

# 사실적인 기포 효과 구현을 위한 제작 기법 연구

## A Study on Fabrication Technique for Realistic Bubble Effect

웨이쓰위안\*, 황민식\*\*  
 동서대학교 일반대학원 영상콘텐츠학과\*, \*\*

Wei si-yuan\*, Min-Sik Hwang\*\*  
 Dept. of Visual Contents, Graduate School of  
 Dongseo University\*, \*\*

### 요약

최근 영화와 애니메이션에서 기포가 수중에서 발생하는 장면이 많아지고 있다. 컴퓨터 그래픽 시각 효과를 사용하여 제작된 수중 기포 효과의 사실적인 수중 장면은 전반적인 효과에 영향을 미치는 중요한 요소가 된다. 물속의 환경과 융합된 기포의 특성을 분석하고 Maya를 응용한 실험과정을 통해 실감나는 기포 효과를 구현하는 것을 목표로 한다. 기술 개발과 VFX 영화의 향상으로 인해 수중 장면과 같이 직접 촬영으로 얻을 수 없는 장면을 시각효과를 통해 사실적으로 제작할 수 있다. 디지털 시각효과를 이용한 VFX 영화의 리얼리티와 생동감과 박진감 넘치는 모습을 보여 준다. 수중 환경의 사실성을 재현하기 위해 기포 효과의 사실성에 대한 요구가 높다. 기포가 있는 수중 환경은 다양한 역학 조건의 영향을 받으므로 분석과 제작을 통해 접근하는 것이 효과적이다. 본 연구는 컴퓨터 소프트웨어를 통해 수중 기포의 사실성 증대에 대한 시뮬레이션 과정을 분석한다.

### 1. 수중 기포의 특성에 대한 이론적 고찰

수중의 생물 활동, 해류, 기계 활동에 의해 다량의 기포가 생긴다. 예를 들어, 프로펠러가 회전하면 국부적으로 소용돌이가 발생하고 소용돌이 영역의 압력은 낮아지고 온도의 포화 압력이 감소하면 물이 증발하기 시작하여 다량의 기포가 물에서 빠져 나간다. 기포가 수중에서 상승할 때의 속도는 액체 부력 및 액체와 공기의 밀도의 영향을 받는다.

물속의 기포는 거의 투명하며 주로 수중 환경의 색상을 반영한다. 그러나 기포는 반사되는 빛과 굴절이 많다. 현실 세계에서 금속 이외에, 다른 물질은 정도에 따라 프레넬 반사(Fresnel reflection)를 가지고 있다. 시선이 평면에 수직일 때 반사가 약하며 시선이 수직이 아닌 경우 각도가 작을수록 반사가 더 분명하다. 기포를 구형 중심에서 반사가 더 약하고 가장자리에 더 강한 편이다. 이런 관계는 굴절률에 영향을 미친다.

기포 형태도 물속에서 복잡하다. 기포는 물속에서 상승하는 과정에 쉽게 변형, 분열 및 융합되는 특성이 있다. 물의 흐름, 저항, 기타 물체, 물의 밀도와 오염 상태 등으로 인해 기포가 물속에서 솟아오르는 과정에서 모양의 변화와 팽창이 일어나기 때문이다. 이러한 형태의 운동 때문에 기포는 완벽한 구형 모양이 아니다.



그림 1. 수중 기포의 재질



그림 2. 수중 기포의 변형

기포가 존재하는 수중 환경에서, 수면에서 빛이 투영되면 빛이 나가는 길이 고르지 않아서 빛의 굴절이 평행하지 않고 확산 반사가 발생하여 분산 현상이 수중에 투영된다. 물이 깊을수록, 그리고 파란색과 보라색 빛의 산란이 더 완전할수록 파란색이 많이 보인다. 그리고 현실 생활의 물은 완전히 투명한 물질이 아니라 불순물과 기타 물질이 섞여 있어 흐린 느낌이 든다.



그림 3. 수중 환경의 색상



그림 4. 수중 조명의 효과

### 2. 제작 방법

수중 기포의 생성과 물의 움직임에 대한 분석은 물 환경에서 여러 요인들에 의해 영향을 받는다. 기포의 특성에 대한 이론적인 고찰에 따라 Maya를 응용하여 4 가지 측면에서: 운동(Motion), 모형 재질(Modeling & Shading), 형태(Shape), 조명과 렌더링(Lighting & Rendering)을 통해 제작 기법을 분석한다.

### 3. 제작 기법 분석

#### 3.1 운동(Motion)

수중 기포이기 때문에 입자의 가장 기본적인 형태를 만들 때 Water type을 사용한다. N Particles이 자체적으로 가져온 nucleus에서는 Gravity가 영향을 미쳐 입자가 떨어지는 상태가 있다. Gravity의 방향을 반대 방향으로 설정하는 것은 기포의 상향 이동을 시뮬레이션 하는 첫 번째 단계이다. 입자 방출 속도의 방향은 Y 축을 따라 이동하도록 조정되며 입자 주위에 약간의 확산 효과가 있어서 입자가 한 방향으로 규칙적으로 이동하지 않는다. 입자의 상승 속도는 실제 상황에 맞춰서 입자의 관성 (conserve)을 조절한다. 기포가 상승하는 과정에서의 궤적은 지나치게 끈지 않고, 속도의 방향으로 상승하는 과정이지만 좌우는 운동을 하는 것과 같은 떨림을 만들어 낸다. 난류(Turbulence)를 사용하여 x축, z축의 난류 효과를 부여한다.

### 3.2 모형 재질(Modeling & Shading)

Blinn 재질을 사용하여 기포의 재질을 만든다. 컬러는 진한 파란색으로 적용한다. 기포의 투명도는 프레넬 반사에 따라 조정되고 투명도는 램프(Ramp)를 연결하여 제어되며 기포 중간의 투명도를 가장 높게 한다. 기포의 반사 효과를 시뮬레이션하기 위해 기포의 반사 된 색에 환경 볼 (Env ball)을 추가한다. 환경 볼 제작한 재료는 HDR (하이 다이내믹 레인지 이미지)로 사용하며, 반사 효과는 프레넬 반사에 따라 램프(Ramp)를 통해 시뮬레이션 한다. 실제 환경 속 기포의 볼륨감을 더욱 돋보이게 하는 효과를 낼 수 있다.

### 3.3 형태(Shape)

기포는 크기가 큰 형태도 있고 작은 형태도 있는데 입자의 랜덤 크기(randomized ID)를 이용하여 기포의 형태를 통제하여 더 큰 무작위성을 부여한다. 실제 상황에 따라 기포의 무작위 크기를 조정하고 곡선(curves)을 사용하여 작은 기포와 큰 기포의 수량을 조절하여 효과를 구현한다. 기포의 모양은 blobby surface이고 융합 값을 조정하면 기포가 접근 할 때 변형의 효과가 있다.

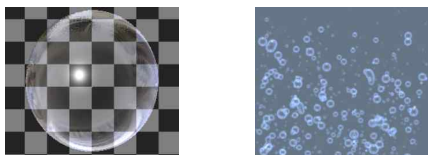


그림 5. 기포의 재질    그림 6. 기포의 형태

### 3.4 조명과 렌더링(Lighting & Rendering)

수중 환경의 조명은 평행 광선을 사용하여 물을 통해 물 밑으로 투영되는 빛의 효과를 시뮬레이션 한다. 수중

의 확산 반사 현상을 시뮬레이션하기 위해서는 빛의 색에 따라 Fractal을 첨가한다. 또 실제 효과에 접근하기 위해 Fractal에 약간의 시간에 따라 도형이 조금씩 변하도록 한다. 수중에 안개가 자욱한 느낌을 가할 수 있도록 Fluid를 이용해 흐린 효과가 추가한다. 수중 심도를 표현하기 위해 Fluid Container의 밀도는 Y축 Gradient Ramp로 설정한다.

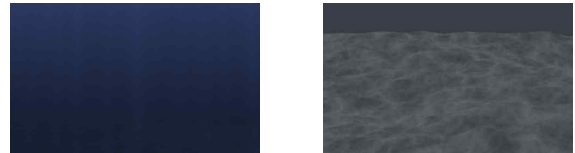


그림 7. 수중 환경의 흐린 효과    그림 8. 수중 조명의 효과

## 4. 결론

기술의 발전을 통해 영화 속에서 물속 장면의 제작이 점점 많아지고 있다. 수중 기포 효과의 사실성은 수중 환경을 표현하는 데 중요한 역할을 한다. 본 연구에 따르면 기포 효과를 제작할 때 운동, 형태, 재질, 조명 등이 중요한 것으로 확인 되었다. 수중 기포가 만들어지려면 현실 기포의 형태와 물리학적 원리를 자세히 살펴보아야 하고 소프트웨어 기술의 활용을 통해 최대한 접근한다. 향후 연구를 통해 실험과정을 실시간으로 정리하고 제작 기법을 개선하고자 한다.

### ■ 참고 문헌 ■

- [1] 張建生,孫傳東,盧笛水 “水中气泡的特性研究”, 西安工業大學學報, 第1期, pp.1-8, 2000.
- [2] 김현우, 송득섭 “Maya를 이용한 3D콘텐츠 제작에서 효과 표현 방법에 대한 연구”, 한국정보과학회 학술발표논문집, 제35권, 제1호(B), pp.176-180, 2008.
- [3] 정재민, 오규환, 석혜정 “파티클을 이용한 로고 애니메이션 제작 사례 연구”, 제2권, 제3호, 게임&엔터테인먼트 논문지, pp.15-23, 2006.