

## Snake Game



*Snake* (Питон, Удав, Змейка и др.) – компьютерная игра, возникшая в середине или в конце 1970-х.

Игрок управляет длинным, тонким существом, напоминающим змею, которое ползает по плоскости (как правило, ограниченной стенками), собирая еду (или другие предметы), избегая столкновения с собственным хвостом и краями игрового поля. В некоторых вариантах на поле присутствуют дополнительные препятствия. Каждый раз, когда змея съедает кусок пищи, она становится длиннее, что постепенно усложняет игру. Игрок управляет направлением движения головы змеи (обычно 4 направления: вверх, вниз, влево, вправо), а хвост змеи движется следом. Игрок не может остановить движение змеи.

По материалам: [wikipedia.org](https://wikipedia.org)

Рады Вам сообщить, что открывается регистрация на **Олимпиаду LabVIEW Portal 2021**.

Формат проведения олимпиады – заочно, *online*, принять участие могут все желающие (возрастные ограничения 12+), независимо от страны проживания. Общение с оргкомитетом возможно на русском или английском языках.

В соревнованиях принимают участие команды в составе от одного до трех человек, а зарегистрироваться участники могут вплоть до момента сдачи своих решений.

Команда выбирает себе название. Название может состоять только из букв латиницы, цифр, знаков подчёркивания («\_») точек и пробелов. Точка и пробел не могут быть первыми символами.

Программа Арбитр сделана в версии *LV2015*. Соревнование будет производиться в версии *LV2020-32bit*, по этому, при отсутствии лицензии, можно использовать *LabVIEW Community Edition 2020*.

При реализации решения **запрещено** использовать дополнительные библиотеки, тулкиты, вызовы системных функций и любых *dll*. Использование локальных и глобальных переменных, а также любых других способов передачи информации между шагами так же запрещено. Допустимо использование только методов, реализованных в Арбитре.

Все функции, используемые в рамках решения должны иметь стандартный приоритет исполнения.

За попытки взломать программу-арбитра команда дисквалифицируется.

Команды могут свободно общаться о деталях соревнования на портале, в том числе публиковать свой код. Организаторы не раскрывают решения участников до конца олимпиады, но могут опубликовать решения команд после завершения всех этапов.

Свои варианты решений, участники должны выслать **до 24:00 25 апреля 2021** (время *UTC*) на eMail [LabVIEWPortal@yandex.ru](mailto:LabVIEWPortal@yandex.ru) или в личном сообщении организаторам олимпиады:

**Artem.spb**                      <https://labviewportal.org/ucp.php?i=pm&mode=compose&u=2340>

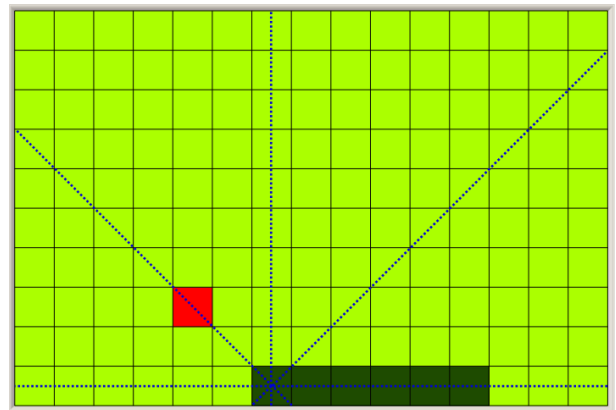
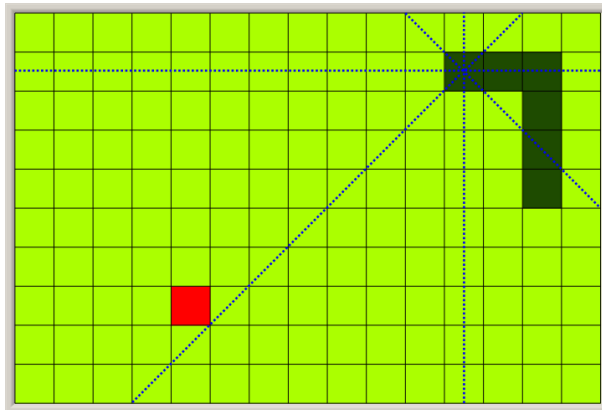
**IvanLis**                        <https://labviewportal.org/ucp.php?i=pm&mode=compose&u=987>

**Pavel Krivozubov**        <https://labviewportal.org/ucp.php?i=pm&mode=compose&u=117>

Решения высланные позже указанного времени к соревнованиям не допускаются.

Решение должно содержать файл *VI* с именем, совпадающим с названием команды. При необходимости, все используемые подпрограммы (*SubVI*, *TypeDef*) размещаются в подпапке с произвольным названием, однако все имена папок и файлов должны быть прописаны на латинице.

## Общее устройство мира



Data In

Time Limit  
1000

Length  
6

Memory  
0

Barrier

|   |    |      |   |
|---|----|------|---|
| 0 | 1  | 1    | 1 |
| 0 | 11 | -255 | 3 |
|   | 8  | 8    | 3 |

Snake

|   |    |      |    |
|---|----|------|----|
| 0 | -1 | -1   | -1 |
| 0 | -1 | -255 | -1 |
|   | -1 | -1   | -1 |

Tail

|   |    |      |    |
|---|----|------|----|
| 0 | -1 | -1   | -1 |
| 0 | -1 | -255 | 0  |
|   | -1 | -1   | 1  |

Food

|   |    |      |    |
|---|----|------|----|
| 0 | -1 | -1   | -1 |
| 0 | -1 | -255 | -1 |
|   | -1 | -1   | -1 |

Data In

Time Limit  
1000

Length  
6

Memory  
0

Barrier

|   |   |      |   |
|---|---|------|---|
| 0 | 6 | 9    | 8 |
| 0 | 6 | -255 | 8 |
|   | 0 | 0    | 0 |

Snake

|   |    |      |    |
|---|----|------|----|
| 0 | -1 | -1   | -1 |
| 0 | -1 | -255 | -1 |
|   | -1 | -1   | -1 |

Tail

|   |    |      |    |
|---|----|------|----|
| 0 | -1 | -1   | -1 |
| 0 | -1 | -255 | 0  |
|   | -1 | -1   | -1 |

Food

|   |    |      |    |
|---|----|------|----|
| 0 | 1  | -1   | -1 |
| 0 | -1 | -255 | -1 |
|   | -1 | -1   | -1 |

Игровое поле плоское, дискретное и имеет размеры  $[Xm, Ym]$ , где  $Xm$  – количество клеток по горизонтали, а  $Ym$  – вертикали.

На поле находиться несколько игроков – «Змеек». Игроки ходят по очереди, при этом все изменения произошедшие в результате действия игрока фиксируются в игровом мире, а следующий игрок получает уже обновленные сведения.

## Змейка

В начале раунда все Змейки начальной длины  $L_s$  (входной параметр – *Length*) размещаются на поле. В процессе игры, длина Змейки изменяется, съеденная еда увеличивает длину на 1 (голова нарастает), каждые  $S_d$  ходов длина уменьшается на 1 (хвост отсекается). Начальное положение и  $S_d$  задается для каждого поля индивидуально и заранее участникам не известно.

Змейка видит в восьми направлениях (изображено на рисунке пунктиром).

В начале каждого хода змейка получает информацию о состоянии мира: четыре массива [3, 3] с расстояниями до препятствия (*Barrier*), противника (*Snake*), собственного тела (*Tail*) и еды (*Food*) в данном направлении. Любые объекты на поле не прозрачные, это значит, что змейка видит только ближайший объект и не имеет информации о том, что располагается за ним. Если в данном направлении объект не обнаружен, то будет передано значение -1. Расстояние во всех направлениях имеет целочисленное значение и определяет количество клеток до объекта.

При столкновении с препятствием (бортом), телом противника или своим (движение в обратном направлении недопустимо) Змейка погибает и трансформируется в препятствие, игроку насчитывается количество баллов равное количеству совершенных ходов  $P_s$  с начала игры.

Каждая змейка имеет свою память размером 1 кбайт (1024 байта) и может хранить в ней необходимую для функционирования информацию. В случае превышения выделенного объема памяти, она будет усечена до заданного размера.

## Еда

Еда на поле размещается случайным образом в свободных клетках (при их наличии), количество еды находящейся на поле в начале каждого хода  $F_s$ . После того, как еда была съедена, на следующем шаге она появляется в случайном месте.

## Совершение хода

Змейка движется в одном из четырех абсолютных направлений: верх, низ, право или лево.

Остановить движение или пропустить ход нельзя. Время принятия решения на каждом шаге ограничено и в процессе игры убывает от  $T_{max}$  (3000 мс) до  $T_{min}$  (10 мс). Текущее значение таймаута  $T_s$  передаётся вместе с информацией о игровом поле (входной параметр – *Time Limit*). Если за время таймаута функция змейки не завершила работу, то ход будет совершен в направлении полученном на предыдущем шаге.

## Проведение соревнований

Перед началом соревнований (первого тура) выполняется случайное распределение всех участников по группам. Количество участников в группе зависит от игрового поля и в течении тура не изменяется.

В течении одного тура, между участниками каждой группы проводится несколько раундов (игр) со сменой начального положения игроков, смена выполняется «по кругу». Количество раундов определяется количеством участников в группе.

По окончании тура, выполняется вычисление баллов для каждой команды полученных за тур в рамках группы.

Перед проведением следующего тура (второго и последующих), выполняется ранжирование всех участников в соответствии с набранными баллами за все предыдущие туры и перераспределение их по группам.

## Определение победителя соревнований

Очки  $Pr$  заработанные Змейкой за раунд (игру) определяются по его окончании (гибели всех Змеек или совершения 1 000 000 шагов одной из змеек). При этом Змейка сделавшая наименьшее количество шагов  $Ps$  получает «0» баллов, наибольшее «1» балл. Остальные игроки распределяются между «0» и «1» в соответствии с сделанным количеством шагов согласно выражения:

$$Pr_i = \frac{Ps_i - \min(Ps)}{\max(Ps) - \min(Ps)}$$

Методика расчета приведена в таблице.

| Змейка  | Количество шагов<br>$Ps$ | min<br>max | Сдвиг<br>$Ps_i - \min(Ps)$ | max | Количество очков<br>$Pr_i = \frac{Ps_i - \min(Ps)}{\max(Ps) - \min(Ps)}$ |
|---------|--------------------------|------------|----------------------------|-----|--|
| Snake_1 | 50                       | 30<br>60   | 20                         | 30  | 20 / 30 = <b>0.666667</b>  |
| Snake_2 | 40                       |            | 10                         |     | 10 / 30 = <b>0,333332</b>  |
| Snake_3 | 60                       |            | 30                         |     | 30 / 30 = <b>1</b>   |
| Snake_4 | 30                       |            | 0                          |     | 0 / 30 = <b>0</b>  |

В примере округление выполнено до 6 знака. При проведении соревнований, все вычисления выполняются с точностью до 15 знака.

В течении одного тура противники могут играть несколько раундов (игр), при этом количество очков по результатам тура вычисляется как:

$$Pt = \sqrt{\sum (Pr_i)^2}$$

Соревнование проводится по Швейцарской системе (с некоторыми ограничениями), при этом общее количество набранных очков определяется как:

$$P = \sqrt{\sum (Pt_i)^2}$$

Распределение соперников по группам в первом туре определяется жеребьевкой (случайным распределением). Группы последующих туров определяются ранжированием, по общему количеству очков набранных на предыдущих турах.

Если по результатам последнего тура противники претендующие на призовое место набрали равное количество очков, то для однозначного определения победителя, между ними проводятся дополнительные раунды.

### Пример организации соревнований для определения победителя

Допустим в соревновании принимают участие 13 команд. Одновременно на поле будет находиться три противника. Для определения противников в первом туре выполняется случайное распределение игроков по группам.

| Команды  | Тур 1            |        |           |           |           |             |
|----------|------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|          | После жеребьевки | Группы | Раунд 1.1 | Раунд 1.2 | Раунд 1.3 | Итог за тур |
| Snake_1  | Snake_6          | 1      | 0         | 0.2       | 0         | 0.200000    |
| Snake_2  | Snake_13         |        | 1         | 0         | 1         | 1.414214    |
| Snake_3  | Snake_2          |        | 0.4       | 1         | 0.7       | 1.284523    |
| Snake_4  | Snake_9          | 2      | 1         | 1         | 1         | 1.732051    |
| Snake_5  | Snake_11         |        | 0         | 0.1       | 0         | 0.100000    |
| Snake_6  | Snake_1          |        | 0.7       | 0         | 0.5       | 0.860233    |
| Snake_7  | Snake_4          | 3      | 0         | 0         | 0         | 0.000000    |
| Snake_8  | Snake_8          |        | 0.9       | 1         | 1         | 1.676305    |
| Snake_9  | Snake_3          |        | 1         | 0.8       | 0.7       | 1.459452    |
| Snake_10 | Snake_12         | 4      | 1         | 1         | 1         | 1.732051    |
| Snake_11 | Snake_7          |        | 0         | 0         | 0         | 0.000000    |
| Snake_12 | Snake_10         |        | 0.3       | 0.7       | 0.9       | 1.178983    |
| Snake_13 | Snake_5          | –      |           |           |           | 1.000000    |

После первого тура команды распределились следующим образом.

| Результаты |          | Тур 2  |           |           |           |             | Итого    |
|------------|----------|--------|-----------|-----------|-----------|-------------|----------|
| Команда    | Очки     | Группы | Раунд 2.1 | Раунд 2.2 | Раунд 2.3 | Итог за тур |          |
| Snake_9    | 1.732051 | 1      | 0         | 0.2       | 0         | 0.200000    | 1.743560 |
| Snake_12   | 1.732051 |        | 1         | 0         | 1         | 1.414214    | 2.236068 |
| Snake_8    | 1.676305 |        | 0.4       | 1         | 0.7       | 1.284523    | 2.111871 |
| Snake_3    | 1.459452 | 2      | 1         | 1         | 1         | 1.732051    | 2.264950 |
| Snake_13   | 1.414214 |        | 0         | 0.1       | 0         | 0.100000    | 1.417745 |
| Snake_2    | 1.284523 |        | 0.7       | 0         | 0.5       | 0.860233    | 1.545962 |
| Snake_10   | 1.178983 | 3      | 0         | 0         | 0         | 0.000000    | 1.178983 |
| Snake_5    | 1.000000 |        | 0.9       | 1         | 1         | 1.676305    | 1.951922 |
| Snake_1    | 0.860233 |        | 1         | 0.8       | 0.7       | 1.459452    | 1.694108 |
| Snake_6    | 0.200000 | 4      | 1         | 1         | 1         | 1.732051    | 1.743560 |
| Snake_11   | 0.100000 |        | 0         | 0         | 0         | 0.000000    | 0.100000 |
| Snake_4    | 0.000000 |        | 0.3       | 0.7       | 0.9       | 1.178983    | 1.178983 |
| Snake_7    | 0.000000 | –      |           |           |           | 1.000000    | 1.000000 |

После второго тура результаты следующие.

| Результаты |          | Тур 3    |           |           |           |                 | Итого           |
|------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|
| Команда    | Очки     | Группы   | Раунд 3.1 | Раунд 3.2 | Раунд 3.3 | Итог за тур     |                 |
| Snake_3    | 2.264950 | <b>1</b> | 0         | 0.2       | 0         | <b>0.200000</b> | <b>2,273763</b> |
| Snake_12   | 2.236068 |          | 1         | 0         | 1         | <b>1.414214</b> | <b>2,645751</b> |
| Snake_8    | 2.111871 |          | 0.4       | 1         | 0.7       | <b>1.284523</b> | <b>2,471841</b> |
| Snake_5    | 1.951922 | <b>2</b> | 1         | 1         | 1         | <b>1.732051</b> | <b>2,457641</b> |
| Snake_9    | 1.743560 |          | 0         | 0.1       | 0         | <b>0.100000</b> | <b>1,746425</b> |
| Snake_6    | 1.743560 |          | 0.7       | 0         | 0.5       | <b>0.860233</b> | <b>1,944222</b> |
| Snake_1    | 1.694108 | <b>3</b> | 0         | 0         | 0         | <b>0.000000</b> | <b>1,694108</b> |
| Snake_2    | 1.545962 |          | 0.9       | 1         | 1         | <b>1.676305</b> | <b>2,280351</b> |
| Snake_13   | 1.417745 |          | 1         | 0.8       | 0.7       | <b>1.459452</b> | <b>2,034699</b> |
| Snake_10   | 1.178983 | <b>4</b> | 1         | 1         | 1         | <b>1.732051</b> | <b>2,095233</b> |
| Snake_4    | 1.178983 |          | 0         | 0         | 0         | <b>0.000000</b> | <b>1,178983</b> |
| Snake_7    | 1.000000 |          | 0.3       | 0.7       | 0.9       | <b>1.178983</b> | <b>1,545962</b> |
| Snake_11   | 0.100000 | –        |           |           |           | <b>1.000000</b> | <b>1,004988</b> |

Если бы соревнования проводились в три тура, то места бы распределились следующим образом.

| Команда  | Очки     | Место     |
|----------|----------|-----------|
| Snake_12 | 2.645751 | <b>1</b>  |
| Snake_8  | 2.471841 | <b>2</b>  |
| Snake_5  | 2.457641 | <b>3</b>  |
| Snake_2  | 2.280351 | <b>4</b>  |
| Snake_3  | 2.273763 | <b>5</b>  |
| Snake_10 | 2.095233 | <b>6</b>  |
| Snake_13 | 2.034699 | <b>7</b>  |
| Snake_6  | 1.944222 | <b>8</b>  |
| Snake_9  | 1.746425 | <b>9</b>  |
| Snake_1  | 1.694108 | <b>10</b> |
| Snake_7  | 1.545962 | <b>11</b> |
| Snake_4  | 1.178983 | <b>12</b> |
| Snake_11 | 1.004988 | <b>13</b> |

Предположим, что две верхних строчки заняли команды набравшие равное количество очков, тогда между ними будет дополнительно организован тур состоящий из нескольких раундов, для определения команды «победителя» и «серебряного призера» соревнований. Таким образом, исключается исход, когда одно призовое место делят между собой несколько команд.

Минимальное число туров, необходимое для справедливого определения призовой тройки, в зависимости от числа участников:

| Участников  | Туров |
|-------------|-------|
| 7 – 8       | 5     |
| 9 – 16      | 6     |
| 17 – 32     | 7     |
| 33 – 64     | 8     |
| 65 – 128    | 9     |
| 129 – 256   | 10    |
| 257 – 512   | 11    |
| 513 – 1024  | 12    |
| 1025 – 2048 | 13    |
| 2049 – 4096 | 14    |
| 4097 – 8192 | 15    |