

## Chapter 2

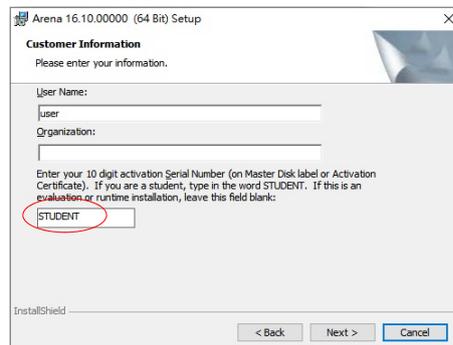
### Introduction to ARENA

ARENA發展至今已經有二十多年的歷史，前身是SIMAN程式語言，現在還是以SIMAN為核心，當你建構一個流程模擬時，模式其實會被轉換成一長串的程序指令。

ARENA擅長建構錯綜複雜的製造或服務流程，在教育市場居於領先地位，但是它不針對任何產業而設計，在商用市場上不容易跟專為特定產業設計的軟體競爭。

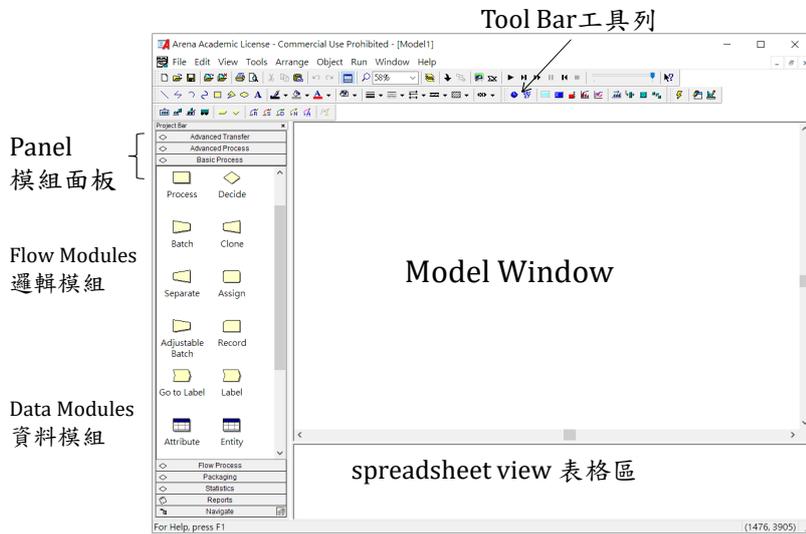
## Installing ARENA 15.1

- 安裝前會檢查並安裝微軟的Net Framework
- 安裝過程皆選擇預設值
- 序號請輸入STUDENT
- Arena內建範例檔案位於媒體櫃的文件檔案夾內



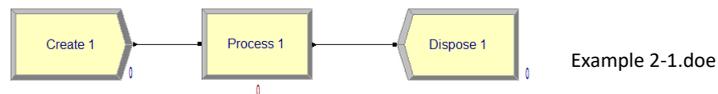
Rockwell Software\Arena\Book Examples

# ARENA視窗環境



## I. 簡易的單站結帳模擬

顧客到達櫃台結帳，必要時排隊等候，結帳後離開。

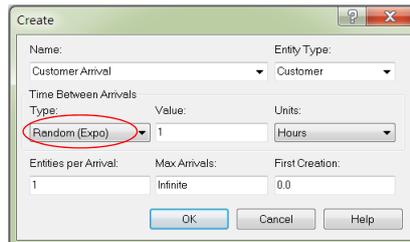


0. 拉下File Menu，選擇New以開啟一個新的model window
1. 選擇Basic Process面板裡的Create模組，移入model window來模擬顧客到達。
2. 移入Process模組來模擬排隊接受服務的過程。
3. 移入Dispose模組，代表服務過的顧客離開流程。
4. 使用delete鍵與connect按鈕 修改模組之間的連結。



## The Create Flowchart Module

- Entities的流程起點，雙響以開啟模組
- 輸入名稱 Customer Arrival，以便使用者與ARENA識別。
- Entity Type Customer 為個體類型的名稱

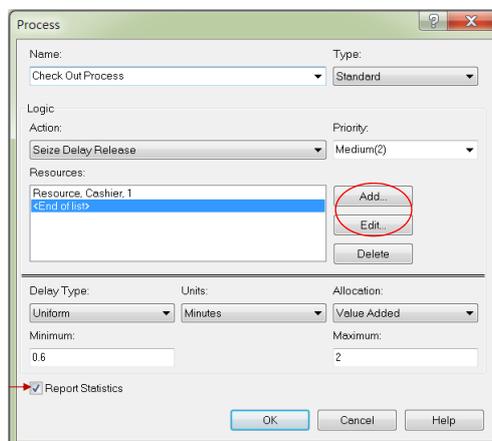


- Time Between Arrivals: Random代表顧客隨機到達
- 將平均到達時間間隔改為 2 minutes

## The Process Flowchart Module

- 輸入模組名稱 Check Out Process，各模組名稱不可相同
- Logic – Action: Seize Delay Release

- 設定使用的資源名稱為 Cashier，服務時使用1單位
- 設定使用資源的時間為 Uniform(0.6, 2) minutes
- Report Statistics自動記錄相關績效如排隊人數、資源使用率



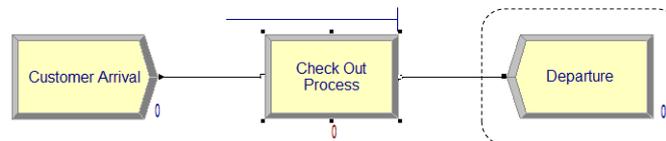
## Delay Type的選項

類型	說明	數值設定	適用場合
Constant	常數，時間固定不變	固定值	自動化作業
Normal	常態分佈	平均值(Mean) 標準差(Std Dev)	與平均值差距越大，可能性越低
Triangular	三角形分佈	最小值(Minimum), 最可能值(Most Likely), 最大值(Maximum)	在一定區間內變化，且知道最有可能的值
Uniform	在區間內的均勻分佈	最小值(Minimum), 最大值(Maximum)	只知道在一定區間內變化
Expression	由機率變數組成的運算式		複雜或不規則變化

ARENA根據設定為每個顧客產生一個亂數，代表結帳時間

## The Dispose Flowchart Module

- Entities 的流程終點
- ARENA會紀錄每個個體的流程時間、流程內的加值時間等



Process - Basic Process										
	Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Maximum
1	Check Out Process	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Uniform	Minutes	Value Added	0.6	2

- 點選任一個模組，視窗下方的表格區(spreadsheet view)會出現模組的內部設定，可以直接在表格區進行更改

## Data Modules的內容

The screenshot displays three data tables in the Arena software interface:

- Entity - Basic Process:**

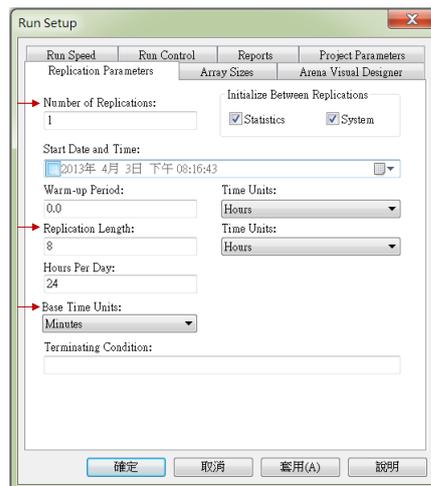
	Entity Type	Initial Picture	Holding Cos...	Initial VA...	Initial NV...	Initial Wai...	Initial Tran...	Initial Other...	Report Statistics
1	Customer	Picture.Re	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>
- Resource - Basic Process:**

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Cashier	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
- Queue - Basic Process:**

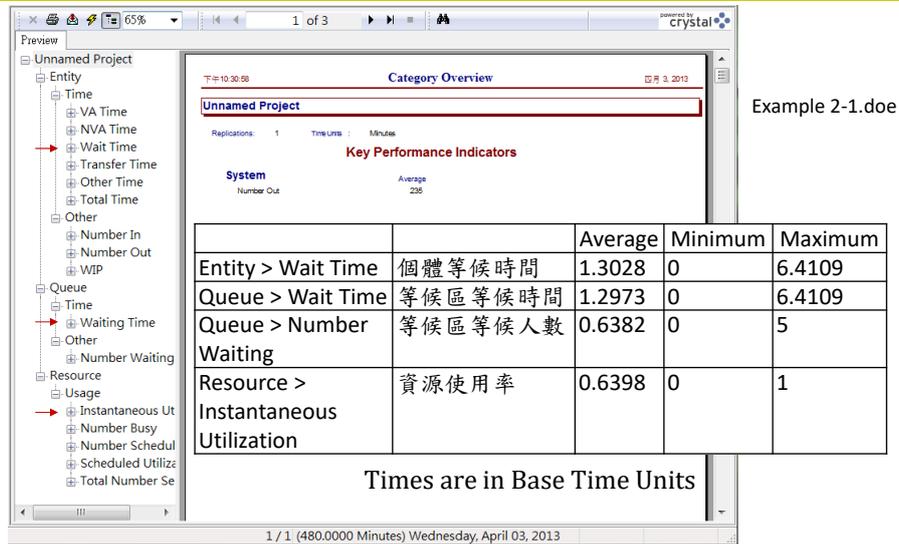
	Name	Type	Shared	Report Statistics
1	Check Out Process Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## Run Setup設定模擬的時間長度

- **Number of Replications** 是模擬進行的次數，ARENA會以不同的亂數進行多次模擬，每次模擬結果略有差異。
- **Replication Length** 設定模擬的時間長度，即流程運作的時間，Time Units定義時間單位，預設值是小時。
- **Base Time Units** 欄位，是模擬結果所使用的時間單位。
- 從Run Menu的下拉選單中選擇Go (Run > Go)，或是直接按下工具列裡的播放按鈕▶。



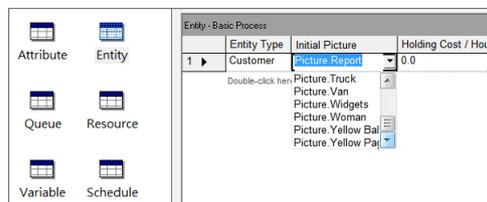
## Category Overview分層顯示模擬結果



## II. 加入簡易的動畫

### 1. 改變模擬進行時的移動圖形

從Entity資料模組的Initial Picture欄位修改，預設值是picture.report，從下拉選單裡選擇picture.woman或picture.person



### 2. 加入折線圖，模擬進行時顯示顧客總人數隨時間的變化。

## 加入折線圖

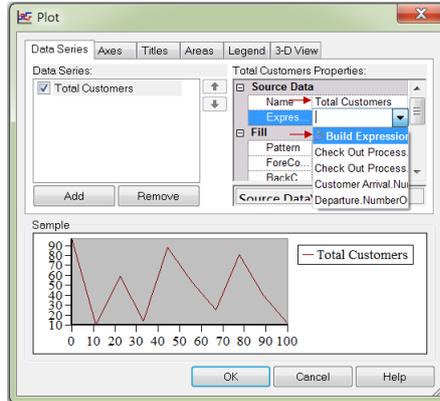
- 從工具列Animate Toolbar選擇Plot按鈕



- 在Plot視窗的Data Series頁面內選擇Add按鈕，然後在Source Data的Name欄位輸入折線圖名稱Total Customers

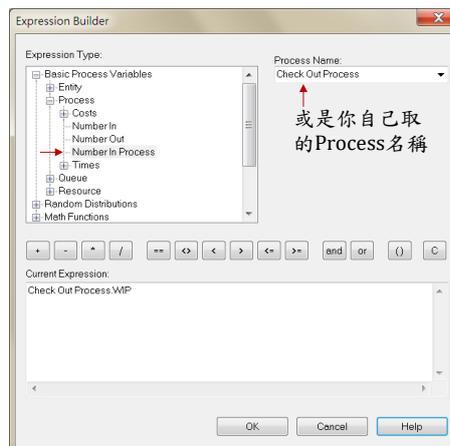
- 在Expression欄位的下拉選單按下Build Expression，以選擇要顯示的數據名稱

- 將捲軸往下移，從Line的區域將Draw Mode的選項改為Stairs，讓數據呈現階梯式的變化

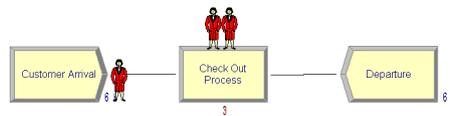
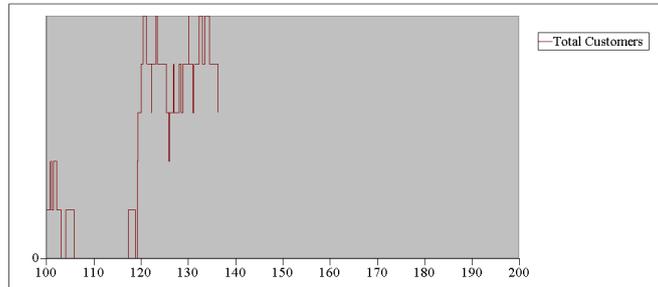


## Expression Builder選擇折線圖的數據

- **Expression Builder**協助你找到需要的物件或數據名稱
- Check Out Process程序內的總人數等於顧客總人數，因此從展開的Basic Process Variables再展開Process。
- 選擇Number In Process，就出現Check Out Process.WIP
- 也可以展開Entity，直接選擇顧客總人數



## 加入動畫後的模擬畫面



協助進行驗證或  
了解流程變化

Example 2-2.doe

## III. 進行假設性分析

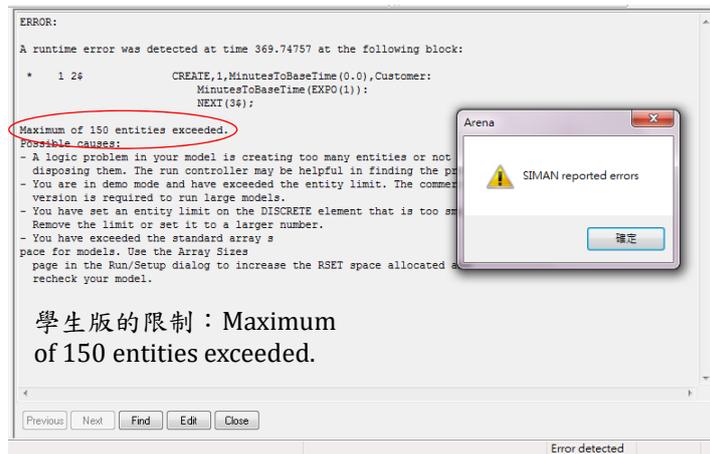
**Scenario A:** 假設接近中元節時，顧客人數將大幅增加，估計平均每隔1.6分鐘就有一個顧客到達，同時結帳時間的範圍將變成0.6至3分鐘。

重新模擬的結果：

		Average	Minimum	Maximum
Entity > Wait Time	個體等候時間	21.1488	0	42.6368
Entity > Total Time	流程全程時間	22.9394	1.4624	44.0800
Queue > Number Waiting	等候區等候人數	12.6635	0	27
Resource > Instantaneous Utilization	資源使用率	0.9742	0	1

## ARENA錯誤訊息畫面

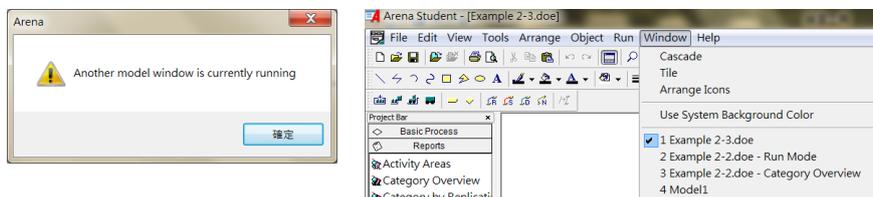
**Scenario B:** 到達時間間隔為1.0分鐘，結帳時間為0.6至3分鐘。



學生版的限制：Maximum of 150 entities exceeded.

## 常見錯誤訊息

- Arena模擬結束後，會處於待命的狀態(Run Mode)，無法修改內容，如果嘗試執行其他流程的模擬，會立即出現錯誤訊息



模擬結束後，必須按工具列的停止鍵■，才能修改流程或模擬其他流程。

## 增加資源數量後的模擬結果

- **Scenario C:** 與Scenario B相同，但是增加一位收銀員。
- 必須到Resource的資料模組內修改Capacity欄位。

Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
Cashier	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

Warning: 更改後仍然是單隊等候

Example 2-3		Average	Minimum	Maximum
Entity > Wait Time	個體等候時間	4.8997	0	14.5356
Entity > Total Time	流程全程時間	6.7054	0.6074	16.7179
Queue > Number Waiting	等候區等候人數	5.0120	0	17
Resource > Instantaneous Utilization	資源使用率	0.9129	0	1

## Randomness in Simulation

- One “replication” = one sample
- Run > Setup > Replication Parameters  
設定number of replications等於5，以不同亂數進行5次模擬
- 自動計算五次模擬結果的平均值、最小值、最大值

		Average	Minimum Average	Maximum Average
Entity > Wait Time	個體等候時間	3.9374	2.9234	4.8997
Entity > Total Time	流程全程時間	5.7134	4.6852	6.7054
Queue > Number Waiting	等候區等候人數	4.0249	3.1090	5.0120
Resource > Instantaneous Utilization	資源使用率	0.8968	0.8679	0.9129

如果按停止鍵■，再重新模擬，會以相同亂數得到相同結果

## Category Overview

可信賴區間 confidence intervals  
流程全程時間 5.7134 ± 1.02

## ARENA的檔案類型

Example 2-3.doe	ARENA程式檔
Example 2-3.Backup.doe	上一次存檔前的舊程式檔
Example 2-3.err	錯誤訊息檔案
Example 2-2.accdb	Access檔案，內含全部模擬結果 (14.5版的副檔名為mdb)
Example 2-2.dsn	程式的衍生檔，模擬時會自動產生 (14.5版無此檔案)
Example 2-3.opw	程式的衍生檔，模擬時會自動產生
Example 2-3.p	程式的執行檔，模擬時會自動產生
Example 2-3.out	文字檔，內含全部模擬結果

## 2.5 顧客的排隊選擇

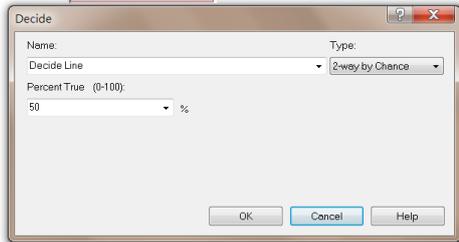
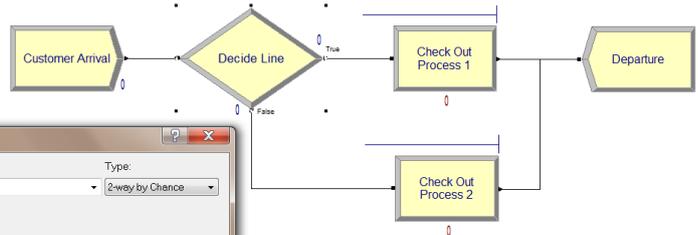
16.1版



### Random Pick

顧客到達時隨機選擇等候隊伍

Example 2-4



2-way by Chance: Decide模組隨機產生(0,1)亂數，以決定選擇櫃台等候服務

## Multiple Types of Resource

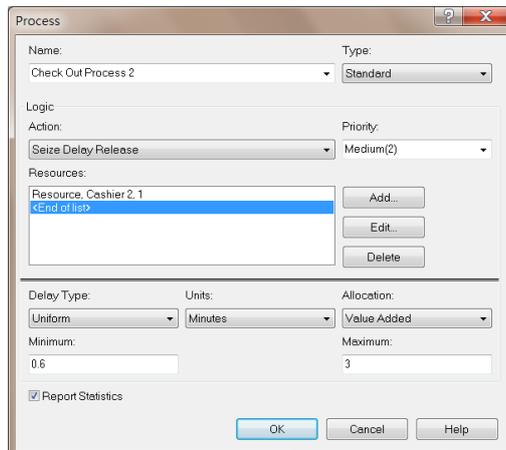
不同Process Name，產生不同等候線



Resource - Basic Process			
	Name	Type	Capacity
1	Cashier 1	Fixed Capacity	1
2	Cashier 2	Fixed Capacity	1



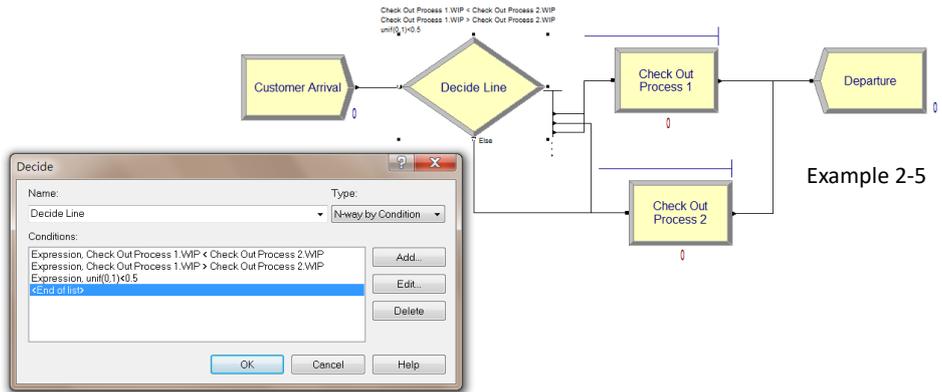
必須定義與使用新的Resource類型，以免混用



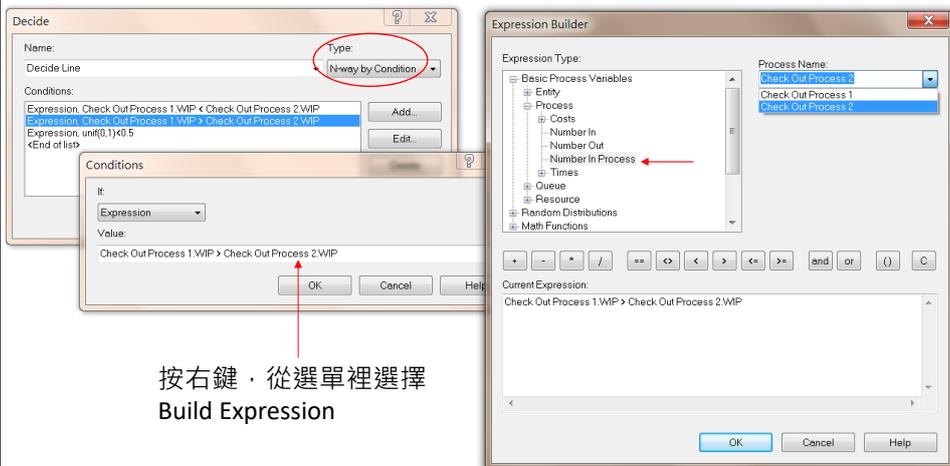
# Shortest Queue by Decide Module

**Decide 模組 N-way by Condition:**  
 顧客根據隊伍長度選擇排隊。隊伍長度相等時，以隨機亂數決定。

Check Out Process 1.WIP < Check Out Process 2.WIP  
 Check Out Process 1.WIP > Check Out Process 2.WIP  
 unif(0,1)<0.5



# Expression Builder



按右鍵，從選單裡選擇  
 Build Expression

## Waiting Time Comparison

replication length= 8 hours    number of replications = 5

五次模擬結果的平均值		2-3 single queue	2-4 random	2-5 shortest
Entity > Wait Time	等候時間	3.9374	7.4883	4.0351
Entity > Total Time	流程全程時間	5.7134	9.2604	5.8127
Queue > Number Waiting	等候區等候人數	4.0249	3.6723	2.0712
Resource > Instantaneous Utilization	資源使用率	0.8968	0.9014	0.8978
		0.8815	0.8962	

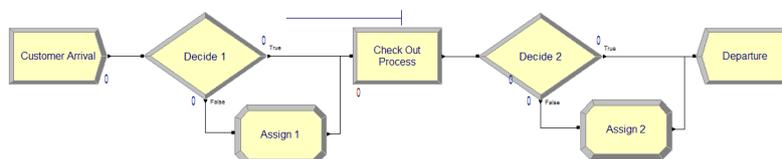
Caution: 小心以平均值比較，勿小題大作

## 2.6 請支援收銀

**Example 2-6**    MR(·)資源的總數量    NR(·)資源使用中的數量

Check Out Process.WIP < 5  
|| MR(Cashier) == 3

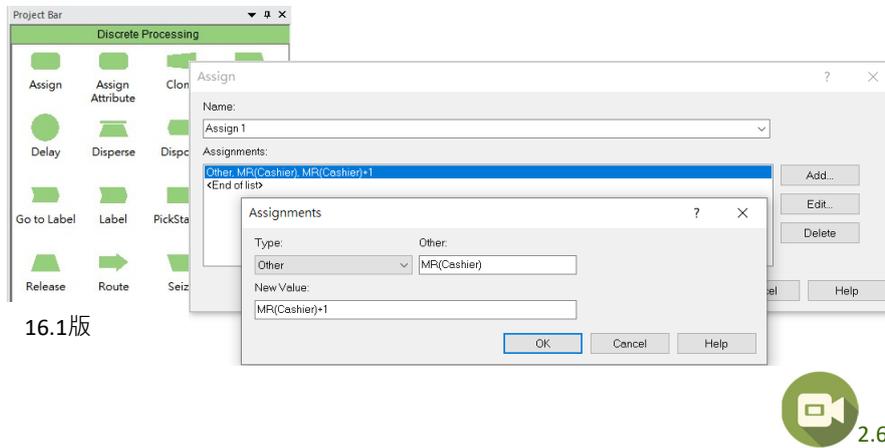
NR(Cashier) == MR(Cashier)  
|| MR(Cashier) == 1



Check Out Process.WIP >= 5  
&& MR(Cashier) < 3

NR(Cashier) < MR(Cashier)  
&& MR(Cashier) > 1

## Assign模組增減資源數量



## Summary

- Simulation models運用邏輯或數學關係來描述訂單或顧客在系統內的流程運作。
- ARENA使用亂數來隨機決定顧客到達時間間隔以及結帳所需時間，進行多次模擬，使用不同亂數，結果就有變動。
- 正確設計模擬的流程，選擇較有管理價值的績效。
- 根據多次的模擬來進行分析與比較，避免只依據單次模擬結果就遽下結論。