

11장. 텍스처

📌 학습목표

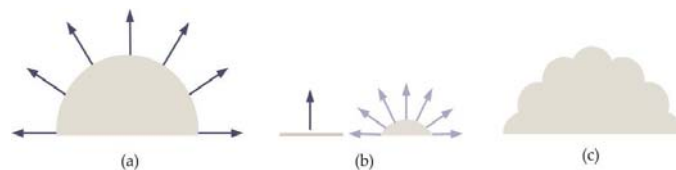
- 텍스처의 정의와 종류를 이해한다.
- 평면 다각형의 텍스처 매핑 방법을 이해한다.
- 파라미터로 표현된 곡면 다각형의 텍스처 매핑 방법을 이해한다.
- 파라미터로 표현할 수 없는 곡면 다각형의 텍스처 매핑 방법을 이해한다.
- 텍스처 매핑에서 에일리어싱이 일어나는 이유와 앤티-에일리어싱 방법을 이해한다.
- 지엘의 텍스처 매핑 방법을 이해한다.

1

11.1 텍스처 맵-텍스처 맵

📌 원래의 정의

- 물체면에 인위적으로 미세한 굴곡을 부여함으로써 주름 면을 형성
- 법선벡터 조정 = **Bump Map**



[그림 11-1] 법선벡터 변화에 의한 범프맵

- 확산광 계수 변화, 표면 거칠기를 함수화하여 경면광에 반영

2

텍스처 맵

다각형 분할

- 서로 다른 색, 표면 기울기를 부여
- 너무 많은 시간이 소요됨

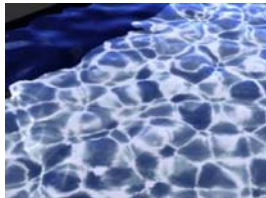


[그림 11-3] 목재표면

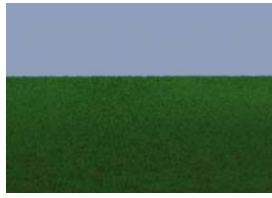


[그림 11-4] 오렌지

- 대신 2차원 영상을 직접 평면 표면에 입힘
 - 텍스처(Texture, Texture Image, Texture Map)



[그림 11-5] 텍스처 I



[그림 11-6] 텍스처 II

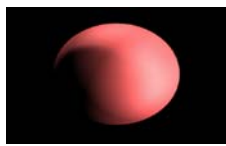
3

텍스처 매핑 예

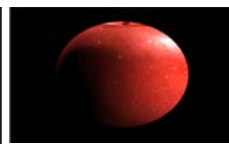
일반적 텍스처 매핑



[그림 11-7] 예



[그림 11-8] 원구



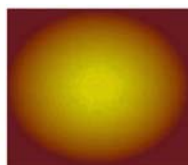
[그림 11-9] 매핑결과

라이트 매핑(Light Mapping)

- 물체면의 밝기를 계산하는 대신 텍스처와 조명 결과를 혼합하여 결과적인 영상을 직접 물체면에 입힘.



(a)



(b)



(c)

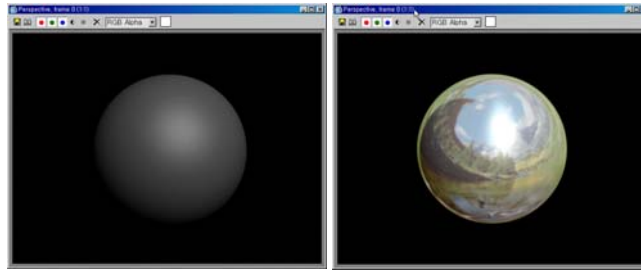
[그림 11-10] 라이트

4

텍스처 매핑 예

주변 매핑(Environmental Mapping)

- 물체 외부 환경이 해당 물체면에 반사
- 반짝이는 물체면을 표현



[그림 11-11] 원구

[그림 11-12] 매핑 결과

5

11.2 텍스처 매핑 기법-지엘의 텍스처 매핑

매핑 시기



[그림 11-13] 지엘의 텍스처 매핑 시기

기하 파이프라인과 영상 파이프라인

- 래스터 변환에서 만남



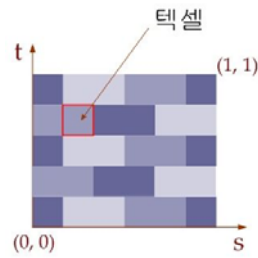
[그림 11-14] 기하 파이프라인과 영상 파이프라인

6

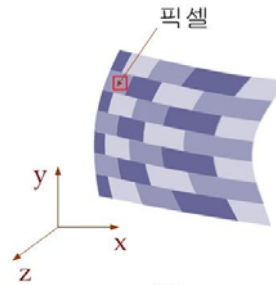
텍셀

☞ Texel(Texture Element)

- 텍스처 영상의 기본단위
- 화소와 마찬가지로 (R, G, B, A) 저장
- 예: 6×5 크기의 2차원 배열로 저장. 텍스처 좌표는 정규화 형태로 표현.
- 텍스처 매핑: (s, t) 좌표로 표현된 2차원 텍스처 영상을 (x, y, z) 좌표로 표현된 3차원 물체면으로 사상



(a)



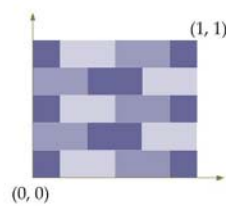
(b)

[그림 11-15] 텍스처 매핑

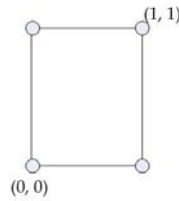
7

평면다각형으로의 텍스처 매핑

☞ 수작업 좌표명시



(a)

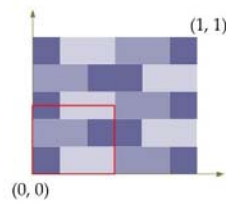


(b)

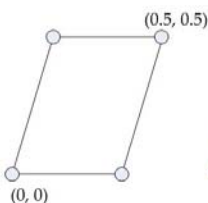


(c)

[그림 11-16] 수작업 텍스처 매핑 I



(a)



(b)



(c)

[그림 11-17] 수작업 텍스처 매핑 II

8

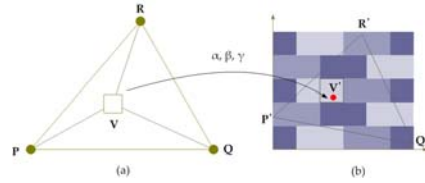
매핑 방향

다각형에서 텍스처로

- 화소별로 해당 텍스처를 구함

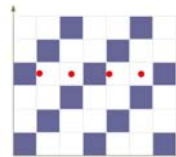
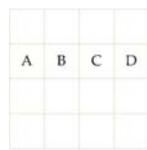
$$V = \alpha P + \beta Q + \gamma R$$

$$V' = \alpha P' + \beta Q' + \gamma R'$$



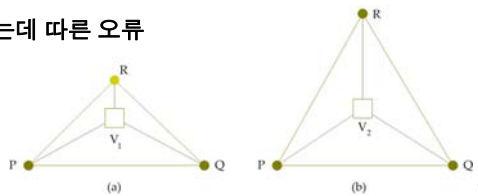
[그림 11-18] 삼각형 내부화소 매핑

- 에일리어싱 발생가능



[그림 11-19] 에일리어싱

- 투상 이후에 텍스처를 가하는데 따른 오류

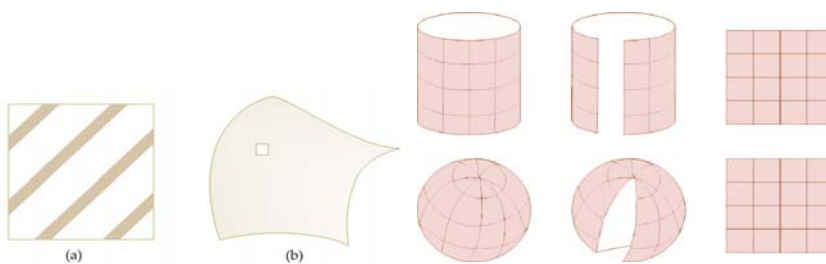


[그림 11-20] 원근변환

곡면의 텍스처 매핑

평면으로 곡면을 둘러싸는데 따르는 어려움

- 역으로 곡면으로 평면을 만드는데 따르는 어려움

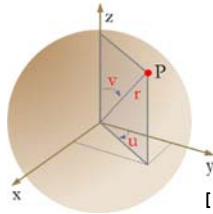


[그림 11-21] 곡면 I

[그림 11-22] 곡면 II

파라미터 곡면

예: 원구(표면상의 점을 경도, 위도로 표현가능)

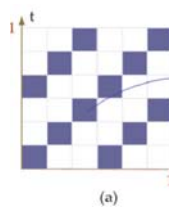


[그림 11-23] 원구좌표

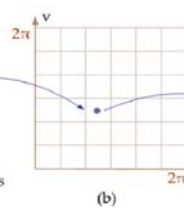
$$z = r \cos v \quad (11.3)$$

$$y = r \sin v \cos u \quad (11.4)$$

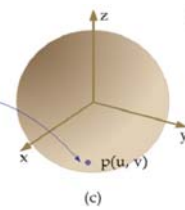
$$x = r \sin v \sin u \quad (11.5)$$



(a)



(b)



[그림 11-24] 평면 텍스처를 원구 표면으로 매핑

$$u = 2\pi s, \quad v = 2\pi t \quad (11.6)$$

$$z = r \cos 2\pi t \quad (11.7)$$

$$y = r \sin 2\pi t \cos 2\pi s \quad (11.8)$$

$$x = r \sin 2\pi t \sin 2\pi s \quad (11.9)$$

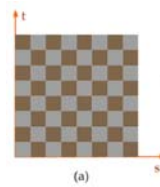
11

다각형 곡면

2 단계 매핑(2-Stage Mapping)

- 곡면을 매개변수로 표시할 수 없을 때
- S 매핑(S Mapping)에서는 텍스처를 원기둥, 육면체, 원구 등 중개면(仲介, Intermediate Surface)에 입힘.

S 매핑의 예: 원기둥 중개면

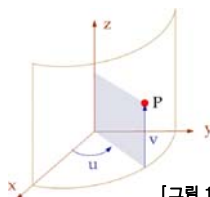


(a)



(b)

$$x = r \cos u, \quad y = r \sin u, \quad z = v \quad (11.10)$$



[그림 11-26] 좌표

$$u = 2\pi s, \quad v = t \quad (11.11)$$

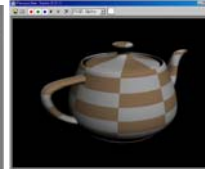
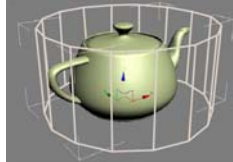
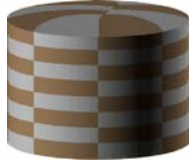
$$x = r \cos 2\pi s, \quad y = r \sin 2\pi s, \quad z = t \quad (11.12)$$

12

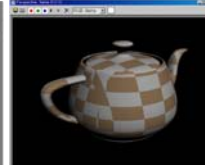
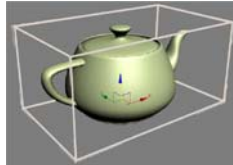
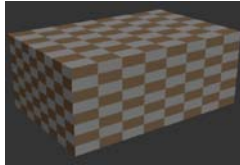
다각형 곡면

○ 매핑

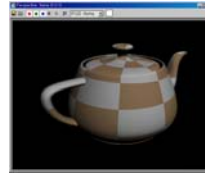
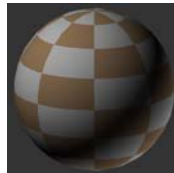
- 물체를 중개면 내부에 넣고 물체면에 텍스처를 입힘.
- 원기둥, 육면체, 원구 중개면



[그림 11-27] 컵
[그림 11-28] 중개면
[그림 11-30] 확장 컵



[그림 11-34] 육면체 중개면
[그림 11-35] 물체
[그림 11-36] 매핑결과



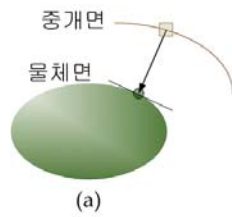
[그림 11-32] 중개면
[그림 11-33] 매핑결과

13

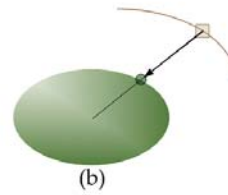
다각형 곡면

○ 매핑의 종류

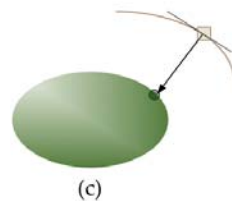
- 물체면 법선벡터, 물체 중심, 중개면 법선벡터, 시점 반사벡터



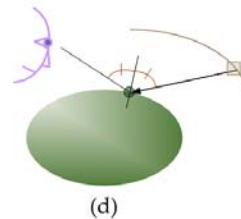
(a)



(b)



(c)



(d)

[그림 11-29] ○ 매핑의 종류

14

주변매핑(Environmental Mapping)

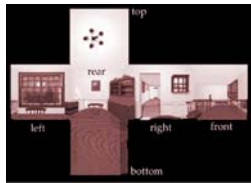
- 경면 반사(Specular Reflection)를 위주로 표현할 수 있는 물체, 반사 매핑(Reflective Mapping). Ex. Terminator II



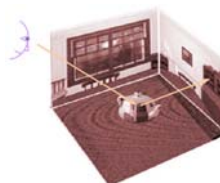
[그림 11-37] Terminator II

2단계 매핑 사용

- 매핑에서 시점 반사벡터를 사용
- 시점 위치에 따라 서로 다른 모습



[그림 11-38] 중개면 텍스처



[그림 11-39] 주변매핑



[그림 11-40] 매핑 결과

15

주변매핑(Environmental Mapping)

원구 중개면의 예

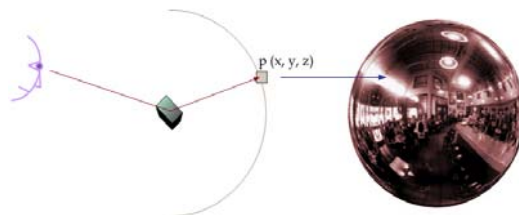
- 물체 주변 모습을 광각으로 반영
- 180도 어안렌즈로 촬영된 텍스처



[그림 11-41] 180도



[그림 11-42] 매핑결과



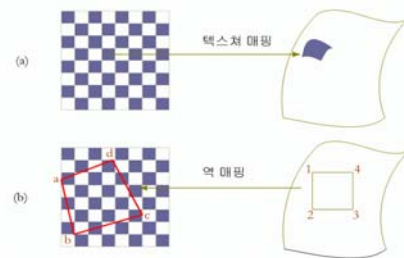
[그림 11-43]
시점 반사벡터에 의한 O 매핑

16

11.3 안티 에일리어싱-에일리어싱

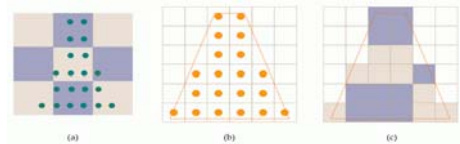
👤 텍스처 매핑

- 비선형 매핑(Non-Linear Mapping): 평면 사각형이 곡선 사변형 (Curvilinear Quadrilateral)으로



[그림 11-44] 매핑과 역 매핑

- 점 샘플링(Point Sampling)에 의한 에일리어싱: 언더샘플링



[그림 11-45] 에일리어싱

17

확장관계와 축소관계

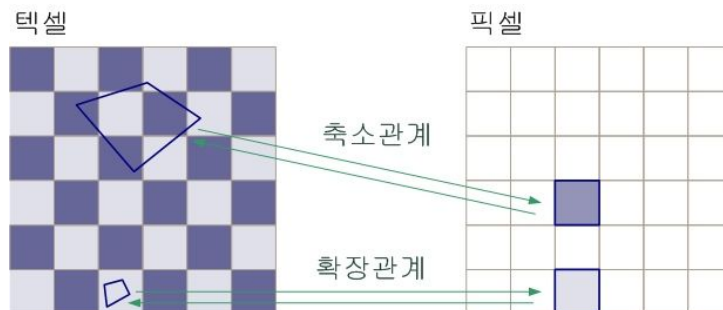
👤 축소관계(Magnification)

- 여러 텍셀이 한 픽셀로

👤 확장관계(Minification)

- 텍셀 크기 이하가 한 픽셀로

👤 두 경우 모두 에일리어싱 발생가능

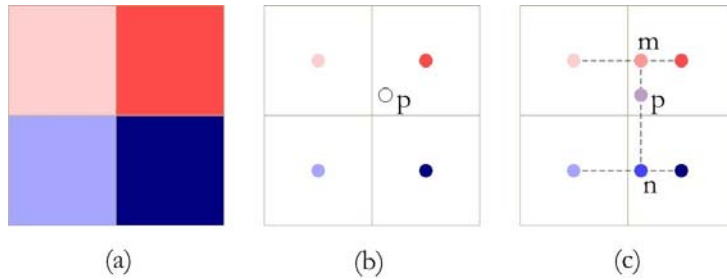


[그림 11-46] 축소관계와 확장관계

18

앤티에일리어싱: 양방향 선형보간

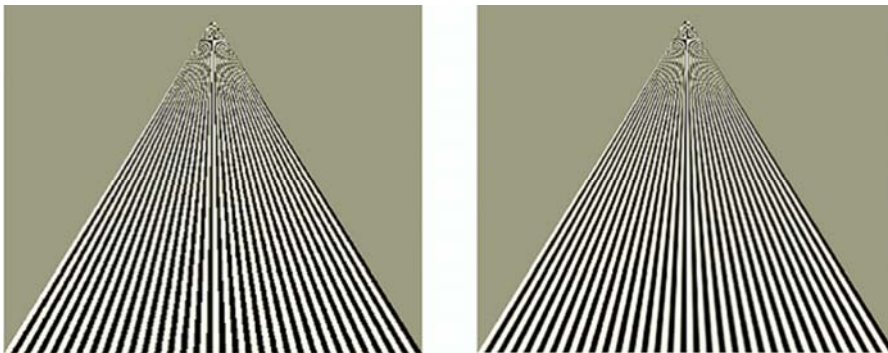
- 확장관계에 주로 사용
 - 화소 중앙점이 텍셀의 점 p 로 사상되었을 경우
- 대부분 그래픽 카드에서 표준으로 채택
- 텍스처 경계선이 흐려짐



[그림 11-47] 양방향 선형보간

19

점 샘플링과 양방향 선형보간

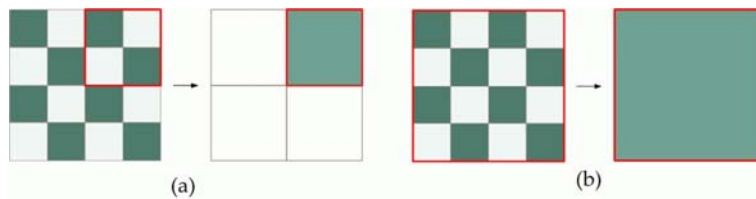


[그림 11-53] 점 샘플링과 양방향 선형보간

20

앤티에일리어싱: mip맵(MipMap)

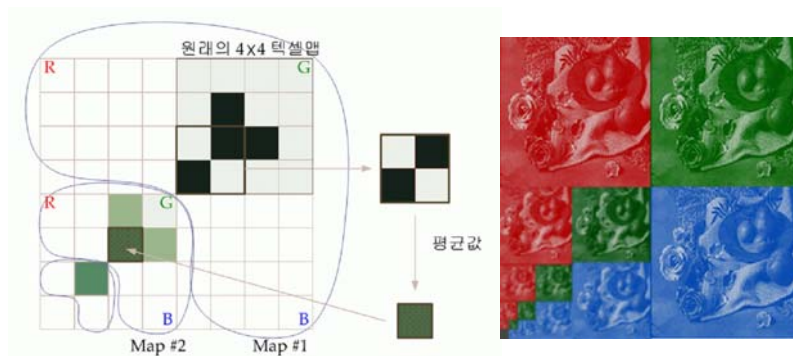
- 축소관계에 주로 적용: 한 화소가 여러 텍셀에 걸쳐짐
- MIP Mapping: Multum in Parvo, Many Things in a Small Place
 - 해상도 별로 평균치를 계산하여 텍스처 맵에 저장(R, G, B 별)
 - 사전 필터링(Pre-Filtering), 다해상도 텍스처(Multi-Resolution Texture)



[그림 11-48] mip맵 생성과정

21

mip맵 예시



[그림 11-49] mip맵

[그림 11-50] mip맵 예시

- 해상도에 따라 mip맵을 선택
 - 1 화소가 1 텍셀로 매핑: Map #1
 - 1 화소가 4 텍셀로 매핑: Map #2
- 평균 낸 텍스처 값을 사용함으로써 앤티-에일리어싱을 기함.

22

3방향 선형보간

👤 mip맵 적용결과

- 화면 해상도와 텍스처 해상도가 비슷해짐.
- 확장관계를 추가적으로 적용할 수 있음.

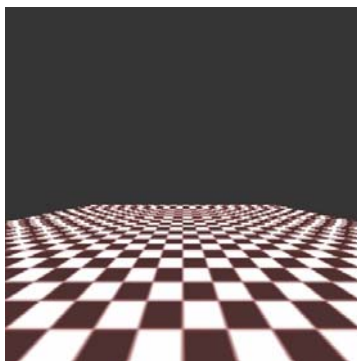
👤 3방향 선형보간 (Tri-linear Interpolation)

- 1 화소가 2 텍셀로 매핑:
 - Map #1과 Map #2를 보간하여 새로운 맵을 계산
 - 여기에 양방향 선형보간을 적용

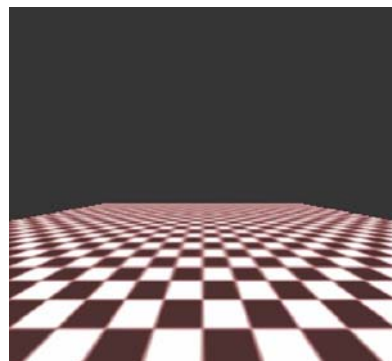
23

앤티에일리어싱 예시

👤 점 샘플링과 mip맵에 의한 점 샘플링



[그림 11-51] Alias

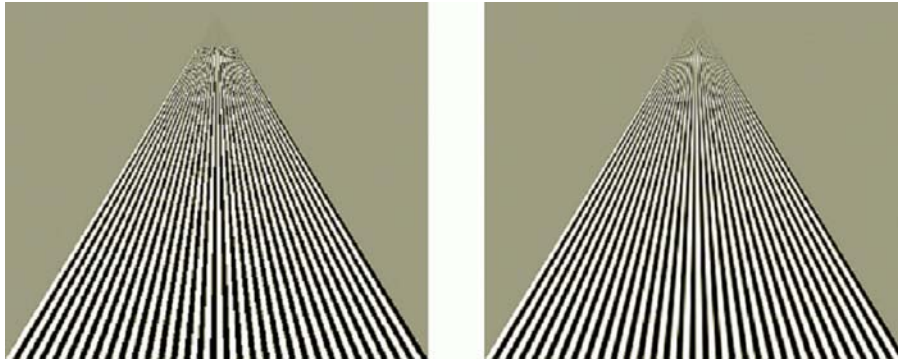


[그림 11-52] Anti-Alias

24

앤티에일리어싱 예시

📍 mip맵을 사용한 점 샘플링과 양방향 선형보간



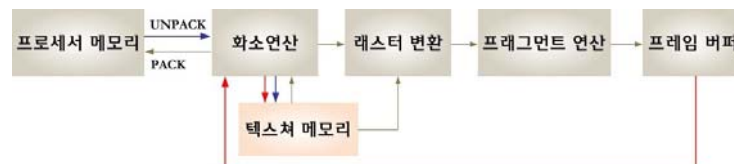
[그림 11-54] mip맵에서의 점 샘플링과 양방향 선형보간

25

11.4 지엘의 텍스처 매핑-glTexImage2D()

📍 프로세서 배열에 저장되어 있던 텍스처를 텍스처 메모리 (Texture Memory, Texture Buffer)로 이동시키는 함수

📍 청색 화살표로의 흐름

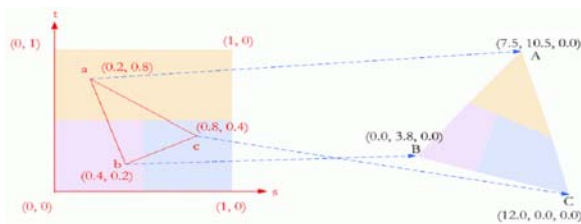


[그림 11-55] glTexImage2D 함수에 의한 데이터 흐름

26

지엘의 텍스처 매핑: 수동 매핑

```
glBegin(GL_POLYGON);
glNormal3f(0.0, 0.0, 1.0);
glTexCoord2f(0.2, 0.8);           텍스처 정점 a를
glVertex3f(7.5, 10.5, 0.0);       물체 정점 A에 할당
glNormal3f(0.0, 0.0, 1.0);
glTexCoord2f(0.4, 0.2);           텍스처 정점 b를
glVertex3f(0.0, 3.8, 0.0);        물체 정점 B에 할당
glNormal3f(0.0, 0.0, 1.0);
glTexCoord2f(0.8, 0.4);           텍스처 정점 c를
glVertex3f(12.0, 0.0, 0.0);       물체 정점 C에 할당
glEnd();
```

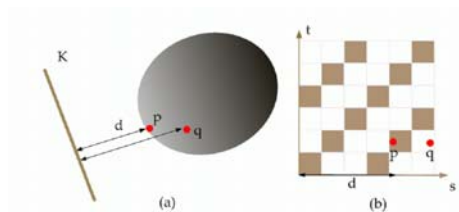


[그림 11-56] 지엘의 수동 텍스처 매핑

27

지엘의 텍스처 매핑: 자동 매핑

void glTexGen{ifd}[v](GLenum coord, GLenum pname, TYPE param);
 기준평면과의 물체와의 거리



[그림 11-57] 거리에 의한 텍스처 매핑

coord	pname	param
GL_S	GL_TEXTURE_GEN_MODE	GL_OBJECT_LINEAR
GL_T		GL_EYE_LINEAR
GL_R		GL_SPHERE_MAP
GL_Q		Plane Coefficient Array
	GL_OBJECT_PLANE	Plane Coefficient Array
	GL_EYE_PLANE	

[표 11-3] glTexGen*() 함수 파라미터

28

주변 매핑

도구이용, 카메라(180도), 카메라(360도)



[그림 11-58] 반사

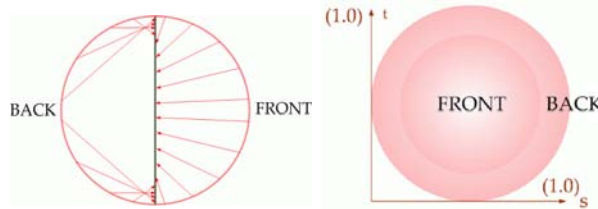


[그림 11-59] 180도



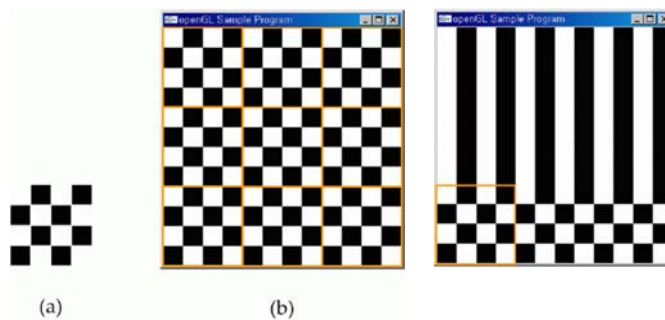
[그림 11-60] 360도

카메라(360도)



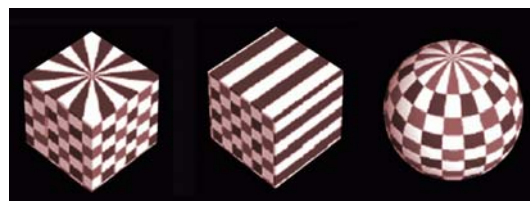
29

GL_REPEAT, GL_CLAMP



[그림 11-63] GL_REPEAT

[그림 11-65] 예 II



[그림 11-66] 텍스처 매핑 결과

30