

# 실시간 3D 지형 시뮬레이션 프로그램 연구

정신민\*, 이채은\*, 김세송\*, 이병권\*  
 \*동국대학교 멀티미디어공학과  
 e-mail:sunmin\_jsm@naver.com

## The Study on 3D Landscape Simulation Program in Real Time

Sun-Min Jeong\*, Chae-Eun Lee\*, Se-Song Kim\*, Byong-Kwon Lee\*  
 \*Dept of Multimedia Engineering, Dong-Guk University

### 요 약

현대 사회에서 교육, 군대, 산업은 언제나 사람들에게 관심이 높은 분야이다. 본 논문에서는 이 세 가지 분야에서 유용하게 사용될 수 있으며 잠재력과 가능성 또한 무한한 솔루션을 제안한다. 본 논문이 제안하는 프로그램은 카메라가 보는 지형을 3D 지형으로 실시간으로 시뮬레이션 할 수 있는 시스템 개발에 목적을 두고 있다. 사용자가 모래를 이용해 원하는 지형을 구축하고, 개발된 소프트웨어를 이용하여 가상 3D 지형을 확인할 수 있는 프로그램을 연구한다.

### 1. 서론

현재 제스처인식 카메라를 활용해서 사용자 경험(UX: User Experience)을 향상시키는 여러 프로젝트가 개발되고 있다. 특히, 독일에서는 지리 교육용으로 모래를 쌓으면 모래가 쌓인 높이를 인식해 해당하는 맞춤형 영상을 출력하는 프로그램을 출시해 학생들의 이해를 돕고, 보다 즐겁게 교육을 할 수 있게끔 했다.[1] 더 나아가, 본 논문은 다양한 지형 영상을 출력하고, 물체인식을 통해 여러 기능을 부가적으로 추가해서 실질적으로 더욱 생동감 있는 가상 3D 지형을 확인할 수 있는 시스템을 제안한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 제스처인식 카메라

모래의 깊이를 측정하는 방식으로 깊이 인식과 고품질 촬영 측면에서 우수한 양안 제스처 인식 카메라를 사용한다[2]. <표1>은 양안 제스처 인식 카메라의 성능을 정리한 것이다. 확장된 시야를 기반으로 카메라에서 더 큰 장면 영역을 캡처할 수 있으므로 효과적이며 깊이 정확도가 크게 향상됐다.

<표 1> 향상된 양안 제스처 인식 카메라 성능

기능	신체 추적	깊이 감지	컬러 카메라	적외선 기능
설명	전체 골격 6개 및 사람당 관절 25개를 추적	512 * 424, 30Hz 단일 모드 : 0.5 ~ 4.5m	1080p 고품질 대화형 응용 프로그램 빌드	IR 및 색상 동시 사용 가능

#### 2.2 3D 구현

데이터를 기반으로 3D 지형을 구축하기 위해 직관적인 GUI 기능을 가진 Unity Engine을 사용한다. <표2>는 Unity3D 기본 사양을 정리한 것이다. 또한, 높이에 따른 색깔로 지형을 매핑 하는데 시뮬레이션 효과가 뛰어나다. 강제동역학(충돌 감지 포함), 연체동역학, 유동역학과 같은 단순한 특정 물리 시스템을 효과적으로 시뮬레이션할 수 있다.[3][4] 이 엔진은 컴퓨터 그래픽스, 비디오 게임, 영화 분야에 쓰인다. 주로 비디오 게임에 미들웨어로서 이용되며 실시간으로 시뮬레이션 처리한다. 고성능 과학 시뮬레이션과 같은 물리 현상을 시뮬레이션하기 때문에 각종 자연현상을 생동감 있게 구현할 수 있다. 마지막으로, GUI 구현에 IMGUI(즉시모드 GUI)를 도입하였다. 이를 통해 간단하고 적은 양의 스크립트로 GUI를 구현할 수 있어서 다양한 계층에 해당하는 Shader를 작성한다.

<표 1> Unity3D 기본 사양

항목	GUI	2D	Shader	Modeling
설명	N G U I , Scaleform, Noesis GUI	2 D Toolkit	Substance, Shader Forge	Simplygon, GameDraw, ProBuilder 2

### 3. 실시간 높이 인식 기반 매핑

#### 3.1 매핑 속도 개선을 위한 데이터 최적화

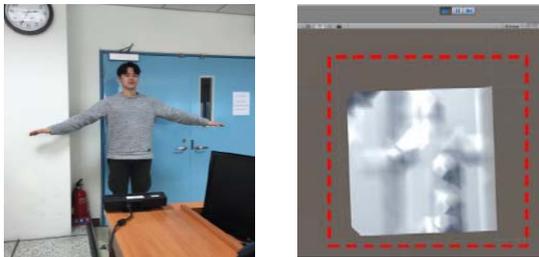
키넥트 깊이 카메라의 해상도는 512 \* 424 이다. 이는 많은 계산 량을 필요로 하기 때문에, 모든 데이터 값을 저장하는 대신 ROI(Region Of Interest)를 정해서 원하는 영

역의 데이터만 처리하도록 한다. 매 Frame마다 높이 정보를 갱신함과 동시에 데이터 크기를 줄여서 실시간 구현을 가능하게 한다.

또한, 키넥트의 위치가 고정되어 있지 않은 경우를 대비해 빔프로젝터가 모래 평면의 정확한 위치에 영상을 투영할 수 있도록 싱크로나이제이션 작업을 진행한다. 즉, 데이터 중 임계치에 벗어나는 값이 있다면 잡음으로 처리하고 그 데이터에 해당하는 좌표는 제외하고 계산을 처리하게 된다. 따라서 좌표 영역과 데이터 값이 동적으로 자동적으로 바뀌게끔 구현해서 매핑의 정확도를 향상한다.

### 3.2 들로네이 삼각화(Delaunay Triangulation)를 통한 3D 지형 구축

2차원 배열로 저장되어 있는 높이 정보를 3차원 배열 집합인 Vector3로 변환한다. 이렇게 생긴 Vector3 점 집합들을 들로네 삼각분할 알고리즘을 적용해서 3D 지형을 생성한다. 들로네 삼각분할이란 3차원 공간의 점 집합에서 임의의 한 점에서 시작하여 가장 가까운 점과 선분을 만들고 시계 반대 방향 법칙에 맞는 임의의 점과 연결하여 삼각형을 만든 후 외접원을 그려 다른 점이 외접원에 포함되지 않으면 계속해서 삼각형 메쉬(Mesh)를 생성해나가는 방법이다.[5][6] (그림 1)은 깊이 정보에 따른 3D 지형 구축에 대한 실제 응용 사례이다.



(그림 1) 깊이 정보에 따른 3D 지형 구축

### 3.3 등고선 및 계절에 따른 Shader 설계

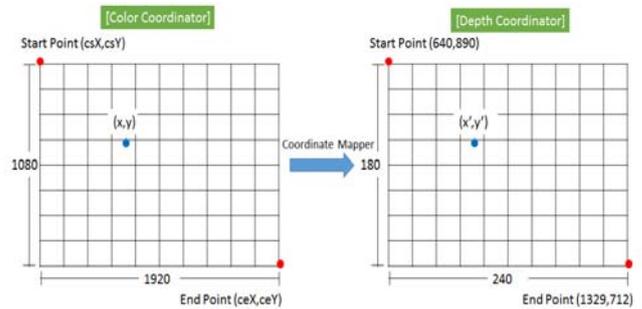
점진적으로 그라데이션을 줄 수 있는 함수(Vector3.Lerp)를 사용해서, 다양한 계절을 표현할 수 있는 Shader를 작성했다. 본 연구는 봄, 여름, 가을, 겨울, 등고선 총 총 5가지 Shader를 포함하고 있으며, 키보드로 각 모드를 손쉽게 변경할 수 있게끔 설계한다.[7]

## 4. 영상처리 기술 활용

### 4.1 깊이 카메라와 컬러 카메라 싱크로나이제이션

키넥트의 깊이 카메라와 컬러 카메라의 해상도 값이 서로 다르고, 컬러 카메라는 한 픽셀당 4byte(RGBA)값을 가지기 때문에 두 종류의 카메라가 받는 데이터를 모두 동시에 처리하기 위해 싱크로나이제이션 작업을 거친다. Depth Image에서 우리가 실제로 쓰는 좌표 영역은 Start Point (142, 77), End Point (382,257) 이다. 이 값을 Color Image에서의 좌표로 Coordinate Mapper를 통해 변환한

값은 Start Point (640, 890), End Point (1329, 712)이다. 이 값으로 비율을 계산해서 얻고자 실제 좌표를 깊이 카메라 상의 좌표로 변환할 수 있다. (그림2)는 싱크로나이제이션 공식이다.

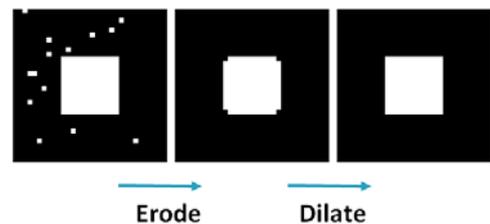


$$x' = \frac{x}{ceX - csX} * width \quad y' = \frac{(ceY - csY) - y}{ceY - csY} * height$$

(그림 2) 깊이 카메라, 컬러 카메라와 좌표 정보 교환

### 4.2 임계치 값과 모폴로지(Mopology)를 활용한 색깔 검출

Color Camera가 가져오는 이미지는 RGB 형식이다. 효율적인 색깔 검출을 위해 RGB 이미지를 HSV이미지로 변환한다. 그 후, 추출하고자 하는 파란색의 HSV 컬러 값을 임의로 설정해준다. H : 0 ~ 22 ; S : 200 ~ 255 ; V : 100 ~ 200 값이 Blue 컬러 값에 해당한다. 이 범위에 들어오는 컬러 값은 모두 파란색으로 구별한다. 영상 이미지 특성상 많은 잡음을 제거하기 위해 원형 모폴로지를 이용해 오프닝, 클로징 작업을 한다.(그림3)은 잡음 제거 알고리즘이다. 파란색 영역을 찾아서도, 그 영역의 너비 값이 특정 값을 만족하지 않으면, 즉 그 영역이 충분히 크지 않는다면 그 영역 또한 잡음으로 간주한다. 결과적으로는 파랑영역이 충분히 클 경우 이 영역을 캐치하고, moment 값으로 읽어서 중심점을 iLastX, iLastY로 저장한다. (식1)은 해당 과정을 설명하는 알고리즘이다.[8][9][10]



(그림3) 오프닝,클로징을 이용한 잡음 제거

$$\text{면적 } a = m_{00} \quad \text{중점 (iLastX, iLastY)} = \left( \frac{m_{10}}{a}, \frac{m_{01}}{a} \right)$$

$$\text{if } a > \text{threshold} \quad , \text{ 중점 저장}$$

$$\text{else} \quad , \text{ 잡음 간주}$$

(식1) 모멘트를 이용한 잡음 제거

#### 4. 결론

본 연구에서는 기존의 시스템을 개선해 실시간으로 높이 정보를 받아 생동감 있는 3D 지형 구축 프로그램을 제안했다. 본 연구가 제안하는 프로젝트는 아래 세 가지 분야에서 활발하게 사용된다. 첫 번째, 교육적으로 사용자는 지형적 특징과 물리적 요소들의 상관관계를 배울 수 있다. 두 번째, 산업 분야에서는 실제 구현에 앞서 가상으로 매핑과 같은 구현을 진행해 봄으로써 위험 부담이 크게 줄어든다. 마지막으로 거의 대부분의 군사적 행위에는 지형적 특징이 수반되므로 일종의 시뮬레이션을 선행하는 것을 가능하게 한다. 빔프로젝터가 실제 영상을 투영하기 때문에 주변 조명의 세기가 색깔 인식 기능에 장애를 일으킬 수 있다. 향후 연구과제로 실제 프로그램 개발을 통한 상품화 및 상용화에 적용하기 위해서는 조명 관련 이슈를 해결해야 한다. 또한, 본 연구가 구현된다면 유치원 학생들과 초등학생들을 위한 교육에서 지리 학습을 보다 직관적으로 재밌게 할 수 있을 것이라고 기대한다.

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업 (IITP-2016-H8501-16-1014)과 SW중심대학지원사업 (R7116-16-1014)의 연구결과로 수행되었음.

#### 참고문헌

- [1] SandCraft, <https://en.wikipedia.org/wiki/SandCraft>, Wikipedia
- [2] Developing with Kinect, <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect/develop>, Microsoft Kinect
- [3] Roger S. Pressman "Software Engineering A Practitiners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill, 2012, pp.23
- [4] Digital Rune Knowledge Base, [https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%AC%BC%EB%A6%AC\\_%EC%97%94%EC%A7%84](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%AC%BC%EB%A6%AC_%EC%97%94%EC%A7%84), Wikipedia
- [5] Ji-Hoon Choi, 3D Mesh Creation using 2D Triangulation of 3D Point Clouds, 한국정보과학회 가을 학술발표논문집(2007) Vol.32, No.2, pp.3
- [6] Fabio Remondino, IMAGE-BASED 3D MODELLING: A REVIEW. The Photogrammetric Record 21(115): 269 - 291, 2006 , pg.272
- [7] Martin Kraus, USER-CENTERED DESIGN OF GPU-BASED SHADER PROGRAMS, 2012
- [8] Vladimir Vezhnevets, A Survey on Pixel-Based Skin Color Detection Techniques, pp.4
- [9] Ghazali Osman, ENHANCED SKIN COLOUR CLASSIFIER USING RGB RATIO MODEL, International Journal on Soft Computing (IJSC) Vol.3, No.4, November 2012, pp.5
- [10] George W. Dalke, Method and means for color detection and modification, pp.10