

C++프로그래밍및실습

2048게임 구현

진척 보고서 #3

제출일자: 2024 / 12 / 8 (일)

제출자명: 김혜신

제출자학번: 232053

1. 프로젝트 목표

1) 배경 및 필요성

일상 속에서 우리는 다양한 문제에 직면하고 이를 해결해야 하는 상황을 자주 맞닥뜨림. 2048 게임은 주어진 블록을 합쳐 목표 숫자에 도달하기 위해 전략적으로 생각하게 만듦. 이러한 사고방식은 일상에서 논리적이고 효율적인 문제 해결 방식을 찾는 데 도움이 됨. 게다가 게임이라는 점에서 바쁜 일상 속에서 잠시 휴식을 취하며 집중력과 몰입감을 높일 수 있고, 여가 시간을 유용하게 활용할 수 있는 취미가 될 수 있음.

2) 프로젝트 목표

같은 숫자가 충돌할 때마다 그 숫자가 합쳐져 2배의 숫자가 됨 (예: 2와 2가 만나면 4, 4와 4가 만나면 8). 목표는 숫자를 계속 합쳐서 **2048**을 만드는 것.

3) 차별점

기존의 2048 게임과 다르게 다양한 모드를 추가할 예정. 예를 들면 주어진 목표를 달성하는 모드. 특수블록(폭발 블록, 점프 블록 등)을 이용한 아이템 모드, $N \times N$ 모드 등. 이러한 모드들을 통해 플레이어에게 다양한 경험을 제공하며 기본 게임에 독창성을 더함.

2. 기능 계획

1) 기능 1 (기본 2048 게임)

- 기본적인 2048게임을 구현

(1) 세부 기능 1 (3x3 게임판 만들기)

- tictactoe 활동을 참고하여 배열로 3x3 플레이 화면을 만들 예정

(2) 세부 기능 2 (랜덤 2의배수 숫자 생성)

- 10보다 작은 정수 중 2의 배수인 랜덤 숫자를 빈 공간에 생성 (한 턴에 하나 생성)

(3) 세부 기능 3 (블록 합체 및 이동 기능)

- 블록들을 주어진 방향으로 정렬시키되 같은 블록이 연속적으로 있을 경우 합침
- 블록이 2048이 되면 게임을 종료함

(4) 세부 기능 4 (사용자 이동기능)

- 편하게 w,a,s,d의 입력을 받아 사용자가 원하는 방향으로 블록들을 이동시킴

(5) 세부 기능 5 (NxN 확장)

- 플레이 화면을 3 이상의 정수 N으로 확장시킴

2) 기능 2 (아이템 모드 만들기)

- 기본적인 2048게임에 다양한 기능의 블록을 추가

(1) 세부 기능 1 (점프 블록)

- 사용자 입력 방향에 가장 근접한 블록이 아닌 한 칸 떨어진 블록이 같은 경우 해당 블록과 합체

(2) 세부 기능 2 (폭발 블록)

- 사용자 입력 방향으로 정렬 시 폭발 블록과 인접한 가로 세로 대각에 위치한 블록들 모두 파괴

3) 기능 3 (목표 달성 모드 만들기)

- 5x5 2048게임의 가운데(3x3 위치) 목표가 되는 블록(1024 혹은 2048)을 위치시키고, 해당 블록을 합치면 클리어 하는 모드

(1) 세부 기능 1 (난이도 설정)

- 3x3 위치에 선택한 난이도에 따라 목표가 되는 블록을 정하는 기능 (상-2048, 중- 1024, 하- 512)

(2) 세부 기능 2 (클리어 조건)

- 가운데 위치한 블록을 합치면 클리어 되는 것으로 기존의 조건을 변경함

3. 기능 구현

(1) 세부 기능 1-1 (4x4 게임판 만들기) & 세부 기능 1-5 (NxN 확장)

- 입출력

➔ 기본 numCell(= 4)을 받아 변수 i, j와 for문을 이용하여 4x4 게임판을 출력합니다.

- 설명

➔ 중간고사 tictactoe에서 numCell을 변경하여 게임판의 크기를 바꾸는 것을 참고하여 2048 기본 게임판을 구현하였습니다.

주로 for문에 numCell을 활용하여 유동적인 코드로 작성했으며, 특이사항은 숫자가 한 자리 수, 두 자리 수, 세 자리 수, 네 자리 수인때에 각각 공백을 달리하여 게임판이 붕괴되는 현상을 방지하였습니다.

(이후에 기능3 목표 달성 모드 만들기에 5x5를 사용할 계획입니다.)

- 적용된 배운 내용 (예: 반복문, 조건문, 클래스, 함수, 포인터 등)

➔ for문을 이용한 반복문, 반복되는 사용이 많기 때문에 draw라는 이름으로 함수화, 게임판의 모양은 수업시간에 배운 tictactoe를 참고하였습니다.

- 코드 스크린샷

```
14 const int numCell = 4; // 보드판의 가로 세로 길이 (기본 4x4)
15 int board[numCell][numCell] = {0}; // 게임판 초기화
```

```

213 // 세부 기능 1 (3x3 게임판 만들기)
214 void draw(void)
215 {
216     int i, j;
217     system("clear"); // 터미널 화면을 지우는 명령어
218     for (int i = 0; i < numCell; i++)
219     {
220         for (int i = 0; i < numCell - 1; i++)
221         {
222             cout << "----|";
223         }
224         cout << "----" << endl;
225         for (int j = 0; j < numCell; j++)
226         {
227             cout << board[i][j];
228             if (j == numCell - 1)
229             {
230                 break;
231             }
232             if (board[i][j] < 10){
233                 cout << "  ";}
234             else if (board[i][j] < 100){
235                 cout << " ";}
236             else if (board[i][j] < 1000){
237                 cout << " ";}
238             else if (board[i][j] < 10000){
239                 cout << " ";}
240         }
241         cout << endl;
242     }
243     for (int i = 0; i < numCell - 1; i++)
244     {
245         cout << "----|";
246     }
247     cout << "----" << endl;
248     printf("\nScore : %d \n", score);
249 }

```

(2) 세부 기능 1-2 (랜덤 2의배수 숫자 생성)

- 입출력

➔ numCell의 제공만큼 포인터 배열을 생성하여 빈 칸을 저장, 랜덤 선택하여 2또는 4를 생성하여 배열에 저장하는 함수입니다.

- 설명

➔ 게임판의 수만큼 포인터를 지정하고, 각 칸을 for문을 통해 확인하며 0인 경우 cnt의 값을 증가시켜 포인터 배열에 저장합니다.(최대 numCell의 제공까지 저장 가능) p0 배열에 저장된 빈 칸 중에서 무작위로 하나를 선택하여 새로운 숫자를 생성하며, rand() % 100 < 80 조건을 사용해 80% 확률로 2를, 20% 확률로 4를 생성하여 선택된 빈 칸에 대입합니다.

- 적용된 배운 내용 (예: 반복문, 조건문, 클래스, 함수, 포인터 등)

➔ 수업시간에 배운 반복문과 조건문, 포인터, 배열, 난수생성(`srand(time(NULL))`)이 사용되었고 이 코드를 `new_num`이라는 이름으로 함수화했습니다.

- 코드 스크린샷

```
50      srand(time(NULL)); // 난수생성 시드값
51      new_num();          // 초기값 2개 생성
52      new_num();
53      draw(); // 임의의 수 2개 생성 후 게임판 그리기

190 // 세부 기능 2 (랜덤 2의배수 숫자 생성)
191 void new_num(void)
192 {
193     int i, j, cnt = 0;
194     int *p0[numCell*numCell] = {0}; // 포인터 배열 p0를 선언
195
196     for (i = 0; i < numCell; i++)
197     {
198         for (j = 0; j < numCell; j++)
199         {
200             if (board[i][j] == 0)
201             {
202                 p0[cnt] = &board[i][j]; // board[i][j]가 0인 경우, 해당 칸의 주소를 p0 배열에 저장
203                 cnt++;                    // cnt를 1 증가하여 다음 빈 칸의 위치를 가리킴
204             }
205         }
206     }
207
208     *p0[rand() % cnt] = (rand() % 100 < 80) ? 2 : 4;
209     // p0 배열에 저장된 빈 칸 중에서 무작위로 하나를 선택하여 새로운 숫자를 생성
210     // rand() % 100 < 80 조건을 사용해 80% 확률로 2를, 20% 확률로 4를 생성하여 선택된 빈 칸에 대입
211 }
```

(3) 세부 기능 1-3 (블록 합체 및 이동 기능) & 세부 기능 1-4 (사용자 이동기능)

- 입출력

➔ player로부터 wasd를 입력받아 게임판 속 데이터들을 상하좌우로 정렬한 결과를 출력해주고, 만약 이웃한 블록이 같은 수인 경우에 이동방향에 있는 수에 흡수되어 2배가 되는 결과를 출력해주는 기능입니다.

- 설명

➔ 사용자의 입력을 받는 코드에서 `<termios.h>`는 터미널 입출력 설정을 제어하는 헤더 파일이며, `<unistd.h>`는 기본적인 시스템 레벨의 입출력 작업, 프로세스 제어, 파일 관리 등을 위한 여러 함수들을 제공하는 헤더 파일입니다. 이 두 헤더파일을 사용한 궁극적 이유는 게임 플레이어가 input값을 입력하고 엔터를 누르는 번거러움을 없애고자 올바른

input값을 입력한 즉시 게임에 반영시키기 위함 입니다.

➔ 사용자 입력에 따라 블록을 정렬하고 합체하는 기능을 구현하기 위해서 입력받은 key값에 따라 LEFT, RIGHT, UP, DOWN의 케이스를 나눴습니다. 각각의 경우에 구현된 구조가 비슷하기 때문에 간단하게 요약하자면 각 행과 열을 순회하며 단일 요소마다 case1. 칸이 비어있거나 이미 병합된 경우 case2. 병합이 불가능한 경우 case3. 움직일 부분이 비어있는 경우(비어있는 부분으로 이동함), case4. 같은 숫자가 충돌하는 경우(병합)를 체크하여 case 3,4인 경우에는 act를 1씩 증가시켜 act>0 일 때 동작발생 취급하여 게임을 진행시키도록 하였습니다. 이때 각각의 원소를 순차적으로 검사하기 때문에 중복으로 병합되는 경우가 생길 수 있음을 고려하여 병합된 숫자에는 +10000을 하여 이미 결합됨을 표시해 주었고 이후 모든 순회가 끝나면 결합된 숫자에 -10000을 하여 숫자를 복구해주는 과정이 있습니다.

- 적용된 배운 내용 (예: 반복문, 조건문, 클래스, 함수, 포인터 등)

➔ switch문, for문, if문, 배열이 사용되었고 main함수 내에 있기 때문에 이전에 만든 기능들을 호출하는 부분도 있으며, break문을 통해 특정한 경우에 switch문을 탈출하는 내용도 있습니다. tictactoe에서 while(1)무한루프로 진행시키며 특정 조건에서 종료하는 코드를 참고하였습니다.

- 코드 스크린샷

(사용자로부터 wasd를 입력받는 함수)

```
22 // 세부 기능 4 (사용자 이동기능-입력받기)
23 int getch(void)
24 {
25     // termios는 비차단 입력을 설정하여 키 입력이 발생하는 즉시 프로그램이 이를 처리함
26     struct termios oldattr, newattr;
27     // oldattr는 기존의 터미널 속성을 저장하고, newattr는 변경된 속성을 설정하기 위해 사용
28     int ch; // 입력받은 한 글자를 저장할 변수 ch를 선언
29     tcgetattr(STDIN_FILENO, &oldattr);
30     // 현재 터미널 속성을 oldattr에 저장. STDIN_FILENO는 표준 입력 파일 디스크립터(일반적으로 키보드 입력)
31     newattr = oldattr;
32     newattr.c_lflag &= ~(ICANON | ECHO); // newattr의 c_lflag 필드를 변경하여 입력 모드를 수정.
33     // ICANON 비트를 꺼서 비정규 모드로 변경. Enter를 누르지 않아도 키 입력이 즉시 프로그램으로 전달됨
34     // ECHO 비트를 꺼서 에코 기능을 비활성화. 입력한 문자가 화면에 표시되지 않음
35     tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &newattr);
36     // 새로운 설정(newattr)을 터미널에 적용합니다. TCSANOW는 즉시 속성을 변경
37     ch = getchar(); // 한 문자를 입력받아 ch 변수에 저장
38     tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &oldattr);
39     // 원래 터미널 속성(oldattr)을 복원, 프로그램이 끝나고 나서 터미널에 영향을 주지 않도록 함
40     return ch;
41 }
```

(입력받은 key값에 따라 블록을 합체하거나 이동시키는 코드)

```

55 // 게임 시작
56 while (1)
57 {
58     key = getch(); // 사용자 입력을 key에 저장
59     act = 0;
60
61     // 세부 기능 3 (사용자 입력에 따른 블록 합체 및 이동 기능)
62     switch (key)
63     {
64     case LEFT:
65         for (i = 0; i < numCell; i++)
66         { // 각 행에 대해 처리
67             for (j = 1; j <= numCell-1; j++)
68             { // 두 번째 칸부터 마지막 칸까지
69                 for (r = j; r > 0; r--)
70                 { // 현재 칸을 왼쪽으로 이동
71                     if (board[i][r] == 0 || board[i][r] > 10000)
72                         break; // case1.비어있거나 이미 병합된 경우
73                     if (board[i][r - 1] != 0 && board[i][r - 1] != board[i][r])
74                         break; // case2.병합 불가능한 경우 (연속 같은 수)
75                     if (board[i][r - 1] == 0)
76                         board[i][r - 1] = board[i][r]; // case3.왼쪽이 비어있으면 이동
77                     else if (board[i][r] == board[i][r - 1])
78                     { // case4.같은 숫자가 충돌하면 병합
79                         board[i][r - 1] *= 2; // 2배로 병합
80                         board[i][r - 1] += 10000; // 병합된 숫자 표시
81                         score += 2 * (board[i][r]); // 점수 업데이트
82                     }
83                     // case3,4(움직임 발생)인 경우만 해당
84                     board[i][r] = 0; // 현재 칸 비우기
85                     act++; // 이동/병합 발생 표시
86                 }
87             }
88         }
89         break;

```

```

91 case RIGHT:
92     for (i = 0; i < numCell; i++)
93     { // 각 행에 대해 처리
94         for (j = numCell-2; j >= 0; j--)
95         { // 마지막 -1 칸부터 첫 번째 칸까지
96             for (r = j; r < numCell-1; r++)
97             { // 현재 칸을 오른쪽으로 이동
98                 if (board[i][r] == 0 || board[i][r] > 10000)
99                     break;
100                 if (board[i][r + 1] != 0 && board[i][r + 1] != board[i][r])
101                     break;
102                 if (board[i][r + 1] == 0)
103                     board[i][r + 1] = board[i][r];
104                 else if (board[i][r] == board[i][r + 1])
105                 {
106                     board[i][r + 1] *= 2;
107                     board[i][r + 1] += 10000;
108                     score += 2 * (board[i][r]);
109                 }
110                 board[i][r] = 0;
111                 act++;
112             }
113         }
114     }
115     break;
116
117 case UP:
118     for (j = 0; j < numCell; j++)
119     { // 각 열에 대해 처리
120         for (i = 1; i <= numCell-1; i++)
121         { // 두 번째 행부터 마지막 행까지
122             for (r = i; r > 0; r--)
123             { // 현재 칸을 위로 이동
124                 if (board[r][j] == 0 || board[r][j] > 10000)
125                     break;
126                 if (board[r - 1][j] != 0 && board[r - 1][j] != board[r][j])
127                     break;
128                 if (board[r - 1][j] == 0)
129                     board[r - 1][j] = board[r][j];

```



```

130         else if (board[r][j] == board[r - 1][j])
131         {
132             board[r - 1][j] *= 2;
133             board[r - 1][j] += 10000;
134             score += 2 * (board[r][j]);
135         }
136         board[r][j] = 0;
137         act++;
138     }
139 }
140 }
141 break;
142
143 case DOWN:
144     for (j = 0; j < numCell; j++)
145     { // 각 열에 대해 처리
146         for (i = numCell-2; i >= 0; i--)
147         { // 마지막-1 행부터 첫 번째 행까지
148             for (r = i; r < numCell-1; r++)
149             { // 현재 칸을 아래로 이동
150                 if (board[r][j] == 0 || board[r][j] > 10000)
151                     break;
152                 if (board[r + 1][j] != 0 && board[r + 1][j] != board[r][j])
153                     break;
154                 if (board[r + 1][j] == 0)
155                     board[r + 1][j] = board[r][j];
156                 else if (board[r][j] == board[r + 1][j])
157                 {
158                     board[r + 1][j] *= 2;
159                     board[r + 1][j] += 10000;
160                     score += 2 * (board[r][j]);
161                 }
162                 board[r][j] = 0;
163                 act++;
164             }
165         }
166     }
167     break;
168 }
169 // 병합된 숫자 복구
170 for (i = 0; i < numCell; i++)
171 {
172     for (j = 0; j < numCell; j++)
173     {
174         if (board[i][j] > 10000)
175             board[i][j] -= 10000; // 병합된 숫자 복구
176     }
177 }
178
179 // 동작 발생
180 if (act > 0)
181 {
182     new_num(); // 새로운 숫자 추가
183     draw(); // 보드 출력
184     check_game_over(); // 게임 오버 상태 확인
185 }
186 }

```

(4) + 세부 기능 1-6 (승리 조건 확인하기)

- 입출력

➔ numCell을 이용하여 모든 게임 블록을 검사하며 우승조건에 충족할 경우 혹은 게임을 더이상 진행시킬 수 없는 상황인 경우에 게임을 종료시키는 멘트를 출력하고 종료합니다.

- 설명

➔ numCell입력을 받아 게임판의 모든 데이터들을 체크하면서 최고점수(100000)을 돌파

한 경우 멘트를 출력하고 게임을 종료시키고, 빈 칸이 있거나 합칠 수 있는 수가 이웃한 경우 return을 통해 게임을 재개하며, 모든 조건을 충족하지 못하는 경우 (빈 칸이 없는 경우) 게임오버가 되는 함수입니다.

➔ 이때 주의할 점으로 합칠 수 있는 수를 따지는 조건에서 마지막 행 / 마지막 열을 비교하는 경우 존재하지 않는 (numCell=4 기준 - 4행 또는 4열 존재x) 데이터와 비교하는 코드가 되기 때문에, 마지막 행과 열의 비교 조건문은 따로 작성해야 합니다.

- 적용된 배운 내용 (예: 반복문, 조건문, 클래스, 함수, 포인터 등)

➔ for문, if문, 배열을 통해 구현하였으며 check_game_over라는 이름의 함수를 구현했습니다. tictactoe에서 게임 종료 조건을 함수화 했던 내용을 적용시켰습니다.

- 코드 스크린샷

```
252 void check_game_over(void)
253 {
254     int i, j;
255
256     for (i = 0; i < numCell; i++)
257         for (j = 0; j < numCell; j++)
258             if (board[i][j] > 10000){ // 10000을 초과하는 경우
259                 cout << "10000점을 돌파했습니다. 게임을 종료합니다.";
260                 exit(0); }
261
262     for (i = 0; i < numCell; i++)
263         for (j = 0; j < numCell; j++)
264             if (board[i][j] == 0) // 빈 칸이 있는 경우 게임진행
265                 return;
266
267     for (i = 0; i < numCell-1; i++)
268         for (j = 0; j < numCell-1; j++)
269             if (board[i][j] == board[i + 1][j] || board[i][j] == board[i][j + 1])
270                 // 합칠 수 있는 수가 있는 경우 재개
271                 return;
272
273     // 만약 위의 for문에 범위를 4미만으로 할 경우 board[4][j]라는 존재하지 않는 정보를 비교하게 됨
274     // 때문에 3행 비교와 3열 비교는 각 각 분리해야 함
275     for (i = 0; i < numCell-1; i++)
276         if (board[i][numCell-1] == board[i + 1][numCell-1]) //가장 오른쪽 열을 검사
277             return;
278
279     for (j = 0; j < numCell-1; j++)
280         if (board[numCell-1][j] == board[numCell-1][j + 1]) //가장 아래쪽 행을 검사
281             return;
282
283
284
285     // 위 4가지 경우를 모두 충족시키지 못한 경우
286     cout << "Game Over..";
287     exit(0);
288 }
```

(5) 세부 기능 2-1 (점프 블록) & 2-2 (폭발 블록)

- 입출력

➔ 매 턴마다 numCell 만큼 순회하며 빈 칸에 특정 확률에 따라 -1(jump item) 이나 -2(bomb item) 같은 아이템을 생성하거나 2, 4와 같은 숫자를 추가합니다. 이동하는 숫자가 해당 아이템을 만났을 경우에 효과가 발생하고 이 영향을 받은 보드판을 반영합니다

- 설명

➔ 2나 4같은 숫자를 랜덤생성하는 것처럼 확률을 조정하여 아이템도 무작위 생성 할 수 있도록 NewNumOrItem()함수를 구성했습니다. 해당 아이템을 이동중인 숫자가 먹었을 때 Jump아이템은 J블럭 너머에 있는 숫자와 일치할 때 합쳐주고(2-J-2 인 경우 오른쪽 혹은 왼쪽으로 이동시 4가 됨), 일치하지 않거나 움직이지 않는 블럭에 대해서는 장애물 역할을 합니다. Bomb도 마찬가지로 장애물 역할을 하든, 움직이는 숫자가 B아이템을 먹은 경우 즉시 주변 8칸을 터뜨리는 역할을 합니다. 이 효과는 이동하는 블럭에만 적용되기 때문에 입력값에 따라 이동하는 코드에 HandleItem()함수를 삽입하여 설계했습니다.

(J 블럭이 합쳐지면 B 블럭이 되도록 했습니다.)

- 적용된 배운 내용 (예: 반복문, 조건문, 클래스, 함수, 포인터 등)

➔ 아이템을 생성하는 코드와 효과를 처리하는 코드를 분리하여 함수화 했습니다. 또 포인터 배열을 이용하여 빈 칸을 저장하였고, 반복문, 조건문이 사용되었습니다.

- 코드 스크린샷

(Item을 랜덤 생성하는 코드)

```

534 void NewNumOrItem()
535 {
536     int i, j, cnt = 0;
537     int *p0[numCell * numCell] = {0};
538
539     for (i = 0; i < numCell; i++)
540     {
541         for (j = 0; j < numCell; j++)
542         {
543             if (board[i][j] == 0)
544             {
545                 p0[cnt] = &board[i][j];
546                 cnt++;
547             }
548         }
549     }
550
551     if (cnt == 0)
552         return; // 빈 칸이 없으면 추가하지 않음
553
554     int randIndex = rand() % cnt;
555     int randChance = rand() % 100;
556
557     if (randChance < 10)
558     {
559         *p0[randIndex] = -1; // 10% 확률로 점프 아이템 (J)
560     }
561     else if (randChance < 15)
562     {
563         *p0[randIndex] = -2; // 5% 확률로 폭발 블록 (B)
564     }
565     else
566     {
567         *p0[randIndex] = (rand() % 100 < 80) ? 2 : 4; // 숫자 추가
568     }
569 }

```

(Item의 효과를 구현한 코드)

```

476 // 함수 구현화
477 void HandleItem(int &current, int &next, int i, int j, int dx, int dy, int act)
478 {
479     if (next == -1)
480     { // 점프 아이템
481         int nx = i + 2 * dx;
482         int ny = j + 2 * dy;
483         // 바로 옆 칸이 아닌 두 칸 떨어진 대상
484         if (nx >= 0 && nx < numCell && ny >= 0 && ny < numCell && board[nx][ny] == current)
485         {
486             board[nx][ny] *= 2;
487             score += 2 * current;
488             current = 0;
489             next = 0; // 점프 아이템 소멸
490             act++;
491         }
492     }
493     else if (next == -2)
494     { // 폭발 아이템
495         for (int x = -1; x <= 1; x++)
496         {
497             for (int y = -1; y <= 1; y++)
498             {
499                 int nx = i + x, ny = j + y;
500                 if (nx >= 0 && nx < numCell && ny >= 0 && ny < numCell)
501                 {
502                     board[nx][ny] = 0; // 인접 블록 제거
503                 }
504             }
505         }
506         current = 0;
507         next = 0; // 폭발 아이템 소멸
508         act++;
509     }
510 }

```

(이동 방향에 따라 아이템을 만났을 경우를 구현한 코드 예시)

```
253 // 세부 기능 3 (사용자 입력에 따른 블록 합체 및 이동 기능)
254 switch (key)
255 {
256     case LEFT:
257         for (int i = 0; i < numCell; i++)
258         {
259             for (int j = 1; j < numCell; j++)
260             { // 두 번째 칸부터 시작
261                 if (board[i][j] != 0)
262                 {
263                     int k = j;
264                     while (k > 0 && board[i][k - 1] == 0)
265                     { // 빈 칸으로 이동
266                         board[i][k - 1] = board[i][k];
267                         board[i][k] = 0;
268                         k--;
269                         act++;
270                     }
271                     if (k > 0)
272                     { // 아이템 및 합체 처리
273                         HandleItem(board[i][k], board[i][k - 1], i, k, 0, -1, act);
274                         if (board[i][k - 1] == board[i][k])
275                         { // 합체
276                             board[i][k - 1] *= 2;
277                             score += board[i][k - 1];
278                             board[i][k] = 0;
279                             act++;
280                         }
281                     }
282                 }
283             }
284         }
285         break;
```

(6) 세부 기능 2-3 (메뉴선택 기능 & 설명서)

- 입출력

➔ 화면에 게임 모드를 선택할 수 있는 메뉴를 출력해주고, 플레이어의 입력에 따라 모드를 선택할 수 있습니다. 설명서를 선택한 경우에는 설명서를 화면에 출력합니다.

- 설명

➔ 게임을 시작하면 메뉴화면이 뜨고 원하는 게임을 선택하면 해당 게임로직을 가진 함수를 실행시켜줍니다. 저는 기본 게임을 Run2048()로, 아이템 모드를 RunItemMode()로 구현하였으며 설명서를 선택했을 때 설명이 적힌 화면으로 전환되며 다시 스페이스를 누르면 메뉴화면으로 돌아올 수 있게 했습니다.

- 적용된 배운 내용 (예: 반복문, 조건문, 클래스, 함수, 포인터 등)

➔ 반복문과 조건문이 활용되었으며 while(true)를 통해 특정 모드를 선택하기 전까지 메뉴 화면을 띄워주었습니다.

- 코드 스크린샷

(메뉴화면 구현 코드)

```
17 // ANSI 기본 화면 관리
18 void clearScreen()
19 {
20     cout << "\033[2J\033[1;1H";
21 }
22
23 // 메뉴 표시 함수
24 void displayMenu(const string modes[], int modeCount, int selected)
25 {
26     clearScreen();
27     cout << "===== " << endl;
28     cout << "      게임 모드      " << endl;
29     cout << "===== " << endl;
30     for (int i = 0; i < modeCount; ++i)
31     {
32         if (i == selected)
33         {
34             cout << "> \033[1;32m" << modes[i] << "\033[0m" << endl;
35         }
36         else
37         {
38             cout << " " << modes[i] << endl;
39         }
40     }
41     cout << "===== " << endl;
42     cout << "W: 위로, S: 아래로, 스페이스: 선택" << endl;
43 }
```

(메인 함수에서의 모드 선택 구현 코드)

```
400 // 메인 함수
401 int main()
402 {
403     const int modeCount = 4;
404
405     string modes[modeCount] = {"모드 1: 2048 게임", "모드 2: 아이템 모드", "모드 3: 목표달성 모드", "모드 4: 설명서"};
406
407     int selected = 0; // 선택된 모드
408
409     while (true)
410     {
411         displayMenu(modes, modeCount, selected);
412         char input = GetInput();
413
414         if (input == 'w' || input == 'W')
415         {
416             selected = (selected - 1 + modeCount) % modeCount;
417         }
418         else if (input == 's' || input == 'S')
419         {
420             selected = (selected + 1) % modeCount;
421         }
422         else if (input == ' ')
423         {
424             if (selected == 0)
425             {
426                 clearScreen();
427                 cout << "모드 1: 2048 게임을 시작합니다!" << endl;
428                 Run2048(); // 2048 게임 실행
429             }
430             else if (selected == 1)
431             {
432                 clearScreen();
433                 cout << "모드 2: 아이템 모드를 시작합니다!" << endl;
434                 RunItemMode(); // 2048 게임 실행
435             }
436             else if (selected == 3)
437             {
438                 while (1)
439                 {
440                     clearScreen();
441                     cout << "===== 2048 게임 설명서 =====<br><br>
442                     cout << "1. 목표" << endl;
443                     cout << "  - 같은 숫자를 합쳐 더 높은 숫자를 생성하며, 최종적으로 2048을 만들면 승리합니다." << endl;
444                     cout << endl;
445                     cout << "2. 기본 규칙" << endl;
446                     cout << "  - 한 번의 움직임마다 보드에 새로운 숫자 2 또는 4가 랜덤 위치에 나타납니다." << endl;
447                     cout << "  - 같은 숫자가 충돌하면 합쳐져 두 배가 됩니다 (예: 2 + 2 = 4, 4 + 4 = 8)." << endl;
448                     cout << endl;
449                     cout << "3. 게임 방법" << endl;
450                     cout << "  - WASD로 위/아래/왼쪽/오른쪽으로 모든 숫자를 이동시킬 수 있습니다." << endl;
451                     cout << "  - 숫자는 선택한 방향으로 이동하며, 이동 가능한 가장 먼 칸까지 이동합니다." << endl;
452                     cout << "  - 빈칸이 없거나 숫자를 합칠 수 없으면 물리적 수 없습니다." << endl;
453                     cout << "===== " << endl;
454                     cout << " (위로 가려면 'SPACE'를 누르세요.) " << endl;
455
456                     char backInput = GetInput();
457                     if (backInput == ' ')
458                     {
459                         break;
460                     }
461                 }
462             }
463             else
464             {
465                 clearScreen();
466                 cout << modes[selected] << "은(는) 아직 구현되지 않았습니다!" << endl;
467                 break;
468             }
469         }
470     }
471
472     return 0;
473 }
```

(7) 세부 기능 2-2 (모듈화)

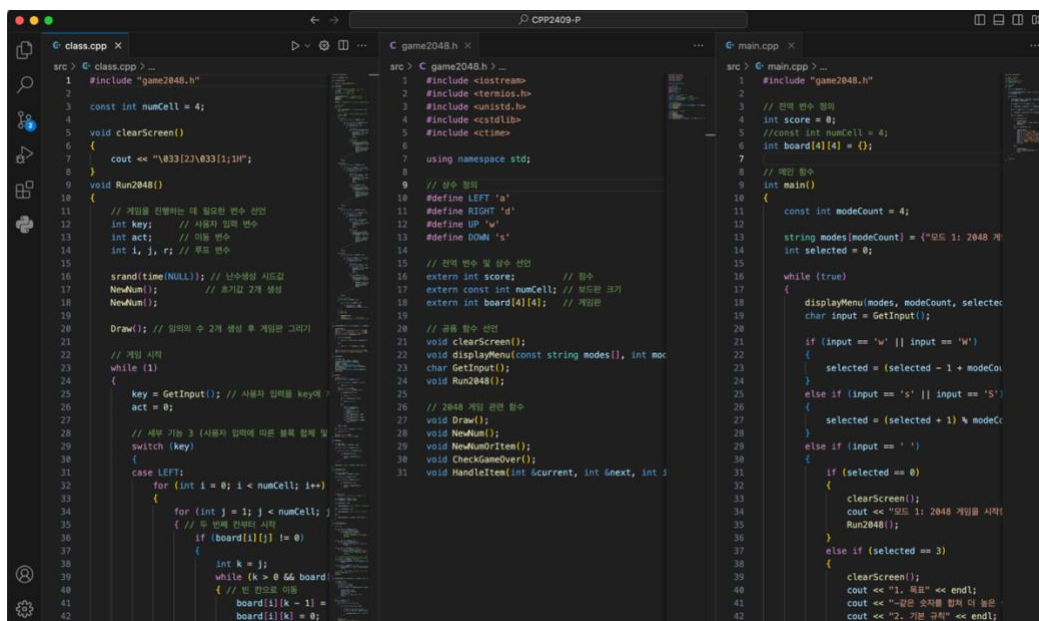
- 설명

➔ 지금까지 구현된 코드를 기반으로 모듈화를 진행해보았습니다. 아직은 모듈화된 코드를 다루는 것 보다 하나의 파일로 된 코드를 다루는 것이 익숙해 앞으로 다음 기능들을 구현할 때 우선 통일 파일로 구현해본 뒤 모듈화 하는 작업으로 진행할 예정입니다.

- 적용된 배운 내용 (예: 반복문, 조건문, 클래스, 함수, 포인터 등)

➔ 수업시간에 배운 모듈화를 현재 코드에 적용해보았습니다.

- 코드 스크린샷



```
class.cpp
1 #include "game2048.h"
2
3 const int numCell = 4;
4
5 void clearScreen()
6 {
7     cout << "\033[2J\033[1;1H";
8 }
9 void Run2048()
10 {
11     // 게임을 진행하는 데 필요한 변수 선언
12     int key; // 사용자 입력 변수
13     int act; // 이동 변수
14     int i, j, r; // 보조 변수
15
16     srand(time(NULL)); // 난수생성 시드값
17     NewNum(); // 초기값 2개 생성
18     NewNum();
19
20     Draw(); // 임의의 수 2개 생성 후 게임판 그리기
21
22     // 게임 시작
23     while (1)
24     {
25         key = GetInput(); // 사용자 입력을 key에
26         act = 0;
27
28         // 세부 기능 3 (사용자 입력에 따른 블록 이동 및
29         switch (key)
30         {
31             case LEFT:
32                 for (int i = 0; i < numCell; i++)
33                 {
34                     for (int j = 1; j < numCell; j)
35                     {
36                         if (board[i][j] != 0)
37                         {
38                             int k = j;
39                             while (k > 0 && board[i][k] == 0)
40                             {
41                                 board[i][k - 1] = board[i][k];
42                                 board[i][k] = 0;
43                             }
44                         }
45                     }
46                 }
47             case RIGHT:
48                 for (int i = 0; i < numCell; i++)
49                 {
50                     for (int j = numCell - 1; j > 0; j--)
51                     {
52                         if (board[i][j] != 0)
53                         {
54                             int k = j;
55                             while (k < numCell - 1 && board[i][k + 1] == 0)
56                             {
57                                 board[i][k + 1] = board[i][k];
58                                 board[i][k] = 0;
59                             }
60                         }
61                     }
62                 }
63             case UP:
64                 for (int j = 0; j < numCell; j++)
65                 {
66                     for (int i = numCell - 1; i > 0; i--)
67                     {
68                         if (board[i][j] != 0)
69                         {
70                             int k = i;
71                             while (k > 0 && board[k - 1][j] == 0)
72                             {
73                                 board[k - 1][j] = board[k][j];
74                                 board[k][j] = 0;
75                             }
76                         }
77                     }
78                 }
79             case DOWN:
80                 for (int j = 0; j < numCell; j++)
81                 {
82                     for (int i = 0; i < numCell - 1; i++)
83                     {
84                         if (board[i][j] != 0)
85                         {
86                             int k = i;
87                             while (k < numCell - 1 && board[k + 1][j] == 0)
88                             {
89                                 board[k + 1][j] = board[k][j];
90                                 board[k][j] = 0;
91                             }
92                         }
93                     }
94                 }
95             default:
96                 break;
97         }
98         Draw();
99         CheckGameOver();
100         if (CheckGameOver())
101             break;
102         NewNum();
103     }
104 }
```

```
game2048.h
1 #include <iostream>
2 #include <cstdlib>
3 #include <unistd.h>
4 #include <stdlib.h>
5 #include <ctime>
6
7 using namespace std;
8
9 // 함수 정의
10 #define LEFT 'a'
11 #define RIGHT 'd'
12 #define UP 'w'
13 #define DOWN 's'
14
15 // 판별 변수 및 상수 선언
16 extern int score; // 점수
17 extern const int numCell; // 보드판 크기
18 extern int board[4][4]; // 게임판
19
20 // 공통 함수 선언
21 void clearScreen();
22 void displayMenu(const string modes[], int modeCount);
23 char GetInput();
24 void Run2048();
25
26 // 2048 게임 관련 함수
27 void Draw();
28 void NewNum();
29 void NewNumWritten();
30 void CheckGameOver();
31 void HandleItem(int &current, int &next, int &score);
```

```
main.cpp
1 #include "game2048.h"
2
3 // 판별 변수 정의
4 int score = 0;
5 //const int numCell = 4;
6 int board[4][4] = {};
7
8 // 게임 실행
9 int main()
10 {
11     const int modeCount = 4;
12     string modes[modeCount] = {"모드 1: 2048 게임", "모드 2: 2048 게임", "모드 3: 2048 게임", "모드 4: 2048 게임"};
13     int selected = 0;
14
15     while (true)
16     {
17         displayMenu(modes, modeCount, selected);
18         char input = GetInput();
19
20         if (input == 'w' || input == 'W')
21         {
22             selected = (selected - 1 + modeCount) % modeCount;
23         }
24         else if (input == 's' || input == 'S')
25         {
26             selected = (selected + 1) % modeCount;
27         }
28         else if (input == ' ')
29         {
30             if (selected == 0)
31             {
32                 clearScreen();
33                 cout << "모드 1: 2048 게임을 시작합니다." << endl;
34                 Run2048();
35             }
36             else if (selected == 3)
37             {
38                 clearScreen();
39                 cout << "모드 4: 2048 게임을 시작합니다." << endl;
40                 cout << "2. 기본 규칙" << endl;
41             }
42         }
43     }
44 }
```

(8) 세부 기능 3-1 (난이도 설정 및 게임실행)

- 설명

➔ 메인 화면에서 mode 3 선택 시 3가지 level을 선택할 수 있는 기능을 추가했습니다.

➔ 선택된 level의 게임을 실행시키기 전 후로 동적배열을 할당하고 해제하는 작업을 합니다. numCell 크기만큼의 변수를 인자로 받아 게임보드와 포인터를 초기화 합니다.

- 적용된 배운 내용 (예: 반복문, 조건문, 클래스, 함수, 포인터 등)

➔ 동적 배열 함수를 이용하여 2D 배열과 포인터 배열을 생성 및 해제하는 내용을 적용해보았습니다.

- 코드 스크린샷

(동적 배열 생성 및 해제 함수)

```
43 // 동적 2D 배열 메모리 생성 함수
44 int** CreateBoard(int size)
45 {
46     int** board = new int*[size];
47     for (int i = 0; i < size; ++i)
48     {
49         board[i] = new int[size]{0};
50     }
51     return board;
52 }
53
54 // 동적 2D 배열 메모리 해제 함수
55 void DeleteBoard(int** board, int size)
56 {
57     for (int i = 0; i < size; ++i)
58     {
59         delete[] board[i];
60     }
61     delete[] board;
62 }
63
64 // 동적 1D 포인터 배열 생성 함수
65 int** CreatePointerArray(int size)
66 {
67     int** p0 = new int*[size * size]{nullptr};
68     return p0;
69 }
70
71 // 동적 1D 포인터 배열 메모리 해제 함수
72 void DeletePointerArray(int** p0)
73 {
74     delete[] p0;
75 }
```

(메뉴화면 구현 코드)

```
840 // 메인 함수
841 int main()
842 {
843     const int modeCount = 4; // mode 선택 (설명서 포함)
844     const int levelCount = 4; // level 선택 (back 포함)
845     int targetNum = 0; // mode 3 변수 초기화
846     int** board = CreateBoard(numCell); // 보드 10x10 초기화
847     int** p0 = CreatePointerArray(numCell); // 포인터 10x10 초기화
848
849     string modes[modeCount] = {"모드 1: 2048 게임", "모드 2: 아이템 모드", "모드 3: 목표달성 모드", "모드 4: 설명서"};
850     string levels[levelCount] = {"level: easy(1024)", "level: normal(2048)", "level: hard(4096)", "back"};
851
852     int selected = 0; // 선택된 모드
853
854     while (true)
855     {
```

(생략)


```

841 int main()
842     while (true)
843         else if (input == ' ')
844             else if (selected == 2)
845                 {
846                     ClearScreen();
847                     cout << "모드 3: 목표달성 모드" << endl;
848                     while (true)
849                     {
850                         DisplayMenu(levels, levelCount, selected);
851                         input = GetInput();
852                         if (input == 'w' || input == 'W')
853                         {
854                             selected = (selected - 1 + levelCount) % levelCount;
855                         }
856                         else if (input == 's' || input == 'S')
857                         {
858                             selected = (selected + 1) % levelCount;
859                         }
860                         else if (input == ' ')
861                         {
862                             if (selected == 0) // 1024 (easy mode)
863                             {
864                                 DeleteBoard(board, numCell); // 이전 크기 메모리 해제
865                                 DeletePointerArray(p0); // 1D 포인터 배열 해제
866                                 ClearScreen();
867
868                                 targetNum = 1024;
869                                 numCell = 5; // target 모드 디폴트값 5
870                                 board = CreateBoard(numCell);
871                                 p0 = CreatePointerArray(numCell);
872                                 LevelSelect2048(targetNum);
873                                 DeleteBoard(board, numCell);
874                                 DeletePointerArray(p0);
875                             }
876                             else if (selected == 1) // 2048 (normal mode)
877                             {
878                                 DeleteBoard(board, numCell); // 이전 크기 메모리 해제
879                                 DeletePointerArray(p0); // 1D 포인터 배열 해제
880                                 ClearScreen();

```

```

881                                 targetNum = 2048;
882                                 numCell = 5; // target 모드 디폴트값 5
883                                 board = CreateBoard(numCell);
884                                 p0 = CreatePointerArray(numCell);
885                                 LevelSelect2048(targetNum);
886                                 DeleteBoard(board, numCell);
887                                 DeletePointerArray(p0);
888                             }
889                             else if (selected == 2) // 4096 (hard mode)
890                             {
891                                 DeleteBoard(board, numCell); // 이전 크기 메모리 해제
892                                 DeletePointerArray(p0); // 1D 포인터 배열 해제
893                                 ClearScreen();
894
895                                 targetNum = 4096;
896                                 numCell = 5; // target 모드 디폴트값 5
897                                 board = CreateBoard(numCell);
898                                 p0 = CreatePointerArray(numCell);
899                                 LevelSelect2048(targetNum);
900                                 DeleteBoard(board, numCell);
901                                 DeletePointerArray(p0);
902                             }
903                             else
904                             {
905                                 break;
906                             }
907                         }
908                     }
909                 }
910             }
911         }
912     }
913 }

```

(9) 세부 기능 3-2 (클리어 조건)

- 설명

➔ mode 3만의 클리어 조건으로 초기에 생성되는 target을 병합하면 승리하는 것으로 조건을 추가했습니다.

- 적용된 배운 내용 (예: 반복문, 조건문, 클래스, 함수, 포인터 등)

➔ targetNum을 매개변수로 받아 for문과 if문을 이용하여 승리조건을 함수화 했습니다.

- 코드 스크린샷

```
307 // 현재 위치는 target의 위치를 고정시키고 target을 병합하는 것을 승리조건으로 하려 했으나,  
308 // 위치를 고정하는 부분도 target 이외의 target 크기의 숫자 두 개가 합쳐져도 승리하게 되어버리는 승리조건도 구현하지 못하게 되어 많이 아쉽습니다...  
309 // 하지만 게임 시작과 동시에 제공되는 target 블록이 플레이에 따라 클리어에 핵심 요소 또는 필립들이 될지 모른다는 변수는 또다른 제미요소의 생각입니다.  
310 void LevelCheckGameOver(int targetNum, int numCell)  
311 {  
312     int i, j;  
313  
314     for (i = 0; i < numCell; i++)  
315         for (j = 0; j < numCell; j++)  
316             if (board[i][j] > targetNum) {  
317                 cout << targetNum << "점을 돌파했습니다. 게임을 종료합니다.";   
318                 exit(0);  
319             }  
320  
321     for (i = 0; i < numCell; i++)  
322         for (j = 0; j < numCell; j++)  
323             if (board[i][j] == 0) // 빈 칸이 있는 경우 게임진행  
324                 return;  
325  
326     for (i = 0; i < numCell - 1; i++)  
327         for (j = 0; j < numCell - 1; j++)  
328             if (board[i][j] == board[i + 1][j] || board[i][j] == board[i][j + 1])  
329                 // 합칠 수 있는 수가 있는 경우 재계  
330                 return;  
331  
332     // 만약 위의 for문에 범위를 4미만으로 할 경우 board[4][j]라는 존재하지 않는 정보를 비교하게 됨  
333     // 때문에 3행 비교와 3열 비교는 각 각 분리해야 함  
334     for (i = 0; i < numCell - 1; i++)  
335         if (board[i][numCell - 1] == board[i + 1][numCell - 1]) // 가장 오른쪽 열을 검사  
336             return;  
337  
338     for (j = 0; j < numCell - 1; j++)  
339         if (board[numCell - 1][j] == board[numCell - 1][j + 1]) // 가장 아래쪽 행을 검사  
340             return;  
341  
342     // 위 4가지 경우를 모두 충족시키지 못한 경우  
343     cout << "Game Over..";  
344     exit(0);  
345 }
```

(10) 이외의 추가+수정된 기능들

- 설명

➔ 전역변수들을 const값이 아닌 int형으로 설정하여 필요에 따라 변경할 수 있도록 수정했습니다. 하지만 그렇게 되면 함수에서 오류가 발생하기 때문에 보드와 포인터의 크기 및 초기화를 임의로 지정해주었습니다. 이에 따라 함수에 매개변수를 추가해줬습니다

➔ mode 3 전용 함수인 LevelSelect2048()는 기존의 Run2048()과 같은 logic이지만 마지막에 클리어 조건만 LevelCheckGameOver(targetNum, numCell);으로 변경했습니다.

➔ mode 1 에서 원하는 플레이 보드 칸 수를 선택하는 기능을 추가하고, 모드가 늘어난 만큼 설명서도 두 페이지 분량으로 만들어 넘기거나 돌아갈 수 있도록 수정했습니다.

- 적용된 배운 내용 (예: 반복문, 조건문, 클래스, 함수, 포인터 등)

➔ for문과 if문을 이용하여 승리조건을 함수화 했습니다, 함수와 매개변수를 이용한 호출을 사용하였습니다.

- 코드 스크린샷

```
12 // 전역변수들 정의
13 int score = 0; // Score
14 int targetNum = 10000; // 상한선 초기화
15 int numCell = 10; // 최대 보드판의 가로 세로 길이
16 int board[10][10] = {}; // 게임판 초기화
17 int *p0[10 * 10] = {0}; // 포인터 배열 초기화
```

(전역변수 초기화)

```
19 // 동적 배열 생성 및 해제 함수
20 int** CreateBoard(int size); // 동적 2D 배열 메모리 생성 함수 (게임판 생성)
21 void DeleteBoard(int** board, int size); // 동적 2D 배열 메모리 해제 함수
22 int** CreatePointerArray(int size); // 동적 1D 포인터 배열 생성 함수 (포인터 배열 생성)
23 void DeletePointerArray(int** p0); // 동적 1D 포인터 배열 메모리 해제 함수
24
25 // 공용 함수 선언
26 void ClearScreen(); // ANSI 기반 화면 관리
27 void DisplayMenu(const string modes[], int modeCount, int selected); // 메뉴 표시 함수
28 char GetInput(); // player 입력 함수
29 void NewNum(int numCell); // 세부 기능 2 (랜덤 2의배수 숫자 생성)
30 void Draw(int targetNum, int numCell); // 세부 기능 1 (3x3 게임판 만들기)
31 void CheckGameOver(int numCell); // 세부 기능 6 (게임 승리)
32
33 // mode 전용 함수
34 void NewNumOrItem(int numCell); // mode 2 전용 랜덤 생성 함수
35 void HandleItem(int &current, int &next, int i, int j, int dx, int dy, int act); // mode 2 Item effect
36 void LevelCheckGameOver(int targetNum, int numCell); // mode 3 전용 게임 종료 여부
37
38 // 게임 모드 3 가지
39 void Run2048(int numCell); // mode 1 (NxN 2048 game)
40 void RunItemMode(); // mode 2 (Item mode)
41 void LevelSelect2048(int targetNum); //mode 3 (Level challenge)
```

(함수의 매개변수 추가)

(upgrade version of 설명서)

```
841 int main()
842     while (true)
843         else if (input == ' ')
844             else if (selected == 3)
845                 while (1)
846                 {
847                     ClearScreen();
848                     cout << "===== 2048 게임 설명서 =====>" << endl;
849                     cout << "1. 목표" << endl;
850                     cout << "  - 같은 숫자를 합쳐 더 높은 숫자를 생성하며, 최종적으로 2048을 만들면 승리합니다." << endl;
851                     cout << "  - 단, 점수 기능이 있기 때문에 2048을 생성한 이후에도 플레이는 이어서 할 수 있습니다." << endl;
852                     cout << "2. 기본 규칙" << endl;
853                     cout << "  - 한 번의 움직임마다 보드에 새로운 숫자 2 또는 4가 랜덤 위치에 나타납니다." << endl;
854                     cout << "  - 같은 숫자가 충돌하면 합쳐져 두 배가 됩니다 (예: 2 + 2 = 4, 4 + 4 = 8)." << endl;
855                     cout << "3. 게임 방법" << endl;
856                     cout << "  - WASD로 위/아래/왼쪽/오른쪽으로 모든 숫자를 이동시킬 수 있습니다." << endl;
857                     cout << "  - 숫자는 선택한 방향으로 이동하며, 이동 가능한 가장 먼 칸까지 이동합니다." << endl;
858                     cout << "  - 빈칸이 없거나 숫자를 합칠 수 없으면 움직일 수 없습니다." << endl;
859                     cout << "=====>" << endl;
860                     cout << " [다음 페이지로 가려면 'SPACE'를 누르세요.] " << endl;
861                     cout << " (뒤로 가려면 'b'를 누르세요.) " << endl;
862
863                     char backInput = GetInput();
864                     if (backInput == 'b')
865                     {
866                         break;
867                     }
868                     else if (backInput == ' ')
869                     {
870
871                         while (1){
872                             ClearScreen();
873                             cout << "===== Mode 설명서 =====>" << endl;
874                             cout << "모드 1: 2048 게임" << endl;
875                             cout << "  - 일반적인 2048 게임입니다." << endl;
876                             cout << "  - 상한선 10000을 초과하게 되면 게임을 종료합니다." << endl;
877                             cout << "  - 3부터 10까지의 점수 중 하나를 입력하여 원하는 크기의 보드로 실행가능합니다." << endl;
878                             cout << "=====>" << endl;
879                             cout << "모드 2: 1000점 모드" << endl;
880                             cout << "  - 일반적인 2048 게임에서 아이템(J, B)이 추가된 모드입니다." << endl;
881                             cout << "  - J는 이동하는 숫자 블록과 접촉했을 때 J블록을 기준으로 바로 건너편에 일치하는 블록이 존재한다면 결합합니다." << endl;
882                             cout << "  - B는 이동하는 숫자 블록과 접촉했을 때 상,하,좌,우,대각선에 위치한 8개의 블록을 파괴합니다." << endl;
883                             cout << "  - 플레이어가 이동하기에 따라 장래를 블록이 될 수도 있습니다." << endl;
884                             cout << "  - 하지만, 이동하기에 따라 10000점을 초과하면 종료하는 기준이 게임보다 최고 기록을 경신할 수도 있습니다." << endl;
885                             cout << "  (참고로 J블록이 두 개 합쳐지면 8블록이 된다는 점! 잘 활용해보세요)" << endl;
886                             cout << "  (mode 2는 4x4 보드가 기본입니다.)" << endl;
887                             cout << "=====>" << endl;
888                             cout << "모드 3: 목표달성 모드" << endl;
889                             cout << "  - 3가지 level로 구분되며 easy, normal, hard 각각 1024, 2048, 4096의 target 블록이 초기에 생성됩니다." << endl;
890                             cout << "  - 이런 게임의 목표는 기록 경신이지만, 이 게임은 승리 조건이 target블록까지의 결합입니다." << endl;
891                             cout << "  - 초기에 생성되는 target 블록이 게임을 빠르게 끝낼 중요한 key일수도, 결핍될수도 있습니다." << endl;
892                             cout << "  - 초기에 생성된 target이 아니라도 플레이어가 생성한 target까지의 결합도 승리조건입니다." << endl;
893                             cout << "  (mode 3는 5x5 보드가 기본입니다.)" << endl;
894                             cout << "=====>" << endl;
895                             cout << " (뒤로 가려면 'space'를 누르세요.) " << endl;
896
897                             char backInput = GetInput();
898                             if (backInput == ' ')
899                             {
900                                 break;
901                             }
902                             else if (backInput == 'b')
903                             {
904                                 break;
905                             }
906                         }
907                     }
908                 }
909             }
910         }
911     }
```

4. 테스트 결과

(1) 세부 기능 1-1 (4x4 게임판 만들기) & 세부 기능 1-5 (NxN 확장)

- 설명

➔ 기본 4x4와 numCell을 각각 5, 10으로 변경했을 경우 입니다.

(4x4에서 한 자리, 두 자리, 세 자리 수에서 게임판이 파괴되지 않는지도 확인했습니다.)

- 테스트 결과 스크린샷

(4x4)

0	0	2	0
4	0	0	0
2	2	2	0
8	32	32	128

Score : 964

(5x5)

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	2	0	0
0	0	2	0	0

Score : 0

(10x10)

[illegible]

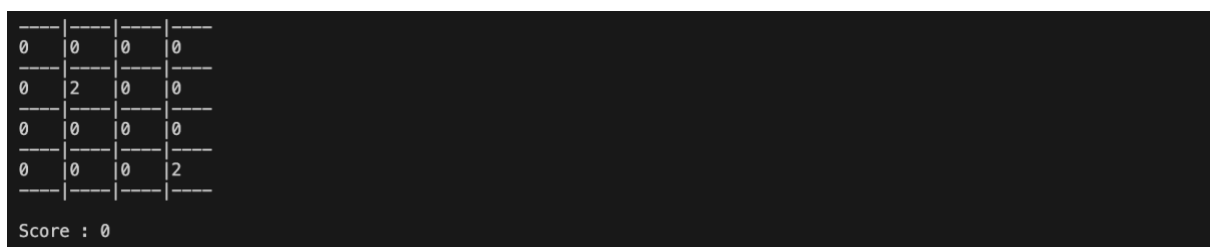
(2) 세부 기능 1-2 (랜덤 2의배수 숫자 생성)

- 설명

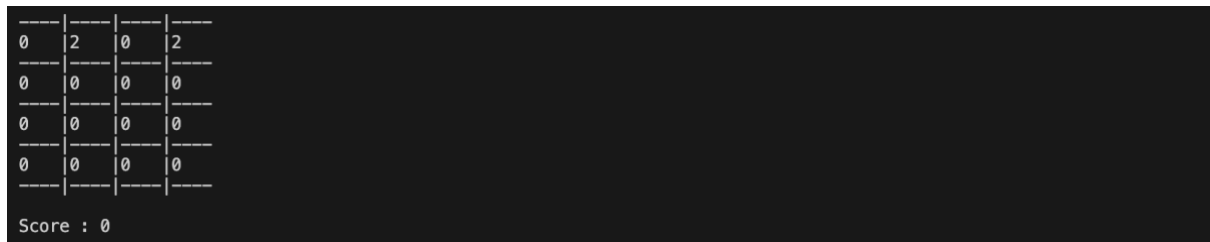
➔ 게임을 여러 번 실행시키며 위치와 숫자가 무작위로 생성되는지를 확인하겠습니다.

- 테스트 결과 스크린샷

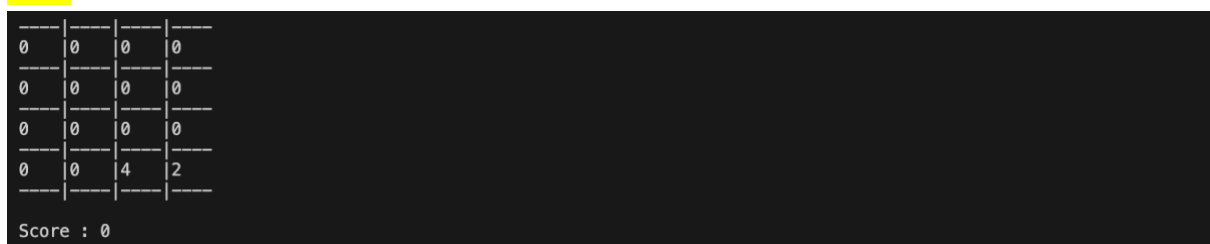
(1차)



(2차)



(3차)



➔ 위치가 랜덤하다는 점과 4보다 2의 생성 비율이 높다는 점을 확인할 수 있습니다.

(3) 세부 기능 1-3 (블록 합체 및 이동 기능) & 세부 기능 1-4 (사용자 이동기능)

- 설명

➔ w,a,s,d 입력에 따라 게임판이 어떻게 변화하는 지를 알아보겠습니다.

- 테스트 결과 스크린샷



(게임 시작 화면)

0	0	0	0
0	0	2	0
0	0	0	0
2	0	0	0

Score : 0

(w 를 입력한 경우 -UP)

2	0	2	0
0	0	0	0
0	2	0	0
0	0	0	0

Score : 0

→ 기존의 0,2열의 2가 위로 정렬되고 2가 2행 1열에 무작위 생성됨.

(a 를 입력한 경우 -LEFT)

4	0	0	0
0	0	0	2
2	0	0	0
0	0	0	0

Score : 4

→ 이전에 0행 2행의 데이터들이 왼쪽으로 정렬됨과 동시에 0행의 두 2가 병합되어 4가 생성되고, 마찬가지로 2가 랜덤생성됨을 확인.

(s 를 입력한 경우 -DOWN)

4	0	0	0
0	0	0	0
4	0	0	0
2	0	0	2

Score : 4

→ 0열과 3열의 데이터가 아래로 정렬되면서 0열의 2와 4는 병합되지 않음을 확인 할

수 있고, 이번에는 4가 랜덤생성됨을 확인.

(d 를 입력한 경우 -RIGHT)

```
0 | 0 | 0 | 4
0 | 0 | 0 | 0
2 | 0 | 0 | 4
0 | 0 | 0 | 4
Score : 8
```

→ 0행 2행 3행의 데이터가 우측으로 정렬, 3행의 2와 2가 병합, 2가 생성됨을 확인.

(4) + 세부 기능 1-6 (승리 조건 확인하기)

- 설명

→ 10000점은 실제로 달성하기 힘들기 때문에 목표 점수를 100으로 임시 수정한 후 100 이상이 되었을 때 게임이 종료되는지, 보드가 병합할 수 없는 수들로 가득 찼을 때 게임 오버가 되는지를 테스트해보겠습니다.

- 테스트 결과 스크린샷

(100점이 목표점수인 경우)

```
256 |         for (i = 0; i < numCell; i++)
257 |             for (j = 0; j < numCell; j++)
258 |                 if (board[i][j] > 100){ // 10000을 초과하는 경우
259 |                     cout << "10000점을 돌파했습니다. 게임을 종료합니다.";
260 |                     exit(0); }

0 | 0 | 0 | 2
0 | 0 | 0 | 4
0 | 0 | 16 | 4
2 | 0 | 0 | 128
Score : 764
10000점을 돌파했습니다. 게임을 종료합니다.
kimhyeshin@gimhyesin-ui-MacBookAir Sources %
```

→ 목표점수를 도달했다는 멘트와 프로그램이 종료됨.

(보드가 가득 찬 경우)

```

-----|-----|-----|-----
16 | 2 | 64 | 8
-----|-----|-----|-----
4 | 32 | 8 | 4
-----|-----|-----|-----
16 | 2 | 4 | 2
-----|-----|-----|-----
2 | 8 | 2 | 4
-----|-----|-----|-----

Score : 552
Game Over..
kimhyeshin@gimhyesin-ui-MacBookAir Sources %

```

➔ 게임오버 멘트를 마지막으로 프로그램이 종료됨을 확인함.

(5) 세부 기능 2-1 (점프 블록) & 2-2 (폭발 블록)

- 설명

➔ 점프블록과 폭발 블록이 잘 작동하는지 확인해보겠습니다.

(J블록 2개가 합쳐지면 B가 되는지도 확인)

- 테스트 결과 스크린샷

(8 - J - 8 상황에서 오른쪽 이동)

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	2	0
0	0	2	0	2
0	2	8	J	8

Score : 28



➔

(16 으로 병합됨을 확인)

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	2
0	0	2	0	4
0	0	0	2	16

Score : 48



➔

(2 - B 상황에서 오른쪽 이동)

→ (주변 블록이 모두 파괴됨을 확인)

---	---	---	---	---
0	0	0	0	0
---	---	---	---	---
0	0	0	0	0
---	---	---	---	---
0	0	0	2	B
---	---	---	---	---
0	0	4	0	8
---	---	---	---	---
0	8	2	8	32
---	---	---	---	---

Score : 156



---	---	---	---	---
0	0	0	0	0
---	---	---	---	---
0	0	0	0	0
---	---	---	---	---
0	0	2	0	0
---	---	---	---	---
0	0	0	0	0
---	---	---	---	---
0	8	2	8	32
---	---	---	---	---

Score : 156



(J - - - J 상황에서 오른쪽 이동)

→ (B로 병합됨을 확인)

---	---	---	---	---
0	0	0	0	0
---	---	---	---	---
0	0	0	0	0
---	---	---	---	---
J	0	0	0	J
---	---	---	---	---
2	32	2	0	0
---	---	---	---	---
16	16	4	0	0
---	---	---	---	---

Score : 288



---	---	---	---	---
0	0	2	0	0
---	---	---	---	---
0	0	0	0	0
---	---	---	---	---
0	0	0	0	B
---	---	---	---	---
0	0	2	32	2
---	---	---	---	---
0	0	0	32	4
---	---	---	---	---

Score : 318



(6) 세부 기능 2-3 (메뉴선택 기능 & 설명서)

- 설명

→ 모드1과 모드2를 선택했을 때 각각 적절한 모드가 실행되는지 & 설명서를 선택했을 때를 확인해보겠습니다.

- 테스트 결과 스크린샷

(모드 1: 2048 게임 선택 시 아이템이 나오지 않는 정상적인 게임 실행됨을 확인)

```
=====
      게임 모드
=====
> 모드 1: 2048 게임
  모드 2: 아이템 모드
  모드 3: 목표달성 모드
  모드 4: 설명서
=====
W: 위로 , S: 아래로 , 스페이스 : 선택
█
```

8	4	2	32	2
4	32	4	16	4
128	2	16	0	0
64	0	0	0	0
4	0	0	0	2

Score : 1372
█

→

(모드 2: 아이템 모드 선택 시 아이템이 나오는 모드의 게임이 실행됨을 확인)

```
=====
      게임 모드
=====
  모드 1: 2048 게임
> 모드 2: 아이템 모드
  모드 3: 목표달성 모드
  모드 4: 설명서
=====
W: 위로 , S: 아래로 , 스페이스 : 선택
█
```

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	B	J
2	0	64	8	4
0	2	J	8	4

Score : 340
█

→

(모드 4: 설명서 선택 시 설명 text가 나오는 것 확인 & 스페이스바 입력시 메뉴로 back)

```
=====
      게임 모드
=====
  모드 1: 2048 게임
  모드 2: 아이템 모드
  모드 3: 목표달성 모드
> 모드 4: 설명서
=====
W: 위로 , S: 아래로 , 스페이스 : 선택
█
```

(모드 4: 설명서 선택 시 설명 text가 나오는 것 확인)

```
===== 2048 게임 설명서 =====  
1. 목표  
- 같은 숫자를 합쳐 더 높은 숫자를 생성하며, 최종적으로 2048을 만들면 승리합니다.  
2. 기본 규칙  
- 한 번의 움직임마다 보드에 새로운 숫자 2 또는 4가 랜덤 위치에 나타납니다.  
- 같은 숫자가 충돌하면 합쳐져 두 배가 됩니다 (예: 2 + 2 = 4, 4 + 4 = 8).  
3. 게임 방법  
- WSAD로 위/아래/왼쪽/오른쪽으로 모든 숫자를 이동시킬 수 있습니다.  
- 숫자는 선택한 방향으로 이동하며, 이동 가능한 가장 먼 칸까지 이동합니다.  
- 빈칸이 없거나 숫자를 합칠 수 없으면 움직일 수 없습니다.  
=====
```

(뒤로 가려면 'SPACE'를 누르세요.)

(스페이스바 입력시 메뉴로 back 확인)

```
=====  
                게  임  모  드  
=====  
모  드  1:  2048  게  임  
모  드  2:  아  이  템  모  드  
모  드  3:  목  표  달  성  모  드  
> 모  드  4:  설  명  서  
=====
```

W: 위로, S: 아래로, 스페이스: 선택

(7) 세부 기능 2-2 (모듈화)

- 설명

➔ 모듈화 된 코드도 잘 작동되는지 확인해보겠습니다.

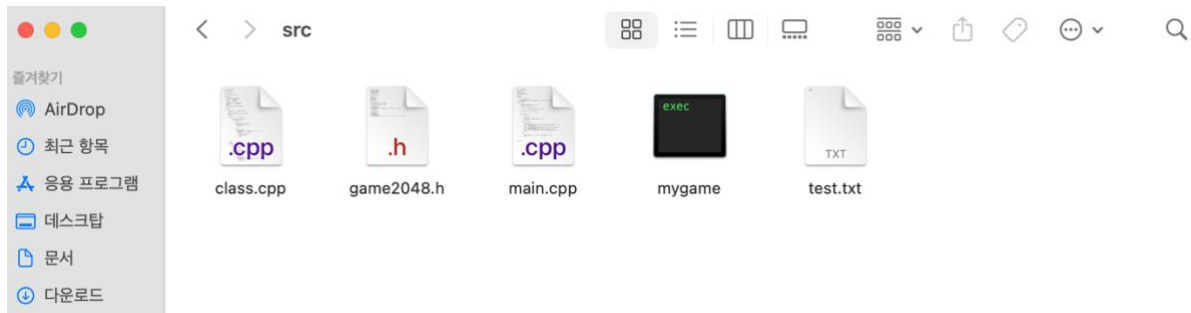
(아직 아이템모드와 일반 모드를 구분해놓지 않은 상태)

- 테스트 결과 스크린샷

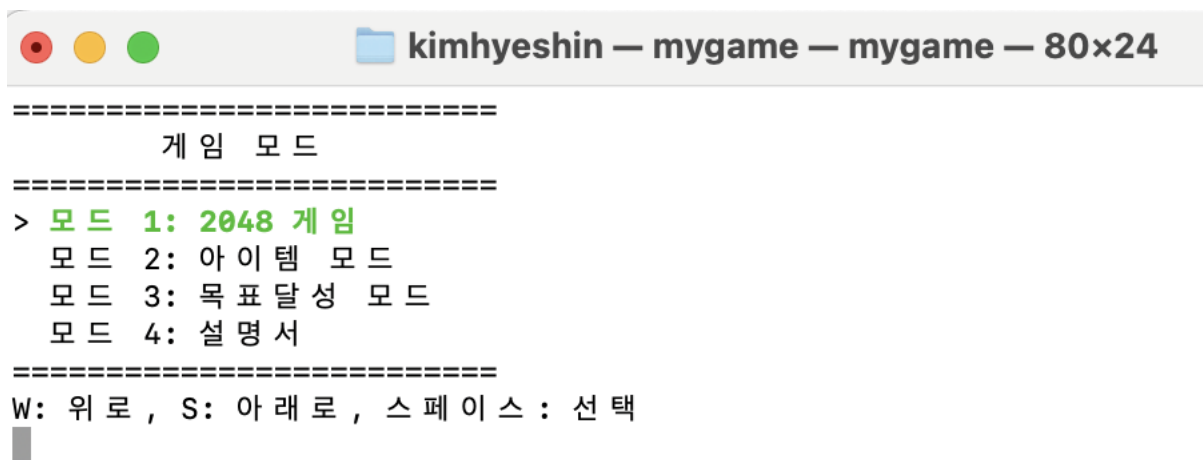
(g++ -o mygame main.cpp class.cpp라는 명령어로 컴파일)

```
● kimhyeshin@gimhyesin-ui-MacBookAir src % g++ -o mygame main.cpp class.cpp  
○ kimhyeshin@gimhyesin-ui-MacBookAir src %
```

(그 결과 생성된 mygame.exec)

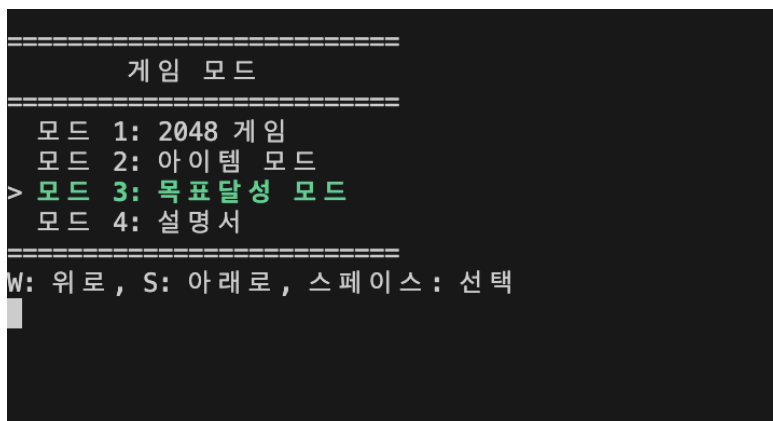


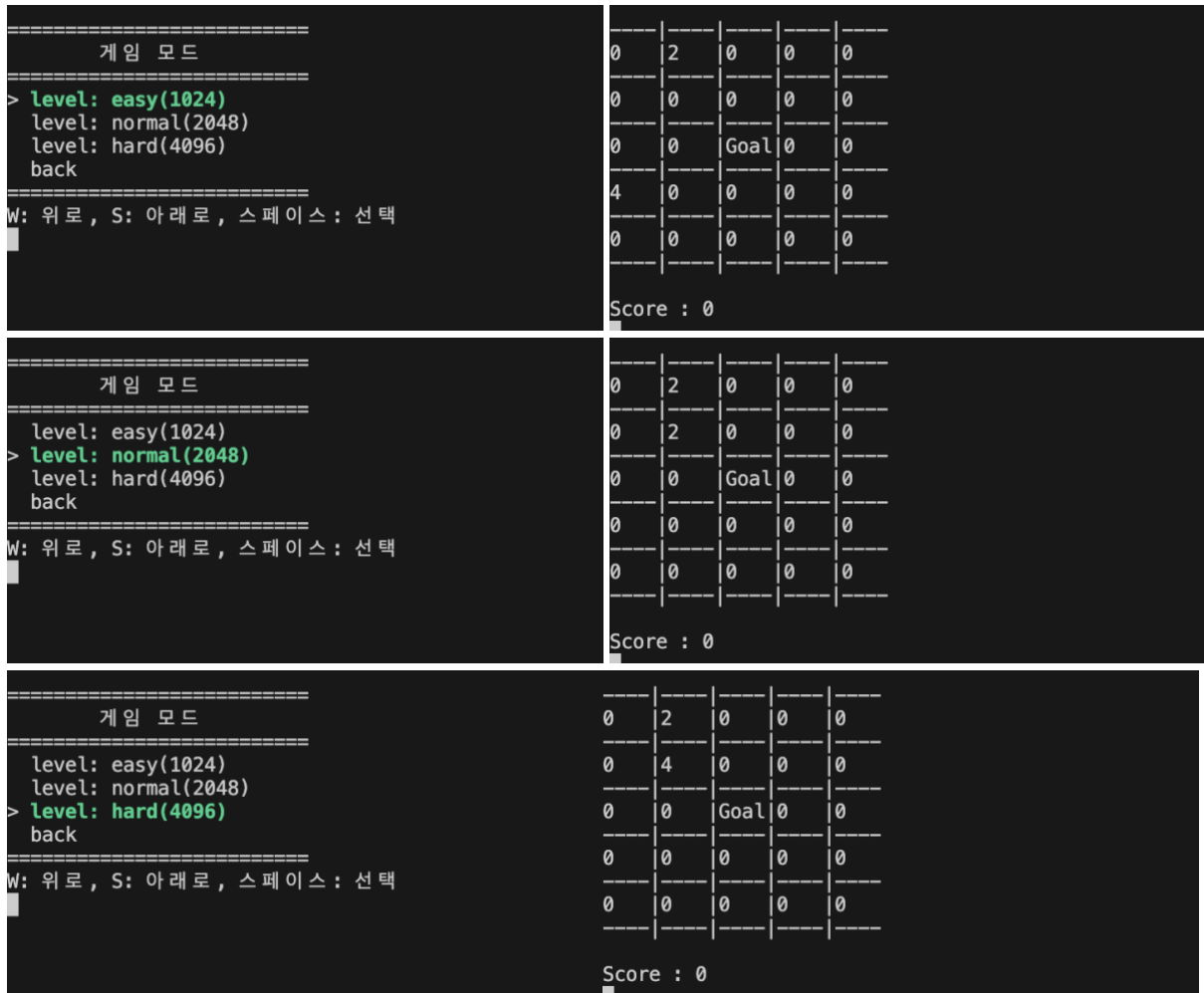
(정상적으로 작동하는 모습을 볼 수 있습니다.)



(8) 세부 기능 3-1 (난이도 설정 및 게임실행)

→ mode3의 세 가지 level이 잘 작동하는지 실행해보겠습니다.

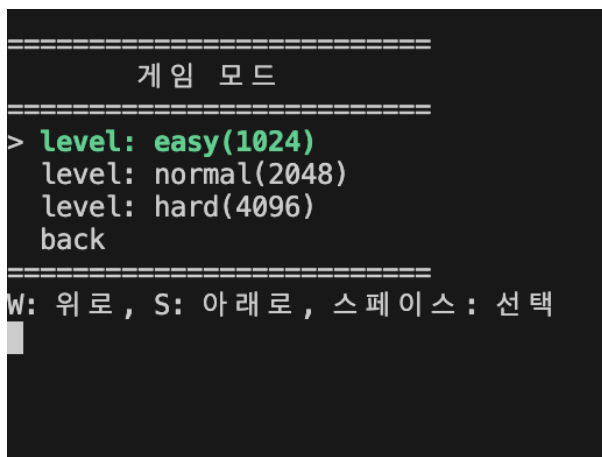


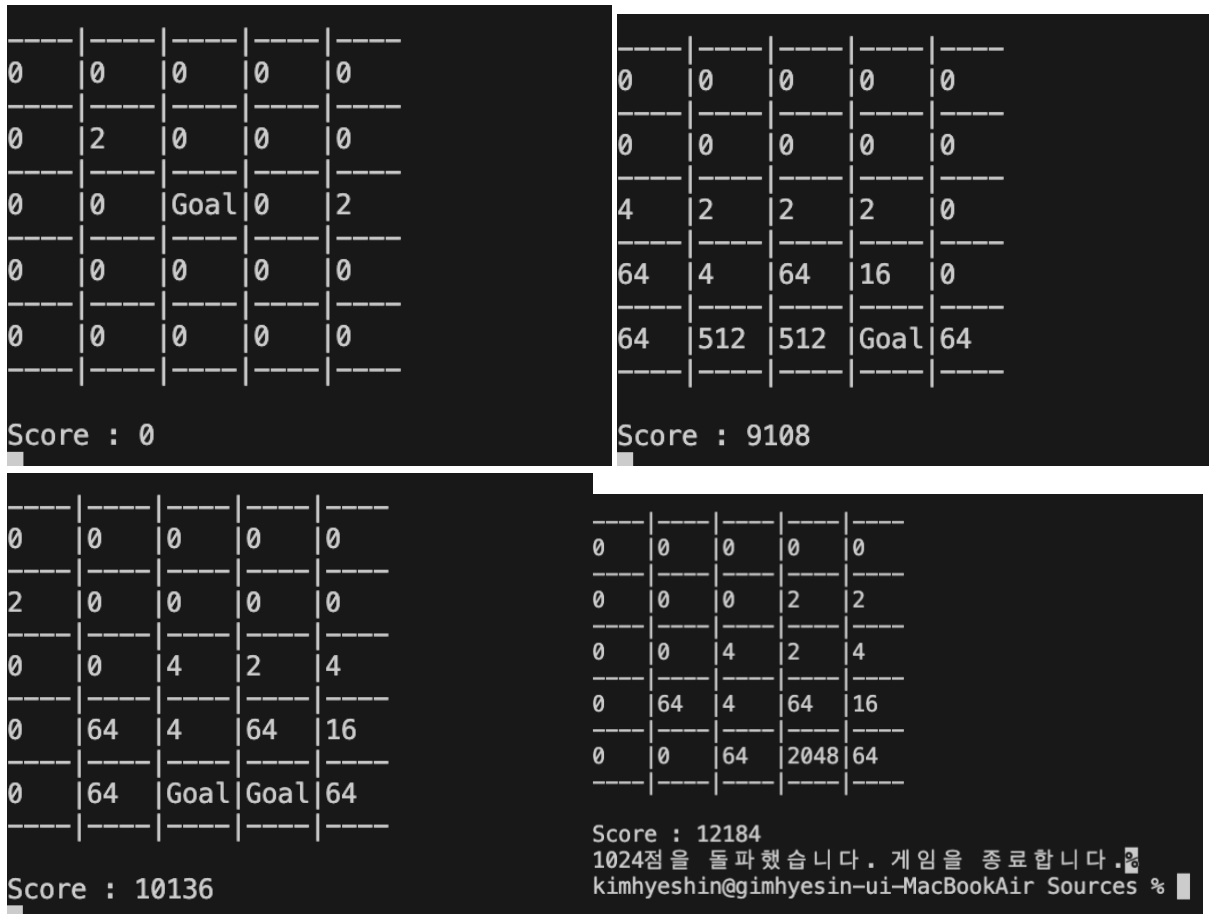


(모두 잘 작동함을 알 수 있습니다.)

(9) 세부 기능 3-2 (클리어 조건)

➔ 대표로 mode 3의 easy모드를 클리어해보겠습니다.



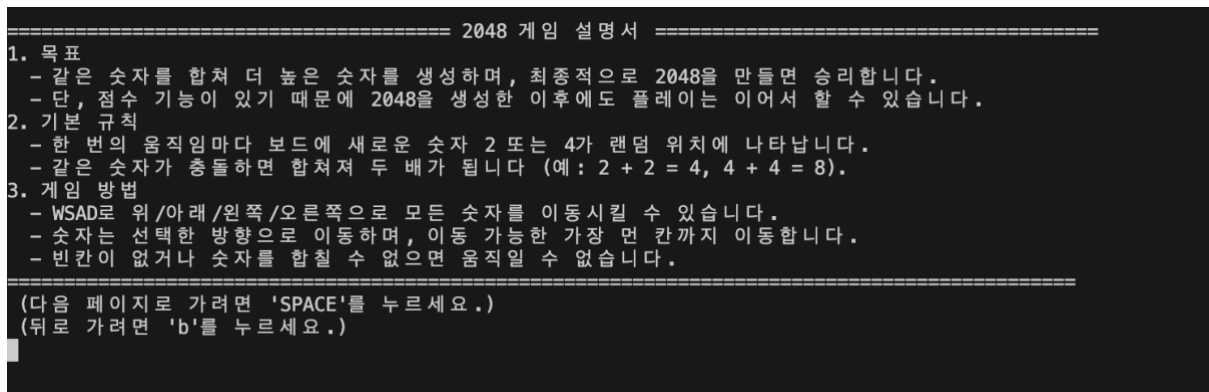


(Goal(1024) 두 개가 병합하면 게임이 종료됨을 확인.)

(10) 이외의 추가+수정된 기능들

➔ 추가된 설명서를 읽어보겠습니다.

(기존의 설명서)



(space입력시)

```
===== Mode 설명서 =====
모드 1: 2048 게임
- 일반적인 2048 게임입니다.
- 상한선 10000을 초과하게 되면 게임을 종료합니다.
- 3부터 10까지의 정수 중 하나를 입력하여 원하는 크기의 보드로 실행가능합니다.

모드 2: 아이템 모드
- 일반적인 2048 게임에서 아이템 (J, B)이 추가된 모드입니다.
- J는 이동하는 숫자 블록과 접촉했을 때 J블록을 기준으로 바로 건너편에 일치하는 블록이 존재한다면 결합됩니다.
- B는 이동하는 숫자 블록과 접촉했을 때 상.하.좌.우.대각선에 위치한 8개의 블록을 파괴합니다.
- 플레이어가 이용하기에 따라 장애물 블록이 될 수도 있습니다.
- 하지만, 이용하기에 따라 10000점을 초과하면 종료하는 기존의 게임보다 최고 기록을 갱신할 수도 있습니다.
  (참고로 J블록이 두 개 합쳐지면 B블록이 된다는 점! 잘 활용해보세요)
  (mode 2는 4X4 보드가 디폴트 입니다.)

모드 3: 목표달성 모드
- 3가지 level로 구분되며 easy, normal, hard 각각 1024, 2048, 4096의 target 블록이 초기에 생성됩니다.
- 이전 게임의 목표는 기록 갱신이지만, 이 게임은 승리 조건이 target블록끼리의 결합입니다.
- 초기에 생성되는 target 블록이 게임을 빠르게 끝낼 중요한 key일수도, 걸림돌일수도 있습니다.
- 초기에 생성된 target이 아니더라도 플레이어가 생성한 target끼리의 결합도 승리조건입니다.
  (mode 3는 5X5 보드가 디폴트 입니다.)
=====
(뒤로 가려면 'space'를 누르세요.)
```

(b 입력시)

```
=====
                        게임 모드
=====
모드 1: 2048 게임
모드 2: 아이템 모드
모드 3: 목표달성 모드
> 모드 4: 설명서
=====
W: 위로 , S: 아래로 , 스페이스 : 선택

```

➔ mode 1의 3~10의 정수 중 6과 10을 입력했을 때 적용이 되는지 확인해보겠습니다.

```
=====
                        게임 모드
=====
> 모드 1: 2048 게임
  모드 2: 아이템 모드
  모드 3: 목표달성 모드
  모드 4: 설명서
=====
W: 위로 , S: 아래로 , 스페이스 : 선택
```

(6 입력시)

(6X6 배열 생성)

원하는 모드를 입력하시오 (3~10 + enter)

6

2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Score : 0

(10 입력시)

(10X10 배열 생성)

원하는 모드를 입력하시오 (3~10 + enter)

10

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Score : 0

5. 계획 대비 변경 사항

1) 세부 기능 추가 및 numCell의 디폴트 값 변경

- 이전

➔ 세부기능 1의 목표 = 3x3 게임판을 만들기

➔ 게임 종료 조건 x

- 이후

➔ 세부기능 1의 목표를 4x4 게임판 만들기로 수정하였습니다.

➔ 게임 종료 조건을 세부기능 6으로 추가하게 되었습니다.

- 사유

➔ 직접 플레이 해 본 결과 3x3 보다는 4x4의 난이도가 기본값으로 적당하다고 느껴졌기 때문입니다.

➔ main함수 내에 자연스럽게 종료 조건을 녹여보려 했으나 함수화로 툰의 마지막에 한 번 호출해 버리는 편이 가독성이 높다고 생각하여 세부기능으로 따로 추가하게 되었습니다.

2) 추가 메뉴화면 설정 및 모듈화 시도

- 이전

➔ 메뉴화면 x

➔ 한 파일에 모든 코드

- 이후

➔ 메뉴화면을 통한 모드선택

➔ 긴 코드를 모듈화

- 사유

➔ 아무래도 실제 게임에서 플레이어는 단지 플레이어로서 게임을 하기만 하면 되기 때문에 메뉴화면을 통해 코드를 수정하지 않고도 실시간 모드선택이 쉽게

개선했습니다.

➔ 길어서 보기 힘들었던 코드를 헤더파일과 함수 구현 파일, 메인 파일로 나누어 코드의 가독성을 향상시키고, 유지보수가 편하게 개선했습니다.

3) 추가 기능 구현 및 기존 함수의 매개변수 추가

- 이전

➔ 대부분의 함수들이 void를 인자로 즉 매개변수가 필요 없는 코드였다.

➔ mode 1의 크기가 const int로 고정되어 있었다.

➔ 설명서의 분량이 1p였다.

➔ mode 3의 target이 고정된 위치였다.

➔ 2번째 보고서에서 코드를 모듈화하였다.

- 이후

➔ 대부분의 함수들이 numCell를 매개변수로 받아 작동한다.

➔ mode 1의 보드 크기를 플레이어의 입력에 따라 바뀌도록 하였다.

➔ 설명서 2p에 모드별 설명을 추가하였다.

➔ mode 3의 target이 다른 블록들과 함께 이동한다.

➔ 모듈화 한 코드를 다시 한 파일로 옮겨 진행시켰다.

- 사유

➔ 처음부터 사용자의 입력에 따라 보드의 크기를 조절하는 기능을 넣고 싶었습니다.

➔ 모드가 다양해진만큼 설명서에 의도한 기능들에 대한 구체적 설명과 플레이 팁을 제공하고 싶었습니다.

➔ 사실 역량의 한계로 target의 위치를 고정할 수 없었고, 초기에 생성된 target 이외에 플레이어가 생성한 target크기의 블록끼리 합쳐도 게임이 종료되어 버리

지만, 게임 시작과 동시에 제공되는 target 블록이 플레이에 따라 클리어에 핵심 요소 또는 걸림돌이 될지 모른다는 변수요소가 또다른 재미라 생각했기 때문에 더이상 수정하지 않았습니다.

5. 프로젝트 일정

(진행한 작업과 진행 중인 작업 등을 표기)

업무		11/3	...	11/17	...
제안서 작성		완료			
기능1	세부기능1		완료		
	세부기능2		완료		
	세부기능3		완료		
	세부기능4		완료		
	세부기능5		완료		
	세부기능6+		완료		
기능2	세부기능1				
	세부기능2				
업무		12/1	...	12/8	12/15
기능2	세부기능1	완료			
	세부기능2	완료			
	세부기능3+	완료			
	세부기능4+	완료			
기능3	세부기능1		완료		
	세부기능2		완료		
	세부기능+		완료		