

## Ch 10 Verification and Validation

介紹至目前為止，已經計一些由觀察實際系統進而獲得有效訊息的方法，進而希望由建構的模擬模式做出有利或適合之決策。而這其中大約已經做出下列假設：

1. 模式是適於支援決策。
2. 模式足以正確代表研究的情境。
3. 模式被正確執行。
4. 程式運行中所蒐集的资料是正確的呈現。

不幸的是，並無法保證這些假設在所有情境下均成立，有經驗的研究者與模式建構者使用一些步驟來減少產生嚴重錯誤的發生，這些步驟與技術通常稱為驗證 verification 與有效性 validation。verification 是為了模式可以被正確執行，validation 是為了模式可以正確代表現實。

就生手而言，如同常識般的指導原則通常會比正式的技术有用。以下將以這種方式加以介紹，這一部分在模擬分析中佔有極重要的角色 (Input analysis, Verification and Validation, Variance reduction)。無法仔細的 verify and validate 一個模式可能導致不良的決策與昂貴的錯誤。

在討論 verification 與 validation 工具之前，先介紹一些避免問題的方法。因為追蹤與矯正錯誤將十分耗時，本文設法使用一些步驟可同時減少產生錯誤與偵測已經產生的錯誤。

避免問題的方法：

- (1) 使用適當的觀念模式：模擬必需提供訊息，供決策者使用，如果模式建構者提供不適當的模式，將導致不良的決策。沒有經驗的模式建構者常犯的錯誤即是將一模式適用於某種情境，引用：

至欲解決的情境是不適用的。例如等候系統的模擬，更換對象，其到達率，服務率，均可能改變，決策者要求之績效評估指標亦未必相同。基隆港港埠模擬引用至高雄港，情境未必相同。

模式建構者決策忽略的現實系統的細節，有可能是其執行績效的關鍵，例如製造過程中，維修保養的時間，物料搬運時間，各別機器的故障處理時間，忽略前置時間的變異與安全庫存，或使用不當的分配。然而有時候，忽略一些複雜的因素，由一十分簡單的模式開始，然後評估因素對決策的影響，逐步加入模式，亦為一種好方法。

(2) 使用可靠的模擬語言：大部模擬語言是 bug free，但新版的語言，推出時，不建議立即使用。除此以外，不使用自己不瞭解

的程式碼，諸如原作者已離開公司，其邏輯不易瞭解，或其產生隨機亂數方法不夠精緻，皆足以導致，不良的決策。

(3) 避免不均衡的細節：當分析者對系統的某一部分比起其他部分更加瞭解時，應避免發展專注於瞭解部分的模式。這種發展模式的方式將不合導致較精確的結果，相較於均衡的發展模式。

(4) 寫可讀性高的程式碼：寫程式時最好易為其他人瞭解。可藉由直接結構化寫作，有意義的變數命名，及適當的註解以增加程式之可讀性。這項要求，可能花費較長時間思考變數的命名與程式的結構，但是含簡化發展模式過程，文件註解，並且簡化驗證與有效性過程，便利將模式轉換給他人。

(5) 仔細編寫程式碼並細心校對：一般而言

第一次初稿的程式碼，不可能完全沒有錯誤。

發現與矯正問題：

Verification.

驗證的目標是用來建立模擬程式的每一段都正確執行。一些技術用在驗證包含下列

structured walk-through

diagnostic simulation run

Comparison to a well-understood problem

trace analysis

structured walk-through 是一種常見的除錯技術，程式設計者向另一名程式設計者解釋其邏輯與語法，直至兩者均同意程式碼是正確的，才再進行下一區塊。往往在討論或解釋的過程中，對方或自己會發現錯誤。

diagnostic simulation run 試行的模擬應被執行 (sample runs)，執行之結果應被詳細的檢

驗，試行模式的長度應該足夠長，以便測試所有程式的每一區塊。

Comparison to well-understood problem: 經常執行簡化的模式，將其所得的結果與已知數學模式的結果比較。例如模擬等候系統，存貨理論等。

Trace analysis: 仔細追蹤在模擬中發生的所有事件，通常包含非常大量的工作與細節，通常只有在問題非常模糊不易確定，才建議使用。

### Validation

有效性，一旦驗證模擬程式後，我們使用有效性技術確保整體模式是能合理代表現實系統而且適合做決策參考。

Validation cannot be done if the intended use of the model is not known since the simulation program must give meaningful estimates of those aspects of system

performance that are particularly relevant to the decision at hand. 如果我們是模擬已存在的系統，則有效性將十分直接，我們可將模擬結果與實際資料加以比較。統計技術可用來檢定，兩組資料來自同一分配。如果模擬的系統並不存在，有效性問題將含變的較困難，通常是與決策者一起討論，模式是否足以處理不同之情境與反應現實系統，如果問題不是過於複雜，且軟件具有 animation 的功能，從實際運作觀察亦不失為一種方式。