

# 그래픽스 기반 달리줌 렌더링

김강태, 정유나, 이성길  
 성균관대학교 컴퓨터공학과\*)  
 e-mail:{sonata,jeongyuna,sungkil}@skku.edu

## Dolly Zoom Rendering for Computer Graphics

Kangtae Kim, Yuna Jeong, Sungkil Lee  
 Dept. of Computer Engineering, Sungkyunkwan University

### 요 약

장면에는 초점을 두는 중요한 영역이 있다. 초점에 의한 영상 효과는 사실감 뿐 아니라 작가들의 메시지를 효과적으로 전달하는데 현저히 도움이 된다. 본 논문에서는 영화 영상 기법 중 달리줌을 컴퓨터 그래픽스에 적용/렌더링하여 초점 효과를 극적으로 향상시키는 방법에 대하여 제안한다. 달리줌과 더불어, thin-lens 카메라 모델 기반 디포커스 블러를 추가하여, 보다 극적인 효과를 실시간에 얻을 수 있다. 이러한 효과는 역동적인 원근감을 제공하여 물체를 강조하는 다양한 특수효과에 쓰일 수 있다.

### 1. 서론

장면에는 항상 초점을 두는 중요한 영역이 있다. 사람의 시각 체계는 대량의 시각 정보에서 초점(또는 관심)으로 제한된 영역만 처리할 수 있다. 광학기반 카메라에도 비슷한 원리가 적용된다. 유한한 조리개 크기로 인해 초점이 맞은 영역만 또렷하게 보이고, 나머지 영역은 흐려지게 된다.

이러한 초점에 의한 영상 효과는 사실감 뿐 아니라 작가들의 메시지를 효과적으로 전달하는데 현저히 도움이 된다. 피사계 심도에 의한 블러(Defocus blur)와 같이 광학 시스템에서 자연스럽게 일어나는 효과가 있는 반면, 의도적으로 초점을 강조하여 메시지를 전달할 수 있다.

본 논문에서는 영화 영상 기법 중 달리줌(Dolly Zoom)을 컴퓨터 그래픽스에 적용/렌더링하여 초점 효과를 극적으로 향상시키는 방법에 대하여 제안한다 [1][2]. 영화에서 카메라를 제어하기 위한 대표적 표현 기법들로 달리(dolly), 줌(zoom), 팬(pan) 등이 있다. 달리줌은 달리와 줌을 결합하여, 초점이 되는 중요한 물체는 그대로 둔 채, 나머지 영역의 물체들을 거리에 비례하여 줌인/줌아웃하는 기법이다. 달리줌은 현실에서 얻기 불가능한 역동적인 원근감의 변화를 얻는다. 이로 인해, 보는 사람은 일상적인 공간의 논리를 파괴하는 급작스런 괴리감과 같은 다양한 심리변화를 겪는다. 대표적인 영화로는 Hitchcock의 “Vertigo” [1] 과 Steven Spielberg의 “Jaws” 등이 있다.

달리줌과 더불어, 본 논문에서는 (그래픽스에서 일반적

인 pin-hole 카메라 모델 대신) thin-lens 카메라 모델을 사용하여 디포커스 블러를 추가하고, 초점에 대해 한 번 더 강조하여 매우 극적인 효과를 얻을 수 있었다.

### 2. 알고리즘

달리줌은 카메라의 위치를 옮기며 시야각(Field of view: FOV)을 변화시켜 얻는다(그림 1). 그림에서 보듯이, 카메라의 위치를 CAM1에서 CAM1'으로 옮겼을(dolly out) 때, 고정된 시야각으로 인해 장면 내 물체들의 크기는 작아지게 된다. 그러나 초점을 두는 특정 물체의 (카메라로부터의) 거리를 고려하여 FOV를 동적으로 조절하면, 그 물체의 크기를 일정하게 유지시킬 수 있다. 초점 영역이 있는 가시 평면의 높이를  $H$ 라 하고, 카메라로부터 초점 평면까지의 거리를  $df$ ,  $df'$ 라 할 때 조절해야 하는 새로운 FOV'는 수식(1), 수식(2)를 이용하여 계산할 수 있다.

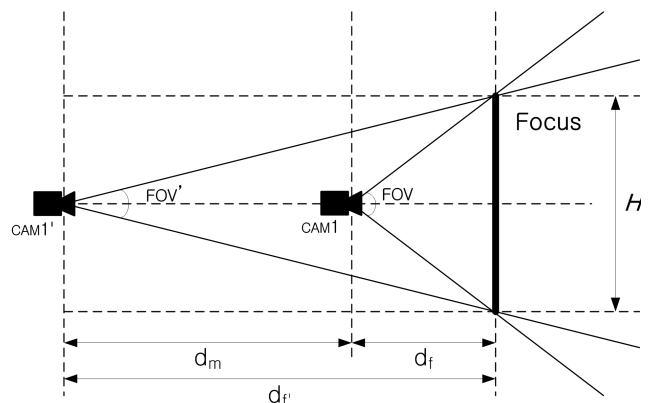


그림 1. Dolly Zoom 모델.

\*) 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구임 (No. 2011-0014015)

$$\tan\left(\frac{FOV}{2}\right) = \left(\frac{1}{d_f}\right)\left(\frac{H}{2}\right) \quad (1)$$

$$\tan\left(\frac{FOV'}{2}\right) = \left(\frac{1}{d_f + d_m}\right)\left(\frac{H}{2}\right) = \left(\frac{1}{d_{f'}}\right)\left(\frac{H}{2}\right) \quad (2)$$

달리줌은 스토리 상 중요한 장면에서 특수효과로 쓰이므로, 일반적으로 고정된 물체의 위치에 대해서 상대적인 카메라의 움직임으로 구현한다. 중요한 장면에 이르게 되면, 먼저 초점 물체를 지정하게 된다. 실시간 렌더링에서는 사용자가 초점이 될 물체의 거리를 화면상에서 직접 지정하거나, 미리 정의된 지점에 이르면 자동으로 달리줌이 실행될 물체의 거리를 지정한다. 그 후, 카메라의 움직임을 CAM1에서 CAM1'의 위치로 선형보간(linear interpolation)하면, 달리줌 애니메이션을 구현할 수 있다.

작가가 전달하려는 메시지를 보다 강조하기 위해, 본 시스템은 디포커스 블러를 추가로 적용하였다. 디포커스 블러 렌더링 또한, 초점거리의 지정이 필요하다. 실시간 반응성을 확보하기 위해 이미지 분해와 레이트레이싱 기반의 최근 렌더링 방법을 적용하였다 [3]. 일반적인 디포커스 렌더링과 달리, 초점을 두는 물체에 대한 초점거리의 동적 변화가 필요하다. 일반적으로 초점은 카메라에 상대적으로 지정되므로, 달리줌을 적용하는 동안 초점거리를  $df$ 에서  $df'$ 으로 바꿔주면 된다.

### 3. 결과

제안하는 시스템은 Intel i7 2600, NVIDIA Geforce 560Ti의 플랫폼과 Direct3D 10 API를 사용하여 구현되었다. 성능 및 품질 측정을 위해  $1024 \times 768$  해상도에서 2개의 장면을 사용하였다(Dinosaurs scene, 295K Tri.; Toys scene, 65K Tri.). 먼저 성능 측정 결과를 표1에 보인다. 달리줌의 구현은 카메라 매트릭스만을 조절하므로, 전체 성능은 디포커스 렌더링에 의존하며, [3]의 방법을 이용한 성능과 유사하다. 64 샘플 정도를 쓸 때, 실시간 특수효과에 쓰이기에 적합함을 알 수 있다.

표 1. 렌즈 샘플의 수에 따른 렌더링 성능 측정 결과.

Number of samples	frame/sec	
	Toys	Dinosaurs
16	181.45	160.27
32	104.52	105.44
64	60.31	66.43
128	30.05	38.42
256	17.88	20.89
512	9.24	10.97

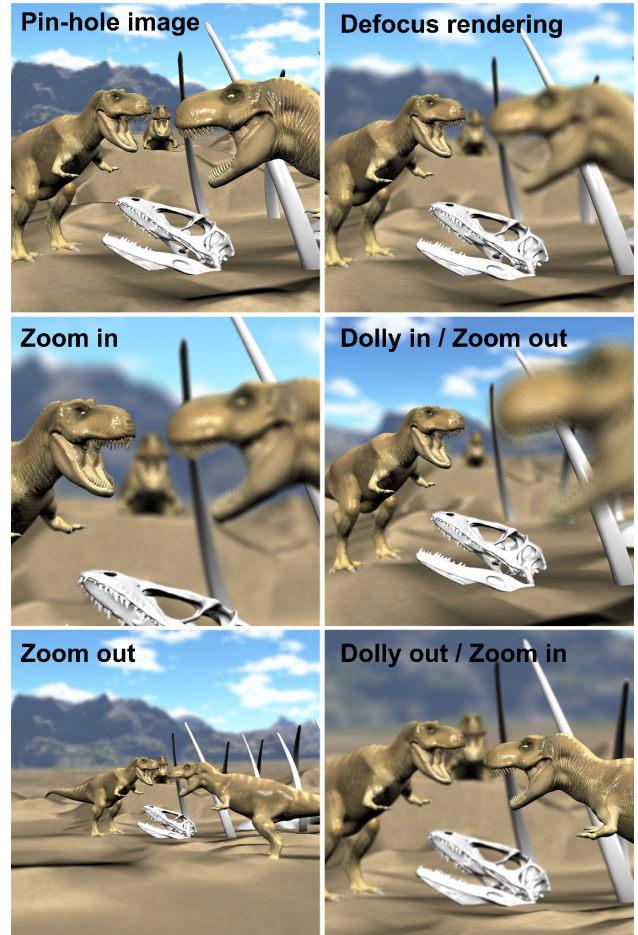


그림 2. 달리줌과 디포커스 렌더링 결과.

렌더링 결과는 그림 2에 보인다. Zoom-in과 Zoom-out 이미지는 FOV의 변화 없이 렌더링한 일반적인 결과를 보여준다. 이에 반해, 초점을 두 번째 공룡에 맞추고 FOV를 조절하여 렌더링하였을 때 전경과 배경의 물체들의 공간적 깊이와 투영(projection)이 현실과 달리 변한다. 이러한 변화는 애니메이션과 함께 역동적인 원근감을 제공하여 특정 물체를 강조하기 위한 다양한 특수효과에 쓰일 수 있다.

### 참고문헌

- [1] Alfred Hitchcock. "Vertigo" Paramount Pictures, 1958.
- [2] Spoto, Donald. "The Art of Alfred Hitchcock: Fifty Years of His Motion Pictures" 2nd ed. New York: Doubleday, 1992.
- [3] Sungkil Lee, Elmar Eisemann, and Hans-Peter Seidel. "Real-Time Lens Blur Effects and Focus Control" ACM Trans. Graphics, 29(4), 65:1-7, 2010 (SIGGRAPH'10).