

일반논문-08-13-3-02

## OpenGL을 이용한 모델 기반 3차원 다시점 객체 구현

오 원 식<sup>a)</sup>, 김 동 욱<sup>b)</sup>, 김 화 성<sup>c)</sup>, 유 지 상<sup>a)†</sup>

### Model-Based Three-dimensional Multiview Object Implementation by OpenGL

Won-Sik Oh<sup>a)</sup>, Dong-Uk Kim<sup>b)</sup>, Hwa-Sung Kim<sup>c)</sup>, and Ji-Sang Yoo<sup>a)†</sup>

#### 요 약

본 논문에서는 OpenGL을 이용한 모델기반 3차원 다시점 영상의 객체 구현을 위한 구성과 각 모듈에 적용되는 기법을 제안한다. 한 장의 텍스처 이미지와 깊이 정보 영상을 가지고 다시점 객체를 생성하기 위해, 먼저 깊이 정보의 전처리 과정을 거친다. 전처리된 깊이 정보는 OpenGL 상에서의 일정 간격의 꼭지점 정보로 샘플링 되며, 깊이 정보를 z값으로 가지는 3차원 공간 좌표상의 점이다. 이 꼭지점 정보를 기반으로 텍스처 맵핑을 위한 다각형을 구성하기 위해 델루이니 삼각화(Delaunay triangulations) 기법을 적용한다. 이렇게 구성된 다각형 위에 텍스처 이미지를 맵핑하여 OpenGL의 좌표 연산을 통해 시점을 자유롭게 조정할 수 있는 동영상 출력 가능한 객체를 만들게 된다.

#### Abstract

In this paper, we propose an algorithm for object generation from model-based 3-dimensional multi-viewpoint images using OpenGL rendering. In the first step, we preprocess a depth map image in order to get a three-dimensional coordinate which is sampled as a vertex information on OpenGL and has a z-value as depth information. Next, the Delaunay Triangulation algorithm is used to construct a polygon for texture-mapping using the vertex information. Finally, by mapping a texture image on the constructed polygon, we generate a viewpoint-adaptive object by calculating 3-dimensional coordinates on OpenGL.

Keywords : OpenGL, Depth Camera, Multi-View Synthesis, Three-dimensional Object

## 1. 서 론

인간의 시각 인식 시스템은 좌안 및 우안으로 얻은 영상

의 미세한 차이를 뇌에서 처리하여 깊이 정보를 추출함으로써 입체감을 느낄 수 있다. 두 개의 시점으로부터의 영상 정보만을 이용하는 스테레오 방식의 영상 시스템은 오직 관찰자에게 깊이 정보만이 부여되므로 특정 시점에서의 입체영상만 볼 수 있다. 따라서 보다 향상된 3차원 영상을 보기 위해서는 록 어라운드 기능 및 연속된 운동시차가 부여되어야 한다<sup>[1]</sup>.

다시점 3차원 영상 시스템은 관찰자에게 많은 시점을 제공하여 보다 고품질의 현실감과 편안한 관측이 가능하도록

a) 광운대학교 전자공학과

Dept. of Electronics Engineering, Kwangwoon Univ.

b) 광운대학교 전자재료공학과

Dept. of Electronics Materials Eng., Kwangwoon Univ.

c) 광운대학교 전자통신공학과

Dept. of Electronics Communication, Kwangwoon Univ.

† 교신저자 : 유지상(jsyoo@kw.ac.kr)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성·지원사업(IITA-2008-C1090-0801-0017)과 한국과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-10199-0(2008))로 수행되었음.

하지만, 이를 위해서는 너무 많은 영상 데이터를 필요로 한다. 따라서 영상 데이터의 큰 증가 없이 많은 시점을 생성하는 방법으로 중간영상합성이 주로 이용되고 있다<sup>[2]</sup>. 이러한 중간 영상 합성에는 좌우 영상으로부터 얻어진 변이값을 이용하는 변이 추정 방식과 Z-CAM 등과 같은 깊이 정보를 포함하는 영상을 획득할 수 있는 깊이 정보 카메라로부터 얻어진 이미지를 3차원 좌표상에 렌더링 하여 좌표계산을 통한 자유 시점을 구성하는 방식이 있다.

변이 추정방식의 경우 화소 기반과 블록 기반, 특징 기반, 객체 기반 등으로 나뉜다. 먼저 화소 기반의 경우 각 영상의 화소 단위로 변이 정보를 찾는 방식이며, 블록 기반 방식은 영상을 일정한 크기의 블록 혹은 가변 블록으로 나눈 후 블록 단위의 변이정보를 할당하는 방식이다. 또한 특징 기반 방식은 영역, 선, 경계, 경계선의 방향, 변화량의 크기 등 영상의 특징을 사용하여 변이를 추정하는 것으로 블록 기반 등의 다른 정합 방식의 응용으로 많이 쓰인다. 객체 기반 방식은 영상을 객체 단위로 분할한 후 변이를 추정하는 방식이다. 깊이 정보를 이용한 렌더링 방식의 경우 Direct3D나 OpenGL과 같은 3차원 렌더링 도구를 이용하여 깊이 정보를 Z 좌표로 지정한 후 3차원 좌표 위에 표시한다. 그리고 달루이니 삼각화 등을 통한 다각형 생성과 텍스처 맵핑을 통해 자유 시점을 구현할 수 있는 하나의 객체를 생성하게 된다.

본 논문의 3차원 객체 생성에 이용되고 있는 OpenGL은 가장 널리 퍼져있는 2차원 및 3차원 그래픽 프로그램 개발

업계의 표준 API이다. OpenGL을 지원하는 수 많은 장치들의 가속 기능을 통해 빠른 그래픽 연산이 가능하며, 특히 OpenGL은 운영체제에 독립적으로 설계되어 있으므로, 현재까지 나와있는 어떠한 가상적인 플랫폼으로도 쉽게 이식되어질 수 있는 특징을 가지고 있다.

본 논문에서는 3차원 영상 표시 방식 중에서 현재 활발히 연구 되고 있는 다시점 영상 표현에 있어 깊이정보 카메라 등을 통해 얻어진 깊이 정보가 존재하는 실사 영상을 OpenGL 렌더링을 이용해 모델 영상을 분리한 후 삼각화 과정을 통하여 하나의 3차원 객체로 표현한다. 이 때 모델 영상의 특징점을 추출하여 적은 수의 꼭지점 정보로 삼각화 과정의 연산 시간을 최소화 하였다. 그리고 모델의 경계 정보 부분 불균일성을 해소하기 위한 평활화 기법과 시점 확장을 위한 모델의 경계 정보 확장 기법을 통하여 깊이 정보가 포함된 이미지를 3차원 좌표 상으로 옮겼을 때 야기 되는 시점의 한계를 극복하고 주관적인 관점에서 더 나은 영상을 표현할 수 있다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 다시점 객체 구현 일고리즘의 개요를 보여주고 있다.

본 논문의 2장에서는 OpenGL을 이용한 전체적인 다시점 영상 디스플레이 시스템 개요를 소개하고, 3장에서는 3차원 다시점 객체의 구현 기법을 설명하며, 4장에서는 제안한 기법의 결과를 실험을 통하여 분석하였다. 5장에서는 본 논문의 결론과 앞으로의 연구방향을 언급하였다.

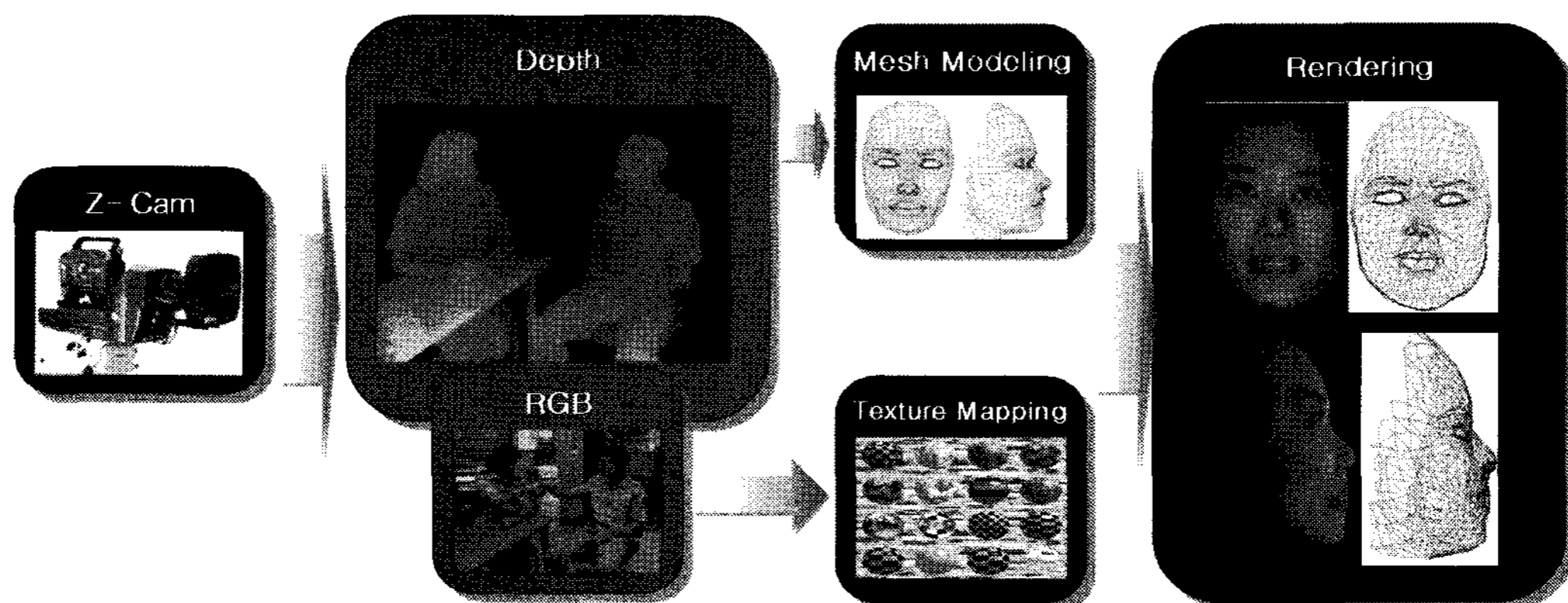


그림 1. 제안된 다시점 객체 구현 기법의 구성도

Fig 1. Block diagram of the proposed Three-dimensional multiview object generation algorithm

## II. 텍스처 및 깊이 정보 시퀀스 생성

### 1. 색상 영상 및 깊이 정보 시퀀스

본 논문에서는 깊이 정보 카메라로부터 얻은 텍스처 및 깊이 정보 시퀀스를 이용하여 3차원 실사 동영상을 생성한다. 깊이 정보 영상의 가로 세로축 좌표 값과 그 위치에서의 화소 값은 3차원 공간상에서의 기하학적인 정보로 볼 수 있다. 또한, 색상 영상 시퀀스는 텍스처 맵핑에서 사용하는 텍스처 영상 시퀀스로 간주하여, 깊이 정보 영상의 기하학 정보로부터 만들어진 3차원 표면을 실제와 같이 렌더링 하게 된다.

색상 영상과 깊이 정보를 이용한 3차원 모델링 기술은 복잡한 자연 영상도 그대로 3차원으로 재현할 수 있다. 또한 텍스처 맵핑을 수행할 때, 깊이 정보 영상의 가로 세로축 좌표를 텍스처 좌표로 이용하기 때문에, 별도의 텍스처 좌표를 고려하지 않아도 된다<sup>[3]</sup>. 그림 2는 깊이 정보 카메라로부터 획득한 깊이 정보 시퀀스의 예를 보여준다.

일반적으로 OpenGL에서 모든 텍스처 이미지의 한 변의 크기는 2의 정수배 형태로 이루어져야 하므로, 획득된 720×486 크기의 색상 정보 원본 영상은 512×512 크기로 조정한다. 변환하는 방법에는 여러 가지 방법이 있지만, 본 논문에서는 미리 선형 보간한 뒤 텍스처로 사용하

였다.

### 2. 깊이 정보의 향상

깊이 정보 카메라로부터 획득된 깊이 정보 영상은 8비트의 제한적인 해상도를 가지고 있기 때문에, 기본적으로 양자화 오류를 포함한다. 그리고 깊이 정보 영상은 적외선 센서를 통해서 깊이 정보를 획득하는 방식을 채택하기 때문에, 객체의 반사광, 색상 편차 등의 고주파 잡음과 형태 왜곡도 포함한다. 따라서 이러한 잡음이나 왜곡을 제거하여 깊이 정보의 품질을 향상시켜야 한다.

영상 정보의 품질을 향상시키는 방법에는 여러 가지가 있지만, 다수의 이미지를 향상시켜야 할 경우 가장 빠르고 효율적인 처리를 위해 영상 내에서 원하는 정보를 추출하기 위한 형태학적(morphology) 기법을 사용한다. 대표적으로 그레이 영상의 녹임(erosion) 연산과 불림(dilation) 연산은 다음과 같이 정의된다.

$$E_G(A,B)=MIN\{a[m+j,n+k]-b[j,k]\} \quad (1)$$

$$D_G(A,B)=MAX\{a[m-j,n-k]+b[j,k]\} \quad (2)$$

여기서  $j, k$ 는 구조 요소 및 화소의 좌표 값을 나타내며,  $a$ 는 구조 연산자,  $b$ 는 이미지의 밝기값을,  $m, n$ 은 구조 요소

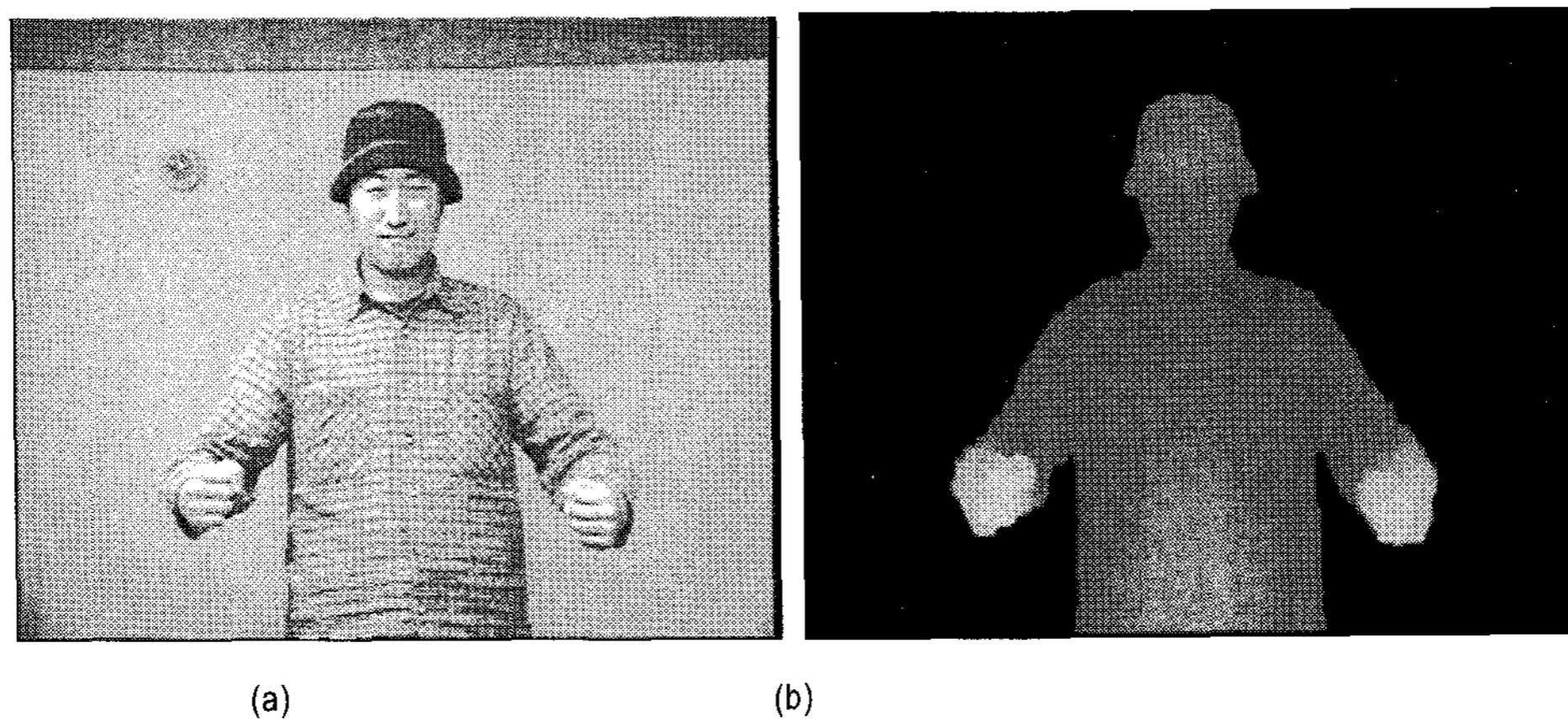


그림 2. 깊이 정보 카메라로부터 획득된 영상 시퀀스 (a) 색상 정보 영상 (b) 8비트 256레벨 깊이 정보 영상  
 Fig 2. Texture image and depth map image from the depth camera (a) RGB image (b) 8-bit gray-level image of depth

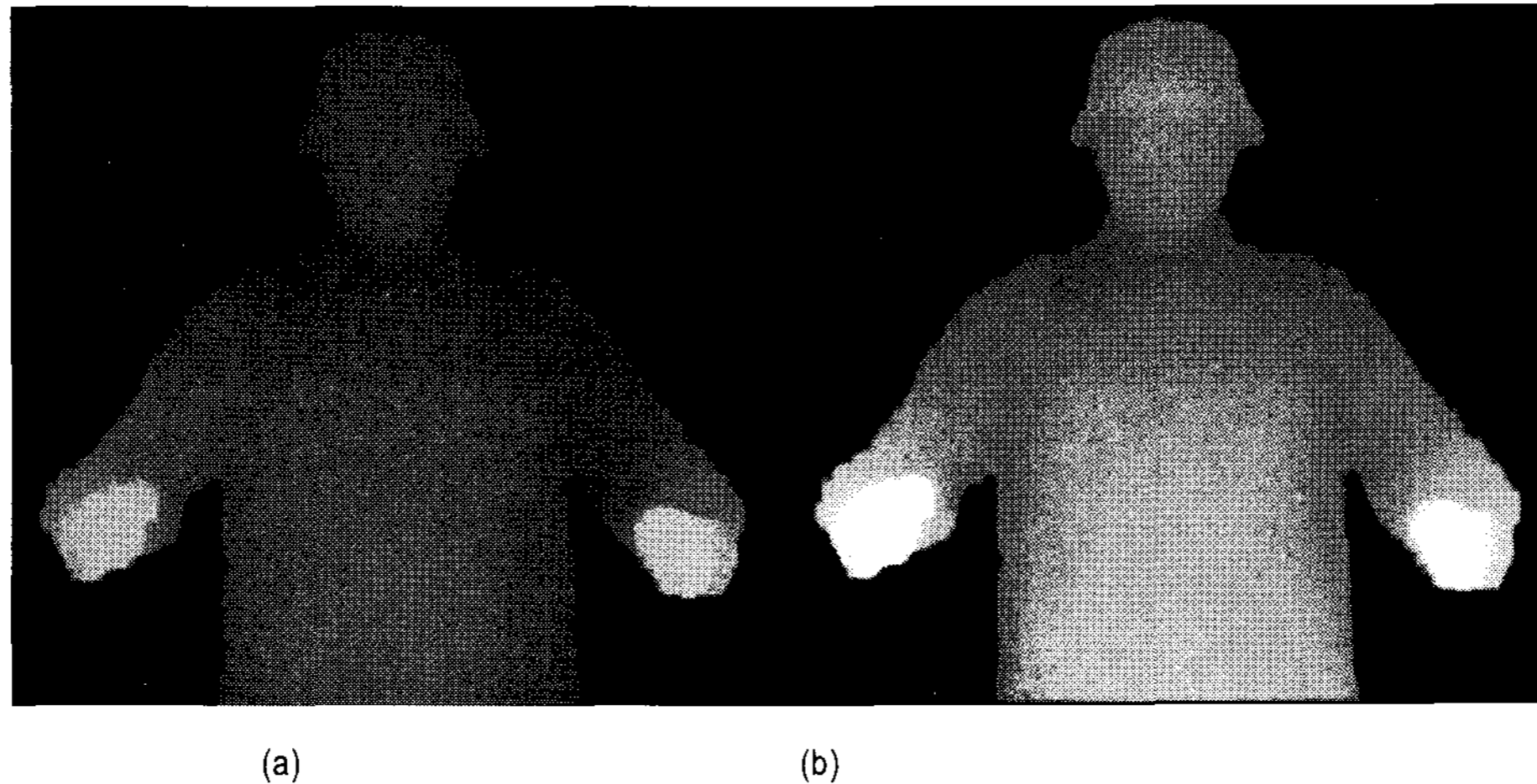


그림 3. 깊이 정보 영상의 전처리 결과 (a) 전처리 전의 깊이 정보 영상, (b) 전처리를 거친 후의 깊이 정보 영상  
 Fig 3. Results of a depth map image preprocessing (a) without preprocessing (b) with preprocessing

의 범위를 나타낸다.

이진 영상과 달리 그레이 영상에서는 각 화소가 취할 수 있는 값의 범위가 0~255이므로 구조 요소의 밝기 값의 분포가 주어진 그레이 영상의 밝기 값 분포와 비교하여 포함 또는 비포함을 비교하게 된다. 식 (1)에서는 녹임 연산을 위해 이미지의 밝기 값과 구조 연산자 값의 차이 중 최소값을 선택하게 되며, 식 (2)에서는 불림 연산을 위해 이미지의 밝기 값과 구조 연산자 값의 합 중 최대값을 선택하게 된다. 그림 3은 형태학적 연산을 통한 전처리 과정으로 잡음과 왜곡이 감소되고 대비의 폭이 완만해 졌음을 보여주고 있다.

### III. 제안하는 3차원 다시점 객체 구현 기법과 후처리 기법들

환경 내 객체의 기하학적, 질감적 속성을 모델링 하는 컴퓨터 비전 분야와, 이와 반대로 2차원 영상으로부터 3차원 구조를 복원하고 실제 영상을 이용하여 실제 세계의 조명조건 하에서 객체의 재질 특성을 직접 획득하는 컴퓨터 그래픽스의 기법들을 결합한 연구가 1990년대부터 활발히 이루어지고 있다. 이를 영상 기반 모델링 / 렌더링(Image-based modeling/rendering : IBMR)이라고 한다. 컴퓨터 비

전과 컴퓨터 그래픽스 기술들은 모두 3차원 기하 모델을 상세하게 복원하기에는 한계를 가지고 있으나, 원 영상에 정도의 정밀한 텍스처는 얻을 수 있기 때문에 사진과 같은 실제감의 제공은 가능하다. 영상 기반 모델링/렌더링 기술은 기존의 모델링 기법에 비해 장면 복잡도에 대한 의존도가 낮으며, 상대적으로 간단한 기하 모델을 생성한다. 또한 조명조건에 대한 물리적 시뮬레이션이 불필요하며, 계산량이 적다는 장점이 있다. 이러한 장점 때문에 실제로 카메라로 촬영된 영상 외에 다른 시점에서 관찰한 영상을 생성하는 임의시점 합성이나 혼합 현실, 가상 환경 생성, 다시점 3DTV 시스템 등에 많이 이용되고 있다<sup>[4]</sup>. 본 논문에서는 Z-CAM과 같은 깊이 정보 카메라를 통해 앞서 언급한 바와 같이 색상 정보 영상과 깊이 정보 영상을 획득하였고, 이 정보들을 기하학적인 변환을 통해 3차원으로 모델링 하는 방법을 제안한다. 그림 4는 3차원 모델링 기법의 전체 흐름을 나타낸다.

먼저 입력된 깊이 정보 영상으로부터 특징점을 추출한 후 이 특징점의 좌표를 가지고 색상 정보 영상으로부터 모델과 배경을 분리한다. 시점의 한계를 극복하고 주관적인 관점에서 더 나은 영상을 표현하기 위해 경계 정보의 평활화 과정과 경계 정보 확장 기법을 적용하였다. 처리가 끝난 좌표 정보는 딜루이니 삼각화 기법을 적용하여 비정규 모양의 삼각형 망을 생성하고 이를 다각형으로 정의하

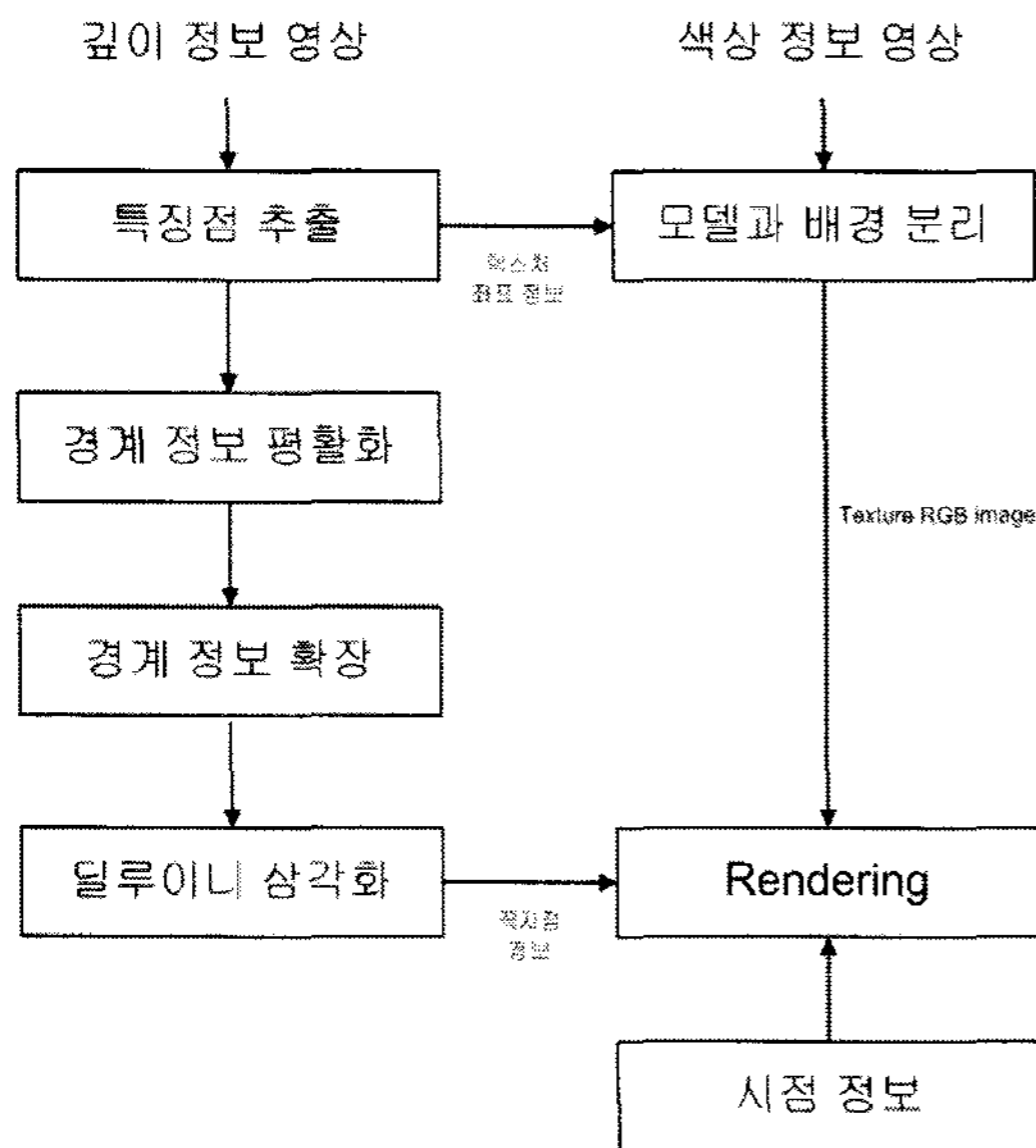


그림 4. 3차원 모델링 기법  
Fig 4. Three-dimensional modeling algorithm

여 텍스처 맵핑을 위한 준비를 끝낸다. 마지막으로 앞서 분리된 텍스처 정보를 맵핑하여 렌더링 하면 3차원 객체가 완성된다.

딜루이니 삼각화 과정의 처리시간이 다소 걸리므로, 원활한 동영상 출력과 실시간 시점 정보 입력에 대응하기 위해 딜루이니 삼각화가 끝난 좌표 정보는 각 프레임 별로 독자적인 형태의 파일로 저장된다. 동영상 출력 시에는 저장된 파일의 정보만을 참조하게 되므로, 동영상 및 시점 정보 입력에 따라 변화하는 객체를 실시간으로 렌더링 할 수 있다.

### 1. 3차원 다시점 객체 구현 기법

#### 1.1 특징점 추출

3차원 위치 정보를 8비트의 그레이 영상으로 표시하는 깊이 정보를 획득하기 위해 앞서 언급한 것처럼 깊이 정보 카메라인 Z-CAM을 이용하였다. 획득된 영상은 720×486의 SD급 영상인데, 이로부터 추출되는 전체 화소수가 4만 개 이상이 되어 메쉬(mesh)를 생성하기에는 부적절하게 많은 양이 된다. 따라서 적은 수의 의미 있는 특징점을 추출하

여 데이터의 양을 감소시키는 적응적인 샘플링 과정이 요구된다. 그림 5는 특징점을 추출하기 위한 적응적 샘플링 과정의 흐름도를 나타내고 있다.

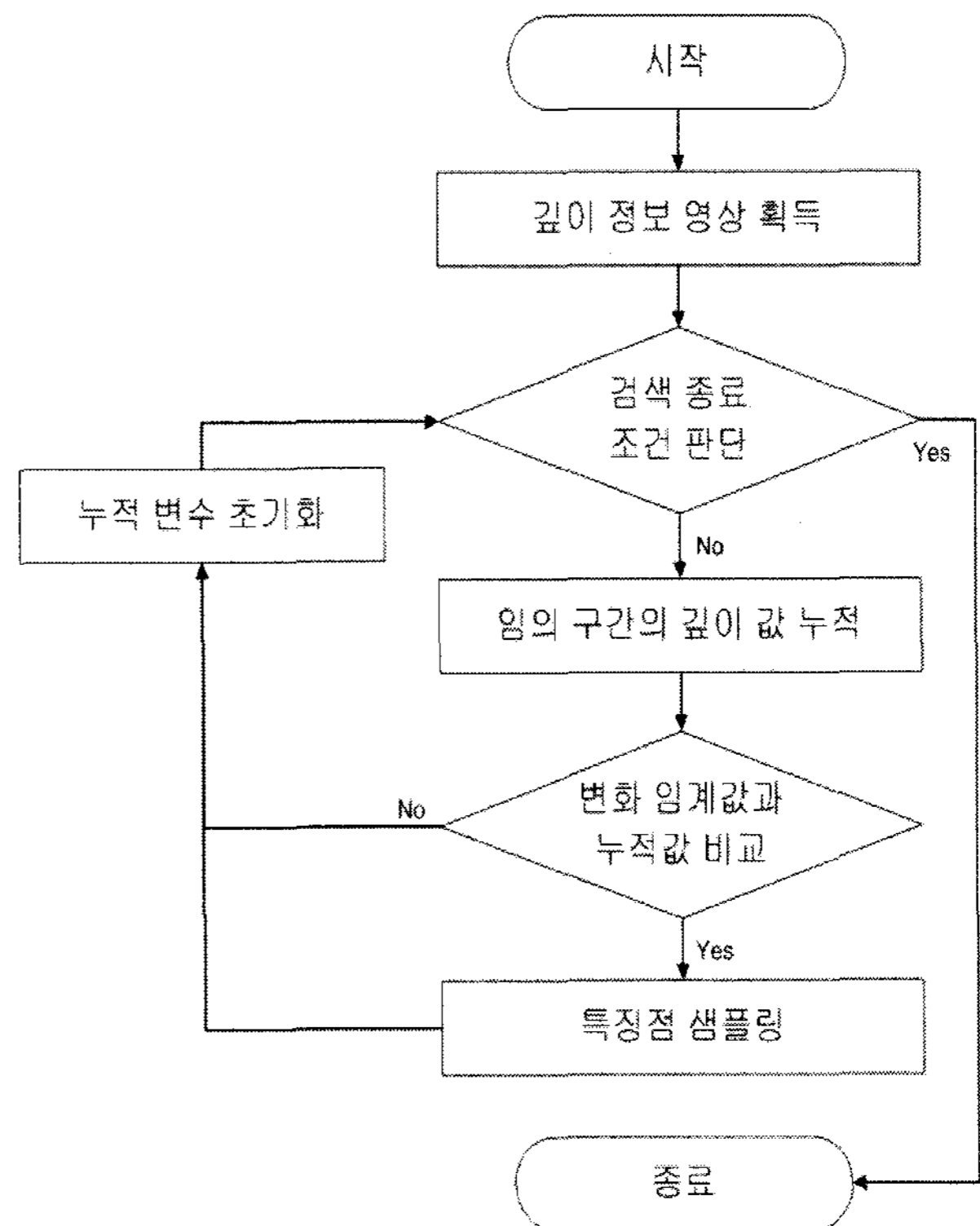


그림 5. 특징점 추출을 위한 적응적 샘플링 과정의 흐름도  
Fig 5. Block diagram of an adaptive sampling process for feature extraction

특징점의 추출을 위해 먼저, 깊이 정보 영상으로부터 깊이 값을 임의의 구간만큼 누적한다. 그 다음 미리 정의된 깊이 값 변화 임계값과 비교하여 임계값을 넘지 않을 경우, 깊이 변화가 크지 않다고 판단하고 특징점을 샘플링 하지 않고 누적값을 초기화 한다. 또한 누적 값이 임계값을 넘게 되면 깊이 변화가 크다고 판단하여 특징점을 추출하고 누적값을 초기화 한다. 본 논문에서는 다섯 화소 구간마다 깊이 값을 누적하고 임계값 비교를 통해 특징점을 추출한다. 그 결과로 4만개가 넘는 화소를 3716개의 특징점으로 추출해 낼 수 있다. 그림 6은 전처리된 깊이 정보 영상과 특징점 추출 결과를 나타낸다.

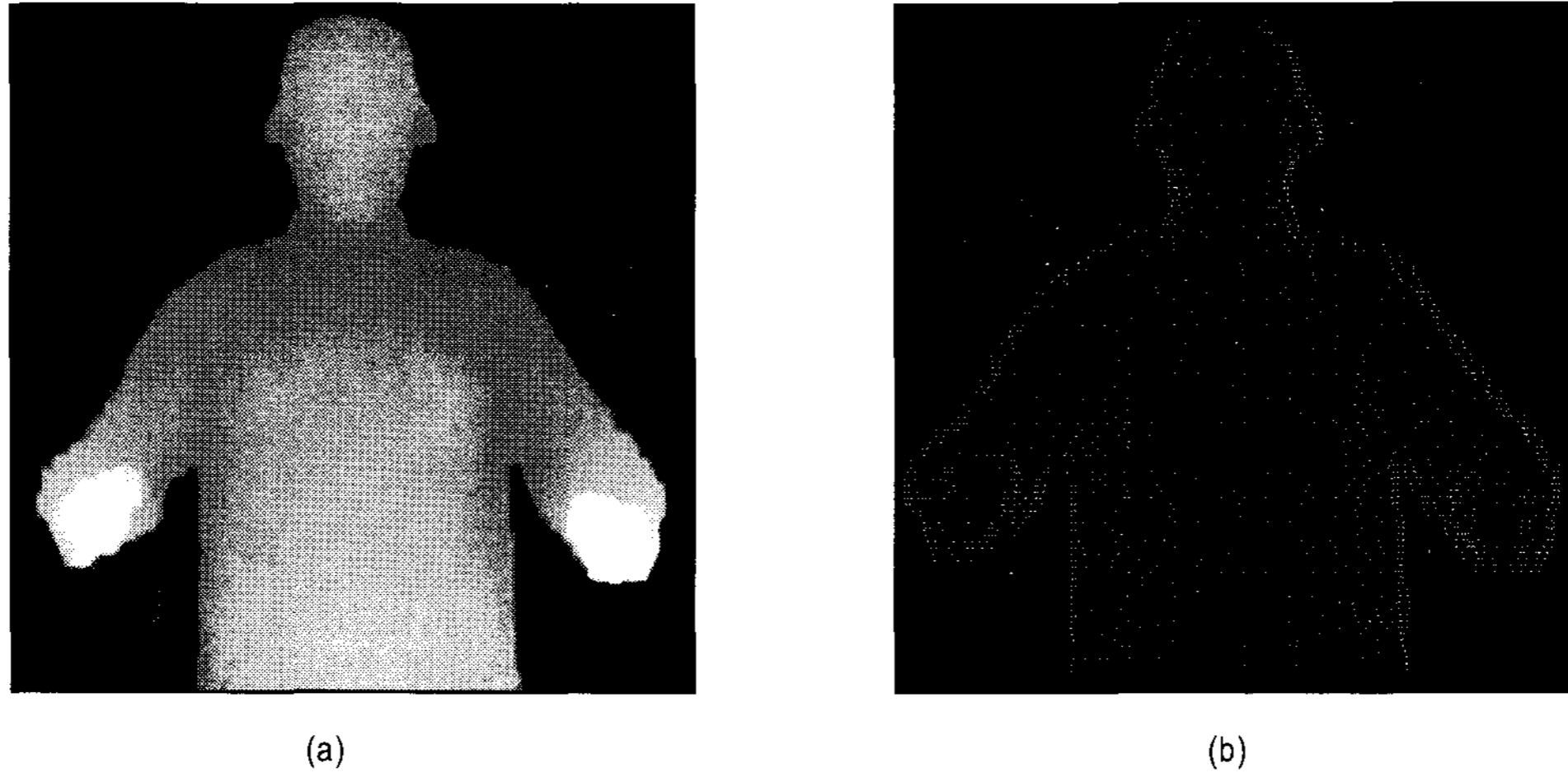


그림 6. (a) 전처리 된 깊이 정보 영상 (b) 특징점 추출 결과  
 Fig 6. (a) Preprocessed depth image (b) Feature-extracted image

1.2 델루이니 삼각화

델루이니 삼각화 기법은 임의의 위치에 있는 점 데이터 들로부터 비정규적인 모양의 삼각형 망을 생성하는 효율적인 방법이다. 삼각형 메쉬를 생성하는 과정에서 두 점으로 이루어진 에지 정보와 한 삼각형과 이웃하는 3개의 삼각형을 바로 접근할 수 있는 삼각 메쉬의 자료 구조를 알 수 있다. 이는 특정 조건에 따라 삼각형 메쉬를 재구성하는데 용이하게 사용된다<sup>[5]</sup>.

본 논문에서는 깊이 정보 영상으로부터 추출된 특징점의

x 와 y 좌표를 이용하여 2차원 델루이니 삼각화 기법을 사용하였다. 그림 7(a)는 2차원에서 생성된 삼각 메쉬를 보여 주고 있다. 보통 델루이니 삼각화 기법은 컨벡스 헐(convex hull) 형태의 메쉬를 생성하기 때문에 모든 점에 대해 삼각 메쉬가 생성된다. 정확한 모델을 표현하기 위해서는 모델의 경계 부분에서 생성되는 삼각형들을 제거하여야 한다.

그림 7(a)에서 보이는 것처럼 경계 부분에서 생성되는 삼각형의 세 꼭지점은 전부 경계 영역에 위치한 점임을 쉽게 알 수 있다. 외부의 불필요한 삼각형을 제거하기 위해서 미

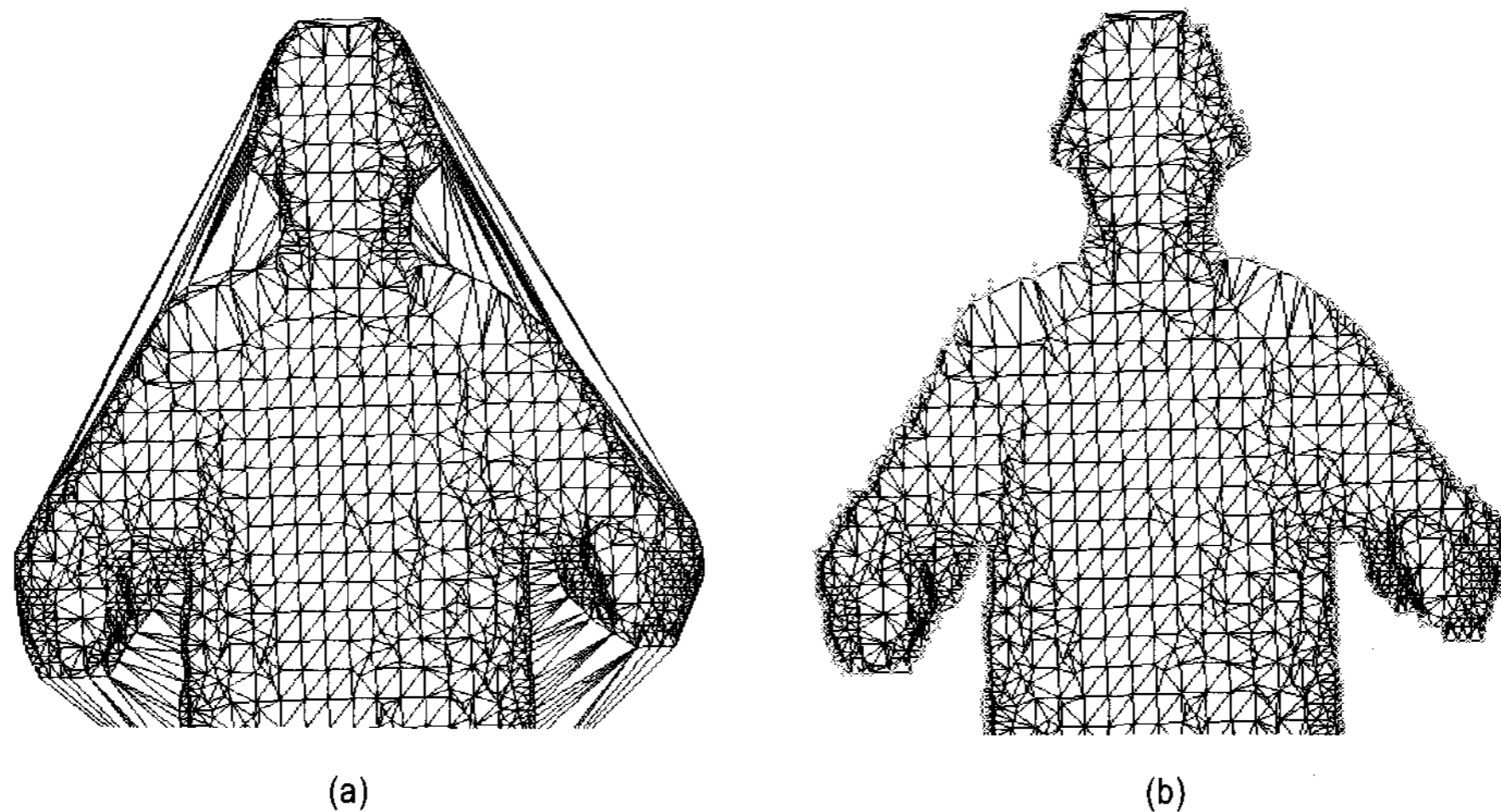


그림 7. (a) 경계 영역 삼각형 제거 전 (b) 경계 영역 삼각형 제거 후  
 Fig 7. (a) Before removing triangle (b) After removing triangle

리 특징점을 추출할 때 경계 영역을 표시하여 저장한다. 이후 OpenGL의 렌더링 과정에서 저장된 경계 영역 표시 정보를 참조하여 세 꼭지점이 경계 영역으로 이루어진 삼각형만을 제거할 수 있었다. 그림 7(b)는 이러한 경계 영역의 삼각형이 제거된 결과를 보여준다.

### 2. 경계 영역 정보 평활화

깊이 정보 카메라에서 획득되는 깊이 정보는 대체로 균

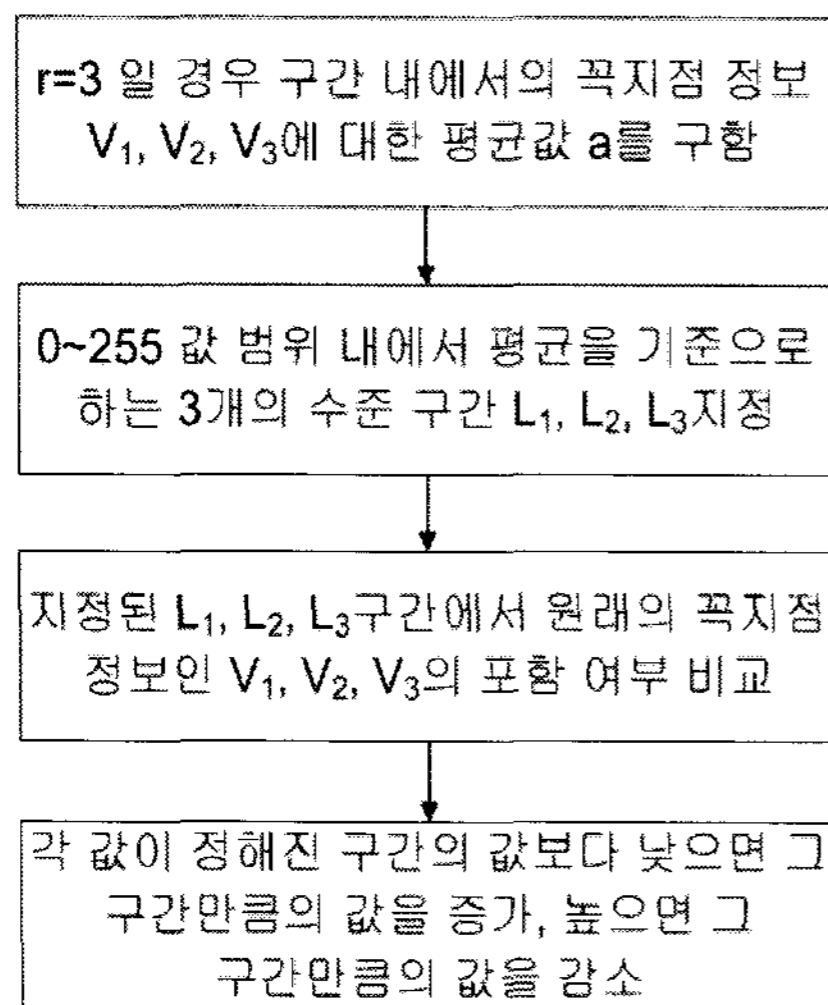


그림 8. 경계 영역 정보 평활화 기법의 흐름도  
Fig 8. Block diagram of an edge equalization algorithm

일하지만, 모델을 분리해 내고 시점을 이동하였을 경우 경계 영역 깊이 정보의 약간의 불균일성만으로도 모델의 경계 영역 주변이 매우 심한 격차를 보이게 된다. 이러한 현상은 주관적인 관점에서의 화질을 떨어뜨리는 주요한 원인이 되므로, 본 논문에서는 이를 제거하기 위해 추출된 모델의 렌더링 과정에서 경계 영역 부분의 깊이 정보 평활화 처리 방법을 제안한다. 그림 8은 제안된 경계 영역 깊이 정보 평활화 처리 기법의 흐름도를 나타내고 있다.

먼저 평활화 처리를 위해 임의의 경계 꼭지점 정보구간  $r$ 을 설정한다. 그리고 설정된 구간에서의 깊이 정보들의 평균값  $a$ 를 구한다. 이렇게 구하여진 평균값을 기준으로 평활화 할 깊이 정보를 0과 255값 이내에서 상위, 평균, 하위 3개의 수준을 정의한다. 이렇게 정의된 깊이 정보 비교 수준을 가지고 처음 설정하였던 임의 구간의 원래 깊이 정보와 비교하여 너무 높은 값을 가지면 수준을 한 단계 낮춘 값을 적용하고, 너무 낮은 값을 가지게 되면 한 단계 높은 수준의 값을 적용한다. 또한 평균과 비교하여 임의 설정값 내에서 큰 차이가 없을 경우 평균값을 적용한다. 그림 9는 경계 영역 정보의 평활화 처리 전후를 비교한 그림이다. 평활화 전의 불균일성이 많이 개선되었음을 보여주고 있다.

### 3. 경계 영역 정보 확장

깊이정보 카메라에서 획득된 영상은 그 자체로도 어느

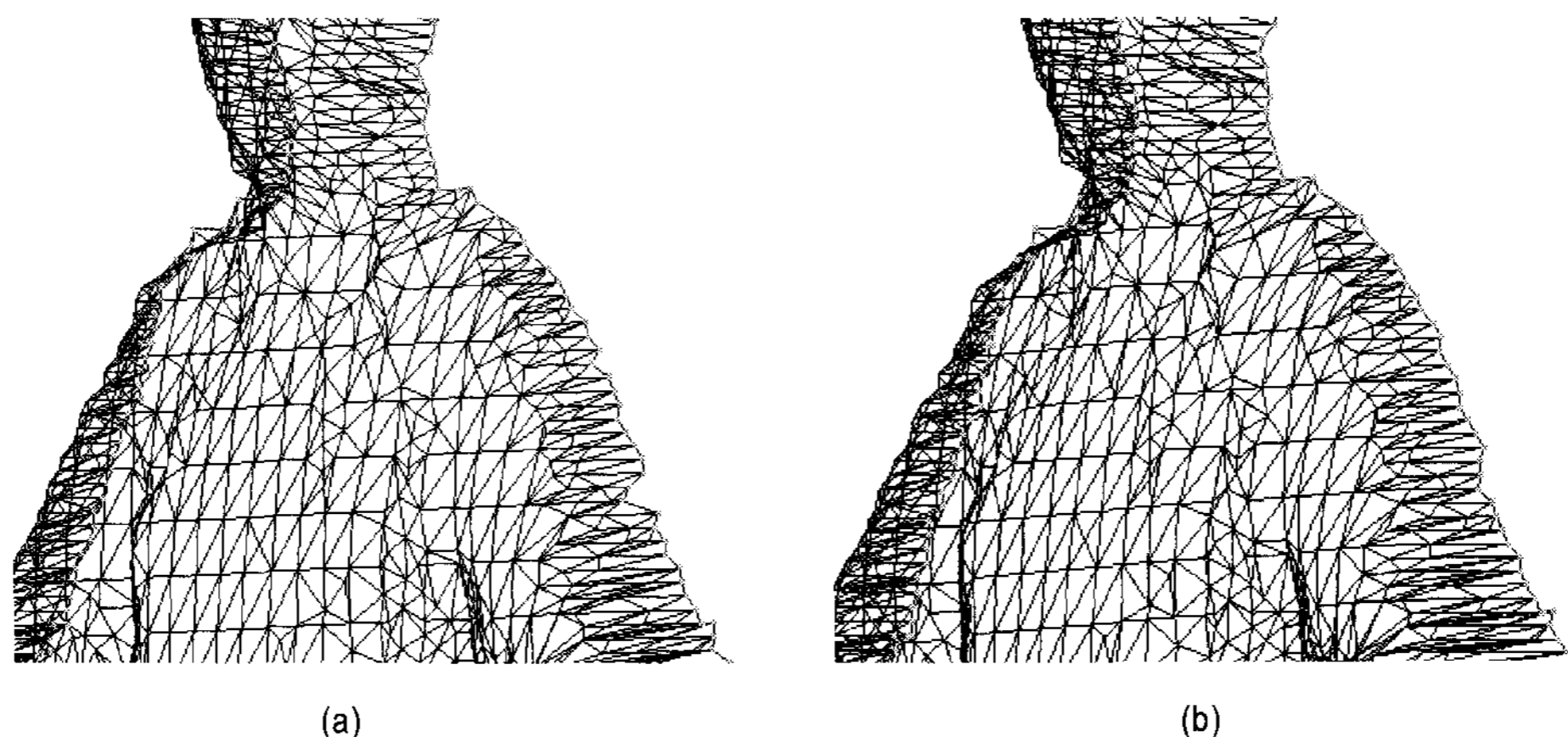


그림 9. 경계 영역 정보의 평활화 결과 (a) 평활화 처리 전 (b) 평활화 처리 후  
Fig 9. Results of an edge equalization (a) before equalization (b) after equalization

정도의 시점 이동이 가능하지만 보편적인 기준에서의 다시점 영상을 표현하기에는 부족하다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 본 논문에서는 삼각메쉬화 된 모델의 경계 영역의 꼭지점 정보를 참조하여 새로운 꼭지점 정보를 생성하고 새로운 다각형 영역을 확보하여 조금 더 넓은 시점을 확보할 수 있는 방법을 제안한다. 그림 10은 경계 정보 확장 기법의 흐름도를 나타낸다.

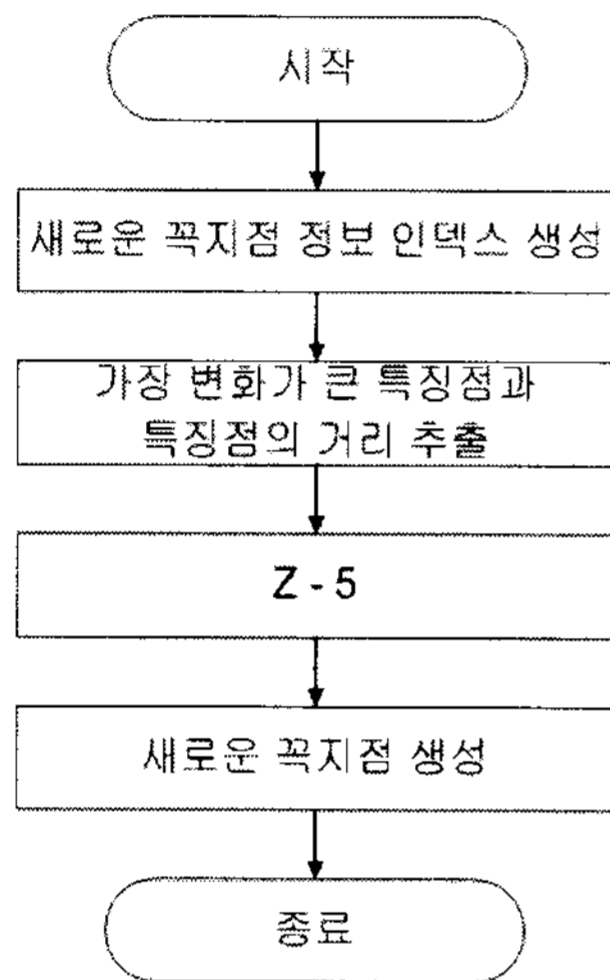


그림 10. 경계 영역 정보 확장 기법의 흐름도  
Fig 10. Block diagram of an edge extension algorithm

새로운 다각형 확보를 위해서는 먼저 새로운 꼭지점 정보의 인덱스를 생성하여야 한다. 이 때 추출된 전체 꼭지점의 개수를 새로 생성된 인덱스 개수 만큼 늘려주어야 하며 이는 삼각화 처리의 기준이 된다. 이 확장 기법의 목표는 좌, 우 각각 10에서 15도 정도의 시야를 확보하는 것이므로, 모델의 전체적인 질감에 영향을 크게 주지 않는 선에서 가장 효율적인 방법을 택하였다. 특징점 샘플링을 하였을 때 가장 변화가 심했던 특징점과 특징점 사이의 거리를 구한다. 이는 새로운 다각형의 크기가 최소화되는 것을 의미하는데, 일반적으로 모델의 경계 영역 부근은 깊이 정보의 크기가 급격하게 변하므로 새로운 꼭지점 정보가 먼 거리에 생성되면 다각형이 커지게 되어 주관적인 화질을 손상시킬 수 있기 때문이다. 마지막으로 새롭게 생성된 꼭지점 정보의 깊이값을 결정한다. 이 깊이 값은 원래 경계 영역이

평활화 된 후의 값보다 낮아야 하며 실험 결과 5단계 정도 낮았을 때 가장 좋은 결과를 보여주었다. 그림 11은 경계 영역 정보가 확장된 결과를 나타내고 있다.

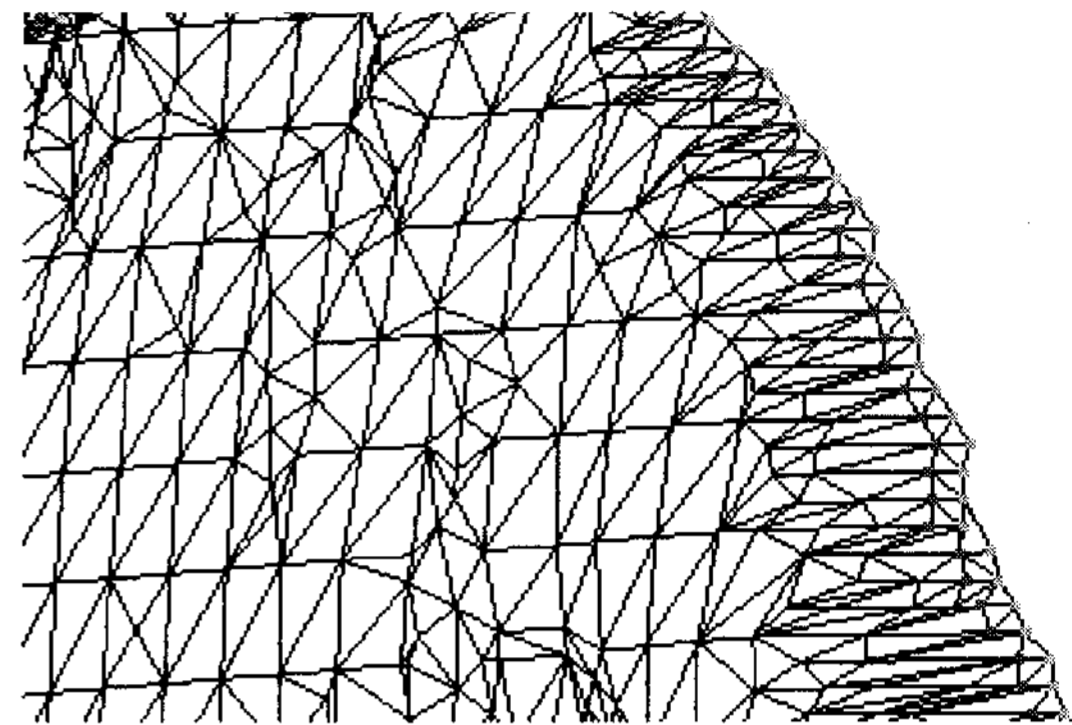


그림 11. 경계 영역 정보 확장 결과  
Fig 11. Result of an edge extension

#### IV. 제안한 기법의 구현 및 실험 결과

##### 1. 제안한 기법의 구현

Z-CAM으로부터 획득된 여러 장의 8비트 깊이 정보 영상들과 색상 영상을 입력으로 받아들이고, 앞서 언급한 기법 처리와 기하학적 변환 그리고, OpenGL 렌더링 과정을 통해 생성된 3차원 모델 객체를 다양한 시점에서 동영상 출력과 함께 디스플레이 하는 시스템을 구현하였다.

최종적으로 텍스처 맵핑 되어진 모델은 동영상으로 출력이 가능하다. 하지만 딜루이니 삼각화의 처리 시간이 다소 길기 때문에 동영상 출력과 삼각화 처리를 병행하기 어렵다는 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 미리 깊이 정보들을 각 프레임 별로 삼각화 처리 등을 거친 후 독자적인 형태의 파일로 저장하였다. 파일이 생성되고 난 후에는 더 이상 깊이 정보 영상을 입력하지 않아도 처리 후의 정보만으로 3차원 다각형을 만들어 낼 수 있기 때문에 원활한 실시간 동영상 출력이 가능하며, 시점 정보 또한 동시에 입력이 가능해진다. 그림 12은 본 논문에서 제안하는 동영상 출력 방법의 흐름도를 나타낸다.



2. 실험 및 결과

본 연구에 사용된 실험 환경은 표 1과 같다.

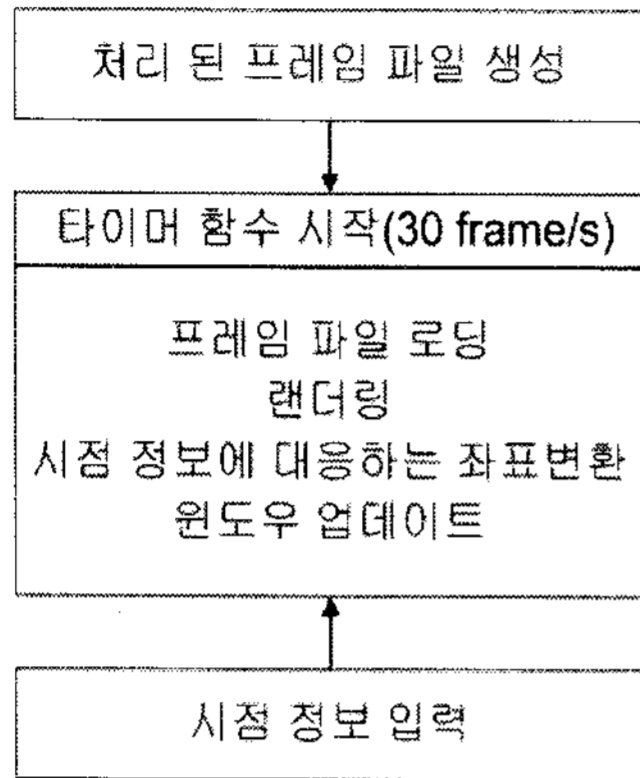


그림 12. 동영상 출력 방법의 흐름도  
Fig 12. Flow chart of video display method

표. 1. 본 논문 사용된 실험 환경  
Table 1. Experimental environments

OS	Window XP
PC 사양	P-4 2.6 GHz
구현 수단	Visual C++ 6.0 (OpenGL V1.1)
실험영상	720*486 size, RGB 24bit + Alpha(Depth)

그림 13은 최종적으로 텍스처 맵핑 되어진 모델을 좌, 우로 각각 10도씩 시점 이동하였을 경우의 결과를 보여주고

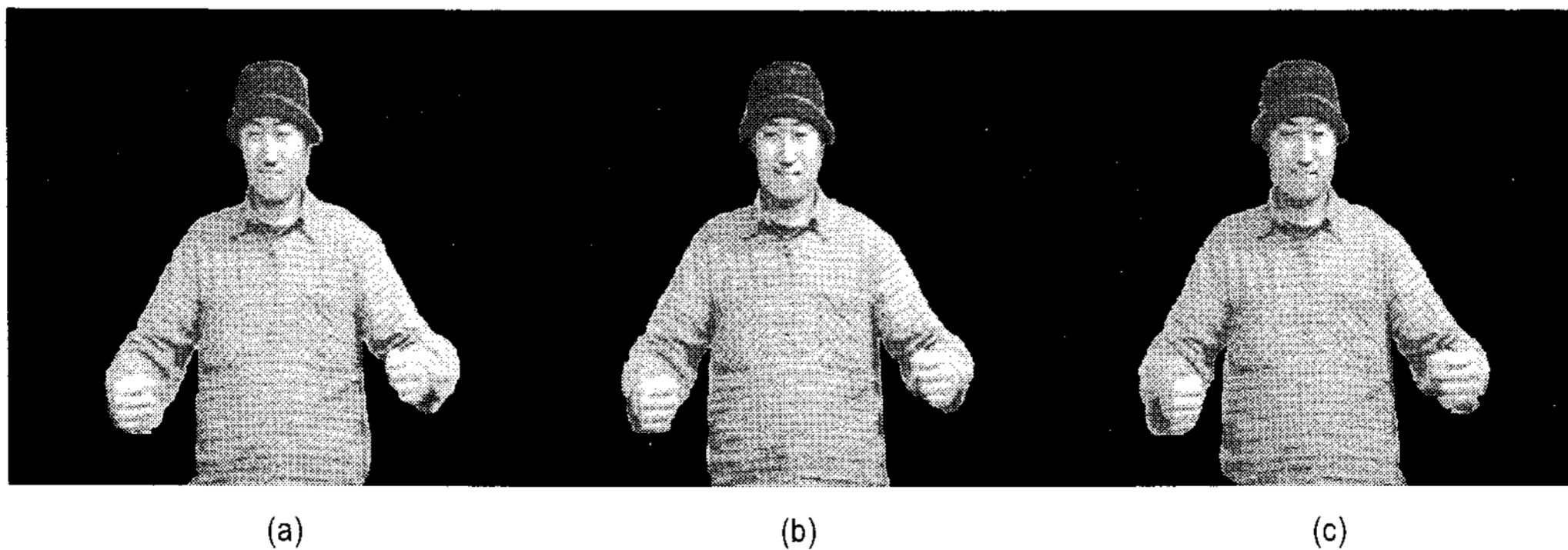


그림 13. 텍스처 맵핑을 거친 최종 결과 영상 (a) 좌측으로 10도 회전한 영상, (b) 회전하지 않은 영상, (c) 우측으로 10도 회전한 영상  
Fig 13. Final results by texture mapping (a) with 10 degrees-rotating to the left, (b) without rotating, (C) with 10 degrees-rotating to the right

있다. 그림 13의 결과는 스테레오 출력은 아니지만 OpenGL의 좌표 변환 렌더링을 이용해 임의의 시차를 주어 스테레오 영상의 구성이 가능하다. 또한, 스테레오 영상이 구성된 뒤에도 임의의 시점 정보를 입력하여 사용자의 위치에 따른 적절한 시점의 객체를 디스플레이 하는 것이 가능하다.

V. 결론

본 논문에서는 깊이 정보 카메라로 획득된 깊이 정보의 왜곡과 잡음을 줄이기 위해 형태학적 연산을 통한 깊이 정보 영상의 전처리를 적용한, 후, 개선된 깊이 정보를 이용하여 특징점을 추출하고 딜루이니 삼각화를 통해 분리된 모델을 메쉬 모델링하는 방법을 제안하였다. 기존의 딜루이니 삼각화에서 발생하는 경계 영역에서의 삼각 메쉬를 제거하기 위해 경계 영역의 마킹과 참조 기법을 적용하였고, 경계 영역 정보의 평활화를 통해 시각적으로 개선된 영상을 얻을 수 있었다. 또한, 기존 경계 영역에서 새로운 꼭지점 정보를 생성하여 텍스처 맵핑이 가능한 다각형을 확장시켜 기존보다 좀 더 넓은 시점을 확보할 수 있었다.

본 논문에서 제안하는 3차원 객체 생성 기법은 생성된 객체의 시점을 OpenGL의 3차원 좌표 연산을 통해 자유롭게 조절할 수 있는 장점이 있다. 특히 변이 추정방식에 의한 중간 영상합성 등의 기존 연구에서 존재했던 시점과 시점 사이의 불연속성과 시점 생성의 한계를 없애고 사용자의 시선과 일치하는 시점을 제시할 수 있으며, OpenGL을 지

원하는 장치의 가속기능을 이용해 빠른 객체 구성 및 시점 변환이 가능하다.

Z-CAM 등의 깊이 정보 카메라로 얻어진 깊이 정보 영상과 색상 영상으로는 완벽한 3차원 객체를 구현하기에는 한계가 있다. 이외에도 실사 영상을 이용한 능동적인 3차원 모델링 기술 현황으로 3차원 거리 스캐너, 구조화된 광선 패턴 방법 등이 있으나, 정지된 객체의 모델링 등에만 사용할 수 있고, 컬러 정보를 별도로 취득해야만 하는 단점이 존재한다. 깊이 정보 카메라를 사용한 경우에도 시야가 넓지 않고 객체를 구성하는 정보가 부족하지만, 본 논문에서 제안한 방법으로 이러한 단점들을 어느 정도 극복하였다는 점에서 의미가 있다고 하겠다. 향후 이러한 깊이 정보 카메라를 이용하여 구현된 3차원 객체의 시점 유동성이나 강인한 구성 정보의 확장을 실현할 수 있는 새로운 기법들이 연구 개발되어야 할 것이다.

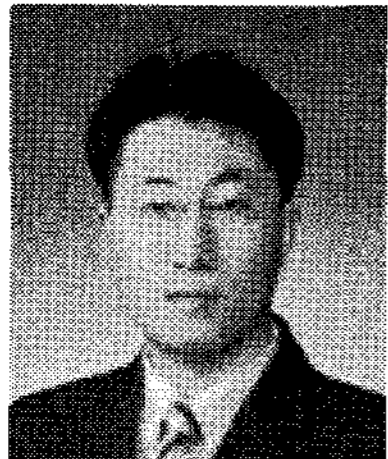
### 참 고 문 헌

[1] 성준호, 이성주, 김성식, 하태현, 김재석, "3차원중간영상의 합성을 위

한 쿼드트리 기반 변이추정 방법," 방송공학회 논문지, 2004년 제9권 제3호

- [2] 손광훈, 김한성, "다시점 영상의 변이 추정 및 중간 시점 영상 합성," 방송공학회지 제6권
- [3] 김성열, 호요성, "깊이 정보 카메라 시스템을 이용한 삼차원 실사 동영상 표현방법," 한국멀티미디어학회지 제10권 제2호, PP. 41-51, 2006. 2
- [4] 엄기문, 안충현, 이수인, "3차원 모델링 기술 동향," 주간기술동향 제 1185권, 2005. 3
- [5] 박정철, 김승만, 이관행, "경계라인 제약조건을 이용한 깊이 맵 기반 메쉬 모델링," 한국정보과학회 추계학술 발표자료집, PP. 3, 2005. 9
- [6] S. Peterson, "Computing Constrained Delaunay Tranguations in The Plane," University of Minnesota Undergraduate [http://www.geom.uiuc.edu/~samuelp/del\\_project.html](http://www.geom.uiuc.edu/~samuelp/del_project.html)
- [7] R. Pajarola, M. Sainz and Y. Meng, "DMESH: Fast Depth-Image Meshing and Warping," International J. of Image and Graphics, vol.4, no., 653-681, 2004.
- [8] <http://www.3dvsystems.com/>
- [9] L. P. Chew, "Constrained Delaunay Triangulations," Third annual symposium on Computational geometry, Waterloo, Ontario, Canada, pp.215 - 222, 1987.
- [10] L. Rognant, J. M. Chassery, S. Goze, J. G. Planes "The Delaunay Constrained Triangulation : The Delaunay Stable Algorithms," Information Visualization, 1999. Proceedings. 1999 IEEE International Conference on 14-16, PP. 147-152, July 1999

### 저 자 소 개



#### 오 원 식

- 2005년 8월 : 선문대학교 정보통신공학과 졸업(공학사)
- 2007년 8월 : 광운대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
- 2007년 8월~현재 : (주) MobileTop 근무
- 주관심분야 : 영상 압축, 비선형 신호처리



#### 김 동 욱

- 1983년 2월 : 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1985년 2월 : 한양대학교 대학원 졸업(공학석사)
- 1991년 9월 : Georgiarhdrkeogkr 전기공학과 졸업(공학박사)
- 1992년 3월~현재 : 광운대학교 전자재료공학과 정교수, 광운대학교 신기술 연구소 연구원
- 2000년 3월~2001년 12월 : 인티스닷컴(주) 연구원
- 주관심분야 : 디지털 VLSI Testability, VLSI CAD, DSP 설계, Wireless Communication

---

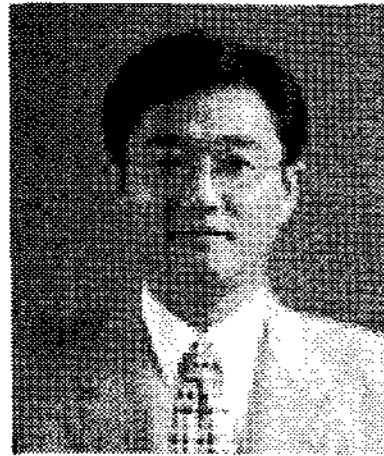
저 자 소 개

---



**김 화 성**

- 1981년 2월 : 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1983년 2월 : 고려대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1996년 : Lehigh Univ. 전산학 박사
- 1984년 3월~2000년 2월 : ETRI 책임연구원
- 2000년 3월~현재 광운대학교 전자통신공학과 정교수
- 주관심분야 : Wireless Internet, NGN 미들웨어 환경, Streaming Qos



**유 지 상**

- 1985년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1987년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1993년 5월 : Purdue 대학교 전기공학과 졸업(Ph.D)
- 1993년 9월~1994년 8월 : 현대전자산업(주) 산전연구소 선임연구원
- 1994년 9월~1997년 8월 : 한림대학교 전자공학과 조교수
- 1997년 9월~2001년 8월 : 광운대학교 전자공학과 조교수
- 2001년 9월~현재 : 광운대학교 전자공학과 정교수
- 주관심분야 : 웨이블릿 기반 영상처리, 영상압축, 영상인식, 비선형 신호처리