

ΗΥ416 ΓΡΑΦΙΚΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Απόδοση Υφής

Κ. ΝΤΑΛΟΥΚΑΣ

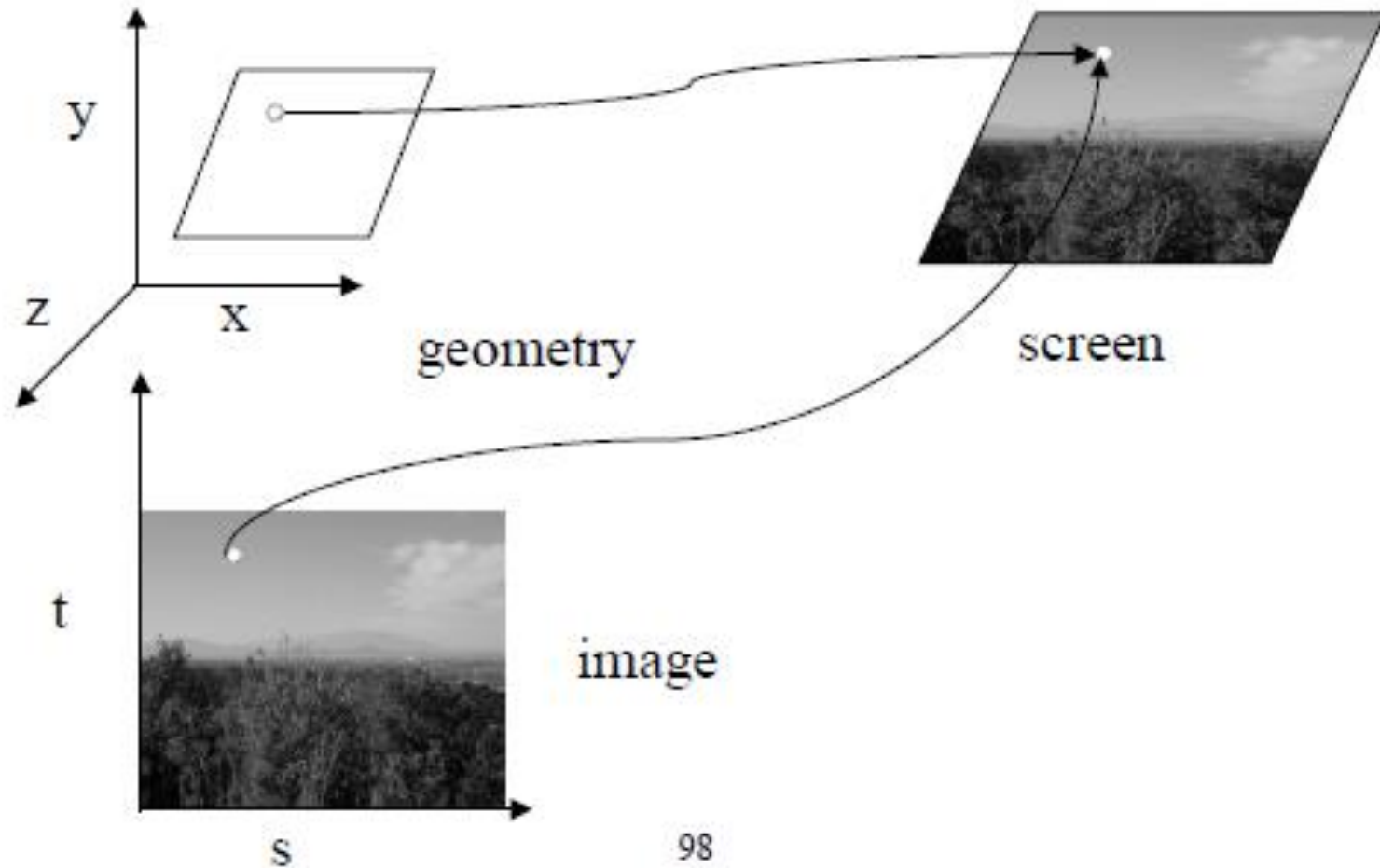
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧ & ΜΗΧ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Υφή

- ▶ Χρησιμοποιείται προκειμένου να επεκτείνει τα χρώματα των κορυφών με τα αντίστοιχα χρώματα των σημείων (texels) μίας εικόνας
- ▶ Έχει εφαρμογή:
 - ▶ Στην προσομοίωση υλικών
 - ▶ Σε τεχνικές επεξεργασίας εικόνας
 - ▶ Στην προσομοίωση επιφανειών που ανακλούν το φως (π.χ. καθρέφτες)

Απόδοση Υφής



Απόδοση Υφής

- ▶ Απαραίτητα βήματα:
- ▶ Καθορισμός εικόνας υφής
- ▶ Καθορισμός τις μεθόδους εφαρμογής της υφής σε κάθε pixel
- ▶ Ενεργοποίηση της λειτουργίας υφής
- ▶ Κατασκευή της σκηνής

Δημιουργία Αντικειμένου Υφής

- ▶ Καθορισμός ονόματος αντικειμένου
 - ▶ *void glGenTextures(GLsizei n, GLuint *textureNames);*
- ▶ Συσχέτιση αντικειμένου υφής με συμβολικό όνομα
 - ▶ *void glBindTexture(GLenum target, GLuint textureName);*
- ▶ Διαγραφή αντικειμένων υφής
 - ▶ *void glDeleteTextures(GLsizei n, const GLuint *textureNames);*

Καθορισμός Υφής

- ▶ `void glTexImage2D(GLenum target, GLint level, GLint components, GLsizei width, GLsizei height, GLint border, GLenum format, GLenum type, const GLvoid *pixels);`
- ▶ **target:** `GL_TEXTURE_{1,2,3}D`
- ▶ **width, height:** Οι διαστάσεις της εικόνας
- ▶ **format, type:** Η μορφή και ο τύπος της texture εικόνας
- ▶ Παρατήρηση: Οι διαστάσεις της texture εικόνας θα πρέπει να είναι δυνάμεις του 2

Παράδειγμα

```
void init(void){
    makeCheckImage();
    glPixelStorei(GL_UNPACK_ALIGNMENT, 1);

    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_S,
GL_REPEAT);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_T,
GL_REPEAT);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER,
GL_NEAREST);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER,
GL_NEAREST);

    glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, 4, checkImageWidth,
checkImageHeight, 0, GL_RGBA, GL_UNSIGNED_BYTE, checkImage);
}
```

Πάραδειγμα

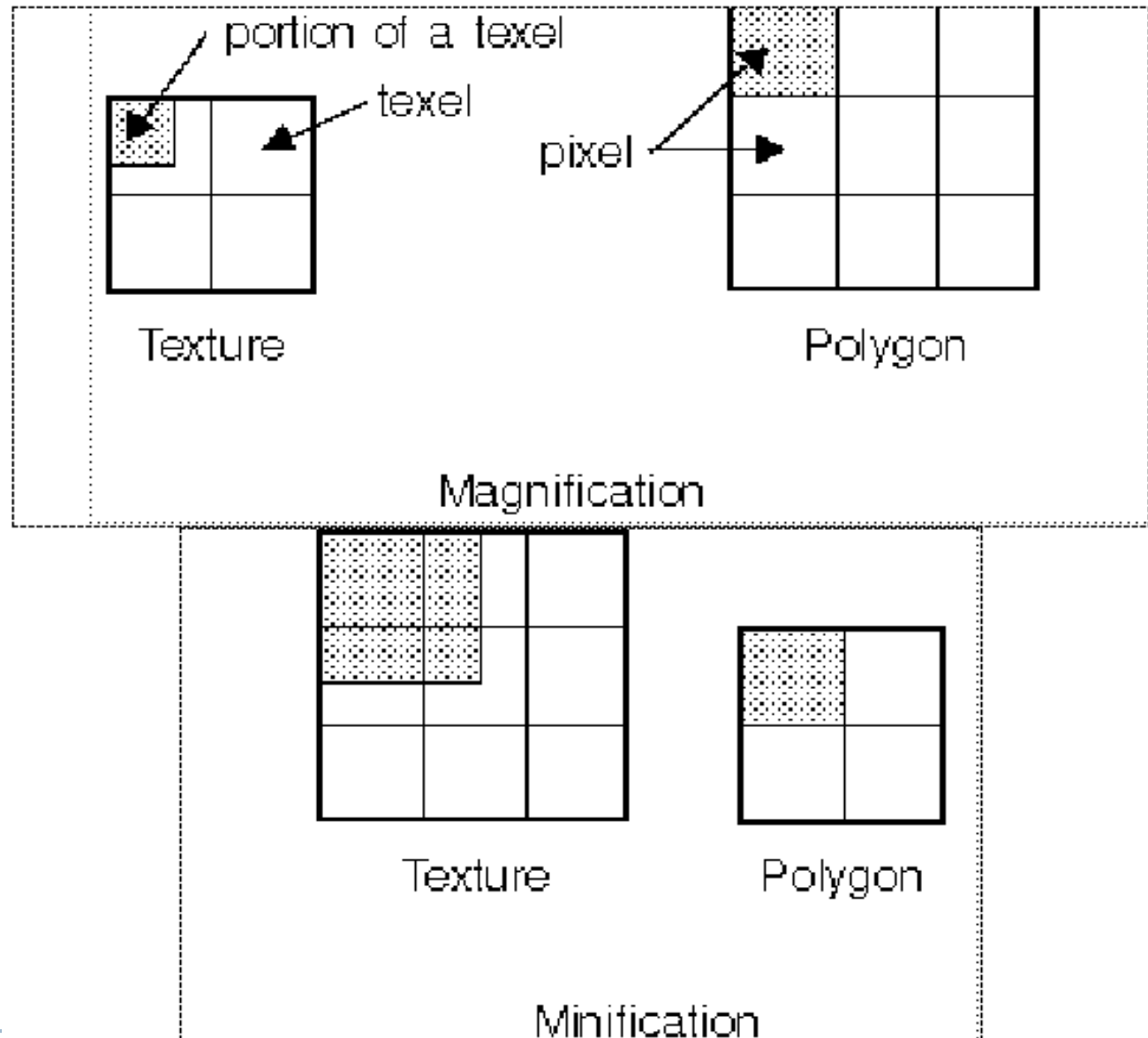
```
void display(void)
{
    glEnable(GL_TEXTURE_2D);
    glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE, GL_DECAL);

    glBegin(GL_QUADS);
    glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(-2.0, -1.0, 0.0);
    glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(-2.0, 1.0, 0.0);
    glTexCoord2f(1.0, 1.0); glVertex3f(0.0, 1.0, 0.0);
    glTexCoord2f(1.0, 0.0); glVertex3f(0.0, -1.0, 0.0);
    glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(1.0, -1.0, 0.0);
    glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(1.0, 1.0, 0.0);
    glTexCoord2f(1.0, 1.0); glVertex3f(2.41421, 1.0, -1.41421);
    glTexCoord2f(1.0, 0.0); glVertex3f(2.41421, -1.0, -1.41421);
    glEnd();
    glFlush();
    glDisable(GL_TEXTURE_2D);
}
```


Σχέση μεταξύ Pixel και Texel

- ▶ Αντιστοιχία μεταξύ κορυφών πολυγώνων και εικόνων υψής αντίστοιχα
- ▶ Φίλτρα μεγιστοποίησης και σμίκρυνσης: nearest ή bilinear interpolation
- ▶ Το χρώμα των texels αντικαθιστά ή τροποποιεί το χρώμα του pixel

Filtering



Καθορισμός Παραμέτρων Filtering

- ▶ Χρησιμοποιείται η συνάρτηση **glTexParameteri()**
 - ▶ `glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_NEAREST);`
 - ▶ `glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_NEAREST);`

Parameter	Values
GL_TEXTURE_MAG_FILTER	GL_NEAREST or GL_LINEAR
GL_TEXTURE_MIN_FILTER	GL_NEAREST, GL_LINEAR, GL_NEAREST_MIPMAP_NEAREST, GL_NEAREST_MIPMAP_LINEAR, GL_LINEAR_MIPMAP_NEAREST, or GL_LINEAR_MIPMAP_LINEAR

Texture Function

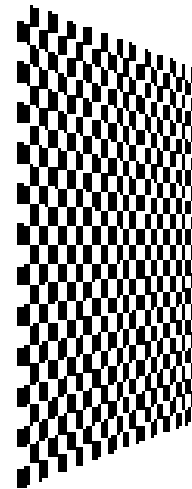
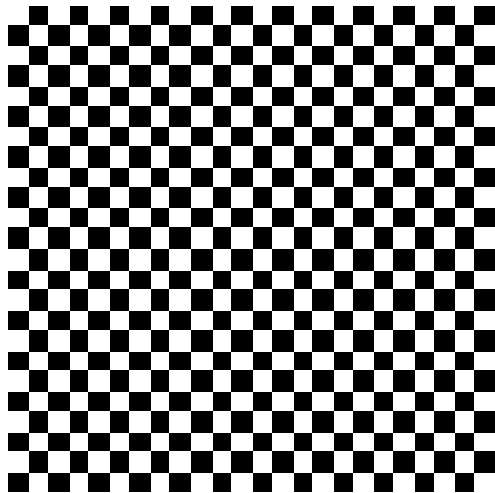
- ▶ *`void glTexEnv{if}[v](GLenum target, GLenum pname, TYPE param);`*
 - ▶ Η παράμετρος `target` πρέπει να έχει την τιμή `GL_TEXTURE_ENV`
 - ▶ Εάν η παράμετρος `pname` έχει την τιμή `GL_TEXTURE_ENV_MODE`, τότε `param`: `GL_DECAL`, `GL_REPLACE`, `GL_MODULATE`, `GL_BLEND`
 - ▶ Εάν η παράμετρος `pname` έχει την τιμή `GL_TEXTURE_ENV_COLOR`, τότε η παράμετρος `param` είναι ένας πίνακας χρωμάτων. Οι τιμές του πίνακα χρησιμοποιούνται εάν έχει οριστεί η συνάρτηση `GL_BLEND`

Απόδοση Συντεταγμένων Υφής

- ▶ *void glTexCoord{1234}{sifd}(TYPE coords);*
*void glTexCoord{1234}{sifd}v(TYPE *coords);*
- ▶ glTexCoord2f(0.5, 0.5);
- ▶ Στοίβα πίνακα υφής
 - ▶ glMatrixMode(GL_TEXTURE);

Επανάληψη και Clamping Υφής

- ▶ Χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση `glTexParameter*(...)`:
 - ▶ `glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_S, GL_REPEAT);`
 - ▶ `glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_T, GL_CLAMP);`
- ▶ Επανάληψη Υφής



Επανάληψη και Clamping Υφής

- ▶ Clamping



- ▶ Επανάληψη και Clamping



Παράμετροι Υφής

Table 9-4 : glTexParameter*() Parameters

Parameter	Values
GL_TEXTURE_WRAP_S	GL_CLAMP, GL_REPEAT
GL_TEXTURE_WRAP_T	GL_CLAMP, GL_REPEAT
GL_TEXTURE_MAG_FILTER	GL_NEAREST, GL_LINEAR
GL_TEXTURE_MIN_FILTER	GL_NEAREST, GL_LINEAR, GL_NEAREST_MIPMAP_NEAREST, GL_NEAREST_MIPMAP_LINEAR, GL_LINEAR_MIPMAP_NEAREST, GL_LINEAR_MIPMAP_LINEAR
GL_TEXTURE_BORDER_COLOR	any four values in [0.0, 1.0]
GL_TEXTURE_PRIORITY	[0.0, 1.0] for the current texture object

Αυτόματη Δημιουργία Συντεταγμένων Υφής

▶ Απεικόνιση Περιβάλλοντος

- ▶ Η OpenGL παρέχει τη δυνατότητα για απεικόνιση υφής του περιβάλλοντα χώρου:

```
glTexGeni(GL_S, GL_TEXTURE_GEN_MODE, GL_SPHERE_MAP);
```

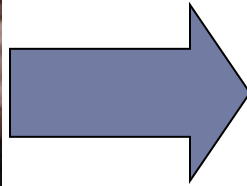
```
glTexGeni(GL_T, GL_TEXTURE_GEN_MODE, GL_SPHERE_MAP);
```

```
glEnable(GL_TEXTURE_GEN_S);
```

```
glEnable(GL_TEXTURE_GEN_T);
```

- ▶ Η παράμετρος `GL_SPHERE_MAP` δημιουργεί τις κατάλληλες συντεταγμένες για απεικόνιση του περιβάλλοντος (environment mapping).

Αυτόματη Δημιουργία Συντεταγμένων Υφής



Ερωτήσεις

- ▶ Ιστοσελίδα μαθήματος (ενεργοποιημένη) :
<http://support.inf.uth.gr/courses/CE416/>
<http://eclass.uth.gr/eclass/MHX101/>
- ▶ E-mail λίστα του μαθήματος:
ce416@inf-server.inf.uth.gr
...και μέσω eclass...
- ▶ Π. Τσομπανοπούλου, Ε3-12, yota@uth.gr