

企業資訊部門之軟體專案接案決策模式— 一個多重專案與多期之專案分派模式

Developing an Assignment Model for IT Departments: A Multiple-project Selection, Multiple-period Assignment Model for Software Projects

陳仲儼 Chung-Yang Chen 劉恆安 Heng-An Liu
國立中央大學資訊管理研究所

Institute of Information Management, National Central University

(Received February 22, 2010; Final Version August 24, 2010)

摘要：隨著資訊時代與科技的普及之下，企業內持續的資訊化需求已成為企業資訊部門重要及繁重的業務。在軟體及資訊系統開發專案化之環境中，資訊部門在面臨源源不斷、大小不一的專案需求，如何以有限人力進行專案人員的指派及調度，是資訊部門重要之管理議題。因此，本研究提出一個多重專案與多期專案分派模式 (Multiple-project Selection, Multiple-period Assignment Model，簡為 MPP 模式) 來處理上述的資訊部門中軟體接案管理問題。在考量軟體專案當中多重及多期的人員指派情況，本模式在執行上為事件導向，在每一期中依據上期的指派結果加上本期的新進專案加以重新計算，並搭配田口損失函數來表示專案因延遲或未排入開發所造成的機會成本，透過混和整數規劃計算出最佳化的開發指派結果，以達多期再規劃的目的。此外，本研究舉出一個企業應用實例說明本研究模式的使用情形與討論研究限制。

關鍵字：資訊部門、接案管理、多期專案指派、多重專案選擇、混和整數規劃

本文之通訊作者為陳仲儼，e-mail: cychen@mgt.ncu.edu.tw。

本論文感謝○○○○科技股份有限公司 (NTC) 對於本研究的產學合作計畫的支持與企業問題之合作探討。作者也特別感謝在研究過程中 NTC 資訊處張○○資深處長與陳○○副處長對於本研究計畫的支持，喬○○專員對於本計畫的協助，以及陳○○課長與宋○○研究助理對於模式研發的相關的問題討論及實務驗證的投入。作者也特別感謝論文審查委員的悉心建議與諸多著實寶貴之指教，使得本論文之品質得以更加提昇。

Abstract: With the popularity of the information technology, the needs of continuous, ad-hoc information system (IS) development in enterprise have become critical and heavy work to IT departments. In the context of project-oriented software and IS development, IT departments have been facing endless and variety of projects requirements. How to continually and effectively arranging the projects with limited manpower becomes an important issue of IT department. Therefore, this study proposes a multiple-project selection, multiple-period assignment (MPP) model prototype to handle the problem of software project selection and assignment. The MPP model is event-driven in operation. In each period, the model re-computes based on the results of last period and the incoming projects of current period, together with Taguchi Loss Functions which represents the costs from past project delay and the possible delay due to un-assignment, all of which is calculated through mixed integer programming (MIP) for the optimized results of developer assignments and corresponding development rates. Furthermore, this study illustrates a case of multiple-project selection, multiple-period assignment for software projects. The actual usage patterns are discussed.

Keywords: IT Organizations; Continuous IS Projects Assignments; Multi-period; Multi-project; Mix-integer Programming

1. 緒論

1.1 研究背景

企業的資訊部門（以下簡稱為 IT 部門）在企業資訊化中扮演著一關鍵之角色；其肩負著來自組織中其他單位之委託，以資訊化及維護各式的資訊系統。在現代企業專案化的運作之下，IT 部門通常把這些資訊化需求以專案方式來進行 (Engwall, 2003)。隨著商務環境對電腦資訊的倚賴日益增加，各種軟體系統的專案需求與維護常接踵而至，造成了 IT 部門處理委託專案的工作量也相對繁重。然而，並非每個 IT 部門都擁有充足的人力來處理所有的委託。此時，軟體專案的選擇及規劃便成為資訊部門的一個重要課題；亦即，在面臨源源不斷、大小不一的專案需求之下，如何運用有限的 IT 人力資源，持續安排出最有效、最佳化且符合公司政策，便成為 IT 部門在連續多重專案與多期專案之選擇與指派上的一個重要研究議題，本研究稱之為『接案管理』。

為了能夠更有效地投入人力資源至開發案上，組織必須要有一套系統性的接案管理作法，來讓組織取得整體上的最大開發效益，而不僅是片面單一專案或單一時期獲得效益而已。有別於傳統的專案規劃—特別是指派，係針對單一專案來進行規劃，多重專案管理是近幾年專案管理

領域的新興課題，其探討了有關如何利用有限人力資源限制下進行專案選擇與指派 (Dowson, 1993; Elonen and Arto, 2003; Li *et al.*, 2003; Payne, 1995)。此外，若考量到時間構面，如何讓專案在對的時間指派給適切的工程師，以讓專案不僅單一時間點上有效分配外，也能在整體上、長期上有更佳的配置是更重要的事。為此，本研究認為，在層出不窮的委託案需求情況下，資訊部門於每次的規劃 (current period) 都是需要考慮與承受來自前期 (last period) 規劃的後果。如此多重 (multiple projects)、多期 (multiple periods) 專案管理有關有限資源的分配，特別是人力規劃與指派，加深了 IT 部門在接案管理上的複雜與困難度。

1.2. 研究動機與目的

因此，IT 部門的接案管理所欲解決的問題，對於本研究而言為一多重專案的選擇及連續指派問題 (A multiple projects selection, continuous assignments problem)。本問題進一步展開如下：

- (1) 資訊部門需要一個系統性 (systematic) 與永續性 (sustainable) 的資訊委託案的接案流程，以選擇來自企業內各種委託案來進行開發。
- (2) 在這些開發案當中，資訊部門如何在當期有限的人力條件下來進行指派，或暫緩某些委託案，交由下期再規劃。
- (3) 對於規劃後開發案的指派結果，如何因應環境改變如專案的完成、或新委託案之加入，以驅動下期的再規劃。

針對以上問題，本研究提出一個多重多期再規劃接案決策模式 (multiple-project selection, multi-period assignment model，簡稱為 MPP 接案決策模式)。其中，多重專案與人員指派運用了混和整數規劃 (mix integer programming)，其考慮 IT 開發人員的實務經驗與專業能力等級，來規劃人員的可用專案開發能力 (development capacity) 與專案配置 (project allocation)。而多期再規劃的部分本研究則是設計成事件導向，透過模式中定義的兩種事件來驅動模式進行第 N+1 期的再規劃。此外本模式另一特色即是應用田口損失函數 (Taguchi loss function) 來描述在多期觀點下因為：(1) 插案 (preemptive IS project requests) 而導致延誤到正進行的專案 (正進行的專案本研究稱之為『開發案』) 所產生的累計延遲損失、以及(2) 人力滿載而延遲某等待進行的新專案 (對於未排入開發的新專案本研究稱之為『委託案』) 其實現價值的延誤的機會成本損失等考量，每期在達最大總體專案效益下的接案指派最佳人力配置。

在實務應用上，我們將模式實際使用於國內一家較具規模的高科技公司的資訊部門。○○○科技股份有限公司 (以下簡稱為 NTC) 是台灣在 DRAM (動態隨機存取記憶體) 之研發、設計、製造與銷售的主要企業之一。由 4200 餘位員工所組成的企業，NTC 的 IT 部門運用本模式於接案管理實務上，以協助其達成多重專案多期再規劃的境界。在學術發展上，我們也針對現今文獻中有關專案指派的模型與本研究的 MPP 指派模型作一比較，以整理出模式的特色，也報導使用限制，並提出未來的研究方向。本論文其它架構如下。第二章將探討目前相關之研究文

獻；第三章介紹 MPP 模式，其包括演算式內容以及事件導向的模式決策流程；第四章呈現企業實例；第五章為模式比較及研究限制；第六章則是結論。

2. 文獻探討

在本章節中，我們首先探討專案管理中專案規劃議題，並探討有限資源下專案排程 (resource constrained project scheduling) 的問題以及相關作法；接下來則進一步討論專案指派 (project assignment)、特別是在軟體專案 (Software or IS projects) 之相關模式的文獻，並且比較這些軟體專案模式之間的特性；最後則介紹本模式所採用的田口損失函數 (Taguchi loss function) 以及應用方法。

2.1 專案規劃

就研究範圍而言，本研究屬於專案管理當中的專案規劃 (project planning) 之議題，並處理有關資訊部門接案後指派專案給 IT 開發員工執行之相關問題，以符合管理者所要求的效益最大化之目的。所謂專案規劃，本質上是指組織專案中從事執行、監控、控制其任務及資源的工作 (Harrison, 1985)。美國專案管理協會 (PMI, 2008) 在其 2008 年出版的第四版 PMBOK (Project Management Body Of Knowledge) 當中，將專案規劃這個部分定義為包含確定專案範圍、定義和最大化專案效益等目標，以及未實現上述目標而制定行動方案的一系列過程。根據 Engwall (2003) 的報導，專案管理概念及規劃實務應用於各領域非常廣，特別是在規劃專案、如何讓專案滿足其組織目標已成爲廣泛討論的議題。其中，有限資源規劃問題爲現今在研究與專案實務上的熱門話題 (Bouleimen and Lecocq, 2003)。

專案人員的指派問題 (assignment problem) 也爲專案資源規劃之一個重要議題。所謂指派問題，在作業研究觀點則是指將數個任務分派給數個受託人的數學規劃求解 (Lieberman, 2005)。也就是說，如何將適當的軟體開發任務交給適當的人員，以求專案效益目標最大化的研究。就學者 Patanakul *et al.* (2007) 所發表的模式而言 (如圖 1)，專案指派作業主要可分成兩部分：(1) 發掘專案管理者進行專案指派的流程與準則；(2) 發展支援專案指派的方法論。其中，第一部分考量專案如何去指派，以及指派的商務流程並建立成功指派的判斷要素。而第二部分則是討論指派模式的計算方式以及最佳化方法。若就其整理的內容而言，本研究專注於第二部分中模式制定的部分，並研發一套模式來決定專案在多期當中的連續最佳指派。

就指派模式及最佳化方法而言，文獻中已有針對指派問題的相關討論。例如 Mian and Dai (1999) 採用層次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 進行專案指派。其根據專案需求、專案管理者技能、相關科技技術支援以及專案管理者的人格特質來進行專案配對 (pair-wise) 的分析。然而該研究僅針對單期進行多重專案指派，並未考量到多期以及持續規劃的問題。此外

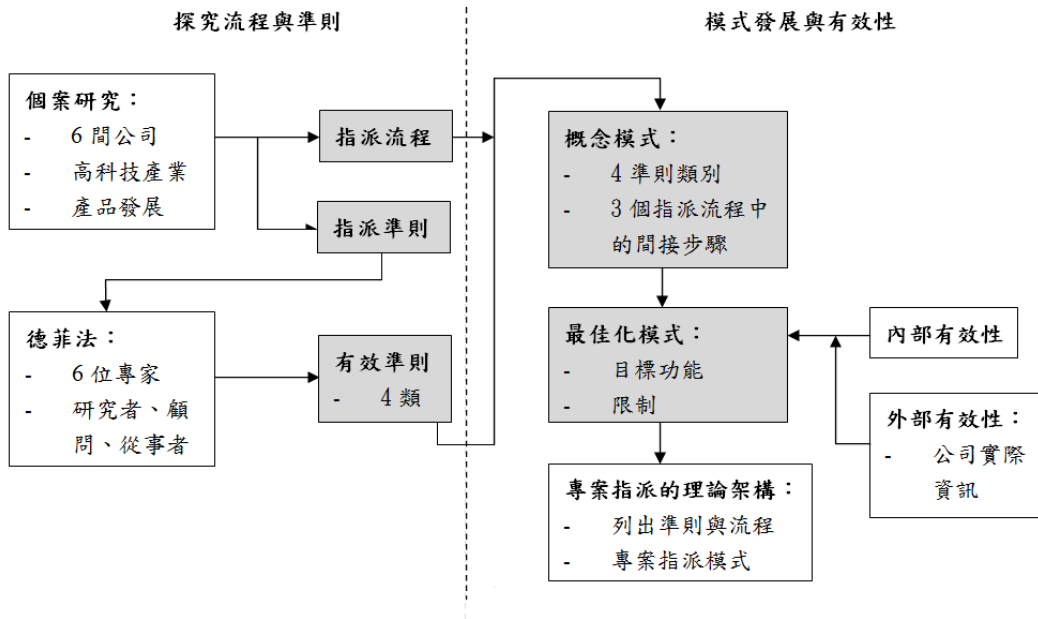


圖 1 Patanakul *et al.* (2007) 所整理的專案指派的研究流程

Bassett (2000) 爲了達到組織內資源最大利用與組織外資源最小利用，其利用數學規劃 (math programming) 與啓發式方法 (heuristic approach) 最佳化指派工作給員工與專家。其在文章中提到可應用於實際指派問題，但無實際企業執行說明以展示實際執行情形。學者 LeBlanc *et al.* (2000) 則在營建專案管理上運用二元整數規劃以及考慮員工變動與專案變更，針對最大貢獻和最小成本等因素與專案管理者進行配對。

專案規劃者除了著手處理多專案 (multi-project) 指派問題之外，也應考量到現實中多期 (multi-period) 的問題。專案會隨著時間的推進而產生新的專案、或是完成目前專案，其規劃與指派的方式必須要能動態再規劃，以持續保持最佳化規劃結果，此即多期再規劃 (multi-period re-planning) 議題。對於專案化製程而言，學者 Kalpic *et al.*(1995) 對多期再規劃定義爲，計算出最佳生產組合，與達到產能與物料平衡，在最大化利用率與最小化資源耗費條件下，針對現在或未來一段水平時間進行生產規劃。Wu and Sun (2006) 則針對先進排程研究提出研發案的多期多重規劃，其並進一步考慮到學習效果所帶來委外成本下降之效應。這對於軟體開發業務的資訊部門來說，即是員工的開發經驗將隨著所執行過的專案數的累積而增加。學者 Aronson (1986) 提出了考量多期指派中員工轉換任務之成本問題。學者 Miller and Franz (1996) 採用 Binary-Rounding Heuristic 法來解決多期多工指派問題。然而該研究假設專案進入時間爲可預期，例如在年度預算編列時各部門所提出的年度專案需求情況下所做的總體規劃。學者 Romeijn 及 Morales (2001) 則提出了一個一般性隨機模式 (general stochastic model)，用來處理工業中

客戶與倉儲在 multi-period, single-sourcing 的情況下的服務規劃問題。透過以上相關的研究，我們可以了解目前文獻中對於多期再規劃的研究大多屬於生產或服務管理領域。

2.2 軟體專案多重專案或多期指派的相關研究

在現今軟體專案領域也有著有限資源的問題，特別是開發人員方面 (Marchewka, 2010)。這對於經常面對大量、不斷的資訊需求的 IT 部門而言，所呈現的主要問題為其所承接的專案往往多於其所能處理的數量與開發能力。本研究認為，開發人力在對於以人為主的軟體專案開發而言扮演著一個主要的角色。由於之前所描述的資訊部門面臨之問題，軟體開發人員的指派應考量到多專案且多期連續動態規劃的情況。然而目前的相關研究報導並不多，以下是這些研究的探討。

學者 Smith *et al.*(2001) 進行了軟體專案中任務指派 (task assignment) 及模組指派 (module assignment) 的實證研究，考量到現實中人員-任務之多對多關係，並指出四個任務指派的要素：團隊大小 (team size)、並行 (concurrency)、強度 (intensity) 和分割 (fragmentation)，再輔以 COCOMO 成本估算模式以進行其規劃。然而該研究僅為單一專案中人員指派，無法應用在多個專案中最佳化指派求解的情況。學者 Tsai *et al.* (2003) 結合關鍵資源圖 (critical resource diagram, CRD) 和田口參數設計法 (Taguchi's parameter design) 於軟體開發專案上的人力資源進行指派。此研究首先將軟體專案的工作任務和員工技能之間的關係用 CRD 呈現，接下來使用田口參數設計選擇適合的人力資源。在田口參數設計中，人力資源被視為可控制的因素，而任務則為複雜、不可預測的因素，然而在該文獻中，無法選擇接案/不接案，以及多人同時處理任務之指派。學者 Joslin and Poole (2005) 採用了以模擬為基礎的規劃演算法 (simulation-based planning algorithm) 處理軟體專案管理中有關規劃方面的問題，其目標為延續一些人工智慧規劃技術，來進行任務的選擇及規劃。此篇主要以模擬的方式求解單一專案指派，尚無法處理多重專案的選擇。

學者 Chang *et al.* (2008) 使用了基因演算法進行軟體專案上的規劃與指派。該論文延續其 2001 年的研究，改善原先模式，讓其模式更準確及更實際。例如，在新的論文中加強了任務與員工能力之間的關聯、並增加「時間」要素—即將原先二維模式變更為三維模式，使其能夠有員工再指派 (re-assignment) 的功能。但該研究仍屬於單一專案之多任務多期求解，反而並無考慮單一期間的多重專案情況。學者 Barreto *et al.* (2008) 使用限制滿意問題 (constraint satisfaction problem) 及最佳化方法解決專案員工分派問題。其透過了解每位員工的能力，依以下方式進行指派：(a)員工必須擁有該任務所需要的所有能力，才能指派該工作給該員工，(b)員工必須在該任務之執行時間內無其他任務，才能被指派。隨後即採用使用限制滿意問題之方程式求出解。其並提出數個效用函數 (utility functions) 供管理者選擇其整體規劃上之策略。該模式在實務上有稍嫌不足處，是在於沒有包含人力吃緊以及委託案眾多情況下，開發人員有可能會兼進行一個以上的專案。下表 1 是針對本節中所提到之指派相關文獻所進一步的整理與比較。

表 1 軟體專案指派相關文獻整理

作者(年代)	處理的問題	求解方式	特色	限制或不足
Barreto <i>et al.</i> (2008)	多期、多重專案之指派問題	限制滿意問題 (Constraint Satisfaction Problem)	考慮員工能力和可用時間，並且提供效用函數供管理者選擇	(1)一些因素無法動態規劃 (2)靜態模式中的關係不易變更 (3)無考量一人同時進行多專案的情況
Chang <i>et al.</i> (2008)	多期、多重專案之指派問題	基因演算法	有考量到時間因素及再規畫	該文獻並非處理多重專案的選擇問題
Joslin and Poole (2005)	多重專案與多位員工之指派問題	以模擬為基礎的規劃演算法與 AI	有考量到資源再指派、中止任務等問題	(1)無法用於多重專案選擇上 (2)無實際專案作為範例
Smith <i>et al.</i> (2001)	多重專案與多位員工之指派問題	COCOMO cost estimation model	考量到專案指派的四個特性	(1)未考慮多期因素 (2)無實際情況資料
Tsai <i>et al.</i> (2003)	多重專案與多位員工之指派問題	CRD 和田口參數設計法	首先比較員工能力與專案之間關係	(1)無法選擇接案/不接案 (2)未考慮多期因素 (3)未考慮多期因素

2.3 田口損失函數

田口損失函數 (Taguchi loss function) 是由學者田口玄一 (Taguchi Gen'ichi) 所提出以圖形方式量化出生產變數對於產品品質所影響的非線性價值之概念 (Antony and Kaye, 2000; Pi and Low, 2005; Ross, 1996)。其認為「品質是產品運送到顧客手中後，對社會所造成之損失；品質損失是品質特性未能符合目標值所造成之費用和資源之浪費。」此種概念有異於傳統的品質衡量方法，以往認為產品只要在一定誤差範圍之內即是為合格產品；而此種方法認為，產品品質皆有目標值，當品質特性偏離目標值 T ，會有平方遞增的品質損失產生。其數學式可表示如下 (Goetsch and Davis, 2009)：

$$L(y) = \begin{cases} 0, & \text{若 } y = T \\ k(y - T)^2, & \text{其他} \end{cases}, \text{ 其中 } k: \text{ 損失函數的常數值}$$

損失函數可分成五種種類望目型 (nominal the best)、望小型 (smaller the better)、望大型 (larger the better)、不對稱型 (asymmetric) 與原點直線型 (zero-point proportional) (Roy, 2001)。其中望小型損失函數 ($L(y) = k y^2$)，其目標為使 y (延遲) 之值越接近 0、越小越好，若當 y 越大時，則造成的損失也會以平方遞增方式隨之加大。

就專案多期多重規劃而言，現有的文獻中鮮少有考量在多期情況時如第一章所言之兩種機會成本的損失，即因開發案延遲或委託案未排入開發所造成之機會成本。本研究嘗試導入田口

損失函數，藉以將上述之機會成本置入模式中，並透過望小型損失函數的函數平方遞增之特性，來表示出專案或委託案因延遲越久損失越大的現象，並能展現出等待愈久的委託案或延遲愈久的開發案因機會成本愈大而損失越大而更需被注意的概念。

3. 研究方法

針對以上研究目的以及了解目前相關研究之後，本研究針對資訊部門提出一個有關軟體專案之人力指派之 MPP 規劃模式。此模式的運作具有以下目標：(1)透過 MPP 模式中之混合整數規劃公式求出指派之最佳解；(2)考量延遲所造成的機會成本或損失；(3)合理地計算出每位員工同一時間適合的接案個數，(4)持續性地提供最佳化規劃策略。

3.1 模式名詞定義

在進行本模式之前，作者先將有關本研究有關的名詞加以定義與說明如下：

(1) 專案規模

一般而言，企業的資訊化需求有規模上之差別。例如在稍後的案例報導中，個案組織日常處理的委託案許多是小規模的系統維護，而這些都應納入模式考量。MPP 模式將所處理的專案規模分成大型專案或標準專案 (standard project)、以及小型專案 (mini project)。例如在稍後報導的個案組織，其將大專案定義為 6 個人月以上；而小專案則是 5 人日到 6 人月。

(2) 專案拆解 (project breakdown)

為了讓專案能由多人協同完成，MPP 模式將大專案進行拆解。一般而言，專案的分工可依程序 (例如不同階段由不同人員執行) 或功能 (例如 ERP 專案可依不同業務功能模組交由不同專業領域 IT 人員來負責開發)。本模式之專案拆解方式則是依照功能模組—即功能點，function point (Marchewka, 2010) 並考慮五個構面：外部輸入、外部輸出、外部查詢、內部檔案，與外部檔案等 (Pressman, 2004)，來評估專案之複雜度以及預估專案工時，課長與經辦共同討論後將開發案拆解成多個專業工作區塊或謂之子專案，每個區塊由一位相關專業員工所負責。例如某一標準型專案 (大專案) 拆解成三大功能部份，各部份皆依瀑布式系統開發生命週期方式，即系統分析、設計、程式撰寫、測試與整合等程序進行開發。此時該專案即拆解成三以專案工作區塊或子專案。

(3) 委託案佇列等候區 (project queue)

對於尚未排入開發的案子，本模式稱為委託案佇列等候區，或簡稱為佇列區。模式於每次進行指派再規劃時，會將位於佇列區的委託案與正進行的開發案一併考量，在最大的總體專案效益的目標規劃之下，模式嘗試將佇列區的委託案排入開發，再行調整員工對於這些開發案的開發值。

(4) 開發能力 (development capacity) 與員工經驗等級 (experience level)

開發能力即是指模式對於每位可指派員工的開發值配額，其包括已投入/已指派的開發值 (engaged or assigned space)、未使用開發值 (available space) 與保留緩衝開發值 (reserved space) 三部分。每位員工的開發能力預設值可為 1，但會因為資訊年資不同或執行過的專案數而上下調整。MPP 模式將員工分成三種等級：(1)資深工程師、(2)一般工程師、及(3)新進工程師，三者的開發能力有所不同，並將員工的經驗等級設計為員工開發能力的加權數值。例如在稍後的案例組織其是將上述三級的員工各給予 1.2、1、0.8 等數值。模式利用這樣的設計來確保：(1)較有經驗員工可以進行更多的開發、(2)新進員工分配較少的專案工作，以利學習。另外，模式也定義『保留開發值』，做為讓員工處理其他部門日常工作例如開會、或 5 人日以下微小的程式修改等委託案、或是處理專案預期外的狀況等。在企業已給予開發能力差異上的寬裕與期望之後，員工則以責任觀念來進行所賦予的工作。

(5) 專案效益

對於資訊委託案，提案單位通常可以提出因專案完成系統上線後所帶來的組織效益，以提供資訊部門在接案審查時參考。對於此，專案效益於 MPP 模式而言是指專案管理與規劃中的可量測的組織效益 MOV (measurable organizational value) (PMI, 2008)。MPP 模式並依所有提案的 MOV，透過所設計的限制式以求總體效益最大化之指派規劃解。

(6) 模式假設

本模式有以下的假設：

- 1) 假設同一專案拆解而得的工作區塊在同一期裡具有等分的開發值需求
- 2) 已被指派的專案不可完全停止開發；意即，模式對於進行中的開發案於再指派時有設定人員對專案之最少開發下限值
- 3) 已被指派的專案，除非有必要，不可替換開發員工
- 4) 由於大專案較複雜，指派時大專案模型應將其分配給具較高開發經驗值的員工

關於 2)項的開發下限值之假設，其是由於軟體專案高度複雜及脈絡相連的特性 (Chen and Chen, 2009)，不適合隨意將一個正在開發的專案暫停，若暫停後的復工，可能需要花額外的時間重新熟悉，造成更多的影響。因此模式假設開發中的專案於再規劃時設有開發值下限，以確保其得以持續進行。而 3)項所言之更換員工進行專案也可能有類似的問題，軟體專案的轉換成本亦是相當昂貴 (Barreto *et al.*, 2008)，不能以一般非軟體專案的計算方法去評估，故在本研究我們希望也假定不應替換。

3.2 模式設計

MPP 模式內容包含了一個混和整數規劃指派模型，以及為了實現多期運作理念而定義的模式運作的觸發事件。以下進一步說明模式的設計內容。

3.2.1 混和整數規劃 (MIP) 指派模型

本模型旨在於每次的規劃指派時，總體的專案效益為最大。模型先依照專案效益排出指派優先順序，並搭配員工經驗，依序指派給合適的員工。若合適的員工開發值已用盡，模型便計算插案、或是交由他人執行、不執行時何者有較大的效益。本模型的特色之一，即是在考慮插案時，受影響而延誤的進行中的專案其效益會因延遲而減少。同時，考慮中的委託案若不排入，其預期實現的專案效益會因延遲排入而延後實現。也就是說，當一委託案在歷經數期等待之後其未實現的價值會隨之增大，以突顯其急迫性。我們將此等待成本定義為影響資訊部門商譽的機會成本，並納入總體效益的計算之內。這樣的設計是為了協助專案效益較小的弱勢委託案得以隨等待時間的拉長而增加被排入開發的機會。例如，某委託案的專案效益為 10,000 元/月；若延遲了該專案系統上線三個月，形同組織損失這三個月的專案應實現的效益 (10,000×3 = 30,000 元)。若進一步考慮到商譽等連帶造成的影響，其損失的數額比上述的線性比例情況更加劇。我們將此等待成本定義為機會成本，並納入『總開發效益』的計算內。因此，若一個開發案的開發效益為 200 萬的專案，如果先前因未被指派、或無法全力執行而延遲時，在新的一期計算上，其總效益為 200 萬+延遲成本 (即機會成本)。如此一來即可提高專案被指派的機率，使延遲較久的專案更有可能盡快動工。

接下來我們進一步介紹本模型設計。表 2 為模型所使用的變數之說明。

(1) 極大化目標函式

$$\text{MAX } Z = \sum_i \sum_j B_{ijk} \times X_{ijk} \quad \text{for all } i, j \quad (1)$$

(2) 開發案效益計算方式

$$B_{ijk} = [M_i + L_{i(k-1)} - O_{ik}] \times E_{jc} \quad (2)$$

B_{ijk} 為模式效益，其計算方式為專案總效益減去若本期決定將之延遲會造成的損失。專案總效益為一加權值，其等於專案效益 (即 MOV，請見 3.1 節第五項名詞定義) 加上該專案在前期已造成的累積延遲損失 ($L_{i(k-1)}$)。透過這樣的設計，即把已發生的延遲損失凸顯在專案效益的方式，來使得一些原本已經延宕或遲未開發的專案得以提高其被排入開發的機會。 O_{ik} 是專案 i 在本期的規劃結果對專案所可能會造成的機會成本之延遲損失。模式將 O_{ik} 視為一個減項，其主要目的是讓模式考量到若本次決定將該專案展延 (可能因其它插案)，其對專案總效益可能的影響，以期能減少可能的延遲。此外為了讓開發案指派與員工能力相結合，我們將專案效益與員工經驗值相乘，做為計算上所求之最大值目標函數。一般而言，在責任制的資訊部門中，不論該期專案多寡及每位員工的接案情況，皆是固定薪資，故在每一期的人力成本皆屬固定。在此條件下，模式是以專案效益與員工經驗值相乘的方式，讓計算效益上能獲最大值。

表 2 MPP 模型的變數

I	專案編號
J	部門員工代號
K	期數
X_{ijk}	二元決策變數,表示在第 k 期專案 i 由部門員工 j 所接受
B_{ijk}	專案 i 在第 k 期中由員工 j 開發所獲得的模式效益
O_{ik}	專案 i 在第 k 期可能產生的累積延遲成本
$L_{i(k-1)}$	專案 i 在第 k 期之前已造成的累積延遲成本
K_1, K_2	田口損失函數中的常數值
M_i	專案 i 的開發效益
D_i	專案 i 的工作區塊數
E_{jc}	員工 j 對於 c 類型專案的開發經驗
e_{jk}	員工 j 在第 k 期的開發能力
P_{ik}	專案 i 在第 k 期中的優先順序 (越高越優先執行)
r_{ijk}	在第 k 期專案 i 第 j 個員工的開發率之指派結果。 $0 \leq r_{ijk} \leq 1$
q_i	專案 i 的預設開發率
er_j	員工 j 的保留空間, 此空間是不分配給指派規劃中的委託案
t_{ik}	專案 i 在第 k 期所造成的延遲
ez	開發中專案規定之最低開發值

(3) 延遲開發案之機會成本與損失

$$O_{ik} = (1 - \frac{\sum_j^j r_{ijk} / D_i}{q_i})^2 \times K_1; \quad L_{i(k-1)} = t_{i(k-1)}^2 \times K_2 \quad (3)$$

在模式中, 每個專案是以花費 q_i (預設為 1) 的開發值來進行, 若因須同時進行多個開發案而導致開發值不足, 則會造成專案的延遲。對於專案 i 來說, 其在第 k 期的指派開發率可用 $\sum_j r_{ijk} / D_i$ 來表示, 即專案 i 在第 k 期的指派開發率總和除以專案 i 的區塊數。專案開發率除以 q_i 則表示該專案在第 k 期的開發比率 (例如預設為 1 的開發值, 但只規劃 0.8 來進行該專案, 開發率即為 0.8); 再用 1 減去開發率, 來表示專案由於本期的規劃結果所可能產生的延遲情況。再來, 模式採用田口損失函數的方式計算, 其中若延遲越久, 則所造成的機會成本/損失會以指數的方式成長。 K_1 則是對於 O_{ik} 損失函數的常數值。而第 k 期之前已造成的延遲, 由於延遲的時間已知 (以 $t_{i(k-1)}$ 表示), 屬已發生的損失, 因此我們另以 $L_{i(k-1)}$ 來表示, 即 $t_{i(k-1)}^2 \times K_2$ 。其中 K_1 、 K_2 值會依不同組織、不同專案型態、或是不同的接案政策而異。

(4) 限制式: 單一開發案所指派的部門員工總數須等於該專案的工作區塊數或 0

$$\sum_j X_{ijk} = D_i \text{ or } 0 \quad \text{for all } i \quad (4)$$

由於開發案指派是依照工作區塊數決定指派員工數，故在決定指派之後，須同時被指派，若未被指派，則指派數為 0。

(5) 限制式：部門員工被指派的專案開發值加總不得高於其員工開發能力值

$$\left(\sum_i r_{ijk}\right) + er_j \leq e_{jk} \quad \text{for all } j \quad (5)$$

每位員工當期的開發案，其開發值加總（含保留開發值）不能超過該員工的開發能力值 e_{jk} 。參數 er_j 可依不同組織情況而有不同的設定。例如在專案式組織 (project-based organizations) 中，專案為人員的主要業務；因此用來處理專案外工作的保留開發值 er_j 明顯比職能式 (functional organizations) 或矩陣式組織 (matrix organizations) 來的低。

(6) 限制式：同一期中，同一專案的每個區塊有相同的開發值

$$r_{ijk} = r_{ilk} \quad \text{for all } X_{ijk} = X_{ilk} \quad (6)$$

此為求模式簡化及管理簡化之原則下，對於模型所加諸的一限制式。此設計參考一般 (rules of thumb) 專案管理學中線性分配比例之原則（例如 4 人月工作，兩人共同執行則工期為兩個月）。

(7) 限制式：對於每一個已指派的開發案其開發值不得低於開發下限值

$$r_{ijk} \geq ez \quad \text{for all } X_{ijk} \neq 0 \quad (7)$$

此為模式假設的第 2) 項。於本模型中，我們給予已排入的開發案設定開發值下限 ez 。參數 ez 可依不同資訊組織或不同的專案類型而有不同的設定值。

(8) 限制式：開發案優先指派順序

$$\bigcup_{j=1}^M X_{ijk} \geq \bigcup_{j=1}^M X_{ojk} \quad \text{for all } i, o, P_{ik} > P_{ok} \quad (8)$$

開發優先指派順序比較值 (P_{ik}) 較高的開發案一定要比順序值較低的開發案先獲得部門員工。優先順序根據開發案效益加上先前延遲之成本總合排序，若相同，則依開發案的進入順序來決定。

經由模型計算，可得到第 k 期時由開發案 (i) 與部門員工 (j) 所共同組成的 X_{ijk} 指派矩陣、及其所對應的 r_{ijk} 開發值規劃矩陣。圖 2 為這兩個結果矩陣的示例。於 X 矩陣中，決策變數 X_{ijk} 為 1 代表該開發案將指派給該部門員工；若決策變數為 0，代表開發案未被指派給該部門員工。於 r_{ijk} 規劃矩陣中，例如對於第一位員工 ($j=1$)，其 0.4 (r_{11k}) 的開發值被指派到一專案 ($i=1$)，其

$$X = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 1 & 0 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix} & \begin{matrix} 0.4 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.9 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.8 \end{matrix} \\ r = & \end{matrix}$$

圖 2 第 k 期中 X_{ijk} 指派矩陣及 r_{ijk} 開發值規劃矩陣範例

另外的 0.7 (r_{4ik}) 之開發空間則被指派到另一專案 ($i=4$)。此外對於該員工而言，其開發能力為 $1.1 > 1$ ，表示該員工是擁有較高的開發能力。

3.2.2 模式永續作業的觸發事件

當模型建立之後，接下來我們定義模型在多期運作之下的作用時機。MPP 多期運作是事件導向。其說明如下：每當 (1)有開發案結束，模式釋放出部門員工原投入的開發值、或是 (2)有新的專案進入時，便會啟動該指派規劃演算以進行再指派之動作。由於上述屬於動態情況，因此 MPP 模式並非以固定期間進行再規畫，而是端看有無以上事件的發生。也由於是多期再規畫，模式會在每次規劃中將新加入的開發案與上期未進行開發的開發案，一起進行重新規劃，以達最佳的指派結果。

不同於每一期皆須重新規劃的方式，事件導向的多期再規劃設計能累積前期規劃的結果，進一步帶入當期的規劃考量。MPP 模式在 $k=1$ (第一期) 行初始化之後，將第一期的案子透過上節中的混合整數規劃 (MIP) 公式計算出最佳指派方式。之後，每期依照判斷是否有上述兩事件發生而決定是否啟動模式計算；而 MIP 規劃公式在每期的運作範圍即是從事件觸發決策點後到分派結果的呈現。對於期間 (k) 的設定，可由資訊組織自行決定。例如委託案量多的資訊組織可以把一週視為一期，來更快速地排入新增的委託案以及更新部門人員的發開指派狀況。若是企業規模較小、委託案量不多或是考慮員工能更穩定、更專注於目前所執行的開發案時，資訊組織可將一期設定為較長的時間單位，例如月或雙週。

4. 實例展示

在本章節我們將 MPP 模式結合一個企業案例，以說明並展示模式的實際使用。該企業案例為國內一家較具規模的高科技廠的資訊部門。該部門運用本模式於接案管理實務上，以協助其達成多重專案多期再規劃的境界。以下是本案例展示的相關詳細內容。

4.1 案例介紹

○○○○科技股份有限公司 (以下簡稱為 NTC) 是台灣在 DRAM (動態隨機存取記憶體) 之

研發、設計、製造與銷售的主要企業之一。NTC 的資本額為 469 億 5272 萬元，其總部設在台北縣林口鄉及桃園縣龜山鄉，並於美國、歐洲、日本、以及中國大陸均設立海外行銷據點。NTC 年度營收於 2009 年為新台幣 424 億 5 仟 6 佰萬元。在由 4200 餘位員工所組成的企業規模之下，NTC 資訊處的系統開發部（以下簡稱爲資訊部）負責來自企業內各單位的資訊化的開發。由於企業規模較龐大，資訊化委託案對於資訊部而言，可說是相當重要又繁重的業務。

資訊委託案對於 NTC 的資訊部就規模而言分爲三種：大專案、小專案、及微型案，其在資訊部所占之業務比率約爲 1:3:1。資訊部將大專案定義爲 6 個人月以上的委託案；小專案爲 5 人日到 6 人月；而微型案則是僅需 5 天以內即可完成的程式修改或問題排除等工作。對於面臨持續不斷、大小不一的情況下，資訊部需要一系統化及客觀（非由資訊主管主觀決定）的方式來協助資訊部進行委託案指派及員工工作分配比例，以永續維持對 IT 人員有效率的運用。另外，資訊部了解各委託案在需求單位本位主義的態度下，皆是非常重要不可輕忽及隨意耽誤；提案單位皆希望能在預估的專案時程下馬上排入開發。因此，對於因插案而造成延誤的開發案，或是遲遲未排入開發的委託案，資訊部也需要一個較客觀的模式來進行開發指派規劃，以永續維護部門的專業公正形象。

4.2 MPP 模式的設定與使用

資訊部依主要開發功能（例如 office applications 一簡稱爲 OA、factory 等等）分爲數個課級單位。爲了呈現及篇幅限制，我們以其中一課一代號爲 OA，來進行 MPP 模式展示。

在進入模式時，其需要輸入開發案名稱、開發案類別、所需人期、區塊數、預設開發值，以及預期效益。區塊數的資訊可由 OA 課主管視其專案大小及重要性來決定該開發案的拆解數。預設開發值表示，在維持該開發值不變動下，可以在預期時間下準時完成專案。OA 課將之設定爲 $(1 \div \text{專案區塊數})$ 。再則，由於資訊部爲矩陣式組織，員工除了專案開發之外，尙有其他部門業務需進行，因此員工保留空間 (er_j) 在經了解後設定爲 0.2。對於田口損失函數中的 K_1 值，NTC 資訊部將之設定爲 $0.01 * M_i$ ，代表延遲成本與開發案效益之間有正相關的關係，其中 0.01 爲該組織的經驗值。對於已造成的延遲損失之 K_2 值，經討論後其設定爲 $0.02 * M_i$ ，用以凸顯並對企業展現該部門對於已造成延遲之專案的重視。另外，開發中專案開發值分配給員工 j 的下限，資訊部將所有專案皆設定爲 0.15。

經過上述的參數取得後，資訊部的模型設定如下所示：

$$\begin{aligned} \text{MAX} \quad Z &= \sum_i \sum_j B_{ijk} \times X_{ijk} \\ \text{Subject to :} \quad B_{ijk} &= [M_i + L_{i(k-1)} O_{ik}] \times E_{jc} \end{aligned}$$

$$L_{i(k-1)} = \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^j r_{ijk} / D_i}{q_i}\right)^2 \times 0.01M_i$$

$$O_{ik} = t_{i(k-1)}^2 \times 0.02M_i$$

$$\sum_{j=1}^j X_{ijk} = D_i \text{ or } 0 \quad \text{for all } i$$

$$(\sum_{j=1}^j r_{ijk}) + 0.2 \leq e_{jk} \quad \text{for all } j$$

$$r_{ijk} = r_{ilk} \quad \text{for all } X_{ijk} = X_{ilk}$$

$$r_{ijk} \geq 0.15 \quad \text{for all } X_{ijk} \neq 0$$

$$\bigcup_{j=1}^M X_{ijk} \geq \bigcup_{j=1}^M X_{ojk} \quad \text{for all } i, o, P_{ik} > P_{ok}$$

由於該組織長久來習慣使用 Microsoft 公司的辦公室軟體，包括了 Excel。OA 課即利用 MS Excel 的作業研究功能來執行 MPP 模式，因此接下來的畫面皆為擷取自該軟體。在模式初始化，也就是第一期時，OA 課有 6 個開發案，而員工有 4 位。圖 3 即是該課於第一期所承接的專案之基本資料。由於保密因素，於接下來的資料例如專案名稱、效益單位等等是經過適度修改及整理過。圖中我們可看出，專案 A 為大專案，其被拆解成兩等分的開發區塊；此外其餘專案皆是小專案。由於資訊委託案較頻繁，資訊部對於 MPP 的期數設定為每週一期。因此圖中的『人期』欄位意即 9 人週、或外界所常使用之 2.25 人月。

開發案基本資料								
期數(K=1)								
佇列區開發案								
開發案名稱	開發案類別	所需人期	區塊數	效益	預設開發率	進入時間	已延遲期數	延遲成本
專案A	生產二	9	2	20000	0.5	K=1	0	0
專案B	銷售二	8	1	6000	1	K=1	0	0
專案C	生產一	4	1	4200	1	K=1	0	0
專案D	銷售一	3	1	2400	1	K=1	0	0
專案E	研發	3	1	2000	1	K=1	0	0
專案F	人資行政	1	1	1300	1	K=1	0	0

圖 3 第一期開發案基本資料

另外，由於模式需要員工經驗的資訊來協助進行專案指派，OA 課希望藉此將效益高的開發案派給該類型專案開發經驗較豐富的員工來執行，以得到較好的開發結果。因此，MPP 模式記錄每位員工在每類型的開發案之開發經驗，如圖 4 所示。值得一提的是，該開發經驗表會依各員工對於執行過專案的累積而更新，進而導致 e_{jk} 的更新 (例如以下的系統規則：完成專案達某累積數量時即從一般員工晉級到資深員工，此時能力度 e_{jk} 會隨之調高)。另外，爲了要避免計算上相乘結果爲 0，模式設定一開始每個人對每種專案類型的開發經驗爲 1，之後每次完成一個專案，則會在該類專案經驗上加 1。而資深、一般、以及新進員工則以這些專案數來進一步決定。在本模式當中，被定位爲資深的工程師其可使用得開發能力設定爲 1.2 (企業薪資也相對較高)，一般工程師爲 1.1，而新進工程師爲 1.0。

在第一期指派模式當中，我們會將所有的開發案一起進行規劃，根據上一章所介紹的混合整數規劃模型，圖 5 呈現該模式二元指派的結果 (即 X_{ijk} 指派矩陣)，其中 1 代表已指派給該員工，0 代表未指派給該員工；而圖 6 表示根據最大化指派結果，產生出的開發值的分配矩陣 (即 r_{ijk} 開發率規劃矩陣)，決定每位員工在該期中投入多少開發值在該專案上。從圖中我們也可以看出此時員工的負荷 (開發值) 已達飽和。

員工資料		開發經驗						
員工編號	等級	銷售一	銷售二	生產一	生產二	人資行政	研發	財務會計
S001	資深	20	27	11	12	26	6	7
S002	資深	12	14	31	35	5	3	2
S003	一般	5	7	6	8	8	12	6
S004	新進	1	3	3	2	1	7	1

圖 4 部門員工基本資料

指派結果矩陣				
K=1				
開發案名稱	員工代號			
	S001	S002	S003	S004
專案A	1	1	0	0
專案B	0	0	1	0
專案C	0	1	0	0
專案D	1	0	0	0
專案E	0	0	0	1
專案F	0	0	0	1

圖 5 指派結果矩陣 (X_{ijk} 指派矩陣)

開發空間表				
K=1				
開發案名稱	員工代號			
	S001	S002	S003	S004
專案A	0.5	0.5	0	0
專案B	0	0	0.9	0
專案C	0	0.5	0	0
專案D	0.5	0	0	0
專案E	0	0	0	0.6
專案F	0	0	0	0.2
保留緩衝空間	0.2	0.2	0.2	0.2

圖 6 開發值規劃矩陣 (r_{ijk} 開發值規劃矩陣)

為了穩定專案開發的品質與過程，接下來每一期都會照這個開發率進行專案開發，直到有事件驅動模型重新計算。本範例中，在第三期開始時接受到來自研發部門的委託案—專案 G，導致模式啟動重新規劃，此時因為目前的員工開發值皆已指派給其他專案，因此模式必須計算插入專案 G 所獲得的效益、與導致目前開發的專案因此延遲完工時間所產生的成本。模式計算結果：插案後的效益比不插案還低，故選擇維持目前開發專案，並且將專案 G 放入至佇列區。在第四、第五期中未有事件發生，到了第六期，有新專案 H 進入，並且同時專案 E 與專案 F 也完成，員工 S004 有多出來的開發值可供指派，因此再度啟動模式來進行規劃指派。

圖 7 為第六期的開發案基本資料，可以看見有的專案因某因素而延遲，進而產生延遲成本；此時在第六期，課長將各專案的延遲期數登錄於該 Excel 工具，即圖 7 的『已延遲期數』欄位，此時模式會依公式及所設定的田口損失程式計算出延遲損失 (即圖 7 的『延遲成本』欄位)。待這些基本資料完成整理與計算之後，模式開始求最大效益解。圖 8 與圖 9 分為第六期的指派結果矩陣和開發值表，可看出每位員工的開發值分配之變化。例如，該期中專案 H 指派給員工 S004 執行，而專案 G 則插入員工 S003 的工作佇列當中。接下來，模式會因新專案陸續加入、或員工陸續完成開發案並重新接受新的專案來執行等等，以永續地運作。

開發案基本資料								
期數(K=6)								
佇列區開發案								
開發案名稱	開發案類別	所需人期	區塊數	效益	預設開發率	進入時間	已延遲期數	延遲成本
專案A	生產二	9	2	20000	0.5	K=1	0	0
專案B	銷售二	8	1	6000	1	K=1	0.5	15
專案C	生產一	4	1	4200	1	K=1	2.5	262.5
專案D	銷售一	3	1	2400	1	K=1	2.5	150
專案G	研發	4	1	1500	1	K=3	2	60
專案H	生產一	5	1	4000	1	K=6	0	0

圖 7 第六期的開發案基本資料

指派結果矩陣				
K=6				
	員工代號			
開發案名稱	S001	S002	S003	S004
專案A	1	1	0	0
專案B	0	0	1	0
專案C	0	1	0	0
專案D	1	0	0	0
專案G	0	0	1	0
專案H	0	0	0	1

圖 8 第六期指派結果矩陣

開發空間表				
K=6				
	員工代號			
開發案名稱	S001	S002	S003	S004
專案A	0.5	0.5	0	0
專案B	0	0	0.7	0
專案C	0	0.5	0	0
專案D	0.5	0	0	0
專案G	0	0	0.2	0
專案H	0	0	0	0.8
保留緩衝空間	0.2	0.2	0.2	0.2

圖 9 第六期開發值表

5. 討論

5.1 研究貢獻

本研究提出的多重專案與多期專案接案決策模式 (即 MPP 模式), 透過兩階段的方式進行專案指派。我們根據效益目標方程式所計算出來的效益, 從眾多委託案當中計算出效益最大化的接案決策以及員工指派方式。資訊部門接案管理為一項重要的實務研究議題。然而在目前的研究文獻中, 鮮少是同時針對多期、多重的情況下進行最佳化、最有效益的軟體專案指派方法。本研究探討了現有少數幾篇於這方面的研究論文, 並在文獻探討章節中我們也分別分析這些模式方法的特色。我們重新將這些模式與 MPP 模式進行一比較 (如表 3 所示), 藉以探討本篇論文及所提出的 MPP 模式在文獻上的具體貢獻。

從表中可看出, MPP 模式突破了現有模式中一人僅指派一專案的限制。在業務繁忙、人手

表 3 MPP 模式與其他方法之比較表

	Smith <i>et al.</i> (2001)	Tsai <i>et al.</i> (2003)	Joslin and Poole (2005)	Chang <i>et al.</i> (2008)	Barreto <i>et al.</i> (2008)	MPP 模式
軟體專案指派模型	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
處理多重專案指派問題	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Yes
考慮多期連續再指派	N/A	N/A	N/A	為多期指派，但只進行一次 (批次)規劃；因此為非連續動態方式	N/A	Yes。以事件導向的方式來達到連續再規劃
考慮專案效益的延遲與機會成本	N/A	N/A	N/A	Yes。會將專案延遲所多花的人工成本考量進去	N/A	Yes。模式應用田口損失函數來處理專案效益的延遲與機會成本，並考慮延遲愈久損失越大
於多重專案中進一步考慮專案規模等級	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Yes。將專案分成大專案、小專案和微型案
考慮組織架構對人員規劃之影響	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Yes
考慮學習效應(Learning effects)	N/A	N/A	N/A	Yes。有員工訓練模型來紀錄員工學習狀況	N/A	Yes。每當員工完成開發案後其經驗會隨之增加
考慮多人一專案情況	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
考慮一人多專案情況	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Yes
多期再指派時考慮人員轉換的學習成本	N/A	N/A	N/A	多期指派時員工只能被指派到單一專案，無法再動態指派其他專案	N/A	模式有限制人員轉換
人員專業與經驗考量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes。指派時會考量到員工各種類別開發案的開發經驗

- 註：▪ Chang, C.K., Jiang, H.Y., Di, Y., Zhu, D. and Ge, D., "Time-line Based Model for Software Project Scheduling with Genetic Algorithms," *Information and Software Technology*, Vol. 50, No. 11, pp.1142-1154, 2008.
- Barreto, A., Barros, M., and Werner, C. M. L., "Staffing a Software Project: A Constraint Satisfaction and Optimization-based Approach," *Computers & Operations Research*, Vol. 35, No. 6, pp.3073-3089, 2008.
- Joslin, D. and Poole, W., "Agent-based Simulation for Software Project Planning," *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*.
- Tsai, H. T., Moskowit, H., and Lee T. L., "Human Resource Selection for Software Development Projects Using Taguchi's Parameter Design," *European Journal of Operational Research*, Vol. 151, No. 1, pp.167-180, 2003.
- Smith, R. K., Hale, J. E., and Parish, A. S., "An Empirical Study Using Task Assignment Patterns to Improve the Accuracy of Software Effort Estimation," *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 27, No. 3, pp.264-271, 2001.

不足的情況下，員工身兼數項專案是一個不可避免之實況；作者在個案企業中也觀察到這一現象，乃至於將這一考量納入模式研發的特色中。因此，有別於以往專案指派研究中多以一員工一任務之情況，或是因為傳統的個別考量的方式而造成整體專案選擇決策的失真，本模式則強調 Smith *et al.* (2001) 指出的 Concurrency 問題，即 IT 部門在實務上面臨的專案批次開發、一併考量的現象，以解決多專案多任務指派給多員工之問題。更值得一提的是，在 Smith *et al.* (2001) 所提的一次性多對多專案與人員指派之上，本研究的專案指派模型是連續多專案多任務指派給多員工，用來處理專案在進行排程時需考量的已累積的負荷，使得專案的指派更有整體（即，一次指派考慮了多專案、加上『長期多次指派』觀點）。這有別於以往專案指派研究中多以一員工一任務之情況，或是因為傳統的個別考量的方式而造成整體專案選擇決策的失真。

在多期再規劃情況下，專案效益的延遲與機會成本的考量為 MPP 模式之另一重要特色。本研究嘗試導入田口損失函數的概念至接案決策模式當中，目的是期望能以一個較客觀的方式來衡量在多期考量下的接案效益，並估算延遲所造成的機會成本。其中，MPP 模式考量到一位員工如果同時處理多個開發案，勢必也會造成其他開發案完工上線的時間延後。因此我們採用田口損失函數做為其延遲減少的效益衡量方法。田口損失函數為二次方程式，隨著誤差越大會有平方遞增的結果，在此我們表示為，若是延遲時間越久，除了開發案的效益會降低外，也包含其他方面的損失（如部門聲譽損失、信任度損失等）也都會隨著時間而影響更形加劇。

對於多重專案中進一步考慮專案規模等級這一比較項目，是由於在個案資訊組織其平日有相當大的業務比率（約 58%）是在處理小專案。因此模式必須同時考慮這一事實，而不能僅是專注在標準型或大專案的人員規劃。也因此，為了能同時處理大小專案的人員規劃，MPP 模式將大專案以拆案的方式來將其規模正規化到一人專案規模，以利與其他小專案一併進行規劃。

此外對於多期再指派時考慮人員轉換的學習成本而言，現有模式皆假設專案進行中人員無發更換，這與軟體開發過程中的複雜高度脈絡關連特性有關。MPP 模式也考慮專案進行中更換員工的轉換成本過大的問題，因而也將之設定為模式的假設。最後，本模式除了提供指派最大化結果之外，亦可獲得其他管理方面的效益。透過模式中三維矩陣（開發案-員工-期數），我們可以了解每位員工的接案情況、負荷程度、執行效果，等等較整體 (holistic) 的情況，以提供做為員工績效的參考，亦可作為高層人員了解部門營運狀況的一個概況。

綜合而言，本研究在企業資訊部門接案管理上的貢獻有：

- (1) 幫助資訊部門在接案處理上有一個依據的準則，不再依資訊部門主管主觀上的決定而安排。另外，可根據公司的情形調整模式之間的參數，提供不同組織不同調適做法。
- (2) 幫助資訊部門處理多期、多專案的指派，將人力做出更有效率的指派。
- (3) 確保被延遲的專案能夠依據一個準則，使其指派的優先權能提高，使得任何專案在等待一段時間後可被指派出去。此透明化的決策方式可讓各委託單位了解專案目前的開發進度與

被延遲的原因，降低紛爭的發生。

- (4) 考量員工經驗來決定指派，並且依照員工之能力給予不同的工作量（開發值）。

5.2 研究限制

有關本論文的研究限制，大致上可分為模式的限制以及與導入企業相關，以下是有關這些限制的敘述：

- (1) 開發案效益的衡量方式：本模式在進行規劃之前必須先行知道各委託案之預期效益。對於本研究的個案公司而言，提案單位在提出委託開發案之際，會將其效益評估列入建議書資訊中，以提供資訊部門在接案時參考。然而這樣的方式須注意提案單位的效益預估之正確性與可靠性。為此，個案公司的做法是在專案完成時的檢討作業會要求提案單位再次驗證專案效益，並將預估值與實際值的差異列入下次對於該提案單位委託案所擬的預估效益值的加權參考。另外，損失函數當中的 K （即 K_1 及 K_2 ）常數值在個案範例中代表延遲成本與開發案效益之間有正相關的關係。意即，效益越大的專案其延遲成本也就相對較大。但此係數應隨著公司的不同而異，若組織認為延遲造成的損失較高，則可以把 K 值提高；反之，若延遲在該公司造成的影響不高，則可以藉以調降 K 值來降低其對於指派模式所造成的影響。
- (2) 完工日期及實際執行率（開發值）的問題：本研究以一個開發能力的概念，用「比例」（例如開發值規劃矩陣中 0.5 指的某專案分派給某員工的工時占用比率）的方式來代表員工該其所需要花費的努力（Effort）。然而此種方式並非旨在完全準確地做出分配的時間，而是計算出預估的完成時間以及該期應該要有的開發執行率，再提供給該員工在執行工時之依據，員工並根據此資訊彈性安排開發作業上的規劃。另外，能否準確地依照預期完工時間完成也是一個值得考慮的問題，專案可能會因為各種外在因素、人為因素或不可抗拒因素造成影響導致延遲。針對此限制，本模式對於每位員工都有保留緩衝空間（ er_i ）可用於處理類似的狀況發生，但若還是無法避免，我們則需要手動去修改開發案的資訊。
- (3) 開發案的轉換成本議題：本模式建議在軟體開發多期再規劃指派時，除非必要，應保持員工持續開發同一專案的原則。這是因為就軟體開發高度邏輯脈絡特性而言，更換原員工所面臨的問題及成本難以衡量—例如需要熟悉開發狀況、員工相關的經驗、開發案交接問等等。相對地，這也成為本模式的研究限制。若因更重大因素例如人員離職等而不得不變動時，為了不鼓勵但允許這種狀況的發生，本模式可以人工來修改開發狀態。
- (4) 一期的時間長短之考量：本文在模式的建構內（第三章），並未明確規定一期時間該為多長，端視各公司之情況而定。若公司偏好以『隨到隨排』之指派方式，可以將一期訂為極短的時間（例如一天）。若公司希望當專案累積一定數量時再一次進行規劃（類似批次處理方式），以減少規劃等所造成的專案交易成本（transaction costs）。此時本研究建議則可將時間設定為較長的期間。然而，雖然模式計算上較方便，但可能較無法有效持續維持最佳化結果。本研

究建議以部門進度監控週期或是專案進入密度做為衡量一期大小的依據，來決定各組織適當的期間長短。

- (5) 永續規劃作業的觸動機制：本模式的事件導向機制旨在處理大部分資訊部門在進行再規劃時所面臨的兩種情況，但現實中還是會有其他或少見、難以預料的狀況發生。例如在事件觸發方面，可能發生的事件除了開發案結束或有新開發案進入之外，尚包括人員離職。此時模式可能因開發人員的離職而啟動再規劃。雖然個案組織的人員異動率並不是一個議題，各公司可以依據實際狀況，在模式的永續作業流程部份（見 3.2.2.節）額外訂定額外的觸發狀況規則以及處理方式。而模式在未來應繼續將這些因素考慮進來，以利模式本身的永續發展。
- (6) 人員規模擴大時之考量：本研究之示範例部門（資訊部門之某一處室）員工僅有 4 人，受理之委託案則大約有 10~25 件之多（某個時間點上正在開發+未開發的專案），此即是用來凸顯 IT 部門人力有限而接案無限的狀況。但若將模式應用在較大的單位上（例如未分處室的資訊部門，或人員較多的單位，但這同時也意謂資源較足夠的情況），這將造成變數 j 的 Index 值增加，模型仍應可以處理。由於篇幅限制，在本文並無展示其他 j 值的情況。雖然本研究模型是強調人員不足這一模式特色，但是在特別大型或 IT 人員眾多的情形之下，研究者仍需要多發展相關限制因素或例外處理，這些進一步之問題，我們將在後續發展中繼續探討。

6. 結論

資訊部門對於所有企業而言，皆是扮演著企業生存及永續經營所不可或缺的角色。企業維運所需的 IT 基礎建設，有賴 IT 部門持續投入大量的心力，以不斷地發展並維護各式企業運作所需的資訊系統。然而在有限的 IT 人力情況之下，如何有效並連續地做到達成上述的企業使命，已成為 IT 部門之一個重要的永續發展議題。本研究針對企業資訊部門提出了一接案決策模式，以提供企業以一套客觀與量化方式來衡量及規劃多期、多重軟體專案的指派。本研究所提出的模式，於學術上補充了部分現有文獻上關於軟體開發的多重專案以及多期再指派的部分不足之處。在實務貢獻方面，本論文將所建立的模式實際運用於企業資訊部門的相關業務運作，並展示模式的運作與指派結果。

在未來，本研究期望能夠針對模式現有的研究限制繼續進行研發。本模式將持續研究發展，考量更多的模式決策因素，並且將延遲成本的計算上添加更多的考慮因素，以讓 MPP 模式在實際執行上能夠更符合資訊部門的指派決策，使得模式能更臻於成熟。另外，模式也需要納入其他連續指派觸發事件，例如員工離職造成指派重新再規劃的考量，以及模式中的公式沿革等等，這些問題將在未來的研究中繼續改善。另外，本研究也將進一步建立出一套資訊系統，這樣的資訊系統預計能自動化維護連續性資料，以期能運用資訊科技來讓模式在多期運作上更有效率。

參考文獻

- Antony, J. and Kaye, M., *Experiment quality*, Dordrecht, MA: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- Aronson, J. E., "The Multi-period Assignment Problem: A Multi-commonality Network Flow Model and Specialized Branch and Bound Algorithm," *European Journal of Operational Research*, Vol. 23, No. 3, 1986, pp. 367-381.
- Barreto, A., Barros, M., and Werner, C. M. L., "Staffing a Software Project: A Constraint Satisfaction and Optimization-based Approach," *Computers & Operations Research*, Vol. 35, No. 6, 2008, pp. 3073-3089.
- Bassett, M., "Assigning Projects to Optimize the Utilization of Employees' Time and Expertise," *Computers and Chemical Engineering*, Vol. 24, No. 5, 2000, pp. 1013-1021.
- Bouleimen, K. and Lecocq, H., "A New Efficient Simulated Annealing Algorithm for the Resource-constrained Project Scheduling Problem and Its Multiple Mode Version," *European Journal of Operational Research*, Vol. 149, No. 2, 2003, pp. 268-281.
- Chang, C. K., Christensen, M. J., and Zhang, T., "Genetic Algorithms for Project Management," *Annals of Software Engineering*, Vol. 11, No. 1, 2001, pp. 107-139.
- Chang, C. K., Jiang, H. Y., Di, Y., Zhu, D. and Ge, D., "Time-line Based Model for Software Project Scheduling with Genetic Algorithms," *Information and Software Technology*, Vol. 50, No. 11, 2008, pp. 1142-1154.
- Chen, C. Y. and Chen, P. C., "A Holistic Approach to Managing Software Change Impact," *Journal of Systems and Software*, Vol. 82, No. 12, 2009, pp. 2051-2067.
- Dowson, M., "Software Process Themes and Issues," In *Proceedings of the 2nd International Conference on Continuous Software Process Improvement*, Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 1993, pp.54-62.
- Elonen, S. and Arto, K. A., "Problems in Managing Internal Development Projects in Multi-project Environments," *International Journal of Project Management*, Vol. 21, No. 8, 2003, pp. 395-402.
- Engwall, M., "No Project is an Island: Linking Projects to History and Context," *Research Policy*, Vol. 32, No. 5, 2003, pp. 789-808.
- Goetsch, D. L. and Davis, S. B., *Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality*, 6th ed., Upper Saddle River, NJ: Pearson Education Inc., 2009.
- Harrison, F. L., *Advanced Project Management*, 2nd ed., Gower, UK, 1985.
- Joslin, D. and Poole, W., "Agent-based Simulation for Software Project Planning," In *Proceedings of*

- the 2005 Winter Simulation Conference*, New York, NY: Association for Computing Machinery, 2005, pp. 1059-1066.
- Kalpic, D., Mornar, V., and M. Baranovic, "Case Study Based on a Multi-period Multi-criteria Production Planning Model," *European Journal of Operational Research*, Vol. 87, No. 3, 1995, pp. 658-669.
- LeBlanc J. L., Dale, R. J., and Swann, T. K., "Heery International's Spreadsheet Optimization Model for Assigning Managers to Construction Projects," *Interfaces*, Vol. 30, No. 6, 2000, pp. 95-106.
- Li, E. Y., Chen, H. G., and Lee, T. S., "A Longitudinal Study of Software Process Management in Taiwan's Top Companies," *Total Quality Management and Business Excellence*, Vol. 14, No. 5, 2003, pp. 571-590.
- Lieberman, H., *Introduction to Operation Research*, 8th Ed., NY: McGraw-Hill Inc., 2005.
- Mian, S. A. and Dai, C. X., "Decision-making Over the Project Life Cycle: An Analytical Hierarchy Approach," *Project Management Journal*, Vol. 30, No. 2, 1999, pp. 40-52.
- Marchewka, J. T., *Information Technology Project Management*, NJ: John Wiley and Sons Inc., 2010.
- Miller, J. and Franz, L., "A Binary-rounding Heuristic for Multi-period Variable-task-duration Assignment Problems," *Computers and Operations Research*, Vol. 23, No. 8, 1996, pp. 819-828.
- Patanakul, P., Milosevic, D. Z. and Anderson, T. R., "A Decision Support Model for Project Manager Assignments," *IEEE Transaction on Engineering Management*, Vol. 54, No. 3, 2007, pp. 11-23.
- Payne J. H., "Management of Multisimultaneous Project: A State-of-the Art Review," *International Journal of Project Management*, Vol. 13, No. 3, 1995, pp. 163-168.
- Pi, W. N. and Low, C., "Supplier Evaluation and Selection Using Taguchi Loss Functions," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 26, No. 2, 2005, pp. 155-160.
- Pressman, R., *Software Engineering Software Engineering: A Practitioner's Approach*, McGraw-Hill Inc. New York, NY, 2004.
- Project Management Institute (PMI), *Guide to the Project Management Body of Knowledge*, 4th Ed., 2008.
- Romeijn, H. E. and Morales, D. R., "A Probabilistic Analysis of the Multi-period Single-sourcing Problem," *Discrete Applied Mathematics*, Vol. 112, No. 3, 2001, pp. 301-328.
- Ross, P. J., *Taguchi Techniques for Quality Engineering*, New York: McGraw-Hill Inc., 1996.
- Roy, R. K., *Design of Experiments Using the Taguchi Approach: 16 Steps to Product and Process Improvement*, NJ: John Wiley & Sons, 2001.
- Smith, R. K., Hale, J. E., and Parish, A. S., "An Empirical Study Using Task Assignment Patterns to

- Improve the Accuracy of Software Effort Estimation,” *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 27, No. 3, 2001, pp. 264-271.
- Tsai, H. T., Moskowitz, H., and Lee T. L., “Human Resource Selection for Software Development Projects using Taguchi’s Parameter Design,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 151, No. 1, 2003, pp. 167-180.
- Wu, M. C. and Sun, S. H., “A Project Scheduling and Staff Assignment Model Considering Learning Effect,” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 28, No. 12, 2006, pp. 1190-1195.