

數位教學應用模式之教學教案

課程實施成果		
	教師	學生
學前準備	1. 提供課程大綱 2. 規劃如何將量子基礎線性代數、量子基礎應用數學、量子程式設計於 18 週之課程內。 3. 設計對應的練習及程式設計。	1. 預讀相關內容 2. 下載上課講義 3. 下載量子計算及程式之五本電子書
教學策略	主要以面授及線上同步為主，輔以線上非同步。	

第 1 週 (教學時間 120 分鐘)	
課前學習活動	要求學生先觀看教學影片
實施方式	<input type="checkbox"/> 線上同步 <input checked="" type="checkbox"/> 線上非同步 <input checked="" type="checkbox"/> 面授
教學目標	【認知】 ：學習 Quantum Gates 的數學模型 【情意】 ：搭配量子疊加、量子糾纏、量子量測、相位回擊之故事及概念，以引發學習動機 【技能】 ：學習 IBM Composer 的圖示程式設計
教學法與教學內容	【講述法】 以 PPT 講解相關的故事、概念、數學模型等。 【討論法】 無 【問題教學法】 無 【示範教學法】 展示 IBM Composer 的技術及基本程式設計案例。 【發表教學法】 無
評量方式	作業
第 2 週 (教學時間 120 分鐘)	
課前學習活動	要求學生先觀看教學影片、繳交作業、預讀 PPT 及對應課程內容
實施方式	<input type="checkbox"/> 線上同步 <input checked="" type="checkbox"/> 線上非同步 <input checked="" type="checkbox"/> 面授
學習目標	【認知】 ：了解線性代數 VS 量子計算的理論關聯性 【情意】 ：了解量子張量是由矩陣計算而來，事實上沒有那麼神秘。 【技能】 ：各種相關計算技巧
教學法與教學內容	【講述法】 以 PPT 講解相關的內容等。 【討論法】 無 【問題教學法】 提出一些計算問題，並要求學生演練。 【示範教學法】 數學規範及計算案例演示 【發表教學法】 無
評量方式	作業、線上練習
第 4 週 (教學時間 120 分鐘)	
課前學習活動	要求學生先觀看教學影片、繳交作業、預讀 PPT 及對應課程內容
實施方式	<input type="checkbox"/> 線上同步 <input checked="" type="checkbox"/> 線上非同步 <input checked="" type="checkbox"/> 面授
學習目標	【認知】 ：學習 1-qubit 量子閘的數學模型及計算理論

	<p>【情意】：將模型及理論化為 IBM Composer 的輔助圖形，以引起學習動機</p> <p>【技能】：演練 1-qubit 量子閘的 IBM Composer 表示方式。</p>
教學法與教學內容	<p>【講述法】 以 PPT 講解相關的內容等。</p> <p>【討論法】 分組討論如何以 IBM Composer 建置相關量子閘</p> <p>【問題教學法】 提出數種 quantum circuit 的 placement 問題，再加以分析其中的異同之處。</p> <p>【示範教學法】 quantum circuit 的設計展示</p> <p>【發表教學法】 請各組發表建置相關量子閘的過程</p>
評量方式	

課程統計數據	
選修學生數	2~6/2023 : 90 人(資工)、9/2023~1/2024 : 20 人(管院)、9/2023~1/2024 : 5 人(不分系)
授予學分學生數	2 學分
使用人次	1000 人次以上
完課率	98%
課程紀錄	
(說明)實體課程照片、平台學習截圖	
<p>∨ 加強教材：線性代數-03. 矩陣計算及聯立方程組 </p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p> 頁面 3.1 Matrix 矩陣 </p> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p> 頁面 3.2 Invertible and Transpose Matrices 可逆及轉置矩陣 </p> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p> 頁面 3.3 Orthogonal and Unitary Matrices 正交及單式矩陣 </p> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p> 頁面 3.4 Kernel and Range 核集及值域 </p> </div> <p style="text-align: right;">量子程式設計的線性代數加強教材</p>	
<p>Part II: Quantum Programming: Ch.01 Start to Run Quantum Program </p> <p> 活動名稱</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p><input type="checkbox"/>  1.1 Build the Quantum Programming Environment </p> <p><input type="checkbox"/>  1.2 Running with Colab </p> <p><input type="checkbox"/>  1.3 Introduction to Qiskit </p> <p><input type="checkbox"/>  1.4 Define and Display 1-Qubit Quantum States(1) </p> <p><input type="checkbox"/>  1.5 Define and Display 1-Qubit Quantum States(2) </p> </div> <p style="text-align: right;">量子程式設計的程式設計教材</p>	

參考課本

檔案 01 A First Introduction To QuantumCom

檔案 02 Quantum Computing for Computer Scientists

檔案 03 Quantum computation and quantum information

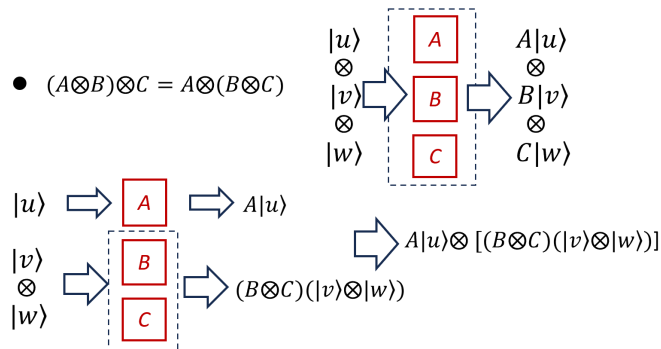
檔案 04 Quantum_Machine_Learning_With_Python

檔案 05. Programming Quantum Computers

量子程式設計五本線上電子書

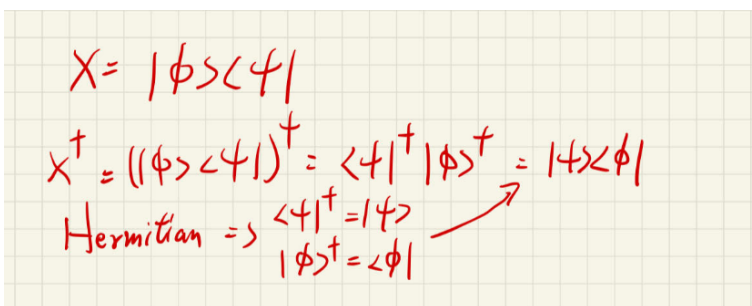
學生學習回饋

學生對 quantum circuit 設計與數學模型之對應關係常常弄不清楚，這是量子程式設計與量子計算之間的重要觀念。因此，在很多場合會重複解說，如下之內容：



學生優良作業

1. 具有理工背景學生之研讀能力較強。
2. 數學的表現具有一定的水準。
3. 利用 Word Equation 之 typing 能力尚有待訓練。



$$\begin{aligned}
 X^\dagger &= (105 \langle 11 | + 115 \langle 01 |)^\dagger \\
 &= (105 \langle 11 |)^\dagger + (115 \langle 01 |)^\dagger \\
 &= 115 \langle 01 | + 105 \langle 11 |
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X^\dagger = X &\Rightarrow (105 \langle 11 | + 115 \langle 01 |) |\psi\rangle = \lambda |\psi\rangle \\
 \Rightarrow X |\psi\rangle &= 105 \langle 11 | \psi\rangle + 115 \langle 01 | \psi\rangle \\
 &= 105 \langle 11 | \psi\rangle + 115 \langle 01 | \psi\rangle
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \langle 01 | \psi\rangle = \lambda \langle 01 | \psi\rangle \\ \langle 11 | \psi\rangle = \lambda \langle 11 | \psi\rangle \end{cases} \quad \lambda = 0, 1$$

$$\text{if } \lambda = 1 \Rightarrow \begin{cases} \langle 01 | \psi\rangle = \langle 01 | \psi\rangle \\ \langle 11 | \psi\rangle = \langle 11 | \psi\rangle \end{cases}$$

$$\text{if } \lambda = 0 \Rightarrow \begin{cases} \langle 01 | \psi\rangle = 0 \\ \langle 11 | \psi\rangle = 0 \end{cases}$$

So if $\begin{cases} \lambda = 0, |\psi\rangle \text{ can be any superposition of } |01\rangle \text{ and } |11\rangle \\ \lambda = 1, |\psi\rangle \text{ must be zero vector} \end{cases}$

教師自評與回饋

教師教學自評表

請教師針對本次的數位教材混成課程實施的教學過程進行自評

評選項目	計分標準	自評
1 對於提升教學的助益	所進行之數位教學活動對提升教學無所助益。	<input type="checkbox"/> 待加強
	所進行之數位教學活動對提升教學有助益，可使教師教學更多元，但與傳統教學差異不大	<input type="checkbox"/> 尚可
	所進行之數位教學活動對提升教學有助益，可使教師教學更多元，更容易達成教學目標	<input checked="" type="checkbox"/> 佳
	所進行之數位教學活動對提升教學有助益，可使教師教學更有創意，更多與學生互動的機會	<input type="checkbox"/> 優
2 對於提升學生學習的助益	所進行之數位教學活動對提升學習無所助益	<input type="checkbox"/> 待加強
	所進行之數位教學活動對提升學習有助益，但多僅止於提高學習興趣及動機	<input type="checkbox"/> 尚可
	所進行之數位教學活動對提升學習有助益，有助於該學科領域之加深加廣的學習	<input checked="" type="checkbox"/> 佳
	所進行之數位教學活動對提升學習有助益，特別是對學生在問題解決、創造思考能力的提升	<input type="checkbox"/> 優
3 對於數位教學之專業能力的提升	本次教學對數位教學專業能力無所提升	<input type="checkbox"/> 待加強
	本次教學對數位教學專業能力所有提升，有助於日後再運用開放式教育資源之應用與實施	<input type="checkbox"/> 尚可
	本次教學對數位教學專業能力所有提升，有助於日後進行非同步與同步教學之設計與實施	<input type="checkbox"/> 佳

		本次教學對數位教學專業能力所有提升，有助於進行遠距課程之教學設計與課程實施	<input checked="" type="checkbox"/> 優
4	對於未來投入(或持續投入)數位學習有幫助	對於未來投入(或持續投入)數位學習無所幫助	<input type="checkbox"/> 待加強
		對於未來投入(或持續投入)數位學習有幫助，可使教師教學更多元，但未來仍會以傳統教學為主	<input type="checkbox"/> 尚可
		對於未來投入(或持續投入)數位學習有幫助，可使教師教學更多元，未來有意願運用更多的開放式教育資源以豐富教學內容	<input type="checkbox"/> 佳
		對於未來投入(或持續投入)數位學習有幫助，可使教師教學更多元，也使教師教學更有創意未來有意願投入數位教材的製作與運用分享	<input checked="" type="checkbox"/> 優
心得與回饋 (包含教學目標是否達成、授課情況、學生表現、執行困難與解決方案...等)			
<p>1. 量子程式設計必須要具有一定程度的線性代數、複變之理論基礎。在教學上必須要先幫學生奠立基礎。</p> <p>2. Quantum programming = quantum circuit，因此圖示教學具有一定的重要性。目前推薦IBM的Quantum Lab/Composer，但目前IBM對會員之條件限制日趨嚴格。因此，後續可能會考量Microsoft Quantum Azure。</p>			
具體建議 (包含需要獲得數位教學上哪方面的協助?)			
<p>1. 量子程式設計是目前熱門之學科，有很多學生願意修習，但程度稱差不齊，因此有必要多錄製一些輔助數位教材，以提升學生的學習程度。</p> <p>2. Handwriting 技術在數學教材之錄製有其重要性，後續可以將本計畫之經驗加以分享出去。</p> <p>3. Quantum Programming 的程式設計環境如何外掛到 Moodle 環境中，後續值得研究。</p>			

