

# 깊이 기반 3차원 영상 렌더링에서 투명한 스플랫을 사용한 가시성 기법

서모영<sup>o</sup> 정우남 한탁돈  
연세대학교 컴퓨터과학과 미디어 시스템 연구실  
{silia502<sup>o</sup>, woonam, HanTack@kurene.yonsei.ac.kr}

## Visibility Method for Transparent Splats on Depth Image Based Rendering

Mo Young Suh<sup>o</sup>, Woo Nam Chung, Tack Don Han  
Media System Lab, Yonsei University

### 요 약

본 논문에서는 투명한 스플랫을 사용한 깊이 기반의 3차원 이미지(Depth image based 3D rendered image) 렌더링에서의 가시성 기법을 제시한다. 이는 기존의 두 개의 패스로 이루어지는 가시성 기법을 z-버퍼 알고리즘과 변환된 McMillan' s 알고리즘을 사용하여 하나의 패스로 구성함으로써 성능을 향상시켰다. 또한 스플랫의 순서에 따라 올바르게 표시되지 않는 기준설정으로 인해 발생하는 화질의 문제점을 McMillan' s 알고리즘을 수정함으로써 해결하였다.

### 1. 서 론

이미지 기반 렌더링은 한 장 이상의 참조 영상을 입력으로 하여 원하는 시점에서의 결과 이미지를 생성하는 방식의 렌더링 기법이다. 이미지 기반 렌더링에서는 실사 이미지를 입력으로 할 수 있기 때문에 실제와 같은 영상 처리가 가능하며 복잡한 영상도 다른 영상과 비슷한 연산으로 처리할 수 있는 장점이 있다. 이미지 기반 렌더링의 까다로운 부분은 화소 깊이에 따른 렌더링 부분인데 깊이 기반 3차원 이미지 렌더링은 참조 영상에 대한 깊이 값을 입력 받아 이미지를 처리하므로 더욱 정확한 3차원 영상 렌더링이 가능하게 된다.

이미지 기반 렌더링에서는 참조 영상의 화소들을 결과 영상으로 옮기는 작업(워핑)을 수행한다. 결과 영상에서는 참조 영상의 물체의 크기나 모양이 변화될 수 있기 때문에 hole이나 aliasing이 발생하므로 화소의 크기 및 모양 등을 최적화 하는 방법들이 연구되고 있다. 그 중 가우시안 필터를 사용한 디스크 모양의 스플랫이 많이 사용되고 있으며 화질도 많은 개선을 보였다. 이러한 투명한 스플랫을 사용하는 일반적인 방법으로는 두 번의 깊이 비교에 의한 가시성 기법이 있다. 이 기법은 포인트 기반 렌더링에서 구현되어 사용되었다. 이 알고리즘은 두 번의 패스를 사용하므로 프레임 수가 많을수록 성능이 저하 된다. 따라서 본 논문에서는 하나의 패스로 이루어진 투명한 스플랫을 사용한 깊이 기반의 3차원 이미지 렌더링에서의 가시성 기법을 구현한다. 하나의 패스로 구성하기 위하여 깊이 기반 이미지 렌더링에서 사용할 수 있는 McMillan' s 알고리즘을 반대로 사용함으로써 깊이 맵을 생성하는 깊이 검사를 제거한다. 이로써 한 번의 깊이 검

사로 투명한 스플랫을 블렌딩 할 수 있게 된다.

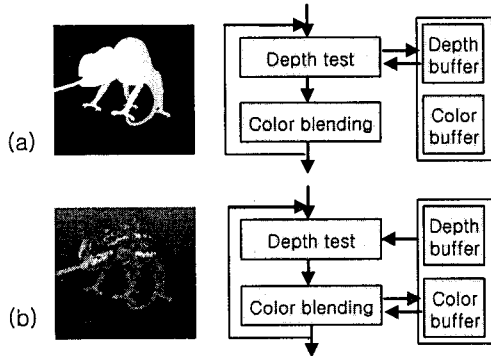
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 스플랫의 가시성 기법에 대한 기존에 연구된 기법을 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 설명하고 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

### 2. 관련 연구

이미지 / 포인트 기반 렌더링에서는 화질 개선을 위하여 여러 가지 기법이 소개 되었는데 스플랫의 크기와 모양을 변화시켜 화질을 개선하는 스플래팅 기법이 많은 연구가 되어 왔다. 특히 불투명한 스플랫은 색상 블렌딩시 결과 이미지에 비늘 현상이 발생하기 때문에 더 나은 화질을 얻기 위해서는 가우시안 필터링을 사용한 투명한 스플랫을 블렌딩 하는 기법이 연구 되었다.[1] 또한 최근 이런 스플래팅 기법들이 하드웨어로 지원 가능하도록 연구되고 있는 추세이다. [1][7]

투명한 가우시안 퍼지 스플랫을 사용한 이미지 기반 렌더링을 구현할 경우 고려해야 할 사항은 투명한 스플랫의 가시성 기법이다. 기존에 많은 연구들이 진행 되었는데 그 중 일반적으로 사용되는 기법은 두개의 패스로 이루어진 z-오프셋 검사를 이용한 방법이다.[1][2][7] 또 다른 방법으로는 하나의 패스로 이루어진 McMillan' s 알고리즘을 이용한 방법이 있다.[4]

첫번째 기법인 z 오프셋 검사를 이용한 알고리즘은 두 개 이상의 투명도가 있는 스플랫이 겹쳐질 경우 어느 정도 허용 범위 안의 스플랫은 블렌딩하여 보다 나은 화질을 구현한다. 겹쳐지는 스플랫을 블렌딩 해야 하는 이유는 불투명한 표면이 투명하게 보이게 되는 문제점을 제거하



[그림 1] 기존의 two pass 가시성 기법: (a) 첫번째 패스에서는 color blending 부분은 사용하지 않고 깊이 검사하여 깊이 맵을 만든다. (b) 두번째 패스에서는 깊이 값의 업데이트는 이루어 지지 않고 z 오프셋 검사를 수행하여 허용 범위 안에 존재하는 투명한 스플랫의 경우 색상 값의 업데이트가 이루어진다.

기 위해서이다. 위의 알고리즘은 두 번의 패스로 이루어 지는데 첫번째 패스에서는 가시성 테스트를 하여 시점에서 보이는 가장 가까운 불투명한 스플랫에 대한 깊이 맵을 작성한다. 이 때, 색상 버퍼로의 업데이트는 하지 않는다. 두번째 패스에서는 첫번째 패스에서 만들어진 깊이 맵을 사용하여 겹쳐지는 허용 범위 이하 근접한 투명한 스플랫을 블렌딩한다. 이 패스에서는 깊이 값에 대한 변경은 이루어지지 않는다. 이 알고리즘은 투명한 스플랫을 효과적으로 처리하지만 매우 큰 해상도를 가지는 이미지 일 경우, 두 번의 패스는 속도 측면에서 큰 부담을 안게 된다. 위의 결점을 보완하기 위해 Coconu와 Hege는 McMillan이 제안한 알고리즘을 사용하여 하나의 패스로 겹쳐지는 가우시안 퍼지 스플랫을 블렌딩하는 알고리즘을 제안하였다.[4] 이 기법은 하나의 패스로 렌더링이 이루어지므로 속도 향상이 이루어 지지만, 가려지는 물체나 배경의 색상이 블렌딩되는 문제점이 발생한다. 본 논문에서는 기존의 McMillan이 제안한 알고리즘을 변형시킨 알고리즘과 z 오프셋 테스트를 혼합 수행하여 하나의 패스로 보이지 않는 물체나 배경의 색상이 보여지는 문제를 발생시키지 않고 성능 향상시켰다.

### 3. 제안하는 알고리즘

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 깊이 기반의 표현 기법 중 SimpleTexture와 PointTexture에 대해, 두번의 패스를 이용한 알고리즘과 비슷한 구조를 하나의 패스로 구성한다.[5][3] 우선, 비교할 스플랫의 기준 설정을 위해 McMillan' s 알고리즘을 반대로 사용하여 시점에서 가까운 부분부터 화소를 읽는다. 그리고 해당 스플랫에 대하여 앞에서 구해진 기준이 되는 스플랫과 z-offset 검사를 수행하여 현재 깊이 값에 허용 범위 안에 존재하면 프레임 버퍼의 색상과 블렌딩 하도록 한다.

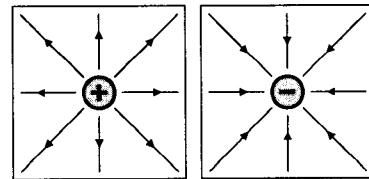
#### 3.1 Inversed McMillan' s 알고리즘

McMillan은 깊이를 가지지 않은 이미지 기반 3D 렌더링

에서 이미지의 깊이 값을 비교하지 않는 알고리즘 제안하였다.[6] 이 연구에서 제안한 알고리즘은 하나의 입력 이미지에서 계산된 epipole의 부호에 따라서 입력 이미지의 읽는 순서를 먼 거리에 존재하는 물체부터 처리하도록 함으로써 깊이 비교를 생략하였다. 즉, 기존의 McMillan' s 알고리즘은 렌더링 순서를 정하여 시점의 가장 먼 곳부터 렌더링하도록 하는데, 투명도가 존재하는 스플랫을 사용하면 블렌딩 되지 말아야 하는 물체의 색상까지 블렌딩하게 된다. 이것은 가장 앞에 보이는 물체에 대한 정보가 존재 하지 않아 비교 대상이 없기 때문에 발생하는 문제이다. 따라서 이 문제를 해결 하기 위하여 McMillan' s 알고리즘을 반대로 사용하여 시점에서 맨 앞에 오는 화소가 우선적으로 처리 되도록 한다.

결과 시점에서 가장 가까운 화소가 먼저 프레임 버퍼에 저장되면 그 화소가 기준이 되어 깊이 허용 범위를 정할 수 있게 된다.

SimpleTexture의 경우, McMillan' s 알고리즘을 x축과 y축에 대해서 epipole의 값이 음수가 나올 경우, 안에서 밖의 순서로 처리하고 양수가 나올 경우, 밖에서 안의 순서로 처리한다. PointTexture의 경우, McMillan' s 알고리즘을 x, y, z축에 대해서 같은 방법으로 수행한다.

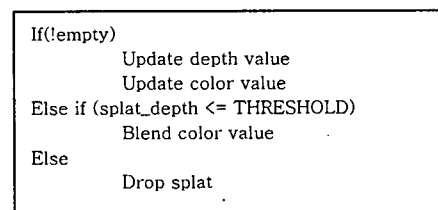


[그림 2] Inversed McMillan' s 알고리즘

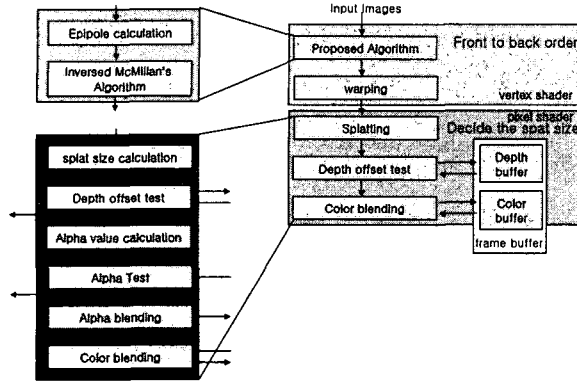
#### 3.2 깊이 오프셋 검사

깊이 오프셋 검사는 깊이 비교를 통하여 현재 화소가 보여지는 표면과 같은 표면에 존재하는지 검사한다. 허용 범위 이상 되면 해당 화소는 버려지며 허용범위 이하이면 프레임 버퍼에 있는 값과 블렌딩 된다. SimpleTexture의 경우 두 개 이상의 입력 이미지가 존재하게 되면 이미지 간의 깊이 검사는 수행 되어져야 한다. 이 부분을 깊이 오프셋 검사로 바꾸게 되면 성능 저하 없이 투명한 스플랫에 대한 처리도 할 수 있게 된다. 투명한 표면에 대한 블렌딩은 다음 식으로 처리 할 수 있다.

$$C_{screen} = C_{splat} \times \alpha_{splat} + C_{screen} \times (1 - \alpha_{splat}) \quad [8]$$



[표 1] 오프셋 검사 수도코드



[그림 3] 시스템 블록 다이어그램

### 3.3 깊이 허용 범위 (Threshold)

깊이 허용 범위를 설정하는 이유는 두 개 이상의 스플랫이 같은 표면 상에 존재하는지에 대한 판단 기준이 필요하기 때문이다. 두 개의 스플랫이 한 표면에 있을 최대 범위는 스플랫 크기의 반 이하에 존재 할 경우이다. 만약, 두 스플랫의 사이가 스플랫의 크기의 반이 되면 두개의 스플랫은 직각으로 꺾여 있음을 의미한다. 따라서, 두 개의 스플랫의 깊이 허용 범위는 스플랫의 크기 반이 된다. 깊이 허용 범위도 스플랫의 크기와 마찬가지로 깊이 값에 따라서 변화한다.

위의 그림은 제안하는 알고리즘에 대한 대략적인 블록 다이어그램이다. 메모리에 입력된 참조 영상에 대하여 결과 시점에서의 epipole값을 계산하여 부호에 따라 읽는 순서를 정한다. 워핑 단계에서는 전 단계에서 읽은 순서대로 포인트를 변환하여 결과 영상으로 좌표 이동을 한다. 스플랫의 깊이에 따라 적응적으로 스플랫의 크기와 모양을 결정한 후 깊이 오프셋 검사를 수행하여 같은 표면에 존재하는지 비교 한다. 같은 표면에 존재 할 경우 색상 버퍼에 있는 색상 값과 블렌딩하고 그렇지 않으면 제거된다.

### 4. 결론

본 논문에서는 투명한 스플랫을 사용한 깊이 기반의 3차원 이미지(Depth image based 3D rendered image) 렌더링에서의 가시성 기법을 제시하였다. 가시성 기법을 보다 빠르게 렌더링 하기 위하여 두 번의 깊이 검사를 수행하는 대신 McMillan's 알고리즘을 반대로 수행하는 방법을 도입하여 하나의 패스로 구성하였다. 이로써 화질을 보장함과 동시에 고속의 렌더링을 구현 할 수 있게 된다.

향후 연구는 제안된 알고리즘을 셰이더를 이용하여 하드웨어로 구현하고 스플랫 크기를 최적화 시켜 적용시킴으로써 고품질 및 고성능의 이미지 기반 렌더링을 구현 할 수 있도록 할 계획이다.

### 참고 문헌

- [1] Liu Ren, Hanspeter Pfister and Matthias Zwicker. Object Space EWA Surface Splatting: A Hardware Accelerated Approach to High Quality Point Rendering, Eurographics 2002, vol. 21, no 3, 2002
- [2] Szymon Rusinkiewicz. QSplat: A Multiresolution point Rendering System for Large Meshes, In proceedings of SIGGRAPH 2000, pp. 343-352, 2000
- [3] Alexey Ignatenko and Anton Konushin. A Framework for Depth Image-Based Modeling and Rendering, 13<sup>th</sup> international conference on Computer Graphics and Vision Graphic, 2003
- [4] Liviu Coconu and Hans-Christian Hege. Hardware-Accelerated Point-Based Rendering of Complex Scene, 13<sup>th</sup> Eurographics Workshop on Rendering, pp 43-52, 2002
- [5] Bayakovski, Y., Levkovich-Maslyuk L., Ignatenko, A., Konushin, A., Timasov, D., Zhirkov, A., Mahnjin Han, In Kyu Park. Depth image-based representations for static and animated 3D objects, On Proceedings. 2002 International Conference, vol. 3, pp 25-28, 2002
- [6] Leonard McMillan and Gary Bishop. Head-tracked stereoscopic display using image warping. In Proceedings SPIE, vol. 2409, pp 21-30, 1995.
- [7] Mario Botsch and Leif Kobbelt. High-Quality Point-Based Rendering on Modern GPUs, In proceedings of the 11<sup>th</sup> Pacific Conference on Computer Graphics and Applications, pp.335-345, 2003
- [8] Carpenter, L. The A-buffer, an Antialiased hidden surface method. In proceedings of SIGGRAPH 84, vol. 18:3, pp. 103- 108. 1984