

出國報告(出國類別：進修)

赴美國邁阿密大學進修電機工程碩士心得報告

服務機關：國防部軍備局第二〇二廠

姓名職稱：陳彥廷上尉

派赴國家：美國

出國日期：105年8月17日至107年8月17日

報告日期：107年9月12日

摘要

本次進修係奉國防部 105 年 7 月 20 日國人管理字第 1050012101 號令核定赴美國邁阿密大學(Miami University)進修電機工程碩士 2 年，進修期間自 105 年 8 月 17 日至 107 年 8 月 17 日止。職於美國時間 107 年 8 月 15 日完成進修後，搭機返國報到，於臺灣時間 8 月 17 日返臺，並於當日返回原單位軍備局第二 0 二廠報到，於國防部核定文令律定修業期限 8 月 21 日前回國，在學 2 年進修期間內取得碩士學位，並發表 2 篇期刊論文[1][2]。

本案心得報告所述均屬於公開性質，未涉及機密資料，內容主要記述於美國進修 2 年期間之研究及學習心得，本報告概分為：目的、進修過程、心得與建議及參考資料來源等項次，研究項目為電子感應儀設計，利用機器學習方法，完成目標數據主動蒐集、偵測及辨識目標物等功能，軟體系統係利用 MATLAB 軟體執行主成分分析(PCA)方法分析，硬體系統以微型控制器搭配使用多個市售電子感應器，收集類比數據並傳送至電腦，經交叉比對各式感應器穩定性、準確率、敏銳度及反應時間等特性後，進行最佳化設計，降低設計成本及系統體積，提高主動識別準確率，符合使用者現實環境中應用需求，透過以上所述各項突破性設計，於進修期間發表 2 篇研討會期刊論文。

目次

壹、目的.....	2
貳、進修過程.....	2
參、心得與建議事項.....	15
肆、參考資料來源.....	18
伍、附件.....	18

壹、目的

本報告係依「行政院及所屬各機關出國報告綜合處理要點」規定辦理撰擬，旨在提供職於進修期間之研究及學習心得，提供相關人員參用，全案係奉國防部 105 年 7 月 20 日國人管理字第 1050012101 號令辦理。

職自 105 年 8 月 17 日至 107 年 8 月 17 日止，赴美國邁阿密大學 (Miami University) 進修電機電腦工程學系 (Electrical and Computer Engineering) 碩士 2 年，研究項目為電子感應儀 (Smart-Home Sensing System)，功能為蒐集、偵測及辨識空氣中物質，利用微型控制器 (Microcontroller) 搭配使用多個市售電子感應器蒐整及建立數據資料，研究範疇主要應用於室內空氣污染狀況及品質檢測。

貳、進修過程

一、進修學校簡介

美國邁阿密大學 (Miami University) 為一所位於美國俄亥俄州 (Ohio) 牛津 (Oxford) 之公立大學，創立於西元 1809 年，以其創立年份而言，為全美國第十間公立學校 (為俄亥俄州第二間公立學校)，並為八所公立常春藤盟校 (Public Ivies) 之一，公立常春藤盟校係描述其學校具有可與一般常春藤盟校 (Ivy League) 匹敵之豐富教育資源與環境，但學費卻僅為公立收費，故可吸引在各學術領域優秀的師生。此外，牛津氣候舒適且四季分明，整個小鎮屬於大學城性質，各式商舖及店家大多是為了學校學生而設立，生活機能雖然無法與大城市相提並論，但仍可滿足學生們的基本生活起居。此地同時駐有「大學」及「小鎮」的警察，警力充沛、治安及風情純樸，除了本州居民為主的學生，更廣收各國國際學生，學術研究及學習氣氛良好[3]。

二、修業規定：

職進修項目為電機電腦工程學系 (Electrical and Computer Engineering) 碩士學位 (Master of Science)，依邁阿密大學律定之研究生畢業要求，主要

概分為課程學分取得以及論文(Thesis)寫作兩大部分。

一般美國大學要求攻讀理學碩士(Master of Science)學位之學生須完成論文，另外須取得專業領域課程學分，依邁阿密大學電機系系所規定，須完成 10 門以上研究生程度課程(32 學分)，方可達到畢業要求。

學生於每個學期修課前，一般會先與導師(指導教授)或研究生輔導教授討論，檢討對於該學生於研究及實驗方面有助益之相關專業背景和能力，以確認建議選課方向，並可在開學第一週先到課試聽，經評估後可進行網路上調整加退選課，確認該學期課表，倘若在期中考前發現自己在該課程表現不佳，亦可透過與任課教授商議後辦理退選，且成績單上不會顯示該筆退課紀錄，如果過了期中考才辦理退課，將會於成績單該門課後方註明「W」以示區別。

有關詳細畢業要求部分，說明概述如后：

(一)專業領域課程學分：

職進修科系為電機電腦工程學系(Electrical and Computer Engineering)，依系所規定，由於電機系學生需要許多語言編程基礎，故要求學生同時須進修電機系(15 學分以上)及資訊工程系(12 學分以上)兩大專業領域之研究生課程，合計須取得 32 學分以上學分，以達到碩士學生畢業學分條件。

在學期間，職進修電機類課程如后：數位訊號處理(Digital Signal Processing)、生物訊號分析(Biomedical Signal Analysis)、數位影像處理(Digital Image Processing)、通訊系統(Communication Systems)、電磁學應用-感應與通訊(EM in Sensing & Communications)；另資訊工程類進修課程計有：專業電腦工具(Technical Computing Tools)、科學語言編程(Scientific Programming)、數學模擬(Mathematical Modeling)、物理系統模擬(Simulation of Physical Systems)、機器學習(Machine Learning)及算法(Algorithms)等課程，課堂中運用到多項編程語言基礎，如：MATLAB、

R 語言、C++及 Python 等語言程式。

美國的課程難易度分級，可見於課程名稱代號，第一個數字如果為「1」，則代表該門課為大一學生程度課程，以此類推，「5」或「6」開頭為研究生等級課程，例如：「數位訊號處理」課程代碼為「ECE525」，ECE 為電機系縮寫，表示為電機系的研究生課，「5」開頭的課程通常同時具有「4」、「5」兩種開頭的名稱代號，表示該門課為研究生及大學部一同進修的課程。研究所課程若與大學部學生一同上課，教授對於研究生的要求會較嚴格，用以區別取得「4」開頭等級或「5」開頭等級課程學分，通常透過「多一個期末報告」或「多一次期中考」等方式，以作為和大學部學生之區別，且學期末分數批改標準也會較高，同時研究生要求各科平均至少要有 B(約為 100 分制 83 分以上)，各科目每學期須舉行期中考(Mid-term)、期末考(Final)及數次不定期隨堂測驗(Quiz)，另包含上台簡報(Presentation)、實驗課(Lab)及實作研究報告(Report)等，以上所述各項教授交付作業、考試及課堂上表現等，都列入期末成績計算，換言之，不只是要求學生學業上表現優秀，上課時也得要與老師及學生有良好的討論及互動。

(二) 論文報告：

針對論文報告內容部分，須由學生自行找到有興趣的研究領域，並找到指導老師完成相關實驗、研究及報告撰擬。除指導教授外，須另由兩位指導教授，共同組成三人評議會，審查畢業論文報告內容，學生須針對指導事項完成修正。

前述之研究相關事項，皆須學生自動自發完成，故有學生甚至已經進修了一年，還沒找到指導教授。此外，教授在研究方面，僅扮演輔導角色，並不會主動向學生告知明確研究方向，但倘若學生有問題與教授討論，教授大多都樂意進行交流，並廣納學生的想法與意見，一般在美國進修，校方及教授皆期待學生能妥善安排時間，培養研究生自我管理

及自主學習的能力。

(三) 發表文章：

發表研討會或期刊文章並非校方明文律定之畢業要求，但大多指導教授期許學生在畢業前能依照研究成果，撰擬及發表數篇文章，主要原因是其性質及學術界貢獻與論文不同，論文性質比較偏向取得學位的要求，相對地，被其它文章引用的機率較低。職於進修期間發表兩篇文章，並於研討會上進行口頭提報，同時會議中也可以吸收其它相關領域專家的研究經驗，並於提報結束後提問或討論，有助於學術方面相互學習。

二、研究方法：

研究方面，主要可分為文獻蒐整、理論假設與實作驗證等部分，文獻蒐整主要蒐集網上資料，相關領域專家曾經發表過的期刊、文章等，學校方面會有購買許多下載文章的權限，即使學校沒有購買該文章的權限，亦可向學校圖書館申請，由校方出錢購買及下載學術文章，有助於學生進行學術研究。

有關研究內容，主要係從平時生活議題發想。由於人類大部分的時間處於室內(如：房屋內、建築物內及車輛內等)，故而室內空氣汙染為現代人一大重要課題，室內的傢俱、裝潢及用品，都可能造成人類過敏反應或是健康危害。

研究方向主要為室內空氣偵測儀，由於目前市售的機器大多體積較大，且價格較高，應用方面限制也較多，故本案採用多個市售電子感應器，各種感應器分別具有不同的功能，經統計多筆實驗數據及比對分析後，留用有效數據，除去不必要的氣味感應器，降低所需成本及體積，利合微型控制器(Microcontroller) Arduino Micro 及 Arduino Mega 蒐集數據資料，導入電腦後，以 MATLAB 軟體進行分析，利用主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)機器學習方法建立數據庫及未知氣味識別。

(一) 導論 (Introduction) :

室內空氣污染物中，揮發性有機物 (Volatile Organic Compounds, VOCs) 為常見的種類，該類污染物可來自於家庭用品，如：清潔劑、殺蟲劑及油漆等，以上所述產品被使用的頻率極高，且所產生的揮發性有機物可能會造成人體健康的危害，故本研究目標為識別主要空氣污染種類，利用數種代表性家庭用品，建立氣味數據，同時驗證感應儀及機器學習分析方式，可符合空氣品質監測之使用要求，除降低產品成本及儀器體積之外，亦須提供使用者可靠、高鑑別準確度(High accuracy)的數據及識別能力，以改善現行市面上電子感應儀設計。

(二) 分析方法

實驗部分，空氣中氣味係利用微型控制器 Arduino Micro 及 Arduino Mega 蒐集數據，初始資料為類比(Analog)數據，須利用主成分分析(Principal component analysis, PCA)方法加以分析，該方法主要被運用在多維數(Dimensionality)的數據，旨在降低數據維數，並盡可能保留原有資料中的有效數據。例如，實驗中使用 8 個氣味感應器，可視為一個八維資料(8-D)，當用其蒐集 100 筆資料時，則獲取到一個大小為 8×100 的矩陣(Matrix)。主成分分析方法的第一步為利用算式(1)計算該 8×100 矩陣的共變異數矩陣(Covariance matrix)。其中 n 代表氣味感應器的數量，X 及 Y 代表兩個任意向量變量， μ_x 代表 X 的平均值(Mean)， μ_y 則代表 Y 的平均值。

$$\text{cov}(X, Y) = \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \mu_x)(Y_i - \mu_y)}{(n-1)} \quad (1)$$

共變異數矩陣定義為一個大小 8×8 的 A 矩陣，各位置元素組成為各欄(Column)之共變異數(Covariance)總合，接下來將可利用算式(2)，計算其特徵向量(Eigenvector)及特徵值(Eigenvalue)，非零之向量 x 及純量 λ 分別為其特徵向量及特徵值。

$$Ax = \lambda x \quad (2)$$

求得蒐集數據的特徵向量(Eigenvector)及特徵值(Eigenvalue)之後，將其依絕對值大小排序，如算式(3)所示， λ_1 為最大的特徵值， x_1 則為最大特徵向量，稱之為第一主成份(First Principal Component, PC1)，後續第二大者稱為第二主成份(PC2)，以此類推。

$$|\lambda_1| \geq |\lambda_2| \geq |\lambda_3| \geq \dots \geq |\lambda_n| \quad (3)$$

由於超過 3 維(3-D)之數據無法利用圖表示，現以主成分分析方式，取得第一主成份及第二主成份，此兩向量為新的 x 軸及 y 軸，可重新畫出二維(2-D)的關係圖，由於本實驗僅採用二維數據，倘若應用上須繪製三維(3-D)的關係圖，則須求得第三主成份(PC3)釐清各項不同氣味的差異及相對關係。

(三) 實驗方法

實驗操作方式，如圖 1 所示，模擬室內封閉之環境，實驗時會開啟控制氣閥，由氣瓶送出純淨空氣充滿整個實驗系統，將所測試的化學物質(家庭用品)及電子感應儀分別放置於第一及第二個氣室(Chamber)中，每一次更換不同測試對象，將會更換氣室的容器，並提高純淨空氣流速，清洗 5 分鐘以上，避免化學物質殘留於實驗系統內。

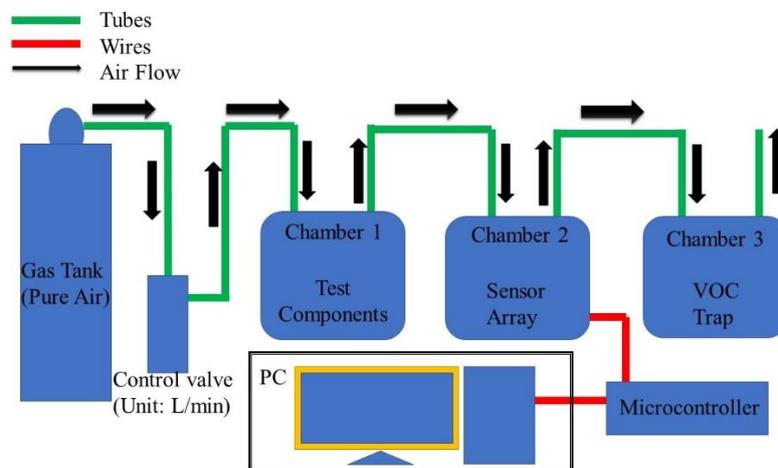


圖 1：氣味數據蒐集實驗系統設計示意圖

實驗程序部分，將搭配圖 1 所示之實驗系統設計，先以數種化學物質進行實驗，獲得符合實驗要求之參數，操作步驟、時間及氣體流速等詳細參數資料詳如表 1。

表 1：室內空氣品質檢測實驗程序表

項次	程序	花費時間(秒)
1	將受測化學物質注入第一個氣室並等待約 2 分鐘(120 秒)。	120
2	將控制氣閥開啟，以將純淨空氣送入實驗系統中，保持 0.5 L/min 空氣流速，約 45 秒後關閉控制氣閥。	45
3	持續蒐集資料，並記錄各氣味感應器數據約 8 分鐘。	480
4	停止蒐集資料並開始清理整個實驗系統，將控制氣閥開啟，保持 1.0 L/min 空氣流速約 5 到 10 分鐘後，關閉控制氣閥。	300-600
5	回到項次 1 重覆進行操作，直至全部實驗完成為止。	

(四) 電子感應器(Sensor)

在進行室內空氣污染實驗之前，先購買多種市售電子感應器，蒐整資料並找出最符合本項實驗需求者。符合條件者通常為鑑別度較高之感應器，倘若對於空氣中的各項成份的反應都相似，即表示該感應器鑑別度不佳，無法區別及分類各種氣味特性，故無法達到本項實驗所需。

為了找到合適的感應器，須考量電子感應器的敏銳度(Sensitivity)、反應時間(Reaction time)及穩定度(Stability)等參數。換言之，有效的感應器可以在較短的時間內達到穩定狀態，即反應時間較短，且對於不同物質之反應有明顯差異，另穩定度高即表示經多次實驗證實每次實驗的差異性小，數據較為可靠。經過多次驗證實驗後，除去許多不必要的感

應器，採用下表 2 中的八個感應器，項次 1 到 7 為揮發性有機物感應器，項次 8 則為溫度感應器。

表 2：實驗採用感應器及簡介

項次	感應器名稱	主要檢測功能
1	TGS2602	空氣污染 Air Contaminants
2	TGS2620	溶劑蒸氣 Solvent Vapors
3	TGS2612	甲烷 Methane
4	TGS3830	氯氟烴 Chlorofluorocarbons
5	MQ 605-00011 Alcohol Benzene Gas Sensor	酒精 Alcohol
6	AS-MLV-P2 Air Quality Sensor	室內空氣品質 Indoor air monitor
7	MQ2	工業可燃氣體 Industrial Combustible Gas
8	Temperature Sensor	溫度 Temperature

(五) 食物氣味識別測試

以人類的鼻子而言，空氣中的有害物質大多無法清楚地識別，但對於腐敗的食物識別卻相對容易一些，故而實驗方面先以食物新鮮狀況測試，確認感應器可完成簡單的識別任務。圖 2 中，x 軸及 y 軸分別為第一主成份及第二主成份，括號中百分比代表保留原有未處理過數據的百分比，故第一主成份已含原有資料 90% 代表性的資料，再加上第二主成份的 6%，此方法雖降低維度，但仍保有 96% 的資料特性。圖中的顏色分別代表四種不同食物：紅色代表牛奶、藍色代表草莓、綠色代表麵包及黑色代表馬鈴薯。圖示星號(*)代表新鮮的食物，圓圈(o)則代表放置於室溫一星期(七天)的食物。觀察其分佈情形可知，新鮮及放置多天的食物的氣味特性不同，且感應器可成功識別差異。

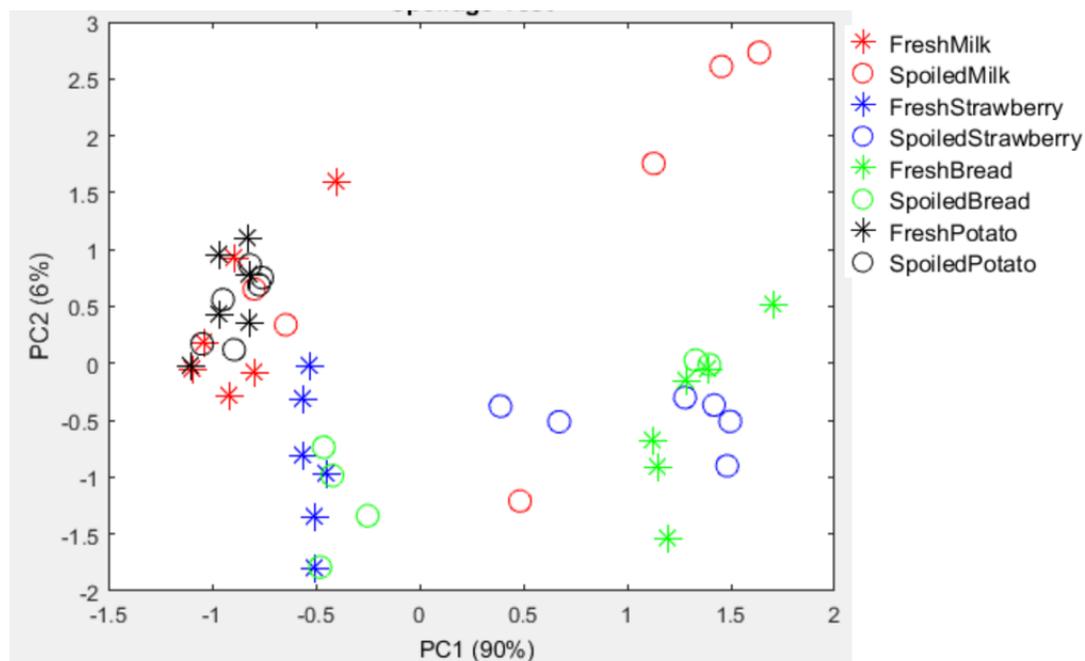


圖 2：氣味數據以主成分分析(PCA)處理後二維示意圖(食物)

表 3 中，分別統計於室溫下放置 2 天、4 天及 7 天的各類食物，依照其氣味特性進行規類，並將結果填於表格中，依其結果推論，該感應器系統在食物類別判斷並不精準，但在食物新鮮程度上都有良好的識別能力。

表 3：食物氣味識別結果表

室溫放置天數 (→) 測試對象 (↓)	Day-2	Day-4	Day-7
腐敗牛奶 Spoiled Milk (SM)	腐敗牛奶 SM	腐敗牛奶 SM	腐敗牛奶 SM
腐敗馬鈴薯 Spoiled Potato (SP)	腐敗馬鈴薯 SP	腐敗馬鈴薯 SP	腐敗馬鈴薯 SP
腐敗麵包 Spoiled Bread (SB)	新鮮麵包 FB	腐敗麵包 SB	腐敗麵包 SB
腐敗草莓 Spoiled Strawberry (SS)	腐敗麵包 SB	腐敗麵包 SB	腐敗牛奶 SM

(六) 氣味識別實驗數據蒐整

室內空氣污染實驗方面，首先利用單一種類家庭用品建立數據庫，計有空氣清淨噴霧(Air Freshener, AF)、殺蟲劑(Insect Repellent, IR)、打火機補充油(Lighter Fuel, LF)、螞蟻藥(Ant Control, AC)、清潔劑(Cleaner, CL)、油漆去除劑(Paint Stripper, PS)、油漆(Paint, PA)等七項家庭用品，並利用實驗室等級純淨空氣(Pure Air，由於 PA 與油漆英文簡稱重覆，改簡稱(Clean Air, CA)作為乾淨空氣標準，後續家庭用品於表格採上述英文縮寫表述之。

1. 建立氣味資料庫

為有效提升電子感應儀識別準確度，首先須建立龐大的數據庫，利用多筆蒐集資料，降低外在因素影響結果之可能性，此建立數據庫的過程，一般稱之為「訓練」(Training)。

訓練過程中，每一筆資料會蒐集約 5 至 10 分鐘，並採用感應器數值達到穩定區間的值，下圖 3 為 8 個感應器於蒐集「油漆去除劑(Paint Stripper, PS)」時，所採集的類比數值依時間的變化情形，圖中 8 條不同顏色的線條分別對應表 2 中的 8 個感應器，x 軸為時間(單位：秒(Second))，y 軸為標準化之採集數據大小(Normalized Magnitude)。

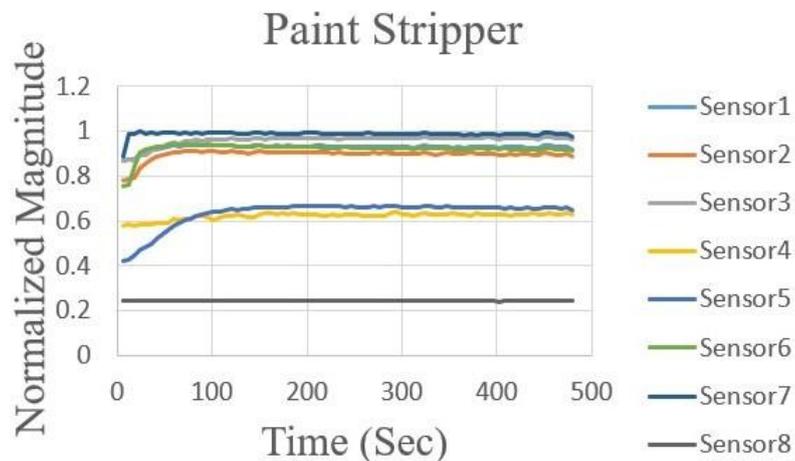


圖 3：「油漆去除劑」訓練時蒐集的數據

實驗數據完成蒐集後，利用前段所述明之主成分分析方法，將資料繪製成 2 維(2-D)的關係圖，如圖 4，圖中 x 軸及 y 軸分別為第一主成份及第二主成份，括號中百分比代表保留原有未處理過數據的百分比，故第一主成份已含原有資料 68%代表性的資料，再加上第二主成份的 15%，此方法雖降低維度，但仍保有 83%的資料特性。

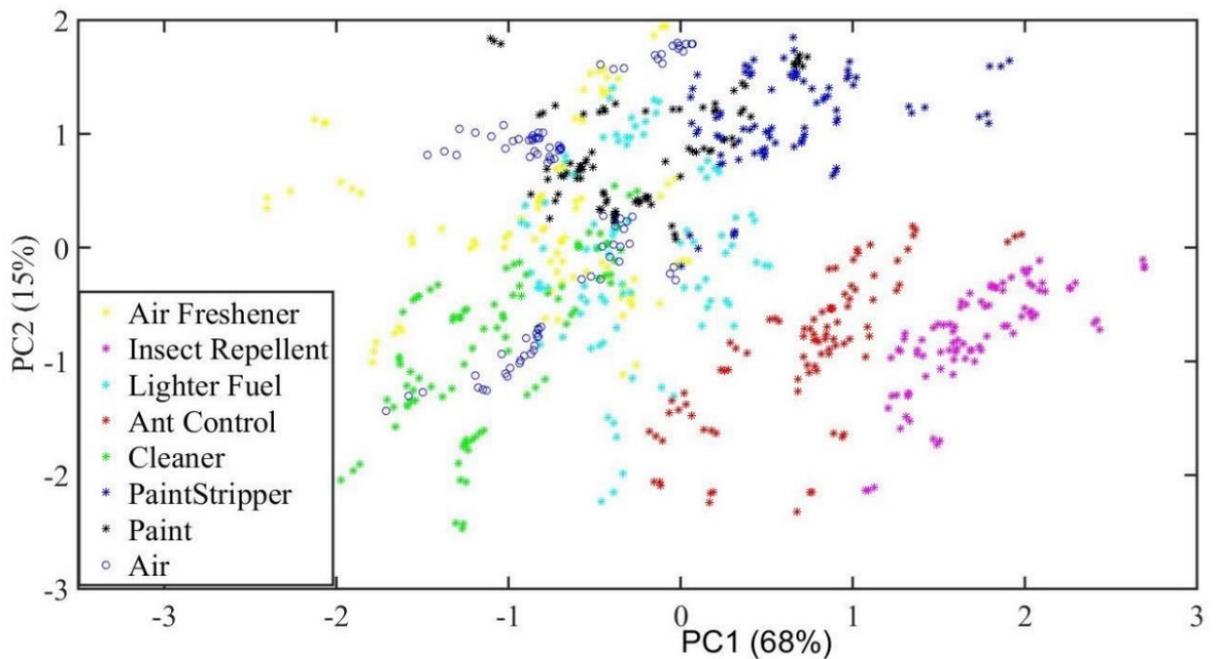


圖 4：氣味數據以主成分分析(PCA)處理後二維示意圖(單一用品)

2. 未知氣味識別

未知氣味識別，意指利用未知的數據，輸入原本建立的數據庫中，進而判別相似度，得出識別結果。本項實驗為瞭解電子感應儀的識別準確度，故以「已知」的氣味進行確認，即為建立數據時的七項家庭用品，個別進行識別，結果如下表 4。表 4 中橫向部分為正確家庭用品種類，分別代表七種商品及空氣，英文縮寫代表之產品種類可見本章第(三)部分，縱向部分為電子感應儀識別後的判別結果，依多次實驗識別統計，完成各項識

別之百分比，即為表格欄位中的數字，由表中結果可知，大多數數據都有超過 95%以上的正確率。

表 4：電子感應儀識別單一氣味結果(百分比)

已知分類 (→) 識別結果 (↓)	<i>AF</i>	<i>IR</i>	<i>LF</i>	<i>AC</i>	<i>CL</i>	<i>PS</i>	<i>PA</i>	<i>CA</i>
AF	99.74	0	0.04	0	1.15	0	0.04	0.73
IR	0	100	0	2.25	0	0.01	0	0
LF	0.01	0	99.21	0.01	0.02	0	0.01	37.45
AC	0	0	0.02	97.53	0	0.02	0	0.02
CL	0.16	0	0.01	0	98.72	0	0	0.09
PS	0	0	0.03	0.21	0	99.96	0	0.18
PA	0.02	0	0.22	0.01	0.01	0.01	99.92	5.01
CA	0.08	0	0.47	0	0.09	0	0.02	56.52

由於現實世界中，空氣中大多存在多項有害物質，故第二部分實驗以多項氣味為測試對象，將兩種以上物質混合，另以不同比例調製，確認混合比例是否影響識別結果，實驗結果如下表 5。表 5 表述方式與表 4 相同，橫向及縱向分別代表正確答案及識別結果，其中第一及第二項實驗為兩項產品混合物，第三項為四項產品混合物，第四項及第五項為高比例劑量(Higher)及正常劑量(Normal)混合物。表格中數字表示識別結果分布百分比，故縱向之合為 100。依結果得知，電子感應儀可有效識別混合物主要組成成份，且混合比例(Concentration)非主要影響因素。

表 5：電子感應儀識別多項氣味混合物結果(百分比)

已知分類 (→) 識別結果 (↓)	<i>IR+AC</i>	<i>PS+PA</i>	<i>IR+AC+PS+PA</i>	<i>IR(higher)+AC(normal)</i>	<i>AC(higher)+IR(normal)</i>
AF	0	0	0.01	0.04	0
IR	95.61	0.05	54.57	28.63	94.24
LF	0	0.02	0.06	0.15	0
AC	4.34	1.85	42.09	69.81	5.64
CL	0	0	0	0.02	0
PS	0.05	98.01	3.14	1.16	0.12
PA	0	0.07	0.1	0.16	0
CA	0	0	0.01	0.04	0

(七) 結果分析

完成主成分分析後，可觀察到新的混合物雖與組成成份相似(詳圖 5)，卻各自具有不同的特性，另可根據分佈情形，利用歐幾里得距離法 (Euclidean Distance)計算求得受測氣味與數據庫中資料之相似程度，如下列算式(4)表示方法， p 代表受測氣味各氣味感應器數據， q 代表氣味資料庫數據，數字代表感應器編號， $d(p,q)$ 即為歐幾里得距離。

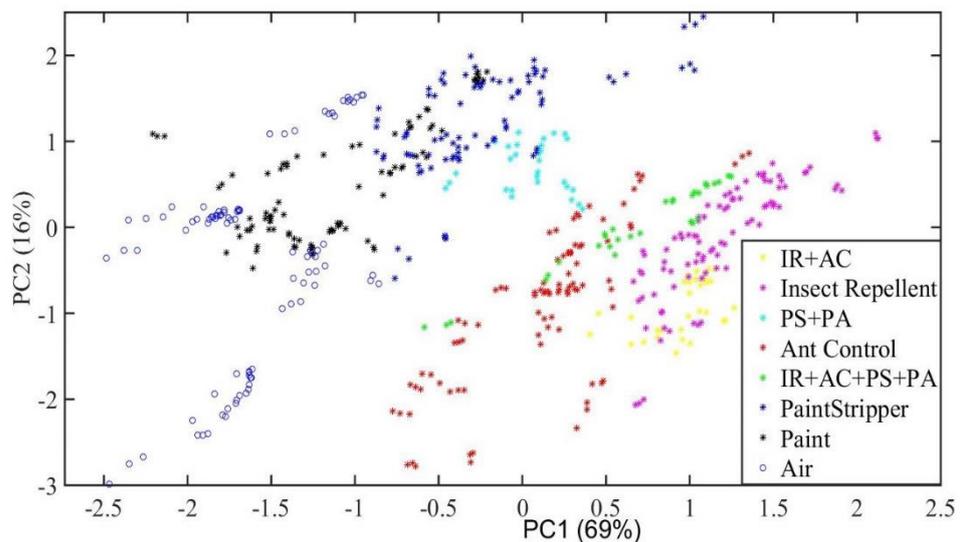


圖 5：氣味數據以主成分分析(PCA)處理後二維示意圖(混合物)

$$d(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} \quad (4)$$

歐幾里得距離可視為假想多維空間中，各筆資料的相對距離，換言之，距離愈短表示兩者之間相似程度較高，由於本實驗使用 8 個感應器，故相似度百分比應表述如算式(5)，其中 d 表示歐幾里得距離， sum 表示各項歐幾里得距離總合， p 表述相似度百分比。

$$p_{nor} = \frac{1/d^8}{sum(1/d^8)} \quad (5)$$

依照上述方式完成百分比計算後，依其分布結果，概略可將相似程度分為五大種類，由項次編號 1 至 5 分別為：極度不相似(Very unlikely)、不相似(Unlikely)、不非常相似(Not very likely)、相似(Likely)、非常相似(Very likely)等五種(詳如表 6)，用以解釋氣味識別百分比的代表含意。

表 6：相似度百分比及對應之描述

相似度描述 (→) 項次(↓)	相似度描述	百分比 (%)
1	極度不相似 Very unlikely	0-25
2	不相似 Unlikely	25-50
3	不非常相似 Not very likely	50-70
4	相似 Likely	70-90
5	非常相似 Very likely	Above 90

參、心得與建議事項

一、自主學習

美國的教育體制和文化背景，與東方國家不同，在學習上較為自由，換言之，學生不可以被動地等教授指導研究方向和方法，教授希望是學生自主性的學習及研究，遇到了問題可以和他們討論，在學術討論上也不會一味的給予建議，學生也得提出自己的看法或者蒐整的資料。另外，學生除了本身學業及學術研究工作的能力，亦須懂得團隊合作，與課堂上的同

學或實驗室其它組員研討互動，甚至將各自將負責的研究領域進行整合，共同合作以發表期刊文章。

二、嚴格的教育規定

美國在課業方面，非常注重學術上的誠實，無論是作業、報告或是論文，對於「抄襲」或「考試舞弊」為零容忍。教授大多鼓勵同學間相互討論，合作完成作業，但僅限於討論層面，所有交付的作業及報告，都必須由學生個人獨自完成，每一次線上繳交作業，都會先經過特殊軟體查驗，如果重覆程度偏高即視為抄襲。此外，學期的第一堂課就會明訂教學大綱(Syllabus)，包含上課規定及給分標準和方式，每一次的大小考試及作業，批改分數都會刊登於網路系統，且所有修習此門課程的同學都可以看到自己的成績及全班分數分佈狀況，學期末大多教授直接採用該分數，不會再額外加分或給予學生說情的空間，教授大多認為學生須對自己的課程表現負責，如果覺得自己無法在該門課生存下去，就得考慮退課，完成相關準備及調適合再選取該門課，雖然教授不會無理苛求或是刁難學生，但萬萬不可苟且認為教授會心軟，會盡可能讓學生達到畢業標準。

三、自我意見表達

在研究的小組中，每週會有數次的討論時間，教授也會要求學生輪流上台簡報，一方面掌握研究進度，另外也可以訓練學生表達能力。在討論過程中，教授相當重視個人意見的表達，即使是別的同學在提報，仍然要專心理解提報內容，並於提報後提出意見或疑問，在美國大多都不鼓勵一味地接受教授的指導，期待學生能夠提出質疑，除了研究之外，一般上課也是會鼓勵學生勇於發言、積極互動。

四、學習多元化發展

除了一般的課程之外，學校不定期的都會舉辦活動，可以增加學生間互動機會，國際學生辦公室也會每週舉辦不同國家主題的茶會，讓各國的學生能夠進行文化交流，瞭解各國文化差異，聖誕節或者感恩節等重大節

日，會有額外慶祝活動，學校讓學生除了學業本份之外，在課外活動方面也能有多元性的發展。

五、良好的學習風氣

為了營造方便學生學習的環境，學校自開學至學期末，圖書館是二十四小時開啟，備有電腦、計算機等資訊設備免費借用，並免費提供寫作中心(Writing Center)指導國際學生英文寫作。此外，還有研究生專用討論室及閱覽室，對研究生而言，原本系上就會分配研究生辦公室及實驗室，學術研究資源極為豐富。

在研究小組中，除了研究生之外，還有幾位大學部學生也一起參加研究，經瞭解這些大學生通常是在修課期間，覺得對於我們的研究議題有興趣，而主動參加研究，換言之，這些大學生並不是為了取得學分或者完成教授交付的任務，僅僅是對於相關領域有學習及研究的熱忱，也獲得寶貴的研究經驗，在未來工作領域上必然有所幫助。反思當自己在大學部時，常常只是努力完成交付的作業及任務，與「主動學習」的積極態度還是不同，這部分非常值得我國學生學習。

六、獨立生活

到了一個新的環境，在生活起居方面，都得要重新適應，更何況出國進修是到了一個完全不同的國度，食、衣、住、行、育、樂各方面都是考驗，生活的各方面都有著各式各樣的文化差異，一開始就得先面對食宿問題及租房合約簽定，後續緊接著要考量交通問題，獨自前往車商訪價及買車。在出國之前已透過網路及相關資料，對美國有了初步的理解，但一開始進修的前幾個月，確實生活上有許多不便，由於語言上的障礙、心理狀態的調整及生活習慣的改變，幾個月後才逐漸地適應環境及結交新朋友，結交朋友可以更加深入瞭解不同的文化背景，並在學業方面可以團隊合作、並肩作戰，有不明白的課業都可以一起討論，對學習的效率能有效地改善。

七、外文能力心得

在出國前，托福考試分數必須達到要求，方可申請美國學校進修，然而「考試通過」和「實際應用」還是有不小的差別。即使已經通過了托福的英文測驗，但在與人溝通上，往往東方人較為膽怯，也許是個性及文化背景導致的，但英文聽力和口說的確是國際學生較欠缺的，不過所幸在幾個月的適應後，已逐漸可以利用「英文」這項生活工具，能夠正常地與同學及教授溝通。此外，在學術文章撰寫方面，在出國前的英文寫作能力尚嫌不足，導致寫文章時常常有許多文法或應用上的錯誤，透過學校寫作中心專業人員的指導下，才逐漸改善學術文章寫作。故後續在英文能力培育方面，建議能參考前述事項及經驗，俾獲得更完善的出國留學準備。

肆、參考資料來源

1. Y.-T. Chen, Z. Samborsky, and S. Shrestha “Electronic nose for ambient detection and monitoring,” in Proceedings of SPIE Commercial Scientific and Imaging, 2017, pp. 1-8. ◦
2. Y.-T. Chen and S. Shrestha, “Source classification of indoor air pollutants using principal component analysis for smart home monitoring applications,” IEEE International Conference on Electro Information Technology, May 3-5, 2018, Rochester, Michigan. (presented, proceeding accepted with pending revision).
3. 維基百科，<http://wikipedia> ◦
4. 邁阿密大學網站，<https://www.miami.miamioh.edu/> ◦

伍、附件

1. 行政院及所屬各機關出國報告綜合處理要點
2. Y.-T. Chen, Z. Samborsky, and S. Shrestha “Electronic nose for ambient detection and monitoring,” in Proceedings of SPIE Commercial Scientific and

- Imaging, 2017, pp. 1-8.
3. Y.-T. Chen and S. Shrestha, "Source classification of indoor air pollutants using principal component analysis for smart home monitoring applications," IEEE International Conference on Electro Information Technology, May 3-5, 2018, Rochester, Michigan. (presented, proceeding accepted with pending revision).
 4. 學位證書