

連珠

このプログラムは人間に全勝しています。
あらゆる機種に移植して
挑まれんことを望みます。

乾 謙一

連珠のプログラムを製作しましたので紹介させていただきます。

私はこれまでに、オセロ、チェス、ハムレット等のプログラムを作ってきましたが、いづれも木探索による先読みによって最良手を求める方法を使っていました。ところが、連珠や囲碁になりますと1手の変化は非常に多く、木探索による先読みはほとんど不可能です。実際、大型コンピュータを使った囲碁のプログラムでも、木探索はほとんど行なわれていないようです。

ここでは「数理科学講究録」に発表された思考アルゴリズムを参考にして、プログラムを製作しています。

ゲームのルール

連珠は、普通15×15の連珠盤を用いて行なわれますが、ここではディスプレイの関係で13×13としています。それ以外は、全てA式連珠のルールに従うものとします。すなわち、先手の第1手は中央に打つこと、また、先手の3-3、4-4、長連は禁絶負けとし、後手の長連は特に5連と同等に扱います。

ゲームの遊び方

プログラムをRUNさせると“先手デスカ?”と表示されますから、先手ならY、後手ならNを入力して下さい。このプログラムでは、簡略化のために人間対コンピュータの対戦のみとしています。

先手を選ぶと自動的に中央に人間の石がセットされます。人間の石は“○” コンピュータは“×”で表示されます。人間の手番では“INPUT?”と表示されますから、アルファベット2文字で座標を入力して下さい。この場合(CR)は必要ありません。

勝敗は自動的に判断します。勝負が決まるのは、5連、4-3、棒四、禁絶負け等の場合です。

このプログラムは、他のシステムへの互換性を考慮して、出力は全てプリント文を使用しています。つまり、ターミナル方式でも使用できるわけです。配列は\$2000番地から約1.5Kバイト必要です。

もちろん、他の言語に書き直して使用することも可能ですが、実行時間から考えて実数型Basicでは実用にならないと思います。

コンパイラ言語を使用するか、アセンブラに直すことをお勧めします。

アルゴリズムの概略

このプログラムはかなり複雑なもので、その概略だけを書きます。実際の係数や判断の順序等は、プログラムを解読していただければ、わかります。

コンピュータは、配列を利用した2つの表を持っています。1つは、コンピュータ側から見た各点の予想値の表で、もう1つは、相手側から見た各点の予想値の表です。これらの表は、両者が石を置くにたびに修正されてゆ

きます。コンピュータは、この2つの表を使って両者にとって重要な点に次の手を打つのです。予想値というのは、仮にその点に石を置いてみて周囲の状況から計算される値です。

その値は図1のように考えられます。まず、点Pを含む5つの点の系列(台と呼びます)を考えます。台は、一方向について5種類考えられます。この台の中に、もし相手の石を含むなら、その台の値は0となります。

また先手で、この系列の両側に自分の石があれば長連になる可能性があるのも、やはり値は0となります。

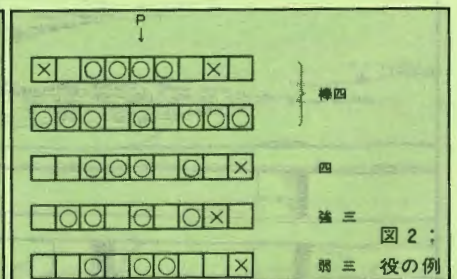
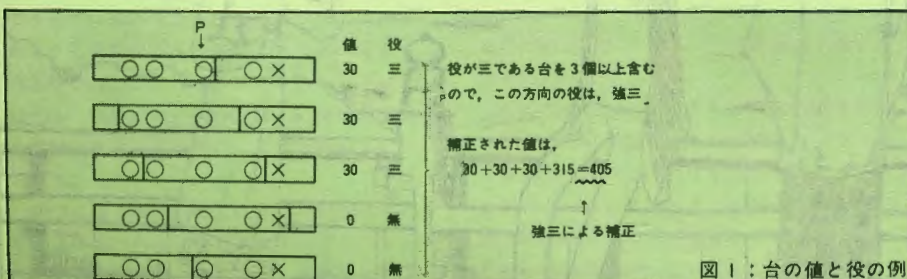
上記以外なら、その台の中に含まれる自分の石の数と配置によって、あらかじめ決められた値をとります。この時、同時に“役”というものが調べられます。自分の石が3つあれば役は三、4つあれば役は四です。

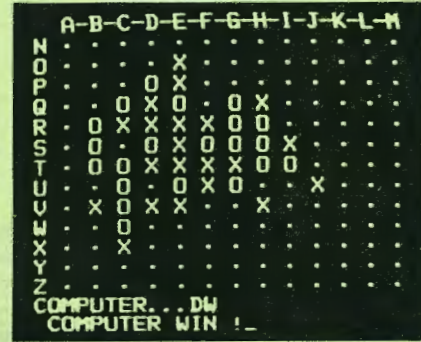
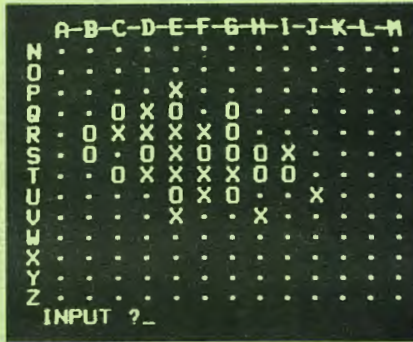
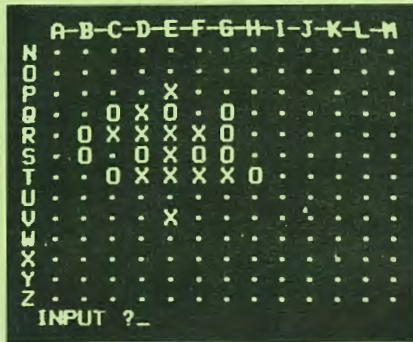
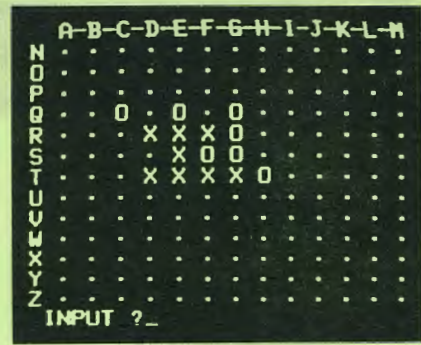
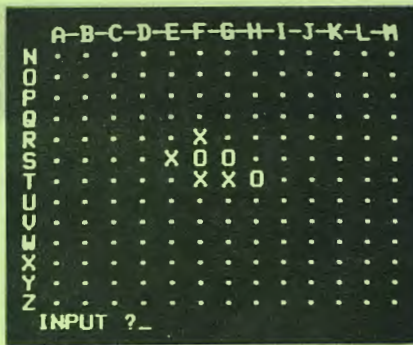
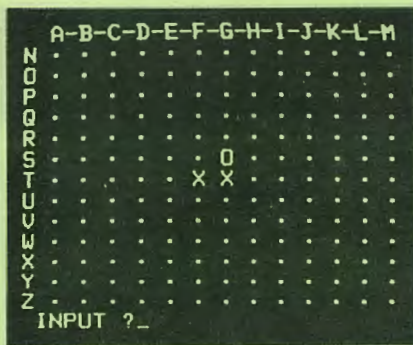
次に一方向について全部の台の役三、役四を集計して、棒四、四、強三、弱三に区別します。その例を図2に示します。また、一方向について全部の台の値を加えたものに役の種類によって修正を加えたものをその方向の値とします。

さらに4方向の値を加算して、3-3、4-4、3-4、棒四、先手、後手の別によって修正を加えたものが、その点の値となるのです。

プログラムの説明

変数と配列の割り当てを表1に、プログラムの説明を表2に示します。このプログラム





は、下位のサブルーチンから順番に書いてあります。特にサブルーチン化しなくても良い部分もありますが、私自身を含めてアルゴリズムが理解しやすい様に並べてみました。

行番号650では、直前に打った石を中心に、縦横斜めに修正を加える必要のある点を調べて、2つの予想値の表に修正を加えます。このように、石を打つと必ず2つの予想値表に修正を加えるために、実際に盤を表示してからINPUTの表示が出るまでにかなり時間がかかります。

そのかわり、行番号1000から始まるコンピュータルーチンは、単に評価値の最大値をとる座標の中からランダムに1つの座標を選ぶだけの単純なものになっています。

結果

| | | | |
|---|-----------------|----|-----------|
| A | 先手-1, 後手1 | Q | 最大評価値 |
| B | 人間の番-1, コンピュータ1 | R | Bの一時記憶 |
| C | フラグ | S | 4-4の判断 |
| D | } 座標 | T | 3-3の判断 |
| E | | U | %0のインテックス |
| F | } 座標 | V | 点の値 |
| G | | W | 値の合計 |
| H | 石の数 | X | } 座標 |
| I | %0のインテックス | Y | |
| J | ループカウンタ | Z | ループカウンタ |
| K | ループカウンタ | | |
| L | 一時記憶 | %0 | ベクトルテータ |
| M | 役三の台の数 | %1 | 盤 |
| N | 役四の台の数 | %2 | 予想値表1 |
| O | オフセット | %3 | 予想値表2 |
| P | スタックポインタ | %4 | 座標スタック |

▲表1：変数と配列の割り当て

▶表2：プログラムの説明

| | |
|-------------|--|
| 30 ~ 270 | 点(D, E)から1つの方向に5つの点を調べて値をVに、役三をMに役四をNに加える。 |
| 300 ~ 450 | 点(D, E)から%0(1), %0(1+1)方向の5つの台の値と役を調べて、役をMに代入し、値に修正を加えてVに代入する。 |
| 500 ~ 640 | 点(D, E)から全方向の全ての台を調べて、その値をVに代入する。 |
| 650 ~ 840 | 点(D, E)を中心として縦横斜めに修正を加える必要のある点に石を置いて、2つの予想値に修正を加える。 |
| 1000 ~ 1170 | 2つの予想値表から、各点の評価値を算出し最大値をとる座標をスタックに入れる。その後、スタック内の座標からランダムに1つの座標を選ぶ。 |
| 5000 ~ 5460 | イニシャライズ、メインプログラム及び、勝敗判定。 |

写真はコンピュータ先手で私が対戦したのですが、私がミスをしてコンピュータの四を止めなかったために、ストレートで負けてしまったものです。コンピュータが三や四を構成した時にそれを宣言する様にできないわけではありませんが、このプログラムでは何も表示されませんから注意して下さい。

しかし、注意深く試合を進めてもコンピュータに4-3を構成されてしまいます。私は今のところ、コンピュータに対して全敗です。

対戦者の強さに合わせて、ハンディをつける様にすると良いでしょう。また、このアルゴリズムでは、盤の大きさが変わっても処理時間はほとんど変わりませんから15×15に変更しても良いと思います。

もちろん、少しの改造で人間対人間や、コンピュータ同士の対戦も可能です。

参考文献の“五目並べのプログラム”にはこの他に、先読みのアルゴリズムとして“矢印アルゴリズム”が発表されており、いずれ機会があれば、実験してみたいと思っています。

最後に、協力して下さった山西一啓氏と山下春生氏に感謝いたします。

参考文献：

数理解科学講義録217

計算機によるゲーム・パズルの具体化の検討「五目並べ」のプログラムと「ヘックス」のプログラム 電気通信大学 西沢輝泰

```

5 REM
10 REM*****
11 REM* # RENJU # *
12 REM* FOR M.T.B.*
13 REM*INTERPRETER*
14 REM* BY K.INUI *
15 REM*****
20 GOTO 5000
30 REM < ATAI TO YAKU >
40 IF A<>B THEN 110
50 F=D-Z0(I):G=E-Z0(I+1)
60 IF(F<0)+(F>12)+(G<0)+(G>12)THEN 80
70 IF Z1(G*13+F)=B R.
80 F=Z0(I)*5+D:G=Z0(I+1)*5+E
90 IF(F<0)+(F>12)+(G<0)+(G>12)THEN 110
100 IF Z1(G*13+F)=B R.
110 F=D:G=E:C=0:H=0
120 FOR J=0 TO 4
130 IF(F<0)+(F>12)+(G<0)+(G>12)C=1:G.165
140 Z3(J)=Z1(G*13+F)
150 IF -B=Z3(J) THEN C=1
160 H=H+Z3(J)
165 F=F+Z0(I):G=G+Z0(I+1)
170 NEXT J
180 IF C=1 R.
190 H=H*B
200 IF H=0 R.
210 IF H=1 V=V+1:R.
220 IF H=2 V=V+7:R.
230 IF H=3 V=V+30:M=M+1:R.
240 IF H=5 V=V+10000:R.
250 N=N+1
260 IF(Z3(0)=0)+(Z3(4)=0) V=V+302:R.
270 V=V+300:RET
300 REM < I-HOUKOU NO ATAI >
310 D=-Z0(I)*5+D
320 E=-Z0(I+1)*5+E
330 V=0:M=0:N=0
340 FOR K=0 TO 4

```

```

350 D=D+Z0(I)
360 E=E+Z0(I+1)
370 GOSUB 30
380 NEXT K
390 IF N>1 M=41:R.
400 IF N=1 M=40:R.
410 IF M>2 M=31:V=(B=1)*100+215+V:R.
420 IF M=2 M=30:V=(B=1)*100+200+V:R.
430 M=0
440 RET
500 REM < TEN NO ATAI >
510 S=0:T=0:W=0
520 FOR I=0 TO 6 STEP 2
530 GOSUB 300
540 IF M=41 S=S+3
550 IF M=40 S=S+2
560 IF(M=30)+(M=31) T=T+1
570 W=W+V
580 NEXT I
600 IF AND(A=B,(T>1)+(S>3))V=-W:R.
610 IF AND((A=B)*(T<2)*(S<4)+(A<>B),S*T>1)V=(B=1)
  )*1000+2500+V:R.
620 IF(A<>B)*(S=0)*(T>1) V=W+1000:R.
630 V=W
640 RET
650 REM < YOSOUTI NO SHUUSEI >
660 R=B
670 FOR B=-1 TO 1 STEP 2
680 O=(B=-1)*169
690 FOR U=0 TO 6 STEP 2
700 D=-Z0(U)*5+X:E=-Z0(U+1)*5+Y
710 FOR Z=0 TO 10
720 IF(E<0)+(E>12)+(D<0)+(D>12)THEN 790
730 L=E*13+D
740 IF Z1(L)<>0 V=-10000:GOTO 780
750 Z1(L)=B
760 GOSUB 500
770 Z1(L)=0
780 Z2(L+0)=V

```

```

790 D=D+20(U):E=E+20(U+1)
800 NEXT Z
810 NEXT U
820 NEXT B
830 B=R
840 RET
1000 REM < COMPUTER >
1010 P=0:Q=-30000
1030 FOR E=0 TO 12
1040 FOR D=0 TO 12
1050 L=E*13+D
1055 IF A=-1 N=ABS(22(L+169))+22(L)
1060 IF A=1 N=ABS(22(L+169))/10*7+22(L)
1070 IF Q>N THEN 1120
1080 IF Q=N THEN 1100
1090 P=0
1100 24(P)=D:24(P+1)=E
1110 P=P+2:Q=N
1120 NEXT D
1130 NEXT E
1140 P=RND(P/2)*2
1150 X=24(P)
1160 Y=24(P+1)
1170 B=1
1180 PRINT CHR$(A)+X:CHR$(N)+Y;
1190 GOTO 5320
5000 REM < MAIN PROGRAM >
5010 Z0=$2000:Z1=Z0+16:Z2=Z1+338
5015 Z3=Z2+676:Z4=Z3+10
5020 FOR I=0 TO 169
5030 Z1(I)=0
5040 Z2(I)=1
5050 Z2(I+169)=1
5060 NEXT I
5070 Z0(0)=0:Z0(1)=-1:Z0(2)=1:Z0(3)=-1
5080 Z0(4)=1:Z0(5)=0:Z0(6)=1:Z0(7)=1
5090 CLR
5100 PRINT " ㄗㄗ ㄗㄗカ ?";

```

```

5110 A=-(GET$="Y")*2+1
5120 B=A:X=6:Y=6
5130 Z1(Y*13+X)=B
5140 CLR:CU.(0,0)
5150 PRINT " A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M";
5160 FOR E=0 TO 12
5170 PRINT
5180 PRINT CHR$(N)+E;" ";
5190 FOR D=0 TO 12
5200 L=21(E*13+D)
5205 IF L=0 PRINT ". ";
5210 IF L=1 PRINT "X ";
5215 IF L=-1 PRINT "0 ";
5220 NEXT D
5230 NEXT E
5240 PRINT:GOSUB 650
5250 B=-B
5260 IF B=1 PRINT"COMPUTER...";:GOTO 1000
5270 PRINT" INPUT ?";CHR$6;
5280 X=GET$-"A"
5290 IF(X<0)+(X>12) THEN 5270
5300 Y=GET$-"N"
5310 IF(Y<0)+(Y>12) THEN 5270
5320 L=Y*13+X
5330 IF Z1(L)<>0 THEN 5270
5340 Z1(L)=B:PRINT CHR$7;
5350 PRINT CHR$7;:D=X:E=Y
5360 GOSUB 500
5370 IF(V-1)*(V<1000) THEN 5140
5380 PRINT
5390 IF B=1 PRINT" COMPUTER";
5400 IFB=-1 PRINT" YOU";
5410 IF V<0 PRINT" LOSE";
5420 IF V>999 PRINT" WIN !";
5430 G=GET$
5440 IF G="Y" THEN 5000
5450 IF G<>"N"THEN 5430
5460 END

```

610 IF(S<4)*(T<2)*(S+T>2)+AND(A<>B,S>3) V=(B=1)*1000+2500+W:RET

プリンタに出力後、以下の修正を加えました。