

# Title: 聖誕天礙震星

groupId: 22

member: 張程翔 112550205 黃奕峯 112550111 謝侑哲 112550069

## Introduction

在荒涼的山谷中，傳說中的宇智波斑傲然而立。  
突然，一個挑戰者出現了，充滿挑釁地問道：  
宇智波斑：「喂，你說你知道我的全盛時期嗎？」  
對手：「不...沒有啊」  
對手頓了頓，隨即興奮的說道：  
「所以現在在這裡讓我見識見識吧，宇智波傳說中的力量！」  
宇智波斑冷哼一聲，眼中閃過一絲輪迴眼的光芒。  
宇智波斑：「行吧。」  
他單膝下跪，開始結印。不遠處的天空開始狂暴地湧動。  
「天碍震星！」  
巨大的術式法陣在天空中展開，發出耀眼的藍色和粉色光芒！  
一顆巨大的隕石被召喚而來，穿破雲層，帶著毀天滅地的威壓緩緩降落！  
隕石越來越近，就要砸向地面...  
但就在這一刻——  
轟隆！  
隕石落地爆炸。  
但是從爆炸的殘骸中，長出了一棵可愛的聖誕樹青蛙！  
頂著金色小星星，臉上掛著燦爛的笑容，周圍飄散著雪花！  
整個山谷瞬間變成了夢幻的聖誕仙境！  
宇智波斑：「...？」  
青蛙：「(`ω') (With BGM)」  
這就是...宇智波傳說中的...聖誕之力？！

## Implementation Details

### Portal

#### Core Idea

此部分為角色生成一個大型傳送門來召喚隕石。首先會建立一個圓形的portal區域，並在這個範圍中疊加各種不同視覺特效來達成「扭曲空間 → 能量聚集 → 傳送門穩定下來 → 準備召喚隕石」的過程。主要利用距離portal中心的距離以及整個portal的動畫進度 (progress) 當作主要的控制變數，讓 portal 中心較穩定、邊緣較不穩定，並隨著progress推進逐漸穩定下來。

#### Distance to Portal Center & Effect Strength

為了讓所有特效都能以portal為中心對稱分布，fragment shader會先算出texture pixel到portal中心的向量，並用其算出距離。接下來會使用這個距離搭配上smooth step function來換成 0~1之間的數值，此數值會作為各個特效的強弱(mask)像是：擾動強度、色差、能量波紋、glitch 密度等等特效。使視覺效果能由中心向外擴散。

#### Time & Progress

會把time以及progress兩個變數傳入fragment shader，time主要用在週期性的特效(ex:波紋亮條)，而progress代表動畫進度，用來控制portal逐漸穩定下來。

## Portal Distortion

這部分是做出讓portal被扭曲的特效，利用sin function、time變數、到portal center的向量和距離計算出一個offset值，最後乘上特效強弱的數值並加到原先的texture座標上達成portal看起來被扭曲的感覺。扭曲程度會隨距離portal中心增加，中心比較穩定邊緣扭曲嚴重。

## Block Glitch

在portal上加上block glitch特效，達成數位錯亂和空間破碎感。首先會把portal切成一格一格方塊，並使用pseudo random function來決定這一個方塊會不會apply block glitch特效。若判斷為glitch block，會先將texture做水平平移造成錯亂感，並加上色差特效(更改texture的RGB，把RGB往不同方向推出去)。最後再選擇以下三種顏色異常特效的其中一種來使用：1. RGB錯亂(重新排列RGB數值) 2. 負片效果(顏色反向) 3. 亮度提升。

## Energy Wave

會從portal中心往外不斷送出能量波紋，利用sin function還有time來達成，其中波紋的顏色會隨著progress做些微的變動。

## Completion Flash & Edge Glow

當portal穩定下來後，會產生一次短暫的閃光，利用sin function來控制亮度上升再下降。另外portal的最外圍部分有加上亮光特效。

## Final Output

上面提到的特效都利用finalColor變數來記錄，最後只需把finalColor當作FragColor輸出即可。

## Snowflake

### Core Idea

雪花效果的核心想法是，在場景中隨機生成好多個vertex，代表雪花的位置點，並且讓這些vertex會隨著時間左右搖擺，緩慢降落至地面。有了位置點的vertex之後，會在geometry shader中，把這些vertex拓展成六角的雪花形狀。

### Random Snowflake Initialization

像Core Idea中提到的，一開始會在場景中生成好多vertex做初始化，除了隨機生成不同位置的vertex之外，為了讓雪花看起來比較自然，我們也對於雪花下了其他隨機的初始化屬性，包括了雪花大小、逆時鐘旋轉量、降落速度、搖擺Phase。之後把各種屬性透過VBO傳入GPU，供後面geometry shader使用，透過每個雪花有不同的屬性，讓整個下雪效果看起來更真實。

### Snowflake Motion

像Core Idea中提到的，我們要讓雪花逐漸下飄，並且有左右搖擺的效果，所以我們要在GPU根據初始化的屬性，計算出在不同的時間點，雪花應該要運動到哪裡。逐漸下降的方法就是，每個frame計算frame之間的deltaTime，然後把雪花的y軸減去時間乘上降落速度。左右搖擺的效果則是利用sin function達成，先用時間+Phase過sin function，算出一個位移速度，再把位移速度乘上deltaTime，就可以做到以循環漸變速度左右搖擺。之後把位置更新回VBO

### Snowflake Shape

前面計算出雪花的位置之後，我們要使用geometry shader去把位置點的vertex拓展成雪花的形狀。因為要把雪花做成六邊形，再往外加幾個雪花尖刺，我們使用的做法是在原有的vertex外，對於六個方向，分別生一個三角形polygon，做成一個正六邊形，再在這六個方向，各生一個細長三角形polygon構成的刺，讓他變成下面呈現的形狀。



另外，因為這些polygon都在同個平面上，如果這片雪花用其他角度看會變得很奇怪，所以我們使用了Billboarding方法，讓polygon在生成的時候，把x, y乘上viewer的方向向量，讓雪花在viewer視角都會呈現2D六角形的樣子，不會有奇怪的45度之類的。

## Meteor

### Core Idea

實現隕石從傳送門墜落並爆炸的效果。隕石從portal位置墜落至地面後產生爆炸，碎片向外飛散並逐漸消失。主要透過 explosionProgress(0~1) 在 geometry shader 中對每個三角形面片施加位移和旋轉，營造破碎飛散效果。

### Falling Animation

使用二次函數模擬重力加速。在 updateMeteorAnimation() 中計算 meteorFallProgress(0~1)，透過  $t * t$  先慢後快的加速墜落。隕石墜落時繞隨機軸旋轉(meteorTimer \* 3.0f)，增加動態感。

### Explosion Effect in Geometry Shader

爆炸效果核心在 geometry shader 實作。當隕石觸地後，explosionProgress 從0增至Shader 接收三角形面片並進行以下處理：

1. 透過 GetNormal() 計算面片法向量(兩邊外積)，作為飛散方向
2. 在 explode() 中使用 smoothstep 處理進度值，產生平滑的 S 型加速曲線
3. 位移量 = smoothstep 後的進度  $\times$  10000.0  $\times$  法向量
4. 每個面片沿其法向量整體位移，形成從中心向四面八方爆開的效果

### Fragment Shader Effects

加入隨爆炸進度變化的火焰色。當 explosionProgress > 0 時，生成從深橘色(vec3(1.0, 0.3, 0.0))到明黃色(vec3(1.0, 0.8, 0.0))的漸變。火焰色與原始光照計算混合，強度為 explosionProgress  $\times$  0.6，模擬隕石高溫發光效果。

### Synchronization with Portal

隕石生成位置與 portal 同步(portalPosition)，確保從傳送門掉落的視覺效果。按下 M 鍵時重置所有 timer 和 progress 變數。

## Frog

### Core Idea

青蛙在隕石爆炸後從中心「孵化」，呈現從小到大的生長動畫。透過 scaling transformation 和位置偏移，讓青蛙看起來從隕石中誕生。

### Growth Animation

生長動畫與 explosionProgress 同步。在 renderFrog() 中使用 glm::mix() 將 scale 從 0.1 倍線性插值到 15 倍，隨爆炸進度平滑過渡。

## Position Synchronization

frogPosition 持續與隕石同步(每幀更新 `frogPosition = meteorPosition`)。渲染時額外加上向下偏移(-70.0f)，讓青蛙中心對齊隕石中心。

## Texture Mapping

使用獨立 texture，在 `model_setup()` 中載入並綁定到 `frogTexture`。Fragment shader 直接使用 texture 顏色，保留 Blinn-Phong 光照。Material diffuse 設為白色，保持原始顏色。

## Rendering Order and Depth

先渲染青蛙，再渲染隕石。墜落階段(`meteorTimer < METEOR_FALL_DURATION`)隕石完全遮蓋青蛙；爆炸階段碎片飛散，青蛙逐漸顯露並生長，營造破殼而出效果。

## Lighting and Shading

使用獨立 shader 實作 Phong 光照。為增強視覺效果：

環境光係數 0.7，提供基礎照明

漫反射係數 1.2，增強亮度

鏡面反射強度 0.4、gloss 20.0，呈現濕潤皮膚質感

整體亮度 ×1.3，確保清晰可見

Texture alpha < 0.1 時使用預設綠色(`vec3(0.2, 0.6, 0.3)`)作為後備

## Initial State

青蛙初始隱藏(`showFrog = false`)。按 M 鍵後 `showFrog = true`，但因 scale 為 0.1 且被隕石遮蓋，仍不可見。爆炸開始後隨 scale 增大和碎片飛散逐漸顯現。

## Discussion

以下為對話的綜整版本

### Role Playing Round 1

謝侑哲(Proposer): 有一個宇智波班的模型很帥，想要用他來做 project，剛好宇智波班有個忍術是天礙震星，是召喚一科隕石掉落，我們可以利用 geometry shader 讓隕石砸下來的時候爆炸，感覺會很帥

張程翔(Critic): 很有想法，但是不夠 30 秒欸，而且技術部分只有一個爆炸的 geometry shader 感覺不太夠，也會很多人做

黃奕筌(Negotiator): 時間不夠的確是個問題，但天礙震星作為基礎想法滿不錯的，我們可以在這基礎上，加入更多東西來延長時間跟技術性

### Role Playing Round 2

黃奕筌(Proposer): 我覺得，我們在隕石掉落之前，可以加上一個逐漸開啟的傳送門，用來召喚隕石

謝侑哲(Critic): 但純粹放大的傳送門，只有 scale, transformation 的變化，感覺只是加長時間，在技術上不太會加分，我覺得我們可以試著在傳送門上加上更多特效。另外，只有傳送門時間也不太夠，我們還需要想更多能展現技術的劇情

張程翔(Negotiator): 感覺傳送門做出來的效果會很不錯，如果像 Critic 說的加入更多基於技術特效感覺會更好。另外，我有上網找了相關資源，有很不錯的傳送門素材。目前的長度確實也不太夠，應該需要加入更多劇情

### Role Playing Round 3

張程翔(Proposer): 正好聖誕節快到了，要不要我們讓隕石爆炸的時候，炸出一顆聖誕樹？再加上下雪的特效，就可以增長劇情，添加更多技術細節，也更符合節慶氣氛

黃奕筌(Critic): 關於聖誕樹的部分，炸出一顆聖誕樹感覺會很奇怪，或許我們可以改成，隕石爆炸之後，發出了某種能量，促使地上長出一棵聖誕樹

謝侑哲(Negotiator): 我覺得各位的想法都非常好，接下來綜整了一下整個影片呈現的時間線

- 角色台詞 5 sec
- 傳送門放大 5 sec
- 隕石開始掉落 5 sec
- 隕石爆炸，長出一棵聖誕樹 5 sec
- 開始下雪，show個聖誕快樂 5 sec

## Uniqueness / Creativity

敘事張力: 相較我們直接從網路上抓的靜態模型，我們利用不同元素的混合，讓靜態模型變成有張力的故事，包括了改進了宇智波班的模型動作、配合名台詞與音效，做出了隕石降落、爆炸的震撼感，也透過轉折變成慶祝聖誕的氛圍，製造反差萌的感覺

大量shader特效: 相較無聊的靜態模型，在傳送門上，我們利用數學的方式，製造了動態扭曲、閃爍紋理等等，讓整個開啟傳送門的過程變得更鮮活。在隕石上，我們利用geometry shader製造了爆炸特效，讓天礙震星砸落地面時更有表現張力。另外也利用的geometry shader讓vertex變形出雪花形狀，增添聖誕氣氛

精美剪輯: 把單純的場景動畫，透過運鏡跟剪輯，製造更多的戲劇效果，也透過BGM的驟變，加強反差效果

## References

- Frog:<https://sketchfab.com/3d-models/cute-christmas-frog-064849621a37427da7b8f83a6abb699e>
- Meteor:<https://sketchfab.com/3d-models/meteor-d3a5a7e9a7d24b76841bf0f49d56a5f3>
- Portal:<https://sketchfab.com/3d-models/magic-circle-emissiveopacity-exercise-d2634edfe8b44c83aee008378c979133>
- Madara:<https://sketchfab.com/3d-models/madara-uchiha-anime-3d-model-ac94205c42a64acfbe4bcb0074d5dc80>
- Skybox:<https://opengameart.org/art-search?keys=cubemap>
- NYCU ICG 2025 Homework 3

## Working Assignment

張程翔:Portal建模及動畫、Demo影片、人物動作

黃奕筌:隕石及青蛙建模及動畫、尋找skybox

謝侑哲:雪花動畫、人物建模

## Results

[https://www.youtube.com/watch?v=qjsNvEA5k\\_w](https://www.youtube.com/watch?v=qjsNvEA5k_w)