

Model 5-1 一簡單的電話中心系統

電話總機提供技術支援，銷售訊息與訂購狀態三種支援。電話到達之時間間隔為 EXPO(0.857) 分鐘，總共有 26 線，當 26 線均被占用，顧客會得到忙線訊號(在本模式將以顧客會離開處理，不再 call back)。接通後會聽到三種錄音選擇，轉至技術支援(76%)、銷售訊息(16%)、訂購狀態(8%)，這項活動時間是 UNIF(0.1,0.6)分鐘[將電話轉至各別的技術支援、銷售訊息、訂購狀態]。

如果選擇技術支援會再聽到錄音，要求從三種產品中選擇一項(三種產品選擇百分比分別為 25%, 34%, 41%)。這項活動時間需要 UNIF(0.1,0.5)分鐘。如果技術人員可接聽電話，電話立刻轉至這人，沒人可接電話，則將其轉至線上等候，直到有人可接電話，但其音樂為 annoying rock music。接受技術支援的時間是 TRIA(3, 6, 18)分鐘，完成服務後離開系統。

銷售訊息轉至客服人員線，如果忙線置於線上等候(會聽到 soothing new-age space music, 因為希望完成銷售)，服務時間是 TRIA(4,15,45)分鐘。訂購狀態自動由電話系統處理，但僅有 26 線其服務時間是 TRIA(2,3,4)分鐘。完成服務後有 15% caller 選擇與真人對話，其優先順序低於銷售訊息的電話(如果相同等候時)。這些詢問訂購狀態的時間是 TRIA(3,5,10)分鐘，完成服務後離開系統。

Call center 由早上 8:00 至下午 6:00，接話至 6:00 截止，少數人員工作

至下午 7:00 處理 6:00 以前進入系統的電話。

一天中有 8 位技術支援人員(TYPE 1, 2 位、TYPE 2, 3 位、TYPE 3, 3 位) 支援技術問題，4 位銷售人員回答銷售訊息與訂購狀態。

目前為止，我們有興趣算一下，不能接通而離開系統的顧客數目、其他統計量被拒絕顧客數目、各類顧客在線上時間、各類顧客等候真人服務時間、各類顧客等候電話數目、人員使用率。

Model 5.2 New Modeling Issues

這問題與上次例子最大不同在於服務導向，雖然 SIMAN 前身是製造導向，但目前 ARENA 可以有能力處理速食、銀行、保險、服務中心與許多其他服務業。

5.2.1 Customer Rejections and Balking

Balking 一詞係自動放棄，例如看到等候線長，就不進入。在本例只有 26 線，無法接通顧客就自動放棄(雖然不是自願)，所以本文稱為拒絕(Rejection)，兩者相似。有兩種方法可以處理這情形(1)由 Block 下面選擇 Queue 模組，將其 capacity 設為 0, server available 則進入，否則進入 Queue，但 capacity 設為 0, 所以離開系統(2)以  判斷是否有電話線可用，我們將選擇第二項。

Balking and Rejection 如同系統故障無法滿足顧客，所以我們將收集這項數字(越小越好)。

5.2.2 Three-way Decision

一旦電話接通，必須依機率將電話轉至適當支援部門。

5.2.3 Variable and Expression

變數模組允許定義變數、全域變數(reference by the name)亦可指定為一、二為陣列，Expression 亦可指定為全域變數(reference by the name)或一、二為陣列，二者十分相似，但他們服務不同之功能。變數可給一名字例如 Wait time, 起始值 2, 在 Simulation 中可被重新指定與增加。亦可定義另一變數 Number in system 起始值 1,每次增加一人。在 caller center 例中，將使用 2 個變數，第 1 個變數記錄所有電話數目，第 2 個變數用以終止產生再 10 小時後來電。Expression 不儲存一數值，而是提供一名稱結合數學式，每當 Expression 在模式中被評估引用，其相對數值會被傳回來。典型的 Expression 是由某一分配計算一數值或從一複雜公式伴隨 Entity 的 attribute，在我們電話中心將使用 Expression 產生技術支援的服務時間。

5.2.4 Storage

在 animation 中新觀念，storage 將 entity hold 住，等到某一事件發生。在 animation 中可將 storage 想成一變數可增加或減少其特性。在 animation 中，將 entity 放在 storage，並不影響其執行邏輯，在動畫中如同進入一 delay 某段時間，當離開 storage 會繼續前進。有兩種方法可將 entity 放入 storage 並移除它(1)在 Advanced Process 下使用 store and unstore 模組(2)在模組中有一欄位可輸入 Storage ID 例如由 block 下的 Delay 模組。

5.2.5 Terminate or Steady-State

大部分模擬可分成 terminating 與 steady state。A terminating simulation 指定開始與結束條件。例如一商店早上九點開始，下午九點結束。生產組裝 500 件零件。

A steady-state simulation 要被估計被研究之數量定義成長時間，起始條件情境不是很重要因為其強調 in the long run。自己需決定一結束時點。例如急診室從未真正停止，一般而言這兩種模擬是容易區分。但有時亦不然例如速食店由上午 11 點至下午 11 點，如果對每日營運有興趣，則是一 terminating simulation，如果僅對兩小時的尖峰時間有興趣，可能假設有一 stationary arrival 在 peak arrival rate 以 steady-state simulation 分析。

5.3 Modeling approach

Basic Process 提供最高階最快與最容易的建模。The Advanced process 提供比 Basic 更多更細部的功能。The Advanced Transfer 用以處理物料搬運(例如 Transporter 與 conveyors)。The Block (part of SIMAN template)提供低階建模能力。有許多模組名稱與 Block 中模組名稱相同，但其功能不同，可由顏色與形狀區別。

5.4 Building the Model

將 Model 分成 7 部分。5.4.1 Create arrivals and Direct to service 5.4.2 arrival cutoff logic 5.4.3 Technical support calls 5.4.4 Sales calls 5.4.5 Order status calls 5.4.6 System Exit and Run setup 5.4.7 Animation.

當學習更多的功能並發展更複雜的模式，你將現你必須預先計劃你的邏輯，否則你會發現經常往來於增加或刪除模組。

(1) 想將 incoming call animate 成 黑球.

在 BASIC PROCESS / ENTITY 下由 INITIAL PICTURE 下選

5.4.1 Create arrival and Direct to Service

Create

Name: Create Call Arrivals Entity Type: Incoming Call

Time Between Arrivals
Type: Random (Expo) Value: 0.857 Units: Minutes

Entities per Arrival: 1 Max Arrivals: MaxCalls First Creation: 0.0

OK Cancel Help

(2)

Picture: Black Ball

BASIC PROCESS

variable

option

Name	Row/Column	clear
1 Total Wip		System
① Maxcells		System

Initial Values Report statistics

0 rows

1 rows

INITIAL VALUES
999999

(2)

記錄
attempt
call.
使用
record
module

Record

Name: Record Attempted Call Type: Count

Value: 1 ☐ Record into Set

Counter Name: Attempted Calls

OK Cancel Help

Decide

Name: Trunk Line Available? Type: 2-way by Condition

If: Expression

Value: NR(Trunk Line) < MR(Trunk Line)

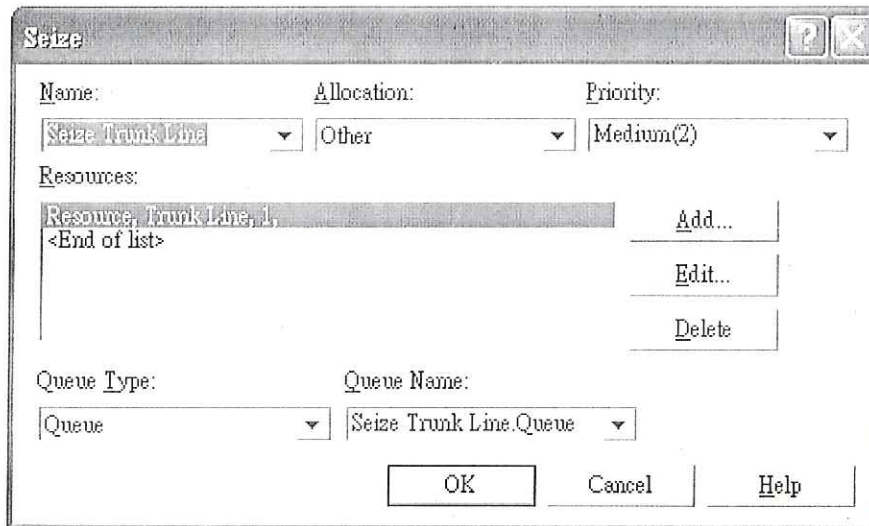
OK Cancel Help

決定電話線
是否可用。

(3) NR(Trunk Line)
代表目前資源
忙碌數目。

MR(Trunk Line) 目前所安排的資源數目。

如果一單位 Trunk Line 是 available, 則前進至 seize module, 將 resource 抓住。與 process 中不同, 僅有 seize 動作。與 Queue。



Seize

Name: Seize Trunk Line Allocation: Other Priority: Medium(2)

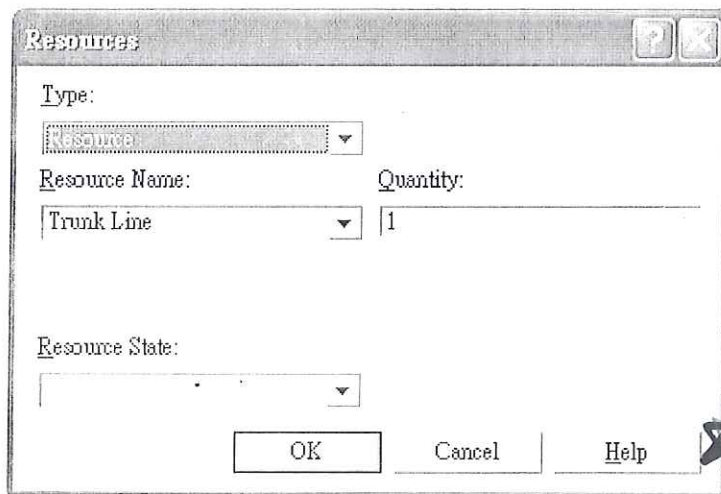
Resources:

Resource, Trunk Line, 1,	Add...
<End of list>	Edit...
	Delete

Queue Type: Queue Queue Name: Seize Trunk Line.Queue

OK Cancel Help

seize 動作。
與 Queue。



Resources

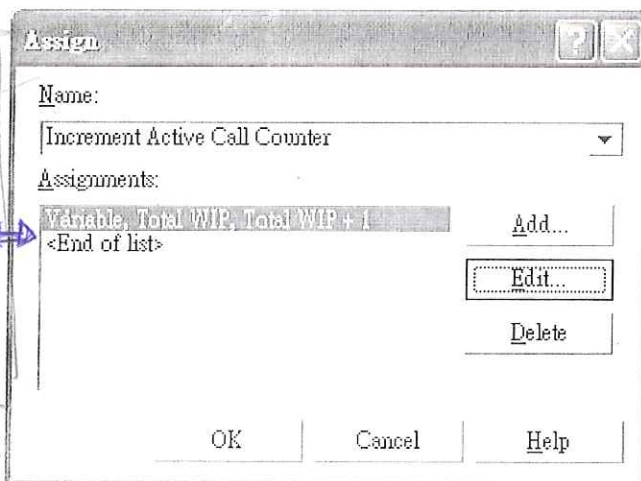
Type: Resource

Resource Name: Trunk Line Quantity: 1

Resource State:

OK Cancel Help

輸入 Resource Name, 令將 Quantity 1, 輸入 BASIC PROCESS/RESOURCE data module, 其值含是 default 值 1, 即持有 26 線; 需打開 resource data module 將其改成 26。



Assign

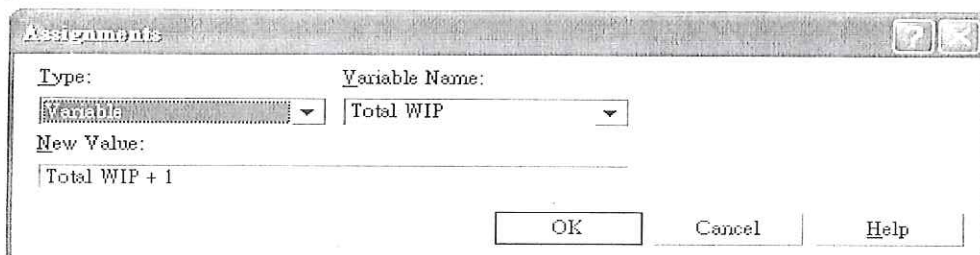
Name: Increment Active Call Counter

Assignments:

Variable, Total WIP, Total WIP + 1	Add...
<End of list>	Edit...
	Delete

OK Cancel Help

增加 WIP 的數目。
Variable, Total WIP 可以記錄目前忙碌數目



Assignments

Type: Variable Variable Name: Total WIP

New Value: Total WIP + 1

OK Cancel Help

BASIC PROCESS
Variable
Total WIP
用以記錄
目前忙碌數目

New Concept

在 Advance process

Storage 下面

含自動創造 - Initial Recording Delay Storage

進入 store module.

將 entity 放在 storage (initial Recording Delay storage)

不含妨礙 entity 前進, 可以

⑥ 在 animation 上顯示.

進入 Delay 代表一段 recording 和 option-selection

⑦ 的時間.

Unstore from initial Recording Delay

將上一次進

delay 完成, 進入 Unstore

將 entity 由 store 移除

⑧ storage 的 entity 移除.

計算 rejected calls

⑨

reject call 離開系統

Dispose

Name: Dispose of Rejected Call

☒ Record Entity Statistics

OK Cancel Help

10

決定 call types

Decide

Name: Determine Call Type Type: N-way by Chance

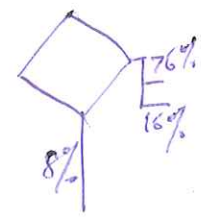
Percentages:

76	Add...
16	Edit...
<End of list>	Delete

OK Cancel Help

76% → technical support
16% → sales calls
其餘
8% → order status calls.

11



RUN setup 5.4.2 Arrival cutoff logic

Create

Name: Create Arrival Cutoff Entity Entity Type: Arrival Cutoff

Time Between Arrivals

Type: Constant Value: 999999 Units: Minutes

Entities per Arrival: 1 Max Arrivals: 1 First Creation: 600

OK Cancel Help

早上 8:00 至 下午 6:00 共 600 分鐘

Decide module 可

Check simulation time

12

是 小 於 600.

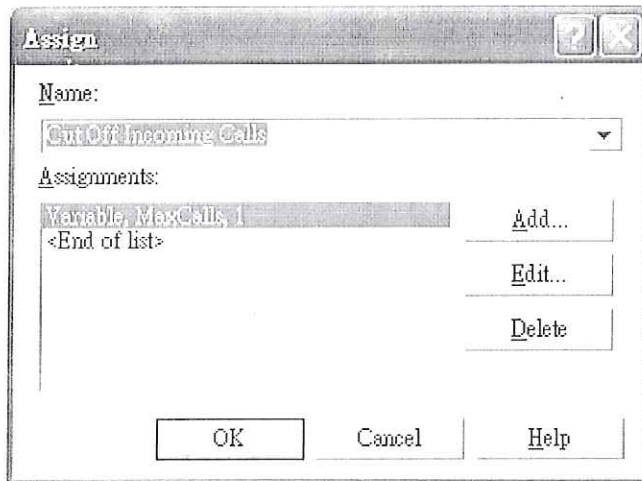
$TNOW > 600$

88 Total WIP

= 0

Replication length
Infinite

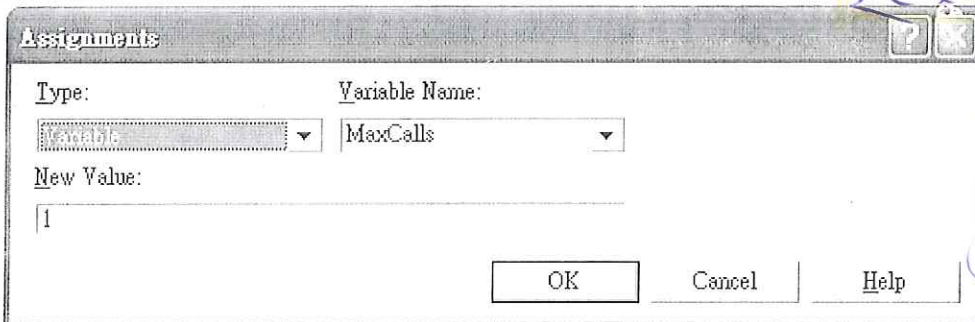
如果 Time 使 entity 繼續, 否則送至 Dispose module.
這一 section 似乎與其他 module 獨立, 但他們可透過一個 global variable 與其他 module 交互影响。
開始創造控制時, 每 999999 產生一個 entity。
只創造一個, 且第一個產生在 600 分鐘



並將更改 MaxCalls
值設為 1.

將令依 creating arrival
停止。因為一開

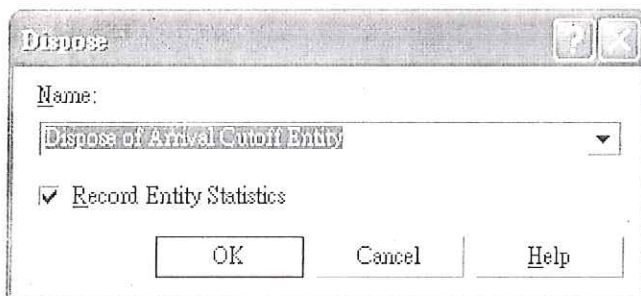
(13) 當時 Maxcalls 的
起始值是



999999.

等到 simulation

(13) 時間是 600

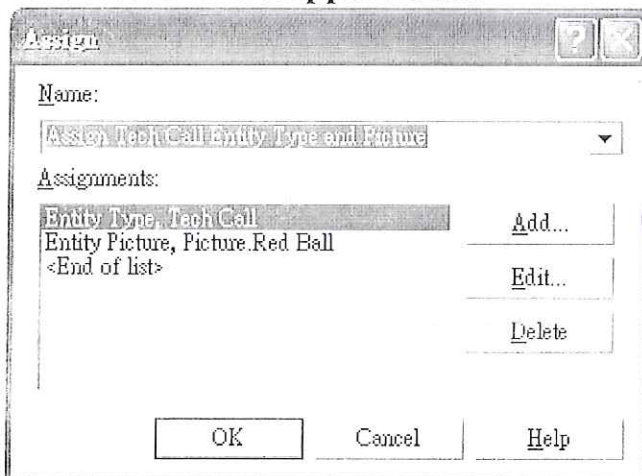


時, arrival 一定超過 1

以上, 所以藉此

(14) 將其因由,

5.4.3. Technical Support Calls



將 Technical support
call, entity 稱為

(15) Tech call.

entity picture 設為

Picture.Red Ball.

Assignments

Type: Entity Type Entity Type: Tech Call

OK Cancel Help

(5)

Assignments

Type: Entity Picture Entity Picture: Picture.Red Ball

OK Cancel Help

(5)

Store

Name: for Tech call Recording Delay Type: for Tech Call Recording Delay Storage

Storage Name: Tech Call Recording Delay St

OK Cancel Help

如同前面，將 Tech call 放入 Tech call Recording Delay storage 中。

(16)

Delay

Name: Tech Call Recording Delay Allocation: Other

Delay Time: UNIF(0.1, 0.5) Units: Minutes

OK Cancel Help

Delay - 一段時間
代表 recording 和 option selection 時間。

(17)

Unstore

Name: unstore from Type: in Tech Call Recording Delay Default

OK Cancel Help

將 entity 由 storage 移除。

(18)

Decide

Name: Determine Product Type Type: N-way by Chance

Percentages:

25	<u>Add...</u>
34	<u>Edit...</u>
<End of list>	<u>Delete</u>

OK Cancel Help

使用
N-way by
Chance

19 決定
需要服務之
型態

剩下解 41% TYPE 3.

Process

Name: Process Product Type 1 Tech Call Type: Standard

Logic

Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources:

Resource, Tech 1, 1	<u>Add...</u>
<End of list>	<u>Edit...</u>
	<u>Delete</u>

Delay Type: Expression Units: Minutes Allocation: Value Added

Expression: Tech Time

☒ Report Statistics

OK Cancel Help

20

在 Advance Process / Expression

11 前学
attribute

	Name	Rows	Columns	Expression Values
1	Tech Time			0 rows

Expression Values
TRIA(3, 6, 18)

另一完成之方法



♣ Resource

(2)	Tech 1	Fixed Capacity	2
	Tech 2	"	3
	Tech 3	"	3
	Sales	"	4
	Trunk Line	"	26

21

Process

Name: Type:

Logic: Priority:

Resources:

Resume, Tech 2, 1	<u>A</u> dd...
<End of list>	<u>E</u> dit...
	<u>D</u> elete

Delay Type: Units:

Allocation:

Expression:

☒ Report Statistics

resource
⇒ 2K boxes

Process

Name: Process Product Type 2 Tech Call Type: Standard

Logic

Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources:

Resource: Tech 3, 1 Add... Edit... Delete

<End of list>

Delay Type: Expression Units: Minutes Allocation: Value Added

Expression: Tech Time

☒ Report Statistics

OK Cancel Help

22

resource
→ 3

5.4.4 Sales calls

Assign

Name: Assign Sales Call Entity Type and Picture

Assignments:

Entity Type, Sales Call Add... Edit... Delete

Entity Picture, Picture.Green Ball

<End of list>

OK Cancel Help

指派 sales call

Entity type

→

picture

23

Assignments

Type: Entity Type Entity Type: Sales Call

OK Cancel Help

Entity type

指派

Sales Call

23'

Assignments

Type: Entity Picture Entity Picture: Picture Green Ball

OK Cancel Help

Assignments

Type: Entity Picture Entity Picture: Picture Green Ball

OK Cancel Help

(23) Entity Picture
Picture Green Ball

Process

Name: Process Sales Call Type: Standard

Logic

Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources:

Resource, Sales, 1 Add...
<End of list> Edit...
Delete

Delay Type: Triangular Units: Minutes Allocation: Value Added

Minimum: 4 Value (Most): 15 Maximum: 45

☒ Report Statistics

OK Cancel Help

(24) process
sales
call
TRIA(4, 15, 45)

5.4.6 System Exit and Run Setup

所有
Tech
Sales
order
的 call
完成均送至此

Release

Name: Release Trunk Line

Resources: Resource, Trunk Line, 1
<End of list>

Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

25
Release Trunk Line.
由 ④ seize Trunk Line.

Assign

Name: Decrement Active Call Counter

Assignments: Variable, Total WIP, Total WIP - 1
<End of list>

Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

減少 WIP 的數目。
(目前正在減少數目)

Assignments

Type: Variable Variable Name: Total WIP

New Value: Total WIP - 1

OK Cancel Help

26

26'

Record

Name: Record Completed Calls Type: Count

Value: 1 ☐ Record into Set

Counter Name: Completed Calls

OK Cancel Help

使用 Record 記錄
完成的 calls.

Dispose

Name:

Dispose of Call Entity

☒ Record Entity Statistics

OK Cancel Help

OK dispose entity.

記得
connected
Type 1
Type 2
Type 3. 1/2/3

5.4.5 Order Status Calls

Assign

Name:

Assign Order Status Entity Type and Picture

Assignments:

Entity Type, Order Status Call Add...

Entity Picture, Picture.Blue Ball Edit...

<End of list> Delete

OK Cancel Help

29

Assignments

Type: Entity Type

Entity Type: Order Status Call

OK Cancel Help

29 指派
Entity Type
is order status
call

Assignments

Type: Entity Picture

Entity Picture: Picture.Blue Ball

OK Cancel Help

29 將 entity
picture
指派為

Picture.Blue Ball

完成
由上面圖示至此

attach block.tpo ↓ (由 Block 下方)

Delay Block

Label: Order Status Delay

Mark Attribute:

Next Label:

Duration: TRIA(2, 3, 4)

Storage ID: Order Status Delay Storage

Allocation: Other

Comments:

OK Cancel Help

30

将其 hold 一段时间

31 key in
Advanced Process storage 下方
- 31 / order status Delay Storage

Decide

Name: No Sales Person Required

Type: 2-way by Chance

Percent True (0-100): 85 %

OK Cancel Help

自动语音 85%

15% 人

31 判断
是否需要 Sales person.
不要 → 需要 ↓

Assign

Name: Sales call priority

Assignments: Order Status Call Priority

Attribute: Sales Call Priority, 1

<End of list>

OK Cancel Help

没有 Assign default priority 值为 0

32 ① - entity 要求 resource
且 resource available, 则 entity 得到 resource
② - 资源 available, 许多 entity 要求. 只有 - entity 在那 Queue 中, 则 resource 给

那 entity ③ FIFO, LIFO, Low value first, High Value first.
4 种规则, 例如 small number 有了 priority, 再排队时, 则以等候最長者, 优先 (default)

Assignments

Type: Attribute Attribute Name: Sales Call Priority

New Value: 1

OK Cancel Help

Seize

Name: Call Seizes Sales Person Allocation: Other Priority: Medium(2)

Resources:

Resource: Sales 1	Add...
<End of list>	Edit...
	Delete

Queue Type: Queue Queue Name: Process Sales Call Queue

OK Cancel Help

Delay

Name: Status Conversation With Sales Person Allocation: Other

Delay Time: TRIA(2, 3, 4) Units: Minutes

OK Cancel Help

Release

Name: Order Status Call Releases Sales Person

Resources:

Resource: Sales 1	Add...
<End of list>	Edit...
	Delete

OK Cancel Help

5-1 陳習

某一診所之病患到達為 $\text{Exp}(5)$ minutes, 診所內只有兩位醫師, 診所由上午 9 點開始營業, 下午 4:00 結束掛號, 但醫師需將所有病患看完方可休息, 每位醫師之服務時間為 $\text{Exp}(3)$ minutes, 試建構一程式模擬上述情境。