CV
Project 4: Morphology Operations

Adrian Noa
Due 10/19/2022

My Algorithms:

This 2 modifications prevents the addition of extra column or rows based on the structuring element origin.

```
extraRows ← rowFrameSize + rowOrigin;
extraCols ← colFrameSize + colOrigin
```

loadImage(&inFile):

This method loads the image into a 2D array using an in-file stream address

```
1) Loop: i → 0 to numImgRows times
    a) Loop: j → 0 to numImgCols times
        i) zeroFramedAry[i+rowOrigin][j+colOrigin] ← inFile
```

loadStruct(&inFile):

Similar to load Image, it loads the structuring element from an in-file stream into structAry[][]

```
1) Loop: i → 0 to numStructRows times
    a) Loop: j → 0 to numStructCols times
        i) zeroFramedAry[i][j] ← inFile
```

prettyPrintImg(Ary, &outFile, s):

This function and prettyPrintFrame, prettyPrintStruct, all the descriptive title of the portion of the stream, the image header, and the image. The only difference are the indices for the loops, and the starting position to print.

```
1) S2 ← toString(image header variables)
2) outFile ← drawTitle(outFile, s, s2)
3) Loop: i → 0 to numStructRows times
    a) Loop: j → 0 to numStructCols times
        i) If Ary[i+rowOrigin][j+colOrigin] > 0
            (1) "1 " ← outFile
        ii) Else
            (1) "0 " ← outFile
```

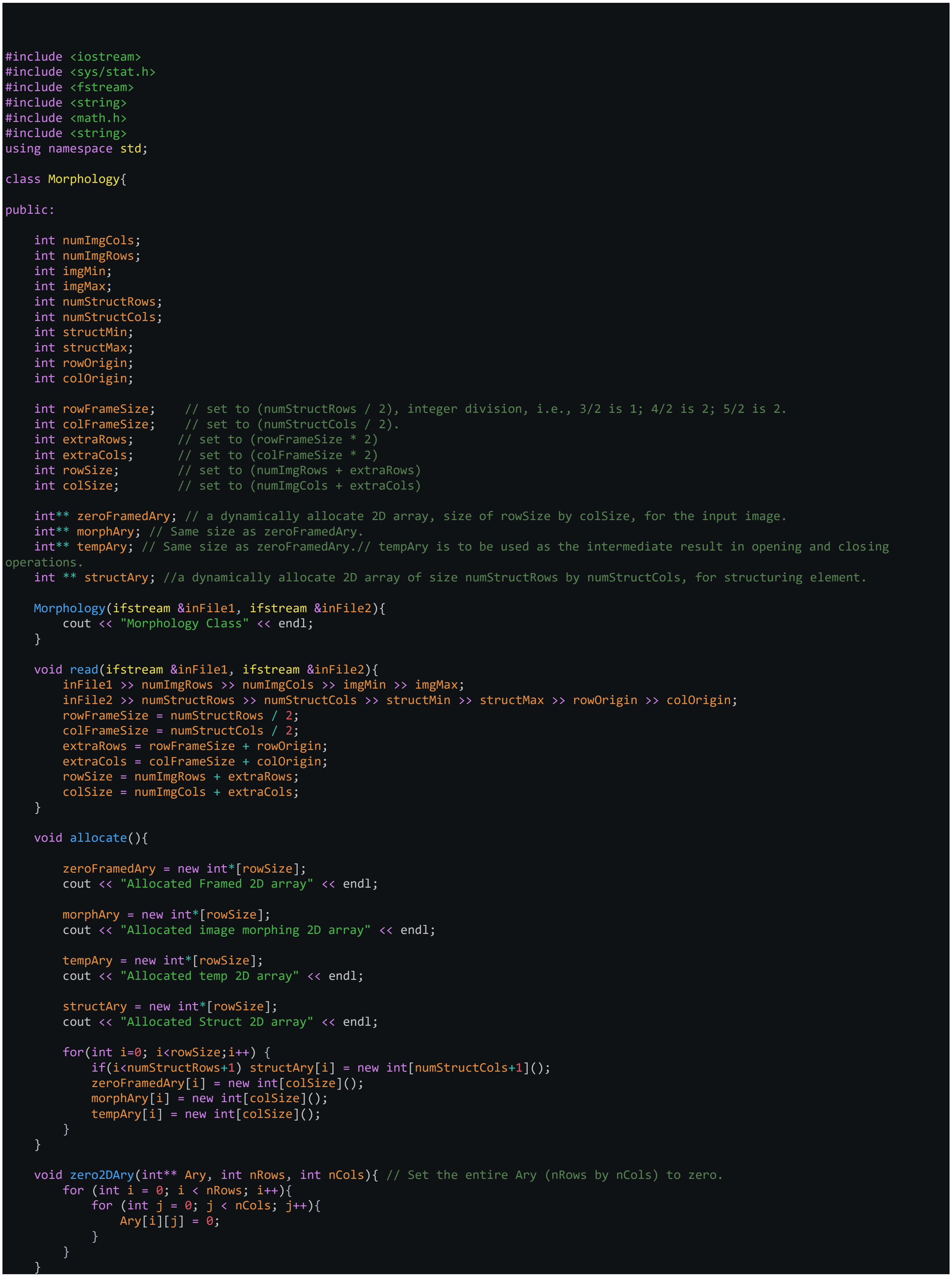
drawTitle(&outFile, string1, string2):

Used to caption all graphs with a given string, with the use of the maxVal(60-63) of the graph multiplied by 2

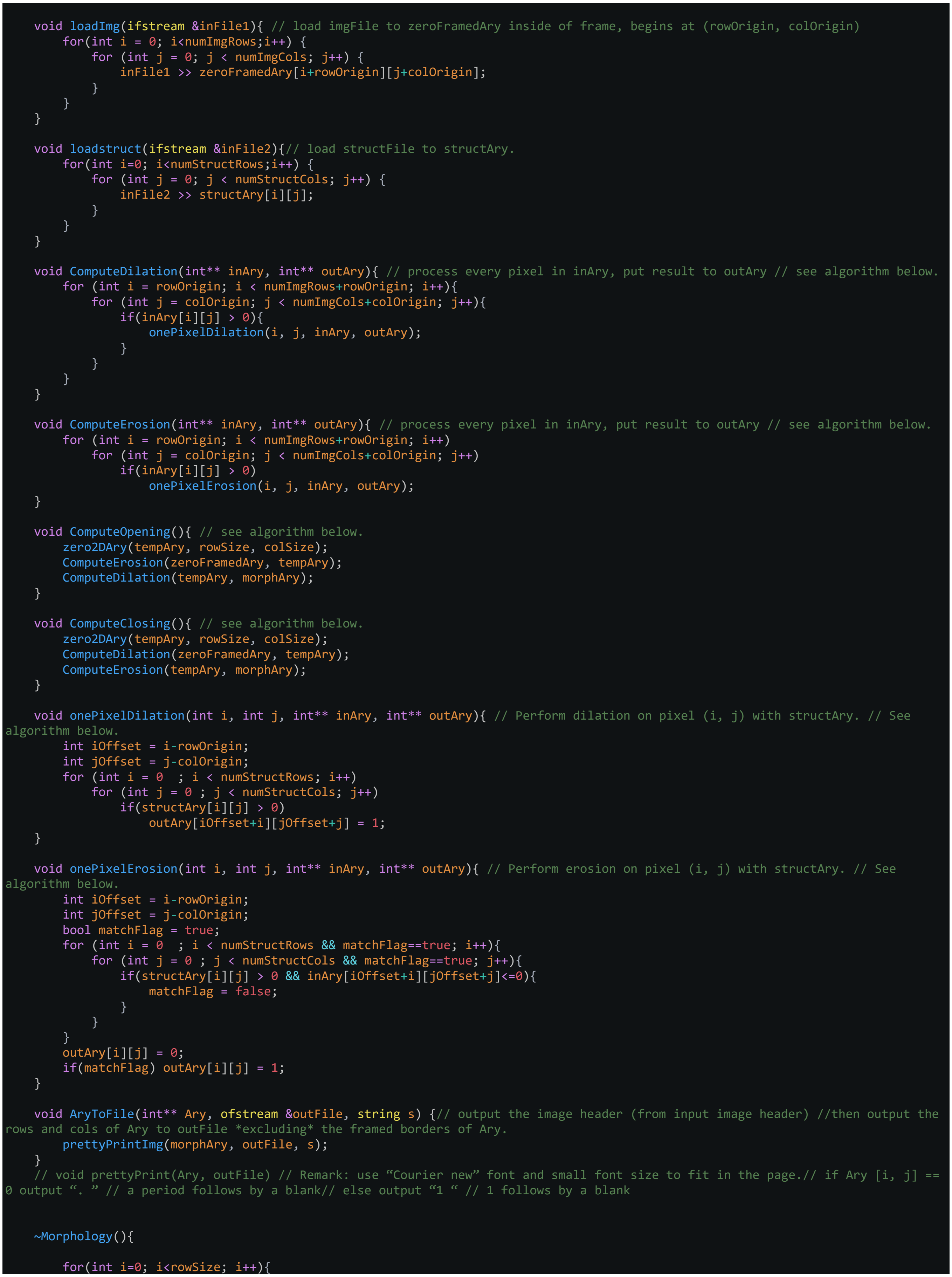
```
    1. size ← max(string1.length(), string2.length())
    2. length ← ((size*2+1)/2)-1
    3. strLength ← length – string1.length()/2
    4. length2 ← ((size*2+1)/2)-1
    5. strLength2 ← length2 – string2.length()/2
```

```
6. Loop: r → -1 to 3:
    a. Loop: i → 0 to (maxVal+1)*2:
        i. if first, third or last row then  draw ‘-’
        ii. if second row:
            1. if i == strLength1 – 1 then  draw padding(2), string1, padding(2)
            2. else if i <= strLength1 -1 then  draw ‘-’
            3. else if i > strLength1 + string1.length()+2 then  draw ‘-’
        iii. if fourth row:
            1. if i == strLength2 – 1 then  draw padding(2), string2, padding(2)
            2. else if i <= strLength2 -1 then  draw ‘*’
            3. else if i > strLength2 + string2.length()+2 then  draw ‘*’
```

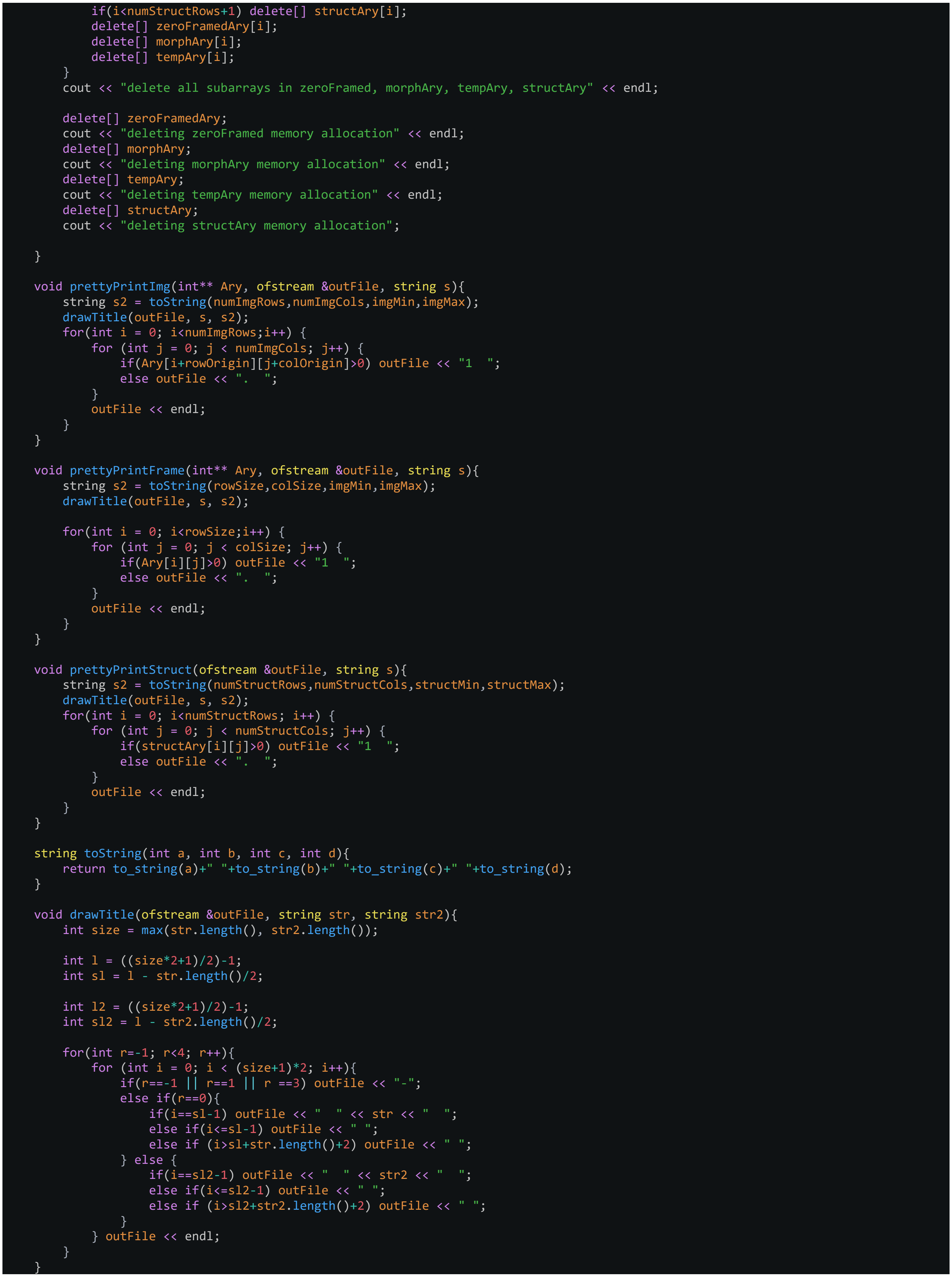
```
/*

Created by Adrian Noa

Objective:

To perform morphology operations on an image using a structuring element. The core
operations are Erosion and Dilation.

- Erosion operation transforms an image by turning pixels into 1 if all pixels
surrounding the current point match the pixels in the structuting element. 0 Otherwise.

- Dilation operation transforms all pixels surrounding the current point in the image
into the structuring element if the origin is 1. 0 Otherwise

- Opening operation performs a erosion followed by a dilation

- Closing operation performs dilation followed by erosion

This program yields a series of morphed image files created by applying the operations
to the input image

Usage:

This will execute the program and place all outputs in a separate file.

g++ noa_adrian_main.cpp -o main.exe && ./main.exe data1.txt Elem1.txt ./out/_1close
./out/_2erode ./out/_3dilate ./out/_4open ./out/_pretty

*/
```



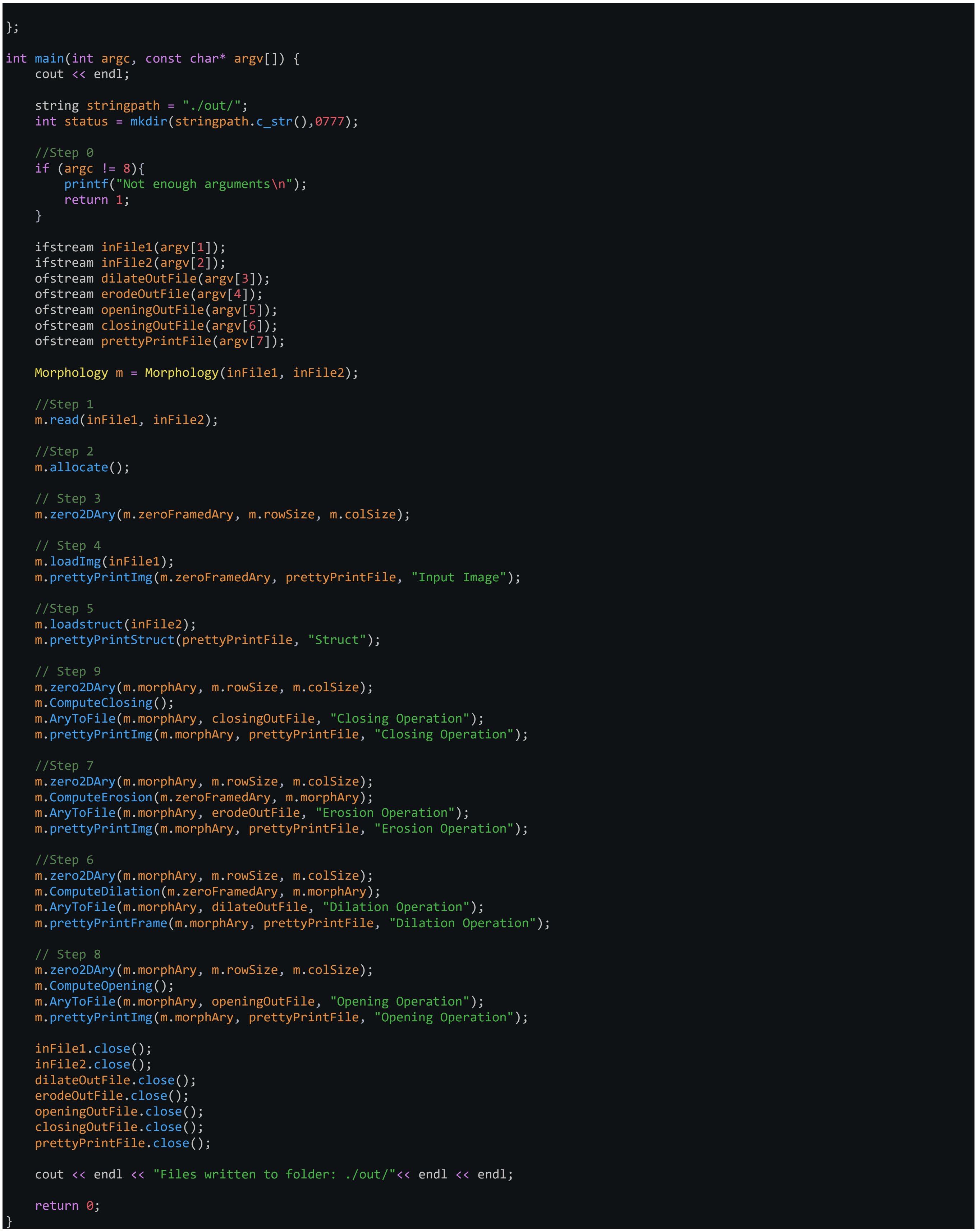
```
#include <iostream>
#include <sys/stat.h>
#include <fstream>
#include <string>
#include <math.h>
#include <string>
using namespace std;

class Morphology{

public:

    int numImgCols;
    int numImgRows;
    int imgMin;
    int imgMax;
    int numStructRows;
    int numStructCols;
    int structMin;
    int structMax;
    int rowOrigin;
    int colOrigin;

    int rowFrameSize;    // set to (numStructRows / 2), integer division, i.e., 3/2 is 1; 4/2 is 2; 5/2 is 2.
    int colFrameSize;    // set to (numStructCols / 2).
    int extraRows;      // set to (rowFrameSize * 2)
    int extraCols;      // set to (colFrameSize * 2)
    int rowSize;        // set to (numImgRows + extraRows)
    int colSize;        // set to (numImgCols + extraCols)

    int** zeroFramedAry; // a dynamically allocate 2D array, size of rowSize by colSize, for the input image.
    int** morphAry; // Same size as zeroFramedAry.
    int** tempAry; // Same size as zeroFramedAry.// tempAry is to be used as the intermediate result in opening and closing
operations.
    int ** structAry; //a dynamically allocate 2D array of size numStructRows by numStructCols, for structuring element.

    Morphology(ifstream &inFile1, ifstream &inFile2){
        cout << "Morphology Class" << endl;
    }

    void read(ifstream &inFile1, ifstream &inFile2){
        inFile1 >> numImgRows >> numImgCols >> imgMin >> imgMax;
        inFile2 >> numStructRows >> numStructCols >> structMin >> structMax >> rowOrigin >> colOrigin;
        rowFrameSize = numStructRows / 2;
        colFrameSize = numStructCols / 2;
        extraRows = rowFrameSize + rowOrigin;
        extraCols = colFrameSize + colOrigin;
        rowSize = numImgRows + extraRows;
        colSize = numImgCols + extraCols;
    }

    void allocate(){

        zeroFramedAry = new int*[rowSize];
        cout << "Allocated Framed 2D array" << endl;

        morphAry = new int*[rowSize];
        cout << "Allocated image morphing 2D array" << endl;

        tempAry = new int*[rowSize];
        cout << "Allocated temp 2D array" << endl;

        structAry = new int*[rowSize];
        cout << "Allocated Struct 2D array" << endl;

        for(int i=0; i<rowSize;i++) {
            if(i<numStructRows+1) structAry[i] = new int[numStructCols+1]();
            zeroFramedAry[i] = new int[colSize]();
            morphAry[i] = new int[colSize]();
            tempAry[i] = new int[colSize]();
        }
    }

    void zero2DAry(int** Ary, int nRows, int nCols){ // Set the entire Ary (nRows by nCols) to zero.
        for (int i = 0; i < nRows; i++){
            for (int j = 0; j < nCols; j++){
                Ary[i][j] = 0;
            }
        }
    }
```



```
    void loadImg(ifstream &inFile1){ // load imgFile to zeroFramedAry inside of frame, begins at (rowOrigin, colOrigin)
        for(int i = 0; i<numImgRows;i++) {
            for (int j = 0; j < numImgCols; j++) {
                inFile1 >> zeroFramedAry[i+rowOrigin][j+colOrigin];
            }
        }
    }

    void loadstruct(ifstream &inFile2){// load structFile to structAry.
        for(int i=0; i<numStructRows;i++) {
            for (int j = 0; j < numStructCols; j++) {
                inFile2 >> structAry[i][j];
            }
        }
    }

    void ComputeDilation(int** inAry, int** outAry){ // process every pixel in inAry, put result to outAry // see algorithm below.
        for (int i = rowOrigin; i < numImgRows+rowOrigin; i++){
            for (int j = colOrigin; j < numImgCols+colOrigin; j++){
                if(inAry[i][j] > 0){
                    onePixelDilation(i, j, inAry, outAry);
                }
            }
        }
    }

    void ComputeErosion(int** inAry, int** outAry){ // process every pixel in inAry, put result to outAry // see algorithm below.
        for (int i = rowOrigin; i < numImgRows+rowOrigin; i++)
            for (int j = colOrigin; j < numImgCols+colOrigin; j++)
                if(inAry[i][j] > 0)
                    onePixelErosion(i, j, inAry, outAry);
    }

    void ComputeOpening(){ // see algorithm below.
        zero2DAry(tempAry, rowSize, colSize);
        ComputeErosion(zeroFramedAry, tempAry);
        ComputeDilation(tempAry, morphAry);
    }

    void ComputeClosing(){ // see algorithm below.
        zero2DAry(tempAry, rowSize, colSize);
        ComputeDilation(zeroFramedAry, tempAry);
        ComputeErosion(tempAry, morphAry);
    }

    void onePixelDilation(int i, int j, int** inAry, int** outAry){ // Perform dilation on pixel (i, j) with structAry. // See
algorithm below.
        int iOffset = i-rowOrigin;
        int jOffset = j-colOrigin;
        for (int i = 0  ; i < numStructRows; i++)
            for (int j = 0 ; j < numStructCols; j++)
                if(structAry[i][j] > 0)
                    outAry[iOffset+i][jOffset+j] = 1;
    }

    void onePixelErosion(int i, int j, int** inAry, int** outAry){ // Perform erosion on pixel (i, j) with structAry. // See
algorithm below.
        int iOffset = i-rowOrigin;
        int jOffset = j-colOrigin;
        bool matchFlag = true;
        for (int i = 0  ; i < numStructRows && matchFlag==true; i++){
            for (int j = 0 ; j < numStructCols && matchFlag==true; j++){
                if(structAry[i][j] > 0 && inAry[iOffset+i][jOffset+j]<=0){
                    matchFlag = false;
                }
            }
        }
        outAry[i][j] = 0;
        if(matchFlag) outAry[i][j] = 1;
    }

    void AryToFile(int** Ary, ofstream &outFile, string s) {// output the image header (from input image header) //then output the
rows and cols of Ary to outFile *excluding* the framed borders of Ary.
        prettyPrintImg(morphAry, outFile, s);
    }
    // void prettyPrint(Ary, outFile) // Remark: use “Courier new” font and small font size to fit in the page.// if Ary [i, j] ==
0 output “. ” // a period follows by a blank// else output “1 “ // 1 follows by a blank


    ~Morphology(){

        for(int i=0; i<rowSize; i++){
```

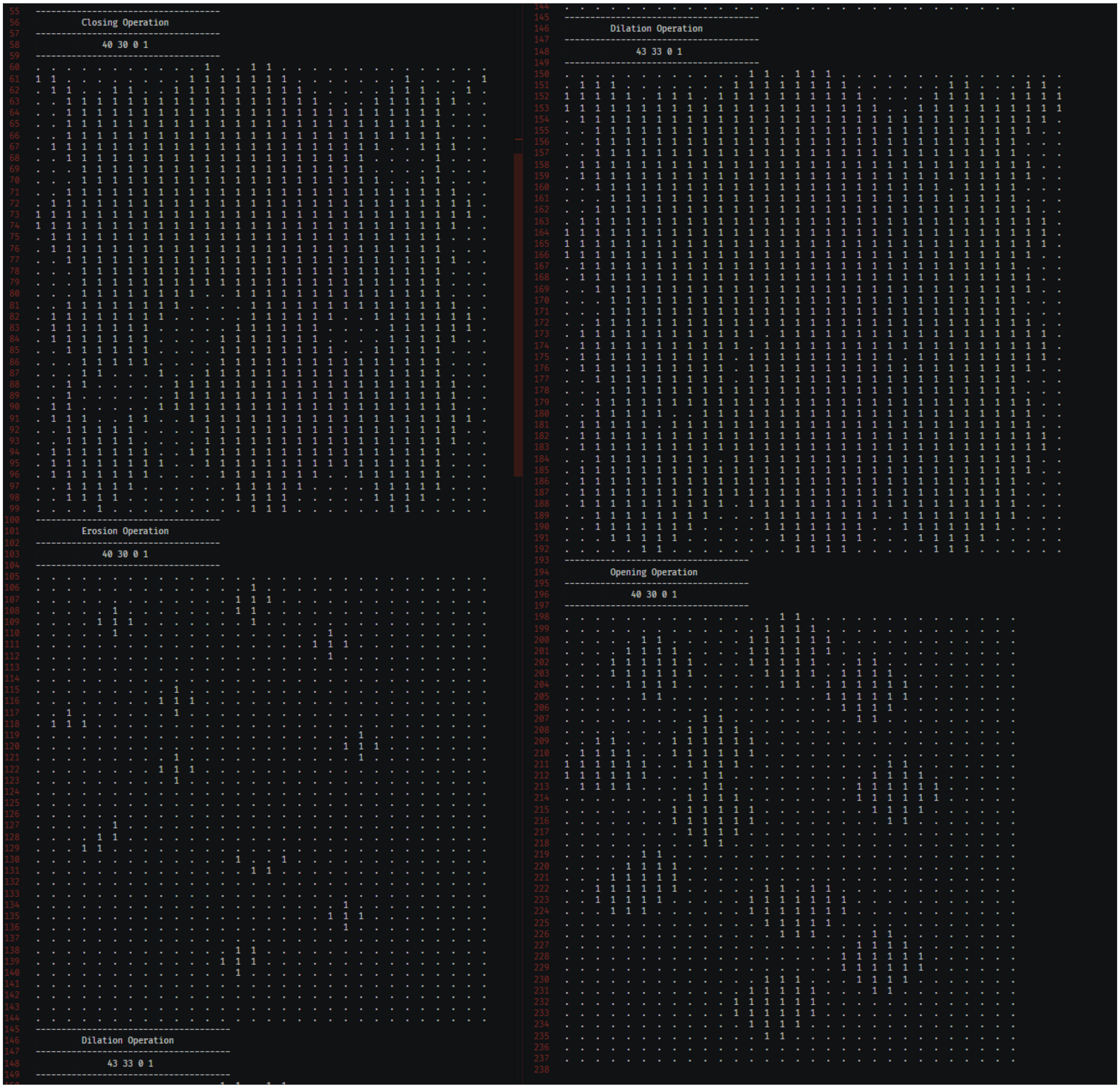


```cpp
        if(i<numStructRows+1) delete[] structAry[i];
        delete[] zeroFramedAry[i];
        delete[] morphAry[i];
        delete[] tempAry[i];
    }
    cout << "delete all subarrays in zeroFramed, morphAry, tempAry, structAry" << endl;

    delete[] zeroFramedAry;
    cout << "deleting zeroFramed memory allocation" << endl;
    delete[] morphAry;
    cout << "deleting morphAry memory allocation" << endl;
    delete[] tempAry;
    cout << "deleting tempAry memory allocation" << endl;
    delete[] structAry;
    cout << "deleting structAry memory allocation";

}

void prettyPrintImg(int** Ary, ofstream &outFile, string s){
    string s2 = toString(numImgRows,numImgCols,imgMin,imgMax);
    drawTitle(outFile, s, s2);
    for(int i = 0; i<numImgRows;i++) {
        for (int j = 0; j < numImgCols; j++) {
            if(Ary[i+rowOrigin][j+colOrigin]>0) outFile << "1  ";
            else outFile << ".  ";
        }
        outFile << endl;
    }
}

void prettyPrintFrame(int** Ary, ofstream &outFile, string s){
    string s2 = toString(rowSize,colSize,imgMin,imgMax);
    drawTitle(outFile, s, s2);

    for(int i = 0; i<rowSize;i++) {
        for (int j = 0; j < colSize; j++) {
            if(Ary[i][j]>0) outFile << "1  ";
            else outFile << ".  ";
        }
        outFile << endl;
    }
}

void prettyPrintStruct(ofstream &outFile, string s){
    string s2 = toString(numStructRows,numStructCols,structMin,structMax);
    drawTitle(outFile, s, s2);
    for(int i = 0; i<numStructRows; i++) {
        for (int j = 0; j < numStructCols; j++) {
            if(structAry[i][j]>0) outFile << "1  ";
            else outFile << ".  ";
        }
        outFile << endl;
    }
}

string toString(int a, int b, int c, int d){
    return to_string(a)+" "+to_string(b)+" "+to_string(c)+" "+to_string(d);
}

void drawTitle(ofstream &outFile, string str, string str2){
    int size = max(str.length(), str2.length());

    int l = ((size*2+1)/2)-1;
    int sl = l - str.length()/2;

    int l2 = ((size*2+1)/2)-1;
    int sl2 = l - str2.length()/2;

    for(int r=-1; r<4; r++){
        for (int i = 0; i < (size+1)*2; i++){
            if(r==-1 || r==1 || r ==3) outFile << "-";
            else if(r==0){
                if(i==sl-1) outFile << "  " << str << "  ";
                else if(i<=sl-1) outFile << " ";
                else if (i>sl+str.length()+2) outFile << " ";
            } else {
                if(i==sl2-1) outFile << "  " << str2 << "  ";
                else if(i<=sl2-1) outFile << " ";
                else if (i>sl2+str2.length()+2) outFile << " ";
            }
        } outFile << endl;
    }
}
```



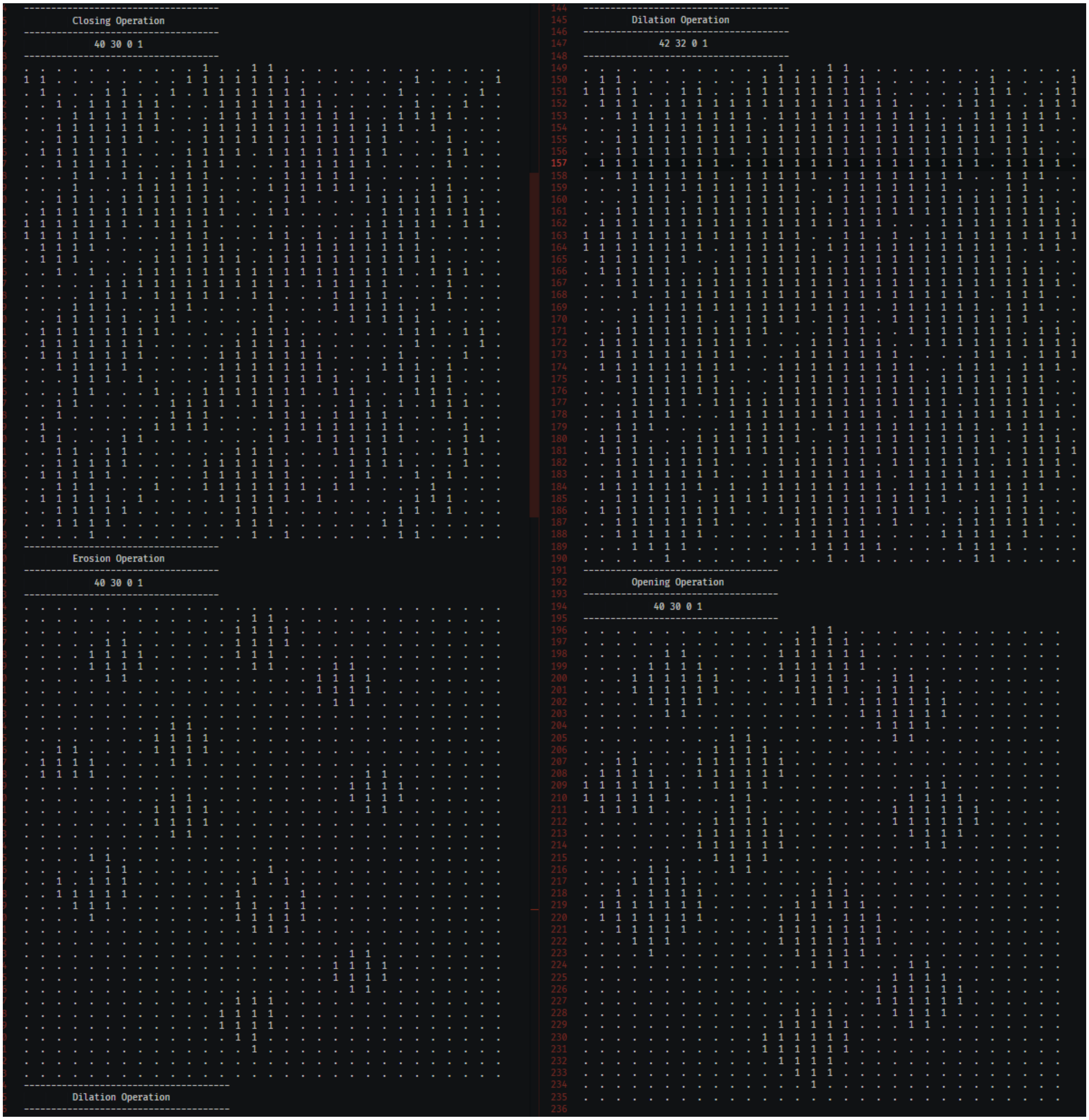
```
};

int main(int argc, const char* argv[]) {
    cout << endl;

    string stringpath = "./out/";
    int status = mkdir(stringpath.c_str(),0777);

    //Step 0
    if (argc != 8){
        printf("Not enough arguments\n");
        return 1;
    }

    ifstream inFile1(argv[1]);
    ifstream inFile2(argv[2]);
    ofstream dilateOutFile(argv[3]);
    ofstream erodeOutFile(argv[4]);
    ofstream openingOutFile(argv[5]);
    ofstream closingOutFile(argv[6]);
    ofstream prettyPrintFile(argv[7]);

    Morphology m = Morphology(inFile1, inFile2);

    //Step 1
    m.read(inFile1, inFile2);

    //Step 2
    m.allocate();

    // Step 3
    m.zero2DAry(m.zeroFramedAry, m.rowSize, m.colSize);

    // Step 4
    m.loadImg(inFile1);
    m.prettyPrintImg(m.zeroFramedAry, prettyPrintFile, "Input Image");

    //Step 5
    m.loadstruct(inFile2);
    m.prettyPrintStruct(prettyPrintFile, "Struct");

    // Step 9
    m.zero2DAry(m.morphAry, m.rowSize, m.colSize);
    m.ComputeClosing();
    m.AryToFile(m.morphAry, closingOutFile, "Closing Operation");
    m.prettyPrintImg(m.morphAry, prettyPrintFile, "Closing Operation");

    //Step 7
    m.zero2DAry(m.morphAry, m.rowSize, m.colSize);
    m.ComputeErosion(m.zeroFramedAry, m.morphAry);
    m.AryToFile(m.morphAry, erodeOutFile, "Erosion Operation");
    m.prettyPrintImg(m.morphAry, prettyPrintFile, "Erosion Operation");

    //Step 6
    m.zero2DAry(m.morphAry, m.rowSize, m.colSize);
    m.ComputeDilation(m.zeroFramedAry, m.morphAry);
    m.AryToFile(m.morphAry, dilateOutFile, "Dilation Operation");
    m.prettyPrintFrame(m.morphAry, prettyPrintFile, "Dilation Operation");

    // Step 8
    m.zero2DAry(m.morphAry, m.rowSize, m.colSize);
    m.ComputeOpening();
    m.AryToFile(m.morphAry, openingOutFile, "Opening Operation");
    m.prettyPrintImg(m.morphAry, prettyPrintFile, "Opening Operation");

    inFile1.close();
    inFile2.close();
    dilateOutFile.close();
    erodeOutFile.close();
    openingOutFile.close();
    closingOutFile.close();
    prettyPrintFile.close();

    cout << endl << "Files written to folder: ./out/"<< endl << endl;

    return 0;
}
```

Data1 Elem1 outputs:



```
------------------------------------
         Closing Operation
------------------------------------
              40 30 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . 1 . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
1 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 . . . . 1
. 1 1 . . 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 . . 1 .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 . . . 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 . . 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . 1 1 . . . . .
------------------------------------
         Erosion Operation
------------------------------------
              40 30 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 1 1 . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . 1 . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 . . 1 . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
------------------------------------
         Dilation Operation
------------------------------------
              43 33 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . . 1 1 . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . 1 1 . . . 1 1 .
1 1 1 1 1 . 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 . 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . 1 1 1 1 1 . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . .
------------------------------------
         Opening Operation
------------------------------------
              40 30 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 . . 1 1 . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 . 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . 1 1 1 1 . . . . . . 1 1 . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . .
. 1 1 1 1 . . . . 1 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 . 1 1 . . . . . . . . . . . .
. . 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

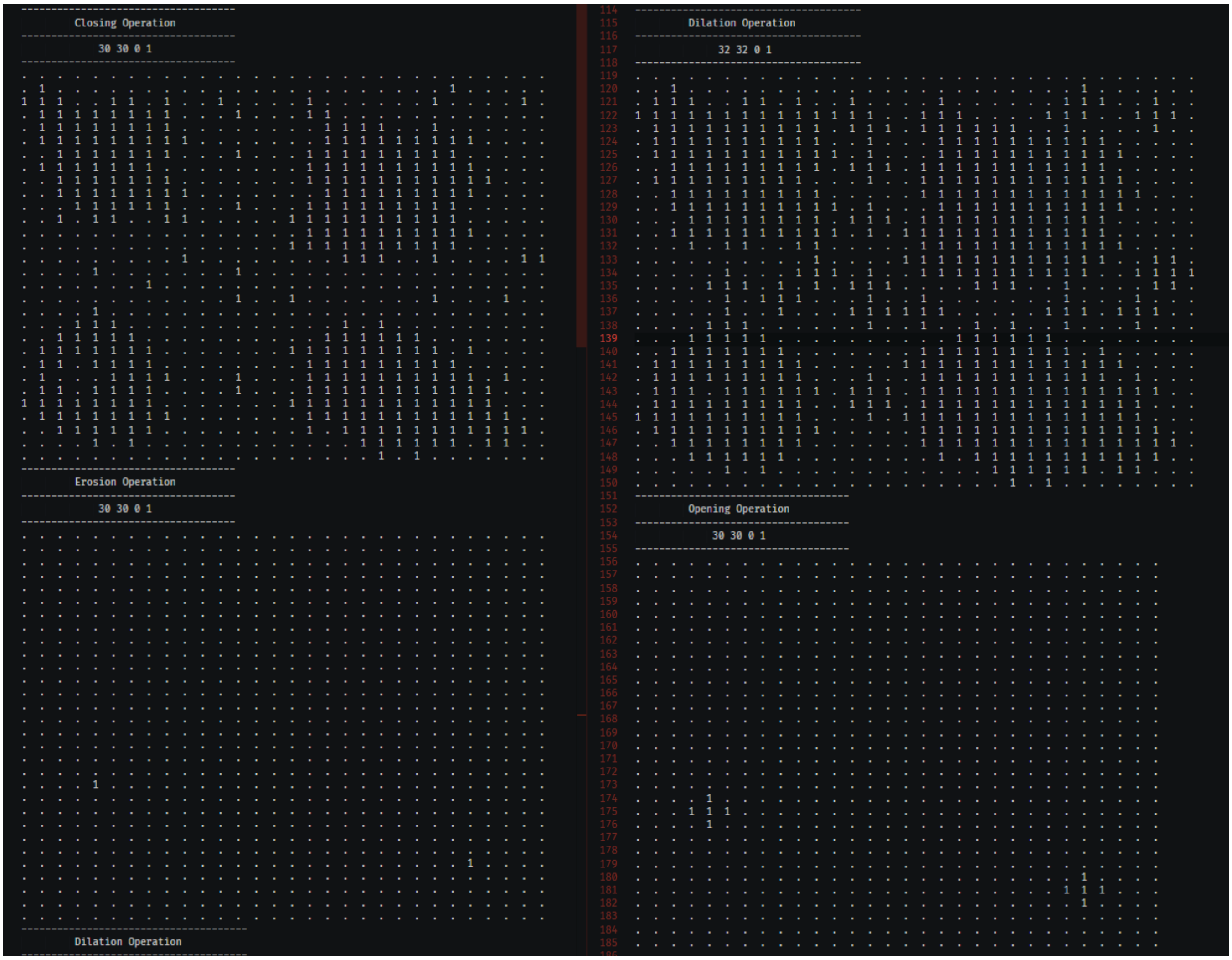
Data1 Elm2 outputs:



```
------------------------------------
        Closing Operation
------------------------------------
            40 30 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . 1 . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
1 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 . . . . 1
. 1 . . . 1 1 . . 1 . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . . . 1 .
. . 1 . 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 . . 1 . .
. . . 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 . . . .
. . 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 . . .
. . . 1 1 . 1 1 . 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . . . . .
. . . 1 . . . 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 . . .
. . 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 . 1 1 .
1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 . . . 1 1 . 1 . 1 1 1 1 1 . . . . .
. 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . 1 . 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . .
. . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 . . . 1 . . .
. . . . 1 1 1 . 1 1 1 1 1 . 1 1 . . . 1 1 1 1 . . . 1 . . .
. . . 1 1 1 . . . 1 1 . . . . 1 . . . 1 1 1 1 1 . 1 . . . .
. . 1 1 1 1 1 . 1 1 . . . . . 1 . . . . 1 1 1 1 1 . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . . 1 1 1 . 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 . . . 1 . .
. . 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 . 1 . . .
. . . 1 1 1 . 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 . 1 1 1 1 . . .
. . . 1 1 . . . 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 . . . 1 1 1 . . .
. . 1 1 . . . . . 1 1 1 1 . 1 1 1 . . . 1 1 . 1 . 1 1 1 . .
. . 1 . . . . . . 1 1 1 . . . 1 1 1 . 1 1 1 1 . . . 1 . . .
. 1 . . . . . . 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 . .
. 1 1 . . . 1 1 . . . . . . . 1 1 . 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 .
. . 1 1 . 1 1 . . . . . . 1 1 1 . . . 1 1 1 1 . . . 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 . . . 1 . .
. 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 . . 1 . 1 . . .
. . 1 1 1 . . . 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 . . . . 1 . . . .
. 1 1 1 1 1 . 1 . . . . 1 1 1 1 1 . 1 . . . . . 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . 1 1 . 1 . . .
. . 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . 1 1 . . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . 1 . 1 . . . . . . 1 1 . . . . .
------------------------------------
        Erosion Operation
------------------------------------
            40 30 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 1 1 1 . . . . . . 1 1 . . . 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . 1 1 . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 1 . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . 1 . 1 1 1 . . . . . . . 1 . 1 . . . . . . . . . . . . .
. . 1 1 1 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 . . . . . . . 1 1 . 1 1 . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
------------------------------------
        Dilation Operation
------------------------------------
```

```
------------------------------------
        Dilation Operation
------------------------------------
            42 32 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . . 1 . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 . . . . 1
1 1 1 1 . . 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 . . 1 1
. 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 . . 1 1 1
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 .
. . 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 . . .
. . . 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 . 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . .
. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . .
. . . 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 . 1 1 1
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 . 1 1 1 .
. . 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . . 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . .
. 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 .
. 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1
. . 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 .
. . 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 . 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 . 1 . . . 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 . 1 . . .
. . . 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 . . . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . 1 . 1 . . . . . 1 1 . . . . . .
------------------------------------
        Opening Operation
------------------------------------
            40 30 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 1 1 1 . . 1 1 . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 1 . 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . 1 1 1 1 . . . . . . 1 1 . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . 1 1 . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . 1 1 . . . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . 1 1 . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . 1 1 . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 . . . 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . .
. 1 1 1 1 . . . . 1 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 1 . . . 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 1 . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . 1 . 1 1 1 1 . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 . . . . 1 1 1 . 1 1 1 . . . . . . . . . . .
. . 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . 1 1 1 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 . . . 1 1 . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

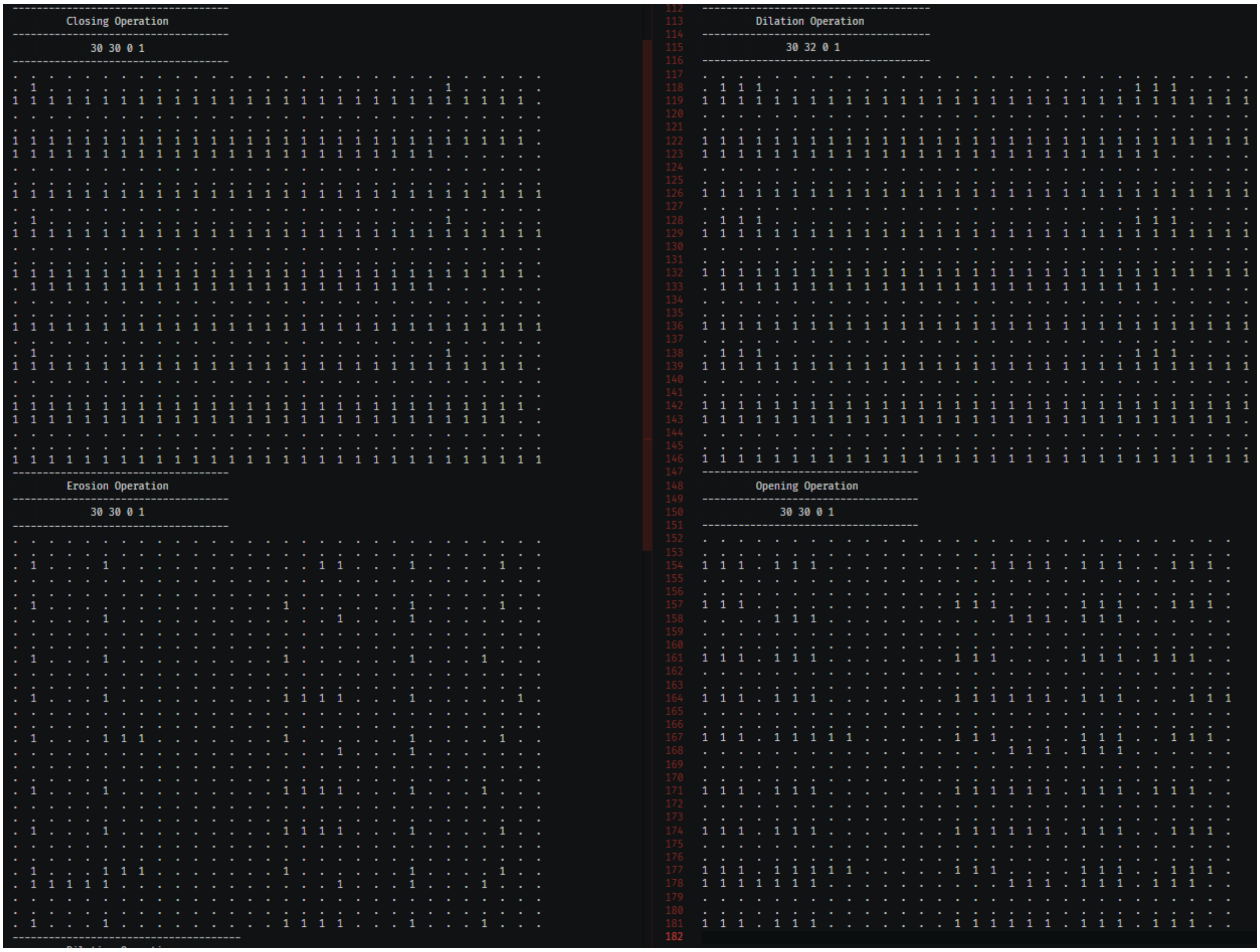
Data2 Elm2 outputs:



```
------------------------------------
        Closing Operation
------------------------------------
            30 30 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . .
1 1 1 . . 1 1 . 1 . . 1 . . . . 1 . . . . . . 1 . . . . 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 . . . 1 1 . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 . . 1 . . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 . . . 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . 1 . 1 1 . . 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . . . 1 . . . . . . . . 1 1 1 . . 1 . . . . 1 1
. . . . 1 . . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 1 . . 1 . . . . . . . 1 . . . 1 . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . 1 . 1 . . . . . . . . .
. . 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 . . . .
. 1 1 . 1 1 1 1 . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. 1 . . . 1 1 1 1 . . . 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 . .
. 1 1 . 1 1 1 1 . . . . 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . 1 . 1 . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . 1 . . . . . . .
------------------------------------
        Erosion Operation
------------------------------------
            30 30 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
------------------------------------
        Dilation Operation
------------------------------------
```

```
------------------------------------
        Dilation Operation
------------------------------------
            32 32 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . .
. 1 1 1 . . 1 1 . 1 . . 1 . . . . 1 . . . . . . 1 1 1 . . 1 . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 . . . . 1 1 1 . . 1 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 . . 1 . . . . 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . 1 . 1 1 . . 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. . . . . . . . . . 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 .
. . . . . 1 . . . 1 1 1 . 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1
. . . . 1 1 1 . 1 . 1 . 1 1 1 . . . . 1 1 1 . . 1 . . . . 1 1 .
. . . . . 1 . 1 1 1 . . . 1 . . 1 . . . . . . . 1 . . . 1 . . .
. . . . . 1 . . 1 . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 . 1 1 1 . .
. . . . 1 1 1 . . . . . . 1 . . 1 . . 1 . 1 . . 1 . . . 1 . . .
. . . 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 . . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 . . .
. 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . . . . 1 . 1 . . . . . . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . 1 . . . . . . . .
------------------------------------
        Opening Operation
------------------------------------
            30 30 0 1
------------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
```

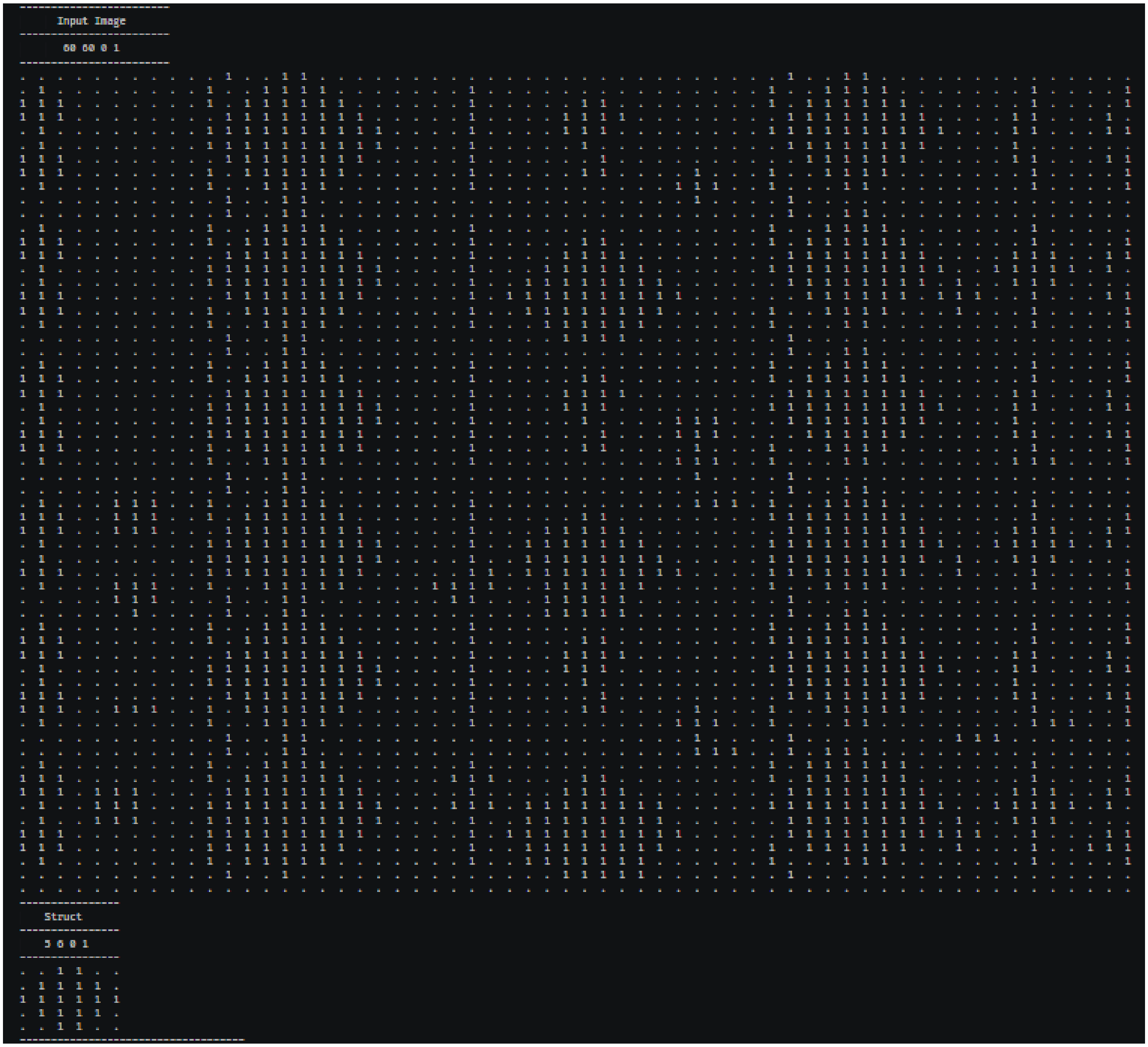
Data3 Elm3 outputs:



```
-----------------------------------
        Closing Operation
-----------------------------------
            30 30 0 1
-----------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
-----------------------------------
        Erosion Operation
-----------------------------------
            30 30 0 1
-----------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . 1 . . . . . . . . . . . 1 1 . . . 1 . . . . 1 . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . . . . . . . . . . . 1 . . . . . . 1 . . . . 1 . .
. . . . . 1 . . . . . . . . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . 1 . . . . . . . . . 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . 1 . . . . . 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . 1 1 1 . . . . . . . 1 . . . . . . 1 . . . . 1 . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . 1 . . . 1 . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . 1 . . . . 1 . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . 1 1 1 . . . . . . . 1 . . . . . . 1 . . . . 1 . .
. 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 . . . 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 . . . 1 . . . 1 . . .
-------------------------------------
        Dilation Operation
```

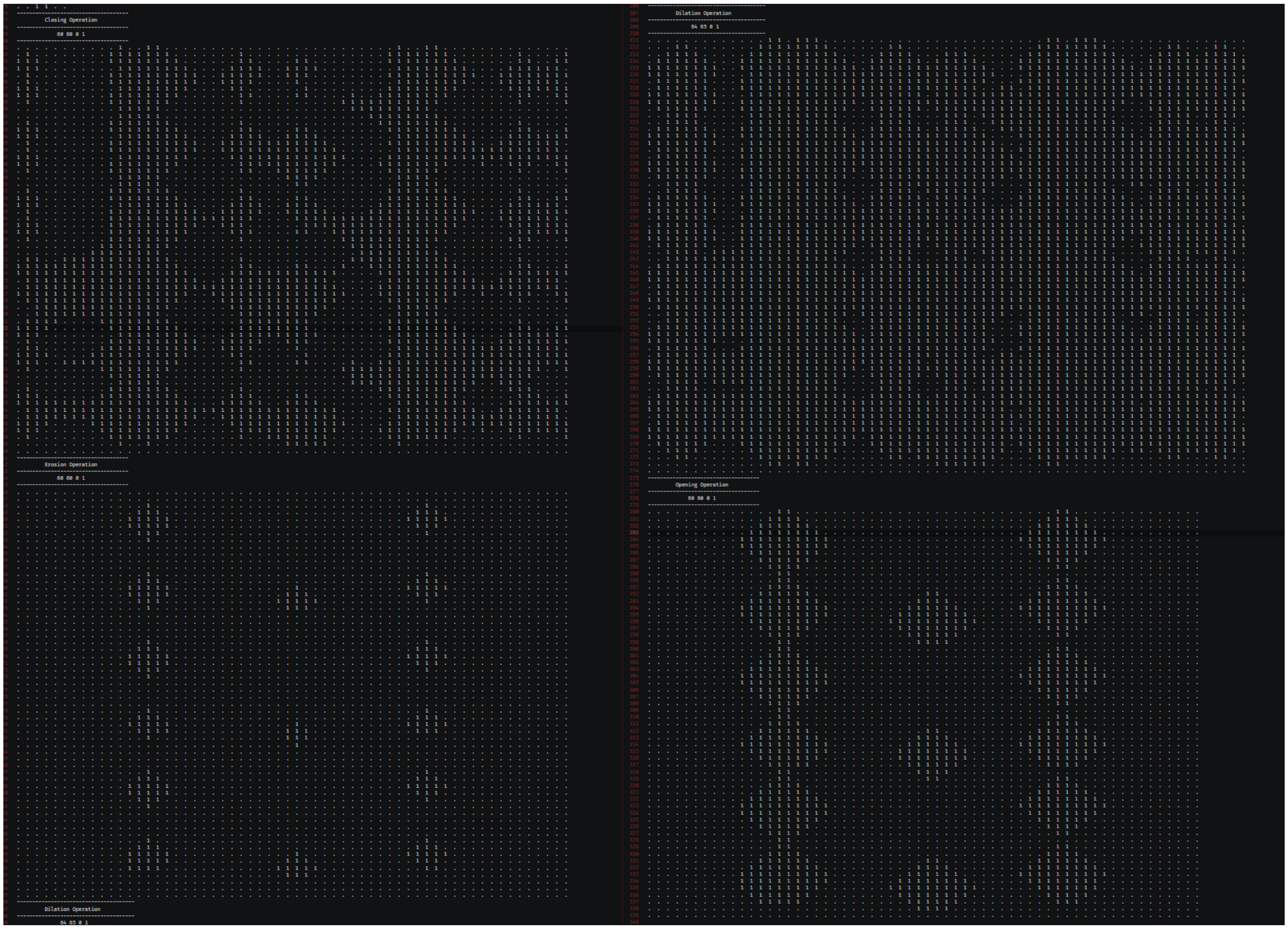
```
-------------------------------------
        Dilation Operation
-------------------------------------
            30 32 0 1
-------------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. 1 1 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
-----------------------------------
        Opening Operation
-----------------------------------
            30 30 0 1
-----------------------------------
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 . 1 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 1 . 1 1 1 . . 1 1 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 . . . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . 1 1 1 . . 1 1 1 .
. . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . 1 1 1 . 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 . 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 . . . . 1 1 1 . 1 1 1 . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 . 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . . . 1 1 1
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 . 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 . . . . 1 1 1 . . 1 1 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . 1 1 1 . 1 1 1 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 . 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . 1 1 1 . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 . 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . . 1 1 1 .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 . 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 . . . . 1 1 1 . . 1 1 1 .
1 1 1 1 1 1 1 . . . . . . . . . . 1 1 1 . 1 1 1 . 1 1 1 . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
1 1 1 . 1 1 1 . . . . . . . 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . 1 1 1 . .
```

Img1 and BlobElm:



```
------------------------
      Input Image
------------------------
       60 60 0 1
------------------------
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  1  .  .  .  1  .
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  1  1  .  .  .  1  1
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  1  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  .  .  1  .  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  1  1  .  .  1  1
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  1  1  1  1  1  .  1  .
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  1  .  .  1  1  1  .  .  .  .
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  .  1  1  1  .  .  1  .  .  .  1  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  1  .  .  .  1  .  .  .  .  1
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  1  .  .  .  1  .
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  1  1  .  .  .  1  1
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  1  1  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  1  1  1  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  1  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  .  .  1  .  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  .  .  .  1
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  1  .  .  .  1  1  1  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .
1  1  1  .  .  1  1  1  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
1  1  1  .  .  1  1  1  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  1  1  .  .  1  1
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  1  1  1  1  1  .  1  .
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  1  .  .  1  1  1  .  .  .  .
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  1  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  1  .  .  .  1  .  .  .  .  1
.  1  .  .  .  1  1  1  .  .  1  .  .  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  1  1  1  .  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
.  .  .  .  .  1  1  1  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  1  .  .  .  1  .
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  1  1  .  .  .  1  1
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  1  .  .  .  1  1
1  1  1  .  .  1  1  1  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  1  1  .  .  .  .  1  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  .  .  1  .  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  .  .  1
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  .  .  1  .  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  1  1  .  .  .  .  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
1  1  1  .  1  1  1  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  1  1  .  .  1  1
.  1  .  .  1  1  1  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  1  1  1  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  1  1  1  1  1  .  1  .
.  1  .  .  1  1  1  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  1  .  .  1  1  1  .  .  .  .
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  1  .  .  .  1  1
1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  1  .  .  1  .  .  .  1  .  .  1  1  1
.  1  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  1  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  1
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  1  1  1  1  1  .  .  .  .  .  .  .  1  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
.  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .
----------------
    Struct
----------------
    5 6 0 1
----------------
.  .  1  1  .  .
.  1  1  1  1  .
1  1  1  1  1  1
.  1  1  1  1  .
.  .  1  1  .  .
------------------------------------
```

Img1 BlobElm outputs:



```
------------------------------------
          Closing Operation
------------------------------------
              60 60 0 1
------------------------------------
```

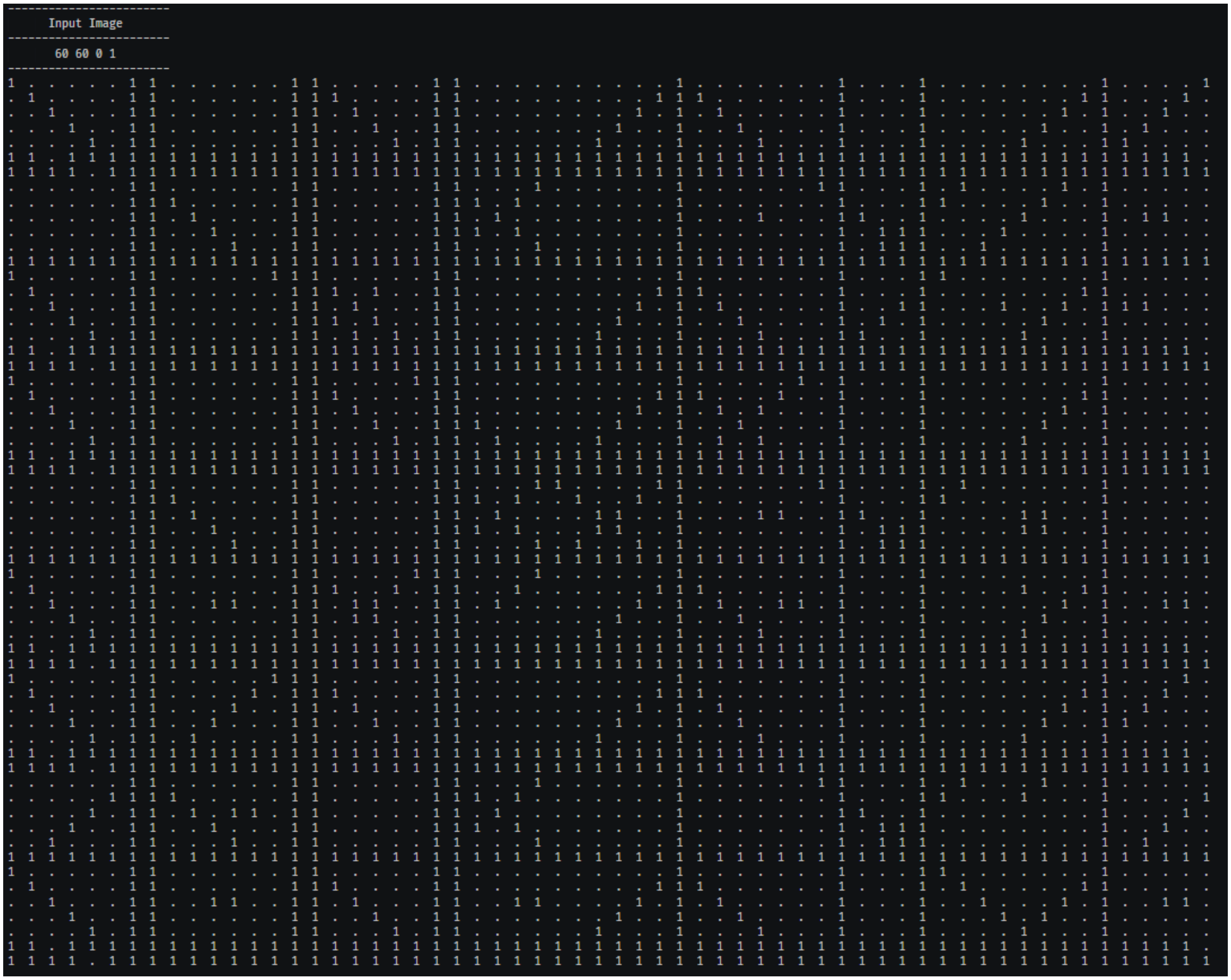
```
------------------------------------
          Erosion Operation
------------------------------------
              60 60 0 1
------------------------------------
```

```
------------------------------------
          Dilation Operation
------------------------------------
              64 65 0 1
------------------------------------
```

```
------------------------------------
          Opening Operation
------------------------------------
              60 60 0 1
------------------------------------
```

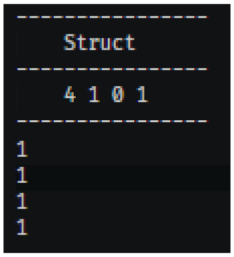
Best operation to extract large blobs is **Opening**

Img2

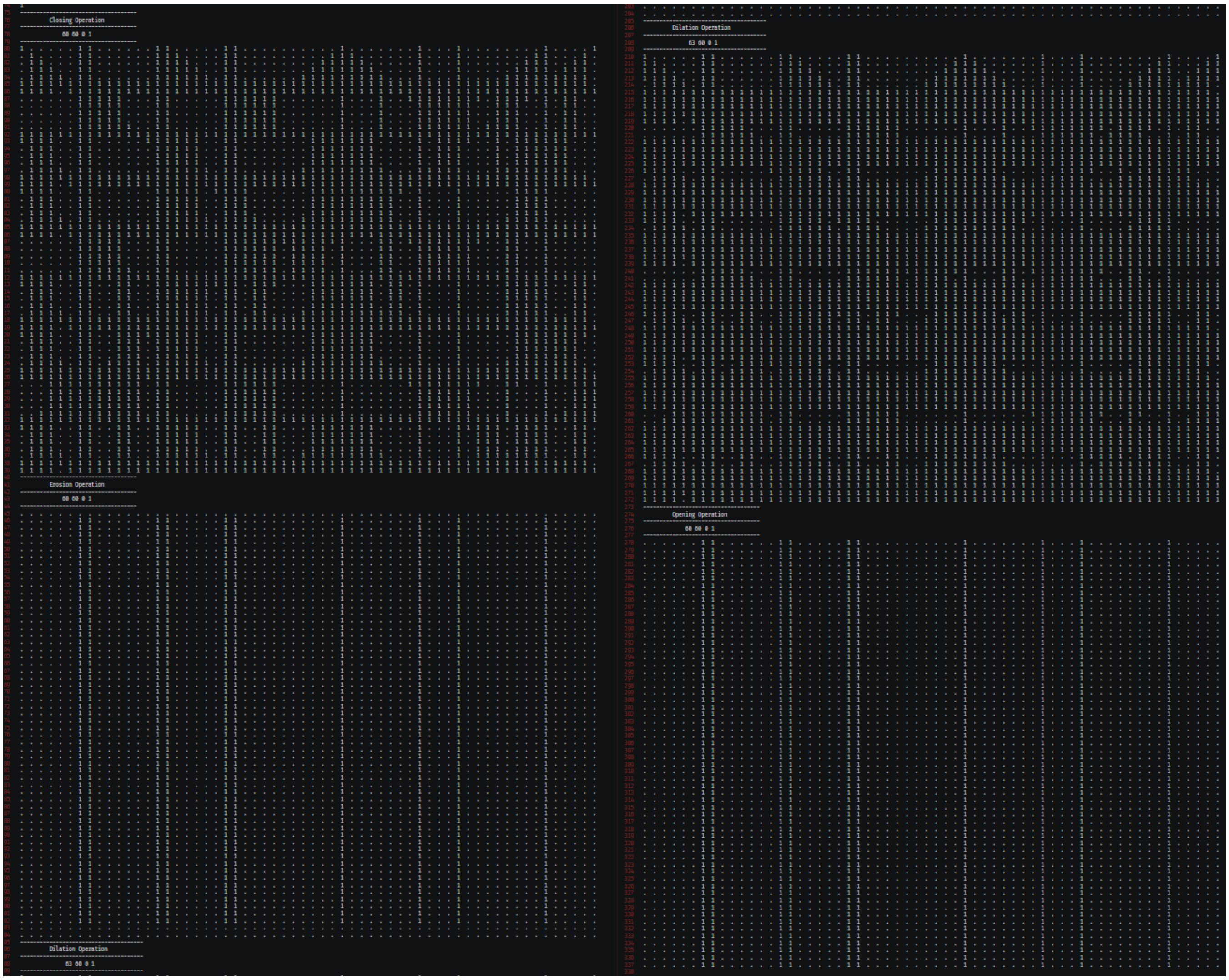


```
------------------------
      Input Image
------------------------
       60 60 0 1
------------------------
1 . . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . . . 1 . . . . 1
. 1 . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 1 . . . . 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . . 1 1 . . . 1 .
. . 1 . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . 1 . . . 1 1 . . . . . . . . 1 . 1 . 1 . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . 1 . 1 . . 1 . .
. . . 1 . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . 1 . . 1 1 . . . . . . . 1 . . 1 . . 1 . . . . 1 . . . 1 . . . . . 1 . . 1 . 1 . . .
. . . . 1 . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . 1 . 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . . 1 . . . 1 1 . . . .
1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . . . 1 1 . . . 1 . . . . . . 1 . . . . . . 1 1 . . . 1 . 1 . . . . 1 . 1 . . . . .
. . . . . . 1 1 1 . . . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 . 1 . . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . . . 1 1 . . . . 1 . . 1 . . . . .
. . . . . . 1 1 . 1 . . . . 1 1 . . . . . 1 1 . 1 . . . . . . . . 1 . . . 1 . . . 1 1 . . 1 . . . . 1 . . . 1 . 1 1 . .
. . . . . . 1 1 . . 1 . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 . 1 . . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . 1 1 1 . . . 1 . . . . 1 . . . . .
. . . . . . 1 1 . . . 1 . . 1 1 . . . . . 1 1 . . . 1 . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . 1 1 1 . . 1 . . . . . 1 . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 . . . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . . . 1 1 . . . . . . . 1 . . . . .
. 1 . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 1 . 1 . . 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . . 1 1 . . . . .
. . 1 . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . 1 . . . 1 1 . . . . . . . . 1 . 1 . 1 . . . . . 1 . . 1 1 . . . 1 . . 1 . 1 1 1 . . .
. . . 1 . . 1 1 . . . . . . 1 1 1 . 1 . . 1 1 . . . . . . . 1 . . 1 . . 1 . . . . 1 . 1 . 1 . . . . . 1 . . 1 . . . . .
. . . . 1 . 1 1 . . . . . . 1 1 . 1 . 1 . 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . 1 1 . . 1 . . . . 1 . . . 1 . . . . .
1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 . . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . . 1 1 1 . . . . . . . . . . 1 . . . . . 1 . 1 . . . 1 . . . . . . . . 1 . . . . .
. 1 . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 1 . . . . 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 . . . 1 . . 1 . . . 1 . . . . . . . 1 1 . . . . .
. . 1 . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . 1 . . . 1 1 . . . . . . . . 1 . 1 . 1 . 1 . . . 1 . . . 1 . . . . . . 1 . 1 . . . . .
. . . 1 . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . 1 . . 1 1 1 . . . . . . 1 . . 1 . . 1 . . . . 1 . . . 1 . . . . . 1 . . 1 . . . . .
. . . . 1 . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . 1 . 1 1 . 1 . . . . 1 . . . 1 . 1 . 1 . . . 1 . . . 1 . . . . 1 . . . 1 . . . . .
1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . . . 1 1 . . . 1 1 . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . 1 . 1 . . . . . . 1 . . . . .
. . . . . . 1 1 1 . . . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 . 1 . . 1 . . 1 . 1 . . . . . . . 1 . . . 1 1 . . . . . . . 1 . . . . .
. . . . . . 1 1 . 1 . . . . 1 1 . . . . . 1 1 . 1 . . . . 1 1 . . 1 . . . 1 1 . . 1 1 . . 1 . . . . 1 1 . . 1 . . . . .
. . . . . . 1 1 . . 1 . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 . 1 . . . 1 1 . . 1 . . . . . . . 1 . 1 1 1 . . . . 1 1 . . 1 . . . . .
. . . . . . 1 1 . . . 1 . . 1 1 . . . . . 1 1 . . . 1 . 1 . . 1 . 1 . . . . . . . 1 . 1 1 1 . . . . . . . . 1 . . . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 . . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . . 1 1 1 . . . 1 . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . . . 1 . . . . .
. 1 . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 1 . . 1 . 1 1 . . 1 . . . . . . 1 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . . . 1 . . 1 1 . . . . .
. . 1 . . . 1 1 . . 1 1 . . 1 1 . 1 1 . . 1 1 . 1 . . . . . . 1 . 1 . 1 . . 1 1 . 1 . . . 1 . . . . . . 1 . 1 . . 1 1 .
. . . 1 . . 1 1 . . . . . . 1 1 . 1 1 . . 1 1 . . . . . . . 1 . . 1 . . 1 . . . . 1 . . . 1 . . . . . 1 . . 1 . . . . .
. . . . 1 . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . 1 . 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . . 1 . . . 1 . . . . .
1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 . . . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . . . 1 . . . 1 .
. 1 . . . . 1 1 . . . . 1 . 1 1 1 . . . . 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . . 1 1 . . 1 . .
. . 1 . . . 1 1 . . . 1 . . 1 1 . 1 . . . 1 1 . . . . . . . . 1 . 1 . 1 . . . . . 1 . . . 1 . . . . . . 1 . 1 . 1 . . .
. . . 1 . . 1 1 . . 1 . . . 1 1 . . 1 . . 1 1 . . . . . . . 1 . . 1 . . 1 . . . . 1 . . . 1 . . . . . 1 . . 1 1 . . . .
. . . . 1 . 1 1 . 1 . . . . 1 1 . . . 1 . 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . . 1 . . . 1 . . . . .
1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
. . . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . . . 1 1 . . . 1 . . . . . . 1 . . . . . . 1 1 . . . 1 . 1 . . . 1 . . 1 . . . . .
. . . . . 1 1 1 1 . . . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 . 1 . . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . . . 1 1 . . . 1 . . . 1 . . . . 1
. . . . 1 . 1 1 . 1 . 1 1 . 1 1 . . . . . 1 1 . 1 . . . . . . . . 1 . . . . . . . 1 1 . . 1 . . . . . . . . 1 . . . 1 .
. . . 1 . . 1 1 . . 1 . . . 1 1 . . . . . 1 1 1 . 1 . . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . 1 1 1 . . . . . . . . 1 . . 1 . .
. . 1 . . . 1 1 . . . 1 . . 1 1 . . . . . 1 1 . . . 1 . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . 1 1 1 . . . . . . . . 1 . 1 . . .
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 . . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . . . 1 1 . . . . . . . . . . 1 . . . . . . . 1 . . . 1 1 . . . . . . . 1 . . . . .
. 1 . . . . 1 1 . . . . . . 1 1 1 . . . . 1 1 . . . . . . . . . 1 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . 1 . . . . . 1 1 . . . . .
. . 1 . . . 1 1 . . 1 1 . . 1 1 . 1 . . . 1 1 . . 1 1 . . . . 1 . 1 . 1 . . . . . 1 . . . 1 . . 1 . . . 1 . 1 . . 1 1 .
. . . 1 . . 1 1 . . . . . . 1 1 . . 1 . . 1 1 . . . . . . . 1 . . 1 . . 1 . . . . 1 . . . 1 . . . 1 . 1 . . 1 . . . . .
. . . . 1 . 1 1 . . . . . . 1 1 . . . 1 . 1 1 . . . . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . 1 . . . . 1 . . . 1 . . . . .
1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .
1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
```

Structuring Element VERTICAL and output



```
----------------
    Struct
----------------
    4 1 0 1
----------------
1
1
1
1
```



```
--------------------------------------
          Closing Operation
--------------------------------------
              60 60 0 1
--------------------------------------
```

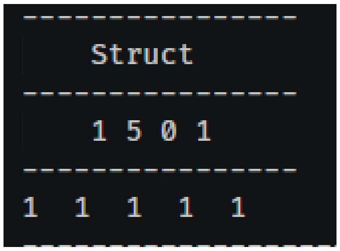
```
--------------------------------------
          Erosion Operation
--------------------------------------
              60 60 0 1
--------------------------------------
```

```
--------------------------------------
          Dilation Operation
--------------------------------------
              63 60 0 1
--------------------------------------
```

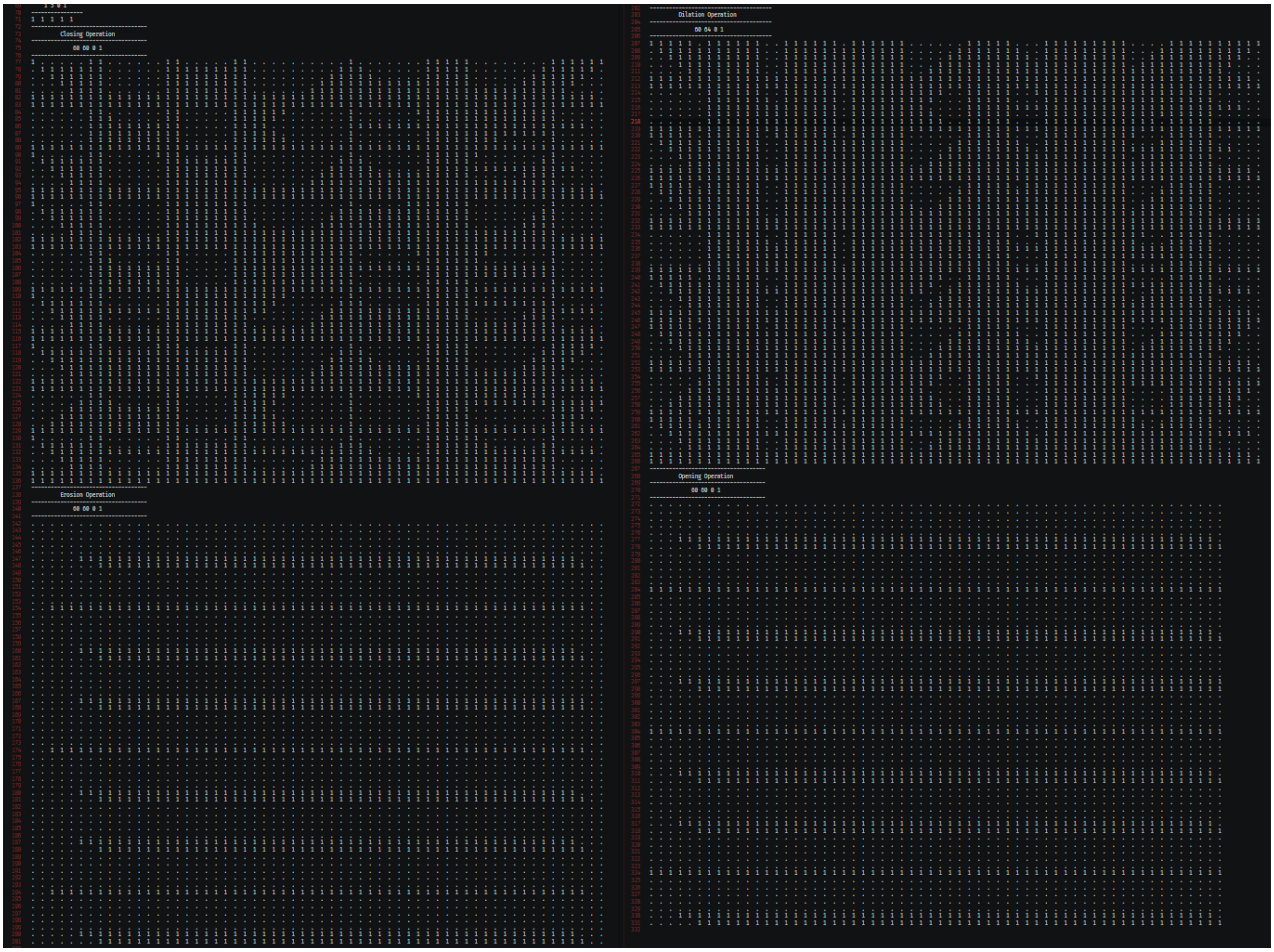
```
--------------------------------------
          Dilation Operation
--------------------------------------
              63 60 0 1
--------------------------------------
```

```
--------------------------------------
          Opening Operation
--------------------------------------
              60 60 0 1
--------------------------------------
```

Structuring Element HORIZONTAL and output



```
----------------
    Struct
----------------
    1 5 0 1
----------------
1  1  1  1  1
```



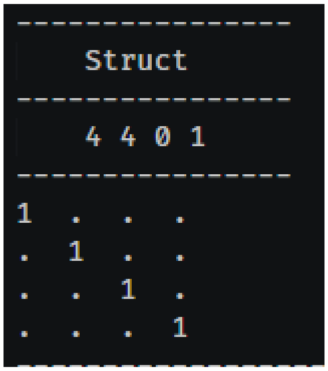
```
     1 5 0 1
---------------
1 1 1 1 1
----------------------------------
        Closing Operation
----------------------------------
            60 60 0 1
----------------------------------
```

```
----------------------------------
        Erosion Operation
----------------------------------
            60 60 0 1
----------------------------------
```

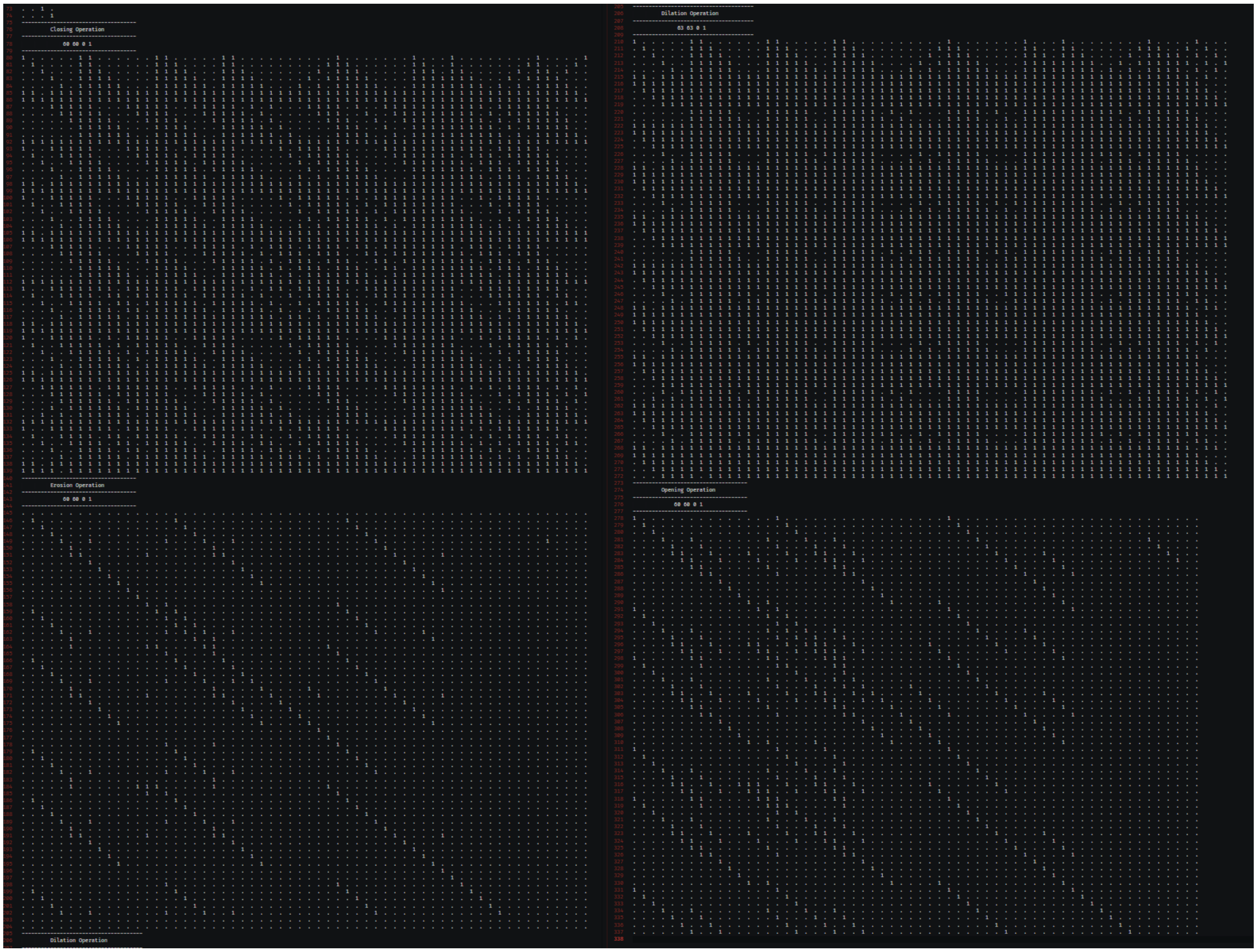
```
----------------------------------
        Dilation Operation
----------------------------------
            60 64 0 1
----------------------------------
```

```
----------------------------------
        Opening Operation
----------------------------------
            60 60 0 1
----------------------------------
```

Structuring Element LEFT Diagonal and output



```
----------------
    Struct
----------------
    4 4 0 1
----------------
1  .  .  .
.  1  .  .
.  .  1  .
.  .  .  1
```



```
 .  .  1  .
 .  .  .  1
-----------------------------------
         Closing Operation
-----------------------------------
             60 60 0 1
-----------------------------------
```

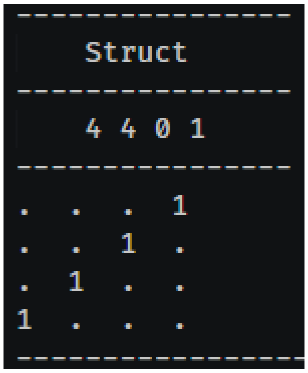
```
-----------------------------------
         Erosion Operation
-----------------------------------
             60 60 0 1
-----------------------------------
```

```
-----------------------------------
         Dilation Operation
-----------------------------------
```

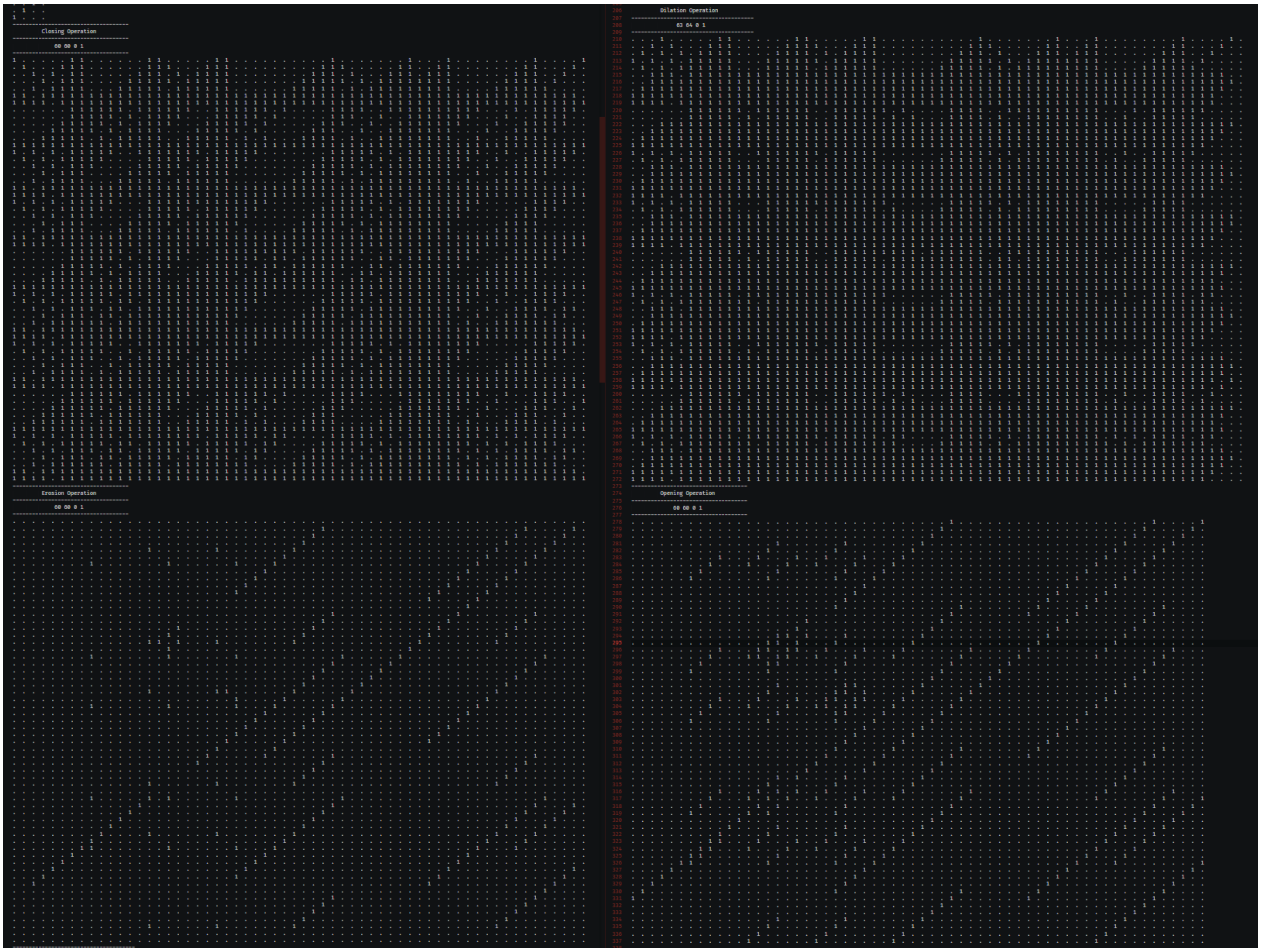
```
-----------------------------------
         Dilation Operation
-----------------------------------
             63 63 0 1
-----------------------------------
```

```
-----------------------------------
         Opening Operation
-----------------------------------
             60 60 0 1
-----------------------------------
```

Structuring Element RIGHT Diagonal and output



```
----------------
     Struct
----------------
    4 4 0 1
----------------
.  .  .  1
.  .  1  .
.  1  .  .
1  .  .  .
-----------------
```



```
---------------------------
      Closing Operation
---------------------------
         60 60 0 1
---------------------------
```

```
---------------------------
      Dilation Operation
---------------------------
         63 64 0 1
---------------------------
```

```
---------------------------
      Erosion Operation
---------------------------
         60 60 0 1
---------------------------
```

```
---------------------------
      Opening Operation
---------------------------
         60 60 0 1
---------------------------
```