科技部

106年度大專學生研究計畫申請書

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一、綜合資料： | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |
| 申 請 人 ︻ 學 生 ︼ | 姓 名 | | 秦紫頤 | | 身分證  號　碼 | | H224914878 |
| 就 讀 學 校、  科 系 及 年 級 | | 國立中正大學資訊工程學系三年級 | | 電　話 | | 0972752710 |
| 學 生 研 究  計 畫 名 稱 | | 利用深度學習將2D的書法字圖檔轉換為6軸資訊 | | | | |
| 研 究 期 間 | | 自109年2月1日至109年11月底止，計10個月 | | | | |
| 計 畫 歸 屬 司 別 | | □自然司　　 　█工程司 　□生科司  □人文司 □科教國合司 | | | | |
| 研究學門代碼及名稱 | | E0807 視訊與影像分析 | | | | |
| 上年度曾執行本部大專學生研究計畫 | | □是（計畫編號：M0ST － － － － ）  █否 | | | | |
| 指 導 教 授 | 姓 名 | | 江振國 | | 身分證 號　碼 | | A123320882 |
| 服 務 機 構 及 科 系(所) | | 國立中正大學 資訊工程學系 | | | | |
| 職 稱 | | 助理教授 | | 電　話 | | 05-2729111 |
| 補 助 經 費 | 每位學生每月6,000元研究助學金，研究期間為8個月，共計48,000元 | | | | | | |

表C801

指導教授簽章： 申請人（學生）簽 章：

科、系主管姓名：資訊工程學系 系主任 林維暘教授

（學生就讀學校）**二、研究計畫內容**

1. 摘要

學習書法對於人類來說是需要花多年的學習和歷練，臨摹古人的真跡更是難上加難。又加上古代書法真跡珍貴但保存不易，流傳至今數量稀少。本計畫試圖從現代書法家臨摹古人所寫出的字帖2D圖檔著手，藉由深度學習將2D的資訊轉為機器手臂中6軸的資訊。 **深度學習技術 (Deep Learning)** 是近年被視為非常有發展潛力的一項技術，在電腦視覺、影像處理等領域都有突破性的貢獻，有越來越多的論文開始探索深度學習技術的可能性，期望本計畫中能應用此項技術，結合多媒體相關技術，讓古代書法的真跡繼續流傳下去。

關鍵字：6軸機器手臂、深度學習、書法

1. 研究動機與研究問題

書法是一門藝術，有些人為了學習書法必須花數年的學習和歷練，還不一定能成為大家口中的大師。為了保存古代書法的真跡，除了靠博物館保存極為少量難得的作品，掃描後的的作品，再來就是由現代書法大師臨摹出來的作品。但即使是這樣書法作品保存的數量還是極其的稀少。隨著機械技術的發展，機器手臂開始有除了工業製程以外的應用。例如：物件抓取、手術型機器人、作畫、寫書法等等。

但是如果希望機器手臂能有上述的用途，光是用機器手臂的控制技術是不夠的，勢必須要搭配深度學習等現代快速發展的技術來達成。就拿寫書法來說，在不用深度學習的情況下，首先必須在書法家用以寫字的毛筆上附上感測器，來得到寫字的一些訊號。接著將這些數位訊號轉成3軸資訊輸入成機械手臂的控制指令，最後讓機器手臂寫出來。這樣的機器手臂只能算是一個指令一個動作的工作者，而且這些訊號也不能讓機器手臂寫出和書法家一模一樣的字。當加入深度學習的技術後，雖然還是需要用上面的方法採集機器手臂的3軸資訊 (x,y,z)，但是深度學習可以用於訓練出另外三軸 (旋轉軸)，這樣機器手臂的字會更加趨近於書法家寫出來的字。

深度學習技術是近年被視為非常發展潛力的一項技術，在電腦視覺、影響處理等各大頂尖的國際會議，有越來越多的論文開始應用深度學習技術解決各種問題可能性。這項技術被看好的原因，主要是因為基於類神經網路的架構，深度學習方法被用來模擬人類大腦的思考方式，如何能從低階的影像像素表示法，發展出中階邊緣、形狀等概念，進而學習高階意涵，像是物件或人臉，這也表示如果有從未看過的影像出現，深度學習所做出的突破，能夠使產生相對應的文字來描述該影像，也就是根據對於影像的了而做出辨識上的判斷。

A close up of a logo

Description automatically generated

圖一、深度學習架構

此研究探討的問題主要有兩點：

* **將2D的書法字圖檔轉成2軸資訊(x,y)**，因為書法字的圖檔本身不是向量圖檔所以無法直接取得座標資訊，所以必須對原圖做一些操作後才可以得到座標資訊
* **透過2軸資訊帶入深度學習的模型中得到剩下4軸的資訊 (z + 旋轉矩陣)，**首先必須要找到適合的模型，經由訓練產生符合的四軸資訊。因為在這方面的研究並不是很多，參考資料有限，所以對於我們來說會是一大挑戰。

1. 文獻回顧與探討

為了對於機器手臂寫書法這件事情更加的瞭解，參考了﻿Robot Calligraphy using Pseudospectral Optimal Control in Conjunction with a Simulated Brush Model[1]這篇論文。文中利用向量圖表示的書法字的資料集MakeMeHanzi當作輸入資料。將每個字分割成一個一個筆畫，擷取(x, y)座標資訊，透過Pseudospectral Optimal Control產生補插點，再來帶入Dynamic Brush Model中產生機器手臂的一些平面資訊，再來透過這些平面資訊去產生z軸資訊和旋轉變量，最後在每筆指令中加入inertia變量用來緩衝瞬間的筆畫轉換，使機器手臂臨摹的字更加貼近書法家寫出來的字。

有關於訊號轉成3軸資訊，參考了﻿Handwritten Pattern Reproduction Using Pen Acceleration and Angular Velocity[2]這篇論文。文中利用附在筆上的加速度計還有陀螺儀得到加速度訊號還有角速度，先將上述的訊號用low pass filter過濾掉雜訊，接著將角速度的訊號積分以得到筆的旋轉角度。並運用複雜的矩陣運算取得筆旋轉後的座標系統，然後再將筆的加速度向量轉換到上一步旋轉後的座標系統上，最後再將轉換後加速度向量進行兩次的積分得到筆的位置向量。筆跡的還原就是透過比的位置向量合成2D或是3D的軌跡。

有關於此研究要用於產生旋轉軸的深度學習模型，參考了﻿RoboCoDraw: Robotic Avatar Drawing with GAN-based Style Transfer and Time-efficient Path Optimization[3]這篇論文。這篇論文使用兩層CycleGAN提出的AvatarGAN將人的影響轉成卡通圖，最後在Random-Key Genetic Algorithm做軌跡規劃，透過機器手臂畫出卡通版的人臉。CycleGAN經常用於圖像轉換，剛好符合此研究要探討的問題，將圖檔轉成軸的資訊。

1. 研究方法及步驟

首先將書法字的2D圖檔 (非向量圖)，當作資料輸入。因為要直接從圖中得到(x,y)座標資訊相當困難，所以我們先將書法字做細線化的動作。細線話就是將每個筆畫都變成一個pixel寬度。細線化後的字就很好取得(x,y)座標資訊了，因為每個pixel都會有一組(x,y)座標。接下來，就是將字的(x,y)座標資訊加上原圖帶入CycleGAN中，訓練出z軸還有旋轉軸的資訊。最後將6軸的資訊輸入機器手臂中，讓機器手臂寫出圖檔中的字。

1. 預期結果

根據研究計畫內容，第一階段的目標是希望機器手臂能寫出和圖檔相同的字，先不管旋轉軸（矩陣）的資訊是不是非常準確，只要寫出來的字有對就好。第二階段是希望能訓練出精確的旋轉軸（矩陣）資訊，也就是說希望機器手筆能寫出和圖檔一模一樣的字 （筆得下壓力道和角度等等）。這也是此研究得最終目標。

1. 參考文獻

[1] ﻿Sen Wang, Jiaqi Chen, Xuanliang Deng, Seth Hutchinson, and Frank Dellaert, Robot Calligraphy using Pseudospectral Optimal Control in Conjunction with a Simulated Brush Model, International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2020

[2] ﻿Tohru Miyagawa, Yoshimichi Yonezawa, Kazunori Itoh and Masami Hashimoto, Handwritten Pattern Reproduction Using Pen Acceleration and Angular Velocity

[3] Tianying Wang, Wei Qi Toh, Hao Zhang, Xiuchao Sui, Shaohua Li, Yong Liu, Wei Jing, RoboCoDraw: Robotic Avatar Drawing with GAN-based Style Transfer and Time-efficient Path Optimization, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), 2020

（七）需要指導教授指導內容

希望教授可以利用他所熟知的知識和技巧幫助我們，關於影像處理方面的演算法，和結合深度學習來達成相關領域技術的指導。特別是有關於深度學習這方面的相關知識和應用，雖然是相當熱門的技術，之前並無深入接觸和研究過此領域的相關技術和實際操作，對此領域的了解並不是很多。另一方面也希望能建立關於資料處理相關的經驗。希望教授可以教導我們這方面的知識和技巧。