CMSC 170 Machine Problem #1

I. **Single Goal Mazes**

   A. **Tiny Maze**

      1. **Straight-Line Distance**

```
  0 1 2 3 4 5 6
0% % % % % % %
1%           P %
2%   % % % . %
3%     % . . %
4% % . . . % %
5% . . % % % %
6% % % % % % %
```

```
Path Cost: 8
Nodes Expanded: 15
Frontier size: 1
```

Path Coordinates:
(1,5), (2,5), (3,5), (3,4),
(4,4), (4,3), (4,2), (5,2),
(5,1)

      2. **Manhattan Distance**

```
  0 1 2 3 4 5 6
0% % % % % % %
1%           P %
2%   % % % . %
3%     % . . %
4% % . . . % %
5% . . % % % %
6% % % % % % %
```

```
Path Cost: 8
Nodes Expanded: 15
Frontier size: 1
```

Path Coordinates:
(1,5), (2,5), (3,5), (3,4),
(4,4), (4,3), (4,2), (5,2),
(5,1)

   B. **Small Maze**

      1. **Straight-Line Distance**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1%		%	%									%		%							%
2%				%	%	%	%	%	%		%		%	%	%	%	%	%			%
3%	%	%	%	%	%				P	.	.	%									%
4%				%		%	%	%	%	%	%	.	%	%		%	%	%	%	%
5%		%	%	%	%		%					.	.			%				%
6%							%	%	%	.	%	%	%				%		%
7%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	.	.	.	%	%	%	%	%	%	%
8%	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	%	%							%
9%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Path Cost: 19
Nodes Expanded: 57
Frontier size: 4

Path Coordinates:

(3,11), (3,12), (3,13), (4,13), (5,13), (5,12), (6,12), (7,12),
(7,11), (7,10), (8,10), (8,9), (8,8), (8,7), (8,6), (8,5), (8,4),
(8,3), (8,2), (8,1)

2. Manhattan Distance

```
   0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21
0% %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
1%    %  %                          %     %                       %
2%             %  %  %  %  %  %     %     %  %  %  %  %  %         %
3% %  %  %  %  %                 P  .  .  %                       %
4%             %     %  %  %  %  %  %  .  %  %     %  %  %  %  %   %
5%    %  %  %  %     %              .  .           %           %  %
6%                   %  %  %  .  %  %  %           %              %
7% %  %  %  %  %  %  %  %  %  .  .  .     %  %  %  %  %  %         %
8% .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  %  %                             %
9% %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
```

Path Cost: 19
Nodes Expanded: 54
Frontier size: 5

Path Coordinates:

(3,11), (3,12), (3,13), (4,13), (5,13), (5,12), (6,12), (7,12),
(7,11), (7,10), (8,10), (8,9), (8,8), (8,7), (8,6), (8,5), (8,4),
(8,3), (8,2), (8,1)

C. Medium Maze

1. Straight-Line Distance

```
    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
 0  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
 1  %                                                               .  .  .  .  .  .  .  .  .     P  %
 2  %     %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  .  %  %  %  %  %  %  %        %
 3  %     %  %                 %                    %  %  %  %  %  %  %  %  .  .     .  %  %              %
 4  %     %  %     %        %        %     %  %  %  %     %  %  %  %  %  %  %  %  %  .  %  %        %  %  %  %  %
 5  %     %  %     %        %        %        %        %              .  .  .  .  .     %  %  .  %  %           %
 6  %     %  %     %        %        %        %     %     %  %  %  %     .  %  %  %  .  .  .  .     %  %  %  %  %  %     %
 7  %     %        %        %        %              %        %  %  .  %  %  %  %  %  %  %  %  %        %
 8  %     %  %     %        %        %  %  %  %  %  %  %     %  %  .  .  .  .  .  .  .  .     %  %        %  %  %  %  %
 9  %     %  %     %              %  %           %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  .  %  %        %  %                 %
10  %           %  %  %  %  %  %     %  %  %  %  %  %  %              %  %  .  %  %  %  %  %  %  %              %
11  %  %  %  %  %  %                 %                 %  %  %  %     %  %  .  %                          %
12  %              %  %  %  %  %  %     %  %  %  %  %     %              %  %  .  %  %     %  %  %  %  %     %
13  %     %  %  %  %  %  %              %              %  %  %  %  %  .  %  %                    %  %        %
14  %                 %  %  %  %  %  %     %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  .  %  %              %  %        %
15  %  %  %  %  %  %  %  %  %  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  %  %  %  %  %  %        %
16  %  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %                       %
17  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
```

Path Cost: 68
Nodes Expanded: 228
Frontier size: 4

Path Coordinates:
(1,34), (1,33), (1,32), (1,31), (1,30), (1,29), (1,28), (1,27), (1,26),
(1,25), (2,25), (3,25), (3,26), (3,27), (4,27), (5,27), (6,27), (6,26),
(6,25), (6,24), (5,24), (5,23), (5,22), (5,21), (5,20), (6,20), (7,20),
(8,20), (8,21), (8,22), (8,23), (8,24), (8,25), (8,26), (8,27), (9,27),
(10,27), (11,27), (12,27), (13,27), (14,27), (15,27), (15,26), (15,25),
(15,24), (15,23), (15,22), (15,21), (15,20), (15,19), (15,18), (15,17),
(15,16), (15,15), (15,14), (15,13), (15,12), (15,11), (15,10), (16,10),
(16,9), (16,8), (16,7), (16,6), (16,5), (16,4), (16,3), (16,2), (16,1)

2. Manhattan Distance

```
    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
 0  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
 1  %                                                                           .  .  .  .     .  .  .  .     P  %
 2  %     %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %     .  %  %  %  %  %  %  %        %
 3  %     %  %              %              %                    %  %  %  %  %  %  %  .  .  .  .     %  %        %
 4  %     %  %     %        %     %        %     %  %  %  %     %  %  %  %  %  %  %  %  %  .     %  %     %  %  %  %  %
 5  %     %  %     %        %     %        %        %           .  .  .  .     .  %  %  .     %  %        %
 6  %     %  %     %        %     %        %     %     %  %  %  %     .     %  %  %  .  .  .  .     %  %  %  %  %  %  %
 7  %     %        %        %     %              %        %  %  .     %  %  %  %  %  %  %  %        %
 8  %     %  %     %        %     %  %  %  %  %  %  %  %     %  %  .  .  .  .  .  .  .     %  %        %  %  %  %  %
 9  %     %  %     %              %  %              %  %     %  %  %  %  %  %  %  %     %  %        %  %        %
10  %           %  %  %  %  %  %        %  %  %  %  %  %  %        %  %  .     %  %  %  %  %  %        %
11  %  %  %  %  %  %              %                    %  %  %  %     %  %  .     %                    %
12  %              %  %  %  %  %  %        %  %  %  %  %     %              %  %  .     %  %     %  %  %  %  %  %
13  %     %  %  %  %  %  %              %              %  %  %  %  %  .     %  %              %
14  %                 %  %  %  %  %  %        %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  .     %  %        %  %        %
15  %  %  %  %  %  %  %  %  %  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .     %  %  %  %  %  %        %
16  %  .  .  .  .  .  .  .  .  .     %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %                    %
17  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
```

Path Cost: 68
Nodes Expanded: 221
Frontier size: 6

Path Coordinates:

(1,34), (1,33), (1,32), (1,31), (1,30), (1,29), (1,28), (1,27), (1,26),
(1,25), (2,25), (3,25), (3,26), (3,27), (4,27), (5,27), (6,27), (6,26),
(6,25), (6,24), (5,24), (5,23), (5,22), (5,21), (5,20), (6,20), (7,20),
(8,20), (8,21), (8,22), (8,23), (8,24), (8,25), (8,26), (8,27), (9,27),
(10,27), (11,27), (12,27), (13,27), (14,27), (15,27), (15,26), (15,25),
(15,24), (15,23), (15,22), (15,21), (15,20), (15,19), (15,18), (15,17),
(15,16), (15,15), (15,14), (15,13), (15,12), (15,11), (15,10), (16,10),
(16,9), (16,8), (16,7), (16,6), (16,5), (16,4), (16,3), (16,2), (16,1)

D. Big Maze

    1. Straight-Line Distance

```
    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
 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  %     %  .  .  .     %        %              %        %  .  %              %why
```

Path Coordinates:

(35,35), (34,35), (33,35), (33,34), (33,33), (33,32), (33,31), (32,31),
(31,31), (31,30), (31,29), (32,29), (33,29), (33,28), (33,27), , 33,26),
(33,25), (33,24), (33,23), (33,22), (33,21), (33,20), (33,19), (33,18),
(33,17), (33,16), (33,15), (32,15), (31,15), (31,16), (31,17), (30,17),
(29,17), (29,16), (29,15), (28,15), (27,15), (26,15), (25,15), (24,15),
(23,15), (23,16), (23,17), (23,18), (23,19), (23,20), (23,21), (24,21),
(25,21), (25,22), (25,23), (24,23), (23,23), (23,24), (23,25), (23,26),
(23,27), (22,27), (21,27), (21,28), (21,29), (22,29), (23,29), (23,30),
(23,31), (22,31), (21,31), (20,31), (19,31), (18,31), (17,31), (17,32),
(17,33), (17,34), (17,35), (16,35), (15,35), (14,35), (13,35), (12,35),
(11,35), (10,35), (9,35), (8,35), (7,35), (7,34), (7,33), (8,33), (9,33),
(9,32), (9,31), (9,30), (9,29), (10,29), (11,29), (12,29), (13,29), (14,29),
(15,29), (15,28), (15,27), (16,27), (17,27), (18,27), (19,27), (19,26),
(19,25), (18,25), (17,25), (17,24), (17,23), (17,22), (17,21), (17,20),
(17,19), (17,18), (17,17), (17,16), (17,15), (17,14), (17,13), (16,13),
(15,13), (15,14), (15,15), (14,15), (13,15), (12,15), (11,15), (10,15),
(9,15), , (9,16), 9,17), (9,18), (9,19), (9,20), (9,21), (8,21), (7,21),
(6,21), (5,21), (4,21), (3,21), (2,21), (1,21), (1,20), (1,19), (1,18),
(1,17), (1,16), (1,15), (2,15), (3,15), (3,14), (3,13), (3,12), (3,11),
(4,11), (5,11), (6,11), (7,11), (7,12), (7,13), (8,13), (9,13), (9,12),
(9,11), (9,10), (9,9), (9,8), (9,7), (9,6), (9,5), (9,4), (9,3), (10,3),
(11,3), (12,3), (13,3), (14,3), (15,3), (16,3), (17,3), (18,3), (19,3),
(19,4), (19,5), (20,5), (21,5), (22,5), (23,5), (23,4), (23,3), (24,3),
(25,3), (26,3), (27,3), (27,4), (27,5), (28,5), (29,5), (29,4), (29,3),
(30,3), (31,3), (32,3), (33,3), (33,2), (33,1), (34,1), (35,1)

2. Manhattan Distance

```
   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
 0 %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
 1 %                    %        %        %           .  .  .  .  .  .     .           %              %           %        %
 2 %     %  %  %  %  %  %  %        %        %  %  %  .     %        %  %  %  .     %  %  %        %  %  %  %  %  %  %  %           %        %
 3 %              %              .     .     .     .     %        %        .           %                 %     %        %
 4 %  %  %  %  %        %  %  %  %  %     .     %  %  %        %        %        %  .     %  %  %              %  %  %  %  %        %        %  %  %
 5 %           %        %        %        %  .        %        %        %        %  .           %        %                 %     %        %
 6 %     %  %  %        %        %        %  .     %  %  %        %  %  %  %  %  .     %  %  %        %              %  %  %        %  %  %        %
 7 %              %                 .  .  .        %        %        .     %           %        %        %  .  .     %
 8 %  %  %     %  %  %  %  %  %  %  %  %  .     %  %  %  %  %  %  %  .     %  %  %  .        %  %  %        %        %  .     %  .     %
 9 %        .  .  .  .     .  .  .     .  .     %        .  .  .     %        %           %  .  .     .  .  .     %     .     %
10%     %  .  %  %  %  %  %        %        %  %  %  .     %        %        %  %  %        %        %  %  %  .     %  %  %        %  .     %
11%     %  .  %                 %        %        %  .     %        %                 %                 %  .     %        %        %  .     %
12%     %  .  %        %  %  %  %  %  %  %  %        %  .     %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %        %  %  %  %  .     %        %  %  %  %  .     %
13%     %  .  %        %                       %              .     %              %                 %  .           %              .     %
14%  %  %  .  %  %  %              %        %  %  %  %  %  .     %  %  %  %  %        %  %  %        %  %  %  .     %  %  %  %  %  %  .     %
15%        .           %        %        %              .  .  .     %        %                 %        %  .  .  .     %        %        %  .     %
16%     %  .  %        %        %        %  %  %  .     %  %  %        %  %  %        %  %  %        %  .     %        %        %        %  .     %
17%     %  .  %        %        %                 .  .        .  .  .  .        .                 .  .  .     .     %  .     %        %  .  .  .  .  .  %
18%  %  %  .  %  %  %  %  %  %  %        %        %           %  %  %  %  %        %  %  %  .     %  .     %  %  %  .     %  %  %  %  %        %
19%        .  .  .           %        %        %        %                 %                 %  .  .  .        %  .     %                 %
20%  %  %  %        %  .     %        %        %  %  %  %  %  %  %  %  %        %why %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  .     %        %  %  %        %
21%        %  .     %                          %        %              %        %                 %  .  .  .     %  .     %                 %
22%     %  %  %  .     %  %  %  %  %        %  %  %  %  %  %  %  %  %        %  %  %  %  %  %  .     %  .     %  .     %  %  %  %              %
23%     %  .  .  .     %                 %              .  .  .     .  .     %  .           %  .  .  .        .     .              %
24%     %  .  %        %  %  %  %  %        %  %  %  .     %        %        %  .     %  .     %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %        %
25%     %  .  %        %              %  .     %        %        %        .  .  .        %                 %           %     %        %
26%     %  .  %  %  %        %  %  %        %        %  .     %        %  %  %  %  %  %  %  %  %        %  %  %        %        %        %
27%     %  .  .  .     %        %              %        %  .     %              %        %              %        %        %              %
28%     %  %  %  .     %  %  %        %  %  %  %  %  %  .     %  %  %        %        %why  %  %  %  %  %  %        %        %  %  %  %  %        %
29%        .  .  .        %                 %                 .  .  .     %        %why              %why        %why              %
30%  %  %  .  %        %  %  %  %  %        %  %  %  %  %  .     %  %  %        %  %  %        %  %  %why        %why     %  %  %why
31%     %  .  %        %why     %why     %why              %why  .  .  .        %why     %why              %why        %why  .  .  .     %why     %why why %
32%     %  .  %  %  %why     %why     %why  .why %  %  %  %  %  %  %  %  %why why      %why why      %why why  .why     %why why  .why why  %why why      %why why      %
33%  .  .  .why     %why why      %why why      %why why               .why why  .  .  .why  .  .  .  .  .why  .  .  .why  .  .  .why why      .  .  .why why  .  .  .  .  .why why
34%  .why     %why why      %why why      %why why      %why  %  %why why      %why  %  %why why      %why  %  %  %  %  %why why      %why  %  %why why      %why  %  %why why      %why  %  %why why  .why why      %
35%  .why     %why why      %why why      %why why                       %why why                       %why why                       %why why                       %why why      P  %
36%  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
```

Path Coordinates:

(35,35), (34,35), (33,35), (33,34), (33,33), (33,32), (33,31), (32,31),
(31,31), (31,30), (31,29), (32,29), (33,29), (33,28), (33,27), , 33,26),
(33,25), (33,24), (33,23), (33,22), (33,21), (33,20), (33,19), (33,18),
(33,17), (33,16), (33,15), (32,15), (31,15), (31,16), (31,17), (30,17),
(29,17), (29,16), (29,15), (28,15), (27,15), (26,15), (25,15), (24,15),
(23,15), (23,16), (23,17), (23,18), (23,19), (23,20), (23,21), (24,21),
(25,21), (25,22), (25,23), (24,23), (23,23), (23,24), (23,25), (23,26),

(23,27), (22,27), (21,27), (21,28), (21,29), (22,29), (23,29), (23,30),
(23,31), (22,31), (21,31), (20,31), (19,31), (18,31), (17,31), (17,32),
(17,33), (17,34), (17,35), (16,35), (15,35), (14,35), (13,35), (12,35),
(11,35), (10,35), (9,35), (8,35), (7,35), (7,34), (7,33), (8,33), (9,33),
(9,32), (9,31), (9,30), (9,29), (10,29), (11,29), (12,29), (13,29), (14,29),
(15,29), (15,28), (15,27), (16,27), (17,27), (18,27), (19,27), (19,26),
(19,25), (18,25), (17,25), (17,24), (17,23), (17,22), (17,21), (17,20),
(17,19), (17,18), (17,17), (17,16), (17,15), (17,14), (17,13), (16,13),
(15,13), (15,14), (15,15), (14,15), (13,15), (12,15), (11,15), (10,15),
(9,15), , (9,16), 9,17), (9,18), (9,19), (9,20), (9,21), (8,21), (7,21),
(6,21), (5,21), (4,21), (3,21), (2,21), (1,21), (1,20), (1,19), (1,18),
(1,17), (1,16), (1,15), (2,15), (3,15), (3,14), (3,13), (3,12), (3,11),
(4,11), (5,11), (6,11), (7,11), (7,12), (7,13), (8,13), (9,13), (9,12),
(9,11), (9,10), (9,9), (9,8), (9,7), (9,6), (9,5), (9,4), (9,3), (10,3),
(11,3), (12,3), (13,3), (14,3), (15,3), (16,3), (17,3), (18,3), (19,3),
(19,4), (19,5), (20,5), (21,5), (22,5), (23,5), (23,4), (23,3), (24,3),
(25,3), (26,3), (27,3), (27,4), (27,5), (28,5), (29,5), (29,4), (29,3),
(30,3), (31,3), (32,3), (33,3), (33,2), (33,1), (34,1), (35,1)

E. Open Maze
1. Straight-Line Distance

Path Cost: 54
Nodes Expanded: 551
Frontier size: 30

Path Coordinates:
(1,35), (1,34), (1,33), (1,32), (1,31), (1,30), (1,29), (1,28), (1,27),
(1,26), (1,25), (1,24), (1,23), (1,22), (1,21), (1,20), (2,20), (2,19),

(3,19), (3,18), (4,18), (4,17), (5,17), (5,16), (6,16), (6,15), (7,15),
(7,14), (8,14), (9,14), (10,14), (11,14), (12,14), (13,14), (14,14), (15,14),
(16,14), (17,14), (18,14), (18,13), (18,12), (18,11), (18,10), (18,9), (18,8),
(18,7), (18,6), (18,5), (18,4), (18,3), (19,3), (19,2), (20,2), (20,1), (21,1)

2. Manhattan Distance

```
    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
 0 %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
 1 %                             .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  . P  %
 2 %                          %  .                                                                    %
 3 %                          %  .                                                                    %
 4 %                          %  .                                                                    %
 5 %                          %  .                                                                    %
 6 %                          %  .                                                                    %
 7 %                          %  .                    %                                               %
 8 %                          %  .                    %                                               %
 9 %                          %  .                    %                                               %
10%                          %  .                    %                                               %
11%                          %  .                    %                                               %
12%                          %  .                    %                                               %
13%                          %  .                    %                                               %
14% %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  .           %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
15%                          %  .                                                                    %
16%                          %  .                                                                    %
17%                          %  .                                                                    %
18% .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .  .                                                          %
19% .                                                                                                %
20% .                                                                                                %
21% .                                                                                                %
22% %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
```

```
Path Cost: 54
Nodes Expanded: 518
Frontier size: 36
```

Path Coordinates:
(1,35), (1,34), (1,33), (1,32), (1,31), (1,30), (1,29), (1,28), (1,27),
(1,26), (1,25), (1,24), (1,23), (1,22), (1,21), (1,20), (1,19), (1,18),
(1,17), (1,16), (1,15), (1,14), (2,14), (3,14), (4,14), (5,14), (6,14),
(7,14), (8,14), (9,14), (10,14), (11,14), (12,14), (13,14), (14,14), (15,14),
(16,14), (17,14), (18,14), (18,13), (18,12), (18,11), (18,10), (18,9), (18,8),
(18,7), (18,6), (18,5), (18,4), (18,3), (18,2), (18,1), (19,1), (20,1), (21,1)

II. Multiple Goal Mazes
A. Tricky Search
1. Straight-Line Distance

```
    0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19
0%  %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %
1%  7   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   2   3   %   .   .   .   %
2%  8   %   %   6   %   %   5   %   %   1   %   %   4   %   %   .   %   .   %
4%                              P   .                   .   .   .   .   %   .   %
3%  %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   .   %
4%  13  12  11  10  9   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   %
5%  %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %
```

```
Path Cost: 68
Nodes Expanded: 110
Frontier size: 24
```

Path Coordinates:

```
[(3,9), (3,10), (2,10)]
[(2,10), (1,10), (1,11), (1,12), (1,13)]
[(1,13), (1,14)]
[(1,14), (1,13), (2,13)]
[(2,13), (1,13), (1,12), (1,11), (1,10), (1,9), (1,8), (1,7), (2,7)]
[(2,7), (1,7), (1,6), (1,5), (1,4), (2,4)]
[(2,4), (1,4), (1,3), (1,2), (1,1)]
[(1,1), (2,1)]
[(2,1), (3,1), (3,2), (3,3), (3,4), (3,5), (3,6), (3,7), (3,8), (3,9), (3,10),
(3,11), (3,12), (3,13), (3,14), (3,15), (3,16), (2,16), (1,16), (1,17),
(1,18), (2,18), (3,18), (4,18), (5,18), (5,17), (5,16), (5,15), (5,14),
(5,13), (5,12), (5,11), (5,10), (5,9), (5,8), (5,7), (5,6), (5,5)]
[(5,5), (5,4)]
[(5,4), (5,3)]
[(5,3), (5,2)]
[(5,2), (5,1)]
```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1%	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	%	.	.	.	.	%
2%	8	%	%	6	%	%	5	%	%	1	%	%	4	%	%	.	%	.	.	%
3%										P	.			.	.	.	.	%	.	%
4%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	.	.	%
5%	13	12	11	10	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	%
6%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Path Cost: 68
Nodes Expanded: 99
Frontier size: 21

Path Coordinates:

[(3,9), (3,10), (2,10)]
[(2,10), (1,10), (1,11), (1,12), (1,13)]
[(1,13), (1,14)]
[(1,14), (1,13), (2,13)]
[(2,13), (1,13), (1,12), (1,11), (1,10), (1,9), (1,8), (1,7), (2,7)]
[(2,7), (1,7), (1,6), (1,5), (1,4), (2,4)]
[(2,4), (1,4), (1,3), (1,2), (1,1)]
[(1,1), (2,1)]
[(2,1), (3,1), (3,2), (3,3), (3,4), (3,5), (3,6), (3,7), (3,8), (3,9), (3,10),
(3,11), (3,12), (3,13), (3,14), (3,15), (3,16), (2,16), (1,16), (1,17),
(1,18), (2,18), (3,18), (4,18), (5,18), (5,17), (5,16), (5,15), (5,14),
(5,13), (5,12), (5,11), (5,10), (5,9), (5,8), (5,7), (5,6), (5,5)]
[(5,5), (5,4)]
[(5,4), (5,3)]
[(5,3), (5,2)]
[(5,2), (5,1)]

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1%	13	.	.	.	.	.	.				.	.	.	3	2	1	P	.	15	%
2%	14	%	%	12	%	%	10	%	%	5	%	%	4	%	%			%	16	%
3%		%	%		%	11	9	8	7	6	.	.	.					%	17	%
4%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Path Cost: 48
Nodes Expanded: 69
Frontier size: 33

Path Coordinates:

[(1,16), (1,15)]
[(1,15), (1,14)]
[(1,14), (1,13)]
[(1,13), (2,13)]
[(2,13), (1,13), (1,12), (1,11), (1,10), (2,10)]
[(2,10), (3,10)]
[(3,10), (3,9)]
[(3,9), (3,8)]
[(3,8), (3,7)]
[(3,7), (2,7)]
[(2,7), (3,7), (3,6)]
[(3,6), (3,7), (2,7), (1,7), (1,6), (1,5), (1,4), (2,4)]
[(2,4), (1,4), (1,3), (1,2), (1,1)]
[(1,1), (2,1)]
[(2,1), (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,5), (1,6), (1,7), (1,8), (1,9), (1,10),
(1,11), (1,12), (1,13), (1,14), (1,15), (1,16), (1,17), (1,18)]
[(1,18), (2,18)]
[(2,18), (3,18)]

2. Manhattan Distance

```
   0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
0% %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
1% 13 .  .  .  .  .  .  .        .     .     3  2  1  P  .  15 %
2% 14 %  %  12 %  %  10 %  %  5  %  %  4  %  %        %  16 %
3%    %  %        %  11 9  8  7  6                    %  17 %
4% %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
```

```
Path Cost: 48
Nodes Expanded: 65
Frontier size: 32
```

Path Coordinates:
[(1,16), (1,15)]
[(1,15), (1,14)]
[(1,14), (1,13)]
[(1,13), (2,13)]
[(2,13), (1,13), (1,12), (1,11), (1,10), (2,10)]
[(2,10), (3,10)]
[(3,10), (3,9)]
[(3,9), (3,8)]
[(3,8), (3,7)]
[(3,7), (2,7)]
[(2,7), (3,7), (3,6)]
[(3,6), (3,7), (2,7), (1,7), (1,6), (1,5), (1,4), (2,4)]
[(2,4), (1,4), (1,3), (1,2), (1,1)]
[(1,1), (2,1)]
[(2,1), (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,5), (1,6), (1,7), (1,8), (1,9), (1,10),
(1,11), (1,12), (1,13), (1,14), (1,15), (1,16), (1,17), (1,18)]
[(1,18), (2,18)]
[(2,18), (3,18)]

C. Medium Search
1. Straight-Line Distance

```
   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
0% %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
1% 30 29 28 27 26 25 23 22 21 20 18 17 %  %  %  %  %  55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 %
2% %  %  31 %  50 49 24 %  %  %  19 16 15 14 51 52 53 54 82 %  81 %  78 79 80 %  67 %  %  %
3% 34 33 32 %  %  %  48 %  9  %  %  %  %  13 %  83 %  %  %  %  %  %  77 %  %  %  68 69 70 %
4% 35 %  45 44 43 46 47 %  8  7  6  10 11 12 %  84 85 86 87 88 89 %  76 75 74 73 72 %  71 %
5% 36 %  %  %  42 %  %  %  %  %  5  %  %  %  %  %  %  %  90 %  %  %  99 %  103 %  %  %  %  %
6% 37 38 39 40 41 %  98 97 96 95 4  3  2  1  P  94 93 92 91 %  102 101 100 %  104 105 106 107 108 %
7% %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %  %
```

```
Path Cost: 182
Nodes Expanded: 347
Frontier size: 153
```

Path Coordinates:

[(6,15), (6,14)]
[(6,14), (6,13)]
[(6,13), (6,12)]
[(6,12), (6,11)]
[(6,11), (5,11)]
[(5,11), (4,11)]
[(4,11), (4,10)]
[(4,10), (4,9)]
[(4,9), (3,9)]
[(3,9), (4,9), (4,10), (4,11), (4,12)]
[(4,12), (4,13)]
[(4,13), (4,14)]
[(4,14), (3,14)]
[(3,14), (2,14)]
[(2,14), (2,13)]
[(2,13), (2,12)]
[(2,12), (1,12)]
[(1,12), (1,11)]
[(1,11), (2,11)]
[(2,11), (1,11), (1,10)]
[(1,10), (1,9)]
[(1,9), (1,8)]
[(1,8), (1,7)]
[(1,7), (2,7)]
[(2,7), (1,7), (1,6)]
[(1,6), (1,5)]
[(1,5), (1,4)]
[(1,4), (1,3)]
[(1,3), (1,2)]
[(1,2), (1,1)]
[(1,1), (1,2), (1,3), (2,3)]
[(2,3), (3,3)]
[(3,3), (3,2)]
[(3,2), (3,1)]
[(3,1), (4,1)]
[(4,1), (5,1)]
[(5,1), (6,1)]
[(6,1), (6,2)]
[(6,2), (6,3)]
[(6,3), (6,4)]
[(6,4), (6,5)]
[(6,5), (5,5)]
[(5,5), (4,5)]
[(4,5), (4,4)]
[(4,4), (4,3)]

[(4,3), (4,4), (4,5), (4,6)]
[(4,6), (4,7)]
[(4,7), (3,7)]
[(3,7), (2,7), (2,6)]
[(2,6), (2,5)]
[(2,5), (2,6), (2,7), (1,7), (1,8), (1,9), (1,10), (1,11), (1,12), (2,12),
(2,13), (2,14), (2,15)]
[(2,15), (2,16)]
[(2,16), (2,17)]
[(2,17), (2,18)]
[(2,18), (1,18)]
[(1,18), (1,19)]
[(1,19), (1,20)]
[(1,20), (1,21)]
[(1,21), (1,22)]
[(1,22), (1,23)]
[(1,23), (1,24)]
[(1,24), (1,25)]
[(1,25), (1,26)]
[(1,26), (1,27)]
[(1,27), (1,28)]
[(1,28), (1,29)]
[(1,29), (1,28), (1,27), (2,27)]
[(2,27), (3,27)]
[(3,27), (3,28)]
[(3,28), (3,29)]
[(3,29), (4,29)]
[(4,29), (3,29), (3,28), (3,27), (4,27)]
[(4,27), (4,26)]
[(4,26), (4,25)]
[(4,25), (4,24)]
[(4,24), (4,23)]
[(4,23), (3,23)]
[(3,23), (2,23)]
[(2,23), (2,24)]
[(2,24), (2,25)]
[(2,25), (2,24), (2,23), (1,23), (1,22), (1,21), (2,21)]
[(2,21), (1,21), (1,20), (1,19), (2,19)]
[(2,19), (2,18), (2,17), (2,16), (3,16)]
[(3,16), (4,16)]
[(4,16), (4,17)]
[(4,17), (4,18)]
[(4,18), (4,19)]
[(4,19), (4,20)]
[(4,20), (4,21)]
[(4,21), (4,20), (4,19), (5,19)]
[(5,19), (6,19)]
[(6,19), (6,18)]

```
[(6,18), (6,17)]
[(6,17), (6,16)]
[(6,16), (6,15), (6,14), (6,13), (6,12), (6,11), (6,10)]
[(6,10), (6,9)]
[(6,9), (6,8)]
[(6,8), (6,7)]
[(6,7), (6,8), (6,9), (6,10), (6,11), (5,11), (4,11), (4,12), (4,13), (4,14),
(3,14), (2,14), (2,15), (2,16), (2,17), (2,18), (2,19), (1,19), (1,20),
(1,21), (1,22), (1,23), (2,23), (3,23), (4,23), (5,23)]
[(5,23), (6,23)]
[(6,23), (6,22)]
[(6,22), (6,21)]
[(6,21), (6,22), (6,23), (5,23), (4,23), (4,24), (4,25), (5,25)]
[(5,25), (6,25)]
[(6,25), (6,26)]
[(6,26), (6,27)]
[(6,27), (6,28)]
[(6,28), (6,29)]
```

2. Manhattan Distance


```
Path Cost: 178
Nodes Expanded: 316
Frontier size: 151
```

Path Coordinates:

```
[(6,15), (6,14)]
[(6,14), (6,13)]
[(6,13), (6,12)]
[(6,12), (6,11)]
[(6,11), (5,11)]
[(5,11), (4,11)]
[(4,11), (4,10)]
[(4,10), (4,9)]
[(4,9), (3,9)]
[(3,9), (4,9), (4,10), (4,11), (4,12)]
[(4,12), (4,13)]
```

```
[(4,13), (4,14)]
[(4,14), (3,14)]
[(3,14), (2,14)]
[(2,14), (2,13)]
[(2,13), (2,12)]
[(2,12), (1,12)]
[(1,12), (1,11)]
[(1,11), (1,10)]
[(1,10), (1,9)]
[(1,9), (1,8)]
[(1,8), (1,7)]
[(1,7), (1,6)]
[(1,6), (1,5)]
[(1,5), (1,4)]
[(1,4), (1,3)]
[(1,3), (1,2)]
[(1,2), (1,1)]
[(1,1), (1,2), (1,3), (2,3)]
[(2,3), (3,3)]
[(3,3), (3,2)]
[(3,2), (3,1)]
[(3,1), (4,1)]
[(4,1), (5,1)]
[(5,1), (6,1)]
[(6,1), (6,2)]
[(6,2), (6,3)]
[(6,3), (6,4)]
[(6,4), (6,5)]
[(6,5), (5,5)]
[(5,5), (4,5)]
[(4,5), (4,4)]
[(4,4), (4,3)]
[(4,3), (4,4), (4,5), (4,6)]
[(4,6), (4,7)]
[(4,7), (3,7)]
[(3,7), (2,7)]
[(2,7), (2,6)]
[(2,6), (2,5)]
[(2,5), (2,6), (2,7), (1,7), (1,8), (1,9), (1,10), (1,11), (2,11)]
[(2,11), (2,12), (2,13), (2,14), (2,15)]
[(2,15), (2,16)]
[(2,16), (2,17)]
[(2,17), (2,18)]
[(2,18), (1,18)]
[(1,18), (1,19)]
[(1,19), (1,20)]
[(1,20), (1,21)]
[(1,21), (1,22)]
```

```
[(1,22), (1,23)]
[(1,23), (1,24)]
[(1,24), (1,25)]
[(1,25), (1,26)]
[(1,26), (1,27)]
[(1,27), (1,28)]
[(1,28), (1,29)]
[(1,29), (1,28), (1,27), (2,27)]
[(2,27), (3,27)]
[(3,27), (3,28)]
[(3,28), (3,29)]
[(3,29), (4,29)]
[(4,29), (3,29), (3,28), (3,27), (4,27)]
[(4,27), (4,26)]
[(4,26), (4,25)]
[(4,25), (4,24)]
[(4,24), (4,23)]
[(4,23), (3,23)]
[(3,23), (2,23)]
[(2,23), (2,24)]
[(2,24), (2,25)]
[(2,25), (2,24), (2,23), (1,23), (1,22), (1,21), (2,21)]
[(2,21), (1,21), (1,20), (1,19), (2,19)]
[(2,19), (2,18), (2,17), (2,16), (3,16)]
[(3,16), (4,16)]
[(4,16), (4,17)]
[(4,17), (4,18)]
[(4,18), (4,19)]
[(4,19), (4,20)]
[(4,20), (4,21)]
[(4,21), (4,20), (4,19), (5,19)]
[(5,19), (6,19)]
[(6,19), (6,18)]
[(6,18), (6,17)]
[(6,17), (6,16)]
[(6,16), (6,15), (6,14), (6,13), (6,12), (6,11), (6,10)]
[(6,10), (6,9)]
[(6,9), (6,8)]
[(6,8), (6,7)]
[(6,7), (6,8), (6,9), (6,10), (6,11), (5,11), (4,11), (4,12), (4,13), (4,14),
(3,14), (2,14), (2,15), (2,16), (2,17), (2,18), (2,19), (1,19), (1,20),
(1,21), (1,22), (1,23), (2,23), (3,23), (4,23), (5,23)]
[(5,23), (6,23)]
[(6,23), (6,22)]
[(6,22), (6,21)]
[(6,21), (6,22), (6,23), (5,23), (4,23), (4,24), (4,25), (5,25)]
[(5,25), (6,25)]
[(6,25), (6,26)]
```

[(6,26), (6,27)]
[(6,27), (6,28)]
[(6,28), (6,29)]

D. Big Search
1. Straight-Line Distance

```
    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
 0% %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %
 1% %  110 109 108 107 106  %   34  33  32  31  30  39  40  41  42  43  44  45  46  47  48  49  50   %  190 191 192 193 194  %
 2% %  111  %   %  105  %   35   %   %   %   29  %   %   %   %   %   %   %   59   %   %   %   51  %  189 197 196 195 199  %
 3% %  112  %  102 103 104  %   36   %   26  27  28  70  69  68   %   62  61  60  58  57  56   %   52  %  188 187 186 198 200  %
 4% %  113 114 101  %   %   %   37   %   25  %   %   %   %   67   %   63  %   %   %   %   55  54  53   %   %   %  185 201 202  %
 5% %   %   %  100  %   80  %   38   %   24  %   73  72  71  66  65  64   %  152 151  %  156  %  164 163 162  %  184  %   %   %
 6% %   97  98  99  %   79  %   %    %   23  %   74  %   %   %   %   %  150   %  155  %   %   %  161  %  183 182 181  %
 7% %   96  %   %   %   78  77  76  75   22  21  20   %                  %  149 153 154 157 158 159 160  %   %   %  180  %
 8% %   95  94  93  %   81  %   %   %    %   %   19   %   %   %   %   %   %   %  148   %  217  %   %   %  165  %  177 178 179  %
 9% %   %   %   92  %   82  83  84  %   10   %   18  17  16  15   %  144 145 146 147  %  218  %  168 167 166  %  176  %   %   %
10% %  116 115  91  %   %   %   85  %    9   %   %   %   %   %   14   %  143   %   %   %  219  %  169  %   %   %  175 203 204  %
11% %  117 118  90  89  88  87  86  %    8   7   6   11  12  13   %  142 141 140 139 221 220  %  170 171 172 173 174  %  205  %
12% %  119 120 121 122 123  %  129  %    %   %   5   %   %   %   %   %   %  138   %   %   %  213  %  212  %   %   %  206  %
13% %  127 126 125 124 128  %  130 131 132 133   4   3   2   1   P  134 135 136 137  %  216 215 214  %  211 210 209 208 207  %
14% %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %
```

Path Coordinates:

[(13,15), (13,14)]
[(13,14), (13,13)]
[(13,13), (13,12)]
[(13,12), (13,11)]
[(13,11), (12,11)]
[(12,11), (11,11)]
[(11,11), (11,10)]
[(11,10), (11,9)]
[(11,9), (10,9)]
[(10,9), (9,9)]
[(9,9), (10,9), (11,9), (11,10), (11,11), (11,12)]
[(11,12), (11,13)]
[(11,13), (11,14)]
[(11,14), (10,14)]
[(10,14), (9,14)]
[(9,14), (9,13)]
[(9,13), (9,12)]
[(9,12), (9,11)]

[(9,11), (8,11)]
[(8,11), (7,11)]
[(7,11), (7,10)]
[(7,10), (7,9)]
[(7,9), (6,9)]
[(6,9), (5,9)]
[(5,9), (4,9)]
[(4,9), (3,9)]
[(3,9), (3,10)]
[(3,10), (3,11)]
[(3,11), (2,11)]
[(2,11), (1,11)]
[(1,11), (1,10)]
[(1,10), (1,9)]
[(1,9), (1,8)]
[(1,8), (1,7)]
[(1,7), (2,7)]
[(2,7), (3,7)]
[(3,7), (4,7)]
[(4,7), (5,7)]
[(5,7), (4,7), (3,7), (2,7), (1,7), (1,8), (1,9), (1,10), (1,11), (1,12)]
[(1,12), (1,13)]
[(1,13), (1,14)]
[(1,14), (1,15)]
[(1,15), (1,16)]
[(1,16), (1,17)]
[(1,17), (1,18)]
[(1,18), (1,19)]
[(1,19), (1,20)]
[(1,20), (1,21)]
[(1,21), (1,22)]
[(1,22), (1,23)]
[(1,23), (2,23)]
[(2,23), (3,23)]
[(3,23), (4,23)]
[(4,23), (4,22)]
[(4,22), (4,21)]
[(4,21), (3,21)]
[(3,21), (3,20)]
[(3,20), (3,19)]
[(3,19), (2,19)]
[(2,19), (3,19), (3,18)]

```
[(3,18), (3,17)]
[(3,17), (3,16)]
[(3,16), (4,16)]
[(4,16), (5,16)]
[(5,16), (5,15)]
[(5,15), (5,14)]
[(5,14), (4,14)]
[(4,14), (3,14)]
[(3,14), (3,13)]
[(3,13), (3,12)]
[(3,12), (3,13), (3,14), (4,14), (5,14), (5,13)]
[(5,13), (5,12)]
[(5,12), (5,11)]
[(5,11), (6,11)]
[(6,11), (7,11), (7,10), (7,9), (7,8)]
[(7,8), (7,7)]
[(7,7), (7,6)]
[(7,6), (7,5)]
[(7,5), (6,5)]
[(6,5), (5,5)]
[(5,5), (6,5), (7,5), (8,5)]
[(8,5), (9,5)]
[(9,5), (9,6)]
[(9,6), (9,7)]
[(9,7), (10,7)]
[(10,7), (11,7)]
[(11,7), (11,6)]
[(11,6), (11,5)]
[(11,5), (11,4)]
[(11,4), (11,3)]
[(11,3), (10,3)]
[(10,3), (9,3)]
[(9,3), (8,3)]
[(8,3), (8,2)]
[(8,2), (8,1)]
[(8,1), (7,1)]
[(7,1), (6,1)]
[(6,1), (6,2)]
[(6,2), (6,3)]
[(6,3), (5,3)]
[(5,3), (4,3)]
[(4,3), (3,3)]
[(3,3), (3,4)]
```

[(3,4), (3,5)]
[(3,5), (2,5)]
[(2,5), (1,5)]
[(1,5), (1,4)]
[(1,4), (1,3)]
[(1,3), (1,2)]
[(1,2), (1,1)]
[(1,1), (2,1)]
[(2,1), (3,1)]
[(3,1), (4,1)]
[(4,1), (4,2)]
[(4,2), (4,3), (5,3), (6,3), (6,2), (6,1), (7,1), (8,1), (8,2), (8,3),
(9,3), (10,3), (10,2)]
[(10,2), (10,1)]
[(10,1), (11,1)]
[(11,1), (11,2)]
[(11,2), (11,1), (12,1)]
[(12,1), (12,2)]
[(12,2), (12,3)]
[(12,3), (12,4)]
[(12,4), (12,5)]
[(12,5), (12,4), (13,4)]
[(13,4), (13,3)]
[(13,3), (13,2)]
[(13,2), (13,1)]
[(13,1), (13,2), (13,3), (13,4), (13,5)]
[(13,5), (12,5), (11,5), (11,6), (11,7), (12,7)]
[(12,7), (13,7)]
[(13,7), (13,8)]
[(13,8), (13,9)]
[(13,9), (13,10)]
[(13,10), (13,11), (13,12), (13,13), (13,14), (13,15), (13,16)]
[(13,16), (13,17)]
[(13,17), (13,18)]
[(13,18), (13,19)]
[(13,19), (12,19)]
[(12,19), (11,19)]
[(11,19), (11,18)]
[(11,18), (11,17)]
[(11,17), (11,16)]
[(11,16), (10,16)]
[(10,16), (9,16)]
[(9,16), (9,17)]

[(9,17), (9,18)]
[(9,18), (9,19)]
[(9,19), (8,19)]
[(8,19), (7,19)]
[(7,19), (6,19)]
[(6,19), (5,19)]
[(5,19), (5,18)]
[(5,18), (5,19), (6,19), (7,19), (7,20)]
[(7,20), (7,21)]
[(7,21), (6,21)]
[(6,21), (5,21)]
[(5,21), (6,21), (7,21), (7,22)]
[(7,22), (7,23)]
[(7,23), (7,24)]
[(7,24), (7,25)]
[(7,25), (6,25)]
[(6,25), (5,25)]
[(5,25), (5,24)]
[(5,24), (5,23)]
[(5,23), (5,24), (5,25), (6,25), (7,25), (8,25)]
[(8,25), (9,25)]
[(9,25), (9,24)]
[(9,24), (9,23)]
[(9,23), (10,23)]
[(10,23), (11,23)]
[(11,23), (11,24)]
[(11,24), (11,25)]
[(11,25), (11,26)]
[(11,26), (11,27)]
[(11,27), (10,27)]
[(10,27), (9,27)]
[(9,27), (8,27)]
[(8,27), (8,28)]
[(8,28), (8,29)]
[(8,29), (7,29)]
[(7,29), (6,29)]
[(6,29), (6,28)]
[(6,28), (6,27)]
[(6,27), (5,27)]
[(5,27), (4,27)]
[(4,27), (3,27)]
[(3,27), (3,26)]
[(3,26), (3,25)]

```
[(3,25), (2,25)]
[(2,25), (1,25)]
[(1,25), (1,26)]
[(1,26), (1,27)]
[(1,27), (1,28)]
[(1,28), (1,29)]
[(1,29), (1,28), (2,28)]
[(2,28), (2,27)]
[(2,27), (2,26)]
[(2,26), (2,27), (2,28), (3,28)]
[(3,28), (2,28), (2,29)]
[(2,29), (3,29)]
[(3,29), (3,28), (4,28)]
[(4,28), (4,29)]
[(4,29), (4,28), (4,27), (5,27), (6,27), (6,28), (6,29), (7,29),
(8,29), (8,28), (8,27), (9,27), (10,27), (10,28)]
[(10,28), (10,29)]
[(10,29), (11,29)]
[(11,29), (12,29)]
[(12,29), (13,29)]
[(13,29), (13,28)]
[(13,28), (13,27)]
[(13,27), (13,26)]
[(13,26), (13,25)]
[(13,25), (12,25)]
[(12,25), (11,25), (11,24), (11,23), (12,23)]
[(12,23), (13,23)]
[(13,23), (13,22)]
[(13,22), (13,21)]
[(13,21), (13,22), (13,23), (12,23), (11,23), (10,23), (9,23), (9,24),
(9,25), (8,25), (7,25), (7,24), (7,23), (7,22), (7,21), (8,21)]
[(8,21), (9,21)]
[(9,21), (10,21)]
[(10,21), (11,21)]
[(11,21), (11,20)]
```

2. Manhattan Distance

```
     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
 0 % %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %
 1 %     109 108 107 106 105 %   36  35  34  33  32  41  42  43  44  45  46  47  48  49  50  51  52  %   194 193 192 201 202 %
 2 %     110 %   %   104 %   37  %   %   %   31  %   %   %   %   %   %   %   61  %   %   %   53  %   195 196 191 200 203 %
 3 %     111 %   101 102 103 %   38  %   69  68  30  29  28  27  %   64  63  62  60  59  58  %   54  %   198 197 190 199 204 %
 4 %     112 113 100 %   %   39  %   70  %   %   %   26  %   65  %   %   %   57  56  55  %   %   189 206 205 %
 5 %     %   %   99  %   79  %   40  %   71  %   22  23  24  25  67  66  %   151 150 %   155 %   156 157 158 %   188 %   %   %
 6 %     96  97  98  %   78  %   %   %   72  %   21  %   %   %           %   %   %   149 %   154 %   %   %   159 %   187 186 185 %
 7 %     95  %   %   %   77  76  75  74  73  221 20  %               %   148 152 153 163 162 161 160 %   %   %   184 %
 8 %     94  93  92  %   80  %   %   %   %   %   19  %   %   %   %   %   %   %   147 %   164 %   %   %   169 %   181 182 183 %
 9 %     %   %   91  %   81  82  83  %   10  %   18  17  16  15  %   143 144 145 146 %   165 %   172 171 170 %   180 %   %   %
10 %     115 114 90  %   %   %   84  %   9   %   %   %   %   %   14  %   142 %   %   %   166 %   173 %   %   %   179 207 208 %
11 %     116 117 89  88  87  86  85  %   8   7   6   11  12  13  %   141 140 139 138 168 167 %   174 175 176 177 178 %   209 %
12 %     119 118 123 124 125 %   128 %   %   %   5   %   %   %   %   %   %   %   137 %   %   %   217 %   216 %   %   %   210 %
13 %     120 121 122 127 126 %   129 130 131 132 4   3   2   1   P   133 134 135 136 %   220 219 218 %   215 214 213 212 211 %
14 %     %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %   %
```

```
%    119 118 123 124 12
%    120 121 122 127 12
%    %   %   %   %   %

Path Cost: 327
```

Path Coordinates:

[(13,15), (13,14)]
[(13,14), (13,13)]
[(13,13), (13,12)]
[(13,12), (13,11)]
[(13,11), (12,11)]
[(12,11), (11,11)]
[(11,11), (11,10)]
[(11,10), (11,9)]
[(11,9), (10,9)]
[(10,9), (9,9)]
[(9,9), (10,9), (11,9), (11,10), (11,11), (11,12)]
[(11,12), (11,13)]
[(11,13), (11,14)]
[(11,14), (10,14)]
[(10,14), (9,14)]
[(9,14), (9,13)]
[(9,13), (9,12)]
[(9,12), (9,11)]
[(9,11), (8,11)]
[(8,11), (7,11)]
[(7,11), (6,11)]
[(6,11), (5,11)]

```
[(5,11), (5,12)]
[(5,12), (5,13)]
[(5,13), (5,14)]
[(5,14), (4,14)]
[(4,14), (3,14)]
[(3,14), (3,13)]
[(3,13), (3,12)]
[(3,12), (3,11)]
[(3,11), (2,11)]
[(2,11), (1,11)]
[(1,11), (1,10)]
[(1,10), (1,9)]
[(1,9), (1,8)]
[(1,8), (1,7)]
[(1,7), (2,7)]
[(2,7), (3,7)]
[(3,7), (4,7)]
[(4,7), (5,7)]
[(5,7), (4,7), (3,7), (2,7), (1,7), (1,8), (1,9), (1,10), (1,11),
(1,12)]
[(1,12), (1,13)]
[(1,13), (1,14)]
[(1,14), (1,15)]
[(1,15), (1,16)]
[(1,16), (1,17)]
[(1,17), (1,18)]
[(1,18), (1,19)]
[(1,19), (1,20)]
[(1,20), (1,21)]
[(1,21), (1,22)]
[(1,22), (1,23)]
[(1,23), (2,23)]
[(2,23), (3,23)]
[(3,23), (4,23)]
[(4,23), (4,22)]
[(4,22), (4,21)]
[(4,21), (3,21)]
[(3,21), (3,20)]
[(3,20), (3,19)]
[(3,19), (2,19)]
[(2,19), (3,19), (3,18)]
[(3,18), (3,17)]
[(3,17), (3,16)]
```

```
[(3,16), (4,16)]
[(4,16), (5,16)]
[(5,16), (5,15)]
[(5,15), (5,14), (4,14), (3,14), (3,13), (3,12), (3,11), (3,10)]
[(3,10), (3,9)]
[(3,9), (4,9)]
[(4,9), (5,9)]
[(5,9), (6,9)]
[(6,9), (7,9)]
[(7,9), (7,8)]
[(7,8), (7,7)]
[(7,7), (7,6)]
[(7,6), (7,5)]
[(7,5), (6,5)]
[(6,5), (5,5)]
[(5,5), (6,5), (7,5), (8,5)]
[(8,5), (9,5)]
[(9,5), (9,6)]
[(9,6), (9,7)]
[(9,7), (10,7)]
[(10,7), (11,7)]
[(11,7), (11,6)]
[(11,6), (11,5)]
[(11,5), (11,4)]
[(11,4), (11,3)]
[(11,3), (10,3)]
[(10,3), (9,3)]
[(9,3), (8,3)]
[(8,3), (8,2)]
[(8,2), (8,1)]
[(8,1), (7,1)]
[(7,1), (6,1)]
[(6,1), (6,2)]
[(6,2), (6,3)]
[(6,3), (5,3)]
[(5,3), (4,3)]
[(4,3), (3,3)]
[(3,3), (3,4)]
[(3,4), (3,5)]
[(3,5), (2,5)]
[(2,5), (1,5)]
[(1,5), (1,4)]
[(1,4), (1,3)]
```

[(1,3), (1,2)]
[(1,2), (1,1)]
[(1,1), (2,1)]
[(2,1), (3,1)]
[(3,1), (4,1)]
[(4,1), (4,2)]
[(4,2), (4,3), (5,3), (6,3), (6,2), (6,1), (7,1), (8,1), (8,2), (8,3),
(9,3), (10,3), (10,2)]
[(10,2), (10,1)]
[(10,1), (11,1)]
[(11,1), (11,2)]
[(11,2), (12,2)]
[(12,2), (12,1)]
[(12,1), (13,1)]
[(13,1), (13,2)]
[(13,2), (13,3)]
[(13,3), (12,3)]
[(12,3), (12,4)]
[(12,4), (12,5)]
[(12,5), (13,5)]
[(13,5), (13,4)]
[(13,4), (13,5), (12,5), (11,5), (11,6), (11,7), (12,7)]
[(12,7), (13,7)]
[(13,7), (13,8)]
[(13,8), (13,9)]
[(13,9), (13,10)]
[(13,10), (13,11), (13,12), (13,13), (13,14), (13,15), (13,16)]
[(13,16), (13,17)]
[(13,17), (13,18)]
[(13,18), (13,19)]
[(13,19), (12,19)]
[(12,19), (11,19)]
[(11,19), (11,18)]
[(11,18), (11,17)]
[(11,17), (11,16)]
[(11,16), (10,16)]
[(10,16), (9,16)]
[(9,16), (9,17)]
[(9,17), (9,18)]
[(9,18), (9,19)]
[(9,19), (8,19)]
[(8,19), (7,19)]
[(7,19), (6,19)]

[(6,19), (5,19)]
[(5,19), (5,18)]
[(5,18), (5,19), (6,19), (7,19), (7,20)]
[(7,20), (7,21)]
[(7,21), (6,21)]
[(6,21), (5,21)]
[(5,21), (4,21), (4,22), (4,23), (5,23)]
[(5,23), (5,24)]
[(5,24), (5,25)]
[(5,25), (6,25)]
[(6,25), (7,25)]
[(7,25), (7,24)]
[(7,24), (7,23)]
[(7,23), (7,22)]
[(7,22), (7,21), (8,21)]
[(8,21), (9,21)]
[(9,21), (10,21)]
[(10,21), (11,21)]
[(11,21), (11,20)]
[(11,20), (11,21), (10,21), (9,21), (8,21), (7,21), (7,22), (7,23),
(7,24), (7,25), (8,25)]
[(8,25), (9,25)]
[(9,25), (9,24)]
[(9,24), (9,23)]
[(9,23), (10,23)]
[(10,23), (11,23)]
[(11,23), (11,24)]
[(11,24), (11,25)]
[(11,25), (11,26)]
[(11,26), (11,27)]
[(11,27), (10,27)]
[(10,27), (9,27)]
[(9,27), (8,27)]
[(8,27), (8,28)]
[(8,28), (8,29)]
[(8,29), (7,29)]
[(7,29), (6,29)]
[(6,29), (6,28)]
[(6,28), (6,27)]
[(6,27), (5,27)]
[(5,27), (4,27)]
[(4,27), (3,27)]
[(3,27), (2,27)]

```
[(2,27), (1,27)]
[(1,27), (1,26)]
[(1,26), (1,25)]
[(1,25), (2,25)]
[(2,25), (2,26)]
[(2,26), (3,26)]
[(3,26), (3,25)]
[(3,25), (3,26), (3,27), (3,28)]
[(3,28), (2,28)]
[(2,28), (1,28)]
[(1,28), (1,29)]
[(1,29), (2,29)]
[(2,29), (3,29)]
[(3,29), (4,29)]
[(4,29), (4,28)]
[(4,28), (4,27), (5,27), (6,27), (6,28), (6,29), (7,29), (8,29),
(8,28), (8,27), (9,27), (10,27), (10,28)]
[(10,28), (10,29)]
[(10,29), (11,29)]
[(11,29), (12,29)]
[(12,29), (13,29)]
[(13,29), (13,28)]
[(13,28), (13,27)]
[(13,27), (13,26)]
[(13,26), (13,25)]
[(13,25), (12,25)]
[(12,25), (11,25), (11,24), (11,23), (12,23)]
[(12,23), (13,23)]
[(13,23), (13,22)]
[(13,22), (13,21)]
[(13,21), (13,22), (13,23), (12,23), (11,23), (10,23), (9,23), (9,24),
(9,25), (8,25), (7,25), (7,24), (7,23), (7,22), (7,21), (6,21),
(5,21), (4,21), (3,21), (3,20), (3,19), (3,18), (3,17), (3,16),
(4,16), (5,16), (5,15), (5,14), (5,13), (5,12), (5,11), (6,11),
(7,11), (7,10)]
```

Members:
Arvin S. Arbuis
Trisha Nicole B. Butas
Mae Celine C. Erasmo

Contribution of Each Member:

On the first parts of the project, creating the single_goal() function and the single and multiple goal drivers, we coded on Butas's laptop while the other two (Arbuis and Erasmo) helped with ideas, logic, and implementation. Each of us have contributed to refining and fixing errors in the code (in our respective laptops).

On the later parts of the project wherein we focused on fixing, refactoring, and changing some of our implementations, we coded on Arbuis's laptop. Each of us have also contributed to the documentation.