

## Symulacja 3D flagi poruszanej wiatrem.

Flaga została przedstawiona jako siatka punktów połączonych ze sobą sprężynami, tak że zmiana pozycji jednego punktu ma wpływ na zmianę pozycji punktów sąsiadujących z nim.

Na punkty oddziaływały, poza siłami związanymi ze sprężynami, także siła grawitacji oraz siła wiatru.

Następne pozycje punktów, a w rezultacie ruch całej flagi (powiewanie) były obliczane za pomocą dwóch metod numerycznych do iteracyjnego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych- metody MidPoint (inaczej Rungego-Kutty 2) oraz metody Rungego-Kutty 4.

### Metoda Rungego-Kutty 4

Mając równanie w postaci  $y' = f(x, y)$  oraz znając wartość początkową  $y(x_0) = y_0$  jesteśmy za pomocą poniższych wzorów obliczyć kolejne  $y$ . Dokładność obliczeń możemy regulować poprzez zmianę  $h$ - kroku czasowego.

$$y_{n+1} = y_n + \Delta y_n$$
$$\Delta y_n = \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4),$$

gdzie

$$k_1 = hf(x_n, y_n)$$
$$k_2 = hf\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{1}{2}k_1\right)$$
$$k_3 = hf\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{1}{2}k_2\right)$$
$$k_4 = hf(x_n + h, y_n + k_3) \quad .$$

### Metoda Rungego-Kutty 2

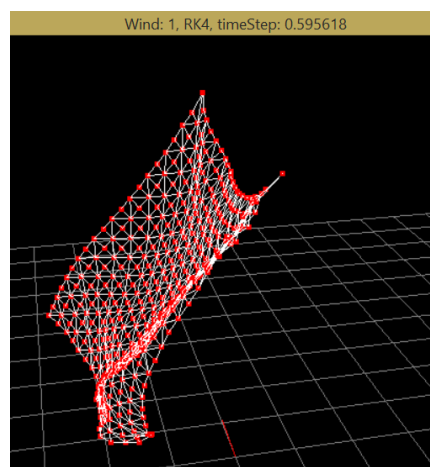
Jest prostszą, ale też i mniej dokładną metodą od RK4.

$$y_{n+1} = y_n + hf\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{1}{2}k_1\right).$$

Porównanie działania tych dwóch metod zmieniając krok czasowy  $h$  (w programie timeStep) pokazało znaczną różnicę w maksymalnej wielkości  $h$  potrzebnej do uzyskania zbieżności tych metod. W metodzie RK4 była to wartość ok. 0.65, a RK2 już tylko 0.125, to jest ponad 5 razy mniejsza wartość.

Aby porównać te dwie metody i wykonać symulacje wykorzystałam bibliotekę OpenCloth.

<https://github.com/mmmovania/opencloth>



***Zrzut 1.** Przykładowy widok programu z włączoną opcją "wiatr" oraz krokiem czasowym  $h=0.595618$ .*