

Ch. 1 模擬簡介

模擬是模仿真實世界或系統的作業。不論是以手或電腦做，模擬包含產生系統的人為歷史資料，觀察人為的歷史資料，從中做出關於真實系統的作業特性推論。

模式有效的建立後可用以觀察改變對系統的影響，所以模擬可用以預測改變對績效之影響。模擬亦可用來評估新系統之建立與否。

在實務中所研究的系統如果較簡單或許可以運用數學方法(代數, 微積分, 機率作業研究的方法)去獲得正確解。但大部分的現實問題十分複雜, 無法以這種方式處理, 所以必需以模擬處理。模擬產生資料, 並且蒐集資料如同真實系統運作一般, 這些被蒐集的資料用以評估真實系統的績效。

這本書介紹模擬的觀念與模擬模式建構的其中一種方法離散事件模擬。

1.1. 何種模擬是一適當的工具

模擬是作業研究系統分析廣泛接受與使用的工具。在何種情況模擬是一適當的工具曾被許多學者討論過。模擬可在下列目的使用。

學習與實驗

1. 複雜系統與子系統內部間的交互影響。
2. 資訊、組織與環境改變可以模擬，這些改變對組織模式行為的影響可以被觀察。
3. 由設計模式所獲得的知識對於研究的系統十分有價值。
4. 借由改變投入觀察結果，可以瞭解那些變數是重要的與變數間交互影響。
5. 模擬可用來當成教學的工具加強解析解的方法。
6. 模擬用以實驗新設計或在政策實施前準備產生的因應方法。
7. 模擬用來驗證解析解。
8. 模擬不同機器之產能。
9. 模擬可用以訓練，以降低成本。
10. 模擬可以使用動畫(Animation)所有作業均可以視覺化。
11. 現在的系統(工廠、晶原廠、服務組織)交互影響十分複雜可以模擬觀察。

1.2 何時模擬是不合適的

3

1. 問題可以常識解決
2. 可以解析解處理
3. 直接以實驗進行更簡單 (fast food, 直接加 - 5人接受)
order
4. 成本超過節省的金額
5. 資源不允許 (Simulation 要 20,000; 只有 10,000 可用)
6. 時間 (決策要在 2 weeks 內完成, simulation 要 - 5 天)
7. 模擬有時需要資料, 當資料不可得, 不建議模擬
8. 模擬必須有數與驗證, 如果時間與人員不足
9. 管理者有不合理的期望 - 太多太快。
10. 系統以為太複雜, 無法被定義, 模擬是不合適 (e.g. 人類行為)。

1.3 模擬的優點與缺點

優點:

1. 新政策, 操作程序, 決策準則, 資訊流, 組織程序可被探討, 不需影響中斷現實作業。
2. 新硬體, 實體佈置, 運輸系統等可以被測試而不需使用實際的資源。
3. 假設為何(或)某種現象或如何產生可以測試其可行性。

4. 可以壓縮時間比起實際去執行。
5. 可從變數間交互作用得到洞悉。
6. 瞭解系統中的重要變數。
7. 分析瓶頸作業。
8. 幫助瞭解系統運作。
9. What-if 問題可被回答。

缺點：

1. 模式建構需要特別的訓練
2. 模擬的結果可能不易詮釋
3. 模式建構与分析十分費時

1.4 應用領域

Winter Simulation Conference 是一個極好的方式學習 ~~最新~~ 在模擬的最新的理論與應用。

<http://www.wintersim.org> 最近在WSC的應用。

製造、半導體製造、營建、軍事、後勤運輸、商業流程、人類系統。

1.5 系統與系統環境

系統定義為一群^{objects}物體結合在一起以某種規則的交互作用或圖聯完成某種目的。

例如一生產線製造汽車，機器，零件，工人沿生產線生產高品質汽車。系統通常受外在系統環境改變影響，這種改變稱之為生在系統環境 (system environment)。在建構模式時，有必要決定系統與其環境之界限 (boundary)，這類的決定取決於研究的目的。

1.6 系統的組成分子 Components of a System

實體 (entity) 系統中有興趣觀察研究之物體。
屬性 (attribute) 是實體的特質。

活動 (activity) 代表一特定長度的時間。例如銀行被觀察顧客是實體，支票帳戶的餘額是特性 (屬性)，存款是一活動。

狀態 (系統之狀態) ^(state)：定義為在任何時間足以描述系統之所有變數之集合。例如忙碌行員之數目，等待被服務之顧客數目，或被服務之顧客數目等。

事件 (event)：定義為立刻發生會改變系統之狀態。

內在 (endogenous)：用以描述事件與活動發生在

系統之內。

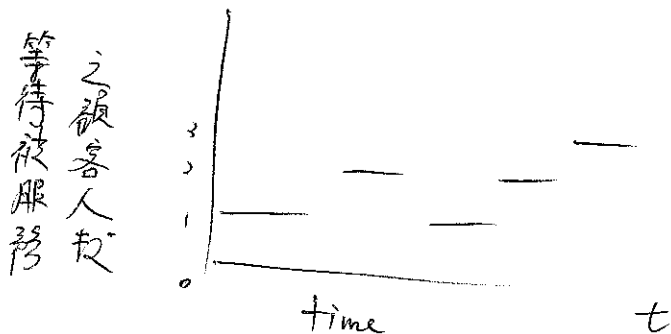
外在 (exogenous): 用以描述活動與事件對系統的影響, 例如顧客的到達是外在, 顧客離開是內在。

表 1.1 Examples of Systems and Components

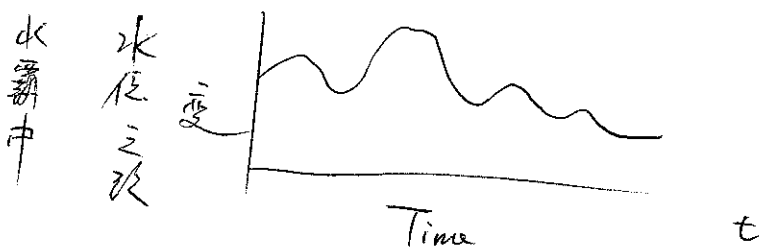
System	Entities	特性	活動	事件	狀態變數
銀行	顧客	支票帳戶餘額	存款	到達離開	忙碌行員數目 等待顧客數目
快速鐵路 捷運	乘客	起點、終點	旅行	到站, 到終點站	每站等待之乘客數 轉乘旅客數目
生產	機器	速度產能, 故障率	焊接抽樣	故障	機器狀態 (忙, 閒, 故障)
存貨	倉庫	容量	領取	需求	存貨水準, 果等待 補需求

1.7 離散與連續系統

離散系統: 狀態變數^只含在一些離散時間點改變



連續系統: 狀態變數隨時間^隨經過改變



1.8 Model of a System 系統的模式

模式定義為可代表研究目的的系統，在大部份的研究只考慮會影響系統的層面，這些方面呈現於模式，是一種簡化的系統。不同研究目的，必需(可能)要改變模式。

1.9 Types of Models 不同類型的模式

模式可分為數學的或自然的。數學的模式可以用數學式代表系統，模擬模式是一種特殊的數學模式。

模擬模式可進一步分為靜態或動態。A static 靜態模擬有時稱為 a Monte Carlo simulation. 代表在某一特定時間與之系統。Dynamic simulation 動態模擬代表系統隨時間改變，例如，從 1:00 AM 至 4:00 PM 的銀行是動態模擬的例子。

模擬沒有包含隨機變數被分類為 deterministic 確定性，確定性模式有一組已知投入會導致唯一組產出。隨機模擬 (stochastic simulation) 有多於一個或一個以上之隨機亂數當成投入。隨機亂數投入導致隨機產出。

1.10 離散事件系統模擬之步驟

1. Problem formulation 形成問題。每一項研究應從問題敘述開始。如果問題是由政策執行者所敘述，分析者必須確保問題是被清楚描述與瞭解。

2. Setting of objectives and overall project plan: ^{設立目標與所有計劃之規劃目標是} 回答模擬所要回答的問題。在這階段應決定目標，與模擬是否合適。如果合適接下來規劃如何執行，包含人力、成本與時間去完成這項任務。

3. Model conceptualization 模式觀念化：並不需要一對一對應於模式與真實系統，只要^真現實系統所精華（與欲研究目的有關）即可。建議將模式使用者或決策者納入這一階段。

4. Data Collection: 資料蒐集

資料蒐集十分費時應儘早開始，這些資料可用於模式驗證。~~validation~~

5. Model translation: 模式翻譯，將模式轉換成電腦程式語言，在這階段應決定，要使用 (1) general purpose

language 例如 FORTRAN, C++ 等 (2) simulation language

例如 GPSS/HI, SIMAN, SLAM II 等 (3) special simulation software (simulator) 例如 AutoMod, ProModel,

6. Verified? Verification 驗證 關於程式語言是否適合轉換, 在一複雜系統這是十分困難的 (ch 10 含詳細介紹)

7. Validated? Validation 有效性 代表模式是否可以精確代表真實的系統. (ch 10 含詳細介紹)

8. Experimental design 實驗設計. 一旦決策研究目的, 可行替代方案, 想測試之不同情形應被決定.

9. Production ^{runs} and analysis: 執行模擬並進行分析. 分析時與設定之績效指標比較.

10. More runs? 更多次的模擬? 如有需要決定執行更多次.

11. Documentation and reporting. 文件化與報告, 文件化有兩類 (1) 程式 (2) 進度 (keeping the project on course) 報告給最後使用者與決策者有簡明與清楚的報告那些替代方案與評估準則曾被強調與比較.

12. Implementation 執行. 成功的執行取決於前面 11 steps 如何執行.