**ΔΙΕΚ Μοναστηρίου**
Τεχνικός Εφαρμογών Πληροφορικής
Γ’ Εξάμηνο

# OpenGL

## Open Graphics Library

Αβραμίδου Γεωργία

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

# Εισαγωγή

- Η OpenGL δεν είναι μια συγκεκριμένη βιβλιοθήκη αλλά ένα **πρότυπο υλοποίησης** βιβλιοθηκών σχεδίασης γραφικών. Εμπεριέχει δηλαδή το σύνολο των συναρτήσεων που πρέπει να υλοποιεί μία βιβλιοθήκη γραφικών προκειμένου να είναι συμβατή με αυτό. Το πρότυπο αυτό λοιπόν καθορίζει μια **προγραμματιστική διεπιφάνεια** (application programming interface ή API).

- Είναι προφανές ότι δεν υπάρχει περιορισμός ως προς τη γλώσσα προγραμματισμού στην οποία θα υλοποιηθεί το πρότυπο της OpenGL. Ενδεικτικά αναφέρουμε την ύπαρξη βιβλιοθηκών σε γλώσσες προγραμματισμού Fortran και C. Τα παραδείγματα των Εργαστηριακών Μαθημάτων θα υλοποιηθούν σε γλώσσα προγραμματισμού C.

- Εφόσον με το όρο OpenGL δεν αναφερόμαστε σε μια συγκεκριμένη βιβλιοθήκη αλλά σε ένα πρότυπο που ορίζει τη λειτουργικότητα μιας βιβλιοθήκης σχεδίασης, μπορούμε να ακολουθήσουμε τις ίδιες συμβάσεις σε όλες τις υλοποιήσεις του προτύπου (τις ίδιες εντολές).

- Αυτό σημαίνει ότι, εάν βασιστούμε στο πρότυπο της OpenGL, ο κώδικας που συντάσσουμε είναι **ανεξάρτητος πλατφόρμας (platform independent)** και μπορεί να εκτελεστεί σε ευρεία γκάμα περιβαλλόντων προγραμματισμού χωρίς ριζική τροποποίηση της δομής του.

# Βιβλιοθήκες

- Στην ενότητα αυτή περιγράφουμε τις κατηγορίες βιβλιοθηκών που συναντά κανείς σε υλοποιήσεις της OpenGL, καθώς και συμβάσεις σε ό,τι αφορά το συμβολισμό εντολών και σταθερών.

  - **Βασική βιβλιοθήκη (*OpenGL core library*):**

    Η βασική βιβλιοθήκη της OpenGL περιέχει τις κύριες εντολές σχεδίασης. Όλες οι εντολές της βιβλιοθήκης αυτής διακρίνονται από το πρόθεμα ***gl*** . Πολλές από τις συναρτήσεις της δέχονται προκαθορισμένα ορίσματα (συμβολικές σταθερές) τα οποία έχουν οριστεί στη βιβλιοθήκη και αντιστοιχούν σε διάφορες παραμέτρους ή καταστάσεις λειτουργίας. Κατά σύμβαση, οι σταθερές αυτές ξεκινούν με το πρόθεμα GL_ .

- **OpenGL Utility Library (GLU):**

  Περιλαμβάνει συναρτήσεις που εκτελούν σύνθετους αλγορίθμους όπως π.χ. τον καθορισμό μητρώων προβολής και το σχηματισμό σύνθετων καμπυλών και επιφανειών. Κάθε υλοποίηση της OpenGL εμπεριέχει τη βιβλιοθήκη GLU. Όλες οι εντολές της βιβλιοθήκης GLU ξεκινούν με το πρόθεμα ***glu***.

- **OpenGL Utility Toolkit (GLUT):**

Όπως αναφέραμε το πρότυπο της OpenGL είναι ανεξάρτητο πλατφόρμας. Ωστόσο μια αυτονόητη απαίτηση ενός προγραμματιστή είναι να έχει τη δυνατότητα να δει το αποτέλεσμα των προγραμμάτων του αλλά και να έχει δηλαδή τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με αυτό. Χρειάζεται δηλαδή εντολές εισόδου-εξόδου. Ωστόσο οι εντολές αλληλεπίδρασης δεν είναι ανεξάρτητες πλατφόρμας και για το λόγο αυτό οι προγραμματιστές σε OpenGL χρησιμοποιούν μία ακόμη βιβλιοθήκη που τους προσφέρει εντολές εισόδου-εξόδου. Μία από τις βιβλιοθήκες που προσφέρει τη λειτουργικότητα αυτή είναι το OpenGL Utility Toolkit (GLUT). Η βιβλιοθήκη αυτή περιλαμβάνει εντολές απεικόνισης παραθύρων στην οθόνη, δημιουργίας menus, διαχείρισης γεγονότων κλπ. Όλες οι εντολές της ξεκινούν με το πρόθεμα ***glut***.

# Ένα τυπικό πρόγραμμα

- Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζουμε και περιγράφουμε συνοπτικά τη δομή ενός τυπικού προγράμματος που βασίζεται στο πρότυπο της OpenGL.

```
#include <windows.h>
# include <gl/glut.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

void display()
{
        glFlush();
}
```

```
int main(int argc, char** argv)
{
    glutInit(&argc,argv);
    glutInitWindowPosition(100,100);
    glutInitWindowSize(640,480);
    glutInitDisplayMode(GLUT_SINGLE|GLUT_RGB);

    glutCreateWindow("A sample OpenGL application");
    glMatrixMode(GL_PROJECTION);
    gluOrtho2D(0,50,0,50);
    glutDisplayFunc(display);

    glutMainLoop();
    return 0;
}
```

# Περιγραφή κώδικα

- Θα ξεκινήσουμε με την περιγραφή του κώδικα που περιέχεται στη συνάρτηση main.

- Αρχικά προσθέτουμε την κεφαλίδα του GLUT ***glut.h***. Γενικά, για την ανάπτυξη ενός προγράμματος που χρησιμοποιεί ρουτίνες της OpenGL, απαιτείται η προσθήκη των κεφαλίδων ***gl.h*** και ***glu.h***, ενώ για χρήση του GLUT, απαιτείται η προσθήκη της ***glut.h***. Ωστόσο, με τη δήλωση της κεφαλίδας ***glut.h*** δηλώνονται αυτομάτως και οι δύο προηγούμενες.

- **glutInit (int *argcp, char **argvp)**
  - Ως ορίσματα παίρνει τα ορίσματα που περνάμε σε μια συνάρτηση main: τα argc και argv
  - Αυτό που κάνει η συνάρτηση είναι να αρχικοποιεί την glut(OpenGL) και να φτιάχνει με την βοήθεια του συστήματος ένα παράθυρο

- **glutInitWindowPosition**
  - καθορίζει τη θέση στην οθόνη, στην οποία θα εμφανιστεί το παράθυρο της εφαρμογής (συντεταγμένη της άνω αριστερής κορυφής).
  -
- ***glutInitWindowSize***
  - καθορίζει το πλάτος και ύψος του παραθύρου της εφαρμογής σε pixels.

- **glutInitDisplayMode(unsigned int mode);**
  - Αυτό που κάνει η συνάρτηση είναι να περνάει επιλογές για το παράθυρό μας. Οι επιλογές αυτές είναι καθορισμένες σε είδος και πλήθος από την OpenGL

- ***glutCreateWindow*** εμφανίζει το παράθυρο της εφαρμογής στην οθόνη και του αποδίδει έναν τίτλο.

- Με την εντολή ***glMatrixMode(GLUint mode)***
  - επιλέγουμε το μητρώο το οποίο επιθυμούμε να τροποποιήσουμε.

- Σε συνδυασμό με την εντολή ***gluOrtho2D( xMin, xMax, yMin, yMax)***
  - Ορίζει την περιοχή που θα εμφανίζεται στην οθόνη. Οτιδήποτε είναι εκτός ορίων δεν θα εμφανίζεται.

- *Η* ***glutDisplayFunc(void func())***
  - εντάσσεται σε μια ειδική κατηγορία συναρτήσεων του GLUT, οι οποίες αποκαλούνται **συναρτήσεις κλήσης** (callback functions). Η συγκεκριμένη συνάρτηση δέχεται ως όρισμα μια συνάρτηση στην οποία εμπεριέχεται ο κώδικας σχεδίασης γραφικών.

- ***glutMainLoop()***
  - ενεργοποιεί τον **κύκλο διαχείρισης γεγονότων (event processing loop)*.*** Στον κύκλο αυτό, η εφαρμογή αναμένει επ' άπειρον και ανταποκρίνεται σε γεγονότα.

# Αρχιτεκτονική OpenGL

- Η αρχιτεκτονική της OpenGL δουλεύει κυρίως με καταστάσεις (states)
- Δηλαδή ο προγραμματιστής ορίζει μια κατάσταση OpenGL κάνει render με βάση αυτή την κατάσταση μέχρι να γίνει αλλαγή κατάστασης
- Π.χ. Εάν θέλουμε να κάνουμε render με κόκκινο χρώμα, θέτουμε το χρώμα κόκκινο και κάνουμε render τα αντικείμενα που θέλουμε
- Αυτού του είδους η λογική ονομάζεται fixed-function

# OpenGL εφαρμογές

- Για να δημιουργήσουμε μια εφαρμογή OpenGL πρέπει πρώτα να κατασκευάσουμε την οθόνη στην οποία θα γίνονται όλα τα Draws

- Οι βασικές συναρτήσεις για να το πετύχουμε αυτό είναι:

  – glutInit
  – glutInitDisplayMode
  – glutInitWindowSize
  – glutCreateWindow
  – glutMainLoop

- **glutInit(int * argcp,char **argvp);**
  - Ως ορίσματα παίρνει τα ορίσματα που περνάμε σε μια συνάρτηση main: τα argc και argv.
  - Αυτό που κάνει η glutInit είναι να αρχικοποιεί την glut(OpenGL) και να φτιάχνει με την βοήθεια του συστήματος ένα παράθυρο.
  - Επίσης διαχειρίζεται και ορίσματα από την κονσόλα, αλλά τα ορίσματα αυτά είναι window system dependent.

- **glutInitDisplayMode(unsigned int mode);**
  - Στην ουσία αυτό που κάνει η συνάρτηση είναι να περνάει επιλογές για το παράθυρό μας.
  - Οι επιλογές αυτές είναι καθορισμένες σε είδος και πλήθος από την OpenGL.

- **void glutInitWindowSize(int width, int height);**
  - Αυτή η συνάρτηση διαμορφώνει το μέγεθος του παραθύρου μας ανάλογα με τα ορίσματα width, height που θα περάσουμε.

- **int glutCreateWindow (char *name);**
  - Η συνάρτηση δημιουργεί ένα top-level window με unique name για το σύστημα το όνομα που περάσαμε σαν όρισμα
  - Η τιμή που επιστρέφει είναι ένας μοναδικός ακέραιος window identifier

- **void glutMainLoop(void);**
  - Με την βοήθεια της συνάρτησης αυτής μπαίνουμε στο event processing loop τηςGLUT
  - Η συνάρτηση πρέπει να κληθεί τουλάχιστον μία φορά σε ένα GLUT πρόγραμμα και δεν επιστρέφει ποτέ

# glEnable, glDisable

- Όπως αναφέραμε η OpenGL λειτουργεί με την λογική των states
- Για να δηλώσουμε στην OpenGL την ενεργοποίηση ή την απενεργοποίηση ιδιοτήτων δύο καταστάσεων, αναθέτουμε σε αντίστοιχες προκαθορισμένες παραμέτρους της OpenGL τις τιμές GL_TRUE ή GL_FALSE αντίστοιχα.
- Η ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των λειτουργιών αυτών γίνεται με τις εντολές glEnable και glDisable

- Για να θέσουμε ένα OpenGL state χρησιμοποιούμε την συνάρτηση glEnable(GLenum cap)
- Για να το απενεργοποιήσουμε χρησιμοποιούμε την συνάρτηση glDisable(GLenum cap)
- Όπου cap η ιδιότητα που επιθυμούμε να ενεργοποιήσουμε ή να απενεργοποιήσουμε.