Student: Michael Grossman

Project Due Date: 3/29/2022

Algorithm steps for thinning given an ary1 storing the image pixel data, and ary2 for computation:

1. NorthThinning (aryOne, aryTwo)
2. copyArys (aryTwo, aryOne)
3. SouthThinning (aryOne, aryTwo)
4. copyArys (aryTwo, aryOne)
5. WestThinning (aryOne, aryTwo)
6. copyArys (aryTwo, aryOne)
7. EastThinning (aryOne, aryTwo) copyArys (aryTwo, aryOne)

Main algorithm steps:

1. inFile ← open input file from args [0]
2. numRows, numCols, minVal, maxVal ← read from inFile
3. outFile1, outFile2 ← open from args []
4. outFile1 ← write numRows, numCols, minVal, maxVal to outFile header
5. dynamically allocate all arrays and initialize via constructor
6. zeroFrame(aryOne)
7. loadImage (inFile, aryOne)
8. cycleCount ← 0
9. prettyPrint (aryTwo, outFile2, cycleCount)
10. changeFlag ← 0
11. thinning (aryOne, aryTwo)
12. cycleCount ++
13. prettyPrint (aryTwo, outFile2, cycleCount)
14. repeat step 4 to step 7 while changeFlag > 0
15. printAry (aryOne, outFile1) ← output inside frame of Ary1 from [1][1] w/ space between 0's 1's
16. close all files

MAIN

```
import java.io.*;
import java.util.Scanner;

public class Main{

    public static void main(String[] args){
        try{
            Scanner scanner = new Scanner(new File(args[0]));
            BufferedWriter bufferedwriter1;
            bufferedwriter1 = new BufferedWriter(new FileWriter(new
File(args[1])));
            BufferedWriter bufferedwriter2;
            bufferedwriter2 = new BufferedWriter(new FileWriter(new
File(args[2])));
            int[] vals = new int[4];
            for(int i = 0; i < 4; ++i){
                vals[i] = scanner.nextInt();
                bufferedwriter1.write(Integer.toString(vals[i]) + " ");
            }
            bufferedwriter1.write("\n");
            Thinning thinning = new Thinning(vals);
            thinning.zeroFrame(thinning.aryOne);
            thinning.zeroFrame(thinning.aryTwo);
            thinning.loadImage(scanner, thinning.aryOne);
            thinning.cycleCount = 0;

            /*
            Note: Per professor, even though this will print out a completely
            empty array, I should include it as:
                 "Arytwo is the result of each iteration, print it as specs
                  says."
                  - Prof Phillips
            */
            thinning.prettyPrint(thinning.aryTwo, bufferedwriter2,
                                 thinning.cycleCount);
            thinning.changeFlag = 0;
            do{
                thinning.thinning();
                thinning.cycleCount++;
                thinning.prettyPrint(thinning.aryTwo, bufferedwriter2,
                                     thinning.cycleCount);
            }while(thinning.changeFlag > 0);
            thinning.printAry(thinning.aryOne, bufferedwriter1);
```

```
            scanner.close();
            bufferedwriter1.close();
            bufferedwriter2.close();

        }catch (Exception e){
            System.out.println(e.getMessage());
        }
    }
}
```

THINNING

```
import java.io.BufferedWriter;
import java.util.Scanner;


public class Thinning {
    public int numRows, numCols, minVal, maxVal, changeFlag, cycleCount;
    public int[][] aryOne, aryTwo;

    public Thinning(int[] vals){
        numRows = vals[0];
        numCols = vals[1];
        minVal = vals[2];
        maxVal = vals[3];

        aryOne = new int[numRows + 2][numCols + 2];
        aryTwo = new int[numRows + 2][numCols + 2];

    }

    public void zeroFrame(int[][] inp){
        int rows = numRows + 2, cols = numCols + 2;
        int lastRowIndex = rows - 1, lastColumnIndex = cols - 1;

        for(int i = 0; i < cols; ++i){
            inp[0][i] = 0;
            inp[lastRowIndex][i] = 0;
        }
        for(int i = 0; i < rows; ++i){
            inp[i][0] = 0;
            inp[i][lastColumnIndex] = 0;
```

```
        }

    }

    public void loadImage(Scanner inp, int[][] img){
        for(int i = 1; i < numRows + 1; ++i){
            for(int j = 1; j < numCols + 1; ++j){
                img[i][j] = inp.nextInt();
            }
        }
    }


    //always copy ary2 to ary1
    public void copyArys(){
        for(int i = 1; i < numRows + 1; ++i){
            for(int j = 1; j < numCols + 1; ++j){
                aryOne[i][j] = aryTwo[i][j];
            }
        }
    }


    public void thinning(){
        changeFlag = 0;
        northThinning();
        copyArys();
        southThinning();
        copyArys();
        westThinning();
        copyArys();
        eastThinning();
        copyArys();
    }

    public void northThinning(){
        int sum = 0, ts = 0, bs = 0, ls = 0, rs = 0;
        boolean flag;
        for(int i = 1; i < numRows + 1; ++i){
            for(int j = 1; j < numCols + 1; ++j){
                flag = false;
                if(aryOne[i][j] > 0 && aryOne[i-1][j] == 0){
                    flag = true;
                    sum = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i-1][j];
                    sum += aryOne[i-1][j+1] + aryOne[i][j-1];
```

```
                sum += aryOne[i][j+1] + aryOne[i+1][j-1];
                sum += aryOne[i+1][j] + aryOne[i+1][j+1];
                if(sum < 4){
                    flag = false;
                }
                //case 1
                if(flag && aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i][j+1] == 0){
                    ts = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i-1][j];
                    ts +=  aryOne[i-1][j+1];
                    bs = aryOne[i+1][j-1] + aryOne[i+1][j];
                    bs += aryOne[i+1][j+1];
                    if(ts > 0 && bs > 0){
                        flag = false;
                    }
                }
                //case 2
                if(flag && aryOne[i-1][j] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j] == 0){
                    ls = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i][j-1];
                    ls += aryOne[i+1][j-1];
                    rs = aryOne[i-1][j+1] + aryOne[i][j+1];
                    rs += aryOne[i+1][j+1];
                    if(ls > 0 && rs >0){
                        flag = false;
                    }
                }
                //case alpha
                if(flag && aryOne[i-1][j] + aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i-1][j-1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case beta
                if(flag && aryOne[i+1][j] + aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j-1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case delta
                if(flag && aryOne[i-1][j] + aryOne[i][j+1] == 0 &&
                    aryOne[i-1][j+1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case gamma
                if(flag && aryOne[i+1][j] + aryOne[i][j+1] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j+1] > 0){
```

```
                    flag = false;
                }
            }
            if(flag){
                aryTwo[i][j] = 0;
                changeFlag++;
            }else{
                aryTwo[i][j] = aryOne[i][j];
            }
        }
    }
}

public void southThinning(){
    int sum = 0, ts = 0, bs = 0, ls = 0, rs = 0;
    boolean flag;
    for(int i = 1; i < numRows + 1; ++i){
        for(int j = 1; j < numCols + 1; ++j){
            flag = false;
            if(aryOne[i][j] > 0 && aryOne[i+1][j] == 0){
                flag = true;
                sum = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i-1][j];
                sum += aryOne[i-1][j+1] + aryOne[i][j-1];
                sum += aryOne[i][j+1] + aryOne[i+1][j-1];
                sum += aryOne[i+1][j] + aryOne[i+1][j+1];
                if(sum < 4){
                    flag = false;
                }
                //case 1
                if(flag && aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i][j+1] == 0){
                    ts = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i-1][j];
                    ts += aryOne[i-1][j+1];
                    bs = aryOne[i+1][j-1] + aryOne[i+1][j];
                    bs += aryOne[i+1][j+1];
                    if(ts > 0 && bs > 0){
                        flag = false;
                    }
                }
                //case 2
                if(flag && aryOne[i-1][j] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j] == 0){
                    ls = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i][j-1];
                    ls += aryOne[i+1][j-1];
                    rs = aryOne[i-1][j+1] + aryOne[i][j+1];
```

```
                    rs += aryOne[i+1][j+1];
                    if(ls > 0 && rs >0){
                        flag = false;
                    }
                }
                //case alpha
                if(flag && aryOne[i-1][j] + aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i-1][j-1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case beta
                if(flag && aryOne[i+1][j] + aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j-1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case delta
                if(flag && aryOne[i-1][j] + aryOne[i][j+1] == 0 &&
                    aryOne[i-1][j+1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case gamma
                if(flag && aryOne[i+1][j] + aryOne[i][j+1] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j+1] > 0){
                    flag = false;
                }
            }
            if(flag){
                aryTwo[i][j] = 0;
                changeFlag++;
            }else{
                aryTwo[i][j] = aryOne[i][j];
            }
        }
    }
}

public void eastThinning(){
    int sum = 0, ts = 0, bs = 0, ls = 0, rs = 0;
    boolean flag;
    for(int i = 1; i < numRows + 1; ++i){
        for(int j = 1; j < numCols + 1; ++j){
            flag = false;
            if(aryOne[i][j] > 0 && aryOne[i][j+1] == 0){
                flag = true;
                sum = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i-1][j];
```

```
                sum += aryOne[i-1][j+1] + aryOne[i][j-1];
                sum += aryOne[i][j+1] + aryOne[i+1][j-1];
                sum += aryOne[i+1][j] + aryOne[i+1][j+1];
                if(sum < 3){
                    flag = false;
                }
                //case 1
                if(flag && aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i][j+1] == 0){
                    ts = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i-1][j];
                    ts += aryOne[i-1][j+1];
                    bs = aryOne[i+1][j-1] + aryOne[i+1][j];
                    bs += aryOne[i+1][j+1];
                    if(ts > 0 && bs > 0){
                        flag = false;
                    }
                }
                //case 2
                if(flag && aryOne[i-1][j] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j] == 0){
                    ls = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i][j-1];
                    ls += aryOne[i+1][j-1];
                    rs = aryOne[i-1][j+1] + aryOne[i][j+1];
                    rs += aryOne[i+1][j+1];
                    if(ls > 0 && rs >0){
                        flag = false;
                    }
                }
                //case alpha
                if(flag && aryOne[i-1][j] + aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i-1][j-1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case beta
                if(flag && aryOne[i+1][j] + aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j-1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case delta
                if(flag && aryOne[i-1][j] + aryOne[i][j+1] == 0 &&
                    aryOne[i-1][j+1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case gamma
                if(flag && aryOne[i+1][j] + aryOne[i][j+1] == 0 &&
```

```
                    aryOne[i+1][j+1] > 0){
                    flag = false;
                }
            }
            if(flag){
                aryTwo[i][j] = 0;
                changeFlag++;
            }else{
                aryTwo[i][j] = aryOne[i][j];
            }
        }
    }
}

public void westThinning(){
    int sum = 0, ts = 0, bs = 0, ls = 0, rs = 0;
    boolean flag;
    for(int i = 1; i < numRows + 1; ++i){
        for(int j = 1; j < numCols + 1; ++j){
            flag = false;
            if(aryOne[i][j] > 0 && aryOne[i][j-1] == 0){
                flag = true;
                sum = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i-1][j];
                sum += aryOne[i-1][j+1] + aryOne[i][j-1];
                sum += aryOne[i][j+1] + aryOne[i+1][j-1];
                sum += aryOne[i+1][j] + aryOne[i+1][j+1];
                if(sum < 3){
                    flag = false;
                }
                //case 1
                if(flag && aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i][j+1] == 0){
                    ts = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i-1][j];
                    ts += aryOne[i-1][j+1];
                    bs = aryOne[i+1][j-1] + aryOne[i+1][j];
                    bs +=  + aryOne[i+1][j+1];
                    if(ts > 0 && bs > 0){
                        flag = false;
                    }
                }
                //case 2
                if(flag && aryOne[i-1][j] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j] == 0){
                    ls = aryOne[i-1][j-1] + aryOne[i][j-1];
                    ls += aryOne[i+1][j-1];
```

```
                    rs = aryOne[i-1][j+1] + aryOne[i][j+1];
                    rs += aryOne[i+1][j+1];
                    if(ls > 0 && rs >0){
                        flag = false;
                    }
                }
                //case alpha
                if(flag && aryOne[i-1][j] + aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i-1][j-1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case beta
                if(flag && aryOne[i+1][j] + aryOne[i][j-1] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j-1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case delta
                if(flag && aryOne[i-1][j] + aryOne[i][j+1] == 0 &&
                    aryOne[i-1][j+1] > 0){
                    flag = false;
                }
                //case gamma
                if(flag && aryOne[i+1][j] + aryOne[i][j+1] == 0 &&
                    aryOne[i+1][j+1] > 0){
                    flag = false;
                }
            }
            if(flag){
                aryTwo[i][j] = 0;
                changeFlag++;
            }else{
                aryTwo[i][j] = aryOne[i][j];
            }
        }
    }
}

public void prettyPrint(int[][] ary, BufferedWriter outp,
                        int numCycles){
    try{
        outp.write("Pretty Print of Thinning Cycle " +
            Integer.toString(numCycles) + " including frame: \n");
        for(int i = 0; i < numRows + 2; ++i){
            for(int j = 0; j < numCols + 2; ++j){
                if(ary[i][j] == 0) {
```

```
                        outp.write(". ");
                    }else{
                        outp.write(Integer.toString(ary[i][j]) + " ");
                    }
                }
                outp.write("\n");
            }
            outp.write("\n\n");
        }catch(Exception e){
            System.out.println(e.getMessage());
        }
    }

    public void printAry(int[][] ary, BufferedWriter outp){
        try{
            for(int i = 1; i < numRows + 1; ++i){
                for(int j = 1; j < numCols + 1; ++j){
                    outp.write(Integer.toString(ary[i][j]) + " ");
                }
                outp.write("\n");
            }
            outp.write("\n\n");
        }catch(Exception e){
            System.out.println(e.getMessage());
        }
    }
}
```

OUTPUT

```
data1.txt

15 19 0 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 0 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 1 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 2 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Pretty Print of Thinning Cycle 3 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Pretty Print of Thinning Cycle 4 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 5 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Pretty Print of Thinning Cycle 6 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Pretty Print of Thinning Cycle 7 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 8 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . 1 . . . . .
. . . . . . 1 . . . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . . .
. . . . . . 1 . . . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . 1 . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

data2.txt

```
17 17 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 0 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 1 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Pretty Print of Thinning Cycle 2 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Pretty Print of Thinning Cycle 3 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 4 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Pretty Print of Thinning Cycle 5 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

```
data3.txt

30 40 0 1
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 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 0 0 0 0 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
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 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 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 1 0 1 1 0 1 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 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 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 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 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 1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 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 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0


Pretty Print of Thinning Cycle 0 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 1 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 2 including frame:
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 3 including frame:
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

Pretty Print of Thinning Cycle 4 including frame:
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 5 including frame:
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

Pretty Print of Thinning Cycle 6 including frame:
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
```

```
Pretty Print of Thinning Cycle 7 including frame:
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . 1 1 . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

Pretty Print of Thinning Cycle 8 including frame:
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . 1 1 . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . 1 . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
```