

3D Animation에서 효과적인 Caustic표현 연구

이 순 영(○), 최 유 미*
홍익대학교 산업대학원

Effective expression of the caustic effect in 3D animation

Lee soon-young, Choi yoo mi*
Hongik University Industry Graduate School
E-mail : lsy2851@hanmail.net, 016-804-9279

요 약

자연현상에서 쉽게 관찰할 수 있는 빛이나 소리 등 파동적인 현상으로 아지랑이나 별의 반짝임과 물그릇 속의 수저가 굽어보이는 현상을 Caustic이라고 하는데, 우리는 Caustic을 여러 환경에 따라서 다양한 굴절을 체험하게 된다. 이렇게 자연현상에서 일어나는 현상을 좀더 사실적이고 효과적으로 장면연출을 하기 위하여 사람들은 3D Animation에도 Caustic표현을 적용하고자 한다. 하지만 Caustic은 여러 가지변수로 인하여 다양하게 나타나므로 이를 표현하기 위해서는 많은 시간과 테스트과정을 거쳐야 된다. 본 논문에서는 3D Animation에서의 Caustic표현을 찾아보고, 장면에 따른 분석과 설문을 통하여 장면연출에서 Caustic 역할을 분석하였다. 효과적인 장면연출을 위하여 Caustic 표현에 있어 여러 가지 조건변화에 따른 실험을 하였다. 실험의 결과를 토대로 실증적 실험 연구를 통해 학습에 미치는 효과를 검증함으로써, 3D Animation에서 좀더 사실적인 장면을 연출하기 위하여 Caustic표현에 있어서 교육적 지침서 역할을 하고자 하였다.

Abstract

The caustic effect provides some of the most amazing indirect illuminated light patterns or scenery one could find in nature. We can perceive this in forms of twinkling stars, shimmering, visually deflected spoon in the water and other various occasions. To generate the caustic effect more realistic and effectively in 3D animation, the understanding of the caustic effect and its application is very crucial. However, there exists various factors in creating the caustic effect other than two main factors discussed in this paper and these factors will require to be studied and tested. In this report, various cases, which used the caustic effect to create more realistic scenery are studied and the role of the caustic effect played in various sceneries are analyzed. In addition to these case studies, it is also experimented with changes in different conditions. On the basis of the result of case studies, the report demonstrates how the caustic effect can be used to create more realistic scenery by conducting substantiate experiment and research on practicing 3D animation. With all of these researches, the paper is to present the education guide to produce more realistic scenery in 3D animation.

오늘날 영상물 내에서도 3D Animation에서 연출한 장면은 Lighting의 다양한 설정에 따라서 분위기, 입체감, 공간감등을 표현하는데 중요한 역할을 하고 있다. 빛이 존재함으로써 자연환경의 현상 가운데 사물과 빛이 부딪쳐서 굴절되어 지각되는 현상들을 볼 수 있다.

I. 서론

1. 연구목적

대표적으로 수영장의 물 수면에 벽면의 오브젝트가 꺾여져 왜곡된 벽면의 모습과 물이 담겨진 컵 주변의 그림자와 반짝임들, 붉은 색을 가진 바닥면과 흰색을 가진 벽면으로 이루어진 공간에 작은 구멍으로 들어오는 빛으로 인하여 흰색벽에 붉은 바닥면의 색상의 영향을 받아 흰색벽에 붉은 색의 기운이 감도는 장면[1]들을 우리 주위에서 흔히 발견 할수 있을 것이다.

이러한 현상들을 3D Animation 장면 표현시 자연에서 일어나는 현상을 무시하고 표현한다면 사실적이기 보다 인위적이고 가공된 느낌을 더 강하게 느끼게 될 것이다.

Caustic은 여러 가지 변수로 인하여 다양하게 나타나며, 모든 3D Animation 장면에 Caustic이 일정하게 적용될 수는 없다. 하지만 이러한 Caustic이 적용되었을 경우 환경적인 다양한 변수로 인하여 많은 테스트과정을 거쳐야 함으로 시간낭비를 하게 될 것이다.

본 연구는 3D Animation에서의 Caustic표현을 찾아보고, 장면에 따른 분석과 설문은 통하여 장면연출에서 Caustic의 역할을 검증해 보고, 효과적인 장면연출을 위한 Caustic표현에 있어서 여러 가지 조건변화에 따른 실험을 통하여 3D Animation에서 Caustic을 표현하고자 할 때에 지침서 역할을 하고자 한다. 그리고 실험을 통하여 결과만 도출해 내는 것이 아니라 결과를 토대로 실증적 실험연구를 통해 그 효과를 검증해 보는 것은 커다란 의의를 갖는다고 하겠다.

2. 연구방법

연구방법으로는 일반적인 개념분석을 위하여 기존 이론들에 대하여 문헌조사 하였고, 본 연구에서 제시한 연구문제를 실증적으로 검증하기 위해 설문조사를 실시하였다. 이를 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

본 연구에서는 MAYA, 3DS MAX, Lightwave, softimage등 3D 소프트웨어들 중 MAYA에서 장면설정을 '유리잔' 오브젝트로 제안하고, 아래와 같은 변화요인들로 분석함으로써 Caustic에 미치는 상관관계를 살펴보고자 하였다.

첫째, 3D Animation에서 Caustic이 연출되기 위해서는 우선 기본적인 요소로써 Lighting이 존재해야 시각적으로 보이게 된다. 3D에서는 여러 가지 Lighting이 존재하는데, Lighting[2]에서 Scene의 전체적인 밝기를 조절하기 위해 주로 쓰이는 Ambient Light와 태양광처럼 방향성만을 가지고 있는 라이트인 Directional Light, 무대에서 조명을 받는 효과를 만들어 주는 Spot Light, 위치한 곳에서 빛이 사방으로 퍼져나가는 Point Light를 각각 화면에서 설치하고,

Caustic 생성에 관련된 설정에 대하여 분석하려고 하였다.

둘째, Caustic이 되는 오브젝트의 특징에 따라서도 다양한 표현이 이루어 질 수 있다. 오브젝트에 적용된 재질이 광원으로부터 발사되는 빛이 물체면과 충돌하거나, 투과하여 굴절되는 값을 연산하여 최종의 물체[3]가 가지게 될 성격과 다른 재질의 요소와 재질의 두께값을 대입시켜서 일반적으로 Caustic을 표현하고자 할 때 효과적으로 적용시킬 수 있는 설정값을 표출하고자 하였다.

지금까지 상영된 3D Animation에서 라이트에 관한 테스트와 연구를 많이 하고 있다[1]고 알려진 픽사에서 만든 3D Animation 작품 중에서도 우리에게 많이 알려져 있는 <Monsters Inc.>, <Toy story 2>두 작품[4]에서 Caustic이 표현된 still Image를 중심으로 장면을 분석하였다.

그리고 일반인들로 하여금 분석한 장면들을 중심으로 Caustic이 표현된 장면과 표현되지 않은 장면에서 좀더 자연스러운 장면을 찾고, 과연 그렇다면 그 이유가 무엇이라고 생각하는지에 관해서 설문조사를 분석하여 Caustic현상이 장면연출에 미치는 영향을 검증하고자 하였다.

이와 같은 방법으로 3D Animation에서 효과적으로 장면 연출시에 Caustic표현 방법을 연구하고자 하였다.

II. 빛의 파장에 따른 Caustic

1. 빛의 종류에 의한 Caustic

각 Light의 특징에 따라 Light 종류는 Directional Light, Ambient Light, Spot Light, Point Light로 설정을 하였다.

전체적인 Light의 속성에서 ☼ Illuminates by Default는 off로 설정하고, Link Light에서 Caustic을 표현하고자 하는 오브젝트에만 Light의 영향을 받도록 한다.

☐ Emit Diffuse and Emit Specular를 체크한다. ☐ Light Decay Rate에서 기본적으로 No Decay로 선택해 준다.

☐ Light가 가지는 빛의 강도를 조절하는 Intensity를 0.500로 설정하였다. 이것은 Decay설정을 함으로써 Light의 경우마다 설정값의 폭 범위가 틀려짐을 제안하기 위해서이다.

☐ Caustic을 표현시키려는 오브젝트의 표면재질은 Phong 셰이더로 통일시켜주었다.

이와 같은 환경을 설정하고 mental ray_caustic으로 rendering하였다.

1.1. Directional Light 영향을 받을 경우

① Directional Light의 Attribute Editor를 열고 Shadow를 설정하였다. Shadow Color는 진회색으로 하고 Shadow방식

은 Ray trace shadow를 설정하였다.

Use Ray trace shadow를 체크하고 Light Radius는 0.05, Shadow Rays는 4, Ray Depth Limit는 2로 설정하였다.

② 오브젝트의 Material은 Phong를 적용하고 Transparency 값을 사용하여 투명도를 주고, Refractive Index(굴절률)를 1.7로 설정하였다.

③ mental ray Globals창을 열고 Quality항목에서 PreviewCaustics를 선택하고, PreviewCaustics 탭을 클릭해서 Caustics의 속성값을 확인한다.

④ Directional Light의 Attribute Editor를 열고 Photon에 관련된 속성값을 설정하였다. mental ray 항목에서 Emit Photon를 체크하고 Energy(RGB)는 1.000, Exponent는 2.000, Caustic Photons는 50000로 설정한다.

⑤ 기본 설정 값대로 렌더링 하였더니, 바닥에 잔을 통과하여 굴절되어 모인 강한 빛이 나타난 것을 확인할 수 있다.

1.2. Ambient Light의 영향을 받을 경우

① Ambient Light는 Photon에 관련된 설정이 존재하지 않으며, 나머지의 설정은 기본 설정 값으로 렌더링 하였더니, 굴절되는 빛이 보이지 않음을 확인할 수 있었다.

1.3. Spot Light의 영향을 받을 경우

① Spot Light의 Attribute Editor를 열고 Shadow를 설정하였다. Shadow Color는 진회색으로 하고 Shadow방식은 Ray trace Shadow를 설정하다. Use Ray Trace Shadow를 체크하고 Light Radius는 0.05, Shadow Rays는 4, Ray Depth Limit는 2로 설정한다.

② 《Directional Light의 영향을 받을 경우》와 같은 설정 값대로 렌더링 하였더니, 유리잔은 빛에 의해 그림자와 함께 잔 표면에 약한 반짝임이 보이게 된다.

③ 《Ambient Light의 영향을 받을 경우》에서 보듯이 Caustic이 표현되어지기 위해서는 Photon에 관련된 설정들이 필요하다. ②에서 약한 반짝임의 Caustic이 표현되었으므로, Photon에 관련된 설정에서 Energy(RGB)는 10000, Exponent는 3.000, Caustic Photons는 50000로 수치의 값을 증가시켜 렌더링 하였더니, 강한 반짝임의 Caustic이 보이게 된다.

1.4. Point Light의 영향을 받을 경우

① Point Light의 Attribute Editor를 열고 Shadow를 설정하였다. Shadow Color는 진회색으로 하고 Shadow방식은

Ray trace Shadow를 설정하다. Use Ray Trace Shadow를 체크하고 Light Radius는 0.05, Shadow Rays는 4, Ray Depth Limit는 2로 설정한다.

② Photon에 관련된 속성값을 설정하고, 렌더링 하였더니 굴절되어 모인 빛이 표현되었다.

● Light에 따른 연구결과

Caustic의 표현 有無 관련성을 살펴보기 위해 일반적인 Light의 종류별(3D에서의 라이트의 특성)로 살펴보았다.

Caustic을 표현하기 위해서는 Light의 설정에서 Photon에 관련된 Energy(RGB)와 Exponent, Caustic Photons의 설정이 꼭 필요하며, Light의 종류와는 관련성이 없음을 알 수 있다.

표 1. Light 종류에 따른 Caustic 표현 유무

그림1. Direction Light설정(Caustic표현 ○)

Light 종류	Caustic 표현 유무
Direction Light	○
Ambient Light	×
Spot Light	○
Point Light	○



그림2. Ambient Light설정(Caustic표현 ×)



표 2. Photon에 관련된 속성

Photons는 Light에서 방출되는 Photons의 개수를 설정하는

Photon 관련속성	-	기본설정 값	+
Energy	0	1000	∞
Exponent	0	2.000	∞
Caustic Photons	0	10000	∞

데, 개수가 많은수록 실제적인 Caustic효과의 이미지를 얻을 수가 있으나 그 만큼 렌더링 시간이 오래걸린다.



그림3. Energy(RGB):1000, Exponent:2,000,
Caustic Photons:50000

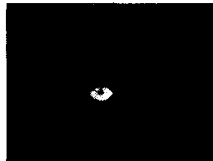


그림4. Energy(RGB):10000, Exponent:3,000,
Caustic Photons:50000

2. 빛의 세기에 의한 Caustic

Light의 속성에서 Intensity의 수치의 차이를 두어 대입을 해 보고, 나머지 기본설정은 위의 《빛의 종류에 의한 Caustic》에서 설정한 빛의 세기를 제외한 나머지 사항을 동일시하였다. Directional Light로 설정하고, 세기를 조절해 보았다.

- ① Intensity: 0.2000, ② Intensity: 0.5000
③ Intensity: 1.000, ④ Intensity: 5.000

● Light에 세기에 따른 연구결과

Light의 속성에서 빛의 세기는 Caustic의 有無와는 관련성이 없으나, 3D장면에서 화면이 밝아지면은 Caustic이 일어난 것을 잘 구분할 수 없으므로, Intensity의 수치가 적을수록 Caustic의 효과는 커진다. 하지만 Intensity가 0이면은 안된다.(기본적인 밝기가 존재해야 화면이 시각적으로 보인게 된다.)

표 3. Light의 세기

		기본설정 값	+
Intensity	0.1	1.000	∞
Caustic효과	大	↔	小



그림5. Intensity: 0.2000



그림5. Intensity: 5.000

3. renderGlobals(mentalray)에 의한 Caustic

Rendering Editors의 renderGlobals(mentalray)속성에서 Caustic표현시 필요한 설정과 속성변화에 따른 Caustic에 어떠한 연관성이 있는지에 대해 Directional Light로 설정하여 살펴보았다.

● renderGlobals(mentalray)에 의한 Caustic연구 결과

Caustic Filter Type, Caustic Filter Kernel, Caustic Radius은 수치들의 변화에도 불구하고 시각적으로 차이를 보이지 않았으며, Caustic Accuracy의 수치가 커질수록 Caustic의 모양이 부드럽게 되며, 작은 얼룩점을 제거하거나 흩어진 Caustic의 초점을 한 곳으로 모으고 싶다면 값을 높여주어 Rendering하는게 효과적이며, 나머지 속성은 기본 설정값을 그대로 적용시켜도 무방하다.

표 4. renderGlobals(mentalray)속성

	-	기본설정 값	+
Caustic Filer Type	BOX		CONE
Caustic Filer Kernel	1.000~	1.100	~2.000
Caustic Accuracy	0	64	∞
Caustic Radius	0.000		∞
Photon Volume Accuracy	0	64	∞
Photon Volume Radius	0.000		∞
Max Reflection Photons	0	5	∞
Max Refraction Photons	0	5	∞
Max Photon Depth	0	5	∞



그림6. Caustic Accuracy: 1



그림7. Caustic Accuracy: 64(기본설정값)

III. 환경에 따른 재질에 관한 Caustic의 변화

세상의 모든 사물에는 그 표면에 대한 반사값과 굴절률 등을 이용하여 각각의 성질들을 나타낸다. 맵의 굴절값에 반사값이 적용되었을 때[5], 적용된 오브젝트가 어느 정도가 굴절값을 갖는가를 결정한다. 어떤 대상물이 될 것인가를 조절 할 수 있는 것이다.

형태 파악에 따른 결과를 토대로 물질의 특성을 결정하였다. 재질을 이루고 있는 특징에 따른 Caustic현상의 상관성을 살펴보고자 하였다.

1. 재질의 굴절률에 의한 Caustic

빛에 의해 서로 다른 반응을 하는 물질의 재질에 따라 가공상태에 따른 빛을 반사하는 형태는 서로 다르다. 재질에 따라서 우리가 시각적으로 보이는 Caustic의 변화를 살펴보기에 앞서, 3D에서 굴절률에 사용되는 Index of Refraction(IOR)표의 값으로 지정된 인덱스표는 광학에서 과학적인 방법으로 이미 정해져 있는 수치이지만, 상황이나 연출 의도에 따라 기준 값 이상을 사용할 수도 있을 것이다. 일반 물체가 가지고 있는 굴절률을 정수호한 표의 수치를 살펴보고자 한다.

표5. Index of Refraction(IOR)[6]

Vacuum	1.0(exactly)	Diamond	2.419
Air	1.0003	Carbon Dioxide	1.200
Water	1.333	Ice	1.309
Glass	1.5 to 1.7	Acetone	1.360

위의 굴절률 수치에서 유리잔의 재질로 가능한 유리나 플라스틱 금속과 물이 유리잔에 담겨져 있을 경우로 설정하고, 《빛의 종류에 의한 Caustic》의 전체 중 재질에 관련된 항목을 제외한 나머지 설정값을 대입하여 재질의 변화에 따른 Caustic을 살펴보겠다.

Material속성에서 Index 값에 따른 Caustic의 변화를 살펴보고자 하였다.

- ① Refractive Index 1.000, ② Refractive Index 1.500
- ③ Refractive Index 1.700, ④ Refractive Index 2.000

● 재질의 굴절률에 의한 연구결과

장면에서 Caustic을 연출하기 위해서 Caustic에 관련된 값들을 설정했음에도 불구하고 Refractive Index의 수치가 1일 때는 굴절이 표현되지 않았으며, 아무 변화가 일어나지 않음을 확인할 수 있었다. 그리고 Refractive Index의 수치가 커질수록 굴절에 대한 강도가 커짐을 수정과 다이아몬드 등과 같은 재질을 연상하게 하였다.

표6. Material의 굴절률

	기본설정 값	+
Refractive Index	1.000	1~∞
Caustic 효과	변화없음.	大



그림8. Refractive Index: 1.0

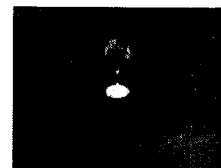


그림9. Refractive Index: 2.0

2. 재질의 투명도에 따른 Caustic

Material에서 재질의 투명도를 조절함으로써, 과연 Caustic에 어떻게 변화되는지 살펴보고자 한다.

- ① Transparency R:0.000, G:0.000, B:0.000인 경우
- ② Transparency R:0.200, G:0.200, B:0.200인 경우
- ③ Transparency R:0.400, G:0.400, B:0.400인 경우
- ④ Transparency R:0.800, G:0.800, B:0.800인 경우
- ⑤ Transparency R:1.000, G:1.000, B:1.000인 경우

● 재질의 투명도에 의한 연구결과

Transparency의 수치가 1(투명하지 않은 오브젝트)일 때, Caustic이 일어나지 않음을 알 수 있으며, Transparency의 수치가 1(투명한 오브젝트)에 가까워짐에 따라 Caustic이 선명하고 효과적으로 표현되었다.

Transparency의 수치에 따라서 재질을 연상할 수 있으며, 수치가 0에 가까워질수록 반사되지 않고 광채를 가지지 않는 재질을 나무같은 재질을 연상 할수 있으며, 1에 가까워

질수록 플라스틱, 금속, 유리 순서로 재질을 연상 할 수 있게 된다.

표7. Material의 투명도

	-	+
Transparency	0.000	1~∞
Caustic 효과	변화없음.	大

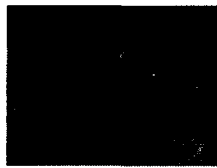


그림9. Transparency(RGB): 0.000

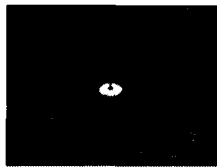


그림10. Transparency(RGB): 1.000

3. 재질의 두께에 따른 Caustic

Material의 속성중 재질의 두께를 조절함으로써, 과연 Caustic에 어떠한 변화가 있는지 살펴보고자 한다.

- ① Light absorbance 0.000, ② Light absorbance 1.000
- ③ Light absorbance 3.000, ④ Light absorbance 10.000

● 재질의 두께에 의한 연구결과

일반적으로 물체의 두께가 두꺼울수록 빛의 투과율은 낮아진다. 0.0값은 두께와 상관없이 광원으로부터 완전히 투과되어 나타날 것이다. 물체가 갖는 두께가 어느 정도 반영된 효과를 얻고자 한다면 0값을 사용하지 말아야지 될 것이다. Light absorbance의 값이 높을수록 굴절면이 어두워지는 것처럼 보이지만 굴절이 가지는 깊이감이 더욱 분명해지게 되는 것을 알 수 있다.

표8. Material의 두께

	-	+
Light absorbance	0.000	∞
Caustic 효과	大	小



그림11. Light absorbance 0.000

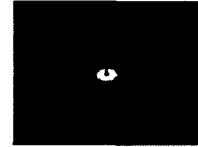


그림12. Light absorbance 10.000

IV. 실험 및 고찰

본 장에서 연구문제1(Caustic은 3D Animation장면에서 사실감을 높이는 데 영향을 주는가)에 관한 설문조사를 하기 위하여 3D Animation에서 Caustic이 표현된 still_Image와 그렇지 않은 still_Image를 활용한 물음을 가지고 각각의 Color로 출력한 still_Image를 보고 100명의 일반사람들을 대상으로 설문에 응하도록 고안하였다.

연구문제1에 대한 가설(일반적으로 3D Animation장면에서 사실감과 퀄리티를 높이기 위해서는 일반환경에서 표현되는 Caustic은 3D Animation 작업시에도 표현되어야 할 것이다.)을 검증하기 위해 설문조사를 통한 결과를 중심으로 다음과 같은 연구 결론을 도출하였다.

첫째, Caustic은 3D Animation장면에서 사실감을 높이는 데 영향을 준다고 할 수 있다. <표9>에 제시된 분석 결과를 보면 나이와 성별, 학력과는 별 상관없이 Caustic이 표현된 장면이 사실적이라고 하였다.







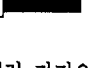
표9. Caustic표현 유무에 따른 사실감

	성별	나이	학력	결론
Caustic이 표현된 장면이 사실적이다.	여 (62-63)	11-20세(34/34)	중졸이하(15/15)	96/100
		21-30세(21/21)	고등재학중(3/4)	
		31-40세(5/5)	대학재학중(37/37)	
		41세~이상(2/3)	대학재학이상(7/7)	
	남 (34/37)	11-20세(18/19)	중졸이하(2/3)	
		21-30세(18/19)	고등재학중(1/4)	
31-40세(6/6)		대학재학중(25/25)		
		41세~이상(2/4)	대학재학이상(5/5)	
Caustic이 표현된 장면이 사실적이지 않다.	여 (1/63)	11-20세(0/34)	중졸이하(0/15)	4/100
		21-30세(1/34)	고등재학중(1/4)	
		31-40세(0/5)	대학재학중(0/37)	
		41세~이상(0/3)	대학재학이상(0/7)	
	남 (3/37)	11-20세(1/19)	중졸이하(1/3)	
		21-30세(0/6)	고등재학중(2/4)	
31-40세(0/8)		대학재학중(0/25)		
		41세~이상(2/4)	대학재학이상(0/5)	

둘째, 3D Animation에서 Caustic이 표현된 장면과 그렇지 않은 장면을 통하여 일반인들이 Caustic이 표현된 장면을 사실적이라고 말하고 있다. 사실적이라고 말하는 현상에 대하여 <표10>에 제시된 분석 결과를 보면 일반인들은 반짝임, 그림자와 주위 환경에 색상의 영향을 주게 되므로 화

면이 좀더 생동감 있어 보이며 사실적으로 보인다는 결론을 내리게 되었다.

표10. 일반사람들이 바라본 Caustic현상

환경색상이 강하게 느껴지며, 바닥면의 색상이 자연스럽게 주위환경에 영향을 주고 있다.	
건물의 색상을 바닥에 반영하여 더욱 사실적으로 보인다.	
반사되어 보이는 빛이 있으며, 반짝임으로 입체적으로 느껴진다.	
물의 움직임과 물살의 깊이가 느껴진다.	
유리재질에 빛으로 인하여 좀더 색상을 가미하여 입체감을 준다.	
투명한 물체에 빛으로 인하여 화면을 풍부하게 한다.	
바닥에 비치는 모습이 더욱 사실적으로 보인다.	
벽에 비치는 야광의 빛으로 인하여 공간감이 느껴진다.	

연구문제2(Caustic이 표현되어지기 위해서는 여러 가지요 소로 인하여 표현되는데 많은 시간과 테스트과정을 거쳐야 되는데, 과연 실험을 통한 연구결과를 지침서로 삼았을 경우와 그렇지 않은 경우 Caustic표현으로 인하여 원하고자 하는 분위기연출에 얼마나 도움을 주는가?)에 대한 결론을 도출하기 위하여 MAYA 소프트웨어를 기본적으로 습득하고 있는 40명의 사람을 대상으로 삼았다.

연구자는 피험자들을 본 연구에서 실험을 통한 연구결과를 지침서로 삼아서 Caustic을 표현하고자 했던 20명의 피험자와 그렇지 않은 20명의 피험자들을 구분하여 비슷한 컴퓨터 사양을 가지고 4.5 버전으로 렌더링을 걸었을 경우 같은 사이즈의 결과물을 얻는다는 전제조건하에 실험에 참여시켰다.

3D Animation장면연출을 하고자 할 때 <표11>에 제시된 결과를 보면, 사람의 실력 여부에 따라서 Caustic을 표현하고자 할 때 약간의 차이가 있다. 하지만 연구결과를 참고한 경우는 훨씬 Caustic을 표현하는데 많은 시간과 테스트 과정을 거치지 않고 쉽고 빠르게 접근할 수 있다는 결론을 내릴수 있다.

	30분	1시간	1시간 30분	2시간	2시간 30분	3시간	이상
연구결과 참고한 경우	5/20	14/20	1/20	0/20	0/20	0/20	0/20
연구결과 참고하지 않은 경우	0/20	1/20	3/20	3/20	5/20	4/20	4/20

표11. 연구결과를 통해 실험

V. 결론

본 연구는 3D Animation에 있어서 효과적인 장면연출을 위하여 Caustic표현은 여러 가지 요인들로 변화되어 표현되어 질 수 있는데, 이러한 표현요인들에 관하여 연구한 논문이다. 이를 위해 Caustic표현에 있어서 여러 가지 요인들에 관하여 분석한 연구결과를 활용하여 Caustic을 표현해 보는 실험연구를 진행하였다. 즉 Caustic표현에 있어서 경험과 지식이 없는 사람들에게 얼마나 이 연구가 도움을 주게 되는지에 대하여 실험하였다. 그리고 극장에서 상영된 3D Animation장면에서 Caustic이 표현된 Still Image와 표현되지 않은 Still Image를 가지고 사실적이라고 생각되는 장면을 찾고, 그 장면이 사실적이라고 생각되는 원인에 대해 분석해보는 설문조사를 하였다.

이는 일반사람들로 인하여 3D Animation에서 그 표현에 대해서는 확실한 용어는 알지 못했지만, Caustic이 표현이 된 장면이 훨씬 더 공간감과 장면이 풍부하게 지각된다는 결론을 얻게 됨으로써 장면표현에서 Caustic은 중요하게 작용된다는 사실을 얻게 되었다. 앞으로 이 연구결과를 토대로 3D Animation에서 장면 연출시에 Caustic을 표현하고자 하는 사람들에게 지침서 역할을 할 것으로 지각된다.

참고 문헌

- [1] 3ds max로 배우는 Game Graphic, 비비컴, pp.258~260
- [2] MAYA4 Unlimited, 도서출판사, pp.249
- [3] 김성일·심성우·강성욱 공저, POWER REFERENCE GUIDE MAYA UNIMITED, 사이버출판사, pp.593
- [4] 뉴스, 중앙일보, '디즈니+픽사' 흥행 홈런 또 칠까, 2003년 3월 19일 (수)
- [5] 유희양 저, 3ds max4.x Material Source Book, pp.27~56
- [6] 3ds max4.x Master class.com, pp.1011
- [7] 3D ARTISA 2002.12 vol.54, pp.40
- [8] 아이작 빅터 켈로우 지음, 홍석일 옮김, 3D컴퓨터 애니메이션 영상
- [9] Text by John Lasseter and Steve Daly, TOY STORY: The Art Making og the Animated Film, HYDERION