

# AUTKO

## Wstęp

Żukoskoczek próbuje podbić wszechświat. W ramach przygotowań, podróżuje swoim międzygalaktycznym autkiem po różnych planetach. Właśnie wylądował na jednej z nich.

Na każdej planecie żukoskoczek chce odwiedzić pewne ustalone miejsca. Musi jednak uważać, gdyż powierzchnia planety pokryta jest różnymi głazami, wązozami i innymi przeszkodami. Pojazd żukoskoczka nie może zetknąć się z żadną z nich! Czy potrafisz pomóc mu odwiedzić wszystkie te miejsca w jak najkrótszym czasie?

## Zadanie

Autko żukoskoczka po wylądowaniu na planecie, porusza się na kołach. Potrafi przemieszczać się w tył lub w przód, a także skręcać i obracać się w miejscu. Jest ono płaskie i ma kształt koła o promieniu 1m. Powierzchnia planety w interesującej nas okolicy również jest płaska.

Żukoskoczki to bardzo dyskretne stworzonka. Nawet czas w ich świecie jest dyskretny. Oznacza to, że stan tego świata jest zdefiniowany tylko w ustalonych punktach w czasie, a konkretniej - tylko dla  $t = 0, dt, 2dt, 3dt, 4dt, \dots$  itd. (wartość  $dt$  w tabeli 1). Stan pojazdu w danym momencie charakteryzuje pięć zmiennych:

- $x$  i  $y$  - współrzędne środka pojazdu (w metrach)
- $o$  - kierunek ustawienia/jazdy pojazdu (w radianach)
- $v$  - szybkość liniowa pojazdu (w metrach na sekundę)
- $w$  - szybkość kątowna pojazdu (w radianach na sekundę)

Zależność pomiędzy stanem pojazdu w czasie  $t$  a  $(t - dt)$  jest dana wzorami:

$$\begin{aligned}v(t) &= v(t - dt) + a(t) \cdot dt \\w(t) &= w(t - dt) + e(t) \cdot dt \\o(t) &= o(t - dt) + w(t) \cdot dt \\x(t) &= x(t - dt) + v(t) \cdot \cos(o(t)) \cdot dt \\y(t) &= y(t - dt) + v(t) \cdot \sin(o(t)) \cdot dt\end{aligned}$$

gdzie  $a$  to przyspieszenie liniowe a  $e$  to przyspieszenie kątowe. Zadanie polega na dobraniu tych wartości (dla każdego z punktów w czasie) tak, aby w jak najkrótszym czasie odwiedzić wszystkie miejsca interesujące żukoskoczka, spełniając jednocześnie pozostałe warunki zadania.

Żeby pojazd żukoskoczka nie wpadł w poślizg muszą być spełnione następujące zależności:

$$\begin{aligned}a &< a_{max} \\a &> a_{min} \\|vw| &< m \\|e| &< e_{max}\end{aligned}$$

Ponadto żukoskoczki słabo znoszą obracanie się wokół własnej osi, dlatego dodatkowo musi być spełniony warunek:

$$|w| < w_{max}$$

Wartości stałych użytych w powyższych nierównościach znajdują się w tabeli 1.

|           |                           |
|-----------|---------------------------|
| $dt$      | 0.01 [s]                  |
| $a_{max}$ | 2 [m/s <sup>2</sup> ]     |
| $a_{min}$ | -3 [m/s <sup>2</sup> ]    |
| $e_{max}$ | 600 [rad/s <sup>2</sup> ] |
| $w_{max}$ | 60 [rad/s]                |
| $m$       | 3 [m/s <sup>2</sup> ]     |

Tabela 1: Stałe

Miejsca które chce odwiedzić żukoskoczek mają postać kwadratowych pól o wymiarach 1 metr  $\times$  1 metr i o całkowitych współrzędnych wierzchołków. Żukoskoczek uznaje, że odwiedził dane miejsce, jeśli pojazd najechał na to pole, tzn jeśli odległość środka pojazdu od któregośkolwiek z wierzchołków tego pola jest mniejsza od 1 metra. Miejsca mogą być odwiedzane w dowolnej kolejności.

Obszar po którym może jeździć żukoskoczek jest ograniczony prostokątem. Przeszkody, jeśli są, zajmują pełne kwadratowe pola o wymiarach 1 metr  $\times$  1 metr i o całkowitych współrzędnych wierzchołków.

## Dane wejściowe

W plikach wejściowych autka\*.in znajdują się zestawy danych opisujące różne planety, na których ląduje żukoskoczek wraz z początkowym stanem pojazdu i listą miejsc, które żukoskoczek chce odwiedzić na danej planecie.

Pierwsza linia pliku wejściowego zawiera dwie liczby naturalne  $W$  i  $H$  oddzielone spacją. Są to wymiary (w metrach) prostokątnego obszaru, po jakim może poruszać się pojazd. Oznacza to, że cały pojazd musi znajdować się wewnątrz obszaru złożonego z punktów o współrzędnych  $(x, y)$  spełniających nierówności:  $0 < x < W, 0 < y < H$ .

Każda z kolejnych  $H$  linii zawiera dokładnie  $W$  znaków, z których każdy opisuje jedno pole o wymiarach 1 metr  $\times$  1 metr.  $j$ -ty znak w  $i$ -tej linii w tym zestawie opisuje pole o współrzędnych wierzchołków:  $(j - 1, i - 1), (j, i)$ . Znaczenie każdego z nich jest następujące:

- . oznacza puste pole
- x oznacza przeszkodę
- o oznacza miejsce, które żukoskoczek chce odwiedzić

Kolejna linia zawiera 4 liczby rzeczywiste oddzielone spacją:  $v(0), o(0), x(0), y(0)$ . Liczby te oznaczają początkowe wartości zmiennych opisujących stan pojazdu w czasie  $t = 0$ . Zmienna  $w$  w czasie  $t = 0$  jest równa  $w(0) = 0$ .

Ostatnia linia pliku wejściowego zawiera jedną dodatnią liczbę rzeczywistą  $T$ , która oznacza limit czasu (w sekundach) na odwiedzenie wszystkich interesujących miejsc.

## Przykład

```
6 3
.....
...o.x
.....
0 0 1.99 1.5
1
```

## Plik wyjściowy

Plik wyjściowy powinien zawierać linie opisujące stan pojazdu w kolejnych punktach czasowych, tj. pierwsza linia -  $t = 1 \cdot dt$ , druga -  $t = 2 \cdot dt$  itd. aż do  $t = t_f$ , gdzie  $t_f$  oznacza moment, w którym zostanie odwiedzone ostatnie miejsce interesujące żukoskoczka. Każda linia zawiera wartości  $v(t)$ ,  $w(t)$ ,  $o(t)$ ,  $x(t)$ ,  $y(t)$  oddzielone pojedynczym białym znakiem (spacja lub tabulator), każda z dokładnością do 8. miejsca po przecinku. Liczby te muszą spełniać warunki zadania.

## Przykład

Dla podanego wcześniej przykładu jednym z poprawnych rozwiązań jest plik zawierający:

```
0.02000000 0.00000000 0.00000000 1.99020000 1.50000000
0.04000000 0.00000000 0.00000000 1.99060000 1.50000000
0.06000000 0.00000000 0.00000000 1.99120000 1.50000000
0.08000000 0.00000000 0.00000000 1.99200000 1.50000000
0.10000000 0.00000000 0.00000000 1.99300000 1.50000000
0.12000000 0.00000000 0.00000000 1.99420000 1.50000000
0.14000000 0.00000000 0.00000000 1.99560000 1.50000000
0.16000000 0.00000000 0.00000000 1.99720000 1.50000000
0.18000000 0.00000000 0.00000000 1.99900000 1.50000000
0.20000000 0.00000000 0.00000000 2.00100000 1.50000000
```

## Ocena

Jeśli spełnione są wszystkie poniższe warunki:

- Wszystkie nierówności i równania z treści zadania są spełnione w każdym punkcie czasu  $0 < t \leq t_f$
- Pojazd nie wjechał na żadne pole oznaczone jako przeszkoda
- Pojazd nie wyjechał poza dozwolony obszar
- Wszystkie miejsca interesujące żukoskoczka zostały odwiedzone przed upływem czasu  $T$  ( $t_f < T$ )

to oceną danego zestawu jest czas jaki pozostał do upływu limitu czasu  $T$  w momencie odwiedzenia ostatniego interesującego miejsca:  $T - t_f$  (w sekundach). W przeciwnym wypadku ocena wynosi 0.