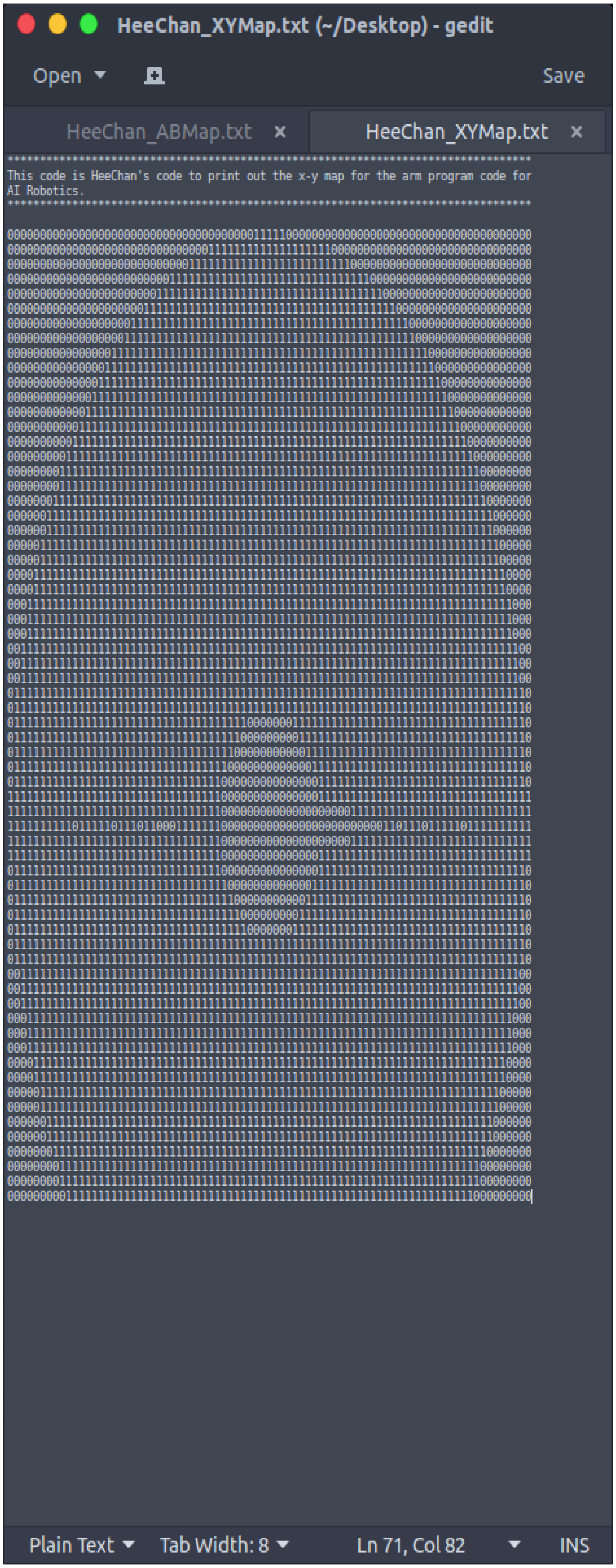
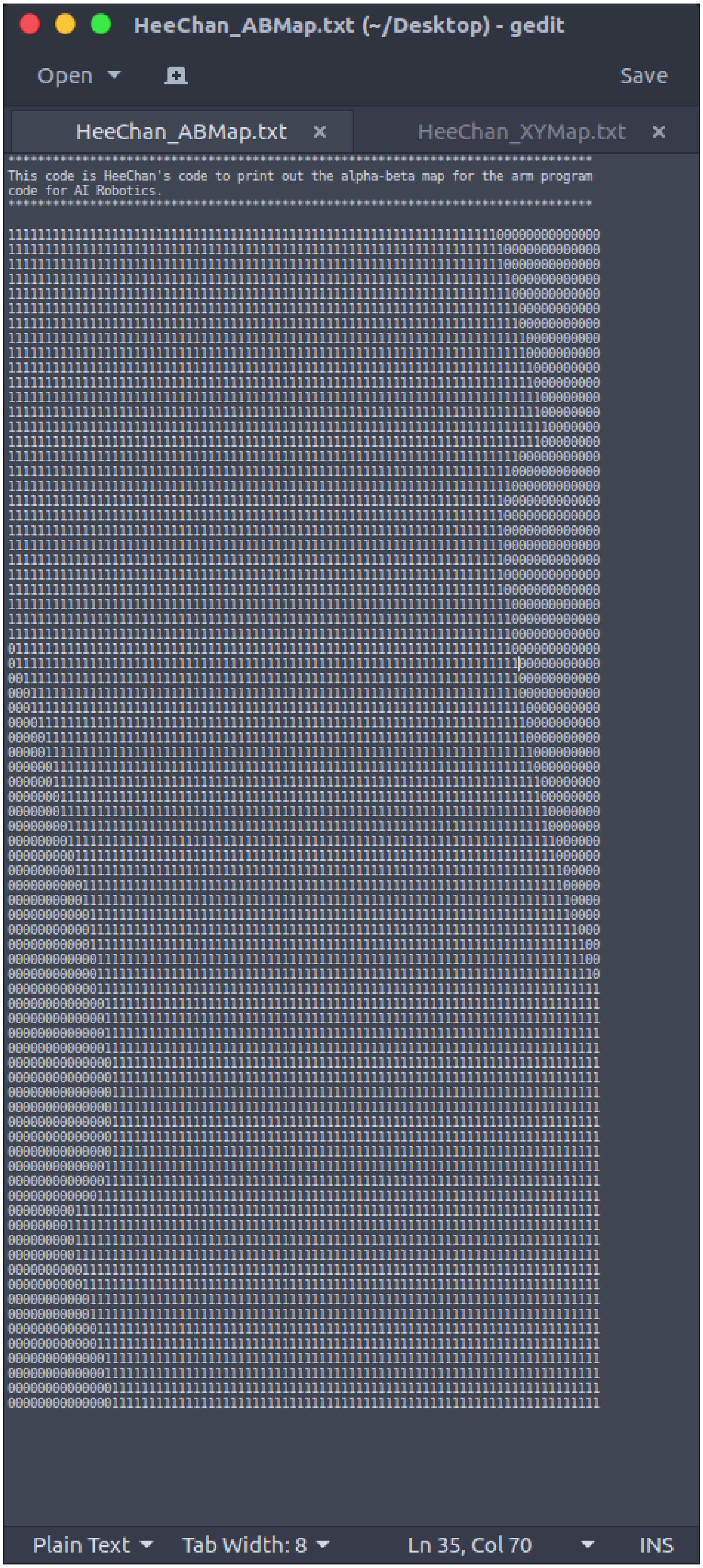
```c
/*******************************************************
* Name: HeeChan Kang
* Class: CSC 431 - Introduction to AI Robotics
* Assignment: Assignment Three Part 1: Robot Arm
* Date: 5/April/18
* Description: Moving the Robot Arm
******************************************************/

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

/**************************************************
* A point structure for two dimensional space. *
**************************************************/
typedef
struct point { int x; int y; } Point;

typedef
struct angles { double one; double two; } Angles;

/********************************************
* Function Headers *
********************************************/
/* Calculates a destination point of a gripper */
void calculateLocation(int baseLink, int link1, int link2, double angleAlpha,
double angleBeta, Point* destination);

/* Calculates the actuator angles needed for a gripper position */
double calculateAngleTwo(int baseLink, int link1, int link2, Point* gripper);
double calculateAngleOne(int baseLink, int link1, int link2, double angle2, Point*
gripper);

/* Calculates if the angles are reachable */
int checkAngle (double alpha, double beta);

/********************************************
* MAIN *
********************************************/
int main( int argc, char* argv[]) {
double angle1 = 0.0, angle2 = 0.0, limit = 7*M_PI/8, alpha, beta;
int link1 = 80, link2 = 80, baseLink = 100, row = 80, column = 80, i, j,
isReachable;
Point gripper;
FILE *fp;
fp = fopen("/home/heechan/Desktop/HeeChan_XYMap.txt", "w");
```

```
fprintf(fp,
"*********************************************************************************
\n"
"This code is HeeChan's code to print out the x-y map for the arm program code
for\n"
"AI Robotics.\n"
"*********************************************************************************
\n\n");
/* i is used to calculate y-value. */
for (i = 0; i <= 65; i++) {
gripper.y = (baseLink + link1 + link2) - i*(baseLink + link1 + link2)/65;
/* j is used to calculate x-value. */
for (j = 0; j <= 80; j++) {
gripper.x = -(link1 + link2) + j*(2*(link1 + link2) / 80);
angle2 = calculateAngleTwo(baseLink, link1, link2, &gripper);
/* If there is error calculating value. */
if (angle2 == 724.0) { fprintf(fp, "0"); }
else {
angle1 = calculateAngleOne(baseLink, link1, link2, angle2, &gripper);
/* If it's possible for the arm to reach those angles. */
if (angle2 >= -limit && angle2 <= limit && angle1 >= -limit && angle1 <= limit)
{ fprintf(fp, "1"); }
else { fprintf(fp, "0"); }
}
}
fprintf(fp, "\n");
}
fclose(fp);

fp = fopen("/home/heechan/Desktop/HeeChan_ABMap.txt", "w");
fprintf(fp,
"*******************************************************************************\n
"
"This code is HeeChan's code to print out the alpha-beta map for the arm
program\n"
"code for AI Robotics.\n"
"*******************************************************************************\n
\n");
/* Calculate beta with i. */
for (i = 0; i < row; i++) {
beta = limit - i*(2*limit)/row;
/* Calculate alpha with j. */
for (j = 0; j < column; j++) {
alpha = -limit + j*(2*limit)/column;
/* Calculate if angle is reachable. */
isReachable = checkAngle(alpha, beta);
/* If reachable, write 1. */
if (isReachable == 1) { fprintf(fp, "1"); }
else { fprintf(fp, "0"); }
}
fprintf(fp, "\n");
}
fclose(fp);
}

/*********************************************
* FUNCTIONS *
********************************************/

/* Forward Kinematics Equations */
void calculateLocation(int baseLink, int link1, int link2, double angle1, double
angle2, Point* destination)
{
double x, y;
x = -link2*sin(angle1 + angle2) - link1*sin(angle1);
y = link2*cos(angle1 + angle2) + link1*cos(angle1) + baseLink;
(*destination).x = round(x);
(*destination).y = round(y);
}

/* Calculate Angle Two (Beta) */
double calculateAngleTwo(int baseLink, int link1, int link2, Point* gripper)
{
double angleNum = 0.0, angleDen = 0.0, angle = 0.0, ratio = 0.0;
int gx = (*gripper).x, gy = (*gripper).y;
angleNum = gx*gx + gy*gy - 2*baseLink*gy + baseLink*baseLink - link1*link1 -
link2*link2;
angleDen = 2*link1*link2;
ratio = angleNum/angleDen;
if (ratio>1.00) {
if (ratio > 1.00 && ratio < 1.01) { ratio = 1.00; }
else { return -724.0; }
}
angle = acos(ratio);
return(angle);
}

/* Calculate Angle One (Alpha) */
double calculateAngleOne(int baseLink, int link1, int link2, double angle2, Point*
gripper)
{
double angleNum1 = 0.0, angleDen1 = 0.0, angleNum2 = 0.0, angleDen2 = 0.0, angle =
0.0;
int gx = (*gripper).x, gy = (*gripper).y;
```

```
angleNum1 = -gx;
angleDen1 = link1*link1 + link2*link2 + 2*link1*link2*cos(angle2) - gx*gx;
angleDen1 = sqrt(angleDen1);
angleNum2 = link2*sin(angle2);
angleDen2 = link1 + link2*cos(angle2);
angle = atan(angleNum1/angleDen1) - atan(angleNum2/angleDen2);
return(angle);
}

/* Method that returns 0 if unreachable and 1 if reachable. */
int checkAngle (double alpha, double beta) {
double base = 100.0, l1 = 80.0, l2 = 80.0;
double x, y, x_temp;
x = -l2*sin(alpha + beta) - l1*sin(alpha);
y = l2*cos(alpha + beta) + l1*cos(alpha) + base;

/* Check if arm goes underground. */
if (y < 0) { return 0; }
/* Check if arm crosses its base. */
if (y < base) {
/* Compute location of "elbow". */
x_temp = l1*cos(alpha + M_PI/2);
/* Value is negative if "elbow" and "wrist" is on the opposite side. */
if (x * x_temp < 0) { return 0; }
}
/* Otherwise, we are good to go. */
return 1;
}
```



```
*******************************************************************************
This code is HeeChan's code to print out the x-y map for the arm program code for
AI Robotics.
*******************************************************************************

000000000000000000000000000000000000001111100000000000000000000000000000000000000
000000000000000000000000000000011111111111111111110000000000000000000000000000000
000000000000000000000000000011111111111111111111111110000000000000000000000000000
000000000000000000000000011111111111111111111111111111110000000000000000000000000
000000000000000000000001111111111111111111111111111111111100000000000000000000000
000000000000000000000111111111111111111111111111111111111111000000000000000000000
000000000000000000011111111111111111111111111111111111111111110000000000000000000
000000000000000000111111111111111111111111111111111111111111111000000000000000000
000000000000000011111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000000
000000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000000000
000000000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000000000
000000000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000
000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000000
000000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000000
000000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000
000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000
000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000
000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000
000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000
000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000
000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000
000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000
000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000
000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000
000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000
000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000
000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000
000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000
001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100
001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100
001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100
011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111111100000001111111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111111000000000111111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111110000000000011111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111100000000000001111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111000000000000000111111111111111111111111111111110
111111111111111111111111111111111000000000000000111111111111111111111111111111111
111111111111111111111111111111111000000000000000000001111111111111111111111111111
111111111101111101110110001111111000000000000000000000000011011101111101111111111
111111111111111111111111111111111000000000000000000001111111111111111111111111111
111111111111111111111111111111111000000000000000111111111111111111111111111111111
011111111111111111111111111111111000000000000000111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111100000000000001111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111110000000000011111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111111000000000111111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111111100000001111111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110
011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110
001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100
001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100
001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100
000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000
000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000
000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000
000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000
000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000
000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000
000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000
000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000
000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000
000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000
000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000
000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000
000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000
```



```
*******************************************************************************
This code is HeeChan's code to print out the alpha-beta map for the arm program
code for AI Robotics.
*******************************************************************************

11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000000
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000000
01111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000000
01111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000000
00111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000000
00011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000000
00011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000
00001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000
00000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000000
00000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000
00000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000000
00000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000
00000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000000
00000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000
00000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000000
00000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000
00000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000000
00000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000
00000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100000
00000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000
00000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110000
00000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111000
00000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100
00000000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100
00000000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110
00000000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000011111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000001111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
00000000000000111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
```