

A. Informacje o zespole realizującym ćwiczenie

Nazwa przedmiotu: Automatyka pojazdowa	
Nazwa ćwiczenia:	Model kinematyki samochodu
Data ćwiczenia:	2019-03-06
Czas ćwiczenia:	08:00 – 09:30
Zespół realizujący ćwiczenie:	<ul style="list-style-type: none">• Katarzyna Wątorska• Jacek Wójtowicz• Bartłomiej Mróz



B. Sformułowanie problemu

Celem laboratorium było wyznaczenie trajektorii pojazdów o różnych długościach oraz różnych punktach położenia środka ciężkości. Wykorzystano model kinematyczny *bicycle model*, któremu zadano różne parametry symulacji - kąty skręcenia kół; δ_f - kąt skręcania osi przedniej, δ_r - kąt skręcenia osi tylnej.

Wynikiem symulacji miały być wykresy obrazujące zmiany położenia pojazdu w sześciu przypadkach:

1. $\delta_f = 5^\circ, \delta_r = 0^\circ$
2. $\delta_f(t) = 10^\circ \cdot \sin(0.25/2\pi t), \delta_r = 0^\circ$
3. $T = 320 [s], \delta_f(t) = \pm 10^\circ, \delta_r = 0^\circ$
4. $\delta_f = 0^\circ, \delta_r = -5^\circ$
5. $\delta_f = 0^\circ, \delta_r(t) = -10^\circ \cdot \sin(0.25/(2\pi) \cdot t)$
6. $T = 320 [s], \delta_f = 0^\circ, \delta_r(t) = \mp 10^\circ$.

W każdym z powyższych przypadków (jeśli nie zostało określone inaczej), przyjęto następujące pozostałe parametry:

- $h = 0.1 [s]$ - krok symulacji
 $T = 80 [s]$ - czas symulacji
 $v = 1 \left[\frac{m}{s} \right]$ – prędkość pojazdu.

C. Sposób rozwiązania problemu

Za pomocą równań kinematyki zaimplementowano *bicycle model*. Symulację przeprowadzono z wykorzystaniem algorytmu Rungego-Kutty rzędu 4-5.

Główny skrypt symulacji

```
h=0.1; v=1; psi=2; X = 0; Y = 0; x0=[X Y psi v]; L=[1 3 10 30];
for przypadek=1:6
    figure;
    sgtitle(['Przypadek ', num2str(przypadek)]);
    for i = 1:4
        [u, t]=control(przypadek);
        length=L(i);
        for k=1:3
            optional_parameters = optional(L(i), k);
            dxModel = @(t, x, u) kinematicBicycleModel(t, x, u, optional_parameters);
            [t1, x1]=rk4(x0, u, h, dxModel);
            hold on
            subplot(2,2,i);
            plot(x1(:,1), x1(:,2));
            xlabel('X'); ylabel('Y');
            title(['Długość pojazdu L = ', num2str(length)]);
            legend('lf=L, lr=0', 'lf=0.5, lr=0.5', 'lf=0,lr=L');
        end
    end
end
```

Funkcja implementująca model kinematyczny

```
function derivatives = kinematicBicycleModel(~, x, u, optional_parameters)
% wektor zmiennych stanu x = [X Y psi v]
% wektor sterowań u = [delta_f delta_r a]
% optional_parameters op = [lr lf]
beta = atan((optional_parameters(2)*tan(u(2))+optional_parameters(1)*tan(u(1))))/
(optional_parameters(2)+optional_parameters(1));
dx = x(4)*cos(x(3)+beta); dy = x(4)*sin(x(3)+beta);
dpsi = (x(4)*cos(beta))/(optional_parameters(1)+optional_parameters(2))*(tan(u(1))-
tan(u(2)));
dv=u(3);
derivatives(1)=dx; derivatives(2)=dy;
derivatives(3)=dpsi; derivatives(4)=dv;
end
```

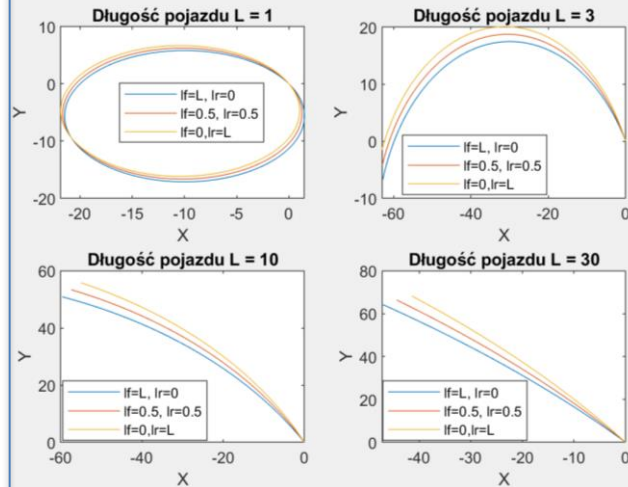
Funkcja pomocnicza, określająca położenie punktu C

```
function op = optional(L, scenario)
if scenario == 1
    op(1) = L; op(2) = 0;
elseif scenario == 2
    op(1) = L/2; op(2) = L/2;
elseif scenario == 3
    op(1) = 0; op(2) = L;
end
end
```

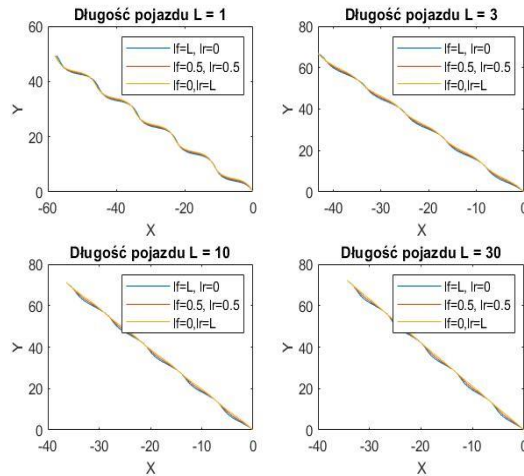
Funkcja pomocnicza, określająca parametry poszczególnych przypadków

```
function [u, t] = control(scenario)
% wektor sterowań u = [delta_f delta_r a]
if scenario == 1
    u = repmat([deg2rad(5) 0 0],800,1); t=0:0.1:80;
elseif scenario ==2
    u = zeros(800,3); t = 0.1:0.1:80;
    for i=1:80/0.1
        delta_f(i) = deg2rad(10)*sin(0.25/(2*pi)*i);
    end
    u(:,1)=delta_f(:); t=0:0.1:80;
elseif scenario ==3
    t=0:0.1:320; k=320/4; u = zeros(320,3);
    delta_r1=deg2rad(10); delta_r2=deg2rad(-10);
    delta_r3 = deg2rad(10); delta_r4=deg2rad(-10);
    u(1:k,1)=delta_r1; u(k+1:2*k,1)=delta_r2;
    u(2*k+1:3*k,1)=delta_r3; u(3*k+1:4*k,1)=delta_r4;
elseif scenario ==4
    u = repmat([0 deg2rad(-5) 0],800,1); t=0:0.1:80;
elseif scenario ==5
    u = zeros(800,3); t = 0.1:0.1:80;
    for i=1:80/0.1
        delta_r(i) = deg2rad(-10)*sin(0.25/(2*pi)*i);
    end
    u(:,2)=delta_r(:); t=0:0.1:80;
elseif scenario ==6
    t=0:0.1:320; k=320/4; u = zeros(320,3);
    delta_r1=deg2rad(-10); delta_r2=deg2rad(10);
    delta_r3 = deg2rad(-10); delta_r4=deg2rad(10);
    u(1:k,2)=delta_r1; u(k+1:2*k,2)=delta_r2;
    u(2*k+1:3*k,2)=delta_r3; u(3*k+1:4*k,2)=delta_r4;
end
end
```

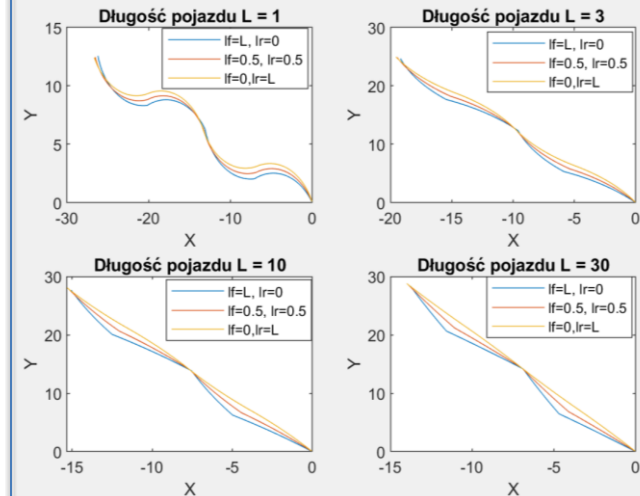
Przypadek 1



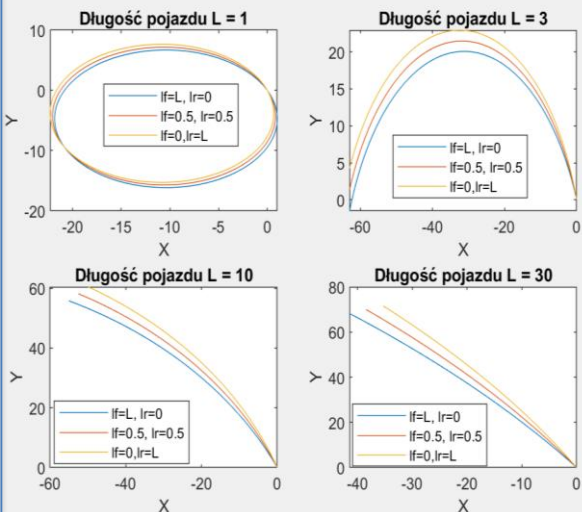
Przypadek 2



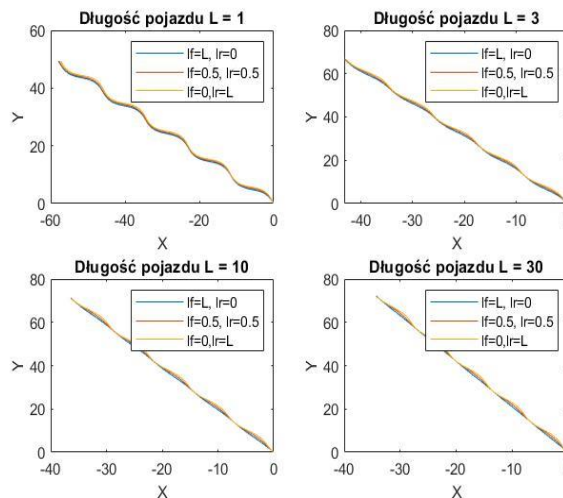
Przypadek 3



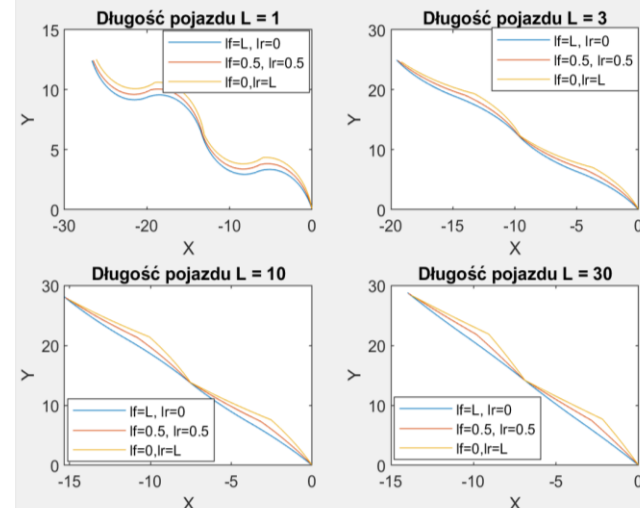
Przypadek 4



Przypadek 5



Przypadek 6



E. Wnioski

Wykorzystując model kinematyczny skutecznie wyznaczono trajektorię pojazdu, nawet z uwzględnieniem zmiennych w czasie parametrów. Symulację dla pojazdu czterokołowego bardzo ułatwiło zastosowanie modelu kinematyki *bicycle model*.

Otrzymane wykresy potwierdzają też obserwacje przeprowadzone dla rzeczywistych obiektów fizycznych – przy stałym kącie wychylenia kierownicy można zaobserwować ruch pojazdu po okręgu, o promieniu odwrotnie proporcjonalnym do długości pojazdu.

Zastosowane uproszczenie może być zatem użyte w analizie technicznej, przy hipotetycznym rozważaniu zachowania się pojazdów.