

第11章 互動圖 – 循序、通訊、時序與互動概觀圖

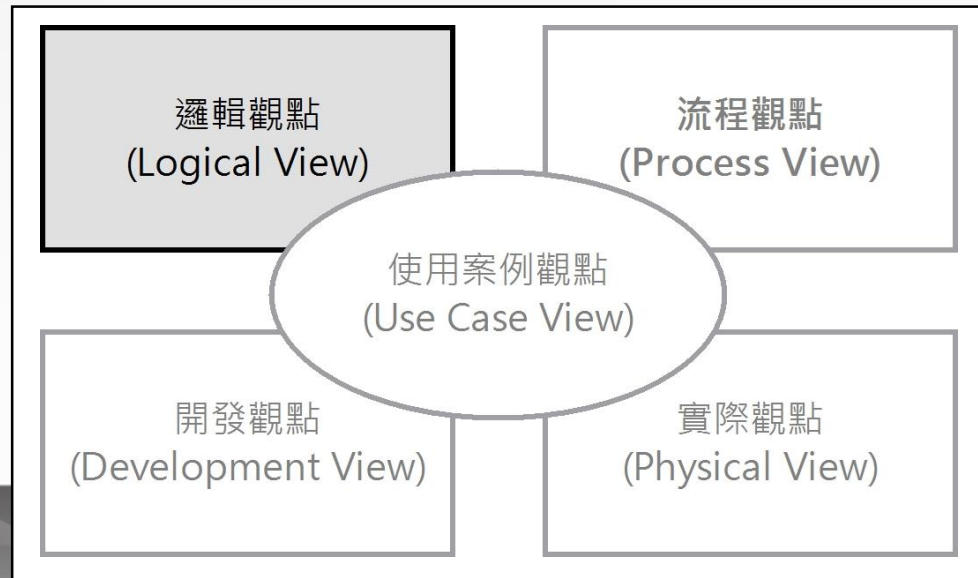
- 11-1 互動圖的基礎
- 11-2 循序圖
- 11-3 通訊圖
- 11-4 時序圖
- 11-5 互動概觀圖
- 11-6 繪製互動圖
- 11-7 綜合練習





11-1 互動圖的基礎-說明

- 互動圖（Interaction Diagrams）如同其名是用來描述模型中不同元素之間的互動，即描述系統的動態行為，可以清楚呈現系統與使用者操作之間的互動；一組物件之間如何使用訊息互動來合作完成指定的行為。
- 互動圖可以用來呈現4+1觀點軟體系統模型的邏輯觀點，如下圖所示：



11-1 互動圖的基礎-種類

- 循序圖（Sequence Diagrams）：使用時間軸方式描述物件之間的互動，強調物件之間訊息傳遞的時間順序。
- 通訊圖（Communication Diagrams）：描述物件的互動，強調物件之間的關係、訊息流向和控制流程，在1.x版稱為合作圖（Collaboration Diagrams）。
- 時序圖（Timing Diagrams）：UML 2.0版支援的圖形，描述詳細的時間資訊，互動元素之間的條件資訊和狀態改變。
- 互動概觀圖（Interaction Overview Diagrams）：UML 2.0版支援的圖形，使用循序、通訊和時序圖以高階方式描述系統發生的重要互動。

11-1 互動圖的基礎-目的

- 互動圖的主要目的是使用視覺化方式顯示系統的互動行為，因為視覺化顯示互動是一件困難的工作，所以我們需要建立不同觀點的互動圖來描述系統的行為。基本上，互動圖的主要目的為：
 - 捕捉系統的動態行為。
 - 描述系統物件之間的訊息流程。
 - 描述系統物件的結構化組織。
 - 描述一組物件之間訊息傳遞的互動。



11-2 循序圖

- 11-2-1 循序圖的基本符號
- 11-2-2 循序圖的訊息
- 11-2-3 框架
- 11-2-4 複雜互動的互動片斷

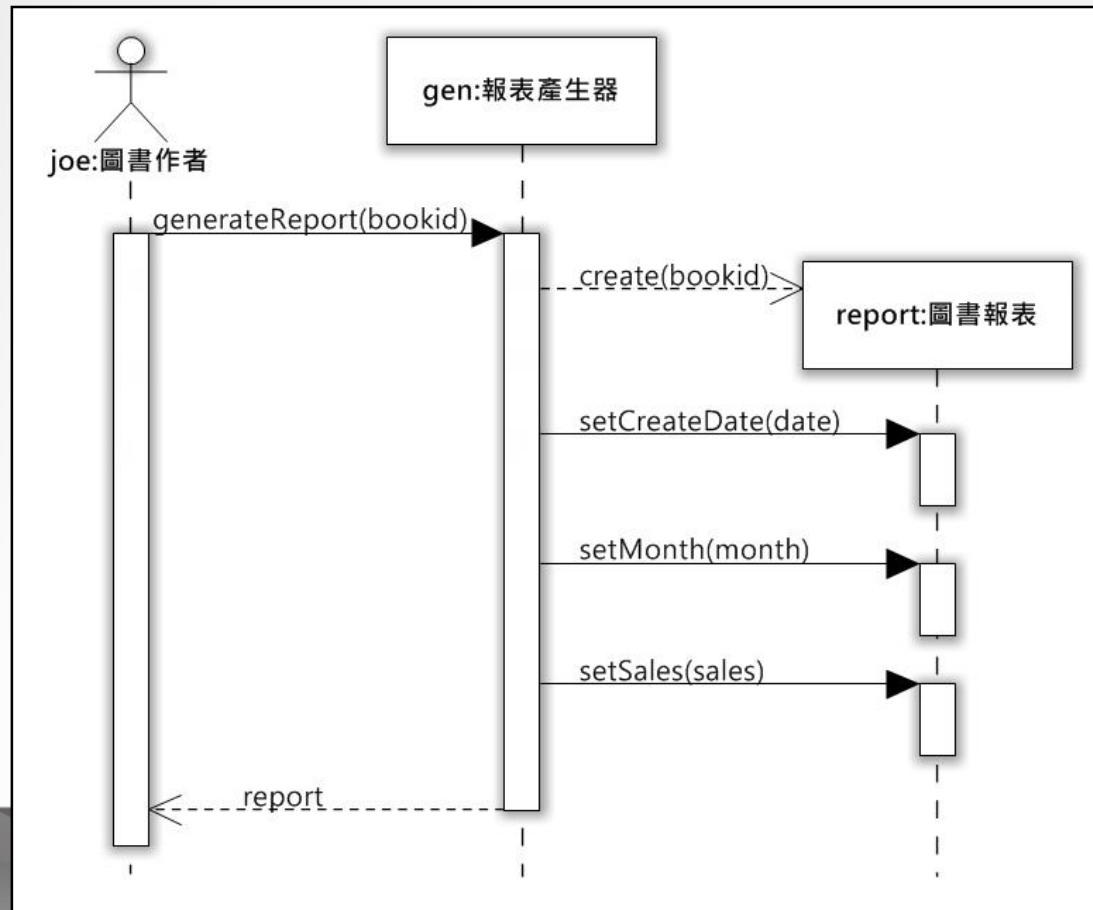


11-2 循序圖-說明

- 循序圖（Sequence Diagram）是使用時間軸來描述物件之間的互動，強調物件之間訊息傳遞的時間順序，請注意是時間順序，而不是花費的時間，關於花費時間部分可以使用時序圖來描述。
- 在循序圖的垂直軸是時間，可以顯示時間順序的訊息傳送；水平軸是隨著訊息傳送，從一個參與者物件旅行至另一個參與者物件的互動過程。

11-2 循序圖-範例

- 例如：圖書銷售系統（Book Sales System）產生圖書銷售報表的循序圖，如下圖所示：

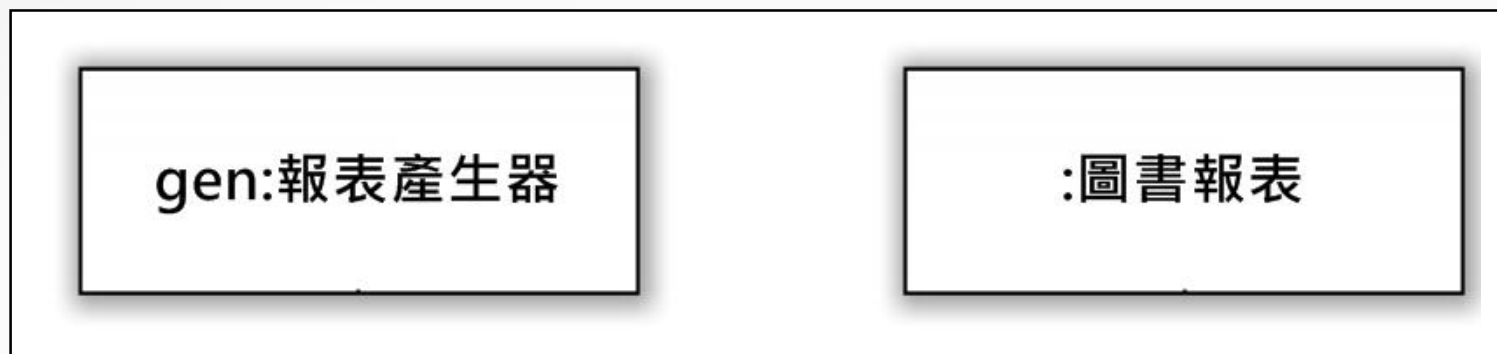


11-2-1 循序圖的基本符號-參與者

- 參與者（Participants）簡單的說就是物件，它是使用方框表示，也可以使用演員符號，參與者是位在循序圖上方且從左至右依序排列，在方框中是參與者名稱，其基本語法如下所示：

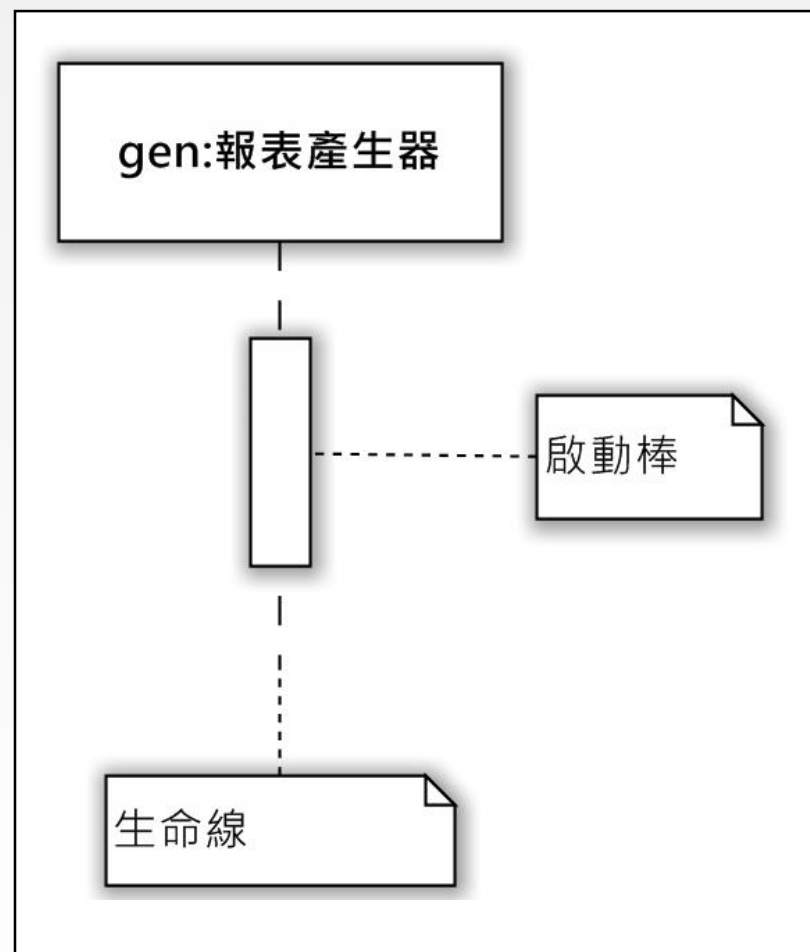
名稱:類別名稱

- 上述語法的「:」分號前是物件名稱；之後是類別名稱，如下圖所示：



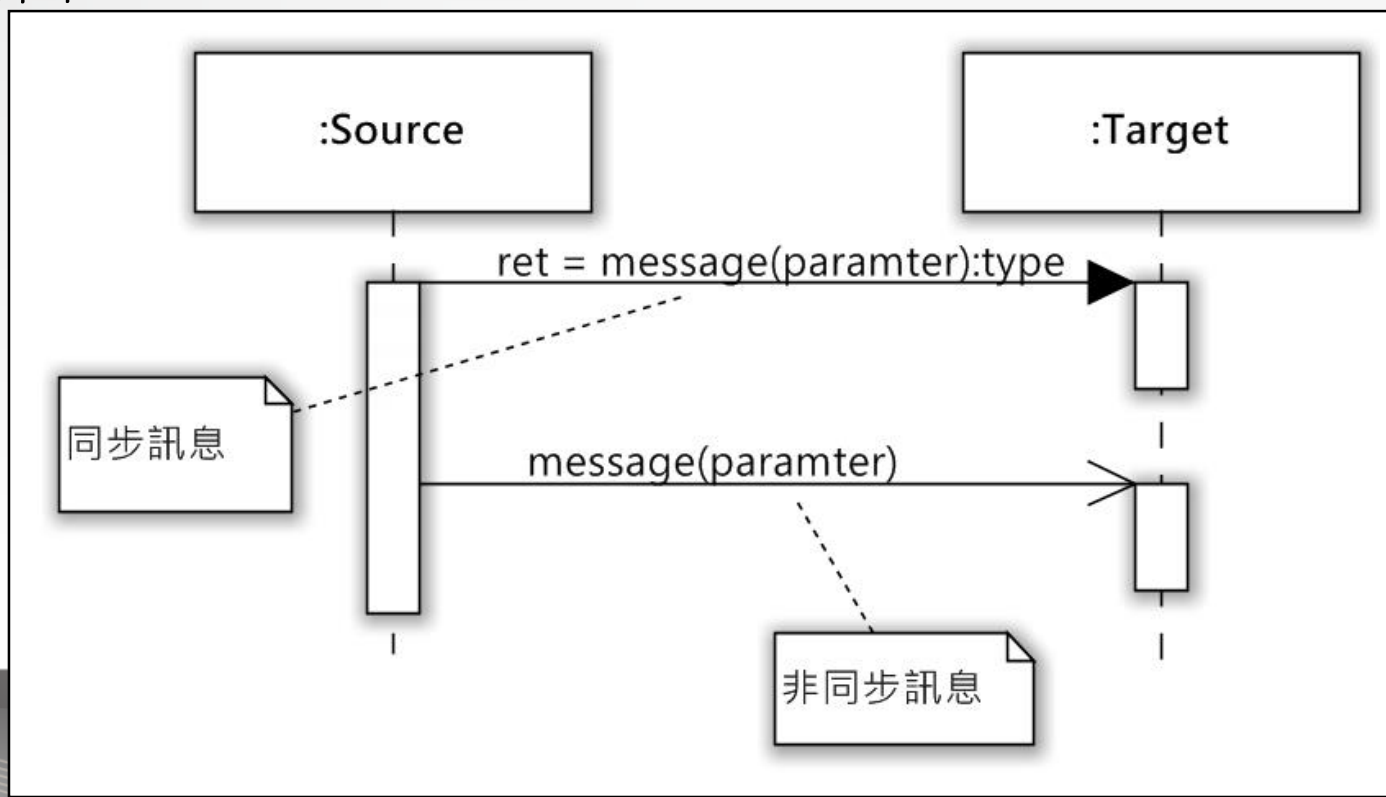
11-2-1 循序圖的基本符號-時間與生命線

- 在參與者下方垂直的虛線稱為「生命線」（**Lifeline**），代表互動發生順序的時間軸，時間是由上而下增加，如右圖所示：



11-2-1 循序圖的基本符號-訊息(說明)

- 訊息（**Messages**）是從來源參與者（或稱送出參與者）的生命線送到目的參與者（或稱接收參與者）的生命線，可以讓接收訊息的參與者進入啟動棒來執行所需操作，如下圖所示：



11-2-1 循序圖的基本符號-訊息(種類)

- 在循序圖的訊息可以分為兩種，如下所示：
 - 同步訊息（**Synchronous Messages**）：當參與者送出同步訊息，必須等到回應後才會繼續執行，同步訊息是使用實心三角形箭頭線來表示，例如：上述循序圖的第1個訊息和前述gen:報表產生器物件送給report:圖書報表物件的setCreateDate()就是同步訊息。
 - 非同步訊息（**Asynchronous Messages**）：參與者送出非同步訊息，並不需要等到回應就可以繼續執行。非同步訊息是使用箭頭來表示，例如：上述循序圖的第2個訊息。

11-2-1 循序圖的基本符號-訊息(語法)

- 循序圖的訊息基本語法，如下所示：

傳回值 = 訊息名稱(參數列) : 傳回型態

- 上述訊息語法依序是傳回值、訊息名稱（通常是類別的方法名稱）、參數列和傳回型態。一些訊息的範例，如下所示：

送出訂單()

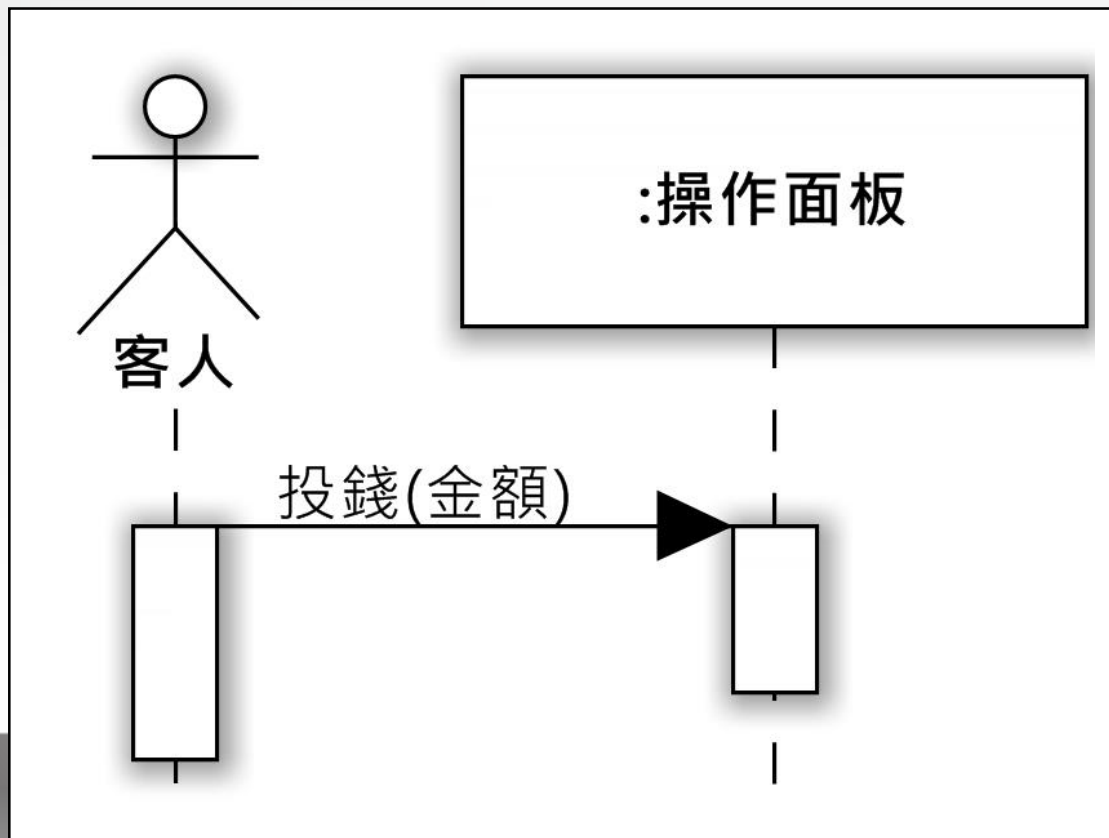
setCreateDate(date)

d = getReportDescription(id)

d = getReportDescription(id) : ReportDescription

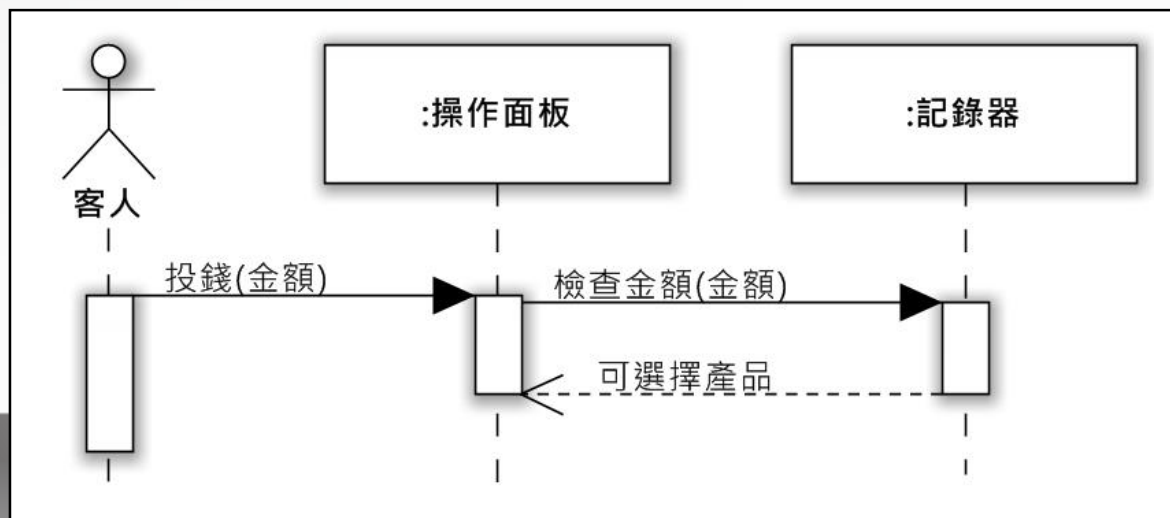
11-2-2 循序圖的訊息-呼叫訊息

- 呼叫訊息（**Call Message**）是循序圖最常用的訊息，它是呼叫目標參與者的操作，例如：客人（**Customer**）在自動販賣機面板投錢操作的循序圖，如下圖所示：



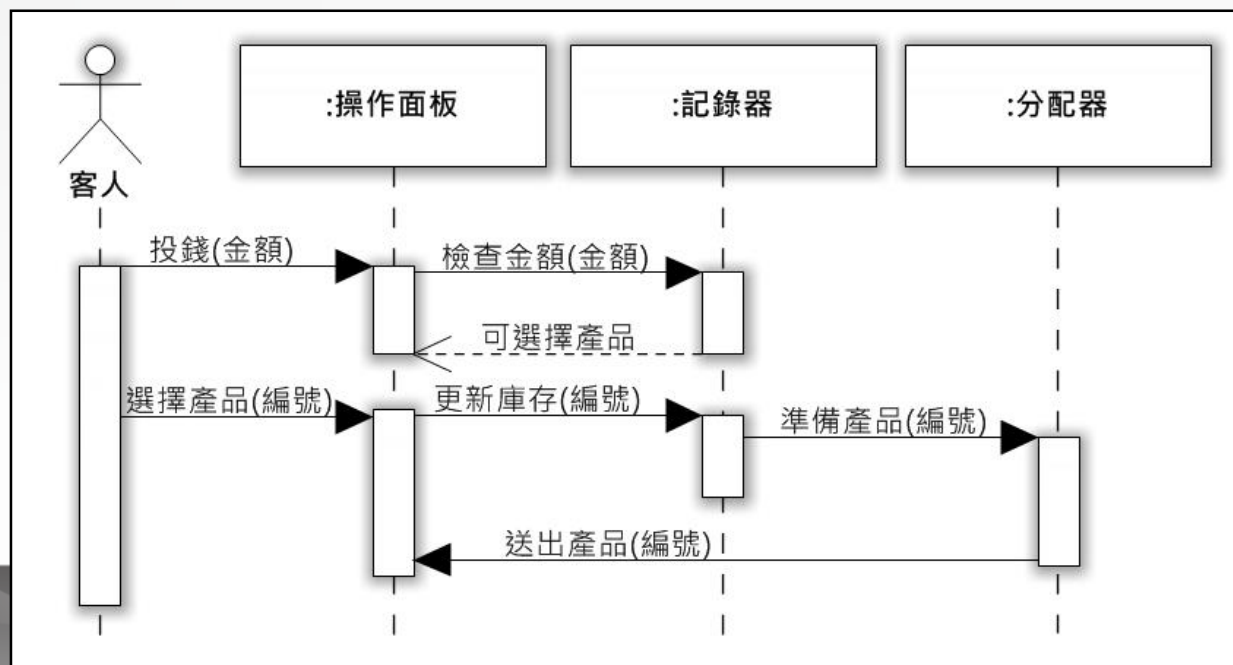
11-2-2 循序圖的訊息-回傳訊息

- 回傳訊息是表示呼叫訊息的傳回值，一般來說，它並非必須符號，因為可以使用啟動棒結束來隱含代表。循序圖的回傳訊息是使用虛線→表示呼叫訊息的操作結束，在上方是傳回值的描述。
- 例如：客戶在自動販賣機的面板投錢後，操作面板送出檢查金額()訊息至記錄器物件，可以傳回可選擇產品的清單，如下圖所示：



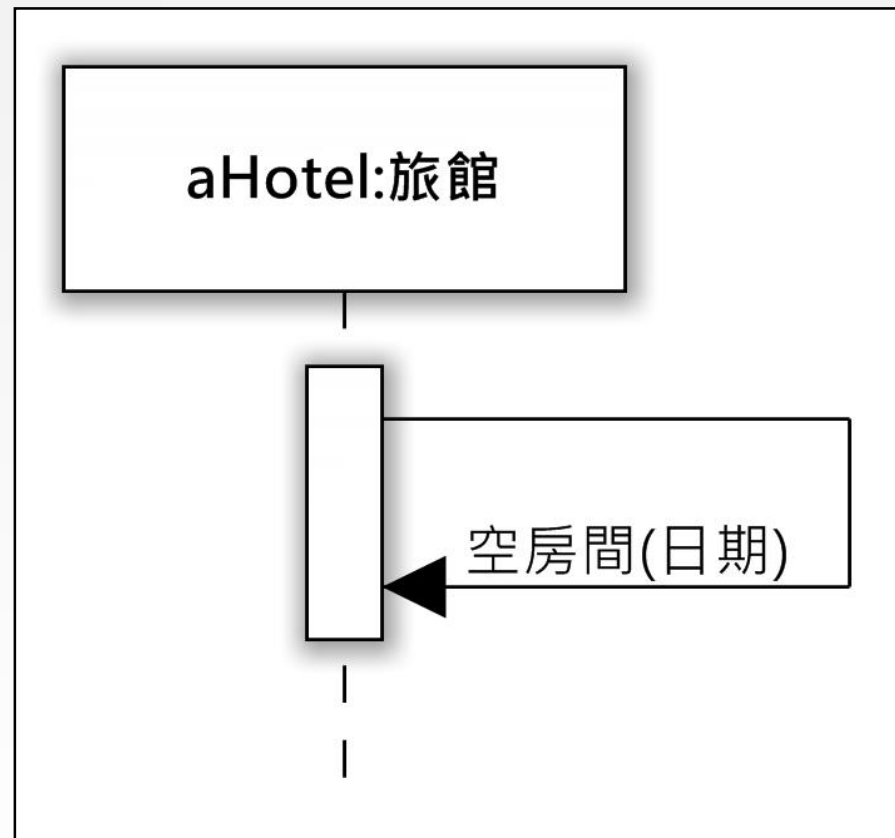
11-2-2 循序圖的訊息-巢狀訊息

- 巢狀訊息（**Nested Message**）就是當呼叫訊息送至目的參與者後，就會進一步觸發目的參與者送出更多的訊息，這些訊息稱為原觸發訊息的巢狀訊息。
- 例如：當客戶在自動販賣機的面板投錢後，在操作面板可以顯示可購買的產品，以便讓客戶選擇購買的產品，如下圖所示：



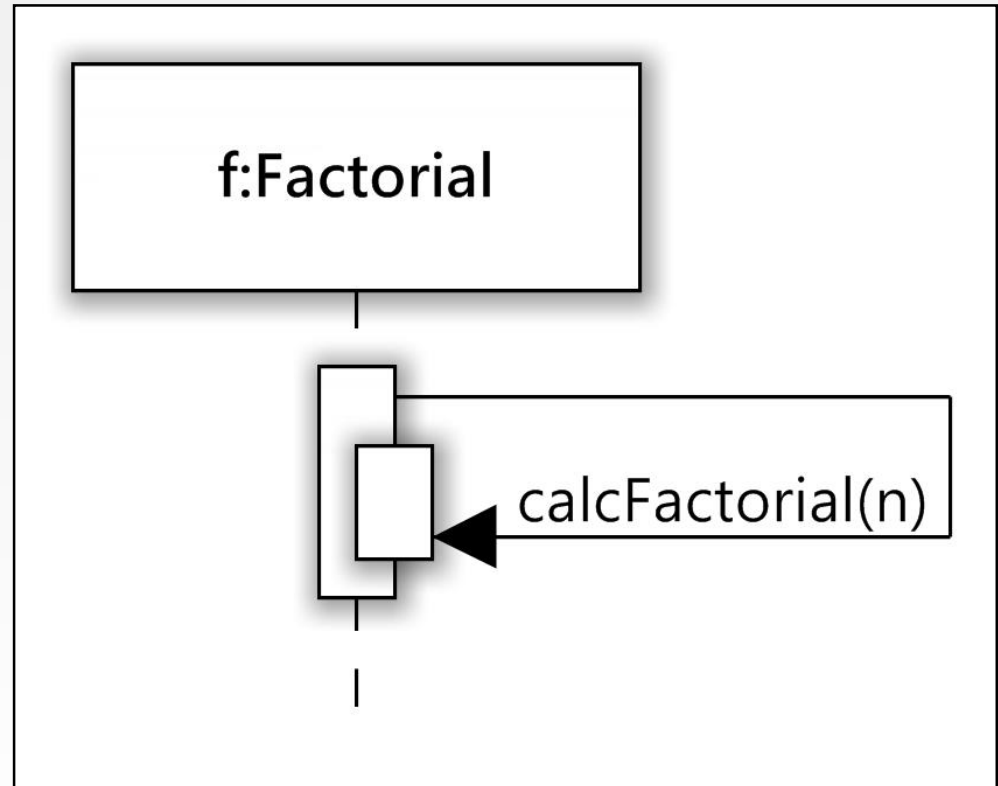
11-2-2 循序圖的訊息-自身訊息

- 自身訊息（Self Message）就是送出呼叫訊息給自己，以Java語言來說，就是呼叫同一個物件的方法（通常是一些宣告成private的工具方法）。例如：旅館aHotel物件送出自身訊息檢查指定日期是否有空房間，如右圖所示：



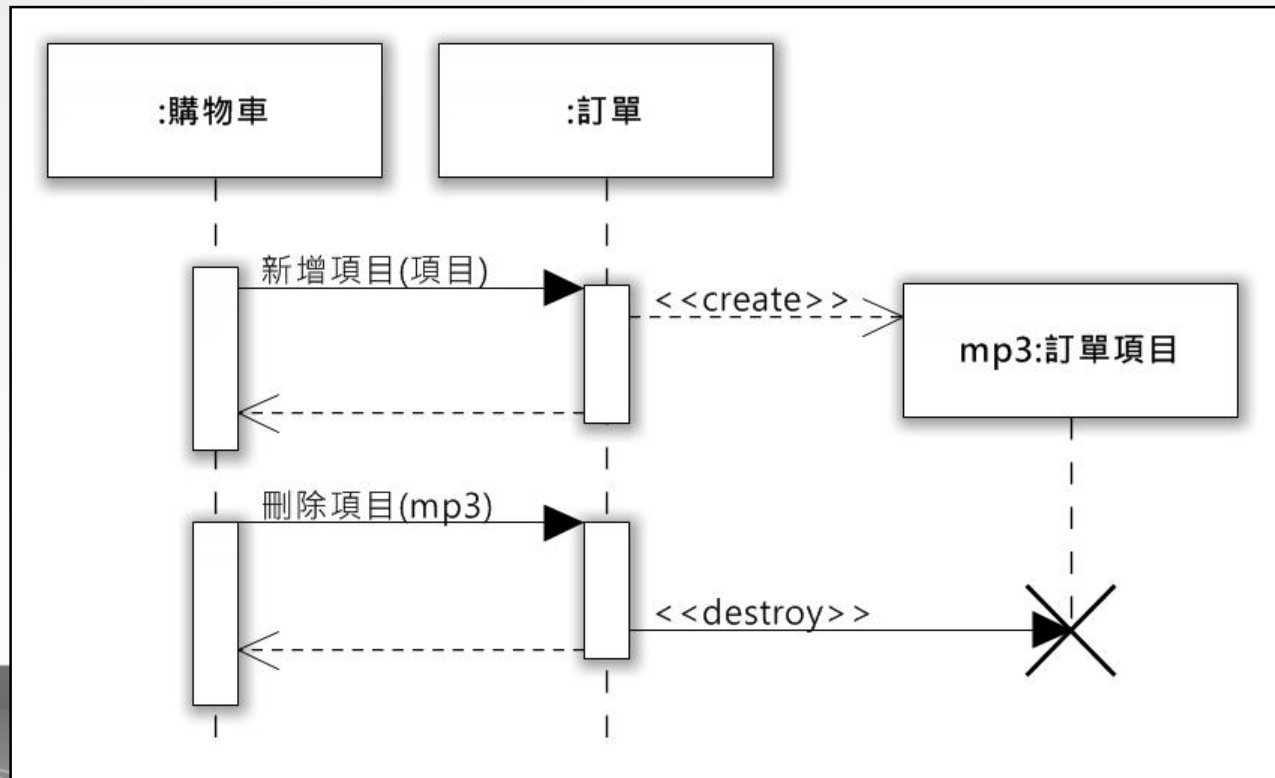
11-2-2 循序圖的訊息-遞迴訊息

- 訊息還可以遞迴將訊息傳送至物件自己的同一個操作，稱為遞迴訊息（**Recursion Messages**）。例如：計算階層 $N!$ 的 **Factorial**物件 **f**，如右圖所示：



11-2-2 循序圖的訊息-產生訊息與消滅訊息

- 在循序圖的物件可以送出產生訊息<<create>>建立其他實例（Instances）；或送出消滅訊息<<destroy>>表示物件生命周期的結束。例如：從購物車新增和刪除訂單項目的循序圖，如下圖所示：

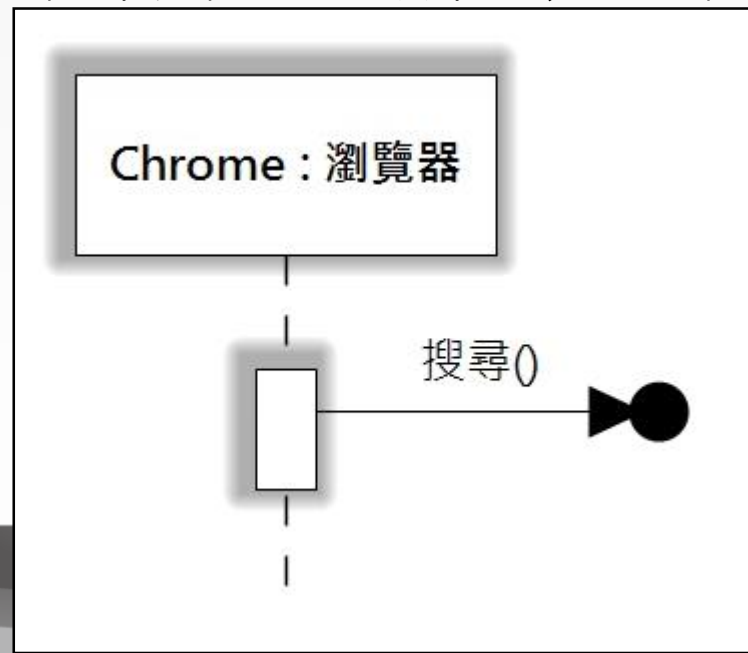


11-2-2 循序圖的訊息- 遺失訊息與找到訊息(說明)

- 在循序圖的訊息依據發送者或接收者是否知道，可以分為：完全訊息（**Complete Message**）、遺失訊息（**Lost Message**）、找到訊息（**Found Message**）和未知訊息（**Unknown Message**）。
- 完全訊息是指發送者和接收者都已知的訊息（之前的訊息都屬此類），未知訊息是都不知道的訊息，所以循序圖根本不用繪出此訊息。

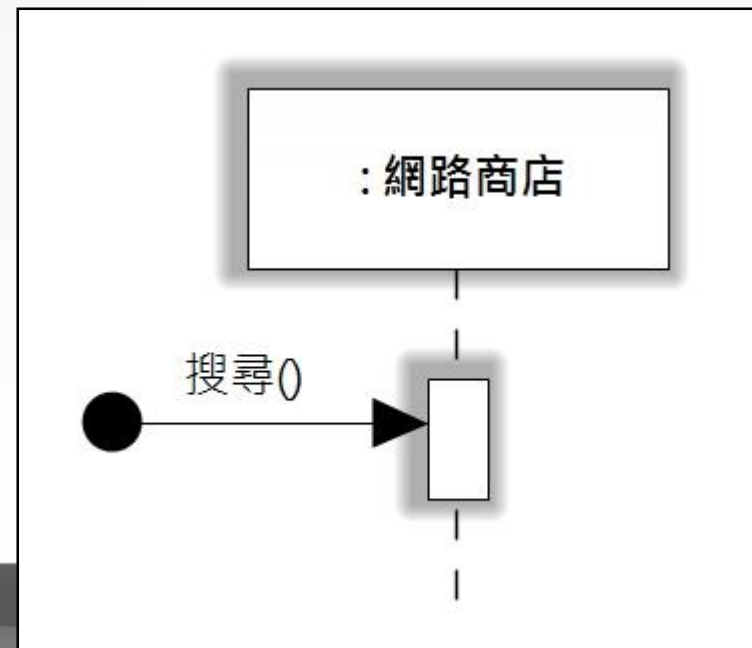
11-2-2 循序圖的訊息- 遺失訊息與找到訊息(遺失訊息)

- 遺失訊息是指發送者知道，但接收者未知的訊息，我們可以說是因為訊息根本沒有送達接收者。在循序圖是使用黑色小實心圓形在箭頭線結束來表示，例如：從**Chrome**瀏覽器送出搜尋訊息，因為訊息根本沒有送達，接收者未知，所以是一個遺失訊息，如下圖所示：



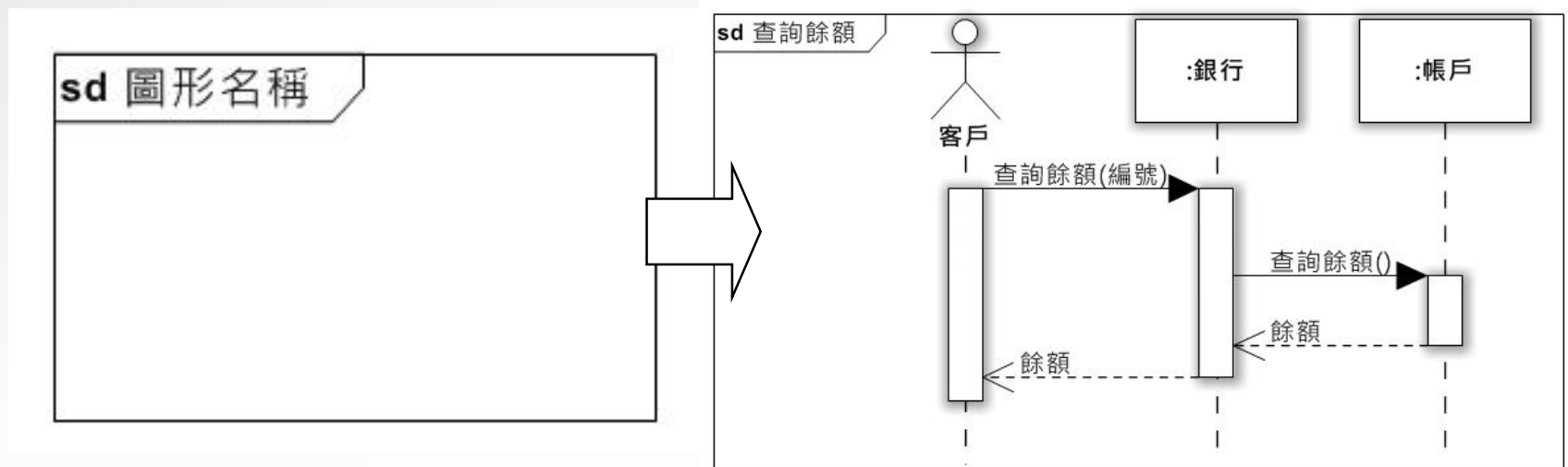
11-2-2 循序圖的訊息- 遺失訊息與找到訊息(找到訊息)

- 找到訊息是指接收者知道，但是發送者未知，其原因是訊息來源位在描述範圍之外，發送者未知，可能是雜訊或其他活動，根本沒有打算詳細描述它。在循序圖是使用黑色小實心圓形在箭頭線開始來表示，例如：網路商店接收到搜尋訊息，因為訊息不知從哪來，發送者未知，所以是一個找到訊息，如下圖所示：



11-2-3 框架

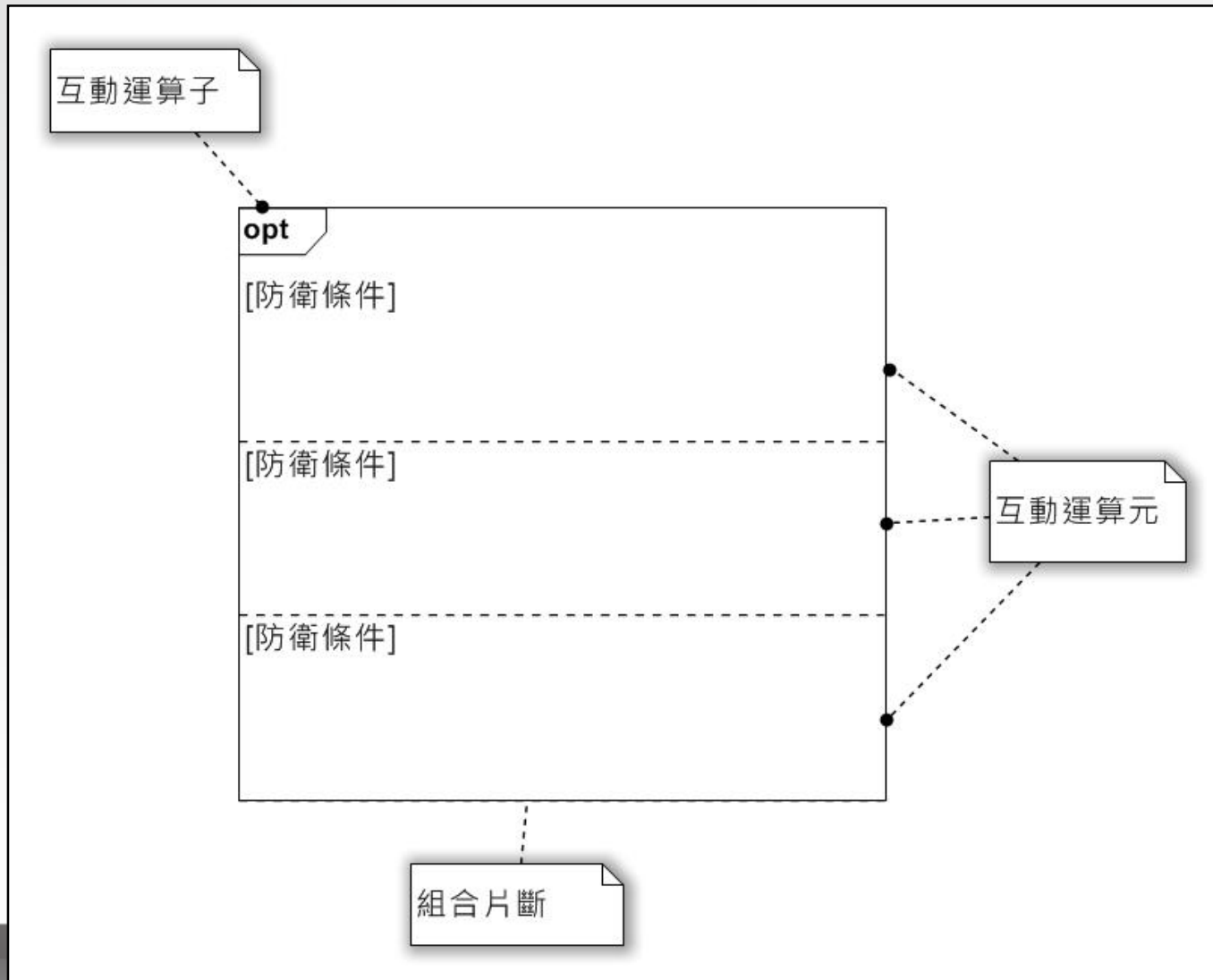
- UML 2.x版的框架（Frame）提供UML圖形一個圖形邊界，它是一個大型的長方形框，在框架左上角顯示框架名稱，實際UML圖形是位在長方形框的範圍之內，如下圖所示：



11-2-4 複雜互動的互動片斷- 說明

- 對於循序圖複雜互動的條件與迴圈，舊版UML 1.x版在此部分並沒有明確的定義，所以可以使用多種表示方法來呈現。
- UML 2.0版是使用組合片斷（**Combined Fragment**）來處理複雜互動，它是由一至多個互動片斷（**Interaction Fragment**）組成，通常我們是將組合片斷置於一個框架中。

11-2-4 複雜互動的互動片斷- 圖例



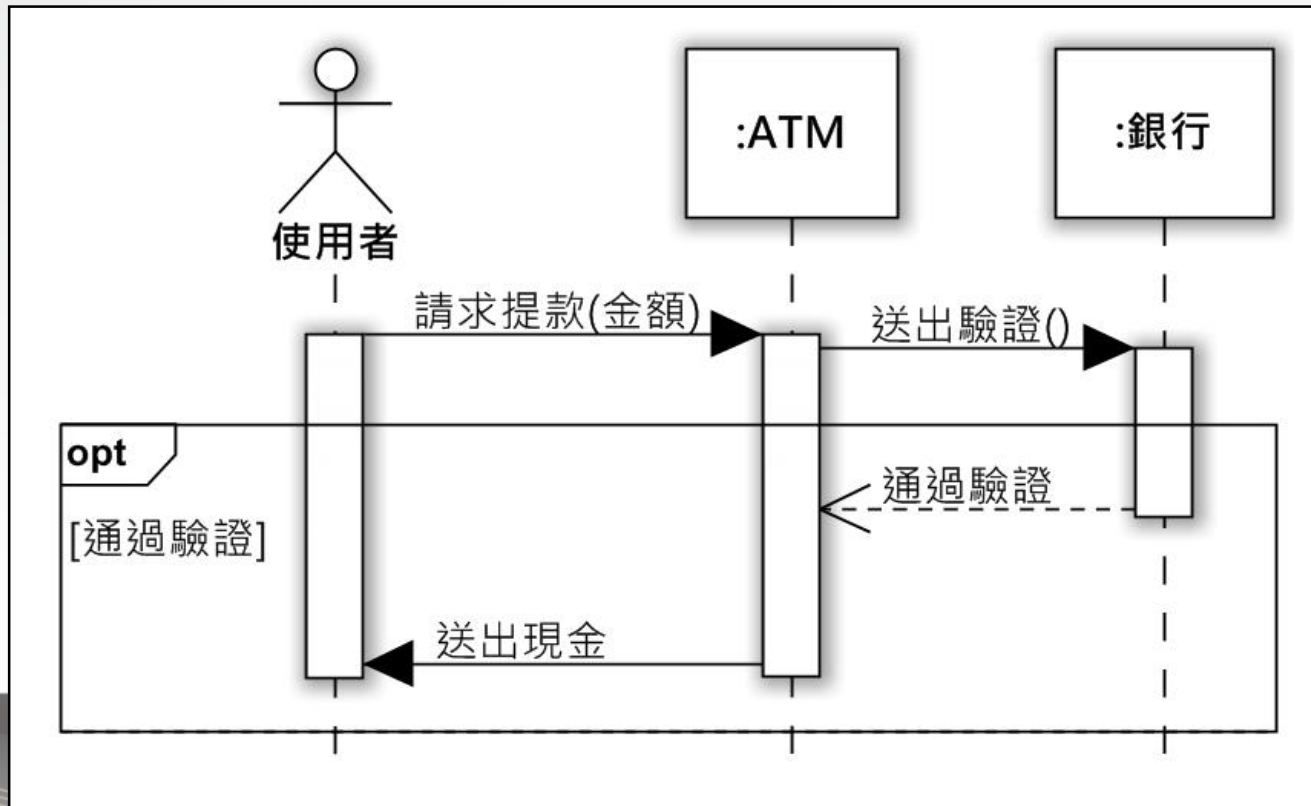
11-2-4 複雜互動的互動片斷- 互動運算子

■ UML 2.x版常用的互動運算子，如下表所示：

互動運算子	說明
opt	當防衛條件為真（ true ）時才執行；偽（ false ）就不執行此框架的互動，相當於Java語言的if條件
alt	指防衛條件為互斥選擇條件（ Mutually Exclusive Choice ），相當於Java語言的if/else、if/else if或switch的二選一或多選一條件敘述
loop	當防衛條件為真（ true ）時就重複執行此片段的互動，我們可以指明loop(n)表示執行n次迴圈，相當於Java語言的for迴圈
ref	參考其他互動的sd互動片段（即循序圖片段）
par	並行執行的互動片段
neg	無效的互動片段，即不會執行的互動片段
break	跳出或例外的互動片段，相當於Java語言的break敘述

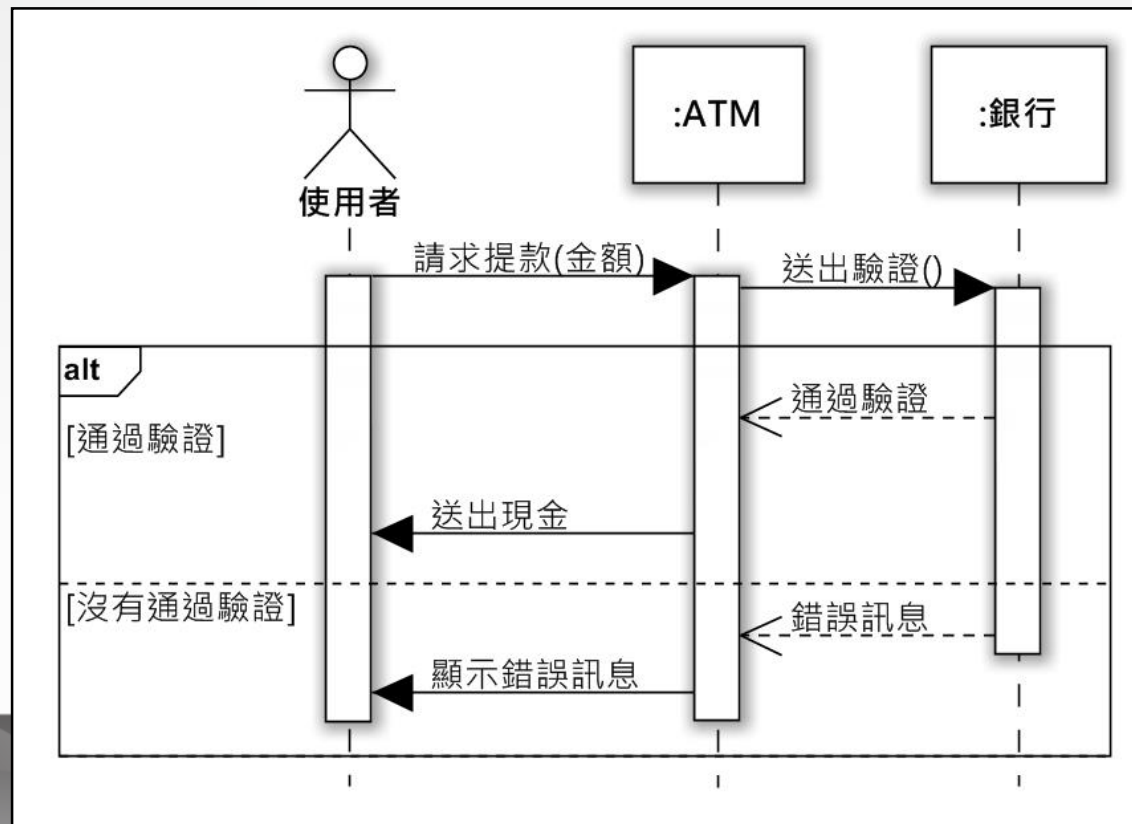
11-2-4 複雜互動的互動片斷- Opt片斷

- Opt片斷是建立條件訊息，只有當防衛條件為真true時，才執行互動運算元。例如：使用者從ATM自動櫃員機提款的循序圖，如下圖所示：



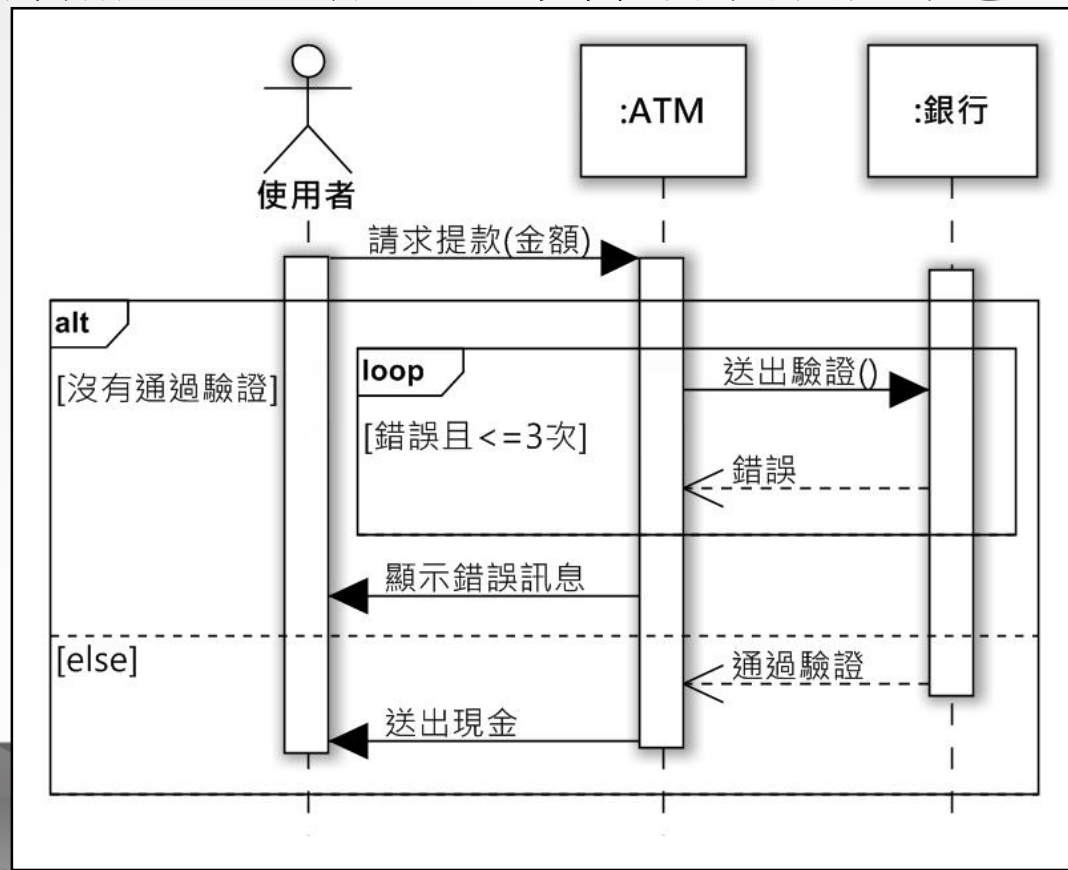
11-2-4 複雜互動的互動片斷- Alt片斷

- Alt片斷是互斥條件的訊息，可以依據防衛條件，執行其中之一的互動運算元，例如：繼續之前的ATM提款範例，如果通過驗證，就可以送出現金；反之顯示錯誤訊息，如下圖所示：



11-2-4 複雜互動的互動片斷- Loop片斷

- Loop片斷就是迴圈，可以重複執行片斷的互動運算元，例如：繼續之前的ATM提款範例，ATM會重複送出3次驗證請求，如果都無法通過驗證，才會顯示錯誤訊息，如下圖所示：

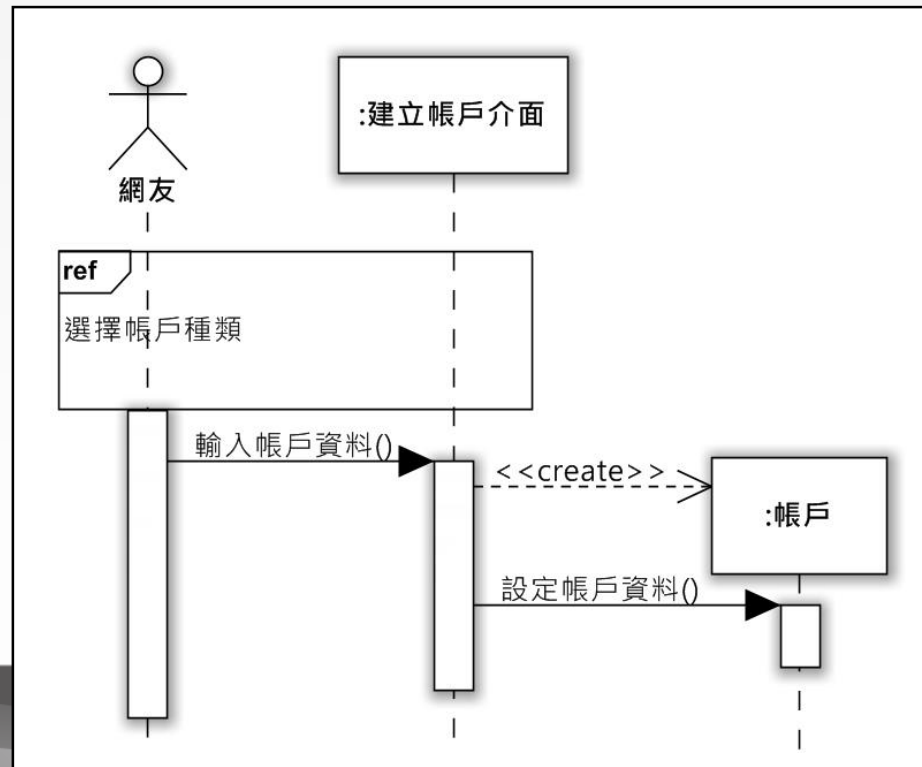


11-2-4 複雜互動的互動片斷- Ref片斷(說明)

- Ref片斷可以參考其他互動的sd框架，以便在複雜循序圖中，簡化部分循序圖來強調所需的互動，另一種Ref片斷的應用如同函數，可以讓我們在循序圖重複使用sd框架。

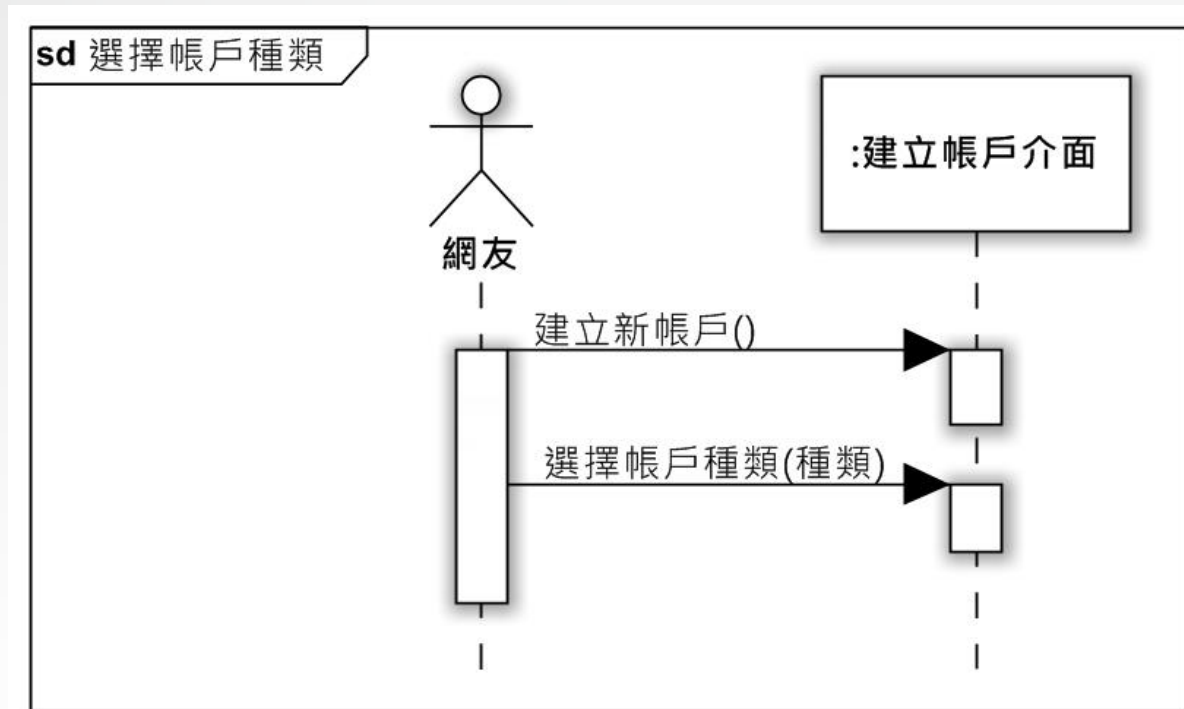
11-2-4 複雜互動的互動片斷- Ref片斷(範例1)

- 例如：在網站選擇建立不同種類帳戶的循序圖，此循序圖分為兩部分，如下所示：
 - Ref片斷：在循序圖參考名為選擇帳戶種類的循序圖，如下圖所示：



11-2-4 複雜互動的互動片斷- Ref片斷(範例2)

- Sd框架：一個框架的循序圖，它是被Ref片斷參考的循序圖，如下圖所示：





11-3 通訊圖

- 11-3-1 通訊圖的基本符號
- 11-3-2 通訊圖的訊息
- 11-3-3 將循序圖轉換成通訊圖

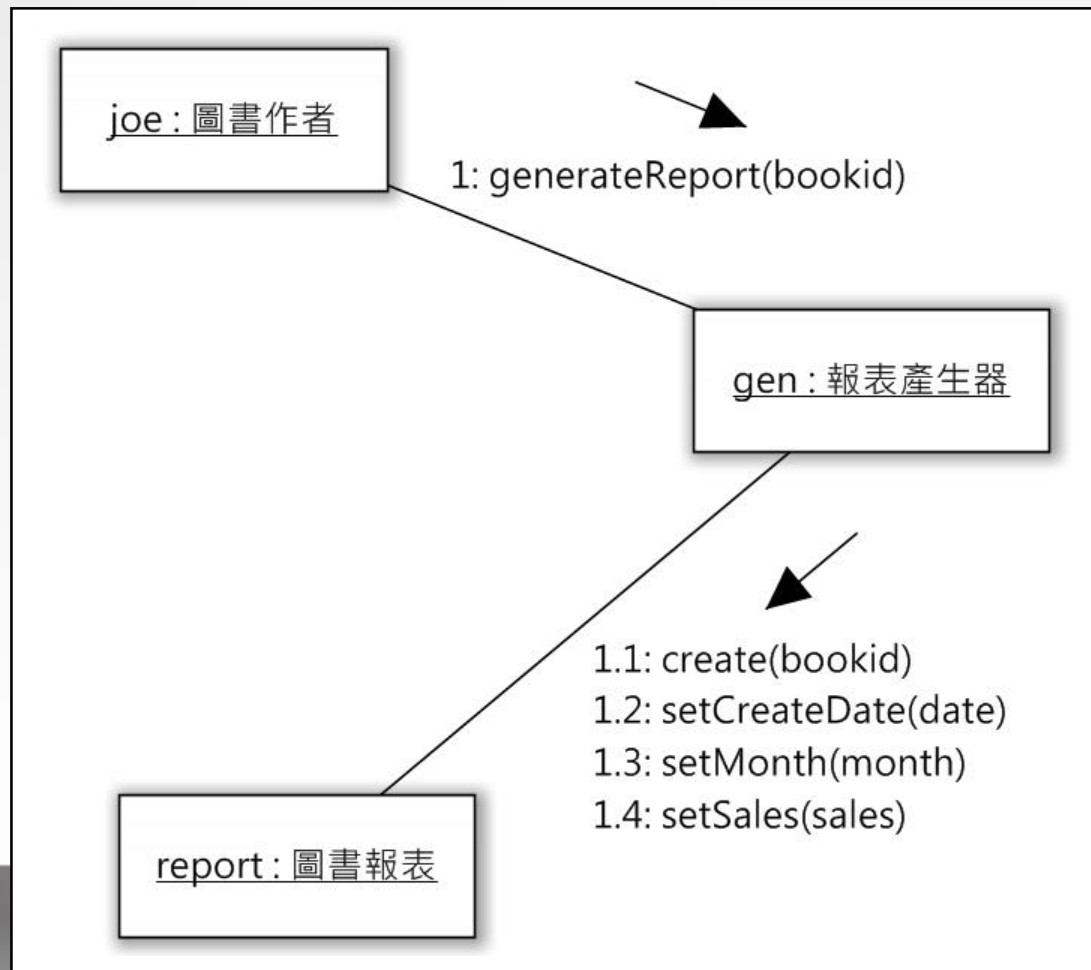


11-3 通訊圖-說明

- 通訊圖（Communication Diagrams）可以描述物件之間的互動，不過，通訊圖強調的是物件之間的關係和訊息流向，可以顯示多個物件如何一起合作來完成指定工作的行為。
- 通訊圖和循序圖的主要差異，在於循序圖是以時間軸顯示物件之間的訊息傳遞；通訊圖則是以空間角度顯示物件之間訊息傳遞的路徑，換句話說，相同資訊的循序圖可以轉換成通訊圖。

11-3 通訊圖-範例

- 將第11-2-1節循序圖轉換成通訊圖，如下圖所示：



11-3-1 通訊圖的基本符號-參與者

- 通訊圖的參與者（Participants）符號是長方形，中間是名稱，其基本語法如下所示：

名稱:類別名稱

- 上述語法的「:」分號前是物件名稱；之後是類別名稱，和循序圖相同，我們也可以省略之前的名稱來建立匿名物件。

11-3-1 通訊圖的基本符號-連接

- 在通訊圖的連接（**Links**）是一條沒有箭頭的直線，可以連接**2**位參與者，表示之間擁有傳送訊息的管道，可以傳送訊息；反之如果沒有建立連接，就表示這**2**位參與者之間不允許傳送訊息。

11-3-1 通訊圖的基本符號-訊息語法

- 通訊圖的訊息格式和循序圖相似，其基本語法如下所示：

循序編號:訊息名稱(參數列): 傳回型態

11-3-1 通訊圖的基本符號-訊息編號

- 在第一層的第1個訊息編號是1，第2個是2、3、4，依序增加代表其時間順序，如下所示：

1:

2:

3:

4:

- 下一層訊息擁有相同字首編號，訊息編號1的下一層循序編號擁有字首1.，每一個.小數點代表一個階層，依序為1.1、...、1.4，如下所示：

1.1:

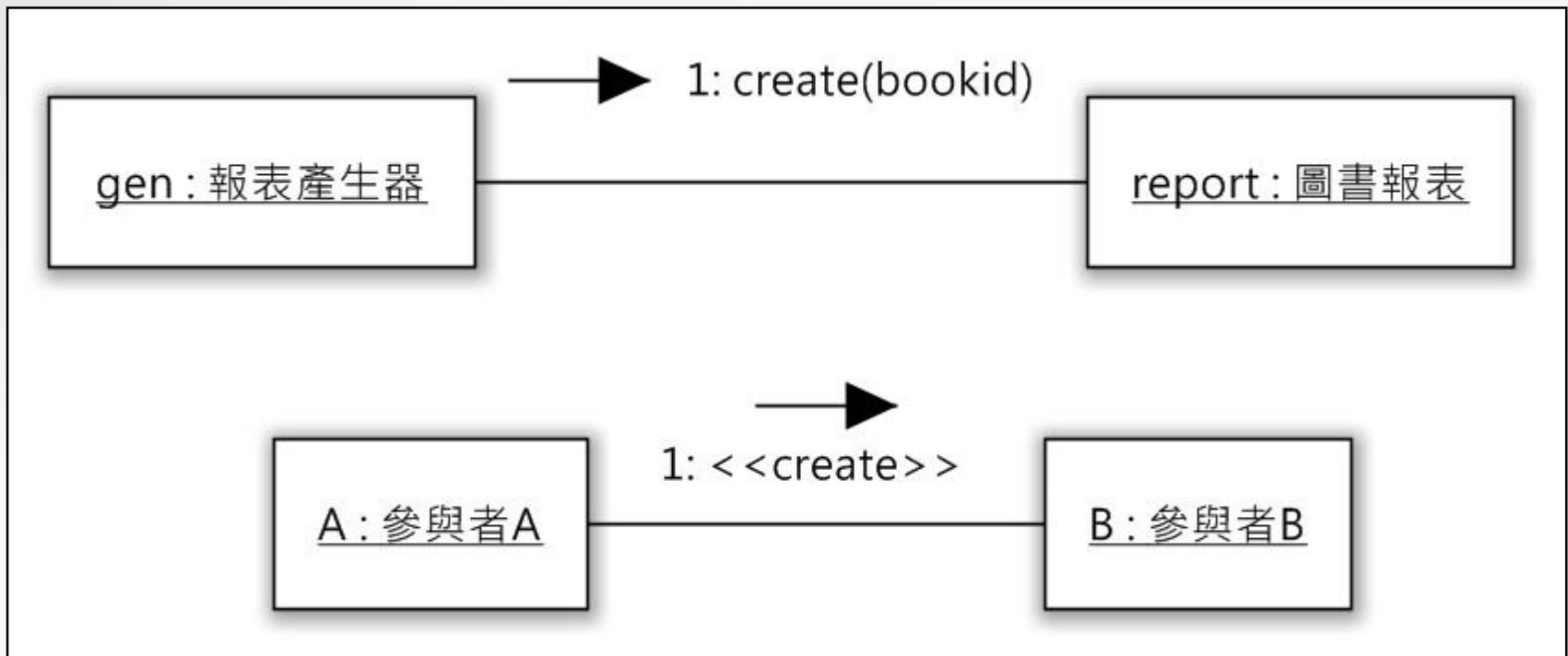
1.2:

1.3:

1.4:

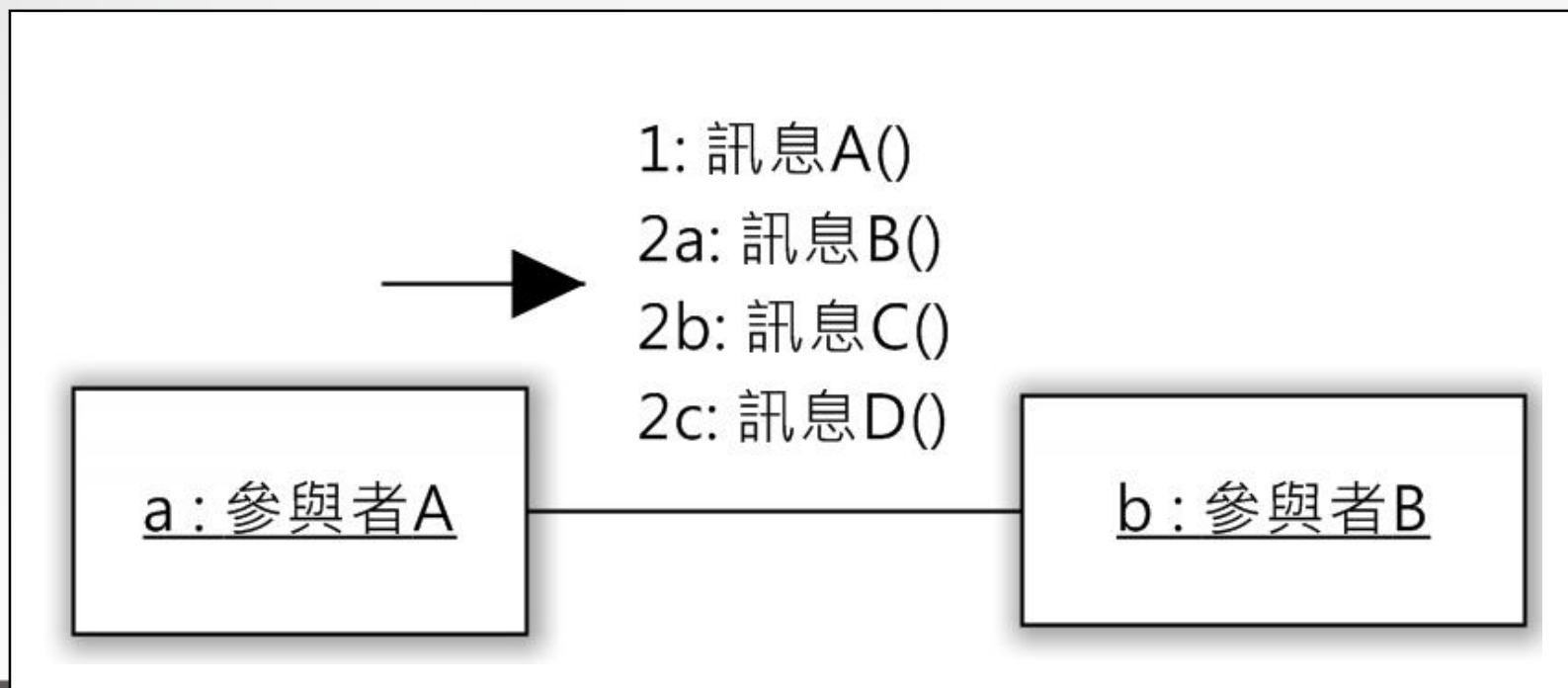
11-3-2 通訊圖的訊息- 建立物件實例的訊息

- 在通訊圖建立物件實例的訊息是**create()**，當訊息名稱為**create**時，就表示它是建立物件實例的訊息，我們也可以使用模版**<<create>>**來表示，如下圖所示：



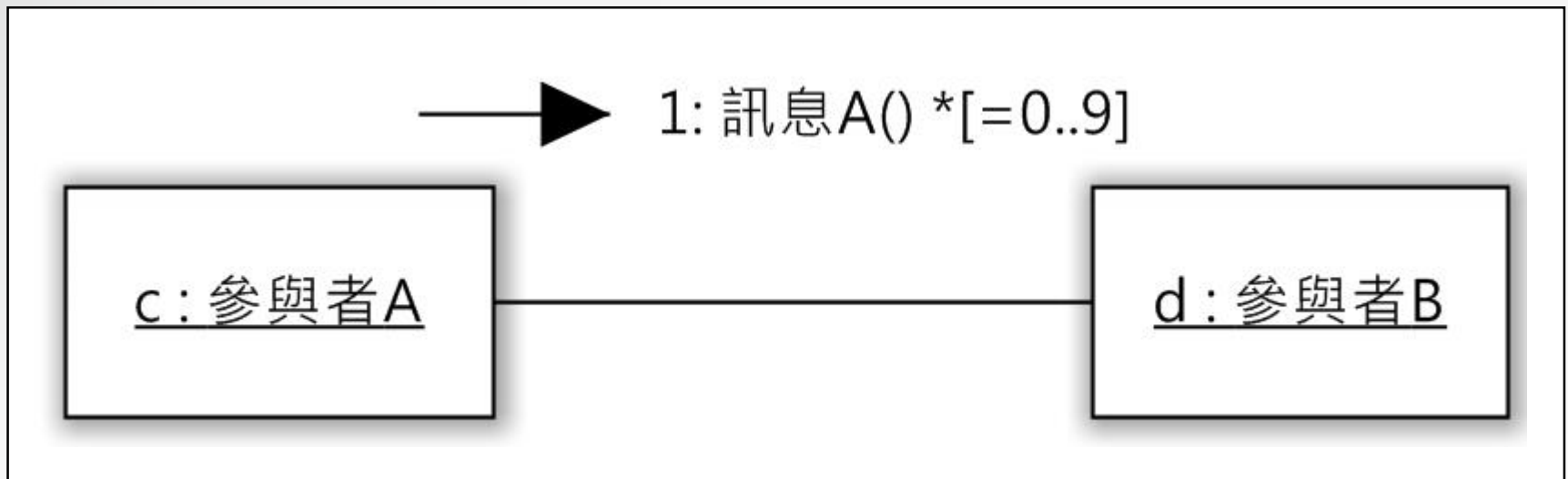
11-3-2 通訊圖的訊息- 同步訊息

- 同步訊息在循序圖需要使用Par片斷來建立，通訊圖就只需在循序編號加上英文字母的字尾來表示是同步訊息，如下圖所示：



11-3-2 通訊圖的訊息- 重複訊息

- 在通訊圖的訊息後方可以加上防衛條件表示當條件成立時，就重複送出訊息，如下圖所示：



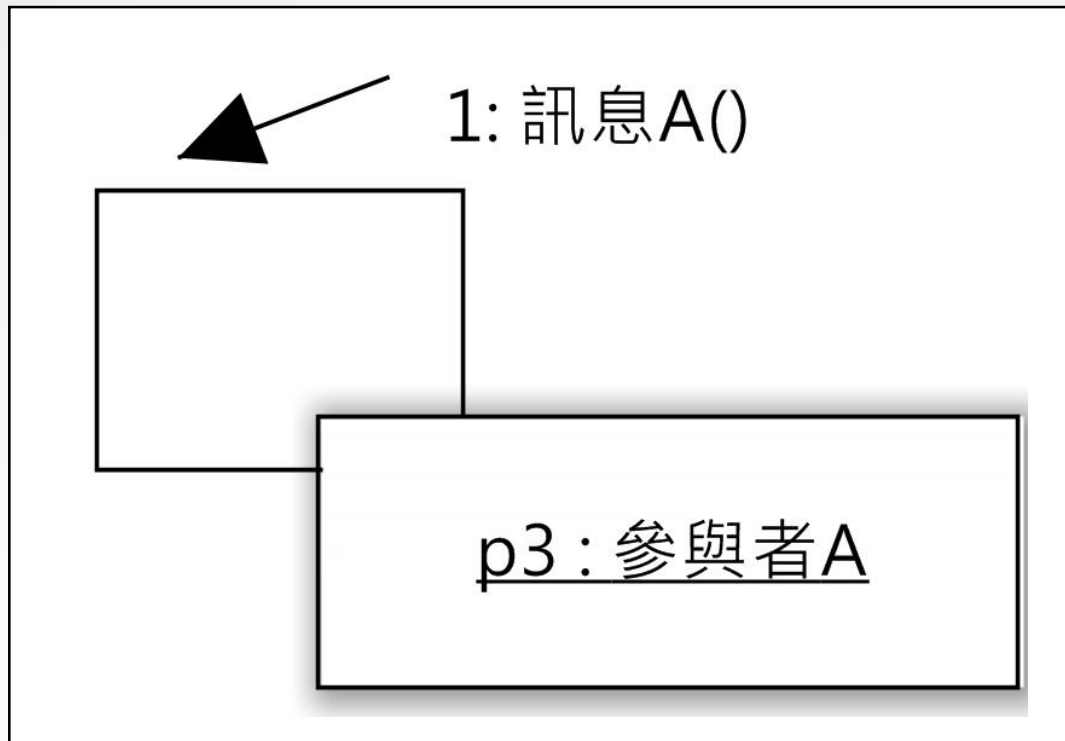
11-3-2 通訊圖的訊息- 條件訊息

- 在通訊圖的訊息後加上防衛條件（**Guard Condition**）就成為條件訊息，只有當防衛條件為真true時才送出訊息，如下圖所示：



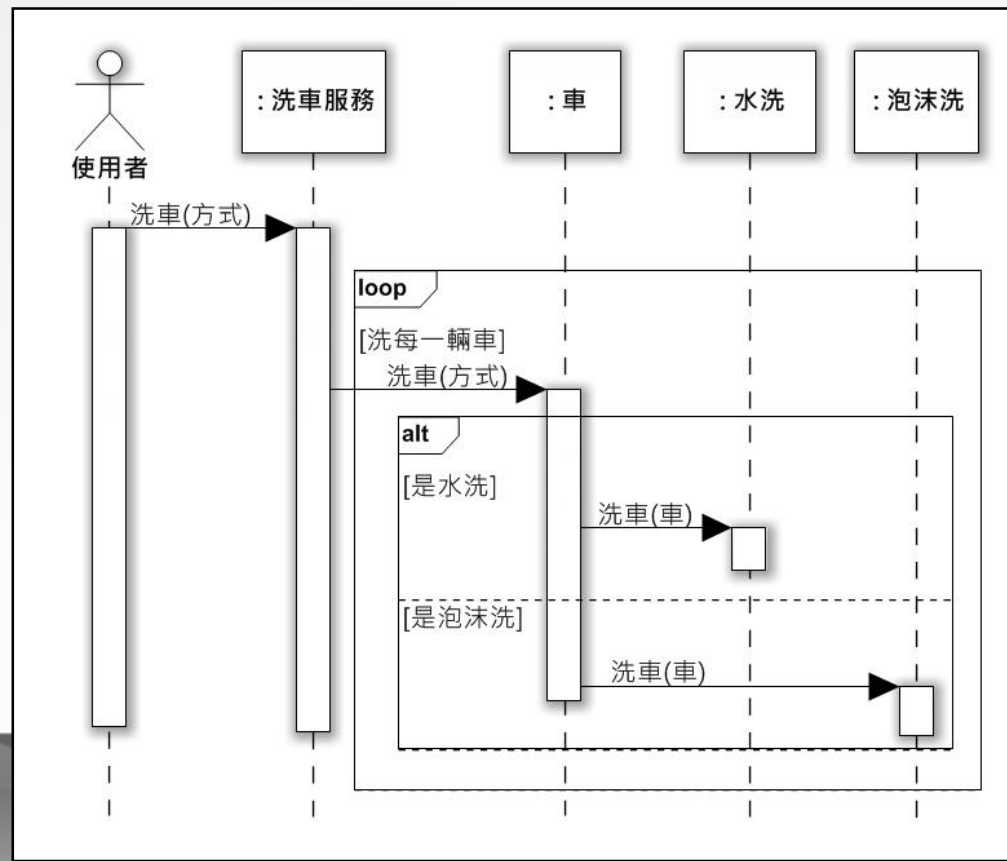
11-3-2 通訊圖的訊息- 將訊息送給自己

- 如同循序圖，通訊圖也可以將訊息傳送給自己，如下圖所示：



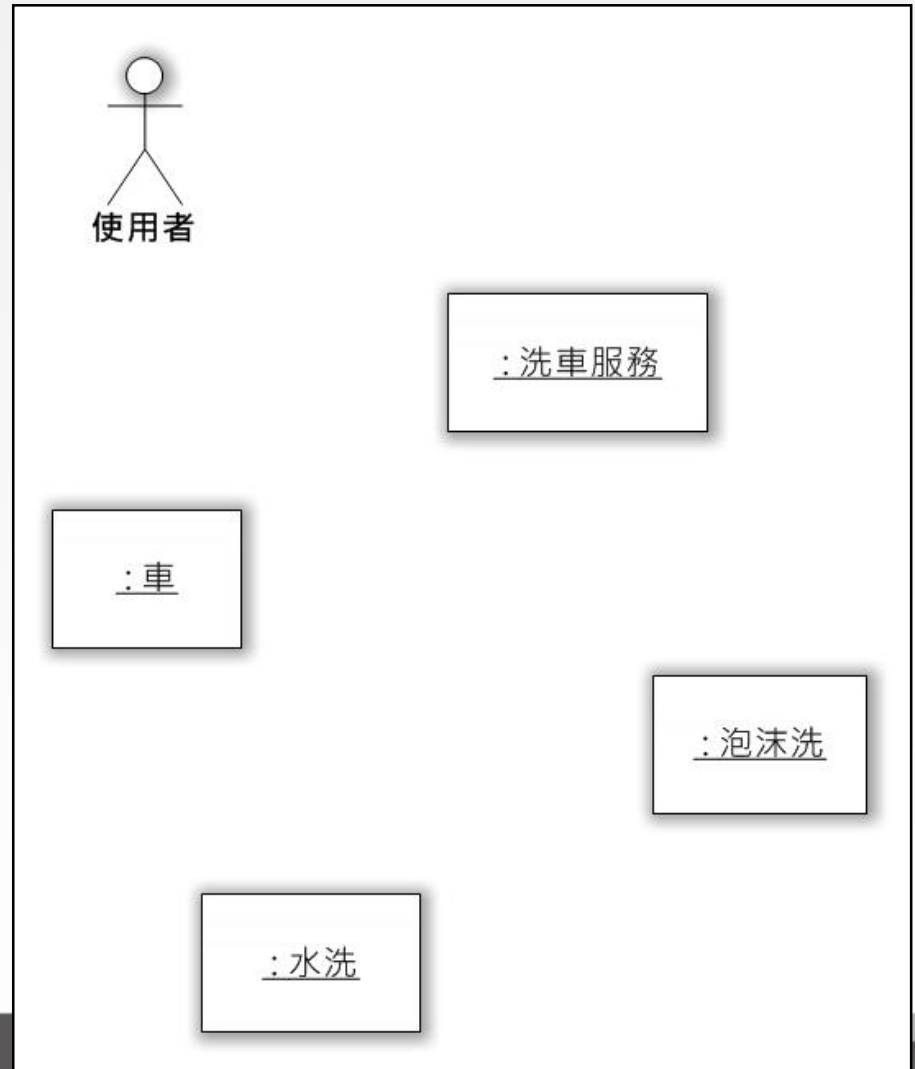
11-3-3 將循序圖轉換成通訊圖-循序圖

- 將第11-2節範例的循序圖一步一步轉換成通訊圖。
。例如：Loop片斷洗車服務的循序圖，如下圖所示：



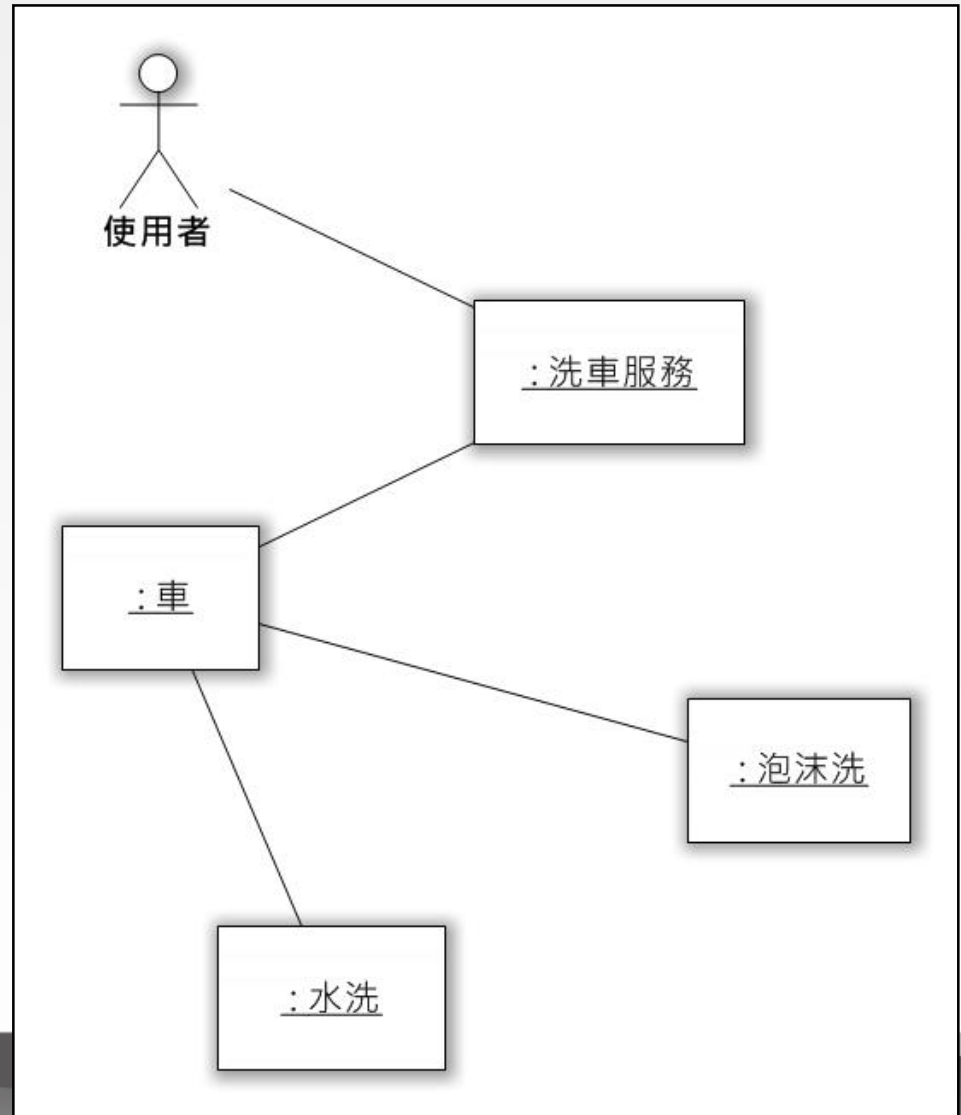
11-3-3 將循序圖轉換成通訊圖-步驟一

- Step 1：將循序圖的參與者一一新增至通訊圖，如右圖所示：



11-3-3 將循序圖轉換成通訊圖-步驟二

- Step 2：建立參與者之間的連接，如右圖所示：

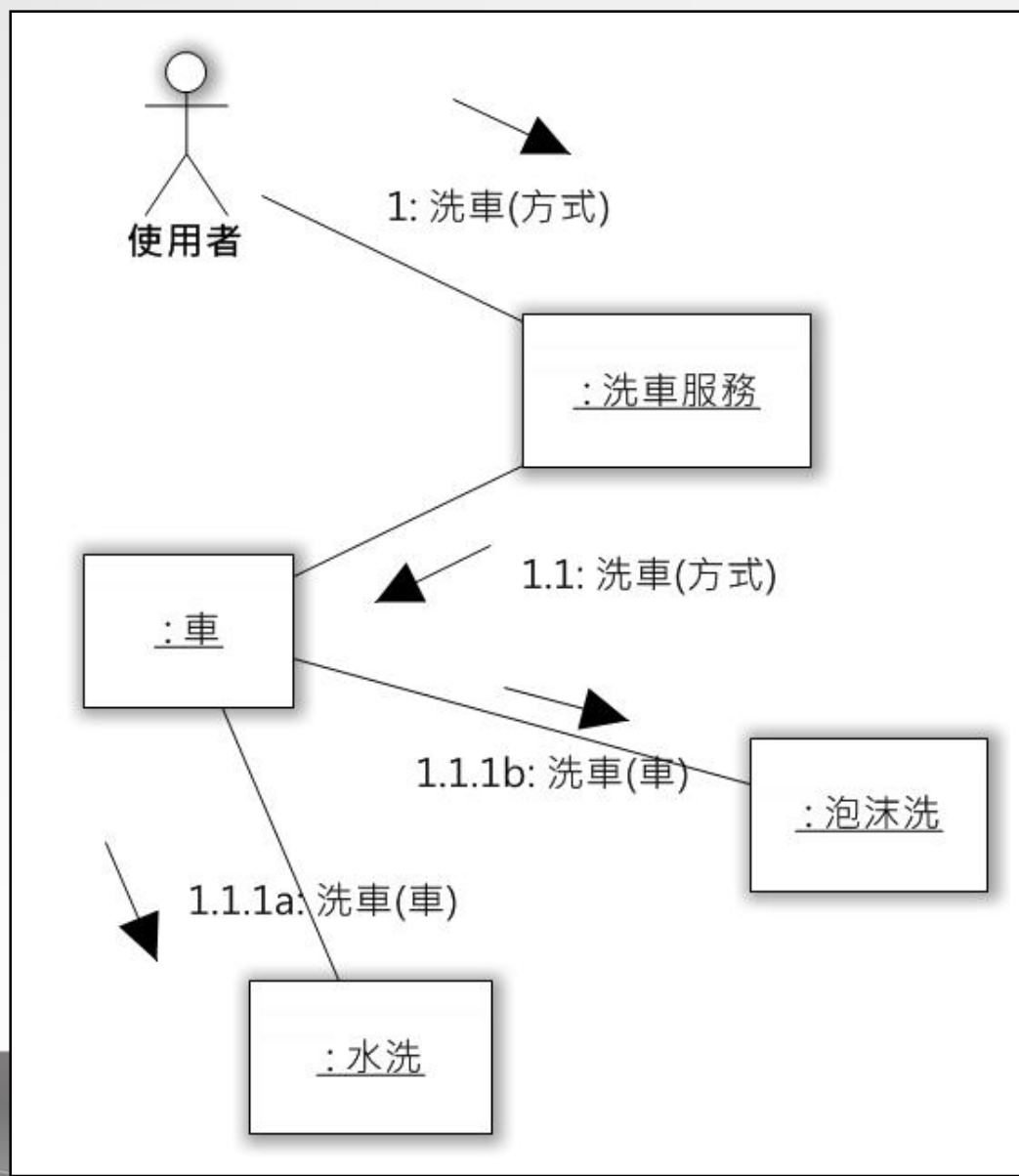


11-3-3 將循序圖轉換成通訊圖-步驟三(訊息)

■ Step 3：新增參與者之間傳送的訊息，如下表所示：

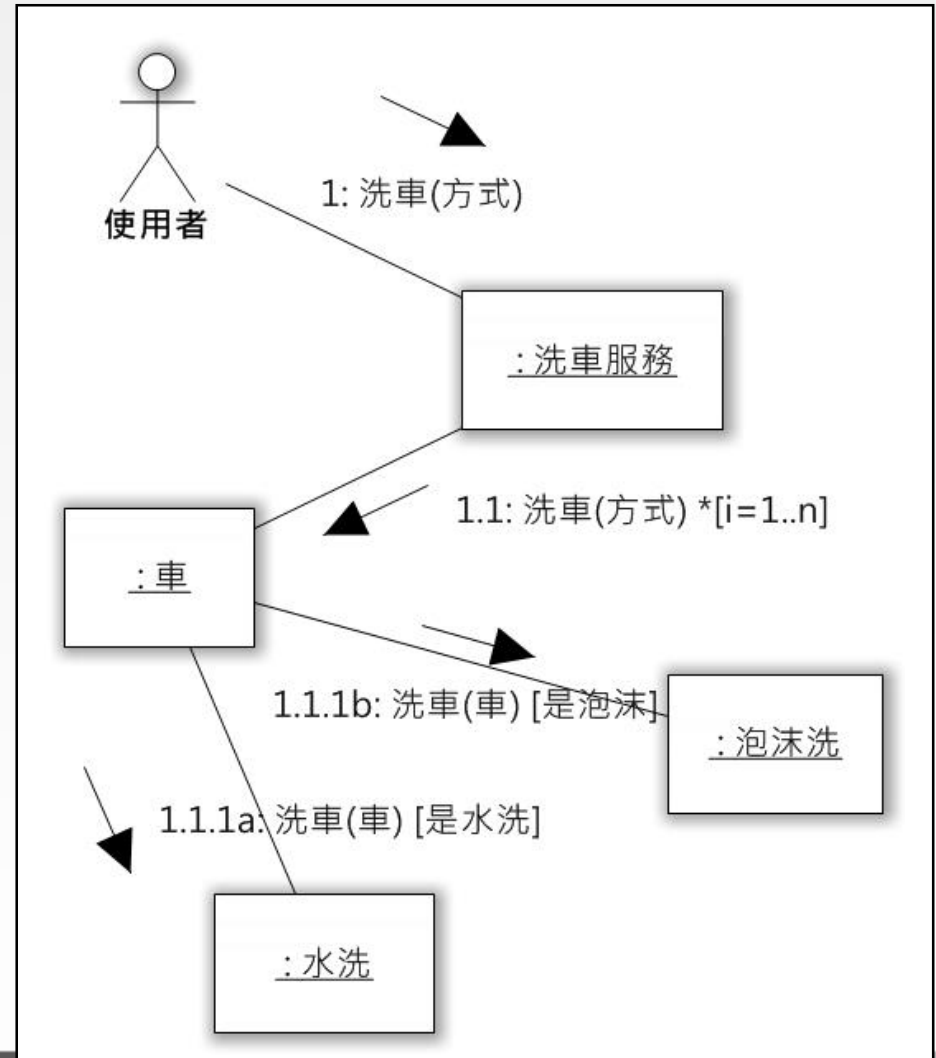
參與者	層數	訊息	說明
使用者->洗車服務	1	1:洗車(方式)	第1層只有1個訊息所以是1，如有2個，就是1和2，以此類推
洗車服務->車	2	1.1:洗車(方式)	在第2層也只有1個訊息，所以是1.1，如有2個，就是1.1和1.2，以此類推
車->水洗	3	1.1.1a 洗車(車)	在第三層有2個訊息，正常的編號是1.1.1和1.1.2，不過因為是互斥選擇條件，所以是同步訊息1.1.1a和1.1.1b
車->泡沫洗	3	1.1.1b 洗車(車)	其說明同上

11-3-3 將循序圖轉換成通訊圖-步驟三(圖例)



11-3-3 將循序圖轉換成通訊圖-步驟四

- Step 4：最後在訊息上加上重複和互斥選擇條件訊息的防衛條件，如右圖所示：



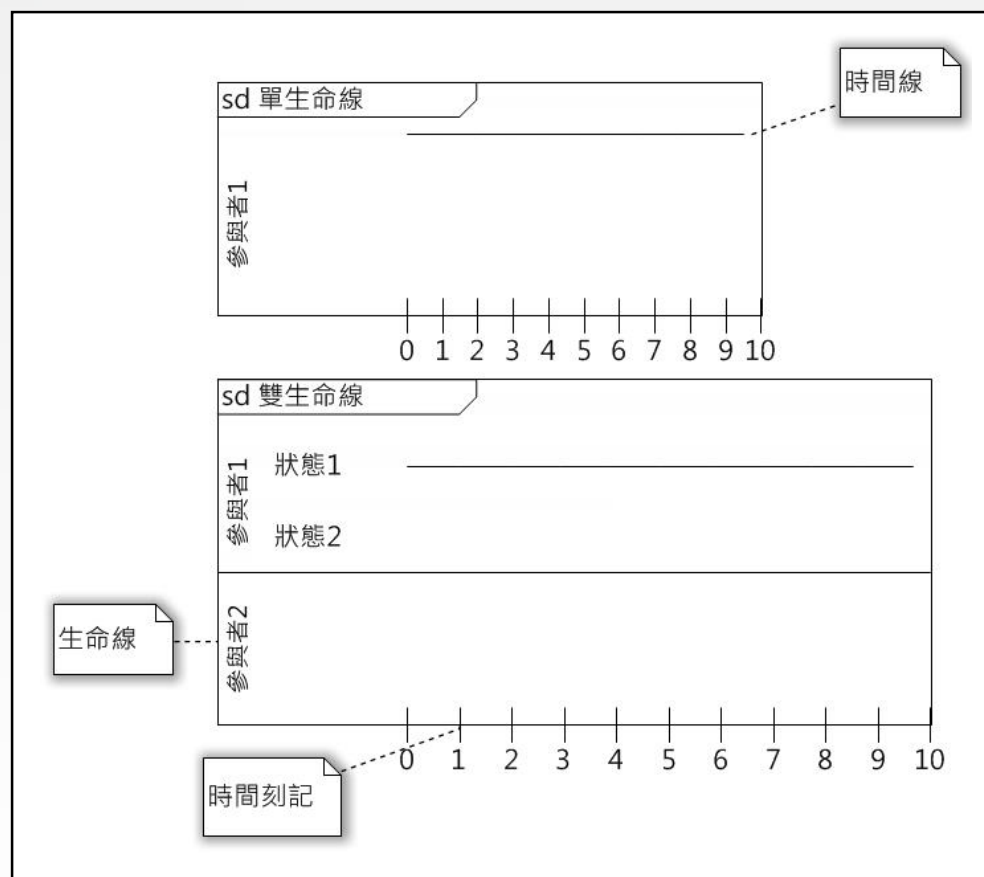


11-4 時序圖-說明

- 時序圖（Timing Diagrams）是UML 2.x版新增的圖形，可以顯示一段時間內，參與者狀態或值的改變，和進一步標示互動的持續限制與什麼事件驅動狀態的改變。
- 當使用循序圖和通訊圖描述的互動有時間限制時，例如：互動需要在**5秒**之內完成，和訊息需要在不超過互動時間**1/3**來回傳等，我們就可以使用時序圖來進一步描述互動的時間限制。

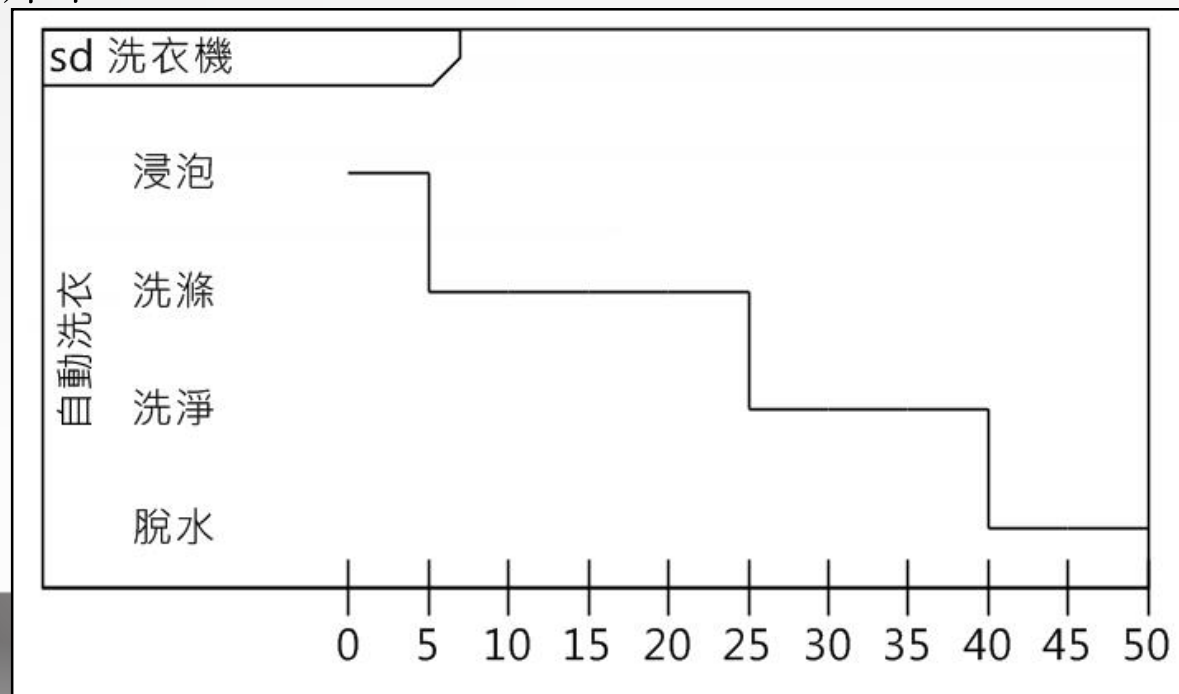
11-4 時序圖-生命線與時間刻記

- 時序圖的生命線（**Lifeline**）和循序圖相同，它是參與者參與互動的時間軸，通常是從左至右增加，在時序圖是使用長方形框架來表示，同一個框架中允許多個參與者的生命線，如右圖所示：



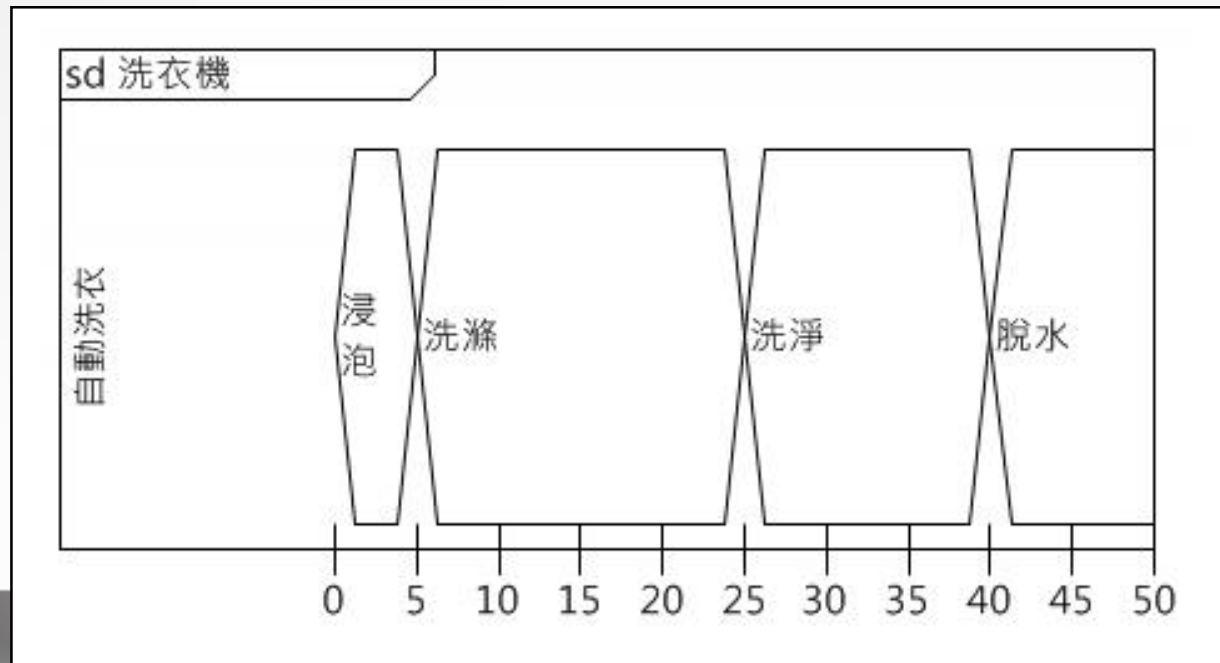
11-4 時序圖-狀態生命線

- 狀態生命線（**State Lifeline**）顯示生命線的狀態因時間而改變，在時序圖的Y軸是狀態清單，X軸顯示時間，以時間刻記為單位來增加。例如：洗衣機洗衣服時有4個狀態：浸泡、洗滌、洗淨和脫水，使用狀態生命線建立的時序圖，如下圖所示：



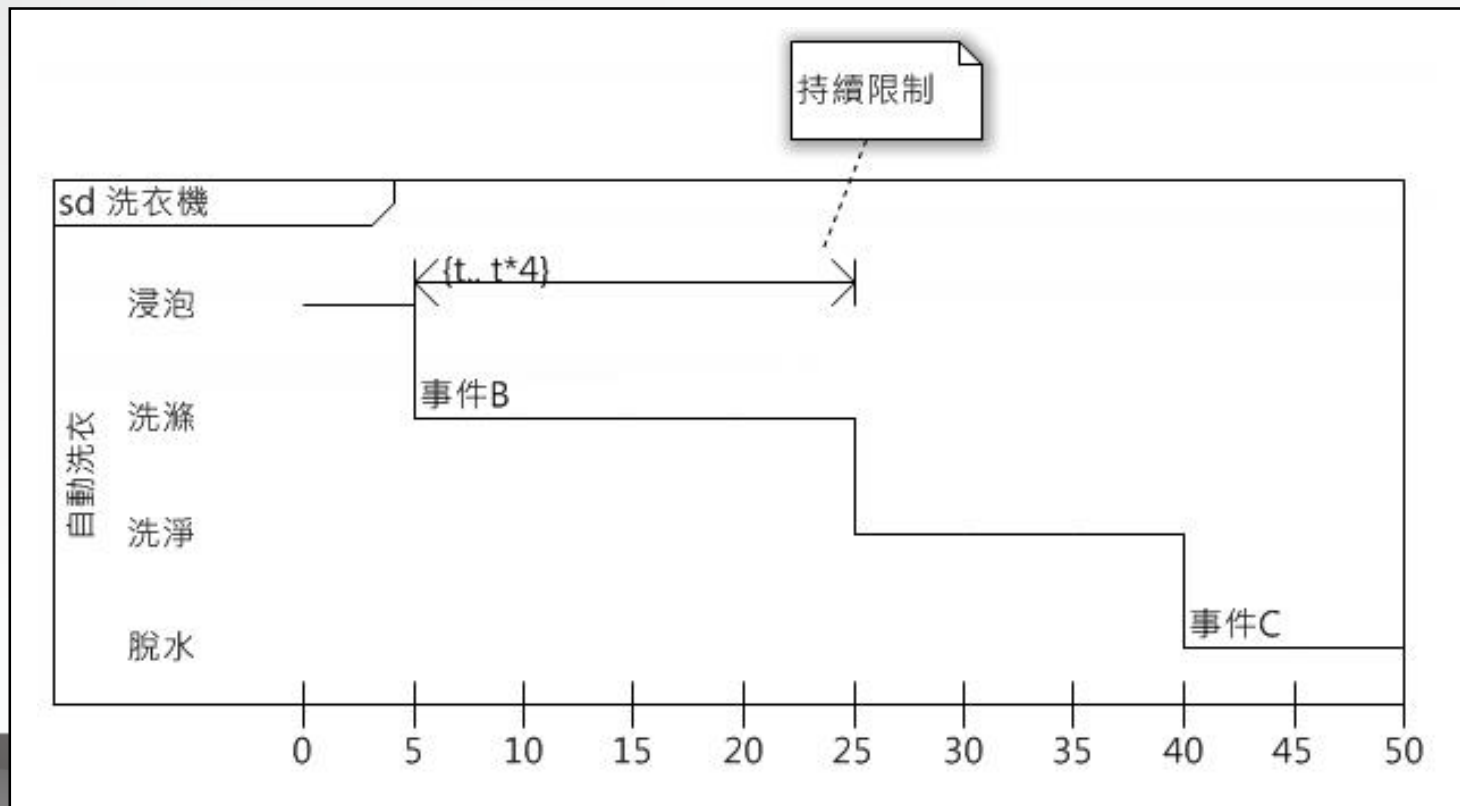
11-4 時序圖-值生命線

- 值生命線（Value Lifeline）顯示項目值因時間而改變，X軸顯示的時間如同狀態生命線，它是使用一對水平線交叉來表示值的改變。例如：洗衣機洗衣服時有4個狀態：浸泡、洗滌、洗淨和脫水，使用值生命線建立的時序圖，如下圖所示：



11-4 時序圖-持續限制與事件

- 持續限制（Duration Constraints）是在描述這部分的互動會持續多久，我們也可以延著時間線（Timeline）上，標示驅動狀態改變的事件（Event），如下圖所示：





11-5 互動概觀圖

- 11-5-1 互動概觀圖的基本符號
- 11-5-2 互動概觀圖的範例

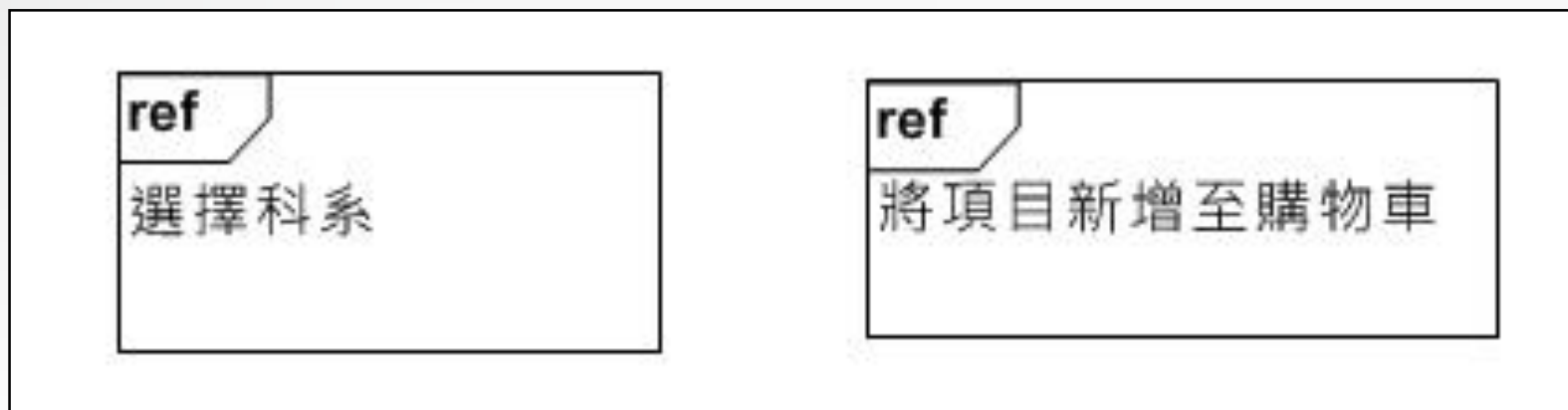


11-5 互動概觀圖

- 互動概觀圖（Interaction Overview Diagram）可以描述高階控制流程和之間的互動，它是一種活動圖的特殊版本，只是將活動圖中的動作改為互動圖來呈現。
- 互動概觀圖類似活動圖都可以視覺化呈現活動的流程，只不過互動概觀圖的每一個動作是一個互動圖，包含：循序、通訊、時序和互動概觀圖。

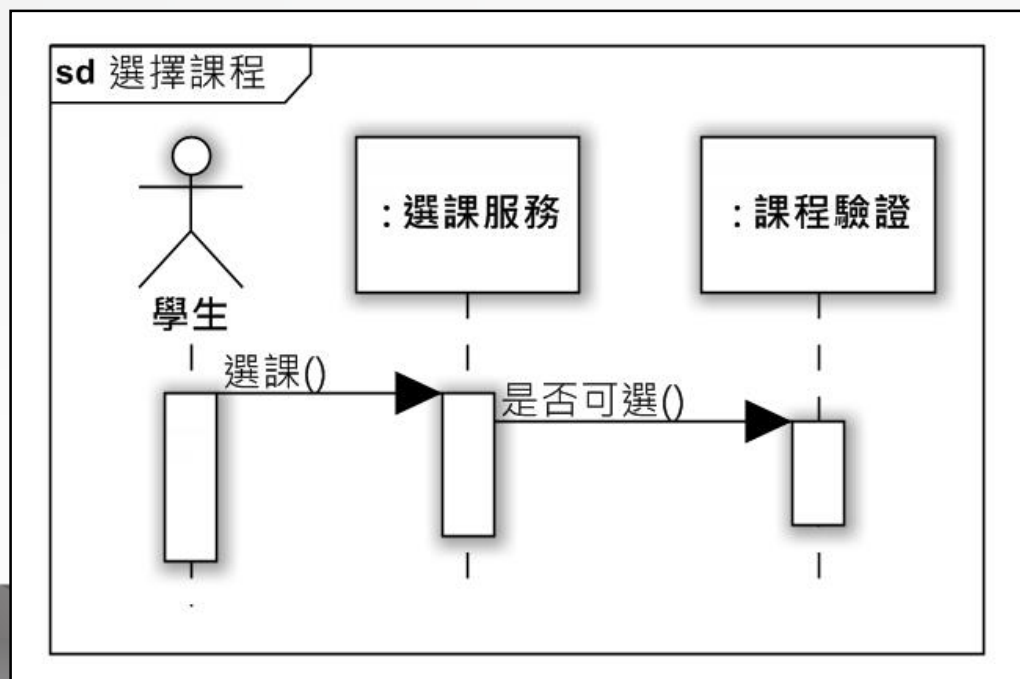
11-5-1 互動概觀圖的基本符號-互動使用

- 互動使用（Interaction Use）如同觸發動作，它是參考已經存在的互動圖，使用名為**ref**的框架，在中間顯示名稱，這就是對應的互動圖名稱，如下圖所示：



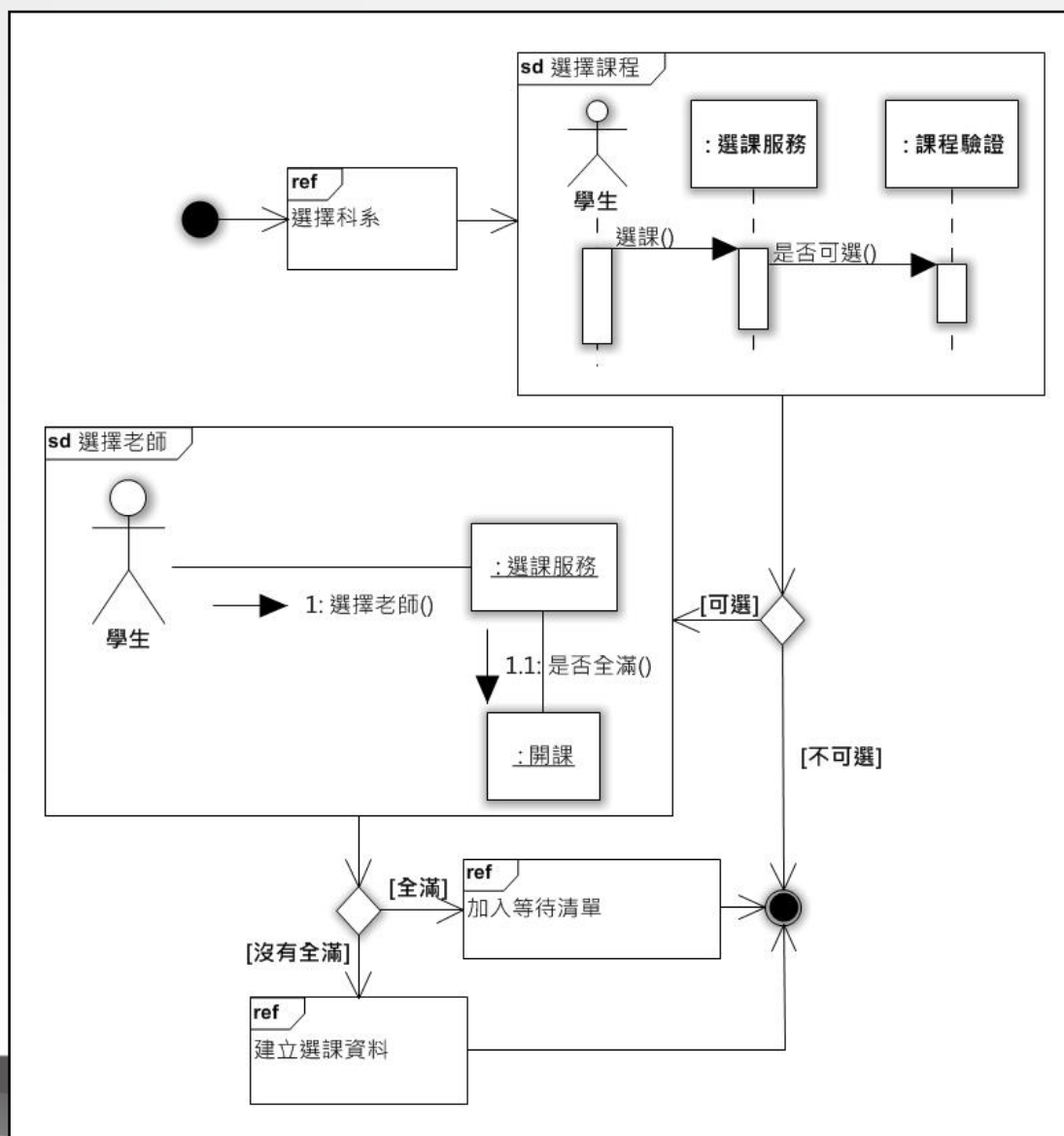
11-5-1 互動概觀圖的基本符號-內建互動

- 內建互動（Inline Interaction）或稱為互動元素（Interaction Element），也可以直接稱為互動，它是一個使用框架包圍的互動圖，我們可以替框架命名或使用匿名，如下圖所示：



11-5-2 互動概觀圖的範例

- 學生選課的互動概觀圖是從選擇科系開始，然後選擇課程且檢查是否擋修，如果允許選課，就可以選擇哪一位老師開的課，和檢查開課是否已經額滿，如果沒有，就建立選課資料；否則加入等待清單，如右圖所示：





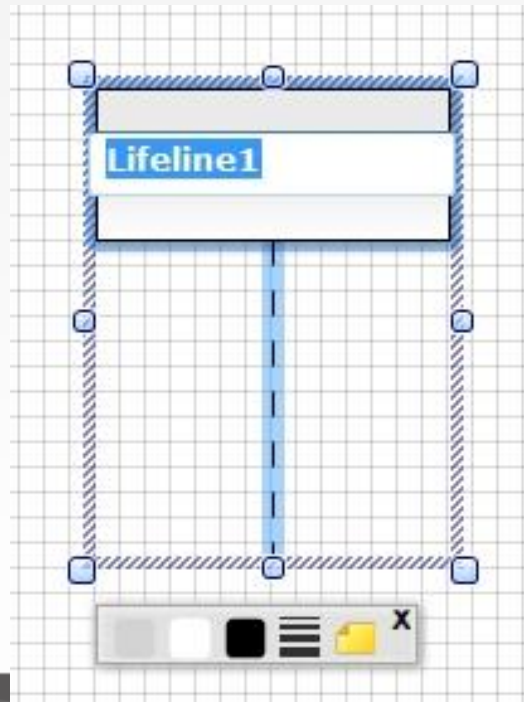
11-6 繪製互動圖

- 11-6-1 繪製循序圖
- 11-6-2 繪製通訊圖
- 11-6-3 繪製時序圖
- 11-6-4 繪製互動概觀圖



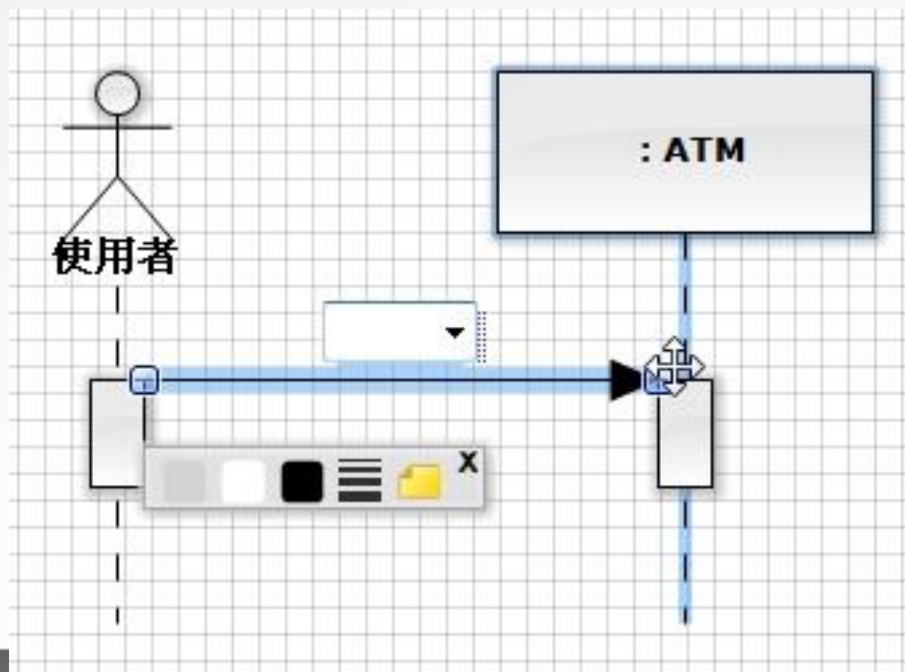
11-6-1 繪製循序圖-新增參與者

- SIM的生命線代表循序圖中參與互動的參與者，請從「工具箱」視窗拖拉【生命線】至編輯區域來新增參與者，如下圖所示：



11-6-1 繪製循序圖-建立訊息

- 在循序圖新增生命線且調整生命線長度後，就可以在生命線之間建立訊息。請在「工具箱」視窗選擇訊息種類，然後從開始的生命線按一下，拖拉至結束生命線且放開滑鼠按鍵，就可以建立訊息，如下圖所示：



11-6-1 繪製循序圖-輸入訊息內容

- 在循序圖上按二下訊息的箭頭線，可以輸入訊息內容，因為SIM預設靠左對齊，基於編排考量，可以在之前加上一些空白字元。另一種方式是選訊息，開啟「屬性」對話方塊來輸入訊息，如下圖所示：

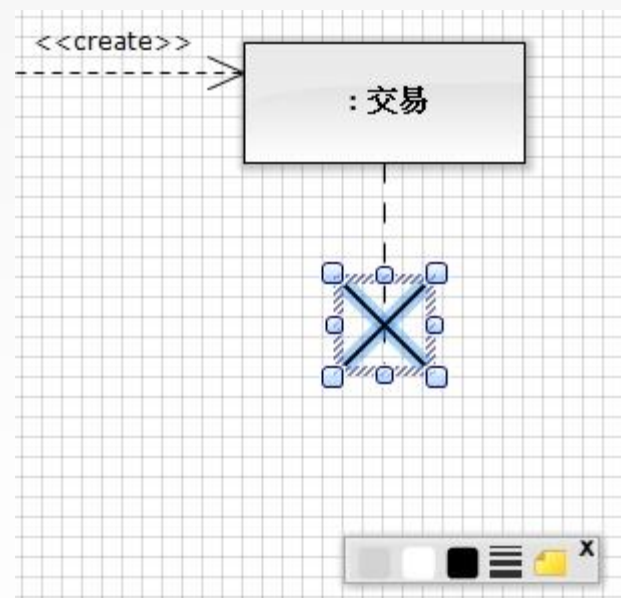
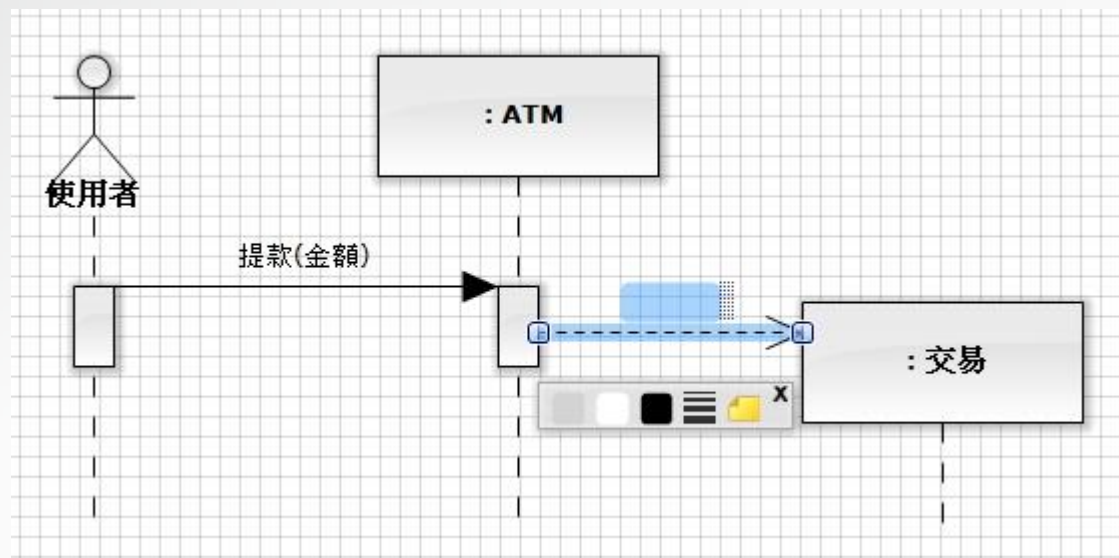
The screenshot shows a 'Properties' dialog box with the 'Sequence Message' tab selected. The 'Type' is set to 'Call' and 'Asynchronous' is unchecked. The 'Message' field contains '提款(金額)'. Below this is a 'Parameters' section with a table.

名稱	值

At the bottom are '確定(O)' and '取消(C)' buttons.

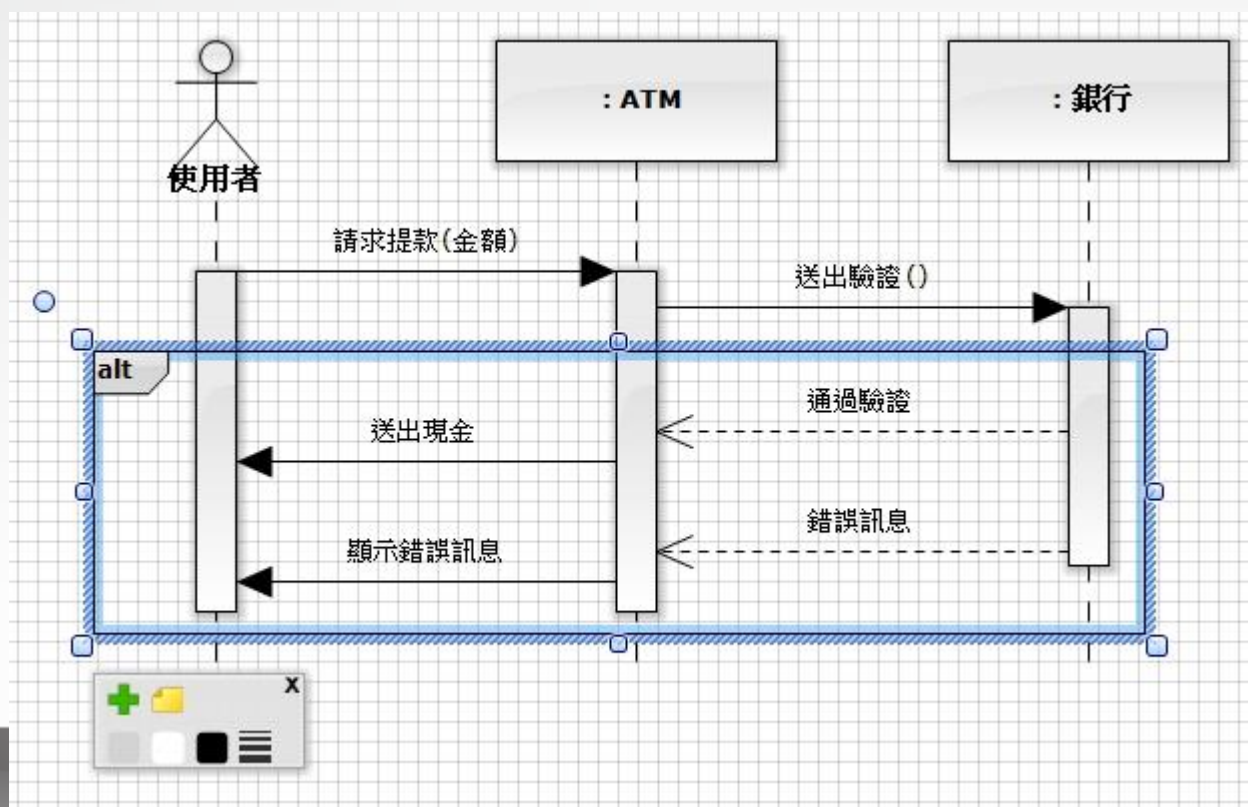
11-6-1 繪製循序圖-產生與消滅訊息

- 在SIM建立產生訊息仍然需要先建立欲建立物件的生命線，然後在「工具箱」視窗選【產生訊息】，即可拖拉建立產生訊息，消滅訊息的建立稍有不同，請先選【消滅訊息】，然後拖拉至欲消滅物件生命線上，可以建立一個大X符號，如下圖所示：



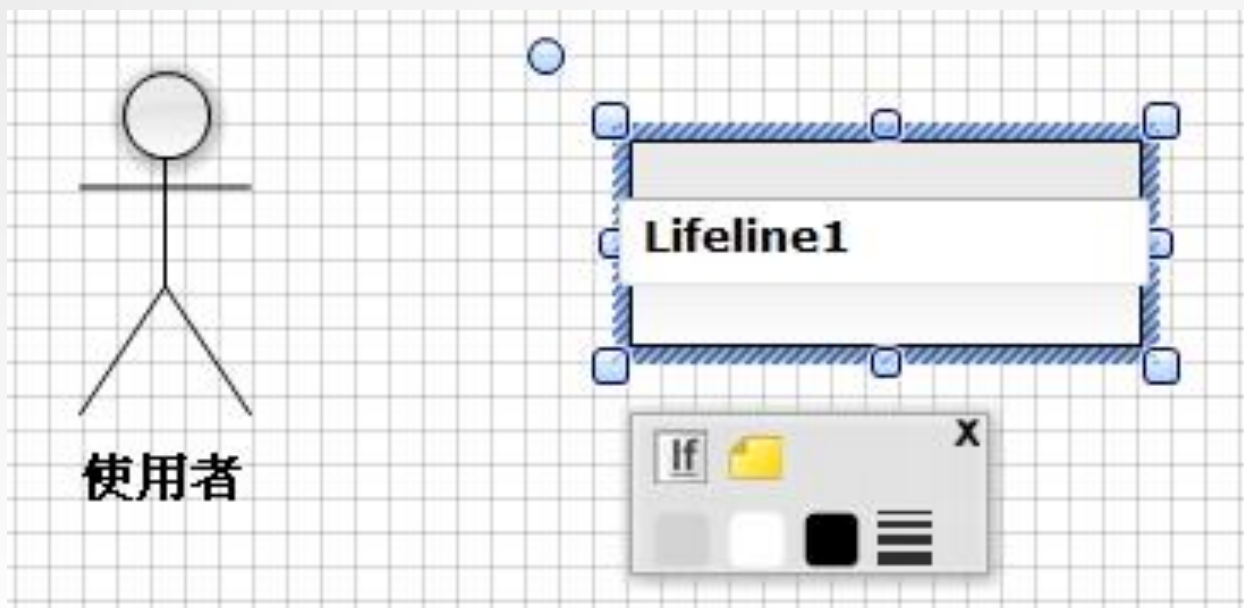
11-6-1 繪製循序圖-組合片斷

- 循序圖的組合片斷是由互動運算子和運算元組成，在SIM是先從「工具箱」視窗拖拉長方形的片斷框，例如：**Alt**片斷，如下圖所示：



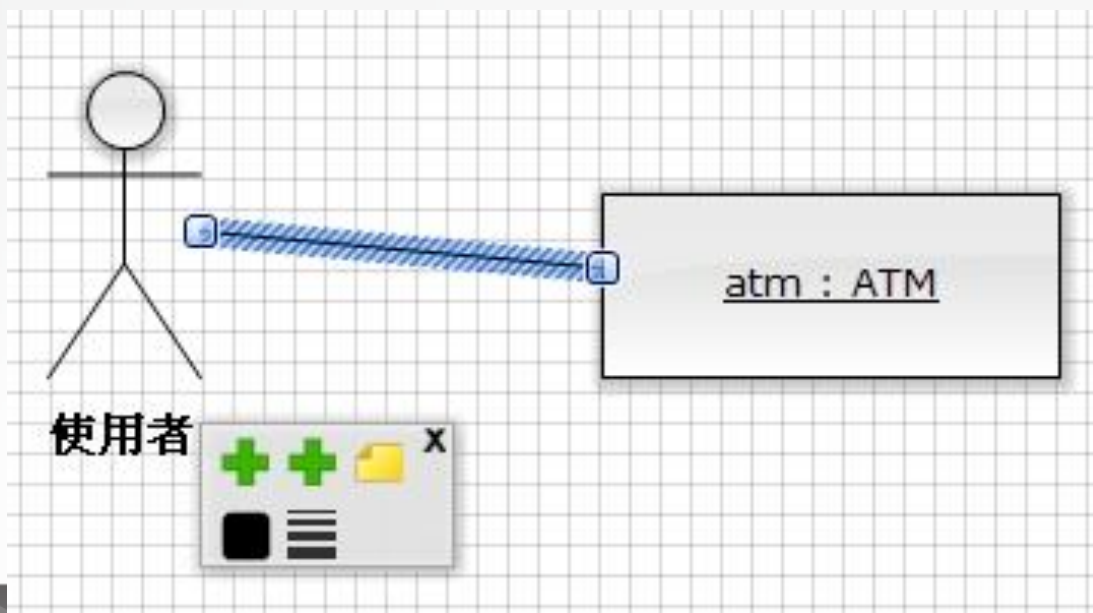
11-6-2 繪製通訊圖-參與者

- 在通訊圖新增參與者是從「工具箱」視窗拖拉【生命線】至編輯區域，如下圖所示：



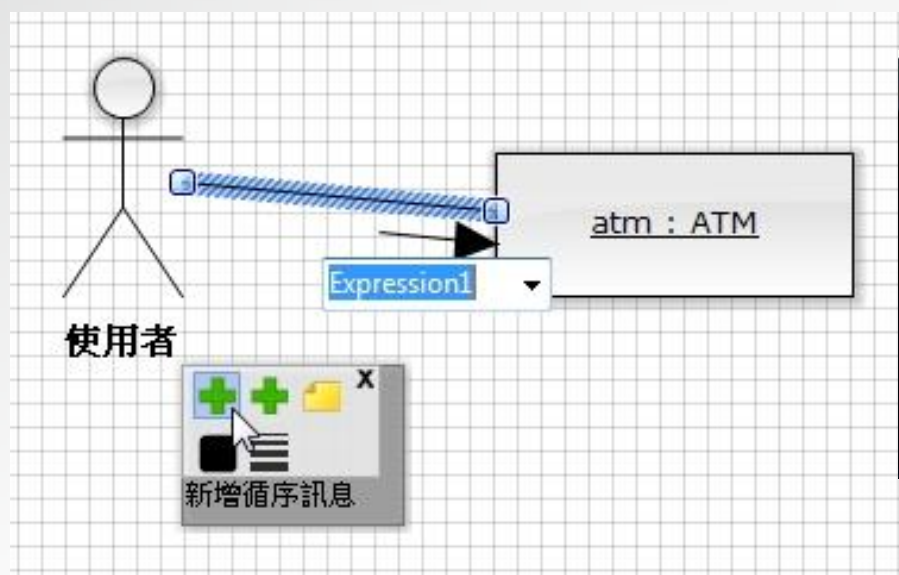
11-6-2 繪製通訊圖-連接

- 在通訊圖的參與者之間建立連接，就是在「工具箱」視窗選【連接】，如果訊息是從參與者A傳遞至參與者B，在建立連接時請從參與者A拖拉至參與者B，如下圖所示：



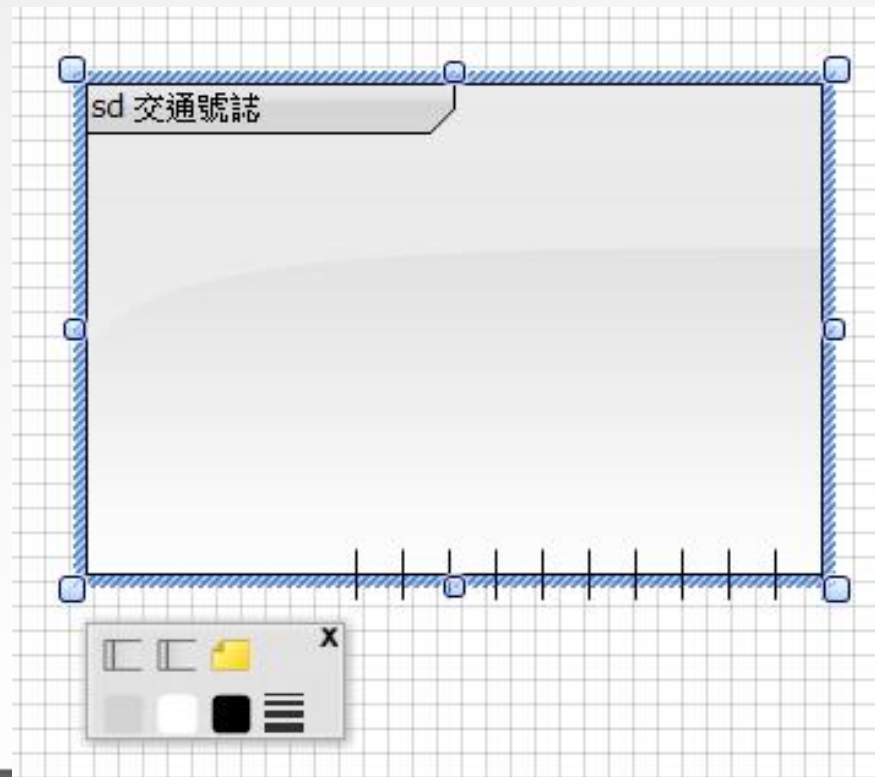
11-6-2 繪製通訊圖-訊息

- 在通訊圖的連接新增訊息有兩種方式，一是按下方【新增循序訊息】鈕，如下圖所示：



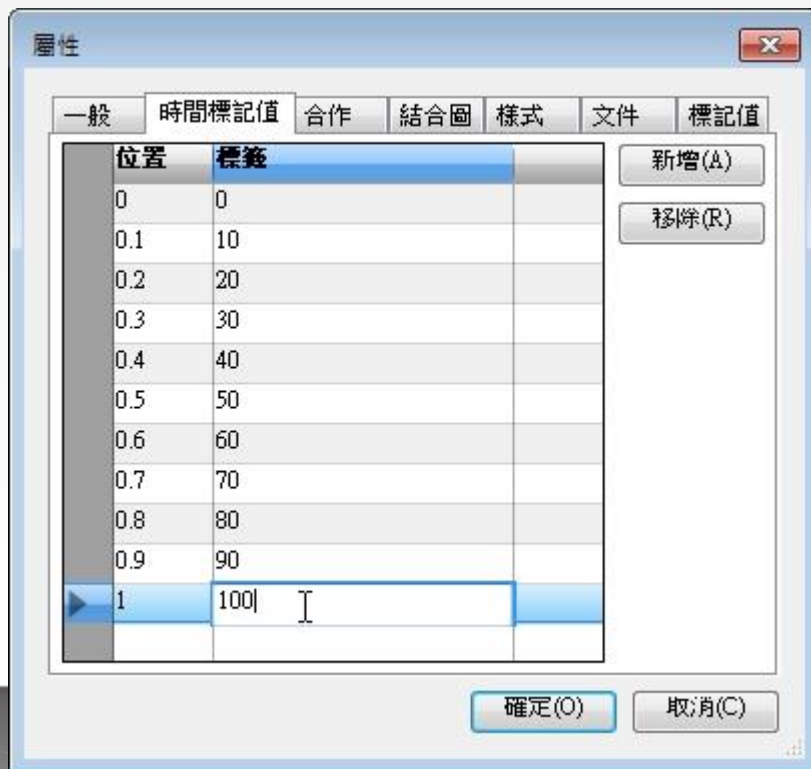
11-6-3 繪製時序圖- 建立時序圖框架

- 在「工具箱」視窗拖拉【框架】項目，就可以建立時序圖的框架，如下圖所示：



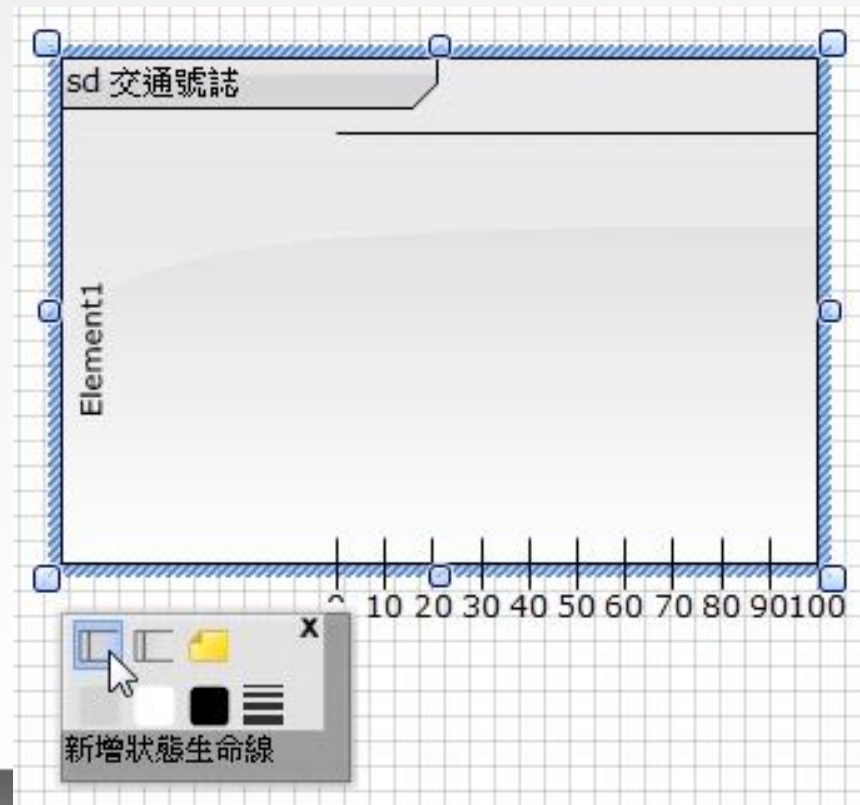
11-6-3 繪製時序圖- 建立時間刻記

- 按二下框架，可以在「屬性」對話方塊【一般】標籤的名稱欄輸入名稱，選【時間刻記值】標籤可以輸入時間刻記的標籤值，如下圖所示：



11-6-3 繪製時序圖- 新增生命線

- 選框架，按下方第1個按鈕可以建立狀態生命線，第2個按鈕是值生命線，如下圖所示：

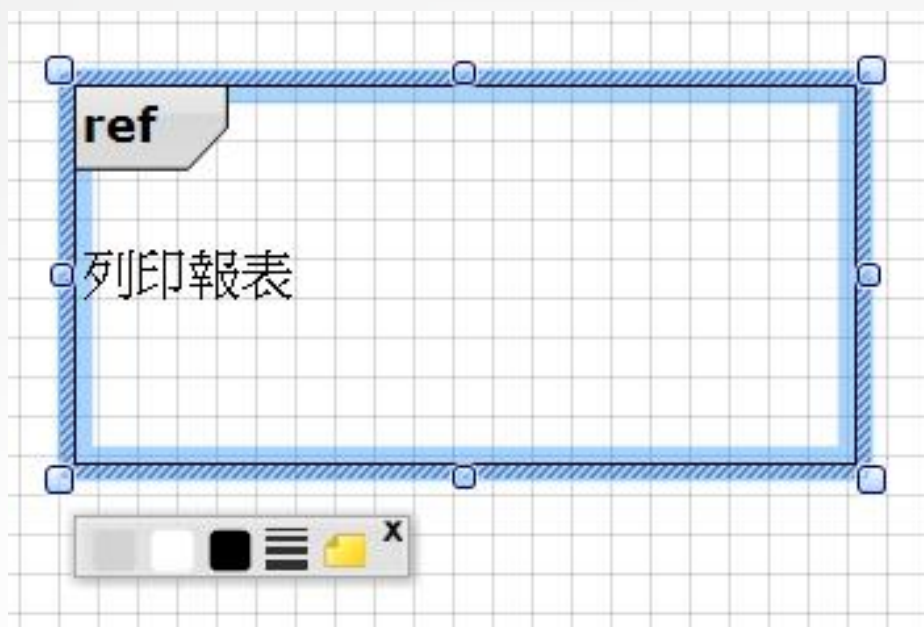


11-6-3 繪製時序圖- 輸入持續限制與事件

- 在「屬性」對話方塊選【事件】標籤，可以在【持續限制】和【事件】欄輸入持續限制與事件。

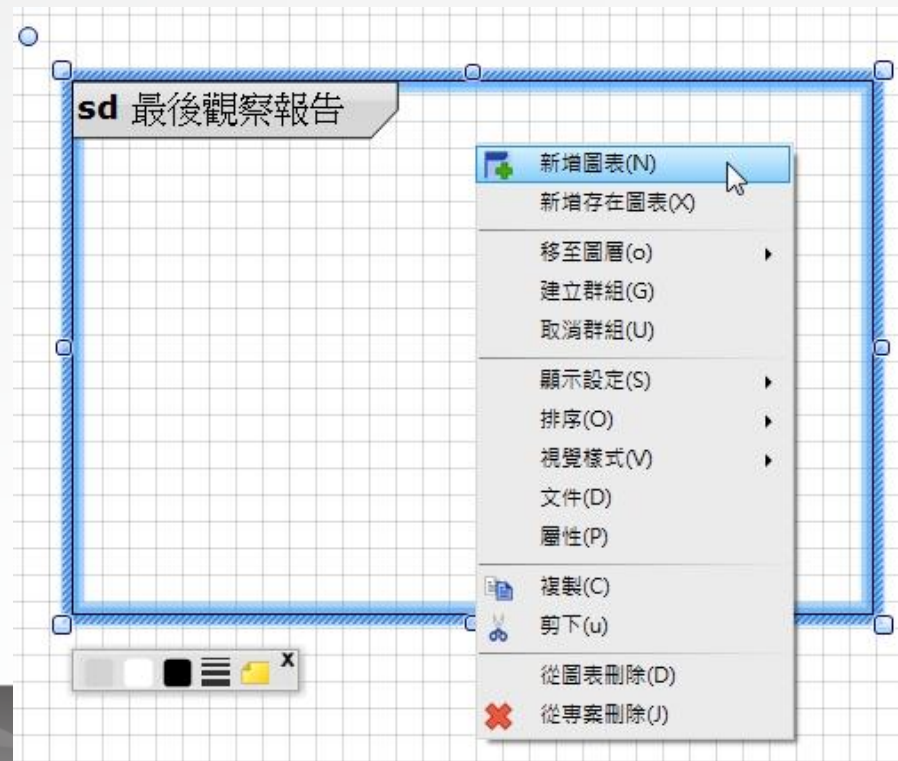
11-6-4 繪製互動概觀圖- 新增互動使用

- 在「工具箱」視窗拖拉【互動使用】項目，可以建立名為**ref**的框架，按二下就可以更改名稱和調整尺寸，如下圖所示：



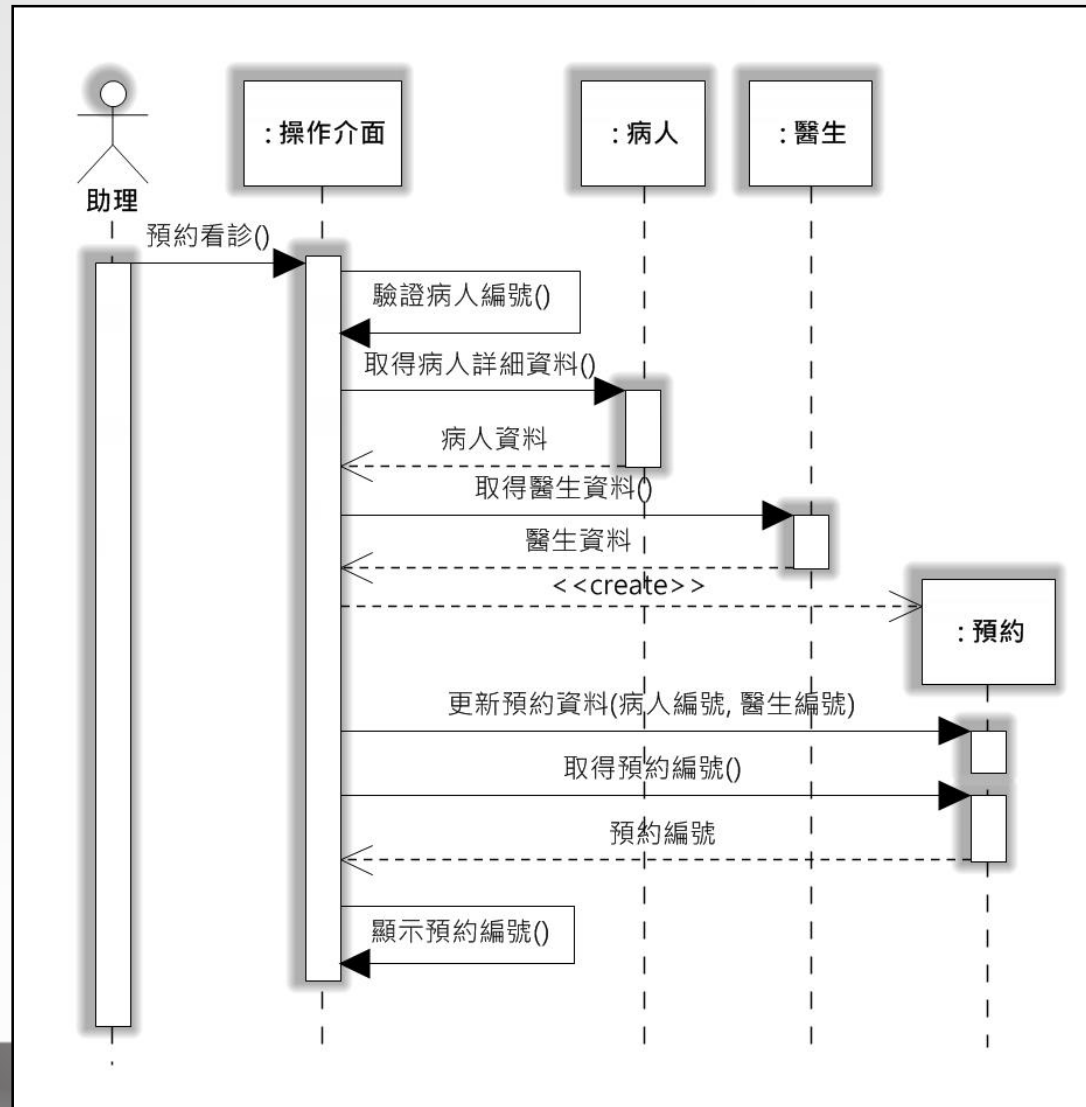
11-6-4 繪製互動概觀圖- 新增內建互動

- 在「工具箱」視窗拖拉【內建互動】項目，就可以建立名為sd的框架，按二下可以更改名稱和調整尺寸，如下圖所示：

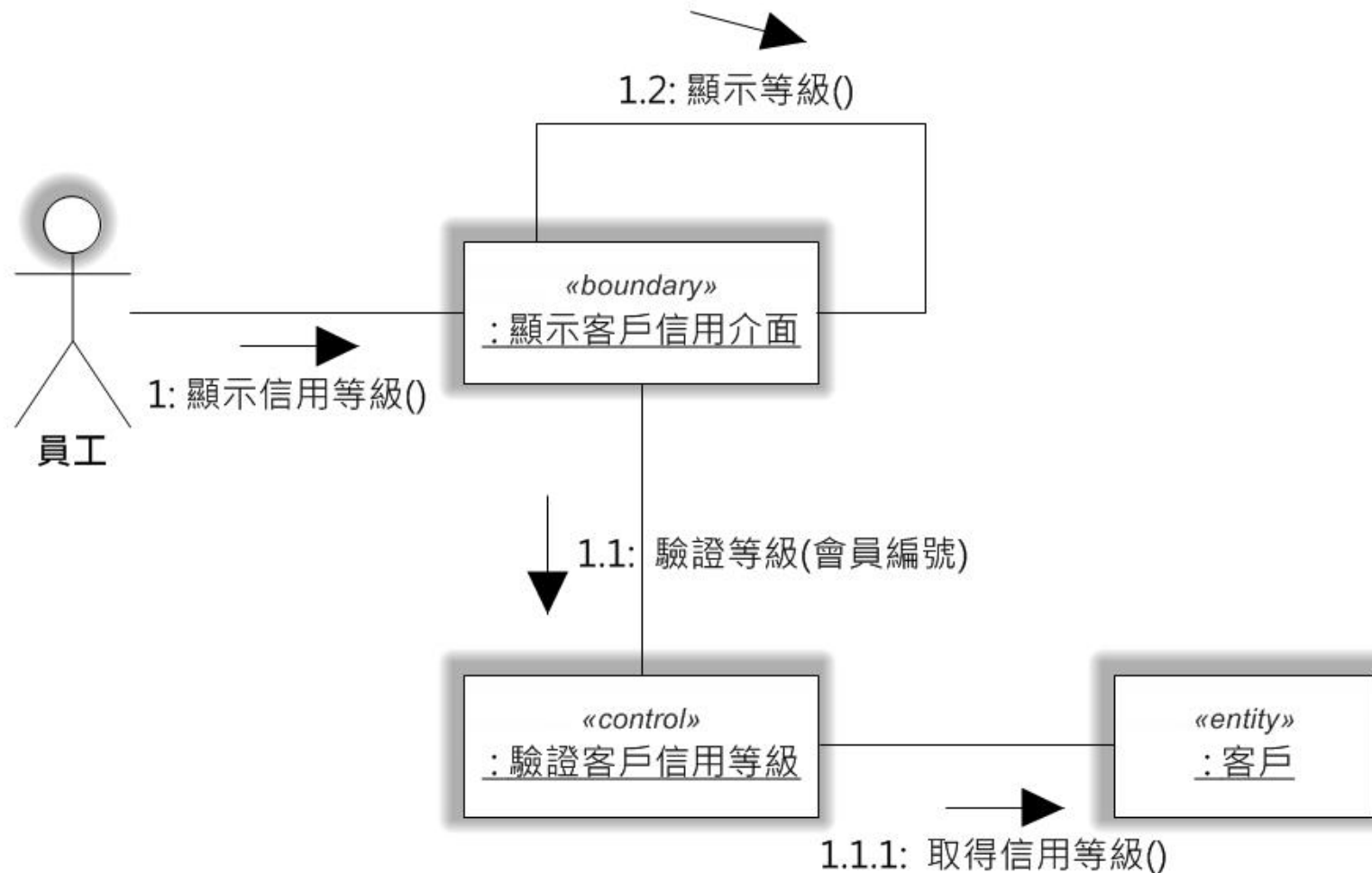




11-7 綜合練習-病人預約的循序圖



11-7 綜合練習-驗證租片客戶等級的通訊圖



End

