

附件 1 課程模組基本資料

本次徵件相關課程模組之基本資料詳如本附件。請考量系所本身特色與師資能量及可獲得之外部資源(如學校本身或外校應用領域相關系所及產研界資源)，擇定 1 至 2 個課程模組實施。

模組名稱		發展聯盟
1	MIMO 通訊系統課程模組	下世代尖端無線技術跨校教學聯盟
2	SDN/NFV 核心網路課程模組	小細胞基站跨校教學聯盟
3	Small Cell 創新應用與服務專題課程模組	小細胞基站跨校教學聯盟
4	巨量資料分析技術與應用課程模組	行動智慧聯網跨校教學聯盟
5	物聯網核心技術及應用專題課程模組	行動智慧聯網跨校教學聯盟

課程模組1. MIMO 通訊系統課程模組

[下世代尖端無線技術跨校教學聯盟]

教材模組名稱	MIMO 通訊系統課程模組
教材模組 教學目標	● 課程模組整體教學目標： 本課程的主要目的是介紹 MIMO 通訊系統的理論與實務，理論部分包括無線通道特性，多樣(diversity)技術，無線 MIMO 通道的容量，空間多工與時空編碼，以及多使用者 MIMO 系統，實務部份則是包括 MIMO 傳收機的設計與實驗。 ● 子模組一：MIMO 通訊系統理論 教學目標：介紹無線系統特性與 MIMO 理論。 ● 子模組二：MIMO 接收機設計與實驗 教學目標：介紹無線 MIMO 傳收機設計與實驗。
教材模組 課程大綱	● 子模組一：MIMO 通訊系統理論 課程大綱： 1. Wireless fading channels & Diversity techniques 2. Capacity limit of MIMO systems 3. Spatial multiplexing and space-time coding 4. Multiuser MIMO system ● 子模組二：MIMO 接收機設計與實驗 課程大綱： 1. Simulink 與 Xilinx SDR 平台操作 2. MRC 傳收機設計與實驗 3. MIMO 傳送機與 ZF 接收機設計與實驗 4. MMSE 接收機設計與實驗 5. QR-SIC 接收機設計與實驗
可分享教材模組 內容說明	授課教材投影片 260 頁，實驗手冊共 6 組

教材模組名稱	MIMO 通訊系統課程模組
所需實作平台配備與經費需求預估 (以模組教學實作所需基本軟、硬體平台估算)	實作平台配備說明(每組供 2 位同學使用) ● 傳送端：一套 Zedboard 與 RF 模組(AD9361) ● 接收端：一套 Zedboard 與 RF 模組(AD9361) ● 一組實驗需要兩套 FPGA 板，另自備執行 Simulink 電腦兩部 設備經費需求：一組 NT\$76,000(每套 NT\$38,000)
聯盟/示範教學實驗室可提供之訓練與技術支援 (含實驗示範影片)	● 示範教學實驗室及聯盟網址：ngwt.nctu.edu.tw ● 助教工作坊 20 人/場，共 1 場 ● 教師工作坊 20 人/場，共 1 場 ● 實驗示範教學影片 1 件，可下載網址：ngwt.nctu.edu.tw
聯絡窗口	負責教師：吳文榕 專責助理：林佩璋 聯絡方式： paulina601@nctu.edu.tw / (03) 571-2121 ext 54563

課程模組2. SDN/NFV 核心網路課程模組

[小細胞基站跨校教學聯盟]

教材模組名稱	SDN/NFV 核心網路課程模組
教材模組教學目標	● 課程模組整體教學目標： 1. 學習開發 OpenDayLight/ Ryu 等控制器之應用程式。 2. 學習建立以 OpenFlow 為主之擬真 SDN/NFV 核心網路。 ● 子模組一：SDN/NFV 核心網路：交換器、控制器與模擬環境教學目標： 1. 學習 SDN/NFV 核心網路的 EstiNet 模擬器。 2. 學習 SDN/NFV 核心網路的 Open vSwitch 與 Ryu/NOX 控制器。 ● 子模組二： 教學目標： 1. 學習 SDN/NFV 核心網路的 EstiNet 模擬器。 2. 學習 SDN/NFV 核心網路基於 OpenWRT 之 OpenFlow 交換機。
教材模組課程大綱	● 子模組一：SDN/NFV 核心網路:交換器、控制器與模擬環境課程大綱： 1. SDN/NFV 簡介 2. Open Flow 簡介 3. 控制器技術 (Controller) 4. 資料平面技術 (Data Plane) 5. 網路擬真技術 (EstiNet) 實驗一：Open vSwitch 與 Mininet 模擬環境 1. 安裝執行環境 Ubuntu。 2. Mininet 安裝與使用方法。 3. Open vSwitch 概念、原理及使用方式。 4. 控制器：OpenDaylight 的安裝與執行，並與 Minine 連

教材模組名稱	SDN/NFV 核心網路課程模組
	接。 實驗二：Ryu/NOX 控制器與 EstiNet 擬真環境 1. 安裝執行環境 Fedora。 2. Estinet 模擬器安裝。 3. 控制器：NOX 的安裝與執行，並與 Estinet 連接。 4. Estinet 模擬器之環境操作介紹。 5. 利用 Estinet 建立傳統網路及 SDN 網路，發送封包觀察兩者差異。 ● 子模組二：SDN/NFV 核心網路：OpenWRT 之 OpenFlow 交換機 課程大綱： 1. SDN/NFV 簡介 2. Open Flow 簡介 3. 控制器技術 (Controller) 4. 資料平面技術(Data_Plane) 5. 控制平面技術 (Control_Plane) 6. 網路功能虛擬化 (NFV) 實驗一： Ryu/NOX 控制器與 EstiNet 擬真環境 1. 安裝執行環境 Fedora。 2. Estinet 模擬器安裝。 3. 控制器：NOX 的安裝與執行，並與 Estinet 連接。 4. Estinet 模擬器之環境操作介紹。 5. 利用 Estinet 建立傳統網路及 SDN 網路，發送封包觀察兩者差異。 實驗二： OpenWrt 之 OpenFlow 交換器製作 1. OpenWRT 及交換器硬體介紹。 2. 安裝執行環境 Ubuntu。 3. 製作符合硬體之包含 Openflow 協定的 OpenWRT 映像檔。 4. 利用 OpenWRT 映像檔更新交換器韌體，製作 OpenFlow 交換器。 5. 設定 OpenFlow 交換器內，網路相關及 OpenFlow 協議的設定檔。 6. 控制器：Ryu 的安裝與執行，並與剛製作的 OpenFlow 交換器連接。
可分享教材模組內容說明	● 子模組一：SDN/NFV 核心網路：交換器、控制器與模擬環境 一、授課教材投影片(課程+實驗) 383 頁 1. SDN/NFV 簡介 (88 頁)：可公開 2. Open vSwitch 與 Mininet 簡介 (57 頁) 3. 控制器技術 (Controller) (29 頁) 4. 資料平面技術 (Data_Plane) (33 頁) 5. 網路擬真技術 (EstiNet) (41 頁) 二、實驗共 2 組

教材模組名稱	SDN/NFV 核心網路課程模組
	1. 實驗一：Open vSwitch 與 Mininet 模擬環境(72 頁) 2. 實驗二：Ryu/NOX 控制器與 EstiNet 擬真環境(63 頁) ● 子模組二：SDN/NFV 核心網路：OpenWRT 之 OpenFlow 交換機 一、授課教材投影片(課程+實驗) 369 頁 1. SDN/NFV 簡介 (88 頁)：可公開 2. Open Flow 簡介 (57 頁) 3. 控制器技術 (Controller) (29 頁) 4. 資料平面技術 (Data_Plane) (33 頁) 5. 控制平面技術 (Control_Plane) (35 頁) 6. 網路功能虛擬化 (NFV) (16 頁) 二、實驗共 2 組 1. 實驗一：Ryu/NOX 控制器與 EstiNet 擬真環境 (63 頁) 2. 實驗二：OpenWrt 之 OpenFlow 交換器製作 (49 頁)
所需實作平台配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平台作估算)	● 子模組一：SDN/NFV 核心網路：交換器、控制器與模擬環境 一、實作平台配備：(每組供 2 位同學使用) 1. 交換機：Open vSwitch 2. 控制器：OpenDaylight 3. 控制器：Ryu 4. 模擬器：Mininet 5. 模擬器：EstiNet 二、設備經費需求： 1. 交換機：Open vSwitch→網路可下載 2. 控制器：OpenDaylight→網路可下載 3. 控制器：Ryu→網路可下載 4. 模擬器：Mininet→網路可下載 5. 模擬器：EstiNet→50,000 元 (全班使用之授權費) ● 子模組二：SDN/NFV 核心網路：OpenWRT 之 OpenFlow 交換機 一、實作平台配備：(每組供 2 位同學使用) 1. 控制器：Ryu 2. 交換機：OpenWRT 及硬體(TL-WR1043ND) 二、設備經費需求： 1. 控制器：Ryu→網路可下載 2. 交換機：OpenWRT 及硬體(TL-WR1043ND)→硬體一台約 2,000 元
聯盟/示範教學實驗室可提供之訓練與技術支援(含可提供之實驗示範影片)	● 示範教學實驗室及聯盟網址： ■ 示範教學實驗室：http://mbat-cctu.nsysu.edu.tw/demo_lab/ ■ 小細胞基站聯盟：http://mbat-cctu.nsysu.edu.tw/ ● 助教工作坊 10 人/場，共 2 場 ● 實驗示範教學影片 9 件，下載網址：http://mbat-cctu.nsysu.edu.tw/demo_lab/

教材模組名稱	SDN/NFV 核心網路課程模組
	● 可分享資源與示範教學實驗室運作制度 可提供之訓練： 1. 遠端登入學習實驗環境的設定與操作。 2. 種子教師與助教可到示範教學實驗室接受訓練。 可提供之技術支援： 1. 課程規劃主持人可到種子學校進行示範教學。 2. 可派遣技術人員到種子學校進行安裝設定的指導。
聯絡窗口	負責教師：許蒼嶺 專責助理：林儀婷 聯絡方式： eting@atm.ee.nsysu.edu.tw / (07)525-2000 ext 4148

課程模組3. Small Cell 創新應用與服務專題課程模組

[小細胞基站跨校教學聯盟]

教材模組名稱	Small Cell 創新應用與服務專題課程模組
教材模組 教學目標	● 課程模組整體教學目標： 1. 學習 LTE、Small Cell 與 APP 開發之相關技術。 2. 實驗課程以校園內建置的 ITRI Small Cell 實驗環境，讓學生透過實驗學習 Small Cell 相關實作技術。 3. 透過專題實作培養學生創意思考與問題解決之態度及能力。 ● 子模組一：4G LTE-Small Cell 環境建立、執行與操作 教學目標： 1. 學習 ITRI LTE-Small Cell 的環境建立。 2. 學習 ITRI Small Cell 的系統操作與 UE 的 Attach、Detach。 ● 子模組二：LTE-OAI 平台建立、執行與操作 教學目標： 1. 學習 LTE-OAI 平台架設。 2. 學習建構 LTE-OAI 的系統操作與 UE 的 Attach、Detach。
教材模組 課程大綱	● 子模組一：4G LTE-Small Cell 環境建立、執行與操作 課程大綱： 1. 行動通訊技術之沿革與演進。 2. LTE/SAE 網路架構與元件。 3. LTE MIMO 之原理與技術介紹。 4. 基本的排程機制之簡介。 實驗一：建立 Small Cell 執行環境 1. 讓學生能建立並熟悉 ITRI Small Cell 實驗環境。 2. 了解 Master Information Block 與 System Information Blocks 參數之意義。 實驗二：建立 RRC 連線

教材模組名稱	Small Cell 創新應用與服務專題課程模組
	1. 學習 RRC 建立連線訊息流程。 2. 學習 RRC 建立連線訊息內參數之意義。 實驗三：觀察 LTE Attach 與 Detach 程序 1. 學生透過工研院研發的 Small Cell 開發平台去了解並觀察 LTE 在連接服務時的 Attach 程序與中斷服務時的 Detach 程序的訊息流程。 2. 比較 3GPP 標準 Attach/Detach 程序與開發平台之的 Attach/Detach 程序。 實驗四：量測 Small Cell 網路效能 1. 學生得以了解各種網路效能指標之意義， 2. 使用現有工具軟體量測網路效能、培養解讀量測數據之能力。 ● 子模組二：LTE-OAI 平台建立、執行與操作 課程大綱： 1. 行動通訊技術之沿革與演進。 2. LTE/SAE 網路架構與元件。 3. LTE 開源軟體-OpenAirInterface 之簡介與安裝流程。 4. OAI 軟體模擬環境之建置。 實驗一：OAI 安裝流程與設定 1. 安裝 Ubuntu 14.04 LTS 64 位元版。 2. 第一台 PC 安裝 OAI 的 EPC 軟體。 3. 第二台 PC 安裝 OAI 的 eNB 軟體。 4. SIM Card 燒錄。 5. UE 設定。 實驗二：LTE 模擬器 - NS3 之安裝流程 1. NS3 模擬軟體簡介。 2. NS3 Simulator 實驗架構與設備。 3. 系統安裝與設定。 4. 測試方法與步驟。 5. 量測效能。
可分享教材模組內容說明	● 子模組一：4G LTE-Small Cell 環境建立、執行與操作 一、授課教材投影片(課程+實驗) 257 頁 1. 行動通訊技術之沿革與演進 (42 頁)：可公開。 2. LTE/SAE 網路架構與元件 (49 頁)。 3. LTE MIMO 之原理與技術介紹 (25 頁)。 4. 基本的排程機制之簡介 (18 頁)。 二、實驗共 4 組 1. 實驗一：建立 Small Cell 執行環境 (46 頁)。 2. 實驗二：建立 RRC 連線 (21 頁)。 3. 實驗三：觀察 LTE Attach 與 Detach 程序 (30)。 4. 實驗四：量測 Small Cell 網路效能 (26 頁)。

教材模組名稱	Small Cell 創新應用與服務專題課程模組
	● 子模組二：LTE-OAI 平台建立、執行與操作 一、授課教材投影片(課程+實驗) 242 頁 1. 行動通訊技術之沿革與演進 (42 頁)：可公開。 2. LTE/SAE 網路架構與元件 (49 頁)。 3. LTE 開源軟體-OpenAirInterface 之簡介與安裝流程(63 頁)。 4. OAI 軟體模擬環境之建置 (60 頁)。 二、實驗共 2 組 1. 實驗一：OAI 安裝流程與設定-實驗手冊 (16 頁)。 2. 實驗二：LTE 模擬器-NS3 之安裝流程 (12 頁)。
所需實作平台配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平台估算)	● 子模組一：4G LTE-Small Cell 環境建立、執行與操作 實作平台配備與經費需求： 1. 一台 Small cell 主機：40-50 萬 2. 一台筆電 (含 EPC)：3 萬 3. 手機(含 SIM card)：每支 1 萬 ● 子模組二：LTE-OAI 平台建立、執行與操作 實作平台配備與經費需求： 1. 軟體：Ubuntu 14.04 LTS/Linux Kernel 3.17 (可免費下載) 2. 硬體： (1) Ettus USRP B210/X300 (by Ettus Research)：5 萬 (2) 兩部桌上型電腦 (EPC 與 eNB)：6 萬 (3) 手機(含 SIM)：每支 1 萬
聯盟/示範教學實驗室可提供之訓練與技術支援(含實驗示範影片)	● 示範教學實驗室及聯盟網址： ■ 示範教學實驗室：http://mbat-cctu.nsysu.edu.tw/demo_lab/ ■ 小細胞基站聯盟：http://mbat-cctu.nsysu.edu.tw/ ● 助教工作坊 10 人/場，共 2 場 ● 實驗示範教學影片 9 件 可下載網址：http://mbat-cctu.nsysu.edu.tw/demo_lab/ ● 可分享資源與示範教學實驗室運作制度 可提供之訓練： 1. 遠端登入學習實驗環境的設定與操作。 2. 種子教師與助教可到示範教學實驗室接受訓練。 可提供之技術支援： 1. 課程規劃主持人可到種子學校進行示範教學。 2. 可派遣技術人員到種子學校進行安裝設定的指導。
聯絡窗口	負責教師：許蒼嶺 專責助理：林儀婷 聯絡方式： eting@atm.ee.nsysu.edu.tw / (07)525-2000 ext 4148

課程模組4. 巨量資料分析技術與應用課程模組

[行動智慧聯網跨校教學聯盟]

教材模組名稱	巨量資料分析技術與應用課程模組
教材模組 教學目標	● 課程模組整體教學目標： 讓學生熟悉巨量資料分析技術與相關應用。 ● 子模組一：Big data analytics tools 教學目標： 1. 介紹巨量資料分析工具，使學生可以了解到目前代表性之巨量資料分析技術。 2. 透過作業，讓同學可以初步理解到相關技術如何運作。 3. 透過作業，讓同學感受到巨量資料在分析上所存在之困難與挑戰。 ● 子模組二：Large-scale Big data platform 教學目標： 1. 介紹目前分析巨量資料時，常見的運算平台與技術。 2. 透過作業，讓學生可以實際操作相關運算平台，獲取實際經驗。
教材模組 課程大綱	● 子模組一：Big data analytics tools 課程大綱： 1. Overview of Big data analytics tools 2. Big data analytics tools I: scikit-learn 3. Big data analytics tools II: R 4. Big data analytics tools III: Weka 實驗一：Data analytics on single machine 實驗內容說明： You can choose any data analytic tools or library (R , weka, scikit-learn recommended) to answer following questions: ■ Q1: What are the most pickups and drop offs region? ◆ hint: use one of cluster algorithms and count number of data points of each cluster ■ Q2: What is the best time to take taxi? ◆ hint: count number of pickups in different hour ■ Q3: Whether weather affects customers to take taxi or not? ■ Q4: Does long distance trip imply more tip? ● 子模組二：Large-scale Big data platform 課程大綱： 1. Overview of Big data platform 2. Big data platform I: Hadoop 3. Big data platform II: Spark 實驗一：Big Data analytics on Big Data platform 實驗內容說明： Practice Spark programming on Hadoop platform. Choose Java, Scala, or Python to implement your program. Implement a "word count" program. You can find the example on Spark webpage: http://spark.apache.org/examples.html

教材模組名稱	巨量資料分析技術與應用課程模組
	Modify the "word count" program to count numbers for each "Payment_type" in the Taxi dataset and show a chart for counting result. Compare the execution time and memory usage on local worker and yarn cluster and give some discussion in your observation. You can find some information about those three modes on http://spark.apache.org/docs/latest/submitting-applications.html
可分享教材模組內容說明	授課教材投影片 200 頁，實驗手冊共 2 組 ● 子模組一：Big data analytics tools 實驗一：Data analytics on single machine ● 子模組二：Large-scale Big data platform 實驗一：Big Data analytics on Big Data platform
所需實作平台配備與經費需求預估 (以模組教學實作所需基本軟、硬體平台估算)	實作平台配備說明(每組供 10 位同學使用) ● Single Server (參考規格): ■ Intel Xeon 處理器 E5-2630 v4 (8C HT, 20MB 快取記憶體, 2.4GHz Turbo) ■ 128GB (8x16GB) 2400MHz DDR4 RDIMM ECC ■ 3TB 3.5 吋系列 ATA (7,200 Rpm) 硬碟 RAID 1 ■ UBUNTU LINUX 14.04.3 設備經費需求：約 NT\$172,000/一組
聯盟/示範教學實驗室可提供之訓練與技術支援(含實驗示範影片)	直接接洽聯絡窗口
聯絡窗口	負責教師：曾新穆 專責助理：童莉萍 聯絡方式：lptung@gmail.com / (03) 571-2121 ext55732

課程模組5. 「物聯網核心技術及應用專題」課程模組 [行動智慧聯網跨校教學聯盟]

教材模組名稱	「物聯網核心技術及應用專題」課程模組
教材模組教學目標	● 課程模組整體教學目標： 訓練與培育行動寬頻智慧聯網應用開發人才才能有效的從事各種物聯網應用，以專題方式進行實作是培養物聯網專業與應用最有效的方法。 ● 子模組一：物聯網核心技術及應用專題 教學目標：將以物聯網之核心技術為基礎，訓練學生行動寬頻物聯網創意設計能力，並實際開發相關之應用。
教材模組	● 子模組一：物聯網核心技術及應用專題

教材模組名稱	「物聯網核心技術及應用專題」課程模組
課程大綱	課程大綱： 1. 物聯網發展現況及前瞻 2. 物聯網系統架構 3. 物聯網感測及區域網路技術 4. 物聯網核心網路技術 5. 物聯網服務標準平台技術 6. 物聯網系統 IP 化技術 7. 物聯網系統安全技術 8. 主要物聯網應用領域 實驗一：物聯網感測功能(1) ■ 感測平台之介紹和實作 實驗二：物聯網感測功能(1) ■ 從感測平台讀取感測器之實作 實驗三：物聯網服務平台 ■ 網路服務平台之介紹和實作 實驗四：連結感測功能至物聯網平台 ■ 從感測平台輸送資料至網路服務平台之實作
可分享教材模組內容說明	授課教材投影片教材 8 份共 702 頁，實驗手冊共 4 份共 194 頁，開放情況請參考表一說明。
所需實作平台配備與經費需求預估 (以模組教學實作所需基本軟、硬體平台估算)	實作平台配備說明(每組供 2 位同學使用) ● 建議如下規格之筆記型電腦： ■ 處理器：Intel Core i5-4210M (2.6Ghz / 3.2Ghz) ■ 顯示晶片：NVIDIA GeForce 2G 獨顯 ■ 記憶體：8GB DDR3L ■ 固態硬碟：128GB 硬碟：1TB ■ 螢幕：15.6" FHD 霧面螢幕(LED 背光) ■ 光碟機：DVD-Super Multi DL ■ 網路：802.11b/g/n、藍牙 BT4.0 ■ 其他：VGA、HDMI、USB3.0 ■ 軟體：Windows 8.1 家用中文版、根據 ESTI M2M 及 oneM2M 國際標準之開源軟體 OM2M ● 智慧型手機 ■ 3GB RAM、四核心處理器、Android 4.3 or above、 ■ 16 GB 內建儲存空間、提供 Accelerometer、Magnetic 及 Light 等感測功能 ● 無線 WiFi 路由器 (每十組共用一部) 設備經費需求：每組約 NT\$30,000
聯盟/示範教學實驗室可提供之訓練與技術支援(含實驗示範影片)	● 示範教學實驗室及聯盟網址：http://miiot.nctu.edu.tw/ ● 校外推廣說明會 25 人/場，共 6 場 ● 助教工作坊 40 人/場，共 2 場 ● 實驗示範教學影片一件，下載網址：https://goo.gl/xJ1ekQ ● 可分享資源與示範教學實驗室運作制度： 實驗室採用預約方式運作，每套設備可供兩名學生實作練習，

教材模組名稱	「物聯網核心技術及應用專題」課程模組
	每五組學生需有一位助教現場協助，譬如有 20 名學生要上課，就必須有 10 套設備及兩名助教。預約系統會根據設備及助教的可用時段 (availability) 運作。設備的可用時段將由設備定期維護的行程決定，助教皆由研究生兼任，所以可用時段將由研究生助教課表來決定。
聯絡窗口	負責教師：林甫俊 專責助理：童莉萍 聯絡方式： lptung@gmail.com / (03) 571-2121 ext55732

表 1 「物聯網核心技術及應用專題」課程模組公開情況

物聯網之核心技術	物聯網發展現況及前瞻	網路公開
	物聯網系統架構	網路公開
	物聯網感測及區域網路技術	提供但網路不公開
	物聯網核心網路技術	提供但網路不公開
	物聯網服務標準平台技術	提供但網路不公開
	主要物聯網應用領域	提供但網路不公開
實作實驗開發應用	物聯網感測功能 (1)	網路公開
	物聯網感測功能 (2)	網路公開
	物聯網平台功能	提供但網路不公開
	連結物聯網感測功能至物聯網平台	提供但網路不公開