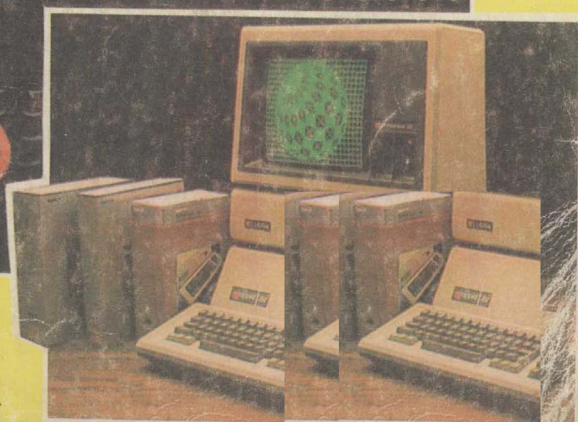


APPLE II

智能分析



北方电脑公司资料组

蘋果的智慧

黃松榮編著

序

這是一本關於各種觀念的書，顯示個人電腦如何能用在科學計劃上。

書中的主題是機器的智慧，及智慧所能表示的方式。本書的特色是不需任何理論基礎，便能在電腦上建一個電子的機器動物，具有某種程度的智慧。我們不提動物生理、精神活動或現代人工智慧，而只是模擬動物的行為，觀察它的「心理現象」。

書中的一切程式均用 APPLE-Ⅱ 個人電腦的 Applesoft BASIC 語言撰寫，普及適用性高。

書取材自有關機器人智慧的書籍、文章雜誌，精細地剖析，讓讀者深切地了解智慧的本質，並增加另一種思考的途徑。

黃松榮

目 錄

第 1 章	智慧的分級.....	7
1 - 1	初級智慧	8
1 - 2	中級智慧	10
1 - 3	關於本書	12
第 2 章	移動與往前搜尋.....	13
2 - 1、	移動碼	13
2 - 2	基本的BASIC移動程式	17
2 - 3	往前搜尋	19
2 - 4	往前搜尋程式	24
第 3 章	初級智慧.....	27
3 - 1	基本的初級智慧展示程式	27
3 - 2	可選擇的初級智慧	33
3 - 3	殺手型的初級智慧	41

第 4 章	初級智慧的互相結合.....	51
4-1	多個初級智慧的展示程式	51
4-1.1	非同步同時進行多項工作	
4-1.2	程式流程及說明	
4-2	簡單的初級智慧社會	62
4-3	兩個具傷害性的初級智慧動物	70
4-4	兩類初級智慧動物混合的社會	80
第 5 章	中級智慧.....	91
5-1	基本的中級智慧展示程式	91
5-2	可選擇障礙物的基本中級智慧	101
5-3	殺手型中級智慧	108
5-4	狀況可變的殺手型中級智慧	116
5-5	兩個中級智慧動物的展示程式	125
5-6	殺手型初級智慧與中級智慧混合社會	137
5-6.1	行為表現	
5-6.2	程式流程與說明	
5-6.3	實驗	
第 6 章	機器心理學簡介.....	153
6-1	實驗動物心理學的方法	154
6-2	機器心理學的方法	156
6-3	動物的原始特徵	158

第 7 章 搜集編譯資料.....	159
7-1 搜集初級智慧動物資料	159
7-1.1 加上計分的基本初級智慧動物	
7-1.2 初級智慧加上計分與隨機障礙物	
7-1.3 可自定邊界的初級智慧	
7-2 編譯初級智慧資料	176
7-2.1 可編譯資料的初級智慧	
7-2.2 編譯隨機障礙物資料	
7-3 搜集中級智慧資料	194
7-3.1 加上計分的基本中級資料	
7-3.2 加上計分並能顯示記憶的中級智慧	

第1章

智慧的分級

智慧是什麼，一直是個有趣的問題。究竟機器能不能也與人一樣「聰明」，當我們看到各式各樣的科幻電影時，我們腦海中總是會浮現這樣的問題。對機器能具有智慧，多數人一向持著既期待又恐懼的心態，希望機器夠聰明，能替我們做許多事，但又恐懼它太聰明了，會代替我們成為世界的主宰者。

我們在這本書中，嘗試利用電腦程式模擬一具有智慧的機器動物，藉以了解智慧的本質，並對機器的智慧與人類智慧的不同有更深的認識。

一個具有智慧能自我規劃的機器動物行為十分獨特，能經由學習，由原先隨意的活動變為有規則能適應環境的行為，看起來似乎具有某種程度的智慧。並不是說這機器動物本身真的具有智慧，而是它行為的種種表現，就像是個具有智慧的動物一般。在此處，由其行為表現及內部有無記憶記下各種行為反應，我們將機器動物的智慧分為初級智慧（又稱阿爾發級智慧）及中級智慧（又稱貝他級智慧）。

1-1 初級智慧

本書中的第三章、第四章中，有一系列的展示示範程式，用來模擬產生具有初級智慧的動物。基本的初級智慧流程在圖 1-1 中，如果看起來有困難，可能是因為與您想像中不同，請試著接受這個表示法。

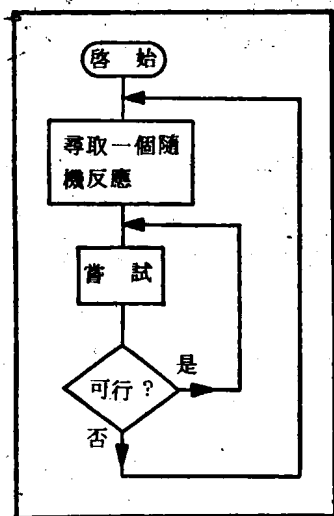


圖 1-1 初級智慧行為流程圖

初級智慧動物首先選擇一隨機反應，假設有 24 種可能的反應，就從 24 種中隨意挑出一種。當然我們無法預測它會有怎樣的反應，但我們的確可以觀察到一些特殊現象，只是每一反應的確切性質無法事先預測。

動物隨意選擇一個反應，然後藉著某些感覺機制查看這反應是否可行。反應不可行可有很多定義，我們目前的定義是不使

動物產生矛盾不可解決的現象，比如說與某障礙物重疊等。

如果反應可行，便繼續執行這反應動作，直到不能再執行時，才又重新選一隨機反應，再試看看反應是否可行，不斷試到有一反應可行為止，於是不斷重覆這些程序，這便是我們所說的初級智慧行為。

初級智慧動物在任一時刻，總是執行下列兩件事其中之一，一是試驗可行的反應，另一是找尋一隨機反應。換句話說，初級智慧本質上近似於反射行為，在條件不利時不會思考，只是利用一隨機碼任意選擇反應。

基本初級智慧程式可用少數幾行 BASIC 程式完成，程式其餘部份用來處理動物環境及察覺與反應系統。試驗一下，可以發現初級智慧方式不但簡單而且可行。

雖然如此，初級智慧並不是很微不足道的方式，在您執行過幾個初級智慧展示程式後，您可以發現它實際有很多行為的模式，雖不見得理性，但那只是因為它沒有記憶無法記得以前發生的事及反應。初級智慧動物不具有以往的經驗，也不預估未來的結果，完全是純反應式的動物，而且是隨機反應。但在環境複雜度增加，以及察覺機制增加時，您可以發現它的行為會愈來愈理性化。

環境的改變，能影響它的行為，所以環境的本質在動物智慧上扮演什麼角色，是個十分有趣的問題。這個問題實際上牽涉到現代物理上許多觀念，十分新而尖銳。所以初級智慧行為的原理雖十分簡單，但其影響及實驗卻不簡單。不過，在本書中您可以很容易地一步步跟著下去，因為我們以一般動物看待它的行為。

1-2 中級智慧

中級智慧動物只是個有記憶的初級智慧動物，圖 1-2 是基本的中級智慧流程圖。

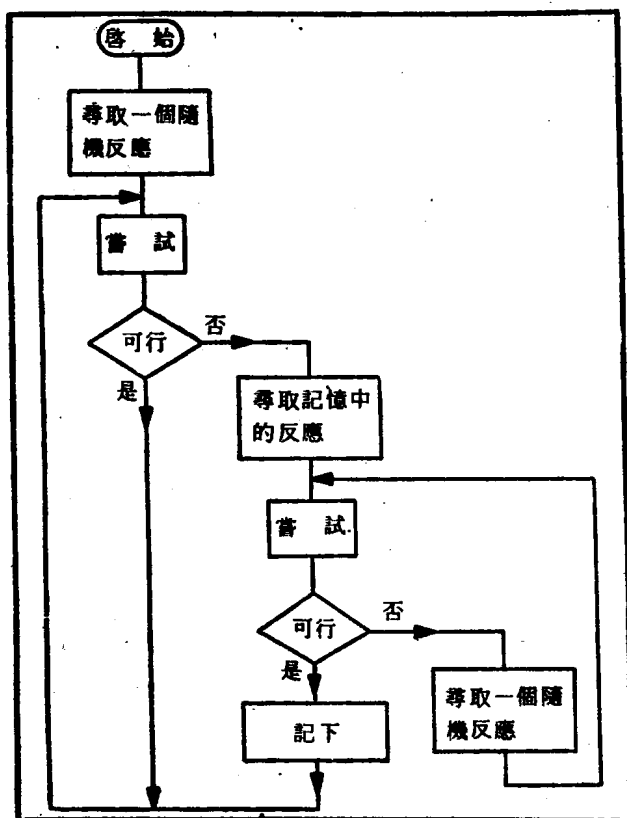


圖 1-2 中級智慧行為流程圖

動物一開始選擇一隨機反應，嘗試執行，再查看是否可行。如果反應可行，便一直繼續嘗試執行，直到不可行為止，這一份與初級智慧行為完全一樣。最大的不同在處理不可行的反應，一旦中級智慧動物遇到不可行反應，便找尋記憶，試圖利用記憶中的反應來解決問題。

中級智慧動物一開始記憶中一片空白，直到曾經失敗過，並成功地解決困難時，才記下成功的反應，在以後遇到相同狀況時，便先由記憶中找尋成功的反應，如果記憶中的反應此次不可行，便放棄這種反應，另行找一可行的隨機反應，並更新記憶記下新的成功的反應。所以在記憶中的反應可行時，反應完全由記憶決定，而不可行時，則像初級智慧動物一樣地作隨機反應。

在中級智慧動物生命一開始時，由於記憶中是一片空白，所以有許多行為很像是初級智慧動物，但經歷一段時間後，便漸漸使用記憶中的反應。理想中，動物最後在每次遇上不可行反應時，都可由記憶中找到以前記下的成功的反應。

能自行累積經驗在記憶中的能力，是中級智慧動物自我規劃的特徵。不需要人類告訴中級智慧動物，什麼時候採何種反應，它自己會知道如何處理。

中級智慧記憶不僅可自我規劃，而且可自我更正。流程圖中可以注意到，縱使是正確可行的反應，每次在找尋記憶結束後也會再被重記下來。有時候記憶不管用，因為它察覺的機制不完美，發生碰撞的情形可能與以前記憶中發生碰撞的情況類似，但記憶中的反應卻不可行，因此動物就被迫選擇一隨機反應，直到找到一可行的隨機反應為止，於是又用此一新反應取代了舊反應記在記憶中。動物自己並不明瞭為何記憶中的反應不可行，它只關

心在周遭環境中，那種反應可行。

1-3 關於本書

本書最好能一步步地跟著作下去，如果遺漏跳掉其中一部份程式，便會有些觀念漏掉。

書中的程式可依樣打去 APPLE 個人電腦中執行，可存在磁帶或磁碟中，此有兩個目的，一可方便以後每個程式的輸入，另一目的是可用來複習學過的部份。

書中先有一系列關於初級智慧的程式，接著又有一系列中級智慧程式，然後談到行為的觀察，與進一步的實驗及搜集資料分析成果。

本書不是描述一些事實、理論或程序，這些本書中也有一部份，但本書的重點在給您對機器與電腦能用另一種嶄新的方式去思考。

第 2 章

移動與往前搜尋

本書中所討論的物體的反應及動作，均以在電視螢幕上由一處移至另一處為主，但也可用來模擬其他環境。其中最主要的反應是能測得在電視螢幕上與他物相碰撞，也可能有其他察覺周遭環境的方式，不過還是不能取代察覺碰撞的方式。本章介紹如何產生運動效果，如何察覺碰撞情況，這些程式經稍加修改後，都會在以後的章節中出現。

2-1 移動碼

本書中所有物體的運動，都是不連續的，如圖 2-1 中所示，從動物的所在處，在一步之內可移至周圍 24 個位置的任何一處。要使物體移動，只要以很快的速度，連續地一步步移動便可以。每一步移動中，其實有兩個重要的分量，一個是水平方向的移動分量，另一個是垂直方式的移動分量。下面我們訂一些規則，以配合 APPLE II 電腦的電視螢幕：

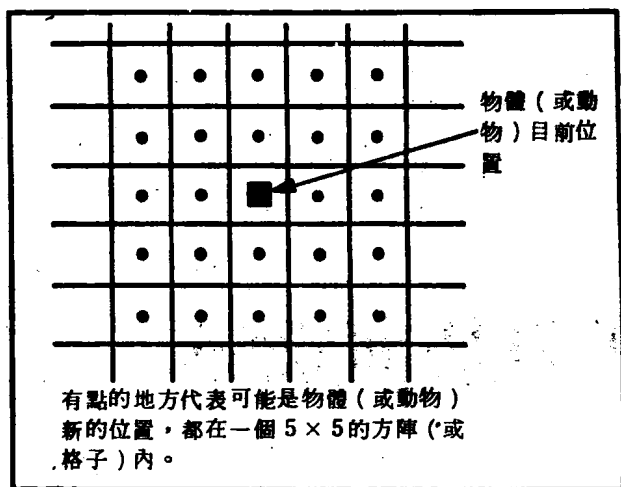


圖 2-1 移動物體（或動物）可能的下一步目的地

- 正的水平分量代表向右移
- 負的水平分量代表向左移
- 正的垂直分量代表向下移
- 負的垂直分量代表向上移

由上面的規則，我們可以用一組數字，包括一個水平分量與一個垂直分量，來描述代表一個物體移動的步驟，這組數字稱為移動碼。如果僅有水平分量，便是作水平的移動，僅有垂直分量，便是作垂直的移動，如果兩者皆有，便依水平、垂直分量的正負，而分別向斜方向移動：

- 水平與垂直分量皆為正，向右下方移動
- 水平分量為正，垂直分量為負，向右上方移動
- 水平分量為負，垂直分量為正，向左下方移動

• 水平與垂直分量皆為負，向左上方移動

運動時，除了有運動方向外，還有一步的步幅，在本書中，移動一步的步幅可以為 0，1，2 三種整數值。因此一個分量的表示法中，包括正負號，及其絕對值。例如水平分量若為 -2，代表由原先位置往左移兩個字元的位置。水平分量為 +1，則表示由原先位置往下移一個字元的位置。所以水平分量加上垂直分量的效果，整個物體往左下方移動，移動碼則以逗號分隔水平與垂直分量，記為 -2，1。本書中所有移動碼的這兩個分量，都以逗號隔開，第一個數代表水平分量，第二個數代表垂直分量。當剛剛提到的這個移動碼被執行到時，物體便會由原先位置，移動到一個新位置，比原先位置低一格，左邊兩格處。

如果兩個分量中，有一個是零，表示在那個方向上，沒有任何移動。例如移動碼為 1，0 表示物體往右移一格，但沒有垂直位移。

如果兩個分量皆為零，也就是執行 0，0 的移動碼，則物體便不移動了。

水平與垂直移動的最大範圍是 -2，-1，0，1，2，兩個方向配合起來，共有 25 種可能的移動碼，物體可以由原先位置，往四周 24 個位置任意移動，或者使用 0，0 的移動碼，留在原處不移動。表 2-1 列出了所有 25 種移動碼，及其移動效果。

表中所用的「快速」與「慢速」必須在此稍加解釋。連續執行這些移動碼，在視覺上會給人不同的感受。一般說來，程式中先把物體從電視螢幕上擦去，利用移動碼決定新的位置，再重新將物體畫在電視螢幕上的新位置。而執行這些動作的速度，在同

一程式中應是相同的，所以分量中含有 2，在視覺上所造成的效果，便比分量為 1 的移動碼，令人感覺比較快速，這是表上使用「快速」與「慢速」形容詞的原因。

表 2-1 完整的移動碼及其意義

變數 I 為移動時的水平分量

變數 J 為移動時的垂直分量

移動碼 I J		說明
-2	-2	快速往左移，快速往上移
-2	-1	快速往左移，慢速往上移
-2	0	快速往左移
-2	1	快速往左移，慢速往下移
-2	2	快速往左移，快速往下移
-1	-2	慢速往左移，快速往上移
-1	-1	慢速往左移，慢速往上移
-1	0	慢速往左移
-1	1	慢速往左移，慢速往下移
-1	2	慢速往左移，快速往下移
0	-2	快速往上移
0	-1	慢速往上移
0	0	不動
0	1	慢速往下移
0	2	快速往下移
1	-2	慢速往右移，快速往上移
1	-1	慢速往右移，慢速往上移
1	0	慢速往右移
1	1	慢速往右移，慢速往下移
1	2	慢速往右移，快速往下移
2	-2	快速往右移，快速往上移
2	-1	快速往右移，慢速往上移
2	0	快速往右移
2	1	快速往右移，慢速往下移
2	2	快速往右移，快速往下移