

Fizyka w Hello World Open 2014

Jacek Królikowski, Piotr Sokólski

23 kwietnia 2014

1 oznaczenia

Jako, że będziemy używali w kodzie oznaczeń angielskich, a większość literek wywodzi się od angielskich słów, oznaczenia w obu językach:

1.0.1 podstawowe

t - time - czas, wyrażony w intowych tickach

s - distance - droga, wyrażona we floatach

V - velocity - prędkość

a - engine acceleration - przyspieszenie odsilnikowe

e - engine power / maximal acceleration - “moc” silnika, maksymalne przyspieszenie jakie silnik może nadać samochodowi - w naszej pierwszej planszy ma wartość 0.2

g - throttle - gaz

b - drag deceleration - opór

d - drag coefficient - współczynnik oporu - w naszej pierwszej planszy ma wartość 0.02

c - net acceleration - przyspieszenie wypadkowe

1.0.2 zaawansowane

Te tutaj mogą się jeszcze zmienić, bo jeszcze nie wiemy, co rządzi kątem, zakrętami itd.

α - slip angle - kąt driftu - jeśli odchylamy się w prawo od kierunku toru jest dodatni, jeśli w lewo - ujemny

r - bend radius - promień (faktyczny - z uwzględnieniem pasa itd) zakrętu

m - mass - masa samochodu

ω - prędkość kątowna

M - wypadkowy moment siły

M_p - prostujący moment siły

p - współczynnik prostujący, u nas równy 0.00125

M_d - dampening - tłumiący moment siły

ζ - współczynnik tłumienia

M_c - odśrodkowy moment siły

F_t - maksymalna siła przyczepności opon

2 wzory

2.1 jazda po prostej

Wszystkie poniżej wzory są chwilowe, należy je liczyć raczej na przestrzeni jednego ticku.

$V = \frac{ds}{dt}$ - prędkość chwilowa

$c = \frac{dV}{dt}$ - przyspieszenie wypadkowe

$c = a - b$ - wypadkowe przyspieszenie zależy od przyspieszenia odsilnikowego i od oporów

$a = e \cdot g$ - przy czym e nie jest znane, trzeba je wyliczyć

$b = V \cdot d$ - opór jest wprost proporcjonalny do prędkości

Więc $c = e \cdot g - V \cdot d$.

Dobrym podejściem do szybkiego tego mierzenia d i e jest wciśnięcie gazu do dechy na starcie i w pewnym momencie zdjęcie gazu na jeden tick. W czasie zdjęcia gazu na ten jeden tick możemy obliczyć d , a potem odwołując się do wcześniejszych wartości można policzyć e już uwzględniając jakie były w jakimś tam momencie opory. Być może liczenie tego z pierwszego ticku przyspieszającego też będzie działało - trzeba sprawdzić (na przykład w tym excelu, którego mam pod windą).

Wzór na prędkość w chwili $x + 1$:

$$V_{x+1} = V_x + (e \cdot g - V_x \cdot d)$$

Wyprowadzenie wzoru na położenie gazu potrzebne do utrzymania prędkości V_0 :

$$c = 0$$

$$a = b$$

$$e \cdot g = V_0 \cdot d$$

$$g = \frac{V_0 d}{e}$$

2.1.1 Wzory do określenia

Przez to, że opór zmienia się w zależności od prędkości, nie mamy prostych wzorów na większość rzeczy - trzeba je będzie wyprowadzić (zakładając, że znamy d i e). Pewnie wszystkie z tych wzorów będą zwarte, może będą zawierały jakieś całki.

- zakładając stały poziom przepustnicy i mając daną prędkość początkową, funkcja drogi od czasu - do prognozowania położenia samochodów, przyspieszających czy zwalniających, i tak.
- zakładając stały poziom przepustnicy i mając daną prędkość początkową, funkcja prędkości od drogi. Do tego, żeby wiedzieć, kiedy zdejmować gaz przed zakrętem chociażby.
- pewnie jeszcze jakieś inne, ale na razie tylko te dwie powyżej wydają mi się potrzebne

2.2 jazda po łuku

Kąt, przy jakim wypadamy z trasy, jest stały, niezależny od prędkości i promienia skrzywienia, chociaż pewnie jest jedną ze stałych fizycznych. W naszym przypadku z zakrętu wypada się po przekroczeniu/osiągnięciu kąta 60° .

$$F_d = \frac{mV^2}{r}$$

2.2.1 slip angle dynamics

Slip angle daje się opisać uproszczonymi wzorami na fizyczny ruch obrotowy. Żeby zmniejszyć liczbę współczynników wzory które będę podawał niekoniecznie są prawdziwe IRL, ale działają w HWO i mają minimalną potrzebną liczbę współczynników - przyspieszenia będą się mieszać z siłami :).

Działa zasada zachowania momentu pędu - prędkość obrotowa (zmiana kąta w czasie) nie zmieniałyby się, gdyby nie działanie momentów siły (przyspieszeń kątowych). W naszym przypadku działają 3 takie siły/przyspieszenia:

- M_p - przyspieszenie prostujące (biorące się z np oporów)
- M_d - dampening - spowalniające ruch obrotowy, niezależnie od jego kierunku
- M_c - przyspieszenie odśrodkowe - działa na zakrętach, skierowane zawsze do zewnątrz zakrętów

Dwie pierwsze z powyższych sił mają dużo wspólnego z “lekko przytłumionym oscylatorem harmonicznym”, o którym jest dużo napisane na wikipedii.

Poniższe wzory działają (znowu) z ticku na tick - wartości są aktualizowane na podstawie wartości z poprzedniego ticku

$$\alpha_{t+1} = \alpha_t + \omega$$

$$\omega_{t+1} = \omega_t + M$$

$$M = M_p + M_d + M_c$$

$$M_p = -v \cdot \alpha \cdot p$$

$$M_d = -\omega \cdot \zeta$$

M_c - dokładny wzór jest nieznany, ale jest zależne tylko od promienia r i prędkości v - nie potrafimy go liczyć dokładnie.

Znaczy to, że możemy z praktycznie dowolną precyzją liczyć stan samochodu tylko kiedy jedzie po prostej - w zakrętach musimy się na razie zdać na przybliżenia.

Wykres M_c ma kształt podobny do $M_c \approx \max(\frac{V^2}{r} - F_t, 0) \cdot m$ (z dokładnością do znaku, powinien być ujemny na zakrętach o ujemnym kącie), ale nie udało się uzyskać współczynników, które dałyby bliski zeru błąd. Można jednak założyć, że $M_c = f(V, r)$ i na tej podstawie tablicować i przybliżać

Podobnie jak ze wzorami na prostej przydałoby się wyprowadzić wzory na kąt i prędkość kątową od czasu, dla (stałej prędkości albo stałego przyspieszenia) i stałego r . Dzięki nim można by szybko sprawdzać, z jaką prędkością można wchodzić w nadchodzący zakręt.

2.2.2 inne przemyślenia nie mające związku z rzeczywistością

Jestem przekonany, że położenie *guide flag* też ma kluczowe znaczenie - im bardziej centralne położenie pod samochodem, tym jest stabilniejszy w zakrętach - zobaczymy.