

教育部 函

地址：100217 臺北市中正區中山南路5號
承辦人：翁如慧
電話：(02)7712-9111
電子信箱：juhuiw@mail.moe.gov.tw

受文者：中信金學校財團法人中信科技大學

發文日期：中華民國115年4月24日
發文字號：臺教資(二)字第1152701080號
速別：最速件
密等及解密條件或保密期限：
附件：徵件須知(含計畫書) (A09000000E_1152701080_senddoc3_Attach1.pdf)

主旨：檢送本部115年度「跨域智慧晶片設計課程推廣計畫徵件須知」，請查照。

說明：

- 一、依據本部補助推動人文及科技教育先導型計畫要點辦理。
- 二、本徵件須知旨為協助國內大學校院發展建置符合跨域智慧晶片前瞻產業所需之教學資源及能量，且呼應業界對高階晶片系統與電路人才之需求，透過開授跨域智慧晶片技術課程，以發展具有創意及前瞻性之教學資源及教學模式，深化學生實作能力，培育產業發展所需關鍵技術人才。
- 三、旨揭計畫採部分補助，相關自籌經費、經費編列、撥付及支用原則詳如所附徵件須知。
- 四、申請方式：免備文，請於115年5月30日前至線上申請表單 (<https://forms.gle/JuNUHFwN96r6uT9A9>)，完成線上申請及用印後計畫書電子檔上傳作業，逾期未完成線上申請及計畫書電子檔上傳者，不予受理。(洽詢電話：(03)571-2121 分機54136，跨域智慧晶片設計推動聯盟張小姐)。
- 五、本徵件須知及相關附件(含計畫申請書格式)可於本部網站

電子文
騎

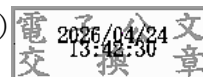


(首頁/認識教育部/本部各單位/資訊及科技教育司/電子布告欄) 或本計畫網站<https://moeisoc.web2.ncku.edu.tw/> 下載。

六、徵件說明：本部訂於115年5月4日(一)下午2時舉辦徵件說明會，地點：國立陽明交通大學(光復校區)工程四館1樓108室(知新廳)，說明會報名表單：<https://forms.gle/an8ieJ4S81kSvGaU7>，請轉知相關系所教師參加。

正本：各公私立大學校院

副本：國立陽明交通大學電子所(跨域智慧晶片設計推動聯盟)



裝

訂

線



教育部補助辦理跨域智慧晶片設計課程推廣計畫

徵件須知

一、依據

教育部(以下簡稱本部)補助推動人文及科技教育先導型計畫要點(以下簡稱本要點)。

二、目的

協助國內大專校院強化跨域智慧晶片設計之教學資源建置與整體教學能量，銜接產業發展趨勢及業界對跨域整合型晶片設計與系統人才之需求，透過系統性開設跨域智慧晶片設計課程，發展具創新性與前瞻性之教學資源與教學模式，深化學生實作能力，培育產業發展所需關鍵技術人才。

三、計畫期程

115年8月1日起至116年7月31日。

四、補助對象

全國公私立大專校院。

五、補助重點模組

| 模組代號 | 模組屬性 | 模組名稱(內容說明詳附件1) | 模組時數 | 發展聯盟 |
|-------|-------|------------------------|------|--------------|
| IC-01 | 基礎+前瞻 | 以半導體元件為基礎之量子密鑰分佈平臺 | 12小時 | 跨域智慧晶片設計推動聯盟 |
| IC-02 | 前瞻 | 讀取和控制量子位元的極低溫CMOS 電路設計 | 6小時 | |
| IC-03 | 基礎+前瞻 | 量子電路模擬與驗證 | 12小時 | |
| IC-04 | 前瞻 | 碳排感知及節能晶片設計技術 | 12小時 | |
| IC-05 | 基礎 | 光積電路應用於古典及量子光運算 | 6小時 | |
| IC-06 | 基礎+前瞻 | 量子錯誤更正與 FPGA 解碼器設計模組 | 12小時 | |
| IC-07 | 前瞻 | 量子電腦之硬體架構 | 9小時 | |
| ID-03 | 前瞻 | 基於機器學習之邏輯優化流程 | 12小時 | 智慧設計自動化聯盟 |
| ID-06 | 基礎+前瞻 | 基於機器學習之先進製程標準元件庫設計自動化 | 12小時 | |

| 模組代號 | 模組屬性 | 模組名稱(內容說明詳附件1) | 模組時數 | 發展聯盟 |
|-------|-------|------------------------------------|------|--------------|
| ID-07 | 基礎+前瞻 | 機器學習輔助安全性電路設計 自動化 | 12小時 | |
| IS-02 | 基礎 | 異質整合系統構裝技術 | 12小時 | 智慧感測 電路聯盟 |
| IS-03 | 基礎 | 高速串列積體電路設計 | 9小時 | |
| IS-04 | 基礎 | 智慧生理感測雷達設計 | 12小時 | |
| IS-07 | 基礎+前瞻 | 結合數位信號處理鎖相迴路之 時脈資料回復電路設計與應用 | 12小時 | |
| IS-08 | 基礎+前瞻 | 三角積分調變器之智能設計與 優化 | 11小時 | |
| DA-02 | 基礎 | 影像處理電路設計範例資料庫 | 12小時 | |
| DA-03 | 基礎+前瞻 | IoT 平臺晶片實現與系統整合 實務 | 12小時 | |
| DA-04 | 基礎+前瞻 | IoT 平臺數位硬體加速器 IP 整 合之技術與實務 | 12小時 | |
| DA-05 | 基礎 | IoT 平臺 RISC-V 處理器核心 與 FPGA 平臺實務 | 12小時 | |
| DA-06 | 基礎+前瞻 | 行動平臺應用處理器設計與 HAPS 原型驗證 | 12小時 | |
| DA-07 | 基礎 | 異質整合及先進封裝設計流程 | 12小時 | |
| DA-08 | 基礎+前瞻 | GPGPU 程式設計和計算機架 構 | 12小時 | |
| DA-09 | 基礎+前瞻 | 大型語言模型運算引擎與記憶 體介面最佳化硬體設計 | 12小時 | |
| DA-10 | 基礎 | 支援人工智慧計算與加速器的 編譯器設計 | 9小時 | |
| F-01 | 基礎 | RISC-V 處理器物聯網應用設 計 | 9小時 | RISCV 聯 盟 |
| F-02 | 前瞻 | 嵌入式 RISC-V Linux 作業系 統 | 6小時 | |
| F-03 | 前瞻 | 多核心 RISC-V 快取一致性概 論與實務(優化) | 12小時 | |
| F-04 | 前瞻 | RISC-V Pipeline CPU | 12小時 | |
| F-05 | 基礎 | 進階記憶體階層與 Cache 最佳 化(優化) | 7小時 | |
| F-07 | 基礎 | 指令層級平行化技術模組 | 12小時 | |
| F-11 | 前瞻 | RISC-V 用於食物辨識與營養 管理 | 12小時 | |

六、課程開授原則及相關配合事項

(一) 申請單位應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)，以現有系所相關課程為基礎，至多擇定2個前點重點模組，且規劃使用重點模組提供之單元，融入現有課程。

- (二) 本計畫重點模組係屬中、高階(大三、大四、研究所)課程內容，不適合融入基礎專業課程，申請單位應考量申請補助之課程與單位原有相關課程的關聯性，**規劃融入現有跨域智慧晶片設計相關課程**。另所擇定應用之重點模組教學目的應與申請補助課程之教學目的相符或具相當關聯。
- (三) 接受補助之計畫需於115學年度至少開課1次並於116年7月底前完成開課，及使用重點模組教材所提供之單元時數達**6成**以上，且配合本部辦理之期末成果發表進行課程成果展示等相關事項。

七、計畫申請原則

- (一) 以系所為單位提出申請，每系所以申請1案為限，每案至多申請3門課程。
- (二) 已獲本部補助之跨域智慧晶片設計人才培育計畫團隊教師得申請本計畫補助，但不得申請參與開發之模組。
- (三) 已獲其他機關或單位補助之計畫項目，不得重複申請本部補助；同一計畫課程內容亦不得向本部其他單位申請補助。計畫如經查證重複接受補助者，應繳回該項補助經費。

八、計畫申請方式

- (一) 請於本部指定期限前(詳本部公文)，填寫線上申請表單(<https://forms.gle/JuNUHFwN96r6uT9A9>)並上傳用印後計畫書電子檔，逾期未完成線上申請及計畫書電子檔上傳者，不予受理。
- (二) 計畫申請書格式之電子檔，請至<https://proj.moe.edu.tw/icda/cl.aspx?n=8108> 下載。
- (三) 計畫審核完畢，計畫申請書不予退還。

九、計畫經費編列支用、撥付及核結原則

- (一) 每一課程補助額度依其採用之重點模組數量及教材模組時數而定，時數採用定義如下：
 1. 「完全採用」係指課程計畫完整納入教材模組之全部時數(例如模組總時數為12小時，即全數規劃使用12小時)。

2. 「部分採用」係指課程計畫僅擇用教材模組之部分單元（例如模組總時數為12小時，僅規劃使用其中6小時）。

(二) 本部每門課程最高補助額度以新臺幣（以下同）70萬元為原則。模組採用補助額度上限分別如下：

| 模組採用規劃 | 時數部分採用 | 時數完全採用 |
|----------|----------|----------|
| 採用1個重點模組 | 以 30 萬為限 | 以 40 萬為限 |
| 採用2個重點模組 | 以 53 萬為限 | 以 70 萬為限 |

(三) 本次申請之課程曾獲本部補助114年度智慧晶片系統與應用課程推廣計畫，補助額度上限分別如下：

| 模組採用規劃與時數 | 時數部分採用 | 時數完全採用 |
|-----------------------------|----------|----------|
| 採用1個曾規劃使用的重點模組 | 以 20 萬為限 | 以 30 萬為限 |
| 採用2個曾規劃使用的重點模組 | 以 30 萬為限 | 以 40 萬為限 |
| 採用1個未規劃使用的重點模組及1個曾規劃使用的重點模組 | 以 40 萬為限 | 以 50 萬為限 |

(四) 本計畫由本部部分補助，學校自籌經費比例不得少於本部補助經費10%，本部補助設備費編列不得高於計畫補助經費30%為原則，超過則以自籌款編列。

(五) 本部補助相關經費編列及支用原則如下：

1. 人事費

(1) 每案得聘教學助理(TA)，且每門課程以不超過2人為限，每案以不超過6人為限。

(2) 本計畫不得編列主持人、協同主持人及相關教師之工作津貼。

2. 業務費：依「教育部補(捐)助及委辦經費核撥結報作業要點」及「教育部及所屬機關學校辦理各類會議講習訓練與研討(習)會管理要點」編列支用。

3. 設備費

(1) 以採購本專案相關教學設備為主，本部設備補助款採購之設備項目應以國內產品為優先，並不得採購一般事務性設備(如印表機、投影機、單槍投影機及實驗桌椅等)。筆記型電腦、個人電腦及工作站等設備，由學校自籌款支應。

(2) 設備項目應為單價在1萬元以上，且使用年限在2年以上之軟硬體設備。

(六) 經費撥付：於核定日起1個月內檢具修正經費表送本部辦理撥付核定補

助額度之全數。

- (七) 經費核結：依據本部補(捐)助及委辦經費核撥結報作業要點辦理。
- (八) 各項經費項目，應依本部補(捐)助及委辦經費核撥結報作業要點、各機關執行單位預算有關用途別科目應行注意事項及相關規定辦理。
- (九) 同一課程如由跨校教師共同開授，其經費由申請學校統籌管控與核結。
- (十) 各案補助額度，由本部審查核定。

十、審查作業

- (一) 審查方式：由本部邀集產業界、學界及研究界相關專家學者先進行書面審，必要時得請學校簡報。
- (二) 審查內容：
 1. 課程績效指標與成果效益規劃是否符合計畫目標。
 2. 課程規劃、目標及其課程教學方式，是否切合本計畫之目標。
 3. 系所目前課程與申請補助課程之關聯度。
 4. 計畫人員及其經費規劃之合理性與完備性。
 5. 申請補助課程是否確認可於計畫執行期間內完成開授。
 6. 申請補助課程與課程模組間的適切性與整合程度。
 7. 教學資源配置規劃是否合宜。

十一、成效考核

- (一) 獲本部補助之系所需派員參加種子師資及助教培訓營。
- (二) 各計畫除應依其規劃課程之推動，自行擬定並達成相關績效指標，研擬相關工作項目並具體實施達成。
- (三) 為強化模組教材之推廣實效與回饋，本部鼓勵受補助教師將融入模組教材後之教學產出（如教材、影片、實作成果等），上傳至總聯盟計畫網頁，作為本計畫之重要成果。此類回饋內容亦將作為模組開發端後續教材優化之參考，以達成教學資源共建共享之目標。
- (四) 獲本部補助之課程，應配合相關重點領域聯盟中心及總聯盟之管考作業，如：於課程開課學期辦理期中查核、配合參與相關會議、提報執行進度或成果效益報告，並依相關審議意見，具體配合改進，並積極參與聯盟所辦理相關活動等。管考作業時程將由總聯盟適時通知。

- (五) 本部得不定期實地訪查計畫運作狀況。
- (六) 獲本部補助之計畫應配合參加本部辦理之其他相關成果發表、競賽或展示等活動。
- (七) 已獲補助之課程，如未通過各階段審查，應繳回該項補助經費。
- (八) 各計畫應於年度計畫結束時提出成果報告由本部考評，考評結果將作為本部相關計畫補助參考。

附件目錄

【附件1】 教育部「跨域智慧晶片設計課程推廣計畫」推廣課程基本資料

【附件2】 教育部「跨域智慧晶片設計課程推廣計畫」計畫申請書格式

重點模組基本資料

重點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)，申請教授以現有系所相關課程為基礎，至多擇定2個重點模組，且規劃使用重點模組提供之單元，融入現有智慧晶片應用課程成為一門課程。

| 模組代號 | 模組屬性 | 模組名稱(內容說明詳附件1) | 模組時數 | 發展聯盟 |
|-------|-------|--------------------------------|------|--------------|
| IC-01 | 基礎+前瞻 | 以半導體元件為基礎之量子密鑰分佈平臺 | 12小時 | 跨域智慧晶片設計推動聯盟 |
| IC-02 | 前瞻 | 讀取和控制量子位元的極低溫CMOS 電路設計 | 6小時 | |
| IC-03 | 基礎+前瞻 | 量子電路模擬與驗證 | 12小時 | |
| IC-04 | 前瞻 | 碳排感知及節能晶片設計技術 | 12小時 | |
| IC-05 | 基礎 | 光積電路應用於古典及量子光運算 | 6小時 | |
| IC-06 | 基礎+前瞻 | 量子錯誤更正與 FPGA 解碼器設計模組 | 12小時 | |
| IC-07 | 前瞻 | 量子電腦之硬體架構 | 9小時 | |
| ID-03 | 前瞻 | 基於機器學習之邏輯優化流程 | 12小時 | 智慧設計自動化聯盟 |
| ID-06 | 基礎+前瞻 | 基於機器學習之先進製程標準元件庫設計自動化 | 12小時 | |
| ID-07 | 基礎+前瞻 | 機器學習輔助安全性電路設計自動化 | 12小時 | |
| IS-02 | 基礎 | 異質整合系統構裝技術 | 12小時 | 智慧感測電路聯盟 |
| IS-03 | 基礎 | 高速串列積體電路設計 | 9小時 | |
| IS-04 | 基礎 | 智慧生理感測雷達設計 | 12小時 | |
| IS-07 | 基礎+前瞻 | 結合數位信號處理鎖相迴路之時脈資料回復電路設計與應用 | 12小時 | |
| IS-08 | 基礎+前瞻 | 三角積分調變器之智能設計與優化 | 11小時 | |
| DA-02 | 基礎 | 影像處理電路設計範例資料庫 | 12小時 | 系統晶片設計應用聯盟 |
| DA-03 | 基礎+前瞻 | IoT 平臺晶片實現與系統整合實務 | 12小時 | |
| DA-04 | 基礎+前瞻 | IoT 平臺數位硬體加速器 IP 整合之技術與實務 | 12小時 | |
| DA-05 | 基礎 | IoT 平臺 RISC-V 處理器核心與 FPGA 平臺實務 | 12小時 | |

| 模組代號 | 模組屬性 | 模組名稱(內容說明詳附件1) | 模組時數 | 發展聯盟 |
|-------|-------|---------------------------|------|------|
| DA-06 | 基礎+前瞻 | 行動平臺應用處理器設計與HAPS 原型驗證 | 12小時 | |
| DA-07 | 基礎 | 異質整合及先進封裝設計流程 | 12小時 | |
| DA-08 | 基礎+前瞻 | GPGPU 程式設計和計算機架構 | 12小時 | |
| DA-09 | 基礎+前瞻 | 大型語言模型運算引擎與記憶體介面最佳化硬體設計 | 12小時 | |
| DA-10 | 基礎 | 支援人工智慧計算與加速器的編譯器設計 | 9小時 | |
| F-01 | 基礎 | RISC-V 處理器物聯網應用設計 | 9小時 | |
| F-02 | 前瞻 | 嵌入式 RISC-V Linux 作業系統 | 6小時 | |
| F-03 | 前瞻 | 多核心 RISC-V 快取一致性概論與實務(優化) | 12小時 | |
| F-04 | 前瞻 | RISC-V Pipeline CPU | 12小時 | |
| F-05 | 基礎 | 進階記憶體階層與 Cache 最佳化(優化) | 7小時 | |
| F-07 | 基礎 | 指令層級平行化技術模組 | 12小時 | |
| F-11 | 前瞻 | RISC-V 用於食物辨識與營養管理 | 12小時 | |

教材模組名稱：IC-01 以半導體元件為基礎之量子密鑰分佈平臺

[跨域智慧晶片設計推動聯盟]

| | |
|--------------------------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】以半導體元件為基礎之量子密鑰分佈平臺 |
| 教材模組 教學目標 | 本課程旨在引導學生了解並掌握 QKD 量子通訊理論、相關半導體元件設計與矽光子平臺技術，並透過商用 TCAD 與 Synopsys RSoft 等軟體進行關鍵元件之設計與優化，藉由團隊合作實踐從理論基礎到晶片元件設計的跨領域整合應用能力。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：傳統光通訊介紹 → 約 1.5 小時【基礎】 單元2：量子加密背景與基礎理論 → 約 1.5 小時【基礎】 單元3：半導體元件模擬軟體講解(可搭配課程投影片單元三與 TCAD 教學投影片) → 約 2.5 小時【基礎】 單元4：矽光子元件模擬軟體介紹(可搭配課程投影片單元四與 Rsoft 教學投影片) → 約 3 小時【基礎】 單元5：QKD 之矽光平臺介紹(含元件模擬實作，搭配課程投影片單元五) → 約 3.5 小時【前瞻】 |
| 可分享教材模組 內容說明 | 1. 課程投影片：約114頁 單元一：傳統光通訊簡介(約26頁)；單元二：量子加密背景與基礎理論(約26頁)；單元三：量子加密光通訊之偵測器講解(約12頁)；單元四：矽光子晶片的介紹(約22頁)；單元五：QKD 如何實行於矽光晶片(約28頁) 2. 模擬軟體 Silvaco TCAD 教學投影片：約16頁 單元一：TCAD 基本介紹(約10頁)；單元二：Deckbuild Tutorial(約5頁)；單元三：TonyPlot(約1頁) 3. 模擬軟體 Synopsys Rsoft 教學投影片：約50頁 單元一：矽光子基礎理論(約12頁)；單元二：軟體介紹(約7頁)；單元三：基本軟體操作-包含設計指導(約31頁) |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | 本模組實作需使用 Synopsys RSoft，教學單位可逕向『國家實驗研究院臺灣半導體研究中心(TSRI)』申請學術教育版授權。針對半導體元件模擬部分，若選用 Silvaco TCAD 需另行編列約 7 萬元之購置預算；為降低經費門檻，建議可改用 Synopsys TCAD Sentaurus 作為替代方案，該軟體同樣可透過 TSRI 申請使用，無須額外購置。 |
| 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) | 1. 課程投影片、模擬教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次 3. ATP 課程資料庫官網： |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立臺灣大學 光電工程學研究所 吳肇欣教授 專責助理：陳御峻 聯絡電話：02-33663694 聯絡 Email：chaohsinwu@ntu.edu.tw |

教材模組名稱：IC-02 讀取和控制量子位元的極低溫 CMOS 電路設計

[跨域智慧晶片設計推動聯盟]

| | |
|--------------------------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【前瞻】量子計算元件與技術 |
| 教材模組 教學目標 | <p>本課程模組完美平衡了量子計算的理論與實務。</p> <ul style="list-style-type: none"> 在理論方面，重點在於概念理解與詮釋，避免過於複雜的數學推導。這使得學生能夠逐步掌握關鍵的量子理論和現象，以及半導體裝置的原理與運作。 在實務方面，學生將使用線上模擬平臺進行量子現象實驗，並模擬半導體裝置的當前特性。此外，他們還將學習透過簡單的 Python 程式編寫基本的量子計算演算法，並將新學到的知識應用於實際場景。 |
| 教材模組時數 | 6小時 |
| 教材模組 課程大綱 | <p>單元1：量子計算的理論初探 (2小時)</p> <p>單元2：量子計算所需的極低溫物理與元件 (2小時)</p> <p>單元3：用於量子計算的極低溫電路設計 (2小時)</p> |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課投影片(150頁)與錄製影片(6個小時) |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | 無。 |
| 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) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 課程投影片、課程錄製影片 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | <p>負責教師：謝易叡</p> <p>專責助理：廖悅伶</p> <p>聯絡電話：0958955167</p> <p>聯絡 Email：謝易叡: erayhsieh@nycu.edu.tw; 廖悅伶: yliiao@nycu.edu.tw</p> |

教材模組名稱：IC-03 量子電路模擬與驗證

[跨域智慧晶片設計推動聯盟]

| | |
|---------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】量子電路模擬與驗證 |
| 教材模組 教學目標 | 量子計算是計算機科學重要的新興領域，一些演算法已經被證明相較於傳統電腦表現出指數級的加速，為未來運算開啟了全新的可能性。量子電路的合成、模擬與驗證是量子軟體編譯不可或缺的環節，亟需電子設計自動化（EDA）相關技術的引入，以作為軟硬體開發之間溝通的橋樑。本課程旨在培養同學量子計算的基本能力，進而學習量子計算中所需的合成、模擬與驗證相關技術。授課對象主要為大學部三、四年級及研究所同學。本課程預修課程為邏輯設計、演算法、資料結構。其他有助課程包括：電子設計自動化導論、量子計算導論。 |
| 教材模組時數 | 12小時 (9小時授課、3小時實作) |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：量子計算與量子軟體編譯簡介 (3小時授課、1小時實作) 【基礎】 單元2：量子電路模擬 (3小時授課、1小時實作) 【前瞻】 單元3：量子電路驗證 (3小時授課、1小時實作) 【前瞻】 |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片3單元及對應實驗教材3份。內容涵蓋：量子計算簡介、量子程序開發與編譯、量子電路模擬、量子電路驗證等主題，另規劃有三組實驗課程。 單元1：量子計算與量子軟體編譯簡介 簡介量子計算與軟體編譯的流程。 實作1: 量子電路設計與編譯實作 參考既有的量子演算法，利用現有的平臺（如 IBM Qiskit 等工具）編寫量子程式。對設計完成的量子電路進行編譯，使之能符合硬體執行條件。觀察量子電路編譯前後的區別，並思考一個良好的編譯器所應具備的特質。 單元2：量子電路模擬 簡介量子電路模擬的各種主要資料結構與演算法。 實驗2: 量子電路模擬實驗 在傳統電腦中利用現有的軟體（如 Qiskit、DDSIM、SliQSim 等工具）模擬執行量子電路，觀察執行結果。調整電路的大小與種類，觀察對資源消耗量的影響，比較不同模擬器的表現與適合的應用場景，並思考模擬器可能改進的方向。 單元3：量子電路驗證 簡介量子電路驗證的不同問題與方法。 實驗3: 量子電路驗證實驗 選取不同的量子電路作為比較對象，利用現有的軟體（如 Qiskit、QCEC、SliQEC 等工具）進行等價性驗證。調整電路的大小與種類，觀察對資源消耗量的影響，比較不同驗證軟體的表現與適合的應用場景，並思考驗證軟體可能改進的方向。 |
| 所需實作平臺配 | 個人電腦、筆記型電腦 |

| | |
|--------------------------------|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】量子電路模擬與驗證 |
| 備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | |
| 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) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：江介宏 專責助理：馮詩宜 聯絡電話：(02)33662707 聯絡 Email：sherryfeng@ntu.edu.tw |

教材模組名稱：IC-04 碳排感知及節能晶片設計技術

[跨域智慧晶片設計推動聯盟]

| | |
|--------------------------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【前瞻】碳排感知及節能晶片設計技術 |
| 教材模組 教學目標 | 此課程模組主要是了解數位積體電路及系統的基本理論，並探討低功率電路及節能電路設計技巧，以應目前積體電路設計所遭遇的瓶頸及解決之道。本課程目標培養學員擁有數位電路設計概念及實現低功耗數位電路與系統，並學會最佳化數位電路系統在不同的限制考量下，包含面積考量、速度效能、功率消耗及抗雜訊分析。此外，也盡可能最大程度地在不影響晶片銷售下考慮晶片製造及晶片操作的碳排量，有效地降低系統的碳足跡。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：Low-power design techniques (3Hours) 單元2：Energy-Efficient Architecture (3Hours) 單元3：Carbon-Aware Design-Technology Co-Optimization (3Hours) 單元4：System Integration in Chiplets/3DICs (3Hours) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 1. 低功率電路設計技巧 2. 具能源效益電路探討 3. 永續碳排優化技術 4. 小晶片及3DIC 系統整合 |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | 工作站及 TSRI HSPICE 軟體授權 設備費：無 實驗材料費：無 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：黃柏蒼 專責助理：鄭玉珮 聯絡電話：03-5712121#54145 聯絡 Email：bughuang@nycu.edu.tw |

教材模組名稱：IC-05 光積電路應用於古典及量子光運算

[跨域智慧晶片設計推動聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 模組名稱 | 【基礎】光積電路應用於光運算 |
| 教材模組 教學目標 | 本模組課程旨在教授學生如何設計光積電路以實現光學運算。由於光與電在物理性質上的差異，導致它們在運算架構上存在不同之處。因此，本課程首先介紹積體光學的基礎知識及光在光積電路中傳輸的數學模型，並通過實例講解可程式化光學運算架構及其設計/操控方法。同時，我們還將指導學生使用光學模擬軟體，設計可程式化的光積電路並進行光學運算的分析。 |
| 教材模組時數 | 6小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：矽光子元件介紹 (3hrs) 單元2：可程式化光積電路簡介及光神經網路計算之應用(1hrs) 單元3：實作一→利用 Lumerical Interconnect 設計光積運算電路 (1hrs) 單元4：實作二→利用 4×4 可程式化矽光子晶片模組進行遠端么正矩陣運算(1hrs) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 1. 教學投影片：120 頁 單元一：矽光子元件介紹（共 80 頁）；單元二：可程式化光積電路簡介及光神經網路計算之應用（共 40 頁）； 2. 實驗投影片：45 頁 實作一：利用 Lumerical Interconnect 設計光積運算電路（共 30 頁）；實作二：利用 4×4 可程式化矽光子晶片模組進行么正矩陣運算（共 15 頁）。 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 設備費： 教學模擬軟體：Lumerical, 2~3萬/year per user license |
| 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) | 1. 可提供之教材：課堂投影片教材、實驗投影片教材。 2. 辦理種子教師培訓營 1 場次。 3. ATP 資料庫網站： |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立清華大學電機工程學系李明昌教授 專責助理：鍾元如 聯絡電話：03-5715131 教授分機62216/助理分機35694 |

教材模組名稱：IC-06 量子錯誤更正與 FPGA 解碼器設計模組

[跨域智慧晶片設計推動聯盟]

| | |
|--|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】量子錯誤更正與解碼器設計模組 |
| 教材模組 教學目標 | 課程將從量子位元與物理雜訊模型出發，深入探討 stabilizer codes 與 surface codes 的糾錯機制。重點在於結合圖論演算法，學習主流的 MWPM 解碼器原理，並實戰操作業界標準工具 Stim 與 PyMatching。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：量子計算基本操作、錯誤模型(2小時)【基礎】 單元2：量子錯誤更正碼(3小時)【基礎】 單元3：量子解碼器設計原理(3小時)【基礎】 單元4：實際雜訊模擬之解碼(3小時)【前瞻】 單元5：Python 解碼實作與效能分析(1小時)【前瞻】 |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片4單元及對應實驗作業教材1單元 1.教材投影片 單元1：量子計算基本操作、錯誤模型（共20頁） 單元2：量子錯誤更正碼(共28頁) 單元3：量子解碼器設計原理(共20頁) 單元4：實際雜訊模擬之解碼(共20頁) 2.實驗作業 單元5：Python 解碼實作與效能分，含 Stim 簡易教學及 python 解碼器原始程式碼。 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 1. 設備費：一般型個人電腦 25,000 元，1 臺，共 25,000 元 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立陽明交通大學電信所賴青沂教授 專責助理： 聯絡電話：03-5712121#54545 聯絡 Email：cylai@nycu.edu.tw |

教材模組名稱：IC-07 量子電腦之硬體架構

[跨域智慧晶片設計推動聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【前瞻】量子電腦之硬體架構 |
| 教材模組 教學目標 | 介紹量子電腦的硬體，包含：量子位元、共振腔、操控與讀取電路，著重在以超導體為平臺的架構 |
| 教材模組時數 | 9小時 |
| 教材模組 課程大綱 (前瞻) | 單元1：量子電腦與量子計算簡介與應用 (1小時) 單元2：基礎超導體物理與約瑟夫森結元件、共振腔量測(1小時) 單元3：超導體量子位元控制、讀出與實驗架設(4小時) 單元4：Cryo-CMOS 電路控制/讀取量子位元(3小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 1. 課程投影片: 72 頁 A. 量子電腦簡介 (p3-p15) B. 量子計算之產業動態 (p16-p23) C. 量子邏輯閘 (p24-p32) D. 量子位元操控與讀取 (p33-p58) E. Cryo-CMOS 電路 (p59-p69) F. 總結 (p70-p72) 2. 教學影片：4 部 A. 量子位元簡介 (2 分鐘) B. 量子位元量測 (2 小時) C. 低溫系統操作 (40 分鐘) D. Cryo-CMOS (1 分鐘) |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 以下實作平臺可洽新竹 TSRI 或是臺南中研院量子園區。 1. 射頻訊號線約10條：5,000/1條 2. 訊號產生器1臺：500,000/1臺 3. 網路分析儀1臺：1,000,000/1臺 4. RF 功率整合器：3,000/1個 5. 直流電源供應器：10,000/1臺 6. 放大器5個：1,000/1個 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：李峻賈 專責助理：薛伊伶 聯絡電話：(02)33663700-219 (助理) 聯絡 Email： hsuehyl@ntu.edu.tw (助理) |

教材模組名稱：ID-03 基於機器學習之邏輯優化流程

[智慧設計自動化聯盟]

| | |
|--------------------------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【前瞻】基於機器學習之邏輯優化流程 |
| 教材模組 教學目標 | 本模組「基於機器學習之邏輯優化流程」採問題導向教學，引導學生自主解決實務挑戰。課程聚焦新興邏輯合成與機器學習於流程中之應用，協助學生掌握前沿演算法並實現高效整合設計。透過實驗實作，學生將強化理論應用與方案設計能力，養成業界所需之高階研發人才。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | <p>單元1：Advanced Logic Synthesis (3小時)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Logic Rewriting for Logic Optimization ● Choice Network for Reducing Structural Bias in Technology Mapping ● Priority Cut for Technology Mapping ● Equality Saturation and Its Applications for Logic Synthesis <p>單元2：Machine Learning Methods and Applications(1小時)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Multilayer Perceptron and Its Applications ● Graph Neural Network and Its Applications ● Reinforcement Learning and Its Applications <p>單元3：Supervised Learning-assisted Logic Synthesis (2小時)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Learning-driven Technology Mapping ● Logic Gate Representation Learning and Its Applications <p>單元4：Reinforcement Learning-guided Logic Synthesis (2小時)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Library Tuning for Technology Mapping ● Effective Cut Learning for Technology Mapping ● Logic Optimization Exploration <p>單元5：實作教材1-Logic Synthesis with Yosys + ABC (2小時)</p> <p>單元6：實作教材2-Supervised Learning for EDA – Logic Gate Representation Learning through Graph Neural Network (1小時)</p> <p>單元7：實作教材3-Reinforcement Learning for Logic Synthesis - Library Tuning for Technology Mapping (1小時)</p> |
| 可分享教材模組內容說明 | 授課教材投影片：四單元。實作教材：三項目，實作說明與範例。試教隨堂錄影。 |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | 1. 設備費：GPU 運算伺服器，約 110,000 元 |
| 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) | 4. 課程投影片、實作教材、試教隨堂錄影。 5. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 6. ATP 課程資料庫官網： http://atp.ee.ncku.edu.tw/ |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立臺灣科技大學電機工程系 陳勇志副教授 聯絡電話：(02) 27376681 聯絡信箱：ycchen.ee@mail.ntust.edu.tw |

教材模組名稱：ID-06 基於機器學習之先進製程標準元件庫設計自動化

[智慧設計自動化聯盟]

| | |
|--------------------------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】基於機器學習之先進製程標準元件庫設計自動化 |
| 教材模組 教學目標 | 引導學生以 PBL 方式自主學習，了解「製作一個基於先進製程而設計的標準元件庫」所需解決的 EDA 問題，並探討標準元件架構設計對晶片的效能、面積、功率消耗的影響。於實作項目中導入機器學習方法解決一些重要的 EDA 議題。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 共有授課講義投影片約150張，每個實驗單元尚有投影片教材10到30張不等，授課教師可適當搭配授課教材與實驗教材，達成所設定的教學目標。 單元1：Semiconductor technology and standard cells (2小時) 【基礎】 單元2：Standard cell library architecture (3小時) 【基礎】 單元3：Standard cell and library design Assisted by machine learning (4小時) 【前瞻】 單元4: Standard cell characterization and porting into chip design flow assisted by machine learning (3 小時) 【前瞻】 |
| 可分享教材模組 內容說明 | 1. 授課教材投影片4單元 2. 實驗教材3份 Lab 1: Standard Cell Library Architecture and Standard Cell Library Design (實驗投影片20頁、實驗手冊16頁、影片3小時) 【基礎】 Lab 2: Timing Characterization of Logic Gates with Multiple Input Transitions; (實驗投影片26頁、實驗手冊10頁) 【前瞻】 Lab 3: Static Timing Analysis of a VLSI Circuit Considering Multiple Input Transitions of Logic Gates (實驗投影片12頁、實驗手冊7頁) 【前瞻】 |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | 1. 伺服器、硬碟設備、不斷電系統 (共約40~50萬元)，若有 AI 伺服器更佳。 2. 安裝於伺服器上的 EDA 工具，包含 TSRI 所提供的 Cadence, Synopsys, Mentor Graphics 的工具。 3. 個人電腦或筆記型電腦 (可自備)，當作伺服器之終端設備(for Lab 1 & Lab 2)或執行所開發的程式 (Lab 3)。 |
| 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) | 1. 可提供之教材：課堂投影片教材、實驗投影片教材、實驗習影片教材。 2. 辦理種子教師培訓營1場次。 3. 3ATP 資料庫網站。 |
| 聯絡窗口 | 負責教師：林榮彬 專責助理：陳必瑾 聯絡電話：03-4638800 ext. 2308 聯絡 Email：imemily@saturn.yzu.edu.tw |

教材模組名稱：ID-07 機器學習輔助安全性電路設計自動化

[智慧設計自動化聯盟]

| | |
|--------------------------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】機器學習輔助安全性電路設計自動化 |
| 教材模組 教學目標 | 本模組介紹安全性電路設計，說明設計自動化在硬體安全中的角色，並聚焦機器學習於 Logic Locking 攻擊與防禦之實務應用。透過講授與實作，讓學生理解 Logic Locking 在智慧晶片中的硬體安全應用情境，並學習機器學習相關之攻擊與防禦手法。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：Logic Locking (3小時) 【基礎】 <ul style="list-style-type: none"> • Basics of Logic Locking • Logic Locking for Combinational / Sequential Circuits 單元2：Machine Learning (ML) Based Attacks (6小時) 【前瞻】 <ul style="list-style-type: none"> • Design Flow of Machine Learning Based Attacks • Review of Machine Learning Based Attack Methods • OMLA Attack Stages 單元3：Countermeasures to ML Based Attack (3小時) 【前瞻】 <ul style="list-style-type: none"> • Structure-Key Decorrelation Method • DECOR Approach |
| 可分享教材模組 內容說明 | <ul style="list-style-type: none"> ● 課堂講義與簡報 <ul style="list-style-type: none"> ■ Logic Locking ■ Machine Learning Based Attacks ■ Countermeasures to Machine Learning Based Attack ● 實驗講義與操作手冊： <ul style="list-style-type: none"> ■ 實驗項目 1：Logic Locking ■ 實驗項目 2：OMLA Attack ■ 實驗項目 3：DECOR 防禦實作 |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | 本課程之實作，包括程式設計及數位電路設計。 一、設備費：個人電腦(單價約二至三萬元) 二、實驗材料費：有關數位電路設計，可以 Verilog 進行模擬分析或以 FPGA 進行實作。若以 FPGA 進行實作，每個 FPGA 單價約數千元。 |
| 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) | 7. 課程投影片、實驗教材 8. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 9. ATP 課程資料庫官網： http://atp.ee.ncku.edu.tw/ |
| 聯絡窗口 | 負責教師：黃世旭 專責助理：陳修暉 聯絡電話：(03) 2654611 聯絡 Email：shhuang@cycu.edu.tw |

教材模組名稱：IS-02 異質整合系統構裝技術

[智慧感測電路聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】異質整合系統構裝技術 |
| 教材模組 教學目標 | 本模組課程以培養能為產業所用的系統設計師 System Designer 為目標，規劃之「異質整合系統構裝技術」屬於基礎課程與實作，目的在建立學生先進構裝技術的基礎知識涵養與技術能力。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：封裝基本架構概論與產業應用 (3小時) 單元2：各式封裝之載板製程、垂直連接架構及設計基礎概念 (3小時) 單元3：晶圓測試(Chip Probing, CP)及功能測試(Function Testing, FT)基礎觀念、測試架構與技術 (3小時) 單元4：系統模組化構裝及其於異質晶片整合封裝上之應用 (3小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片：80頁 實驗教材：1份 電路 I：阻抗匹配電路設計 電路 II：功率分配器(Power Divider)及耦合器之設計(Coupler) 電路 III：低通與帶通濾波電路設計 (LP/BP Filter Design) |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 實驗材料費： • 電路板製造費 (7cm x 7cm x 2 layers) 2000元/人 • SMA 接頭 (50元 x 20顆) 1000元/人 • 焊接及量測用之耗材600元/人 電路模擬軟體：一套，價格因各家解決方案不同而無法估算。 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網： http://atp.ee.ncku.edu.tw/class49.html |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立高雄大學先進構裝整合技術中心吳松茂教授 專責助理：洪婉甄小姐 聯絡電話：07-5919439 聯絡 Email：janehung@nuk.edu.tw |

教材模組名稱：IS-03 高速串列積體電路設計

[智慧感測電路聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】高速串列積體電路設計 |
| 教材模組 教學目標 | 本模組旨在引導學生掌握高速串列傳收機的電路原理與設計。因應 AI 與 5G 對大數據傳輸的需求，課程透過問題導向學習結合業界實務情境，帶領學生拆解架構並進行電路實作。目標在於培養學生從系統視角解決類比設計難題的能力，建構實務規格與晶片設計的連結，培植具即戰力的半導體高階人才。 |
| 教材模組時數 | 9小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：Introduction of Serial Link 介紹基本高速傳輸架構及原理(3小時) 單元2：Driver 說明傳輸端驅動器如何設計與操作(3小時) 單元3：Equalizer 說明各種等化器的設計以及原理(3小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片1單元及對應實驗教材1份 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 實作主要以電路模擬為主，不需要額外設備。 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網： http://atp.ee.ncku.edu.tw/class49.html |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立清華大學電機工程學系彭朋瑞教授 聯絡電話：03-5731148 聯絡 Email：pjpeng@ee.nthu.edu.tw |

教材模組名稱：IS-04 智慧生理感測雷達設計

[智慧感測電路聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】智慧生理感測雷達設計 |
| 教材模組 教學目標 | 本教學模組結合理論基礎與實務操作，引導學生從系統層級深入理解生理雷達技術。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元2以及4為上課必要內容，單元1以及單元3可自行評估是否使用。 單元1：微波元件設計(4小時) 單元2：連續波生理感測雷達(2小時) 單元3：自我注入鎖定生理感測雷達(2小時) 單元4：生理感測雷達訊號處理與人工智慧整合(4小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片4單元及對應實驗教材5份 正課教材： 單元一微波元件設計(PPT 52頁) 單元二連續波生理感測雷達(PPT 20頁) 單元三自我注入鎖定生理感測雷達(PPT 12頁) 單元四生理感測雷達訊號處理與人工智慧整合(PPT 18頁) 實習教材 Lab1 微波振盪器實習(Word 28頁) Lab2 微波頻率合成器實習(Word 20頁) Lab3 連續波生理感測雷達實習(PPT 30頁) Lab4 自我注入鎖定生理感測雷達實習(PPT 8頁) Lab5 生理感測雷達訊號處理與人工智慧整合實習(PPT 40頁) |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 一、設備費：(單價超過1萬元之設備) 1. 資料擷取模組25,000元/片 二、實驗材料費：(單價未過1萬元之實驗材料) 毫米波雷達感測器 7,500元/套 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網： http://atp.ee.ncku.edu.tw/class49.html |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立高雄科技大學電腦與通訊工程系彭康峻教授 聯絡電話：07-6011000#32021 聯絡 Email：peterpkg@nkust.edu.tw |

教材模組名稱：IS-07 結合數位信號處理鎖相迴路之時脈資料回復電路設計與應用

[智慧感測電路聯盟]

| | |
|--------------------------------------|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】結合數位信號處理鎖相迴路之時脈資料回復電路設計與應用 |
| 教材模組 教學目標 | 結合鎖相迴路與延遲鎖定迴路理論課程，設計多階段實習以加深學生對高速時脈回復與數位電路整合的相關技術介紹，引導學生探討鎖相迴路時脈資料回復設計電路設計與實作。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | <p>單元1：PLL/DLL 架構與原理(4 小時)【基礎】</p> <p>(a) 基本 PLL/DLL 架構與運作模式</p> <p>(b) 相位偵測器設計與比較</p> <p>(c) 電荷幫浦式 PLL/DLL 電路特性</p> <p>單元2：時脈與資料回復(CDR) (4 小時)【前瞻】</p> <p>(a) 基本 CDR 架構與鎖定原理</p> <p>(b) 抖動轉換(Jitter Transfer)與抖動容忍(Jitter Tolerance)分析</p> <p>(c) 不同 CDR 架構與相位內插(Phase Interpolation, PI)設計探討</p> <p>單元3：PLL/DLL/CDR 課程實習(4 小時)【前瞻】</p> |
| 可分享教材模組 內容說明 | <p>本模組以鎖相迴路(PLL)與延遲鎖定迴路(DLL)為基礎，系統化介紹高速時脈與資料同步技術，並延伸至時脈與資料回復(CDR)與數位訊號處理(DSP)型 CDR 電路設計。內容包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 三單元授課教材投影片：鎖相迴路(PLL)、延遲鎖定迴路(DLL)、時脈資料回復設計電路(CDR) 四份實習教材： <ol style="list-style-type: none"> PLL 設計、行為層電路模型建立與模擬 以線性相位偵測器與類比迴路濾波器實現相位內插型 CDR 以 bang-bang 相位偵測器與類比迴路濾波器實現相位內插型 CDR 以 bang-bang 相位偵測器與數位迴路濾波器實現相位內插型 CDR |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | <ol style="list-style-type: none"> 個人電腦或筆記型電腦 Matlab/Simulink 軟體 <p>軟體平臺需有 Matlab/Simulink 軟體之 license 提供使用，一般各大專院校統會以校園方案購置使用權限。</p> <p>硬體平臺（個人電腦或筆記型電腦）約3萬元/臺。</p> |
| 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) | <ol style="list-style-type: none"> 課程投影片、實驗教材 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 ATP 課程資料庫官網：http://atp.ee.ncku.edu.tw/class49.html |
| 聯絡窗口 | <p>負責教師：國立中興大學電機工程學系楊清淵教授</p> <p>專責助理：陳品穎小姐</p> <p>聯絡電話：04-22851549*823 (楊)、04-22851549*917 (陳)</p> <p>聯絡 Email：ygy@dragon.nchu.edu.tw (楊)、cpy0001@dragon.nchu.edu.tw (陳)</p> |

教材模組名稱：IS-08 三角積分調變器之智能設計與優化

[智慧感測電路聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】三角積分調變器之智能設計與優化 AI-assisted Delta-Sigma Analog-to-Digital Converter Design |
| 教材模組 教學目標 | 本課程旨在培訓學員掌握三角積分調變器原理，並導入 Python/PyTorch 強化式學習工具。透過定義環境、狀態與回饋機制，實作智能演算法以自動化優化路徑增益，取代傳統繁瑣的係數搜尋。目標是在滿足性能指標的同時，達成低功耗設計，大幅提升積體電路的設計效率與競爭力。本課程為軟硬體整合課程，屬於基礎知識與前瞻設計實作。 |
| 教材模組時數 | 11小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：類比數位轉換器基礎概念、奈奎示與超取樣類比數位轉換器、三角積分調變器架構原理 (3小時) 【基礎】 單元2：三角積分調變器架構設計步驟、三角積分調變器電路設計、電路元件設計、實作模擬 (2小時) 【基礎】 單元3：AI 與機器學習基礎介紹 (1小時) 【基礎】 單元4：神經元與多層感知器的概念 (1.5小時) 【基礎】 單元5：強化式學習 (2小時) 【基礎】 單元6：PBL 實作與專題；三角積分調變器性能與功率的最佳化、強化式學習於三角積分元件參數調教、專案開發與實作、專案成果展示與討論 (1.5小時) 【前瞻】 |
| 可分享教材模組 內容說明 | 本教材模組以三角積分調變器為核心案例，結合強化式學習與智能工具 (Python、PyTorch、MATLAB) 進行電路設計優化。課程涵蓋 ADC 基礎原理、調變器設計與模擬、AI 與機器學習入門，以及參數優化實作，最終透過專案實踐培養學生將 AI 技術應用於類比與數位電路設計的能力。 教材講義：Unit 1 & 2，77頁。Unit 3-5，165頁，共242頁 實驗講義：PBL 實作與專題，11頁。 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 軟體環境： 基本：MATLAB/Simulink (具備相關 Toolbox)、Python 3.x (含 PyTorch、NumPy 等函式庫) 進階：Cadance/Synopsys & HSPICE 硬體設備： 伺服器：155,174元 (高速運算平臺，AI 模型訓練與機器學習相關運算使用，中高階 GPU 運算能力，用於 MATLAB/Simulink 與 SPICE 模擬與分析) 個人電腦或筆電1臺：時價 (AI 機器學習模型訓練與 MATLAB、SPICE 模擬與分析連結) |
| 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) | 1. 可提供之教材：課堂投影片教材、實驗投影片教材。 2. 辦理種子教師培訓營：1 場次，時數：3 小時。 3. ATP 課程資料庫官網： http://atp.ee.ncku.edu.tw/class49.html |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立臺灣師範大學電機工程學系郭建宏教授 專責助理：許皓程助理 聯絡電話：郭建宏 0916-539929、許皓程 0907-136690 聯絡 Email：chk@ntnu.edu.tw、jack102322989@gmail.com |

教材模組名稱：DA-02 影像處理電路設計範例資料庫

[系統晶片設計應用聯盟]

| | |
|-------------------------------|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】影像處理電路設計範例資料庫 |
| 教材模組 教學目標 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 理解影像資料的格式與組成。 2. 掌握影像資料壓縮的基本原理與實作方法。 3. 深入了解影像前處理（如縮放與裁剪）的方法與流程。 4. 掌握影像處理晶片設計的實務操作與實現細節。 5. 理解壓縮與前處理在 AI 推論前資料處理中的角色。 6. 理解如何以簡易控制訊號介面連接模組，建立 SoC 整合的初步概念。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 (基礎+前瞻) | 單元1：課程導論與設計流程概述(1 小時) 單元2：Huffman Coding 理論與設計(2 小時) 單元3：Huffman Coding 實作與驗證(2 小時) 單元4：Seam Carving Engine 理論與設計(2 小時) 單元5：Seam Carving Engine 實作與驗證(2 小時) 單元6：Generative AI 輔助設計:Generative AI 用於 Testbench 自動產生與 Verilog module 生成與協作(3 小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | <p>授課教材投影片 3 單元及對應實驗教材 3 份</p> <p>本教材模組以影像編解碼（Huffman Coding）與影像前處理（縮放）兩類經典影像處理電路為核心範例，結合講授、實作與 Generative AI 融合三大教學元素，循序引導學生建立從演算法理解到硬體實現的完整設計能力。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 講授單元 系統性講解影像處理演算法之技術原理、硬體架構設計考量、晶片設計流程與實作步驟，使學生能掌握從 RTL 撰寫、邏輯合成、佈局布線（APR）到驗證的全流程概念。 • 實作單元 安排完整的專題式實作任務，學生需依循標準晶片設計流程，完成各模組的 RTL 設計、邏輯合成、實體實作與功能驗證，藉此培養實務設計經驗與問題解決能力。 • Generative AI 融合 導入 ChatGPT 與 Google Gemini 等生成式 AI 工具，輔助學生進行 RTL 撰寫、testbench 生成與功能驗證，並透過與人工設計結果比較，促進學生反思 AI 在電路設計中的潛在優勢與限制，培養其人機協作設計能力。 <p>此教材模組不僅能幫助學生建立影像處理晶片設計的核心技能，亦能啟發其在未來設計工作中靈活應用 AI 技術的創新能力。</p> |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、 | <ol style="list-style-type: none"> 一、工作站伺服器：1 臺，單價 10 萬元 二、軟體(可選擇其一即可)：ChatGPT 訂閱 1 個月 595 元，Gemini 訂閱 1 個月 650 元，Claude 訂閱一個月 630 元 |

| | |
|------------------------------------|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】影像處理電路設計範例資料庫 |
| 硬體平臺估算) | |
| 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) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1 場次，時數：3 小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立中山大學積體電路設計研究所 謝東佑教授 專責助理：吳玲敏 聯絡電話：07-5252000 #4123 聯絡 Email：wendy@mail.ee.nsysu.edu.tw |

教材模組名稱：DA-03 IoT 平臺晶片實現與系統整合實務

[系統晶片設計應用聯盟]

| | |
|--------------------------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】IoT 平臺晶片實現與系統整合實務 |
| 教材模組 教學目標 | 介紹基於 Arm Cortex-M55 平臺設計並實現一個低功耗、高效能的運算平臺，並培育學生具備數位電路設計流程和整合 IP 能力，透過課程與實作讓學生建立完整的軟硬體基礎實務能力。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 (基礎+前瞻) | 單元1：Introduction + Lab1 (1.5小時) 【基礎】 單元2：ARM SoC 平臺和處理器+ Lab2 (2小時) 【基礎】 單元3：數位電路與 FPGA 設計與實現流程+ Lab3 (3.5小時) 【基礎】 單元4：SoC 系統整合(BUS & IO)+ Lab4 (3.5小時) 【前瞻】 單元5：基於機器學習處理器之應用實作+ Lab5 (1.5小時) 【前瞻】 |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片5單元及對應實驗教材6份及相關說明投影片(3份) 1. 課程投影片：155頁 Lec1：Introduction(共17頁)；Lec2：ARM SoC 平臺和處理器(共42頁)；Lec3：數位電路與 FPGA 設計與實現流程(共39頁)；Lec4：SoC 系統整合(BUS & IO)(共43頁)；Lec5：基於機器學習處理器之應用實作(共14頁) 2. 實驗投影片：97頁 Lab1 (共19頁)；Lab2 (共21頁)；Lab3 (共15頁)；Lab4-1 (共12頁)；Lab4-2 (共14頁)；Lab5 (共16頁) 3. 相關說明投影片：46頁 Environment & Requirements(共4頁)；Installing Ubuntu on Oracle VM VirtualBox(共31頁)；EDA2.0之 EDA 軟體申請流程(共11頁) |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | 1. 設備費： MPS3開發板 200,000元 電腦或筆記型電腦 230,000元 鏡頭模組 150元 麥克風 300元 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：臺灣科技大學電子系沈中安教授 專責助理： 聯絡電話： 聯絡 Email：02-27303275 |

教材模組名稱：DA-04 IoT 平臺數位硬體加速器 IP 整合之技術與實務

[系統晶片設計應用聯盟]

| | |
|---------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】IoT 平臺數位硬體加速器 IP 整合之技術與實務 |
| 教材模組 教學目標 | <p>此模組基於 Arm Cortex-M55 AIoT SoC 平臺進行設計，該平臺包含 SoC whole chip RTL verilog 模擬環境以及 ARM MPS3 base FPGA prototyping 兩個部分，首先將說明硬體加速器整合至 SoC 的方法與流程，再透過簡單的加速器電路，引導學生使用 Synplify 和 vivado 工具，分析以及改善電路最長路徑之能力，以利後續實現面授之 DSP 演算法至 FPGA，成為具有 AXI 傳輸協定能力之 DSP 硬體加速器之 IP，達到可整合至 Arm Cortex-M55 AIoT SoC，進行全晶片(whole chip)驗證與模擬。</p> <p>此課程內容可以培育學生了解 RTL 加速器設計、系統匯流排與 CPU 之間溝通的細節和設計方式，所涵蓋知識背景包含電路、韌體以及應用軟體開發，因此可以培養學生達到設計跨領域客製化 ASIC 之能力與應用。</p> |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | <p>單元1：Arm Cortex-M55 AIoT SoC 介紹。(1小時)【基礎】</p> <p>單元2：TSRI EDA Cloud 2.0 開發環境介紹與使用方式。(2小時)【基礎】</p> <p>單元3：AXI-IP 數位電路 Synplify Pro 合成以及 Vivado 繞線設計方法。(3小時)【基礎】</p> <p>單元4：AXI-IP 數位電路整合至 SoC 介紹與方法。(4小時)【前瞻】</p> <p>單元5：Development Studio (DS)韌體設計方法。(2小時)【前瞻】</p> |
| 可分享教材模組內 容說明 | <p>授課教材投影片5單元及對應實驗教材3份 以下敬請說明各單元內容</p> <p>單元一：Arm Cortex-M55 AIoT SoC 介紹（1 小時） 內容說明： 本單元將介紹 Arm Cortex-M55 處理器之核心架構與設計理念，說明其在 AIoT（Artificial Intelligence of Things）應用中的角色與定位。課程內容涵蓋 Cortex-M55 與傳統微控制器之差異。同時，將簡介典型 AIoT SoC 架構組成，包括處理器核心、記憶體系統、匯流排架構與周邊模組，協助學員建立完整的 SoC 系統觀念。</p> <p>單元二：TSRI EDA Cloud 2.0 開發環境介紹與使用方式（2 小時） 內容說明： 本單元將介紹 TSRI EDA Cloud 2.0 雲端開發平臺之整體架構與服務內容，說明如何透過瀏覽器或遠端連線方式使用雲端 EDA 工具進行硬體設計。課程將實際示範帳號登入、工作環境建立、專案管理方式，以及常用工具（如 Synplify Pro、Vivado、模擬器等）的基本操作流程。透過實作導向教學，使學員熟悉雲端設計環境，了解如何在無需本地安裝大型 EDA 軟體的情況下，完成從 RTL 設計到實體實現的完整開發流程。</p> <p>單元三：AXI-IP 數位電路 Synplify Pro 合成與 Vivado 繞線設計方法</p> |

| | |
|--|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】IoT 平臺數位硬體加速器 IP 整合之技術與實務 |
| | <p>(3 小時) 內容說明： 本單元聚焦於 AXI 介面之 IP 核心設計流程，說明如何使用 Synplify Pro 進行 RTL 合成，並透過 Vivado 完成邏輯實現與繞線設計。課程內容包含 AXI 匯流排協定基本概念、設計限制條件 (constraints) 設定方式、合成報告與時序分析解讀，以及合成後 netlist 匯入 Vivado 進行實體實現的完整流程。透過實例操作，讓學員實際體驗從 Verilog/VHDL 程式碼到 FPGA bitstream 的工程流程，建立對數位電路實現與時序收斂的實務能力。</p> <p>單元四：AXI-IP 數位電路整合至 SoC 之介紹與方法 (4 小時) 內容說明： 本單元將說明如何將自行設計之 AXI-IP 模組整合至完整 SoC 系統中，並介紹 SoC 層級之系統架構與設計流程。內容包含 AXI Interconnect 架構、位址映射規劃、主從裝置 (Master/Slave) 角色配置，以及自訂硬體加速器與處理器核心之介接方式。課程亦將說明硬體與軟體協同設計之概念，使學員了解自訂 IP 如何透過記憶體對映方式被處理器存取，進而實現軟硬體整合的 AIoT SoC 系統。</p> <p>單元五：Development Studio (DS) 韌體設計方法 (2 小時) 內容說明： 本單元將介紹 Arm Development Studio (DS) 之整體開發流程，說明如何進行韌體程式的撰寫、編譯、下載與除錯。課程內容涵蓋專案建立方式以及交叉編譯工具鏈使用。同時，將透過實例展示如何撰寫簡單韌體程式存取 SoC 內之 AXI-IP 模組，讓學員理解軟體如何控制與驗證硬體功能，建立完整的 SoC 軟硬體開發實務能力。</p> |
| 所需實作平臺配備 與經費需求預估 (以模組教學實作 所需基本軟、硬體 平臺估算) | Arm Cortex-M55 AIoT SoC 開發板 x1:200,000(暫定) |
| 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) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | <p>負責教師：陳韋達 專責助理：邱鈺琦 聯絡電話：05-5342601#4322 聯絡 Email：wdchen@yuntech.edu.tw</p> |

教材模組名稱：DA-05 IoT 平臺 RISC-V 處理器核心與 FPGA 平臺實務

[系統晶片設計應用聯盟]

| | |
|--|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】IoT 平臺 RISC-V 處理器核心與 FPGA 平臺實務 |
| 教材模組 教學目標 | 藉由系統晶片開發平臺結合深度學習技術之實作，啟發學生思考和動手實作。課程內容由基礎的 FPGA 系統設計開始，引導介紹深度學習技術相關知識，並深入理解 RISC-V 處理器的設計、FPGA 實現以及 IoT 應用整合，進而開發出能在 IoT 環境中實際運行的臉部辨識的應用。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：深度學習與 RISC-V 基礎介紹(3小時) 單元2：人臉偵測(3小時) 單元3：視訊處理系統設計與實作(3小時) 單元4：單核心系統整合設計與 IoT 應用(3小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片4單元及對應實驗教材1份 以下敬請說明各單元內容 單元1：介紹 RISC-V 處理器與深度學習基礎。 單元2：介紹臉部辨識傳統技術以及深度學習模型。 單元3：實作完整視訊系統。 單元4：實作完整 SoC 系統，執行 IoT 應用。 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 1. 個人電腦，每臺約40,000元 2. Xilinx Arty A7，9,493元 4. 線材、轉接頭，1,000元 5. 外接螢幕，5,000元 6. Pmod HDMI，66元 7. Pmod camera，231元 |
| 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) | 1. 課堂投影片教材、實驗投影片教材 2. 課程錄製影片 3. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時。 |
| 聯絡窗口 | 負責教師：阮聖彰 專責助理：劉仁翔、黃俊翔 聯絡電話：(02)2733-3141#6840 聯絡 Email： renxiangliu307@gmail.com ; huang33377925@gmail.com |

教材模組名稱：DA-06 行動平臺應用處理器設計與 HAPS 原型驗證

[系統晶片設計應用聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】行動平臺應用處理器設計與 HAPS 原型驗證 |
| 教材模組 教學目標 | 本模組透過完整的學習內容與實驗教材，系統性地介紹以 ARM 核心為基礎的軟硬體協同整合系統晶片驗證流程，旨在培養學習者掌握 ARM 架構及其相關技術的核心能力。課程內容將以 FPGA 應用實務為基礎，以 ARM CPU 為起點，循序漸進地介紹其設計流程與架構，並深入探討 ARM Corstone 開放式系統晶片平臺及其使用方式，涵蓋了系統晶片架構、溝通協定以及系統晶片原型驗證流程等主題，並將各內容分散於12小時(約4周)的課程模組中，以方便包含在任何一个相關的學期課程裡。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：ARM 處理器設計概念 (3小時)【基礎】 單元2：Corstone 系統晶片開放設計架構 (5小時)【前瞻】 單元3：HAPS 原型驗證流程 (4小時)【前瞻】 |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片3單元及對應實驗教材2份 1. ARM 處理器設計概念：介紹 ARM 處理器的記本架構設計，在實驗教材部分主要讓學生透過傳統的 Pynq 或是 Zynq 系列的 FPGA 板來了解一個系統晶片的運作流程，了解 FPGA 嵌入式系統建立之完整流程，並使用 Vivado 設計流程來讓此 FPGA 執行特定運算。 2. Corstone 系統晶片開放設計架構：介紹 ARM 系列的系統晶片架構 3. HAPS 原型驗證流程：介紹 HPAS 操作流程，並介紹雲端登入軟體的使用方式，讓學生了解雲端 HAPS 的驗證流程。 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 設備費：個人電腦1臺，34,000元 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：陳坤志 專責助理：吳怡璇 聯絡電話：03-5712121轉31590 聯絡 Email：ihwu@nycu.edu.tw |

教材模組名稱：DA-07 異質整合及先進封裝設計流程

[系統晶片設計應用聯盟]

| | |
|--------------------------------------|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】異質整合及先進封裝設計流程 |
| 教材模組 教學目標 | 本模組目標在培養具備先進封裝技術知識的晶片設計人才。透過開發理論課程和實作教學模組，本計畫將從基礎晶片封裝設計流程實作展開，再針對異質整合及先進封裝技術進行深入的介紹。授課對象包括大學部高年級及碩士班學生，搭配整合設計實作，協助學生理解並掌握先進封裝技術在多晶片模組 (MCM) 及小晶片 (chiplet) 整合中的應用。 |
| 教材模組時數 | 12小時(上課6小時、實作6小時) |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：晶片封裝及多晶片模組 (MCM) 系統整合封裝技術與演進 (6hr) 單元2：實作內容: 晶片封裝之設計流程實作 (3hr) 單元3：實作內容: MCM 為例之 BGA 封裝設計流程實作 (3hr) |
| 可分享教材模組 內容說明 | (1) 課程投影片教材：80頁 介紹封裝技術的基本概念，包括 Leadframe、BGA、CSP 等常見封裝技術的優缺點比較，包括效能、成本與封裝尺寸的影響與應用案例。從規格定義到單一晶片 (single die) substrate 設計的流程，包括基板結構與設計規範。多晶片 (MCM) substrate 設計的流程，包括訊號繞線分佈和電源網路設計。 (2) 實驗模組項目：150頁 (A) 基礎晶片封裝之設計流程實作 (包含 wire-bonding & flip-chip) (B) MCM 為例之 BGA 封裝設計流程實作 |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | 設備費：多處理器運算工作站 (修課學生實作, 約20萬元) 一臺 設計軟體：Cadence Allegro Package Designer (授課教師須向 TSRI 申請) |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網： http://atp.ee.ncku.edu.tw/ |
| 聯絡窗口 | 負責教師：劉一字 聯絡電話：02-27303664 聯絡 Email：yyliu@mail.ntust.edu.tw |

教材模組名稱：DA-08 GPGPU 程式設計和計算機架構

[系統晶片設計應用聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】GPGPU 程式設計和計算機架構 |
| 教材模組 教學目標 | (1)讓 AI 應用開發者對 GPGPU 軟硬體系統深層的了解 (2)介紹以 RISC-V ISA 為基礎的 GPGPU 運算處理器的計算機架構與其系統晶片設計方案 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：1.1-GPGPU, 1.2-CUDA 程式設計, 1.3-OpenCL 程式設計 (6小時)【基礎】 單元2：2.1-SIMT 指令集架構設計, 2.2-SIMT 管線設計 (6小時)【前瞻】 |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片 2 單元及對應實驗教材 4 份 以下敬請說明各單元內容 單元1：GPGPU 程式設計模組介紹學生使用 GPU 進行通用計算，教導如何將計算任務分解為在 GPU 上平行處理的執行緒，以提升計算速度和吞吐量。課程使用 CUDA 與開源 OpenCL 框架，涵蓋基礎到進階的平行程式設計技巧，並利用本實驗室開發的 FORMOSA GPGPU 架構模擬器——simtix 協助理解 OpenCL 程式運作和核心概念。 單元2：在 GPGPU 微架構探索模組中，學生將深入研究 GPGPU 的微架構設計，其中包含 SIMT 架構的設計和實現。透過對 Vortex 和 FORMOSA 等案例的研究，學生將了解到如何設計和擴展 RISC-V ISA 以支持 SIMT 運行的需求。在這個模組課程中我們會再次使用 FORMOSA GPGPU 架構模擬器——simtix，進行 cycle-approximate 的模擬以探討 SIMT 處理器的 Pipeline 結構，並透過實驗課程練習使用 Pipeline visualization tool 來觀察指令在處理器中的運行模式，藉以學習如何分析和評估不同設計選項對性能的影響。 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | Linux PC server (NT\$100,000) |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：陳中和 專責助理：李孟怡 聯絡電話：06-2757575*62400轉1722 E-mail: mon0918@caslab.ee.ncku.edu.tw |

教材模組名稱：DA-09 大型語言模型運算引擎與記憶體介面最佳化硬體設計
 [系統晶片設計應用聯盟]

| | |
|--------------------------------------|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎+前瞻】大型語言模型運算引擎與記憶體介面最佳化硬體設計 |
| 教材模組 教學目標 | 以大型語言模型運算引擎與記憶體介面最佳化硬體設計基礎出發，從理論、架構、模組設計到軟硬體系統整合的完整設計流程。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：LLM 與 Transformer 介紹(1小時)【基礎】 單元2：LLM 與 Transformer 運算量與頻寬分析(1小時)【基礎】 單元3：Transformer 硬體架構設計(1小時)【前瞻】 單元4：Transformer 基礎運算引擎與量化設計(0.5小時)【基礎】 單元5：矩陣運算模組與資料流最佳化設計(0.5小時)【基礎】 單元6：Softmax 模組設計(0.5小時)【前瞻】 單元7：Layer norm & residual 模組設計(0.5小時)【前瞻】 單元8：Transformer 硬體設計(0.5小時)【前瞻】 單元9：BERT 之 LLM 軟硬體設計(0.5小時)【前瞻】 單元10：記憶體系統設計觀念與系統介紹(上課1小時)【基礎】 單元11：SDRAM 記憶體 Verilog Simulation Model 設計(1小時)【前瞻】 單元12：SDRAM 記憶體控制器 Verilog Simulation Model 設計(1小時)【前瞻】 單元13：Round-Robin Arbiter 仲裁器 Verilog 設計(1小時)【前瞻】 單元14：AFIFO 非同步先進先出 Verilog 設計(1小時)【前瞻】 單元15：基於 Verilog 的 SDRAM Memory 與 RISC CPU 模擬平臺(1小時)【前瞻】 |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片：單元1~15、對應實驗教材11份：單元4~9, 11~15 |
| 所需實作平臺配備與經費需求預估(以模組教學實作所需基本軟、硬體平臺估算) | 設備費：(單價超過1萬元之設備) Zedboard 26500 x 1、ZCU102 135000 x 1、nVidia 深度學習工作站90,000 x1 實驗材料費：(單價未過1萬元之實驗材料)線材、隨身碟、SD卡 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材：提供範例程式包含 C model, simulation model、模擬環境、FPGA 驗證環境 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：吳崇賓 專責助理：林英傑 聯絡電話：04-22851540 ext. 809 聯絡 Email：cbwu@dragon.nchu.edu.tw |

教材模組名稱：DA-10 支援人工智慧計算與加速器的編譯器設計

[系統晶片設計應用聯盟]

| | |
|-------------------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】支援人工智慧計算與加速器的編譯器設計 (TVM 模組) |
| 教材模組 教學目標 | 本教材透過開源 AI 編譯器 TVM，引導學生理解如何透過現代編譯器 框架最佳化 AI 模型並部署至不同硬體平臺。透過實際案例與實作教 學，培養學生將編譯理論應用於 AI 的能力，為進階研究與產業應用 奠定基礎。 |
| 教材模組時數 | 9小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 前四單元為基礎課程六小時，單元五至七為進階選修三小時 單元1：AI Premier (2小時) 單元2：TVM BYOC flow to NNAPI, Lab: Build & Run TVM with NNAPI support (1.5小時) 單元3：TVM Auto-tuning, Lab: TVM MetaSchedule tuner for loop transformation (1.5小時) 單元4：TVM MLC-LLM (1小時) 單元5：Case Study: Optimizing Methods with TVM on RISC-V Packed SIMD (Using TVM hybrid OP) (1小時) 單元6：AI Compiler Framework with Auto-Tuning Fixed-Point Precision for TVM on RISC-V Packed SIMD Extension (1小時) 單元7：Introduction to NNEF Support with OpenCL Flow (1小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片 7 單元：單元1：介紹 AI Compiler 發展的背景、其重 要性、相關議題以及研究；單元2：介紹 TVM BYOC 編譯至客製化硬 體平臺，以計算圖分割及 op 配對等技巧支援 Android NNAPI；單元 3：介紹 TVM 的 Tuner MetaSchedule；單元4：介紹基於 TVM 的大型 語言模型編譯框架 MLC-LLM；單元5-6：介紹清大程式語言實驗室的 TVM 研究，關於 AI 模型的前處理，和 fixed-point quantization 的研究 論文；單元7：介紹清大程式語言實驗室的 AI 編譯器研究，編譯以 NNEF 標準表示的深度學習模型 實驗教材 2 份：配合單元2：編譯與安裝 TVM 並在 Android 手機執行 深度學習模型；配合單元3：使用 TVM MetaSchedule 進行 Auto-tuning |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估 | 設備費：AI PC \$50,000*1、Android 手機*1 (< Android 15) 實驗材料費：儲存設備 \$500*1、記憶體 \$3,000*1、USB 連接/轉接線 \$700*1 |
| 聯盟/示範教學實 驗室可提供之訓 練與技術支援 | 1. 課程投影片、實驗教材、課程與實驗試教影片 2. 辦理種子教師培訓營：1 場次，時數：3 小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：李政崑教授 專責助理：劉晏君 聯絡電話：03-5742311 聯絡 Email：bettyliu@pplab.cs.nthu.edu.tw |

教材模組名稱：F-01 RISC-V 處理器物聯網應用設計

[RISCV 聯盟]

| | |
|--|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】RISC-V 處理器物聯網應用設計模組 |
| 教材模組 教學目標 | 本的課程模組將規劃以物聯網所需感測技術的實際應用範例為教材去開發，教材內擬以 Andes CT-1 為主要的 RISC-V 平臺(其搭載晶心 D25F RISC-V 微處理器)，教材將以介紹 D25F RISC-V 微處理器架構開始，到 MCU 韌體撰寫，周邊 IO 存取，中斷模式，接續物聯網模組使用，最後以一個 PBL 問題導向專案完成專題設計。教材內容可培養學生具備 RISC-V 核心平臺環境建立的物聯網開發應用相關知識以及應用的能力，成為業界所需的人才。 |
| 教材模組時數 | 9小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：Andes D25F RISC-V 核心與工具(1小時) 單元2：Corvette-T1 韌體撰寫(3小時) 單元3：IO 存取與 MQTT(3小時) 單元4：智聯網專題(2小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 教材內容之模組單元 1. 建置電腦端環境：於電腦端所需的 RISC-V 程式開發環境建置。 2. 基本韌體撰寫：透過練習基礎 MCU 程式學習，Corvette-T1 韌體撰寫。 3. IO 存取：練習撰寫程式，中斷 IO 如 ADC、GPIO、SPI 與 Watch Dog，用於後續部署。 4. MQTT 物聯網：撰寫程式，透過 WiFi 或是 LoRa 物聯網模組上傳 ADC 感測資料至 MQTT 資料庫。 5. 智慧電表實際運行：實現 RISCV 智聯網數 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 業務費 1. CT1 RISCV 開發板 1 片 4,500。 2. 智慧聯網專題所需電子材料 1 人份 2,000。 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數： <u>4</u> 小時 3. 智慧晶片系統與應用人才培育計畫官網： https://reurl.cc/Qjxz19 4. ATP 課程資料庫官網： http://atp.ee.ncku.edu.tw/ |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立臺北大學電機工程系 宋啟嘉 教授 專責助理：陳祖祥 聯絡電話：02-86741111-68836 聯絡信箱： pgn63117@gmail.com |

教材模組名稱：F-02 嵌入式 RISC-V Linux 作業系統

[RISCV 聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【前瞻】以虛擬機來玩嵌入式 RISC-V Linux 作業系統 |
| 教材模組 教學目標 | 使用虛擬機來進行嵌入式 RISC-V Linux 系統模擬及操作 |
| 教材模組時數 | 6小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：Linux 作業系統安裝 (2小時) 單元2：Qemu RISC-V 虛擬機安裝(2小時) 單元3：虛擬 RISC-V Linux 系統模擬及操作 (2小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片3單元及對應實驗教材1份 單元1：安裝 Linux 作業系統流程 單元2：安裝及設定 Qemu RISC-V 虛擬機環境，包括橋接網路介面、 虛擬網路介面設定、Qemu RISC-V 虛擬機介接至橋接網路介 面。 單元3：使用 Qemu 來模擬虛擬 RISC-V Linux 系統，並進行基本操 作。 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | Linux 伺服器 – 可安裝虛擬 RISC-V Linux 開發與測試環境，規格如 下： 1. 中央處理器 (CPU)：AMD Ryzen 9 7900 規格：12 核心 / 24 執行緒，基礎頻率 3.7GHz (Boost 5.4GHz)。 理由：虛擬化最吃核心數。7900 功耗僅 65W，適合長時間開機且散熱 負擔小，多核心優勢可同時運行多臺 VM。 2. 主機板 (MB)：ASUS PRIME B650M-A II-CSM 規格：AMD B650 晶片組，支援 DDR5，具備 2.5GbE 網路。 理由：CSM (商業穩定版) 型號對 Linux 驅動支援度極高，且具備足夠 的 PCIe 擴充空間供後續升級。 3. 記憶體 (RAM)：美光 Crucial DDR5-5600 16GB (8GB x 2) 規格：雙通道配置。 理由：DDR5 的高頻寬有助於 QEMU 在處理大量資料搬移時的效能提 升。 4. 硬碟 (SSD)：Samsung 990 PRO 1TB M.2 PCIe Gen4 規格：讀取速度達 7,450 MB/s。 理由：QEMU 虛擬機最容易卡在磁碟 I/O，選用頂級 Gen4 SSD 能顯 著縮短虛擬機啟動與快照寫入時間。 6. 顯示卡 (GPU)：MSI RTX 4060 VENTUS 2X 8G OC 規格：8GB GDDR6，支援硬體編碼。 理由：滿足 3D 加速需求。可用於 GPU Passthrough (直通) 給虛擬機使 用，提升圖形處理或運算能力。 |

| | |
|------------------------------------|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【前瞻】以虛擬機來玩嵌入式 RISC-V Linux 作業系統 |
| | <p>6. 電源供應器 (PSU)：全漢 FSP Hydro GSM Lite PRO 650W (金牌) 規格：80 Plus 金牌認證，半模組化。 理由：伺服器穩定性第一，650W 足夠負擔 Ryzen 9 + RTX 4060，金牌效率更能節省電費。</p> <p>7. 機殼 (Case)：Montech Air 100 Lite (黑) 規格：Micro-ATX 尺寸，內建兩顆風扇。 理由：散熱良好且體積適中，方便放置在室內環境。</p> <p>在此要特別說明的是：由於目前記憶體價格一日三市，連帶其它零件的價格也隨之變動，為了簡省成本，本次只採購主機本身，螢幕及鍵盤滑鼠的其餘配件並不採購。另外如果補助通過後要採購時，原本預定的零件停產/缺貨買不到的話，則會以同規或更高規格之產品進行採購。</p> <p>採購金額：預估 35,000 (最近記憶體及硬碟一直在漲價，因此價格可能還會再調整)</p> |
| 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) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1 場次，時數：6 小時 3. ATP 課程資料庫官網：http://atp.ee.ncku.edu.tw/classview_253.html |
| 聯絡窗口 | <p>負責教師：李博明 專責助理：林威宇 聯絡電話：0937613072 聯絡 Email：pmllee@stust.edu.tw</p> |

教材模組名稱：F-03 多核心 RISC-V 快取一致性概論與實務

[RISCV 聯盟]

| | |
|--|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【前瞻】基於 Gem5 的多核心 RISC-V 快取一致性概論與實務 |
| 教材模組 教學目標 | 快取一致性是多核心 RISC-V 系統中最重要議題之一，有鑑於目前多核心 RISC-V 教材多側重於快取一致性理論介紹，缺乏實務課程。因此，本課程將圍繞著 RISC-V 多核心快取一致性的主題，開發融合理論與實驗的完整教材。期望透過此教材，讓學生了解統一記憶體存取架構以及非統一記憶體存取架構下的快取一致性技術內容，以及其相對應的實作方法，並透過 Gem-5 多核心模擬環境實際操作以及驗證課程學習成果。 |
| 教材模組時數 | 12 小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：RISC-V 多核心系統架構 (3小時) 單元2：統一記憶體存取架構的快取一致性 (3小時) 單元3：統一記憶體存取架構的快取一致性 (2小時) 單元4：非統一記憶體存取架構的快取一致性 (4小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片3單元及對應實驗教材3份 以下敬請說明各單元內容 1. RISC-V 多核心系統架構：本課程將簡要介紹當代多核心處理器的設計與挑戰，涵蓋多核心互聯以及記憶體系統。 2. 統一記憶體存取架構的快取一致性：本課程將深入探討快取一致性的問題，詳細介紹常見的快取一致性協議，說明如何利用監聽匯流排技術來實現這些協議，並分析在現實世界的記憶體層級系統中實現該技術的成本與挑戰。 3. 非統一記憶體存取架構的快取一致性：本課程將深入介紹基於目錄管理的可擴展快取一致性。我們將詳細探討目錄的實現成本與優化技術，以及業界產品的實際應用。此外，課程將以具體例子闡述快取一致性對軟體效能的影響。 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 設備費：個人電腦1臺，34,000元 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：陳坤志 專責助理：吳怡璇 聯絡電話：03-5712121 轉31590 聯絡 Email：ihwu@nycu.edu.tw |

教材模組名稱：F-04 RISC-V Pipeline CPU

[RISCV 聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 模組名稱 | 【前瞻】RISC-V Pipeline CPU 設計 |
| 教材模組 教學目標 | 1. 介紹 RISC-V Single Cycle 處理器架構 2. 介紹 RISC-V 指令集(R/I/J Format)及 datapath 架構 3. 實作部署 RISC-V Single Cycle CPU RTL 到 FPGA |
| 教材模組時數 | 12 小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：介紹 RISC-V Single Cycle CPU Datapath (R/I Type 指令集) (3 小時) 單元2：介紹 RISC-V Single Cycle CPU Datapath (Load/Store/Branch 指令集) (3小時) 單元3：基本邏輯電路元件實作與 RTL 開發環境設定 (3小時) 單元4：實作 RISC-V Single Cycle CPU Datapath RTL (2小時) 單元5：部署 RISC-V Single Cycle CPU RTL 到 FPGA (1小時) |
| 可分享教材模組內 容說明 | 1. 課程投影片 a. 課程一: RISC-V Single Cycle CPU Datapath (R/I Type 指令集) b. 課程二: RISC-V Single Cycle CPU Datapath (Load/Store/Branch 指令集) c. 課程三: 基本邏輯電路元件 2. 實驗投影片 a. 實驗一: 部署 RISC-V Single Cycle CPU RTL 到 FPGA 3. 實驗所需程式碼 https://github.com/nycu-caslab/CO2025_source.git |
| 所需實作平臺配備 與經費需求預估 (以模組教學實作 所需基本軟、硬體 平臺估算) | 1. 課程投影片、實驗教材 實驗材料費 a. Arty 100T or 35T FPGA: (3000-9500 元/臺) USB 轉 type-c 線材 (200 元) |
| 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) | 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：4 小時 3. 智慧晶片系統與應用人才培育計畫官網： https://reurl.cc/Qjxz19 4. ATP 課程資料庫官網： http://atp.ee.ncku.edu.tw/ |
| 聯絡窗口 | 負責教師：國立陽明交通大學 資訊工程系葉宗泰副教授 專責助理：劉惠云 聯絡電話：03-5712121 #54723 聯絡信箱： ttyeh@cs.nycu.edu.tw |

教材模組名稱：F-05 進階記憶體階層與 Cache 最佳化

[RISC-V 聯盟]

| | |
|--|--|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】進階記憶體階層與 Cache 最佳化 |
| 教材模組 教學目標 | 教授關於計算機組織中，Memory Hierarchy 的基本概念，包含 Cache Behavior、Cache Behavior Modeling、Cache RTL Implementation。 |
| 教材模組時數 | 7小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：Introduction to Memory Hierarchy (1小時) 單元2：Memory Technologies (1小時) 單元3：Introduction to Cache (1小時) 單元4：Cache Optimizations (1小時) 單元5：Virtual Memory and Virtual Machine (1小時) 實驗單元1：Cache Behavior Modeling (1小時) 實驗單元2：Cache RTL Implementation (1小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片3單元及對應實驗教材2份 1. Basic Memory Hierarchy 介紹基本的 Memory Hierarchy 概念，包含 Cache 和 DRAM 2. Cache Behavior Modeling 介紹如何使用 Rust 實做一個簡易但可配置參數的 Cache Simulator 3. Cache RTL Implementation 介紹如何使用 SystemVerilog 實做一個可配置參數的 Cache RTL Model |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 1. 機架式伺服器，預估架格：20萬 2. 筆記型電腦，預估價格：5萬 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：蔡家齊 專責助理：周柏好 聯絡電話：06-2757575#6240-2853 聯絡 Email：cctsai@gs.ncku.edu.tw |

教材模組名稱：F-07 指令層級平行化技術

[RISCV 聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【基礎】指令層級平行化技術 |
| 教材模組 教學目標 | 本模組適用於大學部『計算機組織』課程，使授課教師能針對衝突(hazard)議題有更深入的補充，並安排實作專案，讓學生得以清楚觀察資料衝突和控制衝突的樣貌。另一方面，本模組亦能適用於研究所『高等計算機結構』課程。授課教師可指導修課學生進一步嘗試修改處理器的微架構設計，進行更深入的實驗與觀察。預期修課完成後，學生能夠具備從事計算機架構研究的知識與能力。 |
| 教材模組時數 | 12小時(上課6小時、實作6小時) |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：Bottlenecks of a simple pipeline processor (上課1小時、實作2小時) 單元2：Static data dependency optimization (上課1小時、實作1小時) 單元3：Dynamic data dependency optimization (上課2小時、實作1小時) 單元4：Multiple-issue processor (上課2小時、實作2小時) |
| 可分享教材模組 內容說明 | (1) 課程投影片教材：120頁 (A) Bottlenecks of a simple pipeline processor (B) Static data dependency optimization (C) Dynamic data dependency optimization (D) Multiple-issue processor: Superscalar processor (2) 實驗模組項目： (A) Gem5 tutorial (B) GCC optimization options (C) LLVM machine code analyzer (D) Gem5 with multiple-issue widths |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 設備費：多處理器運算工作站(修課學生實作, 約20萬元) 一臺 |
| 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) | 1. 課程投影片、實驗教材 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網： http://atp.ee.ncku.edu.tw/classview_252.html |
| 聯絡窗口 | 負責教師：劉一字 聯絡電話：02-27303664 聯絡 Email：yyliu@mail.ntust.edu.tw |

教材模組名稱：F-11 RISC-V 用於食物辨識與營養管理(前瞻)

[RISCV 聯盟]

| | |
|--|---|
| ATP 課程資料庫 教材模組名稱 | 【前瞻】RISC-V 用於食物辨識與營養管理 |
| 教材模組 教學目標 | 以實際應用範例為教材去開發，教材內以 HiFive Unmatched 為主要的 RISC-V 平臺並以一步一步的方式，讓學生可以按照教材上的內容逐步完成。教材內容可培養學生具備 RISC-V 核心平臺環境建立的相關知識以及應用的能力，成為業界所需的人才。 |
| 教材模組時數 | 12小時 |
| 教材模組 課程大綱 | 單元1：PBL 範例內容與系統總覽，系統應用與完整架構介紹 (1hr) 單元2：資料集建置與整理 (2hrs) 單元3：模型訓練與轉換(2hrs) 單元4：RISC-V 開發板環境建置(3hrs) 單元5：FastAPI 推理伺服器開發(2hrs) 單元6：電子秤與系統整合(2hrs) |
| 可分享教材模組 內容說明 | 授課教材投影片6單元(約 144頁簡報)及對應專案原始碼。 單元1：系統概要:系統動機、核心技術與整體架構 單元2：資料建置:食物影像與成分資料收集 單元3：模型訓練、推論與轉換:基於 YOLO 訓練食物辨識，並將其轉換 TFLite 格式。 單元4：RISC-V 開發板設定:SiFive HiFive Unmatched 安裝操作。 單元5：推理伺服器:前後端推論整合與營養計算。 單元6：整合磅秤系統:CT1 磅秤量測串接與伺服器整合。 |
| 所需實作平臺配 備與經費需求預 估(以模組教學實 作所需基本軟、 硬體平臺估算) | 電腦、讀卡機、SiFive HiFive Unmatched 開發板(含相關周邊，如:電源、板子外殼等)、CT-1板子、荷重元、webcam 等 (扣除電腦以外，約3萬) |
| 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) | 1. 課程投影片、對應專案原始碼 2. 辦理種子教師培訓營：1場次，時數：3小時 3. ATP 課程資料庫官網：(教材上傳後的網址) |
| 聯絡窗口 | 負責教師：薛雅馨 專責助理：黃祥龍 聯絡電話：05-5342601#4346 聯絡 Email：hsuehyh@yuntech.edu.tw |

教育部補助辦理「115年度跨域智慧晶片設計 課程推廣計畫」申請書

請加蓋學校校印

計畫期程：115年8月1日至116年7月31日

申請學校：(請填全銜)

系所(院)：

計畫主持人：(姓名/職稱)

中華民國 115年 月

目 錄

| | |
|------------------------------|----|
| 壹、基本資料..... | 1 |
| 貳、計畫背景..... | 2 |
| 參、主要工作項目及其詳細執行規劃..... | 2 |
| 一、課程規劃..... | 2 |
| 二、執行規劃..... | 2 |
| 課程一..... | 3 |
| A.課程基本資料表..... | 3 |
| B.背景說明..... | 3 |
| C.課程內容..... | 4 |
| D.課程經費需求表..... | 5 |
| E.課程預期成果及效益評估..... | 8 |
| F.預定執行進度..... | 9 |
| G.參與教師服務之學校系所可搭配的教學資源現況..... | 9 |
| 課程二..... | 11 |
| A.課程基本資料表..... | 11 |
| B.背景說明..... | 11 |
| C.課程內容..... | 12 |
| D.課程經費需求表..... | 13 |
| E.課程預期成果及效益評估..... | 16 |
| F.預定執行進度..... | 17 |
| G.參與教師服務之學校系所可搭配的教學資源現況..... | 17 |
| 課程三..... | 19 |
| A.課程基本資料表..... | 19 |
| B.背景說明..... | 19 |
| C.課程內容..... | 20 |
| D.課程經費需求表..... | 21 |
| E.課程預期成果及效益評估..... | 24 |
| F.預定執行進度..... | 24 |
| G.參與教師服務之學校系所可搭配的教學資源現況..... | 25 |
| 肆、重要工作進度查核點..... | 26 |
| 伍、計畫成果之推廣..... | 26 |
| 陸、計畫預期成果..... | 26 |
| 附錄、各主要參與人員簡歷資料..... | 27 |

壹、基本資料

計畫申請說明：

- 一、請以系所為單位提出申請，每系所以申請1案為限，每案至多申請3門課程。
- 二、跨域智慧晶片設計課程推廣計畫(以下稱本計畫)設立係期待經由跨校教師專業人力共同參與，推廣本計畫所發展課程模組，提升教材與教師能量建立速度。本計畫補助各校開設與深化課程模組相關系統軟體、課程藍圖、課程教材與實作教材。
- 三、計畫主持人得兼任課程主持人，申請三門推廣課程之計畫得列協同計畫主持人1名

| | | | |
|---------|-------|--------------------|-------------------|
| 申請學校 | | 系所 | |
| 計畫主持人 | | 服務單位 | 職稱 |
| 協同計畫主持人 | | 服務單位 | 職稱 |
| 計畫期程 | | 115年8月1日至116年7月31日 | |
| 課程名稱一 | | | |
| 課程教師 | | 課程協同教師 | |
| 使用重點模組 | | 開課學期 | 115學年度第(填一或二)學期 |
| 經費來源 | | 申請教育部補助 | 自籌款 (含學校及業界補助) |
| 經費科目 | | 合計 | |
| 經費需求 | 人事費 | | |
| | 業務費 | | |
| | 設備費 | | |
| | 課程一小計 | | |
| 課程名稱二 | | (如無課程二請刪除) | |
| 課程教師 | | 課程協同教師 | |
| 使用重點模組 | | 開課學期 | 115學年度第(填一或二)學期 |
| 經費來源 | | 申請教育部補助 | 自籌款 (含學校及業界補助) |
| 經費科目 | | 合計 | |
| 經費需求 | 人事費 | | |
| | 業務費 | | |
| | 設備費 | | |
| | 課程二小計 | | |
| 課程名稱三 | | (如無課程三請刪除) | |
| 課程教師 | | 課程協同教師 | |
| 使用重點模組 | | 開課學期 | 115學年度第(填一或二)學期 |
| 經費來源 | | 申請教育部補助 | 自籌款 (含學校及業界補助) |
| 經費科目 | | 合計 | |
| 經費需求 | 人事費 | | |
| | 業務費 | | |
| | 設備費 | | |
| | 課程三小計 | | |
| 課程總經費合計 | | | |

| | | | |
|------|-------|------|--|
| 聯絡資訊 | 計畫聯絡人 | | |
| 姓名 | | 職稱 | |
| 電話 | (公)： | 電子郵件 | |

主持人：(簽章) 負責單位主管：(簽章) 校長：(簽章)

貳、計畫背景

- 一、系所(院)智慧晶片相關課程地圖
- 二、課程開課狀況說明

附上112、113學年度及114學年度貴校所設計的開課清單(需蓋上教務處章)，清單上與申請重點模組有相關及銜接之課程請做標記。

- 三、系所現有相關實驗室及設備說明。

參、主要工作項目及其詳細執行規劃

一、課程規劃(應至少包括)

- (一) 選定之聯盟課程模組及預期目標
- (二) 預定開課之課程如何與聯盟課程模組搭配應用
- (三) 聯盟課程模組提供之線上教材的使用規畫
- (四) 使用聯盟課程模組後對教師授課與學生學習成效的評量
- (五) 配合本部規劃、參與成果發表會及成果彙編

二、執行規劃：

- (一) 計畫執行規劃說明(請一併說明既有實驗室或教學資源可提供之支援)
- (二) 行事曆

| 年 | 月 | 日 | 工作摘要 |
|---|---|---|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

- (三) 計畫執行規劃與運作需求：(每門課程請依下列格式填寫一份 A-H 項)

課程一

A. 課程基本資料表：

| | | | | | | |
|----------------|---------------------|-----|--------------------------------|--------|----|----|
| 課程名稱 | | | | | | |
| 重點課程 模組名稱 | | | | 預計修課人數 | | |
| 授課期程 | 中華民國 年 月 日至 年 月 日 | | | | | |
| 課程教師 (1位為限) | 姓名： 服務單位： 職稱： | | 學校電話： 手機： E-mail： 傳真： | | | |
| 課程協同教師 | 姓名： 服務單位： 職稱： | | 學校電話： 手機： E-mail： 傳真： | | | |
| 其他參與人員 | 服務單位/學校 | 職稱 | 負責之工作(在本工作項目之職掌) | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 課程 經費 需求 | | | 教育部 | 學校 | 其他 | 小計 |
| | 總計 | 人事費 | | | | |
| | | 業務費 | | | | |
| | | 設備費 | | | | |
| | | 合計 | | | | |
| 聯絡人 | 姓名： 服務單位： 職稱： | | 電話： E-mail： 傳真： | | | |

B. 背景說明：

請說明本課程之重要性，並說明本課程教材來源（比例）及授課對象與選課條件等相關要件。

C. 課程內容：

① 課程教學計畫表

| | | |
|--|-------|-----------|
| 開設系所年級： | 開課教師： | 講授-實習-學分： |
| 教學目標： | | |
| 教學活動及評量方式： | | |
| 教科書、參考書及其它參考資料（請依作者，書名，版次，出版人，出版地，出版年月，起訖頁次等順序填寫）： | | |

② 課程行事曆之規劃

| 週次 | 上課日期 | 教學與作業進度 | 使用模組代號 及使用單元 |
|----|---------|----------------------|-----------------|
| 1 | 115/9/8 | 一段式物件偵測/快速物件偵測/小物件偵測 | C-2:單元1 |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |

| 週次 | 上課日期 | 教學與作業進度 | 使用模組代號 及使用單元 |
|----|------|---------|-----------------|
| 18 | | | |

*共計運用_____個重點模組。

③ 實驗內容規劃：

| 實驗項目 | 內容說明 | 所需設備 |
|------|------|------------|
| | | 自有設備:_____ |
| | | 申請補助:_____ |
| | | 自有設備:_____ |
| | | 申請補助:_____ |
| | | 自有設備:_____ |
| | | 申請補助:_____ |

D. 課程經費需求表：

① 基本資料表

| | | | |
|------|--------------------|-------|----|
| 課程名稱 | | | |
| 申請單位 | 學校 | 系所/中心 | |
| 計畫期程 | 115年8月1日至116年7月31日 | | |
| 課程教師 | 姓名 | | 電話 |
| | E-mail | | 傳真 |

② 計畫經費總表

| 經費項目 | 申請教育部補助 | 學校自籌 | 合計(計畫金額) |
|------|---------|------|----------|
| 人事費 | | | |
| 業務費 | | | |
| 設備費 | | | |
| 總計 | | | |

③ 經費項目及額度(含自籌款)

單位：新臺幣元

| 經費項目 | 金額 | 說明 |
|------|----|---|
| 人事費 | | <ul style="list-style-type: none"> • 本課程得編列教學助理(TA)2名之人事費用。 1. 聘任教學助理(TA)___人，本計畫人員共___人。 2. 所編費用含薪資、法定保險費用、勞退金、年終獎金及其補充保費。 3. 補(捐)助款不得編列加班費及應休未休特別工資。 4. 未依學經歷(職級)或期程聘用人員，致補(捐)助剩餘款不得流用。 5. 人事費項目自籌款小計：_____元。 |

| 經費項目 | 金額 | 說明 |
|-------|----|---|
| 業務費 | | 1. 訂有固定標準給付對象之費用，包含：工讀費。 2. 其他執行計畫所需費用，包含：資料蒐集費、實驗材料費、業師演講費/鐘點費、印刷費、雜支等。 3. 臨時人員法定保險費用、勞退金，以及相關費用之補充保費。 4. 差旅費(含校外活動租車費)依國內出差旅費報支要點核實報支。 (以上請依實際編列需求增刪) 5. 業務費項目自籌款小計： 元。 |
| 設備費 | | 本項為購置耐用年限2年以上且金額新臺幣1萬元以上之設備。 1. 設備項目名稱：_____、_____。 2. 設備及投資項目自籌款小計： 元。 |
| 計畫總經費 | | 教育部補助： 學校自籌款： (占計畫總經費 %) 教育部補助之設備費占計畫申請補助經費 %。 |

※本計畫由本部部分補助，學校自籌經費比例不得少於本部補助經費10%，本部補助設備費編列不得高於計畫補助經費30%為原則，超過則以自籌款編列。

※依公職人員利益衝突迴避法第14條第2項前段規定，公職人員或其關係人申請補助或交易行為前，應主動據實表明身分關係。又依同法第18條第3項規定，違者處新臺幣5萬元以上50萬元以下罰鍰，並得按次處罰。

※申請補助者如符須表明身分者，請至本部政風處網站(<https://pse.is/EYW3R>)下載「公職人員及關係人身分關係揭露表」填列，相關規定如有疑義，請洽本部各計畫主政單位或政風處。

※依政府採購法第15條第2項及第3項規定，機關人員對於與採購有關之事項，涉及本人、配偶、二親等以內親屬，或共同生活家屬之利益時，應行迴避。機關首長發現前項人員有應行迴避之情事而未依規定迴避者，應令其迴避，並另行指定人員辦理。

④ 經費規劃明細表(含自籌款)

單位：新臺幣元

| 經費項目 | 金額 | 人事費項目明細 |
|---------------|----|---|
| 人事費 | | |
| 教學助理(TA) | | 5,000元 x 月 x 人= 元 補充保費(雇主負擔): 5,000元 x 2.11%=106元, 106元 x 月 x 人= 元 |
| 小計 | | |
| 業務費 | 金額 | 業務費項目明細 |
| 印刷費 | | 核實報支, 超過60,000元(含)者, 請詳列計算式。 例: (1)課程教材、文件資料等印製: 元 (2)配套/活動海報/講義編印印刷費: ○○○活動(人): 元×份= 元 ○○○活動(人): 元×份= 元 |
| 資料蒐集費 | | 核實報支, 以30,000元為限 請詳列計算式: |
| 實驗材料費 | | 以本案補助課程所用實驗材料為限, 不含紙張、文具、碳粉匣等一般耗材, 每一課程模組原則上以30,000元實驗材料為限。若超過此限額, 請務必詳列實驗材料明細, 核實報支 實驗材料費(單價未達1萬元或使用年限未達2年) 「**教材發展課程」: 計算式 |
| 講座鐘點費 | | ·依「講座鐘點費支給表」辦理。 邀請校外專家學者專題講授: 2,000元/節; 授課時間每節為50分鐘, 連續上課二節者為90分鐘, 未滿者減半支給。 元 x 人節= 元 補充保費(雇主負擔): 元 x 2.11%= 元, 元 x 人節= 元 |
| 差旅費(含校外活動租車費) | | 計畫成員參加聯盟工作坊、期末成果發表會及聯盟相關研習及計畫活動所需國內差旅費, 以及外聘講員國內差旅費。請依下列格式列明計算式。 1.○○○會議: 元×人次= 元 2.○○○活動參與: 元×人次= 元 |
| 住宿費 | | 各項活動舉辦之貴賓/工作人員及學生營隊住宿費, 請依下列格式列明計算式。 1.校外專家參與計畫諮詢: 元×人次= 元 2.○○○課程演講: 元×人次= 元 3.○○○活動: 元×人次= 元 |
| 工讀費 | | 自115年1月1日起, 月薪制勞工每月基本工資為新臺幣29,500元起; 時薪制勞工每小時196元起。 元 x 人日= 元 補充保費(雇主負擔): 元 x 2.11%= 元, 元 x 人日= 元 元 x 人時= 元 補充保費(雇主負擔): 元 x 2.11%= 元, 元 x 人時= 元 |

| | | | | | | |
|----------------|---|--|------|----|----|----|
| 膳費 | | 依本部及所屬機關(構)辦理各類會議講習訓練與研討(習)會管理要點核實報支 - 午、晚餐每餐單價須於120元範圍內供應。 - 工作坊、研討、研習等課程配套活動：辦理半日者，上限160元/人日；辦理期程第一天（包括一日活動）不提供早餐，其一日膳費以280元為基準編列。 元 x 人次 = 元 | | | | |
| 雜支 | | 單價未達1萬元或使用年限未達2年。 凡前項費用未列之辦公事務費用屬之。如文具用品、紙張、資訊耗材、資料夾、郵資等屬之。 | | | | |
| (以上請依實際編列需求增刪) | | | | | | |
| 小計 | | | | | | |
| 設備項目明細 | | | | | | |
| 設備費及投資 | 設備項目名稱 | 使用年限 | 使用課程 | 單價 | 數量 | 總價 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | 小計 | | | | | |
| | 1.以採購本計畫相關教學設備為主，不得使用本部補助款採購一般、事務性及個人教學設備(如單槍投影機、實驗桌椅、印表機及個人電腦等)。 2.本項為購置耐用年限2年以上且金額新臺幣1萬元以上之設備。 | | | | | |

*請依實際經費需求編列經費項目及金額

E. 課程預期成果及效益評估

請說明計畫預期成果，同時依計畫目標自訂關鍵績效指標（以質性和量化呈現）。

a. 預期量化績效

| 項目 | | 數量 | 預期亮點說明 |
|----|-------------------------|----|--------|
| 課程 | 產出期末專題數 | | |
| | 線上教材學習時數/人次 | | |
| 學生 | 修習學生人數 | | |
| | 學生參與相關競賽數 | | |
| 其他 | 分享計畫執行所遇之難題與解決方式 | | |
| | 請自行增列。例如：鼓勵學生修課之相關配套措施。 | | |

b. 預期質性成果

請依「課程目標」內容，說明預期質性成果。例如：整體學習成效的評估、學生學習成果及影響等。

F. 預定執行進度

請以甘特圖說名本計畫各項工作預定進度

| 工作項目 | 115年 | | | | | 116年 | | | | | | |
|---------------|------|----|-----|-----|-----|------|----|----|----|----|----|----|
| | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 |
| 參加聯盟辦理之種子教師培訓 | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| (期中考核) | | | | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| (期末考核) | | | | | | | | | | | ■ | |
| 成果分享交流會 | | | | | | | | | | | | ■ |

(表格如不敷使用，請自行增列)

G. 參與教師服務之學校系所可搭配的教學資源現況

請簡要說所有參與教師服務單位目前為每學年常態開授之智慧聯網領域課程及相關教學資源(師資、實驗室、專題及研究計畫)

a. 資源分布狀況

| 領域別 | 學生比例% | 師資人數 |
|-----|-------|------|
| | | |
| | | |
| | | |

(表格如不敷使用，請自行增列)

b. 系所開課狀況

| 學校系所 | | | | | |
|------|----------------|-----|--|--------|--------|
| 課程名稱 | 授課對象 (請填年級) | 學分數 | 開課週期 | 平均修課人數 | 課程內容大綱 |
| | | | <input type="checkbox"/> 每學期開授 <input type="checkbox"/> 每學年開授 <input type="checkbox"/> 不定期開授 | | |
| | | | <input type="checkbox"/> 每學期開授 <input type="checkbox"/> 每學年開授 <input type="checkbox"/> 不定期開授 | | |

(表格如不敷使用，請自行增列)

c. 實驗室狀況

| 項次 | 實驗室名稱 | 實驗室現有設備 | 實驗室用途別 | | |
|----|-------|---------|-----------|----------------|--------------|
| | | | 同時容納學生上課數 | 教學專用 (請打 V) | 教學研究混用(請打 V) |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

(表格如不敷使用，請自行增列)

d. 其他

課程二

(如無課程二請刪除)

A. 課程基本資料表：

| | | | | | | |
|----------------|---------------------|-----|--------------------------------|--------|----|----|
| 課程名稱 | | | | | | |
| 重點課程 模組名稱 | | | | 預計修課人數 | | |
| 授課期程 | 中華民國 年 月 日至 年 月 日 | | | | | |
| 課程教師 (1位為限) | 姓名： 服務單位： 職稱： | | 學校電話： 手機： E-mail： 傳真： | | | |
| 課程協同教師 | 姓名： 服務單位： 職稱： | | 學校電話： 手機： E-mail： 傳真： | | | |
| 其他參與人員 | 服務單位/學校 | 職稱 | 負責之工作(在本工作項目之職掌) | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 課程 經費 需求 | | | 教育部 | 學校 | 其他 | 小計 |
| | 總計 | 人事費 | | | | |
| | | 業務費 | | | | |
| | | 設備費 | | | | |
| | | 合計 | | | | |
| 聯絡人 | 姓名： 服務單位： 職稱： | | 電話： E-mail： 傳真： | | | |

B. 背景說明：

請說明本課程之重要性，並說明本課程教材來源（比例）及授課對象與選課條件等相關要件。

C. 課程內容：

① 課程教學計畫表

| | | |
|--|-------|-----------|
| 開設系所年級： | 開課教師： | 講授-實習-學分： |
| 教學目標： | | |
| 教學活動及評量方式： | | |
| 教科書、參考書及其它參考資料（請依作者，書名，版次，出版人，出版地，出版年月，起訖頁次等順序填寫）： | | |

② 課程行事曆之規劃

| 週次 | 上課日期 | 教學與作業進度 | 使用模組代號 及使用單元 |
|----|---------|----------------------|-----------------|
| 1 | 115/9/8 | 一段式物件偵測/快速物件偵測/小物件偵測 | C-2:單元1 |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |

| 週次 | 上課日期 | 教學與作業進度 | 使用模組代號 及使用單元 |
|----|------|---------|-----------------|
| 18 | | | |

*共計運用_____個重點模組。

③ 實驗內容規劃：

| 實驗項目 | 內容說明 | 所需設備 |
|------|------|--------------------------|
| | | 自有設備:_____ 申請補助:_____ |
| | | 自有設備:_____ 申請補助:_____ |
| | | 自有設備:_____ 申請補助:_____ |

D. 課程經費需求表：

① 基本資料表

| | | | |
|------|--------------------|-------|----|
| 課程名稱 | | | |
| 申請單位 | 學校 | 系所/中心 | |
| 計畫期程 | 115年8月1日至116年7月31日 | | |
| 課程教師 | 姓名 | | 電話 |
| | E-mail | | 傳真 |

② 計畫經費總表

| 經費項目 | 申請教育部補助 | 學校自籌 | 合計(計畫金額) |
|------|---------|------|----------|
| 人事費 | | | |
| 業務費 | | | |
| 設備費 | | | |
| 總計 | | | |

③ 經費項目及額度(含自籌款)

單位：新臺幣元

| 經費項目 | 金額 | 說明 |
|-------|----|--|
| 人事費 | | <ul style="list-style-type: none"> • 本課程得編列教學助理(TA)2名之人事費用。 1. 聘任教學助理(TA)___人，本計畫人員共___人。 2. 所編費用含薪資、法定保險費用、勞退金、年終獎金及其補充保費。 3. 補(捐)助款不得編列加班費及應休未休特別工資。 4. 未依學經歷(職級)或期程聘用人員，致補(捐)助剩餘款不得流用。 5. 人事費項目自籌款小計：_____元。 |
| 業務費 | | <ul style="list-style-type: none"> 1. 訂有固定標準給付對象之費用，包含：工讀費。 2. 其他執行計畫所需費用，包含：資料蒐集費、實驗材料費、業師演講費/鐘點費、印刷費、雜支等。 3. 臨時人員法定保險費用、勞退金，以及相關費用之補充保費。 4. 差旅費(含校外活動租車費)依國內出差旅費報支要點核實報支。 (以上請依實際編列需求增刪) 5. 業務費項目自籌款小計：_____元。 |
| 設備費 | | <ul style="list-style-type: none"> • 本項為購置耐用年限2年以上且金額新臺幣1萬元以上之設備。 1. 設備項目名稱：_____、_____。 2. 設備及投資項目自籌款小計：_____元。 |
| 計畫總經費 | | 教育部補助： 學校自籌款：_____ (占計畫總經費 _____%) 教育部補助之設備費占計畫申請補助經費 _____%。 |

※本計畫由本部部分補助，學校自籌經費比例不得少於本部補助經費10%，本部補助設備費編列不得高於計畫補助經費30%為原則，超過則以自籌款編列。

※依公職人員利益衝突迴避法第14條第2項前段規定，公職人員或其關係人申請補助或交易行為前，應主動據實表明身分關係。又依同法第18條第3項規定，違者處新臺幣5萬元以上50萬元以下罰鍰，並得按次處罰。

※申請補助者如符須表明身分者，請至本部政風處網站(<https://pse.is/EYW3R>)下載「公職人員及關係人身分關係揭露表」填列，相關規定如有疑義，請洽本部各計畫主政單位或政風處。

※依政府採購法第15條第2項及第3項規定，機關人員對於與採購有關之事項，涉及本人、配偶、二親等以內親屬，或共同生活家屬之利益時，應行迴避。機關首長發現前項人員有應行迴避之情事而未依規定迴避者，應令其迴避，並另行指定人員辦理。

④ 經費規劃明細表(含自籌款)

單位：新臺幣元

*請依實際經費需求編列經費項目及金額

| 經費項目 | 金額 | 人事費項目明細 |
|---------------|----|--|
| 人事費 | | |
| 教學助理(TA) | | 5,000元 x 月 x 人= 元 補充保費(雇主負擔): 5,000元 x 2.11%=106元, 106元 x 月 x 人= 元 |
| 小計 | | |
| 業務費 | 金額 | 業務費項目明細 |
| 印刷費 | | 核實報支, 超過60,000元(含)者, 請詳列計算式。 例: (1)課程教材、文件資料等印製: 元 (2)配套/活動海報/講義編印印刷費: ○○○活動(人): 元×份= 元 ○○○活動(人): 元×份= 元 |
| 資料蒐集費 | | 核實報支, 以30,000元為限 請詳列計算式: |
| 實驗材料費 | | 以本案補助課程所用實驗材料為限, 不含紙張、文具、碳粉匣等一般耗材, 每一課程模組原則上以30,000元實驗材料為限。若超過此限額, 請務必詳列實驗材料明細, 核實報支 實驗材料費(單價未達1萬元或使用年限未達2年) 「**教材發展課程」: 計算式 |
| 講座鐘點費 | | ·依「講座鐘點費支給表」辦理。 邀請校外專家學者專題講授: 2,000元/節; 授課時間每節為50分鐘, 連續上課二節者為90分鐘, 未滿者減半支給。 元 x 人節= 元 補充保費(雇主負擔): 元 x 2.11%= 元, 元 x 人節= 元 |
| 差旅費(含校外活動租車費) | | 計畫成員參加聯盟工作坊、期末成果發表會及聯盟相關研習及計畫活動所需國內差旅費, 以及外聘講員國內差旅費。請依下列格式列明計算式。 1.○○○會議: 元×人次= 元 2.○○○活動參與: 元×人次= 元 |
| 住宿費 | | 各項活動舉辦之貴賓/工作人員及學生營隊住宿費, 請依下列格式列明計算式。 1.校外專家參與計畫諮詢: 元×人次= 元 2.○○○課程演講: 元×人次= 元 3.○○○活動: 元×人次= 元 |

| | | | | | | |
|----------------|---|---|------|----|----|----|
| 工讀費 | | 自115年1月1日起，月薪制勞工每月基本工資為新臺幣29,500元起；時薪制勞工每小時196元起。 元 x 人日= 元 補充保費（雇主負擔）：元 x 2.11%= 元，元 x 人日= 元 元 x 人時= 元 補充保費（雇主負擔）：元 x 2.11%= 元，元 x 人時= 元 | | | | |
| 膳費 | | 依本部及所屬機關(構)辦理各類會議講習訓練與研討(習)會管理要點核實報支 - 午、晚餐每餐單價須於120元範圍內供應。 - 工作坊、研討、研習等課程配套活動：辦理半日者，上限160元/人日；辦理期程第一天（包括一日活動）不提供早餐，其一日膳費以280元為基準編列。 元 x 人次= 元 | | | | |
| 雜支 | | 單價未達1萬元或使用年限未達2年。 凡前項費用未列之辦公事務費用屬之。如文具用品、紙張、資訊耗材、資料夾、郵資等屬之。 | | | | |
| (以上請依實際編列需求增刪) | | | | | | |
| 小計 | | | | | | |
| 設備項目明細 | | | | | | |
| 設備費及投資 | 設備項目名稱 | 使用 年限 | 使用課程 | 單價 | 數量 | 總價 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | 小計 | | | | | |
| | 1.以採購本計畫相關教學設備為主，不得使用本部補助款採購一般、事務性及個人教學設備(如單槍投影機、實驗桌椅、印表機及個人電腦等)。 2.本項為購置耐用年限2年以上且金額新臺幣1萬元以上之設備。 | | | | | |

E. 課程預期成果及效益評估

請說明計畫預期成果，同時依計畫目標自訂關鍵績效指標（以質性和量化呈現）。

a. 預期量化績效

| 項目 | | 數量 | 預期亮點說明 |
|----|------------------|----|--------|
| 課程 | 產出期末專題數 | | |
| | 線上教材學習時數/人次 | | |
| 學生 | 修習學生人數 | | |
| | 學生參與相關競賽數 | | |
| 其他 | 分享計畫執行所遇之難題與解決方式 | | |
| | 請自行增列。例如：鼓勵學生修課之 | | |

| 項目 | 數量 | 預期亮點說明 |
|---------|----|--------|
| 相關配套措施。 | | |

b. 預期質性成果

請依「課程目標」內容，說明預期質性成果。例如：整體學習成效的評估、學生學習成果及影響等。

F. 預定執行進度

請以甘特圖說名本計畫各項工作預定進度

| 工作項目 | 115年 | | | | | 116年 | | | | | | |
|---------------|------|----|-----|-----|-----|------|----|----|----|----|----|----|
| | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 |
| 參加聯盟辦理之種子教師培訓 | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| (期中考核) | | | | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| (期末考核) | | | | | | | | | | | ■ | |
| 成果分享交流會 | | | | | | | | | | | | ■ |

(表格如不敷使用，請自行增列)

G. 參與教師服務之學校系所可搭配的教學資源現況

請簡要說所有參與教師服務單位目前為每學年常態開授之智慧聯網領域課程及相關教學資源(師資、實驗室、專題及研究計畫)

a. 資源分布狀況

| 領域別 | 學生比例% | 師資人數 |
|-----|-------|------|
| | | |
| | | |
| | | |

(表格如不敷使用，請自行增列)

b. 系所開課狀況

| 學校系所 | 課程名稱 | 授課對象 (請填年級) | 學分數 | 開課週期 | 平均修課人數 | 課程內容大綱 |
|------|------|----------------|-----|--|--------|--------|
| | | | | <input type="checkbox"/> 每學期開授 <input type="checkbox"/> 每學年開授 <input type="checkbox"/> 不定期開授 | | |

| 學校系所 | | | | | |
|------|----------------|---------|--|------------|--------|
| 課程名稱 | 授課對象 (請填年級) | 學分 數 | 開課週期 | 平均修 課人數 | 課程內容大綱 |
| | | | <input type="checkbox"/> 每學期開授 <input type="checkbox"/> 每學年開授 <input type="checkbox"/> 不定期開授 | | |

(表格如不敷使用，請自行增列)

c. 實驗室狀況

| 項次 | 實驗室名稱 | 實驗室現有設備 | 同時容納 學生上課 數 | 實驗室用途別 | |
|----|-------|---------|-------------------|----------------|---------------------|
| | | | | 教學專用 (請打 V) | 教學研究 混用(請打 V) |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

(表格如不敷使用，請自行增列)

d. 其他

課程三 (如無課程三請刪除)

A. 課程基本資料表：

| | | | | | | |
|----------------|---------------------|-----|--------------------------------|--------|----|----|
| 課程名稱 | | | | | | |
| 重點課程 模組名稱 | | | | 預計修課人數 | | |
| 授課期程 | 中華民國 年 月 日至 年 月 日 | | | | | |
| 課程教師 (1位為限) | 姓名： 服務單位： 職稱： | | 學校電話： 手機： E-mail： 傳真： | | | |
| 課程協同教師 | 姓名： 服務單位： 職稱： | | 學校電話： 手機： E-mail： 傳真： | | | |
| 其他參與人員 | 服務單位/學校 | 職稱 | 負責之工作(在本工作項目之職掌) | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 課程 經費 需求 | | | 教育部 | 學校 | 其他 | 小計 |
| | 總計 | 人事費 | | | | |
| | | 業務費 | | | | |
| | | 設備費 | | | | |
| | | 合計 | | | | |
| 聯絡人 | 姓名： 服務單位： 職稱： | | 電話： E-mail： 傳真： | | | |

B. 背景說明：

請說明本課程之重要性，並說明本課程教材來源（比例）及授課對象與選課條件等相關要件。

C. 課程內容：

① 課程教學計畫表

| | | |
|--|-------|-----------|
| 開設系所年級： | 開課教師： | 講授-實習-學分： |
| 教學目標： | | |
| 教學活動及評量方式： | | |
| 教科書、參考書及其它參考資料（請依作者，書名，版次，出版人，出版地，出版年月，起訖頁次等順序填寫）： | | |

② 課程行事曆之規劃

| 週次 | 上課日期 | 教學與作業進度 | 使用模組代號 及使用單元 |
|----|---------|----------------------|-----------------|
| 1 | 115/9/8 | 一段式物件偵測/快速物件偵測/小物件偵測 | C-2:單元1 |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |

| 週次 | 上課日期 | 教學與作業進度 | 使用模組代號 及使用單元 |
|----|------|---------|-----------------|
| 18 | | | |

*共計運用_____個重點模組。

③ 實驗內容規劃：

| 實驗項目 | 內容說明 | 所需設備 |
|------|------|--------------------------|
| | | 自有設備:_____ 申請補助:_____ |
| | | 自有設備:_____ 申請補助:_____ |
| | | 自有設備:_____ 申請補助:_____ |

D. 課程經費需求表：

① 基本資料表

| | | | |
|------|--------------------|-------|----|
| 課程名稱 | | | |
| 申請單位 | 學校 | 系所/中心 | |
| 計畫期程 | 115年8月1日至116年7月31日 | | |
| 課程教師 | 姓名 | | 電話 |
| | E-mail | | 傳真 |

② 計畫經費總表

| 經費項目 | 申請教育部補助 | 學校自籌 | 合計(計畫金額) |
|------|---------|------|----------|
| 人事費 | | | |
| 業務費 | | | |
| 設備費 | | | |
| 總計 | | | |

③ 經費項目及額度(含自籌款)

單位：新臺幣元

| 經費項目 | 金額 | 說明 |
|-------|----|--|
| 人事費 | | <ul style="list-style-type: none"> • 本課程得編列教學助理(TA)2名之人事費用。 1. 聘任教學助理(TA)___人，本計畫人員共___人。 2. 所編費用含薪資、法定保險費用、勞退金、年終獎金及其補充保費。 3. 補(捐)助款不得編列加班費及應休未休特別工資。 4. 未依學經歷(職級)或期程聘用人員，致補(捐)助剩餘款不得流用。 5. 人事費項目自籌款小計：_____元。 |
| 業務費 | | <ul style="list-style-type: none"> 1. 訂有固定標準給付對象之費用，包含：工讀費。 2. 其他執行計畫所需費用，包含：資料蒐集費、實驗材料費、業師演講費/鐘點費、印刷費、雜支等。 3. 臨時人員法定保險費用、勞退金，以及相關費用之補充保費。 4. 差旅費(含校外活動租車費)依國內出差旅費報支要點核實報支。 (以上請依實際編列需求增刪) 5. 業務費項目自籌款小計：_____元。 |
| 設備費 | | <ul style="list-style-type: none"> • 本項為購置耐用年限2年以上且金額新臺幣1萬元以上之設備。 1. 設備項目名稱：_____、_____。 2. 設備及投資項目自籌款小計：_____元。 |
| 計畫總經費 | | 教育部補助： 學校自籌款：_____ (占計畫總經費 _____%) 教育部補助之設備費占計畫申請補助經費 _____%。 |

※本計畫由本部部分補助，學校自籌經費比例不得少於本部補助經費10%，本部補助設備費編列不得高於計畫補助經費30%為原則，超過則以自籌款編列。

※依公職人員利益衝突迴避法第14條第2項前段規定，公職人員或其關係人申請補助或交易行為前，應主動據實表明身分關係。又依同法第18條第3項規定，違者處新臺幣5萬元以上50萬元以下罰鍰，並得按次處罰。

※申請補助者如符須表明身分者，請至本部政風處網站(<https://pse.is/EYW3R>)下載「公職人員及關係人身分關係揭露表」填列，相關規定如有疑義，請洽本部各計畫主政單位或政風處。

※依政府採購法第15條第2項及第3項規定，機關人員對於與採購有關之事項，涉及本人、配偶、二親等以內親屬，或共同生活家屬之利益時，應行迴避。機關首長發現前項人員有應行迴避之情事而未依規定迴避者，應令其迴避，並另行指定人員辦理。

④ 經費規劃明細表(含自籌款)

單位：新臺幣元

*請依實際經費需求編列經費項目及金額

| 經費項目 | 金額 | 人事費項目明細 |
|---------------|----|---|
| 人事費 | | |
| 教學助理(TA) | | 5,000元 x 月 x 人= 元 補充保費(雇主負擔): 5,000元 x 2.11%=106元, 106元 x 月 x 人= 元 |
| 小計 | | |
| 業務費 | 金額 | 業務費項目明細 |
| 印刷費 | | 核實報支, 超過60,000元(含)者, 請詳列計算式。 例: (1)課程教材、文件資料等印製: 元 (2)配套/活動海報/講義編印印刷費: ○○○活動(人): 元×份= 元 ○○○活動(人): 元×份= 元 |
| 資料蒐集費 | | 核實報支, 以30,000元為限 請詳列計算式: |
| 實驗材料費 | | 以本案補助課程所用實驗材料為限, 不含紙張、文具、碳粉匣等一般耗材, 每一課程模組原則上以30,000元實驗材料為限。若超過此限額, 請務必詳列實驗材料明細, 核實報支 實驗材料費(單價未達1萬元或使用年限未達2年) 「**教材發展課程」: 計算式 |
| 講座鐘點費 | | ·依「講座鐘點費支給表」辦理。 邀請校外專家學者專題講授: 2,000元/節; 授課時間每節為50分鐘, 連續上課二節者為90分鐘, 未滿者減半支給。 元 x 人節= 元 補充保費(雇主負擔): 元 x 2.11%= 元, 元 x 人節= 元 |
| 差旅費(含校外活動租車費) | | 計畫成員參加聯盟工作坊、期末成果發表會及聯盟相關研習及計畫活動所需國內差旅費, 以及外聘講員國內差旅費。請依下列格式列明計算式。 1.○○○會議: 元×人次= 元 2.○○○活動參與: 元×人次= 元 |
| 住宿費 | | 各項活動舉辦之貴賓/工作人員及學生營隊住宿費, 請依下列格式列明計算式。 1.校外專家參與計畫諮詢: 元×人次= 元 2.○○○課程演講: 元×人次= 元 3.○○○活動: 元×人次= 元 |
| 工讀費 | | 自115年1月1日起, 月薪制勞工每月基本工資為新臺幣29,500元起; 時薪制勞工每小時196元起。 元 x 人日= 元 補充保費(雇主負擔): 元 x 2.11%= 元, 元 x 人日= 元 元 x 人時= 元 補充保費(雇主負擔): 元 x 2.11%= 元, 元 x 人時= 元 |

| | | | | | | |
|----------------|---|--|------|----|----|----|
| 膳費 | | 依本部及所屬機關(構)辦理各類會議講習訓練與研討(習)會管理要點核實報支 - 午、晚餐每餐單價須於120元範圍內供應。 - 工作坊、研討、研習等課程配套活動：辦理半日者，上限160元/人日；辦理期程第一天（包括一日活動）不提供早餐，其一日膳費以280元為基準編列。 元 x 人次 = 元 | | | | |
| 雜支 | | 單價未達1萬元或使用年限未達2年。 凡前項費用未列之辦公事務費用屬之。如文具用品、紙張、資訊耗材、資料夾、郵資等屬之。 | | | | |
| (以上請依實際編列需求增刪) | | | | | | |
| 小計 | | | | | | |
| 設備項目明細 | | | | | | |
| 設備費及投資 | 設備項目名稱 | 使用年限 | 使用課程 | 單價 | 數量 | 總價 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | 小計 | | | | | |
| | 1.以採購本計畫相關教學設備為主，不得使用本部補助款採購一般、事務性及個人教學設備(如單槍投影機、實驗桌椅、印表機及個人電腦等)。 2.本項為購置耐用年限2年以上且金額新臺幣1萬元以上之設備。 | | | | | |

E. 課程預期成果及效益評估

請說明計畫預期成果，同時依計畫目標自訂關鍵績效指標（以質性和量化呈現）。

a. 預期量化績效

| 項目 | | 數量 | 預期亮點說明 |
|----|-------------------------|----|--------|
| 課程 | 產出期末專題數 | | |
| | 線上教材學習時數/人次 | | |
| 學生 | 修習學生人數 | | |
| | 學生參與相關競賽數 | | |
| 其他 | 分享計畫執行所遇之難題與解決方式 | | |
| | 請自行增列。例如：鼓勵學生修課之相關配套措施。 | | |

b. 預期質性成果

請依「課程目標」內容，說明預期質性成果。例如：整體學習成效的評估、學生學習成果及影響等。

F. 預定執行進度

請以甘特圖說名本計畫各項工作預定進度

| 工作項目 | 115年 | | | | | 116年 | | | | | | |
|---------------|------|----|-----|-----|-----|------|----|----|----|----|----|----|
| | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 |
| 參加聯盟辦理之種子教師培訓 | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| (期中考核) | | | | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| (期末考核) | | | | | | | | | | | ■ | |
| 成果分享交流會 | | | | | | | | | | | | ■ |

(表格如不敷使用，請自行增列)

G. 參與教師服務之學校系所可搭配的教學資源現況

請簡要說所有參與教師服務單位目前為每學年常態開授之智慧聯網領域課程及相關教學資源(師資、實驗室、專題及研究計畫)

a. 資源分布狀況

| 領域別 | 學生比例% | 師資人數 |
|-----|-------|------|
| | | |
| | | |
| | | |

(表格如不敷使用，請自行增列)

b. 系所開課狀況

| 學校系所 | 課程名稱 | 授課對象 (請填年級) | 學分數 | 開課週期 | 平均修課人數 | 課程內容大綱 |
|------|------|----------------|-----|--|--------|--------|
| | | | | <input type="checkbox"/> 每學期開授 <input type="checkbox"/> 每學年開授 <input type="checkbox"/> 不定期開授 | | |
| | | | | <input type="checkbox"/> 每學期開授 <input type="checkbox"/> 每學年開授 <input type="checkbox"/> 不定期開授 | | |

(表格如不敷使用，請自行增列)

c. 實驗室狀況

| 項次 | 實驗室名稱 | 實驗室現有設備 | 實驗室用途別 | | |
|----|-------|---------|-----------|---------------|-------------|
| | | | 同時容納學生上課數 | 教學專用 (請打V) | 教學研究混用(請打V) |
| | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

(表格如不敷使用，請自行增列)

d.其他

肆、重要工作進度查核點

| 工作項目 | 預定完成事項 | 預定完成時間 | 查核點概述 |
|------|--------|--------|-------|
| | | YY/MM | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

伍、計畫成果之推廣

- 一、本部得視計畫進展辦理成果發表會，各受補助單位應配合辦理。
- 二、如與產業界合作推廣計畫，請自行說明推廣方式。

陸、計畫預期成果

- 一、申請單位應針對單位特質與重點領域特性自行擬定工作項目、績效指標及預定達成之績效目標。
- 二、申請學校系所(院)應達成基本成果至少須包括：
 1. 開課時間須為114學年度至少開課一次。
 2. 參與總聯盟規劃之相關活動。
 3. 針對課程模組教材做精進。
 4. 學生學習成效評量結果分析
 5. 提出教材內容之檢討與未來方向。
 6. 除前述指標外，應自行增設績效指標，敘明於計畫申請書，並列為審查重點項目。

附錄、各主要參與人員簡歷資料

(至少含計畫主持人、協同主持人及課程主持人簡歷，每人以二頁為限)

(一) 個人資料：

| | | | |
|--------|--|---------|--|
| 姓名 | | 電話： | |
| 職稱及 | | 傳真： | |
| 計畫擔任工作 | | e-mail： | |

(二) 主要學歷：

| 畢業學校 | 國別 | 科系別或主修學門 | 學位 | 起迄年月 |
|------|----|----------|----|------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

(三) 現職及與專長相關之經歷(按時間先後順序由最近經歷開始填起)：

| 服務學校 | 服務部門 | 職稱 | 起迄年月 |
|------|------|----|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

(四) 近五年內曾講授過之課程(與本領域相關)。

(五) 近五年內重要相關著作(請擇與本領域相關重要著作列述至多五項)。

(六) 近三年內參與教育部之相關教育改進計畫或實作型相關研究計畫，擔任該計畫之職稱，並說明其主要成果(請擇重要者列述至多五項即可)。

(七) 近三年內參與教育部舉辦之相關競賽及獲獎情形(請擇重要者列述至多五項即可)。

(八) 提供相關教學績效證明。