M2-Images

Rendu temps réel - OpenGL 2 et 3

J.C. Iehl

December 6, 2010

Introduction

OpenGL et la 3D :

- A quoi ça sert ?
- Qu'est ce que c'est ?
- Comment ça marche ?

OpenGL

OpenGL

- api 3d ?
- dessiner des objets sur l'écran :
- définir un point d'observation (une caméra),
- définir la forme des objets,
- définir les matières / l'aspect des objets.

l'api 3d est l'ensemble de fonctions permettant de réaliser toutes les opérations nécessaire à l'affichage des objets.

et indirectement, une api 3d permet de "programmer" une carte graphique.

Introduction

- cartes graphiques 3D
- opérations
- api 3d (DirectX / OpenGL)
- pipeline graphique et shaders
- utilisation efficace
- effets / rendu multi-passes

Cartes graphiques et OpenGL

- A quoi ça sert ?
- Qu'est ce que c'est ?
- Comment ça marche ?

A quoi ça sert ?

à dessiner des polygones 3d sur une image 2d :

1. décrire les objets à afficher sous forme d'un ensemble de triangles (primitives),
2. décrire les positions des sommets des triangles,
3. décrire la matière des triangles (couleur, aspect mat ou réfléchissant, texture, etc.),
4. (décrire la lumière qui éclaire les objets),
5. décrire le point de vue (passage 3d vers l'écran 2d).

Qu'est ce que c'est ?

une librairie / api 3d :

permet à l'application d'utiliser les fonctionalités de la carte graphiqe 3D,

un driver :

permet à la librairie de transmettre les données au matériel et de réaliser l'affichage demandé par l'application,

du matériel spécialisé :

réalise l'affichage le plus vite possible (G80 600M triangles / seconde).

Comment ça marche ?

dessine les primitives une par une, dans l'ordre :

plusieurs paramètres disponibles selon le type de primitive (point, ligne, triangle).

le contexte

permet de stocker l'ensemble des paramètres d'affichage.

Comment ça marche ?

la librairie / api 3d :

- vérifie que l'application utilise correctement l'api,
- prépare les données et les paramètres pour simplifier leur utilisation par le matériel.

le driver :

- construit le contexte,
- transmet le contexte, les données et les commandes au matériel.

Comment ça marche ?

le matériel :

- récupère les données,
- récupère les commandes,
- récupère le contexte.

utilise les paramètres du contexte et les données mises en forme par la librairie et / ou le driver pour réaliser les opérations demandées par l'application.

modèle client-serveur :

- le client : l'application, la librairie et le driver,
- le serveur : le matériel (et le driver dans certains cas).

Mais à quoi ça sert (réellement) ?

résumé :

- afficher des triangles,
- rendu interactif !
- calculs génériques (autres que 3d).

ce qu'une api 3d ne sait pas faire :

- OpenGL est une librairie graphique,
- on ne l'utilise jamais seul !
- (idem pour DirectX Graphics)

OpenGL : Développement

portabilité :

- OpenGL est disponible plusieurs plateformes,
- utiliser des librairies "annexes" disponibles sur les mêmes plateformes,
- libSDL (images, textes, plugins, threads, réseaux, timers, audio, joystick, évènements, etc.),
- SFML,
- OpenAL (audio 3D),
- ...

OpenGL : Développement

extensions :

- introduction de nouvelles fontionnalités,
- optimisation de fonctionnalités existantes,
- permet de tester avant d'intégrer dans la version suivante.

utiliser une librairie pour utiliser les extensions : `GLEW`

OpenGL 2,3,4 et OpenGL ES 1,2

fonctionnalités différentes :

- openGL 2 : carte graphique SM3 (geforce 5, radeon 9800)
- openGL 3 : carte graphique SM4 (geforce 8, radeon hd 2000)
- openGL 4 : carte graphique SM5 (geforce 400, radeon 5000)

openGL 2 + extensions : fonctionnalités SM4 et SM5 ... mais openGL 3 et 4 : meilleure intégration dans l'api des nouvelles fonctionnalités.

openGL ES : sous ensemble des fonctionnalités pour les systèmes embarqués.

OpenGL Core Profile

évolution de l'api :

- openGL 2 et cartes SM4 : fonctions "cablées", non programmables, mais configurables,
- openGL 3.0 et 4.0 : transition vers un modèle entièrement basé sur les shaders, plus de fonctions "cablées".

l'api reflète ce changement matériel : la description des lumières et des matières n'existe plus, il faut écrire un shader pour obtenir le même résultat, ou autre chose (?).

mais on peut avoir les deux ! cf. compatibility profile.

Opérations

OpenGL et DirextX Graphics exposent les mêmes fonctionnalités :

- initialisation,
- description de la caméra,
- (description des sources de lumières),
- description des objets (forme) + attributs (matière),
- (compilation et paramétrage des shaders),
- affichage des objets + paramètres,
- présentation du résultat,
- . . . recommencer.

Initialisation

créer un contexte de rendu :

- permettre à plusieurs applications / threads d'utiliser la carte graphique,
- interactions avec le système de fenêtrage.

définir comment afficher :

- dans une fenêtre / en plein écran,
- avec / sans synchronisation,
- plusieurs buffers : draw, display, color, z-buffer, stencil, ...
- format : RGB, RGBA, 8bits, float 32bits, float16 bits, ...

SDL : exemple

```
SDL_Init(SDL_INIT_VIDEO);
info= SDL_GetVideoInfo();
SDL_GL_SetAttribute(SDL_GL_DEPTH_SIZE, 16);
SDL_GL_SetAttribute(SDL_GL_DOUBLEBUFFER, 1);

screen= SDL_SetVideoMode(width, height, info->vfmt->BitsPerPixel,
    ... SDL_OPENGL);
```

Caméra

- position,
- orientation,
- projection 2D / orthographique, 3D / perspective, centrée, ...

SDL : exemple

```
// selectionne la matrice de visualisation
glMatrixMode(GL_PROJECTION);
// reinitialise les transformations
glLoadIdentity();

// definit une projection perspective
gluPerspective(50., 1., 1., 1000.);
```

Lumière

énergie :

- comportement ambiant,
- comportement diffus, spéculaire, réfléchissant (glossy / phong).

type de source :

- ponctuelle, directionnelle,
- spot, ...

Objets (forme) + Matières

forme :

- placée et orienté devant la caméra,
- description par des primitives simples,

matière, interaction avec la lumière :

- ambiante,
- diffuse, spéculaire, réfléchissante (glossy / phong),
- détails : textures, (shaders).

mêmes "types" d'énergie que pour les sources de lumières.

Objets et Primitives d'affichage

une carte est spécialisée pour afficher des points, droites, triangles (quadrangles, polygones convexes).

afficher un objet == décomposer la forme de l'objet en primitives :

- un objet est un ensemble de faces (triangles, quadrangles),
- une face est un ensemble de sommets (3 ou 4),
- un sommet est un ensemble d'attributs.

ou se trouve l'objet ?

Objets

décrire la forme d'un objet :

- ensemble de sommets des primitives,
- ensemble d'indices + ensemble de sommets,
- description sous forme de tableaux (sommets, sommets + indices),
- stockage par l'application (conséquences ?)
- stockage sur la carte graphique (conséquences ?)

Primitives indexées

un cube : 8 sommets, 6 faces.

description par sommet :

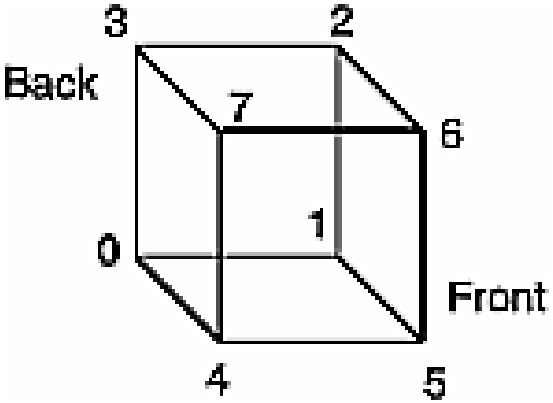
- 24 positions (6 faces de 4 sommets)
- 24*float[4] (position == VEC4)

description indexée :

- 8 positions + 24 indices
- 8*float[4] + 24*uint8

Quelle est la meilleure solution (résultat identique) ?

SDL : exemple



SDL : exemple

```
GLuint frontIndices= {4, 5, 6, 7};
GLuint rightIndices= {1, 2, 6, 5};
GLuint bottomIndices= {0, 1, 5, 4};
GLuint backIndices= {0, 3, 2, 1};
GLuint leftIndices= {0, 4, 7, 3};
GLuint topIndices= {2, 3, 7, 6};

// dessiner face par face
glDrawElements(GL_QUADS, 4, GL_UNSIGNED_INT, frontIndices);
glDrawElements(GL_QUADS, 4, GL_UNSIGNED_INT, rightIndices);
glDrawElements(GL_QUADS, 4, GL_UNSIGNED_INT, bottomIndices);
glDrawElements(GL_QUADS, 4, GL_UNSIGNED_INT, backIndices);
glDrawElements(GL_QUADS, 4, GL_UNSIGNED_INT, leftIndices);
glDrawElements(GL_QUADS, 4, GL_UNSIGNED_INT, topIndices);

// dessiner les 6 faces directement
GLuint allIndices = {
    4, 5, 6, 7, 1, 2, 6, 5,
    0, 1, 5, 4, 0, 3, 2, 1,
    0, 4, 7, 3, 2, 3, 7, 6
};

glDrawElements(GL_QUADS, 24, GL_UNSIGNED_INT, allIndices);
```

Vertex

sommets attribués (Vertex) :

- position 3D,
- matière : couleurs ambiente, diffuse, etc.
- normales,
- textures + coordonnées,
- paramètres supplémentaires (shaders).

Affichage des objets

pour chaque objet :

- placer et orienter l'objet devant la caméra,
- activer le type de primitive (triangles),
- activer le format des sommets : position, + couleur, + normale, + textures,
- activer les tableaux de sommets et d'indices,
- activer les textures utilisées,
- (activer et parametrer les shaders)
- draw().

SDL : exemple

```
// place et oriente l'objet
glRotatef(rotation_x, 1.f, 0.f, 0.f);
glRotatef(rotation_y, 0.f, 1.f, 0.f);
glRotatef(rotation_z, 0.f, 0.f, 1.f);
glTranslatef(position_x, position_y, position_z);

// active le tableau de positions
glEnableClientState(GL_VERTEX_ARRAY);
glVertexPointer(3, GL_FLOAT, sizeof(VERTEX), mesh->vertices);

// dessine (mesh->indices_n / 3) triangles
glDrawElements(GL_TRIANGLES,
    mesh->indices_n, GL_UNSIGNED_INT, mesh->indices);
```

Présentation

boucle d'affichage :

- effacer les buffers utilisés (couleur, z-buffer, etc.),
- placer / orienter la caméra,
- afficher les objets,
- échanger les buffers de dessin et de présentation.

SDL : exemple

```
// efface "l'ecran"
glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

// selectionne la matrice de la scene
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
// reinitialise les transformations
glLoadIdentity();

// oriente la scene par rapport a la camera qui est restee en 0,0,0
glRotatef(rotation_x, 1.f, 0.f, 0.f);
glRotatef(rotation_y, 0.f, 1.f, 0.f);
glTranslatef(camera_x, camera_y, camera_z);

// desssine la scene
display( ... );

// presente le resultat
SDL_GL_SwapBuffers();
```