

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Informàtica

**Títol:** Motor gràfic: Planeta procedural

**Document:** Memòria Treball Final de Grau

**Alumne:** Xavier Avivar Rubio

**Tutor:** Gustavo Patow

**Departament:** IMAE

**Àrea:** LSI

**Convocatòria (mes/any):** Febrer 2022



PROJECTE FI DE GRAU

---

# Motor gràfic: Planeta procedural

---



*Autor:*

Xavier AVIVAR RUBIO

Febrer 2022

Grau en Enginyeria Informàtica

*Tutor:*

Gustavo PATOW

Departament: IMAE

Àrea: LSI

---

Un motor gràfic és un **framework** que permet dissenyar videojocs. L'idea principal es oferir l'usuari una forma fàcil d'interactuar amb la targeta gràfica. Avui dia existeixen motors gràfics ja fets que proporcionen una capa d'abstracció considerable per l'usuari, com **Unreal Engine** o **Unity**, però això no sempre ha estat així. Antigament els desenvolupadors de videojocs havien de construir el seu propi motor. Això ens porta a l'objectiu d'aquest treball, desenvolupar un motor gràfic.

Per construir un motor gràfic hem de decidir primer quina API volem fer servir. Una API gràfica és una capa d'abstracció que permet accedir de forma fàcil a la **graphics pipeline**, explicada en detall més endavant. Seguidament hem de decidir quin llenguatge de programació farem servir, d'una llista reduïda compatible amb la API que hem escollit. Finalment, cal decidir quina estructura ha de tenir el motor i escollir una forma de estructurar l'escena a representar.

La construcció d'un motor gràfic complet és un procés llarg on intervenen moltes persones. Dividir la feina en mòduls és una forma de canalitzar el volum de feina, però pot causar problemes ja que molts mòduls requereixen d'altres mòduls, i es requereix un nivell d'organització elevat. En aquest treball jo m'he centrat principalment en el mòdul de generació de terreny procedural.

Una part molt important de tot videojoc, és la representació interna del *mapa*. A mesura que ha anat avançant la capacitat gràfica de còmput, els *mapes* dels videojocs han esdevingut més complexos. Inicialment eren mapes petits, on es mirava de representar una petita part d'una ciutat o fortalesa, i més contemporàniament, amb els coneguts com jocs tipus **openworld**, on el *mapa* passa a ser un món sencer totalment interactiu.

---

Els objectius a assolir en aquest projecte son els següents:

- Estudi de les diferents formes de crear una esfera geomètrica.
- Decisió i implementació d'una esfera geomètrica construïda a partir de subdividir un cub.
- Fer ús de la llibreria **FastNoise Lite** per aplicar la funció de soroll en 3D.
- Modificar l'algorisme de interpolació de textures perquè funcioni en una esfera.
- Estudi de com implementar efectes atmosfèrics (**scattering effects**).
- Decisió i implementació d'efectes atmosfèrics.
- Implementació d'una nova restricció a l'aplicació de textures basada en la latitud de l'esfera (biomes).
- Implementació de tessellació i nivell de detall basat en distància.
- Millora de qualitat en distàncies grans.
- Implementació d'aigua amb reflexions i efectes de moviment.

Definim l'aplicació amb un total de 12 classes amb les seves relacions, que s'encarregaran de carregar una escena i mostrar-la per pantalla. El diagrama de classes, veure figura 1, ens mostra un resum dels mètodes i atributs que té cada classe i la relació entre aquestes.

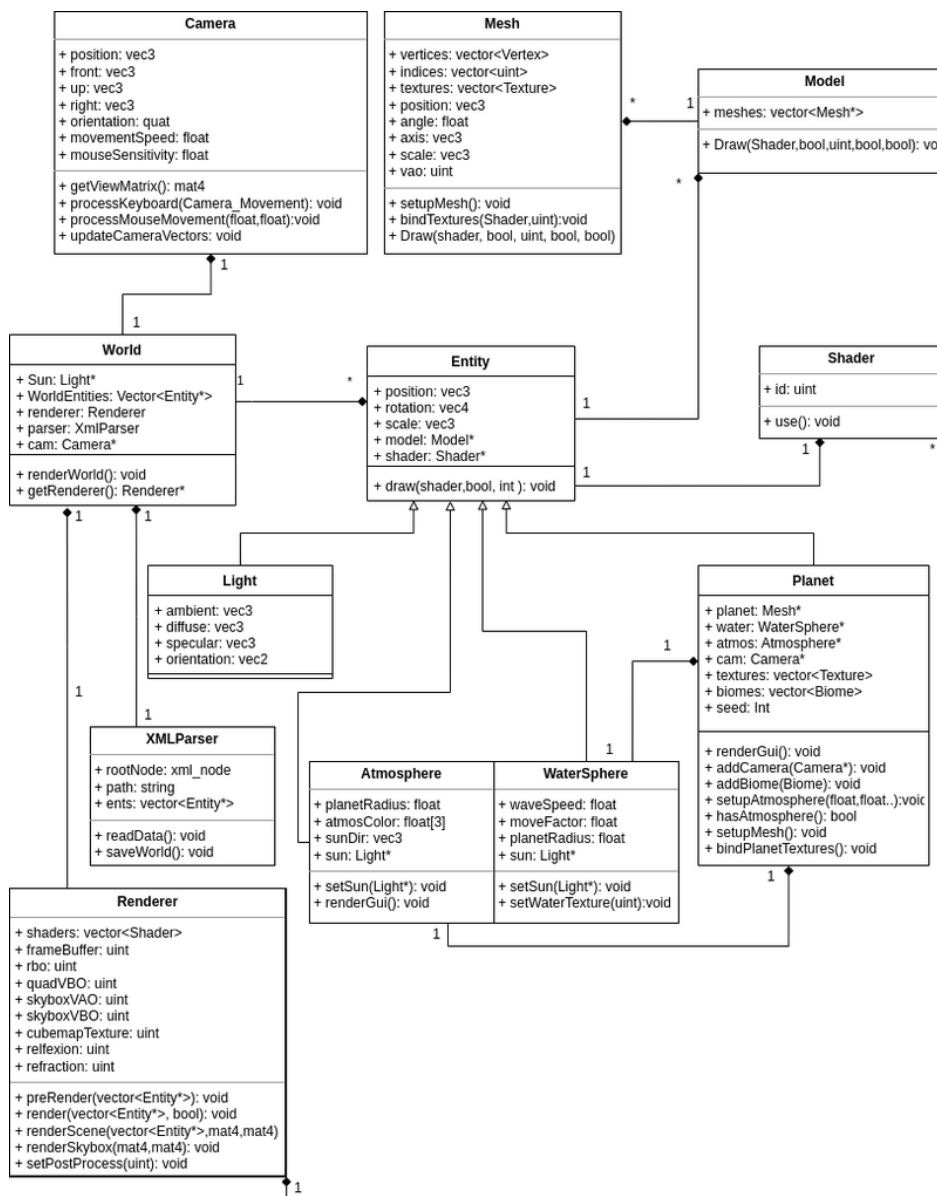


Figura 1: Diagrama de classes

Els resultats obtinguts els mostrem creant una escena amb 3 planetes als que apliquem diferents tècniques de soroll i efectes atmosfèrics propis. També definim 3 qualitats en funció del nombre de subdivisions amb el que s'ha construït l'esfera.

La qualitat baixa dels planetes equival a 8 subdivisions, mitjana a 9 subdivisions i alta a 10 subdivisions. A la figura 2 podem observar els 3 planetes en qualitat baixa: A la figura 3 podem observar els 3 planetes en qualitat alta:

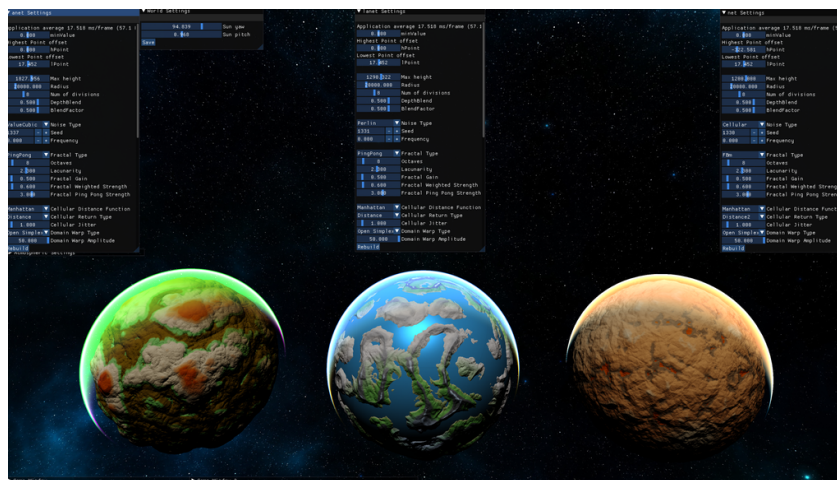


Figura 2: Tres planetes en qualitat baixa

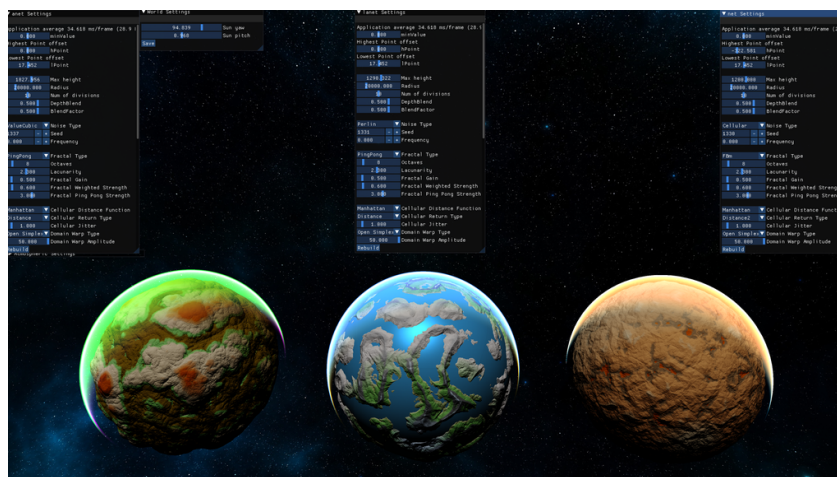


Figura 3: Tres planetes en qualitat alta

---

Concloem aquest projecte amb tots els objectius plantejats complerts. L'estudi de com funciona **OpenGL** ens va proporcionar una base sòlida on hem pogut desenvolupar un entorn el més semblant possible a un *mapa* d'un videojoc.

L'estudi d'**OpenGL** també ens ha proporcionat un coneixement més elevat de les **API's** gràfiques, fàcilment extrapolable a altres entorns més avançats com **Vulkan** o **Direct3D**, mantenint l'estructura del motor.

També hem après com treballar amb textures, algorismes per interpoliar-les, per millorar la qualitat i les limitacions i impacte que tenen sobre el rendiment. Gran part del temps invertit al projecte l'hem dedicat a millorar el rendiment dels algorismes d'interpolació de textures.

La construcció de la geometria amb la funció de soroll ens ha permès crear un planeta el més natural possible, on podem observar tots els atributs característics de terreny real, com muntanyes, valls... La llibreria **FastNoise Lite** ens ha permès implementar això amb relativa facilitat.

Els efectes atmosfèrics i aquàtics afegeixen qualitat i realisme a l'escena final. La implementació d'efectes atmosfèrics va suposar elevar el coneixement que teníem sobre **shaders** i aprendre les limitacions que té **OpenGL** treballant amb materials transparents. Per altra banda, amb la implementació d'efectes aquàtics, vam millorar el coneixement que teníem sobre **FrameBuffers** i aprendre a crear efectes de distorsió.

Finalment, concloure amb la valoració bona dels coneixements adquirits desenvolupant aquest projecte, considero que ha estat el més important i que em servirà com a base per treballs futurs.