

요 약

멀티미디어 시스템이 발전함에 따라 멀티미디어 서비스 내에서 영상데이터 압축의 중요성은 점점 강조되고 있다. 그러나 영상을 압축한 비트스트림에 오류가 발생할 경우 영상을 복원할 때 심각한 왜곡이 발생하고, 이 때문에 멀티미디어 서비스에서 오류 은닉 방법은 더욱 중요한 기술로 대두되고 있다. 이러한 점을 해결하기 위해 Hsia는 1차원 경계면에서의 정합벡터를 이용하여 손상된 블록에 발생한 오류를 복구하는 오류 은닉 방법을 제안하였다. 그러나 정합벡터를 구하기 위해서 손상된 블록을 중심으로 상위와 하위에 있는 블록의 경계면에 있는 모든 픽셀에 대한 MAD (Mean Absolute Difference) 값을 계산해야 하기 때문에 이 방법은 많은 연산량이 필요하다. 많은 연산량을 해결하기 위해서 본 논문에서는 계층 탐색 기반의 고속 오류 은닉 방법을 제안한다. 제안하는 방법에서는 정합벡터를 찾기 위한 확인점을 줄여 계산량을 감소시킨다. 제안한 방법을 Hsia가 제안한 방법과 비교하였을 때 화질을 유지하면서 연산량을 약 3배 줄일 수 있었다.

Abstract

With the growth of multimedia systems, compressing image data has become more important in the area of multimedia services. Since a compressed image bitstream can often be seriously distorted by various types of channel noise, an error concealment algorithm becomes a very important issue. In order to solve this problem, Hsia proposed the error concealment algorithm where he recovered lost block data using 1D boundary matching vectors. His algorithm, however, requires high computational complexity since each matching vector needs MAD (Mean Absolute Difference) values of all pixels, which is either a boundary line top or a boundary line bottom of a damaged block. We propose a hierarchical search-based fast error concealment scheme as well as its approximated version to reduce computational time. In the proposed scheme, a hierarchical search is applied to reduce the number of checking points for searching a vector. The error concealment schemes proposed in this paper can be about 3 times faster than Hsia's with keeping visual quality and PSNR.

Keywords : Error concealment, Hierarchical search, Image coding, Spatial interpolation

I. 서론

멀티미디어 시스템이 급속하게 발전함에 따라 다양한 형

태의 유·무선 통신 환경에서 멀티미디어 서비스가 널리 활용되고 있다. 특히 무선 통신, PDA, 휴대용 통신 기기 기술의 발전은 멀티미디어 서비스의 발전을 더욱 가속화시키는 계기가 되었고, 비디오 압축 기술의 발전으로 비디오 데이터의 크기가 크게 줄어들면서 화상 통신도 가능해졌다. 그러나 무선통신망과 같이 오류가 발생하기 쉬운 환경에서 압축된 비트스트림(Bitstream)에 손상이 발생하였을

a) 광운대학교 VIA-Multimedia Center

VIA-Multimedia Center, Kwangwoon University

※ 본 연구는 한국 과학재단 목적기초 연구(R01-2002-000-000179-0) 과제에 수행되었음.

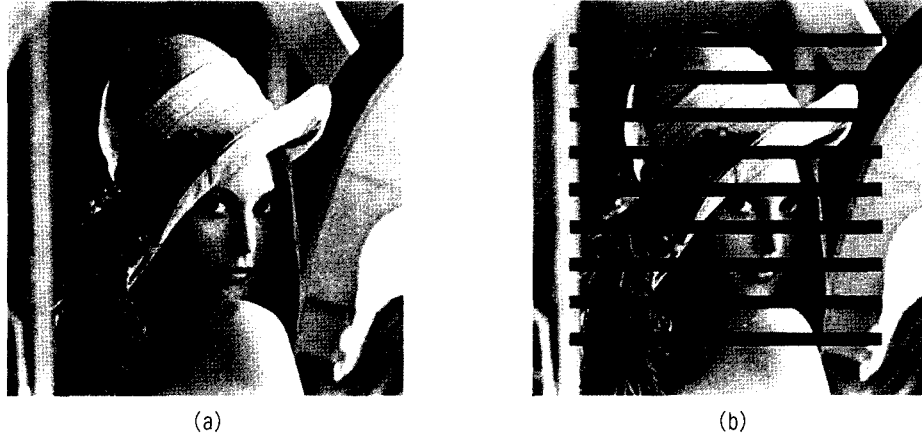


그림 1. 연속된 블록에 발생한 오류: (a) 원영상, (b)오류가 발생한 영상
 Fig 1. Example of consecutive block error: (a) Original image, (b) Damaged image

경우 손상을 복구하는데 많은 문제가 발생한다^[1-3]. 이로 인하여 복원된 영상에 심각한 왜곡(Distortion)이 발생한다.

또한 정지영상이나 인트라(Intra) 프레임의 경우, 공간 영역 상에서의 처리를 통해 손실된 블록들을 복원할 수 있다^[1-7]. 그림 1에서와 같이 연속된 블록에 오류가 발생할 경우 공간 영역에서의 보간 과정을 거쳐 복원하게 되고 이때, 에지 부분이 흐릿해지는 현상이 강하게 생기기 때문에 정확한 복원을 해낼 수가 없다.

최근 들어 여러 유용한 오류 은닉 방법들이 제안되었고, 그중 Hsia가 제안한 "Edge-oriented Spatial Interpolation Algorithm"은 공간 영역 상에서 오류를 최소화하는 블록을 찾아 오류를 은닉하는 방법으로 기존의 것에 비해 화질개선 측면에서 양호한 결과를 보여준다^[6]. 이 방법으로 영상을 복원하기 위해서는 오류가 발생한 블록을 기준으로 하는 1차원 경계면의 정합벡터가 필요하다^[6]. 그러나 이 정합벡터를 얻기 위해서는 오류블록과 인접한 경계면의 모든 픽셀에 대해 정합여부를 판단해야 하기 때문에 Hsia가 제안한 방법은 많은 연산량을 요구한다.

본 논문에서는 Hsia의 방법이 안고 있는 연산량에 대한 문제를 해결하기 위해 계층 탐색방법을 이용하여 경계면의 정합벡터를 찾는 방법을 제안한다. 먼저 탐색점의 수를 줄여 연산량을 줄이는 방법을 제안하고, 분기를 통한 탐색 단계의 횟수를 줄여 전체 연산량을 줄이는 방법에 대해 제안한다. 이 방법들은 Hsia가 제안한 방법보다 연산량이 적으며, 비슷한 시각적 화질을 보여준다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서 Hsia의 오류

은닉 방법을 자세히 소개하고 이때 정합 벡터를 찾는 데에 필요한 연산량을 알아본다. III장에서는 제안하는 방법을 소개하며, IV장에서 Hsia의 방법과 제안하는 방법을 연산량과 화질 측면에서 비교, 분석하고, V장에서 결론을 맺는다.

II. 에지 방향에 따른 공간 보간방법

Hsia의 오류 은닉방법은 손상된 블록이 연속하여 발생했을 경우, 공간상에서 이를 은닉하는 보간 기술이다. 첫 단계에서는 손상된 블록을 사이로 인접한 블록들 간에 서로 일치하는 1차원 경계면을 찾아 에지 방향을 얻어 낸다^[6]. 이 과정에서 손상된 블록의 위치를 찾기 위해 정방향 오류 탐색방법 (FEC : Forward Error Correction) 또는 다른 영상 탐색방법들이 사용될 수 있다^[7]. 그림 2에서 Hsia

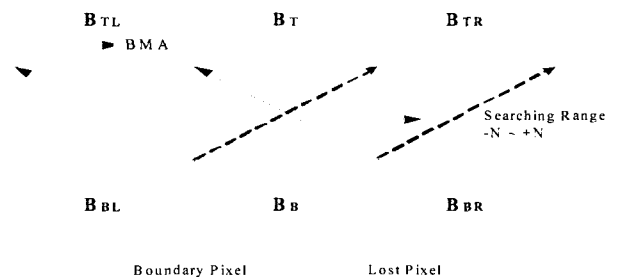


그림 2. Hsia 방법의 기본 개념
 Fig 2. Basic concept in Hsia's algorithm

알고리즘의 기본개념을 보여준다.

1. 1차원 경계면의 정합벡터

아래의 MAD 연산을 통해 손상된 블록에 인접한 두 블록 간에 일치하는 1차원 경계면을 찾는다.

$$MAD(Mx) = \sum_{i=0}^{N-1} |f_{0,i}^{B_B} - f_{N-1,i+Mx}^{B_{TL}, B_T, B_{TR}}| \quad (1)$$

여기에서, Mx 는 블록의 크기가 $N \times N$ 일 경우 $-N$ 에서 N 까지의 정합벡터를 말한다. B_B 는 공간상에서 오류블록의 아래에 인접하는 BB를, B_{TL}, B_T, B_{TR} 는 각각 위에 인접하는 세 블록 BTL, BT, BTR을 가리킨다. 최소 MAD 값을 통해 아래와 같은 BMA를 얻을 수 있다.

$$BMA = Min \cdot (MAD(Mx)), \quad \text{where } -N \leq Mx \leq N. \quad (2)$$

탐색 영역에서의 모든 MAD 값을 비교하여 BB과 BTL, BT, BTR 블록간의 정합벡터를 찾을 수 있다.

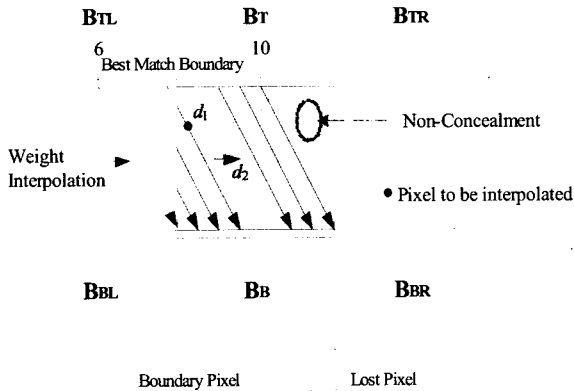


그림3. 하단 경계면에 가장 잘 정합되는 상단 경계면 탐색
Fig 3. The boundary search from the bottom block to the best match boundary

다음 단계에서 또 하나의 정합벡터를 찾기 위해 위의 단계와는 반대로 상단블록 BT를 이용하여 상단 블록의

경계면에서 하단 블록 BBL, BB 그리고 BBR의 경계면과 가장 잘 정합되는 경계면 구간을 찾는다. 첫 번째 단계에서와 같이 최소 MAD 값을 통해 BMA(Best Matched)를 얻을 수 있다. 하나의 정합벡터를 찾는 데에는 N 번의 MAD연산이 필요하기 때문에 양방향의 정합벡터는 총 $2N$ 번의 MAD연산이 소요된다.

2. 공간 영역에서의 보간

그림 3에서는 정합벡터(Mx)가 6인 경우 보간 방향을 나타내고 있다. 정합벡터에 따라 M 개의 픽셀을 보간할 때, 각 픽셀값은 아래 식으로 구할 수 있다.

$$\hat{f}_{m1, n1} = f_{N-1, i}^{B_{TL}, B_T, B_{TR}} \times \frac{d_2}{M} + f_{0, k}^{B_B} \times \frac{d_1}{M} \quad (3)$$

이때, d_1 과 d_2 는 정합벡터에 따라 보간하게 될 픽셀에서 상위 블록과 하위 블록간의 거리를 각각 나타내며 두 거리의 합을 M 으로 표시한다^[8]. 그리고 f 는 해당위치에서의 픽셀값을 나타내는 픽셀함수를 말한다.

두 번째 정합벡터에 의한 보간은 식 (4)와 같은 방법으로 할 수 있다.

$$\hat{f}_{m1, n1}^2 = f_{0, i}^{B_{BL}, B_B, B_{BR}} \times \frac{d_1}{M} + f_{N-1, k}^{B_T} \times \frac{d_2}{M} \quad (4)$$

손상된 블록이 식 (3)과 (4)에 의해 복원될 때 두 식에 의해 중복하여 보간되는 부분이 발생하게 된다^[8]. 따라서 두 방향으로의 보간이 이루어진 후에는 다음과 같이 처리한다.

$$\begin{aligned} &\text{If } \hat{f}_{m1, n1}^1 \neq 0 \text{ and } \hat{f}_{m2, n2}^2 = 0, \hat{f}_{m, n} = \hat{f}_{m1, n1}^1 \\ &\text{Else if } \hat{f}_{m1, n1}^1 = 0 \text{ and } \hat{f}_{m2, n2}^2 \neq 0, \\ &\hat{f}_{m, n} = \hat{f}_{m2, n2}^2 \\ &\text{Else if } \hat{f}_{m1, n1}^1 \neq 0 \text{ and } \hat{f}_{m2, n2}^2 \neq 0, \\ &\hat{f}_{m, n} = \frac{\hat{f}_{m1, n1}^1 + \hat{f}_{m2, n2}^2}{2} \end{aligned} \quad (5)$$

보간된 부분이 겹치지 않은 경우는 각 경우에 따르고,

겹치는 부분에 대해서는 두 보간된 값의 평균을 취한다. 이 과정에서 대부분의 픽셀이 복원되지만 일부 복원되지 않은 부분이 발생할 수 있다. 이러한 영역을 선형 필터를 이용하여 처리하는 경우 영상이 흐려지는 현상이 발생할 수 있다^[8]. 따라서 영상의 화질을 보존하며 손상된 부분을 복원하기 위해 복원되지 않은 영역의 픽셀값을 모두 0으로 하고 이 영역에 대하여 미디언 필터를 적용한다.

Hsia의 방법에서 손상된 블록의 크기가 N일 때 탐색 영역의 범위는 [-N, N]이므로 하나의 MAD 값을 얻기 위하여 덧셈과 뺄셈 연산이 N번 필요하다. 정합벡터를 구하기 위해서는 2N+1개의 MAD 값이 필요하며 반대방향의 정합벡터에 대해서도 같은 연산량이 요구된다. 따라서 Hsia의 방법을 이용하여 N×N크기의 손상된 블록을 복구하는 데에는 2N(2N+1)회의 연산이 요구된다. 표 1은 손상된 블록을 Hsia의 방법을 통해 복원할 경우 블록의 크기가 커질수록 그 계산량이 급격히 증가한다는 것을 보여준다.

표 1. Hsia방법 적용 시 블록 크기 따른 MAD 연산량 (단위: 덧셈과 뺄셈 연산 횟수)

Table 1. Computational complexity according block size using Hsia's algorithm(unit: the number of addition and subtraction operations)

블록크기	8	16	32	N
MAD 값	8	16	32	N
단일 정합벡터	136	528	2080	N(2N+1)
양방향 정합벡터	272	1056	4160	2N(2N+1)

III. 제안된 방법

본 장에서는 Hsia 방법보다 계산량이 적은 새롭게 설계된 오류 은닉 방법을 설명한다. 이 방법은 계층 탐색을 기반으로 하여 정합벡터를 찾지 때문에 "계층 탐색기반 고속 오류 은닉방법 (HSFEC: Hierarchical Search-based Fast Error Concealment)"이라 부르며, HSFEC를 보다 개선한 방법을 "계층 탐색 기반의 효과적인 고속 오류 은닉방법 (EHSFEC: Efficient HSFEC)"이라 부르기로 한다. 이 두 가지 방법에서는 정합벡터를 찾는데 쓰이는 확인점들을 줄이기 때문에 Hsia의 방법이 갖고 있는 MAD 연산량 문

제를 개선할 수 있다^[9].

1. 고속 탐색을 위한 가설

고속 탐색 알고리즘의 이론적 근거를 명시하기 위해서는 일반적으로 다음과 같은 가설(hypothesis)을 만족하여야 한다^[9].

- 1) 전역 최소값 가설(The global minimum hypothesis)
- 2) 비제로 경사 가설(Non-zero gradient hypothesis)
- 3) 원점 제한 가설(The origin containment hypothesis)
- 4) 경계면 제한 가설(The boundary containment hypothesis)

전역 최소값 가설은 탐색 구간 내 하나의 최소값만을 갖는다는 의미이며, 비제로 경사의 경우 변화도가 0이하가 되는 구간은 전역 최소값 이외에는 탐색 구간 내에 존재하지 않음을 말한다. 원점 제한 가설은 고속 탐색의 탐색점이 원점을 기준으로 모두 같은 거리에 있어야 한다는 의미를 갖고 있다. 마지막으로 경계면 제한 가설은 탐색 구간 내 경계면이 있어 경계면 부근에서 잘못된 전역 최소값을 찾는 경우가 없다는 가설이다^[9]. 이상은 고속 탐색 알고리즘을 적용하기 위한 가설이며, 본 논문에서 제안하는 탐색방법 역시 이 가설이 적용되어야 한다.

그림 4는 연속된 블록이 손상된 Lena영상을 손상된 블록을 기준으로 위,아래(top, bottom)에 인접한 블록간의 BMA 분포를 나타낸다. Search_range는 손상된 블록을 기준으로 [-16,16] 구간의 탐색 구간을 말하며, Block_num은 Lena영상 내에 16x16 크기의 블록 순서를 말한다. 그림을 통해서 Lena영상의 분포는 1)탐색구간 내에 하나의 최소값을 갖고 있으며, 2),4) 대부분의 형태가 블록 혹은 오목한 모양임을 알 수 있다. 따라서 손상된 블록에 인접한 블록의 BMA는 3)번 가설을 만족 시킬 경우 고속 탐색 알고리즘에 적용하기 적합하다.

2. HSFEC

Hsia 방법은 정합벡터를 찾기 위해서 손상된 블록의 경계면에 있는 2N+1 개의 모든 픽셀을 반대쪽 경계면에 있는 N개의 픽셀들과 비교하여 최소 MAD 값을 찾는다. 이에 비해 HSFEC 방법은 탐색 패턴을 정하여 탐색구간 내에 패턴에 해당하는 픽셀에 대한 최소 MAD 값을 찾

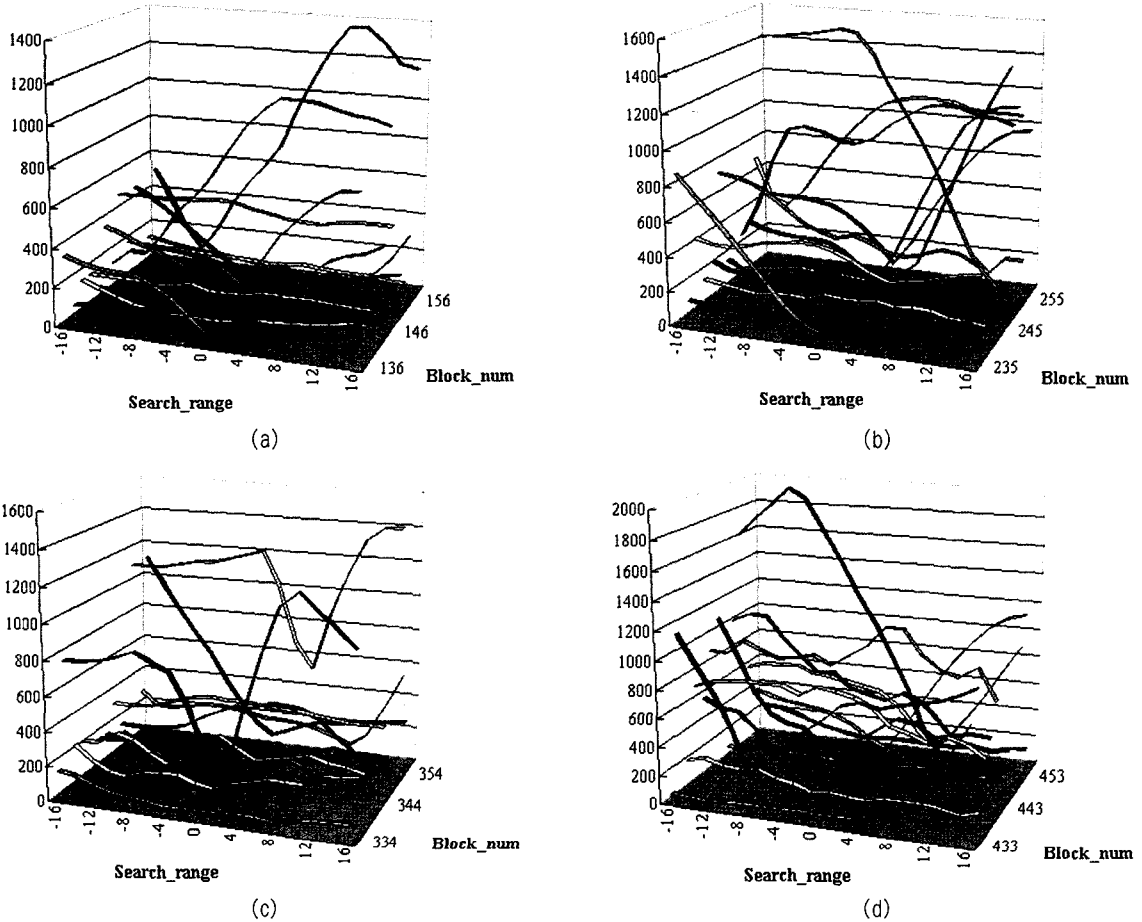


그림 4. Lena 영상의 BMA 분포: (a) 136-156번째 블록 (b) 235-255번째 블록 (c) 334-354번째 블록 (d) 433-453번째 블록
 Fig 4. BMA distribution for Lena image: (a) 136-156th blocks (b) 235-255th blocks (c) 334-354th blocks (d) 433-453th blocks

는다. 단 정합벡터를 얻기 위해 여러 단계를 거치면서 탐색 구간을 줄여나간다^[9]. HSFEC 방법을 요약하면 다음과 같다.

- 단계 1) 그림 5와 같이, $2N+1$ 크기의 탐색 영역 내 $[-N/2, 0, N/2]$ 에 위치한 초기 탐색점에 대한 최소 MAD 값을 찾는다.
- 단계 2) 탐색 영역의 범위를 반으로 줄이고 이전단계에서 구한 최소 MAD 값을 갖는 점을 중심으로 최소 MAD 값을 찾는다. 이때 탐색 패턴 내 탐색점간의 거리는 이전의 반으로 줄인다. 그리고 3개의 탐색점에 대한 최소 MAD 값을 찾는다. 탐색 영역의 크기가 3이 될 때까지 반복한다.
- 단계 3) 탐색 영역 내 3개의 탐색점 중 최소 MAD 값을 갖는 점을 정합벡터의 위치로 간주한다.

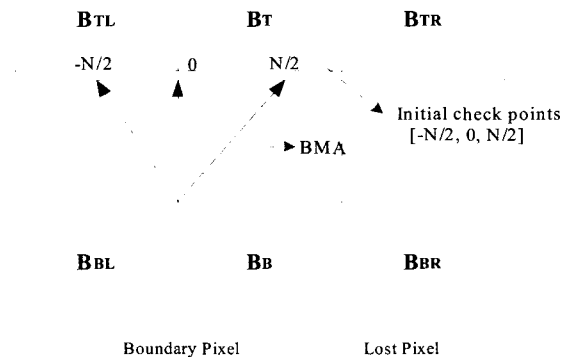


그림 5. 계층 탐색 방법에서의 초기 탐색점
 Fig 5. Initial check points of the Hierarchical search algorithm

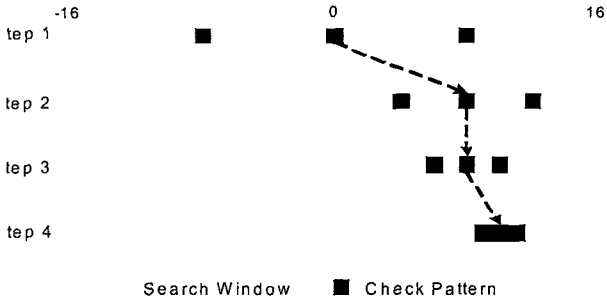


그림 6. N=16일 경우 HSFEC의 계층 탐색 방법
 Fig 6. An example of HSFEC's Hierarchical search in case the damaged block size is N=16

그림 6에서는 손상된 블록의 크기가 16일 경우 계층 탐색 방법을 이용하여 정합벡터를 찾는 예를 보여주고 있다. 위의 예에서 9개의 픽셀에 대한 MAD 연산을 통해 정합벡터를 찾을 수 있다는 것을 알 수 있다

계층 탐색 방법은 블록의 크기에 따라 첫 번째 단계를 제외하고 L회의 단계가 발생하며 각 단계마다 2회의 MAD 연산이 필요함을 알 수 있다. 따라서 제안한 방법에서는 총 $2L+1$ 번의 MAD연산이 소요되며, 이때 L은 식 (6)에서 나타나고 있다. 위의 결과에 따라 제안하는 방법은 8×8 크기의 블록은 7회, 16×16 크기의 블록의 경우에는 9회의 MAD연산만으로 정합벡터를 구할 수 있다

$$L = \log_2 N \quad (6)$$

3. EHSFEC

HSFEC 방법에서 제안한 계층탐색 방법을 사용하면 16×16 크기의 블록의 경우 정합벡터를 찾는데 9번의 MAD 연산이 필요하였다. 그런데 계층탐색의 2번째 단계를 수정함으로써 전체 단계 수를 줄일 수 있으며 HSFEC 방법을 개선하였기 때문에 이 방법을 "계층 탐색 기반의 효과적인 고속 오류 은닉방법 (EHSFEC: Efficient HSFEC)"라고 한다.

EHSFEC의 계층 탐색 방법에서는 이전 단계에서 찾은 최소 MAD 값의 픽셀과 탐색 범위와 탐색점을 재조정 후 다시 찾은 픽셀의 위치가 같을 경우 HSFEC 방법의 2번째 단계를 생략하게 된다. 따라서 HSFEC 방법 중 다음을 2단계에 추가하게 된다.

"이전 최소 MAD 픽셀이 탐색 범위의 가운데에 있을 경우 3단계로 간다."

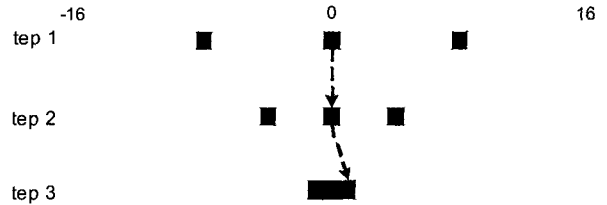


그림 7. N=16일 경우 EHSFEC의 계층 탐색 방법
 Fig 7. An example of EHSFEC's Hierarchical search in case the damaged block size is N=16

그림 7은 EHSFEC의 계층 탐색 방법을 보여주고 있다. 아래 예에서 EHSFEC의 계층 탐색 방법에 따라 총 7회의 MAD 연산으로 정합벡터를 찾을 수 있다. HSFEC의 경우 탐색 영역의 크기가 16일 경우 항상 9번의 MAD연산이 필요하지만, 같은 경우 EHSFEC의 계층 탐색 방법을 사용하면, 2번째 단계에서 이전 최소 MAD 값을 갖는 픽셀이 탐색 범위의 가운데에 있을 경우 바로 3단계로 가면서 전체 MAD 연산 횟수를 줄일 수 있었다. 그림 7의 예에서는 EHSFEC의 방법을 사용함으로써 2회의 MAD 연산횟수를 절약하였다.

EHSFEC의 방법에서 수정된 2단계를 거치기 위해서는 최소 2번의 단계를 거쳐야 한다. 따라서 EHSFEC의 계층 탐색방법은 최소 7회의 MAD연산이 필요하다.

IV. 실험 및 고찰

제안된 방법에 대한 성능 실험은 512×512 크기의 "Lena", "Barbara", "Couple" 등 3가지 영상에 적용하여 이루어졌다. HSFEC 방법, EHSFEC 방법, Hsia의 방법을 각각 사용하여 하나의 정합벡터를 찾는데 필요한 MAD 연산량을 비교하였다. 표 2는 HSFEC 방법은 Hsia방법과 비교하여 손상된 블록의 크기가 8일 경우 약 2.4배, 16일 경우에는 약 3.6배 연

표 2. 제안한 방법과 Hsia 방법의 적용 시 한 블록 당 소요되는 MAD 연산량 비교 (실험영상: LENA)

Table 2. Comparison of computation complexity between the proposed algorithm and Hsia's in term of the number of MAD operations per one damaged block. (test image: LENA)

오류 은닉방법	블록의 크기 (8x8)	블록의 크기 (16x16)
Hsia's	272	1056
HSFEC	112	288
EHSFEC	112	224

산량이 적다는 것을 보여준다. 또한 EHSFEC의 경우 이상적인 경우 Hsia의 방법과 비교하여 손상된 블록의 크기가 16인 경우에 최고 4.7배 빠르다. 여기에서 EHSFEC의 이상적인 경우는 최소 MAD 값을 7회 MAD 연산으로 얻는 경우이다. 표 3에서는 기존의 오류 은닉방법에 대한 화질을 PSNR

(Peak Signal-to-Noise ratios) 측면에서 비교한 것이다. Hsia 방법은 이중 가장 최근 제안된 방법이며 가장 좋은 PSNR을 보이고 있다^[8]. 표 4에서는 Hsia의 방법과 제안하는 방법을 PSNR 측면에서 비교하였다. 실험한 3가지 영상

표 3. 연속된 블록 오류 은닉방법의 PSNR 비교[8]. (단위: dB)
Table 3. Comparison in PSNR for Consecutive Block Error Concealment. (unit: dB)

실험영상	Salama's[3]	Wang's[4]	Sun's[5]	Park's[6]	Hsia's
Lena	19.9	20.9	20.1	22.4	23.1
Pepper	20.3	20.9	19.1	21.3	22.0
Baboom	18.2	18.6	17.7	19.0	19.1

표 4. Hsia의 방법과 제안한 방법의 PSNR 비교. (단위: dB)
Table 4. Comparison between the proposed algorithms and Hsia's in terms of PSNR. (unit: dB)

오류 은닉방법	Lena	Barbara	Couple
Hsia's	23.567	20.715	19.804
HSFEC	23.127	20.962	19.795
EHSFEC	23.130	20.798	19.834

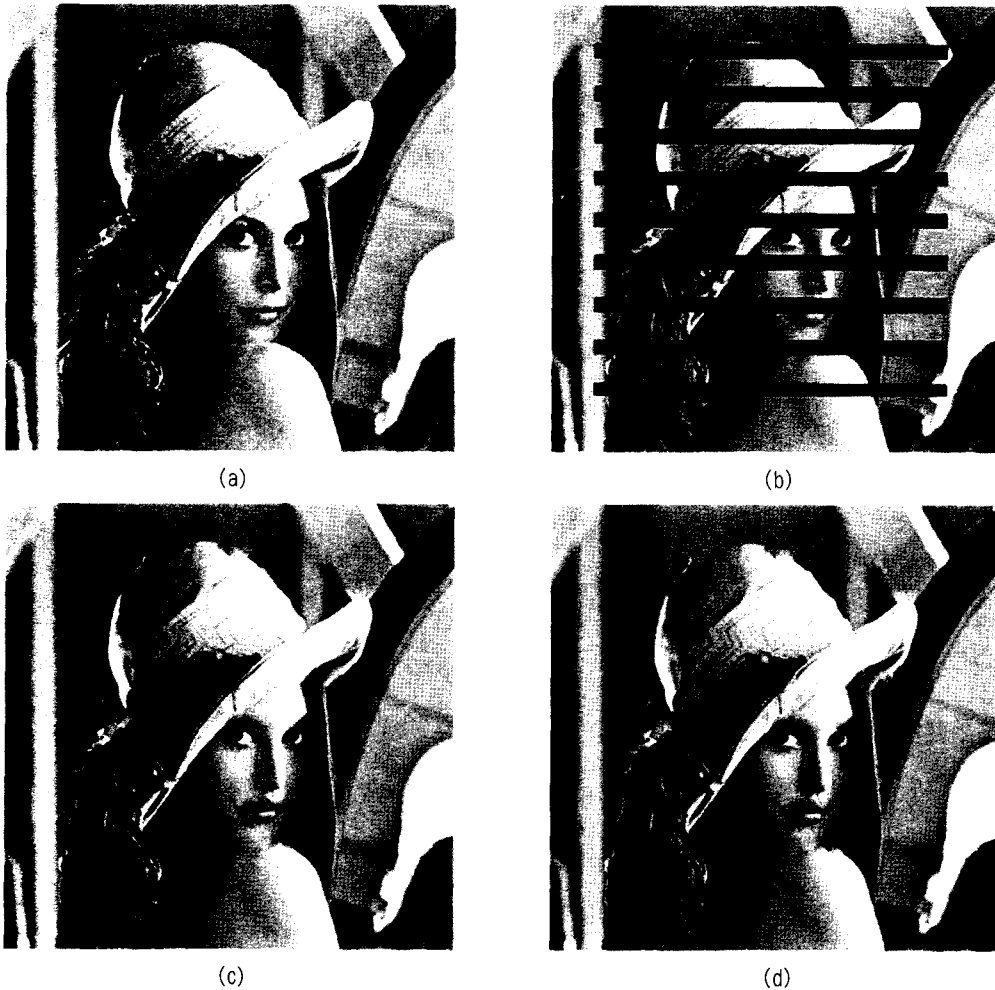


그림 8. LENA 영상의 실험결과: (a) 원영상, (b) 오류가 발생한 영상, (c) Hsia의 방법, (d) HSFEC
Fig 8. Test result for LENA: (a) Original image, (b) Damaged image, (c) Hsia's and (d) HSFEC

에 대하여 적용한 결과, PSNR 측면에서 3가지 방법이 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있다. 따라서 제안하는 방법은 기존의 오류 은닉방법 중에서 가장 좋은 PSNR을 보임을 알 수 있다. 그림 8에서는 연속된 블록의 오류가 생긴 실험 영상에 제안한 방법과 Hsia의 방법을 각각 적용한 결과를 시각적으로 보여주고 있다. 이때 제안한 방법은 HSFEC을 적용하였으며 EHSFEC의 방법과 시각적인 화질차이가 크지 않았다.

실험결과에 의하여, 제안한 방법을 Hsia의 방법과 비교해 볼 때 손상된 블록의 크기가 16×16인 경우, 정합벡터를 찾는 데 필요한 연산량은 3배 정도가 적고, 비슷한 화질을 보이는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

정지영상 또는 비디오 영상의 인트라 프레임에 오류가 발생하면 참조할 다른 영상이 없기 때문에 원영상과 가깝게 복원하는 것이 매우 어렵다. 이와 같은 경우를 위해, Hsia가 제안한 오류 은닉 방법은 영상 내 연속된 블록에 발생한 오류를 복구할 수 있다.

본 논문에서는 계층 탐색 방법에 기초한 고속 오류 은닉 방법인 HSFEC와 EHSFEC를 제안하였다. 이 두 가지 방법은 손상된 블록을 복원하는 데에 필요한 경계면의 정합 벡터를 빠르게 찾는 방법이다. HSFEC의 경우 Hsia의 방법보다 3배정도가 적은 연산량만이 필요하며 복원된 영상의 화질은 비슷하였다. 또한 EHSFEC는 MAD 연산량을

HSFEC보다 더 적게 줄일 수 있으며 화질 역시 Hsia의 방법과 비슷한 결과를 보였다. 따라서 제안된 방법은 정지 및 동영상을 실시간 복호화하는 각종 서비스 및 시스템에 사용될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] G. K.Wallace, "The JPEG still picture compression standard," Commun. ACM, vol. 34, no. 4, pp. 3044, Apr. 1991.
- [2] G. Cote, B. Erol, and F. Kossentini, "H.263+: Video coding at low bit rate," IEEE Trans. Circuits, Syst., Video Technol., vol. 8, pp. 849-866, Nov. 1998.
- [3] P. Salama, N. B. Shroff, E. J. Coyle, and E. J. Delp. "Error concealment technique for encoded video streams," in Proc. Int. Conf. Image Processing, vol. I, Oct. 1995, pp. 912.
- [4] Y. Wang and Q. Zhu, "Signal loss recovery in DCT-based image and video codes," Proc. SPIE, vol. 1605, pp. 667678, Nov. 1991.
- [5] H. Sun and W. Kwok, "Concealment of damaged block transform coded images using projection onto convex set," IEEE Trans. Image Processing, vol. 4, pp. 470477, Apr. 1995.
- [6] J. W. Park and S. U. Lee, "Recovery of corrupted image data based on the NURBS interpolation," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 9, pp. 10031008, Oct. 1999.
- [7] W. J. Chu and J. J. Leou, "Detection and concealment of transmission errors in H.261 images," IEEE Trans. Circuits Syst., Video Technol., vol. 8, pp. 7484, Feb. 1998.
- [8] S. C. Hsia, "An edge-oriented spatial interpolation for consecutive block error concealment," IEEE Signal processing letters, vol. 11, no. 6, June 2004, pp. 577580.
- [9] B. Furht, J. Greenberg and R. Westwater, Motion Estimation Algorithms for Video Compression, Kluwer Academic, 1997.

저 자 소 개

전 수 열



- 2003년 2월 : 광운대학교 전자공학부 졸업 (학사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 전자공학과 석사과정
- 주관심분야 : Error Concealment, 비디오 압축 시스템

저 자 소 개



손 채 봉

- 1993년 2월 : 광운대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1995년 2월 : 광운대학교 전자공학과 졸업 (공학석사)
- 2000년 2월 : 광운대학교 전자공학과 (공학박사수료)
- 2000년 3월~현재 : 한양여자대학교 인터넷정보과 전임강사
- 2001년 3월~현재 : (주) 손랩 대표이사
- 한국방송공학회 중신회원, MPEG포럼 회원
- 주관심분야 : DMB시스템, DTV시스템, 디지털 신호처리



오 승 준

- 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1982년 2월 : 서울대학교 전자공학과 대학원 졸업(공학석사)
- 1988년 5월 : 미국 Syracuse University 전기/컴퓨터공학과 졸업(공학박사)
- 1982년 3월~1992년 8월 : 한국전자통신연구원 근무(멀티미디어연구실 실장)
- 1986년 7월~1986년 8월 : NSF Supercomputer Center 초청 학생연구원
- 1987년 5월~1988년 5월 : Northeast Parallel Architecture Center 학생연구원
- 1992년 3월~1992년 8월 : 충남대학교 컴퓨터공학부 겸임교수
- 1992년 9월~현재 : 광운대학교 전자공학부 교수 (멀티미디어연구실)
- 2004년 9월~현재 : 광운대학교 산학협력단 VIA-Multimedia Center 센터장
- 2002년 3월~현재 : SC29-Korea 의장 및 MPEG Forum 부의장
- 주관심분야 : 비디오 데이터 처리, 비디오 코덱 시스템, 비디오 및 영상압축, 멀티미디어시스템



안 창 범

- 1981년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1983년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사)
- 1986년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(박사)
- 1986년 9월~1991년 4월 : 미국 University of California, Irvine 연구조교수
- 1991년 4월~1992년 8월 : 생산기술연구원 전자정보센터 부교수
- 1992년 9월~현재 : 광운대학교 전기공학과 교수 (신호처리연구실)
- 2001년 9월~2002년 8월 : 미국 University of California, Irvine 객원연구원
- 2004년 9월~현재 : 광운대학교 산학협력단 VIA-Multimedia Center
- 1989년 : Sylvia Sorkin Greenfield Award 수상
- 1997년 : IR52 장영실상 수상
- 주관심분야 : 다차원 신호처리, 영상 압축, 영상시스템