NSC IEM學門
作業研究子學門

報告人：林義貴
台灣科技大學工業管理系

2013/09/04

OR子學門規劃委員

王小璠教授(清華大學)

利德江教授(成功大學)

吳泓怡教授(嘉義大學)

林義貴教授(台灣科技大學)

范書愷教授(台北科技大學)

姚銘忠教授(交通大學)

蘇玲慧教授(中原大學)

前言

- 作業研究 (Operations Research) 是一種提供解決最佳化問題的方法方法，可視為是一門兼具「科學」與「藝術」之學問
  - 因為在求解某些決策問題時涉及數學技巧與策略，所以是一種「科學」。
  - 但在建立模式之前與求解之後的執行則涉及決策分析者的創造力與個人能力，所以同時也是種「藝術」。

近年研究方向與重點

- 近六年的規劃重點，都是依循著工具與技術的分類著手規劃，包含：
  - 網路分析
  - 最佳化柔性計算與啟發式演算法
  - 隨機模型
  - 統計分析
  - 決策分析
  - 排程與存貨
- 各類議題除了基礎理論上之研究，及求解多樣化題型之演算方法外，更應與實務結合

相關實務應用

- 運輸業 (Transportation Logistics)
- 貨櫃港口運籌作業 (Container Terminals Operations)
- 製造業 (Manufacturing Industry)
- 汽車工業 (Automobile Industry)
- 航空業 (Airlines)
- 醫療管理 (Health Care Management)
- 生物科技 (Biotechnology)
- 服務科學 (Service Science)

規劃未來研究方向與重點

- 針對理論性研究，規劃出四大研究重點
  - 行為作業管理及行為作業研究
  - 資料科學
  - 作業研究於不確定性決策情境之應用
  - 隨機流量網路研究
- 針對應用性發展，規劃出三大發展重點
  - 醫療與健康照護的應用
  - 能源永續系統的應用
  - 財經工程的應用

理論型研究一

行為作業管理及行為作業研究

行為作業管理及行為作業研究

- 經濟學大師 Prof. Kahneman改進博奕論中的期望效用假說而建立「展望理論」(prospect theory)。
  - 展望理論對分析在不確定情況下的人為判斷和決策方面作出了突出貢獻。
- 如果作業研究在建立模式時，加入決策者的行為的考量，會有如何的影響？此即行為作業管理 (BOM) 及行為作業研究 (BOR) 之研究宗旨。

BOM/BOR 領域之四個知識主體及典型之研究方法

	認知心理學	社會心理學	群體動態學	系統動態學
分析之典型單位	個體	個體	個體與群體	群體與組織
常用之研究方法				
實地案例調查	○	⊙	○	◉
控制實驗	◉	●	●	⊙
問卷訪談	⊙	⊙	◉	○
數學建模	◉	○	⊙	⊙
模擬	⊙	⊙	⊙	●
關鍵主題	捷思、偏誤	動機/標的、回饋	群體迷思、艾必琳矛盾	存量與流量、延遲

認知心理學

- 常見的三個理論面向如下：
  - 過度自信 (overconfidence)
  - 錨固 (anchoring) 及不足調整 (insufficient adjustment)
  - 損失趨避 (loss aversion)、倒影效應 (reflection effect) 及建構 (framing)

社會心理學

- 動機影響有意識及無意識的決策，帶動相關的行動。而動機常被下列三個面向所影響，故為 BOR/BOM 模式的重要關注：
  - 標的設定 (goal setting)
  - 回饋與控制理論 (feedback and control theory)
  - 彼此相依性 (interdependence)

群體動態學

- 主要探討個體感知自己為群體的成員及他們如何一同（非個別）面對決策。群體動態學通常關注下列三個面向：
  - 群體迷思 (groupthink, GT) 及艾必琳矛盾 (Abilene paradox, AP)
  - 群體中的指責 (blame in group)
  - 崩壞螺旋 (breakdown spirals)

系統動態學

- 系統動態學常運用之工具有
  - 因果構圖(causal mapping)
  - 模擬 (simulation)
- 系統動態學通常關注下列兩種型態的回饋
  - 回饋結構的錯覺 (misperception of feedback structure)
  - 回饋動態的錯覺 (misperception of feedback dynamics)

小結

- 重要研究議題

  供應鏈與通路管理領域與 BOM/BOR 的結合，近年最重要的研究議題之-「公平性」(fairness)

  - 供應鏈與通路管理加入公平性
  - 賽局中加入公平性考量

理論型研究二

資料科學

巨量資料的問題與概述

- **巨量資料 (Big Data)**
  - 根據麥肯錫研究中心的研究報告指出，全球資料量光是在2010年就增加了70億GB，相當於4千座美國國會圖書館典藏資料的總和 。
- **巨量資料的範圍**
  - 廣含社群網站、醫療影像、氣象預測、基因分析、財務或商業資訊分析等。
- 若能將巨量資料進行優化的分析以產生新的洞察，將可協助我們掌握甚至預測趨勢，為社會創造出新的成長機遇與航向價值。

巨量資料的分析與發展(1/2)

- **資料倉儲技術**
  - 運用新資訊技術所提供的大量資料儲存、快速分析能力，將過去龐大而無法深入整理分析的營運資料建立成為一個整合性資料庫。
- **Hadoop**
  - 由 Apache 軟體基金會所研發的開放原始碼分散式運算技術，以 Java 語言開發針對大量且結構複雜的巨量資料分析所設計，透過分散式的資料處理模式大量掃描資料檔以產生結果。

巨量資料的分析與發展(2/2)

- **江河運算**
  - 源自 IBM 與美國國防部合作研發的反恐系統，能動態收集多個資料流，在資料儲存前先完成分析，並利用演算法將結果即時傳達給決策人員，能針對巨量資料的即時性在微秒內做出反應與決策。
- **資料治理**
  - 透過一系列的措施與程序、詳細設定管控的機制以管理監督資料，可提高資料的可靠與完整度，讓資料分析更具有實質的意義。

稀少資料的問題與概述

- **小樣本問題**
  - 泛指因資料量不足無法應用現有以統計方法為基礎的資料分析法、導致分析績效不佳與錯誤推論的情況。
  - 具有短生命週期的特性，為能快速回應市場需求，企業常須從有限的資料中擬訂生產策略。
  - 如現實生活中的災害性地震、海嘯、龍捲風、恐怖攻擊、精神疾病等罕見事件，其可用資料稀少，但多數卻伴隨著難以估量的社會成本支出。

稀少資料的分析與發展(1/2)

- **重覆採樣法**
  - 將一小樣本的資料，使用重新重複抽取部分子集的方式，得出較多的資料樣本以作為分析的資訊。
- **類神經網路**
  - 一種模仿生物神經網路的結構和功能的數學模型或計算模型，常用來對輸入和輸出間複雜的關係進行建模，目前被運用在解決廣泛領域的問題

稀少資料的分析與發展(2/2)

- **虛擬樣本產生法**
  - 當對小樣本進行預測時，使用模糊集合的概念或類神經網路及多元切割法等進行資訊擴散或延生，合理的填補小樣本中缺乏的資訊。

小結

- **巨量資料**
  - 雲端運用蔚為風潮的的時代，資訊的變遷與資料量也將呈爆炸性的成長，如何萃取潛藏其中的產業新價值與社會新動態正是當今政府、業界與學者們共同努力的目標。
- **稀少資料**
  - 選擇合適的方法運用，並研究出更多分析工具以獲取精確的資訊，將可預防重大災害或預測特殊疾病的復發等，為社會降低社會成本並為民眾帶來福祉。

理論型研究三

作業研究於不確定性決策情境之應用

問題與概述

- 因應不確定性決策情境，穩健最佳化(或稱不確定最佳化) (Robust Optimization, RO) 為近年來在作業研究領域中新興發展的技術。
- 不確定因素來源：
  - 量測誤差 (Measurement errors)
  - 建模誤差 (Modeling errors)
  - 資訊不足

不確定最佳化(1/2)

- RO 使用集合來描述不確定性的概念
  - 不確定性參數必須包含於一個確定已知的集合，每一組參數伴隨著一組不確定最佳化子題，而**子題中之限制式條件，可伴隨已知集合中不同參數而有不同狀態。**
- 針對限制式可找出成本目標方程式最壞情況分析 (Worst case) 並加以最小化，而得到主題之穩健最優解 (Robust solution)。

不確定最佳化(2/2)

- 使用集合概念來代替機率分配描述不確定時，可使我們利用許多成熟已知的凸集合分析來解析問題，包含 Lagrange Relaxation 法等，對於近似解的上下界也可進行分析。
- RO 所得解雖是近似解，但其必滿足原限制式。

相關研究議題(1/2)

- **不確定線性規劃**
  - 實際應用如穩健單色電磁天線(Monochromatic electro-magnetic antenna) 之設計。
- **不確定二次規劃**
  - 包含不確定二次規劃問題、橢球型態之不確定性與圓椎式不確定性二次規劃問題。
- **不確定半正定規劃**
  - 不確定性受限於方形或球體限制區域。

相關研究議題(2/2)

- **不確定線性迴歸**
  - 應用於電視機真空管之製造。
- **不確定可調節之多階段最佳化**
  - 實際應用如仿射可調節之不確定對應變數(Affinely adjustable robust counterparts) 於不固定原料供應商之存貨管理、控制多階層多週期的供應鏈。

小結

- 在實務執行上，許多困難與挑戰必須克服，
  - 不確定性之機率分配必須為已知。(至少必須估計)
  - 當問題規模快速擴大時，有限狀態近似評估法之計算複雜度變得無法預知。
- 穩健最佳化的發明並非意味著隨機規劃即將被取代，而是可視為其他現有工具 (或方法) 的後續延伸。

理論型研究四

隨機流量網路

隨機流量網路(1/2)

- **隨機流量網路**
  - 指一具有特定拓樸之系統，其組成元件包含多個節點 (node) 與多個傳輸邊 (arc) 所構成。
  - 在真實世界中，網路上的每個元件 (傳輸邊或節點) 可能由於全部失效、部分失效或維修保養等因素，使得各元件之產能 (capacity) 具有多種狀態 (multistate)。

隨機流量網路(2/2)

- **隨機流量網路之分析**
  - 採用最小路徑 (minimal path: MP) 或最小割集 (minimal cut: MC) 等兩種方法，以利後續系統之績效評估。
- **網路可靠度**(系統可靠度)
  - 定義為流量能夠由起點成功傳送至終點的機率值，可視為一網路滿足需求之績效指標。

MP 與 MC

- **Minimal Path**
  - 指其傳輸邊集合中除去任一條傳輸邊則不為一條路徑。
- **Minimal Cut**
  - 指其傳輸邊集合中除去任一條傳輸邊則不為一組割集。
- **搜尋 MP 與 MC 之集合**
  - 直接列舉法 (direct enumeration)、布林函數 (Boolean algebra) 、集合論 (set theory)、啟發試演算法尋找 MP 及透過節點切割尋找 MC 。

網路可靠度之計算(1/2)

- **可靠度精確值**
  - 尋找網路的MP 或 MC
  - 透過 MP 求算滿足需求的下界向量 (稱之為d-MP)；或透過 MC 求算不滿足需求的上界向量 (稱之為d-MC)
  - 計算滿足 d-MP 以上的機率即為可靠度；或計算滿足 d-MC 以下的機率即為不可靠度 (可靠度 = 1 – 不可靠度)

網路可靠度之計算(2/2)

- 可靠度估計值
  - 透過蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo simulation) 隨機產生一組系統狀態，進而判定在此隨機狀態下需求是否能成功由起點傳遞至終點
  - 反覆產生系統狀態與判定，將傳送成功與失敗的次數累積統計後，即可估計網路可靠度 (可靠度 = 成功次數/總實驗次數)

集合與機率之計算

- 計算各集合的機率時，經常使用下列方法：
  - 交集互斥法 (inclusion-exclusion principle)
  - 不相交事件法 (disjoint-event method)
  - 狀態空間分解法 (state-space decomposition)
  - 遞迴不交和法 (recursive sum of disjoint products，RSDP) 。
- 在 Zuo et al. (2007) 提出了 RSDP 演算法後，驗證了 RSDP 的計算效率遠優於狀態空間分解法。因此，近年來RSDP演算法已逐漸被採用於網路可靠度的計算上。

實務應用議題(1/2)

- 電腦系統-台灣學術網路 (TANET)、台灣高等學術網路 (TWAREN)、美國國家科學基金網路 (NSFNET)
  - 主要採用以時間為基礎的隨機流量網路作為原型，並因應現實需求而納入成本、維修、正確率等限制式，使得理論模型得以契合實務需要。

實務應用議題(2/2)

- 技術密集產業 (印刷電路板、觸控面板) 與勞力密集產業(製鞋產業)
  - 提出相對應之產線配置決策模型。
- 供應鏈相關
  - 針對多商品配送作為研究，包含了各類型電子產品配送系統之績效評估。

最佳化議題

- 假設給定一網路架構 ，可透過柔性計算方法決定出最佳之資源配置使得在此資源配置下，不僅能滿足資源配置成本限制外，且使得網路可靠度最大
- 網路拓樸的最佳化設計
- 網路可靠度達到最大之外，同時成本花費上達到最小。

小結

- 隨機流量網路在理論與應用上，可涵蓋諸多主題之研究。
- 隨機流量網路之應用更貼近於實際系統需求，並提供業者作為評估其系統之指標值，判斷其網路是否符合管理者或顧客之標準，並藉由最佳化議題之應用重新改善或設計網路，提供管理者作為決策之參考。

應用型研究一

醫療與健康照護的應用

醫療環境之趨勢

- 醫療環境對於效能與效率的需求及服務品質的要求日益增加，然而醫療保健不但事關生命且其成本所費不貲。
- 如何在有限之資源條件下，應用相關科技研發醫療保健系統與制度、達到醫療保健資源最佳利用與配置，遂成為當下重要議題。

台灣醫療與健康照護現況

- 根據數據顯示 10% 的老人人口之醫療費用約佔目前國民醫療保健支出五分之二，由此證實高齡病患之醫療費用是健保財務的重要負擔。
- 為提昇老人醫療健康照護品質、改善健保財務，亟需制定出最佳醫療照護決策，以促使各項醫療資源利用更有效率。

作業研究於醫療保健與健康照護議題之起源

- 美國作業研究與管理科學學會 (INFORMS) 於 2006 年首度發起之最佳化研討會 (INFORMS Optimization Society Conference, 2006)，即以「最佳化與醫療保健 (Optimization and Health Care)」為研討主題。

相關研究議題(1/2)

- 醫療政策
- 公共衛生與預防醫學議題
- 醫療供應鏈
- 社區醫療與遠端醫療系統
- 醫療資訊系統
- 醫療機構之作業管理

相關研究議題(2/2)

- 醫療機構之營運績效評估
- 醫療機構之資源管理
- 智慧診斷與判讀
- 療程最佳化
- 長期照護系統

小結(1/2)

- 醫療院所與作業研究基礎理論相關之問題：
  - 人力資源規劃
  - 醫療空間設施規劃排班作業
  - 療程規劃
  - 醫療成本效益分析
  - 病患預測與等候線分析
  - 醫療服務品質
  - 存貨管理

小結(2/2)

- 作業研究應用於醫療保健領域重點：
  - 高齡病患長期照護服務系統
  - 中長期社區醫療資源配置規劃與組合決策分析
  - 遠距醫療系統建置結合雲端照護平台
- 靈活運用作業研究相關分析模式與演算法則於醫療管理問題，期望能確實改善並提昇醫療保健管理績效，進而優化醫療產業整體服務品質。

應用型研究二

能源永續系統之應用

永續發展的持續關注

- 「永續發展」近年來不僅成為各方最為關注的焦點之一，亦為初期建立策略架構時必定納入的考量方向。
- 「永續發展」深具前瞻性，其研究領域範圍廣泛，從策略架構、模型建立，到實際執行、評估與管控，顯示其為跨領域整合議題。

相關研究議題(1/3)

- 生命週期評估之工具或方法架構
- 綠色/永續供應鏈管理理論與實務，及風險評估模型之建立
- 能源、及資源管控之系統與模型
- 水資源管理與開發

相關研究議題(2/3)

- 情境分析與多準則決策評估
- 天然氣運輸系統之容量擴充規劃
- 風力發電預測系統模型之建立與評估
- 建築能源管理與監測系統模型之建立

相關研究議題(3/3)

- 電子產品回收管控
- 沼氣廠之評估
- 碳足跡與碳管理在供應鏈中之模型建立
- 全球模型系統之開發
- 生態化設計之指標的建置

小結

- 作業研究學者可以就以下幾個方向發展，協助業界提升環境品質與綠色競爭力，嚴守地球資源耗用的承載能力，避免侵害未來世代使用資源與環境的權力。
  - 數學建模與規劃
  - 資源分配
  - 系統控制
  - 決策分析
  - 風險管控

應用型研究三

財經工程之應用

作業研究於財經工程上之發展(1/2)

- 作業研究方法最常被運用於財經工程領域的莫過於：
  - 投資組合最佳化
  - 資產配置
  - 複雜金融工具的評價
  - 金融資產之套利及避險

作業研究於財經工程上之發展(2/2)

- 而作業研究方法也被許多金融監理單位用以設定：
  - 金融機構資本適足率的標準
  - 籌資決策分析
  - 金融市場套利

作業研究應用於投資組合

- Markowitz將投資組合相關問題視為二次數學規劃問題 (Quadratic Programming Problem)，並發展對應之演算法，此法為作業研究技巧被設計來解決財經工程領域相關問題之最佳典範。
- Konno and Kobayashi (1997) 建議使用二次數學規劃方法來建構股票和債券投資組合。

作業研究求解資產配置問題

- 傳統的平均數-變異數投資組合模型主要在處裡單一期間的資產配置問題
- 資產配置議題已逐漸趨向多期決策與面對不確定因素而作的決策。目前在求解多期的資產配置問題主要透過隨機規劃(Kouwenberg and Zenios, 2006; Kusy and Ziemba,1986; Ziemba, 2003)

衍生性金融商品之議題 (1/2)

- 以蒙地卡羅法解決相關財經工程之資產訂價問題 (Joy, Boyle and Tan, 1996)
- 以蒙地卡羅法算衍生性金融商相關避險參數 (Broadie and Glasserman, 1996)

衍生性金融商品之議題 (2/2)

- 採用動態規劃(Dynamic Programming)於美式選擇權議題 (Dixit and Pindyck, 1994)。
- 以線性規畫 (Linear Programming) 相關方法運用於有限差分近似 (Finite Difference Approximation) 來求解美式選擇權 (Dempster, Hutton and Richard, 1998)。

小結

- 作業研究與財經工程領域的影響是雙向的，許多作業研究技巧常被運用於財經工程領域並建立來發展或改進作業研究相關技術。
- 對於作業研究之學者，如欲進一步了解有關作業研究於財經工程之應用，可參考的相關熱門參考書籍如：
  - Hull (2012) 之「Options, Futures and other Derivatives Securities」
  - Neftci (2008) 之「Principles of Financial Engineering

結論

總結(1/2)

- 過去數十年，作業研究領域發展了許多理論模型與有效的解題方法，著名期刊亦以刊登這些有嚴謹數學結構的論文為主。給人的印象往往僅止於「個別單一規劃技術的集合」。
- 事實上作業研究強調的是跨學域的團隊合作、系統的思考方式、資訊及組織決策程序的整合與改進。作業研究的發展應以應用為目標，解決實務問題為導向，而非僅是方法的高深。

總結(2/2)

- 除了致力於演算方法的開發之外，作業研究亦逐漸朝向理論與實務並重發展，也期望學校教育能與實務結合，結合國際趨勢的潮流。
- 作業研究是一門應用及支援各種產業之應用科學，其發展與產業之動態有密切的關聯性。
- 作業研究子學門在配合國科會的政策下，未來的研究除了持續推動基礎的傳統模型與求解方法外，亦將著力於政府公部門及民間產業的應用研究。

Thanks for your attention