

특집논문-06-11-2-02

동심원 모자이크 영상 표현을 위한 Lifting을 이용한 3차원 웨이블릿 압축

장 선 봉^{a)}, 지 인 호^{b)†}

3-D Wavelet Compression with Lifting Scheme for Rendering Concentric Mosaic Image

Sunbong Jang^{a)} and Innho Jee^{b)†}

요 약

동심원 모자이크 데이터 구조는 천천히 움직이는 카메라를 통해 얻는 비디오 시퀀스의 구조와 유사하다. 동심원 모자이크는 이러한 구조의 데이터들을 정렬하거나 합쳐서 모자이크 영상을 얻게 된다. 따라서 동심원 모자이크는 엄청나게 많은 양의 데이터를 필요로 하기 때문에 압축은 필수적이다. 따라서 압축 데이터를 그대로 유지하면서 특정 장면을 복호화 할 수 있는 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 동심원 모자이크의 압축을 위하여 3차원 리프팅 변환을 사용하였다. 리프팅 변환은 웨이블릿의 장점을 그대로 유지하면서 연산량과 메모리의 사용량을 줄일 수 있다. 3차원으로 변환된 압축 비트 스트림은 프레임들 사이에 복잡한 연관성을 갖게 되어 특정 장면의 검출에 대한 복잡도가 높아지게 된다. 따라서 비교적 우수한 압축 성능을 가지면서 특정 장면의 검출에 대한 복잡도를 낮추기 위해 3차원 변환된 데이터를 프레임 단위로 압축하였다. 압축은 가변적인 비트율을 사용하여 압축된다. 또한 리프팅 구조의 특징을 사용하여 압축 데이터의 형태를 유지하면서 특정한 장면을 복호화 할 수 있는 알고리즘을 제안하였다.

Abstract

The data structure of the concentric mosaic can be regarded as a video sequence with a slowly panning camera. We take a concentric mosaic with match or alignment of video sequences. Also the concentric mosaic required for huge memory. Thus, compressing is essential in order to use the concentric mosaic. Therefore we need the algorithm that compressed data structure was maintained and the scene was decoded. In this paper, we used 3D lifting transform to compress concentric mosaic. Lifting transform has a merit of wavelet transform and reduces computation quantities and memory. Because each frame has high correlation, the complexity which a scene is detected from 3D transformed bitstream is increased. Thus, in order to have higher performance and decrease the complexity of detecting of a scene we executed 3D lifting and then transformed data set was sequently compressed with each frame unit. Each frame has a flexible bit rate. Also, we proposed the algorithm that compressed data structure was maintained and the scene was decoded by using property of lifting structure

Key words: Concentric Mosaic, Wavelet, 3D Lifting, SPIHT, JIT

a) 홍익대학교 전자공학과

Department of Electronic Engineering, Hongik University

b) 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

Department of Computer & Information Communication Engineering, Hongik University

† 교신저자 : 지인호(jjee@wow.hongik.ac.kr)

※ 이 논문은 정부(교육인적자원부)의 재원으로 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(R05-2003-000-11133-0).

I. 서론

동심원 모자이크는 공통의 공간적인 기준을 사용하여 비디오 분할의 프레임들을 정렬시키거나 합쳐서 생성된다. 동심원 모자이크는 관찰자의 이동을 평면원내부로 제한하는 3차원 plenoptic 함수를 사용한다. 동심원 모자이크의 실제적인 환경은 그림 1과 같이 카메라를 회전축의 끝에 위치시키고 카메라를 회전시키면서 동심원 모자이크를 위한 이미지를 얻을 수 있다^[8]. 동심 모자이크의 데이터의 양은 엄청나므로 압축은 필수적이다. 동심원 모자이크의 중첩 프레임과 프레임내의 높은 상관도를 이용하면 높은 압축률을 얻을 수 있다^[9]. 3차원 웨이브렛 변환은 효과적인 비상관도, 에너지 포장도, 공간/시간 구역성, 다해상도 등의 바람직한 특성을 가지고 있다. 동심원 모자이크의 데이터 구조는 천천히 움직이는 파노라마 카메라와 연관된 비디오 프레임들로서 정지화상 및 비디오 압축기술이 적용되어야 한다. 그러나 동심원 모자이크의 경우 새로운 압축기술이 필요한 특징이 있다. 첫째로 동심 모자이크는 영상들 사이에 잘 정비된 카메라의 이동과 관련된 1차원 영상배열이다.

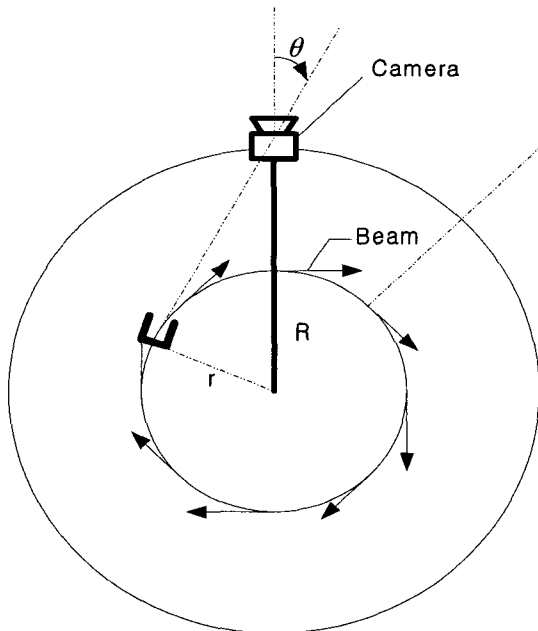


그림 1. 동심원 모자이크의 기하학적 표현
Fig 1. Geometric representation of concentric mosaic

중첩 프레임 상관도가 보통의 비디오 신호보다 크다. 둘째로 동심 모자이크의 왜곡 허용한계는 작다. 왜냐하면 각각의 묘사된 동심원 모자이크가 정적으로 보여지고 인간 시각시스템이 동적 왜곡보다 정적 왜곡에 보다 민감하게 작동되기 때문이다. 사실 동심 모자이크의 데이터가 압축되었다 하더라도 데이터의 양이 많기 때문에 오늘날 대부분의 하드웨어가 그것을 처리하는데 어렵게 된다. 따라서 데이터는 압축된 형태로 유지되면서 특정 장면을 표현하기 위해 현재 사용되어질 장면만을 복호화하는 것이 필요하다. 이것을 just-in-time (JIT) 묘사라고 불려진다. JIT는 영상기반의 묘사압축과 묘사알고리즘에 매우 중요한 요구사항이 된다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 동심원 모자이크에 사용되는 이미지를 얻기위한 카메라 환경과 동심원 모자이크의 정렬에 대해 설명한다. III장에서는 2세대 웨이브렛이라 불리는 리프팅 변환을 사용하여 3차원 리프팅 변환을 설명하고, 다해상도 영역에서 우수한 압축 성능을 갖는 SPIHT 알고리즘을 설명한다. IV장에서는 압축된 비트스트림에서 원하는 장면만을 추출하는 방법을 설명하고 V장에서는 실험결과를 보이고, 마지막으로 VI장에서는 결론을 기술한다.

II. 동심원 모자이크

파노라마 이미지의 생성 기술은 게임, 가상현실, 특수 효과와 같은 분야에서 사용될 수 있다. 이러한 파노라마 이미지를 얻기 위해서는 특수한 렌즈를 사용하는 카메라나 특정 촬영장비가 필요한 단점이 있다. 범용 카메라로부터 얻어진 영상은 단일 좌표계로 정렬시키고 이미지 와핑, 필터링을 통해 하나의 단일 이미지를 만들어 내는 과정을 거치게 된다. 동심원 모자이크는 그림 1과 같이 카메라 회전에 의해 일정 주기의 영상을 촬영하고 촬영된 사진을 모자이크 영상으로 재배열하여 생성한다. 카메라가 회전하는 동안 취해진 촬영을 $c(n, h, v)$ 라 한다. 여기서 n 은 카메라 shot를 나타내고 h 는 shot 내에서 수평적인 위치를 나타내고, v 는 수직적인 위치를 나타낸다^[8]. 동심 모자이크 배

경에서 촬영된 shot들이 모자이크 영상으로 재배열 되는데, 모자이크 $F(h) = \{c(n, h, v) | n, v\}$ 는 모든 카메라 shot 위치인 수평위치 h 에서 수직적 slit으로 구성되어있다. 다른 반경에서 3개가 결합된 모자이크를 그림 2에 나타내었다.

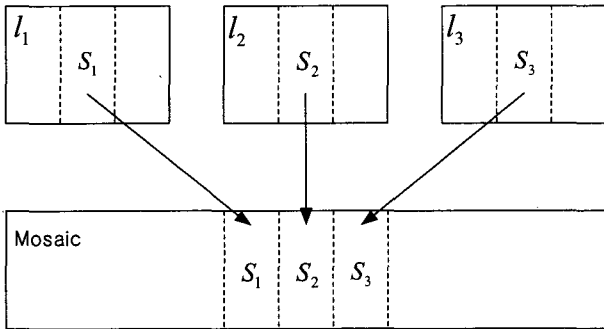


그림 2. Mosaic 영상의 정렬
Fig 2. Alignment of mosaic images

1. 동심원 모자이크의 정렬

모든 두 개의 인접한 모자이크 영상들은 주기적으로 정합과 정렬을 하여서 그 결과 모자이크들 간의 상관도는 최대가 된다. 두 개의 주기적으로 이동된 모자이크 사이의 평균 절대 에러(MAE)는 다음 식 (1)과 같이 계산된다^{[8][9]}. 여기서 H와 V는 각각 카메라 촬영 시 수직과 수평의 해

상도를 나타낸다. 이 MAE를 최소화 시키는 연속적인 이동인 $\Delta(w) - \Delta(w-1)$ 는 모자이크 영상들 사이의 상대적인 정렬 벡터가 된다. 그림 2는 촬영된 각각의 영상으로부터 식 (1)을 사용하여 모자이크 이미지를 얻는 과정을 보여주고 있다.

III. 리프팅을 이용한 3차원 압축

1. 리프팅 변환

리프팅 변환은 2세대 웨이브렛이라고 불리워진다^{[4][7]}. 웨이브렛 변환은 효과적인 비상관도, 에너지 포장도, 공간/시간 구역성, 다해상도 등의 바람직한 특성을 가지고 있다. 리프팅 구조가 매우 융통성 있는 웨이브렛 변환을 구현하는데 사용된다. down-sampling과 up-sampling된 FIR 필터를 최적화시킨 후 약간의 대수학을 사용하여 primal과 dual lifting 블록을 사용하여 웨이브렛을 구현할 수 있었다. 이런 구조가 웨이브렛 변환을 구현할 수 있고 기존의 관련 연구에도 잘 적용된다. 따라서 기존의 제시된 쌍직교 필터와 직교 필터 모두가 리프팅 구조로 수행될 수 있다. 또한 리프팅 구조에서는 고속의 웨이브렛 변환이 가능하다며 in-place 연산과 쉬운 역변환의 특징이 있으며 정수형 변환 계수를 얻을 수 있는 장점을 얻을 수 있다. 전형적인 리프

$$\begin{aligned}
 MAE &= MAE[F(w), F(w-1)] \\
 &= \frac{1}{HV} \sum_{v=1}^V \sum_{h=1}^H [c(n-\Delta(w), w, h) - c(n-\Delta(w-1), w-1, h)]
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

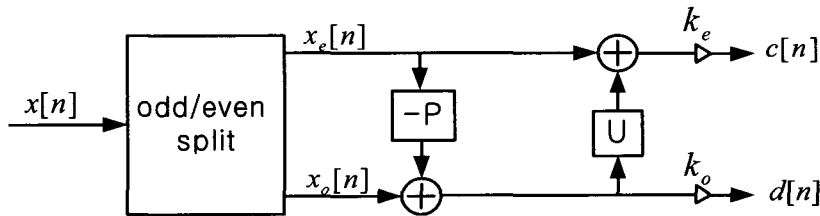


그림 3. 전형적인 리프팅 구조 : 분석단
Fig 3. Traditional lifting structure : analysis

팅 구조는 그림 3과 같이 Split, Predict, Update의 세 단계로 구성된다⁷⁾.

Split : $x[n]$ 을 입력신호라 하면, 첫 번째로 $x[n]$ 을 우수와 기수의 다위상 요소 $x_e[n]$ 과 $x_o[n]$ 으로 나눈다. $x_e[n] = x[2n]$ 이고 $x_o[n] = x[2n+1]$ 이 된다.

Predict : 리프팅의 보간 공식에서 주변 계수 $x_e[n]$ 으로부터 다위상 계수 $x_o[n]$ 을 예측한다. 각 $x_o[n]$ 에 대한 예측기는 이웃한 우수의 계수들과 선형 결합한다.

$$P(x_e)[n] = \sum p_l x_e[n+l] \quad (2)$$

여기에서 $x[n]$ 을 오차가 존재하는 $x_o[n]$ 로 바꿈으로서 새로운 표현을 얻을 수 있다. 이것은 첫 번째 리프팅 단계를 이끌어 낸다.

$$d[n] = x_o[n] - P(x_e)[n] \quad (3)$$

Update : 마지막으로 세 번째 단계인 update 단계에서는 우수의 다위상 계수 $x_e[n]$ 에 대하여 지연통과 필터로 전달되고 부표본화된 $x[n]$ 이 된다. $x_e[n]$ 과 예측 오차 $d[n]$ 의 선형 결합을 통하여 update 된다.

$$c[n] = x_e[n] + U(d)[n] \quad (4)$$

위의 식 (4)에서 $U(d)$ 는 예측 오차 d 의 값들과 선형 결

합을 이룬다.

$$U(d)[n] = \sum u_l d[n+l] \quad (5)$$

각 리프팅 단계는 항상 역변환 가능하며 정보의 손실이 없다. 분석과 합성에 있어서 동일한 P 와 U 가 선택 되었다고 가정할 때 리프팅 구조는 완전 재생을 보장한다. FIR 웨이브렛 필터는 리프팅 단계로 인수 분해되기 때문에 복잡성은 기존 방법 절반으로 감소된다. 그림 4는 리프팅 구조의 합성단 구조를 보여준다⁷⁾.

식(6)은 Daubechies 9-7 필터의 다위상 행렬이다⁷⁾.

다음의 값들은 식(6)의 다 위상 행렬과 그림 5에서의 파라미터이다.

$$\begin{aligned} \alpha &= -1.586134342 \\ \beta &= -0.05298011854 \\ \gamma &= 0.8829110762 \\ \delta &= 0.4435068522 \\ \zeta &= 1.14964398 \end{aligned}$$

그림 5는 1차원 9/7리프팅 구조를 표현한 것이다. 기존의 컨벌루션 연산은 8번의 덧셈과 4.5번의 곱셈 과정을 통해 변환 계수를 얻지만, 9/7 리프팅 필터의 평균 연산은 계수당 4번의 덧셈과 2번의 곱셈을 수행하므로 연산량이 거의 절반이다. 또한 하나의 계수를 얻기 위해 6개의 메모리 공간을 필요로 하는 in-place 연산 또한 가능하다.

$$\mathcal{P} = \begin{bmatrix} 1 & \alpha(1+z^{-1}) \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \beta(1+z) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \gamma(1+z^{-1}) \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \delta(1+z) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \zeta & 0 \\ 0 & 1/\zeta \end{bmatrix} \quad (6)$$

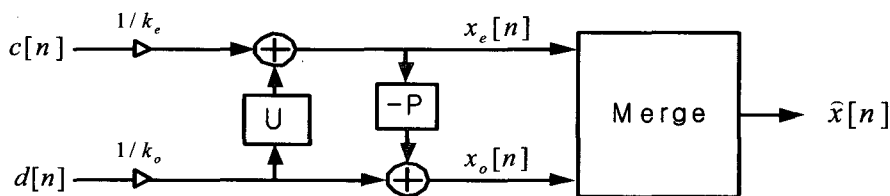


그림 4. 전형적인 리프팅 구조 : 합성단
Fig 4. Traditional lifting structure : synthesis

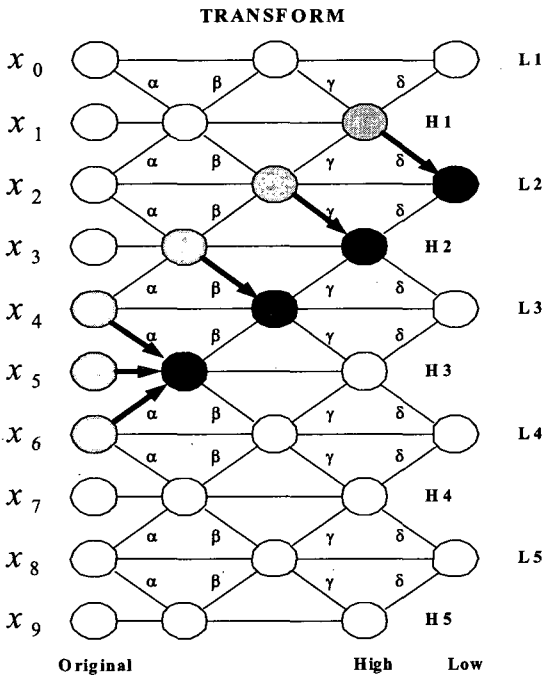


그림 5. 1차원 순방향 리프팅 변환
Fig 5. 1-dimensional forward lifting transform

2. 3차원 리프팅 변환

그림 6은 1-level의 3차원 리프팅을 보여주고 있다^{[3][6][9]}. Frame사이의 리프팅을 거친 후 수평, 수직 방향으로 리프팅 과정을 거치게 된다.

그림 7은 다중-level을 갖는 리프팅 구조를 나타내고 있다. 그림 7(a)는 모든 방향으로 2-level mallat 분해를 하였고, 그림 7(b)는 x축 방향에 대해 2-level분해 후 (y,z)축 방향으로 2-level mallat 분해를 하였으며, 그림 7(c)는 z축 방향으로 2-level 분해 후 (x,y)축 방향으로 2-level mallat 분해를 실행한 구조이다. 본 논문에서는 그림 7(c) 구조를 이용하여 3차원 리프팅 변환을 실시하였다. (x,y)축의 분해는 영상의 크기에 따라 분해되며, z축 분해는 영상의 프레임 수에 따라 조절된다. 여기서 x축은 영상의 수평방향이고 y축은 영상의 수직방향이며 z축은 비디오 프레임의 시간축을 나타낸다.

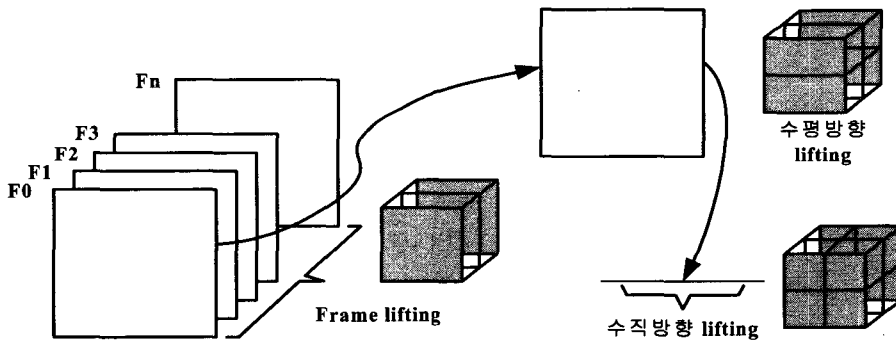


그림 6. 3차원 리프팅 변환
Fig 6. 3-dimensional lifting transform

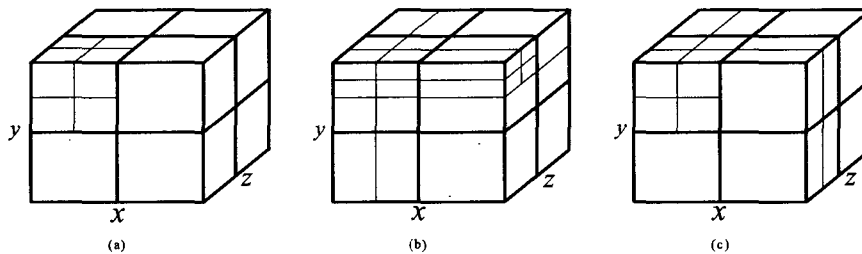


그림 7. 다중-level의 3차원 리프팅
Fig 7. Multiple-level 3-dimensional lifting

3. SPIHT

1996년 Said와 Pearlman은 웨이브렛 영역에서 웨이브렛 계수들의 부대역간 상관관계를 이용한 SPIHT(Set Partitioning in Hierarchical Trees)를 제안하였다^{[5][6]}. 웨이브렛 변환을 통해 다해상도로 분해된 부대역들을 얻을 수 있다. 각 부대역 계층에서 상위계층에 에너지가 집중되며, 하위 계층으로 갈수록 분산이 감소하게 된다. SPIHT는 EZW방식을 개선한 알고리즘으로 압축 효율을 개선한 알고리즘이다. SPIHT는 계산과정이 빠르고, 부분 정렬에 의해 중요 비트를 먼저 보냄으로써 임베디드 부호화를 가능하게 하며, 점진적 전송이 가능하여 전송 과정에서의 오류에도 복호화할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 부대역간의 유사성을 이용하여 부호화함으로써 압축 효율을 높이고 원하는 비트율까지 부호화 할 수 있는 장점이 있다. EZW는 임베디드 부호화 과정을 모두 마친 데이터들은 다단계 적응적 산술 부호화를 이용한 엔트로피 코딩이 필수적이다. 그러나 SPIHT의 경우 하위 집합 분할은 매우 효율적이고 임베디드 부호화 과정을 모두 마친 데이터들은 매우 간결해서 엔트로피 코딩을 거치지 않은 이진 전송만으로도 성능 면에서 대략 같거나 우수한 성능을 얻을 수 있다. 그림 8은

SPIHT 부호화 알고리즘의 과정을 보여주고 있다. SPIHT 알고리즘은 LIS(List of Significant Set), LIP(List of Insignificant Pixel, LSP(List of Significant Pixel)의 3개의 정렬 리스트에 저장되는 순서에 의해 압축 과정이 진행된다. LIP, LSP의 경우 화소 단위로 정렬 리스트에 저장되고 LIS의 경우 자손 노드에 유의한 값이 있는 경우 그 하위 노드 집합이 정렬 리스트에 저장되게 된다. 이러한 과정은 사용자가 원하는 비트율을 만족할 때까지 반복적으로 수행된다. 정렬과정이 끝나게 되면 중요 계수들이 모여있는 LSP 집합은 다시 세분과 과정을 거쳐 중요 계수의 MSB를 부호화 하게 된다.

IV. Just-In-Time

사실 동심원 모자이크의 데이터가 압축이 되었다 하더라도 데이터 양은 엄청나게 크기 때문에 대부분의 하드웨어가 그것을 처리하는데 어렵게 된다. 데이터는 압축된 형태로 유지되면서 특정장면을 표현하기 위해 현재 사용되어질 장면만을 복호화하는 것이 필요하다. 이것을 just-in-time (JIT) 묘사라고 한다. JIT는 영상기반의 묘사압축과 묘사

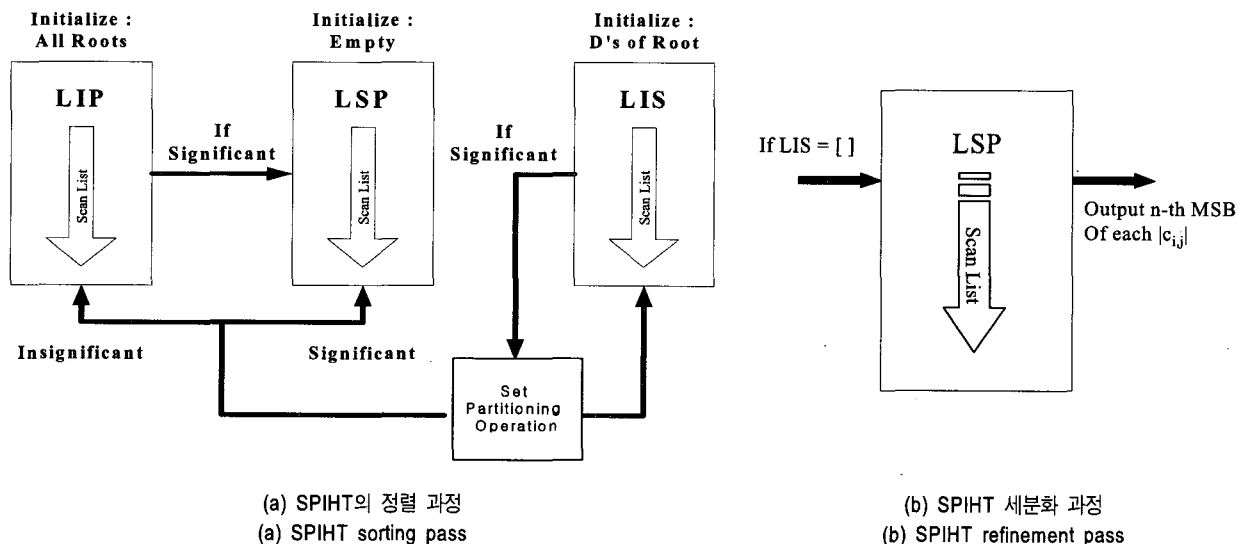


그림 8. SPIHT의 부호화 알고리즘
 Fig 8. SPIHT encoding algorithm

알고리즘에 매우 중요한 요구사항이 된다. 이러한 알고리즘을 만족하기 위해 먼저 3차원 리프팅 변환을 실행한다. 그런 다음 변환된 데이터 집합은 각 프레임 단위로 SPIHT 압축 알고리즘이 적용된다. 데이터를 압축할 때 압축 비트율을 결정하는 것은 매우 중요하다. 각각의 프레임들은 서로 다른 비트율로 압축된다. 저주파수 대역에는 높은 비트율을 제공하고 고주파수로 갈수록 낮은 비트율을 제공한다. 각각의 프레임의 비트율들은 각 프레임들 에너지를 계산해 그 비율로 비트율을 계산할 수 있다. 만약 각 프레임들이 동일한 비트율을 갖게 된다면 복원된 프레임들의 성능은 저하되게 된다. 이렇게 임의의 비트율로 압축된 데이터에서 특정 장면을 추출하기 위해서는 먼저 전송된 비트열에서 헤더 정보를 읽어 각각의 프레임의 압축 비트율을 알고 있어야 한다. 또한 기준 프레임을 선정하여야 하는데 본 논문에서는 16프레임 단위로 압축을 실행하여 첫 번째 프레임을 기준 프레임으로 선정하였다. 그림 9은 9-7 필터를 사용한 1차원 역방향 리프팅 변환을 보여주고 있다. 먼저 기준 프레임이 될 첫 번째 프레임을 비트열에서 복원해야 한다.

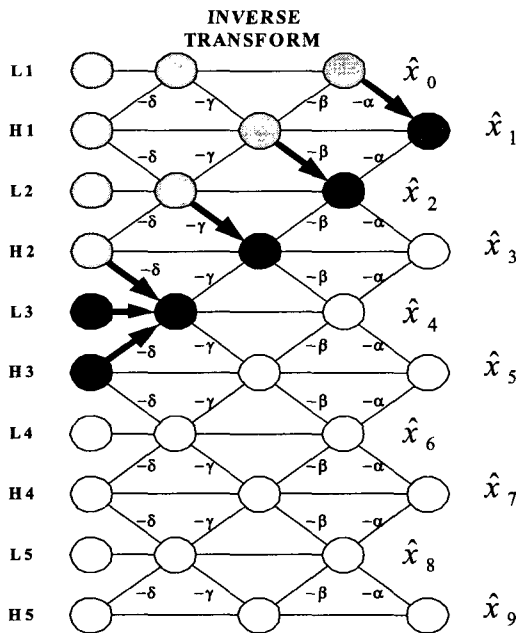


그림 9. 1차원 역방향 리프팅 변환
Fig 9. 1-dimensional inverse lifting transform

그림 9에서 보는 것과 같이 \hat{x}_0 가 복원되기 위해서는 두 개의 저주파 대역 계수와 두 개의 고주파 대역 계수가 필요하게 된다. 이 과정을 거쳐 기준이 될 첫 번째 프레임을 복원하게 되면 다음 프레임의 복원은 첫 번째 프레임을 복원하는 과정에서 버퍼에 저장된 값을 이용하여 보다 쉽게 얻어질 수 있다. 두 번째 프레임을 얻기 위해서는 그림 9에서 보는 것과 같이 기준 프레임을 얻는 과정에서 얻어지는 버퍼에 저장된 4개의 계수값과 새로이 추가되는 저주파 계수 1개 고주파 계수 2개 등 총 6개의 계수를 이용하여 다음 프레임의 계수들을 얻을 수 있다. 또한 이렇게 하여 \hat{x}_1 을 얻는 과정에서 \hat{x}_2 또한 동시에 얻을 수 있다. 따라서 홀수 프레임을 연산 하는 과정에서 짝수 프레임은 부가적으로 얻을 수 있는 장점이 있다.

V. 실험 및 결과

리프팅 변환은 웨이브렛의 장점을 그대로 가지지만, 에너지의 집중도에 있어 웨이브렛에 비해 약한 단점을 가진다. 이것은 중요 계수들이 저주파 대역에 밀집되지 못함을 의미한다. 이러한 문제점은 SPIHT, 3D-SPIHT를 사용한 압축에 있어 성능의 저하를 일으키는 원인이 된다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 보완하기 위하여 3차원 리프팅 변환된 데이터를 프레임 단위로 압축하고 비트율을 할당함에 있어 각 프레임의 에너지에 따라 각기 다른 비트율을 할당함으로써 이러한 문제점을 보완하였다. 본 논문에서는 성능 측정을 위해 두가지 실험이 진행되었다. 첫 번째 실험은 table tennis 영상과 football 영상을 사용하여 압축률에 관한 실험을 실행하였다. 그림 10은 부호화/복호화 실험의 과정을 나타내었다. 먼저 비디오 시퀀스들을 3차원 리프팅 변환하고 변환된 데이터 집합은 프레임 단위로 SPIHT 압축을 실행한다. 압축된 데이터는 보다 높은 압축 효율을 얻기 위해 산술 부호화 과정을 거치게 된다^[1]. 이렇게 해서 얻어진 압축 비트스트림은 압축의 역과정을 통해 복호화 된다. 두 번째 실험은 제작된 영상을 이용하여 제안된 방법으로 압축을 진행하고 압축된 데이터를 사용하여 동심원 모자이크

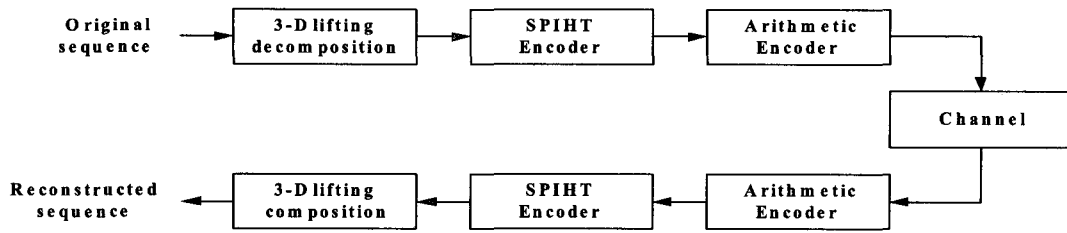


그림 10. 부호화 / 복호화 과정
Fig 10. Coding / Decoding system

크를 생성하는 실험을 실행하였다. 첫 번째 실험은 352 X 240의 해상도를 갖는 64 프레임의 table tennis와 football 시퀀스에서 Y 성분을 추출하여 사용하였다.

표 1은 두가지 실험 시퀀스들의 0.3 bpp와 1.0 bpp에서의 압축 성능을 보여주고 있다. 제안된 방법의 경우 움직임이 적은 table tennis 시퀀스의 경우 3D-SPIHT, MPEG-2와 비교하여 낮은 PSNR을 나타내지만, 움직임이 빠른 football 시퀀스의 경우에는 비트율이 높아질수록 3D-SPIHT, MPEG-2보다 높은 PSNR 성능을 보이고 있다. Table tennis 시퀀스의 경우 PSNR에서 낮은 성능을 보이지만, 리프팅 변환을 사용하는 경우 웨이브렛 변환에 비해 연산량을 절반 수준으로 줄일 수 있기 때문에 실시간 표현에 있어

장점을 가지게 된다.

표 1. 실험결과
Table 1. Test result

(PSNR : dB)

	Rate (bpp)	3D-SPIHT	MPEG-2	제안된 방법
Table tennis	0.3	30.91	30.3	30.28
Table tennis	1	37.14	36.4	35.71
Football	0.3	27.14	26.9	27.13
Football	1	33.43	33.0	33.95

그림 11은 제안된 알고리즘을 사용하여 얻어진 table tennis 영상들을 나타내고 있으며, 그림 12는 football 영상

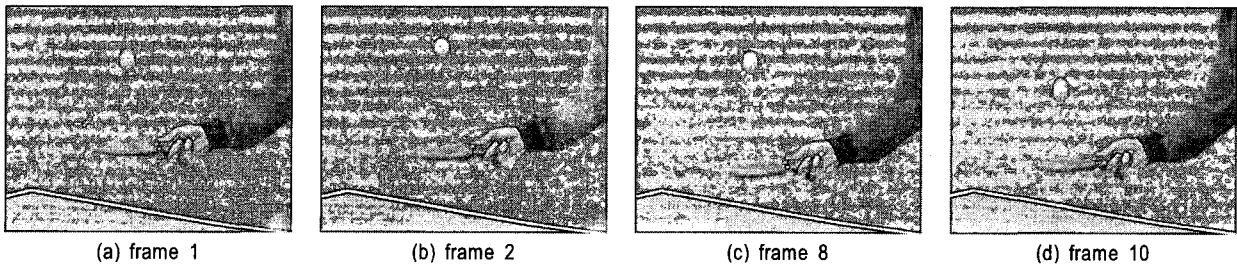


그림 11. 0.3bpp로 압축된 비트열에서 얻은 영상 (table tennis)
Fig 11. Compressed images at 0.3bpp (table tennis)

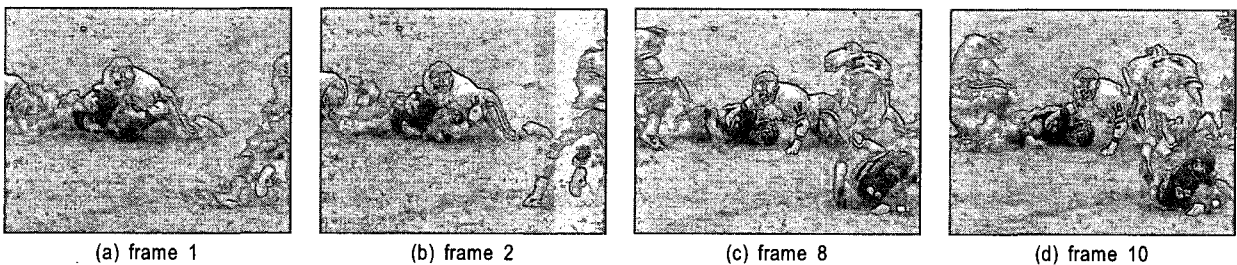


그림 12. 0.3bpp로 압축된 비트열에서 얻은 영상 (football)
Fig 12. Compressed images at 0.3bpp (football)

을 나타내고 있다.

그림 13은 모자이크 생성을 위해 만들어진 512X512의 해상도를 갖는 16프레임의 시퀀스에서 Y 성분을 추출하여 제안된 알고리즘으로 차례로 얻어진 영상을 이용하여 생성한 모자이크 영상이다.

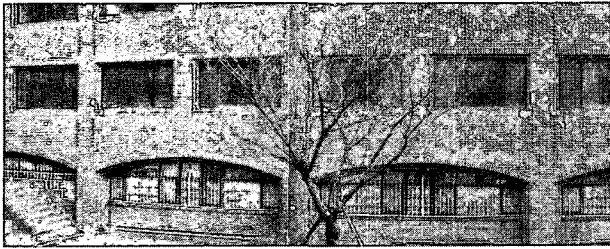


그림 13. PSNR = 26.90dB, 1.0bpp

Fig 13. PSNR = 26.90dB, 1.0bpp

그림 14는 모자이크 생성을 위해 만들어진 512X512의 해상도를 갖는 4프레임의 시퀀스에서 Y 성분을 추출하여 제안된 알고리즘으로 차례로 얻어진 영상을 이용하여 생성한 모자이크 영상이다.



그림 14. PSNR = 34.21dB, 1.0bpp

Fig 14. PSNR = 34.21dB, 1.0bpp

VI. 결 론

동심원 모자이크의 데이터 구조는 천천히 움직이는 파노라마 카메라와 연관된 비디오 프레임들로서 정지화상 및 비디오 압축기술이 적용되어야 한다. 그러나 동심원 모자이크는 새로운 압축기술이 필요한 특징이 있다. 동심원 모

자이크의 데이터가 압축이 되었다 하더라도 데이터 양은 엄청나게 크기 때문에 대부분의 하드웨어가 그것을 처리하는데 어렵게 된다. 데이터는 압축된 형태로 유지되면서 특정장면을 표현하기 위해 현재 사용되어질 장면만을 복호화하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 3차원 리프팅 변환된 영상을 2차원 압축과정을 거쳐 동심원 모자이크 영상을 생성하였다. 3D-SPIHT와 같은 3차원 압축 과정을 거치게 되면 압축된 비트 스트림으로부터 원하는 장면을 복호화하는데 많은 복잡도를 요구하게 된다. 또한 MPEG-2의 압축방식은 움직임 예측과 보상이라는 복잡한 과정을 거치게 되어 실시간 표현을 어렵게 하며 특정 장면을 복호화하기 어렵다. 본 논문에서는 3차원 변환된 비디오 프레임을 2차원 압축하게 되는데 이것은 3차원 압축 방식에 비해 압축의 성능은 다소 감소하지만 특정한 장면을 복호화 하는데 복잡도를 줄이는 장점을 갖는다. 또한 웨이브렛의 장점을 그대로 가지면서 연산량을 웨이브렛의 절반 수준으로 줄일 수 있고, 메모리의 효율적인 사용을 가능하게는 리프팅 변환을 사용하였다. 이러한 리프팅 변환의 특징은 많은 데이터와 저장공간을 필요로 하는 동심원 모자이크의 실시간 표현을 가능하게 하기 위해 사용되었다. 동심 모자이크의 압축과 표현을 위한 3차원 웨이브렛 기반의 접근은 다해상도와 다성능 단계로 접근이 가능하여 인터넷 스트리밍과 검색에 유용하게 사용될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] I. H. Witten, R. M. Neal and J. G. Cleary, "Arithmetic Coding for Data Compression," *Comm. ACM*, 30, no. 6, pp. 520-540, June 1987.
- [2] J. M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients," *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 41, no. 12, pp. 3445-3462, 1993.
- [3] D. Taubman and A. Zakhor, "Multi-rate 3-D subband coding of video," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 3, pp. 572-588, Sept. 1994.
- [4] W. Swelden, "The lifting scheme: A new philosophy in bi-orthogonal wavelet construction," *Proc. SPIE*, vol. 5, pp. 68-79, 1995.
- [5] A. Said and W. A. Pearlman, "A new fast and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees," *IEEE Trans. Circuits Sys. Video Technol.*, vol. 6, pp. 243-250, June 1996.

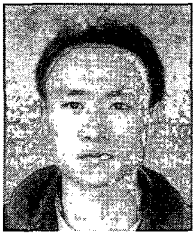
[6] B. J. Kim and W. A. Pearlman, "An embedded wavelet video coder using three-dimensional set partitioning in hierarchical trees(SPIHT)," Proc. IEEE Data compression conf., pp. 251-260, Mar. 1997.

[7] I. Daubechies and W. Sweldens, "Factoring wavelet transforms into lifting steps," J. Fourier Anal. Applicat., vol. 4, pp. 247-269, 1998.

[8] H. Y. Shum and L. W. He, "Rendering with concentric mosaics," in Computer Graphics Proc., Annu. Conf. Series(SIGGRAPH'99) Los Angeles, CA, pp. 299-306, Aug. 1999.

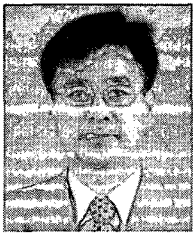
[9] Lin Luo, YunnanJin Li and Ya-Qin Zhang, "3-D Wavelet Compression and Progressive Inverse Wavelet Synthesis Rendering of Concentric Mosaic," IEEE Trans. Image Processing, vol. 11, pp. 802-816, July 2002.

저 자 소 개



장 선 봉

- 2001년 : 홍익대학교 전자전기컴퓨터 공학부 학사
- 2003년 : 홍익대학교 대학원 전자전산공학과 석사
- 2003년~현재 : 홍익대학교 전자공학과 박사과정
- 주관심분야 : 이동통신, 3D Image Processing, DTV



지 인 호

- 1980년 : 서울대학교 전자공학과 학사
- 1983년 : 서울대학교 대학원 전자공학과 공학석사
- 1995년 : Polytechnic University (New York City), 전기 및 컴퓨터공학과 공학박사
- 1982년~1988년 : 국방과학연구소 선임연구원
- 2004년~2005년 : Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Maryland at college Park, USA. 연구교수
- 1995년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
- 주관심분야 : CDMA/OFDM 통신 및 신호처리, 3D Image Processing, MPEG, Multimedia Security