

# 三維工作空間中智慧型觀察者之運動追蹤計畫

*by*

游宗翰, 李蔡彥

{g8801, li}@cs.nccu.edu.tw

國立政治大學資訊科學系

## Outline

- 簡介
- 相關研究
- 問題描述
- 解決方法
- 實作成果
- 實驗結果
- 結論與未來發展

## 簡介

- 智慧型觀察者的研究在運用機器人學中運動計畫的演算法來搜尋攝影機(觀察者)的路徑，以便可以在空間中追蹤某一個特定的目標物，並且避開環境中的障礙物
- 一般多簡化在二維工作空間中，因為如果考慮三維空間中觀察者所有的自由度，則計算的複雜度過高，路徑搜尋將相當費時
- 我們根據攝影上的法則，將觀察者較不重要的自由度暫時忽略，而將搜尋的空間降低到四維空間；再根據智慧型觀察者問題的特性，設計出一個特殊的搜尋方法，在三維的空間中紀錄搜尋的過程，所找到的路徑能還原到四維空間
- 適用於自動導覽系統中。自動導覽系統是藉由導覽員的帶領，引導使用者去瀏覽已知或未知的環境，而智慧型觀察者在導覽系統中所扮演的，則是照相機的角色，負責在場景中追蹤導覽員。導覽系統屬於線上的應用，必須對使用者的互動很快就有回應，所以計算的時間不能太長，通常在幾秒鐘之內就要完成

3

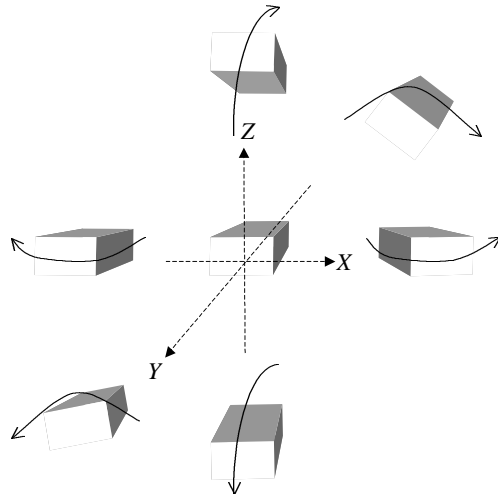
## 相關研究

- 電腦圖學
  - ◆ 使用攝影常用規則來控制照相機
  - ◆ 虛擬環境中的照相機模組
- 機器人學
  - ◆ 追蹤問題的最佳解，可以用物體運動計畫加上 Dynamic Programming 的方法求得
  - ◆ 使用參數表示不同的偏好，再加上 Best-First Search，來搜尋觀察者的路徑-適合於線上應用

4

## 問題描述

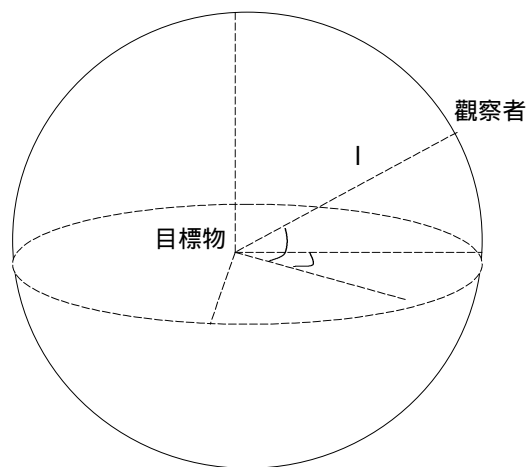
- 在一個三維的虛擬空間中，假設障礙物的幾何形狀是已知，且固定不動的。給定一個目標物在此空間中的軌跡，我們要運用物體運動計畫來計算觀察者的路徑，這個路徑在任何時間都能看得到目標物，而且會避開障礙物
- 物體在三維空間中原本有六個自由度，我們根據攝影的法則，例如照相機在拍攝的時候，本身在三維空間的Y軸上並不會有旋轉的動作，如圖一所示，另外我們假設目標物必須要在觀察者視線範圍的中央，所以在X軸以及Z軸上的旋轉運動，也被我們暫時忽略，觀察者的角度會固定朝向目標物



5

## 問題描述(cont.)

用球型座標來表示三維空間中的任一點



6

## 解決方法

- 方法一

- ◆ 我們以前在二維空間時，曾提出使用參數表示不同的偏好，再加上 Best-First Search，來搜尋觀察者的路徑，這個方法所搜尋的空間是三維的空間。根據我們以前的研究，在三維空間中作搜尋所需要花費的時間，可以符合線上應用的時間要求，所以我們想要利用這個方法來搜尋
- ◆ 將其中一個自由度(觀察者與目標物之間的距離  $l$ ，以下簡稱距離)固定，搜尋的空間就從四維變成三維
- ◆ 這樣的辦法雖然能夠找到路徑，但是因為距離固定，沒有辦法縮短，很容易會被障礙物擋住而找不到路徑

- 方法二

- ◆ 將方法一作改進，當搜尋過程中碰到障礙物的時候，接下來的搜尋過程則會將距離縮短，試著用較短的距離去搜尋路徑
- ◆ 與障礙物碰撞的機會變小，然而距離縮短了之後，視覺效果的感覺並不是很好，觀察者會距離目標物太近

7

## 解決方法(cont.)

- 方法三

- ◆ 再將方法二改進，如果距離被縮短了，避開障礙物之後，在接下來的搜尋過程中，會慢慢再將距離增加回到初始距離
- ◆ 在實驗的過程中，發現慢慢增加回來的距離，因為並不是在從頭到尾的搜尋過程中都顧慮到，只有往前作搜尋時才會考慮距離，如果遇到問題就沒有辦法往回重新修正
- ◆ 失去了完整性(completeness)

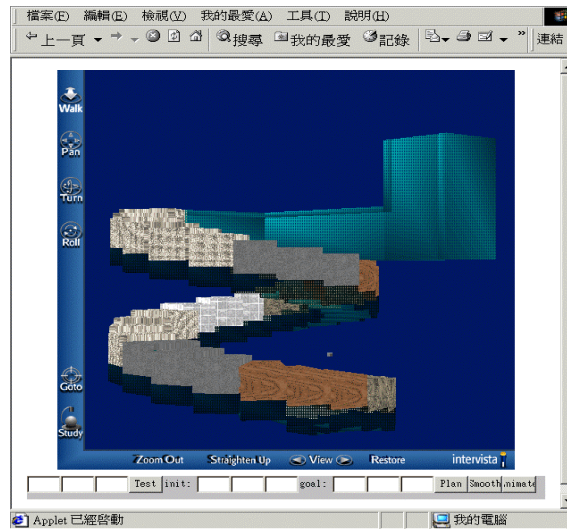
- 方法四

- ◆ 距離這個自由度有比較不同的特性，距離越小，則搜尋路徑越容易，因為目標物與觀察者越接近，就越不容易有障礙物擋在它們之間
- ◆ 在搜尋的過程中，會記錄每個點的距離臨界值，只有符合某些條件的時候(例如：相鄰的兩個點之間的距離要有連續性)，在搜尋時才會縮短距離或增長距離
- ◆ 在三維的空間中搜尋，但是已經把距離的因素，在搜尋的任何時刻都考慮進去。使用這個演算法搜尋出來的路徑，與在四維的空間中搜尋，會有同樣的效果

8

## 實作成果

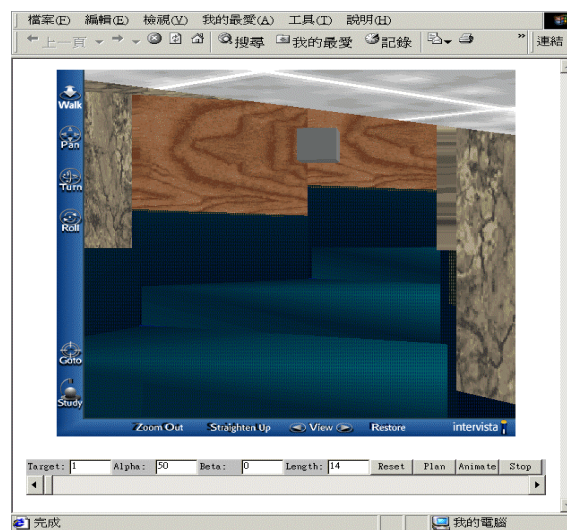
### 目標物的路徑計畫器



9

## 實作成果(cont.)

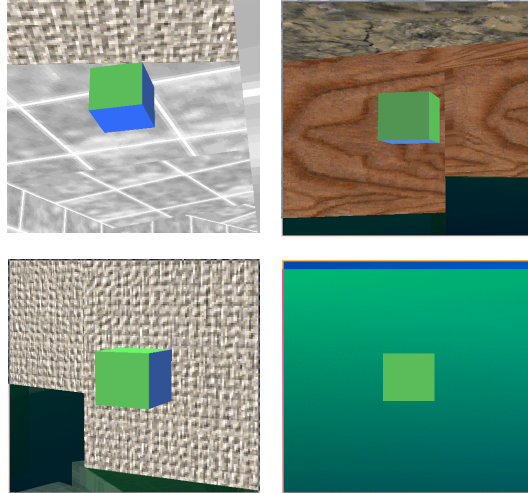
### 智慧型觀察者路徑計畫器



10

## 實作成果(cont.)

智慧型觀察者追蹤路徑的部分畫面擷取



11

## 實驗結果

- 測試的搜尋方法如前所述總共有四種
- 實驗所使用的模型如前所示
- 場景則是以格子點來劃分，大小是128x128x128，每個搜尋方法使用的Workspace都是128x128x128，
- 實驗機器CPU Celeron 900 Mhz，RAM 384 MB

	方法一	方法二	方法三	方法四
初始的最長距離	10	14	12	15
平均距離	10.0	10.44	11.51	14.46
所需時間(s)	0.979	0.972	2.684	3.285
完整性	No	No	No	Yes

12

## 結論與未來發展

- 結論
  - ◆ 將智慧型觀察者應用於自動導覽系統中
  - ◆ 根據攝影法則將較不重要自由度忽略
  - ◆ 根據智慧型觀察者的特性提出一特別搜尋演算法
  - ◆ 解決三維空間中智慧型觀察者的追蹤問題
- 未來發展
  - ◆ 利用後處理將暫時忽略的自由度加入，並且仍然符合智慧型觀察者的條件
  - ◆ 障礙物可以為任意形狀、目標物與觀察者的體積會考慮碰撞偵測