

적응적 양자화 및 스캔 방법을 이용한 다시점 차영상 부호화에 관한 연구

임 정 은*, 손 광 훈*

Multi-view residual image coding technique using adaptive quantization and scanning method

Jeong-Eun Lim*, Kwanghoon Sohn*

요 약

본 논문에서는 스테레오/다시점 영상을 효율적으로 압축할 수 있는 차 영상 부호화 방법을 제안한다. 예측된 영상과 원 영상의 차이 정보를 보다 효율적으로 전송하기 위하여 DCT를 기반으로 차 영상 부호화를 하게 되는데 DCT 계수들의 방향성을 이용하여 양자화 및 스캔 방법을 각 블록의 특성에 따라 다르게 적용하였다. 특히 다시점 영상의 부호화는 첫 번째 시점 영상을 기준 영상으로 정하여 나머지 시점 영상을 기준 영상으로부터 변이를 추정하여 복원하는 방식과 다시점 영상 중 가려진 영역의 비율을 고려하여 가려진 영역이 상대적으로 제일 적은 영상을 기준 영상으로 설정하여 나머지 영상을 변이 추정하여 복원하는 방법으로 나누어 실험하였다. 실험 결과 모든 압축률에 대하여 제안 방식이 기존의 차 영상 부호화 방법보다 우수함을 확인하였고, 가려진 영역의 상대적인 비율을 고려하여 다시점 영상을 부호화한 제안 방식이 기존의 방식 및 첫 번째 시점을 기준 영상으로 설정하여 부호화한 제안 방식보다 우수함을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, an effective coding method for stereo and multi-view images using disparity estimation/compensation including residual image coding technique is proposed. First, a fixed block matching algorithm is used to find the corresponding area and half-pixel disparity estimation technique is used to enhance the accuracy of disparity vector. Then, overlapped block disparity compensation technique is used to reduce noise and improve coding efficiency. A residual coding technique, which is based on the directional properties of DCT coefficient, is applied to the stereo or the multi-view images. Quantization and scanning methods are applied differently according to the directions of blocks.

The proposed residual coding technique shows improvements in compression ratio as well as in PSNR in comparison with the conventional methods. We apply this algorithm to multi-view image and evaluate the performance of the algorithm with optimal reference view selection. We basically considered the relative size of occlusion area to select the optimal reference view.

I. 서 론

오늘날 정보 산업 분야에 있어서 영상·음성등에 관한 여러 가지 기반 기술과 집적 회로 기술, 신호

처리 기술, 통신 기술, 다중화 기술 등이 급속하게 발전함에 따라 방대한 정보를 동시에 다룰 수 있게 됨으로써, 독립적으로 이루어지던 영상·음성 데이터가 하나의 매체로 처리 및 전송되는 멀티미디어

* 연세대학교 전기·전자공학과 디지털 영상 미디어 연구실(khsohn@yonsei.ac.kr)
논문번호: 010028-0306, 접수일자: 2001년 3월 6일

시대가 도래하게 되었다. 이에 따라 저장 및 전송해야 되는 정보의 양이 급속하게 증가하게 되고 이러한 정보들을 효율적으로 압축하기 위한 기술이 요구된다. 인간의 끊임없는 욕구는 보다 사실적이고 현장감 있는 영상을 추구하게 되고, 이에 따라 2차원 영상에 입체감을 더한 3차원 영상의 정보 처리에 관한 연구가 새로운 주제로 등장하여 다양한 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

우리가 살고 있는 세계는 상·하·좌·우만이 존재하는 2차원이 아니고 깊이(depth)까지 존재하는 3차원의 공간이다. 따라서 사람들은 평면처럼 느껴지는 2차원 영상뿐만 아니라 입체감 및 현실감을 위해 3차원 입체 영상에 대해 관심이 높아지게 되었고, 현재 3차원 영상 처리 기술이 통신, 방송, 가상 현실, 교육, 의료, 오락 등 여러 분야에 응용되고 있다. 인간은 양쪽 눈으로 물체를 바라봄으로써 물체들과의 거리와 물체들 사이의 거리를 판별하고, 물체를 사실적으로 인식할 수 있다^[1]. 이러한 원리를 이용하여 양쪽 눈에 스테레오 카메라로 촬영한 각각 다른 영상을 보여 주어 인위적으로 인간에게 원근감을 제공할 수 있다. 스테레오 영상의 특징은 기존의 2차원 영상보다 자연스럽고 현실감 있는 정보를 전달할 수 있지만 2차원 영상에 비해 정보량이 크게 증가하게 된다. 스테레오 영상을 이루는 좌·우 영상간에는 높은 상관 관계가 존재하기 때문에, 일반적으로 두 영상 간의 공간적 중복성을 제거하기 위해 좌·우 영상의 동일한 물체에 대한 상대적 변이(disparity)를 추정하는 방법이 이용되고 있다^[2-4]. 여기서 변이란 스테레오 또는 다시점 영상에서 동일한 물체의 공간적 위치에 대한 상대적인 차이를 의미한다. 변이 추정(disparity estimation) 방식을 거쳐 나오는 변이 벡터만을 이용하여 수신단에서 복원하게 되면 원 영상에 비하여 영상 화질이 열화된다. 스테레오 및 다시점 영상에서는 각 영상을 양안으로 인식하므로써 깊이감을 느낄 수 있으므로, 복원 시 각각의 영상이 원 영상과 유사할수록 깊이감을 확실하게 느낄 수 있다. 그러므로 영상 화질의 개선 및 정확한 입체감을 제공하기 위하여 수신단에 변이 벡터를 통해 예측된 영상과 실제 영상과의 차이, 즉 차 영상(residual image)을 변환 부호화(transform coding)하여 전송하여야 한다^[5-6]. 수신단에서는 차 영상에 대한 정보와 변이 벡터를 이용하여 원 영상에 가까운 영상을 복원할 수 있게 된다.

본 논문에서는 스테레오/다시점 영상 정보의 효

율적인 압축을 위한 방법으로 다음과 같은 차 영상 부호화 기술을 제안한다. 차 영상을 DCT(Discrete Cosine Transform) 기반으로 하여 부호화 하게 되는데 DCT계수들의 방향 특성을 판단하여 블록을 수직, 수평, 대각 방향으로 나누어 각각의 특성에 맞게 효율적인 양자화 및 스캔 방법을 적용하였다. 특히 다시점 영상에 대하여 변이를 추정하거나 차 영상을 부호화 할 때는 화소 단위로 가려진 영역을 모든 시점에서 탐색한 후 상대적으로 가려진 영역이 제일 적은 영상을 기준 영상으로 선택하는 전처리 단계를 설정하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II 장에서는 본 논문에서 사용한 변이 추정 및 보상 방법들에 대하여 설명하고 제 III 장에서는 방향성을 고려한 차 영상 부호화 기술을 제안한다. 변이 추정 및 차 영상 부호화에 대한 모의 실험 결과는 제 IV 장에서 보여주며, 제 V 장에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

II. 변이 추정 및 보상 방법

1.1 고정 블록 크기 변이 추정 방법

고정 블록 크기 변이 추정 방식은 스테레오/다시점 영상 중 한 영상을 블록 단위로 나누어 다른 영상에서 비용 함수(cost function)를 최소로 하는 위치를 찾아 변화량을 그 블록의 변이 값으로 결정한다. 이 때 쓰이는 비용 함수는 주로 식(1)과 같은 MAD(Mean Absolute Difference)와 식(2)로 정의되는 MSE(Mean Squared Error)가 쓰인다.

$$MAD(i, j) = \frac{1}{N_x N_y} \sum_{k=1}^{N_x} \sum_{l=1}^{N_y} |I_{ref}(k, l) - I_{cur}(k+i, l+j)| \quad (1)$$

$$MSE(i, j) = \frac{1}{N_x N_y} \sum_{k=1}^{N_x} \sum_{l=1}^{N_y} (I_{ref}(k, l) - I_{cur}(k+i, l+j))^2 \quad (2)$$

여기서, I_{ref} 은 기준 영상이고, I_{cur} 은 보상하고자 하는 영상을 말한다. 그리고 N_x 와 N_y 는 각각 블록의 가로, 세로 크기를 의미한다. 평행식 카메라 구조를 가정한다면, 예측하고자 하는 영상을 $N_x \times N_y$ 크기의 블록으로 나눈 후, 변이의 수평 성분만 고려하여 각 탐색 범위 내의 후보 블록들의 비용 함수를 계산한다. 이 비용 함수 값들 중 가장 적은 값을 가지는 블록을 대응 블록으로 결정한다. 이 때, 식(3)와 같은 비용 함수를 최소로 하는 후보 변이 벡터를 나누어진 블록 i 에 대해 최적의 변이

벡터 \hat{d}_i 로 선택하게 된다.

$$\hat{d}_i = \arg \min_{N_x, N_y} \frac{1}{N_x N_y} \sum |I_{ref}(m + d_i, n) - I_{cur}(m, n)| \quad (3)$$

이와 같은 고정 크기 블록 변이 추정 방법의 장점은 구현이 간단하지만 적당한 블록 크기와 탐색 범위의 선택이 중요하다. 즉, 블록의 크기가 커지면 다른 깊이를 가지는 물체가 블록 내에 동시에 존재할 수 있으므로 변이 벡터가 부정확해지고, 반대로 블록의 크기가 작아지면 세밀한 변이 벡터 필드를 얻을 수 있는 반면에 일치점이 중복이 되어 신뢰도가 감소하고 부호화 할 데이터가 많아지게 된다. 탐색 범위가 너무 좁으면 변이 벡터의 정보량 감소와 빠른 변이 추정을 하게 되지만 변이 추정으로부터 예측된 영상의 화질이 열화 되는 현상이 발생한다. 반면에 탐색 범위가 넓어지면 그 만큼 차이가 적은 대응 블록을 찾을 수 있기 때문에 심각한 화질의 열화는 없으나 후보 변이 벡터의 증가로 계산량이 증가되어 실시간 처리에 힘든 단점이 있다.

2.2. 반화소 변이 추정 및 보상 기법

본 논문에서는 변이 벡터를 보다 정확하게 찾고 블록화 현상을 줄이기 위하여 반 화소 움직임 보상 방법을 스테레오/다시점 영상에 적용하였다. 이러한 방식을 이하 반 화소 변이 보상 방법이라 정의하였다. 일반적으로 스테레오/다시점 영상들은 평행식 카메라 구조에서 획득한 영상이라 가정하여 변이를 수평 방향으로 탐색한다. 반 화소 변이 보상 방법도 이러한 가정을 바탕으로 하여 변이의 변화가 수평 방향으로만 존재하는 것으로 간주하여 그림 1과 같이 반 화소를 생성하였다. 또한 화소 단위로 변이 벡터를 탐색한 후에 반 화소 단위로 변이 벡터를 재 탐색하기 때문에 반 화소 단위의 탐색 범위는 -2 ~ 2로 제한하였다. 반화소 단위의 변이 벡터는 MPEG-4의 가변장 부호화 테이블을 사용하여 부호화하였다.

2.3. 중첩된 블록 변이 보상 방식

중첩된 블록 움직임 보상 방식(overlapped block motion compensation)은 H.263과 MPEG-4 표준에서 사용되고 있는 움직임 보상 방식으로 움직임 벡터의 불연속성을 보완하고 영상의 블록화 현상을 방지하기 위한 효율적인 알고리즘이다^[7]. 또한 움직임 벡터를 평활화하고 노이즈 레벨을 감소시키는데도 효과적이다. 부호화 대상 블록의 움직임 벡터로

움직임 보상했던 화소 값과 인접 블록(상·하·좌·우)의 움직임 벡터로 보상했던 화소 값을 가중 평균 해서 예측 블록을 생성하는 방법이 중첩된 블록 움직임 보상 방법이다. 각 화소 값들에 대하여 중첩된 움직임 보상 방식을 적용하기 위한 방법이 식(4)에 나타나 있다.

$$\begin{aligned} \overline{p(i, j)} = & [q(i, j) \cdot H_0(i, j) \\ & + r(i, j) \cdot H_1(i, j) + s(i, j) \cdot H_2(i, j) + 4]/8 \end{aligned} \quad (4)$$

여기서 $q(i, j)$, $r(i, j)$, $s(i, j)$ 는 식 (5)에서와 같이 각각 부호화 대상 블록의 움직임 벡터로 보상한 화소 값, 부호화 대상 블록에 대하여 수직 방향으로 인접한 두 개의 움직임 벡터로 보상된 화소 값, 부호화 대상 블록에 대하여 수평 방향으로 인접한 두 개의 움직임 벡터로 보상된 화소 값을 의미한다. 여기서 (MV_x^0, MV_y^0) 는 부호화 대상 움직임 벡터를 나타내며, (MV_x^1, MV_y^1) 는 부호화 대상 블록의 수직 방향으로 인접한 두 블록의 움직임 벡터를 나타낸다. 마지막으로 (MV_x^2, MV_y^2) 는 부호화 대상 블록의 수평 방향으로 인접하는 두 블록의 움직임 벡터를 의미한다.

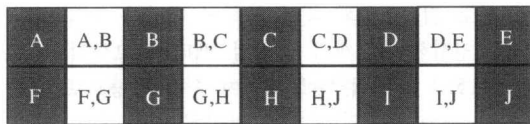
$$\begin{aligned} q(i, j) &= p(i + MV_x^0, j + MV_y^0) \\ r(i, j) &= p(i + MV_x^1, j + MV_y^1) \\ s(i, j) &= p(i + MV_x^2, j + MV_y^2) \end{aligned} \quad (5)$$

식 (1-4)에서 나온 가중 행렬 $H_0(i, j)$, $H_1(i, j)$, $H_2(i, j)$ 는 H.263, MPEG-4에서 제안된 값들이며 그림 2와 같다. 임의의 화소 값 한 개에 대하여 사용되는 가중 행렬의 요소들을 모두 더하면 8이 나오게 되므로 식 (4)에서 각 화소 값에 가중 행렬 값을 취하여 더한 후 8로 나누어 주게 된다.

본 논문에서는 변이 추정 및 차 영상 부호화를 효율적으로 하기 위하여 변이 벡터를 평활화하고 노이즈 레벨을 감소시키는데 효율적인 중첩된 움직임 보상 방식을 스테레오/다시점 영상에 적용하였다. 이러한 방식을 이하 중첩된 블록 변이 보상 방식(overlapped block disparity compensation)이라 정의하였다. 중첩된 블록 변이 보상 방식은 앞에서 설명한 중첩된 블록 움직임 보상 방식과 같은 방식으로 수행된다. 이때 사용한 가중 행렬도 H.263과 MPEG-4에서 제안한 값들을 사용한다.

III. 블록의 방향성을 고려한 차 영상 부호화 방법

DCT는 한 영상 내의 각 픽셀들간 상관 관계를 제거시켜 계수들을 저주파 계수와 고주파 계수로 분리하는 기능을 수행한다. DCT를 수행한 후에는 단지 주파수 성분에 대한 계수들의 분리가 있을 뿐 구체적인 부호화량의 감소는 이루어지지 않는다. 그러므로 실제로 부호화량을 감소시키기 위하여 적절한 양자화(quantization) 방식을 이용하여 고주파 영역의 계수들을 제거하여야 한다.



■ 화소 (full pixel)
□ 반화소 (half pixel)

그림 1. 반 화소 변이 보상을 위한 반 화소 생성법

4	5	5	5	5	5	5	4
5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	6	6	6	6	5	5
5	5	6	6	6	6	5	5
5	5	6	6	6	6	5	5
5	5	6	6	6	6	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5	5	4

(a) 부호화 대상 블록에 대한 가중 행렬, $H_0(i, j)$

2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	2	2	2	2	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	2	2	2	2	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2

(b) 부호화 대상 블록의 수직 방향에 대한 가중 행렬, $H_1(i, j)$

2	1	1	1	1	1	1	2
2	2	1	1	1	1	2	2
2	2	1	1	1	1	2	2
2	2	1	1	1	1	2	2
2	2	1	1	1	1	2	2
2	2	1	1	1	1	2	2
2	2	1	1	1	1	2	2
2	1	1	1	1	1	1	2

(c) 부호화 대상 블록의 수평 방향에 대한 가중 행렬, $H_2(i, j)$

그림 2. 중첩된 움직임 보상에 적용되는 가중 행렬

MPEG-1/2/4에서 사용하고 있는 양자화 수식은 식(6)과 같다. 이때 사용되는 양자화 계수 테이블은 그림 3에 나타내고 있다. 그림 3의 MPEG-4 인터 프레임 양자화 계수 테이블은 수평·수직·대각 성분을 동일하게 증가하는 계수로 나누고 있다. MPEG-1/2/4는 시간 축으로 움직임이 변화하는 동영상의 압축에 관하여 다루기 때문에 시간 축에 따라 차 영상이 어떠한 방향 성분을 가질 것인가는 알 수 없다. 그러므로 그림 3과 같이 수평·수직·대각 성분을 동일하게 양자화하고, 이 값들을 가변 장 부호화하기 위하여 사용되는 스캔 방법은 그림 4에 나타나있다.

16	17	18	19	20	21	22	23
17	18	19	20	21	22	23	24
18	19	20	21	22	23	24	25
19	20	21	22	23	24	26	27
20	21	22	23	25	26	27	28
21	22	23	24	26	27	28	30
22	23	24	26	27	28	30	31
23	24	25	27	28	30	31	33

그림 3. 양자화 계수 테이블(MPEG-4 인터 프레임)

MPEG-1/2/4에서는 인간의 시각 특성상의 공간 주파수의 양자화 감도를 이용한 효율적인 부호화 방법으로 대각 방향의 양자화 계수 테이블을 사용한다. 그러나 3차원 스테레오 및 다시점 영상에 대한 차 영상은 주로 수직 성분의 방향성을 가지게 되므로 차 영상의 방향성을 고려한 양자화 및 스캔 방식에 대한 효율적인 부호화 방법이 필요하게 된다. 본 논문에서는 차 영상내 각 블록의 방향성에 따라서 양자화 계수 테이블과 스캔 방식을 변화하여 부호화를 수행하였다. 스캔 방식은 MPEG-4의 'I' 영상 전체에서 일괄적으로 사용하도록 제안한 대각 스캔 방식, 수평 우선 대체 스캔 방식, 수직 우선 대체 스캔 방식을 차 영상에서 각 블록의 방향성에 맞추어 선택적으로 사용되었다. 각각의 스캔 방식은 그림 4에 나타내었다. 또한 각각의 스캔 방식에 대하여 방향 성분을 고려한 양자화 계수 테이블을 제안하여 복원시 차 영상에 나타난 방향성을 되살릴 수 있도록 하였다. 본 논문에서 제안한 양자화 계수 테이블은 대각 성분에 대해서 MPEG-4의 양자화 계수 테이블을 사용하며, 수평 및 수직 성분은 MPEG-4의 양자화 계수 테이블에서 양자화 계수를 대각 스캔 방식에 따라 나열한 후 수직과 수

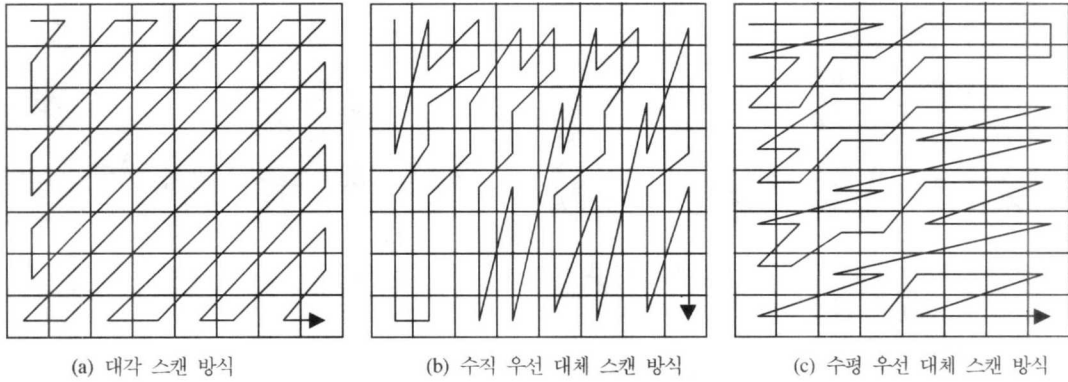


그림 4. 스캔 방식

평 우선 대체 스캔 방향에 따라 재배치한 양자화 계수 테이블을 사용하여 처리하였다. 그림 5은 수직·수평 성분을 위해 재배치된 양자화 계수 테이블을 나타내었다. 그림을 보아서 알 수 있듯이 각 성분 방향쪽의 계수가 다른 방향의 계수보다 작으므로, 양자화를 수행하면 방향성이 있는 쪽의 공간 주파수들은 커지고 반대쪽은 작아지므로 압축률은 비슷하지만 에러는 감소된다.

16	17	17	18	20	20	20	20
18	18	19	19	21	21	21	20
19	19	21	21	22	22	23	23
21	22	22	22	23	23	23	23
22	22	23	23	24	25	26	26
24	24	24	24	26	26	25	27
24	25	27	27	28	28	30	30
27	27	28	28	30	31	31	33

(a) 수직 방향 블록 양자화 테이블

16	18	19	21	22	24	24	27
17	18	19	22	22	24	25	27
17	19	21	22	23	24	27	28
18	19	21	22	23	24	27	28
20	21	22	23	24	26	28	30
20	21	22	23	25	26	28	31
20	21	23	23	26	25	30	31
20	20	23	23	26	27	30	33

(b) 수평 방향 블록 양자화 테이블

그림 5. 제안된 양자화 테이블

$$\frac{\text{Round on} \left(\frac{16 \times \text{dct 계수}}{Q \text{ MATRIX}} \right)}{2 \times \text{MQUANT}} \quad (6)$$

양자화 계수 테이블을 선택적으로 적용하기 위해서는 양자화 단계 전에 블록의 방향성을 결정하여야 한다. 본 논문에서는 블록의 방향성을 결정하기 위하여 차 영상을 DCT한 후 그림 6과 같은 판단 방식을 이용하였다. 만약 양자화하지 않은 상태에서 스캔 방향에 따른 특정 위치의 AC 계수의 합으로 블록의 방향성을 결정한다면, 양자화 시 반올림이 되지 않는 수까지 고려하게 되므로 잘못된 결과가 발생할 수 있다. 이를 방지하기 위하여 양자화 단계 전에 블록의 AC계수 20개를 먼저 양자화한 후 그 값들의 합을 비교하면, 계수가 집중되는 방향의 합이 다른 방향보다 큰 값을 가진다. 이를 이용하여 각 블록의 방향성을 결정한다.

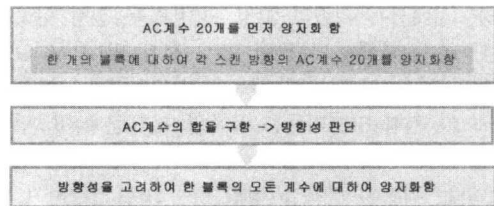


그림 6. 블록의 방향성 판단 단계

IV. 모의 실험 결과 및 분석

본 장에서는 스테레오/다시점 영상 데이터들을 효율적으로 전송하기 위하여 제안한 변이 추정 및 보상 방법과 차 영상 부호화 방법을 사용한 부호기의 모의 실험 및 결과를 고찰한다. 모의 실험은 Pentium-II PC에서 DJGPP 2.8.3을 이용하여 수행하였다. 실험 영상은 그림 7과 그림 8에 있는 256×256 크기의 6시점 ‘Doll’, ‘Garden’ 영상을 사용하였다.

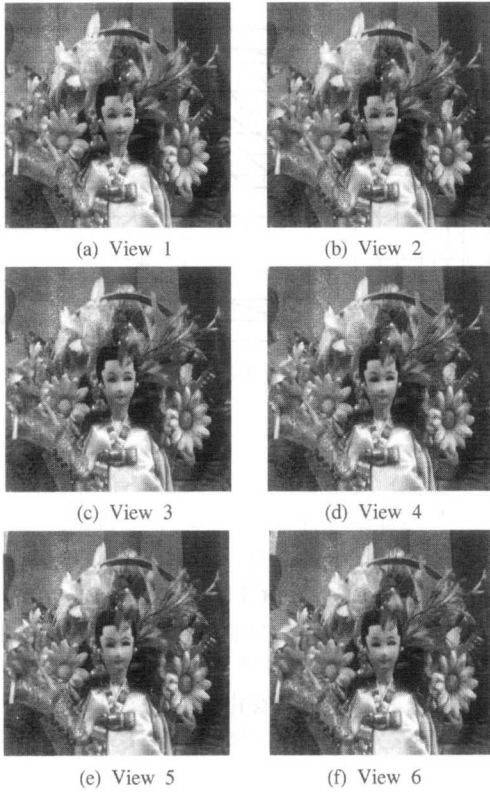


그림 7. 6시점 Doll 영상

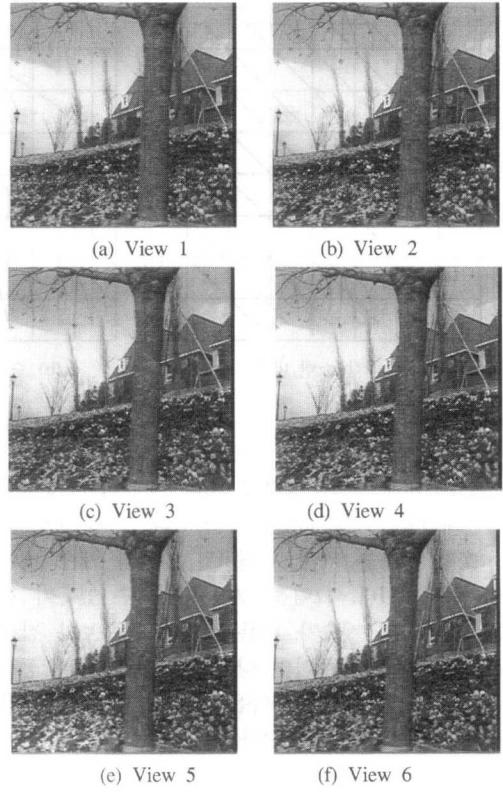


그림 8. 6시점 Garden 영상

4.1. 변이 추정 및 보상 기술 성능 분석

본 절에서는 기존의 고정 크기 블록 정합 알고리즘과 본 논문에서 사용한 변이 추정 및 보상 알고리즘의 화질 및 부호화 성능을 비교하였다. 고정 블록 크기 정합 알고리즘은 블록의 크기를 8×8, 탐색 범위는 -8 ~ 8로 설정하여 비용 함수를 가장 최소로 하는 위치의 블록을 정합 블록으로 결정하여 변이를 추정하였다. 본 논문이 사용한 변이 추정 및 보상 방법은 앞에서 기술한 고정 블록 크기 정합 알고리즘을 수행하였으며, 보다 정확한 변이 추정을 위하여 반화소 변이 추정을 -2 ~ 2의 탐색 범위를 설정하여 재 탐색하였다. 마지막으로 변이 벡터의 평활화 및 부호화 효율을 위하여 중첩된 블록 변이 보상 방법을 수행하였다. 이와 같이 추정된 각 블록의 변이 벡터는 이전 블록의 변이 벡터와의 차를 구하여 MPEG-4의 MVD(Motion Vector Difference) 코드북을 사용하여 가변장 부호화를 하였으며 이 때의 bpp를 계산하여 각 방식의 부호화 효율을 비교하였다.

그림 9는 'Doll' 영상의 첫 번째 시점 영상과 두 번째 시점 영상을 스테레오 영상으로 설정하고 고정 블록 크기 정합 알고리즘과 본 논문에서 제안한 변이 추정 및 보상 방식의 부호화 효율 및 영상 화질에 대한 비교를 나타내었다. 이때 차 영상 부호화 방법은 본 논문에서 제안한 방식을 사용하였다. 실험 결과 모든 비트율에서 기존의 고정 블록 크기

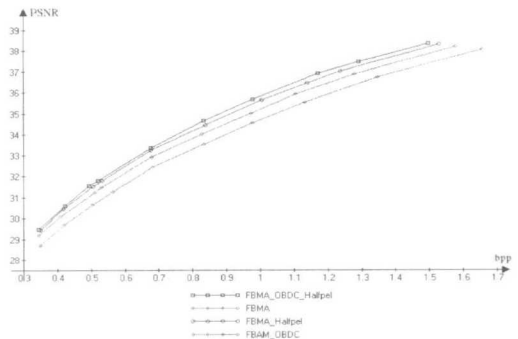


그림 9. 변이 보상 방법에 대한 부호화 효율 비교

정합 알고리즘보다 본 논문에서 제안한 변이 추정 및 보상 알고리즘의 부호화 효율 측면에서 좋은 성능을 나타냄을 보여준다. 제안 방식은 기존의 고정 블록 크기 정합 알고리즘을 사용한 방식보다 같은 bpp에서 1 dB이상 성능이 좋았으며, 같은 PSNR에서는 0.07 bpp~0.2 bpp이상의 부호화량이 감소됨을 확인할 수 있었다.

4.2. 차영상 부호화의 성능 분석

본 절에서는 블록의 방향성을 고려한 적응적 차영상 부호화 방식에 대한 실험 결과를 비교·분석한다. 기존의 MPEG-2에서 제안한 대체 스캔 방식은 비월 주사 방식에만 적용이 되고 그 외에는 대각 우선 스캔 방법이 사용되었다. 그 후 발전된 MPEG-4에서도 인트라 매크로 블록에 대해서 DC/AC 계수의 예측에 따라 스캔 방식의 순서가 달라진다. 그러나 인터 매크로 블록에 대해서는 전부 대각 스캔 방식이 적용된다. 본 논문에서 차영상을 효율적으로 부호화하기 위하여 제안한 방법은 각 블록의 방향 성분을 고려하여 블록의 방향성을 판단하고 방향 성분에 대하여 대각·수직·수평 우선 스캔 방법을 선택적으로 적용하여 블록의 특성에 따른 효율적인 가변장 부호화를 수행하였다. 다시점 영상에 대한 부호화기는 첫 번째 시점 영상을 기준 영상으로 정하여 나머지 시점 영상을 기준 영상으로부터 변이를 추정하여 복원하였다. 제안 방식은 기존의 방식들 중 대표적인 방법으로 MPEG-4의 인터 프레임 양자화 방식을 수행한 후 수직 우선 대체 스캔 방법을 사용하여 부호화한 방식과 MPEG-2 TM5를 사용하여 첫 번째 시점 영상을 'I' 프레임으로 설정하고 나머지 시점 영상들에 대해서는 'P' 프레임으로 압축한 결과와 비교하였다. 표 1은 6시점 'Doll' 영상에 대하여 1.0 bpp 정도로 부

호화한 결과를 나타내고 있다. 표를 통하여 제안 방식이 MPEG-2보다 1.2 dB정도, MPEG-4의 인터 프레임 양자화 방식을 수행한 후 수직 우선 대체 스캔 방식보다 0.3 dB정도 개선됨을 확인하였다. 또한 주관적 화질을 비교하여 보면 그림 10-12에서 처럼 제안 방식이 텍스트 영역에서의 에러가 제일 적음을 확인할 수 있었다. 그림 10-12는 원 영상과 복원 영상의 차 영상을 반전시킨 것이고 검은색은 에러를 나타낸 것이다. 그림에서 제안 방식이 에러가 제일 적음을 확인하였고 따라서 결과 영상이 더 선명함을 유추할 수 있다.

표 1. 다시점 영상 부호화 결과(6시점 'Doll' 영상: 1.0 bpp)

	bpp	PSNR[dB]
Vertical Scanning	0.983	35.357
MPEG-2 TM5	0.999	34.400
Proposed Method	0.981	35.649

그림 13은 6시점의 'Doll' 영상에 대하여 25%, 20%, 17.5%, 15%, 12.5%, 10%, 8.33%, 7.5%, 6.25%, 5%로 압축률을 조절하여 해당 bpp에 대한 PSNR을 비교하였다. 전반적으로 제안 방식이 기존의 방식보다 우수함을 알 수 있으며, MPEG-2 TM5 방식보다 37.8 dB 성능에서 0.27 bpp, 31.5 dB 성능에서 0.1 bpp정도 향상됨을 확인하였다. MPEG-4의 인터 프레임 양자화 방식을 수행한 후 수직 우선 대체 스캔 방법과 기존 방식을 비교하여 보면 32.5 dB이상에서는 0.03~0.08 bpp이상 부호화 성능이 향상됨을 알 수 있었으나, 그 이하 성능에서는 비슷하거나 약간 감소되었다. 이러한 결과는 제안 방식이 블록의 특성에 따라 양자화 값과 스캔 방식을 결정하므로, 각 블록의 타입을 나타내는데 사용되는 비트들이 고효율로 압축할수록 전체 부호

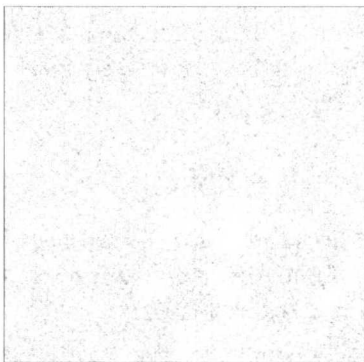


그림 10. 제안 방식



그림 11. MPEG-4 Vertical Scanning

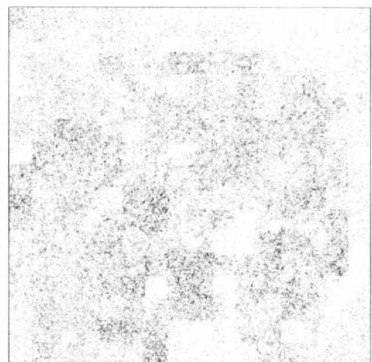


그림 12. MPEG-2 TM5

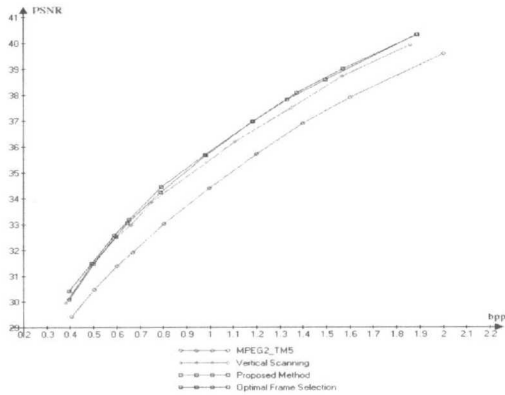


그림 13. 다시점 영상 부호화 결과('Doll' 영상)

화량의 큰 부담으로 작용하는 것에 기인한다.

4.3. 최적 시점 영상 선택 후의 차영상 부호화의 성능 분석

본 절에서는 다시점 영상 중 가려진 영역이 상대적으로 적은 영상을 기준 영상으로 선택하여 제한된 변이 추정 방식을 통해 예측된 영상과 원 영상과의 차 영상을 부호화한 실험 결과를 분석한다. 제안 방식은 제 4-1 절에서의 가려진 영역의 비율을 비교하지 않고 첫 번째 시점 영상을 기준 영상으로 설정하여 다시점 영상을 부호화한 실험 결과와 비교하였다.

우선 각 시점에서 가려진 영역의 상대적 비율을 고려하기 위하여 6시점의 영상에 픽셀 단위로 정합 위치를 양방향으로 찾고 그 변이의 합이 0이 되지 않은 영역을 가려진 영역으로 간주하였다. 이 결과 6시점 'Doll', 'Garden' 영상들 모두 네 번째 시점의 영상이 가려진 영역이 제일 적은 최적 영상으로 결정되었고 본 절에서는 최적 영상을 기준으로 한 다시점 영상의 부호화를 수행하였다. 그림 13은 6시점의 'Doll' 영상에 대하여 25%, 20%, 17.5%, 15%, 12.5%, 10%, 8.33%, 7.5%, 6.25%, 5%로 압축률을 조절하여 해당 bpp에 대한 PSNR을 비교하였다. 모든 압축률에 대하여 최적 영상 선택 방법을 사용한 제안 방식이 기존의 방식 및 첫 번째 시점을 기준으로 부호화한 제안 방식보다 우수함을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 스테레오/다시점 영상을 효율적으

로 압축하기 위하여 블록의 방향성을 고려하여 양자화 및 스캔 방식을 효율적으로 적용하는 차 영상 부호화 기술을 제안하였다. 제안한 변이 추정 및 보상 알고리즘과 차 영상 부호화 방식을 6시점 'Doll', 'Garden' 영상에 적용하여 부호화 효율을 확인하였다. 다시점 영상의 부호화는 첫 번째 시점 영상을 기준 영상으로 정하여 나머지 시점 영상을 기준 영상으로부터 변이를 추정하여 복원하는 방식과 다시점 영상 중 가려진 영역의 상대적인 비율을 고려하여 가려진 영역이 제일 적은 영상을 기준 영상으로 설정하여 나머지 영상을 변이 추정하여 복원하는 방법으로 나누어 실험하였다. 6시점 'Doll' 영상을 1.0 bpp 정도로 부호화하면 제안 방식이 MPEG-2보다 1.2 dB정도, MPEG-4의 인터 프레임 양자화 방식을 수행한 후 수직 우선 대체 스캔 방식보다 0.3 dB정도 개선됨을 알 수 있었다. 여러 압축률에서 실험 결과를 비교하여 보면, 전반적으로 제안 방식이 기존의 방식들보다 우수함을 확인하였다.

또한 가려진 영역을 고려하여 다시점 영상을 부호화한 결과 6시점 'Doll', 'Garden' 영상 모두 네 번째 시점의 영상이 가려진 영역이 제일 적은 최적 영상으로 결정되었고 모든 압축률에 대하여 최적 영상 선택 방법을 사용한 제안 방식이 기존의 방식 및 첫 번째 시점을 기준 영상으로 부호화한 제안 방식보다 우수함을 알 수 있었다. 결론적으로 본 논문에서 제안한 차 영상의 DCT계수들의 방향성을 고려하여 부호화한 방식이 영상 화질 및 부호화 성능 측면에서 좋은 결과를 나타내었다. 그러나 제안 방식이 블록의 특성에 따라 양자화 값과 스캔 방식을 결정하므로 각 블록의 타입을 나타내는데 사용되는 비트들이 고효율로 압축할수록 전체 부호화량의 큰 부담으로 작용하므로 이에 대한 보완 알고리즘에 대한 연구가 필요하다. 또한 다시점 영상을 부호화하기 위하여 최적 영상을 설정할 때 화소 단위로 탐색하여 가려진 영역의 비율을 찾는 것보다 더 빠른 알고리즘 개발이 필요하다.

참고 문헌

- [1] M. G. Perkins, "Data compression of stereopairs," IEEE Trans. on Comm., vol. 40, no. 4, pp. 684-696, Apr. 1992.
- [2] A. Redert, E. Hendriks and J. Biemond, "Correspondence Estimation in Image Pairs,"

- IEEE Signal Processing Mag., vol 16, no. 3, pp. 29-46, May 1999.
- [3] D. Tzovaras, M. G. Strintzis, and H. Sahinoglou, "Evaluation of multiresolution block matching techniques for motion and disparity estimation," Signal Processing: Image Comm, vol. 6, no. 1, pp. 59-67, Mar. 1994.
- [4] R. E. H. Franich, R. L. Lagendijk, J. Biemond, "Stereo-enhanced displacement estimation by genetic block matching," SPIE Visual Communications and Image Processing, vol. 2094, pp. 362-371, 1993.
- [5] M. S. Moellenhoff and M. W. Maier, "Transform coding of stereo image residuals," IEEE Trans. on Image Processing, vol. 7, no. 6, pp. 804-812, June 1998.
- [6] M. Kaneki, Y. Hatori, and A. Koike, "Improvements of transform coding algorithm for motion-compensated interframe prediction errors-DCT/SQ coding," IEEE J. Select. Areas Comm. vol. SAC-5, no. 7, Aug. 1987.
- [7] S. Okubo, K. McCann, A. Lippman, "MPEG-2 requirements, profiles and performance verification - Framework for developing a generic video coding standard," Signal Processing: Image Comm., vol. 7, pp. 201-209, Sep. 1995.
- [8] MPEG-4 Video Verification Model Version 8.0, July 1997.

임 정 은(Jeong-eun Lim)



1999년 경원대학교 전자공학과,
공학사
2001년 연세대학교 전기전자공
학과 석사
현재 연세대학교 전기전자공학
과 박사과정

<주관심 분야> 3차원 영상 부호화/복호화, 영상 압
축, 영상 통신

손 광 훈(Kwanghoon Sohn)

한국 통신학회 논문지 제 25권 7A호 참조