

가변 블록 매칭을 이용한 중간 영상 합성

곽지현*, 김경태
한남대학교 정보통신공학과

Intermediate Image Synthesizing using Variable Block size

JiHyun Kwak, KyungTae Kim
Dept. of Information & Communication Engineering, Hannam Univ.
E-mail : eveduck@hanmail.net

요 약

입체 시점 확장을 위하여 많은 양의 영상 데이터가 필요하다. 그러나 이를 전송하기 위해서는 전송량, 장치 등의 여러 어려움이 존재한다. 이에 소량의 영상 데이터를 보내고 수신 측에서 시점을 확장하는 방법으로 중간 영상 합성이 연구되고 있다. 중간 영상 합성을 위해서는 많은 방법들이 제안되었다. 블록 매칭, 화소 기반 매칭, 에피폴라 방식, 옵티컬 플로워 등이 그것이다.

본 고에서는 위의 방법들 중에서 블록 매칭 방법을 기본으로, 블록을 생성하는 과정에서 고정 블록이 아닌 영상의 차분 신호를 이용하여 가변 블록을 생성하게 되며, 좌에서 우나 우에서 좌의 단방향이 아닌 양방향으로 매칭하는 방법을 제안한다.

1. 서론

사회가 복잡해지고 기술이 발전함에 따라 텍스트만을 다루던 기술은 점차 청각적 정보인 음성과 언어, 음악 등의 저장, 전송하는 기술로 발전되었고, 이는 다시 시각적 정보인 영상을 포함하는 데에까지 확장되었다. 이에 더하여, 인간의 끊임없는 욕구는 보다 사실적이고 현장감 있는 영상을 추구하게 되었고, 이에 따라 삼차원 영상의 정보처리에 관한 연구가 새로운 주제로 등장하여 다양한 분야에서 활발히 연구되고 있다.

인간이 물체를 입체로 인식할 수 있는 것은 오른쪽 눈과 왼쪽 눈이 각각 다른 영상을 인식하기 때문이다. 이 두개의 다른 영상을 인간이 눈으로 보고, 뇌로 전달하여 입체감과 원근감을 느낄 수 있다. 이러한 원리를 이용하여, 양쪽 눈에 스테레오 카메라로

촬영한 각각 다른 영상을 보여주어 인위적으로 인간에게 원근감을 제공할 수 있다. 그러나, 좌우 한 쌍의 영상만을 부여하면 입체 시점이 단 하나로 제한되며, 카메라 설정과 관찰자의 입체 구조의 차이등에 따라 인식되는 거리감에도 차이가 발생하게 되며, 경우에 따라서는 거리감 인식이 불가능하거나 심한 피로감을 느끼게 된다.

이에 여러 시점에서 촬영한 여러 개의 영상을 이용함으로써 시점을 확장하여 다 시점으로 형성한다. 다시점 영상은 단일 시점 영상에 비해 시점 수에 비례하게 정보량이 증가하며, 각 시점간의 영상은 연속적이지 않기 때문에 관찰자의 움직임에 따라 입체감이 불연속적으로 인식되며, 관찰자의 위치에 따라 입체감이 다르게 나타나는 문제는 해결할 수 없다. 따라서, 한정된 시점의 영상으로 자연스럽게 연속적인 영상을 제공하고 시점을 확장하기 위한 기술로

중간 시점 영상을 합성하는 방식이 연구되고 있다. 즉, 연속에 가까운 매우 많은 시점에서 촬영하는 대신, 일정 간격을 두고 촬영하여 카메라들 사이에 위치하는 영상을 양쪽의 영상을 이용하여 합성한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, 2장에서는 스테레오 영상의 비교에 들어가기 전의 전처리에 대해 기술하고, 3장에서는 시차 추정 개념과 본 논문에서 기초로 삼고 있는 블록 기반 방법에 대하여, 4장에서는 제안하고 있는 블록 생성 방법과 매칭에 대하여, 5장에서는 실험을 통한 결과를, 그리고 마지막으로 6장의 결론에서는 향후의 연구과제를 제시한다.

2. 전처리

전처리는 영상의 질을 개선하거나 영상을 특정한 응용 목적에 알맞도록 변환시키는 등의 영상 처리를 의미한다.

본 연구에서는 비교되는 좌우 영상을 최적의 유사 조건으로 만들기 위해 히스토그램 정규화와 평균, 분산의 처리를 하였다.

2.1 히스토그램 정규화

영상 히스토그램은 영상의 명암값 프로필을 보여주기에 사용되는 매우 중요한 도구이다. 따라서 영상의 구성 즉, 명암 대비 및 명암값 분포에 대한 정보를 제공한다.

실제 영상 데이터를 수집할 때 주의의 환경이나 카메라 입력 센서의 차이 때문에 물리적으로 같은 광량을 가지는 점의 화소 값이 각각 좌우 영상에서 다르게 나타난다. 데이터를 살펴본 결과 매칭되어야 할 각 픽셀에서 화소 값의 차이가 최대 20레벨 이상(256레벨, 8bits)의 경우를 확인했다.

이러한 좌영상과 우영상 내의 화소 값의 차이 때문에 시차를 찾아내는 매칭 처리에서 오류를 발생시킬 가능성이 크다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 히스토그램 평활화를 사용하여 우영상과 좌영상 내의 각 점의 화소값의 차이를 최소화한다.

2.1 평균과 분산의 처리

앞에서도 언급하였듯이 동일한 카메라로 획득한 영상이라 할지라도 카메라와 조명의 위치에 따라 화소값의 차이가 있다. 이로 인해 좌우 영상에서 대응 점을 검색할 때 많은 오류를 범할 수 있다. 그러므로 두 영상의 평균과 분산을 같도록 전처리를 한다.

먼저 평균과 분산을 구하는 식은 다음과 같다.

$$E\{X\} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} X_i \quad (1)$$

$$Var\{X\} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (X_i - E\{X\})^2 \quad (2)$$

좌우 영상의 픽셀 값들 사이에는 다음의 관계가 성립하고 있다고 가정한다.

$$R_i = aL_i + b \quad (3)$$

여기서 R_i , L_i 는 각각 좌, 우 영상의 픽셀 값이다. 좌영상의 평균과 분산을 $E\{L\}$, $Var\{L\}$ 라 하고, 우영상의 평균과 분산을 $E\{R\}$, $Var\{R\}$ 라 하자.

$$E\{R\} = aE\{L\} + b \quad (4)$$

$$Var\{R\} = a^2 Var\{L\} \quad (5)$$

위의 (4), (5)식으로부터, 미지수 a, b 를 구하여 (3)에 대입하면,

$$L_i = \sqrt{\frac{Var\{R\}}{Var\{L\}}} (L_i - E\{L\}) + E\{R\} \quad (6)$$

로, 우 영상과 동일한 평균과 분산을 갖도록 좌 영상을 변환하게 된다.

아래의 [표 1]은 좌, 우 영상의 평균과 분산, 전처리된 좌영상의 평균과 분산을 나타낸다.

[표 1] 좌영상, 전처리된 좌영상, 우영상의 평균/분산

	평균	분산
좌 영상	143.0	(81.06) ²
전처리된 좌영상	144.0	(79.91) ²
우 영상	145.0	(79.84) ²

표에서 볼 수 있듯이 전처리된 좌 영상의 평균과 분산이 우 영상의 평균과 분산에 근접함을 알 수 있다. 약간의 차이는 각 화소값이 정수로 표현되기 때문에 생기는 오차이다.

여기서 쓰인 좌, 우영상은 평균과 분산의 차이가 많이 크지 않지만, 실제 많은 영상들은 큰 차이를 보여주고 있다. 그러므로 본 처리는 두개의 영상을 비교하는 많은 연구에 정확도를 높여 준다.

3. 시차 추정 및 기법들

3.1 시차 추정

시차 추정이란, 스테레오 영상의 좌, 우영상이 공간적으로 상관성이 매우 높다는 점을 이용하여 서로 대응되는 점 또는 영역을 찾아내는 과정이다. 중간 시점 영상의 합성에 있어서 결과에 가장 큰 영향을 미치는 것은 이 시차 추정이다.

시차 추정의 결과는 두 대응점간의 차벡터로 표현되며, 정확하게 추출된 변이 벡터는 다시점 영상을 효율적으로 부호화하고 중간 시점 영상을 합성하는데 이용된다.

3.2 블록 기반 시차 추정

여기에서는 본 연구에서 기본으로 삼고 있는 블록 기반 시차 추정 방식에 대하여 알아보자.

블록 기반 방식은 영상을 고정 크기, 혹은 가변 크기의 블록으로 나누어 변이를 추정하는 방식이다. 스테레오 영상 중 한 영상을 블록 단위로 나누어 다른 한 영상에서 비용함수(cost function)을 최소로 하는 위치를 찾아 이 이동량을 그 블록의 변이값으로 결정한다. 식 (7)은 비용함수를 식으로 나타낸 것이다.

$$D(i, j) = \min \sum |L(x, y) - R(x - d, y)| \quad (7)$$

이 때, $L(\cdot)$ 은 좌영상, $R(\cdot)$ 은 우영상을 의미한다. D 는 탐색 범위 내의 시차값들이다. 이 때 블록의 크기와 비용함수의 성능에 따라 변이의 정확도와 안정성이 결정된다. 즉, 블록의 크기가 크면 보다 안정된 시차 벡터를 얻을 수 있으나 시차의 정확도나 정밀도가 떨어지는 반면, 블록의 크기가 작으면 시차를 세밀하게 추정할 수 있으나 시차의 안정성이 감소하고, 시차 벡터의 수가 증가하므로 데이터량이 증가하

는 단점이 있다. 고정 크기 블록 기반 방식은 한 영상을 고정된 블록으로 나누어 다른 영상에서 정합 블록을 찾는 시차 추정 방식이며, 가변 크기 블록 방식은 영상의 지역적인 특징에 따라 블록을 서로 다른 크기로 분할한 후, 각 블록에 대한 시차를 추정하는 방식이다.

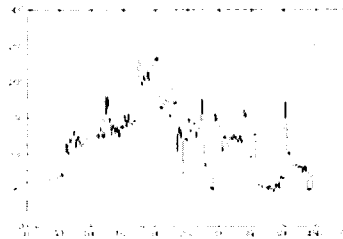
4. 가변 블록 생성 및 매칭

4.1 가변 블록 생성

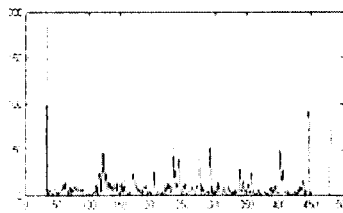
고정 크기 블록은 영상의 특성을 전혀 고려하지 않고 매칭을 하므로 세밀하고 정확한 시차 추정이 어렵다.

이를 개선한 것으로 가변 블록을 이용하여 시차를 추정하는 방법이 있다. 본 논문에서는 영상의 패턴을 적용하여 블록의 길이를 생성한다.

영상의 한 라인의 휘도치의 분포를 그래프로 나타내면 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 영상의 휘도



[그림 2] 영상의 휘도치의 차분

휘도치가 급격히 변화하는 부분은 영상 내에서 개체가 바뀌는 에지 부분이다. 그 부분을 찾아서 블록을 생성한다.

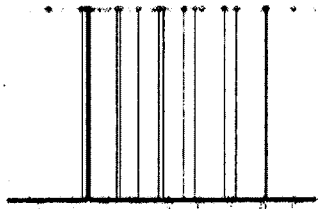
본 논문에선 에지 부분을 찾기 위하여 차분을 이용한다. 다음 식 (8)은 차분을 구하는 식이다.

$$D(i, j) = \text{abs}(ref(i, j + 1) - ref(i, j)) \quad (8)$$

계산식에 의해 생성된 차분 신호를 [그림 2]에 나타냈다. 휘도값이 많이 변화하는 부분을 중심으로 블록을 생성한다. 그러나 차분값은 [그림 2]처럼 0~255까지 다양하게 나타날 수 있어서 블록을 정하기 어려우므로, 아래 식 (9)에 따라 임계치 이상이면 '1'로 이하이면 '0'으로 하여 블록을 정하기 쉽게 한다.

$$\begin{aligned} \text{if } D(i, j) \geq Th, & \quad D(i, j) = 1 \\ \text{else } D(i, j) &= 0 \end{aligned} \quad (9)$$

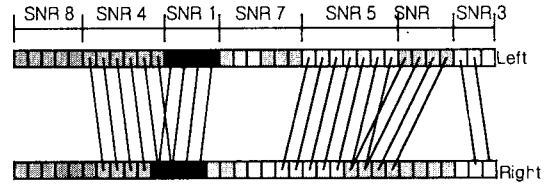
여기서 임계값은 영상 패턴에 따라 프로그램 상에서 책정하면 좋으나, 이는 나중의 과제로 남기고 현재는 사용자가 임의로 정해주게 된다. [그림 3]은 '0'과 '1'로 나타낸 블록의 모양을 보여준다.



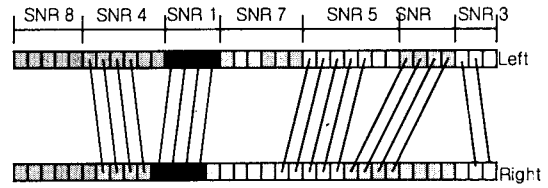
[그림 3] 차분을 이용한 블록 생성

4.2 블록 매칭

시차는 블록 매칭에 의한 탐색으로 계산된다. [그림 4]는 좌우 영상의 서로 대응되는 점을 1차원적으로 나타내고 있다. 아래 그림에서 알 수 있듯이 본 연구의 궁극적인 목표는 좌우 영상간의 대응점을 정확히 찾고, 대응점이 없는 픽셀을 가려내며, 또 대응점이 없는 부분을 채워넣은 것이다. 그러나 대부분의 경우 대응점을 정확히 검색하는 것부터가 대단히 어려운 일이다. 따라서 이하에 시차를 검색하는 알고리즘에 대해 자세히 기술한다.



[그림 4] 다대일 또는 일대다의 매칭(1차원적 표현)



[그림 5] SNR 비교를 통한 대응점 검색

1차 매칭

대응점을 검색할 때에는 앞에서 생성한 블록을 이용한다. 좌영상의 차분 신호를 이용하여 블록을 생성하였다면 좌에서 우로 블록 단위로 하여 대응점을 검색한다.

블록 단위로 대응점을 검색할 때 유사도는 각 블록에 대응한 SNR로서 정량화 된다. 그리고 그 값이 임계치 이하이면 대응점이 옳은 것으로 간주하는 방법을 취한다. 이렇게 함에도 불구하고 좌영상(우영상)의 어느 한 부분과 겹쳐서 매칭되는 모순이 나타날 수 있다. 즉, 일대일 혹은 다대일의 형태로 매칭이 된다. 이를 해결하기 위해서는 대응 블록을 검색하는 과정에서 생성한 SNR을 비교하여 가장 유사한 것을 대응한 점으로 선택하는 방법을 이용한다.

[그림 4]는 좌영상에서 차분을 이용하여 생성한 블록 단위로 우영상에 매칭하여 얻은 유사도를 가장 유사한 블록부터 순차적으로 표현한 것이다.

그림에서 SNR4와 SNR1부분, 그리고 SNR5와 SNR2 부분의 블록이 겹쳐져서 매칭됨을 볼 수 있다. 이 때 유사도가 큰 쪽으로 선택하고 작은 부분은 취소하여 복수로 매칭되는 부분을 제거한다.

[그림 5]은 유사도 비교에 의하여 더 유사한 부분을 선택한 그림이다.

이 과정까지가 1차 매칭이다. 1차 매칭의 최종

결과 그림의 SNR8부분과 SNR7부분을 주목하여 보자. 이 부분은 생성 블록의 크기가 크거나(SNR8) 블록을 생성하는 과정에서 최소 화소수에 의하여 블록의 크기가 커지거나(SNR7)하여 대응점을 검색하는 과정에서 유사도의 임계치에 미치지 못하여 선택되지 못한 블록이다. 그러나 가시적으로 보면 알겠지만 우영상 측에서 유사한 블록이 존재한다.

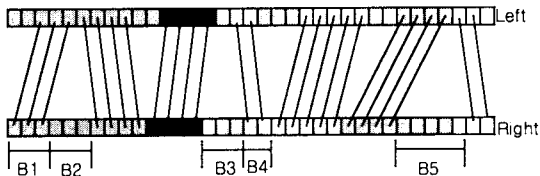
2차 매칭 부분은 이런 부분을 처리하기 위하여 행한다.

2차 매칭

2차 매칭은 앞에서 언급하였듯이 1차 매칭 과정에서 좌영상에서 생성한 블록 크기로 인해 유사도의 차이로 우영상에 유사한 부분이 있으나 매칭되지 않은 부분에 대해 하는 과정이다.

우선, 우영상에서 매칭되어지지 않은 부분별로 차분을 구하여 좌영상에서 블록을 생성하였듯이 블록을 생성한다. 이때도 유사도의 임계치는 적용한다.

[그림 6]은 우영상에서 블록을 생성한 것과 매칭한 것을 보여준다.



[그림 6] 2차 블록 및 매칭

또한 검색 구간은 1차 매칭 과정에서 생성된 시차 정보를 이용하여 B1과 B2의 경우는 좌영상의 SNR2부분에서만 대응점을 찾고 B3와 B4는 SNR7부분에서 대응점을 찾으면 B5는 좌영상에서 대응점을 찾을 검색 구간이 존재하지 않으므로 검색하지 않는다.

2차 매칭은 1차 매칭 과정에서 블록 크기로 인해 좌우 두 영상에 존재하는 부분을 모두 검색하지 못할 수 있다라는 생각으로 아주 작은 영역이라도 놓치지 않고자 하여 있는 과정이다. 이 과정을 통하여 많은 대응점이 늘어나는 것은 아니다.

2차 매칭까지 이루어졌으나 매칭되지 않은 부분은 어느 한 쪽 영상에는 존재하나 다른 쪽에는 존재하지 않는 Occlusion 영역으로 판단하여 다음 과정이 Occlusion 영역 처리로 들어간다.

Occlusion 영역 처리

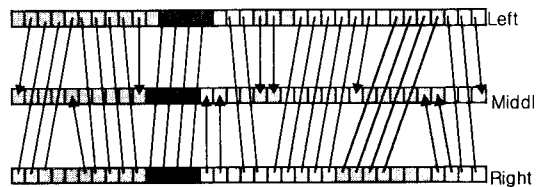
2차 매칭까지 검색된 대응점들은 좌우 두 영상에 모두 존재하는 화소들이다.

Occlusion 영역이라 함은 좌영상에는 존재하나 우영상에는 없고, 우영상에는 존재하나 좌영상에는 없는 영역을 말한다. 즉, 우리가 실제로 사물을 바라볼 때 오른쪽 눈을 감고 봤다가 왼쪽 눈을 감고 보면 사물이 좌우로 약간씩 움직이는 것을 볼 수 있다. 이를 양안 시차라 하는데 이로 인하여 오른쪽 눈에는 보여지나 왼쪽 눈에는 안 보여지는, 왼쪽 눈에는 보여지나 오른쪽 눈에는 안 보여지는 부분이 생기는 것이다.

시차는 깊이와 반비례 관계에 있다. 우리가 가지고 있는 소스는 스테레오로 촬영한 영상뿐이기 때문에 깊이 정보는 알 수가 없다. 그러므로 시차를 이용하여 깊이 정보를 얻는다.

Occlusion 영역은 시차 정보를 이용하여 데이터를 가져온다. 우리가 사물을 볼 때 가려졌다가 보여지는 것은 앞에 있는 개체가 아니라 뒤에 있는 개체이다. 그러므로 시차가 큰 쪽이 아니라 작은 쪽이 보여진다. 이러한 이론에 의하여 Occlusion영역을 보간한다.

[그림 7]은 Occlusion 영역까지 처리된 최종 중간 라인을 보여준다.



[그림 7] Occlusion 영역 합성

중간 영상 합성

위의 블록 생성과 매칭의 과정, 그리고 Occlusion

영역 처리의 과정을 영상의 모든 부분에 행하므로 검색된 시차를 이용하여 중간 영상을 합성한다.

5. 실험 및 결과

[그림 8]의 (a)는 촬영을 통해 획득한 중간 영상이고, (b)는 본 알고리즘을 이용하여 합성한 중간 영상이다.

결과 영상을 보면 알 수 있는 완벽한 매칭이 이루어졌다고는 볼 수 없다. 아직 미흡한 부분이 많이 있으므로 좀 더 알고리즘의 질적 향상이 요구된다.



(c) 원 중간 영상



(d) 합성된 중간 영상

[그림 8] 실험 결과

6. 결론

본 논문에서는 스테레오 영상으로부터 존재하지 않는 중간 영상 합성을 위한 기법을 제안하였다. 향후 연구 계획으로는 영상이 가지고 있는 여러 특징적인 정보들을 이용하여 블록을 생성해 보고, 또한, 좌우 두 영상에 모두 존재하지 않으나 중간 영상에

존재하는 영역에 대하여 고려하여, 보다 정확한 중간 영상 합성을 위해 많은 연구가 필요하다.

감사의 글

본 논문은 산업자원부 산업기반기술 개발 사업 내의 차세대 신기술 개발 사업으로 수행된 연구 결과이다.

[참고문헌]

- [1] 김경태, "다시점 영상을 위한 중간 영상 합성", 한국광학회 광학과 기술, Vol. 5, No.3, pp.22~31, 2001년 7월
- [2] 김미현 "불규칙 삼각망을 이용한 3차원 영상의 순방향 변이 추정과 중간시점 영상 합성", 연세대학교 전자공학과 석사학위 논문, 1999
- [4] Jin-Zhe Zhu, Kyung-tae Kim, Jung-young Son "Synthesizing Intermediate Images by Using Multi-Resolution Images", 3D Image Conference 2000, Vol.3, No.2, July, 2000
- [5] Sriram Sethuraman "Stereoscopic Image Sequence Compression using Multiresolution and Quadtree Decomposition based Disparity -and Motion-adaptive segmentation" July, 1996
- [6] Vs.V.Komar, Vic.G.Komar, Kyung-taeKim "Synthesizing of intermediate view images from two images" 2001
- [7] Nikos Grammalidis, Michael G. "Disparity and Occlusion Estimation in Multicocular Systems and Their Coding for the Communication of Multiview Image Sequence" IEEE Transactions on circuits and system for video technology. VOL.8, NO.3, June 1998
- [8] Jin-Woo Kim, Kyung-Tae Kim, J.W.Kim, H.K.Jung, "Estimation of motion from stereo images using integral constraints", Proceedings of The 6th International Workshop on 3-D Imaging Media Technology and The 5th Photonic Information Processing Conference, Vol.6, No.1, July, 2000
- [9] B.W.Kim, K.T.Kim, J.Y.Son, M.G.Kim, "Estimation of dense disparity map by using multi-resolution image pyramid", Proceedings of 5th international workshop on 3D imaging media technology, Vol.5, No.1, August, 1999