

Задача 1. Экосистема.

Для изучения экосистемы в районе озера Лиманчик, принято решение использовать GPS-датчики, прикрепленные к стрекозам, аистам, лягушкам и ежам. Но прежде чем приступить к полевым испытаниям, необходимо провести моделирование. Ваша задача промоделировать поведение экосистемы.

Объекты модели: стрекозы, аисты, лягушки, ежи. Лягушки и ежи двигаются по плоскости, стрекозы и аисты в трехмерном пространстве зоны моделирования, представляющей собой куб с диагональю, соединяющей точки $(0, 0, 0)$ и $(10^6, 10^6, 10^6)$. Каждый объект модели имеет целочисленные координаты и целочисленный вектор скорости в любой момент времени. Время дискретно. Процесс моделирования одной итерации жизни модели состоит из трех этапов: перемещение объектов, анализ событий, обработка событий. Прежде чем перейти к описанию этих этапов, нужно пояснить некоторые особенности моделирования.

Ежи едят лягушек, лягушки – стрекоз, аисты едят и стрекоз, и лягушек. Если объект А может съесть объект Б, то объект Б боится объект А и будет стараться избежать встречи с ним. Каждый объект обладает способностью чувствовать другие объекты на некотором расстоянии. Все объекты кроме стрекоз имеют способность съедать, причем ежи и аисты на расстоянии 1, а лягушки на расстоянии не более 3.

Если объект может быть съеден и сам может съесть кого-то, то он в выборе направления перемещения ведет себя как жертва. Т.е. инстинкт самосохранения сильнее!

Поведение хищника. Если объект А почувствовал объект Б и при этом может его съесть, то хищник постарается приблизиться к жертве, причем при появлении другого съедобного объекта хищник цель не меняет. При выходе жертвы из зоны чувствительности хищника, последний прекращает преследование и может выбрать себе другую цель. Если хищник сократил расстояние с жертвой до расстояния доступного для использования способности съедения, то жертва помечается на удаление на этапе анализа и будет удалена на этапе обработки событий. Если жертв в зоне чувствительности хищника нет, то хищник продолжает двигаться в прежнем направлении. Исключение составляет, ситуация соприкосновения с землей.

Поведение жертвы. Если хищников в зоне чувствительности жертвы нет, то жертва продолжает двигаться в прежнем направлении. Если объект Б почувствовал объект А, который может съесть Б, то жертва постарается удалиться от А. Если хищников в зоне чувствительности жертвы много, то жертва будет пытаться удалиться от самого ближнего из хищников. Термин «удалиться» в данном контексте означает двигаться в направлении противоположном к хищнику. Исключение составляет, ситуация соприкосновения с землей.

Соприкосновение с землей. Плоскость $z = 0$ представляет собой землю.

Если объект после перемещения оказывается под землей $z < 0$, то его координаты должны быть пересчитаны по следующему правилу: $x = x_0 - v_x z_0 / v_z$, $y = y_0 - v_y z_0 / v_z$, $z = 0$, где (x, y, z) – новое положение объекта, (x_0, y_0, z_0) – предыдущее положение объекта, (v_x, v_y, v_z) – вектор скорости объекта. При этом операция деления должна быть целочисленной и выполняться после операции умножения.

Пусть объект А находится на земле. Пусть для объекта А возникло событие изменения направления движения с $v_z \neq 0$. Если он может летать и $v_z > 0$, то этот объект двигается по обычным

правилам. В противном случае, вектор скорости нужно пересчитать с учетом проекции на плоскость $z = 0$. Формула: $v_{\text{new}} = \mu v_{\text{proj}}$, $\mu = |v_0|/|v_{\text{proj}}|$, где v_0 – вектор начальной скорости объекта A , v_{proj} – проекция на плоскость $z = 0$ расчетного вектора скорости.

Формула для вычисления расчетного вектора скорости предполагает вычисления в рамках вещественных чисел (double). В трехмерном случае эта формула имеет вид: $v = \lambda d$, $d = r - p$, $\lambda = |v_0|/|d|$, где r – позиция жертвы в пространстве, p – позиция хищника в пространстве, v_0 – вектор начальной скорости объекта для, которого производится вычисление. Полученный вектор, при соблюдении описанных выше условий должен быть преобразован в соответствии с формулой, учитывающей положение объекта на земле. В завершении каждая из координат вектора должна быть округлена до меньшего ближайшего целого.

Этап перемещения. На этом этапе моделирования одной итерации, все объекты смещаются в направлении определенном на предыдущей итерации.

Этап анализа. На этом этапе моделирования одной итерации, все объекты анализируются на события. События могут быть трех видов: удаление объекта, изменение направления движения, остановка моделирования. Событие удаления объекта генерируется в случае, если объект съеден или если он вышел за границу области моделирования, и при этом он не убегает ни от кого и не догоняет никого. Событие изменения направления движения возникает в ситуациях, описанных в поведении хищника и жертвы. Событие остановки моделирования возникает в случае истечения заданного количества итераций или в случае выхода за границы зоны моделирования объекта, который убегает от хищника или преследует жертву. При этом соприкосновение с землей не вызывает остановку моделирования, но может вызывать смену направления движения.

Этап обработки. Каждое событие обрабатывается в соответствии со своим наименованием.

Формат входных данных

В первой строке, приведены девять чисел, разделенных одиночными пробелами: $D, DS, S, SS, F, FS, H, HS, N$ ($0 \leq D, S, F, H \leq 100$, $0 \leq HS, DS, SS, FS \leq 15$, $1 \leq N \leq 10000$). Числа D и DS означают количество стрекоз и их дальность чувствительности, S – количество аистов и их дальность чувствительности, F – количество лягушек и их дальность чувствительности, H – количество ежей и их дальность чувствительности, N – количество итераций модели. В каждой следующей строке описан ровно один объект модели в следующем формате x, y, z, v_x, v_y, v_z для стрекоз и аистов, и в формате x, y, v_x, v_y для лягушек и ежей. Все числа разделены одиночными пробелами, и координаты каждого объекта гарантированно принадлежат зоне моделирования. Числа x, y и z определяют начальные координаты объекта, числа v_x, v_y , и v_z определяют начальную скорость. Первые D объектов являются стрекозами, далее описаны аисты, затем лягушки и последними ежи.

Формат выходных данных

В формате, описанном в пункте «Формат входных данных», необходимо описать состояние системы при завершении моделирования. Число N в этом случае описывает последнюю смоделированную итерацию.

input.txt	output.txt
1 2 0 2 0 2 1 2 2	1 2 0 2 0 2 0 2 2
0 0 0 1 1 1	2 2 2 1 1 1
0 0 1 1	2 2 1 1

Требования

- Необходимо описать иерархию классов «Объекты моделирования».
- Необходимо описать иерархию классов «События».
- Чтение и запись в файл должно быть отделено от модели.