

가변블록 및 가변 탐색구간을 이용한 시차추정 알고리즘

준회원 고 제 현*, 송 혁*, 정회원 유지 상*

Disparity Estimation Algorithm using Variable Blocks and Search Ranges

Je hyun Koh*, Hyok Song*, Ji sang Yoo* *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 MPEG 3DAV Coding에서 진행 중인 EE2 및 EE3의 다시점 영상 압축에 효율적으로 적용할 수 있는 블록기반 시차추정 기법을 제안한다. 제안된 기법은 영상의 특성을 이용하여 블록크기를 가변적으로 구성하는 적응적 시차 추정을 적용하여 영상의 화질을 개선하였다. 추정하고자하는 해당 블록의 주변 특성을 고려하여 탐색 영역을 가변적으로 설정함으로써 계산량을 줄이고 최우방향으로 시차가 더 크다는 스테레오 영상의 특성을 이용하여 2진과 4진 트리 분해를 혼용함으로써 기존의 4진 트리만 이용한 정보 부호화 방식보다 부가정보량을 감소시킬 수 있다. 모의실험 결과 기존의 전 탐색 영역블록 정합기법(FBMA)에 비해 최대 68%정도 계산량이 감소하고, PSNR면에서 기존 기법들보다 1dB 가량 개선되는 것을 알 수 있다.

Key Words : 3DAV coding, Disparity estimation, Variable block estimation.

ABSTRACT

In this paper, we propose an efficient block-based disparity estimation algorithm for multiple view image coding in EE2 and EE3 in 3DAV. The proposed method emphasizes on visual quality improvement to satisfy the requirements for multiple view generation. Therefore, we perform an adaptive disparity estimation that constructs variable blocks by considering given image features. Examining neighboring features around desired block, search range is set up to decrease complexity and additional information than only using quad-tree coding through applying binary-tree and quad-tree coding by taking into account stereo image feature having big disparity. The experimental results show that the proposed method improves PSNR about 1 to 2dB compared to existing other methods and decreases computational complexity up to maximum 68 percentages than FBMA.

1. 서 론

2D 정지영상 및 비디오 압축에 대한 연구는 JPEG2000, MPEG-1/2/4, H.26x 등의 다양한 압축 표준이 등장함으로써 이미 활성화되었으며 영상산업 분야에 크게 활용되고 있다. 더 나아가 인간의 사실

적이고 현장감 있는 영상 추구에 대한 욕구로 3D 영상처리에 관한 연구도 이미 시작된지 오래며 이제 2D 비디오와 비교하여 화질 면이나, 구현 가능성 면에서 현실화에 한 걸음 더 다가서는 시점이 되었다. 3D 영상처리 기술은 기존의 2D 영상처리 기술 표준을 바탕으로 개발됨으로써 2D 시스템으로

* 광운대학교 디지털미디어연구소 (blessme77@empal.com)
 논문번호 : KICS2004-07-076, 접수일자 : 2004년 7월 3일

부터의 자연스러운 변화가 이루어지고 있다.

3D영상 압축을 위한 기술 개발을 위하여 MPEG에서도 여러 방법들을 실험하면서 새로이 적용 가능한 기술 개발에 힘쓰고 있으며, 3DAV(3 Dimensional Audio Video) Coding 라는 명칭으로 다시점 비디오 및 3차원 오디오/비디오 기술과 관련된 새로운 표준화 연구를 시작하였다. 특히 비디오 부분과 관련하여 영상 정보의 자유시점 제공, 기존의 MPEG-2 multiview profile에서 제공하지 못하고 있는 객체 기반 interactivity 제공 및 영상기반 렌더링을 이용한 3D 객체 생성 기능 제공의 3가지 목표로 EE(Exploration Experiment)를 통해 4 분야에 걸쳐 실험이 진행중에 있다.

좌, 우안 영상의 부호화를 위한 스테레오 비디오 부호화 분야(EE3)는 3D 스테레오 영상을 시스템의 큰 변화 없이 2D TV 시스템에 효율적으로 적용 가능하다. EE3(stereo video coding)에서는 다채널로 들어오는 영상을 위한 멀티플렉싱이나, 두 영상간의 동기화 작업으로 인한 시스템의 변경이 없고, 새로운 하드웨어가 필요 없을 뿐 아니라 현재 시스템에서 직접 적용 가능한 하나의 스트림으로 전송이 가능하다는 장점이 있다[1]. 즉, EE3는 EE1, EE2, 또는 EE4와는 달리 매우 간단하고, 기존의 표준화된 MPEG tool들을 충분히 활용할 수 있고 현재 추가적인 개선을 위한 연구가 진행 중에 있다.

3D 스테레오 영상을 압축하는데 필요한 중요한 기술 중 하나는 좌 영상과 우 영상간에 공간적 중복성을 줄여주기 위한 시차추정 기법이라 할 수 있다. 특히, EE3에서는 시차벡터와 오차영상(residual image)를 이용하여 대응되는 영상 프레임을 복원하기 때문에 효율적인 시차추정기의 구현은 필연적이라고 할 수 있다.

시차 추정기의 성능 향상을 위해서는 스테레오 영상의 특성을 이용하여 복잡도를 줄일 수 있는 고속 시차추정 기법과 객체와 배경사이의 occlusion 영역과 각 좌, 우 영상에서 보이지 않는 reversal position에 의해 발생하는 추정오차를 감소시키는 기법 등이 필요하다. EE3의 확장이라고도 볼 수 있는 EE2(free viewpoint video) 분야는 다수 카메라로 영상을 획득하여 사용자가 원하는 시점의 영상정보를 제공하는 것을 목표로 하고 있지만 다시점 영상의 경우 EE3의 좌, 우 두 장의 스테레오 영상보다 훨씬 많은 정보가 발생하게 된다. 이러한 많은 정보를 전송하거나 저장하기 위해서는 고효율의 압축기법을 필요로 하는데 이 때 역시 추정오차 감소를

위해 시차추정기의 중요성이 더욱 강조된다. 기존에 제안된 시차추정 기법으로는 화질면에서 우수한 전 탐색영역기법(Full Search)이 있지만 연산량이 많은 단점이 있고, 이러한 연산량을 줄이기 위해 제안된 가변블록 탐색기법 및 제한적 탐색기법등은 화질이 다소 열화되는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 개선하고자 스테레오 영상의 특성을 고려하여 기존의 가변블록 탐색기법을 적절히 응용하였고 계산량을 고려하여 영상 특성을 이용, 가변 탐색구간을 설정하여 시차 추정을 수행하였다. 모의실험결과 객관적 화질 면에서 1dB정도 향상되었고 연산량 측면에서도 우수함을 알 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안된 기법이 효율적으로 시스템 변화없이 적용될 수 있는 EE3과 EE2에서의 연구활동 및 일반적인 시차추정 기법에 대하여 기술하고, 3장에서 제안한 가변 탐색영역을 적용한 가변크기 블록단위 시차추정 기법에 대해 설명한다. 그리고 4장에서 실험결과를 기존의 방법들과 비교한 후, 5장에서 결론을 맺는다.

II. EE2, EE3 및 시차추정 기법

2.1 스테레오 비디오 부호화를 위한 EE3 (stereo video coding)

입체영상 서비스에 대한 관심이 높아지면서 양안식 TV를 주 응용 목표로 MPEG2에서는 multiple profile(MVP)을 제정하였지만 영상의 깊이정보 및 영상의 calibration에 대한 정보가 없기 때문에 3D geometric redundancy에 기반한 압축을 수행하기 어렵다. 기능에 있어서도 MPEG2를 기반으로 설계되었기 때문에 단순 압축방식만을 제공하며, 시점 변경에 대한 기술이 없어 다시점 비디오를 이용한 interactivity 등과 같은 다양한 서비스를 제공할 수 없다는 기술적 한계를 가지고 있다[2].

이와 관련하여, EE3에서는 시공간적 중복성을 제거하기 위하여 MPEG-4의 MAC(multiple auxiliary component)를 이용하여 부호화하는 연구를 진행 중이다. MAC은 grayscale shape coding과 관련된 보조 요소들이다. 객체의 투명도에 대한 정보를 포함할 뿐 아니라, 스테레오 영상과 관련하여 깊이정보, 시차정보, 그리고 오차영상과 같은 부가 정보를 포함할 수 있다. MPEG4에서 3DAV 활동과 관련하여 스테레오 영상이나 다시점 비디오 등의 입체영상 데이터를 처리하는데 이러한 보조 요소들을 응용하기 위한 연구를 진행하고 있다.

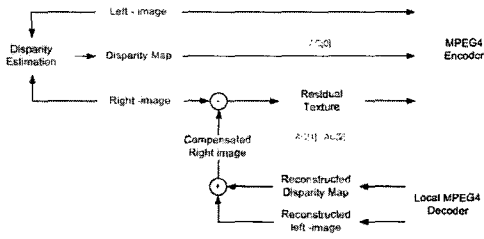


그림 1. EE3 부호화기 구조

일반적으로 입체영상 부호화기는 좌, 우 영상을 부호화하는 방법에 따라 3가지로 나눌 수 있다. 좌, 우 영상을 독립적으로 부호화하는 simulcast 부호화 방법과 좌, 우 영상 중 한 영상을 먼저 부호화하고 다른 쪽 영상은 먼저 부호화한 영상을 이용하여 부호화하는 compatible 부호화 방법, 그리고 좌, 우 영상을 동시에 부호화하는 joint 부호화 방법 등이 다[3].

그림 1은 EE3의 MAC을 이용한 스테레오 비디오 부호화기의 구조를 나타낸다. 일반적으로 스테레오 영상압축 시스템은 좌, 우 영상의 공간적 중복성을 제거하기 위하여 시차추정을 통하여 시차벡터를 구하고, 이 때의 추정오차를 보정하기 위하여 재구성된 영상과 원 영상의 차 성분인 오차영상 정보를 압축하여 전송한다. EE3에서는 이러한 시차벡터 및 오차영상 정보를 전송하기 위하여 MAC을 이용한다. 따라서, EE3 부호화기를 구현하기 위해서는 효율적인 시차추정 기법이 매우 중요하다.

2.2 자유시점 비디오를 위한 EE2(free viewpoint video)

자유시점 비디오, 즉, 다시점 비디오는 사용자들에게 임의의 시점을 제공한다. 아직까지 MPEG에서 연구된 적이 없어 주 연구 대상이며 표준화 작업이 가장 활발하게 진행되는 분야이다.

EE2에서는 다음과 같이 크게 3가지 분야에서 연구가 진행되고 있다. 먼저 ray-space에 의한 자유시점 TV(Free TV by Ray-Space) 분야이다. 이름 그대로 시청자들이 시점을 자유로이 선택 할 수 있다. 즉, 현재의 TV 방송처럼 일방적으로 제공되는 화면만 보는 것이 아니라 시청자가 원하는 위치에서의 장면을 직접 선택하여 감상할 수 있는 interactive TV를 연구하는 분야이다. 이 기술은 TV방송 뿐 아니라 산업, 의학 등 여러 분야에 폭넓게 응용 될 수 있다. 3D 표면에서 반사되는 광선을 표현하는 ray-

space는 현재 연구되는 FTV(Free TV)의 핵심 기술로써 기하학 정보 없이 임의의 위치로부터 가상시점을 렌더링 할 수 있게 하며 이에 따른 카메라 조정(calibration), 적응 필터링이나 실시간 보간법 등이 함께 개발되고 있다[4]. 그림 2(a)는 구현된 시스템의 한 예를 나타내며, 16개의 CCD 카메라와 한 대의 서버, 16대의 클라이언트로 구성된 것을 알 수 있다. 그림 2(b)은 그림 2(a)에 보인 16대 카메라로부터 캡처된 다시점 영상을 보여준다.

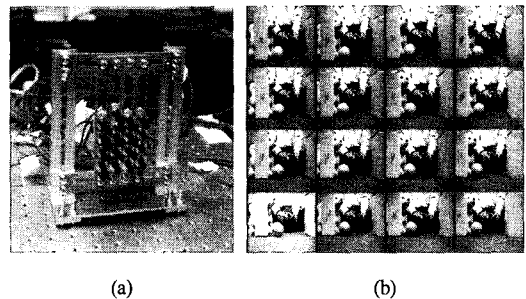


그림 2. (a) EE2 시스템의 한 예 (b) (a) 시스템으로 획득된 다시점 영상

두 번째로 모델기반 scene 재구성(model-based scene reconstruction) 분야이다. 여러 대의 카메라로부터 얻어진 동기화된 자연영상과 합성영상을 이용하여 임의의 시점에서 렌더링 처리를 하여 새로운 시점을 구성한다. 현재 visual hull을 이용하여 motion tracking 정보와 실루엣 정보를 3차원 인체 모델에 적용하는 기술을 기반으로 3차원 비디오를 제공하는 연구를 수행하고 있다.

마지막으로 계산 시간을 줄이기 위해, 깊이 정보를 이용하여 입력영상으로부터 직접 가상시점을 합성하는 직접시점 합성(direct view synthesis) 분야이다.

위에서 언급한 바와 같이 다시점 영상에서 발생하는 많은 정보량을 압축하기 위하여 고효율 압축 기법의 개발은 필수적이며, 따라서 EE2에서도 효율적인 시차추정 기법은 매우 중요하다.

2.3 시차추정(Disparity Estimation) 기법

시차(disparity)는 장면 내에 카메라와 장면간의 상대적인 움직임, 두 카메라간의 상대적 시차 또는 객체들간의 움직임에 의해 발생되며, 스테레오스코픽 비전 시스템에 의해 동시에 획득된 좌, 우 영상간의 차이로 정의된다. 시차추정(disparity estimation)은 같은 장면내에 두 개 혹은 그 이상의 동시에 획

득된 영상들 간에 존재하는 기하학적 차이의 결정 과정으로 폭넓게 정의될 수 있다[5]. 일반적으로 스테레오 영상 부호화 시스템에서 시차추정은 스테레오 영상의 좌, 우 영상이 공간적 상관성이 매우 높다는 점을 이용하여 서로 대응되는 점 또는 영역을 찾아내는 과정으로 공간적 중복성을 제거하는데 이용되고 있다[6,7,8].

시차벡터는 움직임벡터와 비슷한 방법으로 구할 수 있기 때문에 블록기반 방식, 화소기반 방식, 특징기반 방식[9], 객체기반 방식[10] 등 여러 가지 시차추정 기법이 있지만 알고리즘이 간단하고 구현이 편리한 블록기반 방식이 선호된다. 블록기반 방식은 영상을 고정 크기 또는 임의의 크기의 블록으로 나뉘서 참조 영상에 각각 잘 대응되는 블록을 찾아서 시차벡터를 구하는 방법이다. 이 때 사용되는 비용함수는 주로 식 (1)과 (2)에서 정의된 MAD(mean absolute difference)와 MSE(mean squared error)가 많이 사용되는데 MSE는 하드웨어적으로 구현이 쉽지 않은 제곱연산을 포함하고 있어 MAD가 가장 많이 쓰이며 본 논문에서도 이를 활용하였다.

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

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

여기서 I_l 은 좌 영상, I_r 은 우 영상을 의미하며 i, j 는 시차 벡터를 의미한다. 먼저, 시차를 추정하고자 하는 영상을 $N_x \times N_y$ 크기의 블록으로 나눈다. 카메라가 병렬로 놓여있다고 가정한다면 수평성분으로만 후보 시차 벡터들이 주어지게 되며, 식 (3)에서 정의된 비용함수를 최소화 하는 벡터 d 를 블록 n 에 대해 최적의 시차 벡터로 선택하게 되며, 후보 시차벡터들은 추정되고자하는 블록 n 의 주변에 위치한다.

$$d_n = \arg \min \frac{1}{N_x N_y} \sum_{k=1}^{N_x} \sum_{l=1}^{N_y} |I_l(k+d, l) - I_r(k, l)| \quad (3)$$

블록을 기반으로 하는 시차추정 기법의 장점은 구현이 용이하다는 점이지만 적절한 블록 크기와 탐색범위 선택이 매우 중요하다. 블록의 크기가 크면 보다 안정된 시차 벡터를 얻을 수 있으나 다른

시차를 가지는 영역이 동시에 같은 블록 내에 존재할 가능성이 크므로 시차의 정확도가 떨어지고 블록화 현상이 심해진다. 반면에, 블록 크기가 작으면 시차를 세밀하게 추정할 수 있으나 시차벡터의 안정성이 감소하고 벡터의 정보가 증가하므로 압축효율이 떨어지는 단점이 있다. 또한 탐색범위가 너무 좁으면 빠른 시차추정을 할 수 있지만 화질의 열화가 심하며, 너무 넓으면 그 만큼 차이가 적은 대응 블록을 찾을 수 있어서 화질의 열화는 덜하나 계산량이 증가되어 실시간 처리에 힘든 단점이 있다.

기존에 제안된 시차추정 기법으로는 탐색범위 내 전체를 탐색하는 FS(full search) 기법, 영상을 해상도에 따라 계층적으로 나누고 해상도에 적합하게 탐색영역을 한정하여 수행시간을 단축한 HBMA(hierarchical block matching algorithm)[11], 탐색 시차의 방향성과 검색구간에 제한을 주어 계산의 효율성을 개선한 ADLS(adaptive directional limited search)[12] 등이 있다. HBMA나 ADLS 기법에서는 FS보다 계산량은 감소하였지만 화질이 열화되는 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 스테레오 시차 벡터의 방향 유사성과 상호 인접한 블록의 높은 공간적 상관도를 이용하여 화질 및 속도를 개선한 AFDS(adaptive field dependent search)[13] 및 AQBDE(adaptive quad block-based disparity estimation)[14] 기법 등도 개발되었다.

본 논문에서는 기존 기법과 비교하여 가변블록을 이용하여 고정 크기의 블록단위 시차보상 부호화 효율의 한계를 극복하고, 스테레오 영상의 특징을 고려하여 제한적인 검색구간을 설정하여 영상의 화질 개선과 계산량을 감소할 수 있는 시차 추정기법을 제안한다.

III. 가변 블록 생성 및 가변 탐색영역 시차추정 기법

본 기법은 기존의 속도 개선에 중점을 둔 계층적 가변블록 시차추정 기법과 달리 화질개선에 중점을 두고있으며, 부가 정보량을 줄이기 위해 4진트리와 2진트리 방식을 혼합하여 가변블록을 구성하였다. 또한 계산량 감소를 위해 좌, 우 차영상의 특성을 고려하여 가변 탐색을 수행하였다.

3.1 가변 블록 생성

영상의 화질은 영상의 복잡하고 미세한 영역, 특히 영상의 특성을 잘 표현해주는 객체의 경계(edge)

부분에서 얼마나 더 세밀하게 시차를 추정할 수 있느냐에 달려있다. 따라서 먼저 에지정보를 추출하였다. 이 과정에서 중요성이 있는 에지 즉, 물체의 윤곽선 정보나 임의 영역의 특징 정보를 얻기 위해 2차 미분 마스크인 라플라시안(Laplacian)을 사용하였고, 잡음에 약한 라플라시안의 단점을 보완하고자 가우시안 스무딩 필터링(gaussian smoothing filtering)을 수행하여 잡음성분으로 판단되는 약한 에지 성분들은 제거한다.

이렇게 해서 얻어진 에지영상은 가변블록 정보를 생성하는데 활용되며, 영상의 불필요한 분할을 방지하기 위해 블록 분할시 각 단계마다 적절한 임계값을 활용한다. 화질을 고려하여 본 기법에서는 가장 평활한 영역에서 수행되는 기본블록의 크기를 16×16로 정의하였다. 즉, 에지 영상을 기본블록단위인 16×16으로 나누어 모든 블록에 대해 에지포함 정도의 여부(블록의 복잡도)를 에지 블록당 픽셀값들의 합을 조사한 후 기본 블록을 가변적으로 분할한다. 수직 보다 수평 방향 시차 값에 대해 더 세밀한 추정이 필요한 스테레오 영상의 특성을 이용하여 기본블록 내 에지 복잡도를 참고하여 각 단계별 임계값에 따라 기본블록을 그림 3와 같이 16×16, 8×8, 4×8, 2×8의 네 가지 크기의 블록으로 분할하여 시차추정을 수행한다. 기존의 고정블록크기의 4진트리 방법을 이용하면 고정된 블록의 크기로 추정하게 되므로 블록 내에서 에지 영역의 분포도에 따라서 효율성에서 큰 차이를 보이게 되며 에지의 특성상 세로방향으로 세밀한 추정이 필요하게 되므로 그림 3과 같은 모양의 가변 블록을 이용하게 되면 연산량 및 화질면에서 개선될 수 있다. 그림 4에 블록 분할된 결과 영상을 보였다. 객체의 윤곽선을 구성하지는 않지만, 잡음제거 필터링 후에도 그림 4의 산타영상과 피아노 영상에 존재하는 잡음성 에지 성분들은 각 영역에서 특징적인 표현을 보여주기 때문에 객체의 윤곽선과 같이 중요 정보로 활용하여 블록의 평활화를 판단하는데 이용했다.

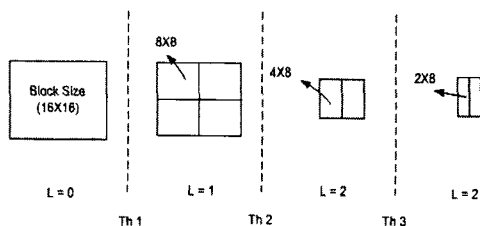


그림 3. 가변블록의 종류

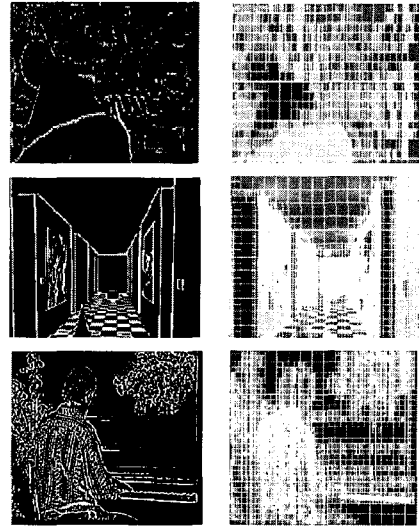


그림 4. 에지추출 결과 및 가변블록 구성결과

그림 3에 보인 것과 같이 블록이 처음 분할되는 경우는 같은 크기의 4개의 서브블록으로 분할되고 이후 계속 분할될 경우는 가로 방향으로만 시차가 존재한다는 사실을 이용하여 가로 방향으로만 분할한다. 따라서 이 경우, 블록이 계속해서 4개로 분할되는 4진트리 방식보다 부가정보를 줄일 수 있다. 계층적 4진트리 분할방법은 하나의 블록을 같은 크기의 4개의 블록으로, 그리고 2진트리 분할방법은 2개의 같은 크기 블록으로 계층적 분할을 하는 방법으로 블록의 위치나 크기에 대한 정보가 불필요하며 단지 블록의 분해 여부에 대한 정보만 필요하므로 전체 부가정보의 양을 크게 줄일 수 있다. 그림 5에 트리 구조와 부가정보가 생성되는 방법을 나타내었다.

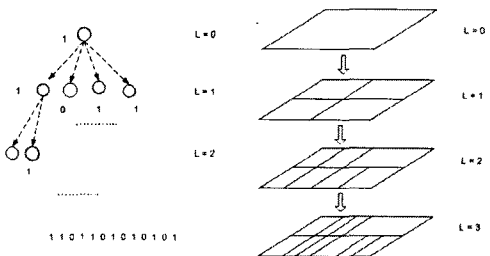


그림 5. 트리구조 및 가변 블록 생성과정

부가정보를 생성하는 과정을 설명하면 다음과 같다. 먼저 최상위 레벨(L=0)의 평활블록일 경우 1비트를 할당하여 1이면 분할되었음을, 0이면 분할되지 않았음을 표시한다. 만약 분할되었다면 4개로 분할

되므로 다시 4비트를 할당하여 각 블록당 에지 복잡도에 따라 분할여부를 조사한다. 여기서 다시 분할된다면 분할된 블록에만 다시 2비트를 할당하여 같은 과정을 반복하게 된다.

그림 5에서 생성된 비트열 11011010101을 예를 들어 설명하면 다음과 같다. 최상위 비트 1은 L=0에서 블록이 분할되었음을 나타내고, 다음 4비트 즉, 두 번째 레벨, L=1의 1011은 두 번째 8×8 크기의 블록만 제외하고 나머지 세 개의 블록은 모두 분할되었음을 의미한다. 이때 두 번째 블록은 분할되지 않았으므로 다음 분할정보 2비트는 생략될 수 있다. L=2에서는 L=1에서 1이 할당된 블록에 대해서 다시 분할을 하며 결국 010101의 분할정보가 할당되는데 이것은 L=3에서 그림 5와 같이 1에 해당되는 블록은 다시 한번 분할을 하는 것을 의미한다. 그림 5의 오른쪽 그림은 비트열 11011010101에 따라 가변블록이 생성된 결과이다. 이 경우 결과적으로 최대 3번의 분해단계를 거치면 블록의 복잡도에 따라 최소 1비트에서 최대 13비트까지의 블록정보가 필요하다. 이것은 4진 트리만을 사용할 때보다 블록당 8비트 정도 정보를 감소시킬 수 있으며 분할된 가변 블록에서만 연산을 수행하게 되므로 전체적인 알고리즘의 연산도 줄이는 효과를 가져올 수 있다.

3.2 가변 탐색범위 설정 및 시차추정 기법

가변 블록 생성 후 각 블록별 탐색을 수행하게 되는데, 여기서 영상의 특성을 고려하여 탐색 범위를 가변적으로 할당함으로써 불필요한 탐색을 방지한다. 따라서 화질은 가변 탐색전과 거의 유사하게 유지하면서 계산량은 감소시킬 수 있다. 탐색범위는 좌, 우 입력영상의 차 영상을 이용하여 설정하게 되는데, 좌, 우 영상간 차가 크다면 좀 더 넓은 범위에서 세밀한 시차추정이 필요하다고 판단하여 탐색 범위를 크게 설정하고, 반대로 그 값이 작으면 가변 탐색이 전체적으로 작게 되도록 설정한다.

여기서 기본블록내 가변블록들의 탐색범위를 다시 설정하게 될 경우 오히려 계산량이 증가하여 비효율적이므로 기본블록에서 설정된 탐색범위를 그대로 사용한다. 그 후에 다시 시차추정을 수행하고자 하는 각 블록의 가변탐색 범위를 설정하는데 스테레오 영상에서는 좌,우 시차가 클 경우 수평탐색범위가 작다면 부적절한 시차 벡터를 얻게 되므로 이를 고려하여 기본 탐색영역을 최대 수평방향 ±32로 정한다.

탐색범위를 좀 더 적응적으로 할당하기 위해 검색하고자 하는 블록의 수평방향 ±32 범위내 차 영상 밝기 값의 합을 계산한 후, -32에서 -1 사이 계산값에 따라 좌측 탐색범위를 임계값에 따라 설정하고, 0에서 31까지 계산값에 따라 우측 탐색범위를 임계값에 따라 설정하게 된다. 그림 6(a)는 차영상 블록 주변의 복잡도에 따라 탐색 영역이 좌, 우 각각 ±32, ±28, ±24, ±16, ±8로 설정된 것을 보여준다. 그림 6(b)에서는 블록의 탐색범위가 그 블록 주변의 복잡도에 따라 달라지는 것을 차영상에서 직접 보이고 있다. 일반적으로 스테레오 영상 획득시 두 대의 카메라가 수평을 유지하게 되므로 상하 방향의 시차는 거의 없다는 가정 하에 상하방향 탐색 범위는 ±4로 고정하였다.

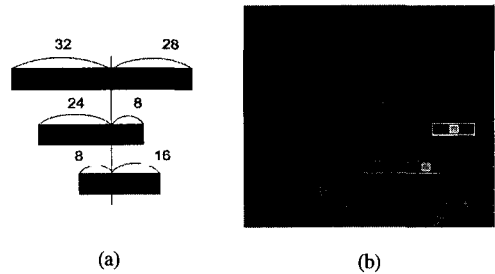


그림 6. (a) 가변적 탐색범위 (b) 차영상에 적용한 가변적 탐색범위

그림 7에 본 논문에서 제안한 시차추정 기법의 전체 블록도를 보였다. 제안한 기법을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 먼저 주어진 스테레오 영상에서 잡음성 에지가 제거된 에지영상을 추출한다.
- (2) (1)에서 구한 에지영상을 16×16 크기의 기본 블록으로 분할한다.
- (3) 분할된 기본블록에서 각각의 에지 복잡도를 계산하고 그 값에 따라 단계별 임계값을 설정하여 가변블록을 구성한다.
- (4) 탐색범위는 먼저 좌, 우 영상의 차 영상을 구하고, 차 영상의 복잡도를 계산하여 적응적으로 탐색영역의 임계값을 정한다.
- (5) 세부 탐색범위는 다시 차 영상에서 시차추정하고자 하는 블록의 좌, 우 ±32 픽셀 범위의 주변영역을 고려하여 적응적으로 설정한다.
- (6) (5)에서 구한 탐색영역을 가지고 분할된 각 가변 블록에 대해 시차를 추정한다.
- (7) 추가로 계산량 감소를 위해 마지막으로 평활

화 영역으로 판단되는 16*16블록에서 SAD계산시 짝수 행만 고려해서 SAD값을 구한다.

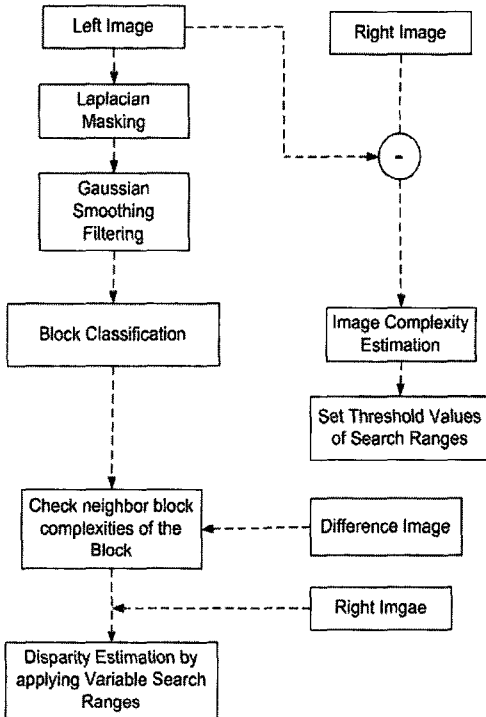


그림 7. 제안한 시차추정 기법의 흐름도

IV. 실험 결과

제안된 기법의 성능을 평가하기 위하여 기존의 시차 추정 기법과 비교하여 실험을 수행하였다. 테스트는 256*256 크기의 raw 포맷으로 되어 있는 Indian, Santa, Corridor, Piano 영상과 가요, Basketball의 두 가지 동영상 콘텐츠를 사용하여 수행하였다. 객관적 화질평가를 위해 PSNR 값을 비교하였으며, 연산량 측정은 가변블록을 생성변화를 고려하여 고정블록탐색 경우와 비교를 위해 블록당 SAD 연산 횟수가 아닌 픽셀당 SAD 연산의 총 횟수를 기준으로 하였다. 또한 제안하는 기법은 탐색범위가 영상에 따라 가변적이므로 최대 탐색범위를 기존의 고정탐색범위 기법과 같게 하여 비교하였다.

표 1에서 보는 바와 같이 제안하는 기법은 BMA와 비교하여 특히 계산량 및 화질 면에서 우수한 성능을 보였으며, AFDS, AQBDE와 비교하여서도 화질 면에서 크게 개선되었음을 알 수 있다. 계산량에서도 영상에 따라 차이가 있지만 BMA 경우보다 최대 68%까지 감소함을 알 수 있다. 영상의 특성이

대체로 복잡한 경우에도 고화질을 유지하기 위하여 그 만큼 세밀하게, 더 폭넓게 탐색을 하여 추정 에러를 줄일 수 있었고, 반대로 평활한 영상의 경우에는 불필요한 탐색점을 줄임으로써 속도를 개선하면서도 화질은 어느 정도 유지하도록 적응적으로 시차추정을 수행하였다. 표 2, 3는 940*540크기의 가요영상, basketball 영상 시퀀스에 대한 코딩효율과 화질을 비교한 결과이다. 그림 8에 테스트 영상 시퀀스를 보였다. 실험에서 사용한 테스트 영상 시퀀스는 RGB포맷으로 되어있는 컬러 시퀀스이고, 각각의 좌, 우 영상에 대해 Interlaced 방식으로 구성되어있다. 표 2의 결과는 오차영상에 대한 데이터와 시차벡터 및 가변블록을 표현하기위한 부가정보를 모두 포함한 데이터량을 비교한 것이다. 좌영상을 기준으로 우영상에 대해 시차를 예측하였으며, 참조 영상인 좌영상과 오차영상에 대해 motion-JPEG기법을 적용하여 압축하였다. basketball 시퀀스 각 프레임에 대해 45:1, 가요영상 시퀀스의 각 프레임에 대해서는 25:1의 압축률을 보였다. 가변블록을 위한 부가 정보로 인하여 FS보다 전체적으로 데이터량이 30%정도 증가 하였지만, 표 3의 결과에서 보면 프레임당 PSNR은 평균 1.7dB정도 향상되었음을 알 수 있다. 그림 9에는 제안된 시차예측 기법을 적용하여 얻은 복원영상과 그에 대한 오차영상을 나타내었다.

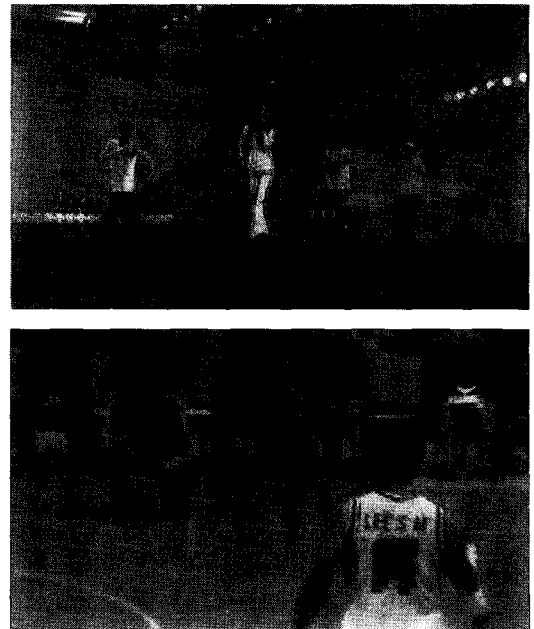


그림 8. 가요영상(위)과 basketball 영상(아래)

표 1. 제안한 기법과 기존 기법의 성능비교

		SR(x, y): Search Range			
		BMA	AFDS	AQBDE	New
Indian (32, 4)	PSNR (dB)	26.06	26.04	26.69	27.34
	연산량	100%	88.05%	77.82%	56.20%
Santa (32, 4)	PSNR (dB)	33.21	32.64	34.39	36.68
	연산량	100%	36.8%	33.54%	37.70%
Corridor (32, 4)	PSNR (dB)	30.04	29.16	30.78	31.38
	연산량	100%	38.11%	42%	40.72%
Piano (32, 4)	PSNR (dB)	26.11	26.11	26.72	26.99
	연산량	100%	88.42%	86.55%	43.09%

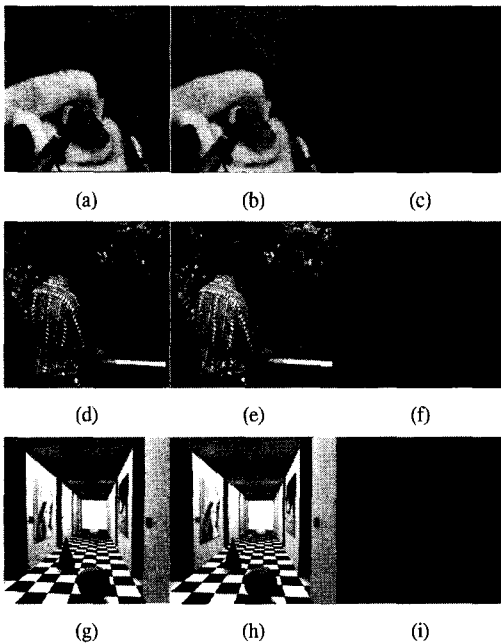


그림 9. (a), (d), (g) 원본 동영상, (b), (e), (h) 복원된 결과 영상, (c), (f), (i) 원본영상과 복원영상의 차영상

V. 결론

본 논문에서는 MPEG 3DAV Coding에서 진행중인 EE2 및 EE3의 다시점 영상 압축에 효율적으로 적용할 수 있는 블록기반 시차추정 기법을 제안하였다. 제안된 기법에서는 주어진 스테레오 영상의 특성을 이용하여 16×16 크기의 기본 블록에 포함되

표 2. frame당 발생하는 데이터량

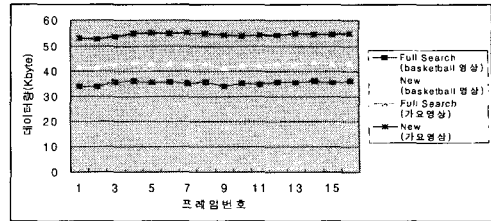
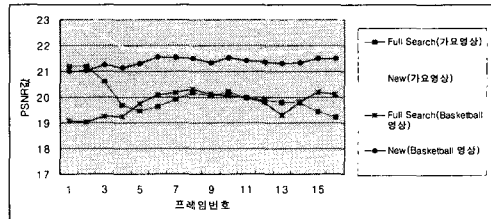


표 3. frame당 PSNR



는 에지의 복잡도를 고려하여 기본블록을 네 블록, 그리고 다시 가로방향으로 두 블록씩 분할하는 4진, 2진 트리 혼합 구조로 가변블록을 생성하였다. 또한 추정하고자 하는 블록의 주변 특성에 따라 좌, 우 방향으로 각각 다른 탐색구간을 적용함으로써 효율적인 시차추정을 가능하도록 하였다.

블록 당 포함되는 에지의 양에 따라 세분화하여 탐색하므로 평활한 영상보다 대체로 복잡한 영상에서 오히려 시차추정이 잘 이루어짐을 알 수 있다. 이러한 사실은 제안된 기법이 일반적으로 다양한 객체가 존재하는 실사 3D 영상 압축에 효율적이라는 것을 뒷받침해 주고 있다. 추가로 주변 영역의 복잡도 뿐 아니라 이웃 블록들의 시차 벡터의 상관도를 함께 고려하여 시차추정시 연산량을 줄일 수 있었으며, 모의실험 결과 기존의 시차추정 기법 보다 화질 면이나 계산량 면에서 성능이 우수하다는 것을 알 수 있었다. 가변블록 구성에 따른 부가적인 데이터량은 MPEG4의 MAC을 활용하여 효율적으로 보낼 수 있을 것으로 기대된다. 앞으로 부가 데이터량 감소를 위해 프레임간 유사성을 고려하여 가변블록 정보를 구성하는 기술과 좀더 효율적인 가변블록 생성을 위해 좀 더 객체지향적 가변블록 생성에 대한 연구가 필요할 것으로 기대된다.

참고 문헌

[1] A. Smolic, H. Kamata, Report on Status of 3DAV Exploration. ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG

11, Document N5558, Pattaya, Thailand, March 2003.

[2] A. Smolic, H. Kamata, Report on Status of 3DAV Exploration. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Document N5878, Trondheim, Norway, July 2003

[3] ISO/IEC 13818-2, AMD3, MPEG2 multi-view profile, ISO/IEC JTC/SC29/WG11, Document N1366, Sept 1996.

[4] Description of Exploration Experiments in 3DAV, Approved. ISO/IEC JTC/SC29/ WG11, Document N6194, Waikoloa, HI, USA, December 2003.

[5] Chia-Wen Lin, Er-Yin and Yung-Chang Chen, "Hierarchical Disparity Estimation Using Spatial Correlation", IEEE Transactions on Consumer Electronics. Vol. 44, No. 3, August 1998.

[6] Roel ter Horst, "A digital codec for 3D-TV transmission", International HDTV workshop, 1992.

[7] Yuh-Ren Yang, Yung-Chang Chen, "MPEG-based coding algorithm for 3D-TV", International HDTV workshop, 1994.

[8] B.L. Tseng, D. Anastassiou, "Compatible video coding of stereoscopic sequences using MPEG-2's scalability and interlaced structure", International HDTV Workshop, 1994.

[9] W. E. L. Grimson, "Computational experiments with a feature based stereo algorithm", IEEE Trans. on Pattern Anal. Machine Intell., vol.7, pp.17-34, 1985.

[10] W. Woo and A. Orterga, "Overlapped block disparity compensation with adaptive windows for stereo image coding", IEEE Trans., vol.10, no.2, pp194~200, 2000.

[11] D. Tzovaras, M. G. Strintzis, and Sahinoglou, "Evaluation of multiresolution block matching techniques for motion and disparity estimation," Signal Processing, Image Communication, vol. 6, no.1, pp.59-67, Mar 1994.

[12] Woo-Ho Kim, Jae-Young Ahn and Sung-Woong Ra, "An efficient disparity estimation algorithm for stereoscopic image compression," IEEE Trans: Consumer Electronics, vol. 432, pp. 165-172, May 1997.

[13] J. W. Bae, H. J. Park, E. S. Kim, J. S.

Yoo, "An Efficient disparity estimation algorithm based on spatial correlation," The journal of SPIE-Opt.Eng, Vol.42, No1, pp. 176-181, Jan 2003.

[14] Hyok Song, Jin-Woo Bae, Byung-Ho Choi, Ji-Sang Yoo, "Adaptive Quad Block-based Disparity Estimation Algorithm Using Adjacent Predictors", 2003년 한국 멀티미디어학회 추계학술발표대회 논문집, 제6권 제 2호, pp294-297, Nov. 2003.

고 제 현 (Je hyun Koh)

준회원



2003년 2월 광운대학교 전자 공학과 졸업
 2005년 2월 광운대학교 대학원 전자공학과 석사
 2005년 3월~현재 삼성전자 연구원
 <관심분야> 3DAV, MVC, SVC.

송 혁 (Hyok Song)

준회원



2001년 2월 광운대학교 대학원 전자공학과 석사
 2000년 12월~현재 전자부품연구원 전임연구원
 2000년 3월~현재 광운대학교 대학원 전자공학과 박사과정
 <관심분야> 3DAV, MVC, SVC.

유 지 상 (Ji sang Yoo)

정회원



1985년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1987년 2월 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1993년 5월 Purdue 대학교 전기공학과 졸업(Ph.D.)
 1993년 9월~1994년 8월 현대전자산업(주) 산전연구소 선임연구원
 1994년 9월~1997년 8월 한림대학교 전자공학과 조교수
 1997년 9월~2001년 8월 광운대학교 전자공학과 조교수
 2001년 9월~현재 광운대학교 전자공학과 부교수
 <관심분야> 웨이블릿 기반 영상처리, 영상압축, 영상인식, 비선형 신호처리