

明志學報 46

MING CHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY JOURNAL

第四十六卷・中華民國一〇七年十二月・Volume 46, December 2018

本學報經本校學報編輯委員會推薦送請專家學者分別評審通過後刊出

學報編輯委員名單如下：

發行人：劉祖華

Publisher: T.H. Liu

主編：黃植振

Editor-in-Chief: J.J. Huang

委員：

Editors:

梁晶煒〔工程類召集人〕

J.W. Liang (Engineering)

謝章興〔環資類召集人〕

J.H. Hsieh (Environment and Resources)

林晉寬〔管設類召集人〕

J.K. Lin (Management and Design)

蒲彥光〔人文社會類召集人〕

Y.K. Pu (Humanity and Social Science)

林美良〔外文類召集人〕

M.L. Lin (Foreign)

張盛義〔自然科學類召集人〕

S.Y. Chang (Natural science)

林柏化〔體育類召集人〕

P.H. Lin (Physical Education)

發行：明志科技大學

地址：新北市泰山區 24301 工專路 84 號

電話：(02)29089899(十線) 傳真：(02)29084513

Publication Office: Ming Chi University of Technology

Address: No.84, Gongzhuan Rd., Taishan Dist., New Taipei City 24301, Taiwan

Tel：(02)29089899(10 Lines) Fax：(02)29084513

本論文集採 PP 合成紙印製

前言

「明志學報」自創刊以來，一直不斷地獲得各界專業領域先進與朋友的支持與鼓勵。本期〈第 46 卷〉投稿論文的處理情形如下：

本期收稿	9 件
本期處理情況	
退稿	3 件
本期刊登	5 件
本期審查通過下期刊登	1 件
審查修改中	0 件
就刊登稿件而言，本期接受率為	67%

在此誠摯地感謝受邀參予評審之學者專家的詳盡審閱，您們的辛勞與付出使「明志學報」品質不斷提昇，也期盼學術界先進與朋友不吝指教，最後，更竭誠歡迎您的投稿。

明志學報編輯委員會 敬上
2018 年 12 月

目錄

可攜帶式裝置之超寬頻天線設計	謝滄岩 王志良 袁詩軒	1
車牌辨識系統於 C# 實作之研究	邱機平 王永霖	9
台灣主要報紙對威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽報導	廖清海 王學中 廖振樟	17
以凝固點下降法測定尿素莫耳質量之教學探討	郭偉明 程桂祥 朱 良	25
荷蘭恩荷芬科大與明志科大機械系課程之比較	蔡習訓	33

國家圖書館
美國國會圖書館

目錄卡號：

529 · 95
0-74-86

CONTENTS

Design of ultra-wide band antennas for portable devices	Tsang-Yen Hsieh Jyh-Liang Wang Shih-hsuan Yuan	1
Development of license plate recognition system based on C# platform	Ji-Pyng Chiou Yung-Lin Wang	9
A comparison of Taiwan newspapers coverage the William Jones Cup International Tournament: The example of 2018 men's tournament	Ching-Hai Liao Hsueh-Chung Wang Jhen-Wei Liao	17
Teaching Method Discussion of the Determination the Molar Mass of the Urea by Freezing Point Depression	Wei-Ming Kuo Kuei-Hsiang Chen Liang Chu	25
Comparative Study of Bachelor Curriculums of Mechanical Engineering between Eindhoven University of technology in Netherlands and Ming Chi University of Technology in Taiwan	Hsi-Hsun Tsai	33

National Central Library
The Library of Congress

Catalog Card No : 529 · 95
0-74-86

可攜帶式裝置之超寬頻天線設計

Design of ultra-wide band antennas for portable devices

謝滄岩 王志良 袁詩軒

Tsang-Yen Hsieh Jyh-Liang Wang Shih-hsuan Yuan

明志科技大學電子工程

摘要

本研究為設計適用於可攜帶式裝置之小尺寸超寬頻天線，以微帶線饋入式單極天線為基礎進行設計，在玻璃纖維介質(FR-4)的印刷電路板實作。天線具有結構簡單、製作簡單、成本低及小型化等優點。天線主體為半圓形與多邊形結合，在接地面適當位置挖槽孔，藉由調整接地面長度及槽孔寬度進行最佳化設計，組成符合超寬頻之頻段(3.1~10.6 GHz)。天線尺寸為 $26 \times 36 \text{ mm}^2$ ，在 2~11.8 GHz 的實測 $|S_{11}|$ 均小於-10 dB，實測之最大增益發生在 6 GHz，其值為 5.43 dBi。

關鍵詞：單極天線、超寬頻、FR-4 基板。

ABSTRACT

The proposed small-dimensional antennas are designed for ultra-wide band (UWB). The designs of antennas are based on monopole structures with micro-stripe line and fabricated on FR-4 PCB. The antennas exhibit the advantages on easy manufacture, low cost and small size for portable devices. The antennas are adopted a semi-circular and a polygon with a rectangle slot on the ground plane. The size of antenna is $26 \times 36 \text{ mm}^2$. The measured $|S_{11}|$ is less than -10dB from 2 to 12 GHz. The peak gain is measured as 5.43dBi at 6 GHz.

Keywords : Monopole Antenna, Ultra-wide Band, FR-4 Substrate

一、前言

超寬頻技術起始於 20 世紀的脈衝通信技術，主要用於軍用雷達、定位和通信系統上，在 2002 年 2 月，美國聯邦通信委員會(Federal Communication Commission, FCC)公佈超寬頻的初步規範，正式解除超寬頻在民用領域的限制，接著於 2004 年 4 月發佈了民用 UWB 設備使用頻譜與初步規定，隨後日本於 2006 年 8 月開放超寬頻頻段，UWB 系統所使用的頻譜範圍規定為 3.1~10.6 GHz，共 7.5 GHz 的頻寬帶。

超寬頻具有傳輸速率高(1Gbit/s)、發射功耗低、成本低、穿透能力強、定位精準高，與現有其他無線通信系統共享頻譜等特點，但傳輸距離有限，與傳統的通訊技術有很大的差異。超寬頻

技術是通過收發信機之間的極短脈衝完成資料傳輸，而不是使用載波訊號傳輸。除了應用於資料傳輸外，超寬頻技術亦可使用於室內定位技術以及距離量測。本論文主旨為探討適用於可攜帶式裝置之小尺寸超寬頻天線超寬頻(Ultra-wide band, UWB)天線。

二、文獻回顧

在超寬頻天線設計方面，文獻裡使用各種方式設計並製作，以下將提出數篇公開的文獻[1-5]：1.項志揚於 2006 年提出”寬頻與超寬頻的槽孔和單極天線之研究” [1]，使用 FR4 基板，其天線尺寸為 $50 \times 50 \text{ mm}^2$ ，所提出形狀近似半圓形的共平面波導(Coplanar Waveguide, CPW)饋入式單極天線，頻率範圍為 2.2~11.0 GHz。

2. 陳鈺於 2008 年提出”超寬頻天線” [2], 使用 RO4003C 基板, 天線尺寸為 $26 \times 36 \text{ mm}^2$, 所提出形狀為橢圓形天線面, 天線面使用 H 形槽孔的共平面波導饋入式單極天線, 頻率範圍 3.8~10.9 GHz。

3. 賴坤成於 2008 年提出”超寬頻天線設計與量測” [3], 使用 FR4 基板, 天線尺寸為 $35 \times 33.8 \text{ mm}^2$, 所提出形狀近似音叉, 接地面使用 CSRR (Complementary Slip Ring Resonator) 的共平面波導饋入式單極天線, 頻率範圍 3.1~10.6 GHz。

4. 陳曄傑於 2016 年提出”超寬頻天線利用 SRR 及對稱 L 型槽孔消除雙頻帶設計及研究” [4], 使用 FR4 基板, 天線尺寸為 $44.6 \times 78 \text{ mm}^2$, 所提出形狀為一個八邊形、一個七邊形及一三角形重疊而成合, 天線面與接地面使用 L 形槽孔以及 CSRR 的微帶線(Micro-stripe Line)饋入式單極天線, 頻率範圍為 3.1~10.6 GHz。

5. Yen-Sheng Chen 和 Yi-Hsiang Chiu 於 2016 年提出”Application of Multiobjective Topology Optimization to Miniature Ultrawideband Antennas with Enhanced Pulse Preservation” [5], 使用 FR4 基板, 天線尺寸為 $30 \times 30 \text{ mm}^2$, 所提出形狀為一幾何 U 型的微帶線饋入式單極天線, 頻率範圍為 3.1~10.6 GHz。

以上文獻整理如表 1, 反射損失($|S_{11}|$)皆以 -10 dB 為基準。從表 1 可得知文獻中所提到的天線尺寸最小為 $30 \times 30 \text{ mm}^2$, 有更加小型化的空間, 頻段寬度最寬為 9 GHz, 還有改進的空間, 由於參考文獻[2]所設計之天線型態較有變化之可能性, 因此本研究以此天線為設計樣本。本研究之天線主要著重在縮小超寬頻天線的設計, 以符合實際應用的需求。

三、超寬頻天線設計

3.1 概述

本研究將提出適用於可攜帶式裝置之超寬頻單極天線。在已公開之文獻中, 超寬頻天線常見之結構多為水滴狀[6]、圓形[7]、橢圓形[8], 及多邊形[9]…等結構。本研究之天線採用微帶線方式饋入, 初始天線結構使用半圓與多邊形合成, 使用 FR4 基板, 以電磁軟體進行模擬, 根據模擬 $|S_{11}|$

圖、輸入阻抗圖、史密斯圖, 以及電流圖進行參數的調整, 取其最佳數值。

3.2 接地面尺寸與接地面槽孔之效應

本研究所設計之初始天線結構如圖 1。由於半圓在設計上有很大的靈活性, 也有較大的自由度, 且符合寬頻的基本要件(天線末端面積大), 因此天線面選擇形狀為半圓形與多邊形結合, 接地面在基板背面, 工作頻率假定為 3.1GHz, 藉此計算天線面長度約為其四分之一波長, 詳細尺寸 $W1 = 26 \text{ mm}$, $W2 = 3 \text{ mm}$, $L1 = 36 \text{ mm}$, $L2 = 10 \text{ mm}$ 。圖 2 為初始天線之 $|S_{11}|$ 圖, 預期目標在超寬頻頻段(3.1~10.6 GHz)內之 $|S_{11}|$ 皆小於 -10 dB。

3.2.1 接地面長度對天線的影響

觀察圖 2 可得知在 3.1 GHz 頻段時 $|S_{11}|$ 沒有小於 -10 dB, 不符合預期。從文獻[7]得知改變接地面的大小會影響天線阻抗變化量, 因此改變接地面大小, 以調整天線特性。針對接地面長度($L2$)設定參數, 分別為 8/9/10/11 mm, 圖 3 為其 $|S_{11}|$ 模擬結果。當 $L2$ 在 9 mm 時 $|S_{11}|$ 最接近預期目標, 但 6~9 GHz 之部分 $|S_{11}|$ 沒有達到 -10 dB 的標準。圖 4 為模擬史密斯圖, 隨著 $L2$ 尺寸的改變, 導致回流至接地面的電流路徑改變, 因此電流的共振點(電抗等於零)位置也跟著改變, $L2$ 在 9 mm 時整體阻抗匹配最佳(趨近 50 歐姆), 但 6~9 GHz 之部分電容性過強, 將根據此模擬結果進行下一步設計調整。

3.2.2 以接地面槽孔寬度調整阻抗匹配

為了使天線在 6~9GHz 頻段範圍能夠有阻抗匹配, 將嘗試增加接地面槽孔以調整天線特性 [14], 超寬頻天線設計修改如圖 5。圖 6 及圖 7 可得知在 3.1 GHz 及 7 GHz 之電流強度集中在傳輸線上以及接地面靠近饋入點之位置, 避開傳輸線在 3.1 GHz 及 9 GHz 之電流強度集中區域, 在接地面適當位置挖槽孔, 可調整天線阻抗。因為空間的限制, 選擇對槽孔寬度($W3$)進行最佳化。 $W3$ 的變化導致天線 $|S_{11}|$ 之變化如圖 8。 $W3$ 在 4 mm 時, 頻段 2~12 GHz 的 $|S_{11}|$ 皆在 -10 dB 以下, 符合超寬頻之標準。圖 9 為 $W3$ 變化之模擬史密斯圖, $W3$ 在 4 mm 時有較佳的阻抗匹配。根據模擬結果所得到較佳參數為 $L2 = 9 \text{ mm}$ 、 $L3 = 4.5 \text{ mm}$ 、 $W3 = 4 \text{ mm}$ 。

圖 10、圖 11、圖 12 為接地槽孔超寬頻天線在 3.1 GHz、5 GHz、6 GHz 時的 XZ 平面、YZ 平面與 XY 平面上模擬之 2D 輻射場型圖，其結果在 XZ 平面時呈現近似全向性；在 XY 與 YZ 平面時呈現類 8 字型，顯示結果與標準偶極天線輻射場型相似。

四、天線實作與量測分析

根據模擬結果，本研究之超寬頻天線尺寸為 $26 \times 36 \text{ mm}^2$ ，藉由改變接地面大小、增加接地面槽孔調整天線特性。由於量測設備的頻率量測範圍的限制，因此天線實測範圍將限制為 2~6 GHz。圖 13 為模擬與實際量測 $|S_{11}|$ 之比較圖，顯示模擬與實測之 $|S_{11}|$ 近似。

圖 14、圖 15、圖 16 為接地槽孔超寬頻天線在 3.1 GHz、5 GHz、6 GHz 時之 XZ 平面、YZ 平面與 XY 平面上實測之 2D 輻射場型圖。實測輻射場型將取模擬頻段中規格較好的三個頻點(3.1 GHz、5 GHz、6 GHz)進行模擬與實測的分析。實測輻射場型與圖 10、圖 11、圖 12 模擬場型圖比較，在 XZ 平面時同樣呈現近似全向性，顯示量測之輻射場型模與擬輻射場型相似。

綜合上述，天線之模擬、實測之結果吻合。圖 17 為超寬頻天線在 2~6 GHz 實測天線增益圖。實測天線增益為 0.92~5.43 dBi，其最大增益發生在 6GHz(5.43 dBi)。本研究之天線與提列的文獻之比較如表 1。

五、結論

本研究之天線主要著重在縮小超寬頻天線的設計，以符合可攜帶式裝置應用的需求。天線採用微帶線方式饋入，使用 FR4 基板，天線尺寸為 $26 \times 36 \text{ mm}^2$ ，天線主體為半圓形與多邊形結合，在接地面適當位置挖槽孔，針對接地面長度、槽孔寬度設定參數，並取其最佳數據，在 2~11.8 GHz 的實測 $|S_{11}|$ 皆在 -10 dB 以下，符合超寬頻之標準。最大增益發生在 6 GHz，其值為 5.43 dBi。本研究之超寬頻天線具有結構簡單，能滿足可攜帶式裝置要求簡單製作、成本低、小型化的優點。

參考文獻

- [1] 項志揚，寬頻與超寬頻的槽孔和單極平面天線之研究，國立高雄應用科技大學碩士論文，2006。
- [2] 陳鈺，超寬頻天線，國立交通大學電信工程學系碩士論文，2008。
- [3] 賴坤成，超寬頻天線設計與量測，大同大學通訊工程系碩士論文，2008。
- [4] 陳曄傑，超寬頻天線利用 SRR 及對稱 L 型槽孔消除雙頻帶設計及研究，龍華科技大學碩士論文，2016。
- [5] Yen-Sheng Chen, and Yi-Hsiang Chiu, "Application of Multiobjective Topology Optimization to Miniature Ultrawideband Antennas With Enhanced Pulse Preservation", IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 15, pp.842-845, Sep. 2016.
- [6] Seong-Youp Suh, Warren L. Stutzman, and William A. Davis, "A New Ultrawideband Printed Monopole Antenna: The Planar Inverted Cone Antenna (PICA)," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 52, No. 5, pp. 1361-1364, May 2004.
- [7] Irina Vendik, Alexander Rusakov Komsan Kanjanasit, Jason Hong, and Dmitry Filonov, "Ultra-Wideband (UWB) Planar Antenna with Single-, Dual-, and Triple-Band Notched Characteristic Based on Electric Ring Resonator," IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, pp. 1-1, Jan. 2017.
- [8] Makarand Nikam, Sukanya Kulkarni, and Nishant Kumar, "Design of Elliptical Antenna For UWB Applications with High Isolation," 2016 IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), May 2016.
- [9] Farah Latif, Farooq A. Tahir, and Muhammad U. Khan, "Compact UWB-MIMO antenna with band-rejection in WLAN," 2016 16th Mediterranean, Nov. 2016.

表 1 超寬頻天線特性與文獻比較

文獻	尺寸(mm ²)	頻段(GHz)	最大增益 (dBi)	介電系數 (ϵ_r)	板厚 (mm)	饋入方式
[1]	50 × 50	2.2~11	7	4.4	1.6	CPW
[2]	26 × 36	3.8~10.9	NA	3.55	0.508	CPW
[3]	35 × 33.8	3.1~10.6	5.1	4.4	1.6	CPW
[4]	44.6 × 78	2~11	2.9	4.4	1.6	Micro-stripe
[5]	30 × 30	3.1~10.6	2.4	4.4	1.6	Micro-stripe
本研究	26 × 36	2~11.8	5.43	4.4	1.6	Micro-stripe

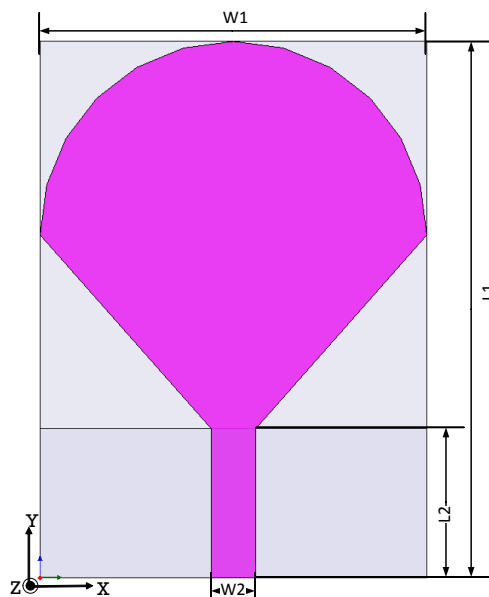


圖 1 初始超寬頻天線之結構圖

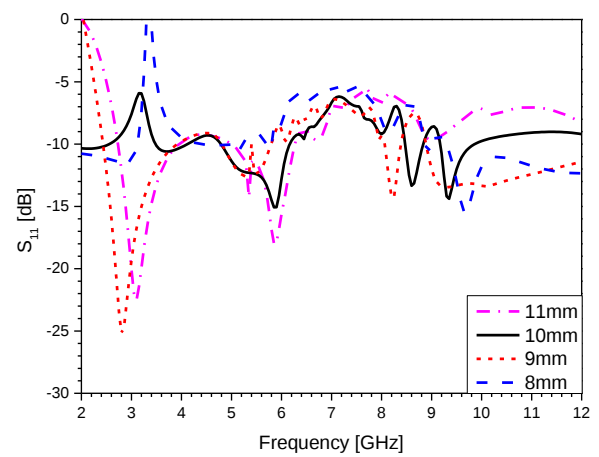
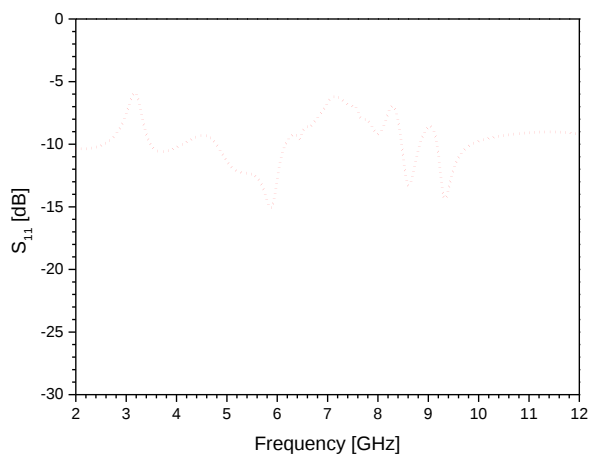
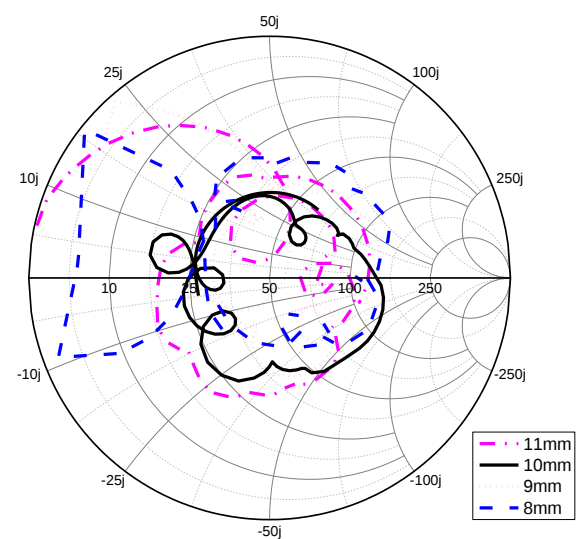
圖 3 調整超寬頻天線接地面長(L2)之 $|S_{11}|$ 圖圖 2 初始超寬頻天線之 $|S_{11}|$ 圖

圖 4 調整超寬頻天線接地面長度(L2)之史密斯圖

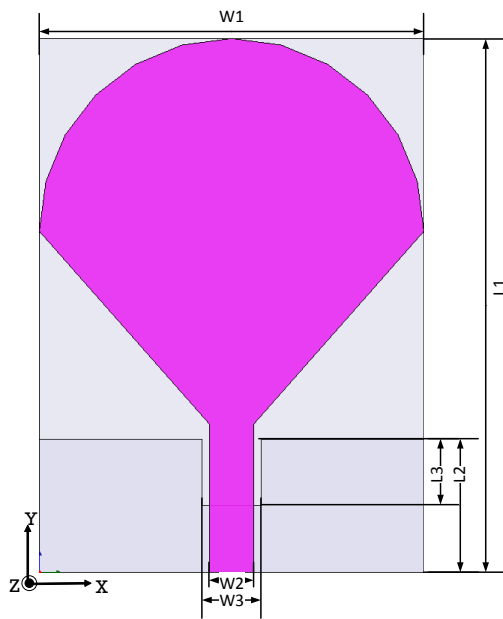


圖 5 增加接地面槽孔之超寬頻天線結構圖

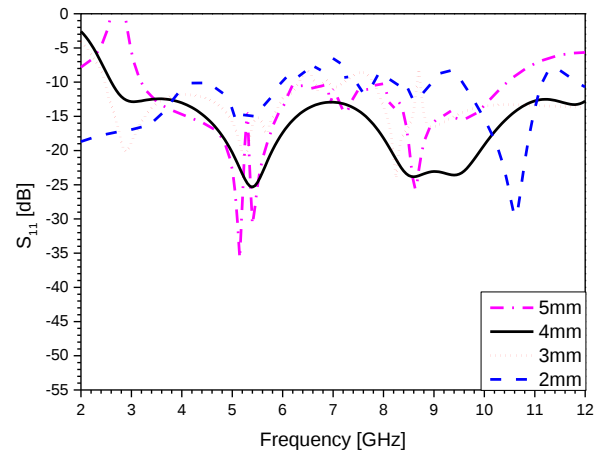


圖 8 調整超寬頻天線接地面槽孔寬度(W3)之 $|S_{11}|$ 圖

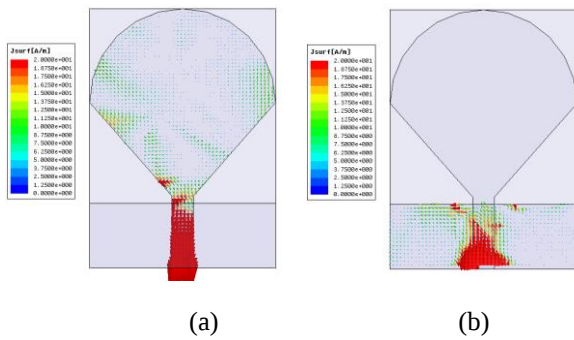


圖 6 初始超寬頻天線在 3.1GHz 的模擬電流分佈圖：(a)天線主體；(b)天線接地面

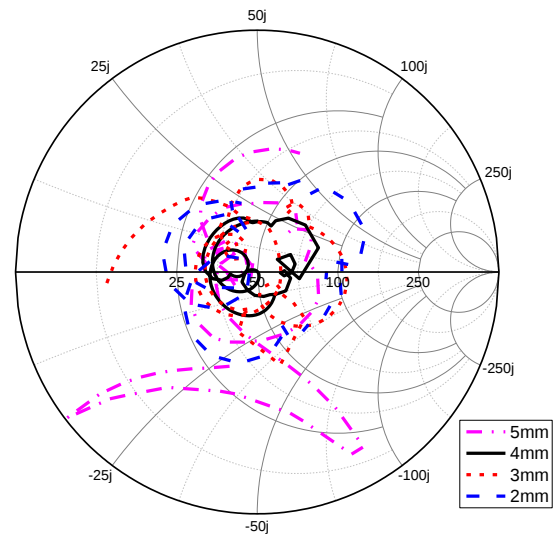


圖 9 調整超寬頻天線接地面槽孔寬度(W3)之史密斯圖

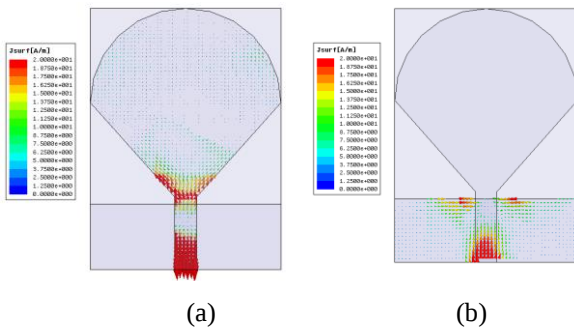


圖 7 初始超寬頻天線在 7GHz 的模擬電流分佈圖：(a)天線主體；(b)天線接地面

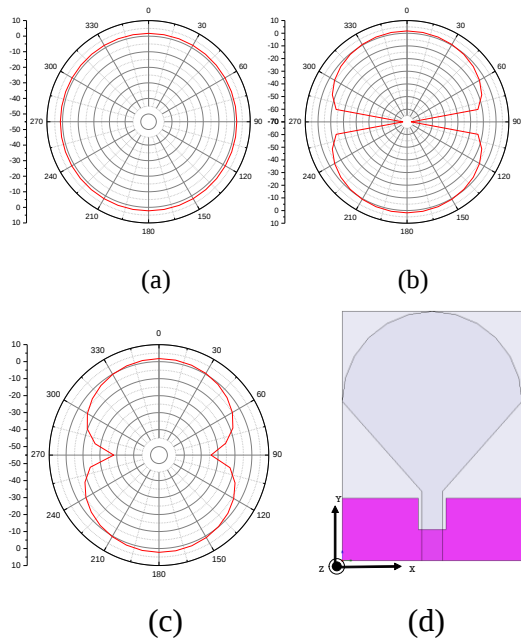


圖 10 超寬頻天線在 3.1GHz 之模擬場型圖：(a) XZ 平面；(b) XY 平面；(c) YZ 平面；(d) 天線模擬擺放位置圖

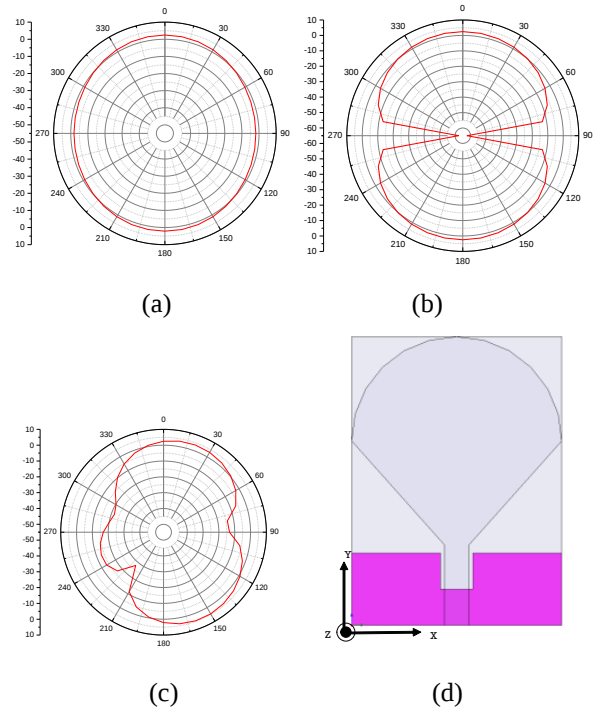


圖 12 超寬頻天線在 6GHz 之模擬場型圖：(a) XZ 平面；(b) XY 平面；(c) YZ 平面；(d) 天線模擬擺放位置圖

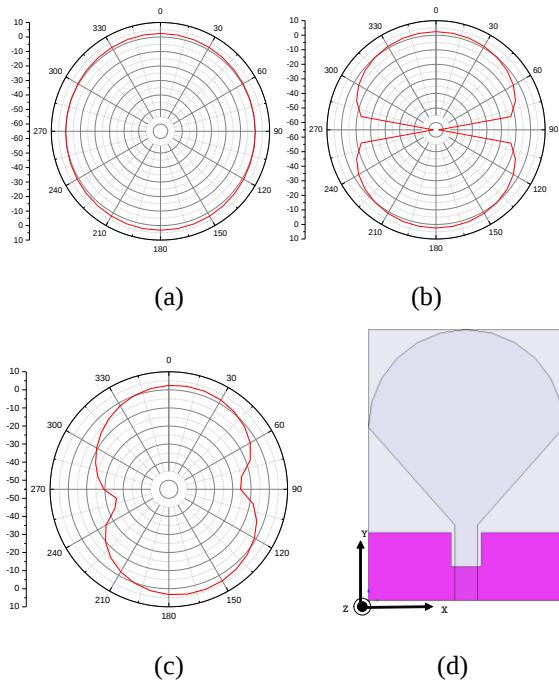


圖 11 超寬頻天線在 5GHz 之模擬場型圖：(a) XZ 平面；(b) XY 平面；(c) YZ 平面；(d) 天線模擬擺放位置圖

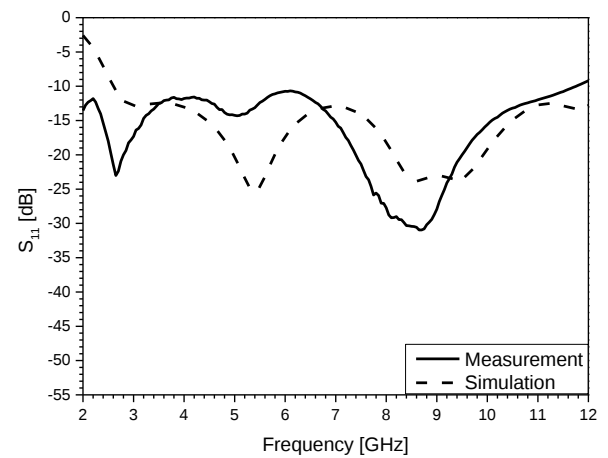


圖 13 超寬頻天線模擬與實際量測 $|S_{11}|$ 圖

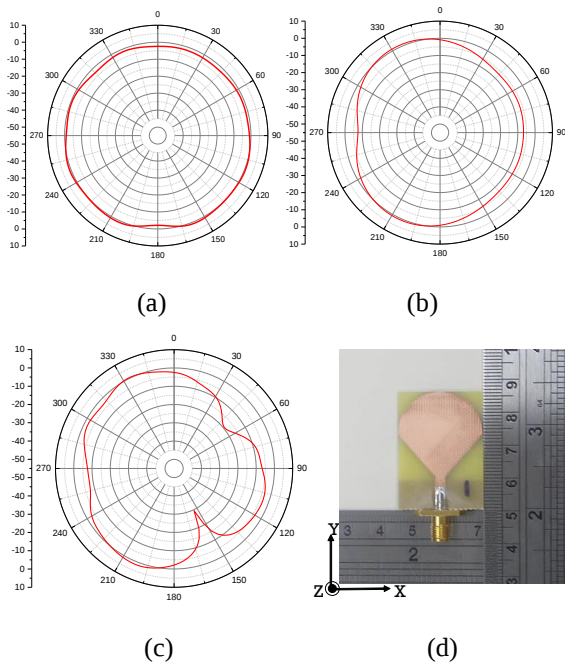


圖 14 超寬頻天線在 3.1GHz 之實測場型圖：(a) XZ 平面；(b) XY 平面；(c) YZ 平面；(d) 天線實測擺放位置圖

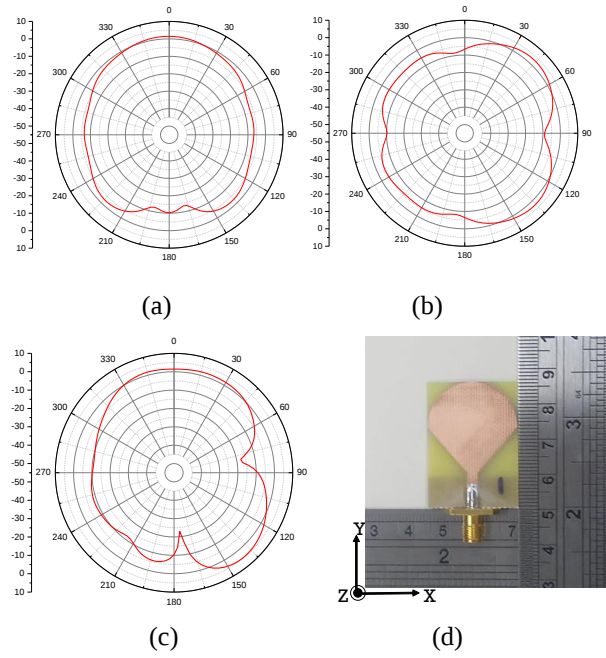


圖 16 超寬頻天線在 6GHz 之實測場型圖：(a) XZ 平面；(b) XY 平面；(c) YZ 平面；(d) 天線實測擺放位置圖

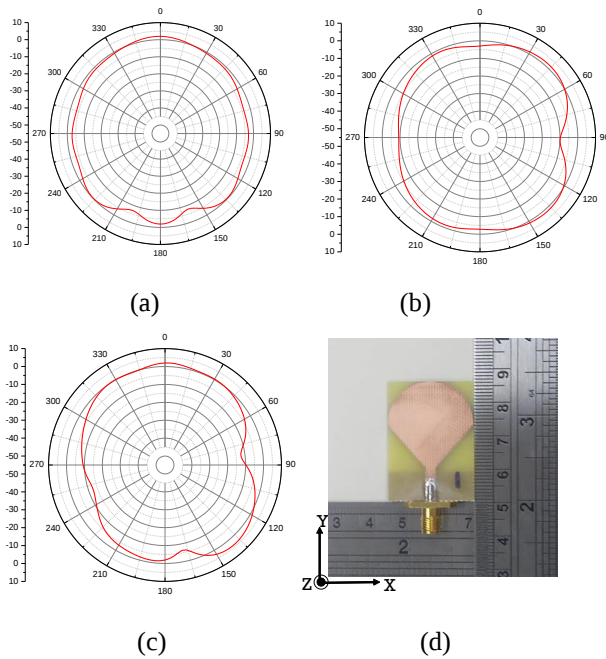


圖 15 超寬頻天線在 5GHz 之實測場型圖：(a) XZ 平面；(b) XY 平面；(c) YZ 平面；(d) 天線實測擺放位置圖

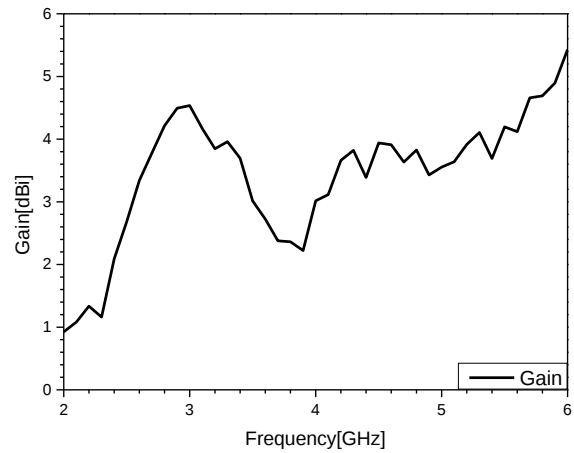


圖 17 超寬頻天線實測天線增益圖

車牌辨識系統於 C# 實作之研究

Development of license plate recognition system based on C# platform

邱機平

王永霖

Ji-Pyng Chiou

Yung-Lin Wang

明志科技大學電機工程系

摘要

本論文的目的係利用 C# 平台實作車牌辨識系統；車牌辨識系統具備車牌定位、字元切割以及字元辨識三個部分，車牌定位的目的為偵測圖片中的車牌區域，所以先將圖片轉換成寬600像素長400像素的二值化圖片，以搜尋車牌位置完成車牌定位；字元切割的目的為切割車牌字元，其作法係將車牌字元切割並將儲存為24位元點陣圖；字元辨識的目的為辨識車牌的字元圖片，其作法係使用空間金字塔模型將已正規化之圖片做特徵值計算，並得到特徵值的平均值，再存入至 SQL 資料庫內；字元辨識是將字元圖片特徵值與資料庫的樣本特徵值做絕對差值運算，以最小差值的樣本為該辨識的字元圖片。實驗證實在 C# 平台上使用空間金字塔模型做舊式車牌的字元辨識可以達到88.24%的辨識率。

關鍵詞：空間金字塔模型、字元辨識、車牌定位、字元切割、C# 平台

ABSTRACT

A license plate recognition system based on C# platform is developed in this thesis. The license plate recognition system is organized by three parts that are license plate detection, character segmentation and character recognition. The aim of the license plate detection is detecting the license plate zone in the image. The pre-processing operation used on the recognized image, the image will be formatted to 600x400 pixel binary image to find the coordinate of license plate location. The aim of the character segmentation is to cut the license plate character. The cut character images are stored respectively as 24 bitmap file. The aim of the character recognition is recognizing these character images. The algorithm of the Pyramid model is used to evaluate these eigenvalues of the images and find out the average values storing into the SQL database. Finally, these averages are comparing with these samples from the SQL database to recognize these character images. From the experimental results for the old version of license plate, the correct rate of recognition system built from this thesis achieves 88.24%.

Keywords: Pyramid model, character recognition, License plate detection, Character cutting, C# platform.

1. 動機與目的

隨著科技的推陳出新以及經濟的蓬勃發展下，人民的生活品質逐漸提升，同時汽、機車的數量也是不斷地攀升，根據台灣監理站統計[1]，至106年6月止，台灣的汽車數量高達七百八十萬輛，而機車則是高達一千三百七十萬輛，也就是說，平均每一百人就有91.7人擁有機車，33.5人擁有汽車。

在這種交通工具普及的世代下，車輛管理就顯得非常重要，然而，汽、機車都應該要擁有自己的身分證，也就是俗稱的車牌，可以經由車牌得知這輛車的基本資料，讓車輛有系統

地被管理；由於早期都是以人力來做車牌辨識，這是一個非常浪費時間跟人力的行為，於是近年來車牌辨識系統的研究便逐漸受到大家的重視，只要能夠透過電腦來做車牌的影像辨識，配合車輛管理系統的程序，就可以有效的減少人力資源以及時間成本，並有效率地來管理車輛，這也是本論文的研究動機。

近年來，在車牌辨識系統的相關研究中，車牌定位、字元切割以及字元辨識等三大主軸為主要的研究方向[2-8]；在車牌定位的策略上，大多是利用車牌上的特徵來進行，例如：車牌邊緣、顏色、長寬比等，其成功率大約落在七

辨識自然景觀影像、車牌辨識與臉部辨識等相關應用[12]，而施琬婕與陳文儉[5]已證實了空間金字塔模型演算法在字元辨識上可以達到88%以上的辨識率。

2. 車牌辨識系統概述

本論文的车牌辨識系統(由圖 1所示)，可以分為前處理、車牌定位、字元切割與字元辨識等四大流程。本論文辨識的車牌樣本以一般的自小客車與普通重型機車之舊式車牌為主，因為不同車種的車牌有不同的顏色與尺寸以及新舊式車牌的字型與字元數量也完全不同，因此，本論文係針對使用於一般自小客車與普通重型機車的白底黑字(白牌)之舊式車牌進行辨識。

2.1前處理

前處理流程如圖 2所示；首先，將輸入的圖片格式轉為 24 位元點陣圖(PixelFormat.Format24bppRgb)，並將圖片大小等比例縮放為寬600像素長400像素(如圖 3所示)，其目的在於本系統做影像處理時，都是以24位元點陣圖的格式做計算，一般數位相機或手機相機所拍攝的照片，除非有特別設定成其他檔案格式，否則均會設定為JPG的檔案格式，然而，JPG 格式會經過壓縮計算，如果不固定檔案格式，可能會造成影像處理上的錯誤，

成至八成之間[5-6]，而字元切割以投影法最為常見，其利用投影量統計來判斷字元切割的位置，至於字元辨識的策略上，常見的有樣本圖片比對法、特徵值比對法以及空間金字塔模型比對法，其辨識率大約落在八成至九成之間[2-8]；在目前有關車牌辨識系統的相關研究中，大多使用 Linux C/C++或是可跨平台的 Java，然而這些開發平台還是有很多需要克服的問題，例如：圖片的清晰度、容易混淆的字元、具有複雜背景的適應程度以及圖片裡車牌部分有破損等仍待解決。

本論文的研究方向是希望能夠在 C#平台上透過影像處理與辨識的演算法來建置車牌辨識系統，使得本系統可以在工程實務上繼續延伸與應用，舉例來說，可以將車牌辨識系統結合停車管理系統，成為一個具有車牌辨識能力的停車管理系統，另外，在 C#平台上製作車牌辨識系統除了具有製作便利以及快速的優點外，亦可應用於工程實務上，這也是本論文使用 C#的主要原因。

在車牌辨識系統近年來的相關研究中，大多數的系統在某些實驗限制條件下，其字元辨識率具有90%以上的準確度[2-4]，這些限制條件包含有拍攝時的光線、角度，以及車牌是否有汙損、是否有裝飾品等等，然而，其中最大的限制還是在於不同背景的適應程度、車輛的數量等，因此，本論文的研究目的區分為以下二個部分：

分析不同背景做車牌定位的適應程度

利用相同的前處理方法分別在明亮的室外停車場與昏暗的室內停車場進行車牌定位測試，以了解並分析在不同背景下，對車牌定位所造成的影響，進而將測試結果回饋至前處理方法之修正，以便可以對車牌定位的對策有更進一步的改進。

實現空間金字塔模型演算法做字元辨識

空間金字塔模型演算法是由伊利諾大學厄巴納-香檳分校(簡稱 UIUC)的 S. Lazebnik 教授提出”Spatial pyramid matching (簡稱 SPM)” [9]，這個概念是由”bag of words(簡稱 BoW)”轉變而來，其作法係利用空間掃描的方式把影像切成數塊，並且分別統計每塊影像特徵的直方圖，最後把這些直方圖拼接在一起，就形成了具有空間結構訊息的影像描述子[10-11]，以達到字元辨識的目的，另外，空間金字塔模型演算法亦可做

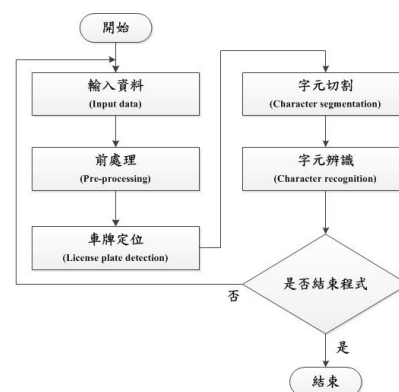


圖1 車牌辨識系統流程圖

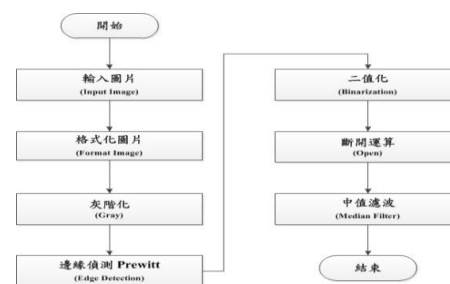


圖2 前處理流程圖



圖3 前處理-格式化

使得取得的 Pixel 值可能會有不可預期的錯誤，而本論文進行影像處理時，均是以24位元點陣圖作為基準，因此，輸入的圖片需先轉換成24位元點陣圖之格式。

由於高畫質的圖片在定位與辨識上須進行大量的計算，因而造成系統的負擔，同時不同的相機也會有不同的圖片尺寸，因此，為了減少系統在計算上的負擔以及降低計算發生錯誤的機會，本論文使用等比例縮放的方式來降低圖片的像素，並且圖片格式化成統一大小。

完成圖片格式化之後，接著須將圖片做灰階化計算；圖片灰階化的目的是為了將圖片的資訊變得比較簡單，圖片會從24位元點陣圖轉換成相對應之灰階值，以提供後續將影像處理之使用。

本論文之邊緣偵測係採用 Prewitt 遮罩的方式進行，邊緣偵測的目的在於找出車牌邊緣，而目前在實際運用中主要分為 Prewitt 以及 Sobel 兩種方式；Sobel 方式在一般文獻中較常被使用，然而在實際測試中，Prewitt 方式所辨識的車牌邊緣較 Sobel 來的清楚，且雜訊亦較少，因此，本論文採用 Prewitt 遮罩方式進行邊緣偵測。

二值化運算是影像處理中很重要的一個步驟，其目的是將目標與背景做區分，經過閾值篩選後的圖片只會剩下白色與黑色的像素，然而，閾值也就成了二值化最重要的參數之一。

斷開運算則是型態學裡的一種算法，作法係先做侵蝕運算再做膨脹運算以達到有效的濾除背景像素，並保留車牌區域的像素的目的，經過斷開運算的圖片，基本上已經濾除掉大半的背景像素。

最後一個步驟為中值濾波，中值濾波主要是用來濾除椒鹽雜訊和斑點雜訊，也可以用來做加強車牌區域像素的運算，對車牌區域的像素點有著明顯的加強效果。

2.2車牌定位

本論文的车牌定位分成水平掃描、垂直掃描以及矩形掃描三個步驟(如圖4所示)，而主要目

邱機平 王永霖 車牌辨識系統於 C# 實作之研究
的是要取得車牌區域四個角的座標(x_0, x_1, y_0, y_1)，圖片經過前處理之後，可以發現車牌區域的像素會比其他部分的像素點來的密集，因此，可以利用這個特性，先進行水平掃描的部分，找出車牌區域 y 軸的範圍，再透過垂直掃描與矩形掃描的方法來定位車牌的 x 軸座標。

2.3字元切割

本論文使用投影法進行字元切割的動作，其具體作法係將完成定位的車牌圖片做二值化計算，以便將字元部分轉換成二值化之圖片，之後再將此二值化之圖片做顏色反轉的運算，讓圖片的目標像素由黑色反轉成白色。(如圖5 (A)與圖5 (B)所示)。

此時，目標字元的像素為白色，因此，運算過程中將白色像素點設為1，黑色像素點設為0，對圖片做水平與垂直的投影(如圖5(C)與圖5(D)所示)，水平投影是繪製每條水平線上的像素之總數量，反之，垂直掃描則是繪製每條垂直線上的像素之總數量，藉此可以從投影量的最低峰值作為切割點。

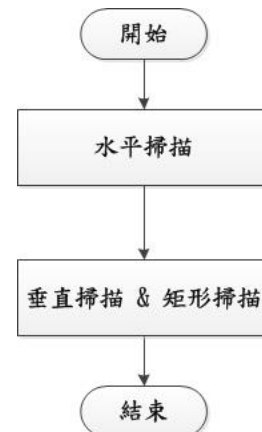


圖4 車牌定位流程圖

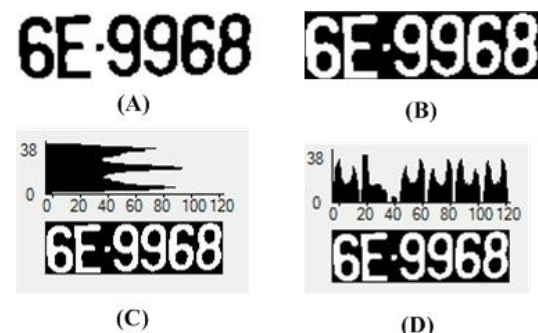


圖5(A)二值化處理(B)顏色反轉(C)水平直方圖(D)垂直直方圖

本章節為車牌辨識系統的實作結果，表 2 至表 4 分別代表本次實驗的電腦規格表、攝影工具的規格表、拍攝的時間地點以及數量等，測試的圖片數量為 36 張相片，主要的相片來源為街頭拍攝；本章節將分別針對車牌定位與字元辨識二個部分的實作結果來做討論。

表 5 為實作車牌定位的結果，從表中得知本系統可以成功定位到 20 張相片的車牌區域，成功率為 55.56%，不過，就定位的成功率來說是偏低的，以下將會針對失敗的相片做檢討與分析。定位失敗的相片以車頭為多數，原因在於車頭的排風口會使得辨識系統造成誤判(如圖 8 與圖 9 所示)，可以從二值化的相片得知，車頭排風口的邊緣強度比車牌來的強烈，所以會導致系統誤判車頭排風口為車牌區域。第二種狀況則是強烈邊緣的背景導致定位誤判(如圖與圖所示)，這張相片是在地下停車場拍攝的，而背景的警示油漆變成了很強烈的背景元素，因此，由二值化圖可以得知，雖然車牌的邊緣是很清楚的，但是警示油漆的邊緣也一樣強烈，以至於定位車牌區域造成誤判。第三種狀況與第二種狀況類似，也就是在背景裡

水平投影的目的在於切除車牌的邊界，以便繼續使用垂直投影來切割出車牌字元；然而使用水平投影以及切割車牌字元時，需要預先設定一個門檻值，使得可以精確找到車牌字元的上下邊界位置，完成字元切割的目的，本論文以實驗多張圖片後的平均值作為設定門檻的標準，因此，水平投影及切除車牌字元之門檻分別設定為 21 及 3，另外，判斷切除的寬度則必須大於 4。

2.4 字元辨識

字元辨識之流程圖如圖 6 所示，首先將要處理的車牌圖片進行字元正規化運算，亦即將圖片格式轉換成系統設定的圖片格式、大小以及顏色等。本系統所設定的字元圖像為 24 位元點陣圖，且圖片縮放為長 30 像素寬 20 像素的大小，並將正規化後之圖片做二值化以及細線化處理(如圖所示)；本論文的細線化處理使用的是 Hilditch 二值圖像細線化演算法。

3. 實驗結果

本論文完成之車牌辨識系統之軟體開發環境，在作業系統部分使用 Windows 7 專業版，並使用 Microsoft Visual Studio 2012 Professional 做為開發平台，且運用 C# 物件導向語言進行影像辨識系統之程式撰寫，並且使用同樣為 Microsoft 發行的 SQL 資料庫來存取辨識用的樣本特徵值；表 1 為本車牌辨識系統的開發環境組態。

表 1 開發環境組態

作業系統	Windows 7 專業版
開發平台	Visual Studio 2012 professional
程式語言	C#物件導向程式語言
資料庫	SQL 資料庫

表 2 電腦規格

項目	規格
CPU	Intel® Xeon® CPU E3-1231 v3
RAM	4GB*2
顯示卡	GTX750 Ti
作業系統	Windows 7旗艦版

表 3 相機規格

項目	Canon G7X	Sony Xperia XZ
畫素	2020萬	2300萬
感光元件	1吋 CMOS	1/2.3吋 Exmor RS™ for mobile
相片大小	2304*1536	3840*2160
相片格式	JPG	JPG

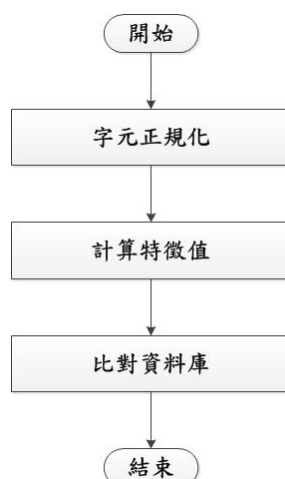


圖 6 字元辨識流程圖

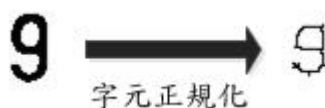


圖 7 字元正規化範例

表4拍攝時間地點

地點	明志科大 電機館旁	深坑-經貿 園區地下 停車場	基隆-七 堵河堤 旁
時間	下午1點 到2點	下午6點到 7點	下午4點 到5點
相片數 量	9張	8張	19張

表5車牌定位的實作結果

項目	車牌定位
測試數量	36張
成功定位數量	20張
成功率	55.56%



圖8車牌定位失敗示意圖(車頭)

面有強烈邊緣影響整個定位的準確性(如圖12與圖13所示)，水溝蓋也具有類似車牌的強烈邊緣，所以會導致定位上的誤判。本次實驗的定位結果並不讓人滿意，成功率只有5成5，其原因在於，使用固定的前處理流程，對於不同的背景適應程度是很差的，採用固定的前處理流程，並不能達到很好的定位效果，尤其是在各種複雜背景的情況下，固定的前處理無法有效率除掉背景，如同本次實驗所得到的結果，這也是目前本車牌辨識系統最大的瓶頸。

在字元辨識結果方面，實驗方法是將36張新式車牌與舊式車牌分開處理，並將車牌字元取出後，進行特徵值訓練，並將特徵值寫入SQL資料庫(如圖14所示)，由於舊式與新式車牌的字型有些微的不同，且本次實驗的相片中新式車牌占少數，所以本實驗只有做舊式車牌的字元辨識。表6為舊式車牌字元辨識的實作結果，總辨識的字元數量為136個字元，成功辨識到的字元數量為120個字元，因此本系統的辨識率可達到88.24%的字元辨識率。根據實驗結果，可以發現到幾個容易搞混的字元，舉例來說，'0'有可能辨識成'D'，由圖可以看到經過正規化後的兩張圖，除了右上角之外，其他部分都雷同，所以在辨識上會造成誤判的結果；另外還有'1'與'I'以及'1'



圖9車牌定位失敗之二值化圖(車頭)



圖10車牌定位失敗示意圖(地下室)



圖11車牌定位失敗之二值化圖(地下室)



圖12車牌定位失敗示意圖(水溝蓋)



圖13車牌定位失敗之二值化圖(水溝蓋)

與'T'也容易造成辨識上的誤判(如圖與圖17所示)。

本次實驗可以證實，經過訓練後的特徵值，能夠提升辨識率，與文獻上[5]以及[13]的實驗數據相比，辨識率都能達到接近88%，扣除人為因素，基本上兩者實驗的辨識率是相同的。

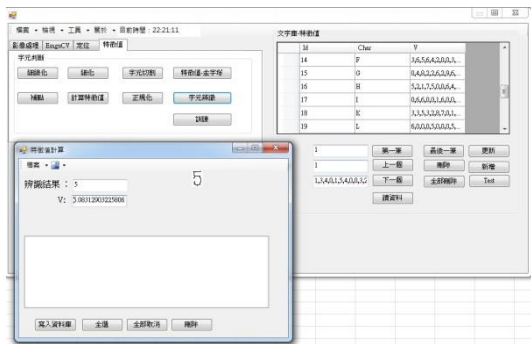


圖14辨識字元示意圖

表6 舊式車牌字元辨識的實作結果

項目	字元辨識
測試字元的數量	136
成功辨識的字元數量	120
成功率	88.24%

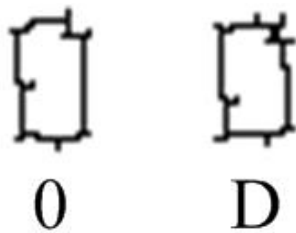


圖15 0與 D 誤判示意圖

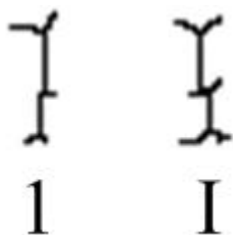


圖16 1與 I 誤判示意圖

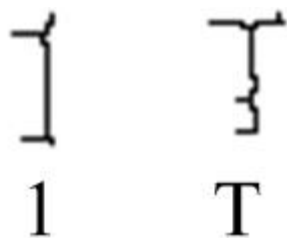


圖17 1與 T 誤判示意圖

4.結論

本論文研究車牌辨識系統，並且透過 C#來實作車牌辨識功能，從實作車牌辨識系統，可以深刻了解到 C#用來做影像處理的優劣在哪，也可以提供日後也想使用 C#來開發影像辨識以及影像處理的人一個方向；本文的實作結果就車牌定位上是不令人滿意的，在未來的研究上，會針對前處理的流程更加琢磨，讓不同邊緣強度的背景也能準確定位到車牌位置；另外，在字元辨識上，雖然可以達到88.24%的辨識率，但是這是只有辨識舊式車牌的辨識結果，在未來，舊式車牌與新式車牌的比例越來越一致時，字元辨識的難度又更上一層，因為新舊車牌的字型有所不同，會使得樣本數量增加，也就造成辨識難度提升。

5.參考文獻

- 1.機動車輛登記數-交通部統計查詢網-中華民國交通部，(2017)，<http://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100&funid=a3301>
- 2.郭士銘、曾珮宸、黃文祥 (2007)，「嵌入式車牌辨識系統」，全國計算機會議。
- 3.徐莘杰、郭仲原、邱俊傑、陽明學 (2012)，「車牌辨識系統」，專題報告。
- 4.鄭惟仁、朱耿佑 (2007)，「車牌辨識」，專題報告。
- 5.施琬婕、陳文儉 (2014)，「以模板為基礎之車牌辨識系統之研究」，海峽兩岸大學校長論壇暨科學技術研討會。
- 6.童子倫，(2004)，「車牌辨識系統」，專題報告。
- 7.張瑀、江衍漢、蔡瑋哲 (2010)，「車牌辨識系統」，專題報告。
- 8.林郁佐，「車牌辨識系統之實作」，論文。
9. Lazebnik S. et al (2006), "Beyond Bags of Features: Spatial Pyramid Matching for Recognizing Natural Scene Categories." IEEE Trans. on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol.2, pp.2169-2178.

10. 壹讀 計算機視覺進展二十年 2015-12-24
<https://read01.com/PkoKm7.html>
11. 壹讀 空間金字塔 Spatial Pyramid 的 BOW 和
Pyramid HOG 的多核 2016-04-06
<https://read01.com/dPQ5yP.html>
12. 劉殷助，「使用隱蔽式條件隨機場進行人類
跌倒行為偵測」，碩論，2014年08月06日

台灣主要報紙對威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽報導差異 分析-以第四十屆(2018 年)男子組賽事為例

A comparison of Taiwan newspapers coverage the William Jones Cup International Tournament: The example of 2018 men's tournament

廖清海
Ching-Hai Liao
高苑科技大學

王學中
Hsueh-Chung Wang
明志科技大學

廖振偉
Jhen-Wei Liao
國立台南高商

摘要

本研究旨在探討台灣主要報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽男子組賽事的報導情形，以台灣目前三家全國性大報－自由時報、蘋果日報及聯合報的報導內容為分析對象，分析時間自2018年7月12日至2018年7月24日止。本研究採內容分析法，具體之結論如下：一、台灣報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽男子組賽事的訊息重視，各家報紙在報導版面量上沒有差異。二、在報導體裁方面；以照片的型式最多，其次依序為一般新聞、表格、花絮簡訊及評論（特稿），台灣各報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的報導體裁有差異。三、在文字報導國家對象方面，地主隊及運動表現優異的隊伍是可以獲得較高的媒體曝光率。另外，各報間對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的參賽國家報導沒有差異。四、在文字報導內容方面，以比賽過程及結果最多，其次依序為人物或球隊側寫、賽前預告分析及賽後評論。

關鍵詞：報紙、威廉瓊斯盃、籃球

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze that how media coverage of the 2018 William Jones Cup International men's Tournament. The content of Taiwan's Liberty times, Apple Daily and United Daily were collected as the subjects for this study. The research period was from 12 July 2018 through 24 July 2018. The content analysis was adopted as the instrumentations of this study. The conclusions were as follows. First, Taiwan newspapers paid a considerable amount of attention on the 2018 William Jones Cup. Second, photos were dominant type of the 2018 William Jones Cup news, followed by "News-directed" articles, form, comment (feature articles), etc. Third, the teams with outstanding performance and host country were a higher visibility. Fourth, "match up process and results" were dominant of the text content in 2018 William Jones Cup news, followed by notice of players or team profiles, before, commented after game, etc. Taiwan newspapers reported the 2018 William Jones Cup were difference due to volume layout, articles type, but no difference due to participating countries.

Keywords: Newspapers, William Jones Cup , Basketball

1. 緒論

1.1 問題背景

威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽 (William Jones' Cup International Tournament) 是1977年起在臺灣舉辦的國際性籃球邀請賽，是為了紀念1970年代國際業餘籃球總會 (FIBA) 秘書長雷納托·威廉·瓊斯 (Renato William Jones) 對台灣籃壇的支持而以他命名的比賽。威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽也是國內舉辦歷史最悠久的國際運動賽事，自1977年至2018年，除了1989年因中華體育館大火停辦及2003年因SARS疫情停辦外共舉辦40屆。

1974年第7屆世界盃籃球賽在波多黎哥舉行時，國際籃總認為不能同時有兩個「中國」名稱的隊伍參賽理由下，我國被迫暫停會籍，而亞洲籃協 (ABC) 也停止我國會籍，使得我國無法參加任何國際籃球比賽。當時已卸任的前國際籃協秘書長威廉瓊斯博士於1976年來台訪問，深感於國人對籃球運動的喜愛與普遍，期望我國在國際會籍中止的這段期間，能舉辦大型的國際籃球賽；一方面可以進行國際交流，提高國內籃球運動的水準；另一方面可以藉著比賽活動，增進國際友誼，提高我國在國際籃壇的地位，以助於恢復會籍。於是在1977年由當時的中華籃協理事長余紀忠先生，與威廉瓊斯博士二人共同努力下，中華籃協籌辦第一屆威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽。這項以威廉瓊斯為名的國際籃賽，其舉辦方式是瓊斯本人贈盃給某一會員國，即由該國舉辦國際賽，每年舉辦一次，並且為國際籃協認可的一項正式比賽，因此，早在台灣舉辦之前，已在其他國家舉辦過10屆以威廉瓊斯為名的國際籃球比賽 (邵一銘，2006)。

邵一銘 (2006)、曾瑞程 (2010)、周俊三與王聖文 (2015)、高丁國柱等 (2016)、陳漢中 (2018) 均認為瓊斯盃國際籃球邀請賽對於中華國家籃球的發展扮演著舉足輕重的角色。賈凡 (2016) 也認為威廉瓊斯盃的舉辦，不僅有助於提昇國人參與運動賽事的意願，對於周邊經濟效

益的提昇及活絡地方經濟發展也有相當大的貢獻。盧心炎 (2016) 認為威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽是國人運動參與深度化明顯的案例，國內籃球迷因此一賽事造成運動狂熱現象，可見威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽對國人的意義非凡。因此，威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽成為台灣媒體關注的運動賽事之一。

台灣的電視或報紙媒體一直以來對籃球運動的報導就相當關注 (廖清海、連振杰、林志峰，2006；廖清海、張志成，2007；廖清海、陳景森、林聖峯、楊孟龍，2007)。Boyle & Haynes (2000) 認為大眾傳播媒體對運動競賽進行報導主要是基於市場因素的考量，像籃球運動在全球擁有廣大的運動人口也是媒體的最愛之一。至於台灣的報紙媒體是如何報導這項在台灣注目的運動賽會是值得探討的議題。過去學者曾分別針對報紙報導台灣區運、全運會、亞運、奧運等大型運動賽會的內容做分析 (邱金松、牟鍾福、林晉榮、王振烽、徐文慶，1988；侯致遠，1991；吳淑儀，1997；伍炳勳，2004；陳怡誠、魏志德、張宏源、許瓊云，2004)，均發現籃球運動被報導的比例相當高。因此，本研究試圖分析台灣主要報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽男子賽事是如何報導？並和過去所做的不同運動賽會報導研究做分析比較。

1.2 研究目的

本研究旨在探討台灣主要報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽男子組賽事報導的差異情形，以台灣目前的三家全國性大報—自由時報、蘋果日報及聯合報的報導內容為分析對象，具體之研究目的如下：

- 1.2.1 台灣報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽報導量差異情形。
- 1.2.2 台灣報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽報導體裁差異情形。
- 1.2.3 台灣報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽文字報導國家對象差異情形。

1.2.4台灣報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽文字報導議題內容差異情形。

2.研究方法

2.1研究對象

本研究對象的選擇為台灣目前發行人數最大的三家全國性綜合日報，此三家報紙報導有關2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽男子組賽事的新聞均為本研究的對象。根據潤利艾克曼公司2018年第一季媒體大調查資料顯示，台灣地區人民於2018年7月25日閱報率分別為自由時報（11.90%）、聯合報（9.32%）、蘋果日報（8.84%）及中國時報（4.50%），此四家報紙為目前台灣的四大報紙，而這四家報紙涵蓋台灣民眾34.56%的閱報率（競業信息，2018），但因為中國時報於2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽舉辦時間無任何相關報導，所以只選擇自由時報、聯合報及蘋果日報做為分析對象。

2.2研究範圍

在研究時間的選擇上，2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽男子組賽事自2018年7月14日開幕至2018年7月22日為止閉幕，故本研究時間範圍自比賽前二天開始，即自2018年7月12日開始至賽程結束後二天，即2018年7月24日止，共計13天。

2.3研究限制

本研究樣本僅限於台灣目前的三家全國大報—蘋果日報、自由時報及聯合報中，所得的結論不宜過度推論至所有報紙，為本研究之限制。另外在人為操作上的限制：本研究資料來源為報紙報導內容，並以所有2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽男子組賽事新聞內容為分析對象，有關此新聞有可能分散在各個不同版面，在登錄過程中難免與實際情形產生些許人為誤差。

2.4資料處理

2.4.1 本研究採內容分析法（content analysis），在資料登錄之信度考驗由三位研究者隨機選取各研究問題樣本之12%進行檢驗，結果

信度係數界於0.88至0.94間，符合內容分析信度考驗係數的要求（王石番，1992；王文科，1994）。

2.4.2 本研究資料登錄時，同一篇文字報導中若含多個國家對象則分別視為單獨分類單位予以登錄，例如文章中同時出現美國、日本及英國或更多個國家的名稱，均視為獨立類目分別登錄。

2.4.3 本研究使用SPSS for Windows 23.0套裝軟體進行統計分析，以描述統計法（descriptive statistics）、百分比分析法（percentage analysis）了解台灣報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽報導的情形，並以卡方檢定（chi-square）比較不同報紙間的差異，本研究統計考驗之顯著水準定為 $\alpha=.05$ 。

3.結果與討論

3.1台灣報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽報導量差異情形

台灣三家主要報紙平均每日運動新聞的報導量以自由時報的3.75頁最多，依次為蘋果日報的2.52頁，聯合報的1.39頁。在三家不同報紙報導運動新聞比例的情形上，經卡方檢定發現彼此間有顯著差異（ $\chi^2=7.50$ ， $df=2$ ， $p<.05$ ，0%期望次數小於5，且最小期望次數為27.19，故可以判斷不同報紙間有差異存在），顯示台灣不同報紙對有關運動新聞的報導量有差異。從結果中可以得到，其中以自由時報最重視運動新聞，報導的比例達8.11%，其次依序為蘋果日報5.73%，聯合報4.01%。

台灣三家主要報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽，大都開闢有特別的報導版面，在報導本賽事平均每天的報導版面量，以自由時報的0.55頁最多，依序為蘋果日報0.48頁，聯合報0.25頁。2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的報導量佔全部運動新聞報導量的平均比例達16.6%，而其他運動新聞的報導量則僅有

83.4%。在三家不同報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的報導量佔所有運動新聞比例的情形上，經卡方檢定發現彼此間沒有顯著差異（ $\chi^2=0.26$ ， $df=2$ ， $p>.05$ ，16.7%期望次數小於5，且最小期望次數為2.80，故可以判斷不同報紙間沒有差異存在），顯示台灣不同報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽新聞的報導，在報導量沒有差異。從結果中可以得到，其中以蘋果日報最重視2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的新聞，報導的比例達19.00%，其次依序為聯合報17.76%，自由時報14.57%。

表1 台灣報紙運動新聞導量佔總報導之差異分析摘要表

	運動新聞的版面量 (單位：頁)	非運動新聞的版面量 (單位：頁)
聯合報	18.07(4.01%)	432.93(95.99%)
自由時報	48.81(8.11%)	553.19(91.89%)
蘋果日報	32.80(5.73%)	539.20(94.27%)
總計	99.68(6.13%)	1525.32(93.87%)
$\chi^2=7.50$ $df=2$ * $p<.05$		

表2 台灣報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽報導量佔所有運動新聞之差異分析摘要表

	威廉瓊斯盃的版面量 (單位：頁)	非威廉瓊斯盃的運動新聞版面量 (單位：頁)
聯合報	3.21(17.76%)	14.86(82.24%)
自由時報	7.11(14.57%)	41.70(85.43%)
蘋果日報	6.23(19.00%)	26.57(81.00%)
總計	16.55(16.60%)	83.13(83.40%)
$\chi^2=0.26$ $df=2$ $p>.05$		

根據過去的研究可以發現，台灣報紙平均對籃球新聞的報導量約佔所有運動新聞的報導量在20%-25%左右，是除了棒球之外報導量第二

多的運動項目（胡幼偉、侯致遠、施致平、簡秋暖，1999）。廖清海（2014）研究1961至2010年聯合報文字報導運動項目時也發現籃球運動的報導量排名第二，佔14.4%。從本研究中可以發現在本屆威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽舉辦期間，台灣的報紙對此一運動賽會的新聞也是重視，但重視程度已不及1970-2000年代。

3.2台灣報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽報導體裁差異情形

由表3中可以得知，台灣三家主要報紙在2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的報導體裁方面，以「照片」的型式最多（42.4%），其次分別為「一般新聞」（25.5%）、「表格」（16.5%）、「花絮簡訊」（8.6%）、「評論（特稿）」（7.1%）。在三家不同報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的報導體裁情形上，經卡方檢定發現彼此間有顯著差異（ $\chi^2=20.81$ ， $df=8$ ， $p<.05$ ，13.3%期望次數小於5，且最小期望次數為2.61，故可以判斷不同報紙間有差異存在），顯示台灣不同報紙對有關2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽新聞的報導，會因為導體裁的不同而有所差異。從結果中可以得到，三家報紙中在「一般新聞」報導體裁的使用以聯合報的44.9%最多。在「照片」體裁的使用以自由時報的50.5%最多，蘋果日報有35.8%，聯合報有33.1%。在「表格」體裁的使用上以蘋果日報的17.4%最多，在「花絮簡訊」體裁的使用上以蘋果日報的13.8%最多。而蘋果日報使用「評論（特稿）」的報導體裁也是最多，有11.9%；蘋果日報在報導體裁的使用上比其他報紙較為平均。

本研究結果和以往的以棒球、奧運、全運會及亞運新聞，以文字報導為主的情形有所不同（廖清海，1996；吳淑儀，1997；伍炳勳，2004；陳怡誠、魏志德、張宏源、許瓊云，2004），與許智惠（2003）研究台灣報紙報導2002年世界盃足球賽的結果以一般新聞最多（57.8%），其次分別為表格（18.7%）、評論（11.3%）、照片

(7.8%)、花絮簡訊(3.4%)亦有所不同；但與廖清海、邱于展與黃宏春(2005)分析台灣報紙報導2004年中華台北世界盃五人制足球賽的結果以照片最多(40.9%)，其次分別為一般新聞(33.7%)、表格(9.7%)、評論(8.0%)、花絮簡訊(7.6%)在排序上則較為類同；從最近幾年的運動新聞報導發現，台灣報紙對運動新聞的報導體裁越來越重視照片的使用。本研究發現，現今報紙在報導運動新聞時，在照片體裁的使用比以前更多，達到42.4%。

表3 台灣報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽報導體裁之差異分析摘要表

	照片	一般新聞	表格
聯合報	14(33.1%)	13(44.9%)	9(5.6%)
自由時報	55(50.5%)	29(26.6%)	14(12.8%)
蘋果日報	39(35.8%)	23(21.1%)	19(17.4%)
總計	108(42.4%)	65(25.5%)	42(16.5%)
續下表			
	花絮簡訊	評論(特稿)	總計
聯合報	1(9.8%)	0(5.3%)	37(100%)
自由時報	6(5.5%)	5(4.6%)	109(100%)
蘋果日報	15(13.8%)	13(11.9%)	109(100%)
總計	22(8.6%)	18(7.1%)	255(100%)

$$\chi^2=20.81 \quad df=8 \quad *p<.05$$

3.3 台灣報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽文字報導國家對象差異情形

表4中可以得知，台灣三家主要報紙在報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽文字報導國家對象方面，以中華隊(台灣)最多(29.0%)，其次分別為菲律賓及加拿大均為10.5%，其餘有參賽國家被報導的比例相差不多，介於10%至8.3%之間。另外美國雖然本屆未參賽，但也有2.4%的被報導率，主要因為台灣隊教練為美國人，另外台灣有多位選手旅美打球。在三家不

同報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的國家對象差異情形上，經卡方檢定發現彼此間沒有顯著差異($\chi^2=9.59$, $df=18$, $p>.05$ ，20%期望次數小於5，且最小期望次數為1.70，故可以判斷不同報紙間沒有差異存在)，顯示各報對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的文字報導國家對象沒有不同。但還是以蘋果日報報導中華隊的新聞比例最高，達34.2%，高於自由時報的29.3%及聯合報的20.6%，其餘國家的新聞則相差不多。

表4 台灣報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽文字報導國家對象之差異分析摘要表

	中華	菲律賓	加拿大	韓國	日本	伊朗
聯合報	21 (20.6%)	12 (11.8%)	12 (11.8%)	13 (12.7%)	11 (10.8%)	11 (10.8%)
自由時報	48 (29.3%)	15 (9.1%)	18 (11.0%)	15 (9.1%)	16 (9.8%)	16 (9.8%)
蘋果日報	53 (34.2%)	17 (11.0%)	14 (9.0%)	14 (9.0%)	15 (9.7%)	12 (7.7%)
總計	122 (29.0%)	44 (10.5%)	44 (10.5%)	42 (10.0%)	42 (10.0%)	39 (9.3%)
續下表						
	印尼	立陶宛	美國	其他	總計	
聯合報	10 (9.8%)	10 (9.8%)	1 (1.0%)	1 (1.0%)	102 (24.2%)	
自由時報	14 (8.5%)	13 (7.9%)	5 (3.0%)	4 (2.4%)	164 (39.0%)	
蘋果日報	12 (7.7%)	12 (7.7%)	4 (2.6%)	2 (1.3%)	155 (36.8%)	
總計	36 (8.6%)	35 (8.3%)	10 (2.4%)	7 (1.7%)	421 (100%)	

$$\chi^2=9.59 \quad df=18 \quad p>.05$$

從以往的一些研究可以發現主辦國及成績表現較好的隊伍是有較高的媒體曝光率(廖清海, 1996; 吳淑儀, 1997; 廖清海、高錦勝、林聖峰, 2005; 廖清海、邱于展、黃宏春, 2005)。

從本研究可以看出台灣為地主國，所以得到台灣報紙媒體較多的報導，但本屆前四名分別是加拿大、伊朗、南韓及菲律賓，雖然這些國家除了伊朗的被報導率較少一些外，但和其他國家比較也是相差不多，此一現象，主要是賽制的關係，因為本屆賽制為單一循環制，每隊出賽場數一樣，因此媒體曝光相差不多。

3.4台灣報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽文字報導議題內容差異情形

由表5中可以得知，台灣三家主要報紙在報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽文字報導議題內容方面，以「比賽過程及結果」最多(44.2%)，其次分別為「人物或球隊側寫」(23.3%)、「賽前預告分析」(17.2%)、「賽後評論」(12.9%)，前四項總共佔了全部內容的97.5%，其他內容所佔比例則只有2.5%。在三家不同報紙報導2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的文字報導議題內容差異情形上，經卡方檢定後發現彼此間有顯著差異($\chi^2=23.76$, $df=8$, $p<.05$, 26.7%期望次數小於5，且最小期望次數為0.79，故無法判斷不同報紙間有差異存在)。在「比賽過程及結果」的報導內容上以聯合報的68.8%最多；「人物或球隊側寫」以蘋果日報的34.8%最多；「賽前預告分析」以聯合報的25.0%最多；「賽後評論」部分則以蘋果日報的18.2%最多。

根據過去學者的研究可以得知台灣報紙對運動賽會報導的議題內容一向著重在比賽的結果、評論、預告分析及人物或球隊側寫(吳淑儀，1997；吳奕賢，2005；李慈梅，2003；胡幼偉、侯致遠、施致平、簡秋暖，1999；許智惠，2003；廖清海，1996；廖清海、邱于展、黃宏春，2005)。本研究所得之結果，顯示出比賽過程結果、賽前預告分析、賽後評論及人物或球隊側寫的內容總共佔了高達97.5%，與之前的研究相較大致相同，甚至比例上更高，而其他議題的使用上則少了許多。

表5 台灣報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽文字報導議題內容之差異分析摘要表

	比賽過程及 結果	人物或球隊 側寫	賽前預告分 析
聯合報	22(68.8%)	1(3.3%)	8(25.0%)
自由時報	31(47.7%)	14(21.5%)	10(15.4%)
蘋果日報	19(28.8%)	23(34.8%)	10(15.2%)
總計	72(44.2%)	38(23.3%)	28(17.2%)

續下表

	賽後評論	其他	總計
聯合報	1(3.1%)	0(0.0%)	32(19.6%)
自由時報	8(12.3%)	2(3.1%)	65(39.9%)
蘋果日報	12(18.2%)	2(3.0%)	66(40.5%)
總計	21(12.9%)	4(2.5%)	163(100%)

$$\chi^2=23.76 \quad df=8 \quad *p<.05$$

4.結論與建議

本研究以台灣三家全國大報－蘋果日報、自由時報及聯合報對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽男子組賽事的報導內容為研究對象，具體結論及建議如下。

4.1結論

4.1.1台灣報紙重視2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的訊息，各報紙都對此一賽事有專門的報導，報導量佔所有運動新聞的比例高達16.6%。台灣報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的報導，各報紙的報導版面量沒有差異。

4.1.2 在報導體裁方面；以照片的型式最多(42.4%)，其次分別為一般新聞(25.5%)、表格(16.5%)、花絮簡訊(8.6%)、評論(特稿)(7.1%)。台灣報紙對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的報導，會因為報導體裁的不同而有所差異。

4.1.3 在文字報導國家對象方面，地主隊及運動表現優異的隊伍獲得較高的媒體曝光率。各報間對2018年威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽的報導，沒有因為參賽國家的不

同而有所差異。

4.1.4在文字報導議題內容方面，以比賽過程及結果最多 (44.2%)，其次分別為人物或球隊側寫 (23.3%)、賽前預告分析 (17.2%)、賽後評論 (12.9%)，前四項總共佔了全部內容的97.5%，其他內容所佔比例則只有2.5%。

4.2建議

4.2.1對相關人員之建議

- 1.在台灣要發展及提升籃球運動的水準應該先建立基本的觀眾群，而傳播媒體是很好可運用的工具，行政主管單位應善用傳播媒體的力量來發展籃球運動。
- 2.籃球員及教練投入籃球運動的訓練無非是希望能有好的前途，要達到此目的最好的辦法就是努力在球場上有優異的表現，尤其是在國際賽事中出人頭地，自然可以增加在媒體的曝光率，進而獲得有形及無形的效益。

4.2.2後續研究之建議

- 1.由於研究範圍的限制，只選擇單一媒體(報紙)中的三家報紙，未能含蓋所有傳播媒體，未來還可針對不同性質媒體間之差異(包括運動網路新聞、電視轉播、雜誌、報紙等)的報導情形做分析比較。
- 2.在研究方法上，本研究採用內容分析法，是以量為目的分析方法，未能兼顧質的研究法，未來可針對報紙記者及實際參賽球員、球迷、工作人員...等做深入訪談或問卷調查，將可獲得更精確及深入的研究結果。

參考文獻

- 1.王石番 (1992)，傳播內容分析法－理論與實證，台北市，幼獅。
- 2.王文科 (1994)，教育研究法，台北市，五南。
- 3.伍炳勳 (2004)，「台灣地區主要報紙對全國運動會新聞報導之內容研究」，未出版碩士論文，國立體育學院，桃園縣。

- 4.李慈梅 (2003)，「我國報紙運動新聞之運動價值分析研究－以民生報、中國時報為例」，未出版碩士論文，國立台灣師範大學，台北市。
- 5.邱金松、牟鍾福、林晉榮、王振烽、徐文慶 (1988)，「台灣區運動會新聞報導之追蹤研究」，中華民國大專院校體育總會七十七年度學術研討會專刊，29-47頁。
- 6.吳奕賢 (2005)，台灣地區報紙體育運動新聞，國立台灣體育學刊，15 卷，2 期，16-23 頁。
- 7.吳淑儀 (1997)，「台灣主要報紙對奧運新聞報導之內容研究」，未出版碩士論文，文化大學，台北市。
- 8.周俊三、王聖文 (2015)，第33 屆威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽前四強攻防技術與比賽成績關聯分析之探討，台北海洋技術學院學報，6 卷，2期，28-40頁。
- 9.邵一銘 (2006)，威廉瓊斯盃國際籃球邀請賽之回顧 (1977~2005)，屏東教育大學學報，25，253—290頁。
- 10.侯致遠 (1991)，台海兩岸漢城奧運報導之比較研究，國立體育學院論叢，1卷，3期，67-83 頁。
- 11.胡幼偉、侯致遠、施致平、簡秋暖 (1999)，運動傳播與論反應現況與展望 (初稿)，台北市，行政院體育委員會。
- 12.高丁國柱、陳怡婷、盧廷峻、高文揚 (2016)，2013年威廉瓊斯盃籃球邀請賽觀眾觀賞動機與滿意度之研究，運動與遊憩研究，11卷，2 期，91-110頁。
- 13.賈凡 (2016)，2016年威廉瓊斯盃運動觀光需求與經濟效益評估，嘉大體育健康休閒期刊，15卷，3期，42-52頁。
- 14.許智惠 (2003)，「報紙運動新聞議題設定效果研究－以 2002 年世界盃足球賽為例」，未出版碩士論文，國立台灣師範大學，台北市。
- 15.曾瑞程 (2010)，威廉瓊斯盃現場觀眾觀賽焦點之研究，運動健康休閒學報，1卷，39-53

- 頁。
- 16.陳漢中（2018 年 7 月 25 日），第一屆威廉瓊斯盃籃球賽。資料引自國家文化資料庫 <http://cna.moc.gov.tw/Myphoto/catintro.asp?categoryid=125&cateid=3>
 - 17.陳怡誠、魏志德、張宏源、許瓊云（2004），臺灣主要綜合性報紙對釜山亞運報導內容之研究。北體學報，12卷，273-287頁。
 - 18.廖清海（1996），「台灣報紙職業棒球新聞報導內容之分析研究」，未出版碩士論文，國立台灣師範大學，台北市。
 - 19.廖清海、高錦勝、林聖峰（2005），運動表現與媒體曝光率關聯性探討－以民生報刊載中華職棒之照片為例。大專體育學刊，17卷，2期，12-22頁。
 - 20.廖清海、邱于展、黃宏春（2005），台灣報紙對 2004 年中華台北世界盃五人制足球賽報導分析。成大體育，38 卷，3 期，30-41 頁。
 - 21.廖清海（2014），台灣報紙新聞報導內容所建構的體育運動社會現象－以聯合報1961－2010年報導為例，台南市，顏襄數位科技。
 - 22.廖清海、連振杰、林志峰（2006），媒體對運動性別報導差異情形分析－以蘋果日報刊載之運動照片為例。台東大學體育學報，4 卷，117-132頁。
 - 23.廖清海、張志成（2007），台灣報紙社論內容對體育運動性別議題論述差異情形分析研究。長榮運動休閒學刊，1 卷，92-101 頁。
 - 24.廖清海、陳景森、林聖峯、楊孟龍（2007），台灣有線電視體育運動頻道播放節目分析－以 2006 年衛視體育台、ESPN、緯來體育台三家專門體育運動頻道為例，運動健康與休閒學刊，7 卷，72-82 頁。
 - 25.盧心炎（2016），你今天運動了嗎？運動深度化現象之初探，休閒與社會研究，13卷，135-146頁。
 - 26.競業信息（2018年7月25日），2018年第一季【潤利艾克曼公司】媒體大調查報告，資料引自 <http://www.rmb.com.tw/images/html/downloadfile/2018第一季【潤利艾克曼公司】媒體大調查報告.pdf>。
 - 27.Boyle, R.,& Haynes, R. (2000). *Power play: Sport, the media and popular culture*. Gosport: Ashford Colour.

以凝固點下降法測定尿素莫耳質量之教學探討

Teaching Method Discussion of the Determination the Molar Mass of the Urea by Freezing Point Depression

郭偉明 程桂祥 朱 良

Wei-Ming Kuo Kuei-Hsiang Chen Liang Chu

明志科技大學 化學工程系

Abstract

Using freezing point depression to determine the molecular weight of urea is a new lesson in experimental chemistry at senior high school. In this article, based on the view of education, we use a new concept to explain the experimental principles and methods as well as the way to analyze the data. This experiment is expected to be simple, reliable, safe and meaningful for teaching at senior high school. Each experiment has been performed over than 20 times. The results show high reproducibility and the error is less than 1%, even the maximum error is less than 5%. We also provide some suggestions for the instructional evaluation and the technician certificate examination in this experiment.

摘要

以凝固點下降法測定尿素莫耳質量的實驗，為高中新課程綱要 - 化學實驗課程內的實驗項目。本文針對此實驗，就教學的觀點，以新的觀念詳述其操作原理、操作方法、與檢討其正確的數據處理技巧。期使此實驗符合高中實驗教材之要求，簡單、確實、安全、有意義。文中每組實驗皆經過20次以上的實做，數據結果再現性高，誤差值大多在1%以內。即使最大誤差也不超過5%。文中對於本實驗教學上的評量，或術科操作檢定上的做法，也提供適當建議。

關鍵詞：課程綱要, 依數性, 凝固點下降, 過冷

1. 前言

以凝固點下降法測定尿素莫耳質量的教學實驗目的有下列五點：(1)驗證溶液的依數性 (2)學習利用凝固點下降法測定溶質莫耳質量 (3)學習繪製、判讀冷卻曲線 (4)觀察並了解過冷狀態的現象 (5)學習實驗數據的處理技巧。

實驗本身並不困難，但是做為教材，實驗就必須考慮到設備的質與量、操作時間、和實驗室的安全、與環保衛生。

設備的量應該足夠上課的需求，且能讓學生簡單的操作、清楚的讀出數據、且具有可信賴之準確度。在操作時間上，一般授課時間為3~4小時，因此實驗規劃也要讓學生能在這有限的時間內完成。另外，試藥的選擇與用量，攸關實驗安全與環保，也是值得討論的問題。

本文貢獻如下：

- (1) 訂定出教學實驗設備與玻璃儀器的規格。
- (2) 以實做結果檢討溶劑與溶質量最適匹配。
- (3) 製作簡單確實的標準操作手冊。
- (4) 決定數據的最佳處理方法。

2. 相關原理

溶液是由溶質與溶劑所組成，為均勻的混

合物。在熱力學中，稱符合拉午耳定律 (Raoult's law)的溶液為理想溶液。

2.1 拉午耳定律

拉午耳定律：在固定溫度下，理想溶液內每一成分所生成的蒸氣壓，等於該成分的莫耳分率與其為純溶劑時的蒸氣壓的乘積，且總壓 P_t 等於各成分蒸氣壓之和。如下式所列：

$$P_1 = x_1 P_1^* \quad (1)$$

$$P_2 = x_2 P_2^* \quad (2)$$

$$P_t = P_1 + P_2 \quad (3)$$

P_i ：溶液中 i 物質的分壓，下標1為溶劑，下標2為溶質，下標0為溶液(以下皆同)。(Pa)

P_i^* ： i 物質在相同溫度下，純成分時的分壓，上標* 為純質。(Pa)

x_i ：溶液中 i 物質的莫耳分率。(—)

P_t ：平衡時溶液的總壓。(Pa)

溶液的依數性(colligative properties)，可以視為稀薄溶液中，溶質數對溶液性質的貢獻度，與溶質的種類無關。這些性質有：溶液的蒸氣壓下降(vapor pressure depression)、凝固點下降(freezing-point depression)、沸點上升

(boiling-point elevation)與滲透壓(osmotic pressure)。

電解質於溶液中解離生成離子，因此溶液中的粒子數隨著解離數而增加。若以依數性估算電解質於溶液中的性質，須於方程式中添加凡特荷夫 i 因數 (van't Hoff factor) 修正方程式。例如氯化鉀，溶於水中可生成鉀離子與氯離子，而其所導致溶液之凝固點下降 ΔT_f ，其方程式如下， $i=2$ 。 K_f 為常數， C_m 為濃度。

$$\Delta T_f = i K_f C_m \quad (4)$$

2.2 凝固點下降方程式

若溶質為非電解質、非揮發性物質，且於溶液中為微量，則溶液蒸氣壓的貢獻唯有溶劑。當溶液中溶質的莫耳分率為 x_2 ，則由式 (1)：

$$P_1 = (1 - x_2)P_1^* \quad (5)$$

$$(P_1 - P_1^*) = -x_2 P_1^* \quad (6)$$

$$(P_1^* - P_1) = x_2 P_1^* \quad (7)$$

$$\text{蒸氣壓差 } \Delta P = x_2 P_1^* \quad (8)$$

$$\Delta P = \frac{n_2}{n_1 + n_2} P_1^* \quad (9)$$

ΔP ：純溶劑蒸氣壓與溶液蒸氣壓之差。(Pa)
 n_i ：溶液中 i 物質的莫耳數。(mol) 下標1為溶劑，下標2為溶質(以下皆同)。

於稀薄溶液 $n_1 \gg n_2$ ， $(n_1 + n_2) \cong n_1$ ，

$$\Delta P = K m_2 \quad (10)$$

m_i ：為質量莫耳濃度(mol/kg, m)。

K ：比例常數

接著，由理想氣體定律 $PV=nRT$ ，或參閱圖1，假設系統於一極小區域，可以假設：

$$\Delta P \propto \Delta T_b \quad (11)$$

$$\text{由式(10) } \Delta P \propto m_2 \quad (12)$$

因此可估算得溶液沸點上升溫差

$$\Delta T_b = K_b m_2 \quad (13)$$

同理也可估算得溶液凝固點下降溫差

$$\Delta T_f = K_f m_2 \quad (14)$$

K_b 稱為沸點上升常數， K_f 稱為凝固點下降常數。

水: K_b 值 $0.52^\circ\text{C}/\text{m}$ ， K_f 值 $-1.86^\circ\text{C}/\text{m}$ 。

式(11) 僅是一個估算式，實際上壓力與溫度的變化並非線性，且 K 值與物質焓的變化與溶質濃度相關。只是在極小的溫度與濃度變化上，可以將其視為相關。此點由2.3 克勞修斯-克拉佩龍方程式導出即可了解。

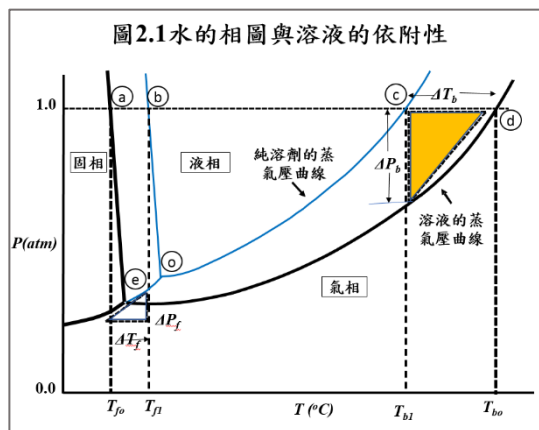


圖2.1 純水沸點上升與凝固點下降相圖

利用沸點上升求溶質的莫耳質量時， K_b 為正值(水 $K_b = 0.52^\circ\text{C}/\text{m}$)， T_{1b}^* ：純溶劑的沸點($^\circ\text{C}$)， T_{ob} ：溶液的沸點($^\circ\text{C}$)，則：

$$(T_{ob} - T_{1b}^*) = \frac{n_2}{w_1/1000} K_b \quad (15)$$

利用凝固點下降求溶質的莫耳質量時， K_f 為負值(水 $K_f = -1.86^\circ\text{C}/\text{m}$)，

T_1^* ：純溶劑的凝固點($^\circ\text{C}$)， T_o ：溶液的凝固點($^\circ\text{C}$)，則：

$$(T_o - T_1^*) = \frac{n_2}{w_1/1000} K_f \quad (16)$$

$$\text{凝固點下降 } \Delta T = \frac{w_2/M_2}{w_1/1000} K_f \quad (17)$$

$$M_2 = \left(\frac{w_2}{w_1 \times \text{slope}} \times 1000 \right) K_f \quad (18)$$

因為，式(18)中溶劑的質量 w_1 、凝固點下降常數 K_f ($^\circ\text{C}/\text{m}$)、與溶質的莫耳質量 M_2 (g/mol)，皆為定值。因此，可以將(18)式改寫為以 ΔT 對 w_2 之線性方程式， $y = A + BX$ ，如下式。

$$\Delta T = \left(\frac{K_f}{w_1 \times M_2} \times 1000 \right) w_2 \quad (19)$$

依照上式，於固定溶劑中，逐一加入溶質，測出溶液的凝固點。

再如表4.2 的數據，以凝固點下降度數差 ΔT 對溶質總量 w_2 作線性回歸，求出斜率、截距 A 、與相關係數 R 。以 ΔT 對 w_2 作圖所得曲線為直線。

由式(19)所得斜率為：

$$\text{slope} = \left(\frac{K_f}{w_1 \times M_2} \times 1000 \right) \quad (20)$$

則溶質的莫耳質量：

$$M_2 = \left(\frac{K_f}{w_1 \times \text{slope}} \times 1000 \right) \quad (21)$$

線性回歸所求得之相關係數 R 值，可用為判斷實驗的精確度(R=0.999)。再由文獻值，算出實驗誤差。

實驗中，也可以下式簡單的求得各組數據之斜率：

$$\text{slope} = (\Delta T_2 - \Delta T_1) / (w_2 - w_1) \quad (22)$$

由上式所求得斜率之平均值，也可由式(21)求出溶質之莫耳質量 M_2 。

2.3 由克勞修斯-克拉佩龍方程式導出

凝固點下降方程式，也可由克勞修斯-克拉佩龍方程式、或由化勢之相平衡導出。

由馬克士威關係式

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T \quad (23)$$

對於理想氣體，定義熵：

$$dS = \frac{dq_{rev}}{T} = \frac{\Delta H}{T} \quad (24)$$

$$\text{且 } V(v) \gg V(s), dV = V(v) \quad (25)$$

$$\text{則 } \left(\frac{dP}{dT} \right) = \left(\frac{dS}{dV} \right) \quad (26)$$

$$\text{由式(24)} \quad \left(\frac{dP}{dT} \right) = \left(\frac{\Delta H}{T dV} \right) \quad (27)$$

$$dV = V(v): \left(\frac{dP}{dT} \right) = \left(\frac{\Delta H}{TV} \right) \quad (28)$$

$$\text{理想氣體: } \left(\frac{dP}{dT} \right) = \left(\frac{\Delta H}{T} \right) \left(\frac{P}{RT} \right) \quad (29)$$

$$\text{移項: } \left(\frac{dP}{P} \right) = \left(\frac{\Delta H}{RT^2} \right) dT \quad (30)$$

$$\text{積分: } \int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P} = \frac{\Delta H}{R} \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T^2} \quad (31)$$

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = - \frac{\Delta H_{vm}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (32)$$

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_{vm}}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \quad (33)$$

假設

(1) P_s = 純溶劑於溫度 T_0 之昇華壓

(2) P = 溶液於溫度 T 之蒸氣壓

(3) P^* = 純溶劑於溫度 T 之蒸氣壓

(4) ΔH_v 純溶劑蒸發焓, ΔH_s 純溶劑昇華焓
昇華焓為熔解焓 ΔH_f 加上蒸發焓之和

$$\Delta H_f = \Delta H_s - \Delta H_v \quad (34)$$

昇華壓與純溶劑蒸氣壓之比值：

$$\ln \frac{P_s}{P^*} = \frac{\Delta H_v(T_s - T)}{RT_s T} \quad (35)$$

昇華壓與溶液蒸氣壓之比值：

$$\ln \frac{P_s}{P} = \frac{\Delta H_s(T_s - T)}{RT_s T} \quad (36)$$

兩式相減

$$= \frac{\ln P_s - \ln P^* - \ln P_s + \ln P}{RT_s T} = \frac{\Delta H_v(T_s - T)}{RT_s T} - \frac{\Delta H_s(T_s - T)}{RT_s T} \quad (37)$$

$$\ln P - \ln P^* = - \frac{(\Delta H_s - \Delta H_v)(T_s - T)}{RT_s T} \quad (38)$$

$$\ln \frac{P}{P^*} = - \frac{(\Delta H_s - \Delta H_v)(T_s - T)}{RT_s T} \quad (39)$$

$$- \frac{\Delta H_f(T_s - T)}{RT_s T} = - \frac{\Delta H_f \Delta T_f}{RT_s T} \quad (40)$$

$$\ln \frac{P}{P^*} = \ln \frac{x_1 P^*}{P^*} \quad (41)$$

$$\ln(1 - x_2) = - \frac{\Delta H_f \Delta T_f}{RT_s T} \quad (42)$$

$$-x_2 = - \frac{\Delta H_f \Delta T_f}{RT^2} \quad (43)$$

$$\Delta T_f = \left(\frac{RT^2}{\Delta H_f} \right) x_2 \quad (44)$$

$$m_2 M_1 = \Delta H_{m,1,f} \left(\frac{1}{RT_{m,1}^2} \right) \Delta T_f \quad (45)$$

$$\text{凝固點下降常數 } K_f = \frac{M_1 R T^2}{\Delta H_{m,1,fus}} \quad (46)$$

$$\text{凝固點下降方程式: } \Delta T_f = K_f m_2 \quad (47)$$

莫耳質量：

$$M_2 = \left(\frac{K_f}{w_1 \times \text{slope}} \times 1000 \right) \quad (48)$$

3. 實驗操作

3.1 實驗前準備

檢查電子溫度計：確認其電力正常，單位為 $^{\circ}\text{C}$ ，顯示小數點位數為2位。清洗所有玻璃儀器設備，洗淨後應該擦拭乾淨。測試用試管（標示為試管 A）務必事先烘乾備用。

3.2 玻璃儀器與設備

主要設備與玻璃儀器如下：(1)電子數位式溫度計，一套(精確至小數點第2位) (2)玻璃試管，一個(內徑3.5 cm ϕ 長度為13.5 cm，另附已穿2孔之矽膠蓋) (3)大燒杯(1 L)，一個(做為冰浴槽) (4)秤量瓶或100 mL 小燒杯一個(秤量試藥用) (5)包覆膠膜攪拌棒，一支(或採用攪拌器一套) (6)簡易溫度計，一支(監控冰浴槽溫度，低於 -6°C) (7)藥匙，一支 (8)數位式計時器，一個 (9)試管架，一組(固定試管、溫度計、與攪拌器) (10)冰桶(6.0 L)，一個 (11)塑膠盆，一個。公用設備，為大氣壓力計與精密天平。

實驗藥品：尿素、食鹽、純水，也可取蔗糖或氯化鉀等鹽類提供學生嘗試。

3.3 測定溶劑凝固點

(1) 取一 6 L 塑膠冰桶，另取一 1.0 L 燒杯將

其置入塑膠冰桶中，加滿冰塊。

- (2) 於加滿冰塊之1.0 L 燒杯內撒食鹽30 g，再加100mL 冰水作為冰浴。冰浴溫度恆保持在 -6°C 以上。
- (3) 以精密天平秤重試管 A(附加矽膠蓋)，再將管內注入約60 mL 純水，加蓋稱重，紀錄溶劑純水重量為 $w_1(\text{g})$ 。
- (4) 確認冰浴槽溫度小於 -6°C ，(每次操作前皆須確認)。
- (5) 將試管 A 塞上穿孔之矽膠塞，並插入攪拌棒與電子式溫度計。將其置入1.0 L 冰浴中。
- (6) 不停的攪拌試管內的溶液，並觀察管中溫度下降之情形。
- (7) *當試管之溫度降至 5°C ，開始記錄溫度隨時間的變化率。(於 0°C 前每降 1.00°C 記一次時間，之後每隔 0.10°C 記點一次)。
- (8) 當溫度降至最低溫度(過冷溫度)，溫度會突然迅速躍升(約1~3秒間)至最高點，並維持固定溫度3~5分鐘不再變化。記錄過冷之最低溫度，與溫度維持3分鐘不再變化時之溫度，決定此點為溶劑之凝固點。
- (9) 如果溫度沒有迅速達到冰點，(超過1分鐘仍斷續變化)，表示冰浴槽不夠冷(-6°C 以下)，此時終點溫度會有誤差。請加溫熔化後再重做一次。
- (10) 取出試管 A，觀察試管中之試樣已經凝結為固體。將試管置入約 40°C 水浴中加熱，使凝結溶液熔化成清澈溶液。

*由任課老師決定是否繪製冷卻曲線。

3.4 測定溶液凝固點(至少三次)

- (1) 精稱0.2 g 尿素，將尿素倒入試管 A 中。塞上矽膠塞，於 40°C 水浴，振盪混合，約5分鐘，令試樣完全溶化。
- (2) 將試管 A 塞上矽膠塞，並插入攪拌棒與電子式溫度計，置入1.0 L 冰浴中。
- (3) (以下操作如同前述溶劑凝固點測定之操作。)
- (4) 不停抽動攪拌棒，混勻試管內溶液的溫度，並觀察管中溫度下降之情形。
- (5) *當試管之溫度降至 5°C ，開始記錄溫度隨時間的變化率。(於 0°C 前每降 1.00°C 記一次時間，之後每隔 0.10°C 記點一次)。
- (6) 當溫度降至最低溫度(過冷溫度)，溫度會突然迅速躍升(約1~3秒間)至最高點，並維持3~5分鐘不再變化。記錄過冷之最低溫度，

- 與溫度維持3分鐘不再變化之溫度，判斷此點為溶劑之凝固點，第1組溶液之凝固點。
- (7) 取出試管 A，將試管置入約 40°C 水浴中加熱1分鐘，使凝結之試樣溶化為液體。
- (8) 再精稱0.2 g 尿素，繼續將尿素倒入試管 A 中。塞上矽膠塞，於 40°C 水浴，振盪混合，約5分鐘，令試樣完全溶化。
- (9) 重覆前述步驟，求得進料後第2組溶液凝固點之數據。
- (10) 再精稱 0.2 g 尿素，繼續將尿素倒入試管 A 中。重覆前述步驟，求得進料後第3組溶液凝固點之數據。
- (11) 重複加入溶質，相同的操作，可以獲得3組溶液凝固點之數據，最後溶液內尿素總量約為 0.6 g。
- (12) 將每次測量所得數據，於方格紙上以溫度為縱座標，以時間為橫座標，畫出各組數據之冷卻曲線。由圖，讀出冷凝時過冷(supercooling)之最低溫度。
- (13) 以公式計算每次實驗所得溶質之莫耳質量，紀錄之。
- (14) 求出溫度差與累積質量之斜率：
- (15) 或以 ΔT 與 w_1 相關之線性回歸，求出斜率：

$$\text{視 } \Delta T = \left(\frac{K_f}{w_1 \times M_2} \times 1000 \right) w_2 \text{ 為線性方程}$$

式， $y=A+Bx$ ，亦即 ΔT 與 w_2 相關。求出斜率、截距與相關係數。

因為斜率， $\text{slope} = \left(\frac{K_f}{w_1 \times M_2} \times 1000 \right)$ 求得溶質之莫耳質量，

$$M_2 = \left(\frac{K_f}{w_1 \times \text{slope}} \times 1000 \right) \quad (49)$$

- (16) 圖解：以溫度差 ΔT 為縱座標，累積質量 w_1 為橫座標，畫出數據間的線性關係。

*由任課老師決定是否繪製冷卻曲線。

- (17) 清潔與整理

將儀器設備整理好，並擦拭桌面，繳交數據，繳回溫度計。

試管 A 實驗後要以試管刷刷乾淨，因尿素會沾黏管壁。

- (18) 注意事項

- A. 實驗中需要不斷的攪拌溶液，以確保溫度均勻。
- B. 如果單獨操作可以考慮攪拌器。或免除紀錄溫度- 時間相關之冷卻曲線。
- C. 冰浴槽保持低於 -6°C ，過冷時之最

低溫度與凝固點皆會受此影響。冰浴槽的溫度，決定實驗的成敗關鍵。當冰浴槽溫度高於 -6°C 則加冰加鹽降溫。

- D. 每次操作約20~30分鐘，4次操作120分鐘應該可以完成實驗操作。也有足夠時間計算，整理報告。
- E. 實驗後，溫度計須確實擦拭乾淨，因為鹽分容易腐蝕金屬。
- F. 溫度探針不防水，請勿沾濕。

4. 數據處理

實驗過程數據紀錄的項目，如表4.1所列。參考數據為(1)當天之大氣壓力 (2)室溫與 (3)冰浴槽的溫度。主要的數據為(1)溶劑的質量 w (2)每次溶質的用量 w_i (3)每次過冷最低溫度 T_c (4) 每次溶液的凝固點 T_f 。

數據處理時之相關數據為 (1)溶質於試管內之累積量 w_i (2)溶液凝固點下降度數 ΔT (3)估算莫耳質量 M_i (4)斜率 $\Delta T/\Delta w_i$ (5)誤差 (6)溶劑溶質比(7)線性回歸計算之斜率 B 、截距 A 、相關係數 R 數據(8)實驗求得之莫耳質量 M_i (9)實驗誤差 $e\%$ 。表4.1 為了解最適溶劑與溶質比所做實驗。當溶劑為 62.421g 時，最適比值以不超過1%為最佳。如表4.2所示，表中若取2,3,4項做線性回歸，所求尿素莫耳質量之值，誤差為1.14%。表4.1與

4.1 ΔT 對累積量 w_i 相關

將表4.1的實驗數據，取其溫度差 ΔT 與累積質量 w_i 做線性回歸分析，作圖可以得到如圖4.1。所示之圖形。計算所得斜率也與由 $\Delta T/\Delta w_i$ 之平均值，計算之值相近。藉由斜率，利用式(20)可以估算出溶質較精確的莫耳質量。實驗的準確度，也可由相關係數 R 趨近於1確認。

表4.1數據，在第5項數據，顯示最大偏差，這是因為依數性對高濃度溶液產生偏差。表4.2之相關係數皆為0.9999，因此實驗是值得信賴的。

依實驗數據分析，如果在相同的情況下，我們每次的實驗，其斜率皆應該為定值。因為，如式(49)所示，式中唯一變數為溶劑的量 w_1 。

$$\text{slope} = \left(\frac{K_f}{w_1 \times M_2} \times 1000 \right)$$

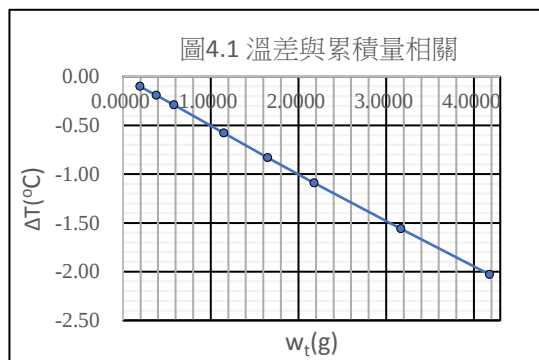


圖4.1溫差對累積量作圖

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	表4.1 實驗數據處理(取9點數據)										
2	9月21日	溶劑	純水	體積(mL)	60	質量(g)	62.421	大氣壓力	764.00	室溫 $^{\circ}\text{C}$	31.5
3		Urea M(g/mol)	60.06	k_f	-1.86						
4		每次用量	冰點	累積量	溫差	累積量	莫耳質量	斜率	最低溫度	誤差	溶劑溶質比
5		w_i (g)	T_i	w_i	ΔT	w_i	M_i	$\Delta T/\Delta w_i$	T_s		
6	1	0	-0.10				0		-1.77		
7	2	0.1926	-0.20	0.1926	-0.10	0.1926	57.39		-2.23	-4.45%	0.31%
8	3	0.1880	-0.29	0.3806	-0.19	0.3806	59.69	-0.48	-2.90	-0.62%	0.61%
9	4	0.1994	-0.39	0.5800	-0.29	0.5800	59.60	-0.50	-2.43	-0.77%	0.93%
10	5	0.5706	-0.68	1.1506	-0.58	1.1506	59.11	-0.51	-2.43	-1.58%	1.84%
11	6	0.5008	-0.93	1.6514	-0.83	1.6514	59.29	-0.50	-2.48	-1.29%	2.65%
12	7	0.5284	-1.19	2.1798	-1.09	2.1798	59.59	-0.49	-2.97	-0.78%	3.49%
13	8	0.9882	-1.66	3.1680	-1.56	3.1680	60.51	-0.48	-3.52	0.75%	5.08%
14	9	1.0119	-2.13	4.1799	-2.03	4.1799	61.36	-0.46	-3.47	2.16%	6.70%
15								-0.4885	莫耳質量	60.99	
16		斜率B	-0.48633	截距A	-0.01			相關係數R	-0.9999		
17		莫耳質量 M			61.27			誤差	2.02%		

表4.1 實驗數據處理(取9點數據)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	表4.2 實驗數據處理(取前3點數據)										
2	9月21日	溶劑	純水	體積(mL)	60	質量(g)	62.421		大氣壓力	764.00	室溫 $^{\circ}\text{C}$
3		Urea M(g/mol)	60.06	k_f	-1.86						
4		每次用量	冰點	累積量	溫差	累積量	莫耳質量	斜率	最低溫度	誤差	溶劑溶質比
5		w_i (g)	T_i	w_i	ΔT	w_i	M_i	$\Delta T/\Delta w_i$	T_s		
6	1	0	-0.10				0		-1.77		
7	2	0.1926	-0.20	0.1926	-0.10	0.1926	57.39		-2.23	-4.45%	0.31%
8	3	0.1880	-0.29	0.3806	-0.19	0.3806	59.69	-0.48	-2.90	-0.62%	0.61%
9	4	0.1994	-0.39	0.5800	-0.29	0.5800	59.60	-0.50	-2.03	-0.77%	0.93%
10								-0.4901	60.80	莫耳質量	
11		斜率	-0.49056	截距	0.00			相關係數	-0.9999		
12		莫耳質量 M			60.74			誤差	1.14%		

表4.2 實驗數據處理(取前3點數據)

4.2 真實狀況下 ΔT 對累積量 w_t 相關

實際上，在溫度差 ΔT 與累積質量 w_t 所畫出之直線上，其斜率並非處處吻合。參考表 4.1 之實驗數據即可了解，事實上在第 5 點數據上，有一較大偏差的斜率。這偏差如何產生？

在式(7)導式時，曾經假設， $n_1 \gg n_2$ ，亦即於稀薄溶液中， $(n_1 - n_2) \cong n_1$ 。如今，我們重新考慮：

若 $\Delta T = kx_2$ 成立， $\Delta T = k \frac{n_2}{n_1 + n_2}$ ，在

此，不考慮刪除 n_2 ，直接計算斜率。且假設溶質分子量 M_2 已知。

若水的質量為 62.4210 g，水的莫耳質量為 18.00 g/mol，尿素的莫耳質量為 60.06 g/mol，皆為固定之已知數據。改變試管內尿素的質量，測量不同的凝固點下降次數。將已知數據代入：

$$\Delta T = k \frac{w_2(g)}{208.27(g) + w_2(g)} \quad (50)$$

$$\Delta T(208.27g + w_2g) = kw_2(^{\circ}C \cdot g) \quad (51)$$

以左式對右式之 w_2 作圖，觀察其趨勢如圖 4.2 所示。由圖可以了解，事實上 ΔT 與累積量 w_t 並非線性相關。若取其初始斜率(如圖 4.1)，可以吻合實驗數據處理時之狀況，並求得溶質之分子量。

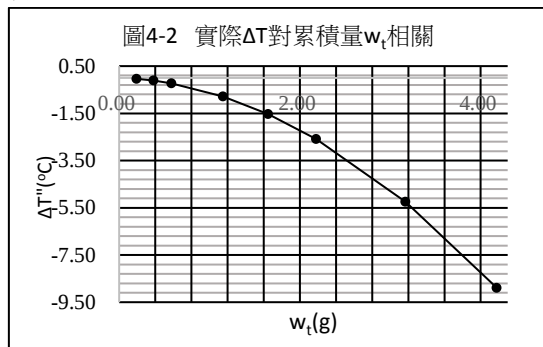


圖 4.2 實際溫差對累積

4.3 莫耳質量 M 對累積量 w_t 相關

由每次實驗的數據，所估算出的莫耳質量難免都存在著誤差。因為電子式溫度計只能讀到小數點後兩位數，即精密度為 $\pm 0.01^{\circ}C$ 。我們若以溶質累積量對莫耳質量作圖，可得如圖 4.3 所示之曲線。圖 4.3 存在的弔詭為曲線如 N 字形，對於其他含有不同成分之溶液(例如蔗糖水溶液)所得圖形皆相同。

解釋曲線凸出之區域，正是導式所做假設 $n_1 \gg n_2$ ，不再成立的開始。

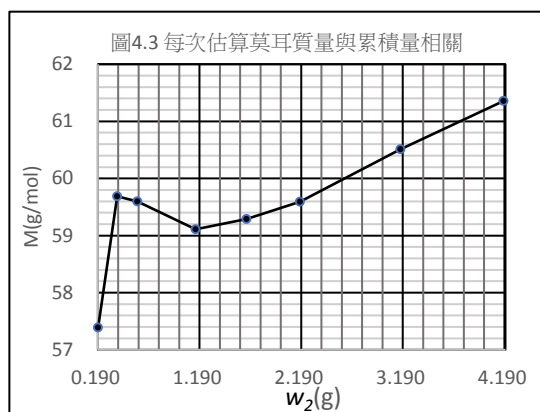


圖 4.3 每次估算的莫耳質量與累積量相關

4.4 冷卻曲線

冷卻曲線是溫度隨著時間變化的曲線，如圖 4.4。溶液凝結需要足夠能量才能結晶。當過冷至最低溫度時，溶液內晶種生成，立即迅速傳播，使得溶液立刻凝結。此時，溫度應該瞬間回升至溶液冰點。正常情形下，當冰浴槽溫度能夠保持在 $-6^{\circ}C$ 以下，應該在 1 秒內達到冰點，且溫度不再變化。如果，溫度斷續變化，表示冰浴槽不夠冷，應該將凝結的溶液於 $30^{\circ}C$ 水槽中加熱熔化，再將冰浴加水加鹽，重做一次。

冰浴槽的溫度，決定實驗的成敗關鍵。

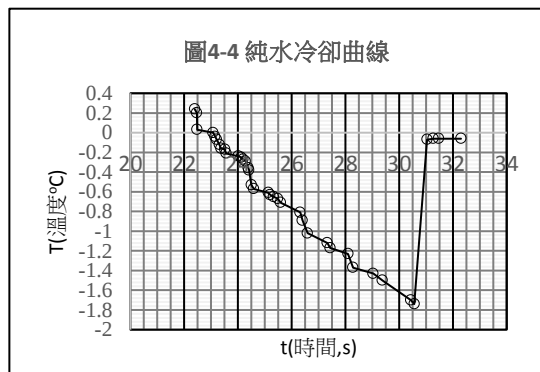


圖 4.4 冷卻曲線

4.5 其他相關

1. 溫度計的選擇:

數位式電子溫度計精確度為:

$\pm 0.01^{\circ}C (\pm 0.01^{\circ}F)$ ，誤差難免。因此必須以線性回歸處理數據，以吻合其準確度。

2. 試管:

經過多次實驗，決定試管最適規格為：內徑: 3.5 cm 長 13.5 cm 試管容量為 100 mL。捨去傳統使用的外套管，經實驗確認，沒

有外套管並無影響，反而能增快溫度的傳導，減少操作時間。

3. 操作時間:

配合上課時間，約3~4小時。做完一次完整的實驗，須做4項操作，每一項操作約30分鐘，共120分鐘。尚有足夠時間整理報告。當溶液量愈多，操作時間相對增加，攪拌的難度也增高。

4. 溶質比:

由圖4.1 以溫度差 ΔT 對累積質量 w_i 所作曲線，可以看出此曲線幾乎為一直線。因此，觀念上似乎感覺溶質量多寡與實驗的結果無關。而且溶質量愈多，凝固點下降差異愈大，精確度應該愈好？

此點看法其實不然。理論上溶液要吻合依數性，必須是極稀薄溶液。如果溶質量增加，則誤差自然增加，此觀念可以由圖4.2 看出。再者，由表4.1 的數據可以看出是實在第5點數據會產生偏差，這個現象在以蔗糖為試樣的實驗中也同樣發生。因此在溶劑與溶質的混合比為1%以下時，才可以得到最好的結果。

譬如，當以60 g 純水為溶劑時，我們常取每次進料0.2 g，共三次。實驗的結果，誤差值約為1%左右。如果在同樣溶劑量下，每次進料0.5 g，共三次。實驗的結果，誤差值約為3~5%左右。

當溶劑為60克時，溶質最適量為每次添加0.2克。總共3次進料，試管內溶質最後累積量為0.6克。如此溶劑與溶質的比例在1%內。

試管容量為100 mL，溶劑之最適用量約為60 mL。若於此試管，加入80 mL 溶劑，當以攪拌棒混勻溫度時，溶液會從攪拌小孔濺出，影響實驗。再者，溶劑量增加，固然可以使得溶質用量增加，但是也會使得操作時間增加。

5. 斜率計算:

斜率可以用式(22) 計算，再求其平均值。但是仍建議指導學生以計算器，用線性回歸計算，求出斜率、截距、與相關係數，較為準確。

6. 實驗術科檢定:

本項目實驗，若做為期末術科檢定，建議讓考生免除記錄溫度隨時間的變化率。亦即可以讓考生不用畫出冷卻曲線。如此才能讓學生輕鬆操作(因為溫度變化很快)。

但是，過冷之最低溫度仍須記錄，此點雖然不是關鍵，但是它卻能讓學生了解過冷狀態的現象。

相關係數 R 可以做為學生操作精確度的考核， R 可以要求至0.999。準確度則以在5% 誤差範圍內不扣分為準。

5. 結論

本文是站在教學的角度上來做研究，因此沒有用到非常昂貴的設備、或高精密度的裝置。但是，我們仍期許自己盡心構思、不斷嘗試，做出符合教學的教材，讓這實驗能符合簡單、確實、安全、有意義、且能滿足學分數的要求。

過去採用貝克曼溫度計測量微量熱變化，因為它能精確的測量到 0.001°C 的溫度差。但是，由於水銀的毒性，貝克曼溫度計已被禁用。目前，能夠取代貝克曼溫度計的電子溫度計造價昂貴，不適於用在一般實驗室。常用的數位式電子溫度計，只能測到小數點後2位精確度。

溫度計的精確度會造成實驗結果極大的偏差。因此，實驗不能只做一次就決定結果。本實驗在固定的溶劑中，逐次加入溶質，在獲得一系列數據後，再利用線性回歸，獲得數據間的相關，使誤差趨於最小。

對於溶液凝固點的判斷，過去，我們總是被要求畫出冷卻曲線，再由曲線作圖下判斷溶液的凝固點。事實上，經過多次的實驗證實，只要冰浴槽夠冷(-6°C 以下)，溶液的凝固點在過冷最低溫度下，會瞬間(約1~3秒間)竄升至固定溫度不再變化。

讓學生能夠明確的決定數據是必要的。如果數據還需經過複雜的處理，又只能找出不確定數據，如此的做法值得商榷。

本文主要是提供高中職老師的教學參考。也許文中尚有疏漏，因為未經學生的試做，確實沒能夠發覺學生的盲點。我常覺得以學生為師，是教學最重要的心態。實驗能讓學生懂得做中學學中做，同時擁有團隊精神。因此能夠編輯一份好的教材，才能讓學生獲得真正的生活知識。

教材編輯已非主流科學，因此資料來源有限，只能倚賴自己的發掘與嘗試。

6. 符號與單位

- (1) P_i : 溶液中 i 物質的分壓, 下標1為溶劑, 下標2為溶質。(Pa)
- (2) P_i^* : i 物質在相同溫度下, 純成分時的分壓, 上標* 為純質。(Pa)
- (3) P_t : 平衡時溶液的總壓。(Pa)
- (4) ΔP : 壓力差, (Pa)
- (5) x_i : 溶液中 i 物質的莫耳分率。(–)
- (6) n_i : i 的莫耳數, 下標1溶劑2溶質。(mol)
- (7) C_m : 溶質質量莫耳濃度 (mol/kg)
- (8) M_2 : 溶質莫耳質量, (g/mol)
- (9) i : 凡特荷夫 i 因數, (–)
- (10) K_f : 凝固點下降常數, ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$)
- (11) K_b : 沸點上升常數, ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$)
- (12) ΔT_f : 凝固點下降差。(°C)
- (13) ΔT_b : 沸點上升溫度差。(°C)
- (14) T_{1b}^* : 純溶劑的沸點, (°C)
- (15) T_{ob} : 溶液的沸點, (°C)
- (16) w_1 : 溶液質量(g)
- (17) w_2 : 溶質質量(g)
- (18) S : 熵(J/K)
- (19) R : 理想氣體常數, 8.314J/mol-K
- (20) ΔH_{vm} : 蒸發之莫耳焓(J)
- (21) ΔH_v : 蒸發焓(J)
- (22) ΔH_s : 昇華焓(J)

7. 參考資料

1. 鐘惠雪, (2018), ”高中選修化學(上)”, 南一書局, pp137- p138
2. 陳秋炳, (2016), ”高中選修化學(上)”3rd, 翰林出版, p110-p103
3. 郭偉明,(2010), 圖解物理化學實驗, 高立書局, 實驗7, p250
4. 葉名蒼主編(2008): 高中選修化學(上)教師手冊。南一。P.58~ p. 80.
5. 黃長司 黃芳裕 鍾崇桑主編(2008): 高中選修化學(上)教師手冊。台北市: 康熹。P.170~ p. 181.
6. Hill, Petrucci, Perrry(2004). General Chemistry (4th ed.). Pearson Publishing Co. 56-62.
7. Laidler, Meiser, Sanctuary,(2003) “Physical Chemistry” 4th edition”, 歐亞書局, p 211-p215。
8. Raymond Chang, (2003)”General Chemistry”, 3rd, 高立書局 p 415-p419
9. 黃定加, (2003), 新編物理化學實驗

(上), 高立書局, 台北, p137。

10. 郭冠麟、王榮英、陳寶祺, (2003): 物理化學。台北市: 學富。P.238~ p. 285.
11. 卓靜哲等, (2001): 物理化學。三民。P.291~ p. 494.
12. 江元能等, (1986), ”化工群基礎化學”, 儒林書局, pp134

荷蘭恩荷芬科大與明志科大機械系課程之比較

Comparative Study of Bachelor Curriculums of Mechanical Engineering between Eindhoven University of technology in Netherlands and Ming Chi University of Technology in Taiwan

蔡習訓

Hsi-Hsun Tsai

明志科技大學 機械工程系

摘要

比較教育可就教育體系之利害關係人、教育媒介(或稱課程)及學習成效進行比較，本研究以網站上課程資料統整，並以文獻分析法比較恩荷芬科大及明志科大機械系課程。恩荷芬科技大學機械系課程包括基礎課程、主修課程、DBL 設計導向學習課程、USE(使用者、社會及創業精神課程)、選修課程及專題，修業期間為三年，採學季制，一學年有四學季，每學季為 10 週，畢業學分數為 180，其中必修為 90 學分、選修 45 學分、創業課程 15 學分。研究結果顯示兩校機械系專業必修學分數佔總畢業學分數的 50%，而明志科大的專業選修學分數佔總畢業學分數的 18%，而恩荷芬科大則佔 25%。恩荷芬科大的必修學分數比例達 64%，而明志科大的必修學分數比例為 76%，台灣的大學必修學分數確實較高，且恩荷芬科大機械系在化學、通識教育、語文、製造、社會科學、電腦程式及系專業介紹等類是完全不開授的，而且其大學部課程並未包括電機學、電子學及自動控制等一般認為屬於電機系之課程。具有特色的是恩荷芬大學機械系學生於畢業前有 5 門必修及選修 2 門之設計導向課程，以 7 到 8 名學生組成的小組實際處理設計案例，以統整專業知識的方式，進行設計案例的實際操作，然而明志科大機械系之教師的教學負擔為恩荷芬科大機械系的 4 倍，而學生分組研習的課程學分數分別為明志科大 26 學分及恩荷芬科大 45 學分。恩荷芬科大之學士畢業專題為個人的兩學季各 5 學分，而明志科大為兩學期各 1 學分的分組專題。恩荷芬科大機械系超過 15% 的主要專業類別課程為固體力學及熱流學，且僅開授一門必修微積分，及另一門選修微積分之數學課程，相對於明志科大機械系有四門包括微積分及工程數學的數學課程。恩荷芬科大機械系並未開授任何製造學的課程，而有一門生產系統的課程，從系統角度進行評估而學習。

關鍵詞：比較教育、課程、設計導向學習、專題

ABSTRACT

Comparative education can compare the stakeholders of the education system, the educational medium (or curriculum) and the learning outcomes. This preliminary study attempts to compare the curriculums of the Dept. of Mechanical Engineering (ME) in Ming Chi University of Technology (MCUT), Taiwan and the one in Eindhoven University of Technology (EUT), Netherlands. Based on the curriculums on the websites of the previous two universities, the curriculum comparison is derived by literature analysis to reveal the indications for the improvement of the course arrangement in the future. The ME at EUT includes basic courses, major courses, DBL (design based learning) courses, USE (user, social and entrepreneurship courses), elective courses and special topics. There are four quarters in a year, each quarter has 10 weeks, and the graduation credits is 180. The results

show that the compulsory academic credits of the mechanical departments of the two schools account for 50% of the total graduation credits, while the professional electives of MCUT account for 18% of the total graduation credits, while the EUT accounts for 25%. The proportion of compulsory academic credits in EUT is 64%, while the percentage of compulsory academic credits in MCUT is 76%. The number of compulsory academics in Taiwan is indeed high, and the ME at EUT never offers the courses of the Chemistry, General Education and Languages. The categories of manufacturing, social sciences, computer programs, and professional introductions are not provided at all, and their bachelor programs never include the courses in electrical engineering, electronics, and automatic control that are generally considered to belong to the Department of Electrical Engineering. It is characteristic that the mechanical students of the EUT have five compulsory and two design-oriented courses before graduation. The group of 7 to 8 students actually handles the design cases and integrates the professional knowledge. The actual operation of the design case, however, the teaching burden of the teachers of the ME of MCUT is four times than that of the EUT, and the scores of the students' group study are 26 credits from MCUT and 45 credits from EUT. Besides, the bachelor final project for each student during two seasons at EUT is 5 credits per season. On the other hand, the project course in MCUT is composed by a group of students for 1 credit per semester. More than 15% of the major professional courses in the EUT are the solid mechanics and heat-flow courses, and only one compulsory calculus is offered, and another mathematics course for elective in calculus. In MCUT there are four courses including calculus and engineering mathematics. EUT never offers any manufacturing course, but offers the course of production system which is a particular course to evaluate from a systematic perspective.

Keywords: comparative education, curriculum, design based learning, project

1. 緒論

每一國家的教育體系的形成有其內部和外部因素，包括國家地理位置、產業經濟發展、人口規模、政治及文化氛圍均有其影響。國際比較教育可就標準或政經規模接近之教育面向進行比較研究，比較教育體系的特徵指標，對不同國家的價值觀和背景下審視，便於制定該國未來教育調整的參考，因此比較教育的結果是教育政策領導者的資源。比較教育研究借助統計數據以密切關注本國教育系統，並以更廣泛的視角來審視跨文化和國際視角(Sadullah Dede, Gülsün Atanur Baskan, 2011)，亦即比較教育藉由檢視其他教育系統而發展的領域，比較教育研究同時也幫助檢視教育系統，確立社會價值觀對教育體系及受教育態度的影響。而比較教育研究係先收集教育系統數據，建立

分類標準，並進行相對分析，藉由一系列的對比分析，獲致歸納資訊而統整之。

比較教育係以比較的方法來研究當代不同國家、不同文化、不同社會或不同地區的教育事實或現象，以闡明或發現其間的共同性及差異性，並分析其原因的一種學問(王家通, 1997)。而林清江(1998)於「比較教育」之書中提及，比較教育為以比較的方法研究教育，而在教育研究之比較研究法包括：因果比較研究(causal comparative method)，及國與國之間、文化與文化之間之比較研究；其並進一步指出比較教育具有三主要性質：第一，比較教育是一種國際性的研究；第二，比較教育是一種科際統合的研究；第三，比較教育是一門介於社會科學、教育及國際研究的學科。

王如哲(1999)指出比較教育研究為跨越國家或區域層次，針對某一特定教育制度或問題之參照比較，瞭解其異同得失，而比較教育研究之目標包括(1)確認發生在國外而有助於改進本國教育制度的教育事實或現象。(2)描述不同教育制度所呈現的教育異同現象，並說明其差異存在的原因。(3)估計有關教育的決定因素或變項對於教育可能產生的影響。(4)認清與教育實施成效有關的一般法則。

技職教育旨在培養一個國家經建發展所需的人才，對促進國家經濟成長和提升國家競爭力的關係至為密切（吳清基，民 87）。然高等教育普及化後，技職教育面臨前所未有的挑戰與危機，技職學生基本能力之養成顯為技職教育特色展現與否的關鍵，而能力的養成與課程規劃息息相關。

當前教育自由化、民主化、多元化和彈性化的改革潮流中，課程的變革均著重於增加學校辦學的自主空間，學校因而有權利與義務發展出最符合學校特色的學校本位課程(school- based curriculum)或系科本位課程(department- based curriculum)，以因應更多元變化的學習內容，使各校或各系科發展特色，以因應未來技術職業在社會變遷下之需求。社會變遷 (social change) 是指任何社會過程或型態的變化，包括社會結構系統，社會制度系統、社會人際關係系統的變化，與社會發展過程中所遭遇的一切系統改變之情形(吳清基，民 87)。

根據 Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)所提工程(engineering)與工程技術(engineering technology)之差異[4]為，(1)與工程技術系相較，大學工程學系課程包括較多的數學及較高階的數學。(2)大學工程學系課程往往著重於理論(theory)，而工程技術系著重於應用(application)。(3)進入勞力市場(labor market)時，工程學系畢業生往往花時間在做規劃(planning)，而工程技術系之畢業生則花時間在做規劃好的工作(making plans work)。(4)對於工程學系及工程技術系之認可，ABET 以不同的委員會及不同的認可準則進行評鑑。(5)自工程學系畢業生被稱呼為工程師

(engineer)，而工程技術系畢業生往往被稱呼為技師(technologist)。(6)美國一些專業工程執照允許工程學系畢業生方能應考。

在 ABET 所提，大學中之技職體系所培養的學生異於一般工程學系之培養歷程，而課程架構之殊異應為工程學系與工程技術系培育之根本。楊朝祥(2006)提及台灣技職教育之內在困境因數包括：中產階級家庭增加、多元價值觀未建立、少子化現象逐漸突顯、普通教育吸引力大增、教育經費大幅縮減、產業結構轉變及人力需求變更、知識經濟等。而外在困境因數為進 WTO 後之教育市場開放、大陸學歷採認、遠距教學、教育產業觀念崛起。其並進一步指出高等技職教育的擴充，提供更多高職生的進修機會。然同時使得技術校院力爭招收高中生，逐漸向工學院靠攏，技職教育特色漸失。

課程規劃實是技職校院與普通大學之工程科系根本差異，如能探究與台灣規模近似之國家，且與明志科技大學(以下簡稱明志科大或 MCUT)規模及發展近似之大學，進行比較及並列出異同，則有助於明志科大校務發展所揭櫫之創新教育的課程規劃。因課程設計階段是整個技職課程發展的基礎，而 ABET 或台灣之中華工程及科技教育學會所推展之教育認證，則以各系所擬定之教育目標，及教育目標所延伸之學生畢業必須養成之核心能力，再由課程組成以達成此些核心能力之培養。

表 1 校系學制比較

校系	明志/機械	恩荷芬/機械
行事曆	學期	學季
期間週數	18/學期	10/學季
每位學生每學期/學季 修習之學分數	18	15

荷蘭人口及企業特性與台灣近似，國際教育趨勢對於荷蘭的滲透性甚高，且荷蘭高教體系與台灣一樣採二分法，以符合人才市場的金字塔需求(劉家瑄 林貴美 ,2011)。荷蘭的學士培養體系包括四年制科技大學（應用科學類）及三年制科學教育（學術

研究)之二種體系,受學術研究的科學教育之學生必須完成 180 個學分取得學士學位,而受應用科學教育系統(技職大學)則需要修滿 240 個學分取得學士學位,以因應就業市場之需求。

Eindhoven University of Technology (以下稱恩荷芬科技大學,簡稱 ETU),於 1956 年 6 月 15 日設立,2016 年時擁有 576 位專任教員,10766 位學生,1443 位博士級研究員和另外 995 位職技人員,其中大學部學生數為 6600 名。恩荷芬科技大學機械工程系之課程組成包括 basic courses(共同課程)、major courses(主修課程)、design based learning courses (DBL) (設計案例學習課程)、USE(使用者、社會及創業精神課程)、elective courses(選修課程)及 bachelor final project(畢業專題)。如表 1 所示,恩荷芬科技大學規定之總畢業學分為 180、修業期間為三年、每學年為四學季且每學季為 10 週。

明志科技大學為台塑集團之企辦大學,目前擁有 220 名教員及 3500 名日間大學部學生,與台塑集團及其他企業之產學合作密切,也是台灣目前少數擁有校外實習制度之大學,就設立之初以人才培育為主,目前已逐步演變為人才培育與研究發展並重的大學,明志科大為台灣教育體系之突出特色。恩荷芬科技大學早期為培育專業人才的單位,由其原德文名稱有 hochschule 之文字可知,爾後逐步籌建碩博士之研究教育,其發展歷程與明志科大近似。

恩荷芬科技大學教學課程的典型特色為其機械系在每學年中,安排兩門各 5 學分的 DBL 課程(荷文縮寫為 OGO),而每門 DBL 課程由 7 到 8 名學生組成的小組致力於解決實際問題,即所謂的案例。每個小組由監督小組過程進度的導師監督,成員將一起解決多學科設計問題,應用理論課程的知識和學習專業技能。每名學生在每門 DBL 的 10 週課程中,必須耗時至少 140 小時,每個小組會議頻率為每週兩次,每次會議耗時為 1 小時。為了讓 DBL 課程有效實施,在開課之前安排 0 學分的 DBL 案例講座,及 DBL 實施技能培訓課程。大學一年級首次修習 DBL 時,逐步帶領學生學習演示、合作、規劃和報告等技能,並使用設施

進行模擬及實驗設計。

就以高等專業教育為起始,在地緣上與飛利浦公司,甚且半導體設備大廠 ASML 及大車製造廠商的 DAF 的產學合作,逐步發展成為全球產學合作大學排名甚為領先的學校,該校擁有的系所包括電機、機械、工設、化工及生化等系也與明志科大近似。對明志科大的未來發展而言,先進行國際間的系所課程比較,有助於建立系所經營所需之先備決策資料,也符應明志科大之校務發展方向,對於教育之利害關係人包括學生、教師、行政人員、社會及學生家長等,比較課程對於教學實施及教學行政,有其決策參考及依循。

就恩荷芬科技大學網站之機械系網頁中顯示,雖然修業年限三年,每年有四學季,其課程組成與明志科大有其顯著不同,然其提供三學季計 15 學分之實習課程,對比於明志科大之一年實務實習,各有特色。研究標的的恩荷芬科技大學雖然從應用科學教育系統為起始,然其後來轉變為三年制的科學教育體系,目前雖屬研究性大學,然其偏向實務的課程規劃,具有特色,如能與明志科大進行比較,有助於引領專業教師站在比較高的角度,看待系的課程組成,並在利害關係人的交互作用下,形成有利於學生專業知識建立的課程媒介。作者曾就美國普渡大學機械系及機械工程技術系與明志科技大學機械系之課程進行比較(蔡習訓,2010),並進一步將普渡大學與國立台北科技大學機械系之課程進行比較(蔡習訓,2011),本研究以書面比較法進行研究,並具體呈現結論及提出建議。

2.研究方法

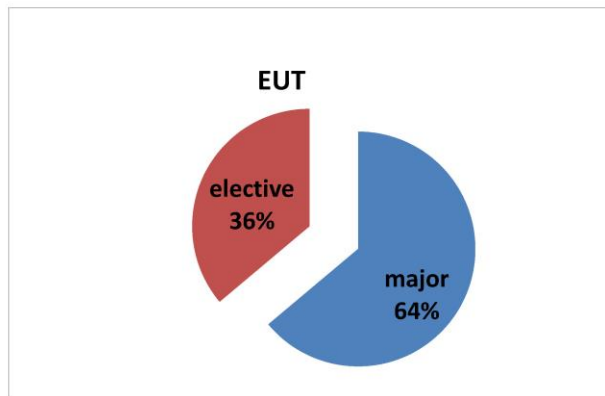
本研究蒐集兩標的之大學網站的公開課程資料,先就課程大表進行各學年整體性的比對,以必修、選修、共同課程分類,再以機械系專業課程固體力學、熱流學、製造材料、系統動態等分類,進行比較。也進一步以 DBL 分組課程比較,再以開授課程數目及百分比進行比較。

3.結果與討論

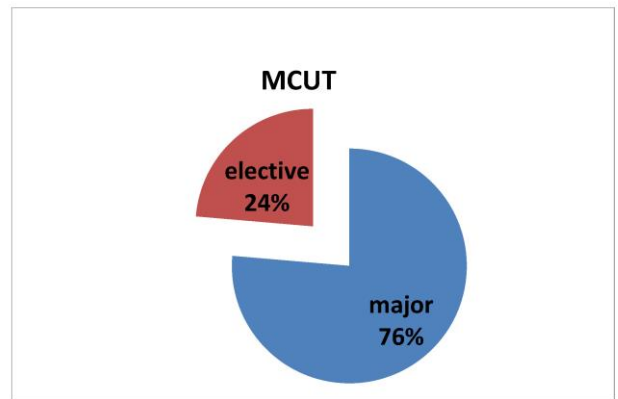
表 2 明志及恩荷芬機械系修習學分數之比較

校系	明志/機械	恩荷芬/機械
共同(學分)	40	30
專業必修 (學分)	72	90
選修 (學分)	27	45
社會需求之創業課程 (學分)	9	15
畢業學分	148	180

恩荷芬科技大學採學季制，一學年有四學季，每學季為 10 週，而從表 2 可知，該校機械系學生畢業學分數為 180，其中必修為 90 學分、選修 45 學分、創業課程 15 學分。可以發現兩校機械系之專業必修學分數佔總畢業學分數的 50%左右，而明志科大的專業選修學分數佔總畢業學分數的 18%，而恩荷芬科大則佔 25%。明志科大及恩荷芬科大的基礎共同課程學分數分別佔 27%及 17%，而創業及通識之社會科學課程兩校分別佔 6%及 8%。



(a) 恩荷芬科技大學



(b) 明志科技大學

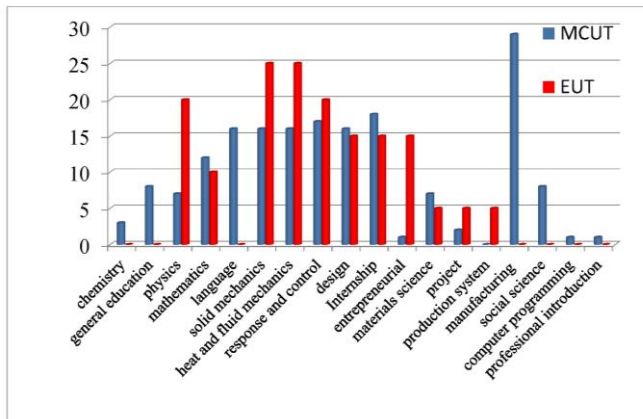
圖 1 明志及恩荷芬科大機械系的必修及選修學分數之百分比比較

從表 2 中得知，明志科大及恩荷芬科大兩校機械系畢業學分中的專業必修及共同課程之學分數分別為 113 學分及 120 學分，如圖.1 所顯示之兩校開授必修及選修學分數比例，恩荷芬科大的必修學分數比例達 64%，而明志科大的必修學分數比例為 76%，顯示明志科大必修比例超過 3/4，遠高於恩荷芬科大的 2/3，也凸顯出近來台灣的大學必修學分數確實較高。

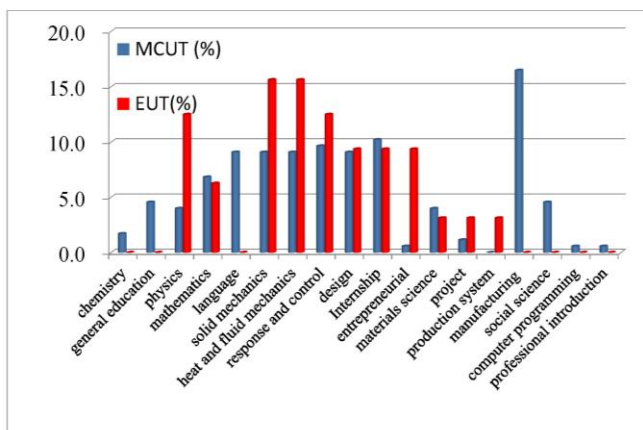
將兩校機械系課程所開授課程依照，化學(chemistry)、通識教育(general education)、物理(physics)、數學(mathematics)、語文(language)、固體力學(solid mechanics)、熱流學(heat and fluid mechanics)、響應及控制(response and control)、設計(design)、實習(Internship)、創新創業(entrepreneurial)、材料科學(materials science)、專題(project)、生產系統(production system)、製造(manufacturing)、社會科學(social science)、電腦程式(computer programming)、系專業介紹(professional introduction)等 18 項進行分類，其圖 2 顯示兩校機械系課程的分類比較。結果得知，恩荷芬科大機械系在化學、通識教育、語文、製造、社會科學、電腦程式及系專業介紹等類是完全不開授的。

表 3 恩荷芬科技大學機械系之共同、專業必修及專業選修課程明細

	恩荷芬/機械	學分
共同及專業必修課程	USE basic	5
	Applied Physical Sciences	5
	Calculus	5
	Data analytics for engineers	5
	Mechanics	5
	Dynamics	5
	Solid mechanics	5
	Structure and properties of	5
	Thermodynamics	5
	Bachelor final Project	10
	Introduction transport phenomena	5
	Engineering Design	5
	Computational mechanics	5
	Dynamics and control of	5
	User testing, evaluation and	5
	Analysis of production systems	2.5
	Signals and Systems	5
	Design principles	2.5
	Peristaltic pump(OGO)(M.)	5
	Computer aided engineering (OGO)(M.)	5
	Mechanical design project (OGO)(M.)	5
	Combustion Engineering(OGO)(M.)	5
	Dynm. control of robotic system(OGO)(M.)	5
專業選修	Internship (E.)	15
	Solar heat system (OGO)(E.)	5
	Modeling of dynamical systems (OGO) (E.)	5
	Intr. mech. eng and truss structures (OGO)(E.)	5
	(open)Elective subjects	30



(a). 分類之專業課程學分數之比較



(b) 分類之專業課程學分數百分比之比較

圖.2 明志及恩荷芬科技大機械系專業課程分類之比較

表 3 為恩荷芬科大機械系之必修及選修課程名稱及學分數，具體可知除兩門 2.5 學分外，該系每門課以 5 學分為原則，而且沒有任何語文及歷史地理之社會科學課程，也沒有所謂的通識教育課程。Table 4 為明志科大機械系開授與恩荷芬科大機械系性質相近的專業課程，課程重疊的不多，明志科大機械系僅有 21 門課程與恩荷芬科大機械系重疊。

雖大學自主排定課程已經多年，然而台灣的普通大學及技職教育體系的機械系課程一直受到考試院所訂機械工程之三級高等考試科目及機械技師考試科目所影響，即使每年上述考試錄取人數不到百人，各校系排定課程一直涵蓋著機械設計、機動學、熱力學、流體力學、流體機械、電工學、自動控制、機械製造、機械材料、工程力學(靜力、動力及材力)、熱傳學。此些課程一納入，就幾乎佔據相當的個別專業課程教授

時間，以明志科大機械系課程統計可知，上述考科之課程學分數就 42 學分，其他課程就是此些考科課程的延伸。

表 4 明志科大機械系與恩荷芬科大機械系開設課程內容近似之課程明細

明志/機械	學分
Design Thinking	1
General Physics I	3
Calculus I & II	6
Engineering Mathematics I	3
Statics	3
Dynamics	3
Mechanics of Materials I	3
Materials Science and Engineering	3
Engineering Thermodynamics I	3
Special Project I, II	2
Fluid Mechanics	3
Design of Machine Elements I	3
Mechanics of Materials II	3
Vibration Analysis with Laboratory	3
Introduction of Piping Design	1
Computer-Aided Engineering	3
Design of Machine Elements II	3
Curricular Practical Training I ~ IV	16

與恩荷芬大學機械系比較，其大學部課程並未包括電機學、電子學及自動控制等一般認為屬於電機系之課程，其意涵應為機械系落實在傳統機械系領域，而跨領域之機電整合課程不在大學部實施，而在碩博士課程中才開授相關課程，即使該系各級教授專長背景，如 Table 5 可知，控制研究教員達 14 名，大學部仍保持一定的節制。同理可以看出高分子、微奈米及管理領域，也未在大學部開立相關課程。

表 5 兩校系教員之研究領域分類比較

	教授	副教授	助理教授
Energy	7	4	5
System response and control	7	7	7

Multiphase flowing	7	4	4
control	5	5	4
polymer	2	4	3
Strength of Materials	1	6	0
Micro and nano	1	1	2
management	0	1	0

不過，該系著重的設計導向課程(DBL)(荷文縮寫OGO)，分組進行該類課程時，就在各階段運用各領域教員的研究。恩荷芬大學機械系學生於畢業前有 5 門必修之設計導向課程，總計 25 學分，學生也可以額外加選二門計 10 學分之設計導向課程，就 7 到 8 名學生組成的小組實際處理設計案例，以統整專業知識的方式，進行設計案例的實際操作。

表 6 兩校系教員研究領域之人數比較

	恩荷芬	明志
Energy	16	2
System response and control	21	2
Multiphase flowing	15	3
control	14	4
polymer	9	1
Strength of Materials	7	6
Micro and nano	4	3
management	1	0
manufacturing	0	5

表 6 為兩校機械系教師研究領域的人數比較，可知明志科大機械系的教師人數為 26 名，而恩荷芬科大機械系的教師人數為 87 名，教師人數的比值為 $EUT/MCUT=3.35$ ，而大學部學生數的比值為 $EUT/MCUT=1500/550=2.72$ ，可知，恩荷芬科大機械系的大學部生師比為 $1500/87=17.2$ ，而明志科大機械系的大學部生師比為 $1500/87=21.2$ 。再參照兩系開授的課程數目，如 Fig.3 可知，就每年級學生，明志科大機械系教師針對每屆學生開授的課程數為 57 門，平均每年為 16 門，亦即每學期為 8 門。

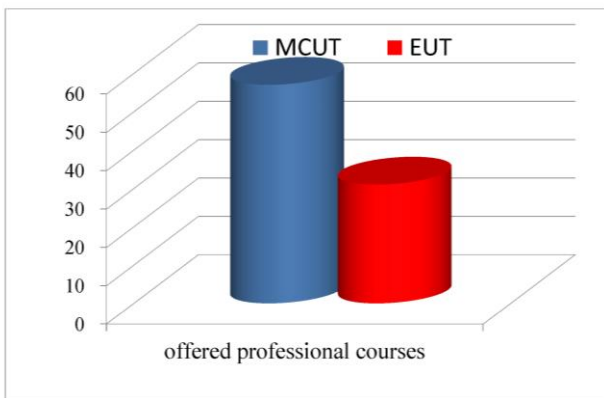


圖 3 兩校系開授之專業課程數之比較

而恩荷芬科大機械系教師針對每屆學生開授的課程數為 31 門，平均每年為 10 門，亦即每學季為 2.5 門。就教師人數及開設課程數而言，兩相比較即知明志科大機械系之每位教師的教學負擔為恩荷芬科大機械系的 4 倍。儒家思想氛圍下，教育利害關係人以為把學生關在教室以教師講授給學生聆聽就是正常的學習模式，可能造成學生統整能力相對低落，而恩荷芬科大針對每屆學生在每學季開授的課程數低於 3 門，學生的學習效益也沒發生問題，從教學現場的利害關係人來看，啟發學生的主動學習能力應該是關鍵因素。

圖 4 顯示分組研習的課程學分數百分比而言，明志科大機械系是 18%，而恩荷芬科大機械系是 27%，同時課堂講授的課程學分數百分比兩校分別為 82% 及 68%。從百分比數字比較的差異不多，可是換算成課程學分數，就知道落差有多大，兩校分組研習的課程學分數分別為 26 學分及 45 學分。而恩荷芬科大設有學士畢業專題，係屬於個人的兩學季各 5 學分的專題，其異於明志科大機械系之兩學期各 1 學分的分組專題，從學分數多寡可以知道恩荷芬科大機械系對專題格外重視。

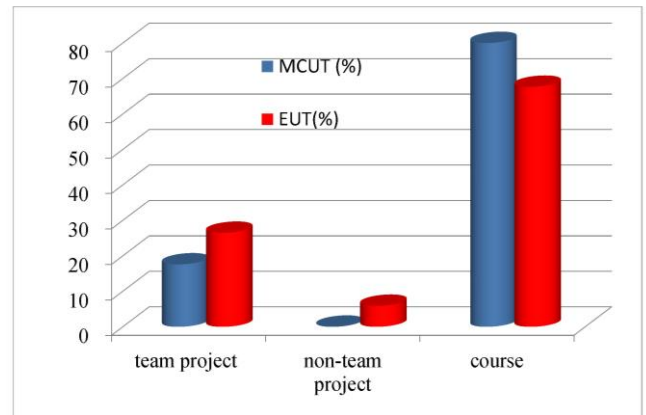


圖 4 兩校系課堂、分組專題及非分組專題課程學分百分比之比較

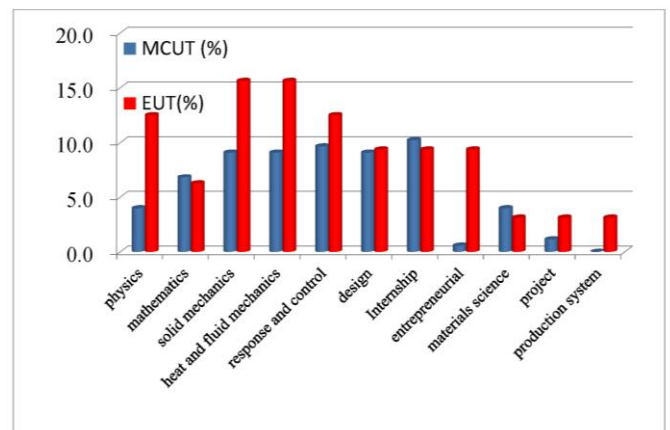


圖 5 兩校系各主要分類課程學分數百分比比較

將圖 2(b)中，恩荷芬科大機械系未開授的課程移除，重新整理統計得到主要類別專業課程學分數百分比的比較如圖 5 所示，其中恩荷芬科大機械系超過 15% 的主要專業類別課程為固體力學及熱流學，此亦為機械工程系的主要課程；而實習為選修課程，但也是恩荷芬科大希望學生選修的，因此佔有 15 學分，創新創

業課程可以協助學生了解使用者、社會及創業者的關係，相關課程學分數為明志科大機械系所欠缺。

恩荷芬科大機械系之兩門數學的微積分課程為 10 學分，對比於明志科大機械系開授微積分及工程數學四門課程計 12 學分，從學分數而言相近，可是恩荷芬科大機械系是兩門課，而且學生只需要必修一門即可，明志科大機械系的必修是三門課計 9 學分。而生產系統課程牽涉生產效率良率等評估，在台灣教育體系之系科本位下，一般認為是工業工程或工業管理系的課程，然而恩荷芬科大機械系開授一門課程，讓機械系學生從生產系統角度去學習，不似台灣的技職體系以製造角度去分類學習，亦即台灣的機械系以製造技術的角度進行學習，然而荷蘭的機械系以生產系統進行學習，這牽涉到學生未來任職時的定位，製造技術可以小範圍但專精，生產系統則以大範圍的管理者角度看待。

4. 結論及建議

比較教育可就教育體系之利害關係人、教育媒介(或稱課程)及學習成效進行比較，獲致結論並提出建議，反饋至教育體系。本研究以網站上課程資料統整，並以文獻分析法比較恩荷芬科大及明志科大機械系課程，獲得如下之結論

- (1)兩校機械系專業必修學分數佔總畢業學分數的 50%，而明志科大的專業選修學分數佔總畢業學分數的 18%，而恩荷芬科大則佔 25%。
- (2)明志科大及恩荷芬科大的基礎共同課程學分數分別佔 27%及 17%，而創業及通識之社會科學課程兩校分別佔 6%及 8%。
- (3)恩荷芬科大的必修學分數比例達 64%，而明志科大的必修學分數比例為 76%，台灣的大學必修學分數確實較高。
- (4)兩校機械系課程的分類比較，得知恩荷芬科大機械系在化學、通識教育、語文、製造、社會科學、電腦程式及系專業介紹等類是完全不開授的。明志科大機械系僅有 21 門課程與恩荷芬科大機械系重疊

(5)台灣的國家考試科目佔有明志科大機械系的 42 學分，為機械專業課程的主流。

(6)恩荷芬大學機械系大學部課程並未包括電機學、電子學及自動控制等一般認為屬於電機系之課程，其意涵應為機械系落實在傳統機械系領域，而跨領域之機電整合課程不在大學部實施。

(7)恩荷芬大學機械系學生於畢業前有 5 門必修及選修 2 門之設計導向課程，以 7 到 8 名學生組成的小組實際處理設計案例，以統整專業知識的方式，進行設計案例的實際操作。

(8)恩荷芬科大機械系及明志科大機械系教師人數的比值為 $EUT/MCUT=3.35$ ，而大學部學生數的比值為 $EUT/MCUT=1500/550=2.72$ ，恩荷芬科大機械系的大學部生師比為 $1500/87=17.2$ ，而明志科大機械系生師比為 $1500/87=21.2$ 。

(9)明志科大機械系教師針對每屆學生開授的課程數為 57 門，平均每年為 16 門，亦即每學期為 8 門。恩荷芬科大機械系教師針對每屆學生開授的課程數為 31 門，平均每年為 10 門，亦即每學季為 2.5 門。明志科大機械系之教師的教學負擔為恩荷芬科大機械系的 4 倍。

(10)分組研習的課程學分數百分比而言，明志科大機械系是 18%，而恩荷芬科大機械系是 27%，以課程學分數比較兩校分組研習的課程學分數分別為 26 學分及 45 學分。

(11)恩荷芬科大設有學士畢業專題，係屬於個人的兩學季各 5 學分的專題，而明志科大機械系為兩學期各 1 學分的分組專題。

(12)恩荷芬科大機械系超過 15%的主要專業類別課程為固體力學及熱流學。而超過 10%的主要專業類別課程為物理、創新創業及實習等三類，其中實習為選修課程，佔有 15 學分。

(13)恩荷芬科大機械系僅開授一門必修微積分，及另一門選修微積分之數學課程，相對於明志科大機械系有四門包括微積分及工程數學的數學課程。

(14)恩荷芬科大機械系並未開授任何製造學的課程，而有一門生產系統的課程，從系統角度進行評估而學習。

就上述結論，本研究以明志科大機械系為例，提出國內技職校院機械系之課程建議對策如下，

- (1)建立多項目之 DBL 課程學題統整專業知識，取代分散零碎的主修專業課程結構，促進學生自主學習風氣。
- (2)將課程學分數拉高的方式，促進師生投入學習時間，獲得學習成效。
- (3)通識及社會科學課程，應嘗試降低，就技職體系學生，專業學習並獲得職業專長才是第一要務。

誌謝

本研究承明志科技大學校務研究中心 43-107-00201-B 計畫經費之支持，謹誌以謝意。

參考文獻

1. Sadullah Dede, Gülsün Atanur, Baskan, (2011), Theoretical basis of comparative education and suggestion of a model: comparative education council in Turkish education system, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 15, 3536-3542.
2. 王家通 (1997)。比較教育論叢。高雄市：麗文。
3. 林清江主編 (1998)。比較教育。台北市：五南。
4. 王如哲 (1999)。比較教育學。台北市：五南。
5. 吳清基 (民87)，技職教育的轉型與發展—提升國家競爭力的做法。臺北：師大書苑
6. 工程及工程技術教育認證協會，線上檢索日期：2018年5月10日。網址：http://www.abet.org/faqs_hs.shtml#3。
7. 楊朝祥(2006)。中美技職教育發展之比較與展望。線上檢索日期：2018年5月19日。網址：<http://www1.cps.hs.hcc.edu.tw/information/>。
8. 劉家瑄 林貴美 (2011)，荷蘭高等教育體制之分析 及其啟示，教育資料集刊第五十二輯，頁113-134
9. 恩荷芬大學學生數，線上檢索日期：2018年10月05日。
https://assets.tue.nl/fileadmin/content/universiteit/universiteit/feiten_cijfers/TUe.WEB.pdf
10. 明志科技大學網站。線上檢索日期：2018年5月10日。
網址：<https://www.mcut.edu.tw/>荷蘭高等教育概況，線上檢索日期：2018年5月10日。網址：<https://www.studyinholland.nl/education-system>
11. 荷蘭技職教育校院，線上檢索日期：2018年5月10日。
網址：<https://www.studyinholland.nl/education-system/dutch-institutions/universities-of-applied-sciences>。
12. 中華民國高等教育概況，線上檢索日期：2018年5月10日。網址：<http://depart.moe.edu.tw/ED4500/cp.aspx?n=1B58E0B736635285&s=D04C74553DB60CAD>。
13. 恩荷芬科技大學網站。線上檢索日期：2018年5月10日。網址：<https://www.tue.nl/en/>。
14. Hsi-Hsun Tsai (蔡習訓)(2011), “Comparative Curriculum Analysis of Mechanical Engineering Technology Programs at Purdue University and the National Taipei University of Technology,” J. of Cooperative Education and Internships, Vols 45, 45~51
15. Hsi-Hsun Tsai (蔡習訓) (2010), “A Comparative Curriculum Analysis of Mechanical Engineering Technology Programs at Purdue University and Ming Chi University of Technology,” Proceeding of 6th Asian Academic Society for Vocational Education and Training International Conference (AASVET), Yunlin, Taiwan