

● Introduction

聖誕夜，大雪紛飛，彩虹燈飾閃爍著柔和的光，如同一場浪漫的流星雨。突然間，廣場上的誕樹開始旋轉，越轉越快，越轉越快！

聖誕夜的奇幻爆炸

砰！聖誕樹竟然炸了！飾品、彩帶像煙火一樣飛上天空，散落的樹葉中冒出了一位胖胖的聖誕老公公。他搖搖頭，拍了拍紅白相間的衣服，笑呵呵地說：「噢噢噢，這是最蝦趴的登場方式了吧！」

彩虹老公公的華麗登場

聖誕老公公開始一年一度的送禮物工作，天空很快從漆黑變為黎明。當第一縷陽光灑在他的身上時，一件奇怪的事發生了。他的紅色衣服逐漸褪色，變成了一道道繽紛的彩虹光芒。「聖誕老公公變身！我是世界多元與美好的化身！」變身的彩虹老公公站在黎明的光輝中，大聲宣布，「每個人都應該擁有快樂與愛的權利。我的使命不僅是送禮物，更是要傳遞包容與希望😊💕」

液化老公公的驚奇轉變

第二天天亮了，昨晚是平安夜！聖誕老公公已經完成一年一度的使命，傳播愛與歡樂給所有小朋友，他高舉左手向大家道別，身體也逐漸與漫天大雪融合

融化中的道別

「聖誕快樂！」冰雪老公公在一眨眼的功夫融化成一灘清水，像是不捨的眼淚，低語著：「噢噢噢！明年，我還會回來的！」

● Implementation details

○ 按鍵操作

一開始我們沒有設置任何按鍵操作，在聖誕樹爆炸後，聖誕老人就會自己冒出來。在聖誕老人出現後，就可以開始使用按鍵控制畫面。

- key 0: 讓聖誕老人以最原始的形態出現
- key 1: 讓聖誕老人可以隨著天亮變成彩虹
- key 2: 讓聖誕老人可以在天亮時融化
- key 3: 讓聖誕老人可以隨著天亮變成水
- key 4: 讓聖誕老人可以在天亮時揮手
- key N: from day to night
- key M: from night to day
- key R: restart from the beginning (christmas tree)
- key T: restart from where the santa appear

<Way to demo our short video ver.>

Wait until the santa appear → press 1(rainbow ver.) → press M (to day)
→ press N (to night) → press 3 (water ver.) → press M (to day) →
press 4 (waving ver.) → press 2 (melt ver.) ... DONE

- 聖誕樹

在聖誕樹的部分，我們是導入網路上已有的現成的christmas tree object, 在texture的部分則是單純的單純的填入綠色。為了後續要凸顯出爆炸的效果，我們的策略是讓聖誕樹旋轉並加速轉速，這可以在update()中通過修改treeModel實作出來。另外，由於cmake需要一些時間，同時讓觀賞者注意到螢幕畫面也有一些latency, 因此我們想到可以加入“time countdown”的機制，來定量聖誕樹旋轉的duration!

- 聖誕樹爆炸

在通過前方旋轉的鋪墊後，就進入到要讓聖誕樹爆炸的階段了，在這個部分，我們主要是通過geometry shader進行爆炸的實作，傳遞的參數有: texture's coordinate, normal, position and timing, 在.geom中，因為無法真正地去呼叫rand function, 又不希望讓碎片以很固定單純的方式沿著normal發散，因此通過seed與fract(三角函數func.)來模擬出random direction的效果，而我們的爆炸公式是以物理加速度($\frac{1}{2} at^2$)作為基礎計算每個polygon在下一個frame應該出現的位置。

值得一提地一個小重點是: 由於聖誕樹本身是通過蠻少的polygon組成的，因此在產生爆炸時效果多少有一點寒酸...，為了解決這個問題，我們通過了兩個策略來改善，其中一個是在.geom中進行polygon切割與加點(layout(triangle_strip, max_vertices = 12) out;)以此來讓飛散的三角形們在視覺感官上看起來更豐富; 另一個改進的方式是在main.cpp 中的render()實作的，策略是對於每一個frame都render 6個tree object, 而且要讓每個tree object有一個小小的角度差(about 5 deg.)。最後我們通過實際觀測樹爆炸的軌跡，確定的對應的爆炸碎片移動到約覆蓋整個畫面所需的時間，來設定tree_render_duration約為2.5的時間間距，如果計時器大於2.5unit則會render santa而已，所有的tree相關物件都不會被畫出!

- 下彩色雪球與地上的隨機彩球

為了營造出聖誕節的氣氛與下雪的景致，我們加入的雪球們，其中colorball代表的是散落在地上圍著object的彩球，為了增加視覺豐富度，我們設立了colorballMatrices來存放每一個的colorballMatrices隨機位置，其中，我們是創建了colorballMatrices_generate()來生成每個frame彩球出現的隨機位置點。其中比較特別的地方是，隨機生成彩球的顏色，因為在shader code裡面無法call random function, 所以我們是通過再main.cpp中傳三個random值進到shader code來定義每一顆球所表示的rgb顏色。

而在下雪的彩球的部分，與color ball Matrices 相似，定義了snowball Matrices 來記錄每個雪球的當前位置，也一樣有snow ball Matrices _generate (), 但是與colorball不同的地方是其位置點不是隨機的! 換句話說，我們預期每一顆雪球都會以一定的速度飄落至地面，實際的implement of update是有外包到snowball_update()的funtion中，那為了不要讓雪球落地後就沒有在空中的雪球了，我們有設立條件: 當雪球落地後會再回到snowball_heaven, 以實現永動的概念。

最後，我們通過在render()中判斷timeOfDay來決定是白天還是晚上，設定為只有晚上會下雪!

- cube map day/night

為了讓景色可以有夜晚白天的區別，我在 main.cpp 中定義了 sunPosition, timeOfDay、timeSpeed、timeFactor 等變數，timeOfDay = 0.0f 時是白天，timeOfDay = glm::pi<float>() 時為晚上。並用 timeOfDay 計算 sunPosition 後再用 sunPosition 計算出 timeFactor 傳進 shader 中。而在 cubemap shader 中，設定 nightTint 以及 dayTint，並計算出星星後，令 FragColor = mix(nightTint * skyColor + star, dayTint * skyColor, timeFactor)。讓使用者可以在按下 N 後使景色從白天變為晚上，而在按下 M 後從夜晚變為白天。

- 聖誕老公公

我使用 free3D 上找到的聖誕老人模型，而該模型總共有 4 張 texture，一個 .obj file 和一個 .mtl file。由於之前沒有處理過一個 object 上有多張 texture 的情況，所以我花了不少時間在處理各個 texture 要如何對應到 object 的對應部件。首先我更改了 HW3 中的 object.h 以及 object.cpp，在 object.h 中，在建構 Object 時，我更改了讀取 .obj file 的方式，使他可以將對應的 position、normal、texcoord 都存進對應的 material 中，並在 object.cpp 中增加了 load_material() 函式讀取 .mtl 檔，除此之外，我還調整了在 main.cpp 中 load_texture() 的模式。遍歷 object.material 並 load 出對應的 texture，並將得到的 textureID 存進對應的 material map 中。而在 render 和 load_to_buffer() 中也都是以遍歷 material map 的方式去對每一個 material 做出相應的動作。

- 彩虹老公公

在 rainbow.frag 中，我定義了 rainbow 函式，使其根據 FragPos 計算出彩虹的對應位置，並將 rainbowColor 與 textureColor 結合後，用和 cubemap.frag 中一樣的方式讓他可以根據白天夜晚做出變化。

- 液化老公公

在 watertrans.vert 中，我先讓 distortedPos = aPos，並在 distortedPos 上做計算，模擬水波紋的效果。之後將 fragPos、fragNormal、texCoord 傳進 watertrans.frag 中。而在 wwatertrans.frag 中，我使用 cubemap texture 計算了 refractionColor 和 reflectedColor 模擬純淨水的顏色，並定義函式 wavyDistortion 計算 normal，使其符合水表面根據時間的變化。最後將水的顏色與加上日夜變化的 model texture 以 timeFactor 結合。讓聖誕老人會在從夜晚變成白天時漸漸從原本的 texture 變成水。

- 揮手老公公

我在 wave.vert 中先找到聖誕老人手的位置，發現在 aPos.z > 130.0f && aPos.x > 20.0f 時剛好可以定位到聖誕老人的手。於是我以 z = 130, x = 20 為旋轉中心，並 apply 一個根據時間變化的 angle，讓聖誕老人的手臂可以以旋轉中心做旋轉，做出揮手的動作。而在 wave.frag 中就簡單的計算出水的紋理，讓聖誕老人以水的模樣揮手。

- 融化老公公

water.vert 中傳入 isMelting 與 timing 變數判斷現在是否開始融化。首先利用 cos 函數讓頂點在垂直和水平方向產生波動，通過 noiseScale 和 amplitude 控制頻率與幅度，模擬融化表面的起伏。並加入隨機的噪聲效果，讓頂點在水平方向出現隨機擾動增加自然感。融化過程中，對數函數用於控制坍塌速度，讓物體隨時間加速向下擴散。再結合線性插值讓物體

的深度逐漸縮小，實現扁坍塌的效果。此外，對於高度低於特定閾值的頂點，會放大比例模擬物坍塌時向外擴展的行為。最後將幾何變化的結果通過模型、視圖和投影矩陣轉換到剪裁空間，並將變形後的頂點資料傳遞到 fragment shader。

● Discussion / Role playing:

場景：三人討論「Crazy Santa Claus」專案方向與分工

Tina (意見提出者)

我在看一些靈感的時候，覺得可以加入聖誕節氛圍，像聖誕樹、飛天雪橇這些。還有一個想法是樹葉可以用 geometry shader 轉成雪花然後爆炸。另外，我也想到可以用白天和夜晚的 cubemap 切換，展示不同的環境效果。然後可能再做點彩虹效果之類的，你們覺得呢？

郭芷安 (協調者)

哦聽起來很棒！所以我總結一下，你提到了這些元素：

1. 聖誕元素
2. 爆炸
3. 白天與夜晚的環境切換

那還是讓聖誕樹爆炸後出現聖誕老公公？我們就先把 base line 定成這樣：

聖誕樹 → 樹爆炸 → 聖誕老公公 → 彩虹老公公 → 白天

陳奕 (評判者)

這樣好像有一點少，要不要讓聖誕老公公隨著天亮讓他變成液體的樣子再讓他融化？然後感覺有時間的話可以再試試看能不能讓聖誕老公公動起來。另外，Tina 有提到讓聖誕數轉成雪花，那要不要加下雪的效果？

郭芷安 (協調者)

我覺得可以，那我們就更新 base line 為：

聖誕樹 → 樹爆炸 → 聖誕老公公 → 彩虹老公公 → 白天 → 液化老公公 → 融化老公公

然後有時間的話可以試著讓聖誕老公公跑起來或做動作，然後再加個下雪特效。然後我有看到 Tina 貼的 free3D 模型連結，感覺很棒我們就用那個免費聖誕樹和聖誕老公公吧。那分工的話要每個人自己認領一部分嗎？

Tina (意見提出者)

那我來做聖誕樹爆炸那邊的效果好了，模型我來處理，順便試試 geometry shader 的雪花效果。另外關於 cube map，我有找到 [HDRI to CubeMap](#)，可以把找到的全景圖轉成 cube map，可以試試看。

郭芷安 (協調者)

好，那我負責白天晚上的場景轉換，和到融化之前的聖誕老人效果好了。融化老公公看起來蠻有難度，可以麻煩陳奕嗎？

陳奕 (評判者)

好啊，當然沒問題，那我就做融化老公公。

Tina (意見提出者)

那我覺得我們可以先各自做，然後以 HW3 為 template，先把第一階段的 deadline 設在禮拜五，我們約禮拜五早上來把大家的 code 合在一起。

場景：媒合最終程式版本

郭芷安 (協調者)

那我們可以先介紹自己從hw3 template有進行修改的內容，先將其中兩人的內容進行媒合，確認無誤後，再加入第三人的功能。

Tina (意見提出者)

我們這幾天測試的效果看起來不錯！不過在整合時，我發現雪花效果還不夠流暢，特別是在樹爆炸之後，雪花生成的速度有些問題。我試著調整 geometry shader 的參數，還能再優化一點。不過，其他部分你們覺得如何？

郭芷安 (協調者)

感覺確實可以讓爆炸的速度變快一點，然後我這邊的話是成功把聖誕老公公的模型建出來，然後彩虹和液化的 shader 也寫好了。shader 的部分應該直接加在 Tina 的 code 上面就可以，但我改了蠻多原本 Object 的東西，要合起來好像比較麻煩，你們有甚麼想法嗎？

陳奕 (評判者)

那我覺得應該直接新增一個 file 叫 objectMat 和 origin object file 做區分，應該是最快的方法。然後，我也覺得爆炸的時間點可以在快一些。

然後我融化老公公的部份我也是改在 shader 的部分，他可以像這樣融化了，但我希望他融化後可以有向外擴張的效果，這部份我還在嘗試。

Tina (意見提出者)

好，我來調整旋轉速度與爆炸時間跟雪花改進的部分，讓樹爆炸之後的雪花效果更流暢些。同時我也試試讓融化效果和雪花的生成節奏更自然。

郭芷安 (協調者)

好，那我先把我跟陳奕的 code 合起來，然後再把我的 code 推上 GitHub，好了之後 Tina 再把我們的 code 最後統整起來應該就完成了！

- model/texture source

聖誕老公公: [Santa Claus v1 免費的3D模型 - .obj .stl - Free3D](#)

聖誕樹: [Christmas Tree Free 3D Model - .obj .3ds .mtl - Free3D](#)