

영상의 라인 매칭을 이용한 스테레오 영상의 평행화

조지희*, 김경태
한남대학교 정보통신공학과

Rectification of Stereo Image Using Line matching of Image

ChiHee Cho, KyungTae Kim
Department of Information Communication Engineering, Hannam Univ.
e-mail : chihee_cho@hanmail.net

요 약

스테레오 영상에서 중간 영상을 생성 할 때, 스테레오 영상의 에피폴라라인이 동일 선상에 존재하면 수직 시차는 고려하지 않아도 되기 때문에 편리하다. 그러나 현재의 카메라 및 카메라 지지대의 기술로는 수직 시차가 없는 영상을 획득하기 어렵기 때문에, 카메라로 찍은 영상에서 중간영상을 생성하기 전에 평행화이라는 전처리가 필요하다. 본 논문에서는 평행화를 위한 메커니즘을 제안하고 실제 시스템에 적용하여 구현하였다.

1. 서론

스테레오 영상에서 중간 영상을 생성할때 정확한 매칭을 위해 여러 가지 전 처리를 한다. 예를 들어 명암도 재조정, 잡음 제거, 고주파나 저주파 차단 등의 여러 가지 영상 조작을 한다.

이 논문에서는 영상의 여러 가지 전 처리 중에서 평행화에 대해 설명 한다.

현재의 중간영상 알고리즘은 수평시차와 수직시차를 모두 고려하기 때문에, 매칭할 때 좌우 뿐만 아니라 위 아래로도 매칭을 해서 그 복잡도와 계산량이 많다. 그러나 스테레오 영상에서 중간 영상을 생성 하기 위해서 매칭할 때, 수직 시차나 회전이 없다고 가정을 하고 중간영상 생성 알고리즘을 적용하면, 매칭시간이나 알고리즘 등을 간단하게 할수 있다.

실제로 2개 이상의 카메라로 물체를 촬영할때 여러 카메라들의 수직 시차를 없애기 위하여 카메라 지지대를 제작할 때 많은 노력을 기울고 있다. 그러나 카메라 지지대를 아무리 정교하게 제작한다 하더라도 카메라가 외형적으로도 여러 대의 카메라의 수직 방향이 같아 질 수가 없고 설사 외형적으로 수직 방향의 시차가 없게 만든다 하더라도 카메라 내부에 있는 영상 촬상 소자인 CCD의 위치가 카메라마다 다르기 때문에 다시점 영상의 수직 시차가 없는 영상을 획득하기 위해서는 얻어진 영상에 대하여 수직 시차를 제거해야 한다. 이를 위해서 영상을 회전과 수직 이동을 시킴으로써 수직 시차와 회전이 잇는 영상을 얻을 수 있다.

또한 이 카메라의 내부 소자인 CCD의 특성이 각 카메라 별로 다르기 때문에 화소값에 차이가 나서 오류를 범할 수 있다. 그렇기 때문에 지금 이 논

문에서 제안하고 있는 방법으로 평행화를 할때 미리 화소값의 평균과 분산을 맞추어 준다.

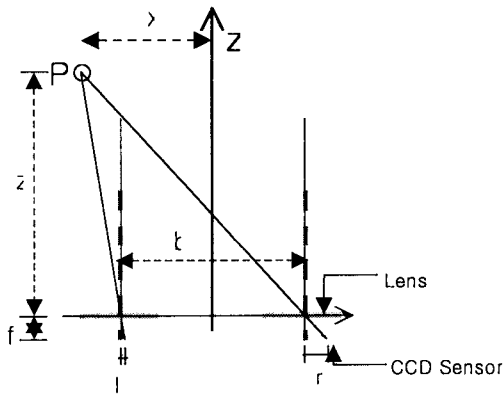
2. 스테레오 카메라의 종류

인간의 시각정보 인식 체계(HVS, human Visual System)는 좌우 한 쌍의 눈으로 물체를 바라봄으로써 망막에 맺힌 한 쌍의 2차원 신호를 통하여 물체의 거리와 공간을 인식하고 외형적인 입체 구조를 감지한다. 이 때 양쪽 눈에 비치는 두 영상을 스테레오 영상이라고 말하며, 인간의 시각과 같은 구조로 카메라를 제작하여 촬영하면 스테레오 영상을 인위적으로 만들 수 있다. 이러한 카메라를 스테레오 카메라라고 하며, 스테레오 카메라는 기하학적 구조에 따라 크게 다음과 같이 세가지로 나누어 볼 수 있다.

b=카메라 사이의 구조

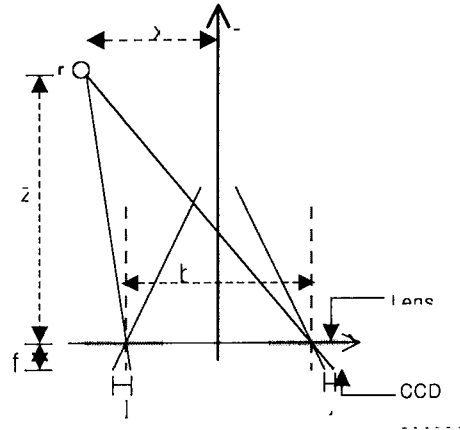
f=렌즈와 센서와의 거리(초점거리)

z=공간상의 물체가 카메라 렌즈축으로부터 떨어진 거리



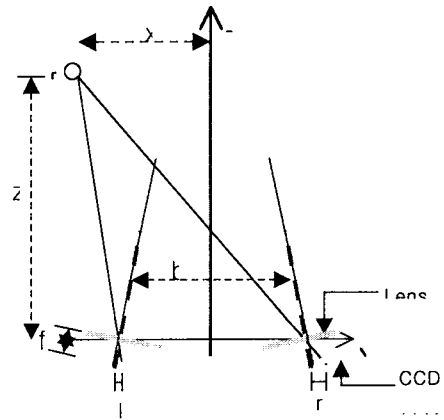
[그림 1] 평행식

평행식 카메라 구조: 두 카메라의 렌즈 축이 평행, 각 카메라의 렌즈 축과 광학 축이 일치하는 구조 (단점: 카메라 사이의 거리가 멀수록 두 카메라 사이의 공통 시역이 매우 좁아진다.)



[그림 2] 평행 이동식

평행 이동식 카메라 구조: 두 카메라의 렌즈 축은 서로 평행하나 광학 축이 서로 달라 평행식 카메라에 비해 공통 시역을 넓힐 수 있다.



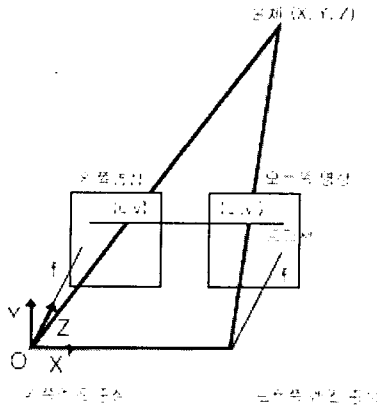
[그림 3] 폭주식

폭주식 카메라 구조: 각 카메라의 렌즈 축과 광학 축을 일치하도록 유지하면서 두 카메라의 광학 축을 서로 마주 보도록 설계한 카메라 구조.

3. 스테레오 영상의 기하학적 구조

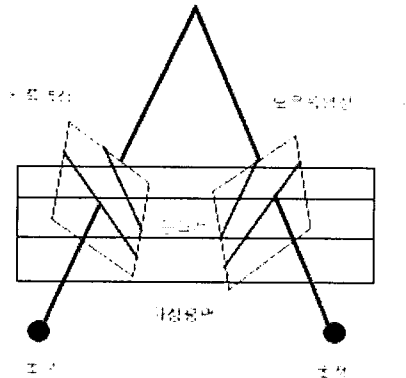
스테레오 영상에서는 카메라가 평행하지 않는 경우 epipolar 라인은 일반적으로 수평이 되지 않고

탐색을 epipolar 라인에 따라 행할 경우 많은 계산과 디지털 오차에 직면하게 된다. [그림 4]처럼 epipolar 라인이 수평이 되어야만 비로소 제대로 된 중간 영상을 얻을 수 있다.



[그림 4] 수평인 카메라의 경우

두 대의 카메라가 평행하게 놓인 경우, 양안시의 기하는 단순하게 된다. epipolar 라인이 수평이 되고, 깊이는 수평 시차에 반비례한다.



[그림 5] 가상평면에서 영상의 위치

[그림 5]은 가상적인 영상 평면을 두고, 오른쪽 왼쪽 영상을 각각 가상영상 평면에 투영해서 마치 평행 카메라로 촬영한 듯이 영상을 얻는 것을 표현한 것이다. 원래 평행하지 않는 epipolar 라인은 가상 영상 평면에서는 평행하게 되고, 이 두 카메라의 초점을 잇는 직선과 평행하게 나타낼 수 있다.

4. 평균 및 분산의 처리

평균과 분산이 같도록 처리를 해주는 이유는 동일한 카메라로 획득한 영상이라 할지라도 카메라의 조명의 위치에 따라 화소 값의 차이가 있기 때문이다. 다시점 영상을 위해 다수의 카메라가 사용되는 경우, 영상이 촬상되는 부분인 CCD의 특성이 각 카메라 별로 다르기 때문에 화소값에 차이가 있다(같은 빛의 세기에서도 흐르는 전류가 다르기 때문). 이로 인해 다시점 영상에서 대응점 검색을 할 때 많은 오류를 범할 수 있다. 이것을 방지하기 위해 영상을 합성하기 전의 전처리의 한가지로서 평균과 분산이 같도록 전처리를 한다.

영상의 휘도 값의 평균은

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

영상의 휘도 값의 분산은

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

이다.

좌영상의 평균과 분산은 각각 $E\{l\}$, $Var\{l\}$ 을 나타내고, 우영상의 평균과 분산은 각각 $E\{r\}$, $Var\{r\}$ 을 나타낸다.

좌 영상과 우영상간에 식(3)과 같은 선형 관계가 성립한다고 가정하면

$$r_i = aI_i + b \quad (3)$$

식(3)에 의해 좌 영상의 전처리 된 영상 I' 를 구할 수 있고, I' 영상의 평균과 분산으로부터 미지수 a , b 를 구할 수 있다.

분산과 평균식인 식(1)과 식(2)로부터

$$E\{I'\} = aE\{I\} + b \quad (4)$$

$$Var\{l'\} = a^2 Var\{l\} \quad (5)$$

위의 식에서 에서 구해진 미지수 a, b 를 식(3)에 대입하면

$$l'_i = \sqrt{\frac{Var\{r\}}{Var\{l}\}} (l_i - E\{l\}) + E\{r\} \quad (6)$$

이 된다.

식(6)에 의해서 좌영상과 우영상이 동일한 평균과 분산을 갖도록 좌 영상을 변환하면 아래와 같은 값이 나온다.

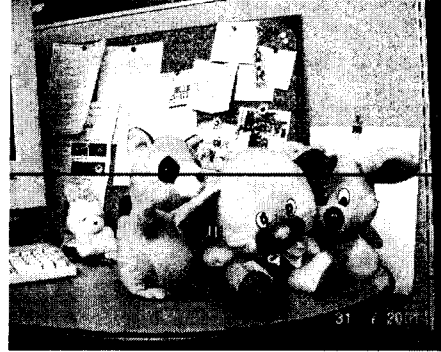
[표 1] 영상의 평균분산

	평균	분산
좌 영상	119	$(45.56)^2$
처리된 좌영상	114	$(53.68)^2$
우 영상	115	$(52.72)^2$

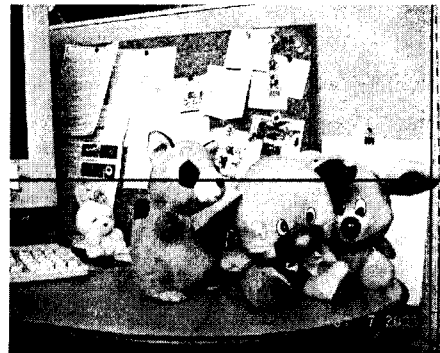
위에서 처리된 영 좌영상의 평균, 분산 값이 우 영상의 값과 차이가 나는 이유는 각 화소 값이 정수로 표현되기 때문이다.

5. 라인을 이용한 영상의 평행화

아래의 [그림 6]과 [그림 7]은 원래의 좌우 영상이다. 이 그림에 임의로 똑 같은 위치에 직선을 그어보면 수직시차는 있는지 없는지 알 수 없으나 회전은 눈에 띄일 만큼 명확하게 보인다. 실제로 이 영상은 회전과 함께 수직 시차를 가지고 있다.



[그림 6] Original Left Image



[그림 7] Original Right Image



[그림 8] Original Image의 차분 영상

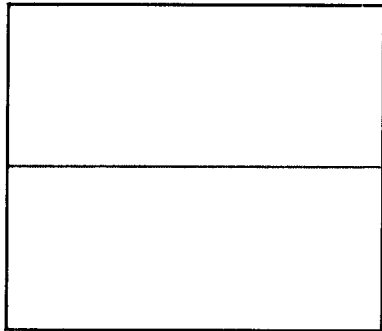
기본적인 알고리즘은 라인 매칭이다. 두 영상 중에 왼쪽 영상을 기준으로 삼고, 그 기준영상에서의 기준선을 정한다(이 논문에서 기준라인을 중간라인으로 했다. 그 이유는 이 영상이 오컬루전 영역이 없고 게다가 회전을 많이 하더라도 중심점을 기준으로 회전을 시켰기 때문에 가장 차이가 적게 나는 부

분이기 때문이다). 오른쪽 영상에서 똑 같은 라인의 위치를 찾는 것이다.

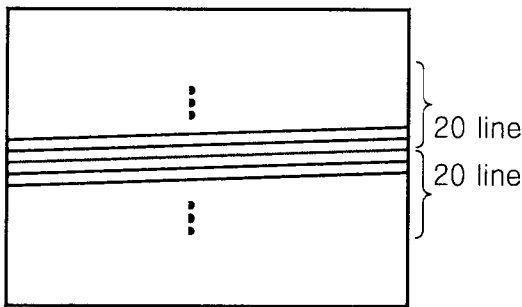
더 간단히 설명한다면, 이 논문에서 적용한 것은 왼쪽 영상의 가운데 선을 기준영상으로 삼고, 오른쪽영상에서 가장 비슷한 선을 찾는다.

찾는 방법은 왼쪽 영상의 기준라인에서 오른쪽 라인을 차분을 내보는 것이다. 차분을 냈을 때 가장 적은 차이를 나타내는 것이 왼쪽영상의 기준라인과 가장 비슷한 라인으로 생각한다.

이때 좌 영상의 기준라인과 똑 같은 위치의 우 영상 라인을 기준으로 위아래로 총 40라인을 비교한다.



[그림 9] [그림 6]을 간략화



[그림 10] [그림 7]를 간략화 (-5도에서 5도까지 0.05도씩 증가시키면서 비교한다.)

이 과정에서 회전을 -5도에서 5도 까지 0.05도씩 증가 시켜가면서 40 라인 씩 비교한다.

즉 왼쪽 영상의 한 라인과 오른쪽 영상의 8000

라인을 비교하는 것이다(-5도일 때 40라인+4.95일 때 40라인+ +4.95일 때 40라인). 여기서 가장 적은 값을 가지는 각도와 라인이 바른 평행화 라고 한다. (여기서 주의할 점은 시차가 매우 큰 영상일 경우에는 그만큼 기준이 아닌 영상을 기준영상으로 어느 정도 가깝게 이동 시켜 준 다음 라인과 비교해야 한다는 것이다. 그렇게 하지 않을 경우 올바른 라인 평행화가 될 수 없다.)

위의 방법대로 한 결과 반시계 방향으로 1.85도 회전 시킨 영상의 241번째 라인과 기준라인이 가장 올바르게 평행화되었다고 나왔다.

아래의 [그림 11]은 원 영상과 평행화 시킨 영상과의 차분영상이다.



[그림 11] 기준영상과 평행화된 영상과의 차분 영상

이 그림에서 볼 수 있듯이 수평시차는 존재하지만 수직 시차가 없이 비교적 정확하게 평행화가 되었음을 알 수 있다.

6. 구현 및 고찰

본 시스템은 Unix 환경에서 C 를 이용하여 구현하였다. 이 방법은 에피폴라 라인을 이용하는 많은 영상의 전 처리로서 사용될 수 있을 것으로 보인다.

7. 결론

본 논문에서는 스테레오 영상에서의 전처리 과정의 일부인 평행화 기법을 제안하였다.

같은 라인을 찾는 방법에 약간의 보완해야 할

점이 있긴 하지만, 대체적으로 올바른 데이터를 도출한 것으로 보인다.

<감사의 글>

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

[참고문헌]

- [1] , 역 자 : 조강현 유범재
공역, 발행인 : 최정현, 발행처 :
2000년 3월 발행, 3차원 비전, pp.129-134.
- [2]. J.Ribas-Corbera and J.Sklansky, Interframe interpolation of cinematic sequence, J. Visual Communication and Image Representation, vol. 4, no. 4, pp.392-406, Dec. 1993.
- [3] V. S. Grinberg, G. W. Podnar, and M. W. Siegel, "Geometry of Binocular Imaging", Proc. SPIE Vol. 2177, pp. 56 - 65, 1994
- [4]. R. Thoma and M.Bierling, motion compensating interpolation considering covered and uncovered background, Signal Processing : Image Communications, vol. 1, no. 2, pp.191-212, Oct.1989
- [5] <http://image.gwu.ac.kr/영상처리>
- [6] 김경태, 다시점 영상을 위한 중간 영상 합성, 한국광학회 광학과 기술, Vol.5, No.3, pp.22-31, 2001년 7월
- [7] 김미현, 불규칙 삼각망을 이용한 3차원 영상의 순방향 변이 추정고 중간시점 영상 합성, 연세대학교 대학원 전기, 컴퓨터 공학과, 1999년 12월