

# 투영영상 생성과 특징점에 관한 연구

이영재<sup>0</sup> 박영태

해천대학 컴퓨터게임 전공, 경희대학교 전자공학과  
(yjlee@hcc.ac.kr, ytpark@nms.kyunghee.ac.kr)

## A Study On Projective Image Generation And Dominant Points

Young Jae Lee<sup>0</sup>, Young Tae Park

Dept.of Computer Game, HyeCheon College

Dept.of Electronics, Kyung Hee University

### 요 약

기본적인 투영기법인 평행투영, 원근투영 기법과 Octree 모델을 사용하여 임의의 시각방향에서 모델의 2차원 투영영상을 생성하고 노드표면을 시각방향으로 평행 투영하여 이들 벡터의 곱의 절대값을 사용하여 2차원 투영영상을 Pseudo gray로 표현해 본다. 또한 평행투영과 원근투영 하에서 2차원상의 모델에서 3차원 모델의 특징점을 찾을 수 있는 기법을 제안하고 두 개의 모델 영상에 적용해 증명해 보았다. 이 기법은 3차원 물체 인식에 중요한 정보로 유용하게 사용 될 수 있다.

### 1. 서 론

투영은 3차원 물체를 2차원 평면에 표현하기 위해 3차원 좌표를 2차원 좌표로 변환하는 것이다.<sup>[4-5]</sup> 투영하는 방법은 여러 가지가 있으나 기본적으로는 평행투영(parallel projection)과 원근 투영(perspective projection)이 있다. 평행투영은 모든 물체의 점들을 평행선을 따라 2D 평면에 투영하는 방법이며 이와는 달리 원근투영은 모든 점들을 투영 중심점(COP:center of projection) 지점과 연결되는 선에 따라 투영하는 방법이다.

#### 1.1 평행 투영<sup>[4-5]</sup>

평행투영은 3차원 물체를 시계 방향으로 평행하게 투영하여 물체의 표면이 2차원 형태로 나타나게 하는 방법이다. 즉, 서로 다른 관측 지점을 선택함에 따라 보이는 점들을 시계 방향으로 투영함으로써 서로 다른 2차원 영상을 얻는다.

평행 투영에서는 물체 표면에서 평행되는 선들은 2D의 시계평면상에서도 평행되는 선들로 투영된다. 이 기법은 공학이나 건축분야에서 유용한데, 여러 관측지점에서 물체를 표현하되 물체의 상대적 길이가 일정하게 유지된다. 또한 관측 시점에서 보이는 3D 객체의 모양을 재현시킬 수 있다.

#### 1.2 원근 투영<sup>[4-5]</sup>

원근투영은 2D 관측 평면에서 물체의 원근을 표현하는 또 다른 투영 방법이다. 평행선을 따라서 점들을 투사하는 대신에 원근 투영법에서는 같은 크기라 할지라도 멀리 떨어진 부분은 가까이 위치한 부분 보다 작게 그린다. 따라서 물체 표면상의

평행선들은 하나의 선에 수렴해 나간다. 원근 투영법에 의해 그려진 물체는 보다 자연스럽게 보이는데, 이것은 사람의 눈이나 카메라 렌즈가 이미지를 만드는 방식과 같기 때문이다.

### 2. Octree 모델<sup>[1-3]</sup>

3차원 모델링 기법은 크게 부피 모델링 기법과 표면 모델링 기법으로 구분할 수 있다. 이중 Octree<sup>[1-3]</sup>는 2차원 물체 모델링 기법인 Quadtree를 3차원으로 확장한 부피 모델링 기법으로서 3차원 물체의 계층적 묘사가 가능하다.

Octree 모델링 기법은 2차원 평면에서의 4진 트리(Quadtree)를 3차원 표현 방식으로 확장시킨 데이터 구조로써 3차원 공간상의 연관성이 포함되어 있으며, 데이터가 압축된 형식을 갖는 특성이 있다. Octree는 Volume intersection<sup>[3]</sup> 알고리즘에 의해 생성되며 기본적인 원리는 다음과 같다.

3개의 직교하는 Quadtree의 각 노드를 노드의 공간상 좌표로 연장시키고 3차원 공간에서 교차된 Voxel에 관련된 Quadtree의 3개 노드 모두가 Black 노드일 경우의 Voxel이 Octree의 Object 노드로 결정되며 1 개 이상의 노드가 White인 경우는 Object 노드가 아니다. 모든 3차원 공간상의 Voxel에 대해 이와 같은 과정을 계층적으로 적용함으로써 Octree를 자동으로 생성할 수 있다. 특히 Octree 구조의 유용성은 3개의 직교하는 (Orthogonal) 2차원 영상으로부터 Volume intersection 알고리즘<sup>[3]</sup>에 의해 임의의 시각방향에서 본 3차원 모델물체의 2차원 투영영상으로부터 손쉽게 빠르게 생성할 수 있으므로 애니

메이션, 시뮬레이션, 인식 등을 위한 데이터 베이스 크기를 대폭 줄일 수 있다. 또한 3차원 물체의 표면 정보를 추가시킴으로써 2차원 투영영상을 Pseudo gray로 표현할 수 있으므로 3차원 물체 인식을 위한 효율적인 모델링 기법으로 사용할 수 있다. Octree의 각 노드에 해당하는 Voxel의 6개 면 중 물체의 표면에 속하는 면을 검출하는 기법으로서 Multi-level boundary search 알고리즘<sup>13)</sup>을 사용한다. 검출된 표면 노드 중 Surface normal 벡터와 시각방향 벡터의 굵이 부의 값을 가진 표면 노드가 시각방향에서 보이는 노드이므로 이들 노드의 표면을 시각방향으로 평행 투영하여 모델의 2차원 투영형상을 생성할 수 있으며 이들 벡터의 굵의 절대값을 사용하여 2차원 투영영상을 Pseudo gray로 표현할 수도 있다.

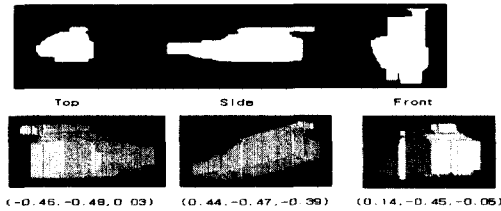


그림 1. Octree로 합성된 투영영상의 예

### 3. 특징점 추출

2차원으로 투영된 3차원 물체의 인식을 위해 2차원 형상을 효율적으로 묘사할 수 있는 특징점 추출 과정을 사용한다. 특징점은 물체의 윤곽을 근사화하는 윤곽점들의 집합으로서 패턴 인식을 위한 전처리 과정으로서 널리 사용되어 왔다.<sup>16-17)</sup> 특징점은 윤곽의 굽곡률(curvature)이 극부 최대인 점을 검출함으로써 생성된다. 디지털 영상의 경우 경사각의 변화가 이산적이므로 굽곡률을 명확화한 k-cosine 방식을 사용한다. m번째 윤곽점으로부터 n번째 윤곽점까지의 벡터를  $a_{m,n}$ 으로 표시하면 i 번째 윤곽점의 k-cosine은 다음과 같이 정의된다.

$$k - cosine = \frac{a_{i-k,i} \cdot a_{i+k,i}}{|a_{i-k,i}| |a_{i+k,i}|} \quad (1)$$

물체의 윤곽선을 따라 k-cosine 값의 극부 최대점을 검색함으로써 특징점을 추출할 수 있으며 k는 평활화 파라미터로서 클수록 세부 윤곽 묘사가 어렵고 작을수록 지나치게 많은 특징점을 생성하여 비효율적이므로 물체의 크기, 복잡도에 따라 k 값을 적절히 선택해야 하며 본 논문에서는 이를 해결하는 알고리즘으로서 Scale-space filtering 기법<sup>18)</sup>을 사용한다. 특징점은

물체의 볼록한 부분과 오목한 부분에 존재하지만 오목한 부분의 특징점은 시각방향에 따라 보일 확률이 적고 공간상의 위치가 일정치 않으므로 제거하고 볼록한 특징점만을 사용한다. Top, Side, Front 영상에서 검출된 볼록한 2차원 특징점으로부터 3차원 물체의 특징점은 기본적으로 다음과 같은 원칙에 의해 생성된다. 즉, 2개의 직교하는 시각방향에서 포착된 2차원 영상의 특징점  $P_i$ 와  $Q_j$ 를 각각의 시각방향으로 연장했을 때 교차한다면 그 교차점은 3차원 물체의 특징점이다. 따라서 2차원 영상에서의 모든 특징점 쌍  $P_i, Q_j$ 에 대해 위의 원리를 적용하여 검출된 3차원 특징점과 Octree 각 노드의 Surface normal 정보를 Octree 구조에 추가하여 3차원 물체 인식을 위한 기본 데이터 베이스로 사용될 수 있다.

### 4. 3차원 물체 특징점

#### 4.1 실험 1



(a)정면, 측면, 상면 영상 1



(b)생성영상과 2D, 3D 특징점(평행투영)



(c)생성영상과 2D 특징점 3D 특징점(원근투영)

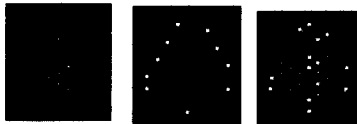
그림 2. 2차원 투영영상과 3차원 영상 및 특징점

그림 2 (a)는 직교하는 3개의 시각방향에서 본 3개의 2차원 모델영상이며 (b)는평행투영의 경우로 Octree 생성 기법을 사용해 모델 영상과 2차원 특징점과 제안한 기법으로 생성된 3차원 특징점이며 그림 (c)는 원근 투영인 경우로 2차원 특징점과 제안한 기법으로 생성된 3차원 특징점이다.

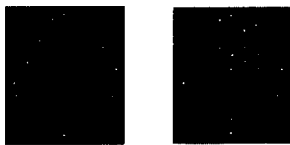
4.2 실험 II



(a) 정면, 측면, 상면 영상 II



(b) 생성영상과 2D, 3D 특징점 (평행투영)



(c) 생성영상과 2D, 3D 특징점 (원근투영)

그림 3. 2차원 투영영상과 3차원 영상 및 특징점

실험 II는 실험 I과 같은 조건하에서 다른 모델 영상을 사용하여 실험한 것으로 그림 3의 (a)는 직교하는 3개의 시각방향에서 본 3개의 2차원 모델 영상이며 그림 (b)는 평행투영의 경우로 2차원 특징점과 제안한 기법으로 생성된 3차원 특징점이며 그림 (c)는 원근 투영인 경우로 2차원 특징점과 제안한 기법으로 생성된 3차원 특징점이다.

표1. 실험 결과

실험	2차원 특징점 수		3차원 특징점 수	
	평행투영	원근투영	평행투영	원근투영
실험 I	10	10	14	14
실험 II	11	11	14	14

표1은 실험 결과를 정리한 것으로 평행, 원근 투영 기법에 제안한 알고리즘을 적용한 경우 투영 기법에 관계없이 같은 개수의 특징점을 확인할 수 있었으며, 2D 특징점수가 3D 특징점

수 보다 적은 이유는 경계선 내부에 특징점이 존재하기 때문이다. 실험결과 제안한 알고리즘을 사용하여 비교적 정확하게 3차원 특징점을 찾아 낼 수 있었다.

5. 결론

기본적인 투영 방법인 평행투영, 원근투영과 Octree 모델을 사용하여 물체의 투영영상을 만들어 보았다. 또한 이들 노드의 표면을 시각방향으로 벡터의 굵기의 절대값을 사용하여 2차원 투영영상을 Pseudo gray로 표현하였으며, 특히 3차원 특징점을 찾을 수 있는 알고리즘을 제안하고 이를 두 개의 모델에 적용하고 실험해 보았다. 이 경우엔 만족할 만한 3차원 특징점을 2차원 투영영상에서 찾을 수 있었다. 이 알고리즘을 사용해 2차원 영상의 특징점과 동일 시각상의 3차원 모델 영상과의 특징점 비교가 가능하므로 3차원 물체인식에 중요한 정보로 유용하게 사용될 수 있다.

향후 제안한 기법 이외의 2D, 3D 물체의 다양한 특징점 추출을 위한 기법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] C.L. Jackins and S.L. Tanimoto, "Octrees and their use in representing three dimensional objects," CGIP Vol. 14, pp. 249-270, 1980.

[2] H.Noborio, S. Fukuda and S. Arimoto, "Construction of the octree approximating three dimensional objects by using multiple views", PAMI.Vol.10, No.5, pp.769-782, 1988

[3]C.H.Chien and J.K. Aggarwal, "Volume /Surface octrees for the representation of 3-D objects," CGIP, Vol. 36, pp. 100-113, 1986.

[4]오해석, 김은영, 컴퓨터그래픽스, pp128-144 (도)대림, 2000

[5] Edward Angel, OpenGL을 이용한 Computer Graphics, pp178-194 Addison Welsly, 2000

[6] J.W. Gorman, O.R. Mitchell and F.O. Kuhl, "Partial Shape Recognition Using Dynamic Programming", IEEE Trans on PAMI., vol 10, No.2, pp257-266. 1988.

[7] H. Liu and M.D. Srinath, "Partial Shape Classification using contour Matching in Distance Transformation", IEEE Trans. on PAMI, vol 12, pp.1072-1079, 1990.

[8]S.C.Pei and C.N. Lin, "The Detection of Dominant Points On Digital Curves By Scale-space Filtering", Patten Recogniton Vol.25, No.11, pp.1307-1314, 1992.