

논문97-2-2-13

중간 영상 합성을 위한 다해상도 다기선 스테레오 정합 기법

박 남 준*** 이 제 호*, 권 용 무*, 박 상 회**

Multi-Resolution MBS Matching Technique for Intermediate Image Synthesis

Nam-Jun Park***, Je-Ho Lee*, Yong-Moon Kwon*, Sang-Hui Park**

요 약

본 논문에서는 중간 영상 합성을 위한 거리 정보 추출에 관한 방법을 제안한다. 거리 정보의 추출을 위한 스테레오 정합 방법 중 여러 대의 카메라를 사용함으로써 정합의 정확도를 높인 MBS(Multiple-Baseline Stereo) 방법이 있다. 그러나 MBS 방법은 정합창을 고정함으로써 깊이맵의 경계선 연장(boundary overreach) 문제를 가져왔고 또한 폐색 영역에 대한 적절한 처리 방법을 제시하지 않고 있다. 또한 정확도를 높이기 위하여 처리 시간의 증가를 가져왔다.

본 논문에서는 정합창을 사용함으로써 발생하는 깊이맵의 경계선 연장 문제를 해결하며 처리 시간을 줄일 수 있는 방법론으로서 계층적 방법인 MR-MBS (Multi-Resolution MBS) 방법을 제시한다. 또한 폐색 영역에 대한 처리 방법으로 카메라 배치를 고려한 적응적 폐색 영역 처리 방법을 제안한다.

Abstract

In this paper, we propose a depth information extraction method for intermediate image synthesis. As stereo matching method, MBS(Multiple-Baseline Stereo) method has been proposed, in which the matching accuracy increases by using the multiple camera, but there are some inherent problems such as computational complexity, boundary overreach(BO) in depth map, and occlusion.

So, we propose the modified version of MBS so called Multi-Resolution MBS(MR-MBS). Moreover, we also propose an adaptive occlusion area processing technique to improve the accuracy of the depth information in occlusion area.

I. 서 론

최근 대두되고 있는 3D-TV는 기존의 2D-TV에 현실감과 실재감을 높여 주어 사물이 실제 존재하는 것과 같은 효과를 주고자 한다. 이를 구현하기 위해서 핵심적으로

필요한 기술이 다시점 영상 표시 기술이다. 즉 다시점 영상 표시 기술이란 관찰자의 위치가 움직임에 따라 그 위치에 해당하는 영상을 관찰자의 눈에 보이도록 하는 기술을 말하며 이를 위해서는 모든 위치에 해당하는 영상을 가지고 있어야 한다. 그러나 현실적으로 무한개의 영상을 저장하고 전송하는 방식은 구현이 불가능하므로 유한개의 영상으로부터 중간의 영상을 합성해 내는 기술을 요하게 된다[1].

카메라로부터 획득한 영상에서 그 중간에 있는 영상을 합성해 내는 기술은 여러 가지가 제시되어 왔으나 크게 컴퓨터 그래픽스 쪽에서의 접근과 컴퓨터 비전 쪽에서의 접근으로 나누어 볼 수 있다. 먼저 컴퓨터 그래픽스 쪽의

* 한국과학기술연구원 영상미디어 연구센터
Imaging Media Research Center, KIST

** 연세대학교 전기공학과
Electrical Engineering, Yonsei University

접근으로는 대표적으로 모핑이론을 적용한 View Interpolation 방식[2], Plenoptic 모델링을 통한 방식[3] 등이 제안되고 있다. View Interpolation 방식은 Image flow를 구한 뒤 모핑이론을 사용하여 중간 영상을 합성하는 방식으로 합성 범위가 카메라와 카메라 사이에 있는 부분으로 제한된다. Plenoptic 모델링 방식은 environment map을 제안하여 한 기준 위치에서 본 360도의 view를 합성한다. 그러나 다른 위치의 영상을 합성하지 못하는 제약을 갖고 있다.

한편 컴퓨터 비전 쪽에서의 접근은 거리 정보를 이용한 방식으로 일반적으로 이를 구하기 위해 서로 다른 두 영상간의 대응점을 찾는 스테레오 정합을 사용한다. 즉 정합을 통해 추출한 대응점의 위치 좌표와 카메라의 위치 정보, 초점거리 등의 정보를 삼각 측량법에 적용하여 카메라로부터 물체까지의 거리 정보를 추출한다. 이렇게 구한 거리 정보를 삼각 측량법에 다시 적용하여 중간 위치에 있는 영상에 대한 대응점의 위치 좌표를 계산한다. 최근에는 두 분야에서의 접근 방법을 접목시키는 연구도 많이 제시되고 있으나 기본적으로는 스테레오 정합에 근거한 방법들이 대부분을 이루고 있다.

일반적인 거리 정보의 추출과는 달리 중간 영상 합성에 필요한 거리 정보의 추출 방식은 중간 영상의 모든 화소에 대한 거리 정보를 구하여야 하므로 정확하고 조밀한 거리 정보(깊이맵)의 추출이 필요하다. 또한 자연스러운 동영상 제작을 지향하고 있으므로 처리 속도의 비중도 중요하다 할 수 있다. 그리고 영상 획득을 위한 카메라의 배치 문제에 있어서도 자유로운 카메라의 배치를 갖는 알고리즘을 필요로 한다.

따라서 본 논문에서는 보다 정확한 거리 정보를 추출하며 기존의 방식에 비해 처리 속도를 개선하고, 자유로운 카메라 배치 하에서도 거리 정보 추출이 가능한 방식으로 MR-MBS(Multi-Resolution Multiple-Baseline Stereo) 방식을 제안한다. 또한 폐색 영역의 정합에 있어서도 기존의 방식과는 달리 개선된 방법으로 적응적 폐색 영역 처리 방법론을 제시한다.

앞으로의 구성은 다음과 같다. II장에서는 거리 정보를 이용한 중간 영상 합성에 관련된 연구에 대해 살펴보면 문제점과 개선점 등을 소개하며, III장에서는 본 논문에서 제안하는 MR-MBS 방식과 적응적 폐색 영역 처리 방법론에 대해 구체적으로 설명하겠다. IV장에서는 실험 및 비교 평가를 하였고 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

스테레오 정합 방식은 크게 영역 기반 방식과 특징 기반 방식, 두 가지로 나누어져 있다. 영역 기반 방식은 두 개의 영상에 있는 영역과 영역을 정합하는 방식으로 모든 화소에 대해 화소를 둘러싼 정합창을 사용하는 반면 특징

기반 방식은 두 개의 영상에서 각각 에지나 모서리 등의 특징들을 추출하여 특징들간의 정합을 한 뒤 전체를 보간하는 방식이다. 영역 기반 방식은 특징 기반 방식에 비해 구하여진 거리 정보가 조밀한 반면 계산량이 많다는 단점을 가지고 있다. 그러나 특징 기반 방식은 영상의 종류에 따라 민감하게 반응하게 되고 특징이 아닌 부분에 있어서의 보간 방법도 현재로서는 완전하게 보간하지 못하기 때문에 영역 기반 방식이 주로 이용되고 있다. 본 논문에서는 조밀한 거리 정보를 구할 수 있는 영역 기반 방식에 근거하여 좀더 빠른 처리 시간을 갖는 방식을 제안한다.

영역 기반 방식에 근거한 거리 정보 추출에 있어 어려움을 주는 것은 다음과 같다. 정확한 거리 정보의 추출과 계산 시간, 그리고 영상 획득을 위한 카메라 배치의 문제이다. 먼저 거리 정보를 구하는 데에 있어 장애물은 텍스처가 적은(low texture) 영역, 반복된 패턴(repeated pattern)이 있는 영역, 폐색(occlusion) 영역에 대해 정확한 대응점 탐색이 어렵다는 것이다. 또한 정합창의 크기에 따라서도 문제가 발생하는데 정합창의 크기가 커질수록 정확한 정합을 할 수 있지만 경계부분과 같이 거리 정보가 급격히 변하는 부분에 대해서는 텍스처가 많은 영역의 깊이 값이 적은 영역으로 스며들어 깊이맵의 경계선 부분이 연장되는 현상(boundary overreach, 이하 BO)이 발생하게 된다. 반면 정합창의 크기가 너무 작으면 영역의 특징을 나타내지 못하게 되고 잡음에 대해 민감히 반응하게 되어 잘못된 정합이 발생하게 된다[4]. 두 번째로 카메라 배치의 제약은 일반적으로 스테레오 정합에 계산의 간소화를 위해 사용하는 에피폴라 구속조건으로 인해 발생한다. 일반적으로 에피폴라 구속조건은 기준 영상의 한 화소에 대한 다른 영상의 대응점이 한 선(에피폴라 선)상에 존재한다는 것(점대응 에피폴라 구속조건)을 말하며 이를 이용하여 탐색 범위를 줄이게 된다. 따라서 카메라 캘리브레이션 [5]을 통해 에피폴라 선을 구하여 이를 사용하게 된다. 한편 기준 영상에서 하나의 선상에 있는 모든 점이 다른 영상에서도 하나의 선상에 존재한다는 구속조건(선대응 에피폴라 구속조건)이 성립하는 경우가 있다. 이는 기본적인 에피폴라 구속조건 특수한 경우로 카메라가 동일 직선상에 평행 광축으로 배치되어 있어야만 성립하는 조건이 된다. 영상이 들인 경우에는 영상 보정 기법[6]을 통해 이러한 조건을 사용할 수 있으나 입력 영상이 여럿인 경우에는 이러한 조건이 성립하기 위해서는 모든 카메라가 동일 직선상에 평행 광축으로 배치되어야 하는 문제가 발생한다. 다시점 영상 기술에서는 카메라의 배치가 이와 같이 특정한 배치에 국한되어지지 않는다.

앞서 기술한 거리 정보 추출시 문제점들을 해결하기 위해 많은 연구가 진행되어 왔는데 그 중 단순히 두 영상이 아닌 여러 영상을 사용하여 화질 상의 문제를 극복하고자 한 방식으로 MBS(Multiple-Baseline Stereo) 방식[7]을 들 수 있다. MBS 방식은 여러 개의 영상을 스테레오 쌍으로 보아 각각 정합 에러 곡선(SSD)을 구한 뒤 이를 식 (1)을

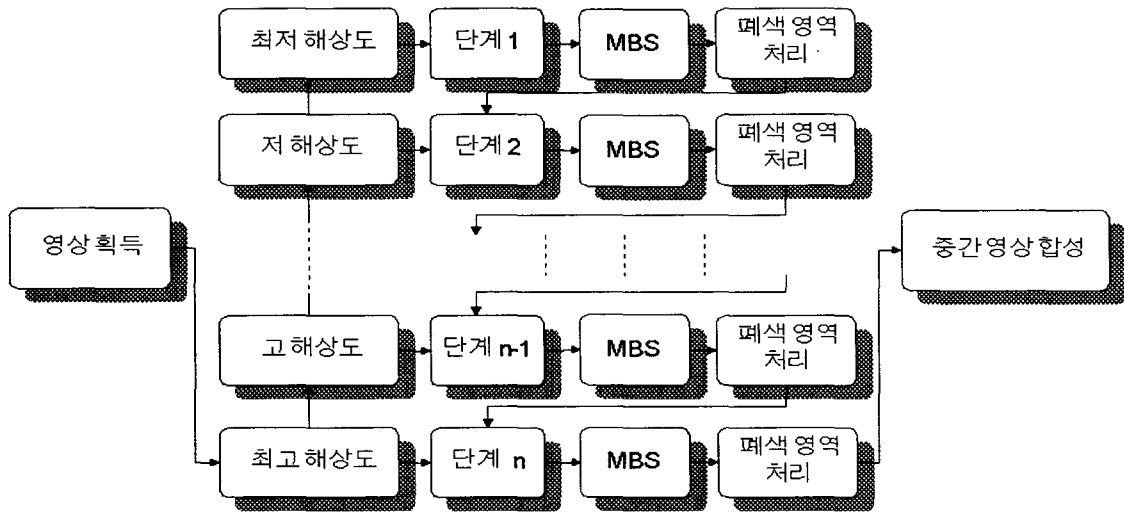


그림 1. 전체 시스템 흐름도
Fig. 1. Total system flow chart

통하여 동일한 거리 정보를 갖는 값들을 더하여 Sum of SSD(SSSD)를 비교하여 가장 작은 값을 갖는 거리 정보를 선택하는 방식으로 단순히 두 장의 영상만을 사용하는 방법보다 정확한 정합을 시도하였다. 이 방식은 특히 여러 개의 영상을 사용함으로써 텍스처가 적은 부분과 반복되는 패턴이 있는 부분의 정합에 있어 효과적이며 카메라 배치 면에서도 점대응 에피폴라 구속조건만을 사용함으로써 입의 배치가 가능한 방식이다. 그러나 정합창의 고정으로 인하여 깊이맵의 BO 문제를 갖고 있고 또한, 폐색 영역에 대한 적절한 처리 방법이 제시되지 않고 있다. 계산량의 측면에서도 두 장의 영상만을 처리하는 스테레오 정합 방식에 비해 MBS 방식은 영상 pair의 수만큼 많은 처리 시간이 요구되어지고 있다.

$$\frac{d}{BF} = \frac{1}{z} = \zeta \quad (1)$$

깊이맵의 BO 문제를 계층적 깊이 정보 추출 알고리즘을 사용하여 극복하는 Modified MBS 방법[8]이 제시되었다. Modified MBS 방법은 기존의 계층적 방법이 불연속 영역에 대해서 잘못된 정합 결과가 나오는 문제를 인식하여 영상의 크기는 고정시키고 대신 정합창의 크기를 변화 시킴으로써 이러한 불연속영역에 대해서도 정확한 정합을 하면서 BO 문제를 개선하였다. 또한 기존의 MBS 방법이 고려하지 못하였던 폐색 영역에 대한 처리법을 제시하였다. 그러나 Modified MBS 방법은 처리 시간이 매우 크게 가증되는 문제점을 갖고 있고 폐색 영역 처리법도 모든 영역에 대해 폐색 영역 처리를 적용함으로써 정보의 손실을 가져오며 또한 카메라 배치에 대한 고려를 십자형 배

치로 한정함으로써 입의 배치 상황에 대해서는 폐색 영역 처리의 정확도가 감소되는 문제를 갖고 있다.

III. 제안하는 방식

본 논문에서는 첫째로 정확한 거리 정보의 추출과 빠른 처리 시간에 초점을 맞추어 MBS 방식을 변형한 MR-MBS 방식을 제안한다. 기존의 MBS 방식의 문제점이었던 깊이맵의 BO 문제와 많은 처리 시간의 문제에 대한 개선책으로 계층적 방식을 제안한다. 일반적인 계층적 방식에서는 영상의 불연속영역에 대해 잘못된 정합이 발생하지만 이에 대한 처리 방법을 제시한다. 그리고 Modified MBS 방식에서 제안한 폐색 영역 처리에서의 정보 손실 문제점을 개선하고 일반적인 카메라 배치의 상황에도 적용할 수 있도록 개선하였다.

그림 1은 제안하는 시스템을 도식하였다. 즉 모든 입력 영상을 가우시안 피라미드로 쌓고 각 단계별로 MBS 방식을 통해 정합을 하며 폐색 영역에 대한 처리를 한다. 최종적으로 구한 거리 정보에 OVP(Observable Viewpoint) 방법[9]을 적용하여 중간 영상을 합성하였다.

1. MR-MBS(Multi-Resolution Multiple-Baseline Stereo) 방식

앞서 설명한 MBS 방법은 고정된 정합창을 사용함으로써 깊이맵의 BO 문제가 발생한다. 이러한 문제를 보완하면서 보다 처리 속도를 개선시키는 방법으로 다해상도 방식을 적용하였다. 즉 가우시안 커널을 원 영상에 씌우고 Decimation하는 가우시안 피라미드 다해상도 방식을 사용

하였다. 최저해상도의 단계에서는 앞서 설명한 MBS 방법을 그대로 사용하여 거리 정보를 구하고, 그 다음 단계부터는 부노드의 거리 정보를 2배한 뒤 부분 탐색을 한다. 이는 정합창의 크기를 고정하여도 저해상도에서는 큰 정합창을 사용하고 고해상도에서는 작은 정합창을 사용하는 것과 같은 효과를 나타내게 된다. 따라서 작은 정합창을 사용함에도 불구하고 잡음에 대한 민감도를 낮출 수 있으며 깊이맵의 BO 문제도 동시에 해결이 가능하게 된다. 그리고 작은 정합창의 사용과 탐색의 범위를 줄이는 것은 처리 시간의 개선을 가져온다.

일반적인 다해상도 방법은 영상이 연속적이라는 가정을 갖고 있으므로 불연속영역에 대해서는 잘못된 정합을 하게 된다. 실제 영상에서는 상당히 많은 부분 불연속영역을 포함하게 되므로 이러한 가정은 상당한 문제를 가져오게 된다. 따라서 이에 대한 고려로 전 단계에서 불연속영역과 같이 잘못된 정합이 발생한 경우를 대비해 그림 2와 같이 부노드 거리 정보의 8-이웃을 포함한 9개의 거리 정보를 후보로 하여 각각 부분 탐색을 하여 정합 에러 곡선(SSD)을 구한 뒤 각각의 SSD 값을 합산한 SSSD(Sum of SSD)의 값이 가장 작은 것을 선택하여 이 때의 거리 정보를 자노드의 거리 정보로 한다(9 candidates selection). 즉 각 보조 영상의 정합 에러 곡선을 구할 때 9개의 후보 값이 정보에 0, ±1에 해당하는 총 27개의 값을 에러 곡선으로 표시한 뒤 27개의 값 중 가장 작은 값을 선택하게 된다. 따라서 부노드에서 나온 자노드들이 서로 다른 영역에 속해 있는 경우 각각 자신이 속해 있는 영역에 해당하는 부노드의 거리 정보를 취하게 되므로 불연속성을 그대로 유지할 수 있게 된다.

Modified MBS 방법과 제안하는 방법은 모두 계층적 방법을 담고 있으나 Modified MBS 방법은 영상의 해상도는 그대로 유지한 채 정합창의 크기를 계층적으로 줄여가

며 정합을 하는 반면 제안하는 방법은 정합창의 크기는 그대로 유지한 채 영상의 해상도를 늘려가며 정합을 한다. 정합에 있어서는 보다 많은 정보를 포함하고 있는 큰 정합창을 사용하는 것이 정확도는 높다고 할 수 있지만 경계부분의 연장이라는 문제를 보다 가중시키게 되며, 따라서 여러 크기를 갖는 정합창을 사용함으로써 이러한 두가지의 문제점을 해결하고자 계층적 방법이 적용되었다. 제안하는 방법은 Modified MBS 방법에서 큰 정합창을 사용하는 것을 해상도를 줄여 정합하는 것으로 대체하였다 할 수 있다. 즉 저해상도에서의 작은 정합창을 사용한 정합은 원 해상도의 영상에서 큰 정합창을 사용한 정합의 효과를 나타내게 된다.

제안하는 방법은 이러한 효과를 유지하면서 처리 시간도 고려하여 화질의 저하는 줄이면서 처리 속도면에서는 상당한 향상에 그 초점을 맞추고 있다.

2. 적응적 폐색 영역 처리

본 논문에서는 Modified MBS 방식에서 제안한 폐색 영역 처리 문제를 개선한 적응적 폐색 영역 처리 방법론을 제시한다. Modified MBS 방식은 정합 에러 곡선(SSD)에서 최대, 최소를 제외한 나머지만을 취하여 SSSD를 계산함으로써 폐색 영역을 처리하였으나 이러한 방법은 가지고 있는 영상이 5개 이하로 적은 경우 상당한 정보의 손실을 가져오게 된다. 적응적 폐색 영역 처리 방법은 Modified MBS 방식과는 달리 폐색 영역을 먼저 검출해 내어 폐색 영역에 대해서만 처리를 함으로써 정보의 손실을 줄이고 따라서 정확한 거리 정보를 추출하게 된다. 즉 영상의 모든 화소에 대하여 MR-MBS 방법을 적용하여 SSD의 분산(VSSD)을 구하여 문턱값보다 클 경우 그 화소는 폐색 영역에 속한다고 판단한다. 실제 폐색 영역은

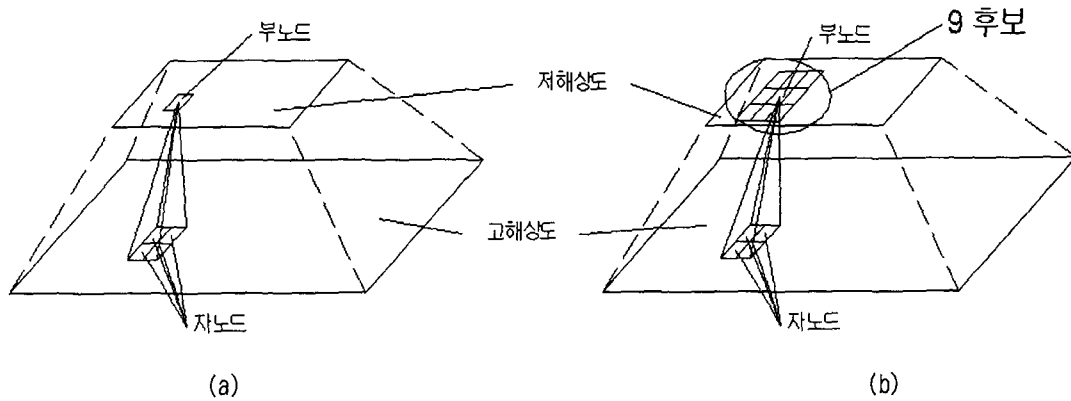


그림 2. 가우시안 피라미드에서 부노드의 9 후보 (a) 부노드와 자노드 (b) 9 후보
Fig. 2. 9 candidates of parents node in Gaussian pyramid (a) Parents node and child node (b) 9 candidates

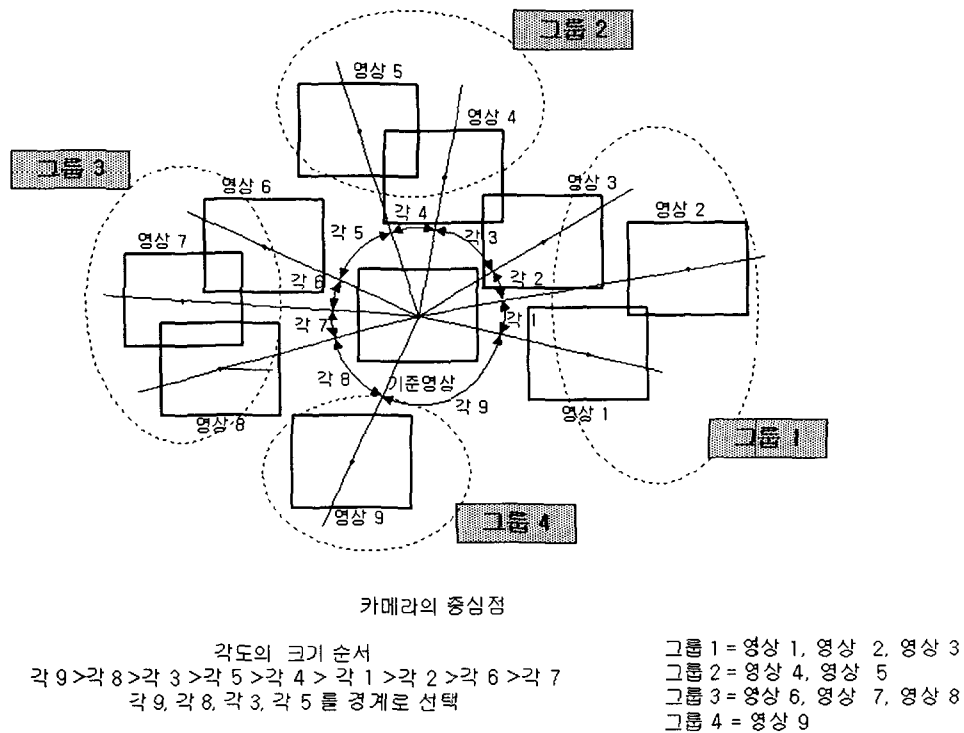


그림 3. 영상들의 위치에 따른 Grouping
 Fig. 3. Grouping according to image location

몇 개의 영상에만 나타나는 영역을 가리키므로 VSSD의 값이 크게 나오게 된다.

폐색 영역이 아닌 부분은 MR-MBS 방법의 결과를 그대로 취하고 폐색 영역은 다음과 같은 처리를 한다. Modified MBS 방식에서는 십자형 카메라 배치로 고정하고 그에 맞는 방법을 제시하였으나 다시점 영상 합성을 위한 카메라 배치에서는 십자형 카메라 배치가 아닌 임의의 카메라 배치 상황에서 영상을 획득하므로 그에 합당한 알고리즘 개발이 필요하게 된다. 일반적으로 폐색 영역은 카메라의 배치에 밀접한 영향을 받게 된다. 만약 카메라가 수평으로 배치되어 있을 경우는 거리가 가까운 물체의 왼쪽과 오른쪽 옆부분에 대해 폐색 영역 처리가 요구된다. 이러한 카메라들의 위치 관계는 캘리브레이션으로 구할 수 있다. 먼저 기준(reference) 영상에 대한 각 보조(supporting) 영상들의 카메라 중심 좌표를 구한 뒤, 각 카메라 중심점과 기준 영상에 중심점을 잇는 직선이 이루는 각도에 따라 분류한다. 분류는 그림 3과 같이 영상의 개수에 따라 두 그룹 또는 네 그룹으로 나누며 그 경계는 각 보조 영상들의 각도 간격이 넓은 순으로 선택한다. 이와 같이 그룹을 나눈 뒤 각 그룹별로 MR-MBS 정합 과정을 수행하여 각각의 VSSD를 구하여 가장 작은 그룹의 거리 정보를 화소의 거리 정보로 취한다.

IV. 실험 결과

본 실험에서는 MBS 방식, Modified MBS 방식, 제안하는 방식을 서로 비교 평가하였다. 영상은 일본 쓰쿠바 대학의 다시점 영상 데이터 베이스[10](Santa, Kid, City, Plant)를 사용하였다. 이 영상은 동일 직선 상에 평행 광축으로 배치된 카메라로부터 획득된 320×240 크기를 갖는 9장의 영상 중에 1, 3, 5, 7, 9번째 영상 5개를 사용하였다. 영상들간의 baseline의 길이는 40mm이고 초점거리는 10mm이다.

1. 화질 및 처리 시간 평가

그림 4는 Santa 입력 영상 중 세 번째(9장의 영상 중 5번째)의 영상을 기준 영상으로 하였을 경우 구하여진 깊이맵을 나타내며 기존의 알고리즘과 제안하는 알고리즘으로 각각 구한 결과이다. 이 때 제안하는 알고리즘은 3×3의 크기를 갖는 정합창을 사용하였다. 그리고 그림 5는 그림 4의 깊이맵으로부터 OVP 방법[9]을 통하여 합성 영상을 구한 결과이며 화질 비교를 수치적으로 하기 위하여 9장의 영상 중 4번째 영상을 합성하여 원 영상과의 PSNR 값을 구하였다. 표 1의 화질 항목은 바로 PSNR 값을 나

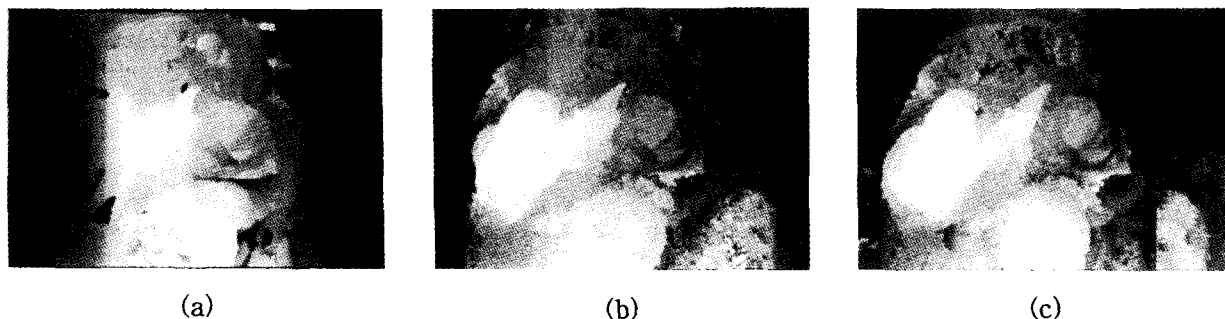


그림 4. Santa의 깊이맵 결과 영상 (a) MBS (b) Modified MBS (c) 제안하는 방법
Fig. 4. Depth map of Santa (a) MBS (b) Modified MBS (c) proposed method

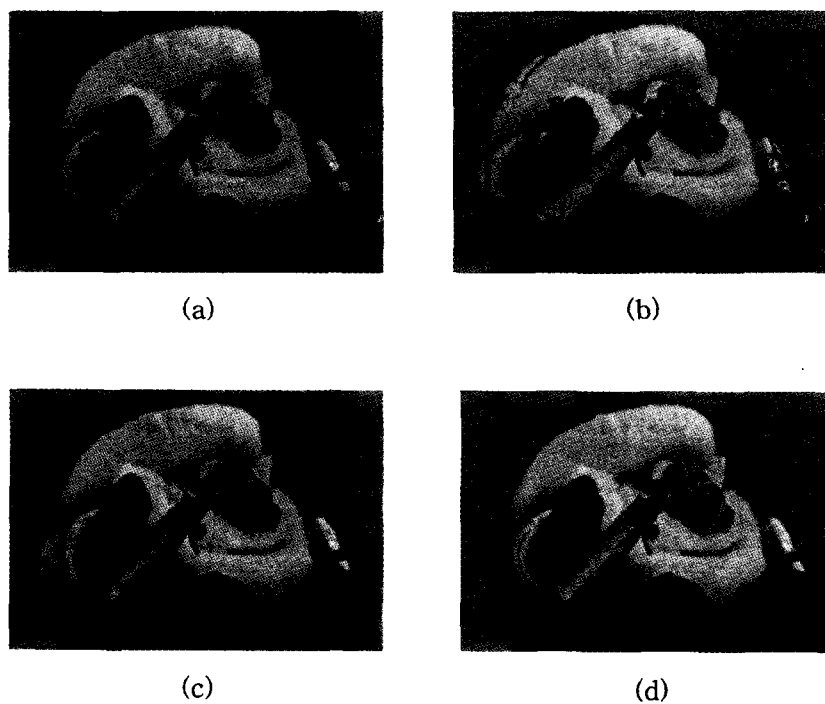


그림 5. 합성된 영상 (a) 원 영상 (b) MBS (c) Modified MBS (d) 제안하는 방법
Fig. 5. Synthesized image (a) Original image (b) MBS (c) Modified MBS (d) proposed method

타낸다. 표 1의 처리 시간 항목은 Sun UltraSPARC 1 Workstation(Solaris 2.5)의 환경 하에서 실험을 한 경우에 소요되는 시간을 나타낸다.

2. 경계선 연장(BO) 문제 평가

BO 현상의 비교를 위해 각 정합 알고리즘에 동일한 폐색 영역 처리 방법을 사용한 결과를 비교하였다. 그림 6은 기준 영상의 네모로 표시된 영역에 대한 깊이맵을 확대하여 표시하였다.

MBS 방식에서는 경계선 부분이 원영상에 비해 배경 쪽으로 4 화소 늘어난 것을 볼 수 있는 반면 Modified MBS 방식과 제안하는 방식에서는 1 화소 정도로 거의

늘어나지 않는 것을 볼 수 있다.

3. 폐색 영역 처리법 평가

표 2는 Modified MBS 방식에서 제안한 폐색 영역 처리법과 본 논문에서 제안한 적응적 폐색 영역 처리 방법의 비교를 나타내며 이를 위하여 기본적인 정합 알고리즘인 MBS 방식과 Modified MBS 그리고 MR-MBS 방식에 두 가지 방식의 폐색 영역 처리법을 각각 취하였을 경우 합성 영상의 PSNR을 구하여 비교하였다. 표 2의 폐색 영역 처리 1은 Modified MBS 방식에서 제안한 폐색 영역 처리법을 나타내며 폐색 영역 처리 2는 제안하는 방식인 적응적 폐색 영역 처리 방법을 나타낸다.

표 1. 알고리즘의 성능 평가표
Table 1. Evaluation table of algorithm

	MBS	개선된 MBS	제안하는 방식
처리 시간	3분 6초	28분 35초	21초
화질(Santa)	23.082 dB	29.743 dB	31.900 dB
화질(Kid)	31.511 dB	31.878 dB	32.918 dB
화질(City)	26.954 dB	26.936 dB	31.731 dB
화질(Plant)	23.330 dB	23.648 dB	25.437 dB

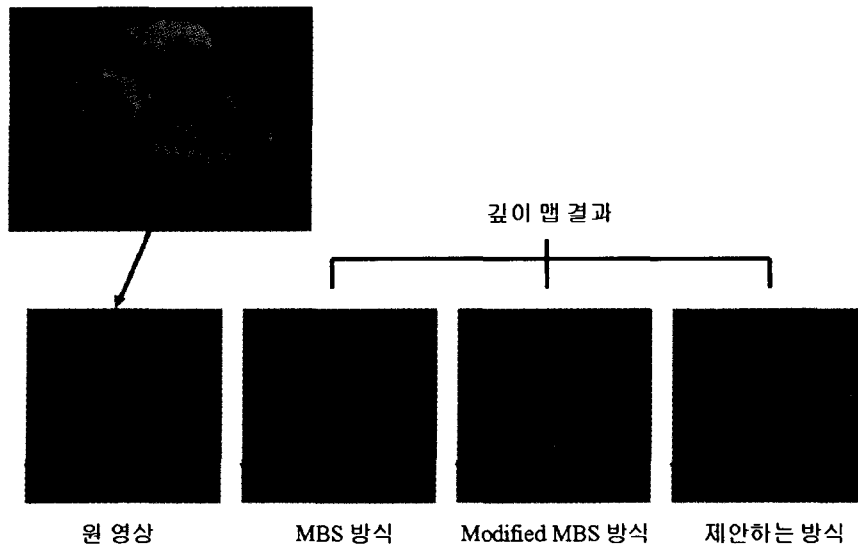


그림 6. 경계선 연장에 대한 결과 비교
Fig. 6. Comparison of boundary overreach result

표 2. 폐색 영역 처리법 성능 평가표
Table 2. Evaluation table of occlusion routine

	MBS	Modified MBS	MR-MBS
폐색 영역 처리 1	25.678 dB	29.743 dB	26.136 dB
폐색 영역 처리 2	31.444 dB	32.629 dB	31.900 dB

표 1과 표 2를 통하여 본 논문에서 제안하는 방식의 화질이 우수함을 볼 수 있다. 그러나 동일한 폐색 영역 처리법을 가하였을 경우에는 본 논문에서 제안하는 MR-MBS 방식의 화질이 Modified MBS 방식보다 약간 떨어지는 것을 볼 수 있다. 이는 계층적 접근 방식만을 비교하였을 경우 정합창의 크기에 변화를 주며 정합하는 방식이 정합창의 크기는 고정하고 영상의 크기에 변화를 주며 정합하는 방식보다 정합의 정확도가 높음을 나타낸다. 반면에 처리 시간에 있어서는 본 논문에서 제안하는 방법이 MBS에 비해 약 1/9, Modified MBS 방법에 비해서는 약 1/80의 처리 시간을 나타내 기존의 방식에 비해 상당히 개선됨을 볼 수 있다. 또한 제안하는 적응적 폐색 영역 처리 방법은 기존 폐색 영역 처리 방법에 비해 MBS 방식에서는 약 5.7 dB, Modified MBS 방식에서는 약 3 dB, MR-MBS 방식에서는 약 5.7 dB 개선되는 것을 볼 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 기존의 MBS에서의 문제점으로 지적되었던 처리시간의 증가와 깊이맵의 BO 문제를 개선하였고 폐색 영역에 대한 처리를 추가하였다. 그리고 Modified MBS 방식에서는 MBS 방식에서의 화질 상의 문제점을 처리하는데 초점을 맞추고 있는 반면 본 논문에서는 처리 시간과 화질 두 가지에 대해 모두 고려하여 화질의 저하는 거의 없이 계산시간의 단축이 됨을 실험 결과로 알 수 있었다.

MR-MBS가 계층적 방법을 사용함으로써 가져오는 효과는 크게 두 가지이다. 먼저 깊이맵의 BO 문제에 대한 해결책이 되며 이를 Modified MBS 방식에서는 계층적 window 정합을 통해 극복한 반면 본 연구에서는 9-후보 선택방법을 통한 다해상도 방식을 적용하여 극복하였다. 또한 정합창의 크기를 감소시키고 탐색 영역을 줄여 처리 시간의 개선을 가져왔다. Modified MBS 방식과 제안하는 방식은 모두 계층적 접근 방식을 통하여 깊이맵의 BO 문제를 개선하고 있다. 단순히 계층적 접근 방식만의 비교는 표 2에서와 같이 Modified MBS 방식의 성능이 우수함을 볼 수 있으나 본 논문은 처리 시간을 고려한 계층적 접근 방식을 제시하였고 이로 발생하는 화질의 문제점을 개선

된 폐색 영역 처리 방법을 제안함으로써 보완하였다. 따라서 전체적으로 보면 화질과 처리 속도면의 개선이 있음을 확인할 수 있다.

또한 폐색 영역에 대한 처리 역시 MBS에서는 전혀 고려하지 않고, Modified MBS 방법에서도 대안을 제시하고 있으나 이 또한 정보의 손실 등의 문제점을 갖고 있다. 반면에 본 논문에서는 폐색 영역을 먼저 찾아낸 뒤 찾은 영역에 대해서만 카메라 위치 관계를 고려하여 폐색 영역 처리를 수행함에 의해 정보의 손실을 줄이며 정확한 깊이 맵을 구할 수 있었다.

본 논문에서 제안한 알고리즘은 카메라 캘리브레이션 과정을 통해 기준 회소에 대한 각 영상 내의 후보 대응점 위치를 계산할 수 있다면 단순히 평행 광축에서만 아닌 수렴광축, 더 나아가 임의의 광축에 대해서도 SSSD 곡선의 계산이 가능하게 된다. 따라서 앞으로 실제 카메라를 사용하여 임의의 위치에 카메라를 배치한 환경에서 후보 대응점 위치를 계산할 수 있도록 수식의 개선이 필요하다. 또한 동영상에 대한 처리를 목표로 처리 시간을 좀더 줄이기 위한 알고리즘을 개발하여야 하며 화질의 개선에 대하여 좀더 많은 연구가 이루어 져야 한다.

참고 문헌

- [1] D. B. Diner and D. H. Fender, "Human engineering in stereoscopic viewing devices," *Plenum Press*, 1993.
- [2] S. E. Chen and L. Williams, "View interpolation for image synthesis," *Computer Graphics Proceedings, Annual Conferences Series*, pp. 279-288, 1993.
- [3] L. M. Millan and G. Bishop, "Plenoptic modeling: An image-based rendering system," *Computer Graphics Proceedings, Annual Conferences Series*, pp. 39-46, 1995.
- [4] U. Dhond and J. Aggarwal, "Structure from stereo: A review," *IEEE Trans. System, Man, and Cybernetics*, vol. 19, no. 6, pp. 1489-1510, Nov./Dec. 1989.
- [5] R. Tsai, "A versatile camera calibration technique

for high-accuracy 3D machine vision metrology using off-the-shelf TV cameras and lenses," *IEEE J. Robotics and Automation*, vol. RA-3, no. 4, pp. 323-344, Aug. 1987.

- [6] S. B. Kang, et al., "An active multibaseline stereo system with real-time image acquisition," *Tech. Rep. CMU-CS-94-167*, Computer Science Department, Carnegie Mellon University, 1994.
- [7] M. Okutomi and T. Kanade, "A multiple-baseline stereo," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 15, no. 4, pp. 353-363,

1993.

- [8] 박종일, 이노우에 세이키, "여러 대의 카메라를 이용한 계층적 깊이정보 추출 알고리즘", *방송공학회지*, 제2권, 1호, pp. 45-56, 1997년 3월.
- [9] Jong-Il Park and Seiki Inoue, "Arbitrary view generation from multiple cameras," *Proc. IEEE ICIP'97*, vol. I, pp. 149-153, Santa Barbara, USA, Oct. 1997.
- [10] Y. Ohta, et al., "Multiview image database for computer vision research: CD-ROM," Feb. 1995.

저 자 소 개



박 남 준

1973년 4월생
 1996년 연세대학교 전기공학과 졸업
 1996년 ~ 현 재 연세대학교 대학원 전기공학과 석사과정
 1996년 ~ 현 재 KIST 영상미디어 연구센터 학생 연구원
 주관심분야 : Stereo Vision, Pattern Recognition, Image Processing



이 제 호

1967년 6월생
 1990년 한양대학교 전자공학과 졸업
 1992년 미국 펜실베니아 주립 대학원 공학 석사
 1992년 ~ 1997년 한국과학기술원(KIST) 영상미디어 연구센터 연구원
 주관심분야 : Computer Vision, Pattern Recognition, 3D Imaging, Real-Time Processing



권 용 무

1957년 4월생
 1980년 한양대학교 전자공학과 졸업
 1983년 한양대학교 전자공학 석사
 1992년 한양대학교 전자공학 박사
 1983년 ~ 현 재 한국과학기술원(KIST) 영상미디어 연구센터 책임연구원
 주관심분야 : 멀티미디어 데이터 베이스, 3차원 영상 기술



박 상 회

1939년 8월생
 1962년 연세대학교 전자공학과 졸업
 1964년 연세대학교 공학석사
 1971년 연세대학교 공학박사 및 동대학 전기공학과 조교수
 1982년 미국 워싱턴대 교환교수, 현재 연세대 공대 전기공학과 교수
 1994년 ~ 1995년 전기학회 부회장