

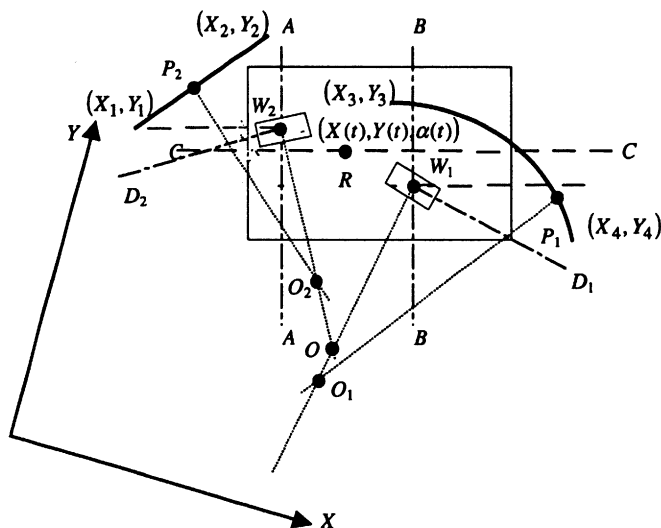
Vežimėlio judesio modeliavimas

Narimantas LISTOPADSKIS (KTU)

el. paštas: narlis@fmf.ktu.lt

Sprendžiamas uždavinys: rasti vežimėlio, dviem antenomis sekančio laidą grindyse, judesio trajektoriją. 1 pav. pavaizduotas vežimėlis su dviem valdomais ratais W_1 ir W_2 . Valdomi ratai gali nebūti ant centrinės vežimėlio ašies CC . Taškuose P_1 ir P_2 yra pritvirtintos antenos, kuriomis vežimėlio valdymo aparatūra seka laidą grindyse. Taškai P_1 ir P_2 sinchroniškai sukasi kartu su valdomais ratais W_1 ir W_2 atitinkamai.

Pažymėkime (a_1, b_1) taško P_1 koordinatas rato W_1 atžvilgiu koordinatinių sistemoje susietoje su valdomu ratu W_1 ($a_1 > 0$), (a_2, b_2) – taško P_2 koordinatas rato W_2 atžvilgiu koordinatinių sistemoje susietoje su valdomu ratu W_2 ($a_2 > 0$), (c_1, d_1) – priekinio valdomo rato W_1 koordinatas vežimėlio taško R atžvilgiu koordinatinių sistemoje susietoje su vežimėlio centrine ašimi CC , $\beta_1(t)$ – priekinio valdomo rato W_1 posūkio kampą vežimėlio centrinės ašies CC atžvilgiu (t – parametras, galintis reikšti ir laiką), (c_2, d_2) – užpakalinio valdomo rato W_2 koordinatas vežimėlio taško R atžvilgiu koordinatinių sistemoje susietoje su vežimėlio centrine ašimi CC ($c_2 < c_1$), $\beta_2(t)$ – užpakalinio valdomo rato W_2 posūkio kampą vežimėlio centrinės ašies CC atžvilgiu, $(X(t), Y(t), \alpha(t))$ – vežimėlio taško R koordinatas globalioje koordinatinių sistemoje, čia $\alpha(t)$ – vežimėlio centrinės ašies CC posūkio kampas ašies X atžvilgiu.



1 pav. Vežimėlio judesio schema.

Vežimėlio judesys susideda iš vežimėlio nuolatinio sukimosi apie momentinį centrą $O(t)$, sistemos „priekinis valdomas ratas – priekinė antena“ nuolatinio sukimosi apie momentinį centrą $O_1(t)$ ir sistemos „užpakalinis valdomas ratas – užpakalinė antena“ nuolatinio sukimosi apie momentinį centrą $O_2(t)$ (1 pav.). Momentinis sukimosi centras $O(t)$ yra apibrėžiamas dviejų statmenų $OW_1(t)$ (statmuo linijai D_1 , kuri sinchroniškai sukasi kartu su priekiniu valdomu ratu W_1) ir $OW_2(t)$ (statmuo linijai D_2 , kuri sinchroniškai sukasi kartu su užpakaliniu valdomu ratu W_2) susikirtimu. Momentinis sukimosi centras $O_1(t)$ yra apibrėžiamas dviejų statmenų $O_1P_1(t)$ (statmuo laido trajektorijos linijai) ir $O_1W_1(t)$ (statmuo linijai D_1 , kuri sinchroniškai sukasi kartu su priekiniu valdomu ratu W_1) susikirtimu. Momentinis sukimosi centras $O_2(t)$ yra apibrėžiamas dviejų statmenų $O_2P_2(t)$ (statmuo laido trajektorijos linijai) ir $O_2W_2(t)$ (statmuo linijai D_2 , kuri sinchroniškai sukasi kartu su užpakaliniu valdomu ratu W_2) susikirtimu.

Momentinis taško P_1 posūkio apie centrą $O_1(t)$ spindulys yra $|O_1P_1(t)|$. Momentinis taško P_2 posūkio apie centrą $O_2(t)$ spindulys yra $|O_2P_2(t)|$. Momentiniai taško W_1 posūkio apie centrus $O_1(t)$ ir $O(t)$ spinduliai yra $|O_1W_1(t)|$ ir $|OW_1(t)|$ atitinkamai. Momentiniai taško W_2 posūkio apie centrus $O_2(t)$ ir $O(t)$ spinduliai yra $|O_2W_2(t)|$ ir $|OW_2(t)|$ atitinkamai.

Sistemos „priekinis valdomas ratas – priekinė antena“ sukimosi kryptis yra apibrėžiama vektorine sandauga

$$\overrightarrow{O_1W_1}(t) \times \overrightarrow{O_1P_1}(t) = (0, 0, v1(t)),$$

$$m1(t) = -\frac{v1(t)}{|v1(t)|}.$$

$m1(t) = 1$, jei sistema „priekinis valdomas ratas – priekinė antena“ sukasi prieš laikrodžio rodyklę, ir $m1(t) = -1$, jei sistema „priekinis valdomas ratas – priekinė antena“ sukasi pagal laikrodžio rodyklę.

Sistemos „užpakalinis valdomas ratas – užpakalinė antena“ sukimosi kryptis yra apibrėžiama vektorine sandauga

$$\overrightarrow{O_2W_2}(t) \times \overrightarrow{O_2P_2}(t) = (0, 0, v2(t)),$$

$$m2(t) = -\frac{v2(t)}{|v2(t)|}.$$

$m2(t) = 1$, jei sistema „užpakalinis valdomas ratas – užpakalinė antena“ sukasi prieš laikrodžio rodyklę, ir $m2(t) = -1$, jei sistema „užpakalinis valdomas ratas – užpakalinė antena“ sukasi pagal laikrodžio rodyklę.

Vežimėlio sukimosi kryptis yra apibrėžiama vektorine sandauga ($\overrightarrow{W_2W_2}$ – vektorius, kolinearus taško W_2 judesio greičio vektoriui)

$$\overrightarrow{W_2W_2}(t) \times \overrightarrow{OP_2}(t) = (0, 0, v(t)),$$

$$m(t) = -\frac{v(t)}{|v(t)|}.$$

$m(t) = 1$, jei vežimėlis sukasi prieš laikrodžio rodyklę, ir $m(t) = -1$, jei vežimėlis sukasi pagal laikrodžio rodyklę. Vežimėlio judesį aprašanti diferencialinių lygčių sistema yra tokia:

$$\begin{cases} \frac{d\beta_1}{dt} = \left(\frac{|O_2W_2(t)|}{|O_2P_2(t)|} \cdot \frac{|OW_1(t)|}{|OW_2(t)|} \cdot \frac{m_1(t)}{|O_1W_1(t)|} - \frac{|O_2W_2(t)|}{|O_2P_2(t)|} \cdot \frac{m(t)}{|OW_2(t)|} \right) \cdot |\vec{v}_{P_2}(t)|, \\ \frac{d\beta_2}{dt} = \left(\frac{m_2(t)}{|O_2P_2(t)|} - \frac{|O_2W_2(t)|}{|O_2P_2(t)|} \cdot \frac{m(t)}{|OW_2(t)|} \right) \cdot |\vec{v}_{P_2}(t)|. \end{cases}$$

Vežimėlio judesio trajektorijos paieškos uždavinyje fiksuojame taško P_2 greitį $|\vec{v}_{P_2}(t)| = 1$.

Vežimėlio centrinės ašies posūkio kampą globalioje koordinačių sistemoje apskaičiuojame pagal formulę

$$\alpha(t) = \begin{cases} \alpha_1(t), & \text{jei } \psi(t) \geq 0, \\ \alpha_2(t), & \text{priešingu atveju,} \end{cases}$$

čia

$$\gamma(t) = \arctg \left(\frac{Y_{P_1}(t) - Y_{P_2}(t)}{X_{P_1}(t) - X_{P_2}(t)} \right),$$

$$\psi(t) = \begin{cases} \gamma(t), & \text{jei } X_{P_1}(t) \geq X_{P_2}(t), \\ \gamma(t) + \pi, & \text{jei } X_{P_1}(t) < X_{P_2}(t) \text{ ir } Y_{P_1}(t) \geq Y_{P_2}(t), \\ \gamma(t) - \pi, & \text{kitais atvejais,} \end{cases}$$

$$k_{11}(t) = a_1 \cdot \sin \beta_1(t) + b_1 \cdot \cos \beta_1(t) + d_1,$$

$$k_{21}(t) = a_2 \cdot \sin \beta_2(t) + b_2 \cdot \cos \beta_2(t) + d_2,$$

$$k_{12}(t) = a_1 \cdot \cos \beta_1(t) - b_1 \cdot \sin \beta_1(t) + c_1,$$

$$k_{22}(t) = a_2 \cdot \cos \beta_2(t) - b_2 \cdot \sin \beta_2(t) + c_2,$$

$$\begin{aligned} D1(t) &= b_1^2 + a_1^2 + a_2^2 + b_2^2 - (X_{P_2}(t) - X_{P_1}(t))^2 \\ &\quad - 2 \cdot (k_{21}(t) - d_1) \cdot (k_{11}(t) - d_2) \\ &\quad - 2 \cdot (k_{22}(t) - c_1) \cdot (k_{12}(t) - c_2) - (c_2 - c_1), \end{aligned}$$

$$\alpha_1(t) = -2 \cdot \arctg \left(\frac{k_{21}(t) - k_{11}(t) + \sqrt{D1(t)}}{X_{P_2}(t) - X_{P_1}(t) + k_{22}(t) - k_{12}(t)} \right),$$

$$\alpha_2(t) = -2 \cdot \arctg \left(\frac{k_{21}(t) - k_{11}(t) - \sqrt{D1(t)}}{X_{P_2}(t) - X_{P_1}(t) + k_{22}(t) - k_{12}(t)} \right).$$

Taško R koordinatės apskaičiuojame pagal formules:

$$\begin{aligned}
 X(t) &= X_{P_2}(t) - a_2 \cdot \cos(\alpha(t) + \beta_2(t)) \\
 &\quad + b_2 \cdot \sin(\alpha(t) + \beta_2(t)) - c_2 \cdot \cos \alpha(t) + d_2 \cdot \sin \alpha(t), \\
 Y(t) &= Y_{P_2}(t) - a_2 \cdot \sin(\alpha(t) + \beta_2(t)) \\
 &\quad - b_2 \cdot \cos(\alpha(t) + \beta_2(t)) - c_2 \cdot \sin \alpha(t) - d_2 \cdot \cos \alpha(t).
 \end{aligned}$$

Pagal taškų P_1 ir P_2 išsidėstymą ant laido trajektorijos fragmentų išskiriame šešis atvejus:

Lentelė 1

Atvejo numeris	Taško P_2 pozicija	Taško P_1 pozicija
1	Ant tiesės	Ant tos pačios tiesės
2	Ant tiesės	Ant kitos tiesės
3	Ant tiesės	Ant lanko
4	Ant lanko	Ant to pačio lanko
5	Ant lanko	Ant kito lanko
6	Ant lanko	Ant tiesės

Išnagrinėsime visus šiuos atvejus.

1) Taškai P_1 ir P_2 ant tos pačios tiesės.

(X_1, Y_1) – nagrinėjamos tiesės atkarpos pradžios taško koordinatės.

(X_2, Y_2) – nagrinėjamos tiesės atkarpos pabaigos taško koordinatės ir kitos atkarpos arba lanko pradžios koordinatės.

$T_1 = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$ – nagrinėjamos tiesės atkarpos ilgis.

Detalizuota diferencialinių lygčių sistema įgyja tokią pavidalą

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\beta_1}{dt} &= \frac{|E_{21}(t)|}{a_2 \cdot T_1} \cdot \frac{|B_2(t)|}{|B_1(t)|} \\ &\quad \times \frac{(Y_2 - Y_1) \cos(\alpha(t) + \beta_1(t)) + (X_2 - X_1) \sin(\alpha(t) + \beta_1(t))}{E_{11}(t)} \\ &\quad - \frac{|E_{21}(t)|}{a_2 \cdot T_1} \cdot \frac{\sin(\beta_2(t) - \beta_1(t))}{B_1(t)}, \\ \frac{d\beta_2}{dt} &= \frac{(Y_2 - Y_1) \cos(\alpha(t) + \beta_2(t)) - (X_2 - X_1) \sin(\alpha(t) + \beta_2(t))}{a_2 \cdot T_1} \cdot \frac{E_{21}(t)}{|E_{21}(t)|} \\ &\quad - \frac{|E_{21}(t)|}{a_2 \cdot T_1} \cdot \frac{\sin(\beta_2(t) - \beta_1(t))}{B_1(t)}, \end{aligned} \right.$$

čia

$$\begin{aligned}
 B_1(t) &= -a_2 \cdot \cos(\beta_2(t) - \beta_1(t)) + b_2 \cdot \sin(\beta_2(t) - \beta_1(t)) \\
 &\quad + \cos(\alpha(t) + \beta_1(t)) \cdot (X_{P_2}(t) - X_{P_1}(t)) \\
 &\quad + \sin(\alpha(t) + \beta_1(t)) \cdot (Y_{P_2}(t) - Y_{P_1}(t)) + a_1,
 \end{aligned}$$

$$B2(t) = a1 \cdot \cos(\beta2(t) - \beta1(t)) + b1 \cdot \sin(\beta2(t) - \beta1(t)) \\ + \cos(\alpha(t) + \beta2(t)) \cdot (X_{P2}(t) - X_{P1}(t)) \\ + \sin(\alpha(t) + \beta2(t)) \cdot (Y_{P2}(t) - Y_{P1}(t)) - a2,$$

$$E11(t) = (a1 \cdot (Y_2 - Y_1) - b1 \cdot (X_2 - X_1)) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta1(t)) \\ + (b1 \cdot (Y_2 - Y_1) - a1 \cdot (X_2 - X_1)) \cdot \cos(\alpha(t) + \beta1(t)),$$

$$E21(t) = (a2 \cdot (Y_2 - Y_1) - b2 \cdot (X_2 - X_1)) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta2(t)) \\ + (b2 \cdot (Y_2 - Y_1) - a2 \cdot (X_2 - X_1)) \cdot \cos(\alpha(t) + \beta2(t)).$$

2) Taškai P_1 ir P_2 yra ant skirtingų tiesių.

(X_1, Y_1) – nagrinėjamos pirmos tiesės atkarpos pradžios taško koordinatės.

(X_2, Y_2) – nagrinėjamos pirmos tiesės atkarpos pabaigos taško koordinatės ir kitos atkarpos arba lanko pradžios koordinatės.

$T1 = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$ – nagrinėjamos pirmos tiesės atkarpos ilgis.

(X_3, Y_3) – nagrinėjamos antros tiesės atkarpos pradžios taško koordinatės.

(X_4, Y_4) – nagrinėjamos antros tiesės atkarpos pabaigos taško koordinatės ir kitos atkarpos arba lanko pradžios koordinatės.

Detalizuota diferencialinių lygčių sistema įgyja tokią pavidalą

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\beta1}{dt} &= \frac{|E21(t)|}{a2 \cdot T1} \cdot \frac{|B2(t)|}{|B1(t)|} \\ &\times \frac{(Y_4 - Y_3) \cos(\alpha(t) + \beta1(t)) - (X_4 - X_3) \sin(\alpha(t) + \beta1(t))}{E12(t)} \\ &- \frac{|E21(t)|}{a2 \cdot T1} \cdot \frac{\sin(\beta2(t) - \beta1(t))}{B1(t)}, \\ \frac{d\beta2}{dt} &= \frac{(Y_2 - Y_1) \cos(\alpha(t) + \beta2(t)) - (X_2 - X_1) \sin(\alpha(t) + \beta2(t))}{a2 \cdot T1} \cdot \frac{E21(t)}{|E21(t)|} \\ &- \frac{|E21(t)|}{a2 \cdot T1} \cdot \frac{\sin(\beta2(t) - \beta1(t))}{B1(t)}, \end{aligned} \right.$$

čia

$$E12(t) = (a1 \cdot (Y_4 - Y_3) - b1 \cdot (X_4 - X_3)) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta1(t)) \\ + (b1 \cdot (Y_4 - Y_3) - a1 \cdot (X_4 - X_3)) \cdot \cos(\alpha(t) + \beta1(t)).$$

3) Taškas P_2 yra ant tiesės, o taškas P_1 – ant lanko.

(X_1, Y_1) – nagrinėjamos tiesės atkarpos pradžios taško koordinatės.

(X_2, Y_2) – nagrinėjamos tiesės atkarpos pabaigos taško koordinatės ir kitos atkarpos arba lanko pradžios koordinatės.

$T1 = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$ – nagrinėjamos tiesės atkarpos ilgis.

(X_3, Y_3) – nagrinėjamo lanko pradžios taško koordinatės ir C_2 lanko kreivis.

(X_4, Y_4) – nagrinėjamo lanko pabaigos taško koordinatės ir kitos atkarpos arba lanko pradžios koordinatės.

Statmens $OP_1(t)$ krypties koeficientas yra

$$k2(t) = tg(C_2 \cdot t2(t) + t_1),$$

čia $t2(t)$ – taško P_1 parametro reikšmė atitinkanti taško P_2 parametą t , t_1 – taško P_1 pradinio trajektorijos spindulio kampas globalioje koordinačių sistemoje.

Detalizuota diferencialinių lygčių sistema įgyja tokį pavidalą

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\beta_1}{dt} = \frac{|E21(t)|}{a2 \cdot T1} \cdot \frac{|B2(t)|}{|B1(t)|} \\ \quad \times \frac{\cos(\alpha(t) + \beta1(t)) + k2(t) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta1(t))}{E13(t)} \\ \quad - \frac{|E21(t)|}{a2 \cdot T1} \cdot \frac{\sin(\beta2(t) - \beta1(t))}{B1(t)}, \\ \frac{d\beta_2}{dt} = \frac{(Y_2 - Y_1) \cos(\alpha(t) + \beta2(t)) - (X_2 - X_1) \sin(\alpha(t) + \beta2(t))}{a2 \cdot T1} \cdot \frac{E21(t)}{|E21(t)|} \\ \quad - \frac{|E21(t)|}{a2 \cdot T1} \cdot \frac{\sin(\beta2(t) - \beta1(t))}{B1(t)}, \end{array} \right.$$

čia

$$\begin{aligned} E13(t) &= (a1 + b1 \cdot k2(t)) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta1(t)) \\ &\quad + (b1 - a1 \cdot k2(t)) \cdot \cos(\alpha(t) + \beta1(t)). \end{aligned}$$

4) taškai P_1 ir P_2 yra ant to pačio lanko.

(X_1, Y_1) – nagrinėjamo lanko pradžios taško koordinatės ir C_1 lanko kreivis.

(X_2, Y_2) – nagrinėjamo lanko pabaigos taško koordinatės ir kitos atkarpos arba lanko pradžios koordinatės.

Statmens $O_2P_2(t)$ krypties koeficientas yra

$$k1(t) = tg(C_1 \cdot t + t_2),$$

čia t_2 – taško P_2 pradinio trajektorijos spindulio kampas globalioje koordinačių sistemoje.

Detalizuota diferencialinių lygčių sistema įgyja tokį pavidalą

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\beta_1}{dt} &= \frac{|E24(t)|}{a2 \cdot T11(t)} \cdot \frac{|B2(t)|}{|B1(t)|} \\ &\quad \times \frac{\cos(\alpha(t) + \beta_1(t)) + k2(t) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta_1(t))}{E13(t)} \\ &\quad - \frac{|E24(t)|}{a2 \cdot T11(t)} \cdot \frac{\sin(\beta_2(t) - \beta_1(t))}{B1(t)}, \\ \frac{d\beta_2}{dt} &= \frac{\cos(\alpha(t) + \beta_2(t)) + k1(t) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta_2(t))}{a2 \cdot T11(t)} \cdot \frac{E24(t)}{|E24(t)|} \\ &\quad - \frac{|E24(t)|}{a2 \cdot T11(t)} \cdot \frac{\sin(\beta_2(t) - \beta_1(t))}{B1(t)}, \end{aligned} \right.$$

čia

$$\begin{aligned} E24(t) &= (a2 + b2 \cdot k1(t)) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta_2(t)) \\ &\quad + (b2 - a2 \cdot k1(t)) \cdot \cos(\alpha(t) + \beta_2(t)), \\ T11(t) &= \sqrt{1 + k1(t)^2}. \end{aligned}$$

5) Taškai P_1 ir P_2 yra ant skirtingų lankų.

(X_1, Y_1) – nagrinėjamo pirmo lanko pradžios taško koordinatės ir C_1 lanko kreivis.

(X_2, Y_2) – nagrinėjamo pirmo lanko pabaigos taško koordinatės ir kitos atkarpos arba lanko pradžios koordinatės.

(X_3, Y_3) – nagrinėjamo antro lanko pradžios taško koordinatės ir C_2 lanko kreivis.

(X_4, Y_4) – nagrinėjamo antro lanko pabaigos taško koordinatės ir kitos atkarpos arba lanko pradžios koordinatės.

Detalizuota diferencialinių lygčių sistema įgyja tokį pavidalą

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\beta_1}{dt} &= \frac{|E24(t)|}{a2 \cdot T11(t)} \cdot \frac{|B2(t)|}{|B1(t)|} \\ &\quad \times \frac{\cos(\alpha(t) + \beta_1(t)) + k2(t) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta_1(t))}{E13(t)} \\ &\quad - \frac{|E24(t)|}{a2 \cdot T11(t)} \cdot \frac{\sin(\beta_2(t) - \beta_1(t))}{B1(t)}, \\ \frac{d\beta_2}{dt} &= \frac{\cos(\alpha(t) + \beta_2(t)) + k1(t) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta_2(t))}{a2 \cdot T11(t)} \cdot \frac{E24(t)}{|E24(t)|} \\ &\quad - \frac{|E24(t)|}{a2 \cdot T11(t)} \cdot \frac{\sin(\beta_2(t) - \beta_1(t))}{B1(t)}. \end{aligned} \right.$$

6) Taškas P_2 yra ant lanko, o taškas P_1 – ant tiesės.

(X_1, Y_1) – nagrinėjamo lanko pradžios taško koordinatės ir C_1 lanko kreivis.

(X_2, Y_2) – nagrinėjamo pirmo lanko pabaigos taško koordinatės ir kitos atkarpos arba lanko pradžios koordinatės.

(X_3, Y_3) – nagrinėjamos tiesės atkarpos pradžios taško koordinatės.

(X_4, Y_4) – nagrinėjamos tiesės atkarpos pabaigos taško koordinatės ir kitos atkarpos arba lanko pradžios koordinatės.

Detalizuota diferencialinių lygčių sistema įgyja tokį pavidalą

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\beta_1}{dt} &= \frac{|E_{24}(t)|}{a_2 \cdot T_{11}(t)} \cdot \frac{|B_2(t)|}{|B_1(t)|} \\ &\quad \times \frac{(Y_4 - Y_3) \cdot \cos(\alpha(t) + \beta_1(t)) - (X_4 - X_3) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta_1(t))}{E_{12}(t)} \\ &\quad - \frac{|E_{24}(t)|}{a_2 \cdot T_{11}(t)} \cdot \frac{\sin(\beta_2(t) - \beta_1(t))}{B_1(t)}, \\ \frac{d\beta_2}{dt} &= \frac{\cos(\alpha(t) + \beta_2(t)) + k_1(t) \cdot \sin(\alpha(t) + \beta_2(t))}{a_2 \cdot T_{11}(t)} \cdot \frac{E_{24}(t)}{|E_{24}(t)|} \\ &\quad - \frac{|E_{24}(t)|}{a_2 \cdot T_{11}(t)} \cdot \frac{\sin(\beta_2(t) - \beta_1(t))}{B_1(t)}. \end{aligned} \right.$$

Visiems šešiams atvejams kiekviename trajektorijos taške turi būti tenkinamos šios sąlygos (važiavimo pirmyn sąlygos)

$$c_1 \cdot \cos \beta_1(t) + d_1 \cdot \sin \beta_1(t) \geq 0,$$

$$c_2 \cdot \cos \beta_2(t) + d_2 \cdot \sin \beta_2(t) \geq 0.$$

Gautų diferencialinių lygčių sistemų sprendimui panaudotas ketvirtos eilės adaptyvus Rungės ir Kutos metodas. Sukurta modelio programinė įranga.

Literatūra

- [1] B. Kvedaras, M. Sapagovas, *Skaičiavimo metodai*, Mintis, Vilnius (1974).
- [2] F.B. Hildebrand, *Introduction to Numerical Analysis*, McGraw-Hill, New York (1974).

Modelling of vehicle motion

N. Listopadskis

The problem is to calculate the path trajectory for a vehicle following a wire in the floor. Motion of the vehicle is determined by system of differential equations. Fourth-order Runge-Kutta adaptive method was used for solving of the obtained systems of the differential equations.