

Алгоритмы поиска пути

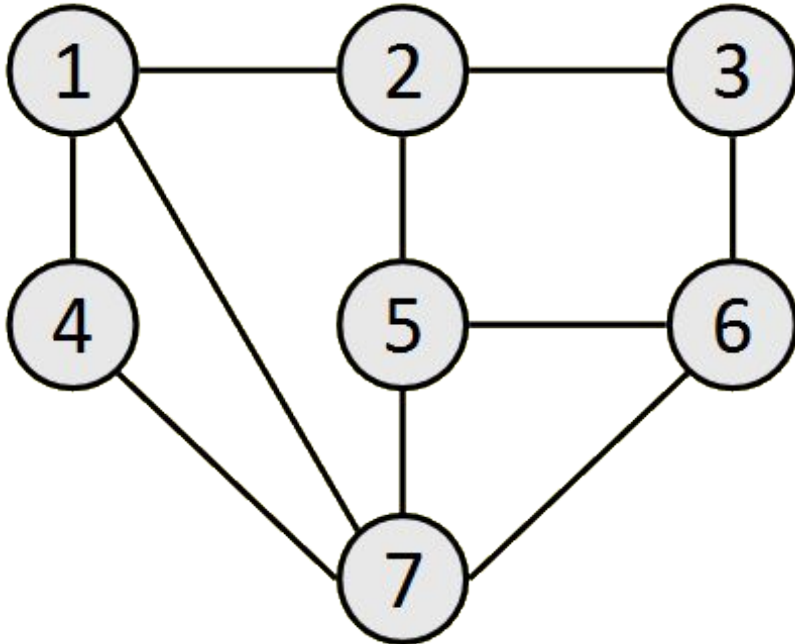
От поиска в ширину до A*

Графы: основы

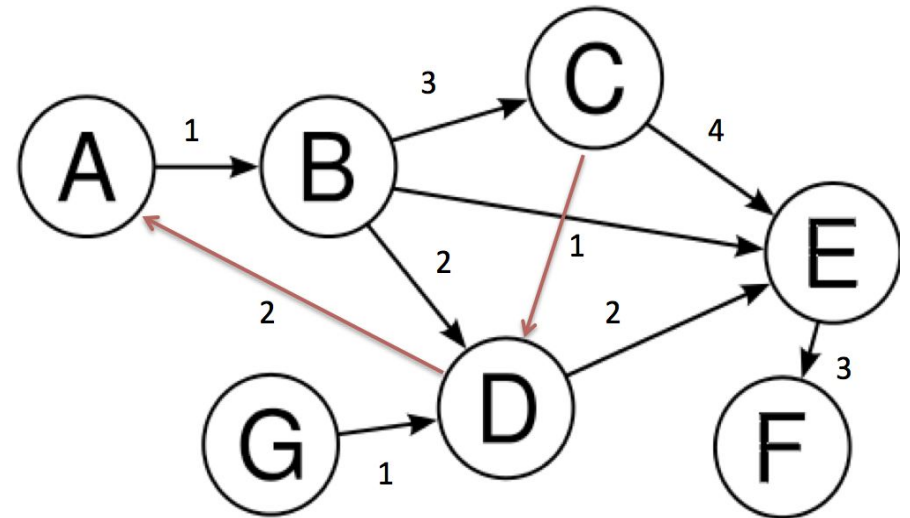
- Граф – множество вершин и ребер. Ребра соединяют между собой вершины.
- Графы бывают разные:
 1. Неориентированные и ориентированные
 2. Взвешенные и невзвешенные.

Графы: примеры

Неориентированный
невзвешенный

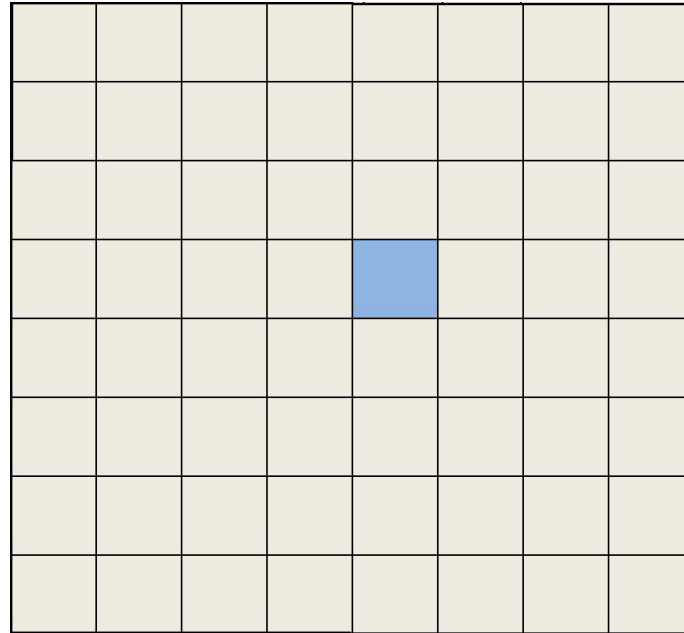


Ориентированный
взвешенный



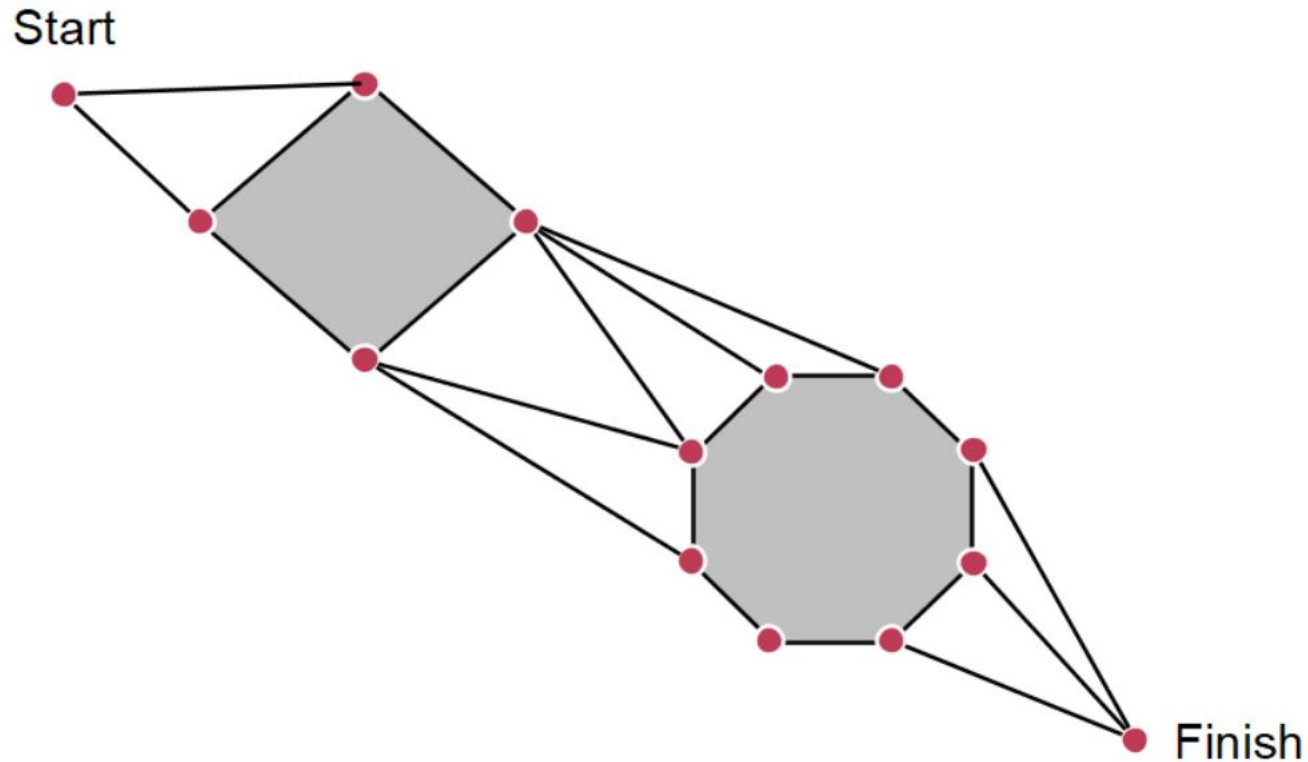
Графы в играх

Тайловая сетка(tile map, grid)



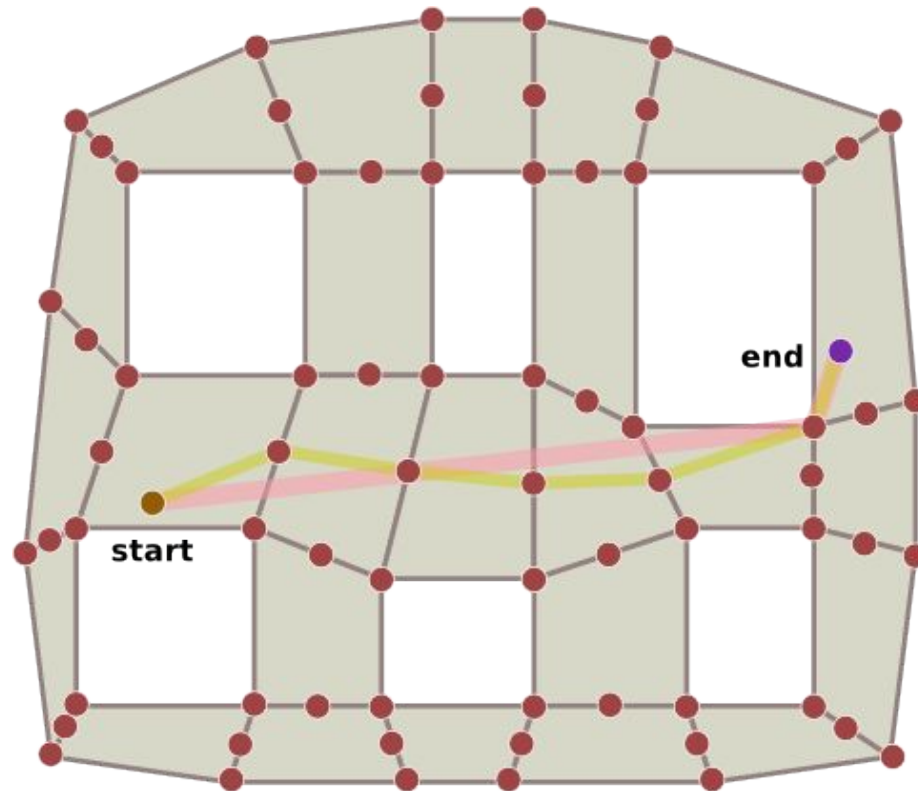
Графы в играх

Полигональная карта (polygonal map)



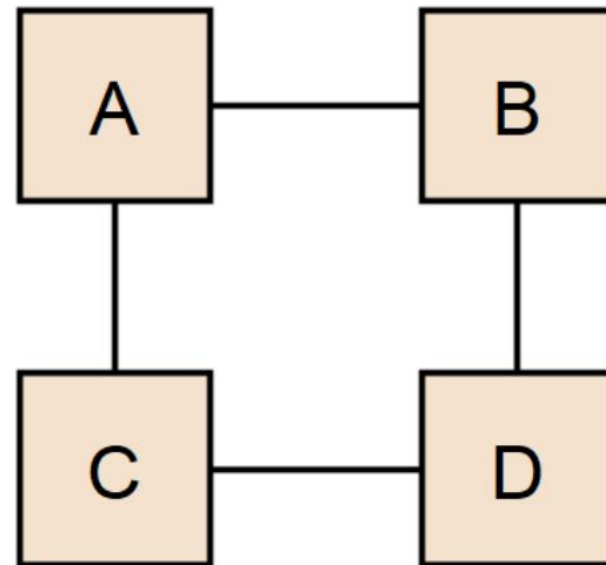
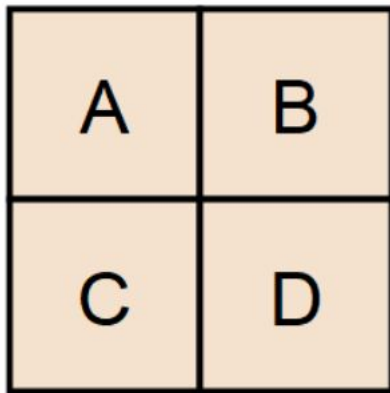
Графы в играх

Навигационная сетка (navigation mesh)

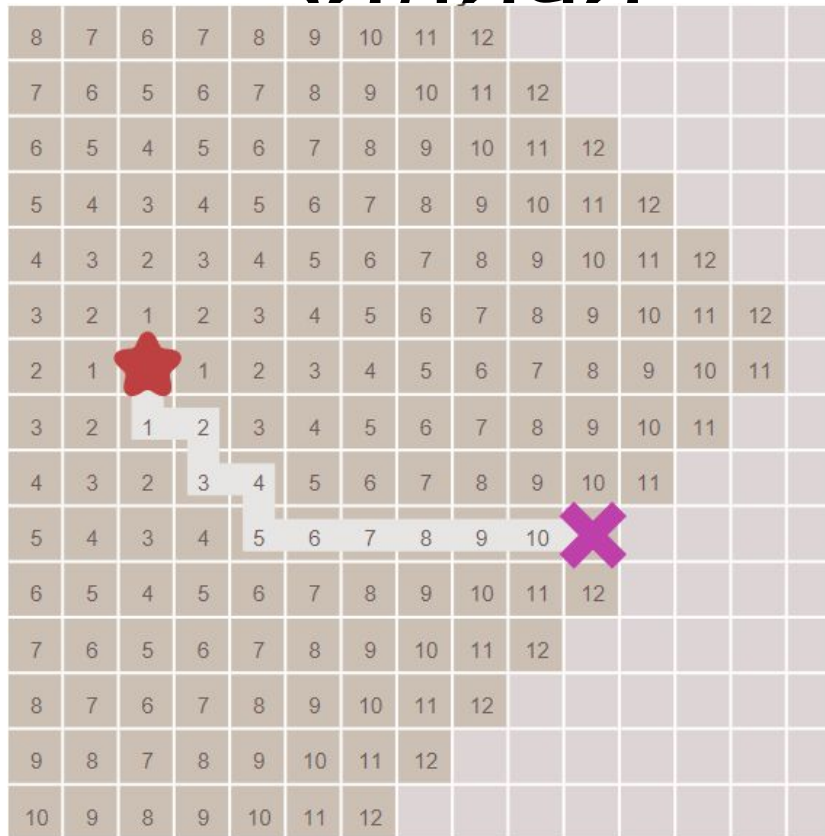


Графы в играх

Почему тайловая сетка это граф?



Поиск кратчайшего пути: задача



Есть вершина начала пути и вершина конца пути. Нужно найти кратчайший путь от начала до конца.

Поиск кратчайшего пути: общие принципы

- Разбиваем клетки на два типа: посещенные и непосещенные.
- Постепенно посещаем клетки.
- Изначально только стартовая клетка посещена.

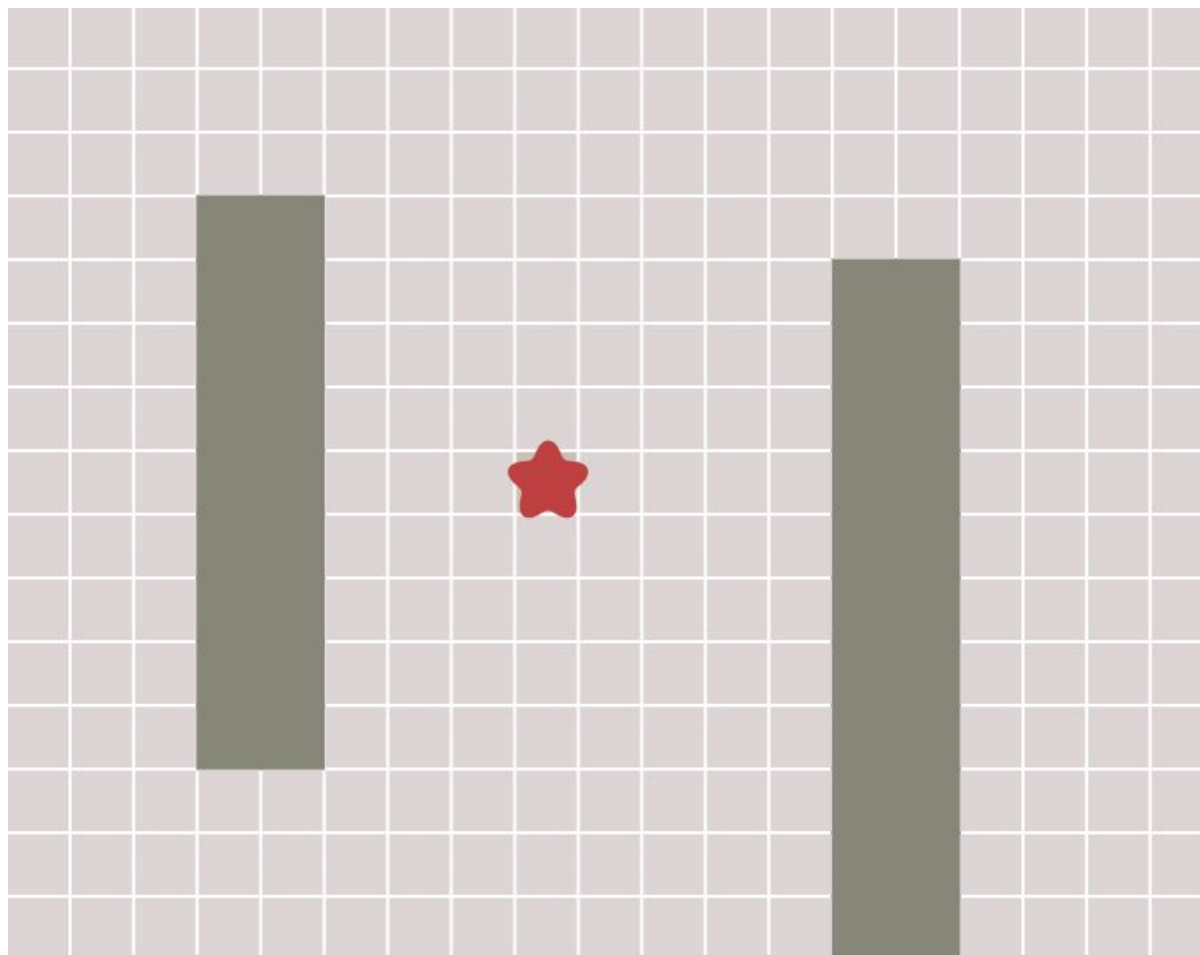
Поиск кратчайшего пути: обзор

- Поиск в ширину(breadth-first search)
- Алгоритм Дейкстры(Dijkstra's algorithm)
- Поиск первого наилучшего(best-first search)
- A*(A star)

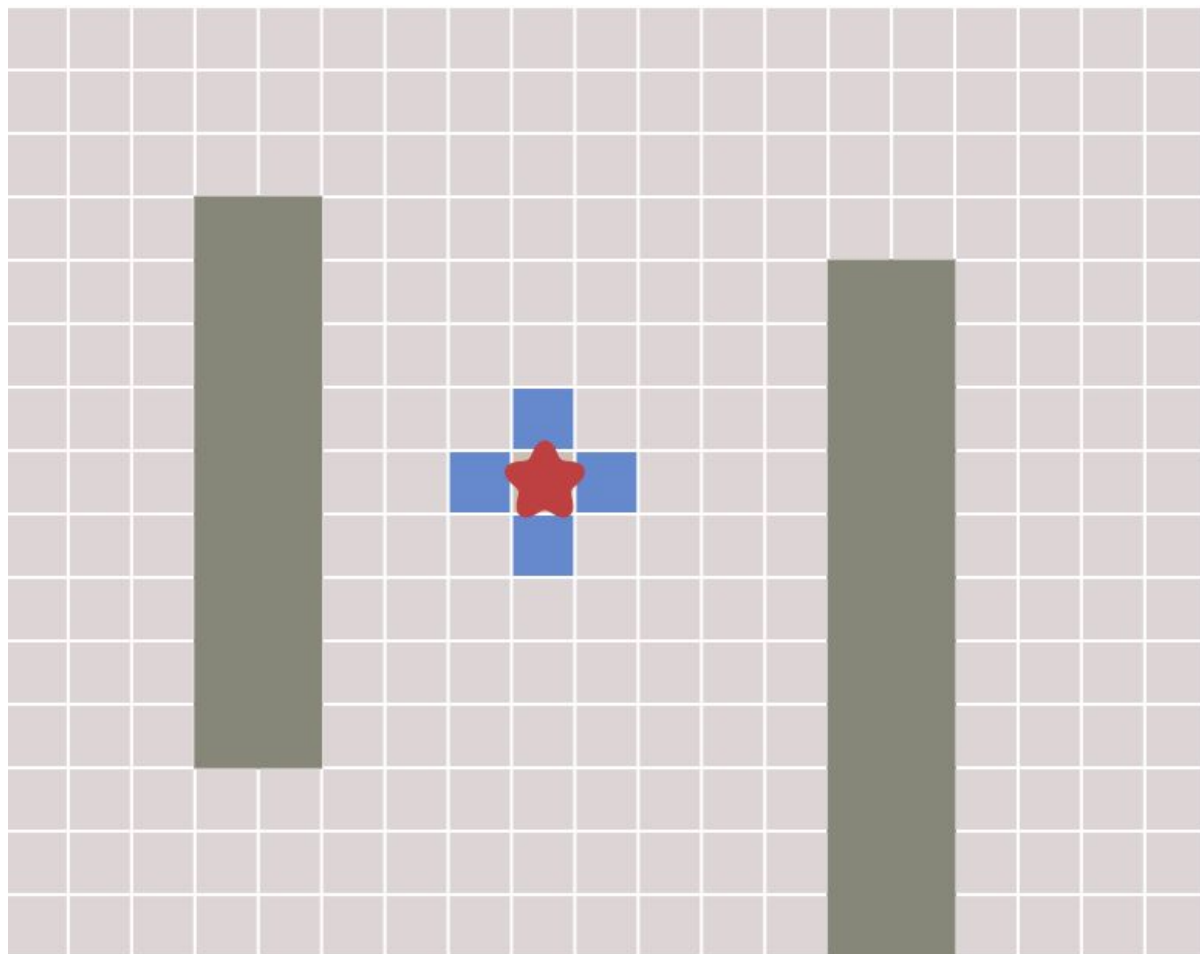
Поиск в ширину: идея

- Равномерно во все стороны расширяется радиус обхода.
- Посещенные вершины хранятся в очереди(queue).
- Заканчиваем, когда очередь пуста(изначально в очереди находится стартовая клетка).

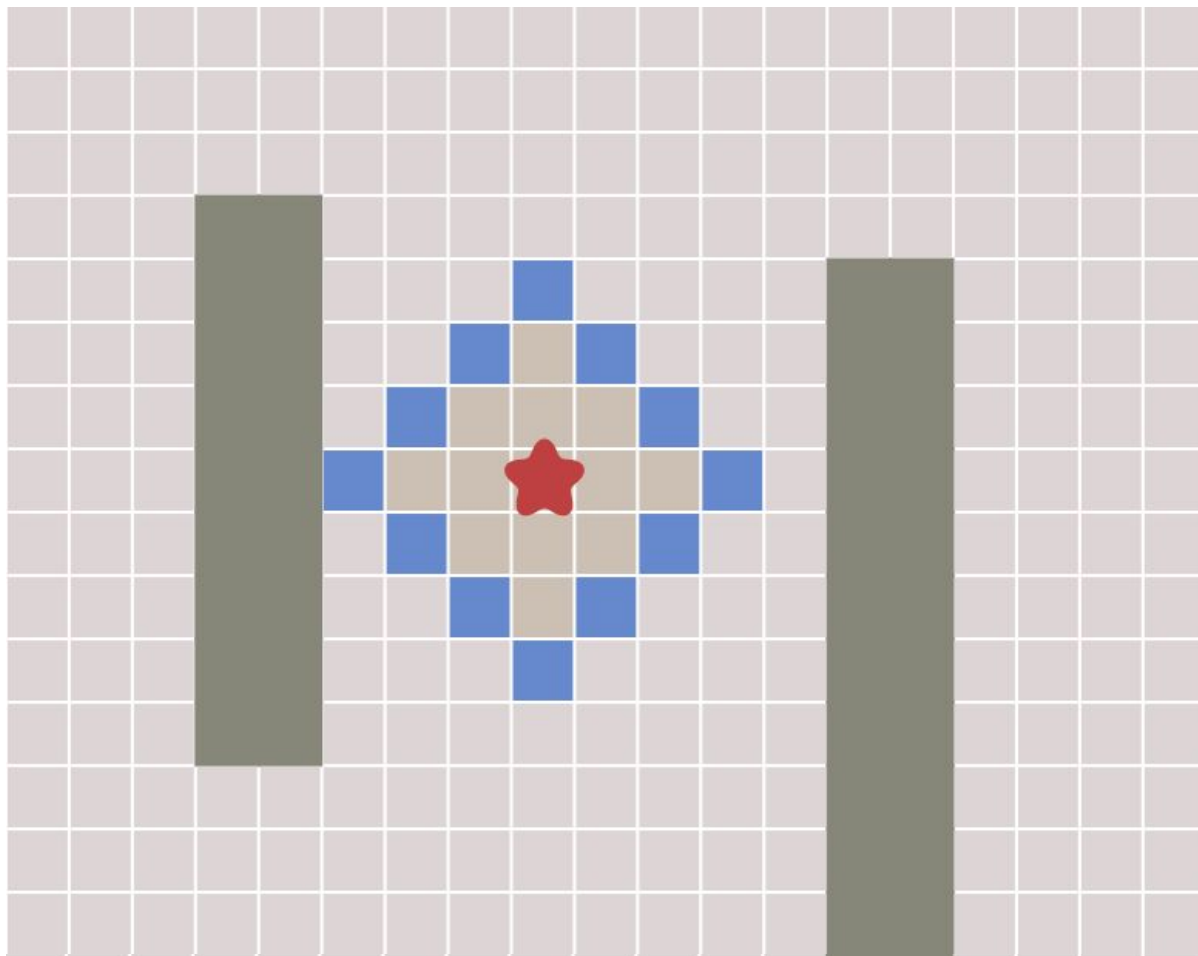
Поиск в ширину: демо



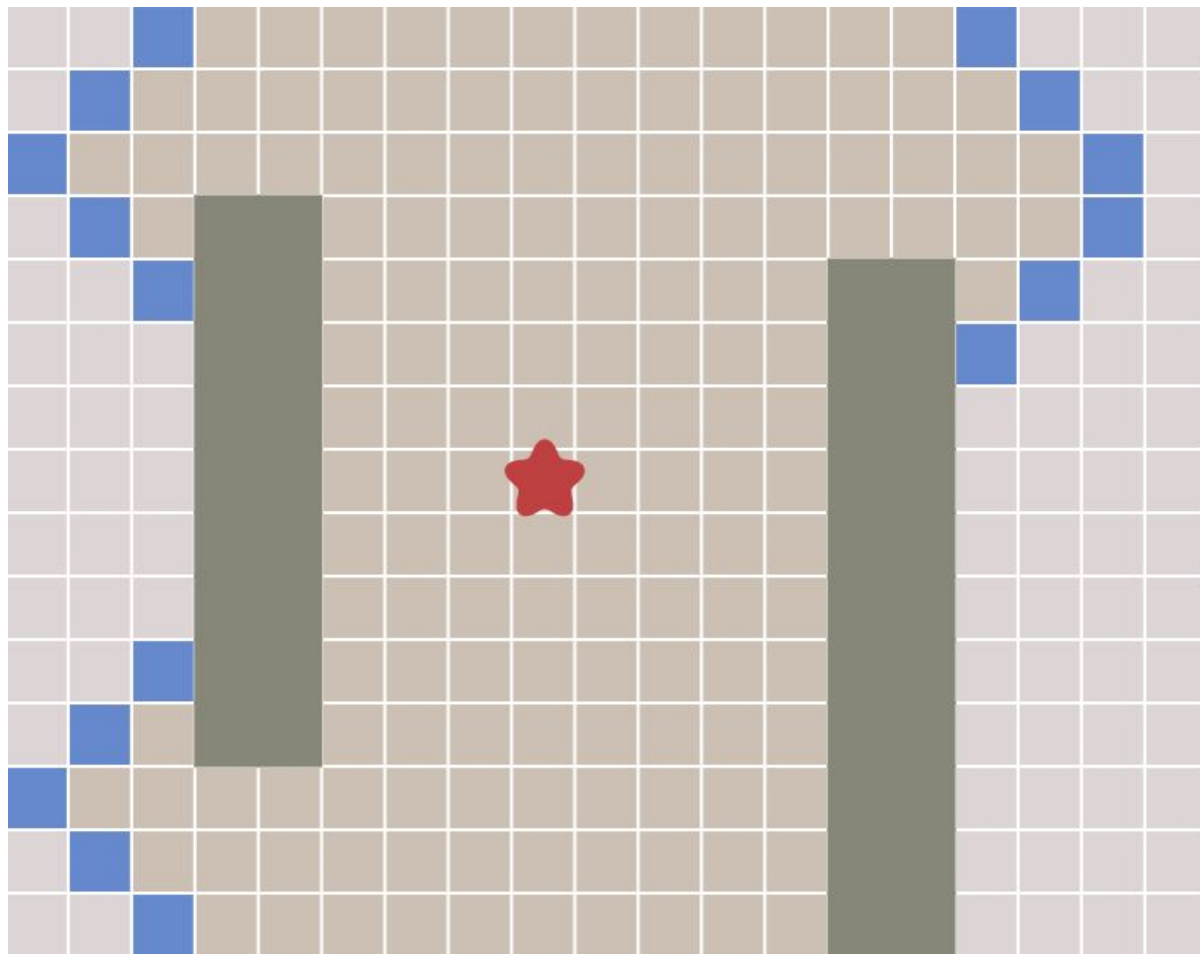
Поиск в ширину: демо



Поиск в ширину: демо



Поиск в ширину: демо



Поиск в ширину: код

Простейший вариант(инициализация)

```
frontier = Queue()  
frontier.put(start)  
visited = {}  
visited[start] = True
```


Поиск в ширину: КОД

Простейший вариант(алгоритм)

```
while not frontier.empty():  
    current = frontier.get()  
    for next in graph.neighbors(current):  
        if next not in visited:  
            frontier.put(next)  
            visited[next] = True
```

Поиск в ширину: код

Чтобы узнать, откуда пришли(инициализация)

```
frontier = Queue()  
frontier.put(start)  
came_from = {}  
came_from[start] = None
```

Поиск в ширину: код

Чтобы узнать, откуда пришли (алгоритм)

```
while not frontier.empty():  
    current = frontier.get()  
    for next in graph.neighbors(current):  
        if next not in came_from:  
            frontier.put(next)  
            came_from[next] = current
```


Поиск в ширину: код



Чтобы узнать кол-во шагов (инициализация)

```
frontier = Queue()  
frontier.put(start)  
distance = {}  
distance[start] = 0
```

Поиск в ширину: код

Чтобы узнать кол-во шагов(алгоритм)





```
while not frontier.empty():  
    current = frontier.get()  
    for next in graph.neighbors(current):  
        if next not in distance:  
            frontier.put(next)  
            distance[next] = distance[current] + 1
```





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

Поиск в ширину: use cases

- Отметить все достижимые вершины из данной вершины
- Найти пути и расстояния до всех вершин из данной вершины(просмотреть, что находится рядом с героем/монстром)

Поиск в ширину: ограничения

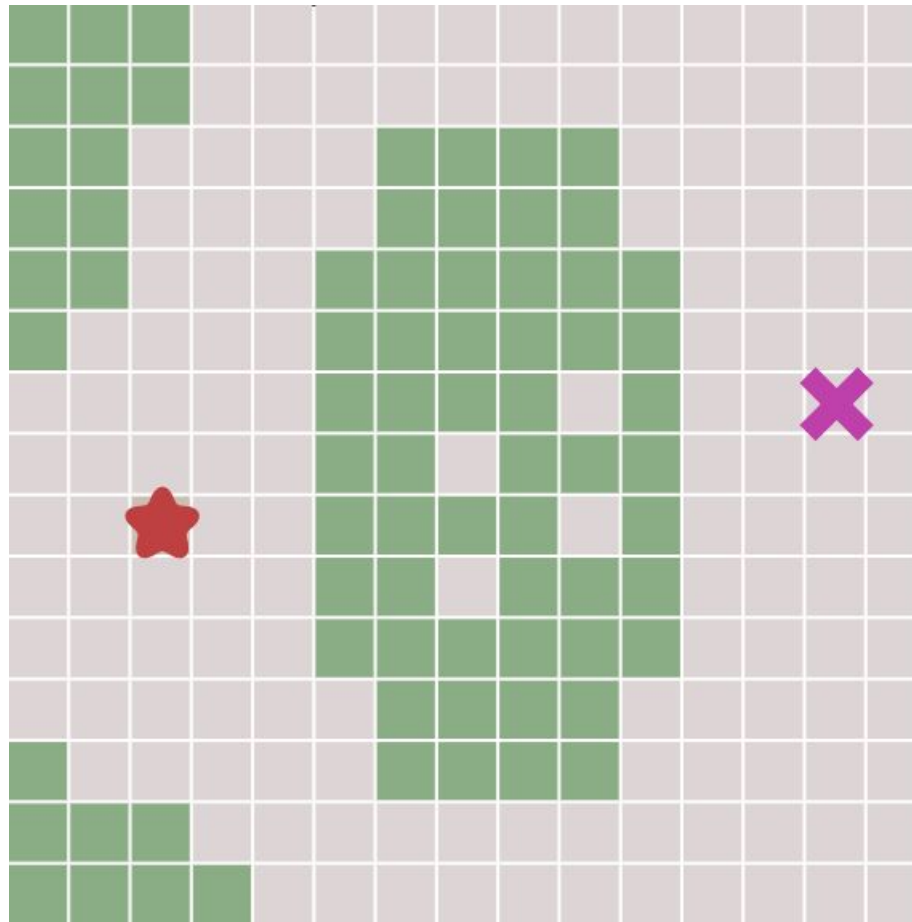
5	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		1	2	3	4	5	6	7	8
2	1	2	3	4	5	6	7		9
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4				6	7	8	9	10	11
5				7	8	9	10	11	12
6	7	8	9	8	9	10	11	12	13

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

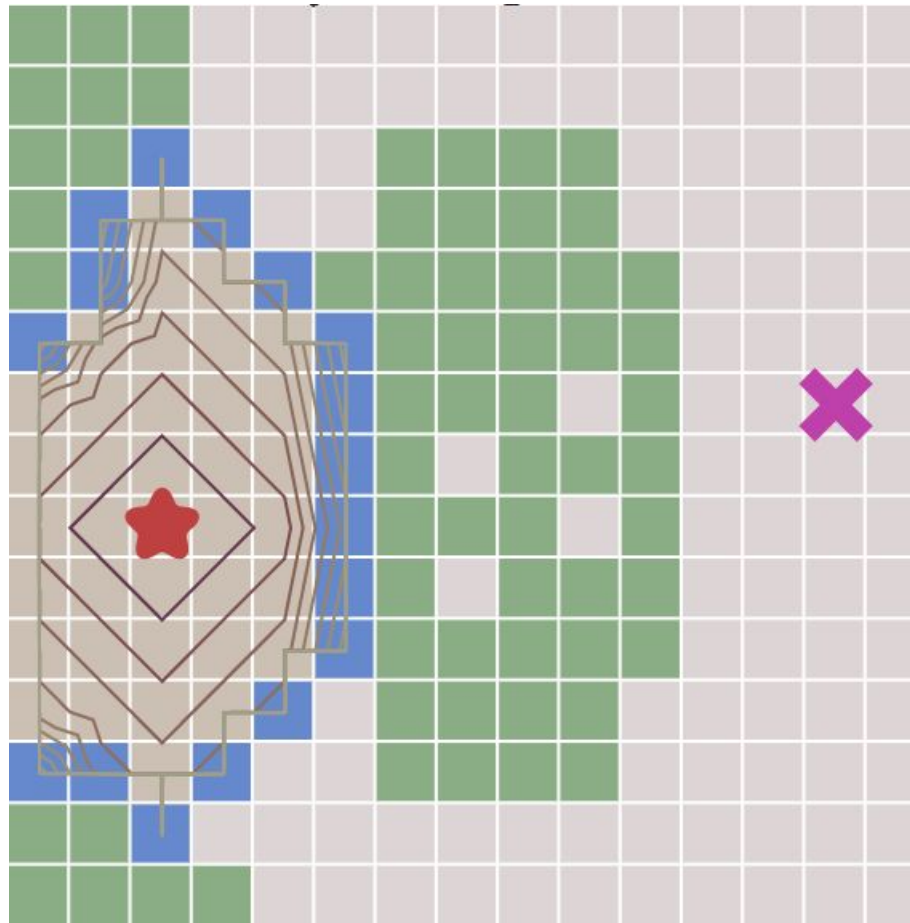
Алгоритм Дейкстры: идея

- Исследуем вершины не равномерно, а ориентируясь на расстояние до начала поиска
- Посещенные вершины хранятся в очереди с приоритетом (min priority queue) – чем меньше расстояние до вершины, тем больше ее приоритет. Т. е. тем раньше эта вершина будет исследована.

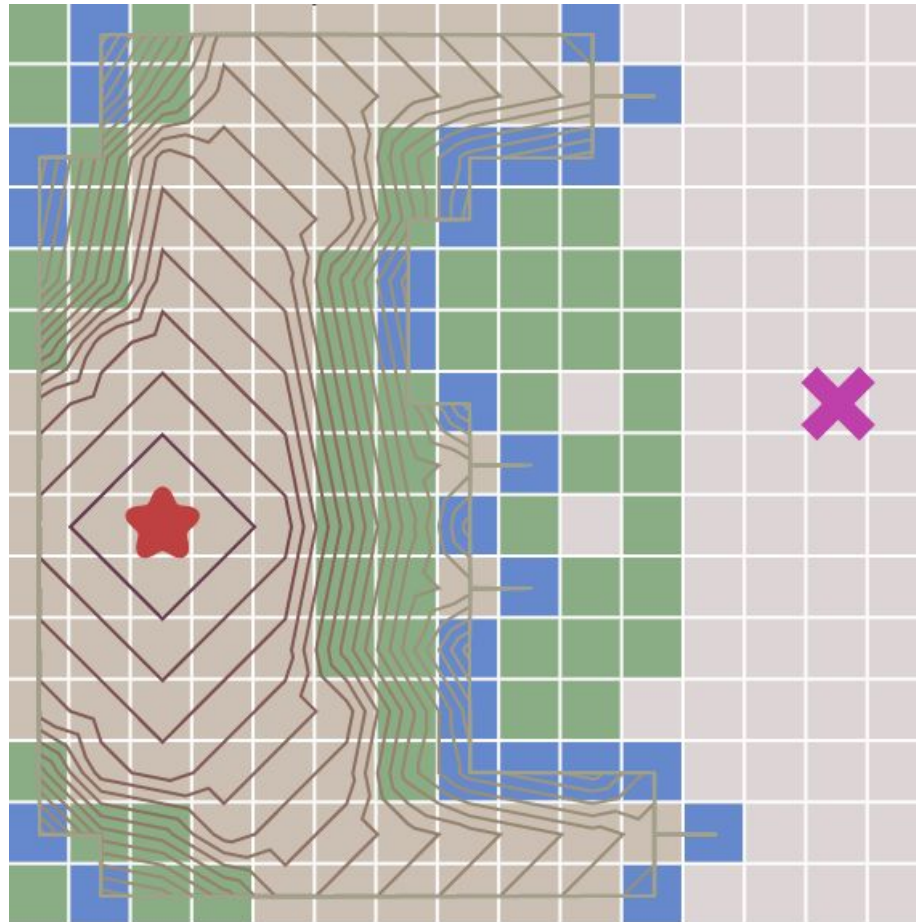
Алгоритм Дейкстры: демо



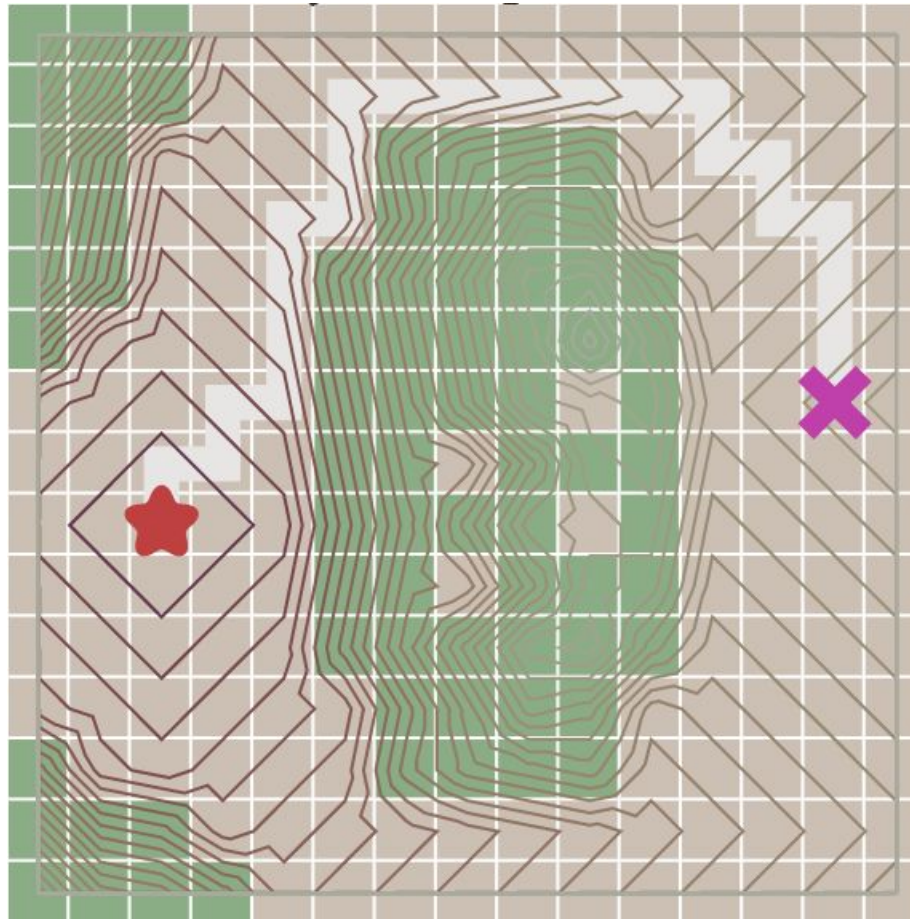
Алгоритм Дейкстры: демо



Алгоритм Дейкстры: демо



Алгоритм Дейкстры: демо



Алгоритм Дейкстры: код

```
frontier = PriorityQueue()  
frontier.put(start, 0)  
came_from = {}  
cost_so_far = {}  
came_from[start] = None  
cost_so_far[start] = 0
```


Алгоритм Дейкстры: код

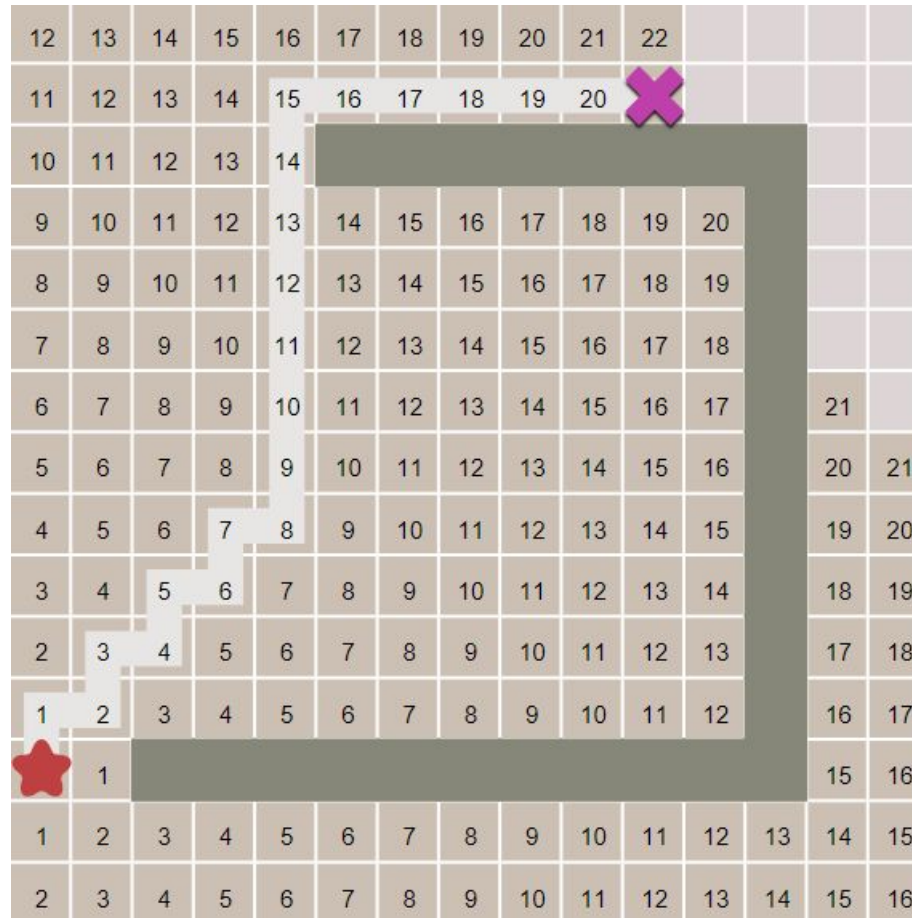
```
while not frontier.empty():
    current = frontier.get()

    for next in graph.neighbors(current):
        new_cost = cost_so_far[current] + graph.cost(current, next)
        if next not in cost_so_far or new_cost < cost_so_far[next]:
            cost_so_far[next] = new_cost
            frontier.put(next, new_cost)
            came_from[next] = current
```

Алгоритм Дейкстры: use cases

- Найти кратчайший путь от одной вершины до многих других вершин во взвешенном графе
- Когда нет знания об общей структуре графа. Т. е. мы обладаем лишь локальной информацией о графе (вблизи каждой клетки)

Алгоритм Дейкстры : ограничения

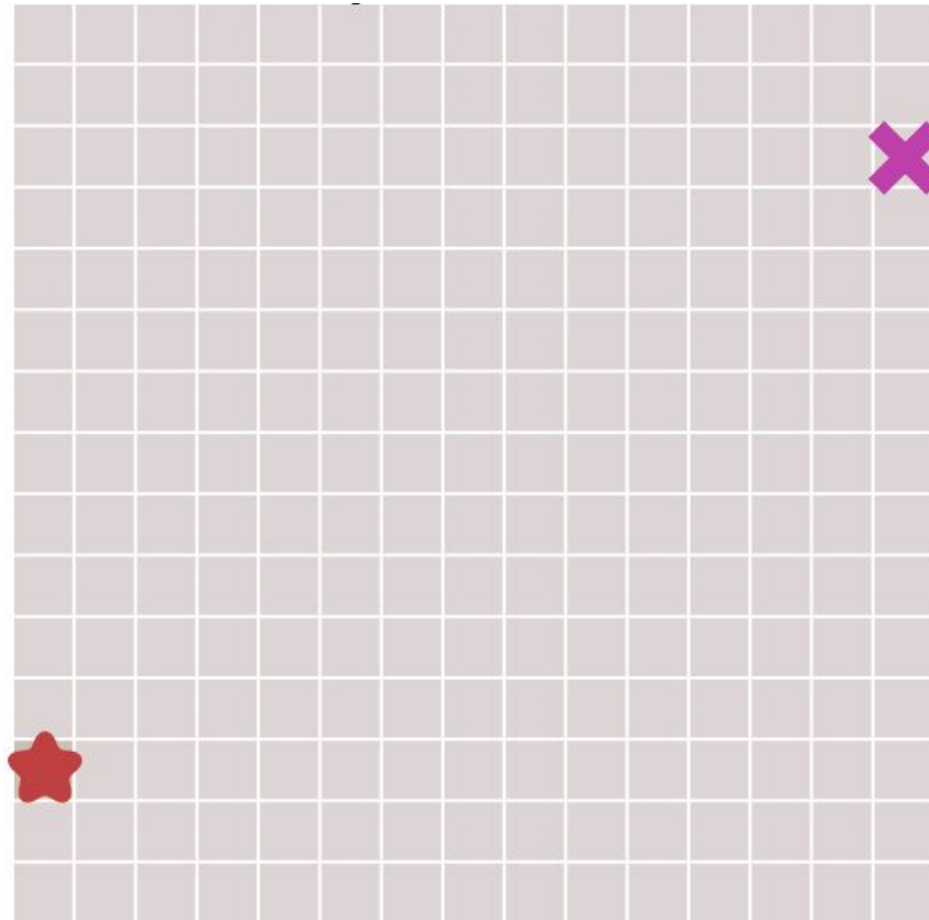


Если нужно найти путь до единственной вершины, исследуется слишком много клеток

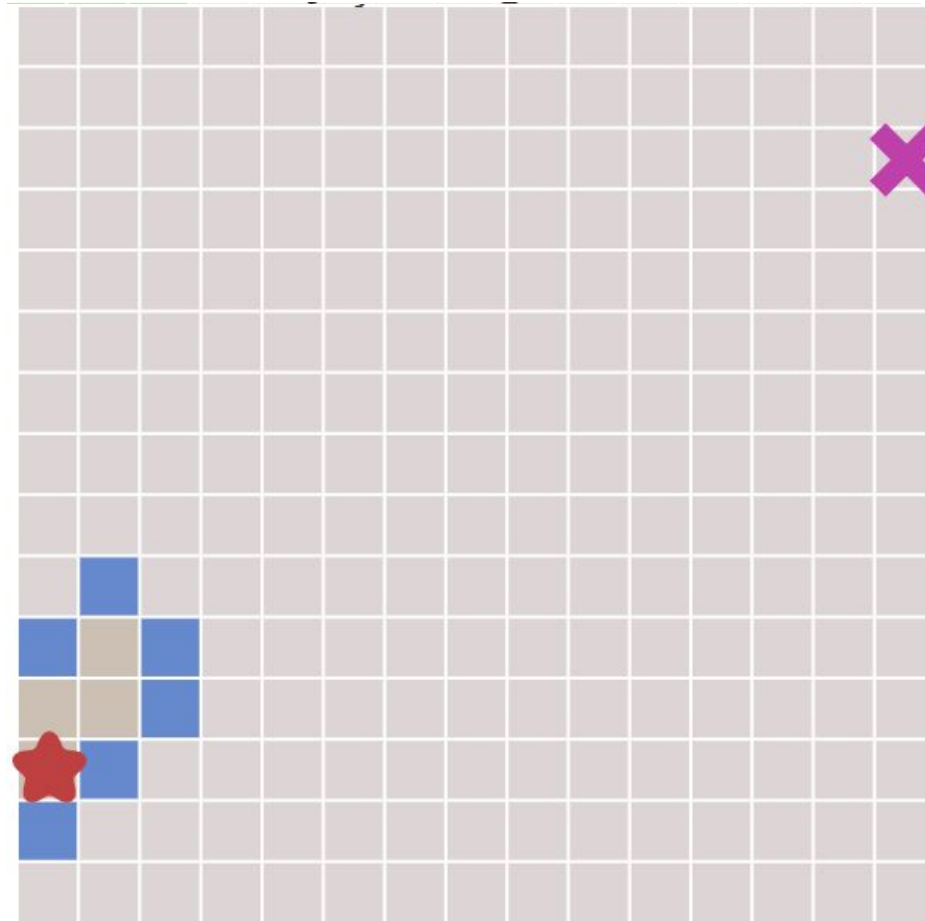
Поиск первого наилучшего: идея

- Исследуем вершины, ориентируясь на расстояние до цели
- Используем эвристику(heuristic)

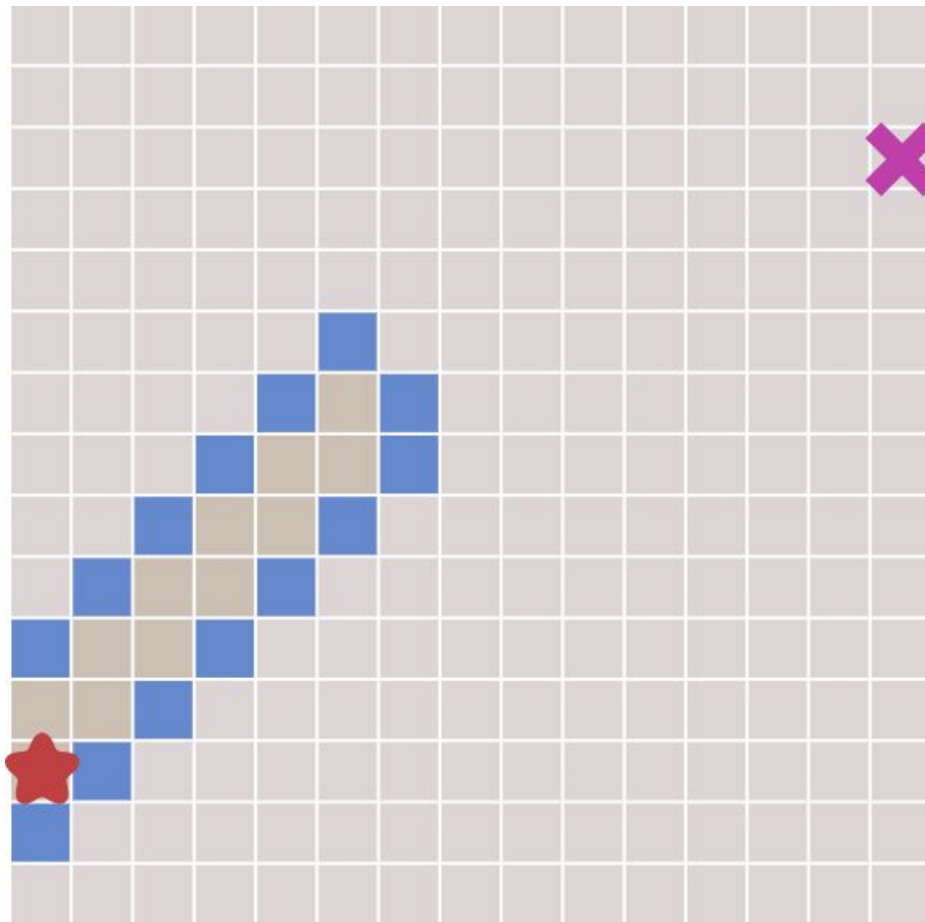
Поиск первого наилучшего: демо



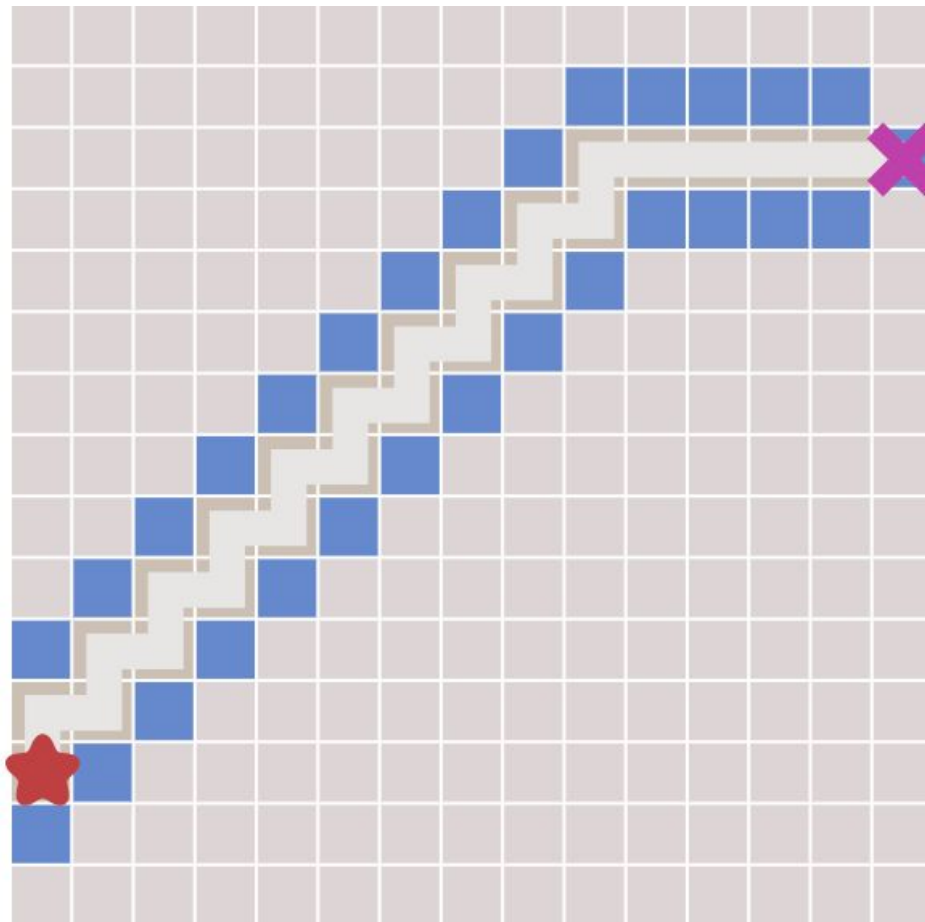
Поиск первого наилучшего: демо



Поиск первого наилучшего: демо



Поиск первого наилучшего: демо



Поиск первого наилучшего: КОД

```
frontier = PriorityQueue()  
frontier.put(start, 0)  
came_from = {}  
came_from[start] = None
```

Поиск первого наилучшего: КОД

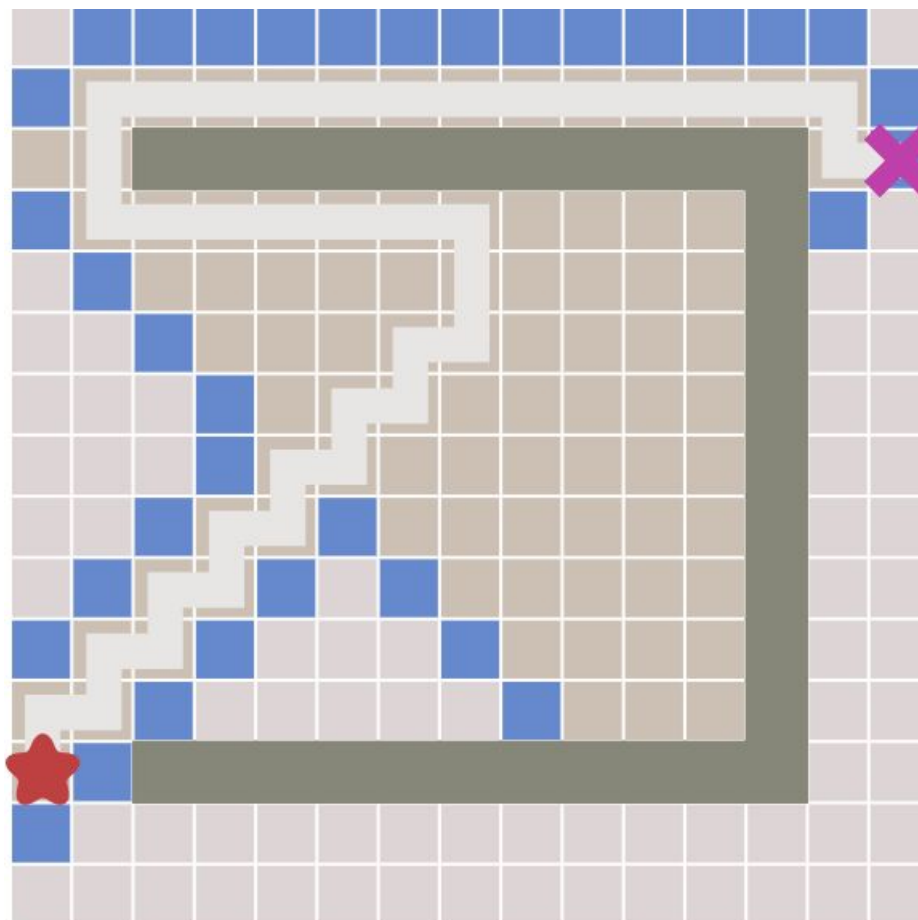
```
while not frontier.empty():
    current = frontier.get()

    for next in graph.neighbors(current):
        new_cost = cost_so_far[current] + graph.cost(current, next)
        if next not in came_from:
            priority = heuristic(goal, next)
            frontier.put(next, priority)
            came_from[next] = current
```

Поиск первого наилучшего: use cases

- Быстро найти кратчайший путь от одной вершины до другой, когда нет препятствий

Поиск первого наилучшего: ограничения

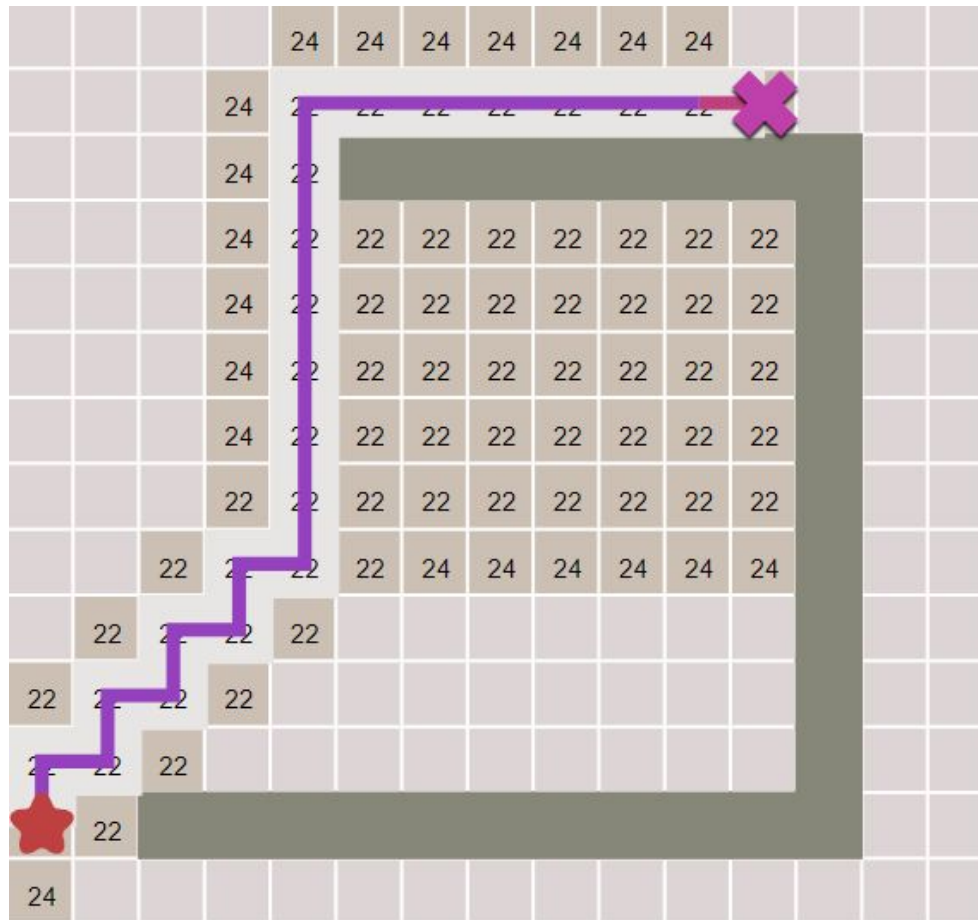


Кратчайший путь не
найден

A*: идея

- Исследуем вершины не равномерно, а ориентируясь на расстояние до начала поиска...
- И на расстояние до цели. Т.е. используем эвристику.
- Сочетание алгоритма Дейкстры и поиска первого наилучшего.

A*: демо



A*: КОД

```
frontier = PriorityQueue()  
frontier.put(start, 0)  
came_from = {}  
cost_so_far = {}  
came_from[start] = None  
cost_so_far[start] = 0
```

A*: КОД

```
while not frontier.empty():
    current = frontier.get()

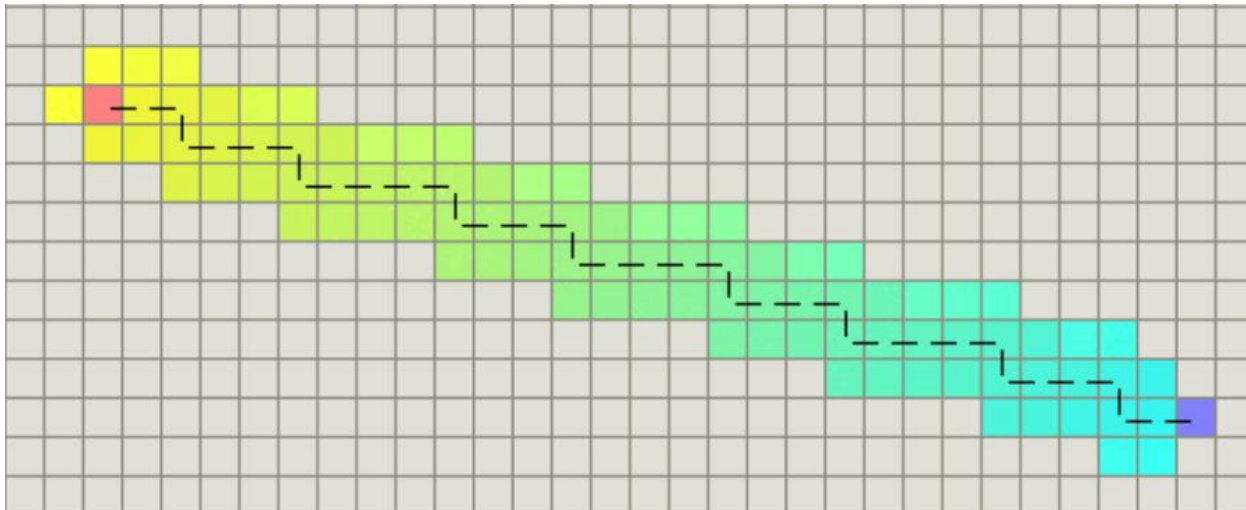
    for next in graph.neighbors(current):
        new_cost = cost_so_far[current] + graph.cost(current, next)
        if next not in cost_so_far or new_cost < cost_so_far[next]:
            cost_so_far[next] = new_cost
            priority = new_cost + heuristic(goal, next)
            frontier.put(next, priority)
            came_from[next] = current
```


A*: use cases

- Быстро найти кратчайший путь от одной вершины до другой, даже если есть препятствия

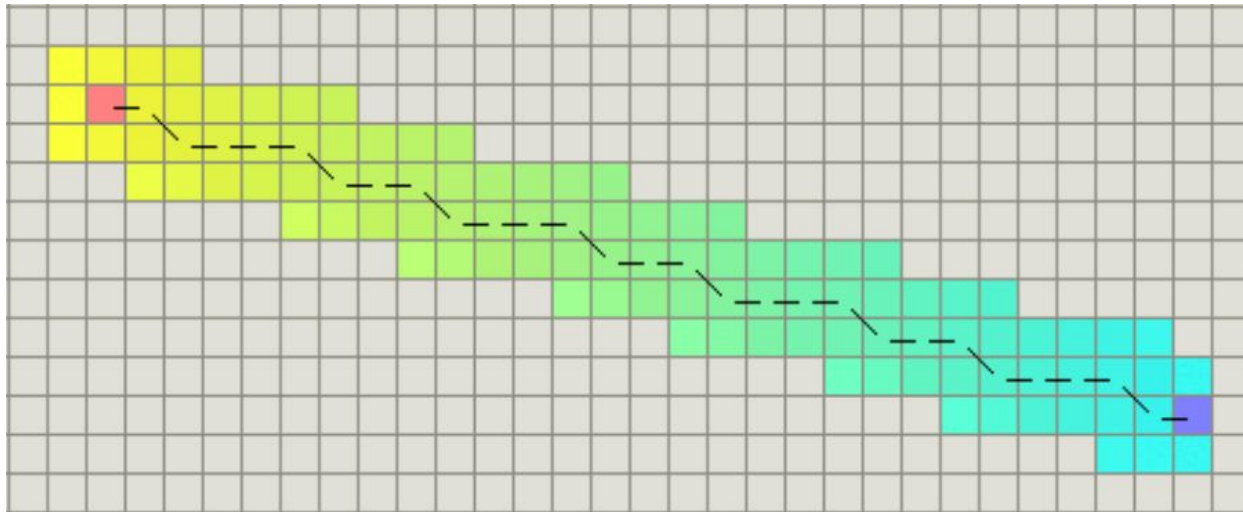
A*: ЭВРИСТИКИ

- Эвристики бывают разные. От выбора эвристики зависит корректность алгоритма и его быстрота.



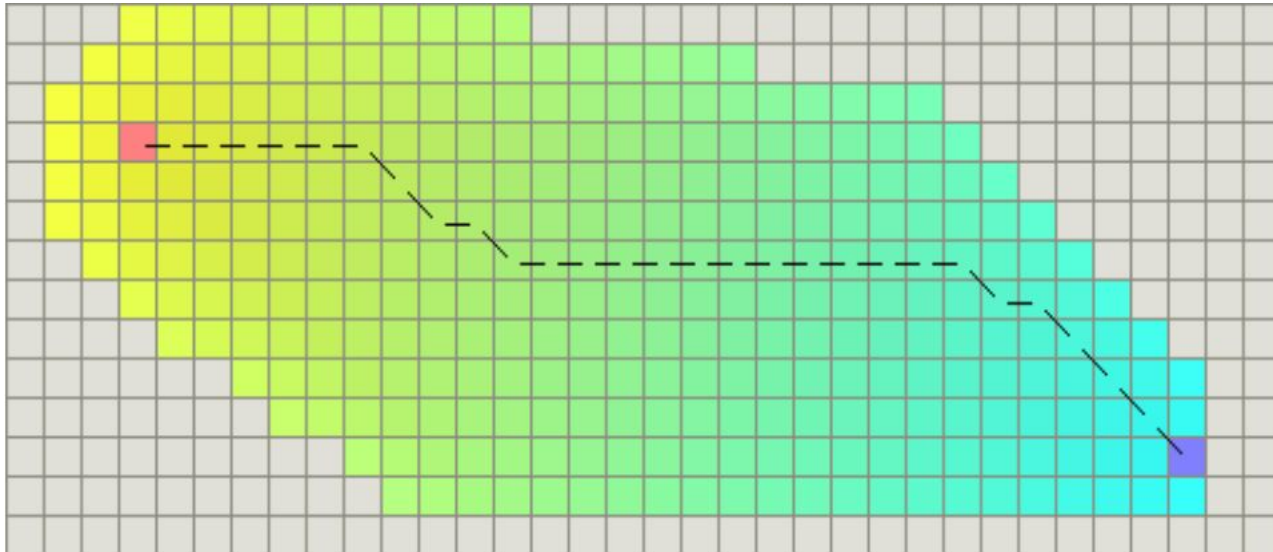
Манхэтонновское
расстояние

A*: ЭВРИСТИКИ



Диагональное
расстояние

A*: ЭВРИСТИКИ



Евклидово
расстояние

Спасиб
о!