

## 以 Labview 實作視覺量測

莊翔凱 108022203 Lab partner: 曹群易 108022135

實驗組別：7 報告日期：2021/6/19

我們利用 Labview 中的機器視覺開發模組，搭配一外加攝影鏡頭，成為使用視覺測量的儀器，並以此重複上學期的部分實驗：單擺運動及耦合振盪，獲取目標物的移動軌跡，最後匯入 MATLAB 進行擬合分析。

### I. 實驗介紹

經歷過將近兩年的物理實驗課，我們學到不少實驗量測的方法，如使用光閘記錄質點的移動狀態，從而計算出的加速度值，或是使用移動感測器取得滑車的位移量。而此實驗的目的，便是要取代上述種種複雜的偵測儀器，利用一台筆電與外接攝影鏡頭，達到與上述相同的實驗效果。

Labview 的機器視覺開發模組（Vision Development）為此次實驗的核心，其中的影像分析套件 Vision Analysis 能夠解析所追蹤物體的位置數據，透過標記每張影像中追蹤目標的位置點並匯出，我們便能取得此物件隨時間演變下的移動軌跡，進而分析物體運動模式。若將此方法與以往的實驗技巧相比較，最大的差異便是視覺量測廣泛的應用層面，凡是需要追蹤固定物件的實驗，現在皆可藉由 Labview 程式與外接攝影鏡頭達成。

我們重新操作上學期的部分實驗——單擺實驗及耦合震盪，並利用此機器視覺的方式重現，最後將取得的數據依據各種運動的公式，匯入 MATLAB 進行分析。

### II. 實驗方法

實驗大致分為四部分進行，首先需要安裝 Labview 內合適的機器視覺開發模組，接著根據需要的功能，撰寫影像擷取程式，隨後透過一些小實驗進行實際量測，並將結果納入 MATLAB 分析。實驗儀器有筆記型電腦一台、外接的攝影鏡頭、單擺及滑車實驗組等等。

#### （一）撰寫 Labview 程式

FIG.1 為此實驗主要的程式之一，用途為按設定的次數，擷取相對應的照片數量，作為後續分析的資料來源。前面板設計如 FIG.2，左上角可以選擇需要擷取的照片數量，並在按下 OK 鈕後開始執行擷取，並將資料依序存入先前預設的路徑位置（見面版右上方），攝影機所拍攝的畫面將會同步顯示在下方的螢幕上。若要終止程式運行，按下

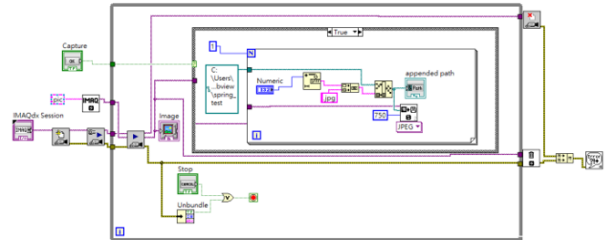


FIG. 1: Labview 影像擷取程式。

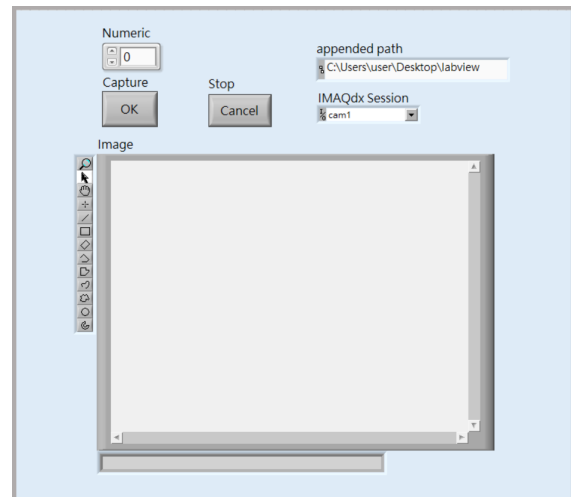


FIG. 2: Labview 影像擷取程式前面板。

Cancel 鍵即可。

FIG.3 為機器視覺開發模組中的套件 Vision Analysis 操作介面，有了上述步驟取得的實驗照片，我們便能取得相關重要參數的實際數據，例如物體的水平位移量。首先需要取得正確的比例尺（Image Calibration），將相片中的每個像素與每個毫米換算，接著取出灰階圖樣（Color Plane Extraction: Grayscale），使軟體能順利讀取照片，最後設定明顯的追蹤點（Pattern Matching），作為欲測量物移動的參考依據，最終軟體將能根據追蹤點的移動，給出每個點的位置數據。

#### （二）實驗進行

我們透過視覺測量，重現幾個經典的力學實驗：單擺運動、阻尼振盪及耦合振盪，並且使用黑

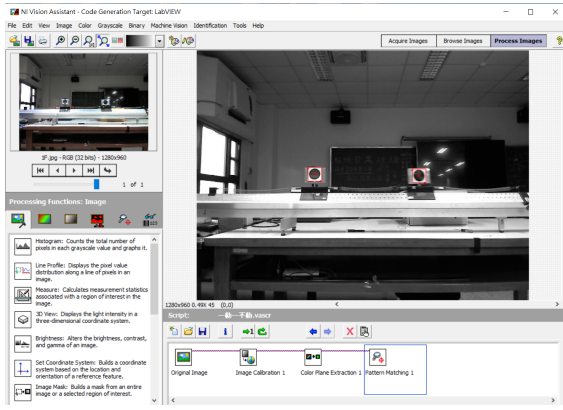


FIG. 3: Vision Analysis 分析步驟。

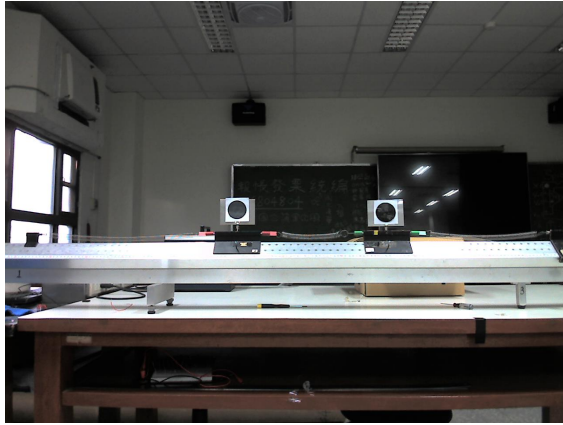


FIG. 4: 耦合振盪實驗架設。

色的圓點作為追蹤目標，FIG.4 為耦合振盪的實驗示意圖。

### (三) MATLAB 分析

最後，我們將數據匯入 MATLAB 進行方程式擬合，分別對應簡諧運動、阻尼振盪及耦合振盪的方程式，比較實驗數據與擬合結果。

## III. 實驗結果

### (一) 單擺簡諧運動

擬合結果如 FIG.5 所示。由於此為實驗早期時的數據，因此結果略顯粗糙，不過大致上仍能觀察出振盪趨勢，若根據擺長  $L = 80 \text{ cm}$  推算，理論的角頻率  $\omega \approx 3.8 \text{ (rad/s)}$ ，實驗擬合得到的角頻率  $\omega' \approx 3.6 \text{ (rad/s)}$ ，差異約為 5%。

### (二) 阻尼振盪及耦合振盪

我們在滑車上裝設磁鐵，使其成為固定阻尼來源，記錄數個運動週期後取其數據，進行分析。FIG.6 為將數據根據 Eq.(1) 進行擬合後的結果，得到阻尼值  $\lambda \approx 0.11 \text{ (Ns/kgm)}$ ，振幅  $x_0 \approx 74.3 \text{ (mm)}$ ，角頻率  $\omega_d \approx 3.15 \text{ (rad/s)}$ ，相角  $\phi \approx -1.23 \text{ (rad)}$ 。

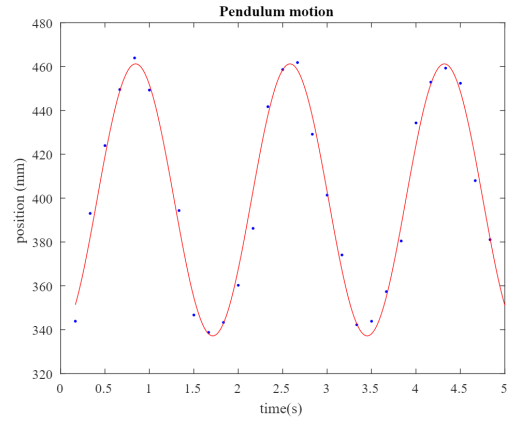


FIG. 5: 單擺實驗的數據擬合圖。

(rad)。由於此實驗我們沒有阻尼的理論數值，因此只能觀察理論公式擬合曲線與數據點的符合程度，相關係數為 0.99。

$$x(t) = x_0 e^{-\lambda t/2} \cos(\omega_d t + \phi) \quad (1)$$

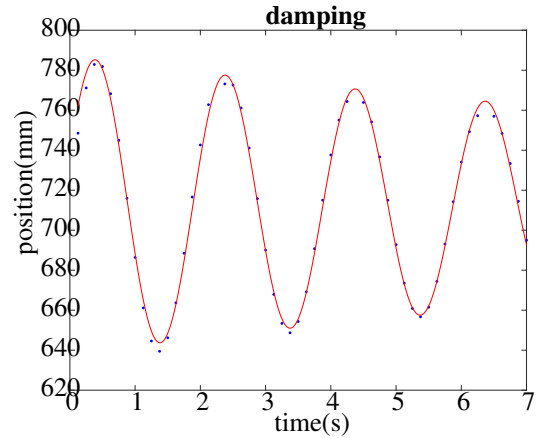


FIG. 6: 阻尼震盪實驗擬合圖。

在耦合振盪實驗中，我們分別量測了兩種簡正模式的振盪：對稱模式與反對稱模式。在對稱模式中，給予兩台滑車相同的初始位移量 10 cm，使其開始振盪；而反對稱模式中，兩台滑車的初始位移為反向各 5 cm，記錄數個週期後，將得到的數據進行擬合（見 FIG.7 與 FIG.8），分別得到對稱角頻率  $\omega_s = 2.24 \text{ (rad/s)}$ ，反對稱角頻率  $\omega_a = 4.83 \text{ (rad/s)}$ 。

#### IV. 分析與討論

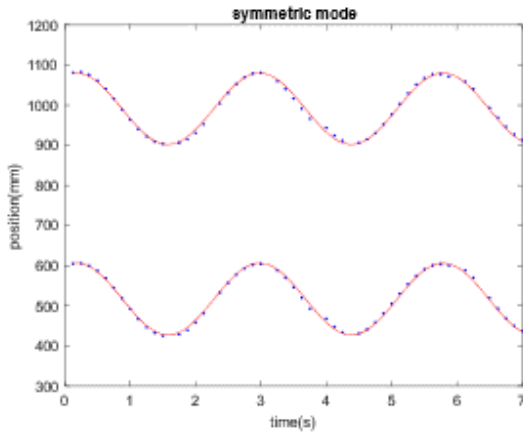


FIG. 7: 對稱模式的擬合圖。

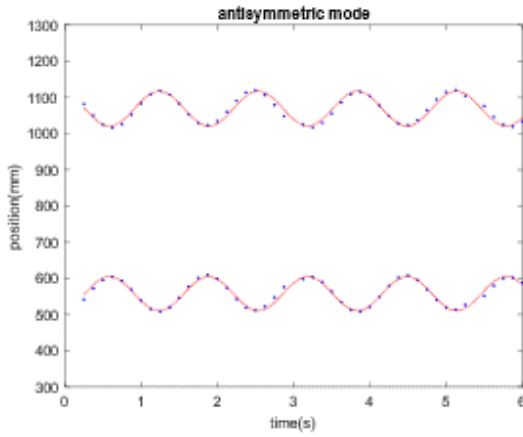


FIG. 8: 反對稱模式的擬合圖。

接著，給予兩台滑車不同的位置初始值，使其做耦合振盪，此時的振盪模式為上述兩種簡正模式的疊加，經過數據擷取與擬合後，呈現如 FIG.9。

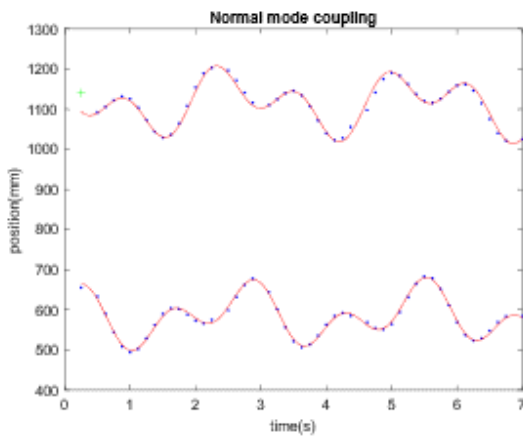


FIG. 9: 不同初始條件下，耦合振盪的擬合圖。

整體實驗的擬合結果有著相當高的相關係數，透過攝影鏡頭擷取的實驗數據連續性也滿高的，因此視覺測量也提供了我們另一種強大的方法進行實驗。然而在撰寫程式與實際操作時，我們也碰上一些問題。原先設定的追蹤目標物以顏色作為判斷依據，然而若背景太過雜亂，或是目標物顏色不夠鮮豔突出，軟體將無法順利捕捉正確的物體位置，礙於實驗當下的環境以及設備，加上時間有限，我們因此採取了辨識黑色圓點作為目標物的方法。另外，由於軟體版本的問題，有時程式運行到一半會自動跳出錯誤訊息，這部分稍微困擾了我們，但只要多試幾次，仍能順裡擷取到實驗需要的資料。而報告當下，教授也提到取樣時間應再拉長，才能取得正確的參數，這部分往後若在實驗時可以改進，只需要將程式拍攝的照片數量增加，並一起匯入 MATLAB 分析即可。