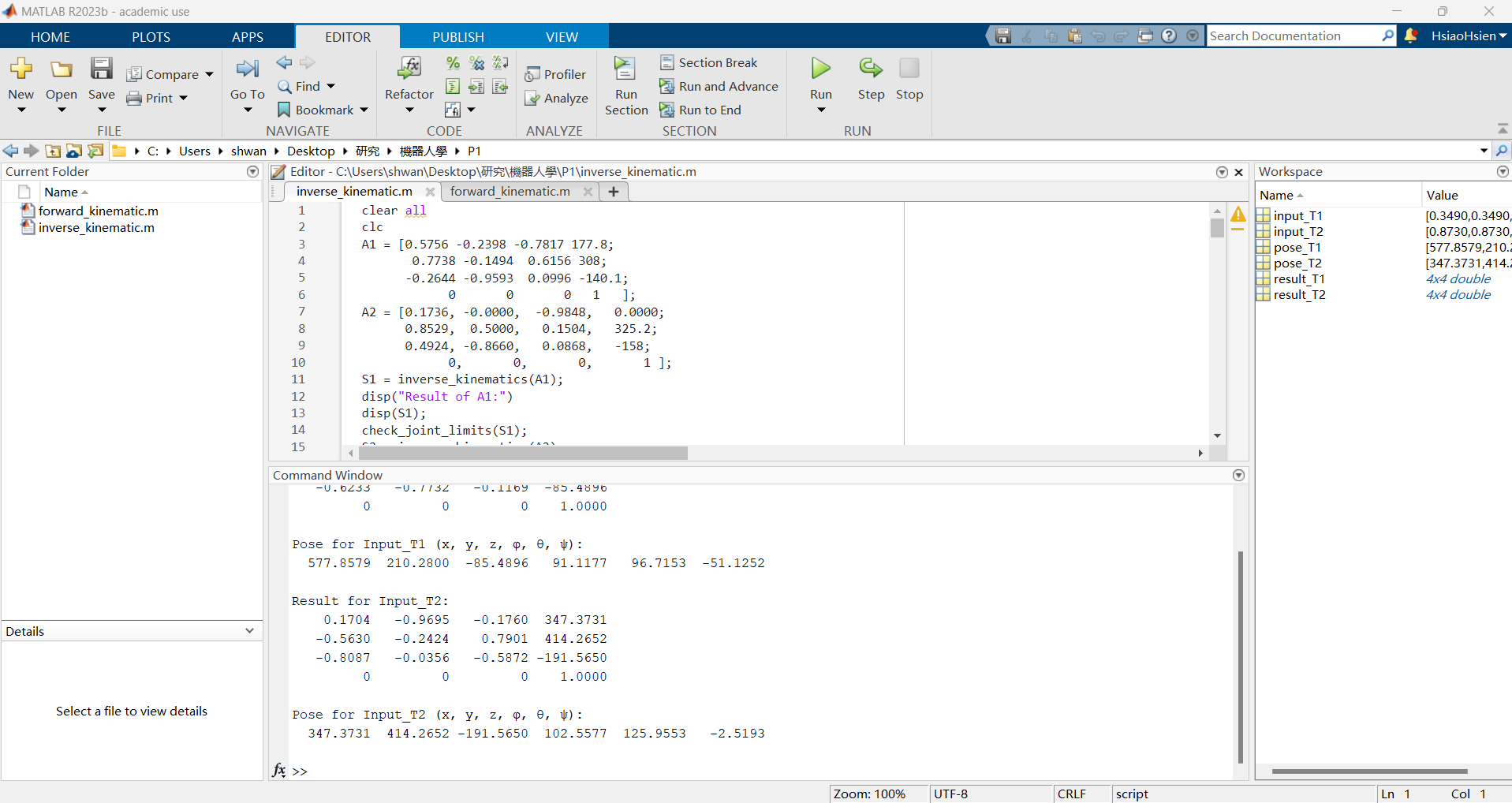
李效賢 學號312512011 shwan255143@gmail.com

1.介面說明：

開發平台：Matlab 2023b release

執行方式：按下工具列右上的Run 按鈕一鍵執行 .m 腳本



Results:

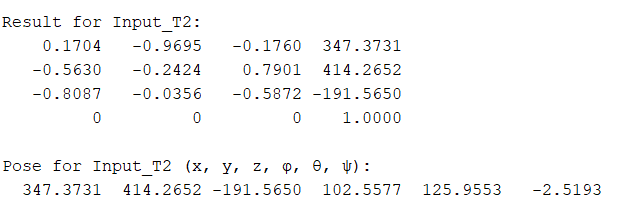
Part I Forward Kinematic

1. input\_T1 = [0.349, 0.349, -0.349, 0.349, 0.349, 0.349];

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 數字 的圖片

自動產生的描述

2. input\_T2 = [0.873, 0.873, -0.873, 0.873, 0.873, 0.873];



核心程式碼架構：

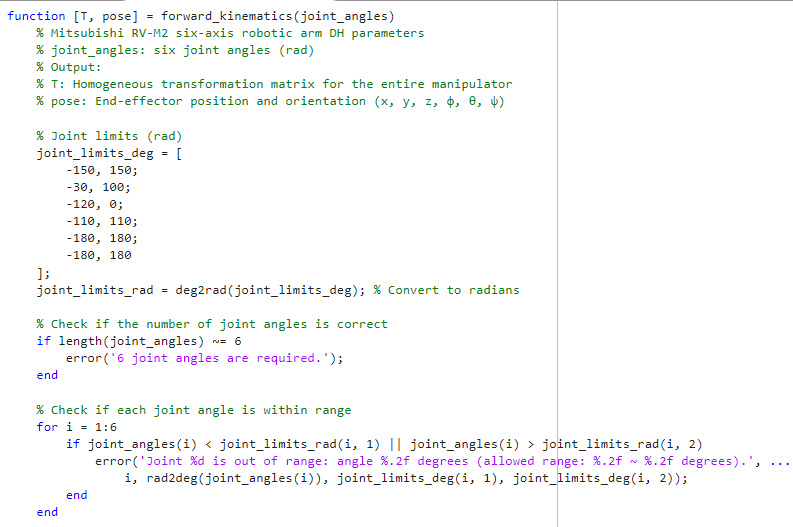
Part I Forward Kinematic

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

自動產生的描述

定義Input (每個joint角度)，Forward kinematic計算過程包成function型式，r回傳計算結果(noap矩陣)和pose(x, y, z, φ, θ, ψ)，這部分在下面會解釋：

計算forward kinematic的函式首先依照P1上的說明，訂出每個關節的活動範圍限制，確認是否超過活動範圍，若超過則顯示錯誤訊息：標示第幾個joint超出範圍，允許的活動範圍是幾度到幾度。



接著定義DH parameter table，也就是θ, d, a , α四個參數。

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 數字 的圖片

自動產生的描述\\

然後計算初始化一個4\*4的identity矩陣，定義Ai(=1~6)，在迴圈內相乘最後得到結果。

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

自動產生的描述

最後是計算Pose，px, py, pz分別是最後一個column的1, 2, 3個元素。

Φ =

θ =

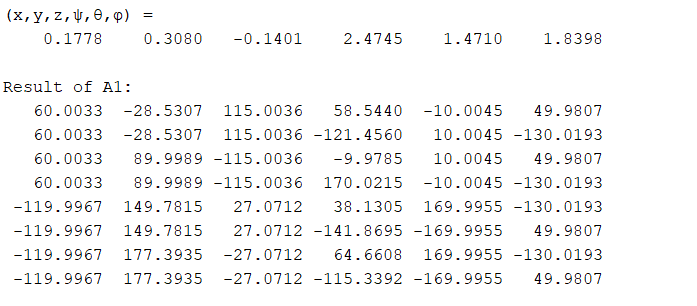
ψ =

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

自動產生的描述

最後\*180/pi是把rad轉換成degree，用Matlab的rad2deg 指令也可以。

Part II. Inverse Kinematic

1.A1一張含有 文字, 螢幕擷取畫面 的圖片

自動產生的描述

2.A2

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 數字 的圖片

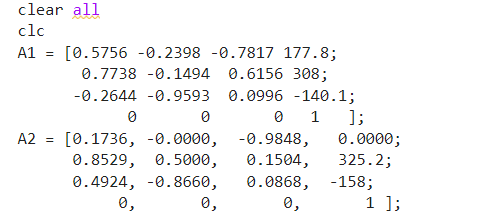
自動產生的描述

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 數字 的圖片

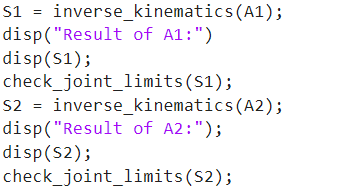
自動產生的描述

程式架構說明

首先清除所有計算的過程以及命令列的文字方便觀測結果，接下來定義輸入A1A2兩個noap矩陣。



由於計算inverse kinematic要先算出對應的關節角度才能確認是否碰到limit，故我把這兩件事分開來處理，之後會詳述。



計算inverse kinematics的function輸入為noap矩陣，首先把nx, ny, nz….等相對應位置的變數傳遞到相對應的符號，px, py, pz由於我a1, a2, a3選擇使用m為單位所以要乘以0.001。然後計算姿態(x, y, z, φ, θ, ψ)

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

自動產生的描述

開始計算theta1~theta6的過程，不過每一次計算完都要確保角度落在-180~180 degree之間，所以每一次計算完都會先經過我自己寫的wrapToPi function確保輸出的角度會落在此範圍之內。

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

自動產生的描述

以下為theta1~theta6的計算過程：

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 數字 的圖片

自動產生的描述

theta1 ~ theta3使用geometric solutional計算，theta4~theta6使用gebraic solution計算

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 數字 的圖片

自動產生的描述

一張含有 文字, 字型, 紙張, 螢幕擷取畫面 的圖片

自動產生的描述

一張含有 文字, 字型, 螢幕擷取畫面, 紙張 的圖片

自動產生的描述

最後是判斷angle limit的function， 若所有的角度皆在範圍內會顯示All joint angles within range.

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

自動產生的描述

數學方程式推導：

Part 1. Forward Kinematic

一張含有 文字, 筆跡, 字型, 螢幕擷取畫面 的圖片

自動產生的描述

Part II. Inverse Kinematic

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 筆跡, 字型 的圖片

自動產生的描述

加分題：討論兩種逆向運動學(代數法，幾何法)的優缺點 (10%)

代數法：優點是計算過程簡單，缺點為求解過程不直觀，且容易出現singular solution或是超出機器手臂工作範圍

幾何法：優點為求解過程直觀好理解，且較不易出現singular solution或超出手臂工作範圍的解。缺點為計算過程複雜需要繪圖來解決問題。