

양방향 사진트리 기반 변이 추정을 이용한 중간 시점 영상 합성

김재환, 임정은, 손광훈
연세대학교 전기전자공학과
전화 : 02-2123-2875 / 핸드폰 : 011-669-8418

IVS using disparity estimation based on bidirectional quadtree

Jae Hwan Kim, Jeong Eun Lim, Kwang Hoon Sohn
Dept. of Electrical & Electronical Eng, Yonsei University
E-mail : k630905@hanmail.net

Abstract

The correspondence problem for stereo image matching plays an important role in expanding view points as multi view video applications become more popular. The conventional disparity estimation algorithms have limitation to find exact disparities because they consider not image features but similar intensity points. Thus we propose an efficient disparity estimation algorithm considering features of stereo image pairs. As simulation results, our proposed method confirms better intermediate views than the existing block-matching methods.

I. 서론

최근 멀티미디어 관련 기술의 발전으로 3차원 입체 영상에 대한 연구가 활발해지고 있다. 3차원 입체 영상의 구현에 필요한 다시점 영상을 부호화 및 복호화하기에는 데이터의 양이 방대하므로 수신단에서 여러 시점의 영상을 합성할 수 있는 중간 시점 영상 합성 기술이 필요하다. 또한 현재의 MPEG-2에 적용되는 고정 크기 블록 기반 알고리즘은 영상의 특성을 무시하고 단순히 가장 유사한 영역을 찾기 때문에 다시점 영상의 중간 시점 영상 합성에 사용하기에는 한계가 있

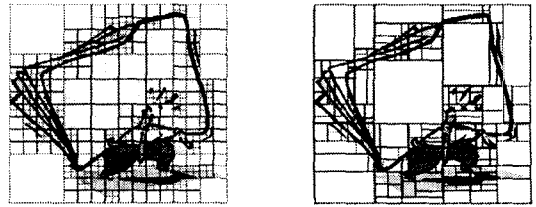
다. 본 논문에서는 3차원 영상 표시 장치의 수신단에 서, 전송된 기준 영상의 정보를 이용하여 중간 시점 영상을 합성하는 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 고정 크기 블록 기반 알고리즘의 단점을 개선한 양방향 불규칙 사진트리 기법을 사용한 변이 추정 및 보상 과정을 수행한 후 모호한 영역을 고려한 선행 보간법을 사용하여 중간 시점 영상을 생성한다.

II. 사진트리 분할 기반 변이 추정

고정 크기 기반 방식의 단점을 극복하기 위해 제안된 가변 블록 크기 기반 방식에서는 블록 크기에 따른 부가 정보를 부호화 하므로 이 부가 정보를 최소화할 필요가 있으며 이를 위해 규칙 사진트리 분할을 사용한다[1]. 규칙 사진트리 분할 방식은 그림 2-1(b)에서 보듯이 영상 전체를 하나의 블록으로 시작하여 각 블록의 중앙을 분할점으로 선택함으로써 분할이 결정된 블록의 경우 4개의 블록을 균일하게 나누어지며, 이러한 분할 정보는 그림 2-1(a)와 같은 사진트리의 형태로 구성되며 각 노드에 분할 여부를 표현하기 위한 1 bit를 할당하여 부호화함으로써 부가정보를 최소화한다[2]. 그러나 규칙 사진트리 분할 방식은 분할점이 항상 블록의 중앙에서 선택되므로 경우에 따라 영상이 과도하게 많은 블록으로 분할되거나, 허용 비트율에 따라 블록수를 제한할 경우 비효율적으로 블록이 분할되는 단점을 갖는다. 영상 특성에 최적화된 블록을 생성하

기 위한 기법으로 그림 2-1의 (c)와 같이 사진트리 분할의 분할점을 각 블록 내의 경계 분포도의 특징을 이용하여 임의의 지점에서 선택하는 불규칙 사진트리 분할 방식이 있다[3].

그림 2-2는 규칙 사진트리와 불규칙 사진트리 방식을 이용하여 영상을 블록 분할한 결과이다. (b)의 불규칙 사진트리 분할 방식은 블록의 특징을 고려하여 불규칙하게 블록을 분할하여 보다 신뢰도있는 변이 추정을 가능하게 한다.



(a) 규칙 사진트리 (b) 불규칙 사진트리
그림 2-2 사진 트리 분해 영상

III. 변이 추정 및 중간 시점 영상 합성

3.1 양방향 불규칙 사진트리 기반 변이 추정

(1) 불규칙 사진트리 기반 변이 추정

본 절에서는 제안 방식인 불규칙 사진트리 분할 기반 변이 추정 알고리즘에 대해 기술한다. 영상의 특성에 적합하도록 블록의 크기를 가변적으로 분할하면 블록 수를 최소화할 수 있다. 분할점을 선택하기 위해서는 각 블록 열과 행의 평균을 구하여 그 평균의 변화량을 측정한다. 이 변화량이 최대가 되는 지점을 선택하여 분할점으로 설정하고 분할점이 블록의 경계에 인접해 있을 경우 두 번째 최대값을 구하여 분할점으로 선택한다. 영상 I 내에서 (x, y) 위치에서 시작하는 크기 w×h의 블록의 경우, 열과 행의 평균값은 각각 식 (3-1-1)과 식(3-1-2)와 같이 계산된다.

$$m_{row}(y) = \sum_{j=x}^{x+w-1} I(i, j) \quad (3-1-1)$$

$$m_{column}(x) = \sum_{i=y}^{y+h-1} I(i, j) \quad (3-1-2)$$

이 평균값은 2차원 영상의 특성을 1차원 정보로 표현한다. 블록 내에 국소적인 경계 성분이나 노이즈 성분은 평활화되어 지배적인 수직 혹은 수평 경계를 강조하게 된다. 이 1차원 신호의 변화량을 측정하여 수평 분할점, 수직 분할점은 각각 식 (3-2-1), (3-2-2)로 결정된다.

$$수평 : l_x = \underset{i}{Max} (|m_{row}(i) - m_{row}(i-1)|) \quad (3-2-1)$$

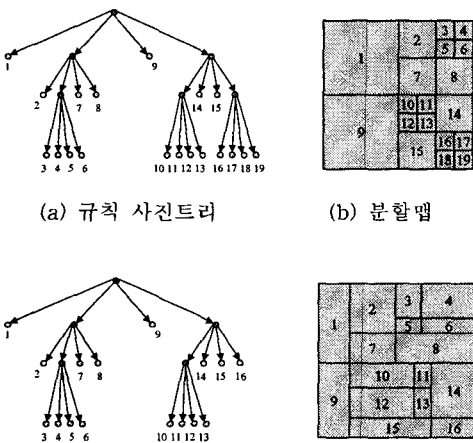
$$수직 : l_y = \underset{j}{Max} (|m_{col}(j) - m_{col}(j-1)|) \quad (3-2-2)$$

단, 이 분할점이 블록의 경계에 인접하게 설정되어 분할점으로 적절하지 않을 때에는 두 번째 최대값을 찾아서 분할점으로 선택하게 하여 영상이 과도하게 분할되지 않도록 하였다. 변이 추정 과정의 상세 블록도는 그림 3-1 과 같다.

불규칙 사진트리 분할 방식은 그림 3-1에서 보듯이 먼저 각 블록에 대한 분산값을 구하여 블록의 분할 여부를 결정할 임계값을 정한다. 각 블록의 분산값을 임계값과 비교하여 분할이 결정된 블록은 각 블록의 특징에 맞게 분할점을 선택하여 블록으로 나누어지게 된다. 그리고 분할된 블록은 최소 블록 크기와 비교하여 다시 더 작은 블록으로 분할할지의 여부를 결정한다. 블록 분할 과정 후 양방향으로 변이 추정을 하여 신뢰도가 높은 변이 벡터만 선택하고 신뢰도가 떨어지는 변이 벡터는 별도의 보간법을 적용하여 처리한다.

(2) 양방향 정합 알고리즘

스테리오 영상 분석에 있어서 가장 기초적인 가정인 유일성과 일치성에 의하면 좌영상에서의 변이 벡터와 이에 정합된 우영상으로부터의 변이 벡터는 절대값이 같고 방향이 반대이다. 이 특성을 이용하면 정합과정의 신뢰도를 추정할 수 있고 신뢰도가 떨어지는 영역은 전체 수행과정에서 제외시킴으로 전체적인 신뢰도를 높일 수 있다.



(a) 규칙 사진트리 (b) 분할맵

(c) 불규칙 사진트리 (d) 분할맵

그림 2-1. 사진트리 구성 및 분할맵

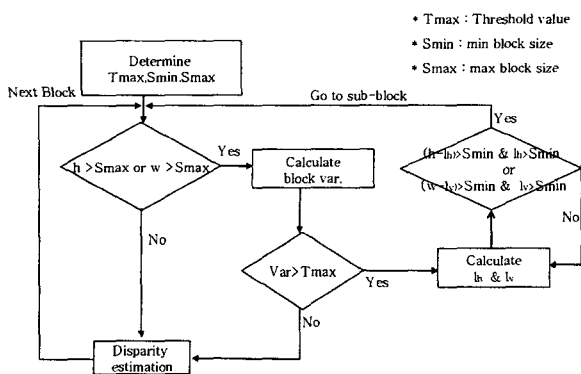


그림 3-1 불규칙 사진트리 변이 추정 방식

좌영상으로부터 우영상으로의 변이 벡터가 $d_r(z)$ 이고 z 에 대응하는 우영상의 점 \bar{z} 로 부터 좌영상으로 동일한 과정으로 찾은 변이 벡터를 $d_r(\bar{z})$ 라 할 때 양방향정합은 다음 식 (3-3) 의 조건을 만족할 때 성립된다.

$$|d_r(z) + d_r(\bar{z})| < \epsilon \quad (3-3)$$

식 (3-3) 을 만족하지 않는 화소는 가려진 영역으로 구별되어 다른 처리과정에서 제외하며 별도로 더 정확한 가려진 영역의 탐색을 위해서는 다른 처리과정이 필요하다.

3.2 중간 시점 영상 합성

본 절에서는 제 3-1 절에서 얻은 변이 정보와 가려진 영역에 대한 정보를 기반으로 스테레오 영상으로부터 중간 시점 영상을 합성한다. 중간시점 영상을 합성할 때, 가려진 영역과 다중 변이 영역을 판단한 후, 내삽법과 외삽법을 적절히 이용하여 합성된다.

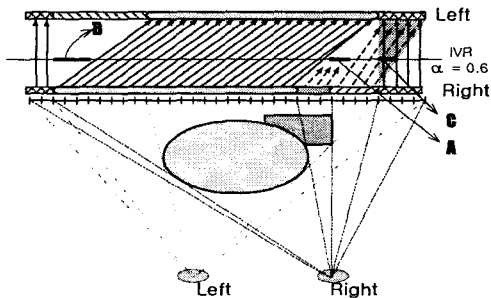


그림 3-2. 중간시점 영상 합성을 위한 영역 구분

그림 3-2는 중간 시점의 영상을 재구성하기 위해 중간 시점 영상이 합성되는 원리를 설명한 그림이다[4]. α 는 좌영상과 우영상 사이의 시점 위치를 나타내며 좌영상의 위치를 $\alpha=0$, 우영상의 위치를 $\alpha=1$ 로 하며, 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 3-2에서 우영상에 어두운 사각 물체가 존재하는 영역은 위에서 설명한 방식으로 판단된 우영상 내의 가려진 영역으로 변이가 할당되지 않은 영역이다. 따라서, 영역 A는 우영상에만 존재하므로 우영상 내의 가려진 영역, 영역 B는 좌영상 내의 가려진 영역이며, 영역 C는 다중 변이를 갖는 모호한 영역이고 이외의 영역은 정상 변이 영역이다.

표시한 변이를 갖는 화소는 정상적으로 정합되는 화소로 좌우 영상의 거리에 비례하는 가중 평균으로 선형보간법을 적용하여 식 (3-4)과 같이 화소값을 결정한다.

$$I(i + (1 - \alpha) * d(i, j), j, \alpha) = (1 - \alpha) * L(i + d(i, j), j) + \alpha * R(i, j) \quad (3-4)$$

가려진 영역 A는 깊이가 작은 물체의 오른쪽으로 깊이가 큰 물체가 가려져 있어 우영상에만 존재하는 경우이므로 중간 시점 영상을 할 때에 영역 A의 양끝의 변이 중 더 작은 변이를 택하여 식 (3-5)과 같이 우영상에서 외삽한다.

$$I(i, j, \alpha) = R(i - (1 - \alpha) * d, j) \quad (3-5)$$

가려진 영역 B는 우영상에서 찾지 못한 영역이므로 좌영상에서 이를 외삽하는데 변이는 식 (3-6)과 같이 B의 양끝 변이 중 역시 더 작은 변이를 택한다.

$$I(i, j, \alpha) = L(i + \alpha * d, j) \quad (3-6)$$

다중 변이 영역 C에서 점선으로 표시된 변이는 좌영상에 대응되는 영역이 없으므로 근접한 배경에서 그 변이를 찾게 되어 생긴 영역으로, 이 경우에는 식 (3-7)에서처럼 좌·우 영상에서 이를 내삽하며 양끝 변이 중 더 작은 변이를 선택한다.

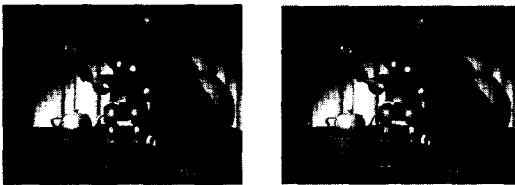
$$I(i, j, \alpha) = (1 - \alpha) * L(i + \alpha * d, j) + \alpha * R(i - (1 - \alpha) * d, j) \quad (3-7)$$

IV. 실험 결과

모의 실험은 그림 4-1와 같이 크기가 640x480인 256 level의 "robot" 영상을 사용하고 초기 블록 크기는 32x32로 정하고 최대 탐색범위는 -16 ~ 16으로 수행하였다.

그림 4-2 는 실험 영상을 사진트리로 분할하였을 때의 맵을 그려본 것이다. 분산 임계값(Tmax)을 실험 영상의 32x32 블록사이즈의 평균 분산값으로 정하였고 최소 블록 사이즈는 4(Smin = 4)로, 최대 블록 사이즈는 8(Smax = 8)로 하여 실험한 결과이다. 그림 4-3은 기존 방식과 제안방식으로 변이정보를 추정한 결과이다. (a)는 고정 크기인 8x8 블록 크기로 변이 맵을 구한 결과이고 (b)는 규칙 사진트리 방식의 결과이고 (c)가 제안 방식인 양방향 불규칙 사진트리 방식으로 변이 추정한 변이 맵이다. 중간 시점 영상을 합성하기 위해 변이의 신뢰도를 높이고 양방향 정합을 한 결과 가려진 영역이 구분됨을 볼 수 있다. 각 방식별로 중간 시점 영상을 합성한 결과는 그림 4-4 에 나타내었다. 좌영상과 우영상의 중간 시점인 $\alpha=0.5$ 인 영상을 합성한 결과를 비교하였다.

중간 시점 영상 합성 결과 주관적으로 제안 방식의 화질이 기존 방식의 화질과 비교해 볼때 좋은 결과를 얻었다는 것을 확인할 수 있다. 또한 객관적으로 제안 방식과 기존 방식의 PSNR 및 블록 수를 비교하면 표 1과 같다.



(a) 좌영상 (b) 우영상

그림 4-1 "robot" 영상



(a) 규칙 사진트리 (b) 불규칙 사진트리

그림 4-2 사진트리 분할 영상



(a)기존 방식 1 (b)기존 방식 2 (c)제안방식
그림 4-3 수행 방식별 변이 맵 결과



(a) 기존 방식 1 (b) 기존 방식 2 (c) 제안 방식
그림 4-4 중간 시점 영상 합성 결과($\alpha=0.5$)

표 1. 중간 시점 영상 합성 결과

	제안 방식	기존 방식1	기존 방식2
처리 블록수	1178	4800	2355
합성영상의 화질(dB)	33.6	31.8	31.9

V. 결론

본 논문에서는 영상의 특성을 고려한 양방향 불규칙 사진트리 분할을 이용한 스테레오 영상의 변이 추정 및 중간 시점 영상 합성 알고리즘을 제안하였고 이를 다시점 영상에 적용하여 기존의 알고리즘들과 성능을 비교하였다. 실험 결과 다시점 영상에 대해 주관적으로 비교한 결과 기존 방식과 비교하여 우수한 성능을 확인하였다.

참고문헌

- [1] S. Sethurama, "Stereoscopic image sequence compression using multi-resolution and quadtree decomposition based disparity- and motion-adaptive segmentation," Ph.D. Thesis, Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh PA, 1996..
- [2] D. Tzovaras and M. G. Strintzis, "Motion and Disparity field estimation using rate-distortion optimization," *IEEE Trans. on Circuits and System for Video Technology*, vol. 8, no. 2, pp. 171-180, Apr. 1998.
- [3] 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.
- [4] Mi-Hyun Kim, Kwanghoon Sohn and Sang-Hyun Park, "Intermediate view reconstruction using interpolation and extrapolation techniques in stereoscopic imaging system," *Proc. 3-D Image Conference 99*, pp.187-192, June 1999.