

ネットワークプログラミングⅡ

総合演習

402 411

2017 年 7 月 25 日

1 概要

今回、ネットワークプログラミング II の総合演習として作成した作品は「六目並べ」である。初めに、六目並べについて説明する。これに似たゲームとして、五目並べが挙げられる。しかしながら、五目並べは先手必勝であることが証明されている。先手においては、6 個以上の石の連である長連、同一衝点に四が 2 個以上同時にできるものである四四、同一衝点に三が 2 個以上同時にできるものである三三は反則負けとされているが、それでも先手必勝は変わらない。この不公平さを解消するために考案されたのが六目並べである。

続いて、六目並べのゲームの流れを次に示す。

1. 先手が 1 回打つ
2. 後手が 2 回打つ
3. 先手が 2 回打つ
4. 2~3 を先手と後手のどちらかが 6 個の石の連を作るまで続ける

このルールに則ることで、先手後手による不公平さが五目並べよりも少なくなる。

2 ソースコード

総合演習で作成したソースコードをリスト 1~6 に示す。sessionman.h であるリスト 1 では、sessionman.c で使用するマクロや外部関数を宣言した。なお、このプログラムを実行するにはサーバの 50002 番ポートを開けておく必要がある。

リスト 1 sessionman.h

```
1 #include <stdlib.h>
2 #include <string.h>
3 #include <sys/types.h>
4 #include <netinet/in.h>
5
6 #define PORT      (in_port_t)50002
7 #define MAX_ATTENDANTS 5
8
9 extern void enter();
10 extern void sessionman_init(int num, int maxfd);
11 extern void sessionman_loop();
```

sessionman.c であるリスト 2 では、セッションに関する処理の定義をした。サーバーに接続した各クライアントには各ファイルディスクリプタ fd が割り当てられ、サーバとクライアントは fd を通して通信を行う。15 行目から 18 行目では各クライアントの情報を格納する構造体 ATTENDANT を定義した。25 行目の enter 関数では、i 番目のクライアントを割り当てられた fd で初期化する処理を行う。38 行目の sessionman_init 関数では、ゲームの先攻後攻を決める処理を行う。これはゲームが開始するときに呼び出される。63 行目の sessionman_loop 関数では、各クライアントから送られてきた内容を全てのクライアントに送信する処理を行う。89 行目の ending 関数では、サーバとクライアントの通信の終了処理を行う。101 行目の send_all 関数では、全てのクライアントにグローバル変数 buf の内容を送信する処理を行う。

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
4  #include <unistd.h>
5  #include <sys/types.h>
6
7  #define MAX_ATTENDANTS 5
8  #define BUF_LEN      80
9
10 static char buf[BUF_LEN];
11 static fd_set mask;
12 static int width;
13 static int attendants;
14
15 typedef struct {
16     int fd;
17     // char name[16];
18 } ATTENDANT;
19
20 static ATTENDANT p[MAX_ATTENDANTS];
21
22 static void send_all(int i, int n);
23 static void ending();
24
25 void enter(int i, int fd)
26 {
27     int len;
28     static char *mesg = "Wait.\n";
29
30     p[i].fd = fd;
31
32     // Send "Wait." to player who is first entered room.
33     if (i == 0) {
34         write(fd, mesg, strlen(mesg));
35     }
36 }
37
38 void sessionman_init(int num, int maxfd)
39 {
40     int i;
41     // static char *mesg = "Game Start.\n";
42     char message[20];
43     int rnd;
44
45     srand(time(NULL));
46     rnd = random() % 2;
47
48     attendants = num;
49
50     width = maxfd + 1;
51     FD_ZERO(&mask);
52     FD_SET(0, &mask);
53     for (i = 0; i < num; i++) {
54         FD_SET(p[i].fd, &mask);
55     }
56
57     sprintf(message, ":%d Game Start.\n", rnd);

```

```

58     write(p[0].fd, message, strlen(message));
59     sprintf(message, ":%d Game Start.\n", 1 - rnd);
60     write(p[1].fd, message, strlen(message));
61 }
62
63 void sessionman_loop()
64 {
65     fd_set readOk;
66     int i;
67
68     while (1) {
69         readOk = mask;
70         select(width, (fd_set *)&readOk, NULL, NULL, NULL);
71
72         // Is there are input from keyboard?
73         if (FD_ISSET(0, &readOk)) {
74             ending();
75         }
76
77         for (i = 0; i < attendants; i++) {
78             if (FD_ISSET(p[i].fd, &readOk)) {
79                 int n;
80                 n = read(p[i].fd, buf, BUF_LEN);
81                 send_all(i, n);
82             }
83         }
84     }
85 }
86
87 // Sub routine
88
89 static void ending()
90 {
91     int i;
92     for (i = 0; i < attendants; i++) {
93         write(p[i].fd, "q", 1);
94     }
95     for (i = 0; i < attendants; i++) {
96         close(p[i].fd);
97     }
98     exit(0);
99 }
100
101 static void send_all(int i, int n)
102 {
103     int j;
104     for (j = 0; j < attendants; j++) {
105         write(p[j].fd, buf, n);
106     }
107 }

```

session.h であるリスト 3 では、session.c で使用するマクロや外部関数を宣言した。

リスト 3 session.h

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <sys/types.h>
4 #include <netinet/in.h>

```

```

5
6 #define PORT (in_port_t)50002
7 #define HOSTNAME_LENGTH 64
8
9 extern void session_init(int soc);
10 extern void session_loop();

```

session.c であるリスト 4 では、六目並べのゲームの処理とサーバと通信を行う処理を行う。58 行目の session_init 関数ではソケットの初期化と、ゲームのために使用するライブラリ ncurses の初期化を行う。93 行目の session_loop 関数では、プレイヤーやサーバからの入力を監視するためのループを行う。109 行目の if 文以降では、標準入力から入力があった場合の処理を行う。標準入力からのキーの入力に対応する処理を表 1 に示す。148 行目の if 文以降では、サーバからデータが送られてきた場合の処理を行う。具体的に、送られてきた文字列とそれに対応する処理を表 2 に示す。

session.c であるリスト 4 のプライベート関数について、226 行目の init_goban 関数では、碁盤の初期化を行う。243 行目の is_my_turn 関数では、ゲームのステップ数と自分の石の文字を与えると、現在のターンが自分のターンであれば 1 を、相手のターンであれば 0 を返す。256 行目の put_stone 関数では、与えられた (x,y) 座標に石が何も置かれていない場合に、与えられた石の文字を碁盤に配置する。267 行目の die 関数では、ゲーム終了時の処理を行う。274 行目の detect_rokumoku 関数では、与えられた石の文字列が碁盤上で 6 つ以上ならんでいるかを調べる。石が 6 つ以上ならんでいれば 1 を、そうでなければ 0 を返す。

リスト 4 session.c

```

1 #include <stdlib.h>
2 #include <unistd.h>
3 #include <string.h>
4 #include <sys/types.h>
5 #include <signal.h>
6 #include <ncurses.h>
7
8 #define BUF_LEN 80
9
10 #define INFO_WIN_WIDTH 40
11 #define INFO_WIN_HEIGHT 1
12
13 #define GOBAN_SCREEN_HEIGHT 20
14 #define GOBAN_SCREEN_WIDTH 40
15
16 static char goban_my_stone;
17 static char goban_peer_stone;
18
19 static char goban_plane[GOBAN_SCREEN_HEIGHT][GOBAN_SCREEN_WIDTH] = {
20     ". . . . .",
21     ". . . . .",
22     ". . . . .",
23     ". . . . .",
24     ". . . . .",
25     ". . . . .",
26     ". . . . .",
27     ". . . . .",
28     ". . . . .",
29     ". . . . .",
30     ". . . . .",
31     ". . . . ."

```

```

32     ". . . . .",
33     ". . . . .",
34     ". . . . .",
35     ". . . . .",
36     ". . . . .",
37     ". . . . .",
38     ". . . . .",
39     ". . . . .";
40 };
41 static char goban_plane_orig[GOBAN_SCREEN_HEIGHT][GOBAN_SCREEN_WIDTH];
42
43 static WINDOW *win_info, *win_goban;
44 static WINDOW *frame_info, *frame_goban;
45
46 static char send_buf[BUF_LEN];
47 static char recv_buf[BUF_LEN];
48 static int session_soc;
49 static fd_set mask;
50 static int width;
51
52 static void init_goban();
53 static int is_my_turn(int, char);
54 static int put_stone(int, int, char);
55 static void die();
56 static int detect_rokumoku(char);
57
58 void session_init(int soc)
59 {
60     int i;
61     int x, y;
62     session_soc = soc;
63     width = soc + 1;
64     FD_ZERO(&mask);
65     FD_SET(0, &mask);
66     FD_SET(soc, &mask);
67
68     initscr();
69     signal(SIGINT, die);
70
71     win_info = newwin(INFO_WIN_HEIGHT, INFO_WIN_WIDTH, 22, 1);
72     scrollok(win_info, FALSE);
73     wmove(win_info, 0, 0);
74
75     frame_goban = newwin(GOBAN_SCREEN_HEIGHT + 2, GOBAN_SCREEN_WIDTH + 2, 0, 0);
76     win_goban = newwin(GOBAN_SCREEN_HEIGHT, GOBAN_SCREEN_WIDTH, 1, 1);
77     box(frame_goban, '|', '-');
78     scrollok(win_goban, FALSE);
79     wmove(win_goban, 0, 0);
80
81     cbreak();
82     noecho();
83
84     memcpy(goban_plane_orig, goban_plane, sizeof(goban_plane));
85     init_goban();
86
87     wrefresh(frame_info);
88     wrefresh(win_info);
89     wrefresh(frame_goban);

```

```

90     wrefresh(win_goban);
91 }
92
93 void session_loop()
94 {
95     int c;
96     fd_set readOk;
97     int i;
98     int y, x;
99     char message[BUF_LEN];
100    int status;
101    int is_game_loop = 1;
102    int is_game_finish = 0;
103    int game_step = 0;
104
105    while (1) {
106        readOk = mask;
107        select(width, (fd_set *)&readOk, NULL, NULL, NULL);
108
109        if (FD_ISSET(0, &readOk)) {
110            c = getchar();
111            getyx(win_goban, y, x);
112            switch (c) {
113                case 'j':
114                    wmove(win_goban, y+1, x);
115                    break;
116                case 'k':
117                    wmove(win_goban, y-1, x);
118                    break;
119                case 'h':
120                    wmove(win_goban, y, x-2);
121                    break;
122                case 'l':
123                    wmove(win_goban, y, x+2);
124                    break;
125                case ' ':
126                    if (is_game_finish) break;
127                    if (!is_my_turn(game_step, goban_my_stone)) break;
128                    if (!put_stone(y, x, goban_my_stone)) break;
129
130                    sprintf(send_buf, "(%d,%d) %c\n", x, y, goban_my_stone);
131                    write(session_soc, send_buf, strlen(send_buf));
132
133                    break;
134                case 'r':
135                case 'c':
136                    sprintf(send_buf, "reset\n");
137                    write(session_soc, send_buf, strlen(send_buf));
138                    break;
139                case 'q':
140                    sprintf(send_buf, "quit\n");
141                    write(session_soc, send_buf, strlen(send_buf));
142                    break;
143            }
144            wrefresh(win_info);
145            wrefresh(win_goban);
146        }
147    }

```

```

148     if (FD_ISSET(session_soc, &readOk)) {
149         status = read(session_soc, recv_buf, BUF_LEN);
150         if (recv_buf[0] == ':') {
151             // Game start!
152             int id;
153             sscanf(recv_buf, "%d", &id);
154             if (id == 0) {
155                 goban_my_stone = 'x';
156                 goban_peer_stone = 'o';
157                 strcpy(message, "Wait.");
158             } else {
159                 goban_my_stone = 'o';
160                 goban_peer_stone = 'x';
161                 strcpy(message, "It's your turn!");
162             }
163             sprintf(recv_buf, "Game start! %s\n", message);
164             werase(win_info);
165             waddstr(win_info, recv_buf);
166         }
167         else if (recv_buf[0] == '(') {
168             // Player put stone.
169             char stone_char;
170             sscanf(recv_buf, "(%d,%d) %c", &x, &y, &stone_char);
171             put_stone(y, x, stone_char);
172             game_step++;
173             if ((status = is_my_turn(game_step, goban_my_stone)) > 0) {
174                 sprintf(message, "It's your turn! (remains: %d)\n", status);
175             } else {
176                 sprintf(message, "%s\n", "Wait");
177             }
178             werase(win_info);
179             waddstr(win_info, message);
180
181             if (stone_char == goban_my_stone && detect_rokumoku(stone_char)) {
182                 werase(win_info);
183                 waddstr(win_info, "You win!");
184                 is_game_finish = 1;
185             }
186             if (stone_char == goban_peer_stone && detect_rokumoku(stone_char)) {
187                 werase(win_info);
188                 waddstr(win_info, "You lose!");
189                 is_game_finish = 1;
190             }
191         }
192         else if (strstr(recv_buf, "reset") != NULL) {
193             // Reset game.
194             init_goban();
195             game_step = 0;
196             is_game_finish = 0;
197             if (goban_my_stone == 'x') {
198                 strcpy(message, "Wait.");
199             } else {
200                 strcpy(message, "It's your turn!");
201             }
202             sprintf(recv_buf, "Game start! %s\n", message);
203             werase(win_info);
204             waddstr(win_info, recv_buf);
205         }

```



```

206         else if (strstr(recv_buf, "quit") != NULL) {
207             // Quit game.
208             is_game_loop = 0;
209         }
210         else {
211             // Received broadcast message.
212             werase(win_info);
213             waddstr(win_info, recv_buf);
214         }
215
216         wrefresh(win_info);
217         wrefresh(win_goban);
218     }
219
220     if (is_game_loop == 0) break;
221 }
222
223 die();
224 }
225
226 static void init_goban()
227 {
228     int x, y;
229     memcpy(goban_plane, goban_plane_orig, sizeof(goban_plane_orig));
230
231     wclear(win_goban);
232     x = 0;
233     for (y = 0; y < GOBAN_SCREEN_HEIGHT; y++) {
234         wmove(win_goban, y, x);
235         waddstr(win_goban, goban_plane[y]);
236     }
237     wmove(win_goban, GOBAN_SCREEN_HEIGHT/2, GOBAN_SCREEN_WIDTH/2);
238 }
239
240 // Return true if it's my turn.
241 // game_step: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
242 // stone:      o x x o o x x o o x x ...
243 static int is_my_turn(int game_step, char stone_char)
244 {
245     int mod;
246     if (stone_char == 'o' && game_step == 0) return 1;
247     if (stone_char == 'x' && game_step == 0) return 0;
248     mod = (game_step - 1) % 4;
249     if (stone_char == 'o' && mod == 2) return 2;
250     if (stone_char == 'o' && mod == 3) return 1;
251     if (stone_char == 'x' && mod == 0) return 2;
252     if (stone_char == 'x' && mod == 1) return 1;
253     return 0;
254 }
255
256 static int put_stone(int y, int x, char stone_char)
257 {
258     if (goban_plane[y][x] != '.') return 0;
259     goban_plane[y][x] = stone_char;
260
261     wmove(win_goban, y, x);
262     waddch(win_goban, stone_char);
263     wmove(win_goban, y, x);

```

```

264     return 1;
265 }
266
267 static void die()
268 {
269     endwin();
270     close(session_soc);
271     exit(0);
272 }
273
274 static int detect_rokumoku(char stone_char)
275 {
276     int cnt = 0;
277     int cnt2 = 0;
278     int x, y;
279     int k;
280     for (y = 0; y < GOBAN_SCREEN_HEIGHT; y++) {
281         cnt = 0;
282         for (x = 0; x < GOBAN_SCREEN_WIDTH - 1; x += 2) {
283             cnt = (goban_plane[y][x] == stone_char) ? (cnt + 1) : 0;
284             if (cnt == 6) return 1;
285         }
286     }
287
288     for (x = 0; x < GOBAN_SCREEN_WIDTH - 1; x += 2) {
289         cnt = 0;
290         for (y = 0; y < GOBAN_SCREEN_HEIGHT; y++) {
291             cnt = (goban_plane[y][x] == stone_char) ? (cnt + 1) : 0;
292             if (cnt == 6) return 1;
293         }
294     }
295
296     for (y = 0; y < GOBAN_SCREEN_HEIGHT; y++) {
297         for (x = 0; x < GOBAN_SCREEN_WIDTH - 1; x += 2) {
298             cnt = 0;
299             cnt2 = 0;
300             for (k = 0; k < GOBAN_SCREEN_WIDTH / 2 - 1; k++) {
301                 if (!(y + k >= 0 && y + k < GOBAN_SCREEN_HEIGHT)) continue;
302                 if (!(y + k * 2 < GOBAN_SCREEN_WIDTH - 1)) continue;
303                 if (!(GOBAN_SCREEN_WIDTH - 2 - x - k * 2 >= 0)) continue;
304                 cnt = (goban_plane[y + k][x + k * 2] == stone_char) ? (cnt + 1) :
305                     0;
306                 cnt2 = (goban_plane[y + k][GOBAN_SCREEN_WIDTH - 2 - x - k * 2] ==
307                     stone_char) ? (cnt2 + 1) : 0;
308                 if (cnt == 6) return 1;
309                 if (cnt2 == 6) return 1;
310             }
311         }
312     }
313
314     return 0;
315 }

```

表 1 プレイヤーからのキーの入力に対応する処理

キーの入力	行う処理
j	一つ下へカーソルを移動する
k	一つ上へカーソルを移動する
h	一つ左へカーソルを移動する
l	一つ右へカーソルを移動する
space	現在のカーソルの位置に石を置く
r	ゲームをリセットする
q	ゲームを終了する

表 2 サーバから送られてきた文字列とそれに対応する処理

送られてきた文字列	行う処理
: N	数字 N が 1 なら先攻、0 なら後攻でゲーム開始
(X,Y) C	座標 (X,Y) の位置に文字 C の石を置く
reset	ゲームをリセットする
quit	ゲームを終了する

server.c であるリスト 5 では、サーバ側のプログラムを立ち上げた時にクライアント側からの通信を待ち、2 台のクライアントが接続したらゲームを開始するなどの一連の作業を行う。

リスト 5 server.c

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "sessionman.h"
4  #include "mylib.h"
5
6  int main(int argc, char const *argv[]) {
7      int num;
8      int soc;
9      int maxfd;
10
11     num = 2; // player count
12
13     if ((soc = mserver_socket(PORT, num)) == -1) {
14         fprintf(stderr, "cannot setup server\n");
15         exit(1);
16     }
17
18     maxfd = mserver_maccept(soc, num, enter);
19
20     sessionman_init(num, maxfd);
21
22     sessionman_loop();
23
24     return 0;
25 }
```

client.c であるリスト 6 では、クライアント側のプログラムを立ち上げた時にサーバとソケット通信をするための処理を行い、ゲームでのレンダリングやユーザ入力の処理などの一連の作業を行う。

リスト 6 client.c

```
1 #include "session.h"
2
3 int main(int argc, char const *argv[]) {
4     int soc;
5     char hostname[HOSTNAME_LENGTH];
6
7     printf("Input sever's hostname: ");
8     fgets(hostname, HOSTNAME_LENGTH, stdin);
9     chop_newline(hostname, HOSTNAME_LENGTH);
10
11     if ((soc = setup_client(hostname, PORT)) == -1) {
12         exit(1);
13     }
14
15     session_init(soc);
16
17     session_loop();
18
19     return 0;
20 }
```

最後に、作成したプログラムをコンパイルする Makefile をリスト 7 に示す。リスト 7 の Makefile を使って make すると、bin ディレクトリの下に s と c という実行ファイルができる。なお、s と c はそれぞれサーバ用とクライアント用の実行ファイルであることを表している。

リスト 7 Makefile

```
1 MYLIBDIR = mylib
2 MYLIB     = $(MYLIBDIR)/mylib.a
3 OBJJS1    = server.o sessionman.o
4 OBJJS2    = client.o session.o
5 CFLAGS    = -I$(MYLIBDIR)
6
7 all: bin bin/s bin/c
8
9 bin:
10     mkdir $@
11
12 bin/s: $(OBJJS1)
13     $(CC) -o $@ $^ $(MYLIB) -lnurses
14
15 bin/c: $(OBJJS2)
16     $(CC) -o $@ $^ $(MYLIB) -lnurses
17
18 server.o: sessionman.h
19 client.o: session.h
20
21 clean:
22     $(RM) bin/s bin/c $(OBJJS1) $(OBJJS2) *~
```

3 実行結果

まずサーバ側で bin/s を実行してからクライアント側となる 2 つ画面を用意して, それぞれで bin/c を実行した結果を図 1 と 2 に示す。

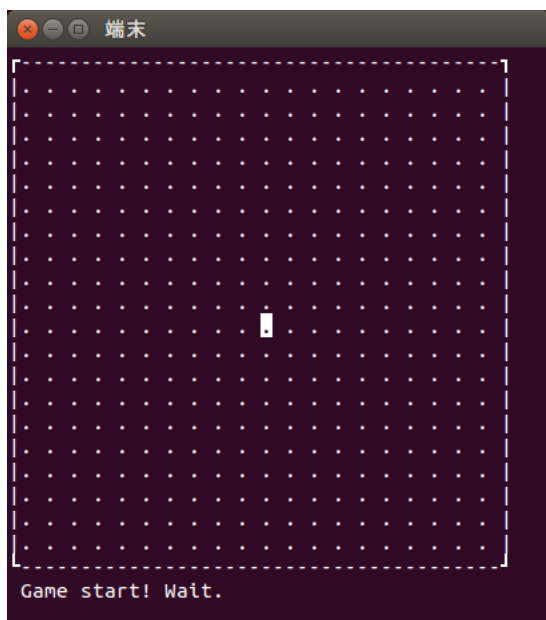


図 1 後手番 x のゲーム開始直後の画面

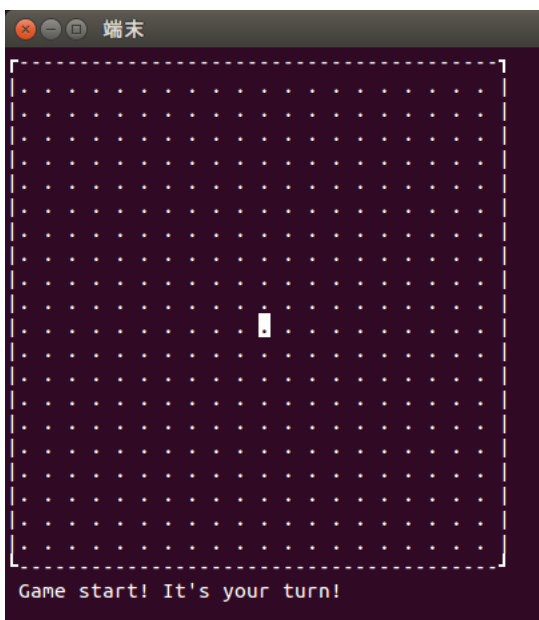


図 2 先手番 o のゲーム開始直後の画面

図 1 は後手番となったときのゲーム開始直後の画面である。対して、図 2 は先手番となったときのゲーム開始直後の画面である。It's your turn! と表示されたことから判別ができる。この盤面から先手が 1 回打ったときの画面を図 3 と 4 に示す。

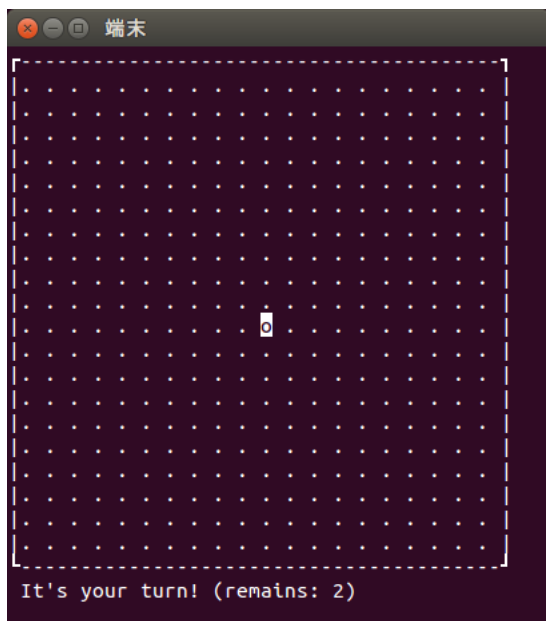


図3 後手番 x のゲーム開始から 1 手進んだ時の様子

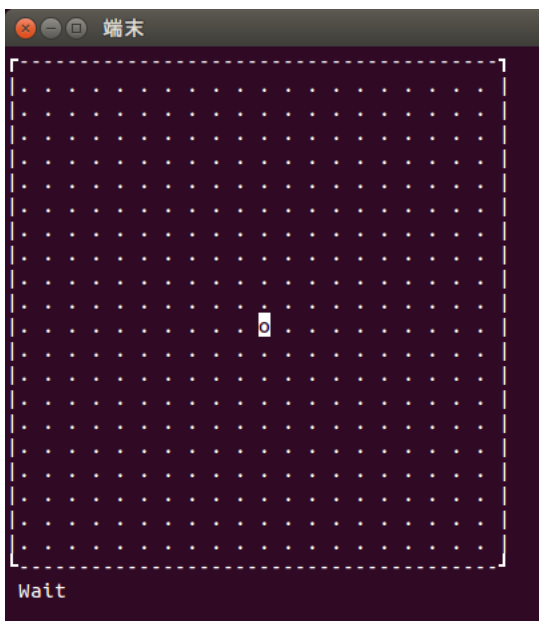


図4 先手番 o のゲーム開始から 1 手進んだ時の様子

図3より、自分の手番となったことが確認できる。先手が表1に則って打ったことで、盤面の. が o に変わっていることが確認できる。図4で表される先手は、先ほど打ったために自分の手番ではない。この盤面から後手が1回打ったときの画面を図5と6に示す。

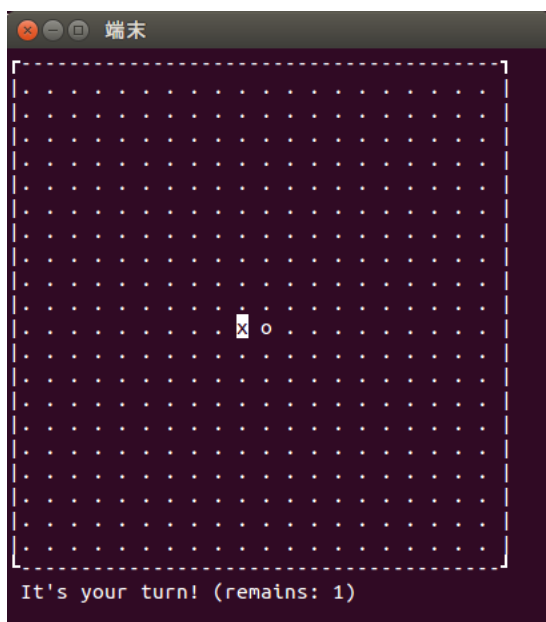


図5 後手番 x のゲーム開始から 2 手進んだ時の様子

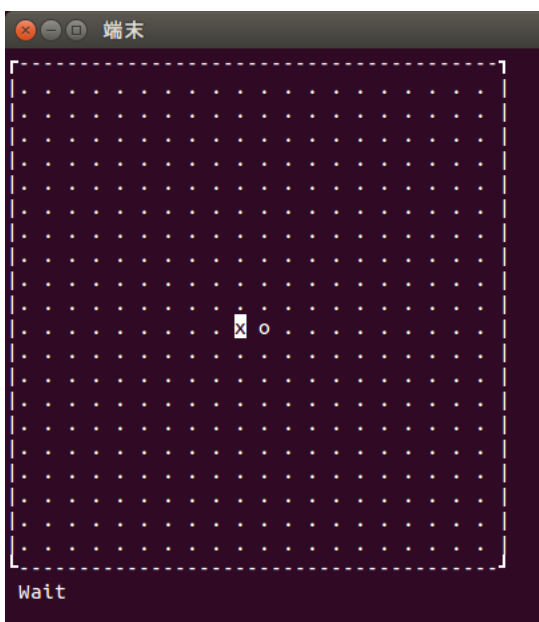


図6 先手番 o のゲーム開始から 2 手進んだ時の様子

図5より、盤面の. が x に変わり、打てる回数である remains が2から1に減っていることが確認できる。図6で表される先手は、自分の手番ではない。この盤面から後手が1回打ったときの画面を図7と8に示す。

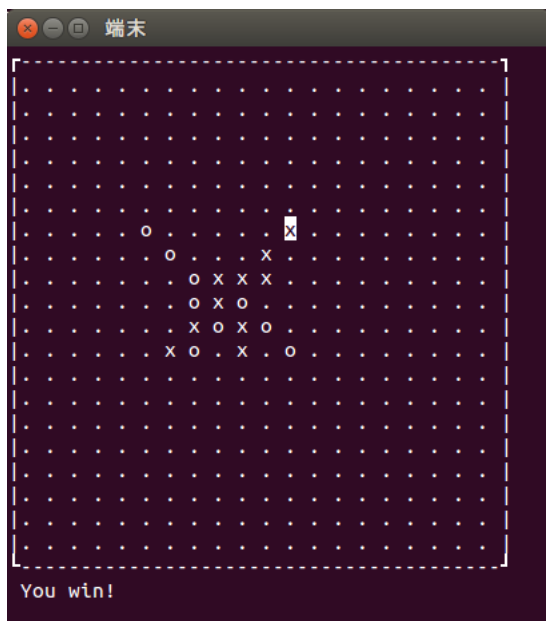


図 11 後手番 x が 6 つ並べた時の様子

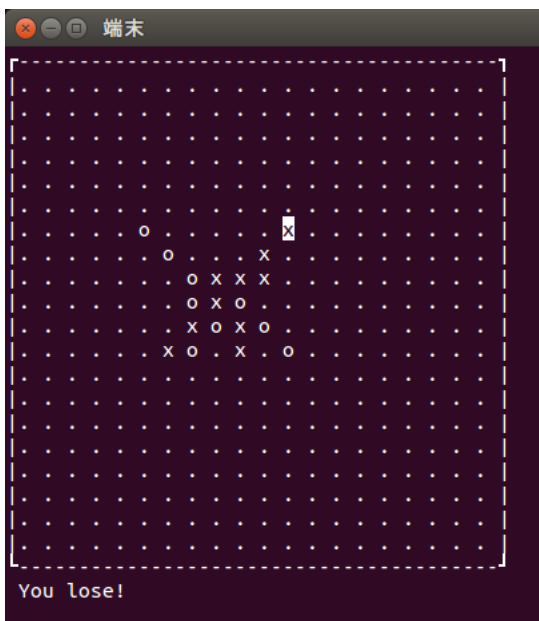


図 12 先手番 o が負けた時の様子

図 11 より、カーソルのある地点から左斜め下に向かって 6 つ x が並んでおり、You win! と表示されていることが確認できる。対して、図 12 より、You lose! と表示されていることが確認できる。以上が作成した六目並べの一連の流れである。

4 考察

実行結果より、作成した「六目並べ」がソケット通信を用いて 2 人で遊べるゲームであることから、ネットワーク通信技術を用いてプログラムを作成する本課題の目的に沿うため、課題は達成されたと思われる。