

教育部教學實踐研究計畫成果報告

計畫編號/Project Number：PEE1090650

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2020.08.01~2021.07.31

計畫名稱：組合式的教學設計實現於微處理機應用實務課程
配合課程名稱：微處理機應用實務

計畫主持人：林榮三

執行機構及系所：南臺科技大學 資訊工程

成果報告公開日期：

☒立即公開 ☐延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期：2021/8/3

組合式的教學設計實現於微處理機應用實務課程

一. 報告內文

1. 研究動機與目的

本計畫選定使用「微處理機應用實務」做為教學實踐研究計畫之科目，是為了提升學生撰寫低階組合語言之能力，使用高階程式 C 語言和低階組合語言撰寫一個相同功能的程式，使用低階組合語言程式其執行效率較高且程式碼佔記憶體空間較少，使用低階組合語言來開發設計所需要使用的晶片其價格較低，對業界開發產品具有較大競爭力。本計畫是重做中學得課程規劃，培養學生將所學知識轉化為實務技能之能力，提升學生實務應用的專業技能，以減少產學落差，其研究的目的與目標如下：

- A.訓練學生具備韌體組合語言程式設計的實務能力以符合業界需求。
- B.訓練學生具備使用韌體開發軟體進行程式邏輯除錯(debug)的能力。
- C.程式單步執行發掘問題並修改程式碼以解決問題的能力。
- D.此科目重實務實作，可促進學生學習意願及興趣，提高學習成效。

研究的目標如下：

- A.培養學生解決韌體設計實作之實務能力。
- B.協助學生建構課堂知識與實務問題之連結。
- C. 協助學生將課堂實務技能轉化為業界專業能力。
- D.建立課程評鑑與回饋機制，使課程品質能獲得持續精進。

2. 文獻探討

一般市售的微算機原理與應用教科書如林銘波、林姝廷著”8051 微算機原理與應用”[1]，陳正義、李建華著”微處理機／單晶片組合語言教學範本”[2]，謝文哲、吳賢財、林榮三”省電型 16 位元單晶片 MSP430 入門實務”[3]，等都是介紹單晶片原理與架構及簡要描述單元的組合語言程式的功能，本計畫將透過使用整合式發展工具(IAR embedded workbench)視窗軟體，一步一步的引導講解每一主題的每一行韌體組合語言程式碼，讓學生能看到 CPU 內暫存器、記憶體、變數之間的變化，這樣的教學方式是有別於一般傳統式的教學，雖然這樣上課很耗時課程進度無法拉快，但確可以改進學生學習的盲點，增加學生學習興趣。The Intel Microprocessors Architecture, Programming, and Interfacing BREY Prentice Hall 2003[4]，國外網頁學習 IAR embedded workbench，教學 <http://www.powenko.com/wordpress/iar-%E8%BB%9F%E9%AB%94%E5%BF%AB%E9%80%9F%E4%B8%8A%E6%89%8B/>[5]。本人也參考一些教學模式，如反向設計課程模式[6-8]。

反向設計課程相當廣泛的應用在各學制的課程中[8,9]，而國外介紹反向設計課程相關的網頁也非常多[9,10]。藍靜義結合康寧大學、台北市大同高中與新北市汐止秀峰國小，應用反向課程設計理論分別實施於「作品集課程」與「柴燒麵包窯課程」[8]。陳姮良以學生求職面試的案例說明反向課程計的實施[9]：(i)Desired Result:學生應徵餐廳的打工工作;(ii)Accept Evdience:語言表現-學生與面試者進行口語的面談(iii)Essential question:對此工作的興趣? 對餐廳工作的瞭解?工作時需注意的事項? 等前二階段的需求來規劃教學活動。而國外網站發表反向設計課程的應用大都侷限在高中職以下的課程[10,11]。然而，相對於在大專校院資電工程領域應用反向課程設計於專業實務技能課程的教學設計，似乎難以搜尋到相關的參考文獻。「創客(Maker)」(又譯為自造者)：動手作，以培育創新、合作溝通與解決問題的能力[12]，以成為現今教育的新趨勢，不分學術單位、產業

界與或政府相關的創客基地不斷的建立，如勞動部勞動力發展署在全省分別成立「物聯網創客基地」、「衣啟飛翔創客基地」、「TCN 創客基地」、「南方創客基地」與「創客小棧」，當然其教育成果也相對亮麗成長。而創客教育更廣泛應用在中小學的程式設計能力的養成[13]，上述這些都是著重於創意、創新的作品，這些作品大部分是使用 Arduino 搭配一些感測模組做實驗，在 Arduino IDE(整合開發環境)[14]撰寫高階 C 語言程式，呼叫一些週邊硬體驅動函數(Library functions)，整合實作一些有創意創新的作品，然而這樣還是無法培育成專業的韌體工程師。

3. 研究問題

微處理機應用需學習技術包含其硬體架構與功能、組合語言程式撰寫設計與外部電子電路設計等，對具備微處理機理論基礎不同層次的學生，其是對韌體組合語言程式設計的學習成效落差相當大，更造成學生學習意願低落的現象，微處理機原理架構與組合語言，對初學者是很不容易入門的一門課，對學生確實很難融會貫通，學習成效不彰，造成現在學校授課微處理機應用課程都改用 Arduino 搭配一些感測模組做實驗，然而 Arduino IDE(整合開發環境)是撰寫高階 C 語言程式，呼叫一些週邊硬體驅動函數(Library functions)，整合實作一些學生專題作品，這些週邊硬體驅動函數使用者是無法修改成適合特定的工業或 3C 產品用，在工業界開發產品一般是無法使用 Arduino(微處理機晶片)造成產學落差太大。現在業界很缺韌體工程師，偏偏大部分的學生對學習韌體組合語言程式設計總覺得很難懂，造成學生學習意願低落的現象。吾人在本系教授微處理機應用實務課程多年痛苦經驗：這種授課方式對學生學習成效不彰，為了改善學生學習的挫折感，提升教學品質將以學生學習為中心，本計畫提出：組合式的教學設計實現於微處理機應用實務課程，所謂組合式的教學設計就是老師講授微處理機硬體架構之理論，透過教學系統並使用 IAR (Ingenjörfirman Anders Rundgren)整合式發展工具視窗軟體如附件圖 1 所示，一步一步的引導講解每一主題的每一行韌體組合語言程式碼後，學生親自撰程式碼演練一次，學生還是無法撰寫可執行的程式時，老師親自坐在學生旁邊(電腦)實施個別教導。

4. 研究設計與方法

本計畫執行之對象為本系四技資工二甲專業必修「微處理機應用實務」課程，每周 3 小時 3 學分，修課學生數 62 人。教學設計老師講授微處理機硬體架構之理論，及組合語言語法、定址模式、晶片內的暫存器、I/O 等硬體架構。每一授課主題老師會先設計電路圖及撰寫韌體組合語言程式並講解每一行組合語言程式指令碼，讓學生透過 IAR 整合式發展工具視窗，能看到 CPU 內暫存器、記憶體、變數之間的變化，這樣的教學方式是有別於一般傳統式的教學，雖然這樣上課很耗時課程進度無法快速，但確可以改進學生學習的盲點，增加學生學習興趣。另外為了提升學生的學習興趣讓學生有參與感，晶片周邊硬體電路將不再使用實習板而是由學生利用課後時間親自動手接實作電路，有問題隔週老師親自帶同學解決。教學內容將由最基礎教起，不再考量課程進度。

教學方法：1.以 EverCam 錄製教學影音檔上傳 Youtube，方便學生課後學習。2. 課堂實作示範教學、同儕合作學習教學法、老師對學生一對一教學。透過教學系統和使用 IAR 整合式微處理應用發展視窗軟體，一步一步的講解每一個主題的硬體搭配組合語言範例後，讓學生演練撰寫程式碼，目的是為了改善學生學習的挫折感並提升學習成效。簡單的設計主題是組合式的教學設計：

- 1.以學生學習成效為依據的授課教學進度推進。
- 2.老師透過教學系統並使用 IAR 整合式發展工具視窗軟體，一步一步的教導講解每一主題的每一行韌體組合語言程式碼，學生親自撰程式碼演練一次。

3.學生利用課後時間親自動手接電路。

4.程式設計能力檢核表來驗收學生的學習成效是否達到，如表(一)。

表(一)、程式設計能力檢核表

項目	程式設計能力項目	達成	未達成
1	IAR 整合式發展工具視窗軟體操作:程式單步執行(看到 CPU 內暫存器、記憶體、變數之間的變化)		
2	輸出埠基礎實習(跑馬燈)		
3	輸入、輸出埠基礎實習(按鍵輸入加減運算)		
4	CPU 省電模式設計、I/O 中斷模式設計(外部接腳按鍵加減程式設計)		
5	撰寫組合語言程式實作搭配周邊電路設計模擬一紅綠燈交通號誌控制器		

5. 教學暨研究成果

(1) 教學過程與成果:

為了提升學生的學習興趣讓學生有參與感，晶片周邊硬體電路將不再使用實習板而是由學生利用課後時間親自動手接實作電路，本計畫使用德州儀器 TI 的 16 位元高效能 RISC(Reduced Instruction Set Computing，精簡指令集)架構單晶片 MSP430G2553 韌體開發板 launchpad 為實驗實作板，如圖 2，這是一塊 CPU 接腳完全可讓學生使用。學生必須親自動手完成授課主題”輸出埠基礎實習”以 MSP430G2553 開發板實作教學教具實習模組如圖 3、4 所示。

(a)完成『教學教具』的研製，部分教具的如附件如圖 3、4 所示。

(b)完成『教學教材』的撰寫，如附件上傳學校教學系統 Flipclass。

(c)完成授課的影音教材，授課後錄製的影音檔上傳 Youtube，其連結上傳學校的 FlipClass 翻轉學習平台。(方便學生課後遠距學習)，如附件(連結網址)。

(d)本人與同事合編著”省電型 16 位元單晶片 MSP430 入門實務”教材 <https://www.tenlong.com.tw/products/9789867777423>

(2) 教師教學反思:

本系四技學生入生源有來自一般綜合高中、高職(含資處科)，資處科學生在高職端沒有修過如數位邏輯、基本電學、C 語言程式，也沒有接觸基本的電子元件，然而來自電機電子群的學生他們在校基本上都修過上述這些課程，更有些同學已修過單晶片微處理機 8051，考量學習對象的學習歷程落差頗大，本計畫吾人將採扎根方式的教學，教學內容將由最基礎的入門主題授課教起，但經過一學期的授課本人的教學反思是:一班 62 位學生修課大約 1/4(15 位)學生能達到預定的教學目標，約有 1/3(20 位)學生勉強及格，其餘約 25 位學生無法達到預定的教學目標，統計這 25 位學生全學期 18 週平均曠課都超過 18 節(6 週)，統計能達到預定的教學目標的 1/4(15 位)學生，他們的平均曠課都沒超過 7 節。現在學校已將學生曠課不列入操性成績且也不扣考，生員少私校招生不易，學校希望老師不要當掉太多學生，造成學生學習心態偏差，坦白說每班約有 1/3 學生無心學習只是想來拿個文憑，畢業後不想從事電資類工作。約有 1/3 的學生家庭經濟較弱勢有在校外打工，輪到白天班就無法到校上課，另外授課內容老師覺得很簡單但是對來自一般綜合高中的學生認為很難懂，因他們基礎不好又加上常曠課導致他們跟不上進度，最後放棄學習。

(3) 學生學習回饋:

對於學生學習成效評量是:採用本校教學發展中心的教學評量問卷量表如表(二)

和學生修課期末教與學意見調查統計表如表(三)，來驗證學習者的學習成效。計畫執行之對象為本系四技資工二甲專業必修「微處理機應用實務」課程，共有 62 位學生修課，2 位學生曠課都超過 40 節(14 周)不列入統計。本課程最後一次上課實施無記名填寫教學評量問卷如附件，共計 60 位學生填表統計結果如表(二)，由表得知學生對整體課程感到滿意平均為 4.5(總分 5 分)，本人認為如表(二)的教學評量結果是無意義，因為從預定的教學目標達成率就可知道，雖然採無記名填寫學生不想讓老師失望才如此選填。

表(三) 教與學意見調查統計表是從學校的網頁所得，問卷題目是由學校教務處設定的。學生透過網路要查看修課成績前系統會先要求填問卷後才能看到成績，授課老師只知問卷結果，所以這問卷比較客觀、有意義真實性。

表(二) 學生學習成效問卷量表

學生學習成效問卷量表						
題 目	非常同意	同意	尚好	不同意	非常不同意	平均分數
	5	4	3	2	1	
從課程獲得實務觀念	39	15	6			4.6
從課程獲得足夠的知識	37	15	8			4.5
教學與課程主題相符	41	13	6			4.6
提升學習興趣	33	21	6			4.5
提升自主學習動力	31	22	7			4.4
提升溝通表達能力	29	18	13			4.3
提升問題解決能力	29	21	10			4.3
對整體課程感到滿意	37	17	6			4.5

表(三) 教與學意見調查統計表(教學評量總分[5 分])

選擇年度學期 109學年(上)期末問卷

[列印課程問卷成績](#)

全校總平均	4.0694	系所平均	4.0629	個人總平均	3.8892
-------	--------	------	--------	-------	--------

課程代碼	課程名稱	開課班級	問卷分數	課程平均	不及格率	修課人數	實際填答人數	有效填答人數	評估
G0D10201	計算機概論實習	四技資工一甲	3.7860	3.32	3.03%	71	62	57	Y
G0D14P01	微處理機應用實務	四技資工二甲	4.1966	2.74	8.33%	62	60	59	Y
G0D14P02	微處理機應用實務	四技資工二乙	3.8226	2.49	9.68%	64	53	53	Y
G0D16301	微處理機應用	五專資工二甲	3.6143	2.35	13.33%	33	31	28	Y

* 評估 (N)表示不列入計分

課程名稱	開課班級	填答人數	開課人數	課程平均	不及格率
微處理機應用實務	四技資工二甲	60	62	2.74	8.33%

問卷成績 English Version

問卷題目	平均分數	非常同意	同意	尚可	不同意	非常不同意
(01).激發學生進一步的延伸學習。	4.0678	33.90%	39.00%	27.10%	0.00%	0.00%
(02).告知學生授課的學習目標與重點。	4.2203	39.00%	44.10%	16.90%	0.00%	0.00%
(03).會注重學生學習反應。	4.1864	39.00%	42.40%	16.90%	1.70%	0.00%
(04).時時關心及鼓勵學生。	4.3051	45.80%	39.00%	15.30%	0.00%	0.00%
(05).友善對待學生，和學生相處融洽。	4.2034	37.30%	45.80%	16.90%	0.00%	0.00%
總分	4.1966					

6. 建議與省思

本人之前在業界從事資電領域應用於相關 3C 產品有多年經驗，之後任職科技大學授課微處理機應用實務課程多年的教學經驗，這是本人第一次獲得教育部的教學實踐研究計畫補助，本抱著一顆不相信 MCU 韌體組合語言程式設計教不會學生，結論是不盡理想(心有餘而力不足)。

二. 參考文獻

- [1]林銘波、林姝廷著”8051 微算機原理與應用”，全華圖書。
- [2]陳正義、李建華著”微處理機／單晶片組合語言教學範本”，基峰圖書。
- [3]謝文哲、吳賢財、林榮三”省電型 16 位元單晶片 MSP430 入門實務”，滄海書局。
- [4] The Intel Microprocessors Architecture, Programming, and Interfacing BREY Prentice Hall 2003.
- [5] IAR 整合式發展工具視窗軟體(IAR embedded workbench)，教學
<http://www.powenko.com/wordpress/iar-%E8%BB%9F%E9%AB%94%E5%BF%AB%E9%80%9F%E4%B8%8A%E6%89%8B>。
- [6] Backwards Design Lesson Planning - Tiger Academy :
ST-3.5-PLC-Lesson-Design-Backwards_Design_Lesson_Planning.pptx。
- [7] Backward Design Lesson Planning.pptx。
- [8]藍靜義,”運用反向課程設計之理論於藝術課程之行動研究“,康大學報 7：121-138 (2017) 121。
- [9]陳姮良,反向課程設計與華語教學,全球華文網(www.huayuworld.org/)教學資源/數位學院 2013。
- [10] <https://www.slideshare.net/jaimeo/the-backwarddesign>。
- [11] <https://education.cu-portland.edu/blog/classroom-resources/backwards-design-lesson-planning/>。
- [12]劉明洲,”創客教育的理念與實踐~應該被關注的配套設計”,臺灣教育評論月刊,2016,5(1), 頁 158-159。
- [13]劉明洲,”創客教育、運算思維、程式設計幾個從「想」到「做」的課程與教學設計觀念”,臺灣教育評論月刊,2017,6(1),頁 138-140。
- [14]飆機器人_普特企業有限公司網頁 <https://www.playrobot.com/>。
- [15]張添洲,”教材教法：發展與革新”, <http://ctl.nttu.edu.tw/files/13-1038-13597.php>,五南,2000。

三. 附件(Appendix)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。

組合式的教學設計實現於微處理機應用實務

學生學習成效問卷量表

題 目	非常同意	同意	尚好	不同意	非常不同意	平均分數
	5	4	3	2	1	
從課程獲得實務觀念	✓					
從課程獲得足夠的知識	✓					
教學與課程主題相符	✓					
提升學習興趣		✓				
提升自主學習動力		✓				
提升溝通表達能力		✓				
提升問題解決能力	✓					
對整體課程感到滿意	✓					

學生學習成效問卷量表

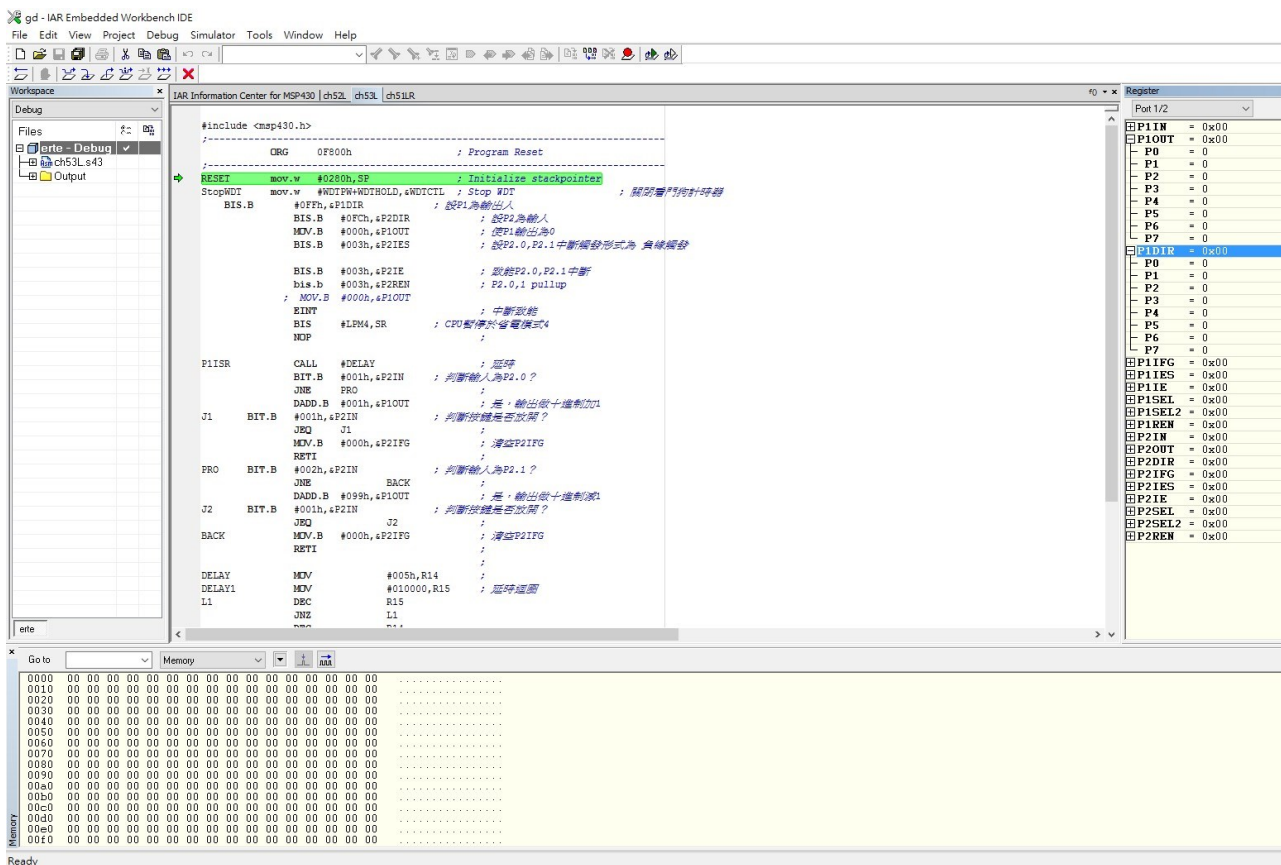


圖 1、IAR 整合式發展工具軟體視窗

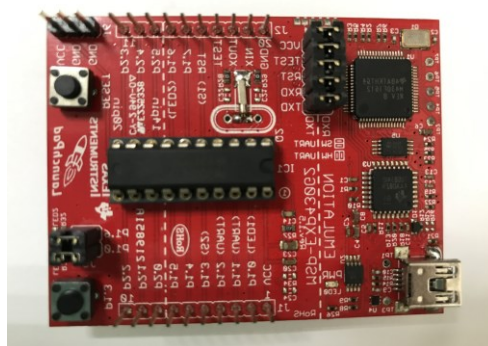


圖 2、微處理機應用實務課程教學實習開發板 Launchpad

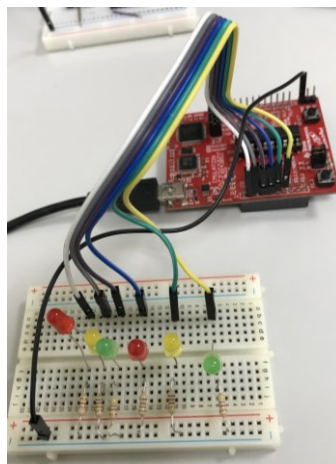


圖 3、自製紅綠燈交通號誌『教學教具』

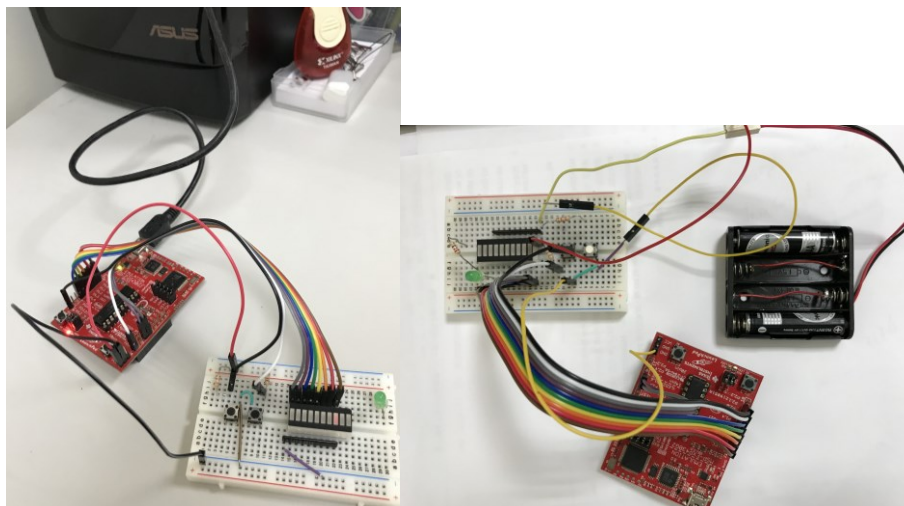


圖 4、自製跑馬燈『教學教具』

完成『教學教材』的撰寫，如上傳學校教學系統 Flipclass

<https://flipclass.stust.edu.tw/course/4106>。

錄製教學影音檔上傳 Youtube，其連結上傳學校的 Flip 翻轉學習平台。(方便學生課後遠距學習)部分連結網址：

1.

<https://www.youtube.com/watch?v=7w3rvdFm-F4&list=PLn0QIsstRuTI7Y3zj9dPYnVS6EzHx7D7A&index=1&t=181s>

2. <https://youtu.be/SQRD4qijlEQ>

3.

<https://www.youtube.com/watch?v=yC9aAjIjZsA&list=PLn0QIsstRuTI7Y3zj9dPYnVS6EzHx7D7A&index=4&t=238s>

4.

<https://www.youtube.com/watch?v=M2EI2YAniL4&list=PLn0QIsstRuTI7Y3zj9dPYnVS6EzHx7D7A&index=3>