M2-Images

Rendu Temps Réel - OpenGL 3 et geometry shaders

J.C. Iehl

January 14, 2011

OpenGL3.3 et geometry shaders

OpenGL3.3 :

- qu'est ce qui a changé ?
- plus de pipeline fixe,
- plus de mode immédiat (glBegin(), glEnd())
- plus de matrices (glMatrixMode(), glRotate(), glTranslate())
- uniquement des shaders, des buffers et des uniforms.

geometry shaders :

- étape du pipeline : vertex - geometry - fragment,
- traite tous les sommets d'une primitive,
- produit ou filtre les primitives.

OpenGL3.3

pas tout a fait aussi simple :

- nettoyage de l'api historique,
- mais elle existe encore !
- choix de l'api lors de la création du contexte.

- utiliser une librairie capable de créer un *core profile*, FreeGlut 2.6, par exemple,
- sinon, une application (`gKit`, par exemple) crée un contexte "historique".

OpenGL 3.3 Core Profile

plus de pipeline fixe :

- plus de transformations,
- plus de matières, plus de sources de lumières,
- plus de mode immediat,

utiliser des shaders et des paramètres uniforms :

- uniquement des vertex buffers,
- glVertexPointer( ), glColorPointer(), etc. n'existent plus,
- déclarer un attribut dans le shader et activer un buffer avec :
- glVertexAttribPointerXXX(location, xxx);

OpenGL3.3 : résumé des différences d'api

cf. OpenGL 3.3 Quick reference card

OpenGL 3.3 Core Profile

et pleins d'autres choses pour (re-) paraméter le contexte de manière efficace.

Geometry shaders

- qu'est ce que c'est ?
- à quoi ça sert ?
- comment ça marche ?

Geometry shaders : qu'est ce que c'est ?

une étape *optionnelle* du pipeline :

- vertex shader responsable de transformer les sommets et leurs attributs,
- fragment shader responsable de calculer la couleur de chaque fragment.

geometry shader :

- opération sur une primitive complète,
- peut accéder à tous les sommets de la primitive,
- peut créer de nouveaux sommets,
- peut changer le type de primitive,
- peut détruire une primitive.

Geometry shaders : ou sont-ils ?

- exécutés une fois par primitive dessinée,
- après les vertex shaders,
- avant l'assemblage et l'élimination des primitives dos à la camera,
- et avant la rasterization / fragmentation des primitives,
- avant les fragment shaders.

Geometry shaders : à quoi ça sert ?

à assouplir le pipeline ?

- seul endroit ou tous les sommets d'une primitive sont disponibles,
- et manipulables.

Geometry shaders : comment ça marche ?

comment ça marche ?

- déclarer le type de primitive en entrée (traitée),
- déclarer le type de primitive en sortie (produite),
- déclarer le nombre maximum de sommets produits.

accès aux sommets (en entrée) :

- à travers un tableau de sommets :
  `in gl_PerVertex gl_in[]`,
- la structure `gl_PerVertex` est pre-déclarée,
- il faut déclarer explicitement les tableaux correspondant aux `varying` du vertex shader.

Geometry shader : exemple

```
#version 330    // gl 3.3 core profile

/* declaration implicite
in gl_PerVertex
{
    vec4 gl_Position;
    float gl_PointSize;
    float gl_ClipDistance[];
} gl_in[]; */

layout (triangles) in;
layout (triangle_strip) out;
layout (max_vertices= 3) out;

void main( void )
{}
```

que fait ce shader ?

utiliser `#version 330 compatibility`
pour accéder à l'api "historique" / pipeline fixe.

Geometry shader : exemple

```
#version 330    // gl 3.3 core profile, vertex shader

uniform mat4 mvp;
attribute vec4 position;

out vec3 couleur;
out vec3 normale;

void main( void )
{
    gl_Position= mvp * position;
    couleur= vec3(1.0, 0.0, 0.0);
    normale= vec3(0.0, 1.0, 0.0);
}

#version 330    // gl 3.3 core profile, geometry shader

in vec3 couleur[];
in vec3 normale[];

layout (triangles) in;
layout (triangle_strip) out;
layout (max_vertices= 3) out;

void main( void )
{
    // ...
}
```

Geometry shader : produire un sommet

produire un sommet :

- fonctionne comme un vertex shader,
- y compris les `varyings`, et `gl_Position`,
- `EmitVertex()` pour produire le sommet,
- tous les varying nécessaires à l'exécution du fragment shader doivent être définis pour le sommet, avant l'appel `EmitVertex()`.

Geometry shader : produire une primitive

produire une primitive :

- produire tous les sommets de la primitive, puis,
- `EmitPrimitive()`

attention :

- les primitives sont indexées de manière implicite, ce sont des *strips* : points, line_strip, triangle_strip,
- on peut "casser" la description d'un strip, avec un `EmitPrimitive()` supplémentaire pour produire des primitives indépendentes.

Rappel : description indexée de primitives

utilisation de sommets partagés :

- indexation *explicite* des sommets : cf. `glDrawElements( )`,
- indexation *implicite* des sommets, réutilisation du/des sommets précédents pour définir la primitive : `GL_LINE_STRIP`, `GL_TRIANGLE_STRIP`, `GL_TRIANGLE_FAN`.

exemple : `GL_TRIANGLE_STRIP`

- abc, construit un triangle abc,
- abcd, construit 2 triangles : abc, cbd.

cf. GLPG, ch3, geometric primitive types.

Geometry shader : exemple complet

```
#version 330    // gl 3.3 core profile, geometry shader

layout (triangles) in;
layout (triangle_strip) out;
layout (max_vertices= 3) out;

void main( void )
{
    for(int i= 0; i < gl_in.length(); i++)
    {
        gl_Position= gl_in[i].gl_Position;
        // termine la description du sommet
        EmitVertex();
    }

    // termine la description de la primitive (triangle)
    EmitPrimitive();
}
```

Geometry shader : exercice

dessiner la normale des triangles, au lieu de dessiner les triangles eux memes ...

Geometry shader : exercice

dessiner une boite englobante, à la place de la ligne bbox.pMin, bbox.pMax ...

Gestion de scène et Geometry shader

instanciation :

- `glDrawElementsInstanced( )`, dessine plusieurs fois le même objet indexé,
- `glDrawArraysInstanced( )`, dessine plusieurs fois le même objet,
- comment introduire des différences entre les différentes instances ? (la position et l'orientation, par exemple ?)

re-indexation :

`glDrawElementsBaseVertex( )`

Instanciation et Geometry shader

instanciation :

- dessine plusieurs copies du même objet ...
- les sommets de chaque copie sont traités par le pipeline graphique,
- comment paramétrer les copies / les instances ?

dans un shader :

- `gl_InstanceID` : numero de l'instance $\in [0\ n)$
- déclarer un tableau de paramètres d'instance dans le shader : `positions[gl_InstanceID]`
- mais : la taille des tableaux est limitée ... quelques Ko.
- autre chose ?

Instanciation et Geometry shader

autre chose ?

- calculer le paramètre de l'instance en fonction de `gl_InstanceID`,
- utiliser une texture au lieu d'un tableau dans le shader,
- (associer un buffer au tableau),
- déclarer un attribut dans le shader et utiliser un vertex buffer pour stocker sa valeur pour chaque instance.

`glVertexAttribDivisor( location, divisor )` :

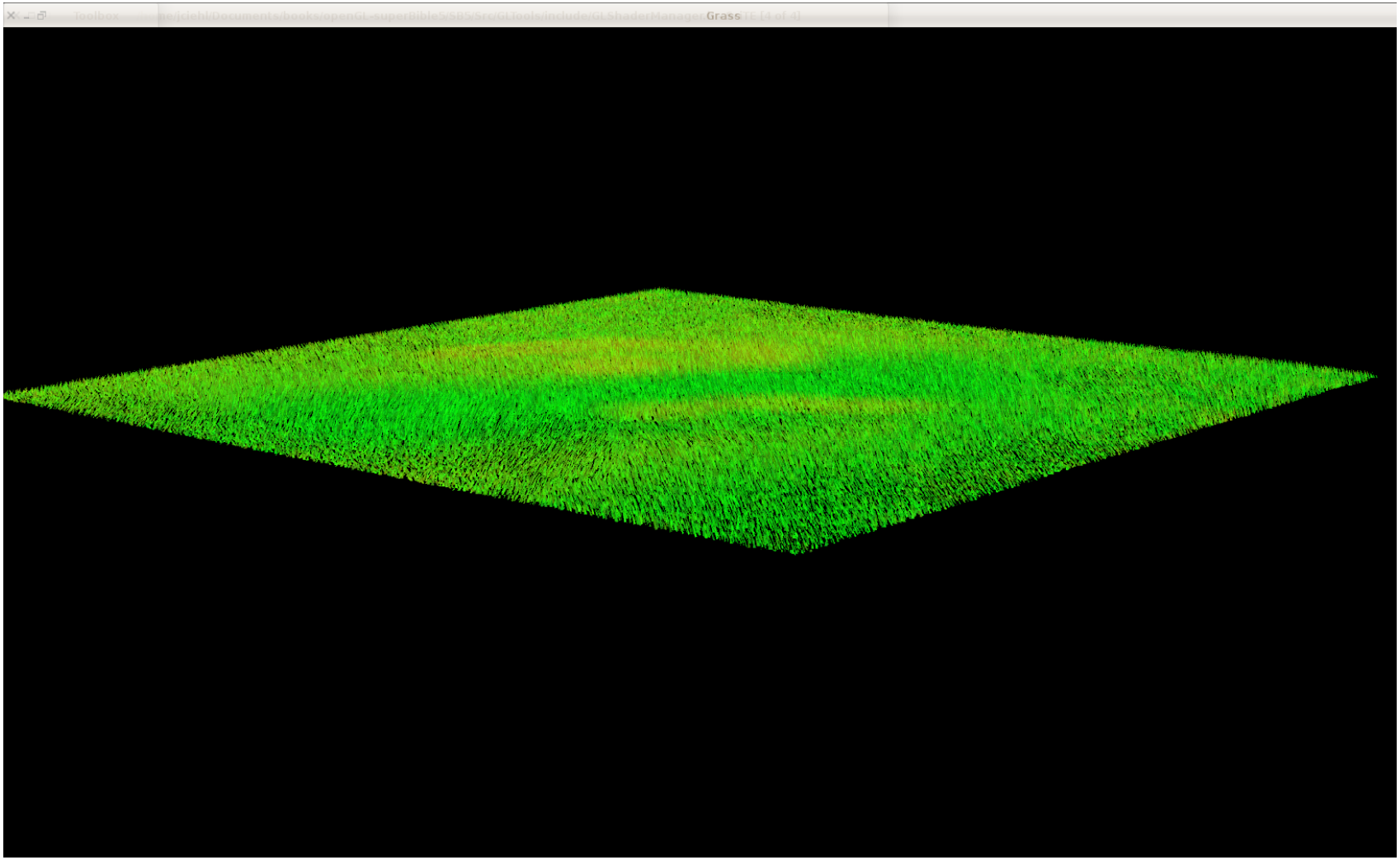
- divisor $==$ 1,
  chaque instance lira une nouvelle valeur dans le buffer.
- divisor $==$ 0,
  chaque sommet lit une nouvelle valeur dans le buffer.

Instanciation : exemple

afficher une prairie :

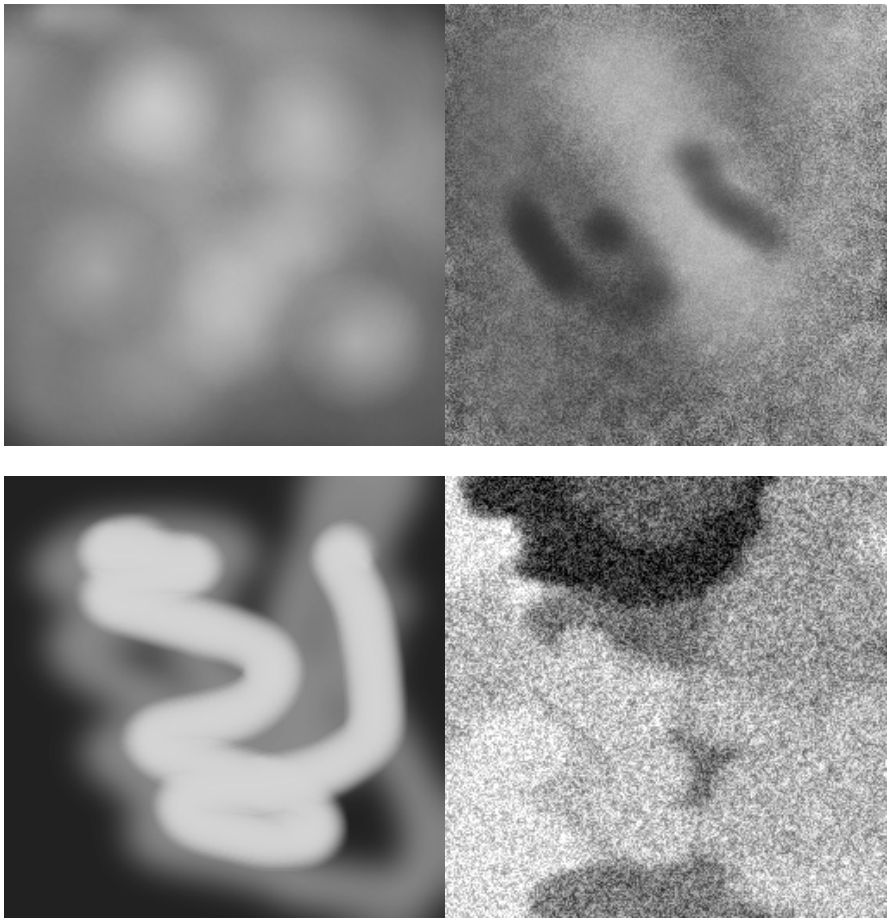
- trop lent : dessiner chaque brin d'herbe (n draws de 4 triangles),
- nettement plus efficace : 1 seul draw pour $4n$ triangles.

Instanciation : exemple, opengl super bible 5, ch12

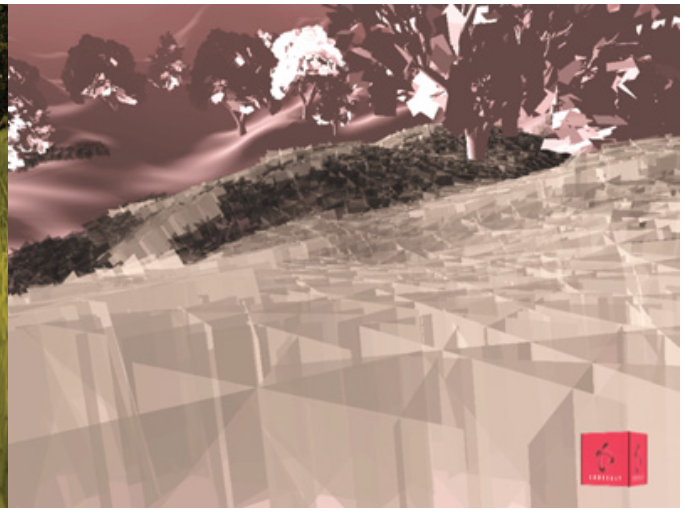


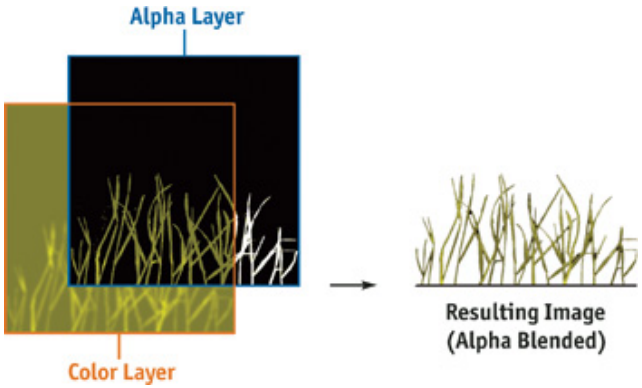
Instanciation : exemple

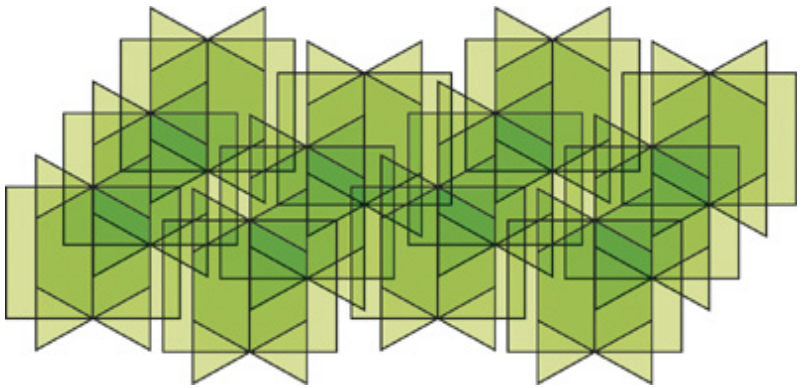
les données d'instances sont encodées dans plusieurs textures.



Instanciation : encore de l'herbe, gpu gems, ch7







Instanciation : exemple, starcraft2, blizzard

Instanciation : limites

limites :

- dessine / traite beaucoup de géométrie,
- trop (dans certains cas) ?
- (l'herbe derrière une colline)
- comment éliminer les instances non visibles ?
- (les primitives non visibles)

Instanciation : limites

éliminer les primitives non visibles :

- les "parties" non visibles sont éliminées :
- en fonction de leur orientation (back-face culling),
- en fonction de leur distance (z-buffer)
- mais : beaucoup d'instances dessinées,
- encore plus de primitives et de fragments !

éliminer les *instances* non visibles ?

Instanciation : éliminer les instances non visibles

tests de visibilité :

- visible par la camera (frustum culling),
- orienté vers la camera (back-face culling) ?,
- non caché par un autre objet (occlusion culling)

Instanciation : éliminer les instances non visibles

tests de visibilité :

- frustum culling, facile,
- back-face culling, pas vraiment applicable à une instance,
- occlusion culling, le plus efficace mais le moins direct.

idée:
construire un z-buffer hiérarchique pour éliminer un objet complet.
splinter cell : conviction, gdc 2010
rastergrid, blog

Re-indexation

`glDrawXXXBaseVertex( xxx, GLint basevertex ) :`

- ??
- index= indices[i] + basevertex
- permet de concaténer plusieurs objets dans le même buffer,
- (sans recalculer les indices des sommets),
- et de limiter les changements d'états pour dessiner les objets

...

Re-indexation : application

application :

- déplacement dans une scène étendue,
- composée d'un grand nombre d'objets,
- charger les objets visibles à la volée,
- allouer les buffers,
- détruire les buffers des objets qui ne sont plus visibles,
- afficher les objets visibles, etc.

Re-indexation : application

c'est un peu lent, non ?

- la création / la destruction de buffers est une des opérations les plus longues,
- afficher un grand nombre d'objets == changer de buffers.

comment faire mieux ?

- moins de créations / destructions,
- (moins de changements).

Re-indexation : application

c'est un peu mieux, non ?

- créer un gros "buffer",
- concaténer les objets dans le buffer,
- dessiner chaque objet (plus besoin de changer de buffer),
- comment détruire un objet ?
- on ne le fait pas : lorsque le buffer est plein, on repart du début,
- "buffer circulaire".

aucune création / destruction de buffer, moins de changements de buffers ...