CA1\_105502024\_中央大學

# Introduction/Motivation:

這次作業是要用粒子系統來模擬各項事件。在作業中要實作出碰撞、Joint Constraint各項事件，而當中integrator則是用Euler method 及RK4來實踐之

# Fundamental:

Collision:

1. Circle to Circle:計算兩圓的距離，利用半徑和距離來判定說是否有碰撞發生。
2. AABB to AABB: 利用兩質心距離找出其dx和dy， 利用dx跟dy和兩AABB的長寬找出其overlapX和overlapY，並找出較短的overlap來進行碰撞。
3. AABB to Circle: 先判定圓心在矩形內部亦或是矩形外部，然後找出在矩形上離園心最近的點找出法向量並計算出penetration。

Resolve Impulse

先計算出相對速度並利用相對速度找出法線相對速度藉此計算出法線Impulse，之後再利用法線Impulse去計算出其對摩擦力的影響，再利用摩擦力更新切線速度。

Joint Constraint

Spring joint: 利用彈簧伸長量來計算出spring force再用相對速度及伸長量來計算出damper force並更新其所受力。

Distance joint:

Integrator:

Explicit Euler: 利用當前的速度和加速度結合重力來更新位置和速度

RK4: 一樣利用當前資訊下去處哩，但是參考了一些其他變化量的方式來校正其下一個step的質，此法會比Explicit Euler失誤更低。

## Implementation

Collision:

1. Circle to Circle: 再這裡面我會先去計算出兩圓質心距哩，然後根據其距離是否有在兩園半徑相加內來偵測是否發生碰撞，而法向量設定為兩質心相連之向量，而penetration則是兩圓半徑相加減掉質心距離。
2. AABB to AABB : 在這會去偵測物體是否有在另一個物體內，若是在物體內則找出x和y方向哪邊的overlap比較短並將法向量設為那邊，penetration則是質心到邊界距離再加上 (長或寬)/2，而在物體外的話則會計算出兩質心距離並去計算出其overlap，再根據定義來推移
3. AABB to Circle: 先檢查是否有某物體其質心在另一個物體內，若是如此找出其距離另一個物體最近的點，在藉此找出較短的overlap設定normal跟penetration，而若是未在某物體不在另一個物體內的話則會藉由其AABB的長寬跟圓半徑去偵測是否碰撞到，較難判斷的是圓心在四個角落的話，則要判定他跟AABB四個角落的點是否在半徑距離內，若是有的話則有碰撞。

## Resolve Impulse

判定存在Hit後，在這裡先計算相對速度，利用相對速度及碰種所得到的normal可以得到法向量及其大小就可以計算出normal\_Impulse，接著利用normal\_Impulse當作正向力求出摩擦力。若是摩擦力大於最大靜摩擦力則用動摩擦力計算之，再利用之得到tangent\_Impulse。

## Constraint Joint

Spring Joint : 計算出彈簧伸長量，利用兩物體質心距離得知力的方向要朝向何處，因為f=-kx，因為若是伸長後的長度大於原本的長度則要將彈簧拉回原長度，反之則伸長至原長度，所以要加一個負號。接著要考慮到damper force，來藉此還原現實世界會有會使得當物體不受外力時逐漸停止的力，其算法也是和spring force相似，但其判斷伸縮方式是要考慮到相對速度和位置方向的內積。

Distance Joint: None Do

## Integrator

Explicit Euler: 將當下速度乘上deltatime就可得到下一點的速度。而速度則是要考慮到種力跟所受到的力所造成的加速度再乘上deltatime即可得知下一點的速度

RK4: 利用更多不同的deltatime/2的狀態來達到更小的誤差，K2取K1/2+變化量，K3取K2/2+變化量，K4則取K3+終端結果，最後1/6(K1+2K2+2K3+K4) + x0做結果

## Result and Discussion

由於Euler method 是取當前的速度去找下一個位置，但實際上我們要考慮到加速度所造成的變化，所以Euler method所造成的偏差值較大，而RK4則有透過去找半個deltatime的結果進行平衡，因此可以達到偏差值較小的結果，且在GUI上也可以看出兩者流暢度上有些差距的存在。

## Conclulsion

在這次的作業中了解到在生活中所會遇到的東西要如何將其模擬，並將其物理計算方式以程式的方式實作出來，在處理collision的部分了解到了物體碰撞需要去考慮到許多不同狀況，以確保每項狀況都可以確認清楚存不存在碰撞，若是存在例外的話即可能發生穿透或是未碰撞卻有碰撞的反應出現。而在impulse中更加清楚了解到摩擦力對於物體的影響，並了解到若是沒有摩擦力的話對於物體表現會有多麼古怪，而在integrator中可以感受到integrator對於其物體表現佔有很大的影響，若是其積分月沒有偏差越能模擬出現實世界的狀況，而delta的選擇也會影響到各項物體的表現狀況，弱勢deltatime太大的話其造成的偏差值也會越來越大，進而影響物體模擬的精確度。