

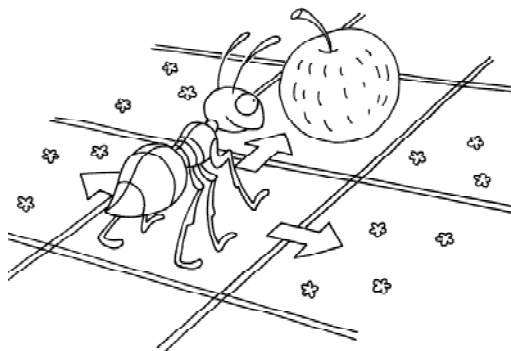
**Иванов Сергей Георгиевич,
Борисенко Константин Алексеевич**

ТЬЮРМИТ

Мы продолжаем публикацию головоломок на темы сюжетов конкурса «Конструировать, Исследуй, Оптимизировать». Головоломки можно решать с помощью карандаша и бумаги, а можно использовать задачи-лаборатории, которые предлагались на Конкурсе, и которые будут размещаться на дисковых приложениях к журналу.

В этом номере основой для серии упражнений стала задача «Тьюрмит» конкурса КИО–2010.

Существо, которое в теории алгоритмов называют *тьюрмитом* (Тьюринг + термит), перемещается по клетчатому полю размером 20×20 . Для того, чтобы у тьюрмита не возникало проблемы, когда он упирается в один из краёв поля, предлагаем поле «свернуть в трубочку», а затем соединить края трубки, и тогда соседними станут верхние и нижние клетки каждого столбца и каждой строки исходного поля. И тьюрмит, выходя на верхний край поля, продолжит своё движение с нижнего края поля.



Всего ситуаций, по которым «мозг» нашего тьюрмита принимает решения, две – лежит ли перед ним яблоко или нет. В каждой из ситуаций тьюрмит может совершить три действия: пойти прямо и перейти в следующую клетку, повернуться вправо или влево. Если в клетке, в которую попадает тьюрмит, находится яблоко, то он съедает его.

Поведение тьюрмита описывается графом, вершины которого, изображаемые кружочками, соответствуют «состояниям» тьюрмита, а дуги графа связывают действия тьюрмита с изменением его состояния. Например, если на дуге из состояния 0 в состояние 1 изображено перечеркнутое яблоко и стрелочка поворота влево (как на рис. 1), это означает, что, находясь в состоянии 0 и не обнаружив перед собой яблока, тьюрмит повернет влево и перейдет в состояние 1.*

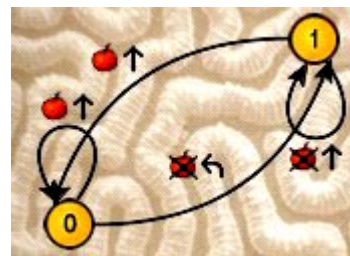
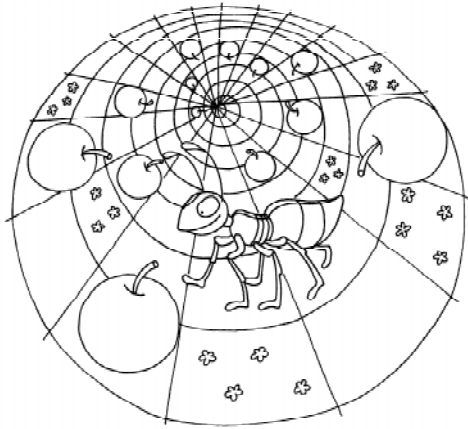


Рис. 1

* Представленный в задаче тьюрмит моделирует упрощенный вариант плоской машины Тьюринга, которая использует клетки плоскости, чтобы записывать (и стирать) в них символы алфавита. В предложенной модели тьюрмит может только стирать символы – съедать яблоки.



Тьюрмит может сделать много шагов, находясь в одном состоянии. В этом случае изображение автомата будет иметь петлю, начинающуюся и заканчивающуюся в этом состоянии.

Сначала предположим для простоты, что состояние всего одно, и, таким образом, достаточно просто указать направление перемещения тьюрмита в двух случаях: если он видит яблоко и если он его не видит. Например, если для графа с одним состоянием в обоих случаях «Видит яблоко» и «Не видит яблоко» указать «Поворот вправо», то тьюрмит будет крутиться по часовой стрелке.

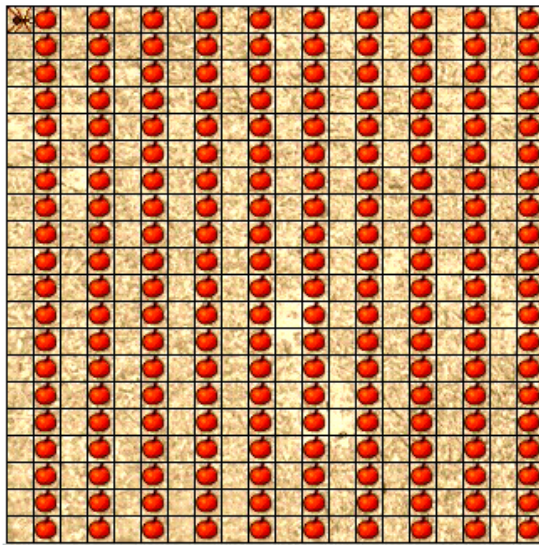


Рис. 2

Упражнение 1.

Перечислите все сценарии с одним состоянием, при которых тьюрмит не выйдет за пределы начальной клетки.

Упражнение 2.

Приведите пример графа с одним состоянием, при котором тьюрмит съест все яблоки в левом вертикальном столбике. Первоначальное расположение яблок указано на рис. 2.

Теперь рассмотрим граф с двумя состояниями.

Упражнение 3.

Двигаясь по схеме рис. 3 тьюрмит, находясь в состоянии 0 и увидев перед собой яблоко, сделает шаг вперёд и перейдёт в состояние 1. Остальные переходы аналогичным образом изображены на схеме.

Выясните, какие яблоки тьюрмит съест в этом случае.

Не очень рационально поворачивать налево или направо, увидев перед собой яблоко. Поэтому проверьте, что получится, если при переходе из состояния 1 в состояние 0 и увидев перед собой яблоко, тьюрмит пойдёт прямо.

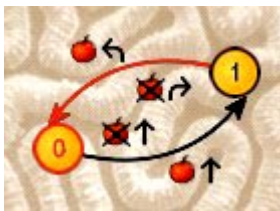


Рис. 3

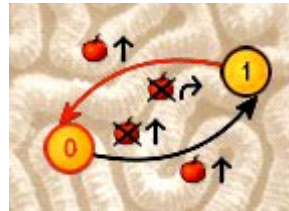


Рис. 4

Упражнение 4.

Какие яблоки тьюрмит съест в этом случае (рис. 4)?

Упражнение 5.

Сколько тьюрмитов можно построить, используя только одно состояние?

Упражнение 6.

Сколько тьюрмитов, описание которых содержит только одно состояние, останавливаются при некотором расположении яблок?

**Упражнение 7.**

Сколько тьюрмитов можно построить, используя два состояния?

Рис. 5

Упражнение 8.

Постройте граф для описания движения тьюрмита, при котором он съест все яблоки на рис. 5. Постарайтесь не использовать более двух состояний.

Упражнение 9.

Сделайте то же самое для расположения яблок на рис. 6.

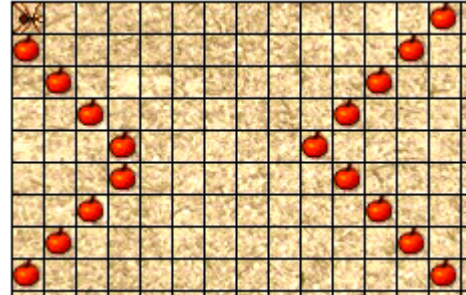


Рис. 6

Упражнение 10.

Как поведёт себя тьюрмит в ситуации на рис. 7?

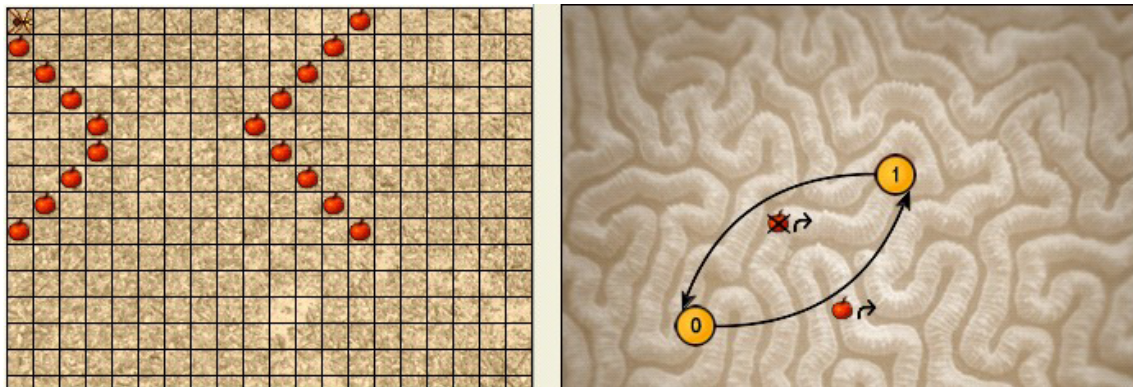


Рис. 7

*Иванов Сергей Георгиевич,
кандидат педагогических наук,
ассистент кафедры
ВМ-2 СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,*

*Борисенко Константин Алексеевич,
студент 4 курса кафедры АСОиУ
ФКТИ СПбГЭТУ «ЛЭТИ».*



Наши авторы, 2011.
Our authors, 2011.

ОТВЕТЫ К УПРАЖНЕНИЯМ

Упражнение 1.

Состояния, при которых в обоих случаях – «видит яблоко» и «не видит яблоко» – будет поворачивать, без движения вперед.

Упражнение 2.

Один из вариантов ответа приведен на обложке (съеденные яблоки изображены в виде огрызков).

Упражнение 3, 4.

Ответы приведены на обложке.

Упражнение 5.

На графе движения с одним состоянием можно изобразить петлю с одним или двумя обозначениями. Одно из них будет определять поведение при наличии впереди яблока, второе – поведение при его отсутствии. У каждого из этих поведений есть три варианта: идти вперед, повернуть влево или вправо. Также действия тьюрмита (как при наличии впереди яблока, так и при его отсутствии) могут не определяться. Итого получается $4 \times 4 = 16$ вариантов.

Упражнение 6.

Среди подсчитанных в упражнении 5 графов есть граф без дуги, который описывает тьюрмита, который не реагирует ни на какое расположение яблок. Наоборот, тьюрмит, реагирующий как на наличие яблока, так и на его отсутствие (любым образом), которому соответствует граф с петлей, на которой два обозначения, никогда не прекратит свое движение. Таких тьюрмитов будет $3 \times 3 = 9$, значит, оставшиеся 7 могут попасть в такую ситуацию, когда «не будут знать, что делать», и не смогут продолжить движение.

Упражнение 7.

Для двух состояний, кроме двух петель будут ещё две дуги перехода из одного состояния в другое.

Таким образом, таких тьюрмитов будет $4 \times 4 \times 4 \times 4 = 256$. Правда, среди них будут такие, которые не будут определять новые стратегии, так как никогда не приведут к переходу из одного состояния в другое. Поэтому одна стрелка (из начального состояния в другое) обязательно должна присутствовать и тьюрмитов становится меньше – $4 \times 3 \times 4 \times 4 = 192$. Однако может оказаться, что некоторые графы определяют одинаковые поведения тьюрмитов. Как учесть только графы, определяющие различные стратегии поведения тьюрмитов, является другой – более сложной и интересной – задачей, над которой советуем читателям подумать.

Упражнение 8.

Ответ приведен на обложке.

Упражнение 9.

Удивительно, что такой же граф, как в решении упражнения 8, позволяет тьюрмиту съесть все яблоки в гораздо более сложной конфигурации, чем в упражнении 8.

Упражнение 10.

Тьюрмит не сдвинется с места, поскольку для случая «в состоянии 0 впереди нет яблока» для него не указано никакого действия.