

3.5 個案研究：專業順序處理 vs 一般化平行處理

當面臨多項不同工作時，應用專業化或一般化之工人為一傳統作業問題。一相關的問題是處理問題的變異性會影响決策。依據 Harrison and Lock (1995) 的研究，我們可以使用 Model 3-2 來加以研究。支持一般化與專業化的結果均有，取決於實驗與設定，有時會得到失望結果。

一仔細的模擬可以避免這種失望，考慮一貸款申請辦公室，其中申請之到達時間間隔是指數分配平均數 1.25 小時。第一位申請人之到達時間為 0。

每位申請人之處理分成 4 步驟：
step 1 信用檢查（花時間但每人均通過），step 2 準備貸款契約，step 3 評價貸款，step 4 支付貸款，每一步驟必需

以如此順序進行，每一步驟的處理時間為指板分配平均為 1 小時，每步驟間相互獨立系統一開始時是空的。將模擬 160 hrs. 產出衡量包含申請過程中平均與最大申請人數；在系統中平均與最大總時間。

目前有 Alfie, Betty, Chuck and Doris 四位職員，每位均合格任何申請步驟，目前問題為如何最佳佈置他(她)們。

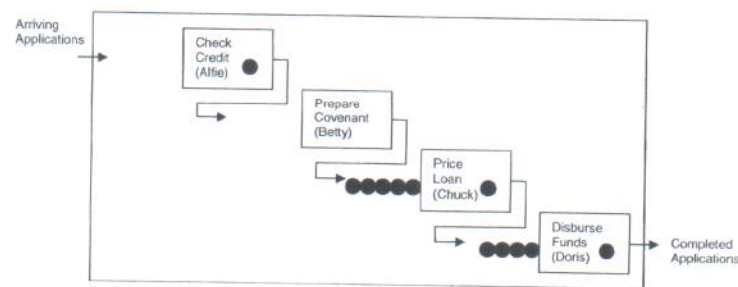


Figure 3-25. Specialized Serial Processing

目前有 12 位申請人。所有等候棧基於 FIFO 雖然 Betty 不是很同意，因為如此她就無法幫助 Chuck 和 Doris。Arena model 很簡單如同 Fig 3-26 所示。

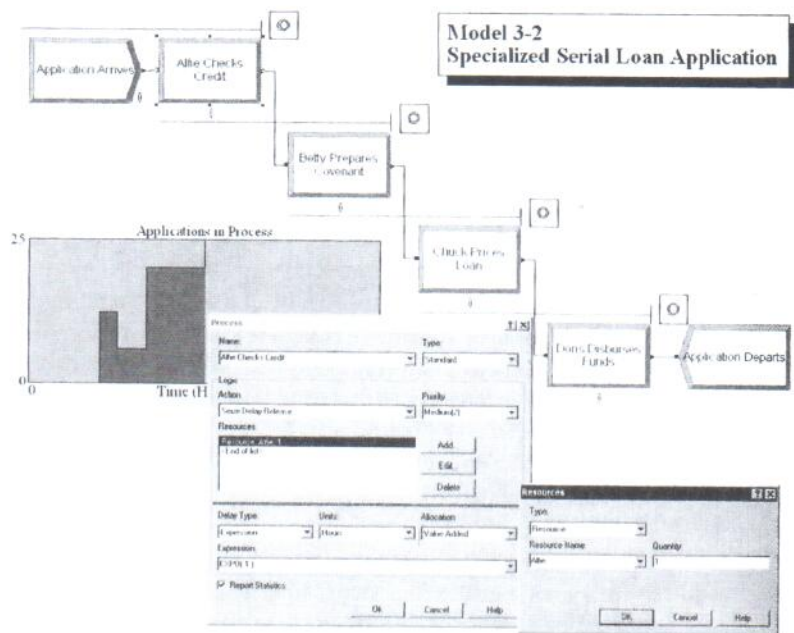


Figure 3-26. Completed Model 3-2 with the First Process Module and its Resources Dialog

執行模式 3-2. 由 category overview 可

- The average and maximum total number of applications in process were, respectively, 12.3931 and 21 (via Loan Application → Entity → Other → WIP).
- The average and maximum total time, from entry to exit, that applications spent in the system were, respectively, 16.0831 hours and 27.2089 hours (Loan Application → Entity → Time → Total Time). Note that this counts only those applications that had left the system when the simulation stopped, not those that were still in process at that time (since, of course, their total time in system had not yet been completed).
- The average and maximum total time that applications spend waiting for the next processing step to begin were, respectively, 11.9841 hours and 22.2732 hours (Loan Application → Entity → Time → Wait Time). This includes only time “wasted” waiting in queue, and not “value-added” time spent undergoing processing at the four steps, so is a good measure of system inefficiency. Arena counts in this statistic the total waiting time in the four queues only for those applications that completed all four steps and exited the system; waiting times in the individual queues are under Loan Application → Queue → Time and, as noted for Model 3-1, may include more entities than those included for the overall system-wide average and maximum.
- During the 160 hours, 117 applications were completed (Loan Application → Entity → Other → Number Out), a measure of productivity.
- Alfie, Betty, Chuck, and Doris were busy, respectively, 82.33%, 70.34%, 80.44%, and 80.80% of the time.
- Alfie, Betty, Chuck, and Doris processed, respectively, 128, 128, 122, and 117 applications (Loan Application → Process → Other → Number Out). In this model, all applications visit these people in this order, so these numbers in this order must decrease or stay the same. (Under what conditions would they all be the same? Is that possible in this model?)

3.5.2 Model 3-3: 平行處理一般化整合工作

如圖 Fig. 3-27 所示, 每位員工處理 4 項工作

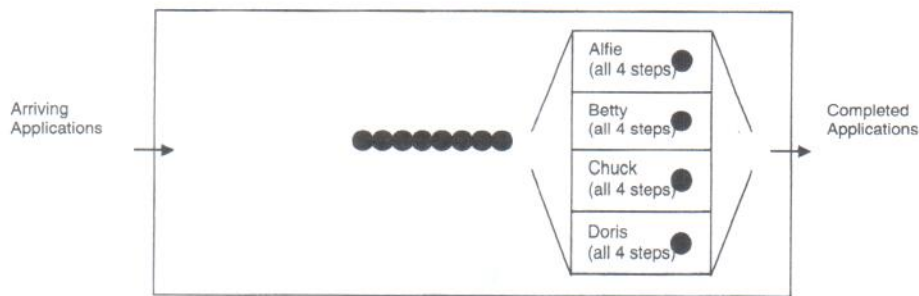


Figure 3-27. Generalized Parallel Processing

完整的 model 在 Fig 3-28, 只有一個 Create, process 與 dispose module 與 Model 3-1 相似.

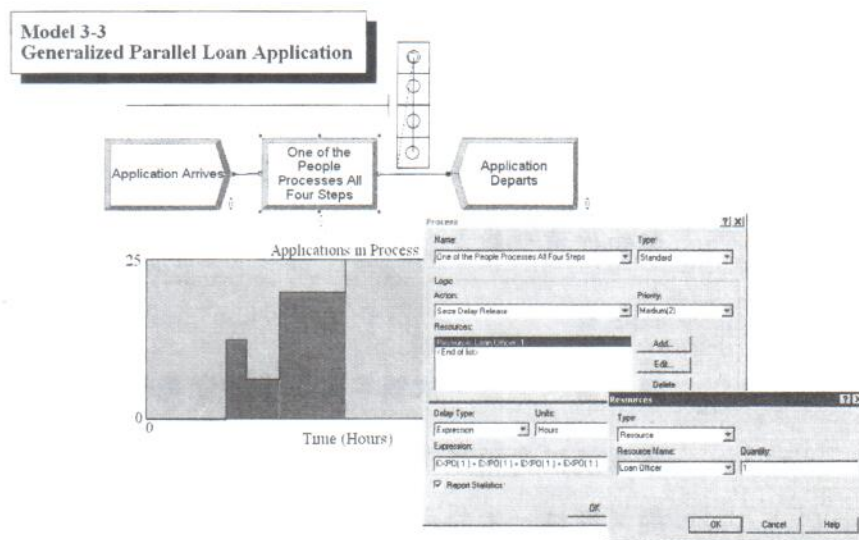




Figure 3-28. Completed Model 3-3 with the Process Module and its Resources Dialog

主要改變是取代 Model 3-2 中, 4 個 process modules 成為一個單一 process, 並將其資源, 取名為 loan officer, 但注意, Quantity 是 1, 而不是指定 4 (Resource 中之 Capacity 要改成 4). 每一步驟需要 $\text{Exp}(1)$, 為何不使用 $4 * \text{Exp}(1)$, 因為代表只由 Exponential 抽出一個數且, 4 steps 所用的時間均相同。

所以在 Expression 下方輸入 $\text{Exp}(1)+\text{Exp}(1)+\text{Exp}(1)+\text{Exp}(1)$ 形成 4 個獨立步驟。

最後, Resource animation 需做一些修正使之更真實, 進入 Resource Picture Placement Window.

在 idle 中, copy 口三次並將其排成目, 同樣亦為 busy 做一次。將遊標放在 seizure area 的正中間, 它將會出現  十字形, double click 會出現 add 的對話方塊, 增加三次後離開, 將其餘三個 seizure area 拉至對應, Box 內  即完成 animation.

平行處理似乎比專業化提供較佳之結果。

(1) Loan application \rightarrow Entity \rightarrow Other - WIP

可以看見 Average 4.6118 Maximum value 10. 相較於前面 12.391 占 21.

(2) Loan application → Entity → Time → Total Time 可以看見
average 5.3842 Maximum 13.7262 相較於前面
average 16.0831 與 Maximum 27.289

(3) Loan application → Entity → Time → Wait Time 可以看見
average 1.3282 Maximum 6.8231 相較於前面
average 11.9841 Maximum 22.2732

(4) Loan application → Entity → Other → Number out
135 人完成 相較於 117

(5) Loan application → Resource → Usage → Number Busy
average 3.48 平均每單位忙碌時間
(the time-average number of units busy, $3.48 \div 4 = 0.87$
i.e. 87% 相較 Model 3-2 平均 78.48%
當然上述只基於一次 replication, 不足以推論。

3.5.3 Model 3-4 與 Model 3-5 時間變異性影响

Harrison and Loch (1995) 提出另一問題, 比較上述二佈置, 第二項佈置會比第一項好嗎?
(Fig 3-27) (Fig 3-25)

每項工作是 $\text{Exp}(1)$ ，所以工作時間是有變異圍繞於平均數 1。讓我們看一下變異性。例如工作時間可以在 10 分鐘內完成 ($\frac{1}{6}$ hr) 的機率是 $F(\frac{1}{6}) = 1 - e^{-\frac{1}{6}} \approx 0.15$ 其中 F 代表 c.d.f。有些工作需要較久的時間，例如 2 hrs，例如工作超過 2 hrs 之機率 $1 - F(2) = e^{-2} \approx 0.14$ 幾乎與前述工作在 10 分鐘內完成的機率相同。

所以由此可知指數分配，工作時間有相當大的變異，特別是工作時間長會導致等候與擁擠。在順序性系統 (Model 3-2)，例如有一工作時間很長，則在那一站會產生長的等候 (例如 Fig 3-25 中的 Chuck)。在平行系統 (Model 3-3) 也會產生等候，但情形可能沒有順序性嚴重。但是如果工作時

間的變異較小，甚至我們將其設為常數 (no variability)，例如 1 hr。

以 Model 3-2 為基礎，將所有 process time 設為 Delay Type : constant 輸入 Value 1 改成為 Model 3-4。以 Model 3-3 為基礎，將 process 中 delay Type 改成 constant 4 小時成為 Model 3-5。

表 3-1 彙總指數分配與常規時間之比較。3-4 與 3-5 沒有太大的差異，但 3-5 (平行處理) 仍有部分改善。(但以統計檢定可能不顯著) 當然你可能有

Table 3-1. Summary Results from All Four Scenarios of the Loan-Processing Model

Model	Total WIP		Total Time in System		Total Waiting Time		Number Processed	Avg. Utilization	
	Avg.	Max.	Avg.	Max.	Avg.	Max.			
Expo service	3-2 (serial)	12.39	21	16.08	27.21	11.98	22.27	117	0.78
	3-3 (parallel)	4.61	10	5.38	13.73	1.33	6.82	135	0.87
Constant service	3-4 (serial)	3.49	12	5.32	11.38	1.32	7.38	102	0.65
	3-5 (parallel)	3.17	11	4.81	10.05	0.81	6.05	102	0.66

些問題，諸如平行系統的工作效率會比專業化的較差一奘。我們的 model

3-3 無法處理這種情形, 但是 Exercise
3-13 与 6-20 可以, 2. 關於人力資源方面應該給一些休息時間, 讓他們保持清醒 (在 ch 4 与 ch 5) 會介紹 Resource Schedules, 3. 由順序變成平行設計有統計顯著差異, 或只是抽樣的差異 (Exercise 6-19 與 6-20)