**(1091)新一代網路原理與應用(4058)\_四資管三A**

1. **背景說明：**

對5G行動寬頻產業及學校之重要性

隨著無線網路介接技術的不斷進步，行動通訊已邁入寬頻時代，從早期GSM的數十kbit/s的頻寬，晉升到4G的數十Mbit/s，未來的5G預計將達到Giga bit/s的水準；同時許多新型態的通訊模式與服務因應而生，我們所預期的將是一個無縫接軌(seamless)與無設限(limitless)的行動網路介接服務。為因應此趨勢，在本系課程之規畫中(如圖II-1所示)，已將物聯網與5G之發展應用列為課程設計的重點之一。而本課程之實施主要教授最新一代網路之發展趨勢與介接技術，並且設計實驗讓學生可以具體的瞭解到物聯網感知層(sensor)與網路層(NB-IOT)的運作原理。能增進學生在3GPP LTE協定技術、Small Cell技術及IoT等終端異質網路技術之瞭解，使其在畢業後的求職時更具競爭力，同時亦能養成台灣通訊產業界所需要之人才，對未來相關通信產業關係影響甚鉅。



**圖II-1-屏科大資管系課程結構。**

授課對象與背景

面對企業經營環境的不斷變遷，商業模式的快速改變，資通訊科技的突飛猛進，本系所之教育目標旨在培養跨領域資訊系統研發、應用與管理人才。強調多元化課程設計，著重專業訓練，落實技職教育之目標。除了提供完整的軟體開發與系統整合基礎技能訓練外，同時也提供了關於先進資訊科技在各領域上的應用操作訓練，使學生具有分析、規劃、設計、開發與跨領域管理的能力。本課程為進階課程，開設對象為即將邁入職場之大學部高年級學生及碩士班研究生與外系生，希望能透過本課程訓練具能備5G與物聯網路基礎認識，並體驗物聯網中感知層、網路層、應用層如何結合運作。

已發展之課程教材盤點

目前本系已開設「新一代網路原理與應用」，主要課程內容包括:

1. 3G、4G、5G的發展。
2. small-cell的介接技術介紹(感知小細胞網路，細胞間干擾協調/管理，自我組織網路，ICIC，ICIC，載波聚合、CoMP、Massive MIMO、NFV/SDN)。
3. LPWAN (LoRa, SigFox, NB-IOT)介紹。

有關實驗部分，原課程主要針對物聯網設計以下實驗: (1) Arduino 開發套件介紹&環境感測計實作、(2) NB-IOT資料傳輸、(3) 物聯網雲端平台整合。已分別在107-2與108-2針對大三學生開設。然而，網路層（在關於5G技術部分），礙於實驗設備有限，主要是以原理介紹為主，實驗則直接使用商業網路平台（中華電信NB-IoT），欠缺實作的平台，瞭解細部運作。

本課程教材來源（比例）

藉由此次課程推廣計畫我們將採用課程模組9「物聯網軟體基地台設計與實作」所設計的開放式軟體定義基地台相關實驗教材(圖II-2)，使用OAI開源軟體平台進行L1(PHY)的教學，以 3GPP TS36.211 Physical channels and modulation 為主軸，將實驗融入課程之中，讓學生更了解3GPP LTE和NB-IoT實體層處理流程，並孰悉使用軟體定義基地台平台進行研究與開發的能力。



圖II-2- 軟體定義無線網路實驗架構圖。

擬採用新教材列舉如下 (約佔60%):

1. 3GPP LTE 實體層運作流程概論。

- Lab3: 開放式軟體基地台安裝

- Lab4: 軟體定義實體層之模擬平台

2. 3GPP LTE 實體層下行通道運作講解

- Lab5: 多樣性傳輸模式(TM2)之實作

- Lab6: 空間多工傳輸模式(TM3/4)實作

3. 3GPP LTE 實體層上行通道運作講解

- Lab7: 上行通道控制實作

- Lab8: 隨機存取可靠度強化實作

4. 物聯網運作流程

- Lab9: 巨量使用者隨機存取網路演算法實作。

由於此推廣教材主要是為資訊、通訊工程背景同學設計，因此我們將會簡化修改部分內容，使其更符合資管同學使用，本課程規劃為課堂上之講授課程與讓學生實作之實驗課程，學期課程總計18週。其中9週(每週3小時)由教師講授，其中6週為學校老師講授，3週為業界專家講授(分別於排定於10、12、1月實施)；7週為實驗課程；期中測驗與期末測驗各為1週。

邀請業師名單:郭博仁/中華電信 資深工程師，負責農業5G NB-IOT之規畫、建置、推廣等業務之專家，經驗豐富，相信藉由業師的經驗分享，學生將可獲致第一手資訊，瞭解產業發展。

1. **課程內容：**

**課程綱要規劃：**

| **課程綱要** | **配合實驗項目** | **上課時數** |
| --- | --- | --- |
| 行動寬頻網路介紹( 3G, 4G, 5G)(含小細胞基站介接技術介紹:ICIC，ICIC，載波聚合、CoMP、Massive MIMO) | 無 | 上課3小時  實驗0小時 |
| IoT低功耗廣域網路介紹 (LoRa、SIGFOX、NB-IoT、Massive MIMO、Edge computing) (**業師上課3小時**) | Lab1；Arduino實驗  Lab2：NB-IoT資料傳輸實驗 | 上課3小時  實驗6小時 |
| 軟體定義網路/網路功能虛擬化介紹(Software-Defined network(SDN)/ network function virtualization (NFV)) | 無 | 上課3小時  實驗0小時 |
| NB-IOT在台灣農、漁、牧之應用(**業師上課6小時**) | 無 | 上課6小時  實驗0小時 |
| 3GPP LTE 實體層運作流程概論 | Lab3：開放式軟體基地台安裝  Lab4：軟體定義實體層之模擬平台 | 上課3小時  實驗6小時 |
| 3GPP LTE 實體層下行通道運作講解 | Lab5：多樣性傳輸模式(TM2)之實作  Lab6：空間多工傳輸模式(TM3/4)實作 | 上課3小時  實驗3小時 |
| 3GPP LTE 實體層上行通道運作講解 | Lab7：上行通道控制實作  Lab8：隨機存取可靠度強化實作 | 上課3小時  實驗3小時 |
| 物聯網運作流程 | Lab9：巨量使用者隨機存取網路演算法實作 | 上課3小時  實驗3小時 |

1. **實驗內容規劃：**

| **實驗項目** | **內容說明** | **所需設備** |
| --- | --- | --- |
| Lab1: Arduino實驗(既有) | * 瞭解Ameba Arduino開發環境。 * 實驗LED、CO­2、光罩、超音波測距。 | 自有設備: Ameba Arduino &NB-IoT實驗套件。 |
| Lab2: NB-IoT資料傳輸實驗(既有) | * 瞭解中華電信智慧物聯網IOT平台。 * 實驗sensor數據上傳。 | 自有設備: Ameba Arduino &NB-IoT實驗套件。 |
| Lab3: 開放式軟體基地台安裝 | * 安裝OAI並暸解其數據意義。 * 建構E-UTRAN實驗平台，透過COTS UE與軟體eNodeB基站對連進行實驗。 | 申請補助:  實作平台配備說明(2人1組)   高階個人電腦(含SSD)：一台   USRP 射頻卡板miniB200：一張   低階4G 手機：一隻   實驗用空白SIM 卡：一張  設備經費需求:一組NT$64,000  共5組 |
| Lab4: 軟體定義實體層之模擬平台 | * 孰悉PRACH simulator。 * 實際修改程式碼後，透過模擬器與實際連線了解軟體基地台之運作。 | 同上 |
| Lab5: 多樣性傳輸模式(TM2)之實作 | * 瞭解PDSCH TM2傳送分集(Transmit Diversity)的傳輸模式。 * 利用傳送端的多根天線透過開迴路(Open-loop)之空頻區塊編碼方式(Space Frequency Block Coding, SFBC)來增進接收訊號對於通道不佳的容忍度。 | 同上 |
| Lab6: 空間多工傳輸模式(TM3/4)實作 | * 瞭解PDSCH TM3/TM4的空間多工傳送模式。 * 實驗TM3開迴路空間多工傳送模式，藉由刻意製造週期性延遲變異(Large Delay Cyclic Delay Diversity)，產生的多路徑效應，實現空間多工與傳送分集的增益。 * 實驗TM4閉迴路的空間多工傳送模式，藉由碼本(Codebook-Based)回授的方式，讓所基地台決定用戶端通道編碼(Channel Coding)和調變(Modulation)方式。 | 同上 |
| Lab7: 上行通道控制實作 | * 瞭解上行通道PUCCH中的單一載頻分頻多重存取(Single Carrier Frequency Division Multiple Access, SC-FDMA)的原理。 | 同上 |
| Lab8: 隨機存取可靠度強化實作 | * 瞭解E-UTRA中非同步化的上行通道PUCCH format 2/2a/2b隨機存取流程。 * 設計並實驗PRACH可靠度強化的方法。 | 同上 |
| Lab9: 巨量使用者隨機存取網路演算法實作 | * 設計在IoT的環境中，模仿大量使用者連線時，如何進行隨機存取。 * 透過模擬實驗驗證效能。 | 同上 |