

擬似碼程式設計

陳啓榮 譯

50週年紀念
1973-1988
中南圖書公司

擬似碼程式設計

陳啓榮 譯

中南圖書公司
1973-1988
50週年紀念

儒林圖書公司 印行

版權所有
翻印必究

擬似碼程式設計

譯 者：陳 啓 榮

發行人：楊 鏡 秋

出版者：儒 林 圖 書 有 限 公 司

地 址：台北市重慶南路一段111號

電 話：3812302 3110883 3140111

郵政劃撥：0106792-1號

吉豐印刷廠有限公司承印

板橋市三民路二段正隆巷46弄7號

行政院新聞局局版台業字第1492號

中華民國七十四年八月初版

定價新台幣 150 元正

序 言

在運用電腦來解決問題時，許多初學的學生似乎難以知道應從那裏和如何去著手。本書的目的有三：

- 一、提供問題解答的方法——幫助程式設計師將已知資訊轉換為需求資訊的操作方法。這個方法採用輸入／處理／輸出（IPO）圖，它將出現於本書各章節。
- 二、提供有效的程式設計和模組化結構的方法——以IPO圖和擬似碼（Pseudocode）使用在順序、選擇、重複等三種程式基本結構中，幫助學生學習。
- 三、提供基本的演算法和觀念——使用在電腦解答問題上。

在問題解答和程式設計上，雖然，我們不採用流程圖為工具，但是為了幫助讀者能有更清楚的解答，在本書前幾章仍使用流程圖。IPO圖和擬似碼簡單易用而更能使程式有好的設計。

雖然在本書中，所提的問題解答和程式設計的技術並不是唯一可行的技術，但是它對初級程式設計師特別有助益。

我們希望本書對於任何初級程式課程可當做輔助教材，而與使用的電腦語言無關。一本語言手冊或教材如能提供特定語言則擬似碼程式將可建置。

T.E. Bailey
Kris Lundgaard

目 錄

1 問題解答的介紹	1
1-1 問題的剖析	2
1-2 工具和操作	3
1-3 處理轉換的順序步驟	4
1-4 流程圖	7
1-5 解答問題步驟的摘要	9
1-6 一些補充的例子	11
1-7 習題	13
2 使用電腦的問題解答	17
2-1 演算法	17
2-2 操作之探討	18
2-3 找出最大數字之演算法	19
2-4 電腦演算法	21
2-5 找出最大數字之電腦演算法	23
2-6 歐幾里得演算法	24
2-7 電腦操作之流程圖符號	27
2-8 演算法之追蹤處理	28
2-9 習題	33
3 讀、寫及算術運算	35
3-1 程式語言及擬似碼	35
3-2 儲存資訊	36

3-3	接收及輸出資訊	38
3-4	輸出標記	39
3-5	記錄	40
3-6	算術運算	40
3-7	IPO 圖	41
3-8	擬似碼程式轉譯成電腦程式語言	43
3-9	習題	44
4	重 複	49
4-1	重複、迴圈、反覆	49
4-2	重複群組	51
4-3	Loop while 結構	51
4-4	溫度換算問題	54
4-5	歐幾里得演算法	57
4-6	Loop until 結構	57
4-7	使用 loop until 於溫度換算問題	58
4-8	通用迴圈	61
4-9	重複群組轉譯成電腦語言	63
4-10	習題	63
5	選 擇	67
5-1	選擇群組之結構	67
5-2	選擇群組之擬似碼	69
5-3	溫度換算問題之擴充	70
5-4	求最大數字問題	71
5-5	巢狀選擇群組	72
5-6	兩倍加班費問題	72
5-7	選擇群組轉譯成電腦語言	75
5-8	習題	77

6	基本程式單元和模組化	83
6-1	順序單元	84
6-2	重複單元	87
6-3	程式的模組化結構	88
6-4	存款帳戶問題	90
6-5	商店帳戶問題	96
6-6	習題	105
7	計數器迴圈	109
7-1	計數器迴圈之結構	110
7-2	計數器迴圈之擬似碼	112
7-3	溫度換算表	112
7-4	存款帳戶問題	113
7-5	平方與平方根差之設計	115
7-6	標題記錄的使用	117
7-7	一些數字的平均數	118
7-8	計數器迴圈轉譯成電腦語言	119
7-9	習題	120
8	一維陣列	125
8-1	陣列的定義	126
8-2	蛋的陣列例題	126
8-3	最大數字問題	128
8-4	簡單的排序演算法	129
8-5	兩個數值的交換	135
8-6	兩個陣列的和	135
8-7	陣列擬似碼轉譯成電腦語言	136
8-8	習題	137

9 模組化之探討：子程式	141
9-1 子程式的觀念	142
9-2 叫用程式	142
9-3 子程式	143
9-4 最大數字問題	145
9-5 氣泡式排序	147
9-6 搜尋陣列中的某一元素	147
9-7 內部子程式	149
9-8 使用內部子程式的最大數字問題	151
9-9 函數	153
9-10 習題	155
10 二維陣列	157
10-1 二維陣列	158
10-2 蛋盒中蛋的平均重量	158
10-3 以行累加	161
10-4 資訊表格	163
10-5 程式語言中的二維陣列	168
10-6 習題	168
附錄 I：ANSI FORTRAN：1966 和 1977 年標準	173
附錄 II：標準 BASIC	181
附錄 III：標準 PASCAL	185

問題解答的介紹

存在，或是不存在：這是個問題。

莎士比亞 「哈姆雷特」

那人是個十足的粗人……他是個心靈的奴役者，
他役使的方法極易了解：他傳遞技術知識而不傳遞價值觀。

法蘭克·赫伯 「沙丘天王」

大多數的學生面對電腦程式時，問題的解答可能是件最困難的事。本書的目的是明確地決定解答問題的程式，和以特定的程式語言描述解答來訂定問題解答的程式。

有很多的方法都能正確地解決問題，不論這些方法是清楚的、有效率的和容易的定義，皆有個限制。我們也將問題解答的討論限制為一個方法。這個方法是一般的方法，唯對電腦的應用特別有用處。

我們的方法需要小心地分析問題以便能決定初始已知的資訊是什麼，完成後產生需求的資訊是什麼，以及從已知的資訊開始至完成後需求的資訊需作改變或轉換的過程。這三個步驟（已知是什麼，需求是什麼，需要的轉換過程）將構成

我們問題解答介紹的基礎。

1-1 問題的剖析

問題以幾種類別存在著，我們所關注的是能使用電腦來解決的問題。此外，這些問題必須有好的描述——也就是有清楚的和充分的敘述，因而能獲得解答；或者是有較簡化的術語而具備有足夠已知的資訊，因而能取得解答。我們將假設這些問題都具有上述的特性。

一個好的問題描述是說明一些現行的或是事情初始的狀態，而要轉換成事情的其他狀態，也就是我們所需求的結果。一個問題可區分為三個部份：(一)敘述已知（初始）情況的資訊，(二)敘述需求（最終）情況的資訊，(三)從初始情況至最終情況中需要轉換的資訊。分析問題的第一和第二部份通常是簡單的（不論這些問題是有明顯的或者沒有特別的敘述而需要合理的假設）。換句話說，分析問題的第三部份或許就沒有那麼簡單，通常轉換過程不全都有敘述；也許全部都未載明。轉換過程有時祇隱含在問題的本文裏，或者全部留給有才智的和聰慧的問題解答者去解決。

根據實際經驗所得的作法可以快速的去確認問題的三個部份。已知和需求資訊通常以名詞和形容詞作敘述；轉換過程是典型的行動是以動詞和副詞作描述。這個觀念以下列問題來作概述：需作改變的什麼（行動，動詞），已知是什麼（敘述，名詞），需求是什麼（敘述，名詞）。

例題 1

問題敘述：我在第十街和C路的轉角處，我必須走到第十五街和L路的商店。

第一部份 初始條件：“第十和C”暗示一個地方或位置（名詞），這個位置非常明確地描述：第十街和C路。

第二部份 最終條件：“第十五和L”也是暗示一個位置，是描述第十五街和L路。

第三部份 轉換過程：在問題中行動狀態是“走”，這個概念是改變位置，而完成它必須走、移動或運送我的身體（注意這個行動如何完成並沒有敘述，“如何”包含了工具和操作將在下節中討論）。

本問題的分析已產生了下列的結果，茲摘要如下圖。

已 知	轉 換 過 程	需 求
第十和C的位置	改變位置（走）	第十五和L的位置

這個簡單的例題清楚地說明了問題解答的初始步驟：將問題分解成三個基本的部份，這個過程必須在進行任何下步分析前，將問題敘述中所載明的是什麼，精確地和完全地做好。至此，分析問題的重要特性祇是表達了問題一般化的概述，但缺乏細節的說明，這正是從初步分析中得到什麼是需求的資訊。類似於人體的構造，由初步分析中我們所瞭解的祇是頭、軀幹、手臂和腳而已。

1-2 工具和操作

一個問題已被分解成三個部份後，它的一般構造已更顯著了。下一步，我們必須將一般的部份更進一步的分解以便能顯出細部的構造——手、腳、手指、腳指、膝蓋、手肘等等以及它們連接的次序。這個步驟主要的是將轉換過程分解成更詳細、細緻化的地步。雖然我們在上節中忽略了“如何”變換。我們現在將細察第三部份的分析和檢查工具以及它們的使用方法（操作）。

例題1的解答，可摘要如下圖：

已 知	轉 換 過 程	需 求
第十和C的位置	改變位置（走）	第十五和L的位置

正如上節中的說明，需求的動作是改變位置；雖然它並未敘述如何去做，我們仍然必須合理地假設：某人有足夠的才智去解釋這個問題，並能當然的決定從第十街和C路處走到第十五街和L路的路徑。因此，走的方法是保留為自由選擇。

一個原因必須繼續前進，如下述：爲了要走，我必須有一些移動的辦法。在人的經驗中其基本動作是“走”。我知道如何選擇適當的工具去做，假設我有下列可用的工具：腳、自行車和汽車。我也知道如何去操作它們，我將選擇那種工具呢？那將依下列幾種情形考慮。例如：是否下雨了？我的時間是否有限制？我是否將攜帶重物？不管是那種情形，它將靠我的聰慧去選擇適當的工具（腳、自行車或汽車）和使用這工具（走、騎或駕駛）而正確地將我從起始位置送到目的地。

在這個例題裏，因爲能有才智的去選擇工具和操作它，在上圖中間欄位的敘述也無需擴展了。“改變位置”和“走”暗示了盡可能簡化了需要的轉換。

從第十街和C路走到第十五街和L路的過程，在選擇工具上並未完全地描述。即使，某人也許選擇走路的方式，但他或她仍有個疑問，即如何到達正確的地方——例如：何時和何路該轉彎和有多遠的路要走。步驟三的結果（分析從初始情況至最終情況需要的轉換）仍然是不完全的。

1-3 處理轉換的順序步驟

爲了確保正確的到達第十五街和L路，有些增加的細節及有順序的步驟是必須進行的。即使我們允許“走”是暗示了一個工具和動作，我們也忽略了正在活動中的一個非常重要的觀點，因爲“走”也隱含了方向。腳、自行車或汽車到底要朝向那個方向走呢？這是個有系統的和有次序的行動而包含在活動中。這個一系列的事物稱處理過程（Process），它是由一系列的細部指引和指示所組成。決定處理過程是問題分析第三步驟的最後階段，它可能是問題解答最困難的部份。處理過程必須以回答問題來組合。當然我知道如何操作這些工具，但我應如何正確地使用這些工具，使最初情況轉換成最終的情況呢？例如：某人擁有木材（需求）；一支鋸子、一根鐵鎚、一支起子、螺絲釘、釘子和膠水（工具），以及使用它們的知識（操作）。雖然如此，他或她如沒有一系列造桌子的指引（有次序的步驟、處理過程），還是不能造成一張桌子（需求）。在例題1敘述的問題也可以同樣的概念來說明。一個人在第十街和C路（已知）且擁有一部車（工具）及有駕駛的技術（操作），假如沒有要走多遠，在那裏要轉彎等等（處理過程）的一系列指示，他或她還是不能到達第十五街和L路（需求）。

從問題敘述中要如何推論這些細節呢？因為這些細節在題中並沒有敘說清楚，它們必須根據有些大家所熟知的工具和操作以及有些假設的常識中去推論。在這個情形下，街道用號碼作識別，暗示了此標以號碼的街道是走東西或南北方向。

解答此問題與羅盤指向的用法是無關的，因此我們假設是東西向。街道以字母作識別且也是有次序排列與假設標以號碼的街道是東西向，而標以字母的街道是南北向是相同的情形。換句話說，城市的街道是在長方形的格子上以號碼和字母有次序的排列著。認識了這點則走的過程是直進的。例如，你可由C路走到第十五街口轉彎至第十五街然後走到L路，如圖1-1所示之路徑A。但它是否是唯一可走的路？當然不是！你也可走第十街到L路口轉彎至第十五街（路徑B）。事實上，圖1-1示明了一些可選擇的路徑。所有路徑都是正確的，但是以路徑A和B較其餘的路徑簡單。

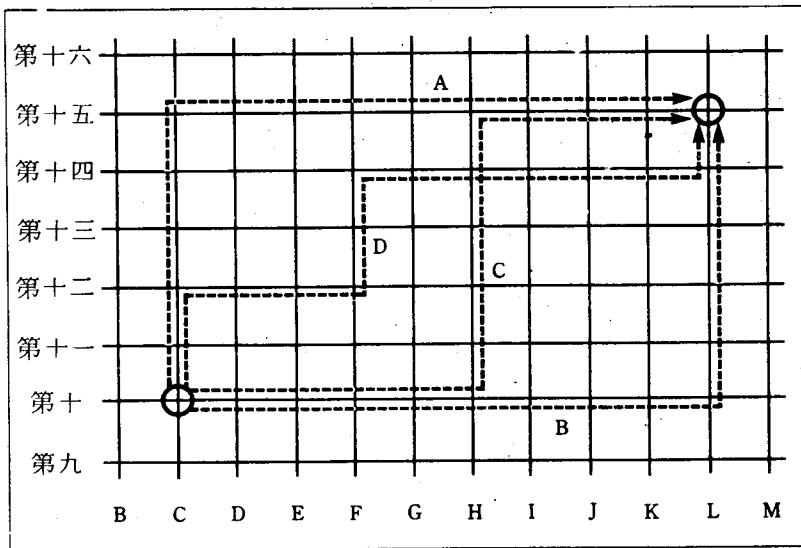


圖 1-1 由第十和C至第十五和L的一些路徑

現在任意選個路徑B，讓我們展開這圖形的解答，如圖1-2所示。

已 知	轉 換 過 程	需 求
第十和C的位置	1. 由第十走到L 2. 在L轉彎 3. 走到第十五	第十五和L的位置

圖 1-2 路徑B（圖 1-1）由第十和C走到第十五和L

在推論圖 1-1 的結論裏，我們有一些重要的假設未曾提到過。所有的街道是直通的街道，因此每個路徑皆可適合，而我們未曾考慮到的事情是如停止標誌的數目和交通號示、交通量、街道的平坦度或道路的寬度。因此，假設走到第十五或L的方向是已知的（你能想出其他的假定嗎？如果是單行道不知會怎樣？）。

從第十和C走到第十五和L的過程，現已詳述。但是它仍然需要更加細緻化。假如某人在轉角處走錯方向，會發生什麼事情？假如某人不知道到第十五或L的方向，又會發生什麼事情？一個較好的處理過程敘述是將可能會發生的事情都考慮在內。例如處理步驟 1，“由第十走到L”，包括了走到錯誤方向的可能性。茲展示如下：由第十走到下條街；假如下條街是B時向後轉；然後由第十走到L（我們能假定“向後轉”是個基本的操作，而每個人都知道如何做嗎？）。處理過程也包括了何時停止的敘述——也就是何時轉換工作完成，這些變化如圖 1-3 所示。

已 知	轉 換 過 程	需 求
第十和C的位置	1. 由第十走到下條街道。 2. 假如下條街是B時，則向後轉走。 3. 由第十走到L。 4. 左轉到L。 5. 走到下條街。 6. 假若下條街是第九，則向後轉走。 7. 由L走到第十五。 8. 停止	第十五和L的位置

圖 1-3 由第十和C走到第十五和L，一般的解答

有很多的處理過程可用來解答此問題而可任意選擇其一來表示。圖 1-4 所表示的是一個相等而正確的改變形式。

已	知	轉	換	過	程	需	求
第十和 C 的位置		1.	由第十走到下條街。			第十五和 L 的位置	
		2.	假如下條街是 D，則由第十到 L；否則，向後轉走並由第十走到 L。				
		3.	右轉彎到 L。				
		4.	走到下條街。				
		5.	假如下條街是第十一，則由 L 走到第十五；否則，向後轉並由 L 走到第十五。				
		6.	停止。				

圖 1-4 由第十和 C 走到第十五和 L，可選擇的一般解答

根據我們的假定，處理過程至此已完成了。事實上，這解答的敘述已非常清楚且語意也未有含混之處，因此任何人都能從第十和 C 到第十五到 L 作轉移。圖 1-1 用手去作業能測試其正確性。

任何一個問題的分析是反覆的或重複的程序。例如，在進行步驟 3 分析時，三個“隘口”（passess）是需要的。在完成一個隘口時，處理過程的每一個步驟必須要更進一步的分析，以便決定是否所有合理而可能發生事情的考慮過程皆已完成（在我們的例子中，它包括了在交叉路口轉錯路和在開始時走錯方向）。在進行步驟 1 和 2 時，反覆工作也是必須的，因為正如步驟 3 的進行，它們也需要更細節的部份。

1-4 流程圖

流程圖對可見的一系列轉換過程是非常有用的工具。流程圖包含了以箭頭連

接的特定符號。圖 1-5 說明了三個通用的符號和意義。

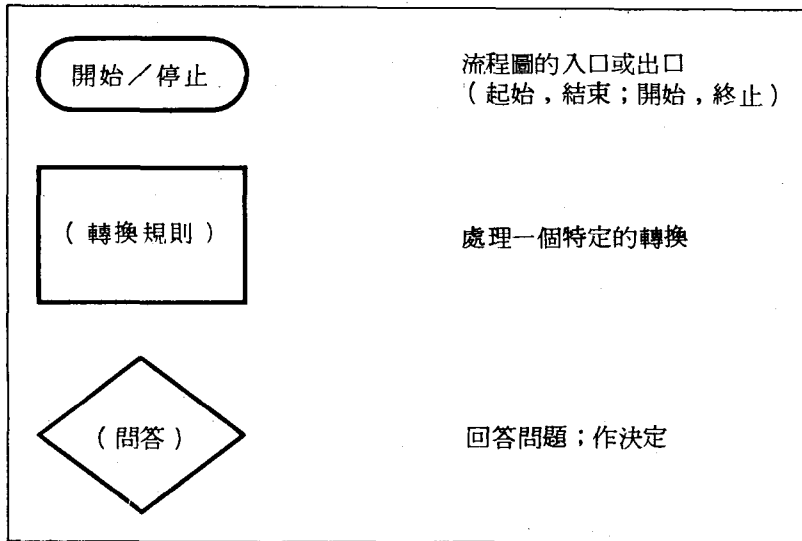


圖 1-5 一些常用的流程圖符號

箭頭連接流程圖的符號有兩種意義：

1. 表示轉換過程的次序。
2. 表示已知資訊的進入和需求資訊的流出路徑或“流動”的符號。

圖 1-6 表示箭頭連接流程圖是表示資訊的流動。

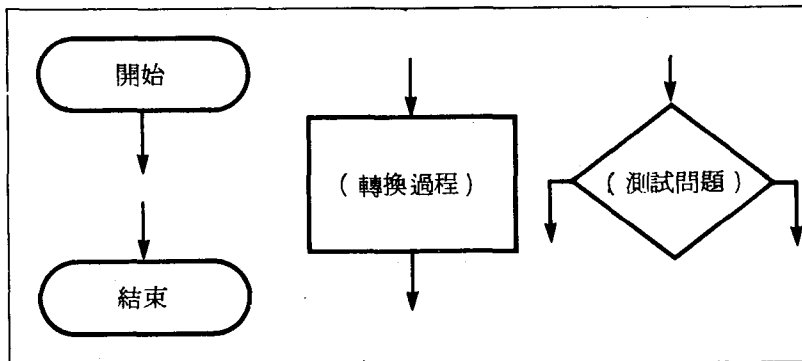


圖 1-6 流程圖進入或流出的“流動”或路徑符號

“開始”符號僅有一個箭頭流出，因為它是流程圖的開始。同樣的“結束”符號僅有一個箭頭進入；因為它是流程圖的終點。“轉換過程”符號有一個箭頭進入和流出。“問答”符號僅有一個箭頭進入，但它必須有二個（或某些情形更多）流出問答中的答案之一（通常為“是”或“否”）。

圖 1-7 包含了在圖 1-3 一系列轉換過程的流程圖，每個轉換過程的符號裏有轉換規則的記載，每個問答符號裏也有問答的記載；問答裏可能答案（是或否）記載於相對流出的箭頭。流程圖的優點是它強調在一系列轉換過程而有次序的資訊流動中，提供了可見的幫助。

缺點是有點繁瑣，它比普通英文的轉換過程敘述更佔用空間。這些流程圖的缺點可能將使較冗長問題的流程圖工作顯得較不合乎實際。無論如何，因為流程圖能對可見的解答上有所助益，以及它清楚地說明了簡單的電腦邏輯流程。通常我們將請你在解答問題時畫出流程圖。

1-5 解答問題步驟的摘要

首先畫出以線隔開成三個欄位的圖形。並標明“已知”，“轉換過程”和“需求”。執行步驟一：寫出在“已知”欄中，描述初始情況的資訊。執行步驟二：寫出在“需求”欄中，描述最終情況的資訊。執行步驟三：寫出在“轉換過程”欄中必須執行已知是什麼，轉換至需求是什麼的一般行動。決定是何工具，包括了這些工具可適用於做轉換過程的操作方法。如前所述，轉換過程欄中的資訊大概可擴展開來。然後組合所使用的工具和已知操作的一系列有次序的步驟，它們是在已知是什麼轉換至需求是什麼中，有正確的和清楚的描述。將這處理過程置放在“轉換過程”欄。每個處理步驟必須檢查以便決定它是否可進一步的擴展。從需要擴展成有效細節的觀點上，這些程序是反覆的工作。處理過程的最終描述必須根據已知是什麼，需求是什麼，以及大家所熟知的操作和相對而適用的工具來作敘述。

在步驟三中，從一個有很粗略和一般敘述的轉換過程至一個有詳盡和非常特定敘述的處理過程的工作是尤其重要的。在任何時候用手的作業去測試其正確性似乎是正當的，但是，必須確定完成了“最終”的處理。假如，發現錯誤，處理