

第四章 審局函數與改進方案

搜尋和審局函數是影響象棋程式棋力的關鍵，原本的程式雖然搜尋速度很快，但審局函數卻太過簡單，只考慮簡單的子力價值與位置分數，以致於常常會貪吃敵方的弱子而作負。我們對審局函數加以改良，嘗試加入其他審局函數所應考量的因素，使整體棋力有所提昇。

第一節 子力價值

子力價值是最直觀影響審局函數的因素之一，所以一開始審局函數考慮的，就是子力價值的評估。不同種類的棋子，走法不同，戰鬥力也不同，所以價值是不一樣的，一般認為車的戰鬥力最強，比雙炮加起來還略大一些，而炮和馬的價值應該差不多，又一馬換雙相普遍被認為是可行之著，所以可以推知一隻馬的價值約略等同於兩隻相，而相和仕都是防衛九宮的主要棋子，兩者的價值約略相等，兵則比相和仕的價值都要小。

關於子力價值分數的給定，每位象棋程式的作者都不盡相同，參考黃少龍先生所著“象棋教材” [22]一書，表 4-1 列出了各作者所給定不同的子力價值分數。

表 4-1 不同作者所給定的子力價值表[22]

時間(年)	姓名	帥	車	炮	馬	相	仕	兵
1981	張躍騰	4096	64	32	32	16	16	12
1982	廖嘉成	10000	1640	780	750	250	250	100
1984	蒙耀生	3000	900	450	400	200	200	100
1987	吳韜	200	20	10	9	4	4	2
1988	曹國明	2000	200	90	90	40	40	10
1989	黃少龍	2000	180	90	80	40	40	20
1990	許舜欽	6000	600	285	270	120	120	20

王驕在 2005 年 10 月發表了一篇名為“中國象棋計算機博弈系統評估函數的自適應遺傳算法實現” [15] 的論文，就是在探討棋子價值分數的決定方法，透過基因遺傳演算法，以子力價值分數為參數，經歷交叉變異等演化過程，以及六百代的自我對戰，最終得到一組勝率最高的子力價值分數，以此為參考，可決定每種棋子的價值分數，如表 4-2 所示。

表 4-2 子力價值表[15]

棋子種類	俥	馬	炮	相	仕	兵
價值分數	989	439	442	210	226	55

表中只列出了六種子力的價值分數，將、帥不在其中，由於將和帥是最重要的兩個棋子，所以價值應大於其他棋子的總和，可定為 5000 分。

第二節 位置分數

除了不同棋子的子力價值有所不同，即使是同一種棋子，佔據不同的位置時，彼此之間的價值分數也會有所不同。為了表現出此差異，可以將不同位置的棋子給予不同的加分。不同種類棋子在不同位置的加分列表如下：

表 4-3 車的位置加分表

14	14	12	18	16	18	12	14	14
16	20	18	24	26	24	18	20	16
12	12	12	18	18	18	12	12	12
12	18	16	22	22	22	16	18	12
12	14	12	18	18	18	12	14	12
12	16	14	20	20	20	14	16	12
6	10	8	14	14	14	8	10	6
4	8	6	14	12	14	6	8	4
8	4	8	16	8	16	8	4	8
-2	10	6	14	12	14	6	10	-2

表 4-4 馬的位置加分表

4	8	16	12	4	12	16	8	4
4	10	28	16	8	16	28	10	4
12	14	16	20	18	20	16	14	12
8	24	18	4	20	24	18	24	8
6	16	14	18	16	18	14	16	6
4	12	16	14	12	14	16	12	4
2	6	8	6	10	6	8	6	2
4	2	8	8	4	8	8	2	4
0	2	4	4	-2	4	4	2	0
0	-4	0	0	0	0	0	-4	0

表 4-5 炮的位置加分表

6	4	0	-10	-12	-10	0	4	6
2	2	0	-4	-14	-4	0	2	2
2	2	0	-10	-8	-10	0	2	2
0	0	-2	4	10	4	-2	0	0
0	0	0	2	8	2	0	0	0
-2	0	4	2	6	2	4	0	-2
0	0	0	2	4	2	0	0	0
4	0	8	6	10	6	8	0	4
0	2	4	6	6	6	4	2	0
0	0	2	6	6	6	2	0	0

表 4-6 兵的位置加分表

0	3	6	9	12	9	6	3	0
18	36	56	80	120	80	56	36	18
14	26	42	60	80	60	42	26	14
10	20	30	34	40	34	30	20	10
6	12	18	18	20	18	18	12	6
2	0	8	0	8	0	8	0	2
0	0	-2	0	4	0	-2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

仕和相的位置加分則差異不大，能夠保護中路的位置加分稍微高一點，在兩旁的分數則低一些。以上所列出的位置加分表都是以紅方的觀點來看，如果是黑方的棋子，則須將上列表格旋轉 180 度。

使用位置分表時，可和子力價值相加成同一張表，方便運算，尤其在搜尋的過程中，可採用逐步維護(incremental maintain)的方式，在移動一個棋子時，透過減去該棋子舊的子力位置分，以及加上新的子力位置分，立刻得到新盤面的整體子力價值與位置分總和，從而省去了每次在葉節點都須對所有棋子作加總的大量計算成本。

但使用子力位置分表，也有其缺點，若是從棋局開始到結束都使用同樣的子力位置表，則會隨著棋局的進行越來越不準，故在程式中我們將棋局分為開局、中局、殘局三個階段，分別使用不同的子力位置分表，以減少此因素所造成的不準確。區分開局與中局的界限，主要視雙方子力出動多寡而定，若雙方大子數加起來已經出動了十個以上，就算進入了中局；若是雙方大子數小於六個，則進入殘局階段。

第三節 靈活度

除了不同位置的加分之外，另外必須考慮每個棋子的靈活度，可以將靈活度定義為“走法的選擇性”，若某個棋子有越多走法可供選擇，那麼這個棋子的靈活度就越高。一般而言，若某方所有棋子的靈活度高於另一方，則代表走子的選

擇性較多，所以盤面對靈活度高的一方，往往是有利的。

將棋子在盤面上所能移動到達的位置數目加總，就是靈活度，一般而言，不同棋子的靈活度應乘上不同的權重分數，例如炮的靈活度重要性小於馬，而車的靈活度又比相重要等。爲了簡化計算複雜度，一般只考慮車、馬、炮的靈活度，而每種棋子的權重可參考表 4-7 訂定，使馬的權重大於車，而車的權重大於炮。

表 4-7 不同棋子的靈活度權重

棋子種類	車	馬	炮
靈活度權重	5	8	1

在實際程式當中，由於考慮到炮的靈活度與其威力沒有一定的關係，所以審局函數略過炮的靈活度不予計算，此外，爲了簡化計算，車的靈活度也不予考慮，所以目前程式中只計算馬的靈活度。

第四節 控制點

棋盤上共有 90 個點，除了擺放棋子的位置之外，至少還有 58 個空格是棋戲雙方爭奪的焦點，如果某一方能控制越多的空格，代表棋子走到這些空格時，即使有子力交換，最後仍然由控制力強的一方佔優，也就是說，控制這些空格越多，行棋時的自由度越高。

對棋盤上不同的空格來說，重要性也不一樣，如果能控制離對方主帥越近的空格，越能限制對方主帥的行動，所以可對棋盤上不同位置的空格給予不同的權重，將雙方分別控制的空格權重予以加總，就可以計算出控制點這一項的分數。

由於象棋中共有三十二個棋子，所以棋盤上每個位置使用一個 32bits 的整數

來紀錄控制點，每個 bit 代表不同的棋子是否可控制該位置，若是，則該 bit 設為 1，若否，則設為 0，最後比較棋盤上每個位置被紅方及黑方控制的 bit 總數，即可得知紅黑雙方各控制了棋盤上幾個點。

第五節 我們的改進方案

除了上述提到的幾個審局函數考慮的因素之外，還有其他重要的棋形特徵須加以考慮，如常見的空頭炮、炮鎮窩心馬等，這些特徵的影響必須在十幾手，甚至二十幾手棋以後才能看得出來，遠遠超出目前搜尋深度所能到達的範圍，所以當這些棋型特徵出現時，必須另外加以扣分或加分，才能正確的評估目前盤面分數。表 4-8 至表 4-14 列出目前程式對各棋型特徵的加分。

表 4-8 空頭炮加分值

棋型特徵	例圖	加分值
空頭炮		加 150 分

表 4-9 炮鎮窩心馬加分值

棋型特徵	例圖	加分值
炮鎮窩心馬		加 520 分

表 4-10 各種栓鍊加分值

棋型特徵	例圖	加分值
各種栓鍊		加 80 分

表 4-11 中炮鐵門栓加分值

棋型特徵	例圖	加分值
中炮鐵門栓		加 200 分

表 4-12 連環馬加分值

棋型特徵	例圖	加分值
連環馬		加 32 分

表 4-13 牽手兵加分值

棋型特徵	例圖	加分值
牽手兵		加 32 分

表 4-14 擔子炮加分值

棋型特徵	例圖	加分值
擔子炮		加 32 分

除此之外，前面所提及的子力價值分數，只是靜態的，但真正在棋局進行的過程中，子力價值應隨盤面變化，予以動態調整，例如在盤面子力減少時，因為阻礙馬行走的棋子變少了，所以此時馬的價值應予以加分；而在開、中局時，兵卒的行動緩慢，所以分數不高，但在殘局階段，或是雙方都沒有車的時候，兵卒的數量往往決定了勝負，此時應該將兵卒的子力價值加重，甚至超過一隻相的分數。

在「深象」程式當中，嘗試將棋局的狀態分為開、中、殘三個階段，分別給予不同的子力價值分數，並針對特殊的兵種組合予以加分或扣分，例如殘局時馬炮勝雙馬，此時會對馬炮方予以加分。此外，位置分也不是一成不變的，應隨著敵方陣形的改變隨之變動，例如飛高象通常分數不高，但是當敵方跳象位馬時，此時飛高象阻擋敵方馬前進是可行的，應予以加分。

另一個可能的改進方案則是考慮王的安全性，在象棋對奕過程中，將死或吃掉對方的王是棋局最終的勝利條件，所以應就王的安全性特別加以考量。考慮對王有威脅性的棋形，如果在審局函數中發現符合此棋形，那麼王雖然還要五、六手棋才被將死，但應特別加分或扣分，讓程式能正確評估此時王的危險性，從另一個角度來看，如果交由搜尋來解決，或許再多搜尋五、六層就能知道王會被將死，但目前程式的搜尋深度有限，往往看不到那麼後面的著法，所以在審局函數中提前做出判斷，雖然必須付出一些條件式判斷的代價，但不必經由搜尋，就能得知此盤面對王被威脅的一方是不利的，無形中省下了五、六層的搜尋時間。