브루트 포스 – 재귀 (연습)

최백준 choi@startlink.io

로또

https://www.acmicpc.net/problem/6603

- 로또의 모든 조합을 출력해보는 문제

로또

https://www.acmicpc.net/problem/6603

- go(a, index, cnt)
  - a: 입력으로 주어진 수
  - index: 선택할지 말지 결정해야 하는 인덱스
  - cnt: 현재까지 포함한 수의 개수

로또

https://www.acmicpc.net/problem/6603

- go(a, index, cnt)
  - a: 입력으로 주어진 수
  - index: 선택할지 말지 결정해야 하는 인덱스
  - cnt: 현재까지 포함한 수의 개수
- 정답을 찾은 경우
  - cnt == 6
- 불가능한 경우
  - index == a.size()
- 다음 경우 (선택하는 것은 다른 배열을 사용)
  - index번째를 선택: go(a, index+1, cnt+1)
  - index번째를 선택하지 않음: go(a, index, cnt)

로또

https://www.acmicpc.net/problem/6603

- 소스: http://codeplus.codes/4b77ac042e0342aebce47ffa395ae082

부분수열의 합

https://www.acmicpc.net/problem/1182

- 서로 다른 N개의 정수로 이루어진 수열이 있을 때, 크기가 양수인 부분수열 중에서 그 수열의 원소를 다 더한 값이 S가 되는 경우의 수를 구하는 문제
- $1 \leq N \leq 20$

부분수열의 합

https://www.acmicpc.net/problem/1182

- go(index, sum)
  - index: 부분수열에 포함할지 말지 결정해야 하는 인덱스
  - sum: 현재까지 부분수열의 합

부분수열의 합

https://www.acmicpc.net/problem/1182

- go(index, sum)
  - index: 부분수열에 포함할지 말지 결정해야 하는 인덱스
  - sum: 현재까지 부분수열의 합
- 정답을 찾은 경우
  - index == n && sum == m
- 불가능한 경우
  - index == n && sum != m
- 다음 경우
  - index번째를 부분수열에 추가: go(index+1, sum+a[i])
  - index번째를 부분수열에 추가하지 않음: go(index+1, sum)

부분수열의 합

https://www.acmicpc.net/problem/1182

- 소스: http://codeplus.codes/662b6e4b682e4d67bba4f01aa3b252c0

부분수열의 합

https://www.acmicpc.net/problem/14225

- 수열 S가 주어졌을 때, 수열 S의 부분 수열의 합으로 나올 수 없는 가장 작은 자연수를 구하는 문제
- 예를 들어, S = [5, 1, 2]인 경우에 1, 2, 3(=1+2), 5, 6(=1+5), 7(=2+5), 8(=1+2+5)을 만들 수 있다. 하지만, 4는 만들 수 없기 때문에 정답은 4이다.

부분수열의 합

https://www.acmicpc.net/problem/14225

- S의 부분 수열의 개수는 2^N가지
- N ≤ 20이기 때문에, 부분 수열을 모두 만들어 본다
- 부분 수열을 만드는 방법

1. 재귀 호출
2. 비트마스크

부분수열의 합

https://www.acmicpc.net/problem/14225

- 소스: http://codeplus.codes/272fcb860f7840eb85e68385ef872675

연산자 끼워넣기

https://www.acmicpc.net/problem/14888

- N개의 수로 이루어진 수열과 N-1개의 연산자가 있다. ($2 \leq N \leq 11$)
- 이 때, 수와 수 사이에 연산자를 하나씩 끼워넣어서 만들 수 있는 수식 결과의 최대값과 최소값을 구하는 문제
- 수식의 계산은 연산자 우선순위를 무시하고 앞에서부터 진행한다
- 수의 순서는 바꿀 수 없다

연산자 끼워넣기

https://www.acmicpc.net/problem/14888

- 수열 = [1, 2, 3, 4, 5, 6], 연산자 = +2개, -1개, ×1개, ÷1개인 경우
- 60가지가 가능하다
- 1+2+3-4×5÷6 = 1
- 1÷2+3+4-5×6 = 12
- 1+2÷3×4-5+6 = 5
- 1÷2×3-4+5+6 = 7

연산자 끼워넣기

https://www.acmicpc.net/problem/14888

- go(a, index, cur, plus, minus, mul, div)
  - a: 입력으로 주어진 수열
  - index: 현재 계산해야 하는 인덱스
  - cur: index-1번째까지 계산한 결과
  - plus, minus, mul, div: 사용할 수 있는 연산자의 개수

연산자 끼워넣기

https://www.acmicpc.net/problem/14888

- go(a, index, cur, plus, minus, mul, div)
  - a: 입력으로 주어진 수열
  - index: 현재 계산해야 하는 인덱스
  - cur: index-1번째까지 계산한 결과
  - plus, minus, mul, div: 사용할 수 있는 연산자의 개수
- 정답을 찾은 경우
  - index == n
- 다음 경우
  - + 사용: go(a, index+1, cur+a[index], plus-1, minus, mul, div)
  - - 사용: go(a,index+1,cur-a[index],plus,minus-1,mul,div)
  - × 사용: go(a,index+1,cur*a[index],plus,minus,mul-1,div)
  - / 사용: go(a,index+1,cur/a[index],plus,minus,mul,div-1)

연산자 끼워넣기

https://www.acmicpc.net/problem/14888

- 소스: http://codeplus.codes/14e87f7cbc9f466694f5be80c458f230

연산자 끼워넣기 (2)

https://www.acmicpc.net/problem/15658

- N개의 수로 이루어진 수열과 N-1개 이상의 연산자가 있다. ($2 \le N \le 11$)
- 이 때, 수와 수 사이에 연산자를 하나씩 끼워넣어서 만들 수 있는 수식 결과의 최대값과 최소값을 구하는 문제
- 수식의 계산은 연산자 우선순위를 무시하고 앞에서부터 진행한다
- 수의 순서는 바꿀 수 없다

연산자 끼워넣기 (2)

https://www.acmicpc.net/problem/15658

- 수열 = [1, 2, 3, 4, 5, 6], 연산자 = +3개, -2개, ×1개, ÷1개인 경우
- 250가지가 가능하다
- 1+2+3-4×5÷6 = 1
- 1÷2+3+4-5×6 = 12
- 1+2÷3×4-5+6 = 5
- 1÷2×3-4+5+6 = 7
- 1+2+3+4-5-6 = -1
- 1+2+3-4-5×6 = -18

연산자 끼워넣기 (2)

https://www.acmicpc.net/problem/15658

- go(a, index, cur, plus, minus, mul, div)
  - a: 입력으로 주어진 수열
  - index: 현재 계산해야 하는 인덱스
  - cur: index-1번째까지 계산한 결과
  - plus, minus, mul, div: 사용할 수 있는 연산자의 개수

연산자 끼워넣기 (2)

https://www.acmicpc.net/problem/15658

- go(a, index, cur, plus, minus, mul, div)
  - a: 입력으로 주어진 수열
  - index: 현재 계산해야 하는 인덱스
  - cur: index-1번째까지 계산한 결과
  - plus, minus, mul, div: 사용할 수 있는 연산자의 개수
- 정답을 찾은 경우
  - index == n
- 다음 경우
  - + 사용: go(a, index+1, cur+a[index], plus-1, minus, mul, div)
  - - 사용: go(a,index+1,cur-a[index],plus,minus-1,mul,div)
  - × 사용: go(a,index+1,cur*a[index],plus,minus,mul-1,div)
  - / 사용: go(a,index+1,cur/a[index],plus,minus,mul,div-1)

연산자 끼워넣기 (2)

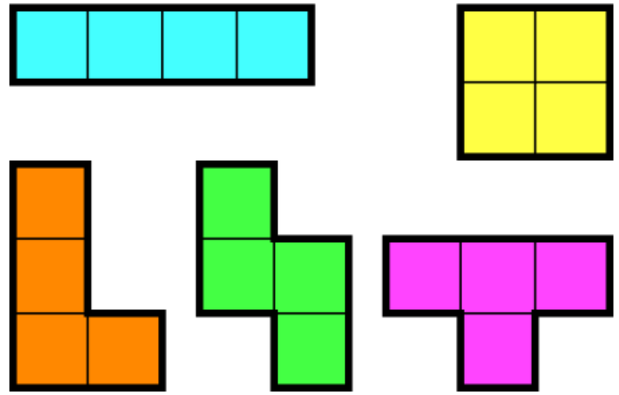
https://www.acmicpc.net/problem/15658

- 소스: http://codeplus.codes/05f954738eda49fabb398ad7eb422465
- 연산자 끼워넣기와 같은 소스로 해결할 수 있다

테트로미노

https://www.acmicpc.net/problem/14500

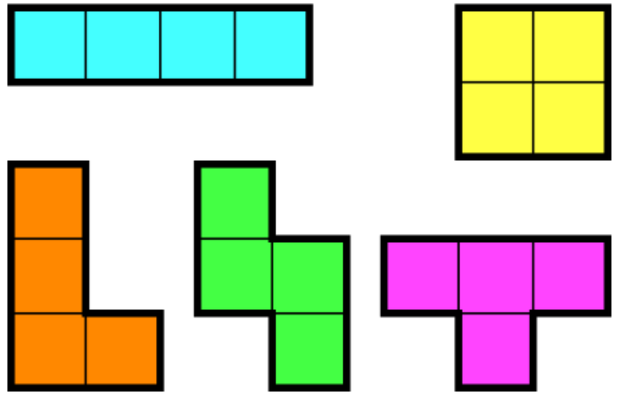
- 폴리오미노는 크기가 1 ×1인 정사각형을 여러 개 이어 붙여서 만든 도형이다.
- 정사각형 4개를 이어 붙인 폴리오미노는 테트로미노라고 하며, 총 5가지가 있다.
- N×M 크기의 종이 위에 테트로미노를 하나 놓아서
- 놓인 칸에 쓰여 있는 수의 합을 최대로 하는 문제
- $4 \leq N, M \leq 500$



테트로미노

https://www.acmicpc.net/problem/14500

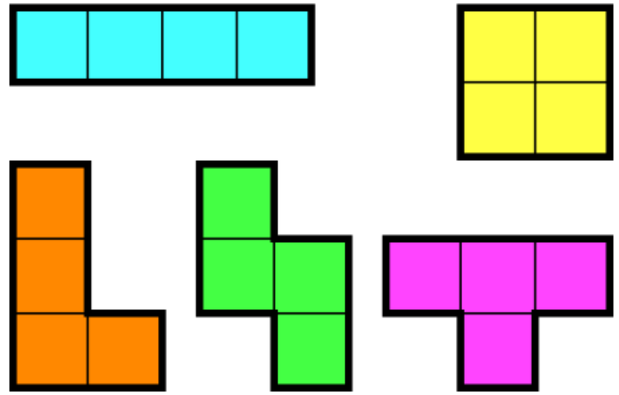
- 테트로미노는 총 19가지가 있고
- 하나의 테트로미노당 놓을 수 있는 방법의 개수는 약, O(NM)가지 이다
- 경우의 수가 많지 않기 때문에
- 각각의 테트로미노에 대해서 모든 칸에 놓아본다



테트로미노

https://www.acmicpc.net/problem/14500

- 하나를 제외한 나머지 테트로미노는 임의의 한 칸에서 시작해서
- 3개의 칸을 연속해서 방문한 형태이다.
- 하나는 재귀 함수로는 할 수 없기 때문에
- for문으로 살펴본다.



테트로미노

https://www.acmicpc.net/problem/14500

- 소스: http://codeplus.codes/4c5403bbaf2e4bd99235ff712aee1852

두 동전

https://www.acmicpc.net/problem/16197

- N×M 크기의 보드, 4개의 버튼이 있다.
- 칸은 비어있거나, 동전, 벽이다.
- 동전은 2개이다.
- 버튼은 왼쪽, 오른쪽, 위, 아래이고, 누르면 그 방향으로 이동한다.
- 이동하려는 칸이 벽이면 이동하지 않는다.
- 이동하려는 칸이 없으면 보드 바깥으로 떨어진다.
- 그 외에는 이동한다.
- 두 동전 중 하나만 보드에 떨어뜨리기 위해 버튼을 몇 번 눌러야 하는가?
- 10번보다 많이 눌러야 하면 -1을 출력한다.

두 동전

https://www.acmicpc.net/problem/16197

- 총 4개의 방향을 10번까지 수행할 수 있다.
- 방법의 수: 4^{10}

두 동전

https://www.acmicpc.net/problem/16197

- go(step, x1, y1, x2, y2)
  - step: 버튼을 누른 횟수
  - (x1, y1): 한 동전의 위치
  - (x2, y2): 다른 동전의 위치

두 동전

https://www.acmicpc.net/problem/16197

- go(step, x1, y1, x2, y2)
  - step: 버튼을 누른 횟수
  - (x1, y1): 한 동전의 위치
  - (x2, y2): 다른 동전의 위치
- 불가능한 경우
  - step == 11
  - 동전이 둘 다 떨어진 경우
- 정답을 찾은 경우
  - 동전 하나만 떨어진 경우
- 다음 경우
  - go(step+1, nx1, ny1, nx2, ny2)

두 동전

https://www.acmicpc.net/problem/16197

- 소스: http://codeplus.codes/f60260f4948b41e59811e7c0c8ece274

에너지 모으기

https://www.acmicpc.net/problem/16198

- N개의 에너지 구슬이 있고, i번째 에너지 구슬의 무게는 W[1], W[2], …, W[N] 이다. $N \leq 10$
- 에너지를 모으는 방법은 다음과 같다.

1. 에너지 구슬을 하나 고른다. 첫 번째와 마지막은 고를 수 없다. 고른 구슬의 번호를 x라고 한다.
2. x번째 구슬을 제거한다.
3. W[x-1] × W[x+1]의 에너지를 모은다.
4. N을 1 감소시키고, 구슬의 번호를 다시 매긴다.

에너지 모으기

https://www.acmicpc.net/problem/16198

- N이 10보다 작거나 같기 때문에, 합칠 수 있는 방법의 수가 크지 않다.

에너지 모으기

https://www.acmicpc.net/problem/16198

- go(w): 에너지 구슬의 무게가 w에 순서대로 저장되어 있을 때, 모을 수 있는 에너지의 최댓값

에너지 모으기

https://www.acmicpc.net/problem/16198

- 소스: http://codeplus.codes/21aeddefc2264469ae39a09ce973d152

백트래킹

N-Queen

https://www.acmicpc.net/problem/9663

- N×N크기의 체스판 위에 Queen을 N개 놓는 방법의 수를 구하는 문제

N-Queen

https://www.acmicpc.net/problem/9663

- calc(row): row 행에 퀸을 어디에 놓을지 결정해야 함

N-Queen

https://www.acmicpc.net/problem/9663

- calc(row): row 행에 퀸을 어디에 놓을지 결정해야 함

```
void calc(int row) {
    if (row == n) {
        ans += 1;
    }
    for (int col=0; col<n; col++) {
        a[row][col] = true;
        if (check(row, col)) {
            calc(row+1);
        }
        a[row][col] = false;
    }
}
```

N-Queen

https://www.acmicpc.net/problem/9663

- 소스: http://codeplus.codes/d162cdcf9a24479ca68ace4c1e53c4f5

N-Queen

https://www.acmicpc.net/problem/9663

- check_col[i] = i번 열에 퀸이 놓여져 있으면 true

	0	1	2	3	4	5
0	0	1	2	3	4	5
1	0	1	2	3	4	5
2	0	1	2	3	4	5
3	0	1	2	3	4	5
4	0	1	2	3	4	5
5	0	1	2	3	4	5

N-Queen

https://www.acmicpc.net/problem/9663

- check_dig[i] = / 대각선에 퀸이 있으면

	0	1	2	3	4	5
0	0	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	10

N-Queen

https://www.acmicpc.net/problem/9663

- check_dig2[i] = \ 대각선에 퀸이 있으면

	0	1	2	3	4	5
0	5	4	3	2	1	0
1	6	5	4	3	2	1
2	7	6	5	4	3	2
3	8	7	6	5	4	3
4	9	8	7	6	5	4
5	10	9	8	7	6	5

N-Queen

https://www.acmicpc.net/problem/9663

- Check 부분을 배열을 이용하면 놓을 수 있는지 검사를 O(1)만에 해결 할 수 있다.
- 소스: http://codeplus.codes/1bf652538a684852aa8f45c48df01cfd

스도쿠

https://www.acmicpc.net/problem/2580

- 스도쿠를 푸는 문제

	3	5	4	6	9	2	7	8
7	8	2	1		5	6		9
	6		2	7	8	1	3	5
3	2	1		4	6	8	9	7
8		4	9	1	3	5		6
5	9	6	8	2		4	1	3
9	1	7	6	5	2		8	
6		3	7		1	9	5	2
2	5	8	3	9	4	7	6	

1	3	5	4	6	9	2	7	8
7	8	2	1	**3**	5	6	**4**	9
4	6	**9**	2	7	8	1	3	5
3	2	1	**5**	4	6	8	9	7
8	**7**	4	9	1	3	5	**2**	6
5	9	6	8	2	**7**	4	1	3
9	1	7	6	5	2	**3**	8	**4**
6	**4**	3	7	**8**	1	9	5	2
2	5	8	3	9	4	7	6	**1**

스도쿠

https://www.acmicpc.net/problem/2580

- go(z): z번째 칸을 채우는 함수
- (x, y) -> 9*x + y번째 칸

0	1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	32	33	34	35
36	37	38	39	40	41	42	43	44
45	46	47	48	49	50	51	52	53
54	55	56	57	58	59	60	61	62
63	64	65	66	67	68	69	70	71
72	73	74	75	76	77	78	79	80

스도쿠

https://www.acmicpc.net/problem/2580

- c[i][j] = i행에 숫자 j가 있으면 true

0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8

스도쿠

https://www.acmicpc.net/problem/2580

- c2[i][j] = i열에 숫자 j가 있으면 true

0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	2	3	4	5	6	7	8

스도쿠

https://www.acmicpc.net/problem/2580

- c3[i][j] = i번 작은 정사각형에 숫자 j가 있으면 true
- (x, y)는 (x/3)*3+(y/3)번째 칸

0	0	0	1	1	1	2	2	2
0	0	0	1	1	1	2	2	2
0	0	0	1	1	1	2	2	2
3	3	3	4	4	4	5	5	5
3	3	3	4	4	4	5	5	5
3	3	3	4	4	4	5	5	5
6	6	6	7	7	7	8	8	8
6	6	6	7	7	7	8	8	8
6	6	6	7	7	7	8	8	8

스도쿠

https://www.acmicpc.net/problem/2580

```
for (int i=0; i<n; i++) {
    for (int j=0; j<n; j++) {
        cin >> a[i][j];
        if (a[i][j] != 0) {
            c[i][a[i][j]] = true;
            c2[j][a[i][j]] = true;
            c3[square(i,j)][a[i][j]] = true;
        }
    }
}
go(0);
```

스도쿠

https://www.acmicpc.net/problem/2580

```
void go(int z) {
    if (z == 81) {
        // check
        exit(0);
    }
    int x = z/n, y = z%n;
    if (a[x][y] != 0) {
        go(z+1);
    } else {
        // next
    }
}
```

스도쿠

https://www.acmicpc.net/problem/2580

```
// check
for (int i=0; i<n; i++) {
    for (int j=0; j<n; j++) {
        cout << a[i][j] << ' ';
    }
    cout << '\n';
}
exit(0);
```

스도쿠

https://www.acmicpc.net/problem/2580

```
// next
for (int i=1; i<=9; i++) {
    if (c[x][i] == 0 && c2[y][i] == 0 && c3[square(x,y)][i]==0) {
        c[x][i] = c2[y][i] = c3[square(x,y)][i] = true;
        a[x][y] = i;
        go(z+1);
        a[x][y] = 0;
        c[x][i] = c2[y][i] = c3[square(x,y)][i] = false;
    }
}
```

스도쿠

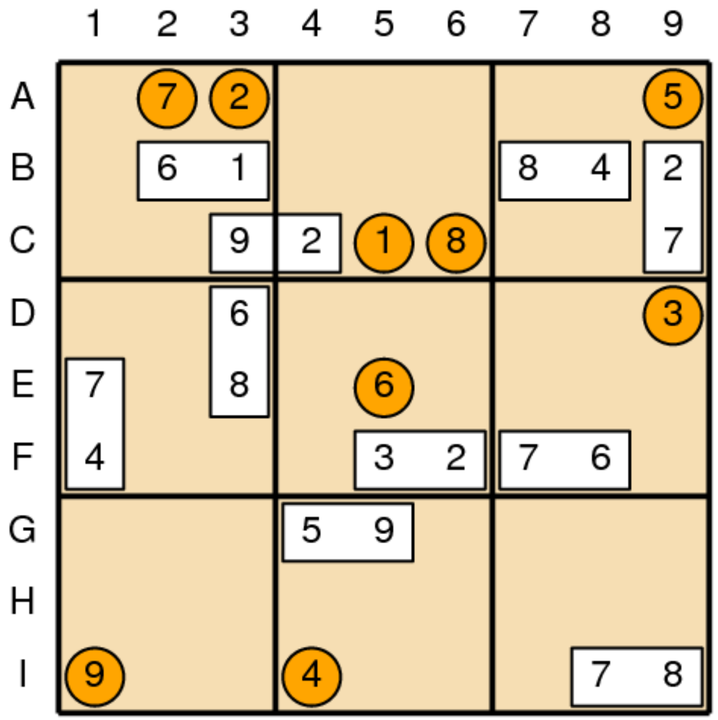
https://www.acmicpc.net/problem/2580

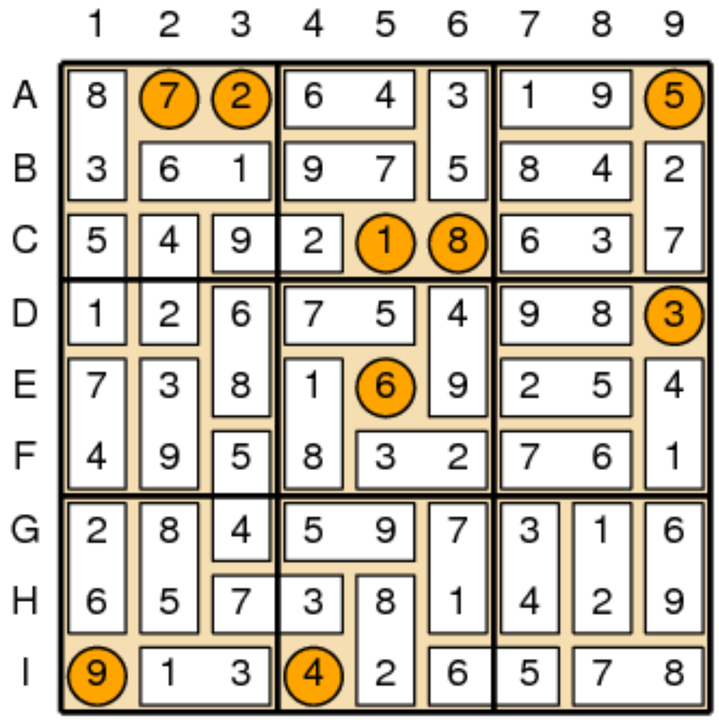
- 소스: http://codeplus.codes/e71328fac9884189a7ffcc9bf0d704f7

스도미노쿠

https://www.acmicpc.net/problem/4574

- 스도미노쿠를 푸는 문제





스도미노쿠

https://www.acmicpc.net/problem/4574

- 첫 번째 칸부터 수를 하나씩 차례대로 채워본다.

스도미노쿠

https://www.acmicpc.net/problem/4574

- 소스: http://codeplus.codes/733f74f8ee774fd3a5fdadf2096aa362

알파벳

https://www.acmicpc.net/problem/1987

- 세로 R칸, 가로 C칸으로 된 표 모양의 보드가 있다
- 보드의 각 칸에는 대문자 알파벳이 하나씩 적혀 있고, 좌측 상단 칸 (1행 1열) 에는 말이 놓여 있다
- 말은 상하좌우로 인접한 네 칸 중의 한 칸으로 이동할 수 있다
- 같은 알파벳이 적힌 칸을 두 번 지날 수 없다
- 좌측 상단에서 시작해서, 말이 최대한 몇 칸을 지날 수 있는지를 구하는 문제

알파벳

https://www.acmicpc.net/problem/1987

- go(board, check, x, y, cnt)
  - board: 보드
  - check: 방문한 알파벳
  - x, y: 현재 위치
  - cnt: 방문한 칸의 수

알파벳

https://www.acmicpc.net/problem/1987

- go(board, check, x, y, cnt)
  - board: 보드
  - check: 방문한 알파벳
  - x, y: 현재 위치
  - cnt: 방문한 칸의 수
- 새로운 칸 nx, ny로 이동할 수 있는 경우
  - go(board, check, nx, ny, cnt+1)
    - 이 때, check는 변경해 줘야함

알파벳

https://www.acmicpc.net/problem/1987

```
void go(vector<string> &board, vector<bool> &check, int x, int y, int
cnt) {
    if (cnt > ans) ans = cnt;
    for (int k=0; k<4; k++) {
        int nx = x+dx[k];
        int ny = y+dy[k];
        if (nx >= 0 && nx < board.size() && ny >= 0 && ny <
board[0].size()) {
            if (check[board[nx][ny]-'A'] == false) {
                check[board[nx][ny]-'A'] = true;
                go(board, check, nx, ny, cnt+1);
                check[board[nx][ny]-'A'] = false;
            }
        }
    }
}
```

알파벳

https://www.acmicpc.net/problem/1987

- go(board, check, x, y)
- board: 보드
- check: 방문한 알파벳
- x, y: 현재 위치
- 리턴 값: 방문할 수 있는 칸의 최대 개수
- 의미: (x, y)에서 이동을 시작하고, 방문한 알파벳이 check일 때, 방문할 수 있는 칸의 최대 개수

알파벳

https://www.acmicpc.net/problem/1987

```
int go(vector<string> &board, vector<bool> &check, int x, int y) {
    int ans = 0;
    for (int k=0; k<4; k++) {
        int nx = x+dx[k], ny = y+dy[k];
        if (nx >= 0 && nx < board.size() && ny >= 0 && ny <
board[0].size()) {
            if (check[board[nx][ny]-'A'] == false) {
                check[board[nx][ny]-'A'] = true;
                int next = go(board, check, nx, ny);
                if (ans < next) ans = next;
                check[board[nx][ny]-'A'] = false;
            }
        }
    }
    return ans + 1;
}
```

알파벳

https://www.acmicpc.net/problem/1987

- 소스: http://codeplus.codes/d86cd86c235546c2a77abe1654213dde