

國立政治大學資訊科學系
Department of Computer Science
National Chengchi University

碩士論文

Master's Thesis

使用智慧型手機結合感測器之輔助學習系統
A Smartphone assisted learning system with
wireless sensors

研究生：彭貞慈

指導教授：蔡子傑

中華民國一百年四月

April 2011

使用智慧型手機結合感測器之輔助學習系統

A Smartphone assisted learning system with wireless
sensors

研究生：彭貞慈

Student：Peng Chen-Tzu

指導教授：蔡子傑

Advisor：Tsai Tzu-Chieh



國立政治大學

資訊科學系

碩士論文

止文

A Thesis

submitted to Department of Computer Science

National Chengchi University

in partial fulfillment of the Requirements

for the degree of

Master

in

Computer Science

中華民國一百年四月

March 2011

中文摘要

本研究使用 Android 智慧型手機結合無線感測器，提供一個便利學習者攜帶、使用之輔助學習系統，並於智慧型手機提供互動區以利同儕間進行課業討論。系統即時感測、記錄學習者學習行為，並以智慧型手機做為感測資料蒐集及處理中心，為了利用蒐集之學習資料產生最佳推論結果，採用 SVM(Support Vector Machine)分類技術進行資料之推論及分析。

本系統之評量及實驗，係藉由讓大學生使用系統，蒐集預測模型建立所需之資料，並了解學習者對本系統之觀感、接受度及系統預測準確率。評量以實驗者前、後測進步情況作為標準，探討與學習情況之關係，藉此了解使用智慧型手機結合感測器輔助學習者進行自我管理，進而提升學習成效之可行性。

Abstract

We propose a portable, convenient learning assisted system that uses Android Smartphone with wireless sensors. The system senses and collects the data of learning behavior and uses the Smartphone as processing unit to collect statistics. For optimizing inference, we used SVM(Support Vector Machine) technology to analyze the collected data . For evaluating the system, we invited college students to join the experiment and use the system. Therefore, we can collect data to construct the prediction models, knowing better about the accuracy, impression and acceptance of the system, and then realizing the feasibility of using Smartphone with wireless sensors to assist learner promoting learning effect by self-management strategy.

致謝辭

本論文能順利產出，首先要衷心感謝指導教授蔡子傑老師，除了提供很多很好的想法及建議，指導過程也非常明理及包容，要不是蔡老師，也許無法有這樣的收穫與結果。然後，特別感謝惠翔在程式實作的大力幫忙，還有實驗室的同學們適時地伸出援手，以及專班同學們、大學同學、好友們的扶持與鼓勵，在焦頭爛額之際，點滴的善意都能帶給我很多的感動與力量。此外，很感謝公司長官饒吉森處長、謝嘉吾科長、曾秋梅科長以及同事們的幫忙、鼓勵與包容，尤其處長在我進修時，還給予肯定及提拔，真的十分感激。也謝謝口委陳志銘、周承復、吳曉光及林宗男等教授，用心了解本研究並提供很多重要的建議，讓論文更趨完善。

念研究所的收穫，比想像中還要多且實用，很高興能在政大這樣一個我喜愛的學校環境完成論文及碩士學位，除了認知還有情意上也受到薰陶。經歷事業及學業雙重壓力的淬鍊，也覺得對自己更有信心。無論之後如何，我會努力抱著感恩的心情前進，並且希望對曾給予幫助的人能有所回饋。

目錄

第一章 緒論.....	1
1.1 簡介.....	1
1.2 研究目的與範圍.....	2
1.3 章節提要.....	3
2.1 無線感測網路.....	4
2.1.1 身體感測網路.....	4
2.1.2 無線感測網路於教育之應用.....	5
2.2 注意與分心行為之內涵與相關研究.....	7
2.2.1 注意力.....	7
2.2.2 分心行為及改善策略.....	7
3.1 研究方法.....	10
3.1.1 判斷標準.....	10
3.1.2 感測情境說明.....	12
3.2 系統架構.....	12
3.2.1 BS2 嵌入式系統.....	13
3.2.2 智慧型手機資料處理單元.....	14

3.2.3 模式識別單元	24
3.2.4 互動平台	26
4.1 實驗設計	27
4.1.1 實驗流程	27
4.1.3 實驗教材	28
4.1.3 實驗數據蒐集	28
4.1.4 實驗結果	31
4.2 系統評量	33
第五章 結論與未來展望	39
5.1 結論	39
5.2 未來展望	39
第六章 參考文獻	40

圖表目錄

圖 1 身體感測網路架構	5
表 1 分心行為項目及對應之具體行為說明	11
圖 2 SPALS 系統架構.....	13
圖 3 Android 架構.....	14
圖 4 Activities Life Cycles	16
圖 5 智慧型手機處理單元.....	17
圖 6 BTClientActivity 處理流程.....	18
圖 7 DeviceListActivity 處理流程	19
圖 8 ConnectedThread 處理流程.....	20
表 2 感測資料統計值.....	22
圖 10 實驗進行流程	28
圖 11 加上外套之 BS2 嵌入式系統.....	29
圖 12 實驗進行照片.....	30
表 3 實驗結果	32
表 4 資料分類及分組結果.....	33

表 5 4-Fold 交叉驗證結果..... 34

表 6 實驗者對系統之觀感調查結果..... 35

圖 13 配戴實驗器材會影響學習品質的原因..... 36

圖 14 實驗者希望系統增加之功能..... 37

圖 15 實驗者對系統的建議..... 38



第一章

緒論

1.1 簡介

行動電話已是許多人日常生活必需品，隨著無線網路的進步，智慧型手機可提供的功能跟著多樣化，在手機中占的比例也越來越高。因此，許多原本在網際網路為電腦提供的服務，也陸續移植智慧型手機，讓智慧型手機能使用到的服務種類，漸漸與電腦並駕齊驅，甚至因不同的傳輸管道及智慧型手機提供的特定資訊，可使用到一些電腦無法提供的服務。其中，受歡迎智慧型手機功能，如：電子郵件收發、適地性服務、遊戲、社群、生活資訊提供[10]，多偏向娛樂及商務上的應用。

即使智慧型手機在軟、硬體上都有許多突破，但在教育上的應用，雖然具有更個人化、隨時、隨處等優勢，仍有一些根本上的限制，如：螢幕尺寸、輸入介面，這些限制讓教材的提供，讓 M-learning 面臨了不少挑戰。加上學生在手機上的應用多偏娛樂、社群取向，讓手機背負「影響學習成效」之罪名，許多學校甚至禁止學生在校園使用手機。「水能載舟、亦能覆舟」，手機可以成為讓學生分心的對象，是否有可能成為幫助學生專心的輔助學習工具？

除了網路的進步，智慧型手機中的硬體規格也越來越高，除了通話必備的麥克風之外，GPS 定位及相機漸漸成為必備的規格，三軸加速度感測器、陀螺儀也越來越普遍，當手機中內建了多樣的感測元件，利用手機監測人的行為，已是不容懷疑的可能[10]。感測器除了在手機中越來越普遍之外，隨著硬體技術的精進，讓價格更實惠，也越來越便於攜帶[13]，並已克服了一些挑戰，讓穿戴式無線感測產品面市[11]。目前穿戴式感測器的應用，屬娛樂及健康照護領域之應用發展最為蓬勃，在教育領域，則有搭配學習者位置提供個人化教材之無所不在式 (Ubiquitous) 學習[8]。許多研究認為，感測器

可用來蒐集個體的環境資訊，以利觀察及後續運用[13]。而過去十年來的硬體技術高速成長，很有可能在未來二十年持續發展，此種發展速度，讓感測器的處理能力越來越強、支援的無線連網技術更多樣化，無線感測網路的應用蓄勢待發[11]。無所不在式學習，在提供教材上，仍會受到手機螢幕尺寸的限制。若結合感測器來蒐集學習者的環境資訊，是否有可能在教育領域，提供無所不在式學習以外之應用？

綜上所述，本研究結合使用 Android 平台之智慧型手機及現成的 Basic Stamp2 嵌入式系統附加三軸加速度感測器，提供一個讓學習者便於攜帶、使用，並具備互動分享功能之輔助學習系統。搭配無線感測器，學習者可以隨時隨地使用智慧型手機做為資料處理中心，接收及傳送學習情況，利用手機「自我管理」或是「被管理」學習狀況。期能透過使用系統，幫助學習者減少學習時之分心行為出現次數，進而提高學習成效、增加學習動機。亦透過智慧型手機，讓學習者無論在何時、何地，在學習過程中可與同儕、教師互動、分享學習情況，達到互相激勵、協作學習的效果。

本研究實作前述系統，並蒐集三十名大學生使用本系統情況，藉此了解學習者對本系統之觀感，及系統對自我學習歷程的影響，進而探討系統成效。

1.2 研究目的與範圍

要提高學生的學習成效，第一步就是要培養和訓練專注的注意力；否則，其他的訓練可能只會事倍功半，甚至徒勞無功[3]。智慧型手機在生活中提供了許多的便利及娛樂，但在教育上尚未有顯著的應用。而缺乏注意力是很多學習者面臨的困難，本研究將藉由探討智慧型手機結合感測器提供輔助學習系統之成效，以回答下列待答問題：

1. 學習者對於使用智慧型手機結合無線感測網路、線上互動平台提供之輔助學習系統之接受度？
2. 使用智慧型手機結合無線感測網路感測、分析學習行為，透過改善學習者分心行為，促進學習成效之可行性？

透過探討上述問題，可以得知使用智慧型手機結合感測器之輔助學習系統之可行性。惟前述問題，對於學習內容、地點、策略及對象上仍有所限制，分別以操作型定義探討如下：

1. 內容：學習的內容無論動態或靜態皆可，但不能發出聲音，否則將影響感測資料蒐集。
2. 地點：限智慧型手機可接取無線網路之地點，供學習者使用網路端互動區。
3. 策略：僅限於自我學習情境，學習現場無人輔導學習者。
4. 對象：限於需要進行自我學習、且具有學習意願之學習者。部分適用特殊教育之學習者，亦不在本研究範圍內。另外，若學習者無同儕及教師，互動區用途將無法發揮。

除上述限制外，本研究成果亦可拓展至其他可攜式裝置，如筆記型電腦、電子閱讀器、平板電腦等裝置上應用。

1.3 章節提要

繼本章概略簡介本研究後，接下來將於第二章呈現背景與相關領域重要研究，第三章針對研究方法及系統架構進行說明，第四章則介紹實驗之設計與系統評量之方式及結果，

並於第五章闡述現階段結論與未來展望，於第六章列出參考的文獻列表。

第二章

相關研究

2.1 無線感測網路

最早期的無線感測網路應用之一是 Berkeley 加州大學的「Smart Dust」專案，在戰場佈建大量感測網路元件，目的在於建置戰場的感測及通訊平台。隨著微電子化及成本的減低，讓半導體產業製造出的電子元件尺寸變小，且處理能力更好，價格也變得平易近人，很有可能在未來的二十年持續進展。隨著無線網路通訊、感測器設計及儲能科技的發展，無線感測網路應用將快速被實現、並改變人類的日常生活[13]。

2.1.1 身體感測網路

透過感測網路進行人體的監測，有將感測器附加於身體表面的穿戴式，以及將感測器植入身體組織的植入式兩種。而身體環境無論對內以及對外的互動均十分複雜，加上感測器的數量、種類差異，讓身體感測網路面臨許多與一般感測網路不同的挑戰，因此引發了對於身體感測網路(Body Sensor Network, BSN)的相關研究[13]。Body Sensor Network[13]將身體感測網路架構定義為「專為穿戴式及植入式感測器無線網路設計的架構，目的在於建立普遍感測功能開發之平台標準。」，並提出一個身體感測網路架構範例。如圖 1，一個病患身上附加了數個感測器，感測器都與處理器相連，加上無線傳輸及電力，構成一個 BSN 節點組。每個 BSN 節點確保自感測器收到的資料精確度，並針對收到的資料進行初步處理，再將資料無線傳輸至區域處理元件 (Local Processing Unit, LPU)。LPU 以此種模式蒐集感測器資料後，融合多種感測器資料，並進一步處理

後，經由無線區域網路、藍牙或行動電話網路送到中央監測伺服器。搭配無線網路，無論監測的個體在住家、公司及醫院間如何移動，均能透過在身體區域中之感測器進行環境感測。

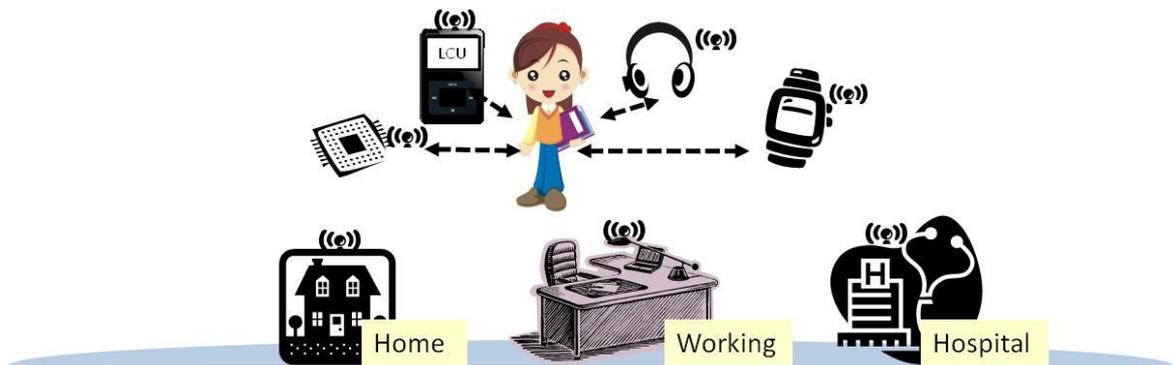


圖 1 身體感測網路架構

該研究也認為，利用身體感測網路監測個體環境的研究重點在於參數的解讀。即使像睡覺、走路這類日常簡單的活動，除了可以用明顯的心跳、血壓來判定外，也可以用活動或是移動的情況來辨識。雖然用眼睛觀測通常最有效率，但不適用於一般健康照護上。因此，像” Naïve Bayesian” 分類器(Classifier)及” hierarchical hidden semi-Markov model” 這類的推論技術，在身體感測網路於日常活動的辨識及追蹤等應用上，就顯得十分重要。融合多種感測器資料可以提供環境的資訊，若搭配適當的分類器，將可以自融合的感測資料中推論出最佳結果。

2.1.2 無線感測網路於教育之應用

利用前小節提到的身體感測網路提供健康照護及管理，是無線感測網路技術常見的

應用。此外，商用化最成功的，即屬於娛樂類的應用，從任天堂的 Wii 到微軟的 Kinect，前後掀起了不小的遊戲熱潮。相較之下，在教育類的應用就較為匱乏。陳志銘教授等人之研究[8]利用手機 GPS 取得學習者位置感測器，搭配學習者程度及空閒時間提供個人化教材，進行情境感知式英語字彙學習。此種學習方式可提供極度個人化之教材，亦具有隨時隨地學習之優勢。

Mani Srivastava 等人提出的 Smart Kindergarten[13]，融合了多種感測器來感測、蒐集學童於幼稚園的學習情況。此研究以無線感測網路為基礎，將幼稚園環境佈建了多樣的感測器，包含攝影機、嵌入感測器的玩具及其他教室物品，搭配後端的中介軟體服務及資料庫技術，提供發展式的解題環境（developmental problem-solving environments）。此智慧環境，會感測孩童與物件的互動及發生的事件，提供適當的反應，並進行記錄，以利教師描繪孩童的發展輪廓及後續其他教學應用，進而優化幼兒早期教育。

MobGeoSen[9]乃是 Eiman Kanjo 等人提出之行動感測資料蒐集系統。其針對 Nokia 6630 手機開發一系列軟體，包括四大模組：感測手機麥克風音量模組、提供連結多個藍牙裝置之框架、標註 GPS 位置於感測資料模組及 KML 資料轉換模組，搭配無線感測器提供個人監控環境之工具。該研究認為，利用行動電話內建之感測器蒐集環境資料有下列優勢：(1)行動電話十分普遍，大部分的人都隨身攜帶。(2)行動電話讀取同個裝置內之感測器資料，不需透過無線網路傳輸，故較有效率。(3)行動電話可用來感測、處理、儲存及傳輸環境資料，如相片及使用者記錄的訊息。此外，近期之智慧型手機更具備多樣的通訊管道可將資料傳輸至其他裝置。該研究並針對七到九年級的學童進行實驗，透過讓孩童於通勤途中使用該系統之經驗，以進行系統評量，同時鼓勵孩童在日常生活中，多關心周遭環境。

Smart Kindergarten 佈建大量且多樣化的感測器於幼兒學習環境中，雖能達到蒐集到豐富的學習歷程資料，但尚未確切提出感測資料運用之情境。而 MobGeoSen 善用行動

電話優勢提供一個環境感測資料蒐集管道，但使用的行動電話平台是已經式微的 Symbian Series 60，且其外接設備多樣且笨重，現階段與電腦間的通訊均須透過傳輸線，尚未納入即時互動及無線傳輸技術。以行動裝置無所不在式學習英語字彙，雖然被多數使用者認可，但就提供教材而言，行動裝置與傳統書本相較，除了材質、還有使用方式之差異需要學習者適應。而教材的數位化及對於行動裝置特殊使用介面的客製化尚未普及，仍待相關產業的努力。

2.2 注意與分心行為之內涵與相關研究

2.2.1 注意力

一般而言，注意力包含幾個向度，例如：廣度、集中度、持續度、速度等。其中，注意力的集中度是指學習者專注、聚焦的程度，而「專注」係指學習者將注意力聚焦於學習內容上，藉此達到提高學習成就之效果，其中，學習成就指「學習行為上所能實際表現之心理能力」[4]。依照 George A. Miller 訊息處理理論，沒有「注意」(Attention)，即不會處理感官接收到的訊息、進而記憶。若要學習的資訊沒有經過處理、記憶，將無法有學習效果[3]，「注意」影響學習成效可說甚巨。然而，注意力雖是心理狀態，卻與外顯行為習習相關，因此，有許多研究針對學生的分心行為進行探討，致力於改善學習者的注意力。

2.2.2 分心行為及改善策略

分心行為是指在系統的行為觀察中，學習者所出現的不適當行為表現。不同研究學派對分心行為之發生，有不同的歸因。部分研究認為與生理有關，故治療分心行為的方式以改變生理為目標，如：利用音樂治療改變腦波以減少注意力問題，此類研究較常運

用於需要特殊教育之學習者；部分研究認為可以行為改變技術改善之，此類研究將分心行為概念量化、歸納，常見之分心行為觀察包括手、腳、軀幹等動作，以及眼神、發言情況，如：東張西望、離開座位、玩弄物品…等，並採取心理學派的行為改變策略，包括代币制度、自我教導…等。其中，自我管理策略具有不需透過他人的直接監督，讓個體自己管理自己行為，並協助當事者減少行為問題並促進自我滿意度等優點，對於普通班的學生而言，確實能發揮極佳的影響效果[3]。

自我管理策略具有不需透過他人的直接監督，讓個體自己管理自己行為，並協助當事者減少行為問題並促進自我滿意度等優點，對於普通班的學生而言，確實能發揮極佳的影響效果[3]。Hughes(1983)指出自我管理(Self-control)策略一詞的概念是源自於行為學派，經過多年的修正，意涵為：個體認知活動影響行為的一種概念。自我管理策略是結合個體內在認知能力與外在行為制約的一種認知行為策略，應用在教育及行為改變上，不但有助於學生自制能力的培養，也能夠提高學生自己管理自身行為舉止的自信和成就感，進而提高其內在學習動機，達成教育的重要目標[3][2]。相關研究多將自我管理策略分成三個階段：自我檢視(self-monitoring)階段包括自我觀察及自我記錄兩項活動；自我評鑑(self-evaluation)階段包括自我比較、自我評估與判斷等活動；自我增強(self-reinforcement)階段是當個體表現符合是先決定的行為水準時，給予自己的自我回饋。[6]

關於自我管理策略的實施，相關研究多採用紀錄表讓學習者自行填寫，須由受試者觀察自己在學習情境中的不專注行為，並將不專注行為出現的次數記錄在自我觀察記錄表中，並依據受試者的記錄進行評鑑。而學習者的分心行為在學校中，影響的範圍較廣且較容易觀察，因此相關研究均針對課堂中的情境進行研究，缺乏學習者自行在家學習之情境之研究。然而，學習者自我學習，可能因為沒意識到分心行為，導致記錄與實際情況有出入，且通常無人可給予即時的提醒及矯正，與課堂中的分心行為相較之下，在自我學習時的分心，對學習者來說是更長期的影響。若能用系統自動感測分心行為，輔

助學習者自我管理，相信對學習效率之提升會更有幫助。



第三章

研究方法與系統架構

3.1 研究方法

本研究利用智慧型手機搭配 BS2 嵌入式系統及互動區，感測學習行為，並統計、處理感測結果，產生出分類器所需之資料格式及分類模型，進而透過模型預測學習成效，以提供學習者自我檢視、提醒等相關應用。

為評量系統，將邀請有自我管理需求之學生使用，蒐集系統所需資料以觀察系統實際判斷之準確程度。若系統能偵測分心行為之發生，即能判斷學習歷程之學習成效及專心與否，並達到提醒學習者自我管理之功能，進而提升學習成就。

3.1.1 判斷標準

注意力相關研究多使用注意力測驗[7]或觀察分心行為來觀察學習者之專注程度；此外，測驗為最常見的學習成效評量方式，部分研究搭配問卷了解學習者滿意度。因提升學習成就乃學習輔助系統之主要目的，故本研究以測驗作為判斷標準，並以行為觀察及問卷為輔，觀察學習歷程之專心程度。分別說明如下：

(1) 前、後測驗進步程度

為排除實驗者對於測驗內容熟悉程度之變因，本研究提供難度相當之前、後測試卷，透過進步程度觀察學習成效。另為避免實驗者個別能力差異之變因，教材科目及試卷內容將排除與語言、理解能力較相關之英文、數理科目，且難度將偏向簡單。

(2)學習者自我評定

透過問卷的方式，讓學習者回想、評定學習過程專心程度。而自我管理策略之實施方式，即是使用學習者之自我覺察。因此，本研究亦蒐集此資料，做為觀察學習情況之判斷標準。

(3)分心行為觀察結果

觀察法是指以研究者用自己的感官和輔助工具直接觀察被研究對象，從而獲得資料的方法。因系統感測之行為乃學習者外在動作，而觀察法搭配分心相關研究[3][6]歸納之具體分心行為亦屬外在行為之觀察，應可作為系統判斷之驗證，故本研究亦納入觀察法蒐集之資料作為參考標準。分心行為相關研究所歸納之分心行為項目如表1：

表 1 分心行為項目及對應之具體行為說明

分心行為項目	描述
玩弄物品	玩弄文具或任何物品三秒鐘以上。
搖晃身體	包括手、腳、或身體晃動一秒鐘以上。
注意與學習無關之事物	東張西望，注意教材、手機以外的事物或發呆。
聊天	發起或回應同學聊天，每起一個話題，記錄一次。
離開座位	起身或是離開座位。

另，為避免造成實驗者行為改變，於實驗進行時，以錄影機將學習過程錄下，事後再進行觀察，以降低霍桑效應、獲得較正確之實驗資料。

3.1.2 感測情境說明

為觀察學習型，本研究實作之系統將針對下列三類學習行為進行感測。其中，動作與聲音的感測情境相同，並與互動區行為感測情境互斥。

1. 動作感測：學習過程中可能發生之必要動作，包括：書寫、翻閱教材、操作手機；不必要動作，包括：抓癢、拿東西…等習癖動作。操作手機之情境限制於使用互動區，學習過程中，只要實驗者使用互動區，系統都將停止感測、蒐集資料。
2. 環境音量感測：本研究預期發生之情境為低聲討論，其他不必要之情境可能有：週遭的嘈雜聲、實驗者大聲笑鬧等等。環境音量感測也僅在實驗者使用互動區時停止資料蒐集。
3. 互動區使用行為蒐集：僅限於實驗者操作互動區，始進行資料蒐集。期待實驗者發聲之動作包含瀏覽互動訊息、發起討論、回覆意見，都將予以記錄。

3.2 系統架構

本研究之系統名為「使用智慧型手機結合感測器之輔助學習系統(A Smartphone assisted learning system with wireless sensors)」，其包含：(1)BS2 嵌入式系統、(2)智慧型手機資料處理單元、(3)互動平台及(4)模式識別單元四個部分。前三者將針對系統配戴者的行為做即時的處理，模式識別單元則可即時處理或是離線處理。BS2 嵌入式系統與智慧型手機間係以藍牙接口(Bluetooth Socket)進行通訊，其中 BS2 嵌入式系統扮演從設備(Slave)的角色，等待智慧型手機來連接，不會主動連接其他裝置。智慧型手機與互動平台間，則是透過 Wi-Fi 或行動電話網路通訊，視手機預設的連線設定而定。模式識別單元若採即時處理，亦可以手機預設的連線設定，透過 Wi-Fi 或行動電話網路與遠端的系統平台通訊。

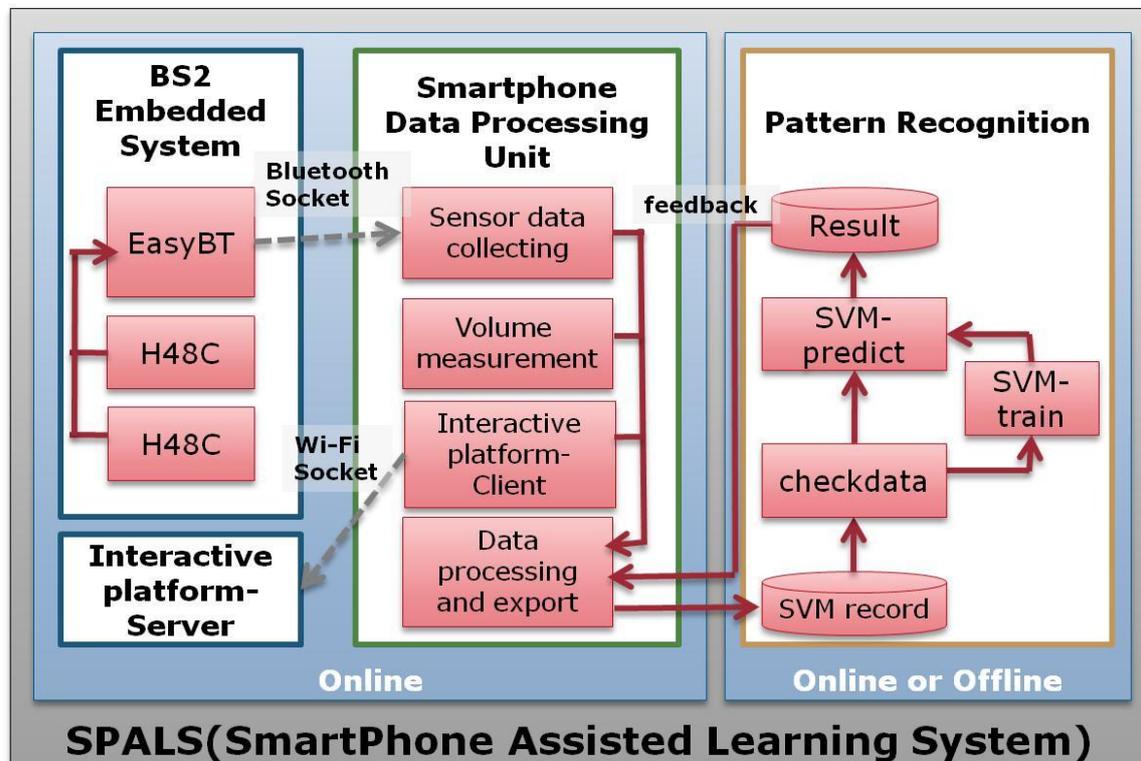


圖 2 SPALS 系統架構

3. 2. 1 BS2 嵌入式系統(BASIC Stamp2 Embedded System, BS2)

BS2 係使用 Parallax 公司現成的 BASIC Stamp2，是一個嵌入式系統(Computer Embedded System)，亦可稱為微處理器。設計目的乃是讓學生藉著在其載板(Board Of Education, BOE)上以 PBASIC 進行程式設計控制 BS2，並透過電路之設計、連接，讀取各式感測器資料，藉此了解微處理器功用。本系統即以 BS2 為基礎，搭配 Hitachi 公司 H48C 三軸加速度感測器及 Parallax 公司的 30085 號 Easy Bluetooth 藍牙序列模組，提供學習者動作感測及無線傳輸資料之功能。

BS2 利用 9 伏特電池供給電源，只要將 H48C、Easy Bluetooth 插上 BOE 載板上，並將其上之電路連接完成，一旦開啟電源，即會依照 PBASIC 程式進行運作。本系統

所使用之程式，乃將兩個 H48C 所感測到的資料，透過 Easy Bluetooth 以藍牙接口傳送至智慧型手機資料處理單元。

3.2.2 智慧型手機資料處理單元(Smartphone data processing Unit)

3.2.2.1 Android 程式設計

(1)Android 平台

Android 是一組行動裝置軟體，包含了作業系統、中介軟體及一些必要的應用程式，架構圖如圖 3。

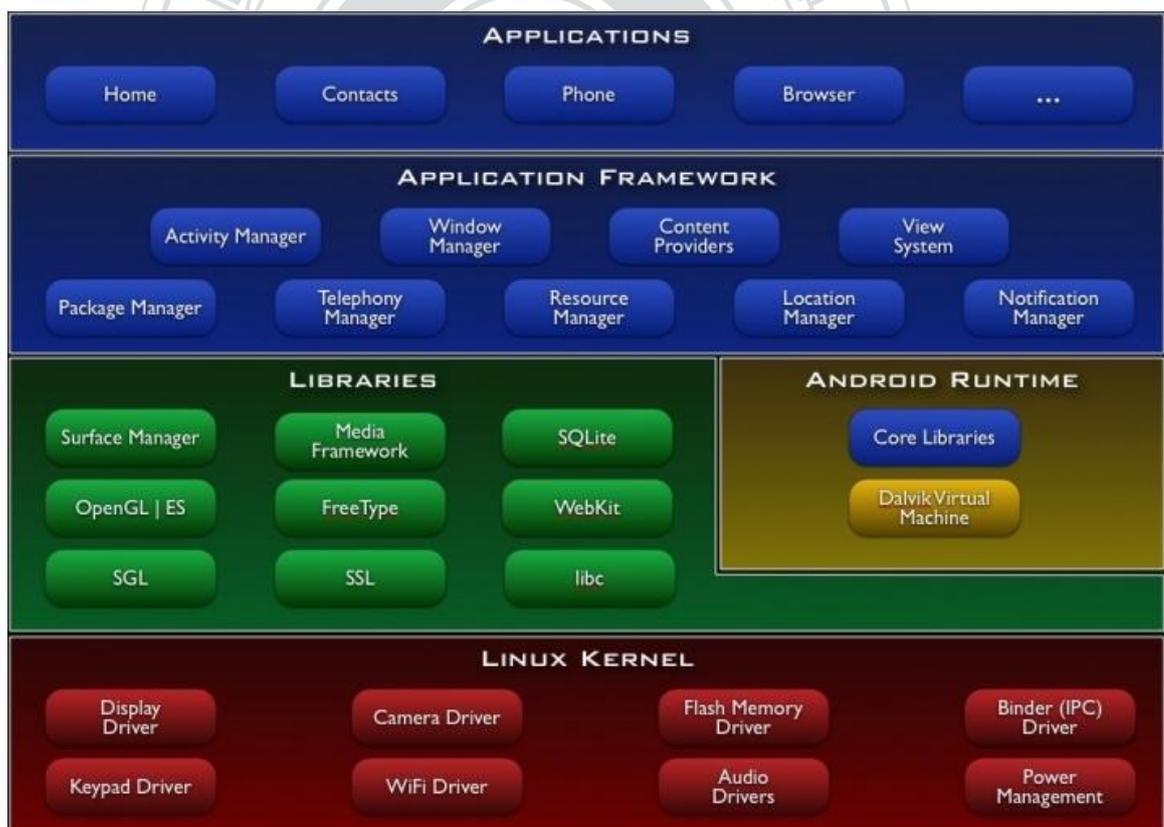


圖 3 Android 架構[14]

在 Android 提供了一個開放的開發平台，讓所有開發者可使用其所提供的 API，取用各種行動裝置上的軟、硬體資源。Android 提供給應用程式使用的框架，包括了各式的服務及系統(Services and systems)。其中，” View System” 包括了使用者介面所需要的一些元件、” Content Providers” 讓應用程式間可以互相分享資料…等。Android 也包含了一組用 C/C++所開發的函式庫(library)，其中 SQLite 提供一個強而輕量化的關聯式資料庫，供應用程式使用。Android 使用 Linux 2.6 作為核心系統服務，使用如記憶體管理、電源管理等驅動程式模組。

(2)Android 應用程式

應用程式可使用 Android 軟體開發套件(Software Development Kit, SDK)提供之工具軟體及應用程式介面(Application Program Interface, API)進行開發，且均使用 Java 程式語言進行開發。組譯後 JAVA 程式碼與程式所需之資料及資源，將被包裝進一個附檔為.apk 的檔案，即為應用程式之安裝檔。

Android 應用程式最大的特色是其中的元件(Component)可以在應用程式間互相分享，沒有單一的程式進入點(Single-entry point)，只要系統需要，即可初始化必要的元件，並且開始執行。Android 包含的四種元件，分別說明如下：

(A)Activities：呈現一個可見的使用介面，而其內容是以階層式的 View 類別為基礎的一些現成物件，如文字、按鈕…等，並藉著這些物件與使用者互動。一個應用程式可能包含一個或多個 activities，但其一必須標示為程式啟動時首先執行者。Activities 的生命週期如圖 4，有 onCreate()、onStart()、onRestart()、onPause()、onStop()、onDestroy()、onResume()等狀態，從 onCreate()開始、onDestroy()結束，此時，系統亦將收回所有分配給 activity 的資源。

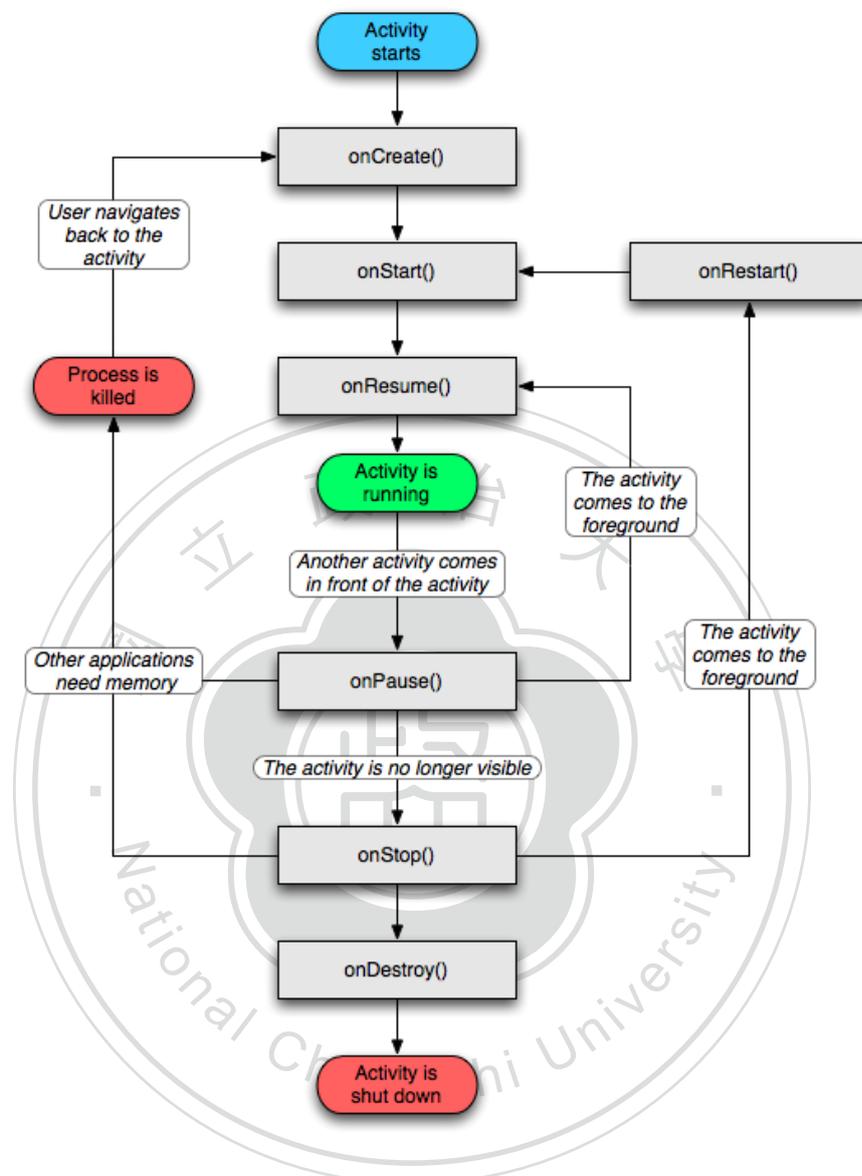


圖 4 Activities Life Cycles. [14]

(B)Services：此元件於背景執行，不提供視覺化的使用介面，但可以透過一些程式介面讓使用者控制 Service，如音樂播放。

(C)Broadcast Receivers：專門接收或回應廣播知會的元件，應用程式可透過一個或多個 Broadcast Receivers 去回應其認為重要的廣播知會。如搜尋可用的藍牙裝置時，即須要使用到此元件。

(D)Content Providers：應用程式可透過此元件指定與其他應用程式可分享之資料集合。

3.2.2.1 使用流程

因 Android 平台在 2.0 版本以後，始提供藍牙相關功能供應用程式開發使用，故本系統使用 Android 2.1 平台之智慧型手機進行軟體開發。軟體架構如圖 5：

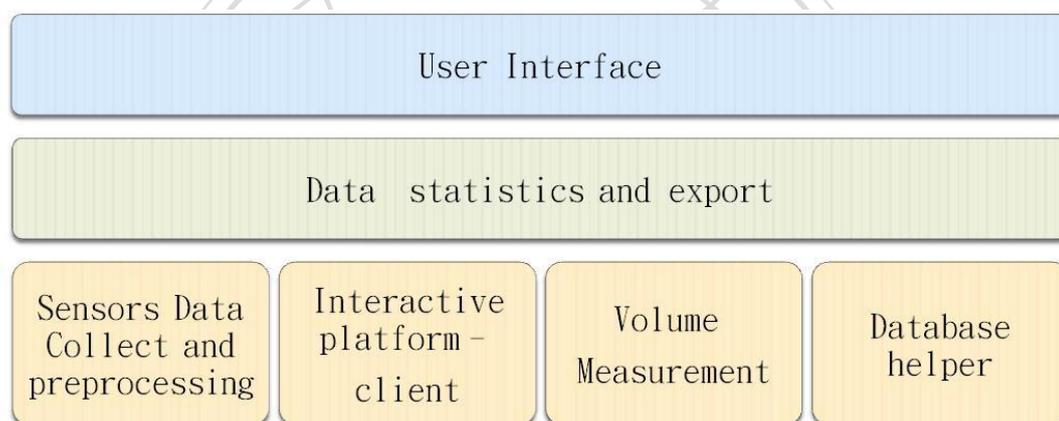


圖 5 智慧型手機處理單元

本程式提供兩個主要功能，一為學習行為感測及記錄，二是學習行為資料統計及匯出，使用及軟體流程分別描述如下：

甲、學習行為感測及記錄：學習者使用系統時，系統將感測學習者行為，並記錄到 Android 手機內建之 SQLite 資料庫。使用流程詳細描述如下：

(1)程式開啟：程式開啟時，將會確認手機藍牙是否已開啟。若未開啟，將會引導使用者進行設定；若已開啟，則呈現主要使用者介面。

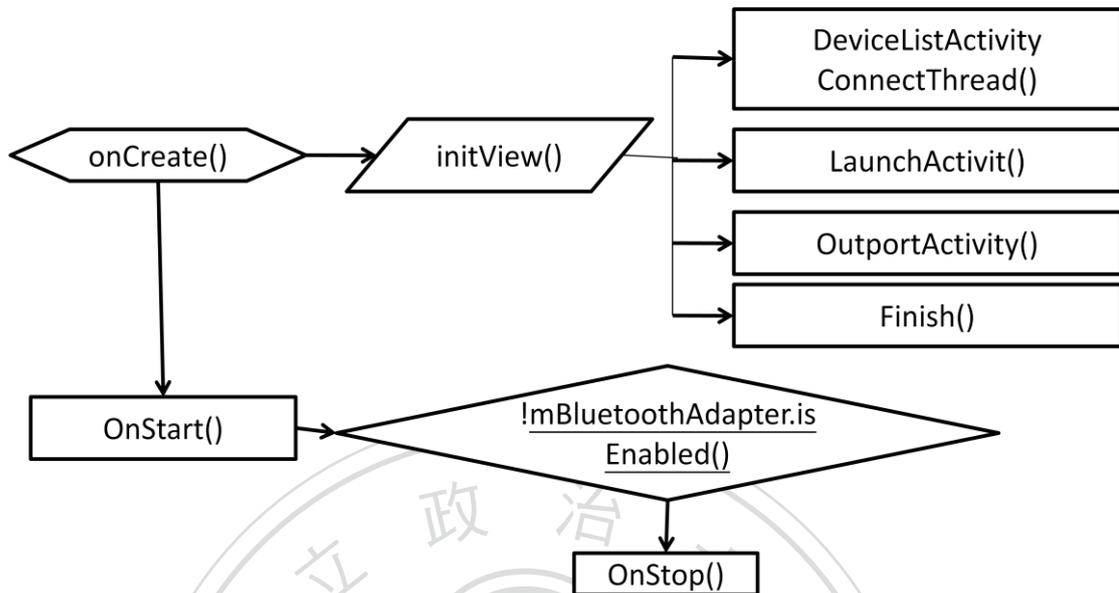


圖 6 BTClientActivity 處理流程

如圖 6 所示，在 BTClientActivity 這個程式啟動 activity 處於 onCreate 狀態時，首先會先初始化選單中的功能：連接 Sensor、互動區、匯出資料、離開程式。接著進入 onStart 狀態時，立即確認裝置是否有開啟藍牙。

- (2) 藍牙連線：主要使用者介面將會引導學習者點選 Menu 中之藍牙連接功能，並列出已配對之藍牙裝置供選擇，點選裝置即建立手機與藍牙間之連線，並開始接收感測器資料。同時，亦將開始感測麥克風音量、記錄開始學習時間，並進行即時的資料預處理及存入資料庫等作業。

圖 7 為 DeviceListActivity activity 的流程，主要是將手機已配對之裝置顯示於浮動式窗中，當使用者點選任一裝置，程式將取得手機藍牙接頭(adapter)以及該裝置位址(address)，接下來 DeviceListActivity 即完成此 activity 之任務，進入 onDestroy 狀態。

圖 8 為 Connectedthread() 函式之主要執行流程，首先將針對 DeviceListActivity 取得之裝置位址及藍牙接頭建立 RFCOMM 藍牙接口

(Socket)，並透過接口建立藍牙連線，開始接收、處理 BS2 傳來的資料，此外亦開始進行音量量測。環境音量量測使用 Android 提供的 AudioManager 及 AudioRecord 類別，取用手機麥克風收錄之聲音，再透過開放原始碼的 SignalPower 類別計算出聲音分貝值。

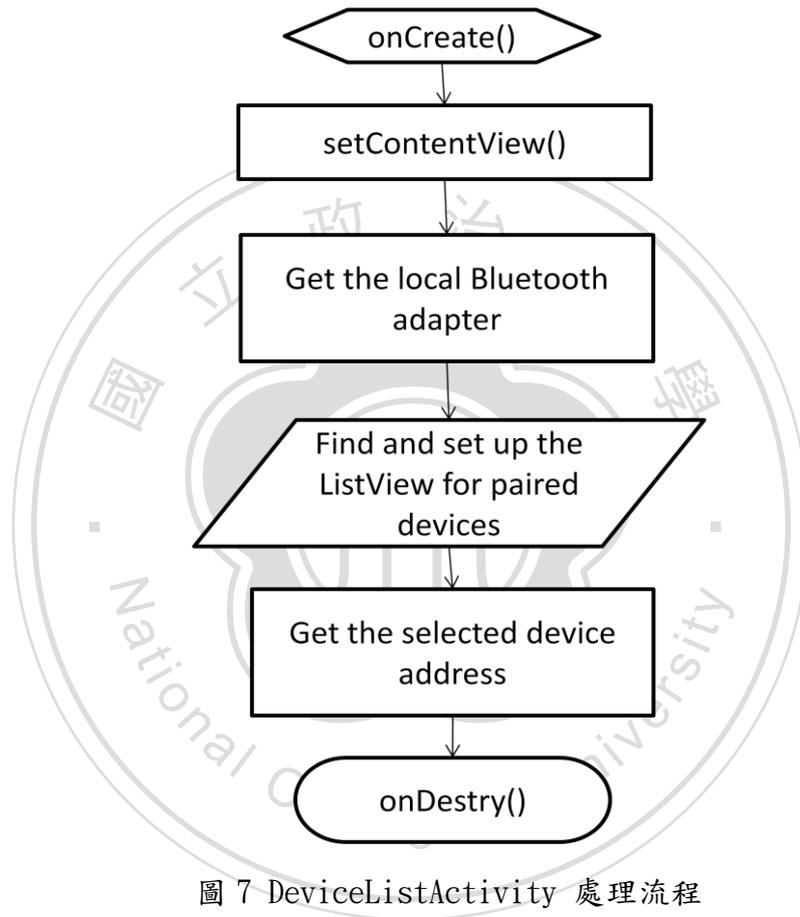


圖 7 DeviceListActivity 處理流程

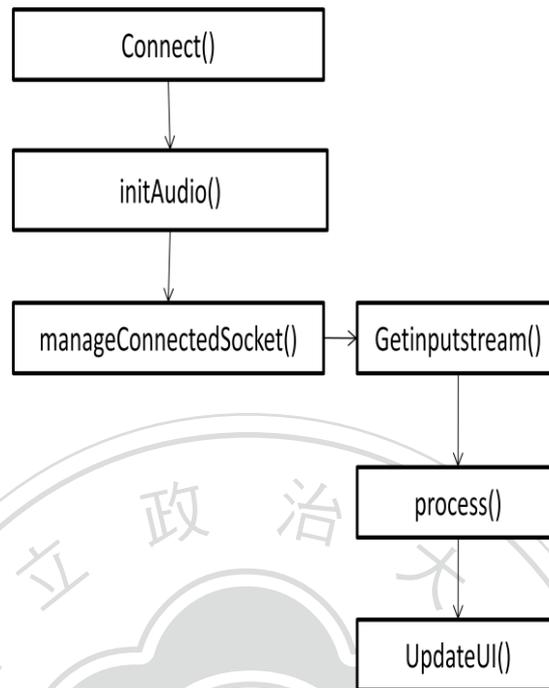


圖 8 ConnectedThread 處理流程

- (3)使用互動區：開始學習後，主要使用介面也會引導學習者使用互動區功能。一旦學習者開始使用互動區，系統即會暫停感測資料的預處理及存入資料庫等作業，開始記錄學習者於互動區之行為，包括：開始使用時間、新增討論時間、新增回應時間。當學習者離開互動區、返回程式主要使用介面，系統將恢復感測資料的預處理及存入資料庫等作業，並記錄學習者離開互動區時間。
- (4)學習結束：當學習者按下”學習結束”按鈕，系統將會記錄學習結束時間，並停止手機與 BS2 之藍牙連線，以及手機麥克風音量感測。



圖 9 智慧型手機資料處理單元使用介面示意圖

乙、學習行為資料統計及匯出：學習者使用完畢後，提供資料匯出功能以利後續處理及預測。

設定統計開始及結束時間後，系統將依照指定區間查詢資料庫，以針對下列各項統計值進行計算：

表 2 感測資料統計值

資料來源	統計值
三軸加速度 感測資料	全程左手 X 軸明顯晃動之次數
	全程左手 Y 軸明顯晃動之次數
	全程左手 Z 軸明顯晃動之次數
	全程右手 X 軸明顯晃動之次數
	全程右手 Y 軸明顯晃動之次數
	全程右手 Z 軸明顯晃動之次數
	全程左手 X 軸明顯晃動之差值平均
	全程左手 Y 軸明顯晃動之差值平均
	全程左手 Z 軸明顯晃動之差值平均
	全程右手 X 軸明顯晃動之差值平均
	全程右手 Y 軸明顯晃動之差值平均
	全程右手 Z 軸明顯晃動之差值平均
	- 全程左手任一軸明顯晃動之次數
	分程左手任一軸明顯晃動之次數-區間 1
	分程左手任一軸明顯晃動之次數-區間 2
	分程左手任一軸明顯晃動之次數-區間 3
	分程左手任一軸明顯晃動之次數-區間 4
	分程左手任一軸明顯晃動之次數-區間 5
	- 全程右手任一軸明顯晃動之次數
	分程右手任一軸明顯晃動之次數-區間 1
	分程右手任一軸明顯晃動之次數-區間 2
	分程右手任一軸明顯晃動之次數-區間 3
	分程右手任一軸明顯晃動之次數-區間 4
	分程右手任一軸明顯晃動之次數-區間 5
	全程左手明顯晃動之差值平均
	分程左手明顯晃動之差值平均-區間 1
	分程左手明顯晃動之差值平均-區間 2
	分程左手明顯晃動之差值平均-區間 3
	分程左手明顯晃動之差值平均-區間 4
	分程左手明顯晃動之差值平均-區間 5
	全程右手明顯晃動之差值平均
	分程右手明顯晃動之差值平均-區間 1

	分程右手明顯晃動之差值平均-區間 2
	分程右手明顯晃動之差值平均-區間 3
	分程右手明顯晃動之差值平均-區間 4
	分程右手明顯晃動之差值平均-區間 5
手機麥克風 感測資料	環境音量平均值
	環境音量標準差
互動區使用 記錄	互動區新增發表次數
	互動區回應次數
	互動區使用秒數

其中，因三軸加速度感測器之輸出為加速度，平置時 X、Y、Z 軸之感測值為 0、0、1，為便於觀察感測者晃動情況，系統記錄的是變動之絕對值。再者，因電子元件產生之資料過於敏感，即使靜止狀態還是出現數值改變的情況，故本系統僅針對明顯晃動、變動之絕對值大於或等於 0.5，始進行記錄。另外，因學習歷程中的情況可能跟著不同時段而變動，故本系統將學習歷程平均分為五個區間，除了觀察全程之統計值外，也便利觀察分程使用行為。

待統計值計算完成，將匯出成兩個文字檔。第一種匯出檔是依照後續分類器 (Classifier) 所需之輸入格式匯出，格式如下列範例：

1:6 2:3 3:4 4:12 5:4 6:5 7:0.026786197 8:0.016837463 9:0.028399484
10:0.03683096 11:0.021274064 12:0.026965443 13:-37.193214 14:26.888802
15:11 16:1 17:3 18:0 19:1 20:6 21:18 22:1 23:1 24:0 25:6 26:10
27:0.024007715 28:0.014430743 29:0.024046257 30:0.0 31:0.02442387
32:0.033474635 33:0.028356822 34:0.0129286945 35:0.01200385 36:0.0
37:0.030742532 38:0.048057992 39:421 40:1 41:0

每個向量冒號後方接其屬性值，然後以空格分隔。以此範例而言，共有 41 個向量，第一個向量之屬性值為 6、第二個向量屬性值為 3…依此類推。

另一種匯出檔則是依感測值產生時的時間戳記(Timestamp)匯出所有記錄。如下方範例即為三軸加速度感測器之記錄，包含時間戳記、資料來源及兩個 H48C 之感測值。

16:36:19, bt, 0.05, 0.03, 0.04, 0.01

16:36:20, bt, 0.00, 0.07, 0.02, 0.00

16:36:20, bt, 0.00, 0.05, 0.02, 0.04

16:36:21, bt, 0.03, 0.00, 0.07, 0.12

16:36:21, bt, 0.04, 0.01, 0.06, 0.08

3.2.3 模式識別單元(Pattern Recognition Unit)

因智慧型手機資料處理單元蒐集、融合了數種學習歷程的感測資料，為得到最佳化之推論結果，本單元運用現有之機器學習(Machine Learning)分類方法，進行資料推論及預測模型建立。支持向量機(Support Vector Machine, SVM)方法對於解決小樣本、高維度之辨識問題具有優勢，且已有研究針對 SVM 開發完整、成熟的工具—LIBSVM(A Library for Support Vector Machines, LIBSVM)供相關研究運用，且提供了 JAVA、Python 等多種程式語言介面，利於即時分類、預測之進行。故本研究採用 LIBSVM 做為分類器，經由輸入已知類別之資料訓練(Training)，產生最佳分類模型(Model)。此後，即可利

用該模型進行分類準確率計算，或是預測分類結果。

本單元可以離線或線上兩種模式進行。離線模式可於學習結束後，產生一個學習歷程紀錄，透過預先訓練出的分類模型，即可進行學習結果之預測，以利學習者檢視自我學習情況。線上模式可以以固定期間(如：10 分鐘)為單位，產生歷程紀錄，即可利用預先訓練出的模型，進行即時的預測。若預測結果為不專心，系統可透過智慧型手機各種使用介面(如：螢幕閃爍、手機振動、鈴聲)提醒學習者，以利學習者自我管理。亦可使用手機各項通訊管道(如：簡訊、網路)通知學習者的父母或教師，讓家長了解學習情況，以利適時管理、輔導學習者。

模式識別之流程如下：

(1)前處理(Scale and Check Data)

因分類過程需要計算各向量(Vector)的內積值，為避免計算困難，以及向量屬性值(Attribute)分布範圍過廣，LIBSVM 提供資料縮放(Scale)工具，研究者僅需自行設定範圍，即可自動進行資料比例縮放。另外，為避免因資料格式錯誤，導致分類結果無意義，也提供 Checkdata 工具，供研究者檢查輸入之資料格式是否正確。

(2)訓練(Training)

Svm-train 工具可依照指定的 SVM 種類、核心功能(Kernel Function)等各項參數設定，訓練輸入之資料，產出預測模型。當產出之模型準確度不足，可以調整各項參數值以找出最佳模型。本系統使用之相關參數，多採用預設之設定。

(3)預測(Predict)

將 svm-train 產生之資料模型及要預測之資料，輸入 svm-predict 工具，即可產生

預測之結果。本研究輸入之預測資料中包含正確分類(Label)，故產生之預測準確率即為預測結果與正確分類之比對結果。

因本研究主要探討此架構之可行性，故使用離線模式進行模式識別。惟後續可將此部分以即時模式進行，以提供更完整之輔助學習應用。

3.2.4 互動平台(Interactive Platform)

在家自行學習雖然較有獨立思考空間，但遭遇學習瓶頸時，較難與同儕進行討論，更不用說請教老師。故本研究於系統中含括互動功能，讓學習者不限時間、地點，都能與教師、同學進行課業討論、互動。

因現有之行動互動平台眾多，本系統之互動區使用現成噗浪(Plurk)互動平台，減低使用門檻、並重複利用資源。為了便利學習者使用，本系統整合現有之 Android 噗浪應用程式，讓使用介面更流暢，並且支援使用行為記錄。此外，增加公告欄功能，提供教師

於專區發佈注意事項。

第四章

實驗及評量

4.1 實驗設計

本實驗實際邀集三十位學生使用本系統，目的在於蒐集 SVM 所需之訓練資料及預測資料，並了解其對於系統之觀感。因本系統預設之使用對象為有自我管理需求之學習者，而大學生的學習自主性最高，自我管理策略對其幫助應最大；且考量實驗器材包含智慧型手機及嵌入式系統，為避免使用上的困難以及考慮實驗過程的順暢，故選定大學生做為實驗對象。

實驗情境定於學習者自我學習，地點不限於在家或學校。並以兩人一組進行實驗，提供互相討論之情境。針對互動區的使用，將先行設定實驗者手機之噗浪帳號與教師之帳號為同一群組，以利互相討論。研究者亦於實驗進行同時，使用教師用噗浪帳號，與實驗者進行即時討論及回應。

4.1.1 實驗流程

實驗流程包含五個部分，約耗時 40 分鐘。首先，對實驗者進行實驗說明及相關注意事項，並發放實驗器材，包含教材、文具及無線感測網路輔助學習系統。說明完成，即請實驗對象填寫前測試卷，並於測試完成後開始持續學習 20 分鐘。學習完畢，填寫後測試卷及問卷，才算完成實驗。實驗流程順序及所花的時間如圖 10 所示。



圖 10 實驗進行流程

4.1.3 實驗教材

為避免增加實驗變因，仍使用紙本的方式提供教材。因實驗對象為大學生，考量教材難度，故將教材範圍限於普通高中課程。使用之科目參考高中現職教師意見，採用對於社會組、自然組來說，接受度較高之生物科。另為了確保教材內容難易、數量適中，選擇高一基礎生物第一章第二節到第三節，並採用南一出版社九十七學年度版本。

前、後測驗卷亦十分重要，因現行高中教材為一綱多本，故集結龍騰、康熹、南一版課本中同一章節試題，彙整、製成各十題單一選擇題的前、後測驗卷。為利有效觀察實驗者學習前、後之進步情況，諮詢過資深現職復興高中生物教師張滄海，確認前、後測試題難度相當、傾向簡單，無論試題及教材之答案及內容均正確無誤。

4.1.3 實驗數據蒐集

本實驗採用三種方式蒐集實驗對象的學習情況，包含 SPALS、攝影機錄影及問卷，數據蒐集方式分別說明如下：

1. SPALS

雖然智慧型手機舉目可見，但一般人較少接觸 BS2。為了減低實驗者對器材的排斥及恐懼，針對 BS2 及 H48C 縫製外套、電路線亦用彩色貼紙包覆，如圖 11。

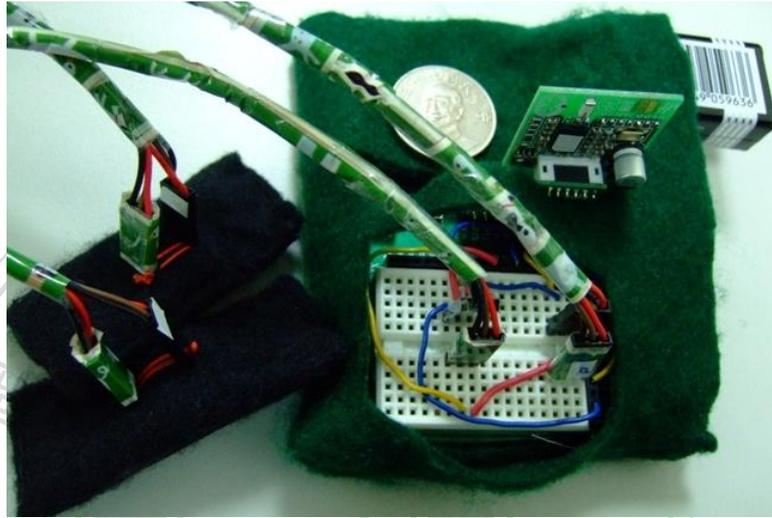


圖 11 加上外套之 BS2 嵌入式系統

進入學習步驟前，會協助實驗者將實驗器材配戴在身上。為減低配戴器材對實驗者之影響，延長 BS2 載板與 H48C 間之電路線，並將三軸感測器以手環固定於雙手手腕背部、將 BS2 以背帶背於背部，智慧型手機則置於桌面，以利感測裝置蒐集學習行為，如圖 12。



圖 12 實驗進行照片

2. 攝影機錄影

以相機錄影記錄實驗者之學習情況，並於實驗前告知實驗者。

3. 問卷

後測結束後，將請實驗對象填寫問卷，目的在於了解實驗者對系統之觀感，及其對學習過程的主觀評價。在問卷的設計上，主要以結構性問題為主，開放性的問題為輔，題數比例為 5:3，共有八題。結構性問題使用李克特四等量表 (Likert Scale)，不提供中立選項、強迫學習者以傾向選擇答案。開放性的題目設計目的在於輔助研究者確認結構性問題之填答結果，不強迫實驗者填寫。

問卷之組成包含三大類：前言說明與合作要求、受訪者基本分類資料及尋求的資訊，分別說明如下。

(1) 前言說明與合作要求：說明問卷調查之目的及功用，以獲取受訪者的認同。

(2) 受訪者基本分類資料：包括受訪者之性別、系級、慣用手及連絡方式。

(3) 尋求的資訊

甲、類型：包含受訪者態度及行為的問題。可分成三類，對系統的觀感、對學習狀況的自我評價及對系統的建議。

乙、呈現方式：以四等量表呈現，例如：實驗者針對自評專心程度有很不專心、有點不專心、有點專心及很專心等四種選擇。但因實驗有效樣本數量有限，且需進行 4-Fold 之交叉驗證，故後續判斷時，僅分成專心及不專心兩類。

丙、用途：實驗者對學習狀況之自我評價結果可用來做為 SVM 之分類依據之一；實驗者對系統之觀感及對系統的建議可作為系統評量及未來研究參考。

4.1.4 實驗結果

實驗對象共有三十位，但因設備障礙等不可控因素，導致可供分類之有效記錄僅有 17 筆，如表 3 白底部分。部分實驗者感測行為之記錄雖不完整，但仍有確實使用系統，有效問卷之數量為 27 筆。

為了避免慣用手影響實驗結果，針對慣用手為左手之實驗者，手動將感測記錄中之與左右相關之記錄對調。雖然同為大學生，但可能因為原本的生物程度有差，前測成績分佈極廣，故採用進步情況來觀察學習成效。進步情況是將後測分數與前測分數之差值除以進步空間來計算，如編號一號之學習者進步空間為 3，故其進步情況為 2 除以 3，近似於 0.67。本研究將進步情況大於或等於 0.5 者，歸於學習成效佳的類別，標記 1；反之則歸於成效不佳之類別，標記 -1。自評專心及自評學習效果之記錄來自於學習者填寫之問卷，一共有很不同意、不同意、同意及非常同意四種選項，只要選擇同意及非常同意者，即歸於學習成效佳的類別，標記 1；反之則歸於成效不佳之類別，標記 -1。觀

察者欄位之記錄，則依照學習者於學習歷程中出現的分心行為次數計算，小於或等於三次者，即歸於學習成效佳的類別，標記1；反之則歸於成效不佳之類別，標記-1。

表 3 實驗結果

編號	慣用手	前測分數	後測分數	進步情況	自評專心	自評學習效果	觀察者
1	右	7	9	0.67	1	1	-1
2	左	5	9	0.80	1	1	1
3	右	6	9	0.75	-1	-1	-1
4	右	5	9	0.80	1	1	1
5	右	3	5	0.29	1	1	1
6	右	2	8	0.75	1	-1	1
7	右	4	7	0.50	-1	1	-1
8	左	4	8	0.67	1	1	1
9	右	3	8	0.71	-1	-1	-1
10	右	3	4	0.14	-1	-1	-1
11	右	7	10	1.00	-1	1	1
12	右	3	9	0.86	1	1	-1
13	右	4	7	0.50	1	1	-1
14	右	4	4	0.00	1	1	1
15	右	6	10	1.00	1	1	1
16	右	5	10	1.00	1	1	1
17	右	2	6	0.50	-1	-1	-1
18	左	4	9	0.83	1	1	1
19	右	9	9	0.00	-1	1	-1
20	右	6	10	1.00	1	1	1
21	右	9	10	1.00	1	1	-1
22	右	5	9	0.80	1	-1	-1
23	右	4	7	0.50	1	1	1
24	右	6	10	1.00	1	1	1
25	右	4	9	0.83	-1	1	-1
26	右	3	7	0.57	1	1	-1

27	右	4	4	0.00	1	-1	1
28	右	3	7	0.57	1	-1	-1
29	右	8	9	0.50	-1	-1	1
30	右	2	3	0.13	-1	-1	-1

4.2 系統評量

系統評量使用4-Fold交叉驗證(Cross-validation)，故將實驗記錄分成四組(Fold)。以進步情況為判斷標準之分類結果進行分組，每組均有專心及不專心之樣本記錄，分類結果如表4。

表4 資料分類及分組結果

編號	前測分數	後測分數	進步情況		自評學習效果	觀察者	組別
1	7	9	0.67	-1	1	-1	1
2	5	9	0.80	1	1	1	1
3	6	9	0.75	1	-1	-1	1
4	5	9	0.80	1	1	1	1
5	3	5	0.29	-1	1	1	2
6	2	8	0.75	1	-1	1	2
7	4	7	0.50	-1	1	-1	2
8	3	8	0.71	-1	-1	-1	2
9	4	8	0.67	-1	1	1	3
10	3	4	0.14	-1	-1	-1	3
11	7	10	1.00	1	1	1	3
12	3	9	0.86	1	1	-1	3
13	4	7	0.50	-1	1	-1	4
14	4	4	0.00	-1	1	1	4
15	6	10	1.00	1	1	1	4
16	5	10	1.00	1	1	1	4
17	2	6	0.50	-1	-1	-1	4

此外，採用進步情況、自評學習效果及觀察者評定結果三種分類方式，分別進行 Leave One Fold 交叉驗證。例如：利用 2、3、4 三個 Fold 的資料集合訓練模型，則以 Fold1 作為預測資料。以進步情況做為分類依據時，預測結果之準確率為 100%；以自評學習效果作為分類依據時，預測結果之準確率為 75%；以觀察者評定結果作為分類依據時，預測結果之準確率為 50%。四個 Fold 之預測正確率如表 5。

除了觀察者標籤外，採用進步情況、自評學習效果進行比較，乃是因為其預測之平均準確率分別與後測成績、自評專心為標籤之結果幾乎相同，故以下列標籤做為代表結果。

表 5 4-Fold 交叉驗證結果

Testing Fold	標籤(Label)		
	進步情況	自評學習效果	觀察者評定結果
1	100%	75%	50%
2	75%	50%	50%
3	75%	75%	50%
4	80%	80%	60%
平均準確率	83%	70%	53%

依照表 5 結果，以進步情況做為標籤之平均準確率最高，達到 83%。目標行為的選擇必須緊扣實際問題，本系統之終極目標在於輔助學習者提升學習效率，故已進步情況作為分類標籤尚屬合理。且以進步情況做為標籤之準確率較自評學習效果還要高，亦表示本系統對於自我管理是有幫助的。

另外，統計實驗者填寫之問卷結果如表 6，分成三個部分討論：對系統的觀感、對學習狀況的自我評價及對系統的建議。因學習狀況自我評價的部分，已於前面章節做為觀察結果，並加以討論，故本部分僅針對「對系統之觀感」及「對系統之建議」進行討

論。

(1) 實驗者對系統的觀感

整理實驗者對系統觀感之相關調查結果如表 6，依序針對結構性問題及開放性問題進行探討。

表 6 實驗者對系統之觀感調查結果

題號	題目	題目意涵	調查結果(百分比)	
			正面	負面
1	在實驗過程中，使用本系統功能是有沒有困難的。	評量系統之使用方式及介面	78%	22%
2	「互動區」對於學習是有幫助的。	對於互動區之觀感	41%	59%
3	配戴實驗器材會影響我的學習品質。	對於本系統的接受度	74%	26%

對本系統的使用方式及介面滿意的實驗者所佔比例為 78%，推估實驗者對本系統之使用介面還算能接受，但仍有改進之空間。對於互動區之觀感正面之實驗者僅佔 59%，此情況可能與實際有使用互動區之實驗者比例偏低有關，蒐集到完整記錄的二十位實驗者當中，僅有九位使用過互動區。針對未使用互動區之實驗者進一步了解，部分擔心後測表現，想多花點時間研讀教材；部分表示沒有使用互動區之動機，可能與臺灣學生在課業上較不習慣主動發言，而多數協作學習之研究須提供學習者適應期有關。故建議相關研究若涉及協作學習，於實驗設計時需針對適應期加以考量。關於實驗者對本系統的接受度，持正面比例之實驗者佔 74%，因無線感測器對於一般學習者來說算較少接觸，故本研究認為學習者對本系統之接受度算高。

針對開放性問題，將實驗者填答結果歸納後，呈現分布比例如下：

(1) 配戴實驗器材會影響學習品質的原因，有近 20%是心理因素，10%是在使用上確實感

到不便，所占比例與前述結構性問題之調查結果相近。

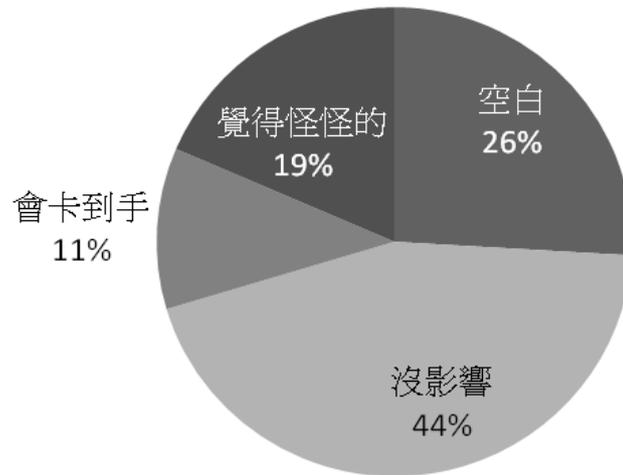


圖 13 配戴實驗器材會影響學習品質的原因

- (2) 希望系統增加的功能，較多實驗者期待能於智慧型手機中取得部分教材，如：專有名詞的查詢。針對實驗者之建議，本研究以教師帳號於互動區不定期發表的方式提供各專有名詞的說明，供學習者查詢。另有實驗者認為，互動區的即時性不足，期待在發表討論之後能有立即的回應。此部分研究者認為可能與實驗時間較短、實驗者均於學習教材告一段落後始使用互動區，導致發表後，來不及看到回應即先結束實驗，才有此類感受。

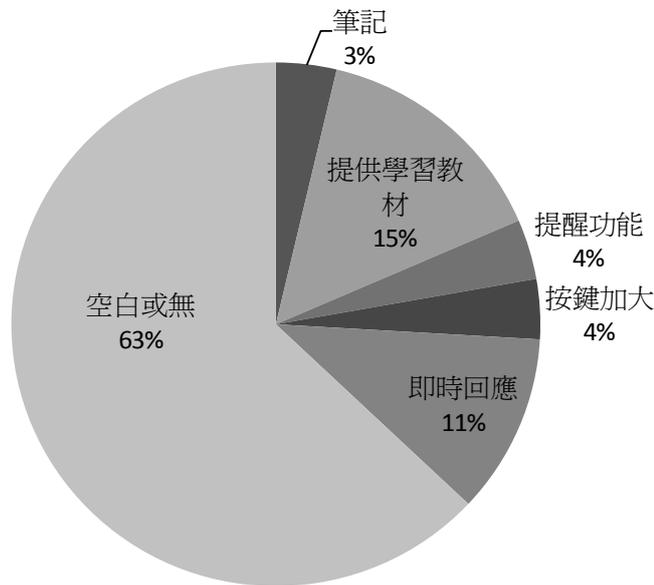


圖 14 實驗者希望系統增加之功能

- (3)對於系統的建議最多的是互動區的使用介面，填寫此建議之實驗者中，多數認為輸入有困難。本系統使用 Android 平台預設之輸入法，推論係因為輸入鍵盤切換不易，而多數學生未使用過 Android 手機，故造成使用介面的障礙。因 Android 支援應用程式使用自行開發之輸入法，建議相關研究可使用自行開發之輸入法以降低使用門檻。第二多的建議，則是針對是穩定度。在實驗過程中，時常因為藍牙裝置間互相干擾導致無法順利進行；此外，BS2 的電路線也有鬆脫的情況，這些都是造成實驗數據無法採用的原因。因本研究使用現成(Off-The-Shelf)之設備進行實驗，故有硬體設備上之限制。建議相關研究可採用客製化、或較為穩定之實驗設備，並於周遭較無藍牙訊號之地點進行實驗，可讓實驗較為順利。

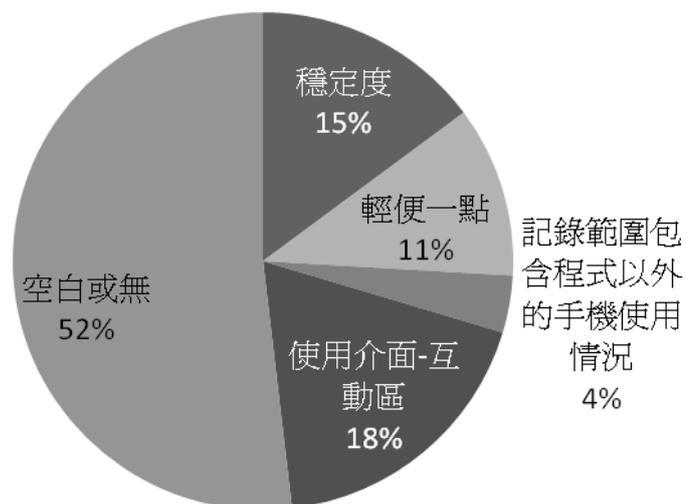


圖 15 實驗者對系統的建議



第五章

結論與未來展望

5.1 結論

本研究使用 Android 智慧型手機結合現成之 BS2 嵌入式系統附加無線感測器及互動分享平台建置輔助學習系統，期運用蒐集到的學習者行為資料，達到促進學習者自我管理，並提供互動平台以利學習者進行協作學習。為了運用系統蒐集到之多種感測行為記錄，本研究使用 LIBSVM 相關工具進行模式辨識，產生預測模型及預測正確率，藉此評量系統成效。

透過讓大學生參與實驗、實際使用本系統，本研究蒐集了實驗者對使用智慧型手機結合無線感測器輔助學習模式之觀感，了解對本系統正面評價之大學生約占七成以上。另外，利用蒐集到的學習行為及成果建立預測模型，使用 4-Fold 交叉驗證之平均預測正確率，達到 83%。故本研究認為，利用智慧型手機結合無線感測網路進行學習時之自我管理之系統，對於有自我管理需求之學習者來說，接受度高；透過 SVM 分類技術分析無線感測網路蒐集之學習者行為，以提供自我管理功能，應屬可行。

5.2 未來展望

雖然智慧型手機具有一些根本性的限制，導致 M-learning 須面臨許多的挑戰，但隨著無線網路基礎建設的進步，以及平板電腦、電子書的崛起，相信在未来以行動裝置提供教材之無所不在式學習仍可預見。而本研究之成果，不限於智慧型手機，亦能搭配具有無線通訊能力之其他行動裝置，提供學習輔助之功能。本研究為評估可行性，僅聚焦於離線版本，而一旦行動裝置結合電子教材的提供，可蒐集到更豐富的學習行為，搭配本研究設計之線上版本即時提醒功能，相信能有效幫助學習者透過自我管理策略，改善學習行為並促進自我滿意度，進而提升學習興趣及效益。

第六章 參考文獻

- 【1】「什麼是微處理器」，
<http://www.parallax.com/Portals/0/Downloads/docs/books/edu/WAMv2.2-CHS-v1.0.pdf>，民國 98 年 8 月擷取
- 【2】邱連煌，「認知行為改變—培養學生自制與自勵能力」，文景，台北，民國 90 年
- 【3】曹瑞蘭，「自我管理策略對提升國小低年級學生課堂專注行為之研究」，國立臺北教育大學特殊教育學系碩士班碩士論文，民國 96 年
- 【4】張春興，「教育心理學：三化取向的理論與實踐」，東華，台北，民國 94 年
- 【5】楊斯媛，「多感官音樂學習活動之實施普通班自閉症學童持續性注意力與音樂行為改變之探究」，國立臺南大學音樂學系碩士班碩士論文，民國 99 年
- 【6】蔡琬婷，「雙項行為介入策略對減低國小學生分心行為成效之研究」，國立台東大學特殊教育學系碩士在職專班碩士論文，民國 97 年
- 【7】簡吟文，孟瑛如，「注意力訓練對國小學習障礙學生在課堂學習時注意力影響之探討」，國立臺南大學特殊教育學系特殊教育與復健學報，民國 98 年
- 【8】Chih-Ming Chen, Yi-Lun Li, Ming-Chuan Chen. 2007. Personalized Context-Aware Ubiquitous Learning System for Supporting Effectively English Vocabulary Learning, *Advanced Learning Technologies, ICALT 2007. Seventh IEEE International Conference on*
- 【9】Eiman Kanjo, Steve Benford, Mark Paxton, Alan Chamberlain, Danae Stanton Fraser, Dawn Woodgate, David Crellin, Adrain Woolard .2008 . MobGeoSen: facilitating personal geosensor data collection and visualization using mobile phone, *Personal and Ubiquitous Computing, v.12 n.8, p.599-607*
- 【10】Giles Hogben, Marnix Dekker .2010. Smartphone: Information Security Risks, Opportunities and Recommendations for Users, *ENISA*
- 【11】Guang-Zhong Yang. 2006. Body Sensor Networks, *Springer:London.*
- 【12】LIBSVM Retrieved June 30, 2010, from
<http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>
- 【13】Mani Srivastava, Richard Muntz, Miodrag Potkonjak. 2001. Smart

kindergarten: sensor-based wireless networks for smart developmental problem-solving environments. *Proceeding MobiCom '01 Proceedings of the 7th annual international conference on Mobile computing and networking*, ACM New York, NY, USA

【14】 The Developer's Guide. 2010 . Retrieved June 30, 2010, from <http://developer.android.com/guide/index.html>

