논문-99-4-1-06

경계-보존 방향성 평활화를 이용한 양안 영상의 변이 추정과 중간 시점 영상의 재구성

김 미 현*, 강 문 기*, 이 철 희*, 최 윤 식*, 손 광 훈*

Edge-Preserving Directional Regularization Technique for Disparity Estimation and Intermediate View Reconstruction of Stereoscopic Images

Mi-Hyun Kim*, Moon Gi Kang*, Chulhee Lee*, Yoonsik Choe*, and Kwanghoon Sohn*

요 약

본 논문에서는 입체 영상 시스템 중 전송단에서의 영상의 입체감 분석을 위한 변이추정 과정과 수신단에서의 중간시점영상 재구성 방식에 대해 중점적으로 연구하였다.

변이추정은 기본적으로 MAE(mean absolute error)를 최소가 되도록 하는 동시에, 블록의 변이를 각 방향에서의 영상의 변화량에 반비례하게 평활화하는 반복적 블록 정합 방식을 제안하여 적용하였다. 수신단에서는 복원된 영상과 변이 정보를 이용하여 중간시점 영상을 재구성(Intermediate View Reconstruction, IVR)하였으며, 보간법(interpolation)을 사용하는 동시에 좌 또는 우영상의 가려진 영역(occlusion)에서는 좌우 영상 중 한 영상에서 외삽법(extrapolation)을 사용하여 변이-보상 변이 전달 방식으로 이를 합성하였다.

이 변이 추정 방식으로 영상의 평활 영역에서 일정하게 평활화된 변이를 추정하여 변이 정보에 대한 정보량을 줄이고, 경계부분에서는 평활화 방식에서 흔히 발생하는 과평활화 문제를 해결하였다. 또한 IVR에서는 다른 방식에 비해 영상의 경계 부분을 보존하며, occlusion 영역을 잘 살리는 특성을 보였다.

Abstract

In this paper, we study two important topics in stereoscopic image communication system. One is a disparity estimation(DE) method to obtain the depth information of a scene at the transmitter and the other is an intermediate view reconstruction(IVR) method at the receiver.

We propose a new DE method using an edge-preserving directional regularization technique. The proposed DE method smooths disparity vectors in smooth regions and preserves edges without over-smoothing problem. It provides better reconstructed stereoscopic images and improved coding efficiency than the existing regularization techniques.

In addition, we propose a new IVR method using interpolation and extrapolation techniques. The proposed IVR method preserves edge regions as well as occlusion regions well. Thus, it gives better intermediate views than the existing IVR methods.

I. 서 론

인간이 현실에서 느끼는 것과 같은 현실성 및 자연성을 제공하는 영상통신 시스템의 구현을 위해서는 공간을 그대로 재현할 수 있는 3차원 영상 통신기술의 개발이 필요

* 연세대학교 전기 · 컴퓨터 공학과
Dept. of Electrical and Computer Engineering, Yonsei University

하다. 따라서 인간이 양안으로 물체를 인식함으로써 깊이를 느끼는 점을 이용한 양안영상의 처리 및 전송 방식은 차세대 영상통신 분야의 주요 관심사가 되고 있다. 그러나, 현재 이용되는 영상의 대부분이 칼라 및 동영상이라는 점과 통신 전송 선로 상의 전송률과 시스템의 처리 속도를 감안하면, 입체 영상의 큰 정보량이 매우 문제시된다.[1] 따라서, 입체 영상의 화질을 유지하는 동시에 많은 정보를 쉽고 효율적으로 압축하는 방식에 대한 연구가 필요하다. 이를 위해 일반적으로 두 영상을 독립적으로 부호화하는 대신 좌, 우 영상이 서로간에 높은 상관관계를 가지는 점을 이용하여 영상 내 물체들의 변이를 추정하고, 이 변이정보와 좌영상만 전송하여 수신단에서 이를 양안 영상으로 보상, 복원하는 방식이 연구되고 있다.[2]

또한 관찰자의 시점이 이동하는 경우나 여러 명의 관찰자가 있을 때, 자연스러운 입체 영상을 보기 위해서는 다시점 영상이 필요하다. 그러나, 다시점 영상을 모두 독립적으로 전송한다면 정보량이 과다하게 증가하기 때문에, 양안 영상 전송 시스템의 수신단에서 복원된 양안 영상으로부터 다시점 영상을 재구성하는 방식이 이용되고 있다. 이 때 양안 영상간의 변이 정보를 이용하여 중간 시점 영상의 변이 정보를 찾아 공간적인 내삽 또는 외삽 방식으로 재구성할 수 있다.

본 논문에서는 전송단에서의 영상 분석 과정인 변이 추정 방식으로 위에서 설명한 블록 정합 방식을 기본적으로 이용하며, 영상 블록의 각 방향에서 경계의 크기에 반비례하도록 평활화하는 방식을 제안한다. 이는 경계가 뚜렷한 영역은 경계 양쪽에서 서로 다른 값을 가질 가능성이 크며, 반대로 평활 영역은 이웃 블록간에 유사한 변이를 가질 가능성이 크다는 점을 이용한 것이다.

또한 수신단의 영상 합성 과정인 한정된 시점의 영상으로 다시점 영상을 재구성하기 위한 기법으로는 적은 계산량을 가지면서 동시에 정확성을 유지할 수 있는 방식을 제안한다. 이는 기존의 변이-보상 전달 방식을 이용하며, 두 시점에서의 영상 사이의 변이 정보와 좌영상, 복원된 우영상 사이의 관계를 고려하여 상세한 변이 정보를 찾아 occlusion 영역과 변이가 중복되는 영역을 판단하고, 보간 혹은 외삽법을 적절히 활용하여 합성하는 방식이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. Ⅱ장에서는 양안 영상의 기하학적 구조와 변이의 개념에 대해 설명하고, 경계-보존 방향성 평활화를 이용한 변이추정 방식을 제안한다. Ⅲ장에서는 송신단에서 상세 변이정보를 찾아 우영상과 중간시점 영상을 재구성하는 방식에 대해 기술하며, Ⅳ장에서는 제안 방식과 기존 방식의 실험 결과를 비교 평가한 후, Ⅴ장에서 결론을 맺고 향후 연구과제에 대해 언급한다.

Ⅱ. 양안 영상 구조와 변이 추정 방식

1. 양안 영상의 획득 기법과 구조

양안 영상은 기본적으로 초점거리가 같은 두 개의 카메라를 이용하여 획득한다[3]. 그림 1은 평행식 구조를 도식화한 것이다. 카메라 광학축은 카메라가 주시하고 있는 방향으로 양안식 카메라의 주시각 방향을 의미하며, 렌즈의 광학축은 렌즈의 센서 평면과 수직하는 축을 말한다. 즉, 렌즈의 광학축은 좌,우 카메라가 서로 평행하나 카메라 광학축은 서로 수렴하는 형태이므로 카메라의 센서를 수평적으로 이동하여 주시각을 조절할 수 있어 물체의 위치에 따라 충분한 공통 시역을 얻을 수 있다. 또한 좌, 우 카메라의 센서가 하나의 평면상에 있으므로 수직 시차가 존재하지 않아 분석이 간단하므로[4], 본 논문에서는 평행식 구조에 의해 획득된 영상을 대상으로 실험한다. 이렇게 얻어진 양안 영상에서 특정 물체가 서로 떨어져 있는 정도를 변이라 하며, 변이를 추정하는 방식에 따라 양안 영상의 압축률이 결정되며 수신단에서 우수한 양안 영상과 중간 시점 영상을 얻을 수 있다.

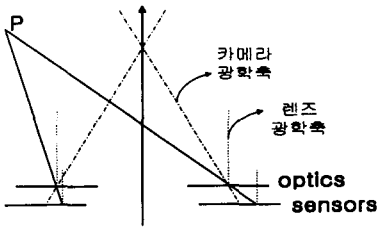


그림 1. 양안영상 획득을 위한 평행식 카메라 구조
Fig. 1. Parallel camera configuration for stereoscopic imaging system

2. 경계-보존 방향성 평활화를 이용한 변이 추정

양안 영상의 변이 추정은 양안 영상 중 우영상을 일정한 블록 단위로 나누어 좌영상에서 비용 함수(cost function)가 최소가 되는 위치를 찾는 방식으로 진행된다. 기존 방식에서는 MAE를 최소로 하는 비용함수를 사용하

거나 경계정보를 고려하지 않은 등방향성 평활화 함수를 이와 함께 사용한다.[3] 첫 번째 방식은 단순히 오차가 작은 영역만을 찾으므로 블록 내의 밝기가 유사한 영역에서 잘못된 변이를 추정할 가능성이 크고 변이 정보의 정보량이 많아지며, 두 번째 방식은 경계영역에서 과평활화되어 물체와 배경의 변이를 유사한 값으로 판단하는 오류가 발생한다. 따라서, 본 논문에서는 유사영역을 찾되, 영상의 경계 영역을 보존하면서 평활화된 경계정보를 갖도록 식(1)과 같은 비용함수를 사용한다. 식(1-1)의 f_1은 좌우영상 (I_L, I_R)간의 각 블록 MAE를, 식(1-2)의 f_2는 경계를 보존하는 방향성 평활화 함수이다. 마지막으로 식(2)에서처럼 cost function을 최소화하도록 블록의 변이(d_c)를 정한다.

$$f = f_1 + \lambda f_2 \tag{1}$$

$$f_1 = \sum_{x,\, y \in block} |I_R(x, y) - I_L(x + d_k, y)| \tag{1-1}$$

$$f_2 = \sum_{i=0}^{3} \frac{|D_i - d_k|}{m_i + m_c + 1} \tag{1-2}$$

$$d_c = \arg \min_{d_k} f \tag{2}$$

(x, y)는 영상내의 위치이며, d_k는 찾고자 하는 범위내의 변이 벡터들이다. 변이를 찾기 전에 Sobel 경계검출기로 영상의 변화율을 찾아 0~255 사이의 화소값으로 변환하여 영상을 구성한다. 이 때, 경계영상의 각 블록에서 혹은 블록의 일부에서 화소값의 평균을 경계값으로 정의한다. 경계 영상의 화소값은 그 자체가 영상의 변화율을 의미하므로 이 평균값은 경계 분포를 대표할 수 있다. 이 때, 해당 블록의 경계값을 m_c라 하며, 그림 2에서처럼 블록의 상, 하, 좌, 우 일부의 경계값을 각각 $m_0 - m_3$라 한다. 해당 블록의 변이(d_c)는 탐색범위 $-R \sim R$에 해당하는 d_k중에서 몇 번의 반복에 의해 수렴하는 값으로 결정되며, λ 는 Lagrange 상수로 평활화 정도를 나타내는 가중치를 의미한다.

위의 비용함수를 최소화하도록 변이를 찾게 되면, f_1에 의해서 좌우 영상간의 차이가 최소화되고, f_2에 의해서 영상내에서 이웃 블록간의 변이값의 차가 최소화된다. 이 때, f_2의 분모는 블록의 경계값과 블록의 각 방향에서의 경계값의 합으로 나타나므로 해당 블록의 특정 방향에 영상의 변화가 클 경우 이 값이 커져서 전체는 작은 값을 갖게 되므로 이 성분은 크게 고려되지 않는다. 반대로, 해당 블록이 특정 방향의 이웃 블록과 같은 물체에 해당하면 영상의 변화율이 작아 경계값이 작아 전체는 커지므로 이 성분은 크게 고려된다. 따라서, 평활 영역에서는 변이벡터가 평활화되며 경계영역에서는 평활화되지 않는 결과를 얻을 수 있다. 이 때, 극도로 평활한 영역에서 비용함수가 발산하는 것을 방지하기 위해서 f_2의 분모에 함께 상수 1을 더한다.

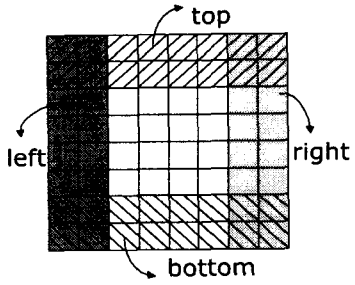


그림 2. 블록의 경계영역 정의
Fig. 2. Definition of boundary regions in block

또한, 경계값이 임계값보다 작은 평활 영역에 제안한 경계 기반의 평활화 방식을 적용하면 주위 블록과 매우 유사한 변이를 갖게 된다. 따라서, 평활 영역에 해당하는 블록에 대해서는 이웃 블록 중 역시 평활 영역에 해당하는 블록들의 변이 평균을 취하여 해당 블록의 변이를 예측한 후, 정합 오차가 임계값보다 작으면 적절한 변이라고 판단하여 모든 예상 벡터를 대상으로 탐색할 때보다 계산량을 줄인다.

다음으로 반복 과정에서 발생한 변이벡터의 오류를 수정하는데, 이 오류는 블록 사이에서 실제 변이가 매우 큰 변화를 가질 때 발생한다. 이러한 블록은 물체의 왼쪽 경계 부분과 경계가 존재하지 않는 배경 블록이 접해 있는 경우 변이가 배경을 위주로 평활화되어 우영상의 왼쪽 배경의 변이 벡터가 가리키는 우영상의 위치에 물체가 존재하기 때문에 발생한다. 이를 보완하기 위해 해당 블록과 좌, 우 블록의 변이 d_c, D_2, D_3로 구성된 예상 벡터를 대상으로 오차(MAE)가 가장 작은 변이 벡터를 선택하여 대치한다.

Ⅲ. 중간시점영상 재구성(Intermediate View Reconstruction, IVR)

1. IVR 방식

공간, 선형적인 기법으로 IVR을 하는 방식은 변이 재추정 방식, 변이-비보상 변이 전달 방식, 변이-보상 변이 전달 방식 등이 있다[3]. 변이 재추정 방식은 필요한 모든 중간 시점에 대해 변이를 다시 계산하기 때문에 정보량과 계산량이 지나치게 많아 거의 이용되지 않으며, 변이-비보상 방식은 계산량이 적고 간단하나 화소의 위치가 변형될 뿐 아니라, 중간 시점 영상의 가려진 영역에서 잘못된 변이를 할당하기 때문에 오차가 많이 발생한다. 또한 변이-보상 변이 전달 방식은 계산량이 조금 많고, 합성 과정에서 내삽법을 적용할 수 없는 가려진 영역과 다중 변이 영역이 발생하므로 이를 보완해야 한다. 이를 위해 기존에는 좌, 우 영상 간에 양방향으로 변이를 추정한 후, 두 변이의 차가 서로 다를 경우 변이를 찾을 수 없는 우영상 내의 가려진 영역으로 판단하는 방식이 쓰이나, 계산량이 많고 가려진 영역의 위치를 함께 전송해야하므로 데이터량이 증가하는 단점이 있다[2][5]. 본 논문에서는 IVR을 위해 기본적으로 변이-보상 변이 전달 방식을 이용하였으며, 좌, 우 영상 모두에 대해 가려진 영역을 판단하고 중간 시점에서 다중 변이를 갖는 영역을 체계적으로 구분하여 내삽법과 외삽법을 적절히 이용하는 방식을 제안하였다.

2. 상세 변이 벡터의 추정

중간 시점 영상을 재구성하기에 앞서 양안 영상 간의 블록 단위 변이 정보를 이용하여 이를 화소 단위의 상세 변이 정보로 확장하며, 이와 동시에 정합 오차의 크기만으로 우영상에만 존재하는 우영상 내의 가려진 영역을 찾는다. 이는 변이 벡터가 우영상을 기준으로 할당되기 때문에 변이가 존재할 수 없는 우영상 내의 가려진 영역에는 잘못된 변이가 할당되어 있을 것이므로, 이를 찾아 중간 시점 영상을 정확히 합성하기 위함이다.

우영상과 좌영상의 한 블록 내의 정합 오차가 임계값보다 클 경우, 우영상 내의 가려진 영역일 가능성이 있는 것으로 판단하여 상하좌우로 분할(quadrant splitting)하여 정합 변이를 재 추정한다. 이 분할 블록의 정합 오차를 계산한 후 임계값과 비교하여, 오차가 임계값보다 작으면 이 영역의 변이는 재추정한 값으로 결정하고 이 영역은 정상 변이 영역으로 판단한다. 그렇지 않을 경우 이를 블록 크기가 2×2가 될 때까지 반복한다. 마지막 단계에서 평균 예측 오차와 화소의 오차가 모두 임계값 이상이면 우영상 내의 가려진 영역이라고 판단한다.

가려진 영역으로 판단된 화소가 드물게 떨어져서 분포하는 곳은 단순히 오류가 발생한 화소일 가능성이 크므로, 메디안 필터링을 수행하여 이를 제거한다. 이 과정에서 분할될 블록의 변이를 찾을 때, 분할된 블록의 변이는 분할되기 전 블록의 변이나 그 블록 주변의 블록 변이와 유사한 값을 가질 가능성이 크므로, $-R \sim R$의 전체 탐색을 하는 대신 11개의 예상 변이벡터만을 대상으로 탐색하여 계산량을 줄이고 평활화된 변이 분포를 유지한다. 이는 각각 상하 블록의 변이 D_0, D_1 그리고, 중심과 상, 하 블록의 변이 d_c, D_2, D_3와 이 값의 ± 1 이다. 즉, 이 최대 11개의 변이 벡터를 대상으로 MAE를 계산하여 최소가 되는 변이를 분할된 블록의 변이로 판단한다. 이 과정으로 화소 단위의 상세 변이정보가 생성되며 우영상 내의 가려진영역이 판단된다. 따라서 더 정확한 중간 시점 영상을 합성할 수 있는 바탕이 되며, 위에서 설명한 양방향 예측 방식보다 가려진 영역을 찾기 위한 계산량이 훨씬 줄어들게 된다.

3. Occlusion과 다중 변이를 고려한 IVR

그림 3은 중간 시점의 영상을 재구성하기 위해 중간 시점에서의 변이를 추정하는 방식을 나타내는 그림으로, 물체가 좌영상과 우영상에 존재하는 영역을 보여주고 있으며, 중간 시점 영상에서 이 영역이 대응되는 위치를 보여준다.

α 는 좌영상과 우영상 사이의 시점 위치를 나타내며 좌영상의 위치를 $\alpha = 0$, 우영상의 위치를 $\alpha = 1$로 한다. 그림 3은 시점 α 가 0.6인 하나의 예를 보여주고 있다. 우영상에서 좌영상으로 이어지는 화살표로 표시된 변이벡터 중에서 실선 벡터는 정상적으로 정합되었음을 의미하며, 점선으로 표시한 벡터는 밝기가 비슷한 영역에서 다중 변이를 갖게 되었음을 의미한다. 그림 3에서 우영상에 검게 표시된 '별'이 존재하는 영역은 위에서 설명한 방식으로 판단된 우영상 내의 가려진 영역으로 변이가 할당되지 않은 영역이다. 따라서, 그림 3의 영역 A는 우영상에만 존재하므로 우영상 내의 가려진 영역, 영역 B는 좌영상 내의 가려진 영역이며, 영역 C는 다중 변이를 갖는 영역이고, 이외의 영역은 정상 변이 영역이다.

표시한 변이를 갖는 화소는 정상적으로 정합되는 화소

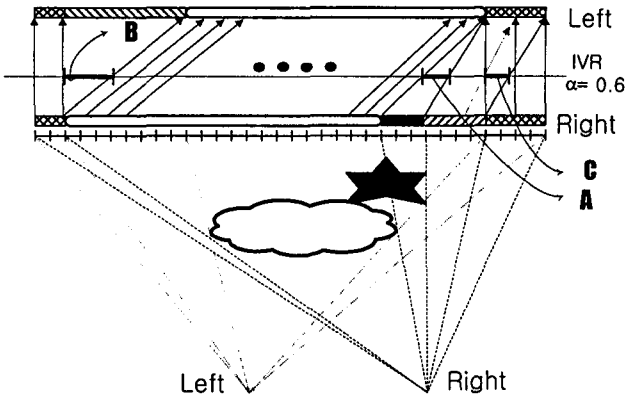


그림 3. 중간 시점 영상의 Occlusion과 다중 변이
Fig. 3. Occlusions and ambiguous disparity

로 좌우 영상의 거리에 비례하는 가중평균으로 보간법을 적용하여 식(4)와 같이 화소값을 결정한다.

$$P(x+(1-\alpha)*d(x,y),\ y,\ \alpha) = (1-\alpha)*I_L(x+d(x,y),\ y)+\alpha*I_R(x,\ y) \quad (4)$$

Occlusion 영역 A는 깊이가 작은 물체의 오른쪽으로 깊이가 큰 물체가 가려져 있어 우영상에만 존재하는 경우이므로 IVR을 할 때에 영역 A의 양끝의 변이 중 더 작은 변이를 택하여 식(5)과 같이 우영상에서 외삽한다.

$$P(x,y,\alpha) = I_R(x-(1-\alpha)*d,\ y) \quad (5)$$

Occlusion 영역 B는 우영상에서 찾지 못한 영역이므로 좌영상에서 이를 외삽하는데 변이는 식(6)에서처럼 B의 양끝 변이 중 역시 더 작은 변이를 택한다.

$$P(x,y,\alpha) = I_L(x+\alpha*d,\ y) \quad (6)$$

다중 변이 영역 C에서 점선으로 표시된 변이는 좌영상에 대응되는 영역이 없으므로 근접한 배경에서 그 변이를 찾게 되어 생긴 영역으로, 이 경우에는 식(7)에서처럼 좌우영상에서 이를 내삽하며 양끝 변이 중 더 작은 변이를 선택한다.

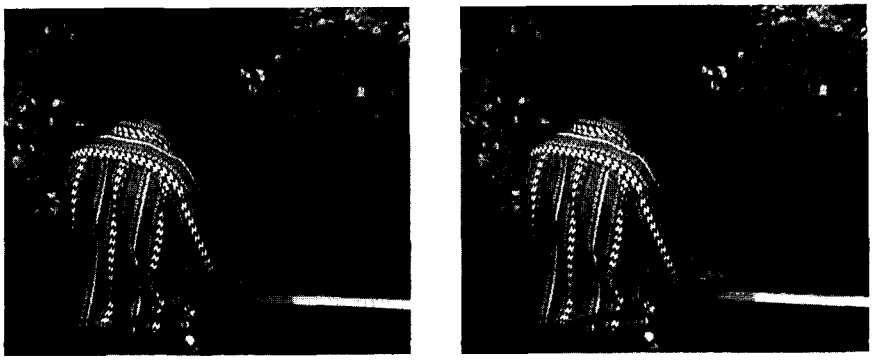
$$P(x,y,\alpha) = (1-\alpha)*I_L(x+\alpha*d,\ y) + \alpha*I_R(x-(1-\alpha)*d,\ y) \quad (7)$$

Ⅳ. 실험결과 및 고찰

모의 실험은 그림 4와 같이 크기가 720×576인 256 level의 'piano' 영상을 사용하고 블록 크기는 8×8로 (N=8), 최대 탐색범위는 -16~16(R=16)으로 수행하였다. 사용한 가중치는 λ =10이며, 블록의 MAE가 10이상인 화소는 occlusion 영역으로, 경계영상의 블록 평균이 20 이하인 블록은 smooth블록으로 판단하였다.

그림 5는 변이정보를 추정한 결과이며, (a)는 영역을 구분하기 위해 Sobel 경계 검출기를 우영상에 적용한 영상, (b)는 블록 당 변이 정보 -16~16을 0~255 화소값으로 변환하여 나타낸 영상, (c)는 제안 방식에 의해 예측된 우영상을 나타낸다.

기존 방식으로 실험한 결과의 변이 정보 영상은 그림 6(a),(b)와 같으며, 제안 방식의 변이정보는 (a)의 기존 방식1인 MAE만을 고려한 변이추정 방식[3]과 비교하였을 때, 고른 변이분포를 가지며 피아노의 앞면이나, 피아노 뒤의 배경에서 완전 평활화된 분포를 보여 압축률을 높이는 효과를 얻을 수 있었다. 또한 (b)의 기존 방식2는 MAE와 등방향성 변이 평활화 블록정합 방식[3]에서는 변이정보가 사람, 화초, 피아노 등의 물체와 배경과의 경



(a) (b)

그림 4. 모의 실험 영상 (piano) (a) 좌영상 (b) 우영상
Fig. 4. Stereoscopic images for simulation - piano (a) Left image (b) Right image

계부분에서 과평활화 되었는데, 제안 방식에서는 이러한 단점이 개선된 것을 확인할 수 있었다.

제안한 방식으로 찾은 예측 영상의 PSNR과 변이정보의 압축률을 비교하면 표 1과 같다. 예측한 우영상의 PSNR은 28.03dB로 표 1에서 보인 것처럼 기존 방식1이나 기존 방식2에 비해 객관적으로 좋은 결과를 얻었다. 다음의 변이 정보의 압축률을 비교한 것은 블록 단위 변이 정보를 부호화하기 위해 요구되는 데이터량으로 변이 추정 방식의 효율을 비교하기 위한 것으로, DPCM(Differential Pulse Code Modulation) 후, 국부 방식으로 엔트로피 부호화인 허프만 부호화를 이용하여 압축하였다. 압축률은 부호화 결과와 코드표를 함께 부호화한 후, 블록 단위 변이 벡터의 총 데이터량에 대해 부호화한 후 줄어든 비율을 % 단위로 계산하였다.

표 1. 변이 추정 방식의 제안 방식과 기존 방식의 비교
Table 1. Comparison of the proposed disparity estimation method with the existing methods

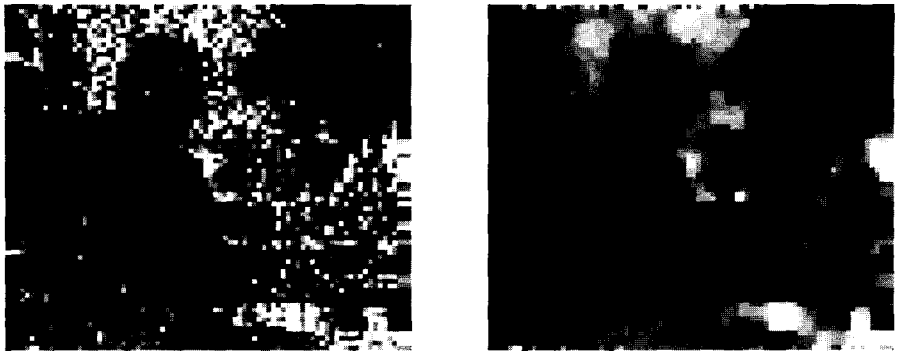
	제안 방식	기존 방식1	기존 방식2
변이정보의 압축률 (saving, %)	47.83	27.46	40.22
복원 영상의 PSNR (dB)	28.03	27.87	27.84

(a)우영상의 경계정보
(a) Edge image of the right image

(b)블록단위 변이정보
(b) Block disparity map

(c) 예측 우영상
(c)Predicted image

그림 5. 제안 방식 결과 영상
Fig. 5. Resulting images of the proposed method



(a)블록단위 변이정보(기존방식 1)[3]
(a) Block disparity map
(the exising method 1)

(b)블록단위 변이정보(기존방식 2)[3]
(b) Block disparity map
(the exising method 2)

그림 6. 기존 방식 결과 변이정보 영상
Fig. 6. Result images of the existing method

(a) 부분확대 비교1
(a) The comparison of zoomed images

(b) 부분확대 비교2
(b) The comparison of zoomed images

그림 7. IVR 결과 비교
Fig.7. The results of IVR

결과적으로 제안 방식이 47.83%, 기존 방식1이 27.46%, 기존 방식2가 42.22%로 각각 압축되어, 제안 방식이 예측한대로 압축 효율이 가장 우수함을 확인할 수 있다.

그림 7은 제안된 방식인 변이-보상 변이 전달 방식의 응용으로 중간 시점 영상을 재구성한 결과와 변이 -비보상 변이 전달 방식[3]으로 복원한 결과이다. 이는 시점 α =0.5에 해당하는 영상으로 결과의 일부분을 확대한 영상으로 각각의 좌측은 제안된 방식의 결과이며 우측은 기존 방식의 결과이다.

(a)에서 기존 방식으로는 나뭇잎 모양이나 줄기를 올바르게 합성하지 못하고 꺾이거나 어긋났으며, (b)에서도 기존 방식은 피아노 치는 사람의 등모양 등이 중간에 꺾여 있음을 확인할 수 있었다.

V. 결 론

본 논문에서 제안한 3차원 양안 영상의 경계-보존 방향성 평활화 변이 추정 방식은 경계의 크기에 반비례하도록 평활화의 정도를 결정하여 평활 영역에서는 변이가 평활화된 값

을 갖도록 하는 동시에 경계 영역에서는 경계의 양쪽 물체의 변이가 서로 다른 값을 갖도록 하였다. 이 방식으로 추정한 변이 정보는 기존 방식에 비해 평활 영역에서는 변이의 고른 분포로 변이 정보의 정보량을 줄여 압축률을 높였으며, 변이 평활화 방식의 문제점인 경계부분에서 과평활화 현상으로 인해 경계의 변이가 불분명해지는 문제를 해결하였을 뿐 아니라, 객관적인 실험 결과인 PSNR 면에서도 기존 방식 보다 높은 결과를 얻었다. 또한 중간 시점 영상의 재구성 방식으로 변이-보상 변이 전달 방식을 이용하면서 가려진 영역을 체계적으로 구분하여 보간법과 외삽법을 적절히 적용하는 방식을 제안하였다. 기존의 변이-비보상 변이 전달 방식에 비해 계산량을 크게 증가시키지 않고 기존의 방식에서 흔히 발생하는 경계선의 형태가 꺾이거나 물체가 불규칙적으로 나타나는 현상을 줄였으며, 화소 위치가 변형되지 않은 중간 시점 영상의 변이를 찾는 과정에서 영상을 구현할 수 있었다. 또한 변이-보상 방식을 이용하는데 있어, 오차의 크기로 가려진 영역과 다중 변이 영역을 판단하므로써, 한 방향으로의 탐색만을 이용하기 때문에 기존에 사용하던 양방향 예측으로 변이의 정확성을 찾는 방식에서보다 계산량을 줄일 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] M. G. Perkins, "Data compression of stereopairs," *IEEE Trans. on Comm.*, vol. 40, no. 4, pp. 584-696, Apr. 1992.

[2] M. Ebroul Izquierdo, "Stereo image analysis for multi-viewpoint telepresence applications," *Signal Processing : Image communication*, vol. 11, pp. 231-254, 1998.

[3] A. Mancini, *Disparity Estimation and Intermediate View Reconstruction for Novel Applications in Stereoscopic Video*, Master Thesis, McGill University, Feb. 1998.

[4] H. Aydinoglu and M. H. Hates, "Stereo image coding : A projection approach," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 7, no. 4, pp. 506-516, Apr. 1998.

[5] J. S. McVeigh and M. W. Siegel, "Intermediate view synthesis considering occluded and ambiguously referenced image regions," *Signal Processing: Image Communication*, vol. 9, pp. 21-28, 1996.

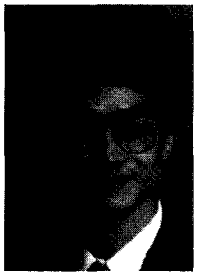
저 자 소 개

김 미 현

1998년 2월: 연세대학교 전파공학과 졸업(공학사)
1998년 3월~현재: 연세대학교 대학원 전기·컴퓨터 공학과 석사과정
주관심분야: 3차원 영상처리, 영상 통신

강 문 기

1986년 2월: 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1988년 2월: 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학 석사)
1994년 2월: Northwestern University 졸업(공학 박사)
1994년 3월-1994년 10월: Northwestern University Research Fellow
1994년 11월-1997년 2월: University of Minnesoata, Duluth 조교수
1997년 3월-현재: 연세대학교 전기 컴퓨터 공학과 부교수
주관심분야: 영상복원 , 초고해상도 영상복원, 디지털 비디오 처리



이 철 희

1984년 2월: 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1986년 2월: 서울대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1992년 12월: Purdue University Electrical Engineering(Ph. D.)
1986년 9월 ~1987년 3월: Technical University of Denmark (Researcher)
1993년 7월 ~1996년 8월: National Institutes of Health, Maryland, USA(Visiting fellow)
1996년 9월 ~ 현재: 연세대학교 전기·컴퓨터 공학과 조교수
주관심분야: 신호처리, 영상처리, 패턴인식, 음성합성

최 윤 식

1979년 2월 연세대학교 전기공학과 졸업(공학사)
1984년 5월 Case Western Reserve University 시스템공학과 졸업(MSEE)
1987년 5월 미국 Pennsylvania State University, University Park 전기공학과 졸업(MS)
1990년 12월 미국 Purdue University, West Lafayette 전기공학과 졸업(Ph.D)
1990년 11월 ~ 1993년 2월 (주)현대전자산업 산업전자연구소 책임연구원
1993년 3월 ~ 현재 연세대학교 전기·컴퓨터 공학과 부교수
주관심분야: 통계적 신호처리, 컴퓨터 시각

손 광 훈

1983년 2월: 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1985년 6월: 미네소타 대학 전기공학 전공 (공학 석사)
1992년 2월: 노스캐롤라이나 주립대학 전기/컴퓨터 공학 전공 (공학 박사)
1992년 4월 ~1993년 10월: 한국 전자통신연구소 위성통신기술연구단 (선임연구원)
1994년 1월 ~1994년 12월: Georgetown Univ. MRI Center (Research Fellow)
1995년 3월 ~현재: 연세대학교 전기 컴퓨터 공학과 부교수
주관심분야: 3차원 영상처리, 영상통신, 컴퓨터 비젼