A cinematic scene from the video game The Last of Us. A female character, Ellie, is seen from behind, standing on a rocky, desolate landscape. She is looking out over a vast, ruined city with tall, jagged spires and crumbling structures. The sky is a mix of dark, heavy clouds and a bright, orange-hued sunset or sunrise, creating a dramatic and atmospheric scene. The text '게임 엔진' is overlaid in the upper right area.

게임 엔진

LEC 17 머티리얼



한국공학대학교
TECH UNIVERSITY OF KOREA

이대현 교수

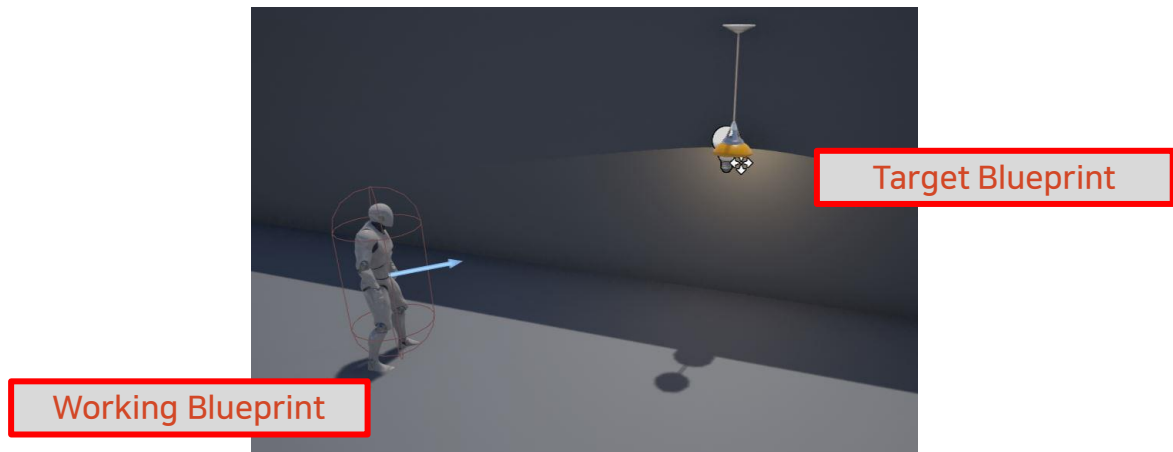
LEC 15,16 복습

Blueprint Communication

- 여러 액터 들 사이에 작업을 시키거나, 정보를 전달하고 공유하는 것.
 - 다른 액터로 하여금 어떤 일을 하게 함 - 예) 방안의 불을 켜.
 - 다른 액터에게 정보를 전달함 - 예) 데미지 전달
 - 다른 액터의 상태, 속성, 변수값, 결과 등을 파악함.
 - 다른 액터들(Listener)에게 공통적인 내용을 전달함(Broadcasting).

직접 통신

- 메시지를 주고받으려 하는 액터가 두 개 있을 때
 - Working Blueprint → Target Blueprint
 - One-to-One 통신
- Target Blueprint 를 쉽게 찾을 수 있을 때 유리
 - 액터가 맵 상에 이미 존재할 때, 또는 함수를 통해 쉽게 reference를 알 수 있을 때.



블루프린트 인터페이스

- 객체들에게 어떤 기능을 공통적으로 부여할 때 사용.
- 대상 객체와의 블루프린트 통신이 가능하게 해줌.



Event Dispatcher

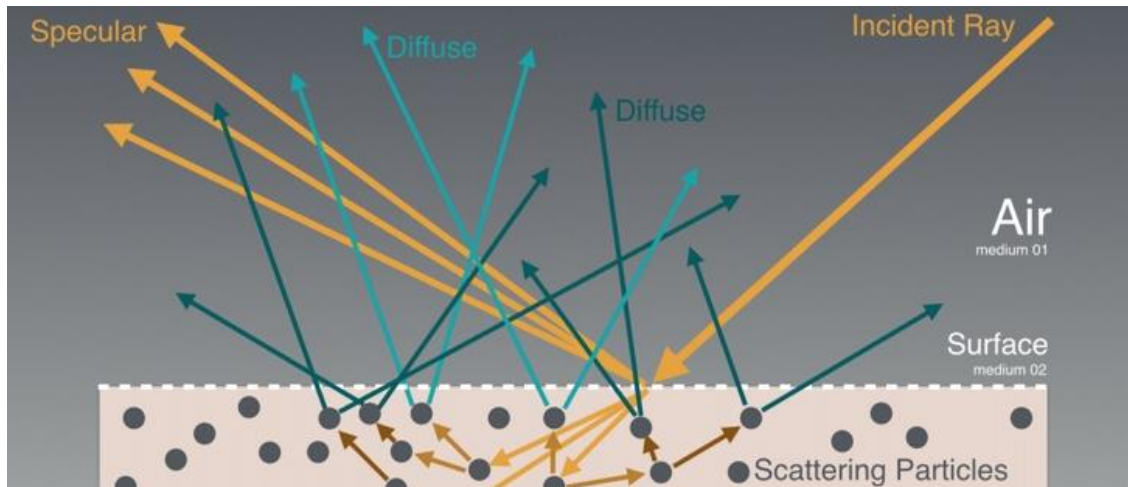
- 이벤트의 발생 여부를 대기 중인 다른 블루 프린트에게 알리기에 적합.
- 이벤트 발송에 따른 처리 여부를 실시간으로 변경할 수 있음.
- Event Dispatcher 가 필요한 경우.
 - 캐릭터 BP에서 Level Blueprint와 통신을 하고 싶어함.
 - 레벨 업함으로써, 레벨 안에 있는 기존의 잠긴 영역을 오픈.
 - 캐릭터가 레벨 전체의 객체들에게 동시다발적으로 어떤 액션을 지시함.
 - 스폰된 액터에서 상태 변화가 일어나면, 이벤트가 발동.
 - 보스를 스폰하고, 보스가 죽으면 월드에 보상이 스폰되는 이벤트가 발동.
 - 레벨에 아이템을 스폰하고, 픽업시 아이템과 캐릭터에게 알림.

학습 내용

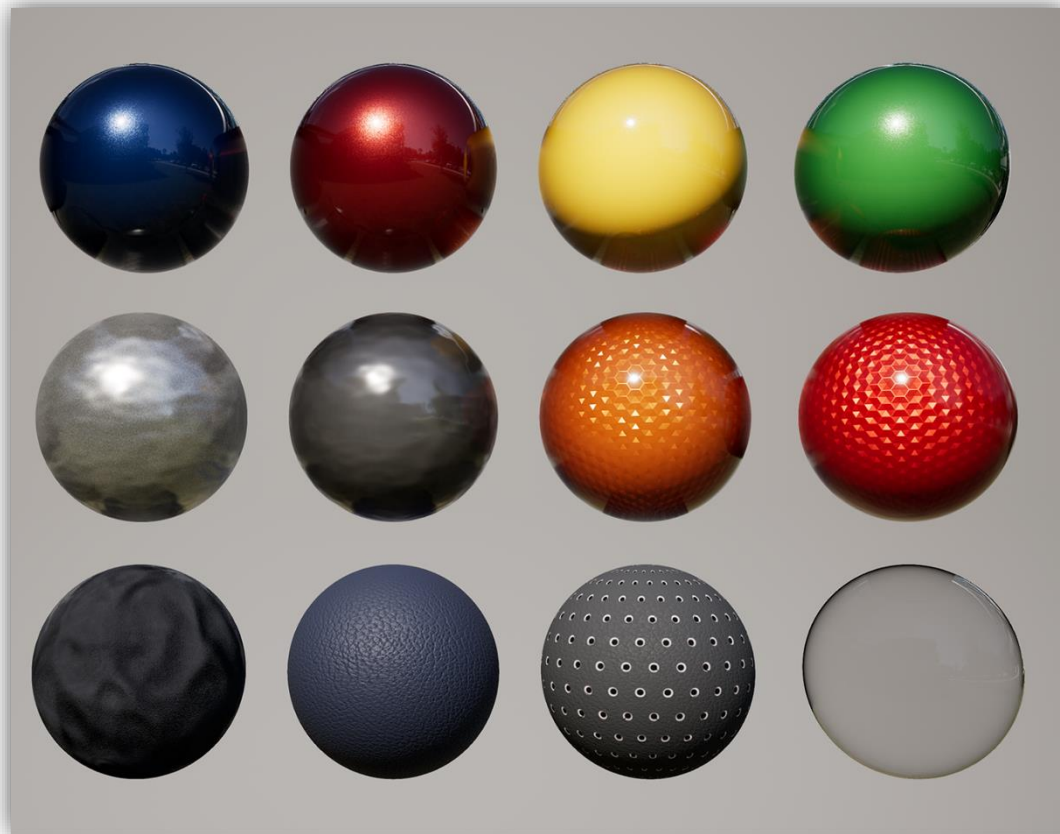
- 물리 기반 렌더링(PBR: Physically Based Rendering)
- 머티리얼(Material)

머티리얼(Material: 재질)

- 물체의 재질을 정의하는 애셋 - 재질은 표면의 시각적 모양을 결정.
- 물체를 색칠할 수 있는 " 페인트 " 라 보면 됨.
- 색상, 광택, 투과성 등을 정의할 수 있음.
- 수학적 관점
 - 광원들과 물체 표면과의 상호 작용을 모델링한 계산식 == 머티리얼
 - 계산 결과는 물체 표면 위의 점들의 색상



다양한 머티리얼




퐁 모델 - 전통적인 조명 모델

빛의 난반사에 의한 성분.

자체 발광 성분.

주변광원에 따른 성분.

빛의 전반사에 의한 성분.

$$I = I_e + I_a + I_d + I_s$$


풍 모델 계산식

$$I = K_a \otimes L_a + (K_d \otimes L_d) \cos \theta + (K_s \otimes L_s) (\cos \alpha)^n$$

입사각 → 법선에 따라 바뀜. 시야각과 반사각의 차이

PBR(Physically-Based Rendering)

- 빛의 작용을 경험적으로 추정하지 않고, 실제로 어떠한 작용을 하는지 추정함.
- 좀 더 정확하고 자연스러운 결과를 얻을 수 있음.
- 다양한 라이팅 환경에서 똑같이 작동.
- 사용되는 값들이 덜 복잡함.
- 직관적인 인터페이스 가능.
- 비실사 렌더링에도 적용 가능.



PBR(Physically-Based Rendering)

■ 기존 Phong 조명 모델의 한계

- 디퓨즈, 스펙큘러 파워 등의 속성들이 직관적으로 이해하기 어려움.
- 사실적인 표현을 위해 복잡한 추가적인 모델링 수식을 만들어 주어야 함.
- 결과적으로, 원하는 색을 얻기 위한 시간과 비용이 과다함.

■ 물리 기반 렌더링의 장점

- 쉽게 파악할 수 있는 속성을 사용.
- 물리 상황을 그대로 직접적으로 모델링하여 사용.
- 빠르게 원하는 색상과 질감을 얻을 수 있음.

<https://docs.unrealengine.com/latest/KOR/Engine/Rendering/Materials/PhysicallyBased/index.html>

PBR(Physically-Based Rendering)

- **Material의 핵심 속성은 딱 네가지!!!**

- Base Color – 바탕색
- Roughness – 거칠기
- Metallic – 금속성
- Specular – 반사성

Base Color

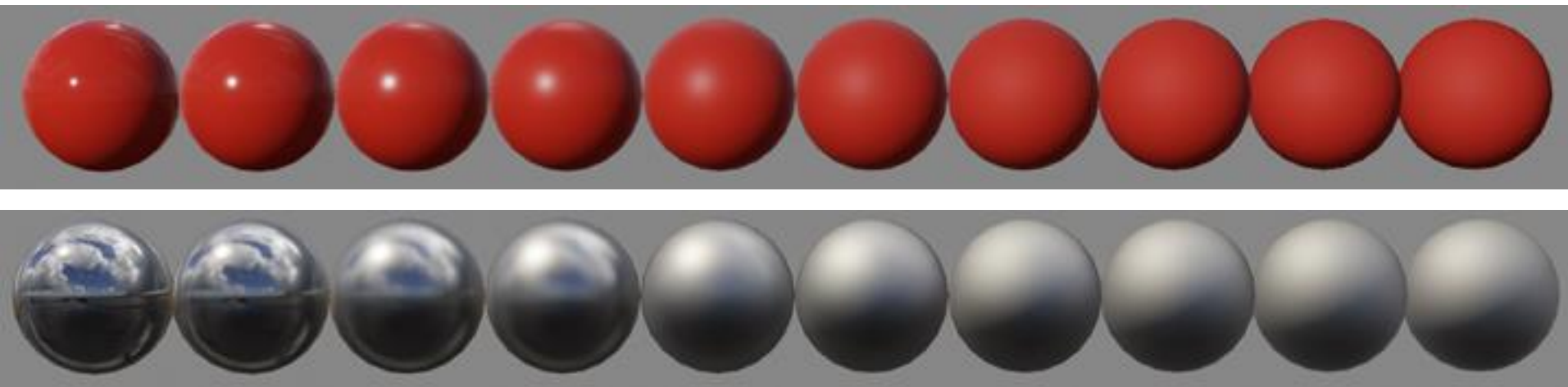
- 물체의 기본 색상, 전체적인 색상을 정의
- Vector3 – RGB 세개의 채널
- 각 채널은 0과 1사이의 실수값
- 편광 필터로 사진을 찍었을 때의 색(편광필터는 경반사 성분을 제거)

재질	베이스 컬러 (R, G, B)
철	(0.560, 0.570, 0.580)
은	(0.972, 0.960, 0.915)
알루미늄	(0.913, 0.921, 0.925)
금	(1.000, 0.766, 0.336)
구리	(0.955, 0.637, 0.538)
크롬	(0.550, 0.556, 0.554)
니켈	(0.660, 0.609, 0.526)
티타늄	(0.542, 0.497, 0.449)
코발트	(0.662, 0.655, 0.634)
백금	(0.672, 0.637, 0.585)

재질	베이스 컬러 강도
숫	0.02
새 아스팔트	0.02
현 아스팔트	0.08
맨땅	0.13
풀밭	0.21
모래사막	0.36
새 콘크리트	0.51
빙하	0.56
갓 내린 눈	0.81

Roughness - 거칠기

- PBR에서 가장 중요한 속성
- 거친 재질은 빛을 좀 더 여러 방향으로 반사 산란시킴.
- 반사가 희미한지 선명한지? 하이라이트가 얼마나 퍼져있는지?
- 0 (완전부드러움, 거울 반사), 1(완전거침. 무광 또는 확산)



Metallic

- 표면의 "금속성" 을 제어
- 비금속은 메탈릭 값이 0 이며, 금속은 1
- 부식되었거나 먼지 또는 녹이 낀 메탈같은 혼합 표면을 만들 때는, 0 과 1 사이 값이 필요할 수도 있음.. → 하지만, 거의 대부분의 경우 0 또는 1임. 중간은 일단 없다고 생각하는 것이 좋음.



Specular

- 비금속의 반사량을 세부 조정하는 데 사용됨. 금속에는 효과가 없음.
- 대부분의 경우 기본값 0.5, 연결하지 않아도 OK
- 고급 사용의 경우 굴절률 제어에 사용됨.

스페큘러 측정값:

재질	스페큘러
유리	0.5
플라스틱	0.5
석영	0.570
얼음	0.224
물	0.255
우유	0.277
피부	0.35

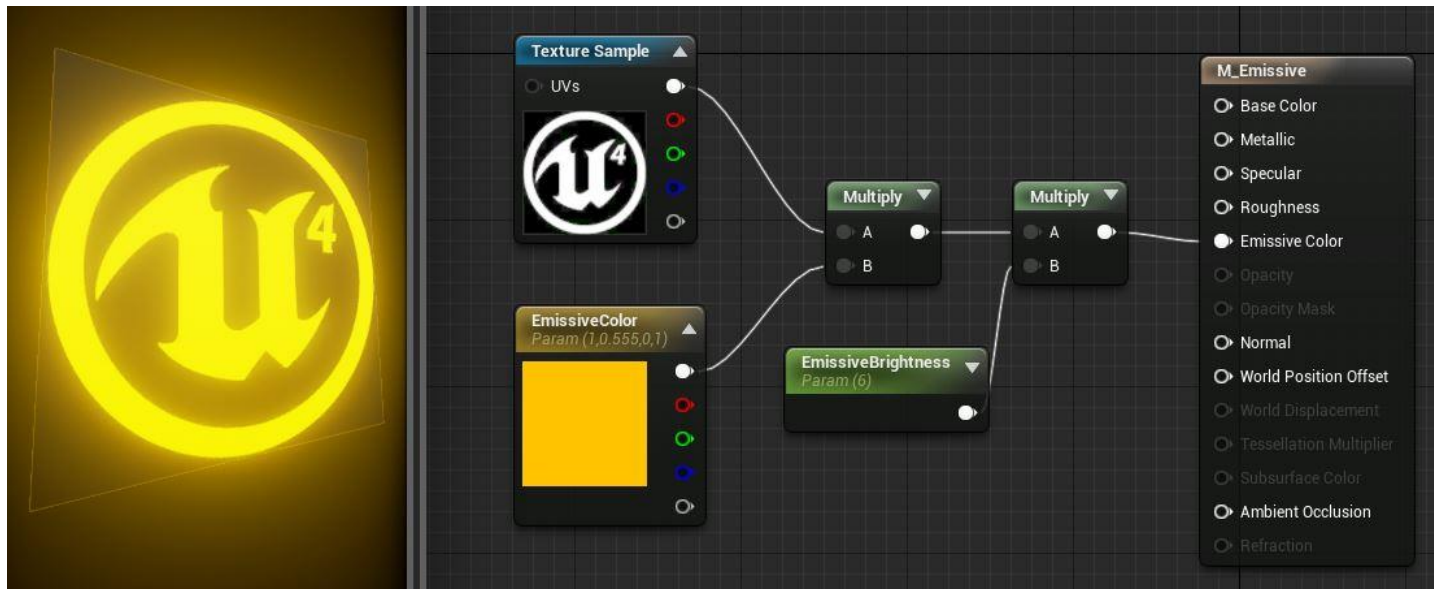
노멀 - 법선

- 개별 픽셀의 법선 정보.
- 표면의 미세한 물리적 디테일을 더함.



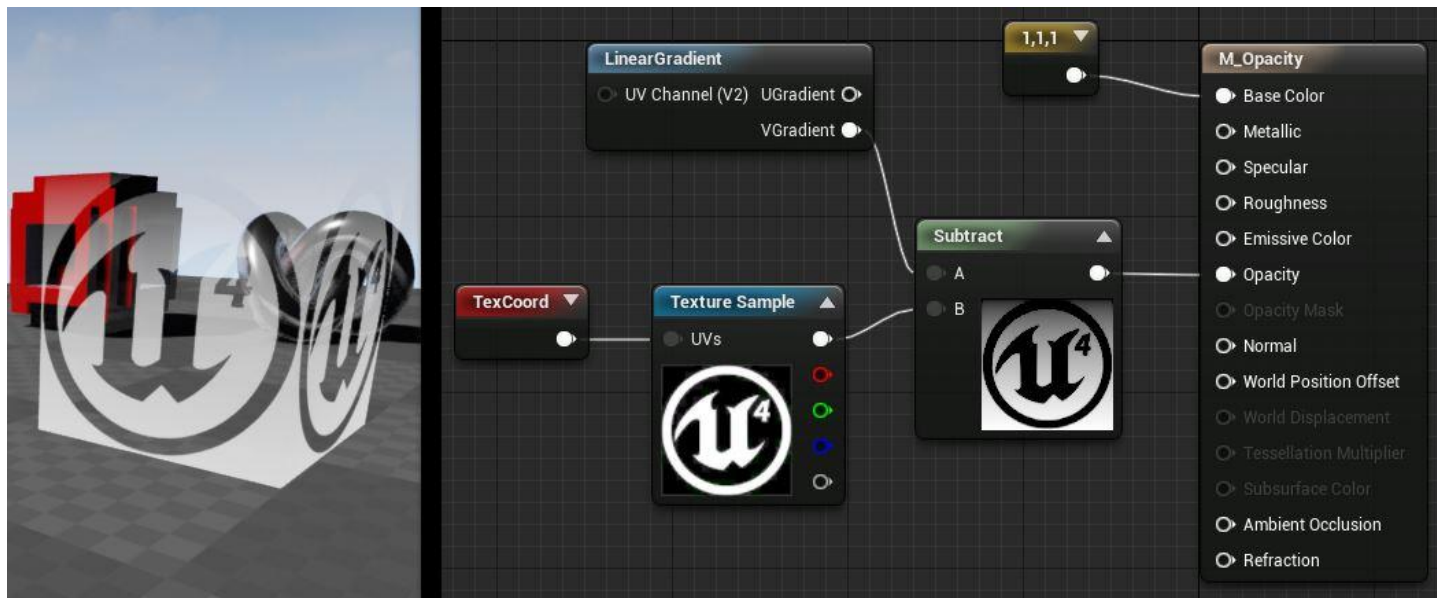
Emissive Color - 발광색

- 글로우 효과
- 1보다 큰 값이 허용



Opacity - 불투명도

- 투명 0 \leftrightarrow 1 불투명



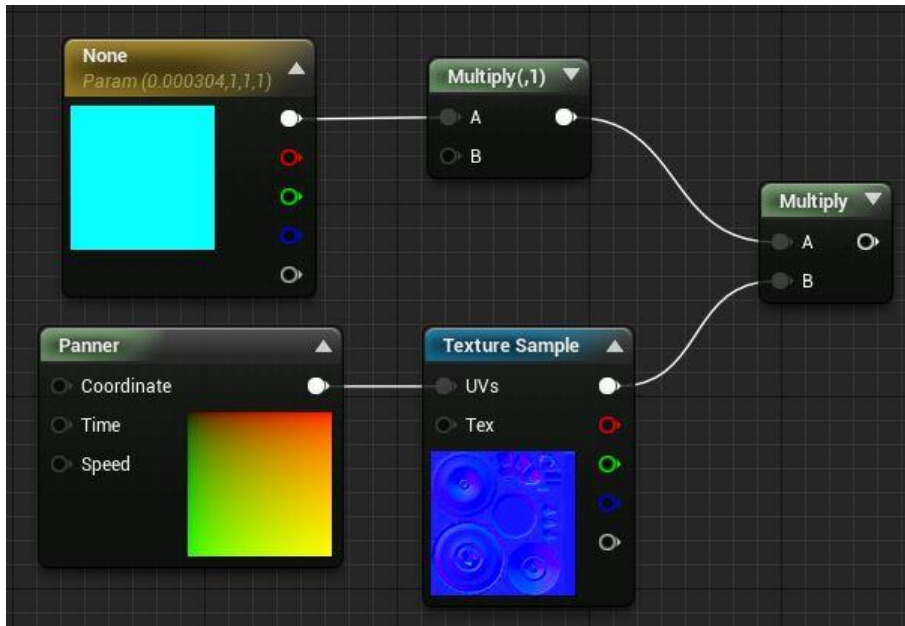


실습

간단한 머티리얼 제작

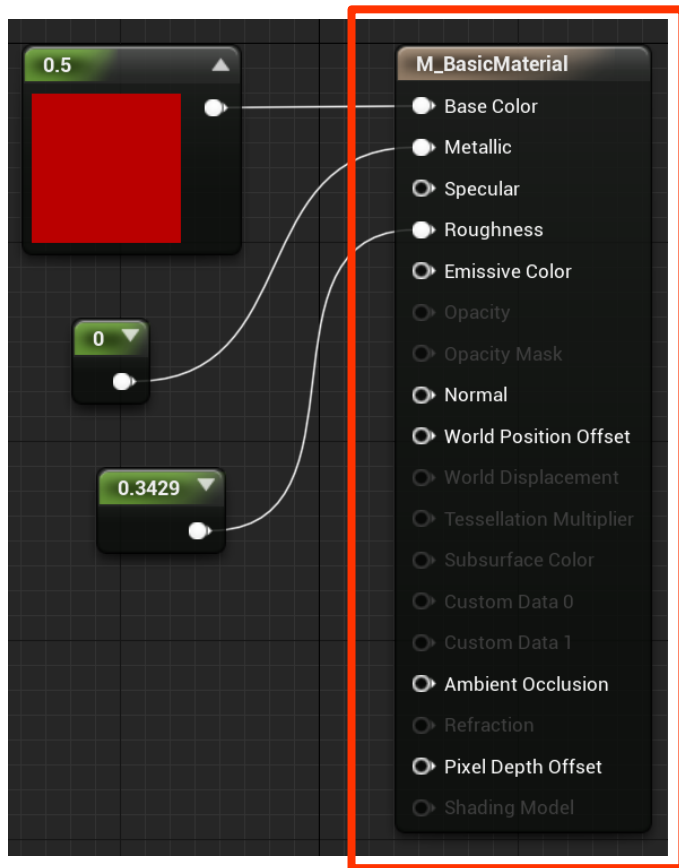
머티리얼 편집

- 블루프린트와 유사한 스타일로 노드와 와이어를 이용하여 표현식 망을 제작함.

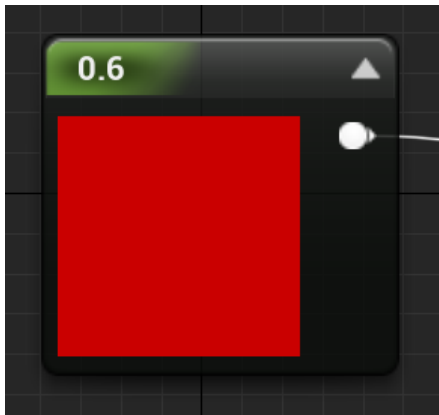


메인 머티리얼 노드

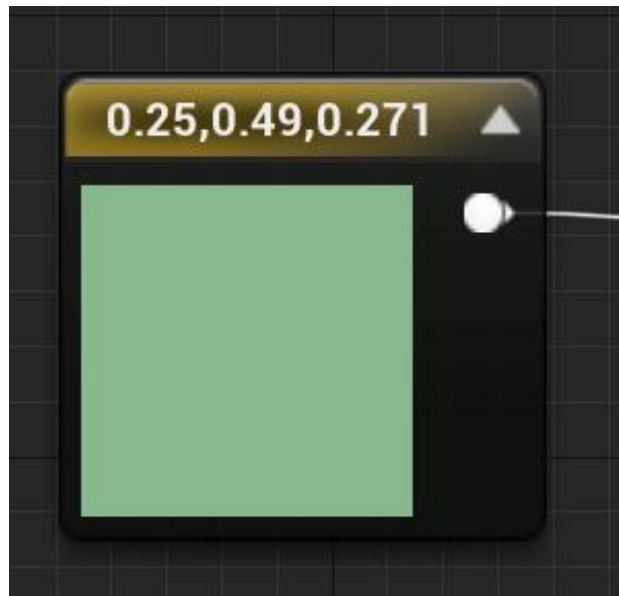
■ 머티리얼 속성들을 최종적으로 연결하는 결과 노드



Constant 노드

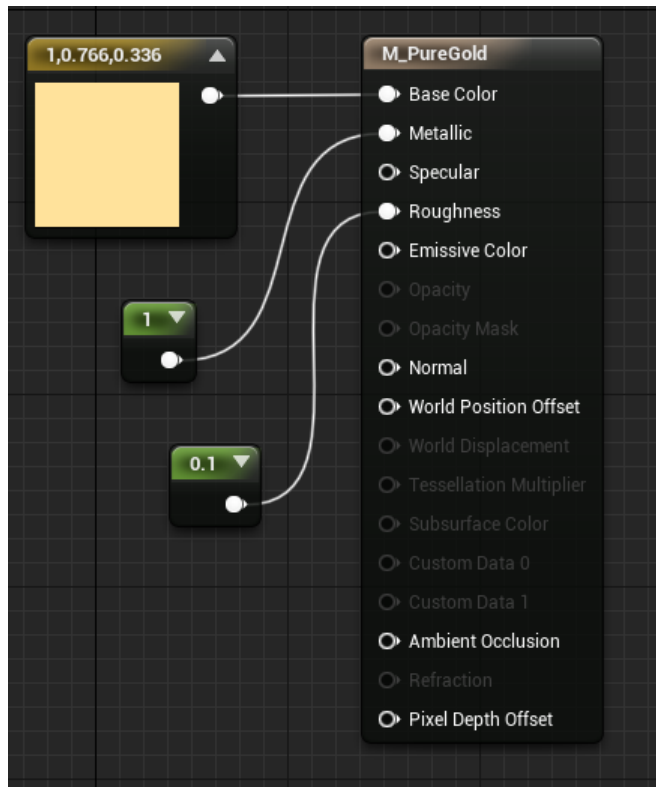


0-1 사이의 값을 정의



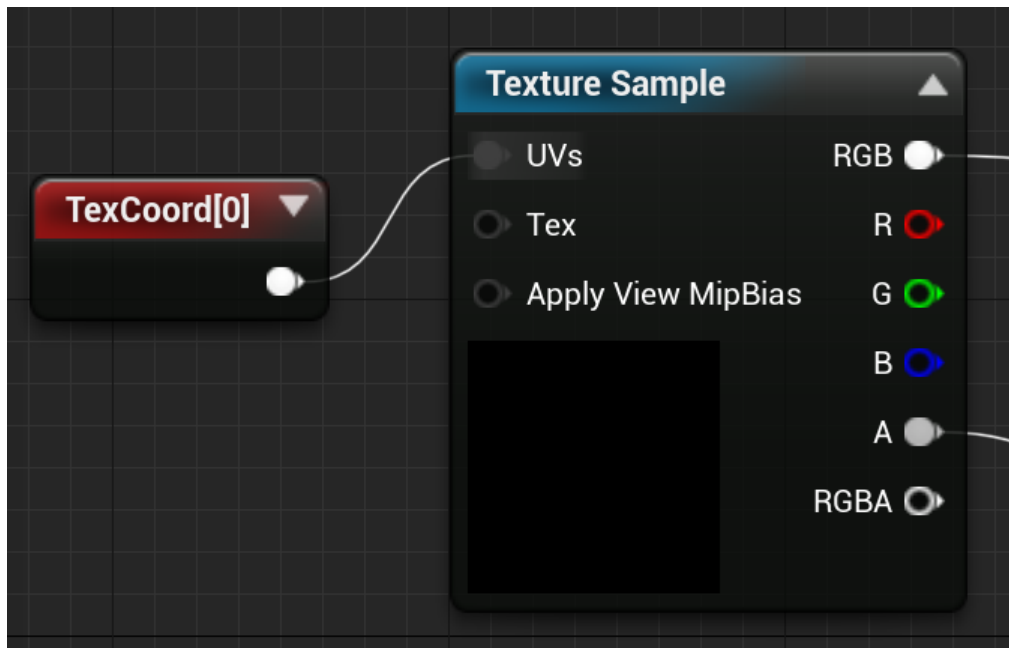
3차원 벡터값을 정의
주로 (R,G,B)의 색상값을 정의

금 - M_PureGold



Texture Sample 노드

- 이미지로부터 (R,G,B) 값을 가져옴.
- TexCoord 로 텍스처 UV 좌표 지정 및 변경.

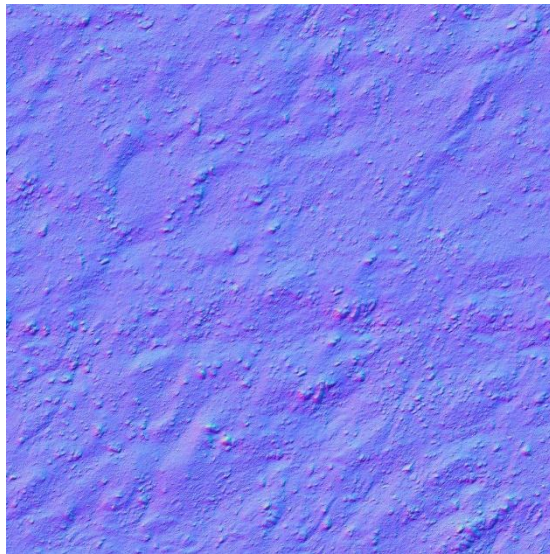
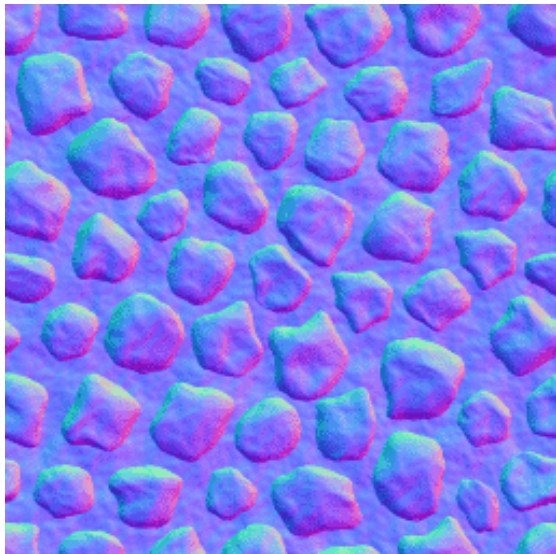


Base Color Texture

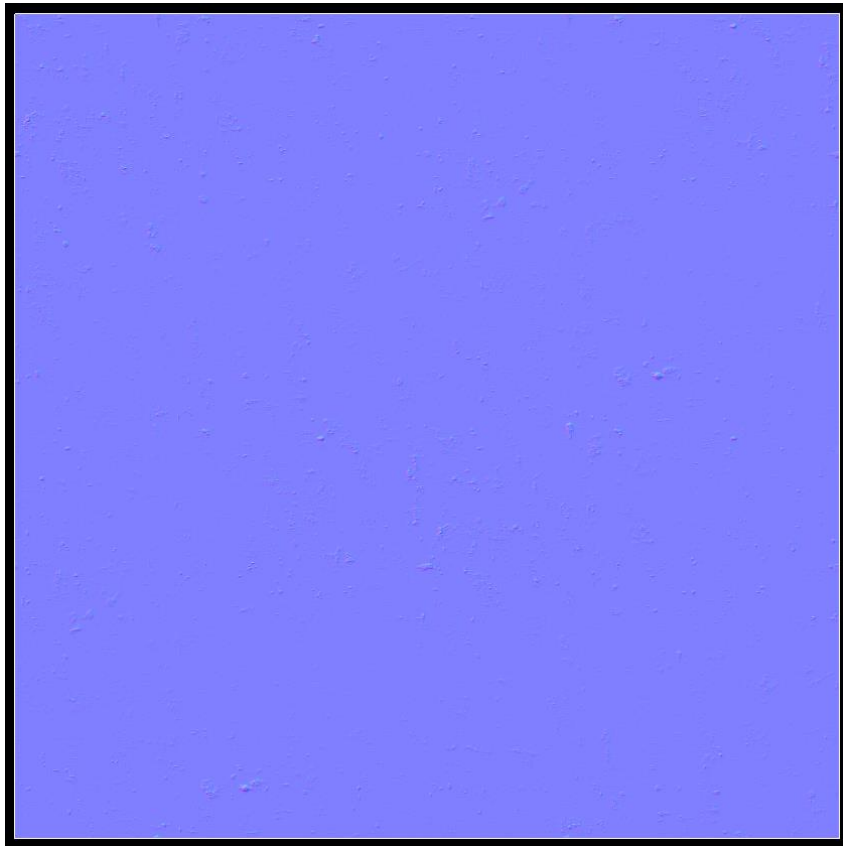


Normal Texture

- 개별 픽셀의 법선 정보를 나타내기 위해 Texture를 이용함.
 - RGB 를 xyz 성분으로 해석 - 평면은 모두 Blue 임.

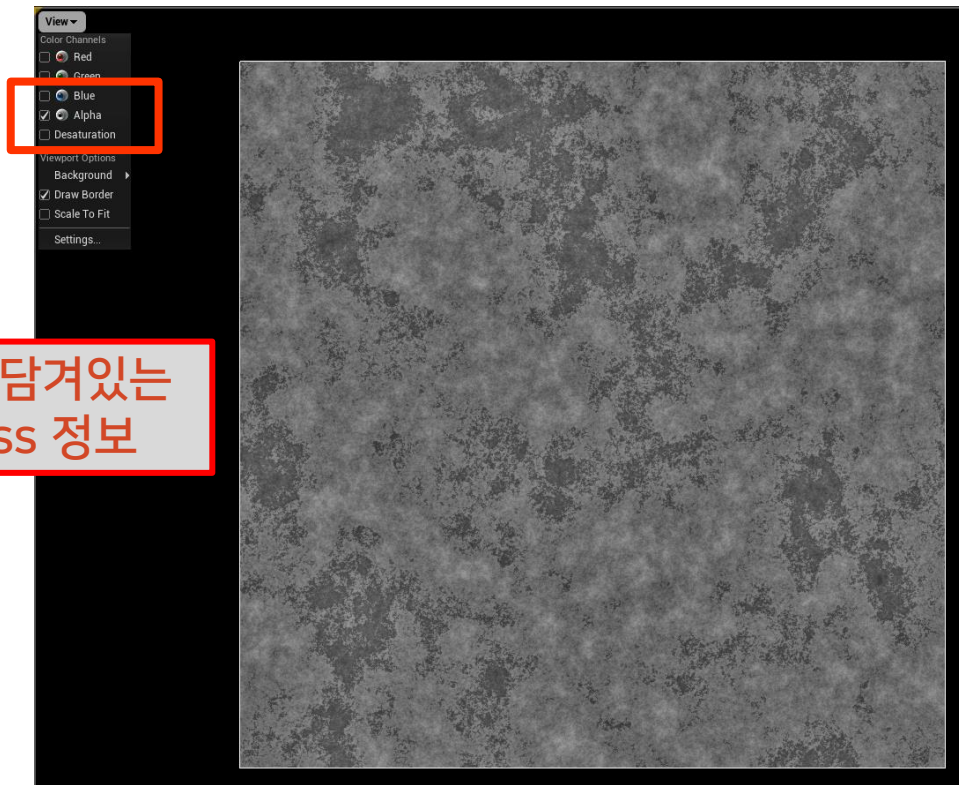


Normal Texture



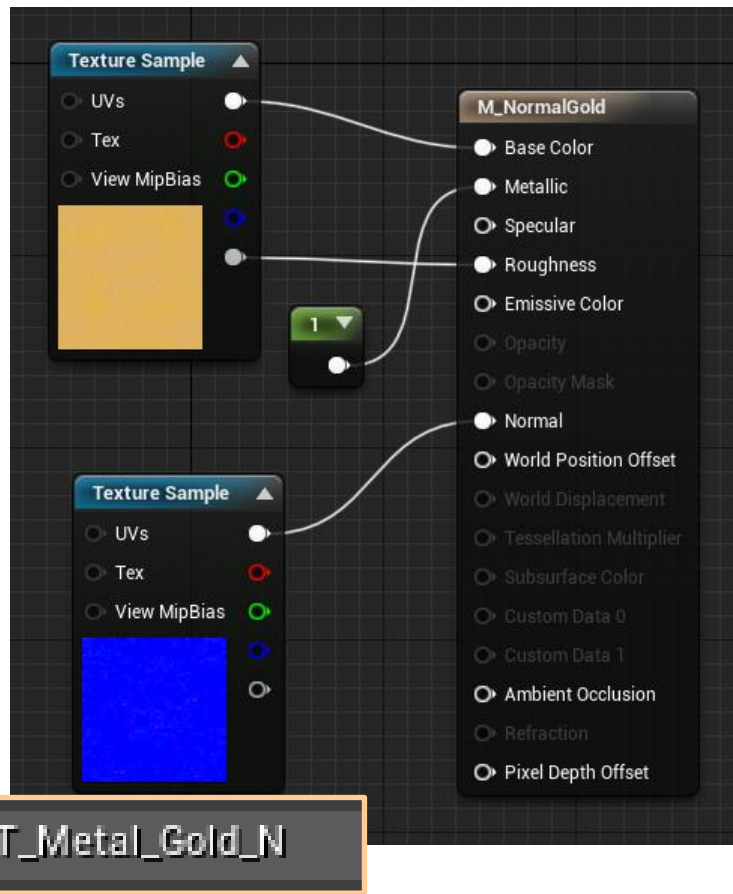
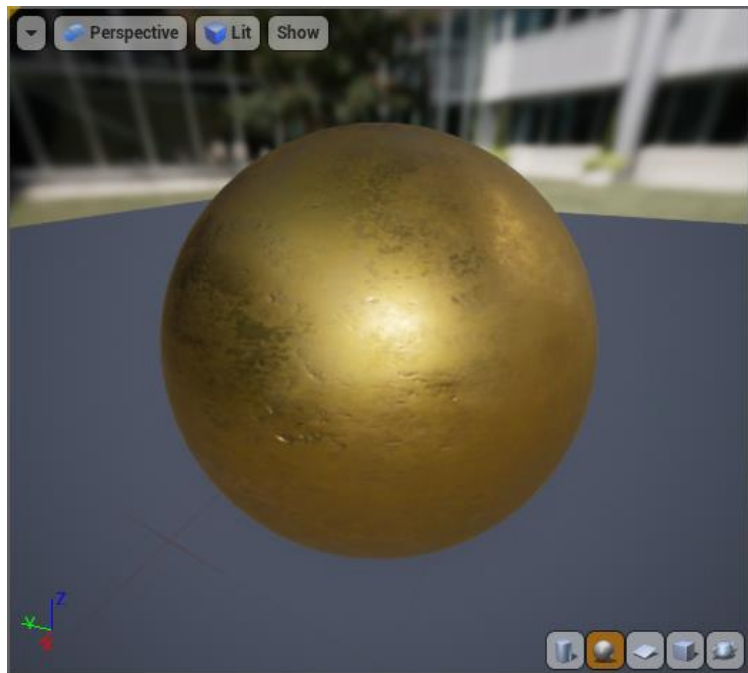
텍스처의 알파 채널 활용

- 알파 채널은 일반적으로 투명도를 나타내기 위해서 사용됨.
- Roughness 정보 등을 담기 위한 채널로도 빈번히 사용됨.



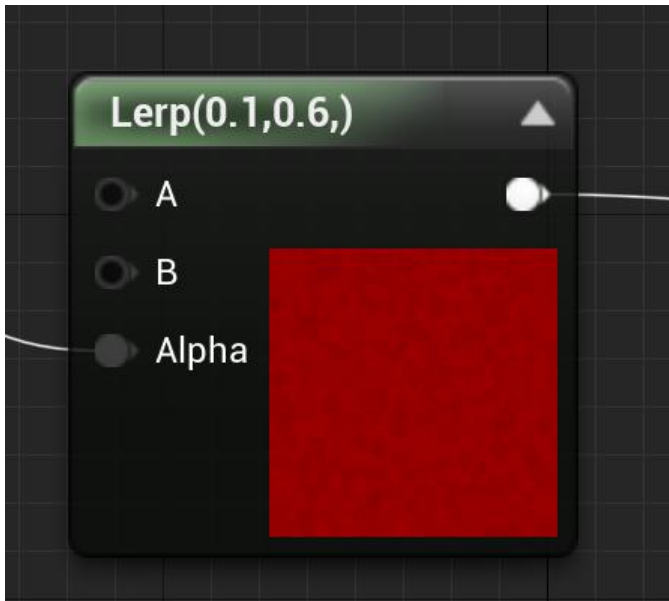
알파 채널에 담겨있는
Roughness 정보

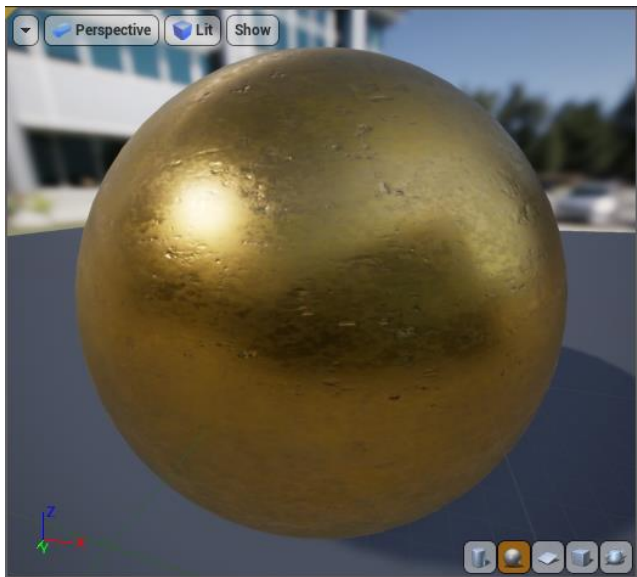
금 - M_NormalGold



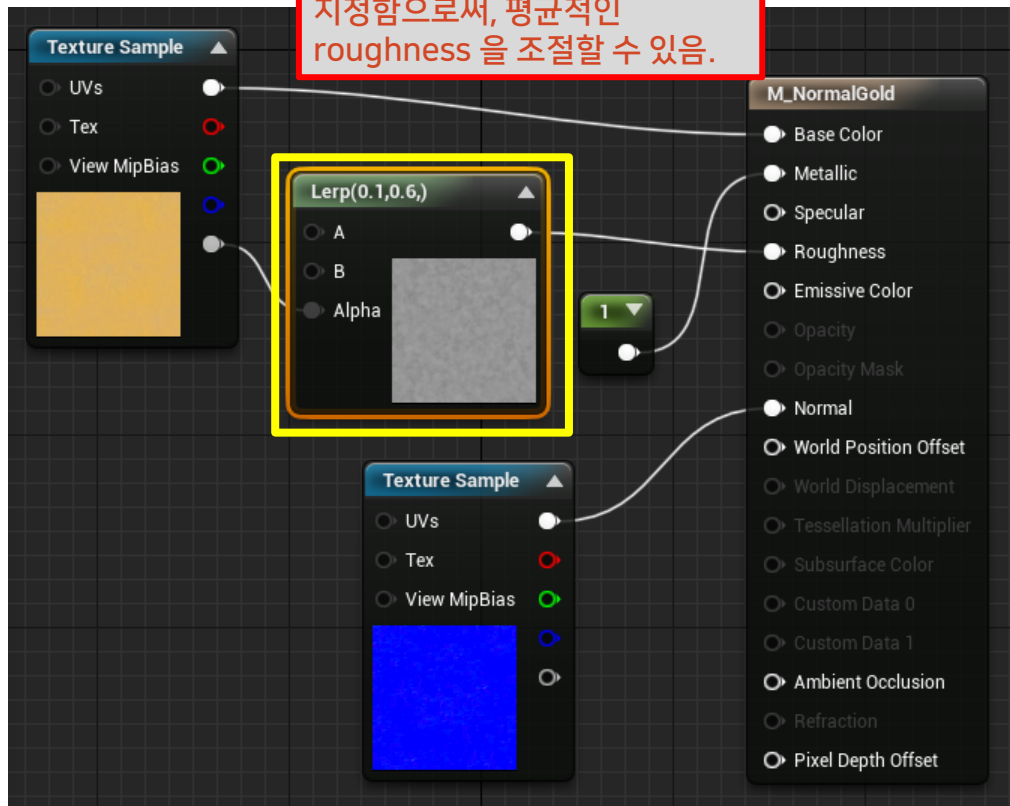
Lerp 노드

- A와 B사이를 Alpha(섞는 비율) 만큼 선형 보간.
- A와 B 두개의 정보를 섞어서, 두 개의 내용을 비율대로 반영하는 의미.
- A와 B를 단순히 더하면, 결과값이 1을 넘어갈 수 있기 때문임.



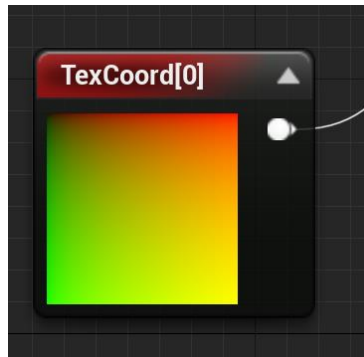
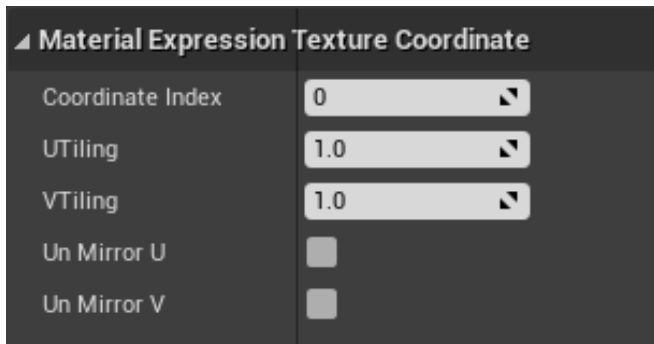


Roughness 정보를 그대로 쓰지 않고, Lerp를 활용하여 범위를 지정함으로써, 평균적인 roughness 을 조절할 수 있음.

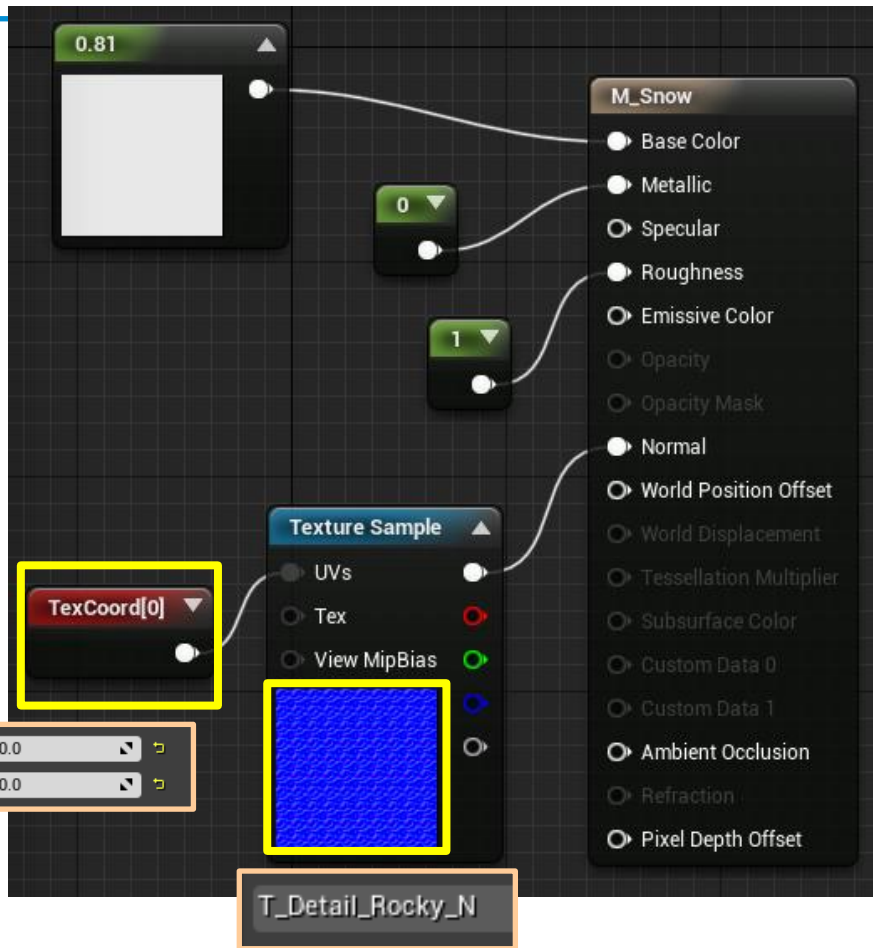
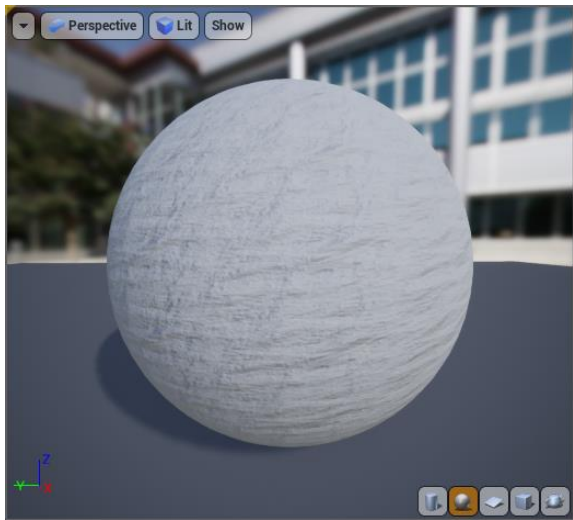


TexCoord 노드

- 텍스처에 제공되는 UV 좌표값. U,V 모두 0과 1사이의 범위.
- Tiling 값을 클수록 단위 면적당 텍스처 이미지의 반복이 많아지는 효과.

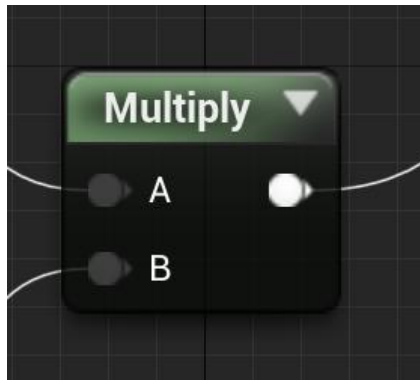
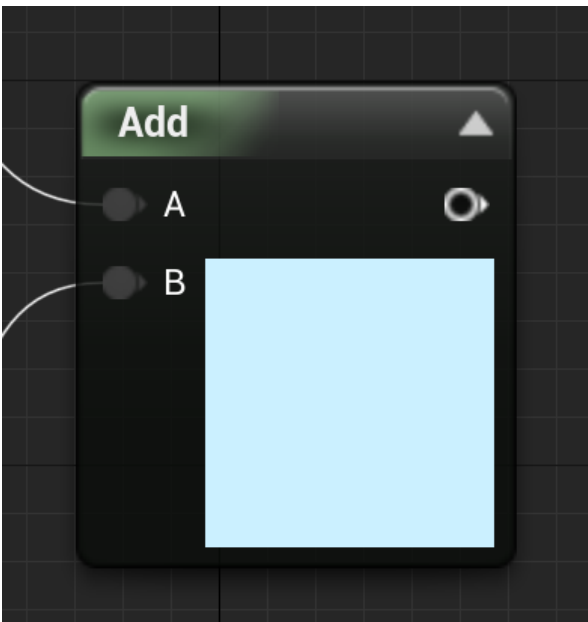


ㄴ - M_Snow

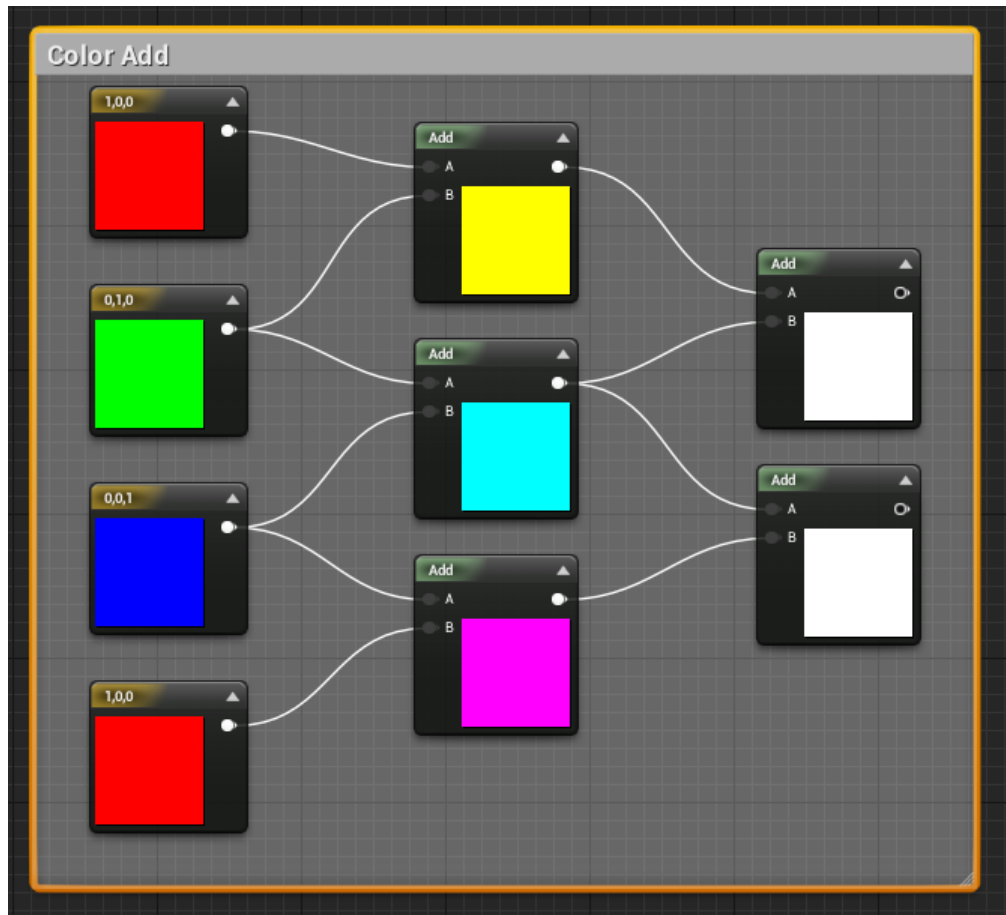


Add 와 Multiply 노드

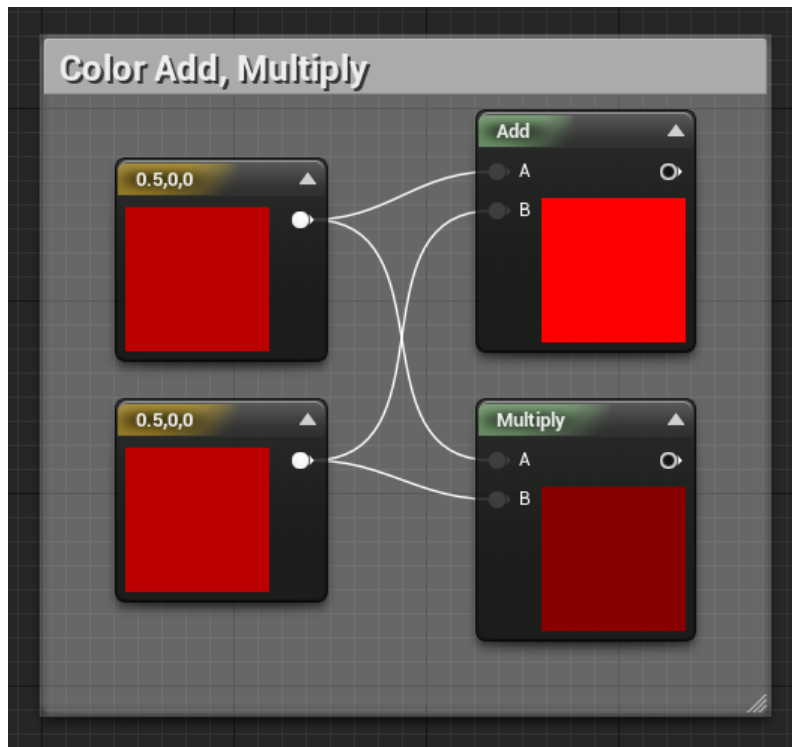
- 두개의 입력 벡터를 더함.
- 채널 단위로 연산이 이루어짐.



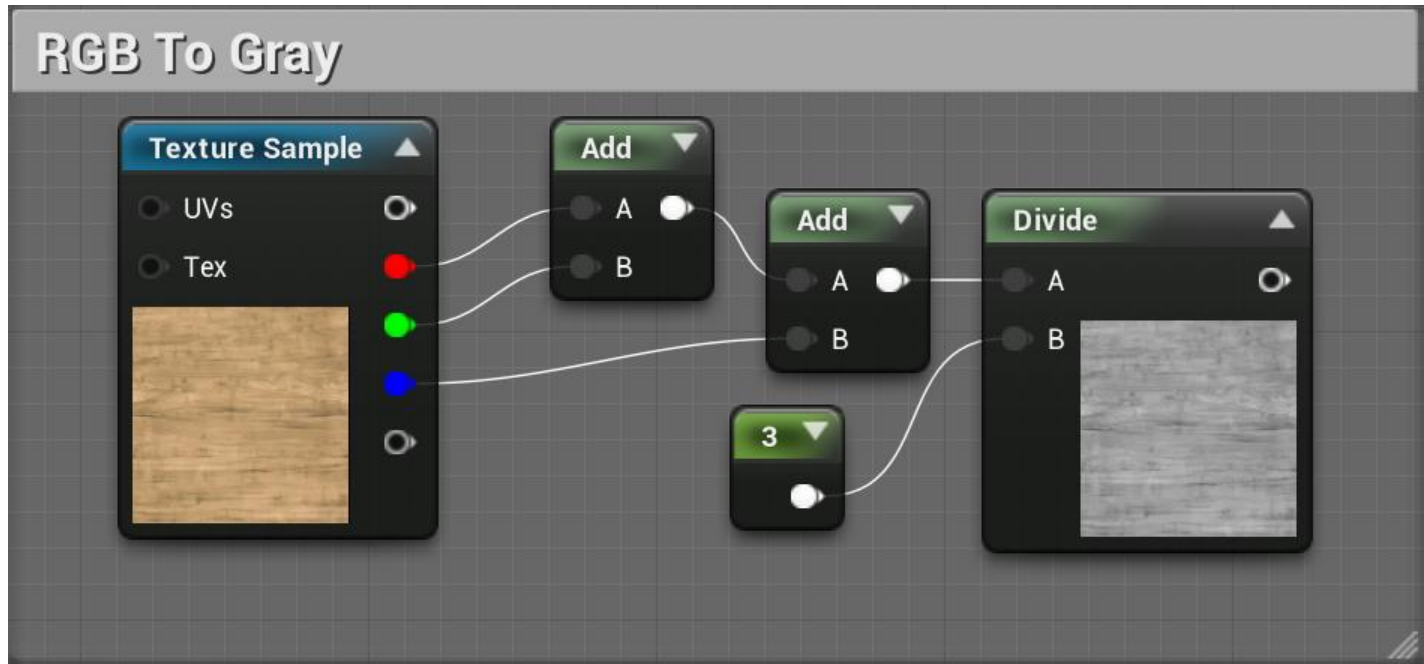
Color Add



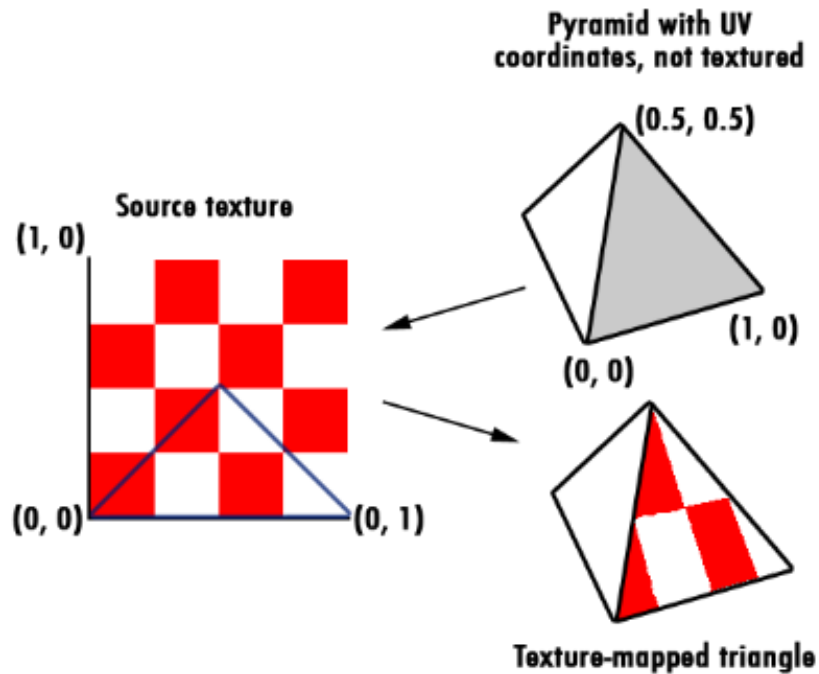
Color Add와 Multiply의 효과



RGB를 Gray로 바꾸기



UV Mapping



Material 창에서 'L'을 누른 채, 회전하면, Light를 회전시킬 수 있음





실습

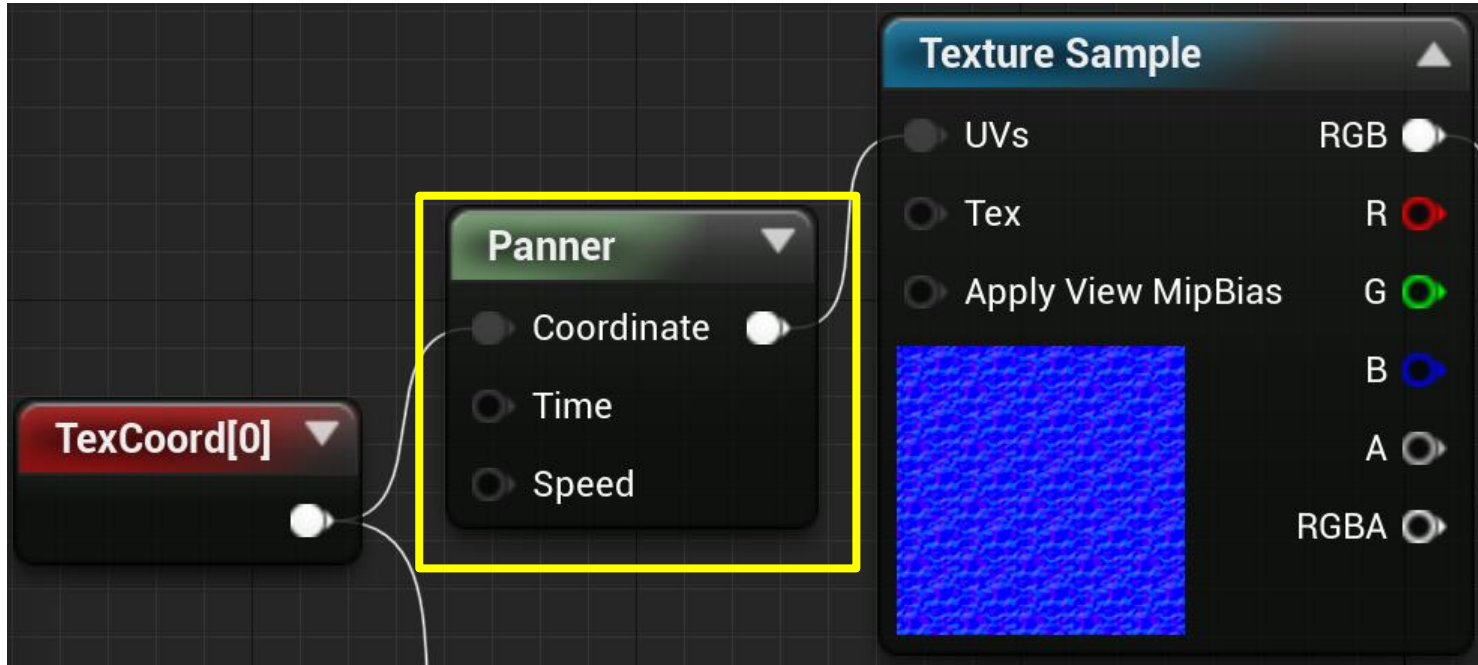
다양한 머티리얼 제작

실습 내용

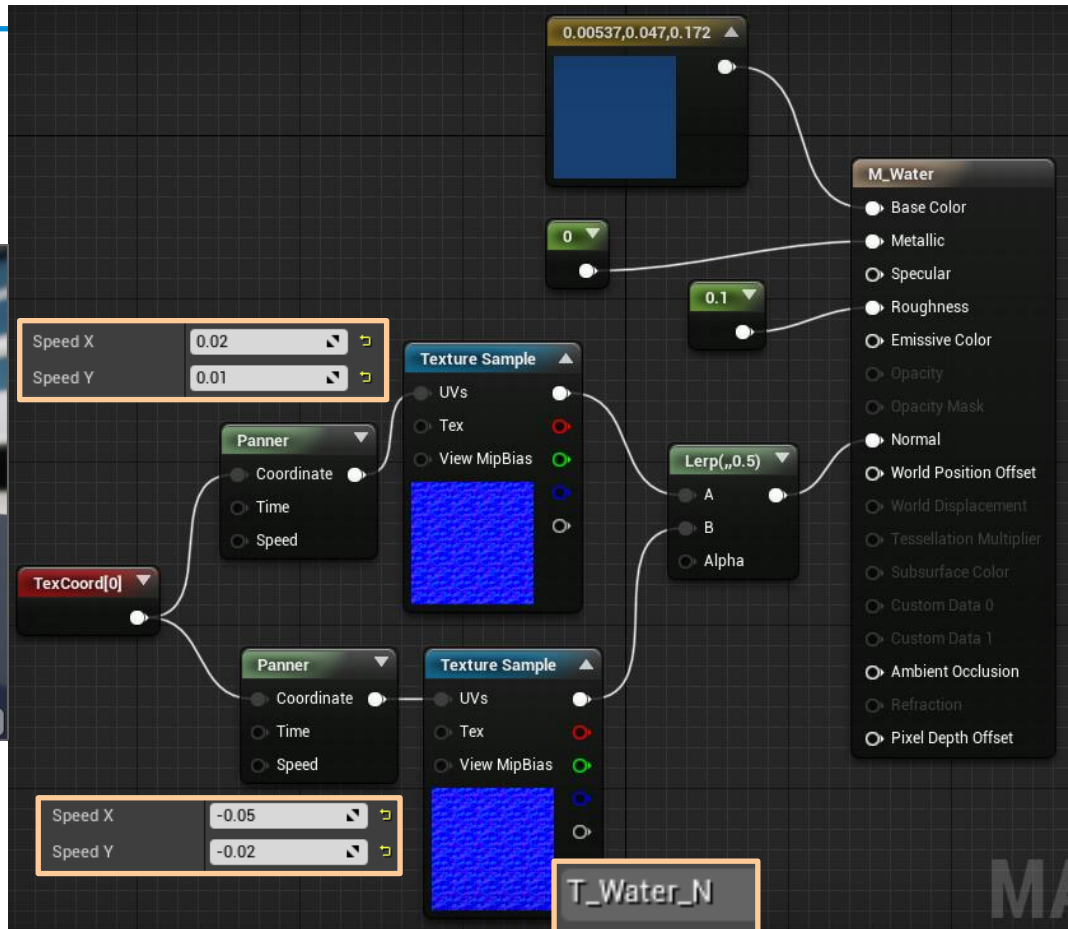
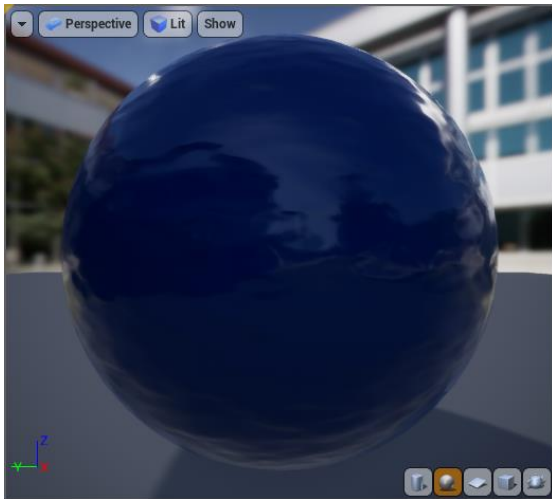
- Panner, Fresnel 노드를 활용한 머티리얼 제작
- 출렁이는 바다 구현
- 스타일리스틱 렌더링 구현

Panner 노드

- UV 좌표를 이동시켜서 텍스처의 애니메이션을 구현.

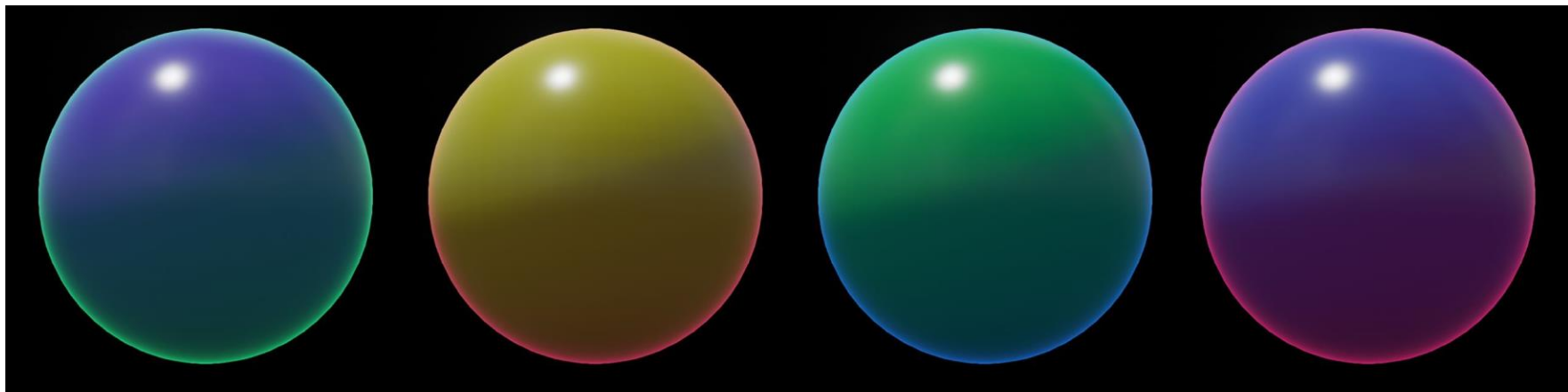


물 - M_Water



테두리 라이팅

- 캐릭터의 실루엣을 강조 시키는 효과 - "오버워치" 등에서 사용
- "스타일리스틱 " 렌더링



Fresnel 효과

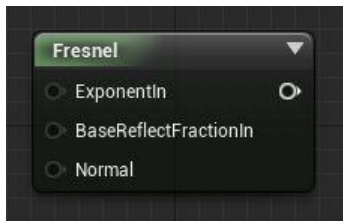
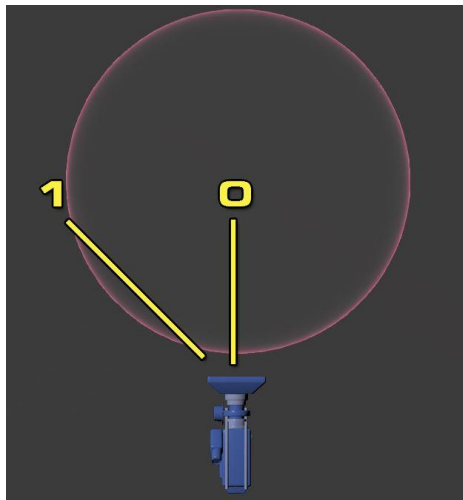
- 관찰자가 바라보는 각도에 따라서 빛의 세기가 달라지는 현상
- 물을 위에서 수직으로 바라볼 때는 빛이 반사되는 곳이 많지 않으나, 물과 시선이 평행에 가까워질 수록 반사면이 많이 보임.



[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sea_and_Sun_\(cropped\)_2.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sea_and_Sun_(cropped)_2.jpg)

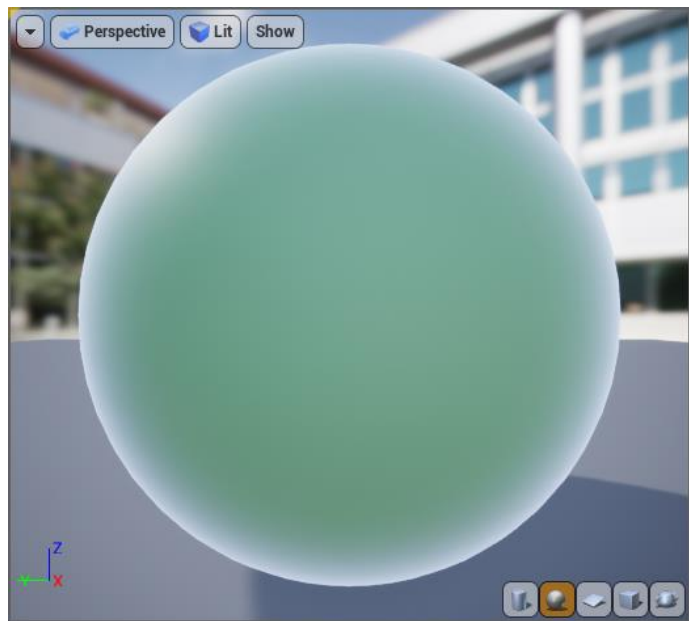
Fresnel 효과

- 관찰자가 바라보는 각도에 따라서 반사되는 빛의 세기가 달라지는 현상
- 물을 위에서 수직으로 바라볼 때는 반사되는 수면이 많지 않으나, 물과 시선이 평행에 가까워질 수록 반사면이 많이 보임.
- 법선과 카메라방향벡터의 내적을 이용하여 계산.



프로퍼티	설명
ExponentIn	지수 입력 - 프레넬 이펙트 감쇠를 제어합니다.
BaseReflectFrctionIn	기본 리플렉션 굴절 입력 - 표면을 직접 봤을 때의 스페큘러 리플렉션의 굴절율을 나타냅니다. 이 값을 1 로 설정하면 사실상 프레넬이 꺼집니다.
Normal	노멀 - 여기에 노멀을 입력시켜 프레넬 이펙트의 렌더링 방식에 영향을 끼칠 수 있습니다. 이 프로퍼티는 노멀 맵이나 벡터 3 입력 중 하나를 제공하는 것으로는 설정할 수 없습니다.

테두리 라이팅 M_StylisticWall



Exponent	5.0
Base Reflect Fraction	0.001

