Grafica Computazionale

OpenGl + SDL

Fabio Ganovelli
fabio.ganovelli@isti.cnr.it
a.a. 2005-2006

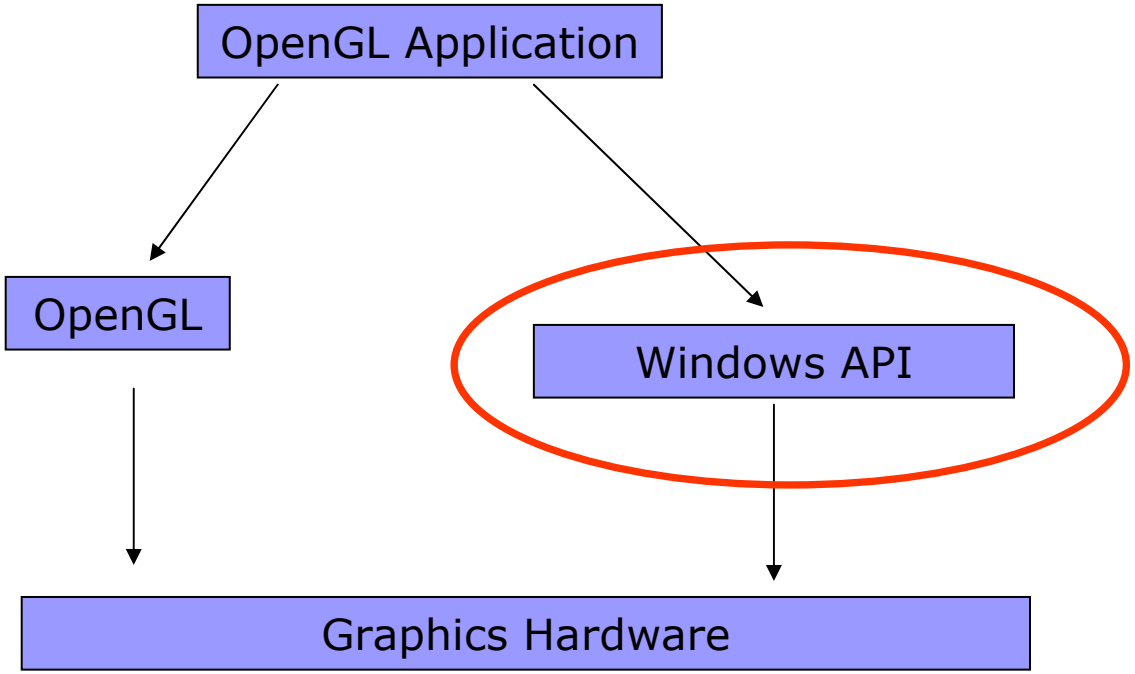
Storia

- Specifica di libreria per la scrittura di applicazioni di grafica 3D
  - Cross-Language
  - Cross-Platform
- ora:
  OpenGL **A**rchitecture **R**eview **B**oard
  - mantiene e aggiorna le *specifiche*
  - versione attuale: **2.0**
  - una compagnia, un voto
- ci sono anche le *estensioni* private
  - Soprattutto ATi e NVIDIA.

ARB

sgi intel HP invent INTERGRAPH COMPAQ NVIDIA. Microsoft IBM ATi ...

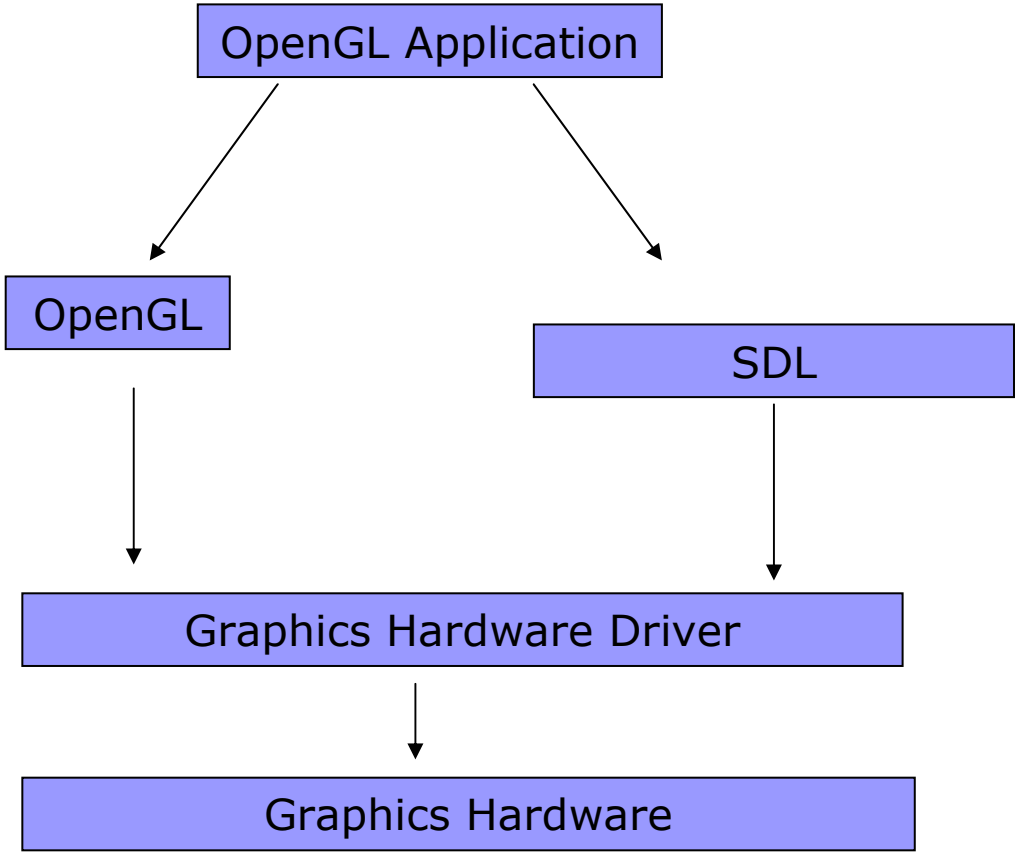
Struttura Windows OpenGL App



- Siccome OpenGL è cross platform ho bisogno di un'altra libreria che gestisca l'interfaccia tra OpenGL e il sistema operativo

- Simple DirectMedia Layer
  - cross-platform multimedia library
  - GNU LGPL
  - fornisce accesso (a basso livello) a
    - audio,
    - keyboard, mouse, joystick,
    - windowing
    - 3D hardware via OpenGL
    - 2D video framebuffer.
  - gira su: Linux, Windows, BeOS, MacOS X ...
  - completato di librerie "figlie" per vari scopo (e.g. SDL_png per file png)
  - C++
- http://www.libsdl.org

Struttura Windows OpenGL App



Struttura programma

- Struttura classica dei programmi a linea di comando:

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

non va bene per applicazioni ***interattive*** !

Struttura programma

- Sistema a eventi
  - "a callback" (o "a message handlers" ecc)

```
main()
{
   init();
   while (true) {
     get_event();
     process_event();
   }
}
```

eventi tipo:
- mouse, tastiera...
- sistema di finistre
  - reshape, minimizzazione...
- generati dall'applicazione stessa
- o da thread differenti

La minima applicazione SDL: headers

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

#include <GL/gl.h>   // OPENGL
#include <GL/glu.h>  // OPENGL Utilities
#include <stdlib.h>
#include <SDL.h>     //Simple Direct media Layer
```

La minima applicazione SDL: main

```
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 */
   {
    Display(); /* Disegna la scena */
    SDL_Event event;
    SDL_WaitEvent(&event);/* aspetta che arrivi un evento */
    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;
}
```

Meglio:

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

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

- E togliamo `Display()` dal ciclo degli eventi

La minima applicazione SDL: la parte che disegna

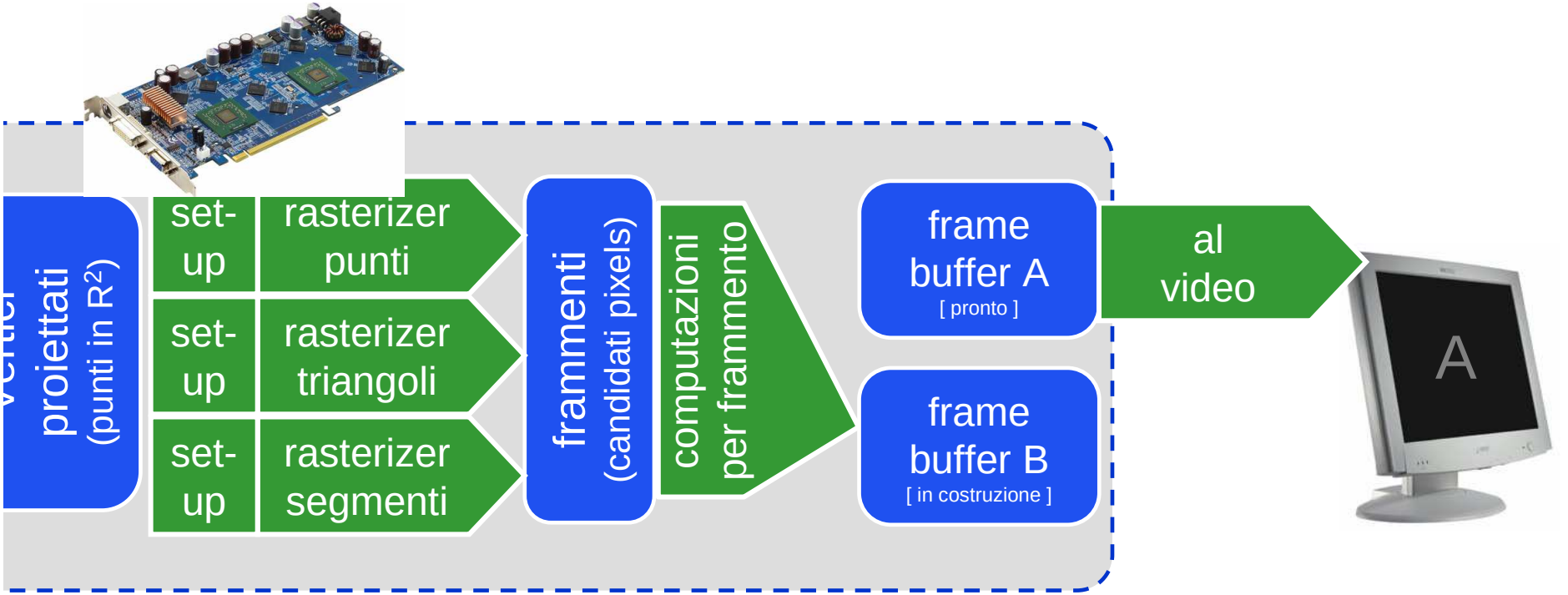
```
void Display()
{
  glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);

   /* disegna tutto */

   glFinish(); /* aspetta che sia tutto finito */
  SDL_GL_SwapBuffers(); /* questa fra un sec */
}
```

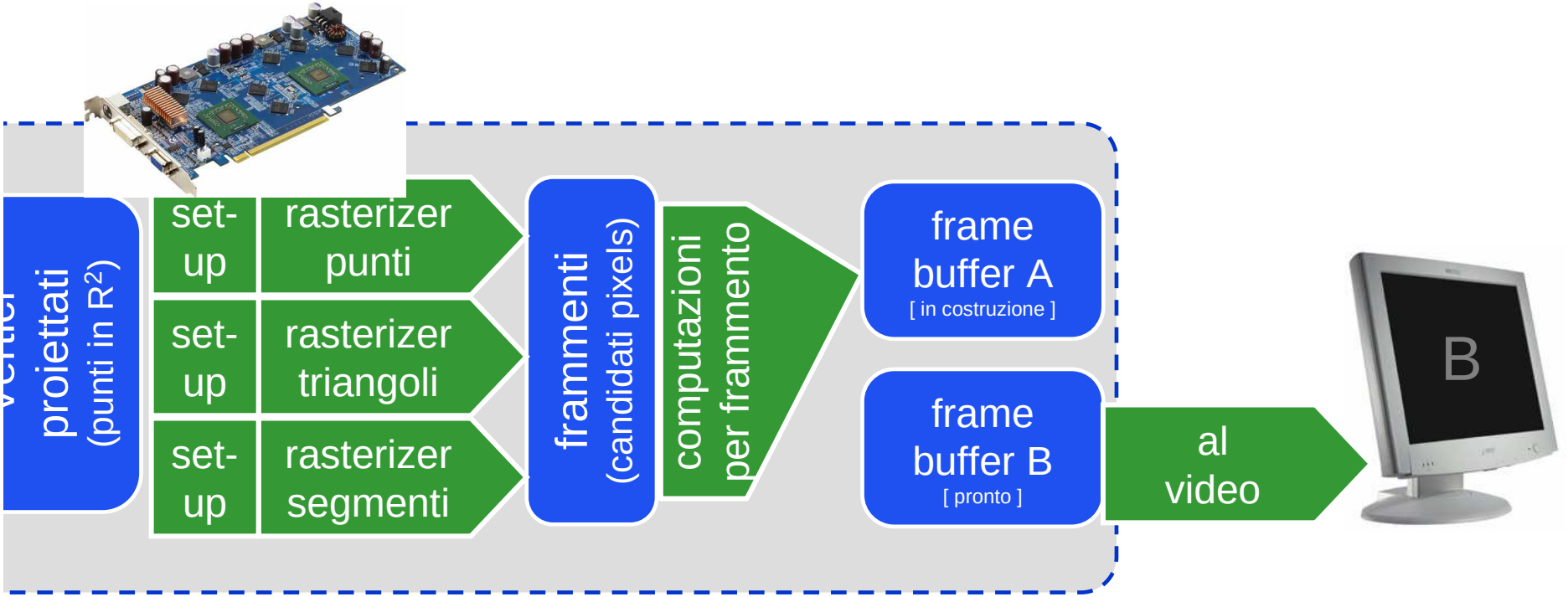
Double buffering

- Piccolo trucco utile alle applicazioni interattive
  - nascondere il frame buffer mentre viene riempito



Double buffering

- Piccolo trucco utile alle applicazioni interattive
  - nascondere il frame buffer mentre viene riempito



- Open Graphic Language
- Libreria C
  - Cross platform
  - Qualche centinaio di routines
- www.opengl.org
  - specifiche

Specifiche 

ver 2.0

Vicini di casa

- OpenGL e' il layer di base
- GLU (GL utilites)
  - insieme di funzioni di utility costruite sopra OpenGL, piu'comode da usare
  - esempio

```
void gluLookAt(eyex,eyey,eyez,
               cx,cy,cz,
               upx, upy, upz);
```

- GLUT e' il Toolkit di interfaccia con il SO
- Wgl e GLx sono i sottoinsiemi di OpenGL che dipendono dal SO

Syntax

- Tutte le funzioni di Opengl si chiamano:

  `glSomethingXXX`

  – Dove XXX specifica (numero) il tipo dei parametri:

  – esempio:

  ```
  glColor3f(float, float, float);
  glColor3fv( float*);
  ```

  f: float

  d: double ...

  v: vettore

  – Non e’ C++…

Syntax

- Ma anche:

```
glColor3b, glColor3d, glColor3f,
glColor3i, glColor3s, glColor3ub,
glColor3ui, glColor3us, glColor4b,
glColor4d, glColor4f, glColor4i,
glColor4s, glColor4ub, glColor4ui,
glColor4us, glColor3bv, glColor3dv,
glColor3fv, glColor3iv, glColor3sv,
glColor3ubv, glColor3uiv, glColor3usv,
glColor4bv, glColor4dv, glColor4fv,
glColor4iv, glColor4sv, glColor4ubv,
glColor4uiv, glColor4usv
```

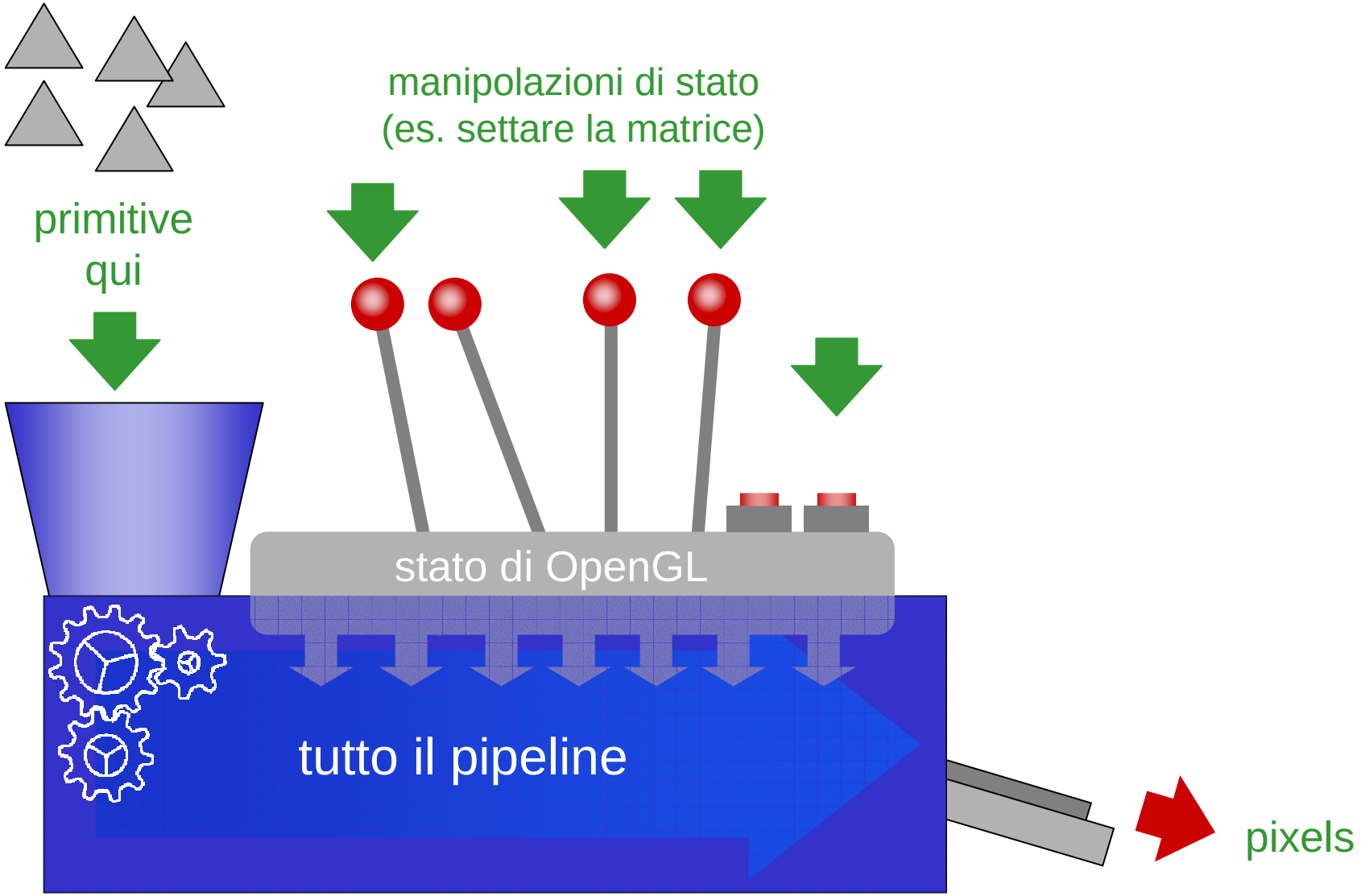
- Tutte le costnti di Opengl si chiamano:

  `GL_SOMETHING_ETC`

  – esempio:

  – **`GL_MODELVIEW`**
  – **`GL_PROJECTION`**

OpenGL = State Machine



Stato di OpenGL

- Matrici di modello e trasformazione
- Proprietà del materiale
- Attributi: colore, posizione, normale, coordinate texture
- Funzionalità abilitate. Esegui o no:
  - Lighting
  - Z buffering
  - Texturing
  - ….

Stato di OpenGL

- Modalità:
  - Rasterizza solo gli spigoli dei polgoni
  - Riempi i poligoni
  - Calcola le coordinate texture per:
    - reflection mapping
    - sphere map
    - Proiezione delle coordinate
- Molti comandi OpenGL non fanno nulla se non cambiare lo stato

Matrici

- Per cambiare quale é la matrice di lavoro:

```
glMatrixMode(***);
```

```
GL_MODELVIEW
GL_PROJECTION
```

- Per rimpiazzare la matrice di lavoro
  - `glLoadIdentity();`
  - `glLoadMatrixf( float* m );`

- Tutti gli altri comandi modificano (moltiplicano per un altra matrice) la matrice corrente.

Differenza fondamentale

- Nota: assume che siano memorizzate per **colonne**
  - detto anche in column major order
- Invece in SoftOgl le teniamo per righe
- Non ce ne importa niente, ma attenzionzione se si implementa:

```
glMultMatrixf(float * a);
glLoadMatrixf(float * a);
glGetMatrix(GL_MODELVIEW, float *a);
glGetMatrix(GL_PROJECTION, float *a);
```

$$\begin{bmatrix} a_0 & a_4 & a_8 & a_{12} \\ a_1 & a_5 & a_9 & a_{13} \\ a_2 & a_6 & a_{10} & a_{14} \\ a_3 & a_7 & a_{11} & a_{15} \end{bmatrix}$$

Per mantenere la compatibilità occorre trasporre le matrici prima di sostituirle (o resituirle)

Matrici

- Rotazioni
  - **`glRotatef(angle,ax,ay,az);`**
- Traslazioni
  - **`glTranslatef(dx,dy,dz);`**
- Scalature (non uniformi)
  - **`glScalef(ax,ay,az);`**
- Generica
  - **`glMultMatrixf(float f*);`**

in gradi

asse di rotazione
passante per l'origine

Matrici

- Vista:

```
void gluLookAt(eyex,eyey,eyez,
               cx,cy,cz,
               upx, upy, upz);
```

centro. La direzione e' (c – eye)

Matrici

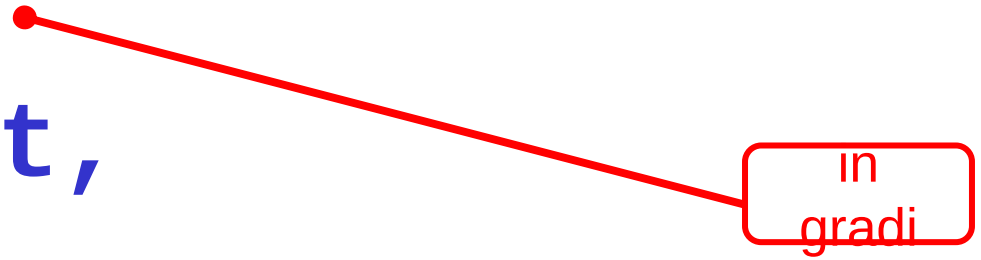
- Operazione sullo Stack:

```
glPushMatrix()
glPopMatrix()
```

Matrici di proiezione

- Matrici di proiezione:

```
glOrtho2D(left, right,
          bottom top);
void gluPerspective(
        fovy,
        aspect,
        zNear,
        zFar);
```



Viewport

- Per settare il viewport:

```
glViewPort(int x, int y,
           int w, int h);
```

reminder: il rapporto fra w e h deve essere lo stesso specificato nella matrice di proiezione!

Evento Window Reshape

- Succede all'inizio
  - e ogni volta che l'utente cambia dimensioni alla finestra
  - devo permettere all'utente di farlo, durante l'inizializzazione:

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

  - gestione dell'evento: (devo fare di nuovo il set up del video)

```
...
  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: proiezione ortografica

```
void myReshapeFunc(GLsizei w, GLsizei h)
{
  glMatrixMode (GL_PROJECTION);
  glLoadIdentity ();
  float ratio=(float)h/(float)w;
  glOrtho2D(-1,1,-ratio,ratio);

  glViewport (0, 0, (GLsizei) w, (GLsizei) h);
  glMatrixMode (GL_MODELVIEW);
}
```

Come si "sparano" i triangoli nel pipeline

```
glBegin (GL_TRIANGLES);

glVertex3d(x1,y1,z1);
glVertex3d(x2,y2,z2);
glVertex3d(x3,y3,z3);

glVertex3d(x4,y4,z4);
glVertex3d(x5,y5,z5);
glVertex3d(x6,y6,z6);

glVertex3d(x7,y7,z7);
glVertex3d(x8,y8,z8);
glVertex3d(x9,y9,z9);
...
glEnd();
```

primo triangolo

secondo triangolo

terzo triangolo

Come si "sparano" i triangoli nel pipeline

```
glVertex3d(x,y,z);
```

oppure `glVertex3f(x,y,z);`

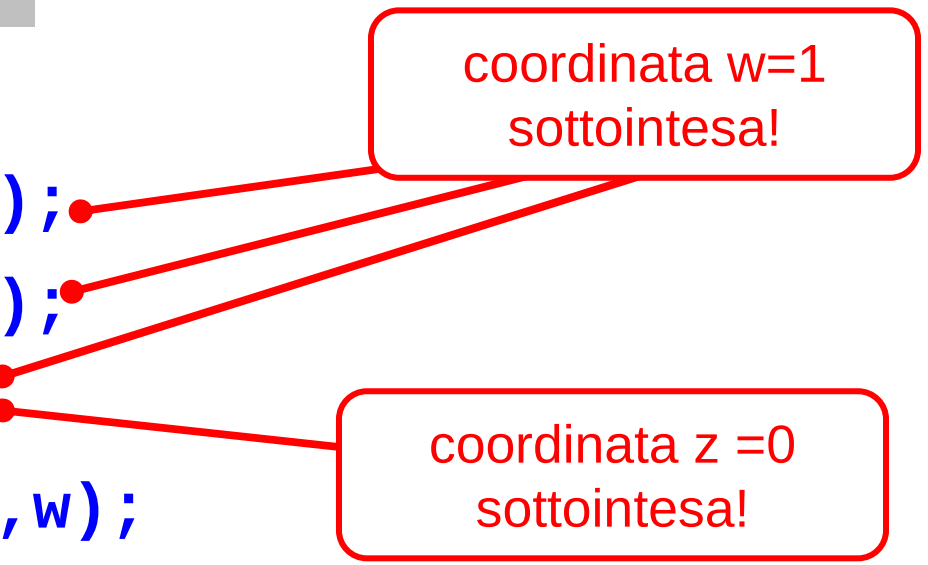
oppure `glVertex3i(x,y,z);`

oppure `glVertex2d(x,y);`

oppure `glVertex4d(x,y,z,w);`

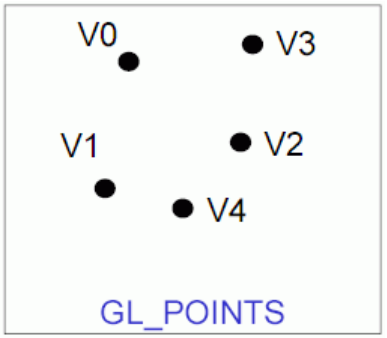
oppure `glVertex4dv(vett);`

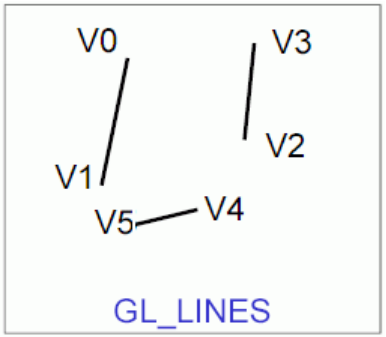
oppure...

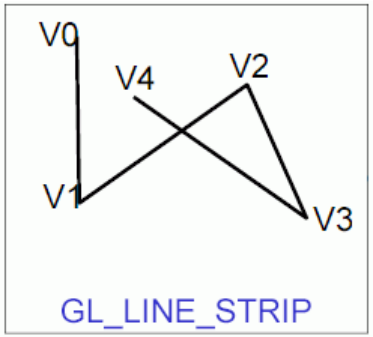


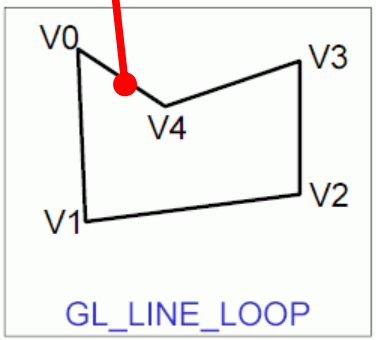
Non solo `glBegin (GL_TRIANGLES);`

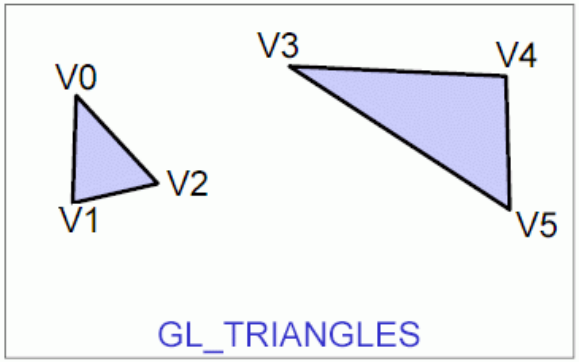
linea finale quando si fa la glEnd()

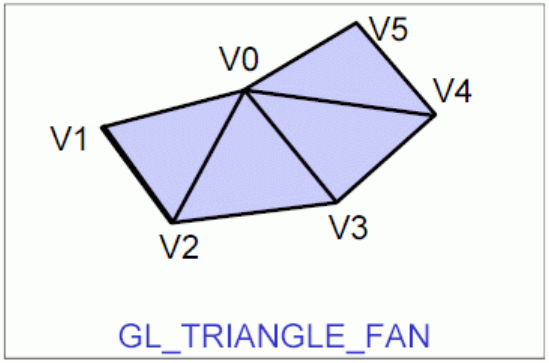


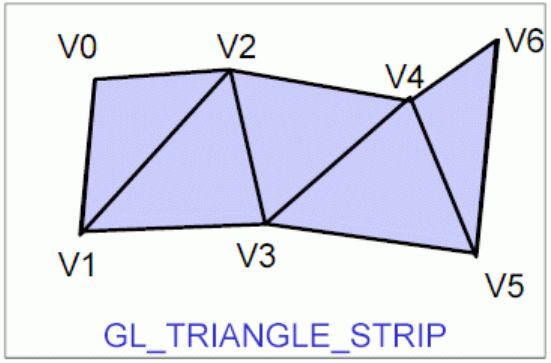


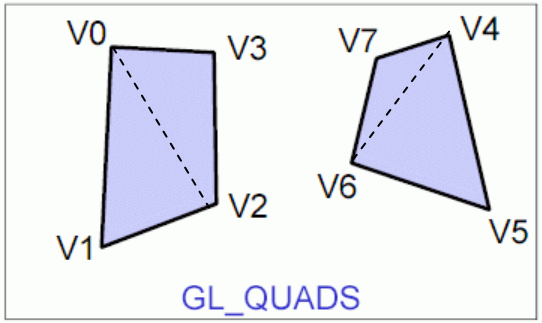


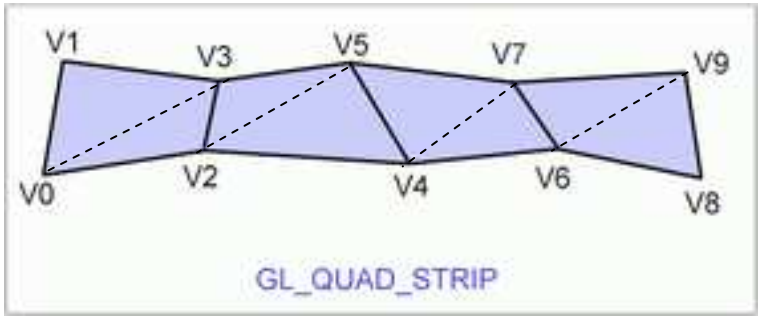






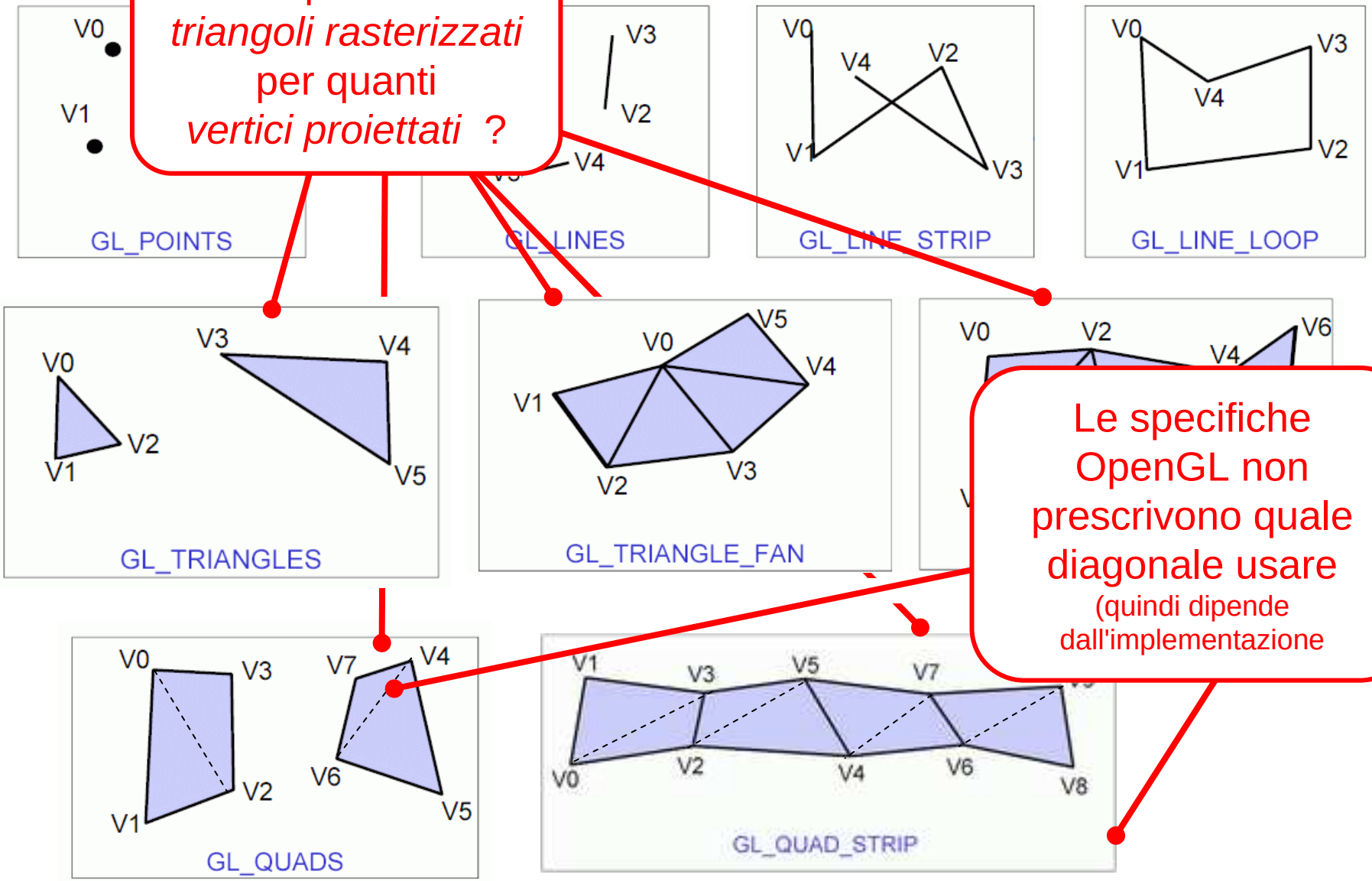






Non solo `glBegin(GL_TRIANGLES);`

quanti
triangoli rasterizzati
per quanti
vertici proiettati ?



Le specifiche OpenGL non prescrivono quale diagonale usare
(quindi dipende dall'implementazione