
補足資料

人工知能パートナーシステム(AIPS)を支える

デジタル回路の世界

(ISBN978-4-88359-339-2)

著者名 萩原良昭 (hagihara-yoshiaki@aiplab.com)

<http://www.aiplab.com>

発行所名 青山社 (info@seizansha.co.jp)

<http://www.seizansha.co.jp>

●Appendix(0-1-5) N元1次連立方程式 $A[][]X[] = B[]$ を解く。

この Program (a.c) はN元1次連立方程式 $A[][]X[] = B[]$ を解きます。しかしN=2 からN=5 の場合までのみ有効です。まず自分のパソコンの環境下で実行 File(a.exe) を生成してください。入力 File (A.txt) には、行列式 $A[][]$ とベクトル $B[]$ の値を定義します。出力は (B. txt) に出力されます。逆行列式 $invA[][]$ とベクトル $X[]$ の値が出力されます。

●演習問題(0-1-5)

この Program (a.c) は、N=5 の場合までしか有効ではありません。N=6 以上でも、解けるように Program を拡張してください。Input File(A.txt)自体も大きくなります。どう入力するかいろいろ工夫しましょう。

以下に、基本的な考え方を説明した計算アルゴリズムの解説資料と、この C-言語のソース Program File(a.c) の例を示します。この program はまだまだ不完全で効率が悪く改善の余地がたくさん残っています。この計算アルゴリズムを理解し、ソース Program を改良し、使いこなしてください。以下に、

● 2 x 2 行列式の場合の例 入力 File (A2.txt) 出力 File(B2.txt)

$$A[][]X[] = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x[1] \\ x[2] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 17 \\ 39 \end{bmatrix} = B[]$$

● 3 x 3 行列式の場合の例 入力 File (A3.txt) 出力 File(B3.txt)

$$A[][]X[] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 9 & 6 \\ 7 & 8 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x[1] \\ x[2] \\ x[3] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix} = B[]$$

- 4 x 4 行列式の場合の例 入力 File (A4.txt) 出力 File(B4.txt)

$$A[][]X[] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 6 \\ 4 & 5 & 1 & 3 \\ 7 & 8 & 9 & 9 \\ 9 & 1 & 4 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x[1] \\ x[2] \\ x[3] \\ x[4] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -8 \\ -5 \\ -1 \\ 7 \end{bmatrix} = B[]$$

- 5 x 5 行列式の場合の例 入力 File (A5.txt) 出力 File(B5.txt)

$$A[][]X[] = \begin{bmatrix} 7 & 1 & 2 & 3 & 6 \\ 8 & 4 & 5 & 1 & 3 \\ 6 & 7 & 8 & 9 & 9 \\ 7 & 9 & 1 & 4 & 5 \\ 5 & 4 & 6 & 3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x[1] \\ x[2] \\ x[3] \\ x[4] \\ x[5] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 56 \\ 44 \\ 55 \\ 24 \\ 32 \end{bmatrix} = B[]$$

の場合の例を示します。

実際の計算では、入力 File (A.txt) 出力 File(B.txt)としてください。

0-1-5(A2.txt)

N x N の行列式 $A[][] x[] = B[]$ を解きます。

$X[] = \text{inv}A[][] B[]$ となります。

N = 2

$A[1][1] = 1$ $A[1][2] = 2$ $B[1] = 17$

$A[2][1] = 3$ $A[2][2] = 4$ $B[2] = 39$

N x N の行列式 $A[][] x[] = B[]$ を解きます。

$X[] = \text{inv}A[][] B[]$ となります。

N = 2

$A[1][1] = 1$ $A[1][2] = 2$ $B[1] = 17$

$A[2][1] = 3$ $A[2][2] = 4$ $B[2] = 39$

det = -2.000000

$A[1][1] = 1.000000$

$A[1][2] = 2.000000$

$B[1] = 17.000000$

$A[2][1] = 3.000000$

$A[2][2] = 4.000000$

$B[2] = 39.000000$

$\text{inv}A[1][1] = -2.000000$

$\text{inv}A[1][2] = 1.000000$

$X[1] = 5.000000$

$\text{inv}A[2][1] = 1.500000$

$\text{inv}A[2][2] = -0.500000$

$X[2] = 6.000000$

N x N の行列式 $A[][] x[] = B[]$ を解きます。

$X[] = \text{inv}A[][] B[]$ となります。

N = 3

$A[1][1] = 1$ $A[1][2] = 2$ $A[1][3] = 3$ $B[1] = 3$

$A[2][1] = 4$ $A[2][2] = 9$ $A[2][3] = 6$ $B[2] = -2$

$A[3][1] = 7$ $A[3][2] = 8$ $A[3][3] = 5$ $B[3] = 1$

N x N の行列式 $A[][] x[] = B[]$ を解きます。

$X[] = \text{inv}A[][] B[]$ となります。

N = 3

$A[1][1] = 1$ $A[1][2] = 2$ $A[1][3] = 3$ $B[1] = 3$

$A[2][1] = 4$ $A[2][2] = 9$ $A[2][3] = 6$ $B[2] = -2$

$A[3][1] = 7$ $A[3][2] = 8$ $A[3][3] = 5$ $B[3] = 1$

det = -52.000000

$A[1][1] = 1.000000$
 $A[1][2] = 2.000000$
 $A[1][3] = 3.000000$

$B[1] = 3.000000$

$A[2][1] = 4.000000$
 $A[2][2] = 9.000000$
 $A[2][3] = 6.000000$

$B[2] = -2.000000$

$A[3][1] = 7.000000$
 $A[3][2] = 8.000000$
 $A[3][3] = 5.000000$

$B[3] = 1.000000$

$\text{inv}A[1][1] = 0.057692$
 $\text{inv}A[1][2] = -0.269231$
 $\text{inv}A[1][3] = 0.288462$

$X[1] = 1.000000$

$\text{inv}A[2][1] = -0.423077$
 $\text{inv}A[2][2] = 0.307692$

0-1-5 (B3. txt)

invA[2][3] = -0.115385

X[2] = -2.000000

invA[3][1] = 0.596154

invA[3][2] = -0.115385

invA[3][3] = -0.019231

X[3] = 2.000000

0-1-5(A4.txt)

N x N の行列式 $A[][] x[] = B[]$ を解きます。

$X[] = \text{inv}A[][] B[]$ となります。

N = 4

$A[1][1] = 1$ $A[1][2] = 2$ $A[1][3] = 3$ $A[1][4] = 6$ $B[1] = -7$

$A[2][1] = 4$ $A[2][2] = 5$ $A[2][3] = 1$ $A[2][4] = 3$ $B[2] = -5$

$A[3][1] = 7$ $A[3][2] = 8$ $A[3][3] = 9$ $A[3][4] = 9$ $B[3] = -1$

$A[4][1] = 9$ $A[4][2] = 1$ $A[4][3] = 4$ $A[4][4] = 5$ $B[4] = 6$

N x N の行列式 $A[][] x[] = B[]$ を解きます。

$X[] = \text{inv}A[][] B[]$ となります。

N = 4

A[1][1] = 1 A[1][2]= 2 A[1][3]= 3 A[1][4]=6 B[1]=-7

A[2][1] = 4 A[2][2]=5 A[2][3]= 1 A[2][4]=3 B[2]=-5

A[3][1] = 7 A[3][2]=8 A[3][3]= 9 A[3][4]=9 B[3]=-1

A[4][1] = 9 A[4][2]=1 A[4][3]= 4 A[4][4]=5 B[4]=6

det = -1038.000000

A[1][1] = 1.000000

A[1][2] = 2.000000

A[1][3] = 3.000000

A[1][4] = 6.000000

B[1] = -7.000000

A[2][1] = 4.000000

A[2][2] = 5.000000

A[2][3] = 1.000000

A[2][4] = 3.000000

B[2] = -5.000000

A[3][1] = 7.000000

A[3][2] = 8.000000

A[3][3] = 9.000000

A[3][4] = 9.000000

B[3] = -1.000000

A[4][1] = 9.000000

A[4][2] = 1.000000

A[4][3] = 4.000000

A[4][4] = 5.000000

B[4] = 6.000000

invA[1][1] = -0.079961
invA[1][2] = 0.060694
invA[1][3] = -0.032755
invA[1][4] = 0.118497

X[1] = 1.000000

invA[2][1] = -0.074181
invA[2][2] = 0.164740
invA[2][3] = 0.053950
invA[2][4] = -0.106936

X[2] = -1.000000

invA[3][1] = -0.153179
invA[3][2] = -0.257225
invA[3][3] = 0.202312
invA[3][4] = -0.026012

X[3] = 2.000000

invA[4][1] = 0.281310
invA[4][2] = 0.063584
invA[4][3] = -0.113680
invA[4][4] = 0.028902

X[4] = -2.000000

0-1-5(A5.txt)

N x N の行列式 $A[][] x[] = B[]$ を解きます。

$X[] = \text{inv}A[][] B[]$ となります。

N = 5

A[1][1] = 7 A[1][2]= 1 A[1][3]= 2 A[1][4]=3 A[1][5]=6 B[1]=56

A[2][1] = 8 A[2][2]=4 A[2][3]= 5 A[2][4]=1 A[2][5]=3 B[2]=44

A[3][1] = 6 A[3][2]=7 A[3][3]= 8 A[3][4]=9 A[3][5]=9 B[3]=55

A[4][1] = 7 A[4][2]=9 A[4][3]= 1 A[4][4]=4 A[4][5]=5 B[4]=24

A[5][1] = 5 A[5][2]= 4 A[5][3]= 6 A[5][4]=3 A[5][5]=1 B[5]=22

N x N の行列式 $A[i][j] x[j] = B[i]$ を解きます。

$X[j] = \text{inv}A[i][j] B[i]$ となります。

N = 5

A[1][1] = 7 A[1][2]= 1 A[1][3]= 2 A[1][4]=3 A[1][5]=6 B[1]=56

A[2][1] = 8 A[2][2]=4 A[2][3]= 5 A[2][4]=1 A[2][5]=3 B[2]=44

A[3][1] = 6 A[3][2]=7 A[3][3]= 8 A[3][4]=9 A[3][5]=9 B[3]=55

A[4][1] = 7 A[4][2]=9 A[4][3]= 1 A[4][4]=4 A[4][5]=5 B[4]=24

A[5][1] = 5 A[5][2]= 4 A[5][3]= 6 A[5][4]=3 A[5][5]=1 B[5]=22

det = -5002.000000

A[1][1] = 7.000000
A[1][2] = 1.000000
A[1][3] = 2.000000
A[1][4] = 3.000000
A[1][5] = 6.000000

B[1] = 56.000000

A[2][1] = 8.000000
A[2][2] = 4.000000
A[2][3] = 5.000000
A[2][4] = 1.000000
A[2][5] = 3.000000

B[2] = 44.000000

A[3][1] = 6.000000
A[3][2] = 7.000000
A[3][3] = 8.000000
A[3][4] = 9.000000
A[3][5] = 9.000000

B[3] = 55.000000

A[4][1] = 7.000000

A[4][2] = 9.000000
A[4][3] = 1.000000
A[4][4] = 4.000000
A[4][5] = 5.000000

B[4] = 24.000000

A[5][1] = 5.000000
A[5][2] = 4.000000
A[5][3] = 6.000000
A[5][4] = 3.000000
A[5][5] = 1.000000

B[5] = 22.000000

invA[1][1] = 0.195722
invA[1][2] = -0.108557
invA[1][3] = -0.142343
invA[1][4] = 0.044982
invA[1][5] = 0.207517

X[1] = 4.000000

invA[2][1] = -0.189324
invA[2][2] = 0.121351
invA[2][3] = 0.046781
invA[2][4] = 0.093363
invA[2][5] = -0.115954

X[2] = -3.000000

invA[3][1] = -0.147341
invA[3][2] = 0.205318
invA[3][3] = 0.107157
invA[3][4] = -0.123750
invA[3][5] = -0.077569

X[3] = 2.000000

invA[4][1] = 0.257497
invA[4][2] = -0.485006
invA[4][3] = -0.096361
invA[4][4] = 0.068373
invA[4][5] = 0.435426

X[4] = -1.000000

invA[5][1] = -0.109756
invA[5][2] = 0.280488
invA[5][3] = 0.170732
invA[5][4] = -0.060976
invA[5][5] = -0.414634

X[5] = 5.000000

0-1-5 (B5. txt)

0-1-5 (a. c)

```

#include <stdio.h>
#include <math.h>

double A[10][10], A1[9][9], A2[8][8], A3[7][7], A4[6][6],
       B[100], X[100], det, invA[10][10];

int N, N1, N2, N3, N4, N5, N6;

FILE *fpA; FILE *fpB;

double YIN3( int n, int m ) { double det ; int i, j, ii=0, jj;
N4=N3-1;
for (i=1; i<N3+1; i++) if (i!=n) { ii=ii+1; jj=0;
for (j=1; j<N3+1; j++) if (j!=m) { jj=jj+1; A4[ii][jj]=A3[i][j]; }}

det=A4[1][1];
i=n+m; i=i-2*(i/2);
if (i==1) det= -det;
return det; }

double YIN2( int n, int m ) { double det ; int i, j, ii=0, jj;
N3=N2-1;
for (i=1; i<N2+1; i++) if (i!=n) { ii=ii+1; jj=0;
for (j=1; j<N2+1; j++) if (j!=m) { jj=jj+1; A3[ii][jj]=A2[i][j]; }}

det=0;
if (N3>1) for ( i=1; i<N3+1; i++) det=det+A3[1][i]*YIN3(1, i);
if (N3==1) det=A3[1][1];
i=n+m; i=i-2*(i/2);
if (i==1) det= -det;
return det; }

```


0-1-5(a. c)

```

double YIN1( int n, int m ) { double det ; int i, j, ii=0, jj;
N2=N1-1;
for (i=1; i<N1+1; i++) if (i!=n) { ii=ii+1; jj=0;
for (j=1; j<N1+1; j++) if (j!=m) { jj=jj+1; A2[ii][jj]=A1[i][j]; }}
det=0;
if (N2>1) for ( i=1; i<N2+1; i++) det=det+A2[1][i]*YIN2(1, i);
if (N2==1) det=A2[1][1];
i=n+m; i=i-2*(i/2);
if (i==1) det= -det;
return det; }

```

```

double YINN( int n, int m ) { double det ; int i, j, ii=0, jj;
N1=N-1;
for (i=1; i<N+1; i++) if (i!=n) { ii=ii+1; jj=0;
for (j=1; j<N+1; j++) if (j!=m) { jj=jj+1; A1[ii][jj]=A[i][j]; }}
det=0;
if (N1>1) for ( i=1; i<N1+1; i++) det=det+A1[1][i]*YIN1(1, i);
if (N1==1) det=A1[1][1];
i=n+m; i=i-2*(i/2);
if (i==1) det= -det;
return det; }

```

```

void MatNxN(void) { int n, m;
det=0;
for ( m=1; m<N+1; m++) det=det+A[1][m]*YINN(1, m);
if (det==0) return ;

```

```

                                0-1-5 (a. c)
for ( n=1;n<N+1;n++) { for (m=1;m<N+1;m++) { invA[n][m]=YINN(m,n)/det; }
    X[n]=0;
    for (m=1;m<N+1;m++) { X[n]=X[n]+invA[n][m]*B[m]; } }
return; }

int main(void) { int i, j, n, m, s, up, dgt, M, Flag;
    char C[100], cc;
    double H;

fpA=fopen("A.txt", "r");
fpB=fopen("B.txt", "w");

/*****
    Input File (A.txt) の 最初の 8 行は コメントとして無視します。
*****/
for (i=0;i<8;i++) { fgets(C, 99, fpA); printf("%s", C); fprintf(fpB, "%s", C); }
/*****
    Input File (A.txt) の 9 行目を 読み込み、N の値を決定します。
*****/
fgets(C, 99, fpA); printf("%s", C); fprintf(fpB, "%s", C);
i=-1;N=0;
NEXTA: i=i+1;
    if(C[i]=='=') goto NEXTB; goto NEXTA;
NEXTB:i=i+1; dgt=10;
if ( C[i] == '1' ) dgt=1;if ( C[i] == '2' ) dgt=2;if ( C[i] == '3' ) dgt=3;
if ( C[i] == '4' ) dgt=4;if ( C[i] == '5' ) dgt=5;if ( C[i] == '6' ) dgt=6;
if ( C[i] == '7' ) dgt=7;if ( C[i] == '8' ) dgt=8;if ( C[i] == '9' ) dgt=9;
if(dgt>9) { if(N==0) goto NEXTB; if(N >0) goto NEXTD;}
if(N==0) { N=dgt;goto NEXTB;}
N=10*N+dgt;
NEXTD:  /*** N の値は 99 以下としてここで決定です。  ***/

```

0-1-5(a. c)

```
fgets(C, 99, fpA); printf("%s", C); fprintf(fpB, "%s", C);
```

```
for ( n=1;n<=N;n++) {
```

```
/******
```

Input File (A. txt) の次の 2 行を読み込みます。

n の値は n = 1 から n = N までです。

```
*****/
```

```
fgets(C, 99, fpA); printf("%s", C); fprintf(fpB, "%s", C); i=-1; fgets(C, 99, fpA);
```

```
for ( m=1;m<=N;m++) {
```

```
/******
```

A[n][m] の値を読み込みます。

```
*****/
```

```
s=1;M=0;H=1;A[n][m]=0;Flag=0;
```

```
NEXTAA: i=i+1; printf("%c", C[i]); fprintf(fpB, "%c", C[i]);
```

```
if(C[i]=='=') goto NEXTBB; goto NEXTAA;
```

```
NEXTBB: i=i+1; printf("%c", C[i]); fprintf(fpB, "%c", C[i]);
```

```
if(C[i]=='.') { A[n][m]=M; goto NEXTP; }
```

```
if(C[i]=='-') { s=-1; goto NEXTBB; }
```

```
dgt=10;
```

```
if ( C[i] == '1' ) dgt=1; if ( C[i] == '2' ) dgt=2; if ( C[i] == '3' ) dgt=3;
if ( C[i] == '4' ) dgt=4; if ( C[i] == '5' ) dgt=5; if ( C[i] == '6' ) dgt=6;
if ( C[i] == '7' ) dgt=7; if ( C[i] == '8' ) dgt=8; if ( C[i] == '9' ) dgt=9;
if ( C[i] == '0' ) dgt=0;
```

```
if(dgt>9) { if(M==0) if(Flag==0) goto NEXTBB; A[n][m]=M; goto NEXTDD; }
```

```
Flag=1;
```

```
M=M*10+dgt; goto NEXTBB;
```

```
NEXTP: i=i+1; printf("%c", C[i]); fprintf(fpB, "%c", C[i]);
```

```
dgt=10;
```

```

                                0-1-5(a. c)
if ( C[i] == '1' ) dgt=1; if ( C[i] == '2' ) dgt=2; if ( C[i] == '3' ) dgt=3;
if ( C[i] == '4' ) dgt=4; if ( C[i] == '5' ) dgt=5; if ( C[i] == '6' ) dgt=6;
if ( C[i] == '7' ) dgt=7; if ( C[i] == '8' ) dgt=8; if ( C[i] == '9' ) dgt=9;
if ( C[i] == '0' ) dgt=0;

```

```

if(dgt>9) goto NEXTDD;

```

```

H=H/10; A[n][m]=A[n][m]+dgt*H; goto NEXTP;

```

```

NEXTDD: A[n][m]=s*A[n][m]; }

```

```

/*****

```

B[n] の値を読み込みます。

```

*****/

```

```

s=1;M=0;H=1;B[n]=0;

```

```

NEXTAAB: i=i+1; printf("%c", C[i]); fprintf(fpB, "%c", C[i]);

```

```

    if(C[i]=='=') goto NEXTBBB; goto NEXTAAB;

```

```

NEXTBBB: i=i+1; printf("%c", C[i]); fprintf(fpB, "%c", C[i]);

```

```

    if(C[i]=='.') { B[n]=M; goto NEXTPB; }

```

```

    if(C[i]=='-') { s=-1; goto NEXTBBB; }

```

```

    dgt=10;

```

```

if ( C[i] == '1' ) dgt=1; if ( C[i] == '2' ) dgt=2; if ( C[i] == '3' ) dgt=3;
if ( C[i] == '4' ) dgt=4; if ( C[i] == '5' ) dgt=5; if ( C[i] == '6' ) dgt=6;
if ( C[i] == '7' ) dgt=7; if ( C[i] == '8' ) dgt=8; if ( C[i] == '9' ) dgt=9;
if ( C[i] == '0' ) dgt=0;

```

```

if(dgt>9) { if(M==0) goto NEXTBBB; if(M >0) { B[n]=M; goto NEXTDDB; } }

```

```

M=M*10+dgt; goto NEXTBBB;

```

```

NEXTPB: i=i+1; printf("%c", C[i]); fprintf(fpB, "%c", C[i]);

```

```

    dgt=10;

```

```

if ( C[i] == '1' ) dgt=1; if ( C[i] == '2' ) dgt=2; if ( C[i] == '3' ) dgt=3;
if ( C[i] == '4' ) dgt=4; if ( C[i] == '5' ) dgt=5; if ( C[i] == '6' ) dgt=6;
if ( C[i] == '7' ) dgt=7; if ( C[i] == '8' ) dgt=8; if ( C[i] == '9' ) dgt=9;
if ( C[i] == '0' ) dgt=0;

```

```

if(dgt>9) goto NEXTDDB;

```

```

H=H/10; B[n]=B[n]+dgt*H; goto NEXTPB;

```

0-1-5 (a. c)

```
NEXTDDB: B[n]=s*B[n];}
```

```
fgets(C, 99, fpA); printf("%s", C); fprintf(fpB, "%s", C);
fgets(C, 99, fpA); printf("%s", C); fprintf(fpB, "%s", C);
```

```
printf("¥n¥n"); fprintf(fpB, "¥n¥n");
```

```
if( N>5 ) { printf("¥n¥n N > 5 ¥n¥n"); fprintf(fpB, "¥n¥n N > 5 ¥n¥n"); goto
FINAL;}
```

```
MatNxN( );
```

```
printf( "¥n*****¥n¥n");
fprintf(fpB, "¥n*****¥n¥n");
```

```
printf( " det = %f ¥n", det );
fprintf( fpB, " det = %f ¥n", det );
```

```
printf( "¥n*****¥n¥n");
fprintf(fpB, "¥n*****¥n¥n");
```

```
if( det == 0 ) goto FINAL;
```

```
for ( n=1;n<=N;n++) {
```

```
for (m=1;m<=N;m++) { printf(" A[%d][%d] = %f ¥n", n, m, A[n][m]);
```

```
fprintf(fpB, " A[%d][%d] = %f ¥n", n, m, A[n][m]); }
```

```
printf( "¥n B[%d] = %f ¥n¥n", n, B[n] );
```

```
fprintf(fpB, "¥n B[%d] = %f ¥n¥n", n, B[n] ); }
```

```
printf( "¥n*****¥n¥n");
fprintf(fpB, "¥n*****¥n¥n");
```

```
for ( n=1;n<=N;n++) {
```

```
for (m=1;m<=N;m++) { printf(" invA[%d][%d] = %f ¥n", n, m, invA[n][m]);
```

```
¥n", n, m, invA[n][m]); }
```

```
printf( "¥n X[%d] = %f ¥n¥n", n, X[n] );
```

```
fprintf(fpB, "¥n X[%d] = %f ¥n¥n", n, X[n] ); }
```

```
printf( "¥n*****¥n¥n");
fprintf(fpB, "¥n*****¥n¥n");
```

0-1-5(a.c)

```
FINAL: fclose(fpA);fclose(fpB);
```

```
cc=getchar(); if(cc=='s') return 0;return 0; }
```