

Proyecto 3 (25%)

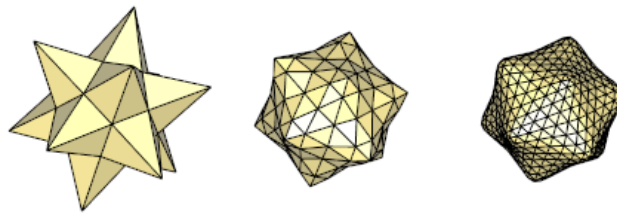
Fecha tope de entrega: 2 de abril (martes S.12) 11:59 PM

Fecha de corrección (presencial): 3 de abril (miércoles S.12) 3:30 PM

No se aceptarán retrasos.

Visualizador Interactivo de Superficies Subdivididas de *Loop*

Las **superficies subdivididas**, también llamadas simplemente **subdivisiones**, son un método de representación de superficies que combina características de las mallas poligonales y los NURBS. Las superficies subdivididas se originan a partir una malla poligonal, a la cual se le aplica recursivamente un algoritmo que divide cada uno de los polígonos, incrementando en cada paso la cantidad de los mismos y usualmente dando mayor suavidad a la superficie.

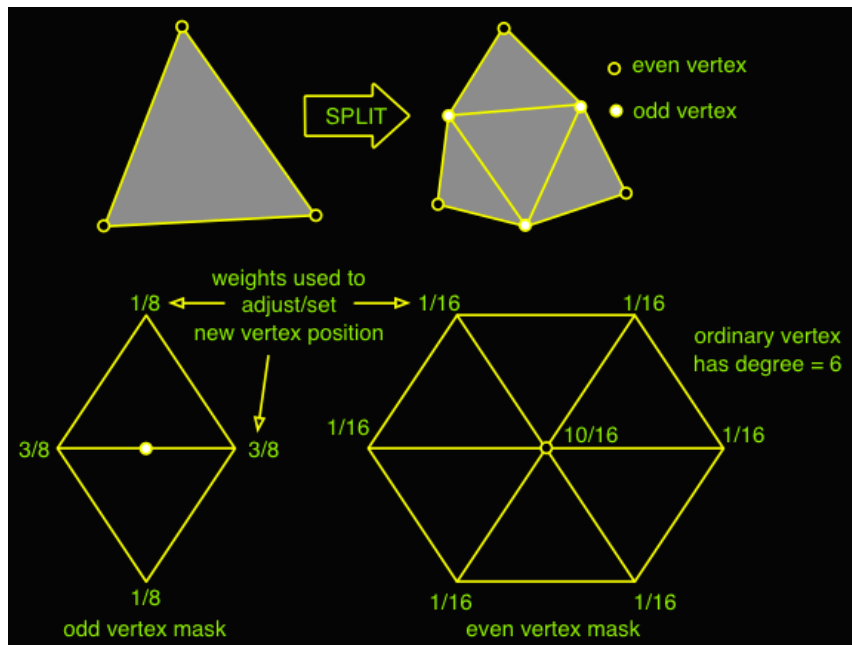


Los vértices de la malla original pasan a ser puntos de control; es decir, típicamente se permite modificar la malla original al mismo tiempo que se observa la superficie resultante luego de la aplicación del algoritmo de subdivisión un número arbitrario de veces. Existen múltiples algoritmos de subdivisión, también llamados **esquemas de refinamiento**.

Autodesk Maya permite trabajar con superficies subdivididas, utilizando el esquema de *Catmull-Clark*. Este mismo algoritmo es utilizado para la operación de suavizado (*Smooth*).

El proyecto actual se centra en el esquema de refinamiento propuesto por *Charles Loop*, que opera exclusivamente sobre mallas triangulares.

En cada iteración del esquema, se crea un nuevo vértice por cada arista. Estos vértices se denominan **impares** (*odd*). Adicionalmente, los vértices ya existentes, llamados **pares** (*even*), son reposicionados. La posición de cada vértice en la nueva iteración es una combinación lineal de posiciones de vértices de la iteración anterior. Esta combinación se representa gráficamente como una **máscara de subdivisión**.



Algunas descripciones del esquema de Loop permiten la introducción de **pliegues** (*creases*), aristas donde se interrumpen las condiciones de continuidad. Sin embargo éstas no serán usadas en el proyecto actual.

Puede consultar los detalles específicos de las subdivisiones de Loop en las siguientes referencias:

<http://www.holmes3d.net/graphics/subdivision/>

http://graphics.stanford.edu/courses/cs468-10-fall/LectureSlides/10_Subdivision.pdf

<http://www.cs.cornell.edu/courses/cs4620/2009fa/lectures/01subdivision.pdf>

http://www.gamasutra.com/view/feature/131585/subdivision_surface_theory.php

Funcionalidad

Cree una aplicación web en **WebGL** que permita visualizar subdivisiones de Loop dentro de un navegador. Puede utilizar librerías como **three.js**, siempre y cuando éstas no exijan que el usuario final instale *plug-ins*.

Al acceder a la aplicación, el usuario debe cargar o seleccionar un modelo 3D como se explica en la próxima sección. La aplicación debe mostrar el modelo en el centro de la pantalla. Este estado inicial se denominará nivel de subdivisión 0.

La funcionalidad principal de la aplicación es la **aplicar interactivamente el esquema de refinamiento de Loop**. Es decir, mediante un comando el usuario podrá pasar al siguiente nivel de subdivisión (o regresar al anterior) y visualizar la malla resultante. En todo momento la interfaz debe mostrar el nivel de subdivisión y la cantidad de vértices, aristas y caras de la malla actual.

Para resaltar la geometría de las caras, al modelo debe aplicarse sombreado plano con luz no ambiental. El usuario debe poder elegir entre visualizar sólo el modelo sombreado, sólo la malla de aristas, o ambos al mismo tiempo.

Adicionalmente, el usuario podrá activar un **esquema alternativo de coloreado**. Al subdividir, cada cara triangular genera 4 nuevos triángulos. Para facilitar la comprensión de este proceso, en el esquema alternativo **los triángulos que hayan sido parte de la misma cara** en el nivel de subdivisión anterior deben poseer el mismo color base. Los grupos adyacentes deben tener colores suficientemente contrastantes.

El usuario también será capaz de controlar la rotación y cercanía del modelo con respecto a la cámara.

Se deja a su juicio cómo implementar exactamente la interfaz aquí descrita. Se evaluará la usabilidad de su implementación, en particular la facilidad de visualización y manipulación. Utilice sus conocimientos de Interfaces y Experiencia del Usuario. Para aquellos elementos de la interfaz que no sean auto-explicativos, incluya instrucciones en la misma pantalla de la aplicación.

Referencia - Implementación interactiva de la subdivisión de Catmull-Clark en WebGL:

<http://www.lab4games.net/zz85/blog/2011/10/27/subdivision-surfaces/>

Implementación de la subdivisión de Loop en C:

<http://2n1.org/opengl/proj2/>

Carga de Modelos

La aplicación debe permitir la carga de modelos en formato **Wavefront .obj** desde un archivo en disco. Ya que esquema de Loop trabaja sobre triángulos, en caso de que el modelo incluya polígonos de mayor aridad, deberá triangularizar el modelo mediante operaciones de **teselado**. Puede utilizar librerías o código pre-existente.

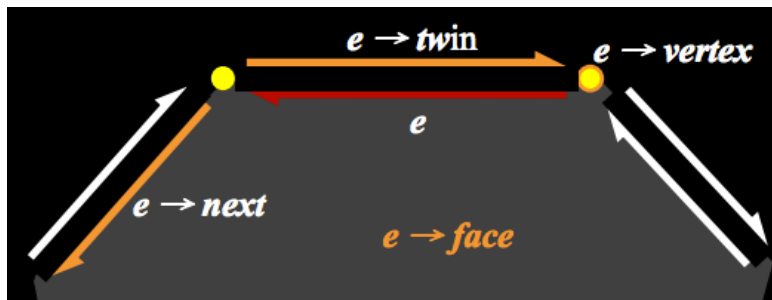
En caso de que la malla del modelo cargado contenga agujeros, errores de topología, o no represente una superficie continua, la aplicación debe rechazarla con un mensaje de error lo más específico posible.

La aplicación debe incluir al menos tres (3) modelos pre-cargados, de entre los cuales el usuario pueda elegir. Los modelos pre-cargados deben variar en su nivel de complejidad.

Estructura de datos

Para facilitar los cálculos de subdivisión, represente internamente el modelo utilizando una **estructura de datos de medias-aristas**. En un modelo válido, cada arista une dos caras; una **media-arista** es una estructura que contiene enlaces a: 1) el vértice en uno de sus extremos, 2) la cara a la que está conectada, 3) la próxima media-arista de la misma cara y 4) su media-arista gemela (la que conecta con la otra cara de la misma arista).

Puede extender esta estructura si lo considera necesario. De ser así, indíquelo en el informe.



El uso de esta estructura de datos debe estar reflejado en la interfaz gráfica de la aplicación. Es decir, cuando el apuntador del *mouse* se coloque sobre una arista, la aplicación debe resaltar ambas medias-aristas y los elementos relacionados con cada una. Utilice el color sabiamente.

No es obligatorio utilizar la estructura de medias-aristas para el revelado. Puede utilizar VBOs para comunicarse con la tarjeta gráfica. Dado que WebGL no incluye *geometry shaders*, la creación de nuevos vértices y caras ha de realizarse en el CPU.

Descripción básica de la estructura de medias-aristas:

http://www.flipcode.com/archives/The_Half-Edge_Data_Structure.shtml

Aplicación de medias-aristas a la subdivisión de Loop:

<http://cggmwww.csie.nctu.edu.tw/~danki/courses/cg2007/slide.pdf>

Aplicación web interactiva implementada con medias-aristas:

<http://n-e-r-v-o-u-s.com/blog/?tag=webgl>

Objetivos opcionales

- Dibuje los puntos de control y permita su manipulación. Actualice el modelo (en su nivel de subdivisión actual) para tomar en cuenta los movimientos de los puntos de control, como lo hace *Maya*. **(15 XP)**
- Permita la introducción de **pliegues** en cualquier arista y a cualquier nivel de subdivisión. Utilice una interfaz adecuada e intuitiva. **(20 XP)**

Requerimientos de la entrega

La entrega es vía correo electrónico a la dirección **esaulgd+usb@gmail.com**.

El título del correo debe contener el string **ci5321em13p03**.

El proyecto se realiza **por parejas**. El texto del mensaje debe contener los nombres, números de carnet de los autores y la dirección web donde el proyecto fue publicado.

Publique su aplicación de manera que sólo sea necesario visitar una dirección web con un navegador que soporte WebGL para hacer uso de la misma. Escriba la dirección en el texto del correo.

Elabore un **informe** de al menos una página de longitud, describiendo las principales dificultades que tuvo y cómo las solucionó, y otros aspectos que considere interesantes del desarrollo. El informe es un complemento al **código fuente**, que debe estar apropiadamente documentado.

Incluya el informe y todos los archivos de código fuente, así como otros que sean necesarios para la ejecución de la aplicación, en un archivo comprimido (.zip, .rar, etc.). El nombre del archivo debe incluir los nombres de ambos miembros del equipo.

El no cumplimiento de los requerimientos podrá resultar en el rechazo de su entrega.

Preguntas

Se recomienda hacer preguntas con la mayor antelación posible. A fin de realizar las consultas de manera pública y persistente, coloque sus preguntas como comentarios en la entrada del blog del curso correspondiente a la publicación de este enunciado.