



KKUI
Katedra kybernetiky
a umelej inteligencie

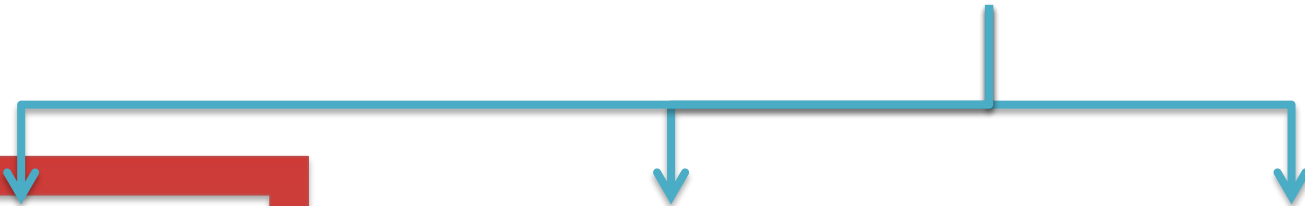
Kybernetika – veda súčasnosti a
budúcnosti

KKUI FEI-TUKE

<http://web.tuke.sk/kkui/>



KKUI
Katedra kybernetiky
a umelej inteligencie



CAK
Centrum aplikovanej
kybernetiky



CIT
Centrum inteligentných
technológií



CHI
Centrum hospodárskej
informatiky

Študijné odbory a programy CAK

1. Stupeň - Bakalárske štúdium

- Kybernetika – Inteligentné systémy

2. Stupeň - Inžinierske štúdium

- Kybernetika – Inteligentné systémy

3. Stupeň - Doktorandské štúdium

- Kybernetika – Inteligentné systémy

Profil CAK

- modelovanie a simulácia fyzikálnych a ekonomických systémov
- inteligentné a hybridné metódy riadenia kybernetických systémov
- manažérske informačné systémy – MIS
- multikritériálne rozhodovanie, plánovanie, riadenie výroby – MES/MRP
- supervision control, data acquisition, human machine interface – SCADA/HMI
- robotické systémy
- multiagentové riadiace systémy
- počítačové videnie
- Diagnostika zložitých systémov

CAK – HW a SW prostriedky

- priemyselna automatizacia – smart sensory, pohony, PLC automaty, jednočipové mikropočítače,
- riadenie technologických procesov
- distribuovaný (decentralizovaný) systém riadenia

- databázové systémy – Oracle software
- objektové programovanie – C/C++/C#/Matlab a iné
- riadenie a vizualizácia – Rockwell, Wonderware,

- inteligentné riadiace siete – DeviceNet, ControlNet
- cloudové systémy a Internet vecí (IoT)



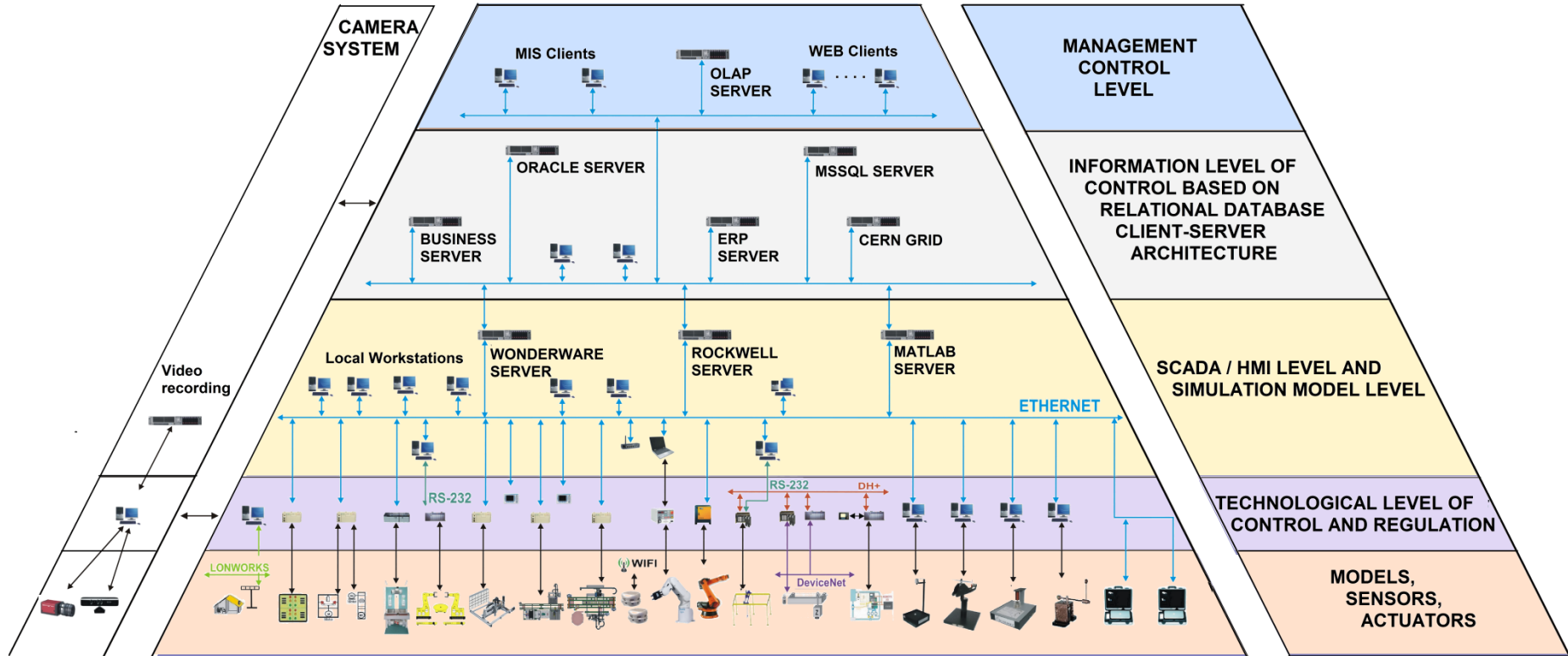
Výskumné Centrum moderných metód riadenia a priemyselnej informatiky

Deň otvorených dverí TUKE 2015

Profil VCMMR a PI

- **výskumné centrum je zamerané na výuku a výskum v oblasti moderných metód riadenia a priemyselnej automatizácie**
- VC je po programovej aj technickej stránke vybavené najmodernejšími vývojovými, simulačnými a realizačnými prostriedkami v oblasti regulácie, riadenia, informačných, manažérskych a komunikačných systémov
- získané výsledky aplikujeme vo výuke predmetov bakalárskeho a inžinierskeho štúdia, v základnom výskume FEI a riešení praktických úloh vo výrobných podnikoch

Distribučovaný systém riadenia na KKUI



Laboratóriá VCMR a PI

VCMR a PI

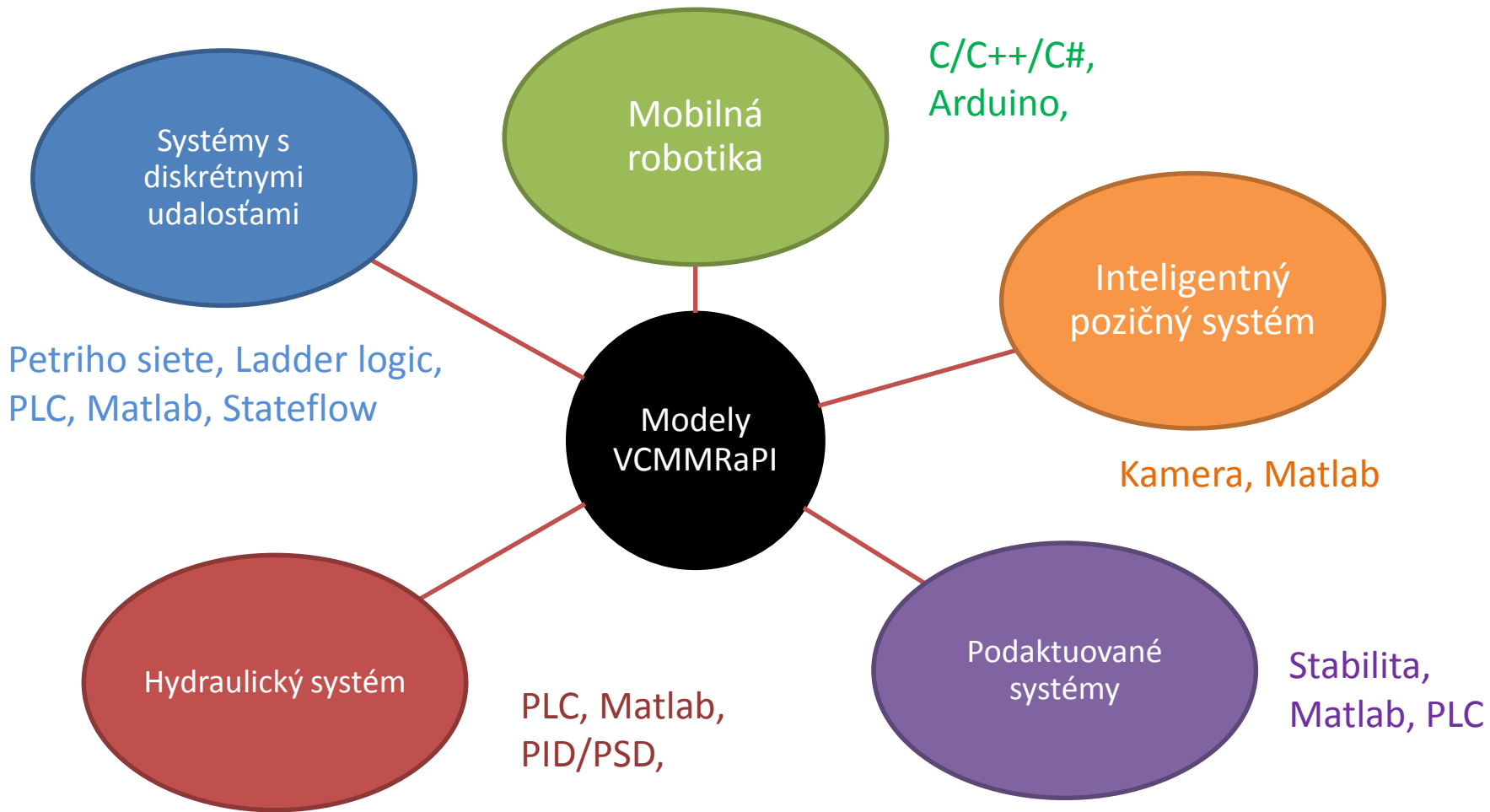
Laboratórium riadenia technologických procesov
(V144)

Laboratórium konštrukcie počítačových riadiacich
systémov (V101b)

Laboratórium výrobných liniek a rozpoznávania
obrazov (V147)

Laboratórium mechatronických systémov (V142)





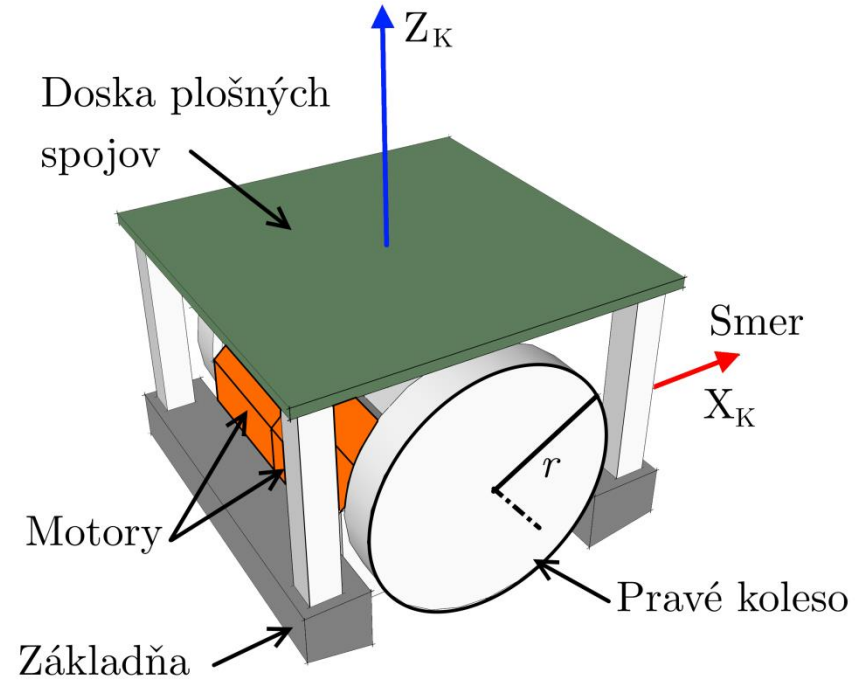
Mobilný robot – simulačný prístup

Hlavné riešené úlohy:

Popis a modelovanie Mobilných robotov

Simulácia

Návrh riadenia mobilných robotov



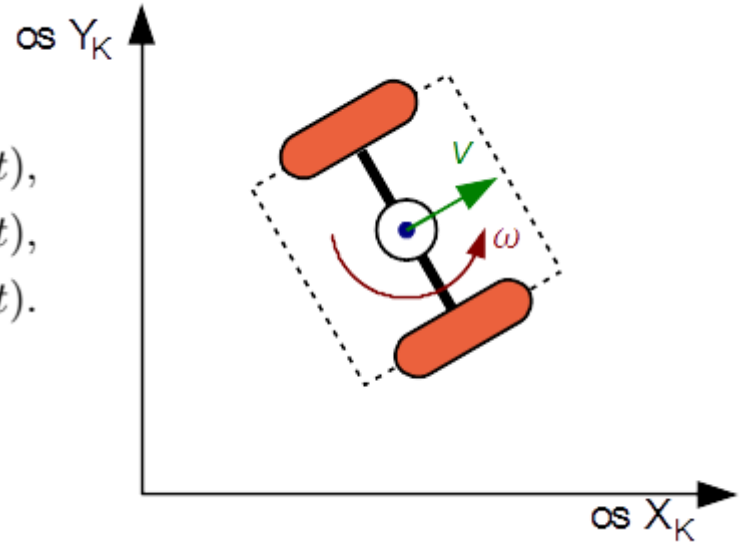
Mobilný robot – Modelovanie

- Modelovanie mobilných robotov je založené na matematicko-fyzikálnych vzťahoch
- Získané matematické modely reflektujú kinematiku a dynamiku pohybu uvažovaných mobilných robotov

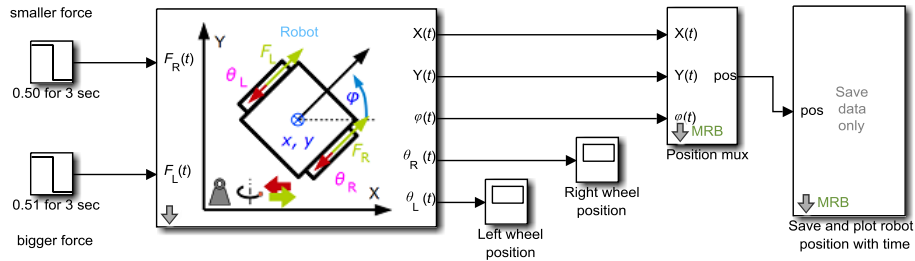
$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= v(t) \cos \varphi(t), \\ \dot{y}(t) &= v(t) \sin \varphi(t), \\ \dot{\varphi}(t) &= \omega(t).\end{aligned}$$

$$\dot{v} = \frac{F_R}{m} + \frac{F_L}{m}$$

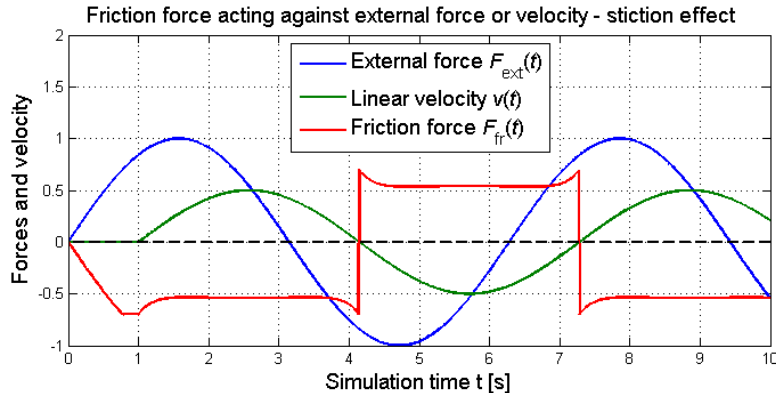
$$\dot{\omega} = F_R \frac{b}{J} - F_L \frac{b}{J}$$



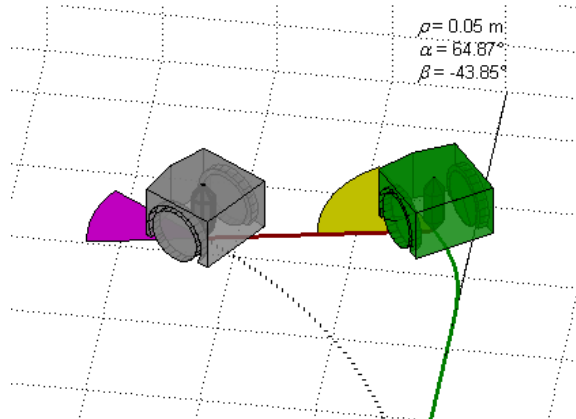
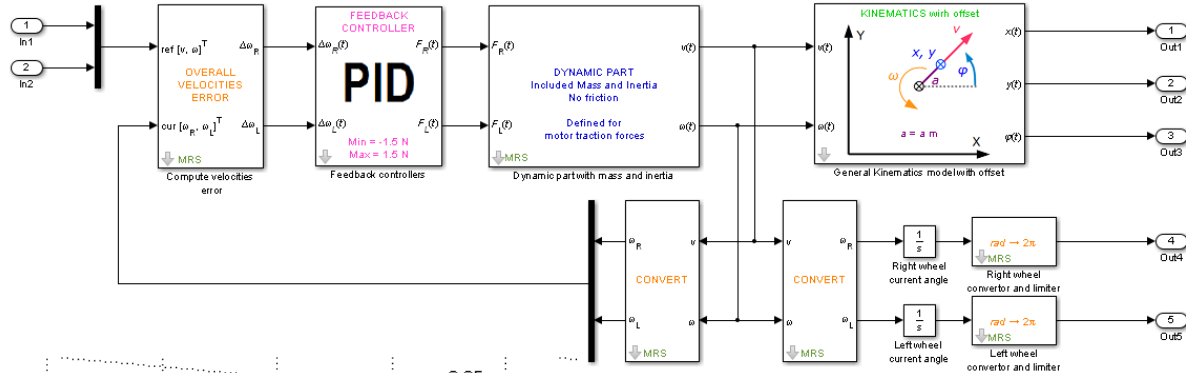
Mobilný robot – Simulácia



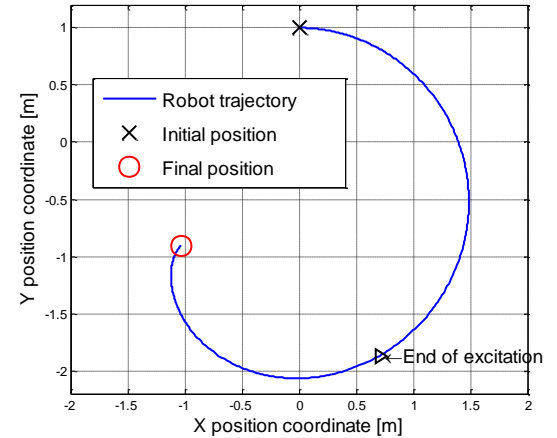
- Na základe matematického modelu je možné vytvoriť simulačný model v požadovanom programovacom jazyku



Mobilný robot – Algoritmy riadenia



Robot with friction moving in plane excited for 3 seconds.



- Návrh algoritmov riadenia pre mobilné roboty a ich simulačné overenie
 - Riadenie do bodu
 - Riadenie do pozície
 - Riadenie po požadovanej trajektórii

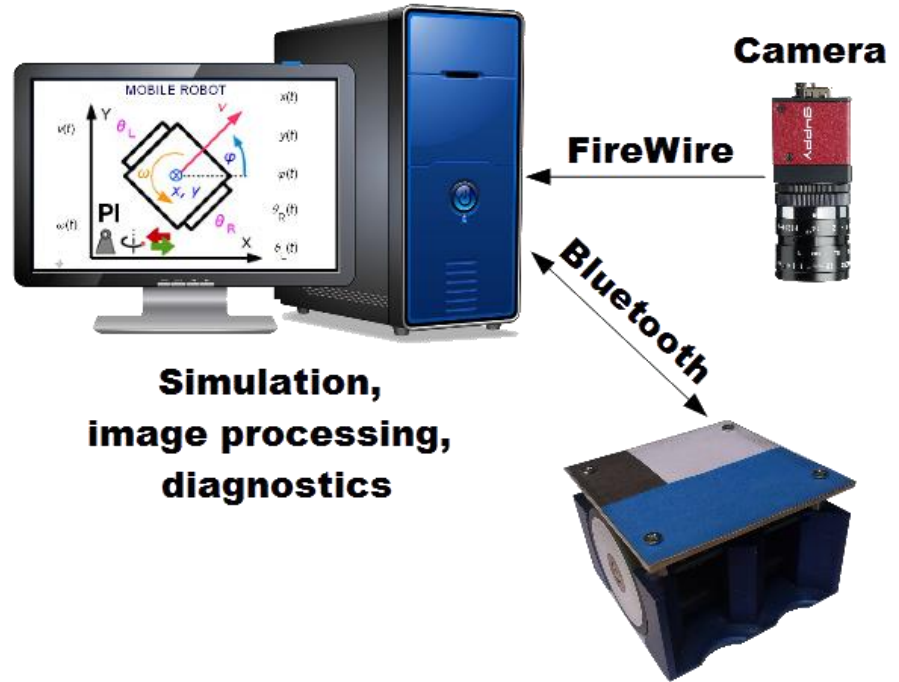
Pracovisko mobilnej robotiky

Hlavné riešené úlohy:

Lokalizácia robotov na základe
obrazu z kamery

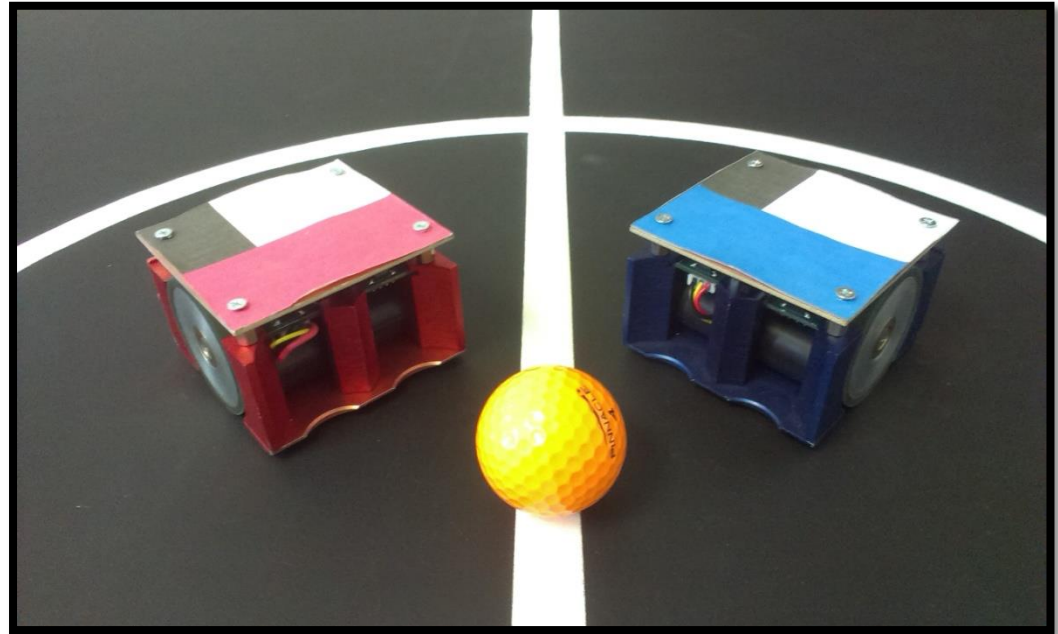
Riadenie pohybu mobilných
robotov

Realizácia futbalových zápasov
autonómnych mobilných robotov



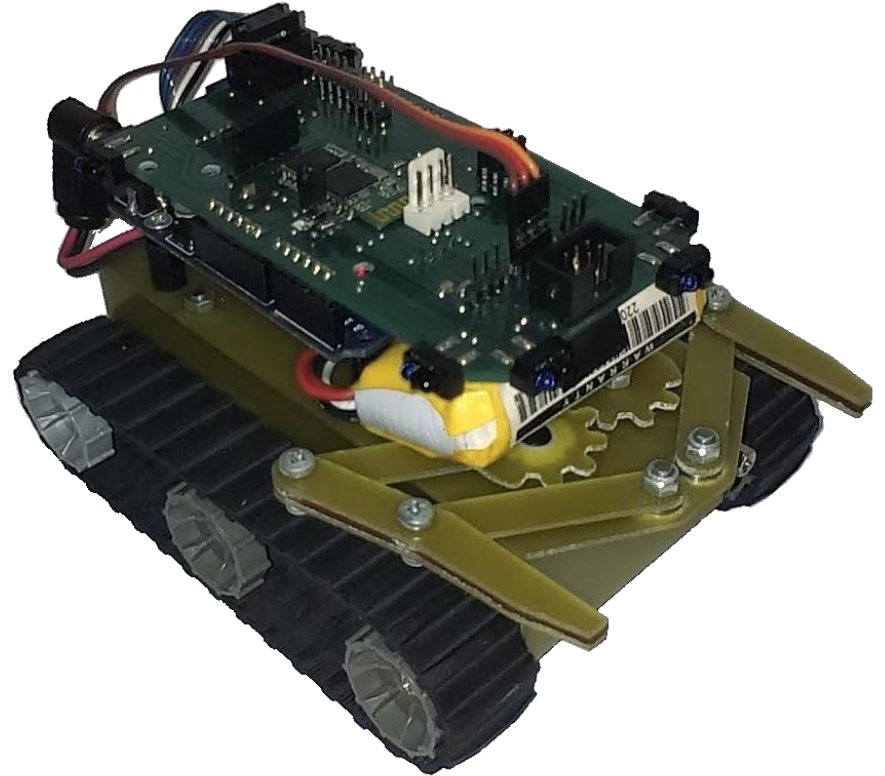
Laboratórne modely mobilných robotických futbalistov

- Mobilný robot disponuje:
 - 32-bit Jednočipovým mikropočítačom
 - Presnými motormi Faulhaber
 - Bluetooth komunikačným modulom
- Možné riešené úlohy:
 - Diagnostika snímačov a akčných členov
 - Robotická futbal kategórie MiroSot
 - Robotická súťaž „Myš v bludisku“



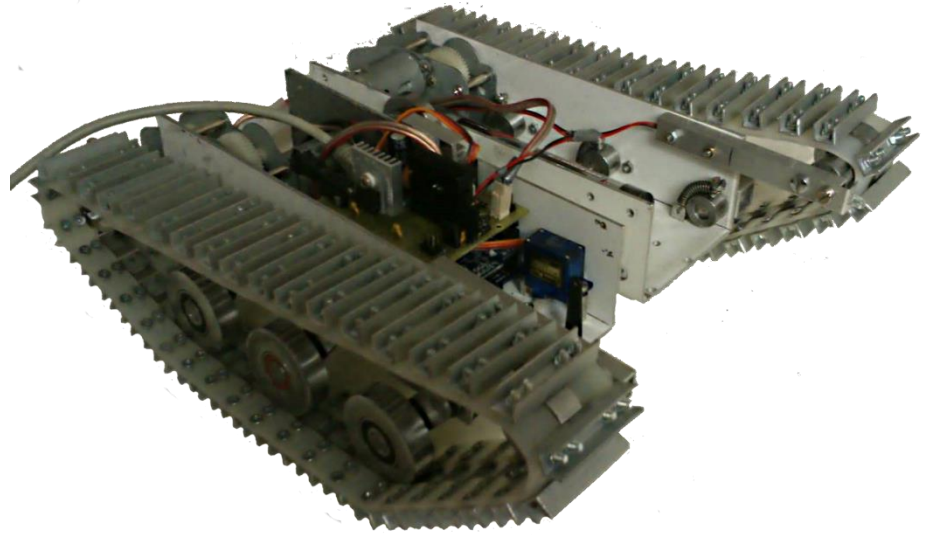
Mobilný robot TrackBot

- Mobilný robot disponuje:
 - Riadiacou elektronikou Arduino
 - Dvojitou prevodovkou Tamiya
 - Bluetooth komunikačným modulom
 - Mechanickým gripperom
- Možné riešené úlohy:
 - Diagnostika snímačov a akčných členov
 - Robotická súťaž „V sklade kečupu“
 - Výukovania programovania Jednočipových mikropočítačov



Mobilný Prieskumný Robot

- Ovládanie prostredníctvom ethernetového rozhrania
- Robot disponuje natáčaciu IP kamerou
- Mobilný robot pre archeologický prieskum a prieskum jaskýň.



Inteligentný pozičný systém

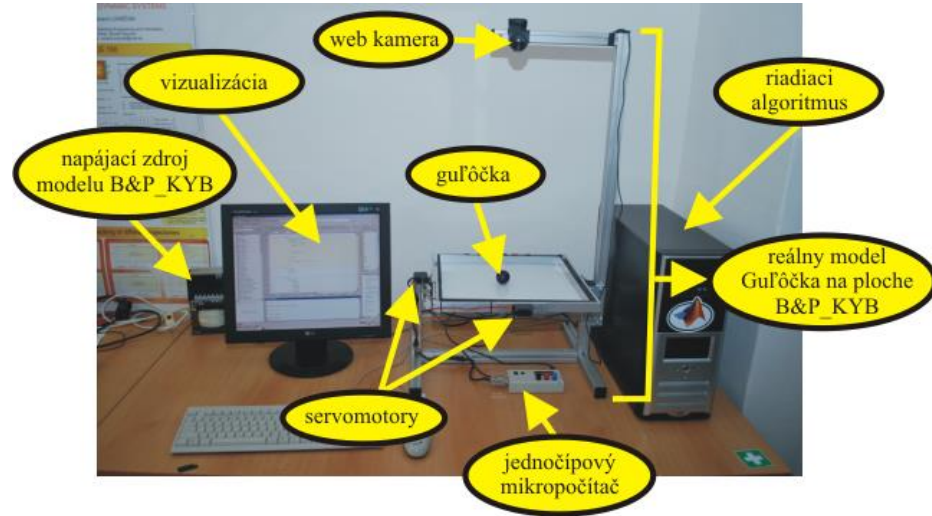
Hlavné riešené úlohy:

Modelovanie mechatronického systému

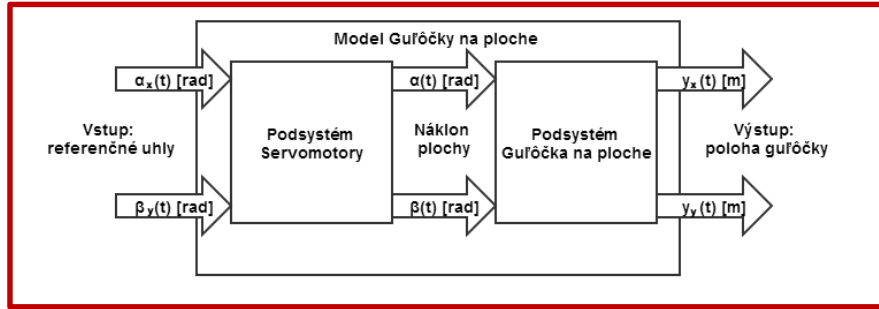
Simulačný model

Návrh algoritmov riadenia

Spracovanie obrazu



Inteligentný pozičný systém - modelovanie

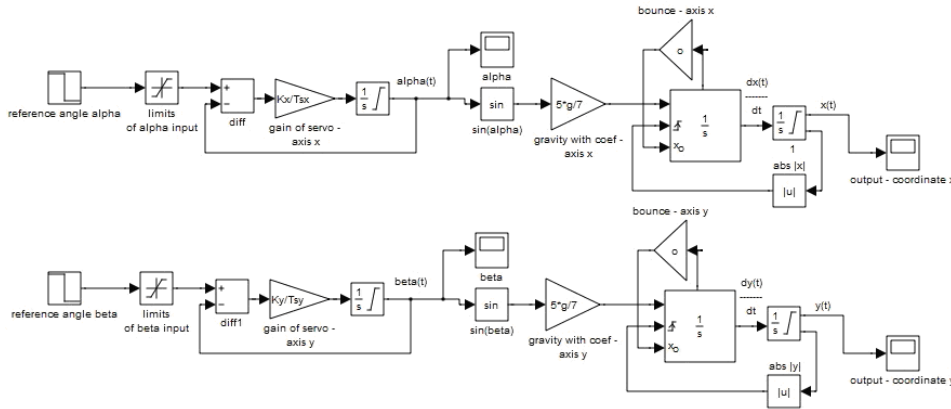


- Model získaný pomocou matematicko – fyzikálnych vzťahov
- Model získaný pomocou numerických rekurzívnych metód
- Získané modely sú abstrakciou reálneho modelu – slúžia pre analýzu modelu

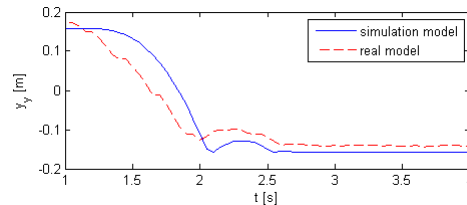
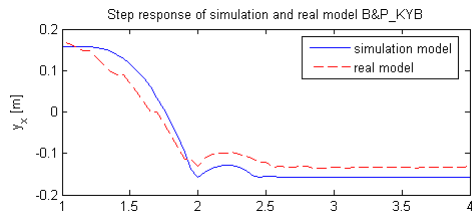
$$F_{sx}(s) = \frac{K_x}{T_{sx}s + 1} \quad \left(\frac{J}{r^2} + m \right) \cdot \ddot{y}_x(t) - m \cdot g \cdot \sin \alpha(t) = 0$$

$$F_{sy}(s) = \frac{K_y}{T_{sy}s + 1} \quad \left(\frac{J}{r^2} + m \right) \cdot \ddot{y}_y(t) - m \cdot g \cdot \sin \beta(t) = 0$$

Inteligentný pozičný systém – simulačný model

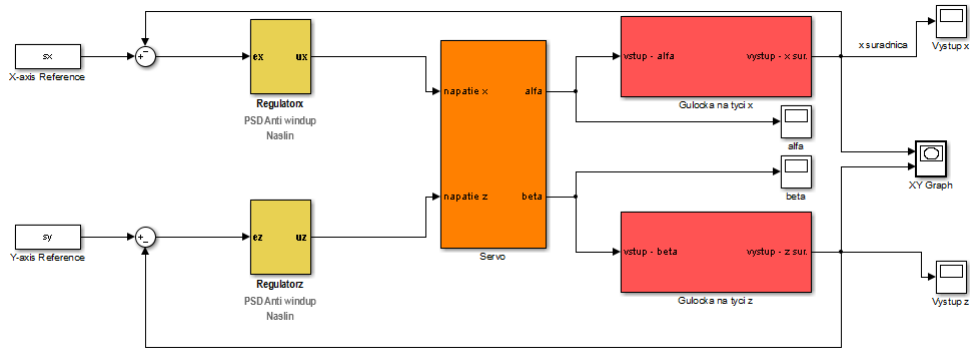


- Model implementovaný v simulačnom nástroji Matlab/Simulink
- Validácia simulačného modelu s reálnym modelom

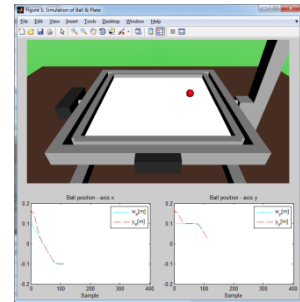
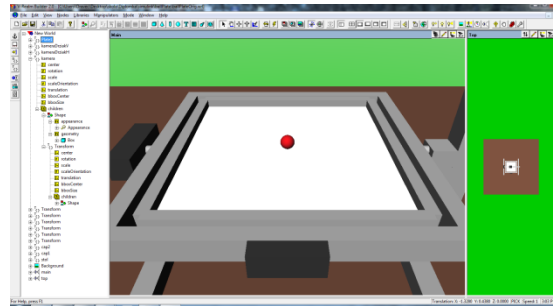
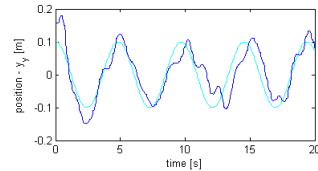
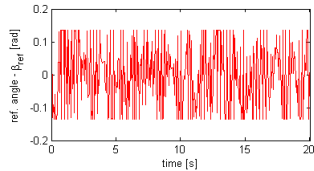
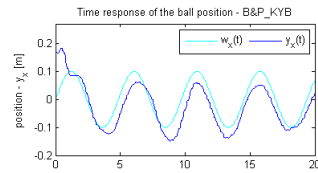
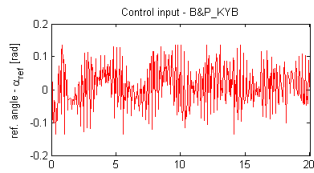


Tvorba virtuálneho
simulačného modelu

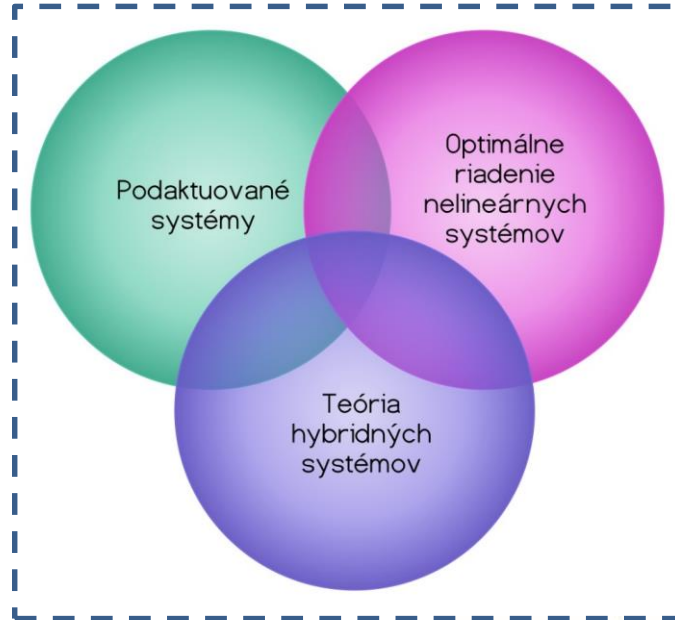
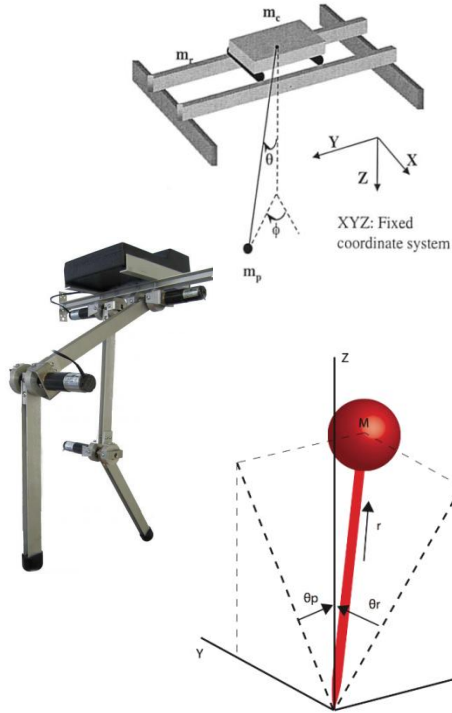
Inteligentný pozičný systém – návrh algoritmov riadenia



- Algoritmy riadenia:
 - PID/PSD
 - Prediktívne
 - Optimálne stavové
- Ciele riadenia:
 - Rovnovážny stav
 - Ustálený stav
 - Sledovanie referenčnej trajektórie

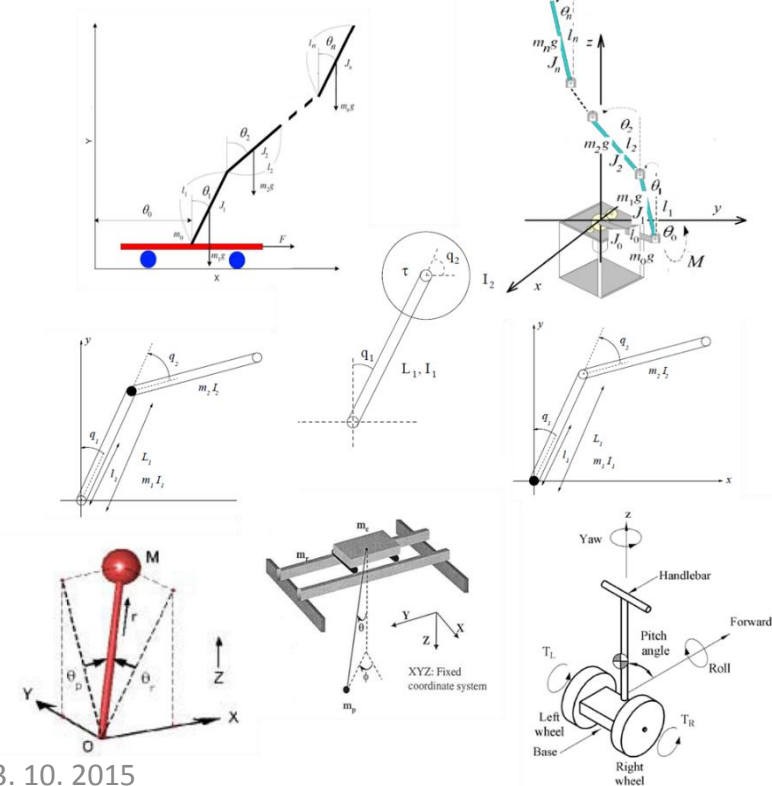


Inteligentné podaktuované mechanické systémy

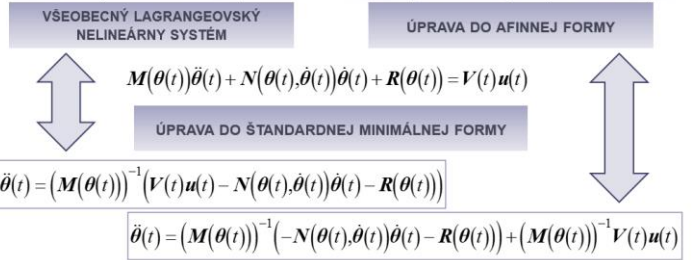


Modelovanie podaktuovaných systémov s využitím princípov klasickej mechaniky

Príklady typových (benchmark) podaktuovaných systémov



$$\ddot{\theta}(t) = f(\theta(t), \dot{\theta}(t), u(t), t) \quad \ddot{\theta}(t) = f_1(\theta(t), \dot{\theta}(t), t) + G(\theta(t), \dot{\theta}(t), t)u(t)$$



PLNE AKTUOVANÝ SYSTÉM $rank(G(\theta(t), \dot{\theta}(t), t)) = rank(V(\theta(t))) = dim(\theta(t))$
PODAKTUOVANÝ SYSTÉM $rank(G(\theta(t), \dot{\theta}(t), t)) = rank(V(\theta(t))) < dim(\theta(t))$

VEKTOR ZOVŠEOBECNENÝCH SÚRADNÍC $\theta(t) = (\theta_1(t) \ \theta_2(t) \ \dots \ \theta_k(t))^T$

Kinetické, potenciálne a disipatívne energie systému viacerých telies:

$$E_K(t) = \sum_{i=1}^k E_{K_i}(t) \quad E_P(t) = \sum_{i=1}^k E_{P_i}(t) \quad D(t) = \sum_{i=1}^k D_i(t)$$

$$L(t) = E_K(\theta(t), \dot{\theta}(t)) - E_P(\theta(t)) \quad D(t) = D(\dot{\theta}(t))$$

LAGRANGEOVA FUNKCIA **DISIPATÍVNA FUNKCIA**

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L(t)}{\partial \dot{\theta}(t)} \right) - \frac{\partial L(t)}{\partial \theta(t)} + \frac{\partial D(t)}{\partial \dot{\theta}(t)} = Q^*(t)$$

EULER-LAGRANGEOVE ROVNICE II. DRUHU

- automatizácia postupu odvodenia pohybových rovníc mechanického systému použitím symbolického softwaru: **MATLAB, Maple, Mathematica**

Automatické odvození pohybových rovnic typových podaktuovaných systémů

Inverted Pendula Model Equation Derivator

Model Equation Derivator

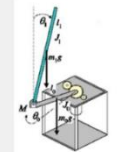
Inverted pendula system type:
Number of pendula:
one (single inverted pendulum) ▾
Type of system:
 classical
 rotary

Derive model equations...

Rotary Single Inverted Pendulum Motion Equations
Parameters:
M - input torque
m1 - arm mass, m2 - pendulum mass
D - arm length, l1 - pendulum length
c1, d1 - arm damping, d1a1 - pendulum damping
J1 - arm moment of inertia, J2 - pendulum moment of inertia
θ0 - arm angle, θ1 - pendulum angle, θ̇0 - arm angular velocity, θ̇1 - pendulum angular velocity

Model equations:
Arm equation:
$$GD2E10^{*}1279 + 110^{*}2^{*}M01/4 + 10^{*}2^{*}M01 + 111^{*}M01^{*}F016(E111)^{*}2/4 + GD2E10^{*}10E11^{*}M01^{*}F016(E111)^{*}2/4 + 10E11^{*}D01^{*}F016(E111)^{*}2 - (GD2E10^{*}10^{*}13^{*}M01^{*}D01^{*}F016(E111)^{*}2 - 31)/2 = M$$

Pendulum equation:
$$GD2E11^{*}10E11^{*}F016(E111)^{*}2/4 + 2J2 + 10E11^{*}M01^{*}F016(E111)^{*}2 - (GD2E10^{*}10^{*}13^{*}M01^{*}D01^{*}F016(E111)^{*}2 - 31)/2 = 0$$



2011-2013


Inverted Pendula Model Equation Derivator_v2

Input parameters:
Number of pendula:
two ▾
Weight type:
 Spheroidal
 Cylindrical (cart)
 Magnetron
 Heterocedrales

Equations:
Cart equation:
$$(M + m_{10} + m_1 + m_2)\ddot{\theta}_0(t) + (C \cos(\theta_2(t)) (M + m_2))\dot{\theta}_2(t) + \left(\frac{l_1 m_1 \cos(\theta_1(t))}{M + m_2} + l_1 \cos(\theta_1(t))\right) (M + m_2)\dot{\theta}_1(t) + \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_1(t) - \frac{l_1 m_1 \sin(\theta_1(t)) \dot{\theta}_1^2(t)}{M + m_2} - \left(\frac{C \cos(\theta_1(t)) \dot{\theta}_1^2(t) + \frac{1}{2} C \sin(2\theta_1(t)) \dot{\theta}_1^2(t)\right) (M + m_2) = F$$

Lower pendulum equation:
$$\left((M + m_2) l_1 \cos(\theta_1(t)) + \frac{l_1 m_1 \cos(\theta_1(t))}{M + m_2}\right) \ddot{\theta}_0(t) - \frac{g l_1 m_1 \sin(\theta_1(t))}{M + m_2} + (C (M + m_2) l_1 \cos(\theta_1(t) - \theta_2(t))) \dot{\theta}_2(t) + (l_1 + l_2) \ddot{\theta}_1(t) - \dot{\theta}_2 \dot{\theta}_2(t) - (M + m_2) g l_1 \sin(\theta_1(t)) + (l_1 + (M + m_2) l_1) \dot{\theta}_1(t) + C (M + m_2) l_1 \sin(\theta_1(t) - \theta_2(t)) \dot{\theta}_1^2(t) = 0$$

Upper pendulum equation:
$$(C (M + m_2) \cos(\theta_2(t))) \ddot{\theta}_0(t) + J_2 \ddot{\theta}_2(t) + \dot{\theta}_2 (\dot{\theta}_2(t) - \dot{\theta}_1(t)) + (C (M + m_2) l_1 \cos(\theta_1(t) - \theta_2(t))) \dot{\theta}_1(t) - C (M + m_2) g \sin(\theta_2(t)) - C (M + m_2) l_1 \sin(\theta_1(t) - \theta_2(t)) \dot{\theta}_1^2(t) = 0$$



2012-2014

Inverted Pendula Model Equation Derivator_v3

Input parameters:
Number of pendula:
two ▾
Inverted ▾
Weight type:
 Sphere
 Cylinder
 Ring
 None

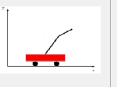
Equations:
Cart equation:
$$C = \frac{m_1 l_1^2 + M(l_1 + R)}{M + m_2}, J_{T1} = \frac{m_1 l_1^2}{12}, J_1 = J_{T1} + \frac{m_1 l_1^2}{4}, J_{T2} = \frac{2}{3} M R^2, h_1 = C - \frac{l_1}{2}, h_2 = l_2 + R - C$$

$$J_{T2} = \frac{m_2 l_2^2}{12}, J_{21} = J_{T2} + m_2 h_1^2, J_{22} = J_{T2} + M h_1^2, J_{T2} = J_{21} + J_{22}, J_2 = J_{T2} + (M + m_2) C^2$$

Equation:
$$(M + m_0 + m_1 + m_2)\ddot{\theta}_0(t) + (C \cos(\theta_2(t)) (M + m_2))\dot{\theta}_2(t) + \left(\frac{l_1 m_1 \cos(\theta_1(t))}{M + m_2} + l_1 \cos(\theta_1(t))\right) (M + m_2)\dot{\theta}_1(t) + \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_1(t) - \frac{l_1 m_1 \sin(\theta_1(t)) \dot{\theta}_1^2(t)}{M + m_2} - \left(C \cos(\theta_1(t)) \dot{\theta}_1^2(t) + \frac{1}{2} C \sin(2\theta_1(t)) \dot{\theta}_1^2(t)\right) (M + m_2) = F$$

Lower pendulum equation:
$$\left((M + m_2) l_1 \cos(\theta_1(t)) + \frac{l_1 m_1 \cos(\theta_1(t))}{M + m_2}\right) \ddot{\theta}_0(t) - \frac{g l_1 m_1 \sin(\theta_1(t))}{M + m_2} + (C (M + m_2) l_1 \cos(\theta_1(t) - \theta_2(t))) \dot{\theta}_2(t) + (l_1 + l_2) \ddot{\theta}_1(t) - \dot{\theta}_2 \dot{\theta}_2(t) - (M + m_2) g l_1 \sin(\theta_1(t)) + (l_1 + (M + m_2) l_1) \dot{\theta}_1(t) + C (M + m_2) l_1 \sin(\theta_1(t) - \theta_2(t)) \dot{\theta}_1^2(t) = 0$$

Upper pendulum equation:
$$(C (M + m_2) \cos(\theta_2(t))) \ddot{\theta}_0(t) + J_2 \ddot{\theta}_2(t) + \dot{\theta}_2 (\dot{\theta}_2(t) - \dot{\theta}_1(t)) + (C (M + m_2) l_1 \cos(\theta_1(t) - \theta_2(t))) \dot{\theta}_1(t) - C (M + m_2) g \sin(\theta_2(t)) - C (M + m_2) l_1 \sin(\theta_1(t) - \theta_2(t)) \dot{\theta}_1^2(t) = 0$$




2014-2015

Automatic modeling for Underactuated Systems

Type: Acrobot ▾
Reference Position: Up ▾
Direction of Rotation: Clock-wise ▾
Derive Equation

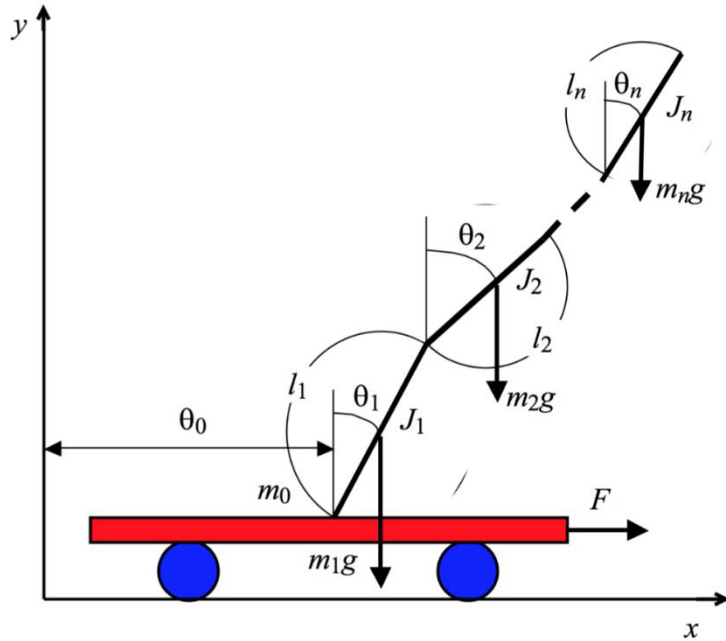
Equation of motion of Non-Actuated Link 1:
$$\ddot{\theta}_2 (m_2 l_2^2 + L_1 m_2 \cos(\theta_2) l_2 + L_2) + \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_1 (m_2 L_1^2 + 2 m_2 \cos(\theta_2) L_1 l_2 + m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2 + L_1 + L_2) - L_1 l_2 m_2 \sin(\theta_2) \dot{\theta}_2^2 - 2 L_1 \dot{\theta}_1 l_2 m_2 \sin(\theta_2) \dot{\theta}_2 - g l_2 m_2 \sin(\theta_2 + \theta_1) - L_1 g m_2 \sin(\theta_1) - g l_1 m_1 \sin(\theta_1) = 0$$

Equation of motion of Actuated Link 2:
$$\ddot{\theta}_2 (m_2 l_2^2 + L_2) + \dot{\theta}_2 \dot{\theta}_2 + \dot{\theta}_1 (m_2 l_2^2 + L_1 m_2 \cos(\theta_2) l_2 + L_2) + L_1 \dot{\theta}_1^2 l_2 m_2 \sin(\theta_2) - g l_2 m_2 \sin(\theta_2 + \theta_1) = T$$

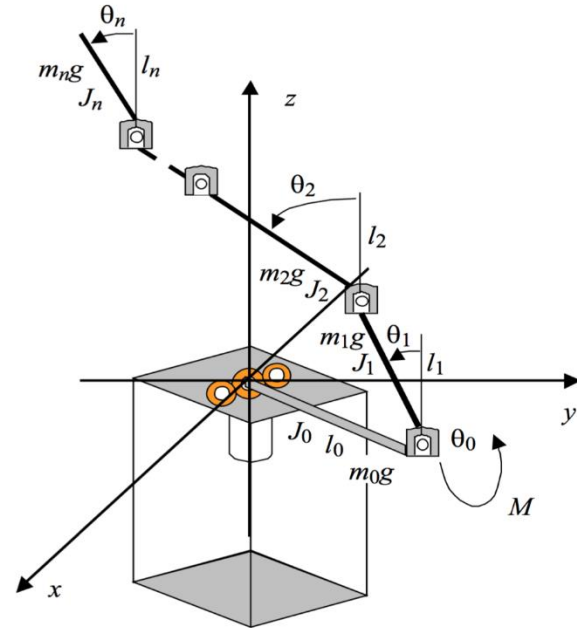


2014-2015

Matematické modelovanie systémov inverzných kyvadiel



ZOVŠEOBECNENÝ SYSTÉM n KLASICKÝCH
INVERZNÝCH KYVADIEL



ZOVŠEOBECNENÝ SYSTÉM n ROTAČNÝCH
INVERZNÝCH KYVADIEL

Inverted Pendula Model Equation Derivator

výber *typu*
systému
a počtu
kyvadiel

typ
pripojeného
závažia

referenčná
poloha
kyvadiel a
referenčný
smer ich
otáčania

Inverted Pendula Model Equation Derivator_v3

Input parameters

Number of pendula
two

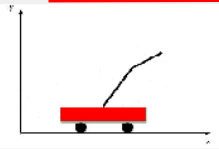
inverted

Weight type
 Sphere
 Cylinder
 Ring
 None

Origin of the coordinate system
top

Direction of motion
clockwise

Derive equations



odvodené pohybové rovnice

$$C = \frac{m_2 l_2^2 + M(l_2 + R)}{M + m_2}; \quad J_{T1} = \frac{m_1 l_1^2}{12}; \quad J_1 = J_{T1} + \frac{m_1 l_1^2}{4}; \quad J_{Tg} = \frac{2}{5}MR^2; \quad h_1 = C - \frac{l_2}{2}; \quad h_2 = l_2 + R - C$$

$$J_{T2} = \frac{m_2 l_2^2}{12}; \quad J_{21} = J_{T2} + m_2 h_1^2; \quad J_{22} = J_{Tg} + M h_2^2; \quad J_{T2} = J_{21} + J_{22}; \quad J_2 = J_{T2} + (M + m_2)C^2$$

Equations

Cart equation

$$(M + m_0 + m_1 + m_2)\ddot{\theta}_0(t) + (C \cos(\theta_2(t))(M + m_2))\ddot{\theta}_2(t) + \left(\frac{l_1 m_1 \cos(\theta_1(t))}{2} + l_1 \cos(\theta_1(t))(M + m_2)\right)\ddot{\theta}_1(t) + \delta_0 \dot{\theta}_0(t) - \frac{l_1 m_1 \sin(\theta_1(t))\dot{\theta}_1^2(t)}{2} - (C \sin(\theta_2(t))\dot{\theta}_2^2(t) + l_1 \sin(\theta_1(t))\dot{\theta}_1^2(t))(M + m_2) = F$$

Lower pendulum equation

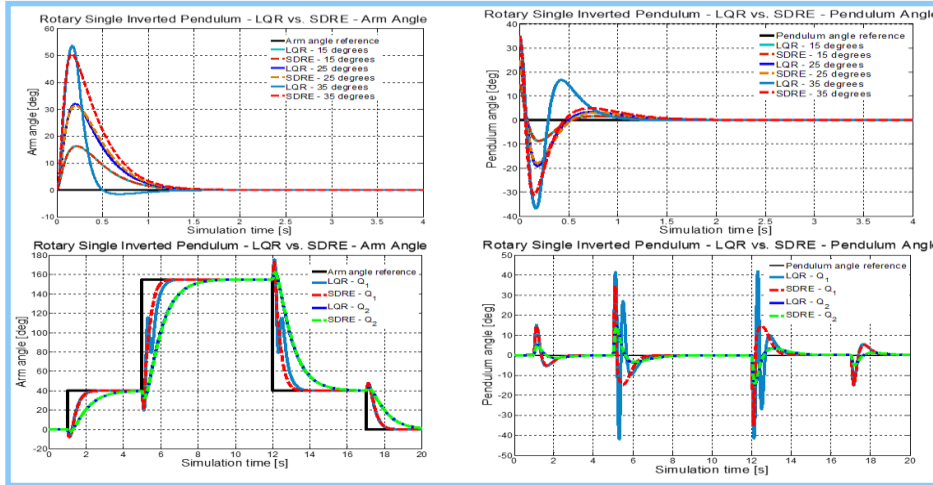
$$\left((M + m_2)l_1 \cos(\theta_1(t)) + \frac{l_1 m_1 \cos(\theta_1(t))}{2}\right)\ddot{\theta}_0(t) - \frac{gl_1 m_1 \sin(\theta_1(t))}{2} + (C(M + m_2)l_1 \cos(\theta_1(t) - \theta_2(t)))\ddot{\theta}_2(t) + (\delta_1 + \delta_2)\dot{\theta}_1(t) - \delta_2 \dot{\theta}_2(t) - (M + m_2)gl_1 \sin(\theta_1(t)) + (J_1 + (M + m_2)l_1^2)\ddot{\theta}_1(t) + C(M + m_2)l_1 \sin(\theta_1(t) - \theta_2(t))\dot{\theta}_2^2(t) = 0$$

Upper pendulum equation

$$(C(M + m_2) \cos(\theta_2(t)))\ddot{\theta}_0(t) + J_2 \ddot{\theta}_2(t) + \delta_2 (\dot{\theta}_2(t) - \dot{\theta}_1(t)) + (C(M + m_2)l_1 \cos(\theta_1(t) - \theta_2(t)))\ddot{\theta}_1(t) - C(M + m_2)g \sin(\theta_2(t)) - C(M + m_2)l_1 \sin(\theta_1(t) - \theta_2(t))\dot{\theta}_1^2(t) = 0$$

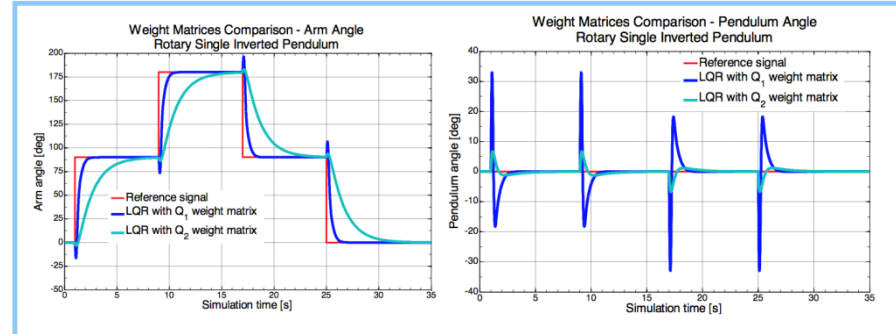
spustenie procesu
odvodenia

Optimálne riadenie podaktuovaných systémov



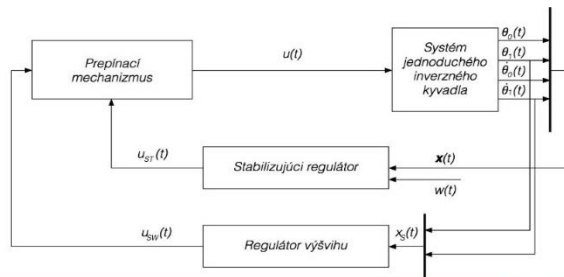
- stabilizácia systému rotačného inverzného kyvadla v hornom nestabilnom rovnovážnom stave s využitím metódy stavového riadenia na báze LQ algoritmu
- cieľ riadenia je daný ako privedenie rotačného ramena do preddefinovanej polohy za súčasného udržiavania kyvadla v hornej polohe
- rôzne volené váhové matice Q umožňujú vybalansovať požiadavky na
 - a) dostatočne rýchlu dobu nábehu ramena a b) dostatočne nízke prekmity kyvadiel

- stabilizácia systému *rotačného inverzného kyvadla* v hornom nestabilnom rovnovážnom stave
- porovnanie výsledkov dvoch algoritmov riadenia (metódy stavového riadenia na báze *LQ algoritmu založenom na diskretnom linearizovanom modeli systému* a metódy stavového riadenia na báze *stavovo závislej Riccatiho rovnice (SDRE)*)
- cieľ riadenia je daný ako
 - a) eliminácia počiatočného vychýlenia kyvadla
 - b) privedenie rotačného ramena do preddefinovanej polohy za súčasného udržiavania kyvadla v hornej polohe

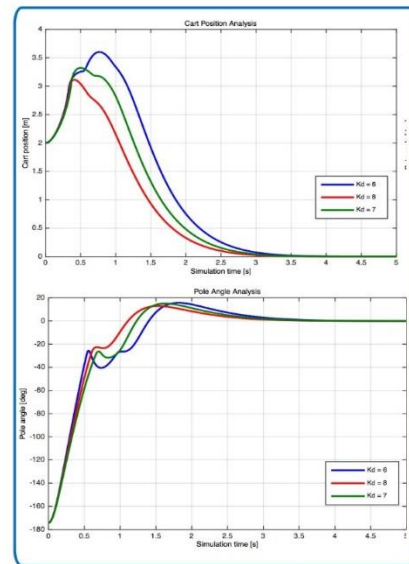
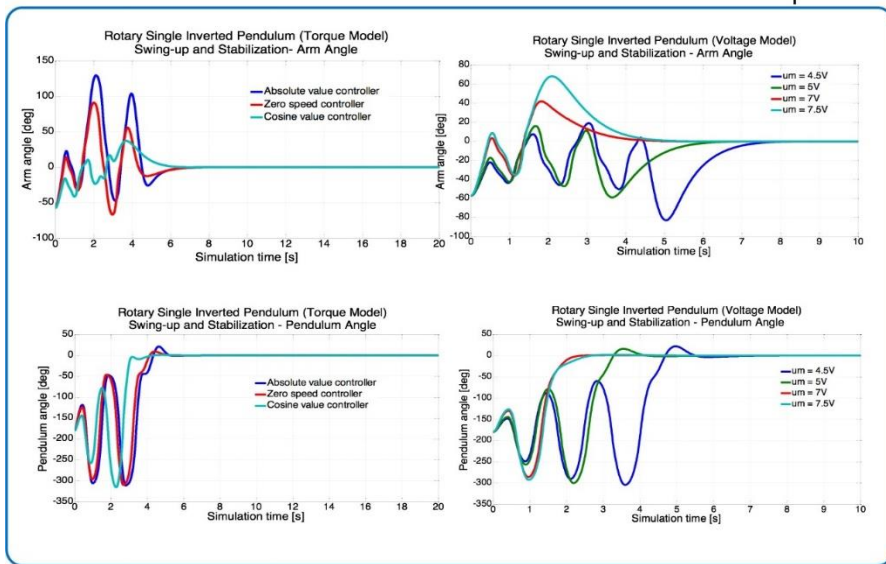


Návrh riadiacej štruktúry na báze hybridného riadenia pre riešenie úlohy výšvihu a stabilizácie kyvadla

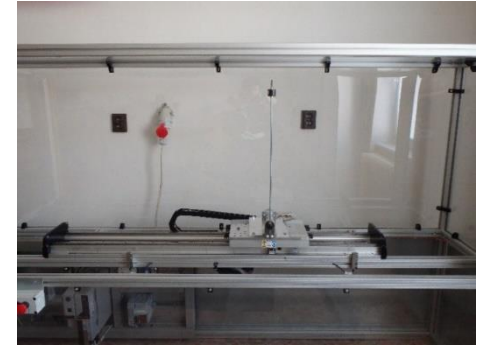
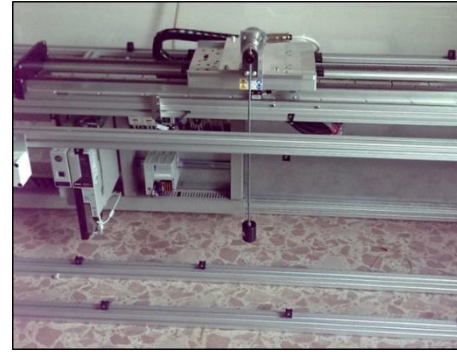
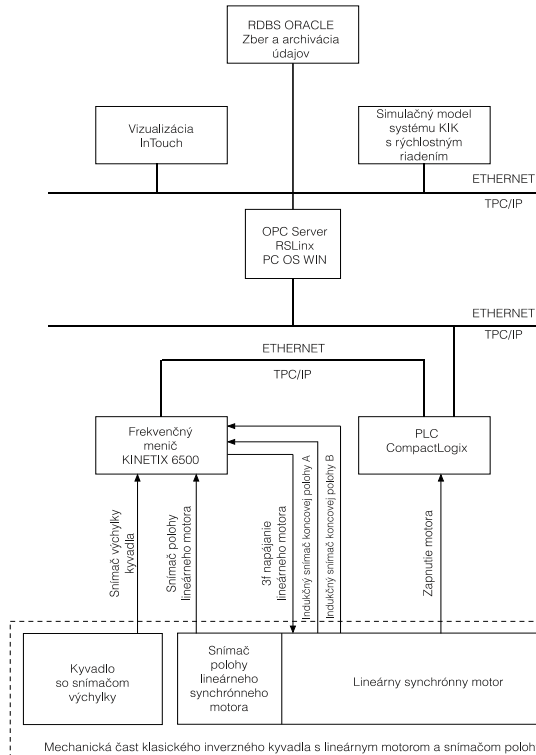
výšvih: metóda tvarovania energie (energy-based control)
stabilizácia: LQR na báze diskrétného modelu



výšvih: metóda čiastočnej spätnoväzobnej linearizácie (partial feedback linearization)
stabilizácia: LQR na báze diskrétného modelu



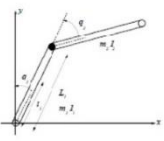
Identifikácia a riadenie laboratórnych modelov podaktuovaných mechanických systémov



Modelovanie podaktuovaných mechanických systémov – hybridný prístup

Automatic modeling for Underactuated Systems

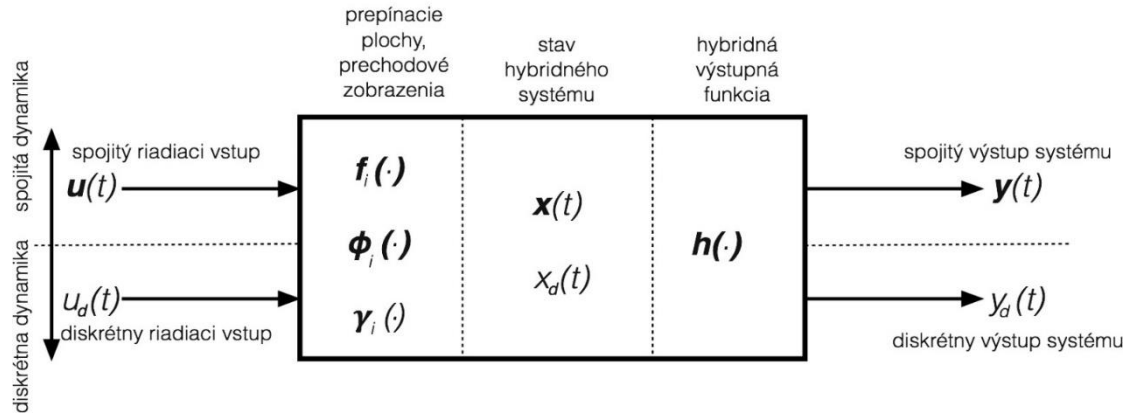
Type: Acrobot Reference Position: Up Direction of Rotation: Clock-wise Derive Equation



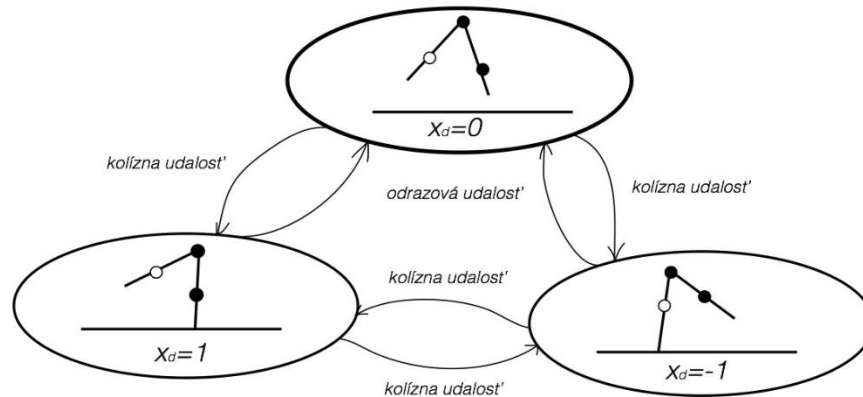
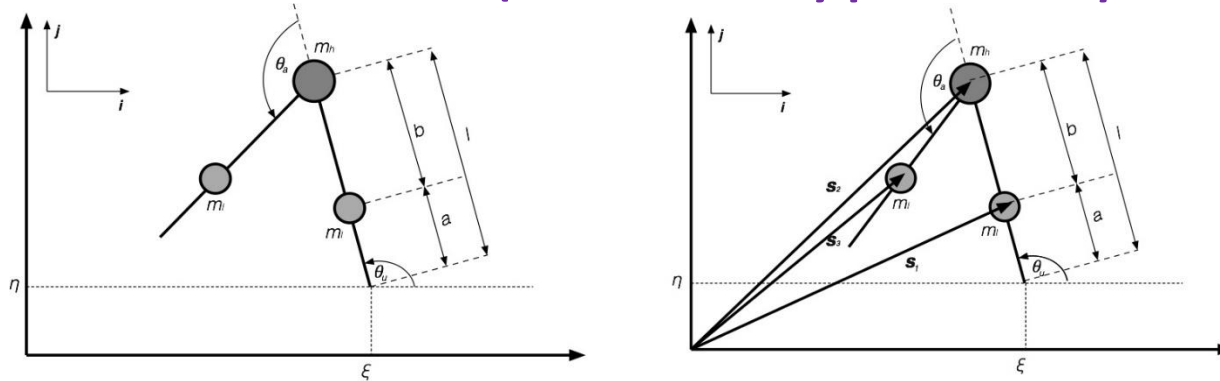
Equation of motion of Non-Actuated Link 1

$$\ddot{\theta}_2 (m_2 l_2^2 + L_1 m_2 \cos(\theta_2) l_2 + I_2) + \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_2 (m_2 L_1^2 + 2 m_2 \cos(\theta_2) L_1 l_2 + m_1 L_1^2 + m_2 l_2^2 + I_1 + I_2) - L_1 l_2 m_2 \sin(\theta_2) \dot{\theta}_2^2 - 2 L_1 \theta_1 l_2 m_2 \sin(\theta_2) \dot{\theta}_2 - g l_2 m_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) - L_1 g m_2 \sin(\theta_1) - g l_1 m_1 \sin(\theta_1) = 0$$

Equation of motion of Actuated Link 2

$$\ddot{\theta}_2 (m_2 l_2^2 + I_2) + \dot{\theta}_2 \dot{\theta}_2 (m_2 L_1^2 + L_1 m_2 \cos(\theta_2) l_2 + I_2) + L_1 \dot{\theta}_1^2 l_2 m_2 \sin(\theta_2) - g l_2 m_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) = T$$


Hybridný model jednoduchého planárneho kráčajúceho robota (chôdza typu *compass gait*)



Hydraulický systém

Hlavné riešené úlohy:

Analytické modelovanie

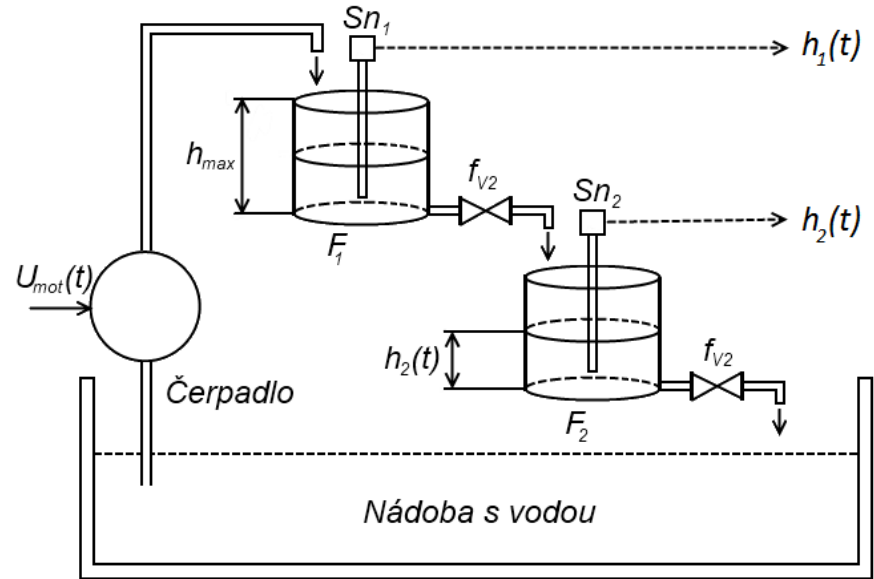
Experimentálna identifikácia

Návrh a overovanie algoritmov



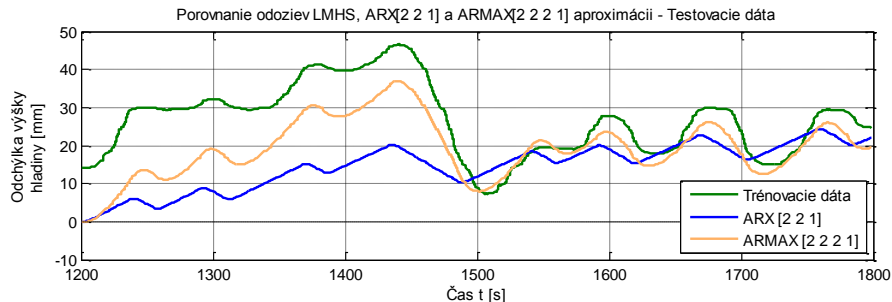
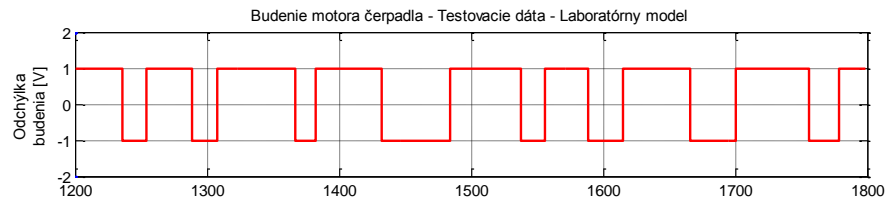
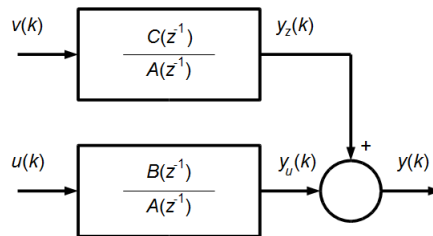
Hydraulický systém – analytické modelovanie

- Zostavenie matematického modelu na základe matematicko-fyzikálnych vzťahov
- Validácia voči reálnemu modelu hydraulického systému



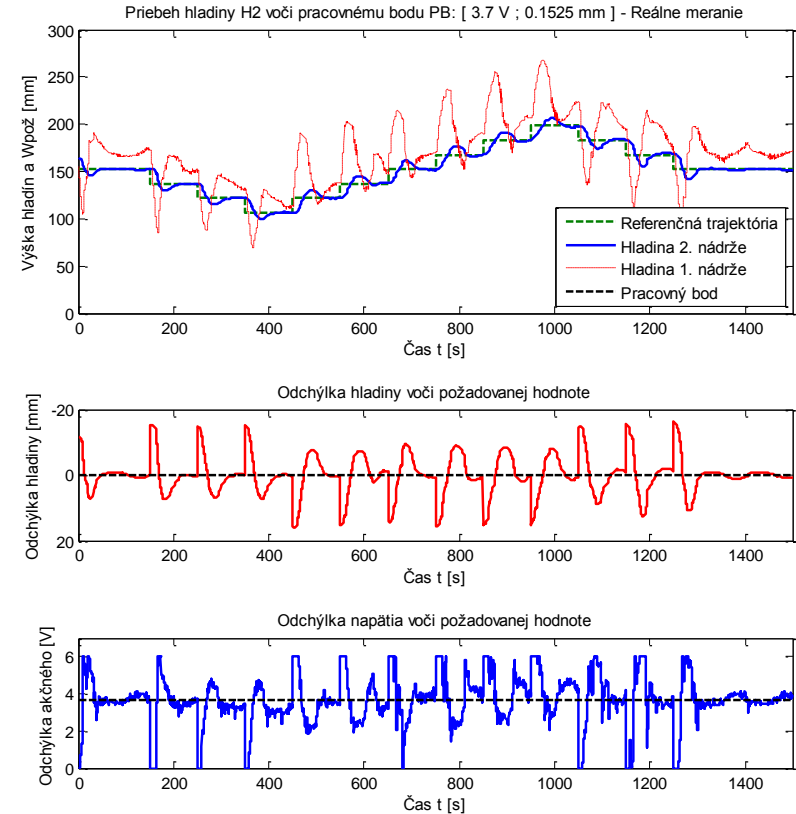
Hydraulický systém – experimentálna identifikácia

- Určenie modelu hydraulického systému na základe reálne odmeraných dát
- Porovnávanie voči reálnemu modelu a analytickému riešeniu



Hydraulický systém – overenie algoritmov riadenia

- Implementácia a testovanie navrhnutých algoritmov riadenia v PC
 - V Matlabe
 - V PLC automate Allen Bradley
- Overenie na reálnom modeli hydraulického systému



Pracovisko systémov s diskretnými udalosťami

Hlavné riešené úlohy:

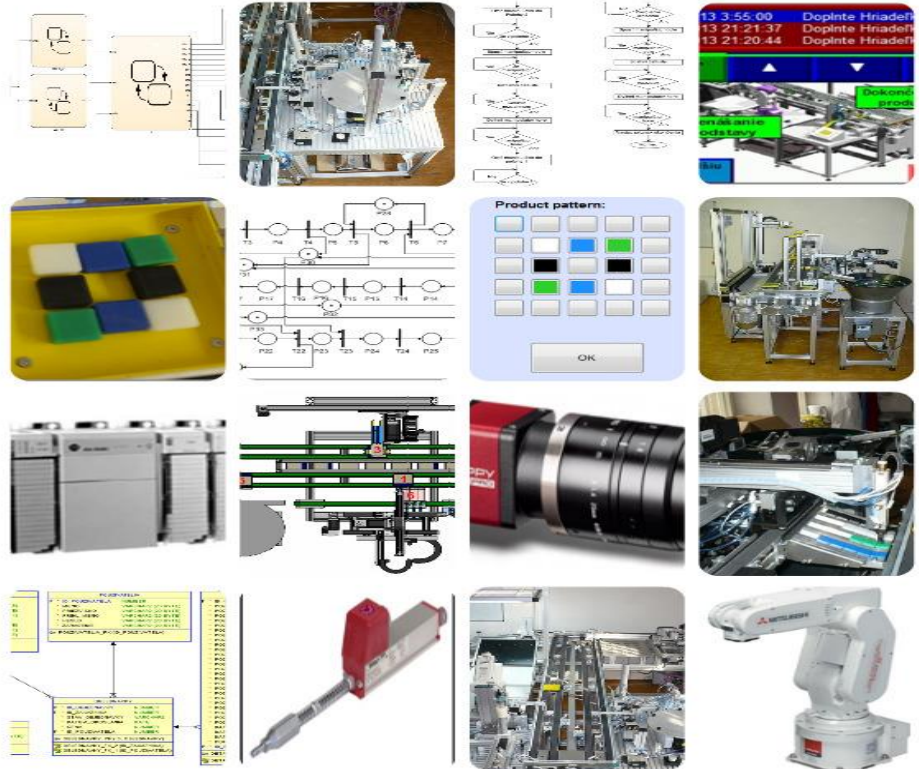
Riadenie výrobného procesu

Tvorba simulačných modelov

Diagnostika procesov

Tvorba informačných a manažérskych systémov

Úlohy rozpoznávania obrazu



Pracovisko systémov s diskretnými udalosťami

Flexibilný montážny podnik

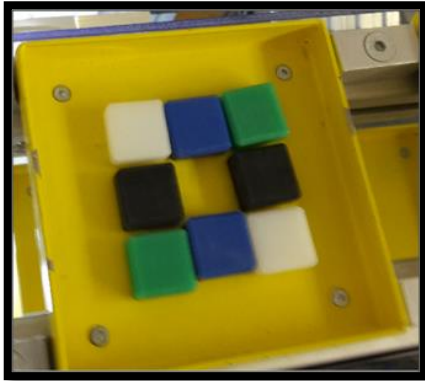
- FMP sa skladá z 5 postov
- Úloha: podľa objednávky vyskladať výrobok zo 4 rôznych dielov (podstavec, ložisko, hriadeľ, klobúčik)



Pracovisko systémov s diskretnými udalosťami

Pružný výrobný systém

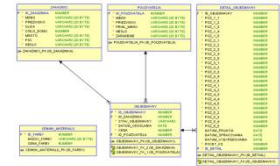
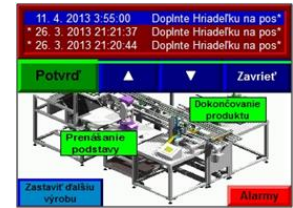
- PVS sa skladá zo 6 postov
- Úloha: podľa objednávky vyskladať farebný obrazec z 25 farebných kociek



Pracovisko systémov s diskretnými udalosťami

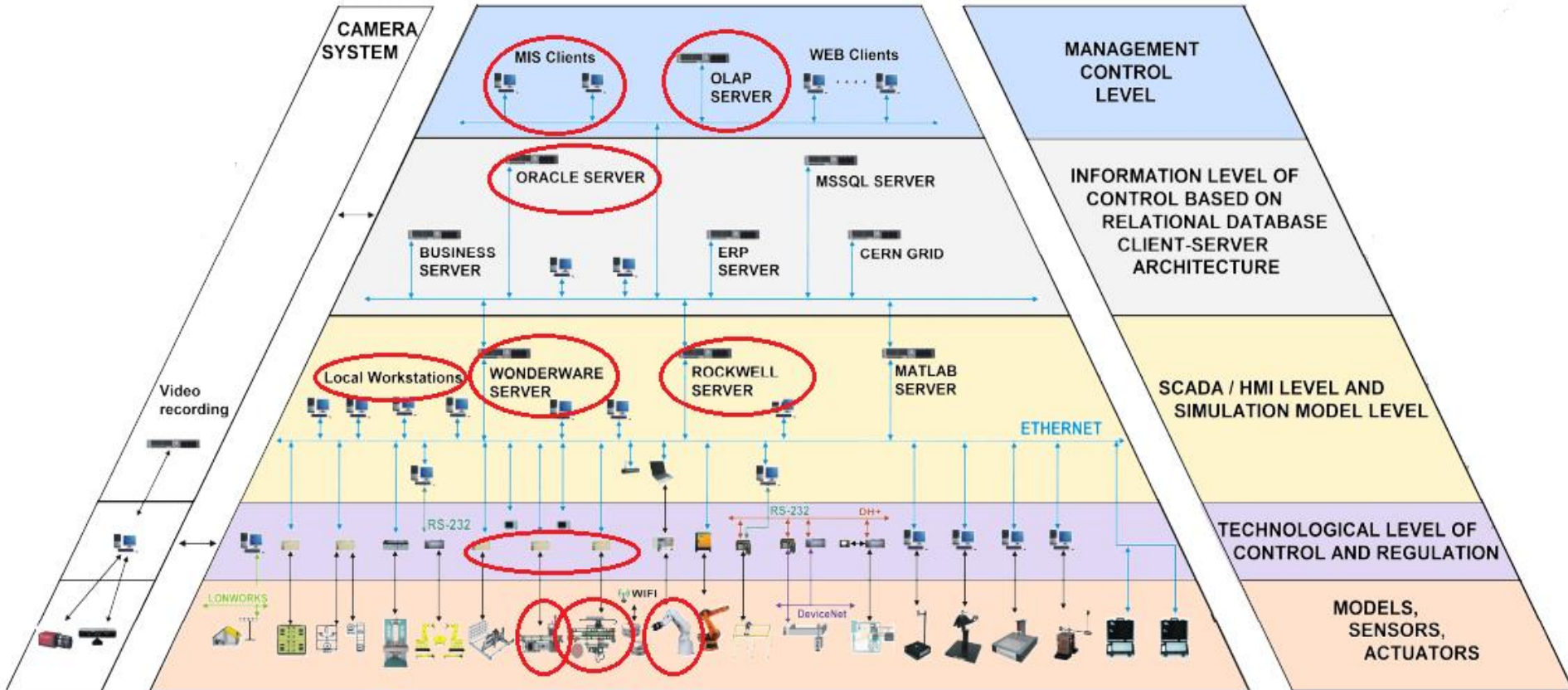
Využívané komponenty

- **Snímače, akčné členy:** indukčné, optické, odporové snímače, pneumatické piesty, krokové motory, kamerové systémy
- **Komunikačné rozhrania:** AS-i, Profibus, Ethernet, DeviceNet
- **Riadiaci systém:** CompactLogix
- **Riadiace nástroje:** RS Logix 5000, touchpanel PanelView Plus
- **Vizualizačné nástroje:** FT View, InTouch
- **Informačný systém :** prepojený s relačnou databázou Oracle (SQL Developer, SQL Data Modeler)
- **Business Intelligence & OLAP nástroje:** Analytic Workspace Manager, Oracle Discoverer, Oracle BI Plugin for Excel



Pracovisko systémov s diskretnými udalosťami

Využívané komponenty



<http://web.tuke.sk/kkui/podknam/>



KKUI
Katedra kybernetiky
a umelej inteligencie



CAK
Centrum aplikovanej
kybernetiky

