Computación Gráfica - TP: Pez

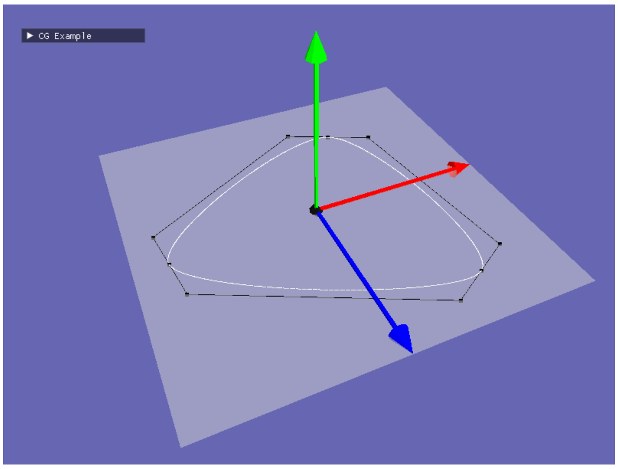
1. Resumen de tareas

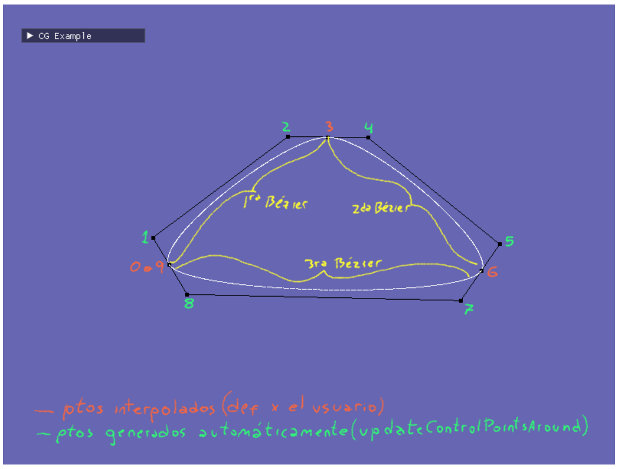
1. Definir automáticamente los puntos de control no interpolantes de la spline, de modo que la curva resulte *suave*.
2. Generar la transformación adecuada para que el pez se desplace siguiendo la trayectoria de la spline.
3. Analizar la variabilidad de la velocidad del pez a lo largo de la trayectoria y en caso de presentar problemas proponer (no implementar) posibles soluciones.

2. Consigna detallada

2.1. Definición de la trayectoria

El objetivo del práctico es poder definir automáticamente una curva a partir de un conjunto de puntos a interpolar. El código implementa una clase `Spline` para representar una sucesión de curvas de *Bezier* de grado 3. Debe pensar que clase `Spline` guarda una conjunto de puntos de control, que tomados de a 4 con 1 de solapamiento y de forma cíclica, definen los tramos como curvas de *Bezier*. Por ejemplo, si la *Spline* contiene 9 puntos, los puntos 0 a 3 definen el primer tramo, los puntos de 3 a 6 el segundo (notar que el 3 es el último del primer tramo, y el primero del segundo), y los puntos de 6 a 0 el tercero (no habría punto 9, sino que después del 8 se conecta otra vez con el 0).





Los puntos 0, 3 y 6 son los interpolados (los que define libremente el usuario), mientras que el resto (2 puntos de control interiores en cada tramo de *Bezier*) se deben calcular automáticamente de forma que la curva resulte *suave* (pregúntese antes de plantear un método: ¿qué significa *suave*?).

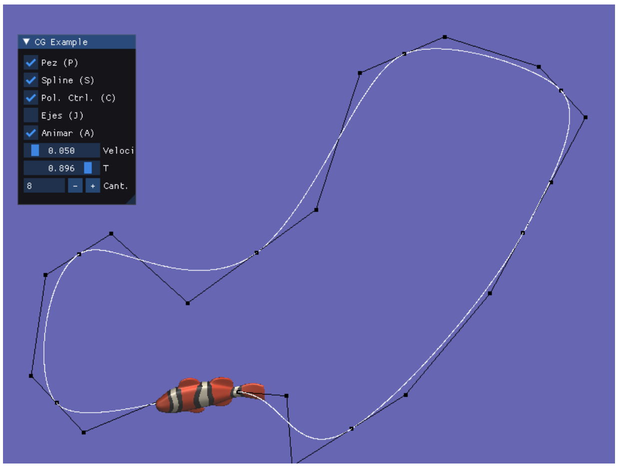
Para acceder al punto de control *i*-ésimo, la clase `Spline` ofrece los métodos `glm::vec3 Spline::getControlPoint(int i) const` (para consultar su posición), y `void Spline::setControlPoint(int i, glm::vec3 p)` (para modificarlo). En ambos puntos puede utilizar índices fuera del rango válido y el método se encargará de ajustarlos cíclicamente. Por ejemplo, si en una curva con 9 puntos (donde los índices válidos serían en principio de 0 a 8) si ingresa el índice 9 se obtienen el primer punto (0), o si ingresa el índice -1 se obtiene el último (8).

El programa cliente define en *main.cpp* **una función `void updateControlPointsAround(Spline &spline, int`** `ctrl_pt)` **que debería recalcular las posiciones de los dos puntos de control no interpolados alrededor del punto *i*-ésimo** (el previo, *i*-1, y el siguiente, *i*+1), a partir de la posición de los puntos interpolados (por ej, a partir de los puntos *i*-3, *i*, *i*+3). Esta función por defecto no hace nada, y **es tarea del alumno completar su código**. Notar que la función recibe a la `Spline` por referencia, así que debe modificar los puntos de control a través de ese objeto y no retornar nada.

Por cómo está definida la curva y la manipulación que permite la interfaz, los puntos de la *Spline* siempre estarán en el plano *y*=0.

2.2. Movimiento del pez

Una vez definida correctamente la *Spline*, el programa debe utilizarla para **posicionar el modelo del pez de forma que avance recorriendo la misma**. Para ello, el programa cliente define una variable *t* que avanza con el tiempo recorriendo posibles valores para el parámetro de la *Spline* (cuando llega al valor máximo vuelve a 0). En cada frame, se debe utilizar el valor de *t* para generar la transformación adecuada. Para esto, se define en *main.cpp* una función `glm::mat4 getTransform(const Spline &spline, double t)` que recibe la *Spline* y el *t* actual y debe retornar la matriz adecuada.



Para evaluar la *Spline*, puede utilizar los métodos `glm::vec3 Spline::at(double t) const` y `glm::vec3 Spline::at(double t, glm::vec3 &deriv) const`. Ambos métodos reciben como argumento el valor del parámetro *t* (que va de 0 a 1[1]) y retornan el punto de la curva correspondiente a dicho parámetro. El segundo método además guarda en el argumento `deriv` (que pasa por referencia) el vector derivada de la curva en ese punto.

Para armar la matriz, se recomienda pensar en las columnas como vectores de la nueva base (las 3 primeras) y nueva posición del origen (la cuarta). El código inicial muestra cómo armar una matriz a partir de estos 4 vectores/puntos. Notar que el modelo del pez está centrado en el origen del sistema de coordenadas, alineado con el eje *x*, y mide 2 unidades. Puede activar la visualización de los ejes para referencia.

[1] La clase Spline internamente considera que t varía 1 unidad en cada tramo. Si la spline tiene 5 tramos de Bezier, entonces t debería ir de 0 a 5. Pero para que el cliente de la clase no deba ajustar su parámetro a un rango variable, la clase espera un t *normalizado* entre 0 y 1, e internamente lo mapea. Para ello multiplica el t normalizado por la cantidad de tramos para así obtener el número de tramo a utilizar (la parte entera del resultado) y el t local para dicho tramo (la parte decimal).

2.3. Forma de la curva y velocidad de Avance

Cuando tenga resuelto el movimiento del Pez, analice su solución preguntándose:

1. ¿Es *adecuada* la forma de la curva que se genera?
    - De acuerdo al método elegido/desarrollada para calcular los nuevos puntos, la curva podría ser *demasiado* plana,*demasiado* abierta, o presentar características como *overshooting*.
        - Cuánto es *demasiado*, o si el *overshooting* es un *bug* o una *feature* es materia de discusión (discútalo con sus compañeros de grupo para defender luego su propuesta ante el docente).
    - Cualquiera sea el método, en los casos fáciles u obvios, el resultado debería ser previsible y similar. Por ejemplo, si coloca los puntos a interpolar equidistantes sobre un círculo todos los métodos deberían aproximar el círculo (si el *círculo* se parece más a un *polígono* probablemente su método no sea correcto).
2. ¿Hay variaciones de velocidad? (puede ser bruscas o suaves).
    - Si las hay, ¿a qué se deben?, ¿sería correcto corregirlas? ¿cómo? (solo debe pensar un algoritmo de solución, pero no es necesarios implementarlo ya que podría requerir demasiadas modificaciones).
    - Para generar casos donde se resalten estas diferencias, genere curvas donde los puntos a interpolar tengan distancias muy diferentes entre ellos (que algunos estén muy cerca entre sí y otros muy lejos).