

Particle System – Kinematics

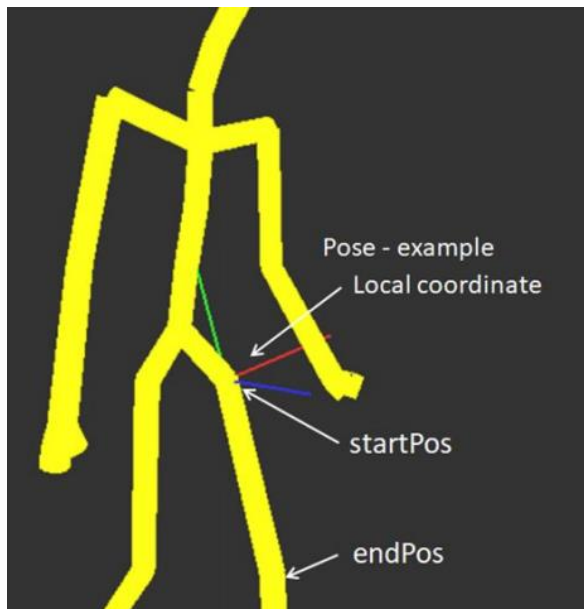
資科工碩 309551007 陳鎮華

● Introduction

此份實驗主要在實作正向運動學(Forward Kinematics, FK)與 Time-warping 進行模擬。FK 為在動畫或物理運動時常用於實作多關節的腳色模擬，透過各關節在地坐標系(Local coordinate)的位移與角度資訊從腳色的起始位置開始推算各關節在全域坐標系的位置與角度，進而達到腳色模型的物理或動畫模擬。Timewarping 應用於已經建立好的動畫序列必須對指定幾幀進行稍微的調整，使得此動畫序列可以在某些關鍵幀(Keyframe)能在使用者所期望的動作時間上。

● Fundamentals

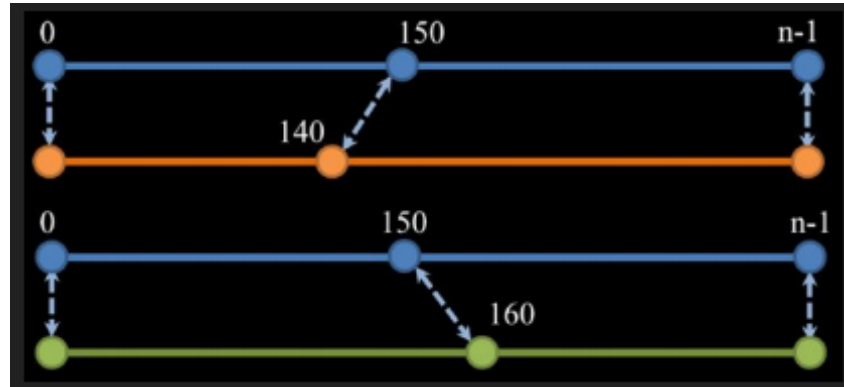
在動畫檔案結構裡如果只有存關節的座標系以及各關節間相對的位移角度關係，或是在動畫製作軟體需要對各個關節進行個別的調整修正，我們就必須在將各繪製時轉換為在世界坐標系內的全域位置與角度。方法可以透過從起始的位置透過旋轉與位移的矩陣運算，累加到指定的關節位置，整個模型的骨架通常以 tree 的資料結構儲存，因此可以透過 BFS 或 DFS 的方式遍歷整個資料結構並計算出所有關節的全域位置與角度。



(Source: NCTU-CS Computer Animation Course)

Timewarping 需要將關鍵幀重新對應到指定幀的動作上，因此整個動畫序列的速度必須稍做調整。這邊我們對於關節上的位移資訊進行線性內插(Linear interpolation)，對於角度資訊進行球型內插

(Slerp)。由於位移本身是在線性的方式進行移動，因此我們只需使用一般的線性內插即可，但如果對兩角度之間直接做內插，因為角度的旋轉有順序性，結果將不會是我們想要的，因此就要透過另一種在球面上或是特別用於角度的內插方法 Slerp。



(Source: NCTU-CS Computer Animation Course)

● Implementation

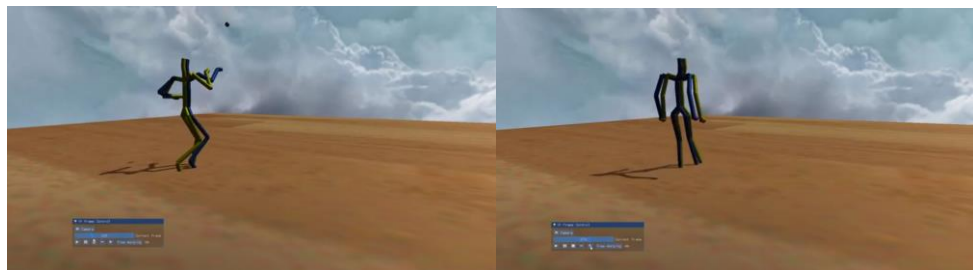
實作部分的相關程式碼已放置在 Github 上([Link](#))，FK 的部分採用 DFS 的方式對骨架的資料結構 traversal，並將各個關節計算出來的全域位移與角度累計起來，便能將原先的 local 資訊轉換成 global 資訊使其能被正常繪製。Timewarping 的部分對舊的關鍵幀與新的關鍵幀計算需要調整的速度比例做為權重，並取出目標內插的幀數進行內插，產生新的動畫序列。

● Result and Discussion

■ 重建後的骨架模型動畫



■ Timewarping 後使模型能接到落下的球體



(相關的模擬:[Link](#))

■ 討論

正向運動學的模擬使原先在地坐標系的資訊結果轉換為全域可以繪製的模型，並能讓動畫正常的播放出腳色模型在跑步的動作。Timewarping 的部分將原先接不到球的腳色動畫進行幀數的調整，使得關鍵幀能夠剛好符合球體落下的位置，使腳色能夠接到落下中的球體。

● Conclusion

在本次的實驗中我們實作了 FK 與 Timewarping 的模擬，此兩項技術皆為在動畫領域基礎且常用的技巧。在實作上只要將方法的原理流程弄清楚，並不會遇到太大的問題，但簡單的方法卻也是相當好用，在目前的許多動畫或是建模軟體中也都會使用到類似的方法以及原理，而希望之後可以更進一步的對於其他方法進行實作研究，如：反向運動學(Backward Kinematics)。