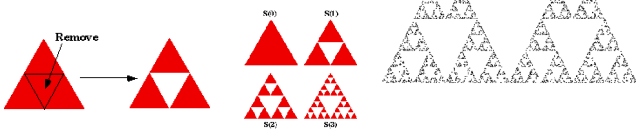
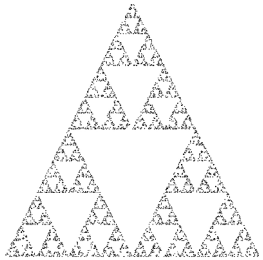
Sierpinski gasket

- Si parte da un triangolo equilatero
- Si rimuove quello centrale
- Si procede ricorsivamente per I tre triangoli rimasti.

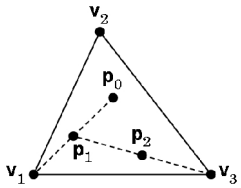


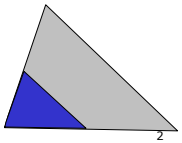


Sierpinski Gasket

- Approccio Generativo dell'insieme di punti P che appartengono al gasket:

p =punto a caso del triangolo
while true
  vi = vertice a caso del triangolo
  p = (p+vi)/2
  P=P U {p}





Stuttura del programma

Struttura classica dei programmi a linea di comando:

```
main()
{
    init();
    do_my_beautiful_algorithm();
    exit();
}
```

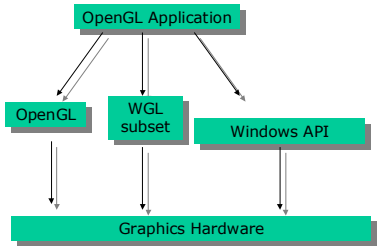
Non ha molto senso per i programmi con un'interfaccia utente.

Come avviene il processo di interazione tra l'utente e l'applicazione?

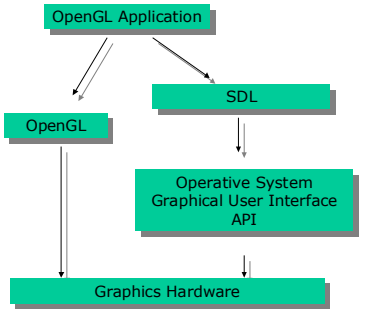
Event driven programming

- Gestione interazione applicazione-utente tramite *callback (message handlers ecc)* o gestione diretta degli eventi del sistema
  - funzioni che sono attivate in risposta a vari eventi (messaggi) gestiti dal sistema operativo (pressione di un tasto del mouse o della tastiera, reshape della finestra, necessita' di ridisegnare il contenuto della finestra ecc)
  - Il flusso principale dell'applicazione e' in mano all'utente o meglio al sistema operativo.

Struttura Windows OpenGL App



Struttura Applicazione OpenGL+SDL



SDL

- Simple DirectMedia Layer is a cross-platform multimedia library designed to provide level access to audio, keyboard, mouse, joystick, 3D hardware via OpenGL, and 2D video framebuffer.
- Simple DirectMedia Layer supports Linux, Windows, BeOS, MacOS Classic, MacOS X, ecc.
- It implements a simple *portable* application programming interface (API) for the windowing part of OpenGL.
- So you can write a single OpenGL program that works on both Win32 PCs and X11 workstation
- http://www.libsdl.org

Schema Minimo Applicazione SDL

- Inizializzare
  - SDL_Init(SDL_INIT_VIDEO)
  - SDL_SetVideoMode(640, 480, 0, SDL_OPENGL)
- Gestire il ciclo degli eventi

```
…
while ( ! done )       {
     SDL_Event event;
     SDL_WaitEvent(&event);
        switch(event.type)
        {
         case …                  }
   }
```

Per quello che ci riguarda la cosa piu' importante e' la gestione dell'evento: "*quit*"

La minima applicazione SDL 1

```
#ifdef WIN32
#define WIN32_LEAN_AND_MEAN
#include <windows.h>
#endif

#include <GL/gl.h>
#include <GL/glu.h>
#include <stdlib.h>
#include <SDL.h>

void DrawGLScene()
{
  glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
  SDL_GL_SwapBuffers();
}

…
```

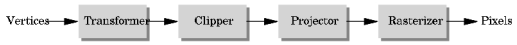

La minima applicazione SDL 2

```
int main(int argc, char **argv)
{
 SDL_Init(SDL_INIT_VIDEO);
 SDL_SetVideoMode(640, 480, 0, SDL_OPENGL);

 int done = 0;
 while ( ! done ) /* Loop, drawing and checking events */
   {
    DrawGLScene();
    SDL_Event event;
    SDL_WaitEvent(&event);
    switch(event.type)
       {
        case SDL_QUIT    : done = 1;   break ;
        case SDL_KEYDOWN :
              if ( event.key.keysym.sym == SDLK_ESCAPE )
                   done = 1;
              break;
        }
  }
  SDL_Quit();
  return 1;
}
```


Dove si disegna?

- Ricordate la pipeline di rendering



- La prima cosa che fa il renderer e' di spostare tutto nel sistema di riferimento della camera
- Poi taglia quel che non si vede
- Infine appiattisce il mondo sul piano di vista

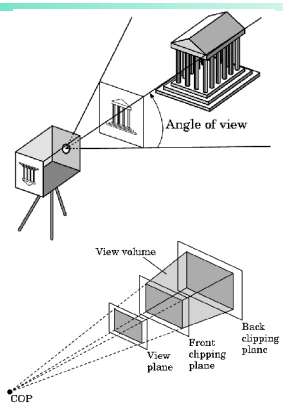
Trasformazioni e Clipping

- Noi non abbiamo definito nessuna trasformazione quindi vedremo solo quello che si trova *davanti* alla camera.
- Più precisamente vedremo quello che si trova nel *Volume di Vista:*

  Porzione di spazio, nel sistema di riferimento della camera, che e' visibile dalla camera.

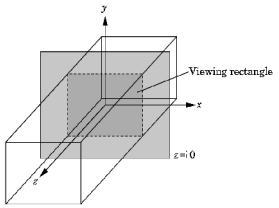
Volume di Vista

- Normalmente ci si aspetta che il volume di vista sia una piramide infinita.
- Per ragioni di praticità si aggiungono due piani (front and back o near and far) che ulteriormente delimitano lo spazio d'interesse, e quindi il volume di vista è un tronco di piramide.



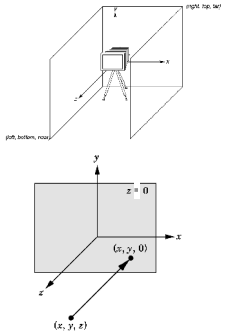
Proiezione Ortografica

- Se ci immaginiamo la camera posta ad una distanza infinita il volume di vista diventa un parallelepipedo.
- Questo genere di vista è detto ***ortogonale***



Proiezione Ortografica

- In una proiezione ortografica tutti i punti nel volume di vista vengono semplicemente proiettati perpendicolamente sul piano di vista.



Disegno del sierpinski set

- Questioni principali
  - Come si disegna un insieme di punti
  - Dove si disegna?

Come si disegna in OpenGL

- Disegnare significa definire una scena da far passare nella pipeline

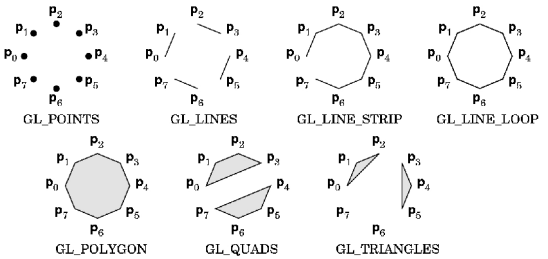
glBegin(Primitiva)

Dati della primitiva (Coordinate vertici, e attributi vari)

glEnd()

- Le coordinate dei vertici si specificano con il comando
- glVertex*();

Primitive OpenGL



Note Su OpenGL

Note

- OpenGL e' il layer di base
- GLU e'un insieme di funzioni di utility costruite sopra OpenGL, piu'comode da usare
- GLUT o SDL sono il toolkit di interfaccia con il sistema operativo

- Wgl e GLx sono i sottoinsiemi di OpenGL che dipendono dal SO e che permettono di dire al SO ad esempio che l'interno di una certa finestra deve essere *adatto* a OpenGL. Spesso nascosto dal layer

- Tutto quanto sopra e' C (e non C++).

GL syntax

- Tutte le funzioni di Opengl si chiamano
- glSomethingXXX
- Dove XXX specifica (numero e) il tipo dei parametri:
- glColor3f(float, float, float)

  f: float

  d: double ecc.
- Non e' C++…

Disegnare il sierpinski gasket

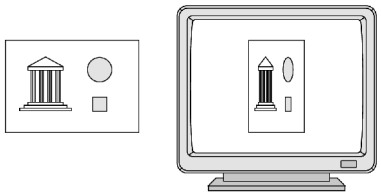
- La generazione e' facile, quindi si può evitare di memorizzare e disegnare durante il processo di generazione.

```
GLfloat triangle[3][2]={
     { -1.0f, -1.0f},{ 1.0f, -1.0f},{ 0.0f, 1.0f}       };

GLfloat p[2]={0.0f, 0.0f};
int i, j;
glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
glBegin(GL_POINTS);
for(j=0;j<20000;j++)
{
     i=rand()%3;
     p[0]=(p[0]+triangle[i][0])/2.0f;
     p[1]=(p[1]+triangle[i][1])/2.0f;
     glVertex2f(p[0],p[1]);
}
glEnd();
```


Gestione Reshape

- Il comportamento di default e' che tutto il volume di vista viene mappato nella finestra.
- Aspect Ratio sbagliata

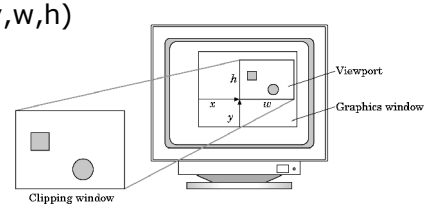


(a) (b)

Viewport

- Di default si disegna su tutto la finestra, ma si puo specificare una sottporzione rettangolare della finestra (contesto) su cui si disegna

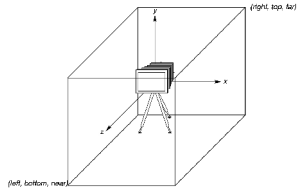
glViewport(x,y,w,h)



Adattare la camera alla finestra

- In opengl una vista ortogonale, si specifica definendo il view volume

glOrtho(left,right,bottom,top,near,far);



Adattare la camera alla finestra

- Il View Volume deve avere le stesse proporzioni della finestra
- In SDL:
  - E dare la possibilita' di ridimensionare la finestra

```
SDL_SetVideoMode(640,480,0, SDL_OPENGL | SDL_RESIZABLE)
```

  - Si deve gestire il messaggio di resize
    - Nota: in sdl si deve anche rifare setvideomode quando arriva il msg di resize.

```
case SDL_VIDEORESIZE :
    SDL_SetVideoMode(event.resize.w,event.resize.h,
            0, SDL_OPENGL |SDL_RESIZABLE);
    myReshapeFunc(event.resize.w,event.resize.h);
```


Adattare la camera alla finestra

```
void myReshapeFunc(GLsizei w, GLsizei h)
{
  glMatrixMode (GL_PROJECTION);
  glLoadIdentity ();
  float ratio=(float)h/(float)w;
  glOrtho(-1,1,-ratio,ratio,-1,1);
  glViewport (0, 0, (GLsizei) w, (GLsizei) h);
  glMatrixMode (GL_MODELVIEW);
}
```


O ancora meglio

```
void myReshapeFunc(GLsizei w, GLsizei h)
{
  glMatrixMode (GL_PROJECTION);
  glLoadIdentity ();
  float ratio=(float)h/(float)w;
  if(ratio>=1)
      glOrtho(-1,1,-ratio,ratio,-1,1);
  else {
      ratio=1.0/ratio;
      glOrtho(-ratio,ratio,-1,1,-1,1);
  }
  glViewport (0, 0, (GLsizei) w, (GLsizei) h);
  glMatrixMode (GL_MODELVIEW);
}
```


Gestire meglio il disegno

- Ridisegna la scena troppe volte
- Gestiamo anche l'evento "necessita' di ridisegnare"
- Nel ciclo degli eventi:

```
case SDL_VIDEOEXPOSE     :
          DrawGLScene();
          break;
```

- E togliamo il `DrawGLScene` dal ciclo degli eventi