Lecture3: Data Model Design

김강희
khkim@ssu.ac.kr

목 차

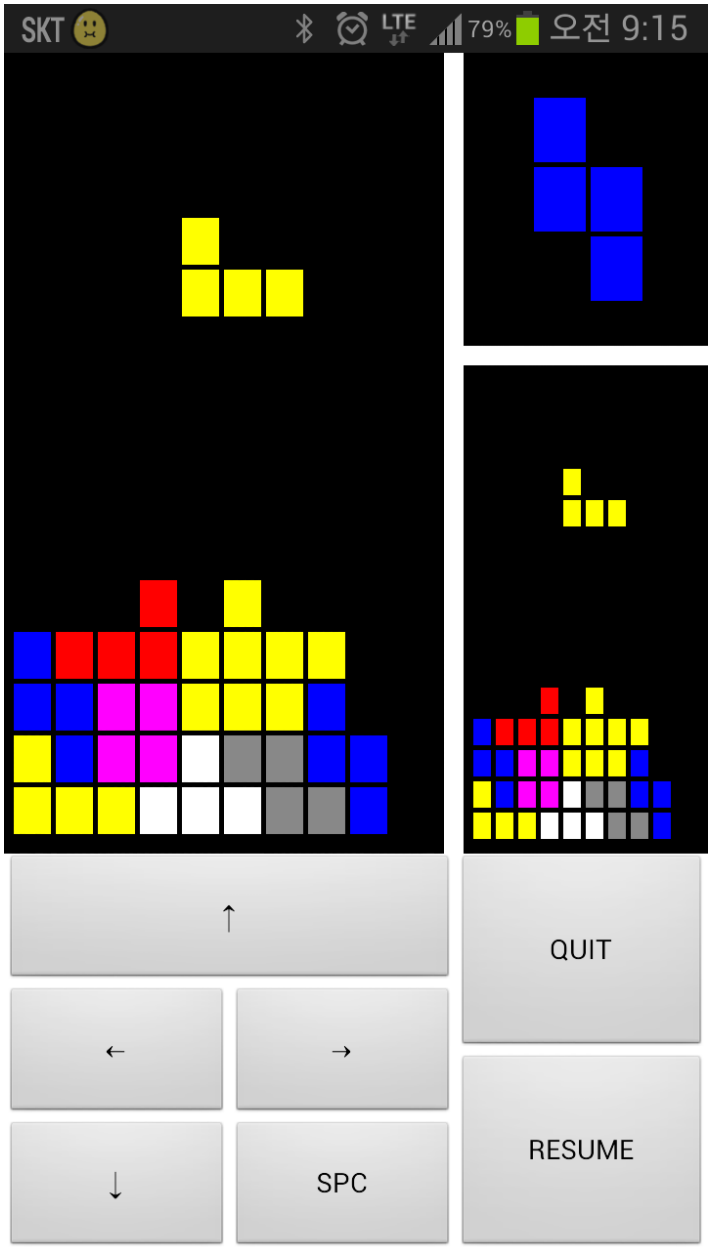
- 이론:
  - 설계 로드맵 구상
  - Source tree 구상
  - 데이터 모델 구상
  - 데이터 모델 코딩
- 실습:
  - v1: 단순 시나리오
  - v2: 확장 시나리오 (다양한 키 입력)
  - v3: 확장 시나리오 (충돌 테스트)
  - v4: 확장 시나리오 (충돌 테스트)
  - v5: 확장 시나리오 (코드 가독성 개선)
  - v6: 확장 시나리오 (충돌 테스트 및 배경 화면 갱신)
  - v7: 확장 시나리오 (충돌 테스트 및 게임 종료)
  - v8 – v11: 과제

이번 Lecture에서 알아야 할 사항들

- 프로젝트 구상 단계의 세부 단계들
  1. 설계 로드맵 구상 : 1인용 흑백 콘솔 테트리스 → 2인용 컬러 GUI 테트리스
  2. Source tree 구상 : deterministic 요소(데이터 모델)과 non-deterministic 요소(외부 인터페이스)로 나누어서 설계
  3. 데이터 모델 구상 : 시나리오들의 집합화(결과물: 순서도)와 시나리오 연산화(결과물: 객체간 연산 정의) 위주로 구상
  4. 데이터 모델 코딩 : 단순 시나리오 → 시나리오 확장
     - 단순 시나리오 (객체 하나 + 시나리오 하나) → 확장 시나리오 코딩 (객체 다수 + 시나리오 다수)
     - 데이터 모델의 단순성을 추구해야 함!!
       - 경계 조건의 중요성 인식 (mistake-proof 코딩을 위해)

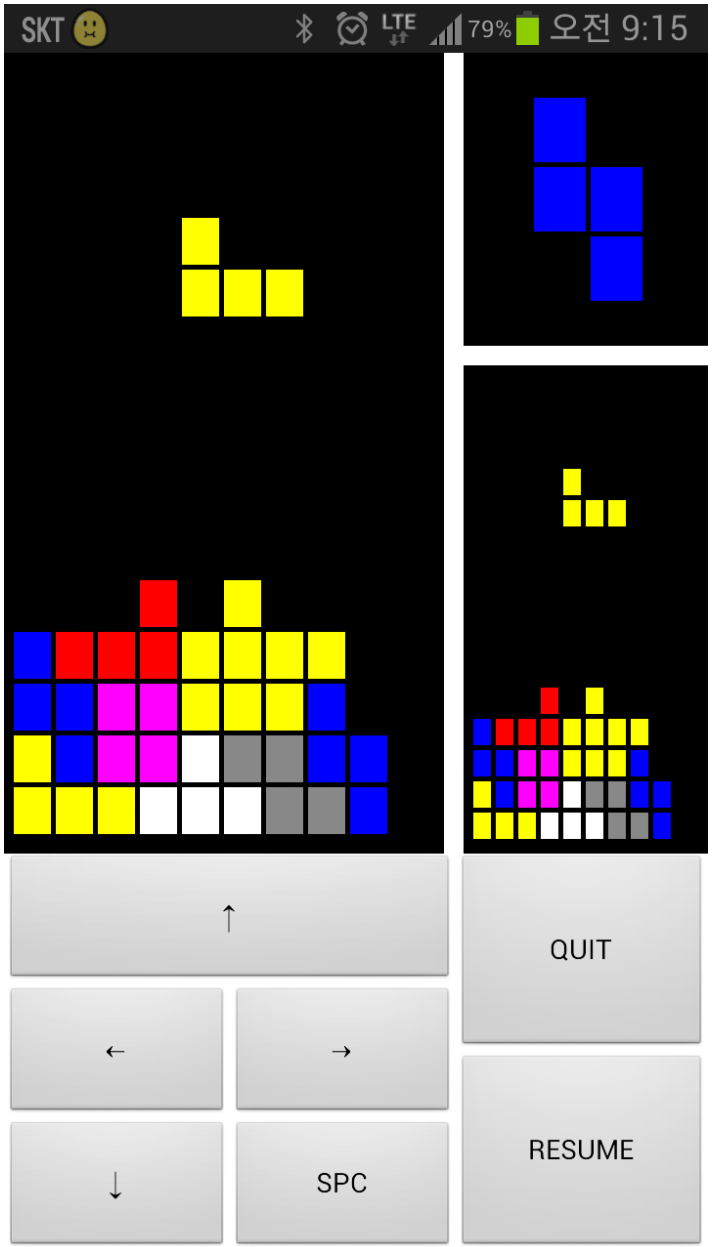
단계 1. 설계 로드맵 구상

- 콘솔 환경
  - 1인용 흑백 테트리스
  - 1인용 흑백 테트리스 with a duplicated screen
- 안드로이드 환경
  - 1인용 컬러 테트리스 with a duplicated screen
  - 1인용 컬러 테트리스 with Echo server
    - 멀티 쓰레딩 + 소켓
  - 2인용 컬러 테트리스 with Tetris server
    - Tetris Server 프로그래밍 필요



단계 2. Source tree 구상

- 시스템 측면 (non-deterministic)
  - 키 입력, 화면 출력, 타이머 구동, 난수 발생 등
- 알고리즘 측면 (deterministic)
  - 블록 출현 후
    - 이동: 좌, 우, 아래, 추락
    - 회전(90도)
  - 블록 충돌
    - 좌/우 충돌
    - 아래/추락 충돌
    - 회전 충돌
  - 행 삭제
  - 배경 화면 갱신 및 신규 블록 출현

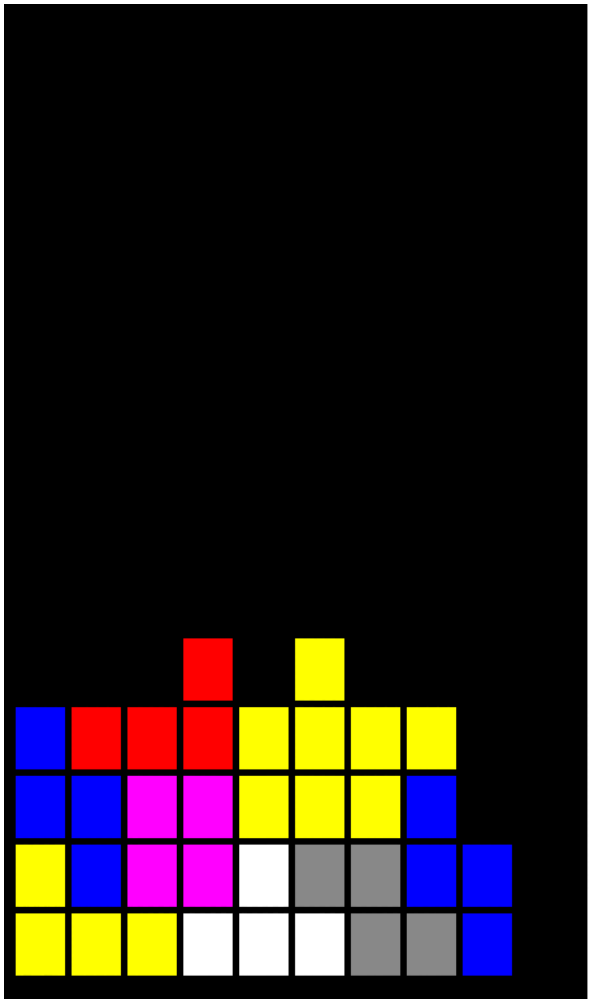


단계 3. 데이터 모델 구상

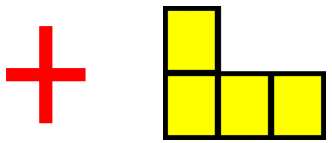
- 시나리오 연산화 : common scenario 고려 (결과물: 객체 연산의 정의)
  - 주요 객체들 구상 : 배경, 벽, 쌓인 블록들, 내려오는 블록, …
  - 객체 추상화 : 서로 다른 성격의 객체들도 가능한 한 동일한 클래스로 취급할 수 있도록 클래스를 정의 (예: 배경, 벽, 7가지 블록들 → 행렬)
    - 이러한 '공격적인' 추상화가 시나리오 코딩에 미치는 영향을 추후에 신중히 검토해야 함!!
  - 객체 단순화 : 추상화된 클래스가 너무 복잡한 속성들로 정의되지 않도록 최대한 속성을 단순화 (예: 컬러 블록 → 흑백 블록)
- 시나리오들 집합화 : 모든 시나리오 고려 (결과물: 순서도)
  - 가능한 시나리오들을 순서도 형태로 열거한다.
  - 각 시나리오를 선택하여 가급적이면 동일한 타입의 객체의 연산으로 표현한다.

단계 3a : common scenario 연산화

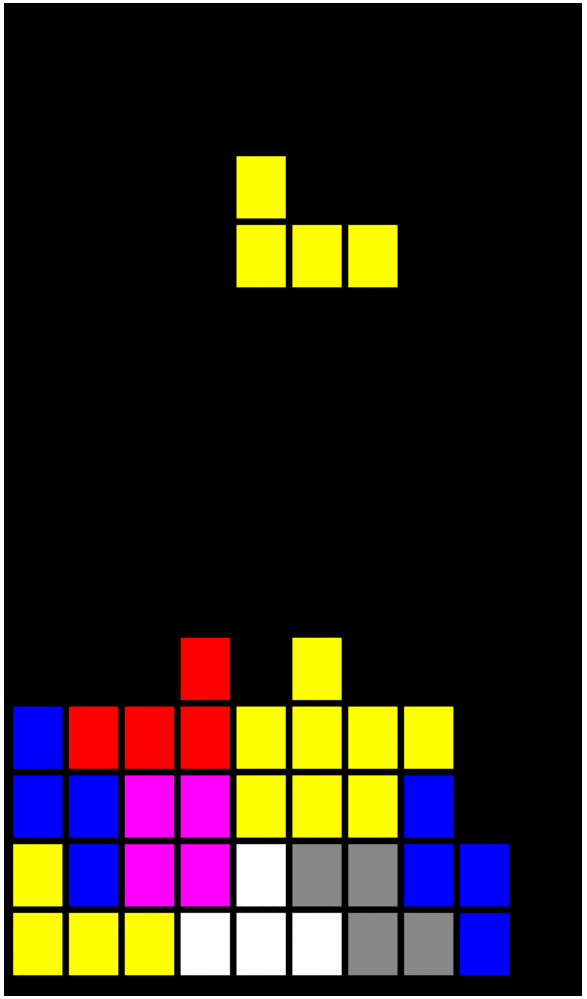
배경



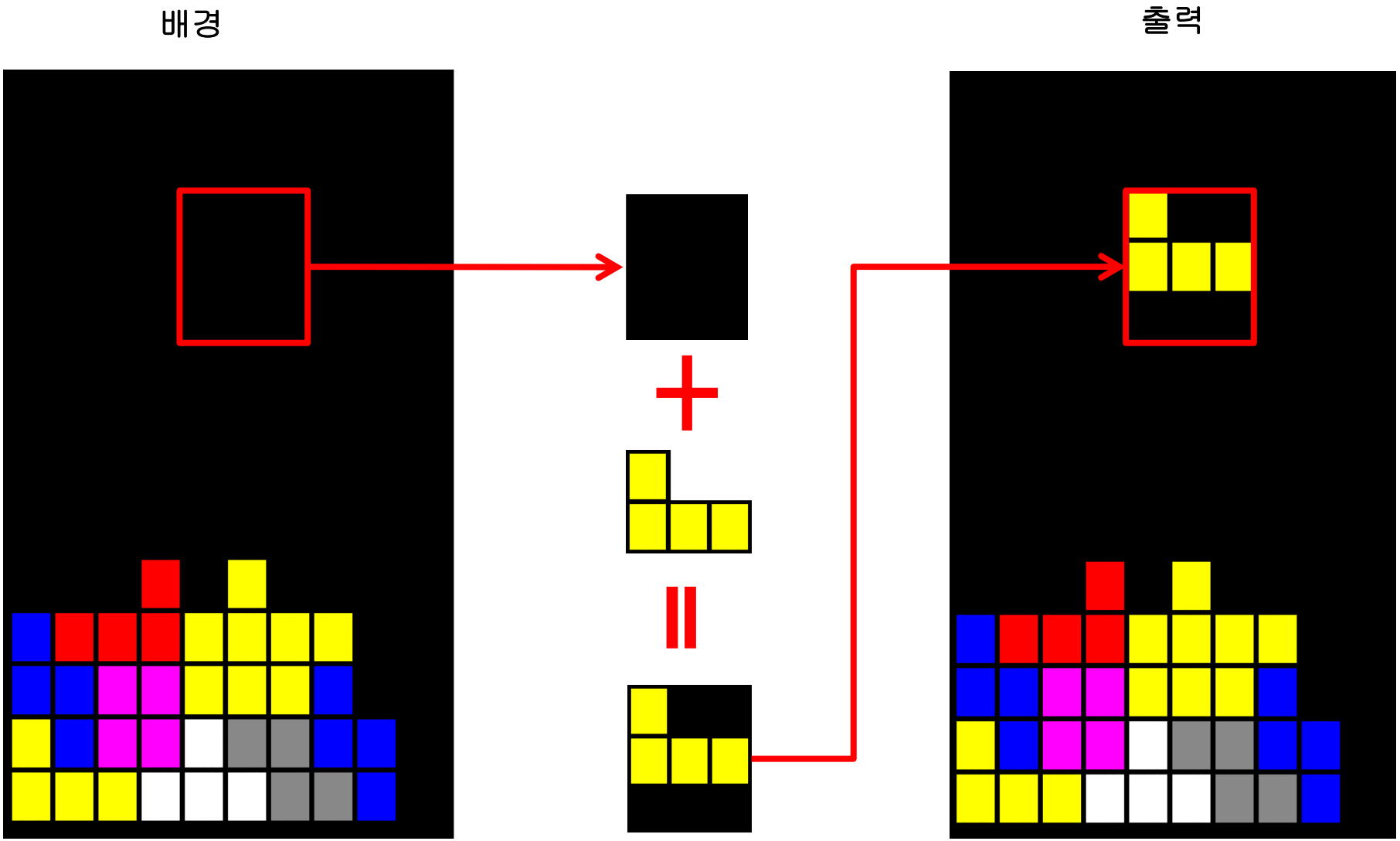
블록



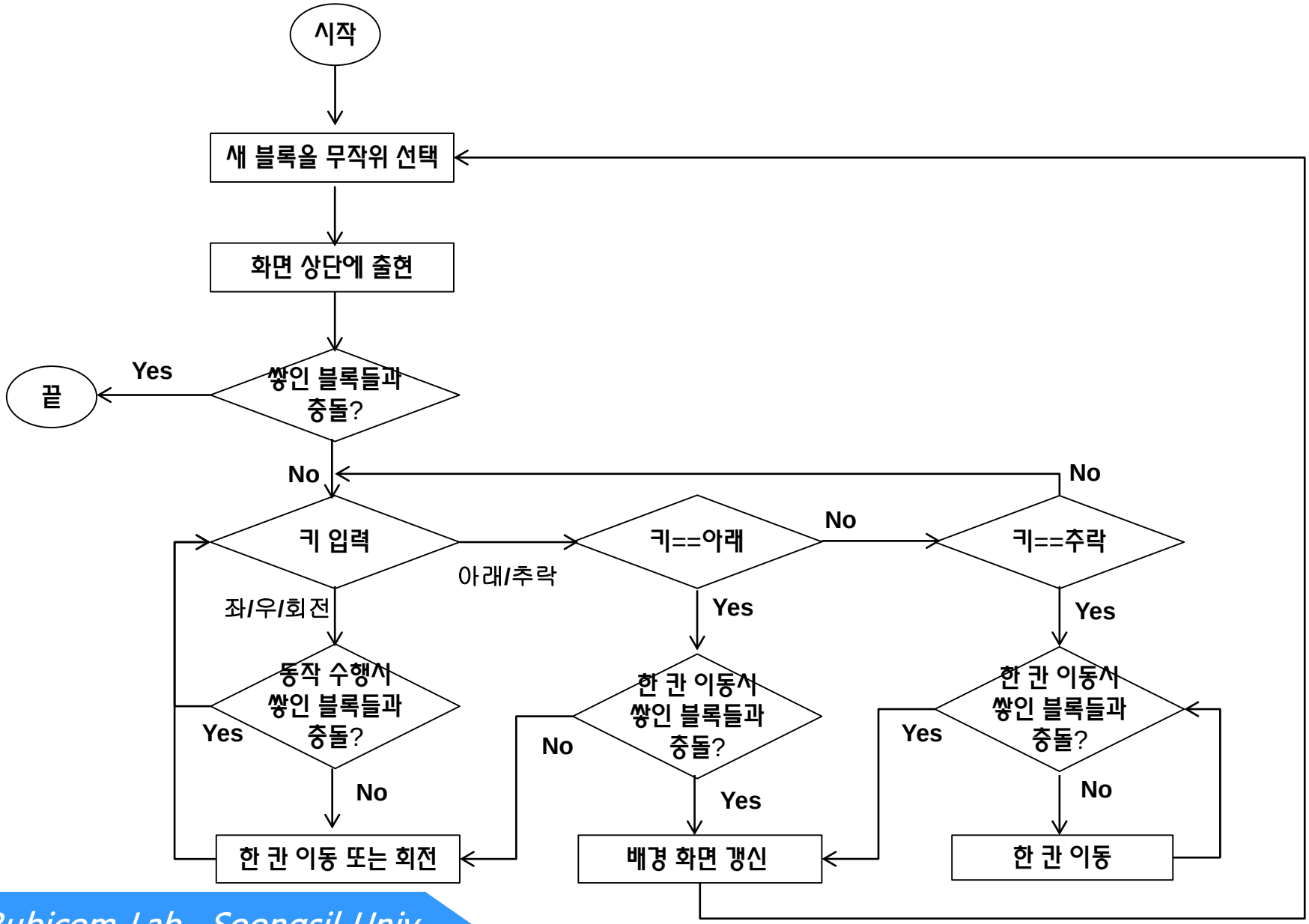
출력



단계 3a : common scenario 연산화



단계 3b : 모든 시나리오들을 순서도로 표현



단계 4. 데이터 모델 코딩

- 단순 시나리오 코딩 : main 함수 안에서 Matrix class를 이용함
  - 콘솔 입출력(사용자 인터페이스)은 시스템 측면의 코딩이므로 Matrix.java 파일과 분리된 TestMain.java 파일로 작성함
  - 난수 발생 또는 키 입력과 같은 non-deterministic 요소는 고정된 값을 갖는다고 가정함
  - 데이터 모델 설계의 초기 단계부터 콘솔 프린트(printf or println)를 이용하여 모델을 구상, 보정하는 것은 필수적임
- 확장 시나리오 코딩 : Matrix class의 메쏘드들을 최대한 활용함
  - 추상화된 Matrix 객체들로 모든 시나리오가 해당 객체들의 연산들로 표현 가능한지를 실제로 코딩하면서 검증함 → 그 결과 만들어진 것이 Matrix 클래스임
    - 단순 시나리오 : 객체 하나 + 시나리오 하나
    - 확장 시나리오 : 객체 다수 + 시나리오 다수
  - 데이터 모델의 단순성을 추구해야 함!!
    - Matrix 객체를 이용하여 배경, 벽, 쌓인 블록, 떨어지는 블록을 모두 표현할 수 있고, 그들 사이의 연산들을 몇 가지로 정의할 수 있어야 함
    - 객체를 반복 사용함으로 인해서 버려지는 객체들이 발생할 수 있으며, 이로 인한 메모리 낭비는 데이터 모델 설계 단계에서 코딩의 생산성을 위해서 감수할 수 있음

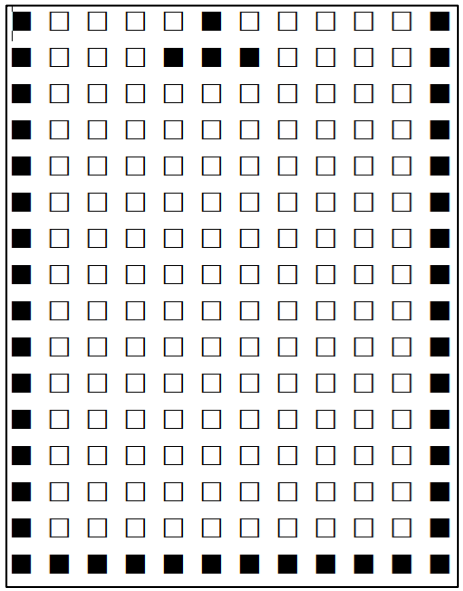
단계 4a. 단순 시나리오 코딩

```
int top = 0;  // 상태 변수
int left = 4;  // 상태 변수
Matrix iScreen = new Matrix(20,10); // 상태 변수
Matrix currBlk = new Matrix(arrayBlock); // 상태 변수

Matrix tempBlk = iScreen.clip(top, left,
                    top+currBlk.dy, left+currBlk.dx); // 임시 변수
tempBlk = tempBlk.add(currBlk);

Matrix oScreen = new Matrix(iScreen); // 상태 변수
oScreen.paste(tempBlk, top, left);
```

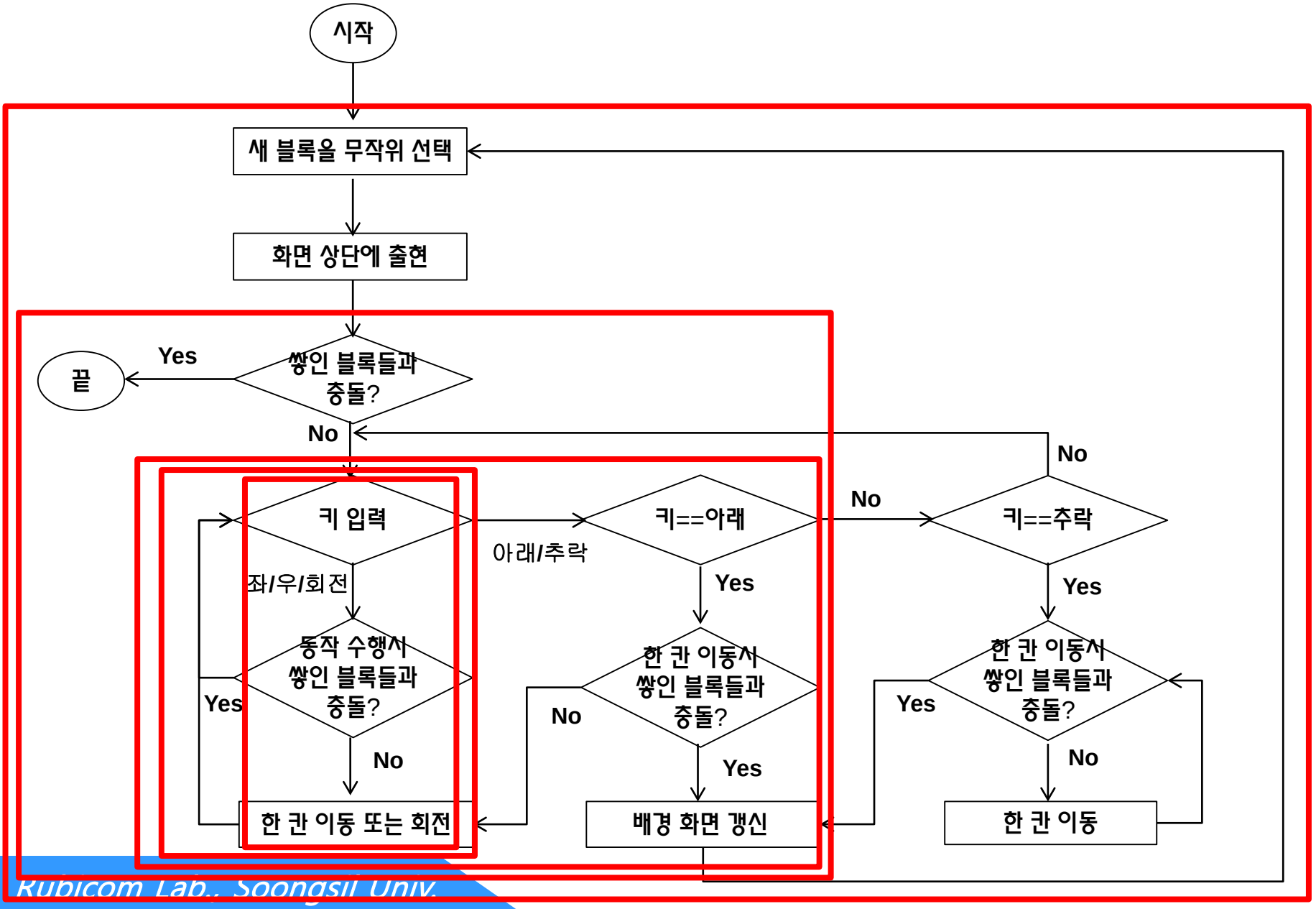
Main.java (v1)

참고: printMatrix 메쏘드는 drawMatrix와 동일한 메쏘드임!!

```
2  public class Main {
3      public static void printMatrix(Matrix blk) {
16     public static void main(String[] args) throws Exception {
17         int[][] arrayScreen = {
18                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
19                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
20                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
21                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
22                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
23                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
24                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
25                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
26                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
27                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
28                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
29                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
30                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
31                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
32                 { 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 },
33                 { 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 },
34         };
35         int[][] arrayBlk = {
36                 { 0, 1, 0 },
37                 { 1, 1, 1 },
38                 { 0, 0, 0 },
39         };
40         int top = 0, left = 4;
41         Matrix iScreen = new Matrix(arrayScreen);
42         Matrix currBlk = new Matrix(arrayBlk);
43         Matrix tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
44         tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
45         Matrix oScreen = new Matrix(iScreen);
46         oScreen.paste(tempBlk, top, left);
47         printMatrix(oScreen); System.out.println();
48     }
```



단계 4b. 확장 시나리오 코딩 (안쪽 → 바깥쪽)



단계 4b. 확장 시나리오 코딩

- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 없으면** 블록 한 칸 이동 → v2
  - 키입력 기능 구현을 위해서 getKey method 추가
    - 이로 인해 파일 첫머리에는 import 구문들 추가
    - getKey 메쏘드 작성을 위한 정보는 인터넷에서 쉽게 찾을 수 있음
  - 코드 가독성을 위해서 arrayScreen, arrayBlock 변수를 main 밖으로 이동
    - main 메쏘드는 static이므로 static 키워드를 변수 앞에 추가

Main.java (v2)

```
1  import java.io.BufferedReader;
2  import java.io.IOException;
3  import java.io.InputStreamReader;
4
5  public class      Main {
6      static int[][] arrayScrccn = {..
24     static int[][] arrayBlk = {..
29     public static void printMatrix(Matrix blk) {..
42     private static BufferedReader br = new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
43     private static String line = null;
44     private static int nKeys = 0;
45     private static char getKey() throws IOException {
46         char ch;
47         if (nKeys != 0) {
48             ch = line.charAt(line.length() - nKeys);
49             nKeys--;
50             return ch;
51         }
52         do {
53             line = br.readLine();
54             nKeys = line.length();
55         } while (nKeys == 0);
56         ch = line.charAt(0);
57         nKeys--;
58         return ch;
59     }
```

// getKey() 메쏘드에서 요구하는 패키지들

// main() 안에서 정의된 것을 밖으로 옮기면서 static 키워드 추가함

// 이전 getKey() 호출의 결과 line 배열에 남아 있는 원소가 있는지 확인한다.

// 남아있는 원소들 중에서 첫번째 원소를 ch에 저장하고 리턴한다.

// 자바 콘솔에서 한 라인을 읽는다.

// 적어도 하나의 key가 입력될 때까지 반복한다.

// line 배열의 첫번째 원소를 ch에 저장하고 리턴한다.

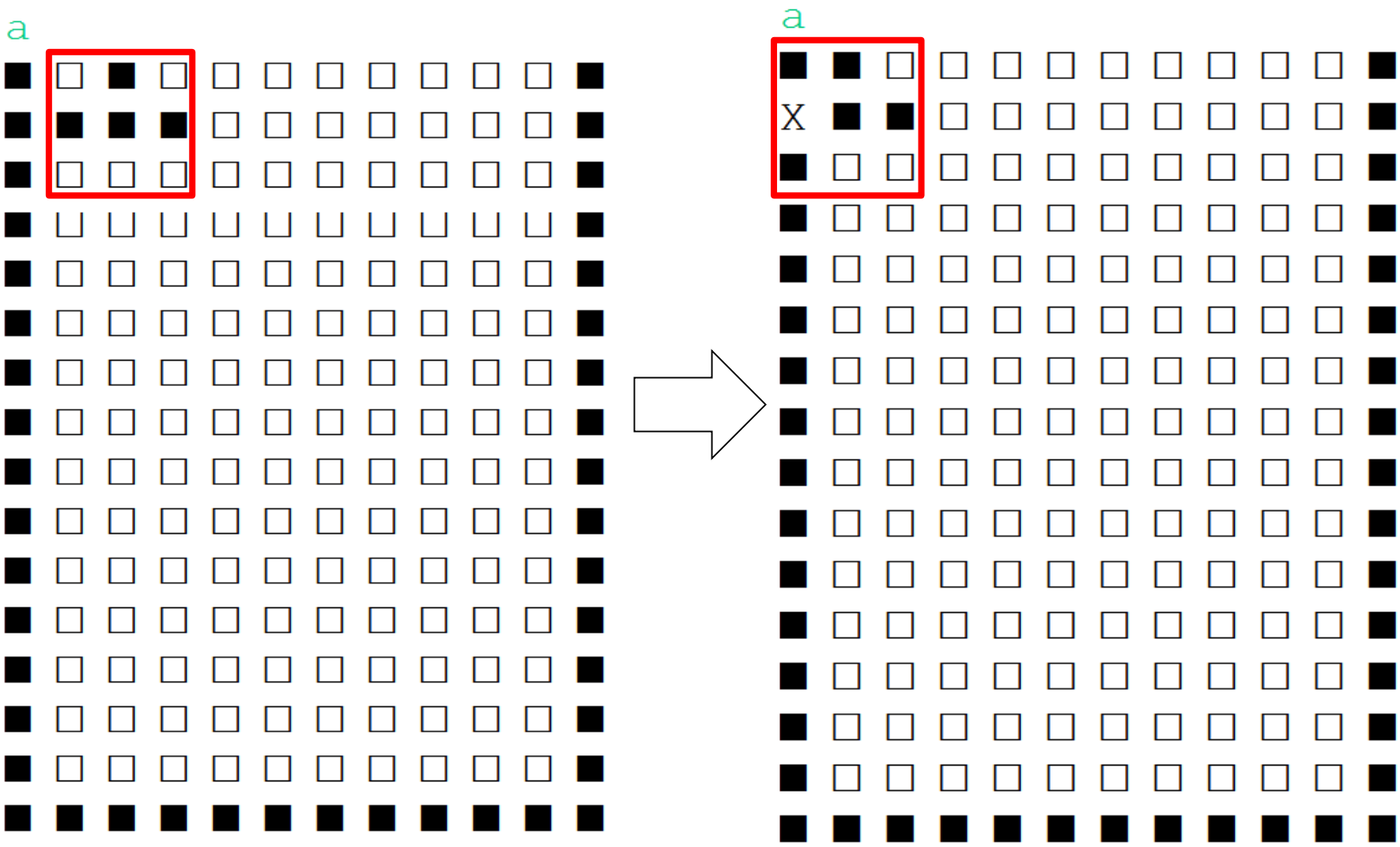
// 키 입력을 얻어오는 메쏘드

Main.java (v2)

```
60      public static void main(String[] args) throws Exception {
61          int top = 0, left = 4;
62          char key;
63          Matrix iScreen = new Matrix(arrayScreen);
64          Matrix currBlk = new Matrix(arrayBlk);
65          Matrix tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
66          tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
67          Matrix oScreen = new Matrix(iScreen);
68          oScreen.paste(tempBlk, top, left);
69          printMatrix(oScreen); System.out.println();
70
71          while ((key = getKey()) != 'q') {
72              switch(key) {
73              case 'a': left--; break; // move left
74              case 'd': left++; break; // move right
75              case 's': top++; break; // move down
76              case 'w': break; // rotate the block
77              case ' ': break; // drop the block
78              default: System.out.println("unknown key!");
79              }
80              tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
81              tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
82              oScreen = new Matrix(iScreen);
83              oScreen.paste(tempBlk, top, left);
84              printMatrix(oScreen); System.out.println();
85          }
86      }
87  }
```

// 반복되는 코드 (단, tempBlk, oScreen 객체를 다시 선언하지 않음)

Main.java (v2) : 벽에 충돌하면?



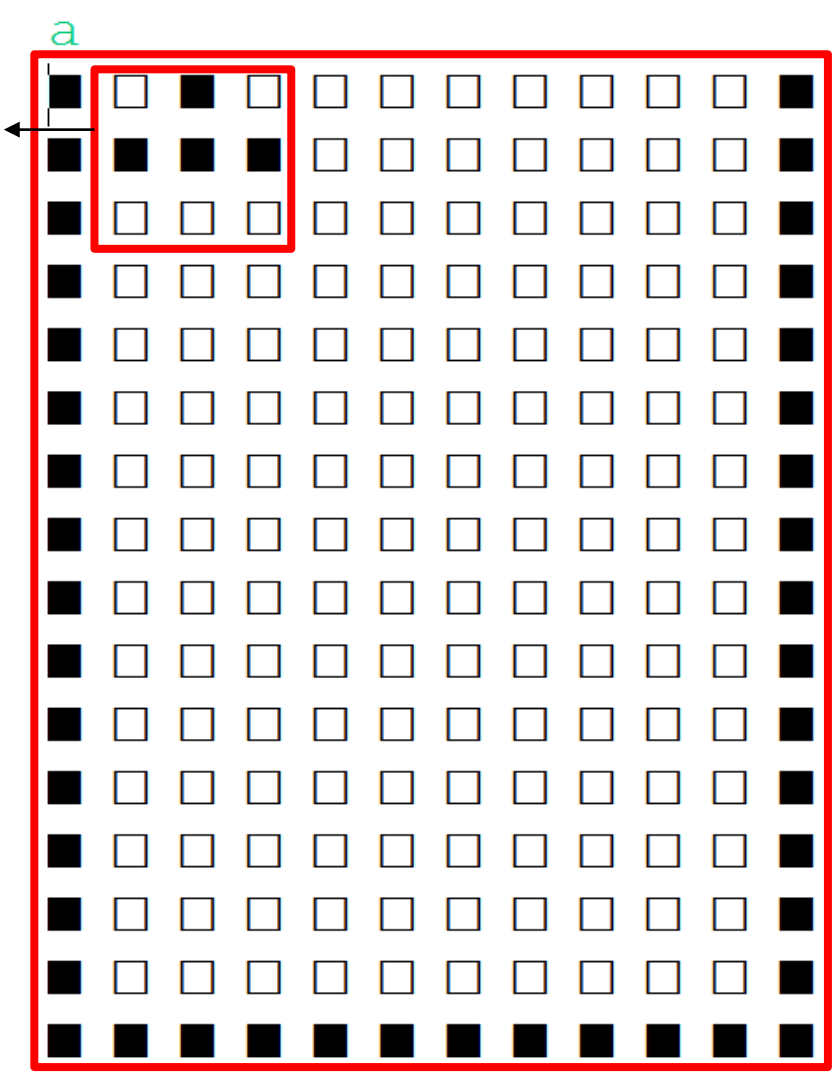
단계 4b. 확장 시나리오 코딩

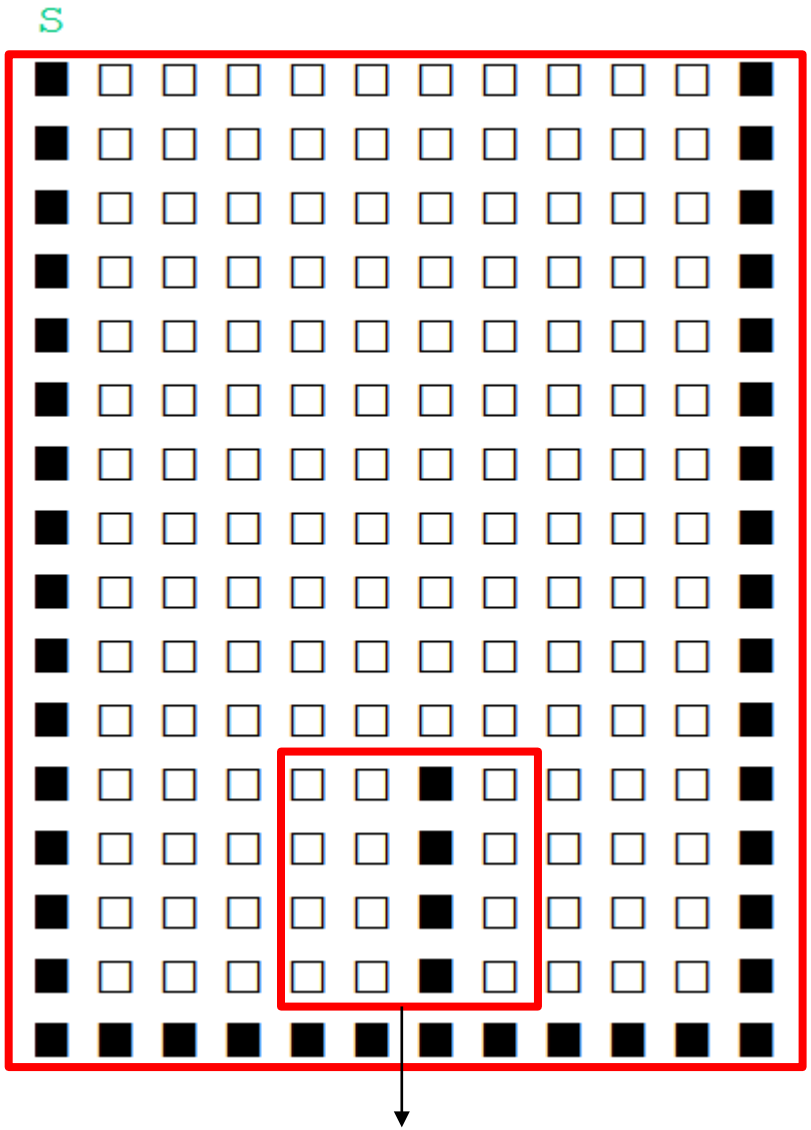
- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 없으면** 블록 한 칸 이동 → v2
- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 있으면** 블록 제자리 위치
  - 블록 경계에서 충돌이 발생하면? anyGreaterThan 메쏘드 + 배경 화면 배열에 벽을 한 겹으로 표현 + 변경된 (top, left) 좌표를 복원함 → v3

Main.java (v3)

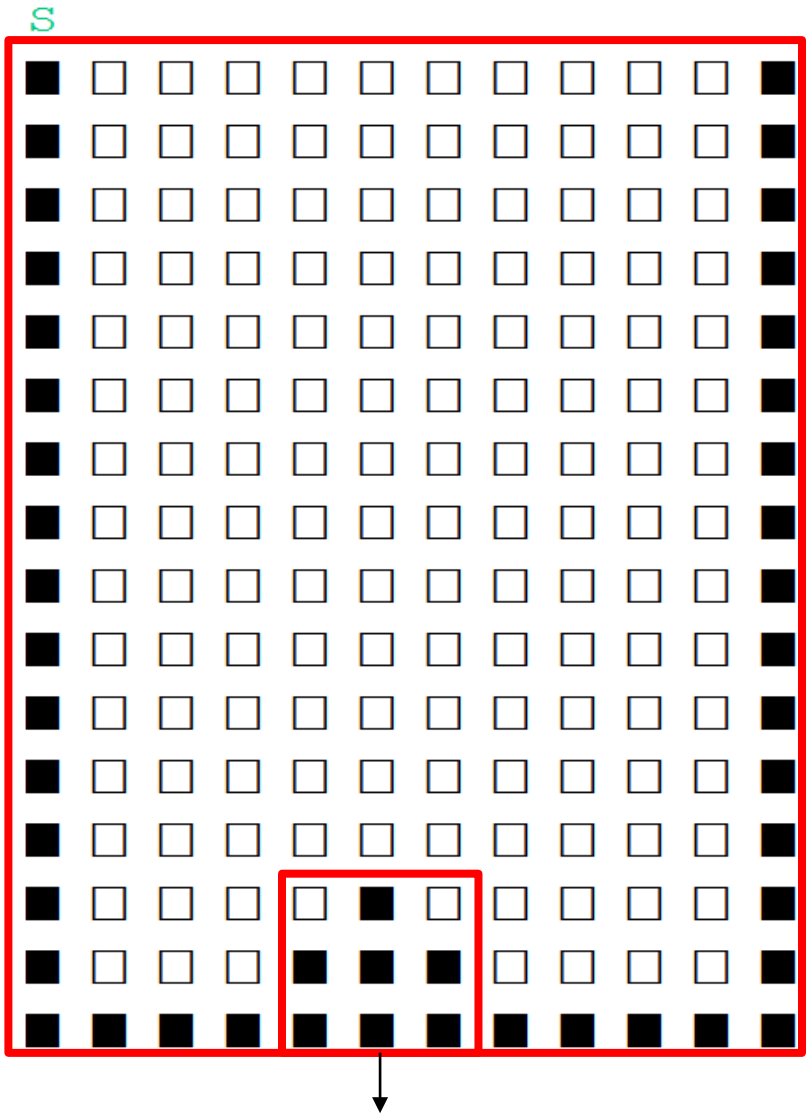
```
60    public static void main(String[] args) throws Exception {
61        int top = 0, left = 4;
62        char key;
63        Matrix iScreen = new Matrix(arrayScreen);
64        Matrix currBlk = new Matrix(arrayBlk);
65        Matrix tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
66        tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
67        Matrix oScreen = new Matrix(iScreen);
68        oScreen.paste(tempBlk, top, left);
69        printMatrix(oScreen); System.out.println();
70        while ((key = getKey()) != 'q') {
71            switch(key) {
72            case 'a': left--; break; // move left
73            case 'd': left++; break; // move right
74            case 's': top++; break; // move down
75            case 'w': break; // rotate the block clockwise
76            case ' ': break; // drop the block
77            default: System.out.println("unknown key!");
78            }
79            tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
80            tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
81            if (tempBlk.anyGreaterThan(1)) {// 벽 충돌시 undo 수행
82                switch(key) {
83                case 'a': left++; break; // undo: move right
84                case 'd': left--; break; // undo: move left
85                case 's': top--; break; // undo: move up
86                case 'w': break; // undo: rotate the block counter-clockwise
87                case ' ': break; // undo: move up
88                }
89                tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
90                tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
91            }
92            oScreen = new Matrix(iScreen);
93            oScreen.paste(tempBlk, top, left);
94            printMatrix(oScreen); System.out.println();
95        }
96    }
```

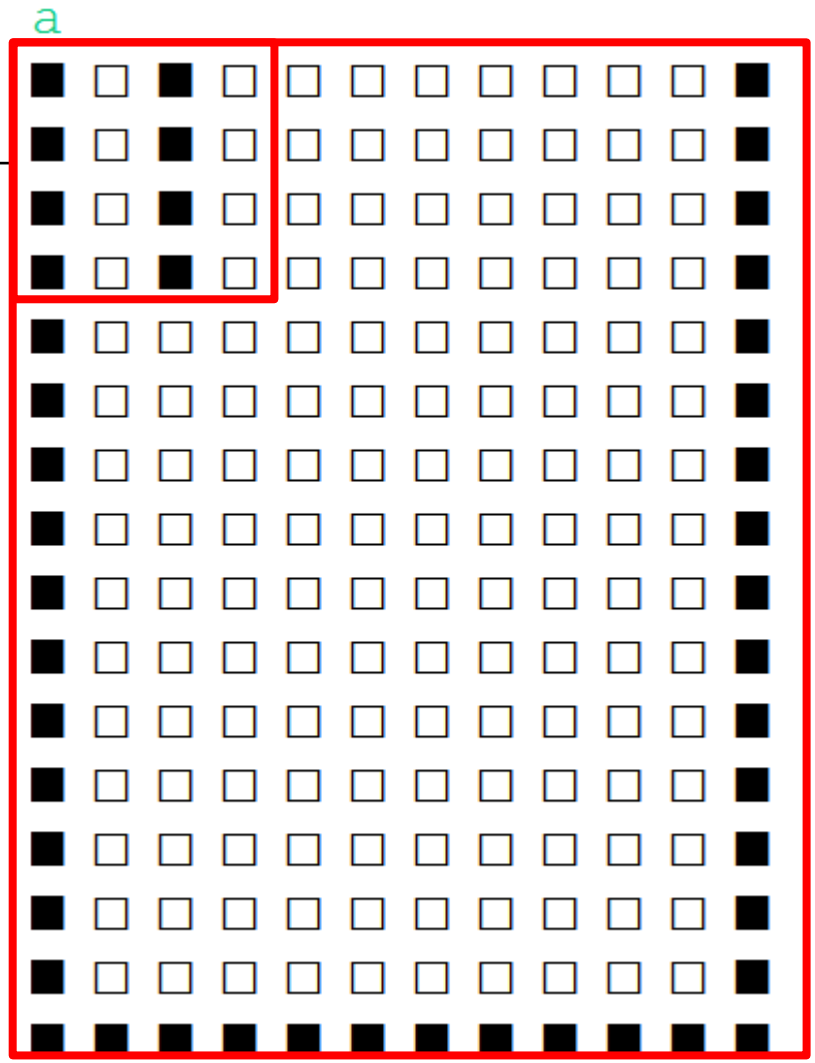
Main.java (v3) : 블록 경계에서 충돌이 발생하는 경우?





Main.java (v3) : 블록 내부에서 충돌이 발생하는 경우?






```
Exception in thread "main" MatrixException: invalid matrix range
        at Matrix.clip(Matrix.java:53)
        at     Main.main(    Main.java:80)
```

단계 4b. 확장 시나리오 코딩

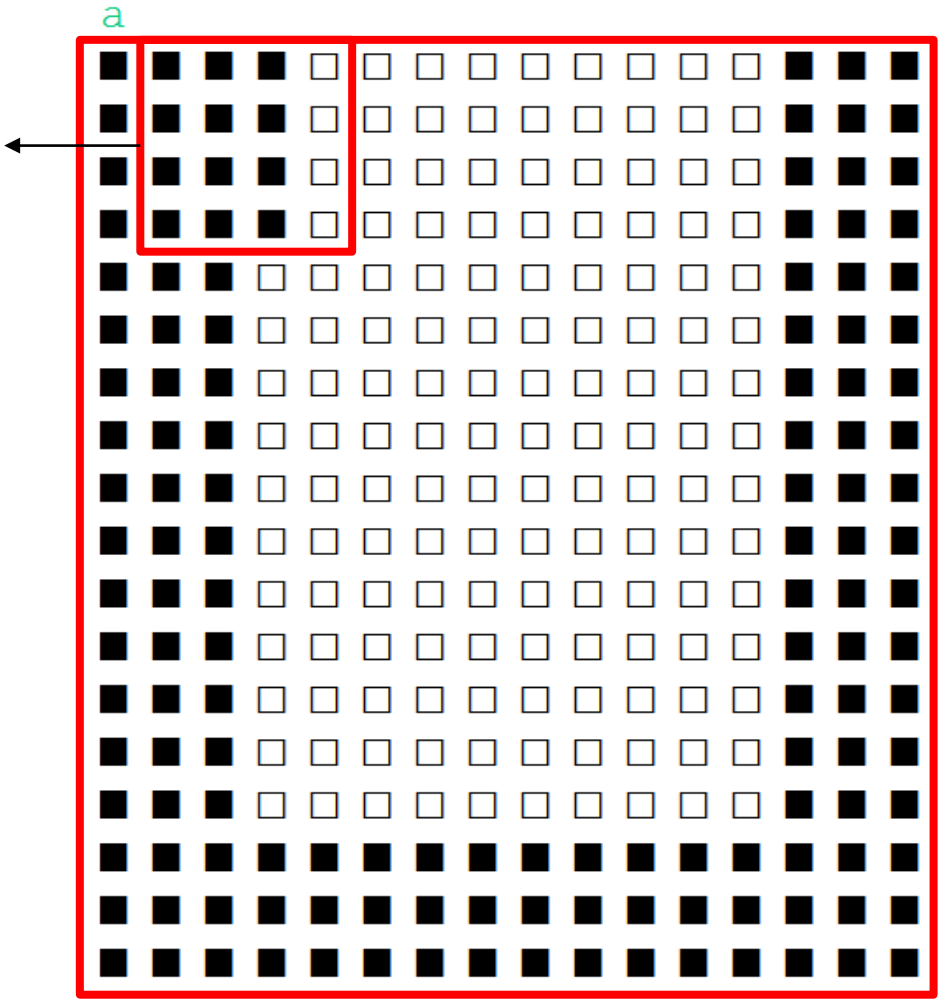
- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 없으면** 블록 한 칸 이동 → v2
- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 있으면** 블록 제자리 위치
  - 블록 경계에서 충돌이 발생하면? anyGreaterThan 메쏘드 + 배경 화면 배열에 벽을 한 겹으로 표현 + 변경된 (top, left) 좌표를 복원함 → v3
  - 블록 내부에서 충돌이 발생하면 ? anyGreaterThan 메쏘드 + 배경화면 배열에 벽을 여러 겹으로 표현 + 변경된 (top, left) 좌표를 복원함 → v4

Main.java (v4)

- arrayScreen 배열에서 벽을 여러 겹으로 정의함 → 몇 겹으로?

```
 5 public class      Main {
 6     static int[][] arrayScreen = { // array[15+3][10+6]
 7             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
 8             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
 9             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
10             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
11             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
12             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
13             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
14             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
15             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
16             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
17             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
18             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
19             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
20             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
21             { 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1 },
22             { 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 },
23             { 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 },
24             { 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 },
25     };
```

Main.java (v4)



단계 4b. 확장 시나리오 코딩

- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 없으면** 블록 한 칸 이동 → v2
- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 있으면** 블록 제자리 위치
  - 블록 경계에서 충돌이 발생하면? anyGreaterThan 메쏘드 + 배경 화면 배열에 벽을 한 겹으로 표현 + 변경된 (top, left) 좌표를 복원함 → v3
  - 블록 내부에서 충돌이 발생하면 ? anyGreaterThan 메쏘드 + 배경화면 배열에 벽을 여러 겹으로 표현 + 변경된 (top, left) 좌표를 복원함 → v4
    - 여러 겹의 벽을 가진 배경화면 배열의 중요성을 강조하기 위해서 이러한 배열을 생성하는 createArrayScreen 메쏘드를 정의함 → v5

Main.java (v5)

```
5  public class     Main {
6      static int[][] arrayBlk = {
12     private static int iScreenDy = 15;
13     private static int iScreenDx = 10;
14     private static int iScreenDw = 4; // large enough to cover the largest block
15     private static int[][] createArrayScreen(int dy, int dx, int dw) {
16         int y, x;
17         int[][] array = new int[dy + dw][dx + 2*dw];
18         for (y = 0; y < array.length; y++)
19             for (x = 0; x < dw; x++)
20                 array[y][x] = 1;
21         for (y = 0; y < array.length; y++)
22             for (x = dw + dx; x < array[0].length; x++)
23                 array[y][x] = 1;
24         for (y = dy; y < array.length; y++)
25             for (x = 0; x < array[0].length; x++)
26                 array[y][x] = 1;
27         return array;
28     }
29     public static void printScreen(Matrix screen) {
30         int dy = screen.get_dy();
31         int dx = screen.get_dx();
32         int dw = iScreenDw;
33         int array[][] = screen.get_array();
34         for (int y = 0; y < dy - dw + 1; y++) {
35             for (int x = dw - 1; x < dx - dw + 1; x++) {
36                 if (array[y][x] == 0) System.out.print("□ ");
37                 else if (array[y][x] == 1) System.out.print("■ ");
38                 else System.out.print("X ");
39             }
40             System.out.println();
41         }
42     }
```

Main.java (v5)

```
74      public static void main(String[] args) throws Exception {
75          int top = 0;
76          int left = iScreenDw + iScreenDx/2 - 2;
77          int[][] arrayScreen = createArrayScreen(iScreenDy, iScreenDx, iScreenDw);
78          char key;
79          Matrix iScreen = new Matrix(arrayScreen);
80          Matrix currBlk = new Matrix(arrayBlk);
81          Matrix tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
82          tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
83          Matrix oScreen = new Matrix(iScreen);
84          oScreen.paste(tempBlk, top, left);
85          printScreen(oScreen); System.out.println();
86          while ((key = getKey()) != 'q') {
87              switch(key) {
88              case 'a': left--; break; // move left
89              case 'd': left++; break; // move right
90              case 's': top++; break; // move down
91              case 'w': break; // rotate the block clockwise
92              case ' ': break; // drop the block
93              default: System.out.println("unknown key!");
94              }
95              tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
96              tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
97              if (tempBlk.anyGreaterThan(1)) {
98                  switch(key) {
99                  case 'a': left++; break; // undo: move right
100                 case 'd': left--; break; // undo: move left
101                 case 's': top--; break; // undo: move up
102                 case 'w': break; // undo: rotate the block counter-clockwise
103                 case ' ': break; // undo: move up
104                 }
105                 tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
106                 tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
107             }
108             oScreen = new Matrix(iScreen);
109             oScreen.paste(tempBlk, top, left);
110             printScreen(oScreen); System.out.println();
111         }
112     }
```

단계 4b. 확장 시나리오 코딩

- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 없으면** 블록 한 칸 이동 → v2
- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 있으면** 블록 제자리 위치 → v5
- Down키 입력시 **충돌 있으면** 배경 화면 갱신 → v6

Main.java (v6)


```
74    public static void main(String[] args) throws Exception {
75        boolean newBlockNeeded = false;

87        while ((key = getKey()) != 'q') {
88            switch(key) {
89            case 'a': left--; break; // move left
90            case 'd': left++; break; // move right
91            case 's': top++; break; // move down
92            case 'w': break; // rotate the block clockwise
93            case ' ': break; // drop the block
94            default: System.out.println("unknown key!");
95            }
96            tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
97            tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
98            if (tempBlk.anyGreaterThan(1)) {
99                switch(key) {
100               case 'a': left++; break; // undo: move right
101               case 'd': left--; break; // undo: move left
102               case 's': top--; newBlockNeeded = true; break; // undo: move up
103               case 'w': break; // undo: rotate the block counter-clockwise
104               case ' ': break; // undo: move up
105               }
106               tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
107               tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
108           }
109           oScreen = new Matrix(iScreen);
110           oScreen.paste(tempBlk, top, left);
111           printScreen(oScreen); System.out.println();
112           if (newBlockNeeded) {
113               iScreen = new Matrix(oScreen);
114               top = 0; left = iScreenDw + iScreenDx/2 - 2;
115               newBlockNeeded = false;
116               currBlk = new Matrix(arrayBlk);
117               tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
118               tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
119               oScreen = new Matrix(iScreen);
120               oScreen.paste(tempBlk, top, left);
121               printScreen(oScreen); System.out.println();
122           }
123       }
```

// 바닥 충돌시 새 블록 출현

단계 4b. 확장 시나리오 코딩

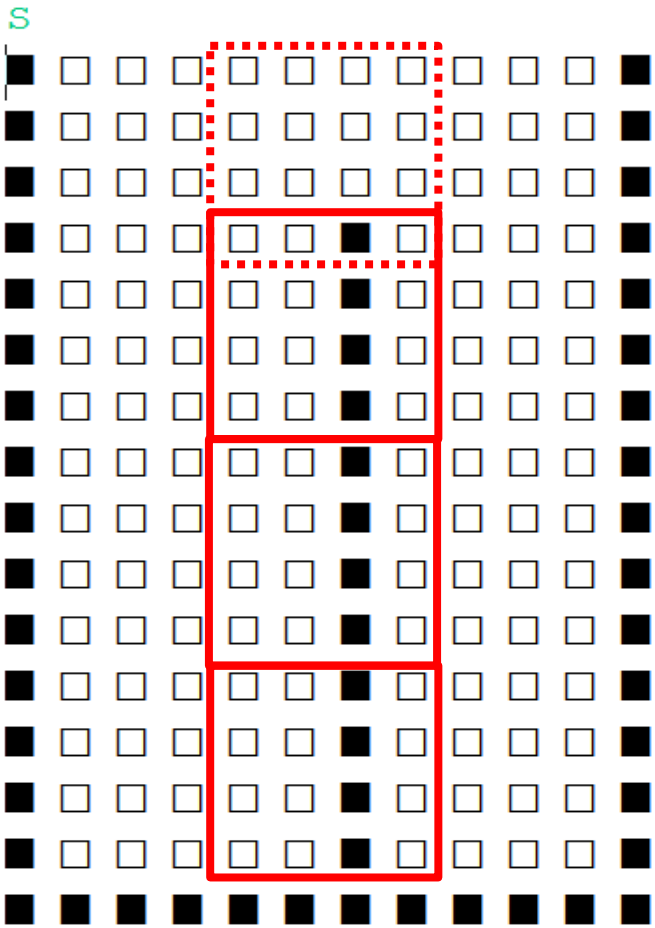
- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 없으면** 블록 한 칸 이동 → v2
- Left/Right/Down키 입력시 **충돌 있으면** 블록 제자리 위치 → v5
- Down키 입력시 **충돌 있으면** 배경 화면 갱신 → v6
- 새 블록이 출현하자마다 **충돌 있으면** 게임 종료 → v7

Main.java (v7)

```
109                 oScreen = new Matrix(iScreen);
110                 oScreen.paste(tempBlk, top, left);
111                 printScreen(oScreen); System.out.println();
112                 if (newBlockNeeded) {
113                     iScreen = new Matrix(oScreen);
114                     top = 0; left = iScreenDw + iScreenDx/2 - 2;
115                     newBlockNeeded = false;
116                     currBlk = new Matrix(arrayBlk);
117                     tempBlk = iScreen.clip(top, left, top+currBlk.get_dy(), left+currBlk.get_dx());
118                     tempBlk = tempBlk.add(currBlk);
119                     if (tempBlk.anyGreaterThan(1)) {
120                         System.out.println("Game Over!");
121                         System.exit(0);
122                     }
123                     oScreen = new Matrix(iScreen);
124                     oScreen.paste(tempBlk, top, left);
125                     printScreen(oScreen); System.out.println();
126                 }
127             }
128         }
129 }
```

// 새 블록 출현시 충돌 있으면 게임 종료

Main.java (v7)



단계 4b. 확장 시나리오 코딩 : 남은 숙제들

- 7가지 블록의 무작위 선택 → v8
  - 7가지 블록들을 Matrix 객체들로 미리 생성함
  - 이 객체들을 필요할 때마다 난수를 발생시켜 선택함

```
import java.util.Random
Random random = new Random(); // 프로그램 시작시 한번만 호출
int idxBlockType = random.nextInt(7); // idxBlockType은 상태 변수
Matrix currBlk = setOfBlockObjects[idxBlockType];
```

- Rotate키 처리: Rotate의 결과를 표현하는 Matrix 객체들을 미리 생성함 → v9

```
idxBlockDegree = (idxBlockDegree + 1) % 4; // idxBlockDegree은 상태 변수
Matrix currBlk = setOfBlockObjects[idxBlockType][idxBlockDegree];
```

- Space키 처리 (블록 추락) → v10
  - 바닥에 충돌할 때까지 아래로 한 칸씩 이동함을 루프 형태로 반복함
  - 한 칸씩 이동한 결과 생성되는 oScreen을 화면에 출력하지 말되, 마지막으로 블록이 바닥에 인접한 장면의 oScreen은 출력해야 함
- Full line 삭제 → v11
  - Down키 입력시 충돌 있고, full line들이 발견되면 해당 line들을 배경 화면에서 삭제함 : Matrix class의 sum, clip, paste 메쏘드 이용하고, screen 배열의 검색 범위를 줄이는 것에 유의해야 함

감사합니다!