

시차공간영상에서의 구간별 시차 경로 탐색을 이용한 중간 영상 생성

곽 지 현[†] · 김 경 태^{††}

요 약

본 논문에서는 스테레오 영상으로부터 중간 시점 영상을 생성하는 알고리즘을 제안한다. 사람이 3차원 영상을 자연스럽게 인지하기 위해서는 다시점의 영상이 필요하다. 이를 위해 많은 수의 카메라를 이용하면 시스템이 복잡하고 커지며 전송량도 문제가 된다. 따라서 송신측에서 스테레오 영상만을 촬영하여 송신하고, 수신측에서 여러 장의 중간 시점 영상을 생성하는 방법을 생각할 수 있다.

제안하는 방법은 스테레오 영상간의 시차에 따른 화소의 차로 표현되는 시차공간영상을 생성한다. 시차공간영상을 이용하여 최적의 시차 경로를 탐색하여 시차 지도를 만든다. 최종적으로 정합이 이루어지지 않은 가려짐 영역을 처리한 후에 중간 시점의 영상을 생성한다. 제안한 방법으로 생성한 영상은 30 dB PSNR 이상의 결과를 얻었다.

키워드 : 3차원, 스테레오 영상, 중간 시점 영상, 시차공간영상

Intermediate Image Generation based on Disparity Path Search in Block of Disparity Space Image

Kwak Ji Hyun[†] · Kim Kyung Tae^{††}

ABSTRACT

In this paper, we present an algorithm for synthesizing intermediate view image from a stereoscopic pair of images. An image of multiview is need for people in order to easily recognize 3D image. However, if many cameras are use for that, not only does system get more complicated but also transmission rating cause a big trouble. Hence, stereo images are photograph and issue on the sending side and algorithm to generate several intermediate view image is able to be use on the receiving side.

The proposed method is based on disparity space image. First of all, disparity space image that is depicted by the gap of pixel followed by disparity of stereo image is generated. Disparity map is made by utilizing disparity space image for searching for optimal disparity path then eventual intermediate view image is generated after occlusion region which does not match is processed. Experimental results illustrate the performance of the proposed technique and we obtained a high quality image of more than 30 dB PSNR.

Key Words : 3D, Stereo Image, Intermediate View Image, Disparity Space Image, DSI

1. 서 론

3차원 디스플레이 시스템은 통신, 교육, 의료, 상업 광고 등에 이용된다. 19세기 중반 이후 급격히 발전된 영상처리 기술은 현실감을 표현할 수 있는 3 차원 디스플레이 기술이 주목을 받고 있다. 3차원 영상 기술의 응용 분야를 구현하기 위한 원천 기술은 스테레오 영상으로부터 3차원 정보를

추출하는 기술이다[1].

사람이 사물을 3차원으로 인식할 수 있는 요인에는 여러 가지가 있으나, 그 중 가장 큰 요인은 좌우 양안이 약 60mm로 떨어져있어 서로 다른 영상을 보기 때문이다. 이 두 개의 다른 영상 즉, 스테레오 영상이 뇌로 전달되어 사람이 입체감을 인지한다. 사람의 이러한 생리학적 원리를 이용하여, 양쪽 눈에 스테레오 카메라로 촬영한 영상을 보여 주어 인위적으로 사람에게 입체감을 느끼게 할 수 있다.

그러나, 이를 위하여는 고려해야 할 문제가 있다. 그 한 쌍의 스테레오 영상만을 보여주면 입체 시점이 한곳으로 제한되어 관찰자의 움직임에 제약을 받게 된다는 문제이다. 이에 여러 쌍의 스테레오 영상들로 시점을 확장하여야만 관

* 본 연구는 2006년도 한남대학교 교비 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 논문에 사용된 마네킹 영상은 2003년 저자가 일본 통신총합연구소에서 연구하기 위하여 촬영한 영상으로서 일본 통신총합연구소에 감사드린다.

† 정 회 원 : 충북과학대학 정보통신학과 겸임교수 (교신저자)

†† 정 회 원 : 한남대학교 정보통신공학과 교수

논문접수 : 2007년 11월 22일, 심사완료 : 2007년 12월 7일

찰자가 자유로이 움직일 수 있고 피로감도 덜 느끼게 된다. 다수의 스테레오 영상의 제공은 단일 스테레오 영상에 비해 시점 수는 증가하나 전송을 위해 넓은 주파수 대역이 필요하고, 촬영을 위한 카메라 설정과 설치 비용 등의 문제가 또 발생하게 된다[2][3].

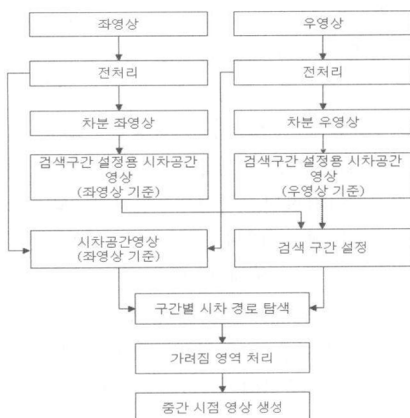
따라서, 한정된 시점의 영상으로 자연스럽게 연속적인 영상을 제공하고 동시에 전송 데이터 량도 감소시킬 수 있는 기술로 수신단에서 중간 시점의 영상을 생성하는 방식이 연구되고 있다. 여러 시점에서 영상을 촬영하는 대신에 스테레오 영상으로부터 시차 정보를 얻어 중간 시점에 있는 가상의 카메라가 촬영한 것 같은 영상들을 생성하는 기술이다.

시차 정보는 스테레오 영상간의 정합을 통해 얻으며, 지금까지 많은 방법들이 제안되었다. 하지만, 여전히 정확한 정합을 이루기는 쉽지 않다. 기존 방법들은 복잡성과 구현의 용이성, 처리 시간의 문제들을 내포하고 있어 간단하면서도 효과적인 방법에 대한 연구는 꾸준히 요구되고 있다[4].

스테레오 영상으로부터 시차 정보를 얻는 정합 방식은 특징 기반 방식, 화소 기반 방식, 객체 기반 방식, 블록 기반 방식, 그리고 에너지 기반 방식 등이 있다. 에너지 기반 방식 중에서 시차공간영상(disparity space image)을 이용하여 최소 비용 경로를 찾아 정합하는 방식은 비용 경로가 연속적인 특성으로 인해 기존 방법들보다 정확하고 안정된 결과를 나타낸다[5][6].

시차공간영상은 좌 영상과 우 영상 간의 모든 시차들에 따른 화소값의 차이를 나타낸 영상이다. 본 논문에서는 한 쌍의 스테레오 영상으로부터 시차공간영상을 생성하고, 스테레오 영상내의 물체의 경계 정보를 통해 구간을 설정한 후, 구간별로 최적의 시차 경로를 찾아 시차 지도를 얻는 방법을 제안한다. 기존의 방법들은 시차공간영상을 이용하여 최적의 시차 경로를 스캔라인상의 전 구간에 대하여 탐색하므로 계산 시간이 많이 소요되고, 가려짐 영역에 의한 불연속적인 특성을 고려하지 않아 오정합을 유도하기도 했다.

본 연구에서는 스테레오 영상의 최대 가능 시차를 고려해 탐색영역의 범위를 줄여 계산량을 감소시켰으며, 또한 영상을 구성하는 개체별로 구간을 설정하여, 오정합의 문제를 해결하였다.



(그림 1) 알고리즘의 전체 흐름도

(그림 1)은 전체 알고리즘의 흐름도이다. 스테레오 영상이 입력되면, 좌우 영상에 각각 전처리를 한다. 구간 설정을 위하여 좌 영상과 우 영상의 차분 영상을 만들고 차분 영상에 대한 시차공간영상을 만들어 물체의 경계 정보를 구한다. 그리고 좌 영상과 우 영상의 시차공간영상을 생성한다. 동적 계획법을 이용하여 개체의 경계 정보와 시차공간영상을 이용하여 구간 별로 정합이 이루어진다. 정합되지 않은 영역은 가려짐 영역으로 판단하고 4장에서 기술된 방법을 이용하여 처리한 후 최종적으로 중간 시점 영상을 생성한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 전처리 방법과 시차와 깊이와의 관계, 시차공간영상의 생성 및 구조적 특성을 기술하였다. 3장에서는 시차공간영상에서의 최적의 시차 경로를 탐색하기 위한 구간 설정 방법을 소개하였고, 구간별 스테레오 정합을 통하여 시차 지도를 완성하였다. 4장은 대응점을 찾을 수 없는 가려짐 영역에 대한 처리를 보여주며, 5장은 제안된 알고리즘을 이용하여 영상에 적용한 실험 결과와 그 성능을 PSNR를 통하여 나타냈고, 마지막으로 6장에서 본 연구의 결론을 맺었다.

2. 시차 공간 영상(disparity space image)

2.1 전 처리

전 처리는 영상의 질을 개선하거나 영상을 특정한 응용 목적에 맞도록 변환시키는 영상 처리를 의미한다. 본 연구에서는 좌우 영상을 같은 조건에서 촬영된 영상으로 만들기 위하여 히스토그램 평활화와 평균, 분산 처리를 수행하였다.

영상 히스토그램은 영상의 명암 값 프로필을 보여주기에 사용되는 매우 중요한 도구이며, 영상의 구성 즉, 명암 대비 및 명암 값 분포에 대한 정보를 나타낸다. 히스토그램 평활화는 좌 영상과 우 영상 각각의 영상내 화소 간의 명암 대비를 크게 한다.

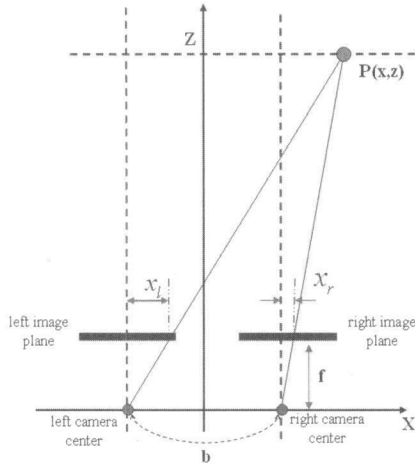
또한, 동일한 카메라로 획득한 영상이라도 주위의 환경이나 카메라 입력 센서가 다르기 때문에 물리적으로 같은 광량을 가지는 점의 화소 값이 좌우 영상에서 차이가 발생한다. 문제점을 해결하기 위해서 좌우 영상의 평균과 분산을 같도록 했다.

2.2 깊이와 시차

사람은 좌안과 우안 사이의 거리에 따라 시차가 발생하여 3 차원의 입체시를 느낀다. (그림 2)는 카메라로 촬영된 좌우 영상에서 개체와 사람의 깊이 차이에 따른 시차 변화를 나타낸다.

물체의 한 점 $P(x, z)$ 는 좌측 카메라와 우측 카메라에 의해 좌측 영상면 x_l , 우측 영상면 x_r 에 투사된다. 이때 $P(x, z)$ 와 관찰자(혹은 카메라) 사이의 거리에 관련되는 x_l, x_r 의 상대적인 위치가 시차(disparity)이며, (1)과 같다.

$$d = x_r - x_l \tag{1}$$



(그림 2) 깊이와 시차의 관계

시차 d 는 개체와 관찰자와의 거리가 가까워질수록 커지고, 멀어질수록 작아진다[7]. 이는 사람이 실제계를 3차원으로 느끼게 하는 중요한 요인이 된다. 즉, 스테레오 영상에서 시차 정보는 영상을 구성하는 개체들 간의 상대적인 깊이 정보를 얻는다는 의미와 같다.

2.3 시차공간영상 (disparity space image)의 구조

시차공간영상은 앞 절에서 기술한 시차정보를 얻기 위한 도구로 이용된다. 시차 공간 영상은 스테레오 영상에 스캔라인의 쌍으로 정의된다[8][9]. 좌영상의 가로가 N 이고 세로가 M 이라면 i 번째 라인의 N 개의 화소를 위한 명암도 $I_L(x,i)$ 는 다음 식(2)과 같다.

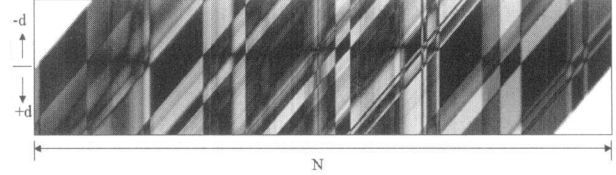
$$I_L(x,i) \quad 0 \leq x \leq N \text{ and } 0 \leq i \leq M \quad (2)$$

시차공간영상은 좌 영상(혹은 우 영상)을 기준으로 우 영상(혹은 좌 영상)으로 일정한 시차 범위만큼 화소 값의 차를 영상으로 표현해 놓은 것이다. 좌 영상을 기준으로 우 영상으로의 시차 공간 영상은 식 (3)로 정의된다.

$$DSI_i^L(x,d) = |I_L(x,d) - I_R(x+d,i)| \quad (3)$$

when, $0 \leq (x+d) \leq N, -D \leq d \leq D$

여기에서 DSI_i^L 는 좌영상을 기준으로 영상의 i 번째 스캔라인에서 생성한 것이다. x 는 스캔라인의 가로축 좌표이며 동시에 시차공간영상의 가로축 좌표가 된다. d 는 시차공간영상의 세로축 좌표이며, 시차 값을 의미하고 최대 가능 시차 $-D$ 에서 D 까지 값을 가진다. 기존의 시차공간영상 알고리즘에서는 최대 가능 시차를 고려하지 않고 스캔라인상의 모든 화소에 대해 시차공간영상을 생성한다. 하지만, 실제적으로 시차가 영상 전체를 비교할만큼 크지 않으므로 본 연구에서는 D 값에 제한을 두어 오정합을 방지하



(그림 3) 시차공간영상(disparity space image)

고 계산량을 줄일 수 있었다.

스테레오 영상의 정합은 다음 식 (4)가 성립되는 시차를 찾는다.

$$DSI_i^L(x,d) = 0 \quad (4)$$

그러나, x 좌표에 대한 시차 d 의 탐색은 정확한 시차 값을 찾기가 어려우며, 그 이유는 다음과 같다.

- 촬영된 좌우 영상은 노이즈가 있어서 대응되는 모든 $DSI_i^L(x,d)$ 의 값이 0(zero) 이 아닐 수 있다.
- 정확한 시차 d 값이 아님에도 $DSI_i^L(x,d)$ 의 값이 0(zero) 일 수 있다.
- 가려짐 영역으로 인해 특정 x 좌표의 화소와 대응되는 화소를 찾을 수 없다.

본 논문에서는 위의 세 가지 문제점을 고려하여 알고리즘을 연구하였다. (그림 3)은 실제 좌 영상을 기준으로 우 영상으로 생성한 시차공간영상을 나타낸다.

(그림 3)과 같은 시차공간영상에서 세가지 특성을 볼 수 있다.

- 영상 내 검은색의 가로선은 최적의 시차경로이다.
- 수직선들은 좌 영상의 i 번째 스캔라인에서 개체들의 경계 정보이다.
- 대각선들은 우 영상의 i 번째 스캔라인에서 개체들의 경계 정보이다.

첫 번째 특성의 경로를 찾아내는 것이 목적이며, 두 번째 특성은 대응점 탐색을 위한 구간 설정 시 중요하게 이용된다.

3. 스테레오 영상의 정합

3.1 스테레오 정합을 위한 구간 설정

(그림 3)에서 보여지듯이 시차공간영상의 시차 경로는 같은 개체 내에서 연속적이지만 다른 개체와는 불연속적이다. 이는 앞에 있는 개체는 시차가 크고 뒤에 있는 개체는 시차가 작게 나타나고, 또한 앞에 있는 개체에 의해 뒤에 있는 개체가 가려짐으로 좌 영상과 우 영상 중 어느 한 쪽 영상에만 나타나 대응점을 검색할 수 없는 가려짐 영역에 의한

개체들과 카메라와의 거리 차이로 생기는 현상이다.

기존의 연구들은 이러한 특징을 고려하지 않고 시차공간영상의 처음부터 끝까지 연속적으로 동적 계획법을 이용하여 스테레오 정합을 수행한다[10]. 따라서 오정합이 발생하며 계산시간도 오래 걸린다. 본 연구에서는 기존의 문제점을 보완하기 위해 개체의 경계 정보를 이용하여 구간을 설정한 후 최적의 시차 경로를 탐색하는데 초점을 두었다.

경계 정보를 얻기 위해 좌 영상과 우 영상을 각각 차분 영상으로 변환한다. 차분 영상은 같은 영상 내의 인접한 화소 간의 차이를 표현한 영상으로 동일 개체 내에서는 그 차이가 작지만, 개체의 경계에서 크게 나타난다. 차분 영상은 식 (5)로 정의된다.

$$Diff_L(x, y) = |I_L(x, i) - I_L(x + 1, i)|$$

$$0 \leq x \leq N, 0 \leq i \leq M \quad (5)$$

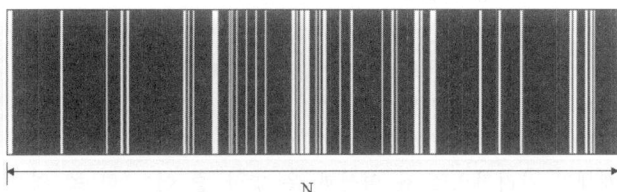
좌영상의 가로가 N 이고 세로가 M 이라면, $Diff_L(x, y)$ 는 좌영상의 차분 영상이다. 좌영상 $I_L(x, i)$ 의 x 번지의 화소값과 인접한 $x+1$ 번지의 화소값 차의 크기로 표현된다. 생성된 차분 영상만으로도 개체의 경계 정보를 얻을 수 있지만, 경계선이 끊어지거나 복잡한 경계선이 나타나므로 정확성을 높이기 위하여 예지가 두드러질 수 있는 처리를 해야 한다.

본 논문에서는 정확한 예지 정보를 얻기 위하여 시차공간영상을 이용하였다. 앞 절에서도 기술하였듯이 시차공간영상은 좌영상을 기준으로 우영상으로 생성되었을 때 수직의 선이 좌영상 개체의 경계 정보이다. 또한, 반대로 우영상을 기준으로 좌영상으로 시차공간영상이 생성되었을 때 수직의 선은 우영상 개체의 경계 정보이다.

좌측 차분영상에서 우측 차분영상으로, 우측 차분영상에서 좌측 차분영상으로 각각 시차공간영상을 생성한다. 두 시차공간영상에 대한 모든 예지 정보를 포함하도록 검색 구간을 설정한다. (그림 4)는 본 연구에서 생성한 시차공간영상을 이용한 예지 정보를 영상으로 표현한 것이다.

흰색 라인이 경계이며, 검은색 면이 하나의 동일한 개체를 의미한다. 시차 경로를 탐색할 때에 경계선과 경계선 사이를 하나의 구간으로 설정하여 구간 내에서 독립적인 시차 경로를 탐색한다.

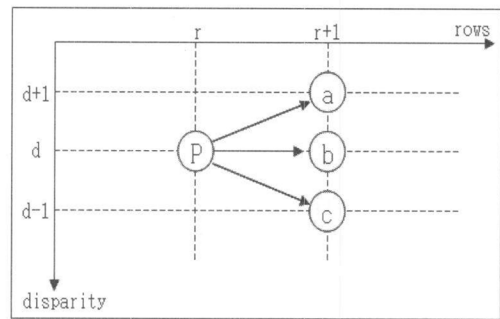
그림에서 구간이 너무 작은 개체들은 인접한 구간과 병합하여 오정합을 방지한다.



(그림 4) 시차공간영상을 이용한 예지 영상의 예

3.2 스테레오 영상의 정합

시차공간영상이란 스테레오 영상 간 동일한 스캔라인 상에서 화소의 밝기 차에 의해 생성되는 영상을 말한다. 시차공간영상에서 시차 경로는 같은 개체내의 시차 경로가 연속적인 특성을 이용하여 최소비용 경로를 찾는다. (그림 6)은 최적의 시차를 찾아내기 위한 탐색 경로를 보여준다. 임의의 점 P 에서 진행하는 최소비용 경로는 세 방향의 a, b, c 로 지정할 수 있다. 따라서 P 점에서 진행하는 최소비용은 a, b, c 의 비용 중 가장 작은 비용에 P 점까지의 시차공간영상 값을 더한 값이 된다.



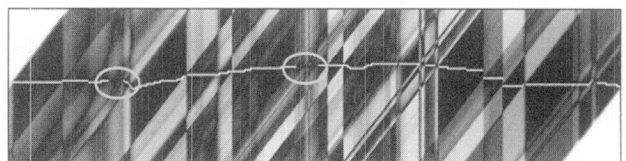
(그림 5) 최적의 시차를 찾기 위한 탐색 경로

식 (6)은 제한된 정합경로로부터 비용을 계산하는 관계를 나타낸다. $C(x)$ 는 x 점에서의 비용 행렬 값, $DSI(x)$ 는 x 점에서의 시차공간영상 값을 나타낸다.

$$C(r+1) = C(r) + \min(DSI(a), DSI(b), DSI(c)) \quad (6)$$

$C(r)$ 은 P 점까지의 비용으로, 제한된 경로의 시차공간영상의 점들 $DSI(a), DSI(b), DSI(c)$ 중 가장 작은 값을 선택하여 다음의 비용 $C(r+1)$ 과 시차 경로를 결정한다. 이 때 구간에서 최소 비용 경로를 찾았다고 해서 최종 시차 경로로 판정하는 것은 아니다. 좌우 영상 간에는 대응점을 찾을 수 없는 가려짐 영역이 있기 때문에 최소 비용의 임계치를 두어 오정합을 방지해야 한다.

그러나, 임계치보다 작으면서 최소 비용값이 같은 경로가 발생한다. 이때 최적의 경로를 선택하기 위하여 같은 값을 같은 경로들에 대해서만 경로를 되돌아가며 영상의 Red, Green, Blue 채널의 값들로 비용을 계산하여 그 값이 가장 작은 경로를 최적 경로로 판단한다. 이 과정을 통하여 생성 영상의 질이 더욱 향상되었다. (그림 6)은 본 방법으로 생성된 시차경로 영상이다.



(그림 6) 시차 경로

그림에 흰색으로 표시된 선이 최종적으로 결정된 시차 경로이다. 구간 내의 경로는 연속적인 특성이 나타나며, 구간 간에는 불연속적인 특성이 나타남을 알 수 있다. 그림에 원으로 표시된 경로가 설정되지 않은 구간이며 가려짐 영역으로 판단한다[11][12].

4. 가려짐 영역(Occlusion Region) 의 처리

가려짐 영역은 앞에 있는 개체에 의해 뒤에 있는 개체가 가려져서 좌 영상과 우 영상 중 어느 한 쪽에만 존재하는 영역이다. 즉, 시차공간영상을 이용하여 찾아낸 영역은 좌우 영상에 공통으로 존재하여 대응점을 탐색할 수 있는 영역이지만, 그 외의 영역은 대응점이 없는 가려짐 영역으로 판단한다.

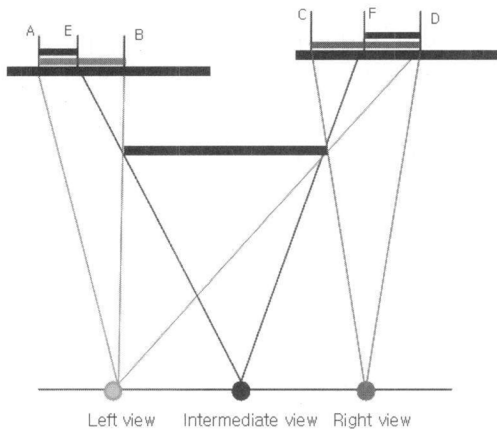
(그림 7)은 실제계에서 개체가 좌, 우, 중간 시점에 어떻게 맺히지는지를 보여준다.

특성에 따라 영역을 분류해보면,

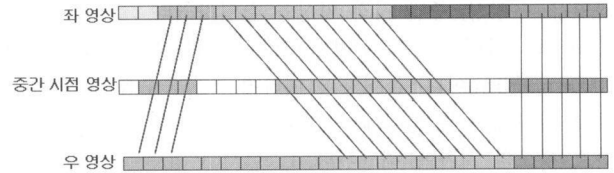
- AB 영역은 우안에는 보이지 않고 좌안에만 보여지는 영역이다.
- CD영역은 좌안에는 보이지 않고 우안에만 보여지는 영역이다.
- AE 영역은 중간과 좌안에 보여지는 영역이다.
- FD 영역은 중간과 우안에 보여지는 영역이다.

(그림 7)에서 세 대의 카메라로 영상을 획득하고 좌 영상으로 우 영상으로 대응점을 찾아 시차 정보를 얻어 중간 시점의 영상을 생성하게 된다. 그림의 AB, CD 영역은 각각 좌안과 우안 중 어느 한쪽에만 존재하는 영역 즉, 가려짐 영역으로 대응점이 없다. 그러나 이 중 AE, FD 영역은 중간 시점에는 존재하는 영역으로 중간 시점 영상에 생성해야 한다. 대응점이 없으므로 앞에서 설명한 스테레오 정합법에 의해서는 생성할 수 없다.

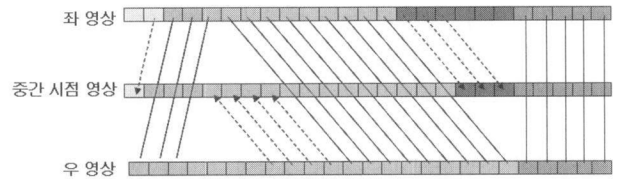
(그림 7)을 통하여 AE, FD 영역의 특성을 알 수 있다. 좌 영상에는 있지만 우 영상에는 없는 AE 영역은 좌 영상에서 화소 값을 가져와야 하며 가려짐 영역의 좌측에서는



(그림 7) 좌우 시점에 따른 카메라 기하



(그림 8) 스테레오 정합의 일차원적 지도



(그림 9) 가려짐 영역의 처리

연속이다. 우 영상에는 좌 영상에는 없는 FD영역은 우 영상에서 화소 값을 가져와야 하며 가려짐 영역의 우측에 연속이다[11][12][13].

(그림 8) 은 가려짐 영역의 특성을 파악하기 위하여 알고리즘에서 시차공간영상을 이용하여 구간별 좌 영상과 우 영상의 대응점을 찾아 중간 시점 영상을 생성한 모습을 일차원의 영상으로 표현하고 있는 것이다.

중간 시점 영상에서 흰색으로 남아 있는 영역은 가려짐 영역으로 좌 영상이나, 우 영상 중 어느 한쪽에 존재하므로 그림을 통하여 좌측 가려짐 영역은 좌 영상의 좌측에 연속적이며, 우측 가려짐 영역은 우 영상의 우측에 연속적임을 확인할 수 있다. 그러므로 가려짐 영역을 처리할 때에는 본 특성을 이용하여 그림9에 보여지는 것처럼 좌 영상에 가려짐 영역이 존재하는 경우는 좌 영상의 좌측에서, 우영상에 가려짐 영역이 존재하는 경우는 우 영상의 우측에서 화소를 가져와야 한다.

5. 실험 및 결과

중간 시점 영상을 객관적인 수치로 표현하기 위해 PSNR를 이용하였다. 성능을 평가하기 위한 PSNR의 계산식 (7)은,

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [I(x, y) - I'(x, y)]^2$$

$$PSNR = 20 \times \log_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (7)$$

이다.

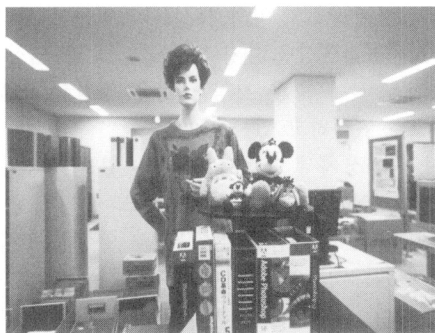
M, N 은 각각 영상의 가로, 세로의 크기이고 $I(x, y)$ 와 $I'(x, y)$ 은 원 영상과 합성된 영상으로 나타낸다.

(그림 10)은 “MANNEQUIN” 영상으로, 본 연구에서 제안한 방법의 성능을 평가하기 위해 일본의 Cannon사에서 생산된 EOS-1카메라를 수직 시차가 생기지 않도록 정밀하게 수평으로 설치하고, 실험실 내에 마네킹과 인형 등을 놓고

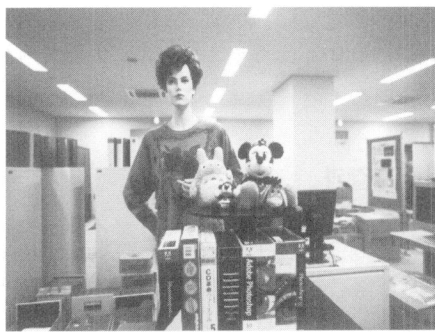
좌영상, 우영상, 중간 시점 영상을 촬영하였다.

좌우의 카메라 간격은 4cm이며, 물체들은 카메라로부터 1000cm~80cm이다. 물체가 카메라에 가까울수록 시차는 크게 나타나는데 본 영상에서 가장 가까이 있는 책들이 약 40 화소 정도의 시차에 해당된다. (그림 10) (a)는 스테레오 영상 중 좌 영상이고, (그림 10) (b)는 우 영상이다.

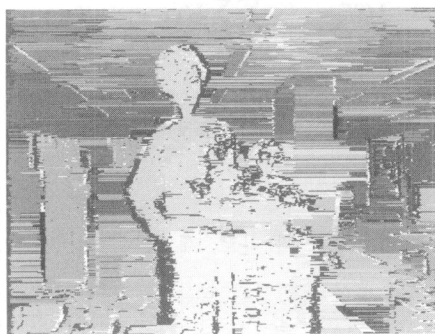
(그림 10) (c) 는 3.2절에서 제안된 방법을 통하여 얻은 시차 지도이다. 시차 지도는 좌영상과 우영상 간의 시차를 탐색하여 그 크기를 영상으로 표현한 것이다. 시차공간영상이 스캔라인을 기준하기 때문에 가로로 미세한 줄들이 나타나고 물체가 복잡하게 놓였거나, 무늬가 있는 경우에는 검색 구간이 조밀하게 나뉘어져서 정합이 제대로 이뤄지지 않기도 하였다. 그러나, 그림에서 확인되듯이 가까이 있는 물체는 시차가 커서 흰색에 가깝게, 뒤에 있는 물체는 시차가 작아서 검은색에 가깝게 나타나고 있다. 또한, 물체들의 깊이 차로 인해 발생하는 가려짐 영역은 대응점을 탐색할 수



(a)

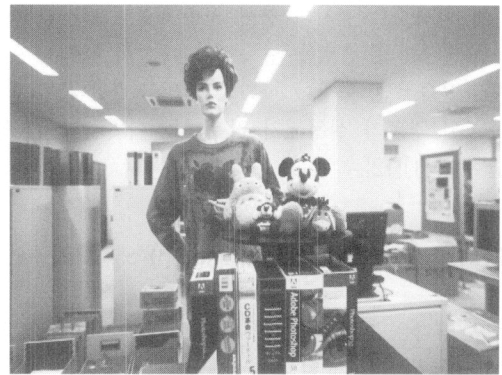


(b)

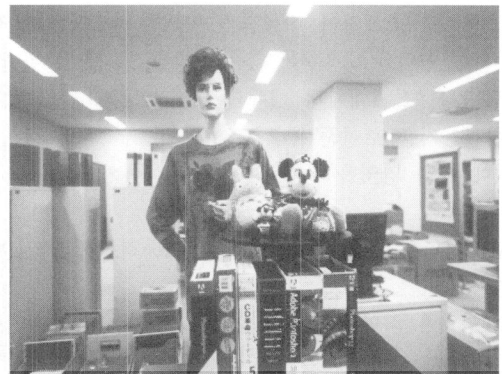


(c)

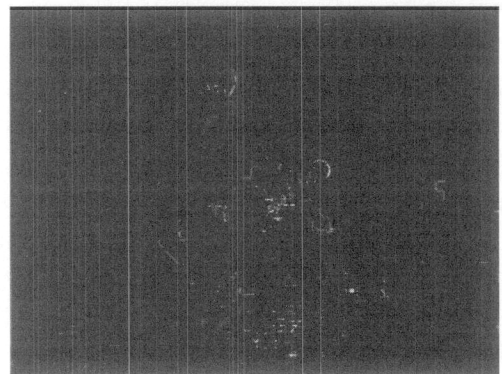
(그림 10) 스테레오 영상 : (a) 좌 영상, (b) 우 영상, (c) 제안된 방법에 의해 생성된 시차지도



(a)



(b)



(c)

(그림 11) 결과 영상 : (a) 원 중간 영상, (b) 제안된 방법에 의해 생성된 중간 영상, (c) 원 영상과 생성된 영상간의 차이

없으므로 검은 색으로 표현했는데, (그림 10) (c)의 인형이나 책 또는 다른 물체들의 경계에 검은 영역이 나타난다.

(그림 11)(a)는 촬영을 통해 얻은 중간 시점 영상이며, (그림 11) (b)는 제안된 방법으로 생성한 중간 시점 영상이다. (그림 11) (c)는 가시적으로 두 영상의 차이를 표현하였다.

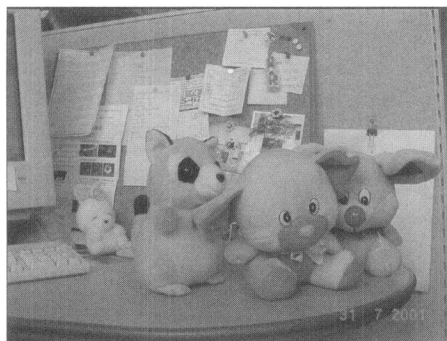
(그림 12)는 “MANNEQUIN” 영상 외에 실험에 사용된 원 중간영상과 알고리즘에 의해 생성된 중간영상들을 나타냈다. “DOLL & FLOWERS” 영상은 400×300의 영상으로 카메라를 수평으로 배치하고 촬영한 영상이다. 좌영상과 우영상 간의 시차는 크지 않다. “TOYS” 영상은 크기가 640×480이며, 기본 시차가 큰 영상으로 실제 본인이 실험실에서 촬영한 영상이다. 표 1은 실험 영상들에 대한 원 중간영상과 생성영상간의 PSNR값을 나타낸 표이다.



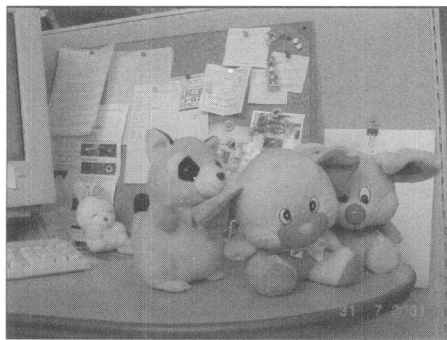
(a)



(b)



(c)



(d)

(그림 12) 실험 및 결과 영상 : (a) "DOLL & FLOWERS" 원 중간 영상, (b) "DOLL & FLOWERS" 생성된 중간 영상, (c) "TOYS" 원 중간 영상, (d) "TOYS" 생성된 중간 영상

<표 1> 실험 결과

실험 영상	PSNR(dB)
"MANNEQUIN"	31.6
"DOLL & FLOWERS"	30.9
"TOYS"	32

6. 결 론

사람은 좌우 양안에 스테레오 카메라로 촬영한 영상을 제시하면 인위적으로 원근감을 제공할 수 있다. 그러나, 좌우 한 쌍의 영상만을 부여하면 입체 시점이 하나로 제한되어 관찰자가 자유로이 행동할 수 없어 심한 피로감을 느끼게 된다. 사람이 자연스러운 입체시를 느끼기 위해서 다 시점의 영상들이 필요하게 된다.

사람에게 다시점의 영상을 제공하는 방법에는, 여러 대의 카메라를 이용하여 필요한 영상의 수만큼 촬영하여 송신하는 방법이 있다. 그러나 이 방법은 여러 대의 카메라를 수평으로 정밀하게 장착해야 하므로 설치에 대한 부담감과 시설비용이 커질 수 있으며, 카메라 기하로 인하여 불안정한 입체시가 형성될 가능성이 크고, 다시점의 영상 신호를 전송하기 위한 넓은 주파수 대역의 제공 문제 등이 나타난다.

그러므로 스테레오 영상을 송신하여 수신단에서 두 영상으로부터 시차 정보(Disparity Map)를 찾아 중간 시점의 영상들을 생성한다. 중간 시점 영상 생성의 연구는 위에서 제시한 카메라 기하, 전송량, 설치 비용 등의 문제들을 해결한다[14].

본 연구에서는 평행하게 놓인 카메라로부터 획득된 한 쌍의 스테레오 영상에 대하여 시차공간영상을 구성하고, 스테레오 영상들의 차분영상에서 시차공간영상의 특성을 이용하여 구간을 생성한 후, 구간별로 최적의 시차 경로를 탐색하여 중간 시점 영상을 생성하는 알고리즘을 제안하였다. 시차공간영상을 이용한 스테레오 정합 방법은 주변 영역의 정보를 포함하고 있으며, 화소 단위의 조밀한 시차 경로 탐색에서 계산속도도 빠르고 효율적이며 우수한 방법으로 인정되고 있다. 그러나, 화소 단위의 시차 경로 탐색은 스테레오 영상에서 동일 개체 내 시차의 연속성과 개체간 시차의 불연속성을 고려하지 않고 전구간에 걸쳐 연속적으로 시차의 경로를 탐색하였고, 후에 정합을 임계치에 의하여 인정하지 않는 방법을 사용했기 때문에 오류를 피할 수 없다.

또한, 시차공간영상의 특성을 최대한 활용하여 개체 별로 시차 경로를 탐색하였기 때문에 동일 개체 내의 연속성과 개체간의 불연속성 문제를 해결하였다. 또한 최적 경로 탐색 시 정합의 진행 방향을 고려하여 최적의 시차 경로를 찾게 하였다. 이후, 대응점이 탐색되지 않은 가려짐 영역에 대하여는 카메라의 기하적 특성에 맞춰 보간을 행하여 30dB PSNR 이상의 보다 정확한 영상을 생성하였다. 앞으로는 수직시차에 대한 적극적인 고려하여 중간영상을 합성하는 알고리즘을 개발할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] R. Hartley and A. Zisserman, 'Multiple view Geometry in computer vision', Cambridge Univ. Press, 2000.
- [2] Ji-Hyun Kwak, V. Komar, Kyung-Tae Kim, "Synthesizing Intermediate Image Using Stereoscopic Images," Journal of

the Optical Society of Korea, 2002.8.

- [3] Kyung-tae Kim, Ji-hyun Kwak, "Comparison of irregular decomposition and full-search block matching for intermediate-image generation," 제 11회 광전자 및 광통신 학술회의 논문집 VOL. 11 No.1 p.59~60, 2004년 5월
- [4] Kyung-tae Kim, Ji-hyun Kwak, V.Komar, "Synthesizing Intermediate Image Using Contour Images," International Display Workshop '02, Jan. 2004.
- [5] D. Geiger, B. Ladendorf, and A. Yuille, "Occlusions and binocular stereo," Intl. Journal of Computer Vision, Vol. 14, No.3, pp. 211-226,1995
- [6] Y. Ohta, and T. Kanade, "Stereo by intra- and inter-scanline search using dynamic programming," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.7, pp. 139-154, 1985.
- [7] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck, 'Machine Vision', MIT press, 1995.
- [8] Stephen S. Intille and Aaron F. Bobick, "Disparity - Space Image and Large Occlusion Stereo," In ECCV, pp. 179-186, 1994.
- [9] R.E.H. Franich, R.L. Legendijk, J. Biemond, "A disparity space image path," International Workshop on Stereoscopic and Three Dimensional Imaging, pp.122-127 September 6-8, 1995.
- [10] 이종민, 김대현, 최중수, "시차공간영상을 이용한 스테레오 정합에 관한 연구", 전자공학회논문지 제 41 권 SP 제 6 호, pp. 867-876, 2004.
- [11] 광지현, 김경태, "시차공간영상에서의 가변 블록 매칭을 통한 중간 영상 생성", 2004년도 한국통신학회 추계종합학술대회 논문 초록집 Vol. 30, p.117, 2004.
- [12] Kyung-tae Kim, "Comparison of Irregular Quadtree Decomposition with Full-search Block Matching for Synthesizing Intermediate Images," J. of Optical Society of Korea, Vol. 8, No. 3, pp. 108-114, 2004.
- [13] Kyung-tae Kim, "Intermediate image generation using irregular quadtree decomposition", 10th Asia-Pacific conference on communication and 5th international symposium on multi-dimensional mobile communication proceedings, vol. 2, pp.676-680,2004, Beijing China. 2004.
- [14] S.E. Chen, L. Williams, "View Interpolation for image Synthesis," In Proc. SIGGRAPH 93, pp. 279~288, 1993.



곽 지 현

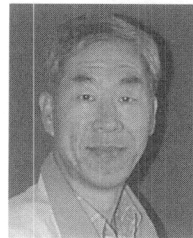
e-mail : jhkwak_76@nate.com

2000년 한남대학교 정보통신학과(학사)

2002년 한남대학교 대학원 정보통신학과
(공학석사)

2005년 한남대학교 대학원 정보통신학과
(공학박사 수료)

2005년~현재 충북과학대학 정보통신학과 겸임교수
관심분야: 3D 디스플레이, 컴퓨터비전, 영상합성 등



김 경 태

e-mail : ktkim@hnu.kr

1972년 경북대학교 전자공학과 (공학사)

1981년 연세대학교 대학원 전자공학과
(공학석사)

198년 Tohoku University, Japan, 전기
및 통신 전공(공학박사)

1986~1991 한국전자통신연구원 신호처리연구실장
1991~현재 한남대학교 정보통신공학과 교수
관심분야: 3D 디스플레이, 영상합성, 신호처리 등