

Aplikace robotiky na katedře kybernetiky FAV ZČU v Plzni

11. výjezdní zasedání **Síťového centra robotiky** a
setkání členů **Klubu robotiky**.

Martin Švejda

ZČU v Plzni, FAV, Katedra kybernetiky

7. 6. 2013

1 Aktivita a současný stav na katedře kybernetiky s ohledem na mechatroniku a robotiku

2 Projekt:

3 DoF portálový robot a jeho řízení („Robotický lachtan“)

3 Projekt:

7 DoF sério-paralelní manipulátor AGEBOT

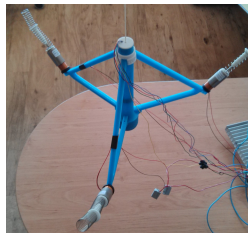
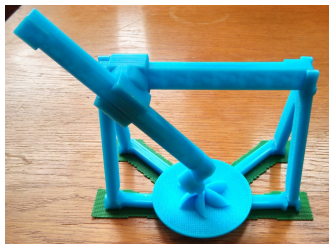
4 Projekt:

4 DoF sériový manipulátor pro NDT zkoušení

V posledních letech - rozvoj mechatroniky a robotiky na KKY - zejména v následujících oblastech:

- **algoritmy plánování pohybu mechatronických systémů**
 - aproximační a interpolační metody plánování trajektorií (spline, NURBS, ...)
 - časově optimální řízení s omezeními na rychlost, zrychlení, jerk
 - parametrizace složitých trajektorií pro speciální aplikace (např. s požadavkem na plynulost pohybu)
- **algoritmy řízení pohybu**
 - metody sledování požadované trajektorie manipulátoru
 - metody ZV řízení, decentralizované metody (PID regulace), centralizované metody (inverzní dynamika, pokročilé algoritmy)
 - tlumení vibrací, přímovazební metody (filtry, FIR Zero Vibration filtry)
 - tlumení vibrací, zpětnovazební metody (tlumení vibrací více-motových systémů)

- **syntéza a analýza robotických architektur**
 - návrhy robotických architektur pro speciální aplikace
 - vytváření kinematických a dynamických modelů (SimMechanics) - **Model Based Design**
 - výpočty přímých a inverzních kinematik sériových a paralelních manipulátorů
 - optimalizace parametrů manipulátorů
 - tvorba reálných modelů architektur manipulátorů (metoda 3D tisku) - **Rapid Prototyping**



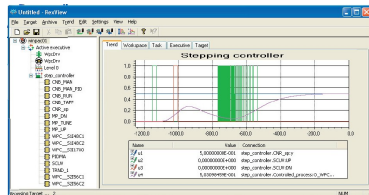
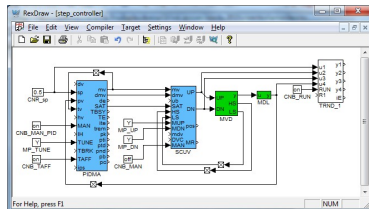
Modely robotů metodou 3D tisku (5-ti osý obráběcí stroj, skákající robot)

Vývoj vlastního řídicího systému REX:

- realizace komplex. alg. automatického řízení
- pokročilé alg. řízení (PID autotuner, prediktivní reg., tvarovací filtry, ...)
- programování pomocí knihovny funkčních bloků
- podpora platform (Windows Xp/7/CE, GNU/Linux + Xenomai, ...)
- komunikace a sběr dat (Ethernet POWERLINK, EtherCat, Modbus, CAN, OPC DataAccess,...)
- podpora bloků dle standardu **PLCopen Motion Control - knihovna MOTION** (koordinovaný víceosý pohyb, ...)



www.rexcontrols.cz



3 DoF portálový robot: „Robotický lachtan“ (1/2)

- Standardní portálový robot (Schneider Electric)
- elektrické PMSM motory
- koncový efektor s UZ senzory
- průmyslové PC (Advantech), RT OS (PharLap ETS)
- řídicí systém REX
- **Cíl:** stabilizace míče na jehle koncového efektoru manipulátoru
- pro výukové účely na KKY

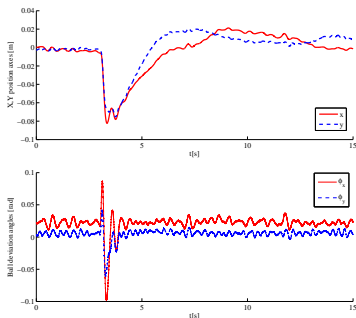


3 DoF portálový robot: „Robotický lachtan“ (2/2)

Řešené problémy:

- matematické modelování míče na jehle (kyvadlo)
- identifikace suportů manipulátoru
- zohlednění šířky pásma všech komponent (UZ snímače, pružné pásy)
- analýza říditelnosti \Rightarrow obtížně říditelný systém (P/G margin)
- robustní návrh regulátoru s omezeným řádem (metodou H - nekonečno)
- implementace v REXu

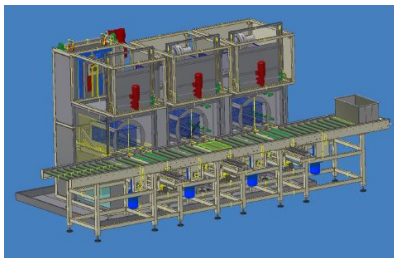
Reálný experiment:



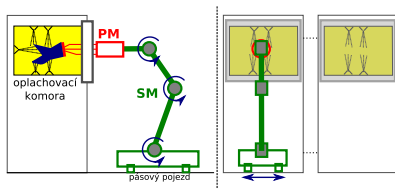
7 DoF sério-paralelní manipulátor AGEBOT (1/5)

Potřebnost projektu:

- ve spolupráci s firmou EuroTec JKR s.r.o.
- náhrada standardní technologie prům. odmašťování/odlakování/sušení
 - standardní pásové a pravouhlé dopravníky
 - jednoúčelovost, obtížná rekonfigurovatelnost
- vývoj univerzálního manipulátoru (komerčně nenabízené řešení)
 - speciální architektura (sériová a paralelní část)
 - možnost polohovat čištěný díl uvnitř oplachovací komory
 - zamezení styku elektro komponent s agresivními látkami
 - ⇒ AGEBOT (AGressive Environment roBOT)

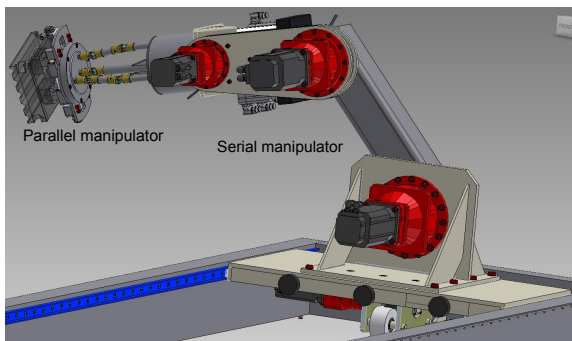


Stávající řešení (komorová myčka)



Manipulátor AGEBOT

7 DoF sério-paralelní manipulátor AGEBOT (2/5)



4DoF sériový manipulátor:

- 3 DoF translační (x, y, z), 1 DoF rotační (orientace ϕ)
- 4 rotační pohony (včetně lineárního pojezdu)
- základní polohování PM (čištěného dílu)

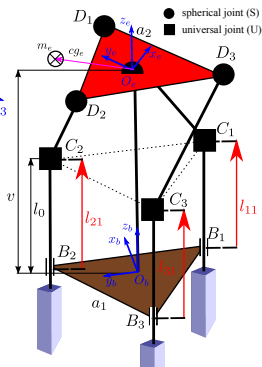
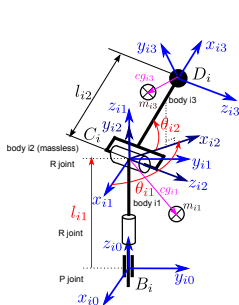
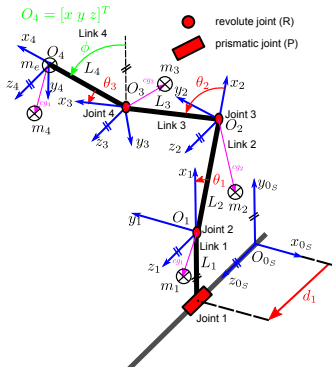
3 DoF paralelní manipulátor:

- 3 DoF translační (x, y, z Eulerovy úhly)
- 3 lineární pohony
- orientace dílu uvnitř mycí komory
- \Rightarrow separace elektroniky od ag. prostředí

7 DoF sério-paralelní manipulátor AGEBOT (3/5)

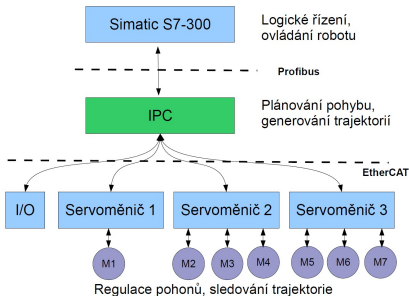
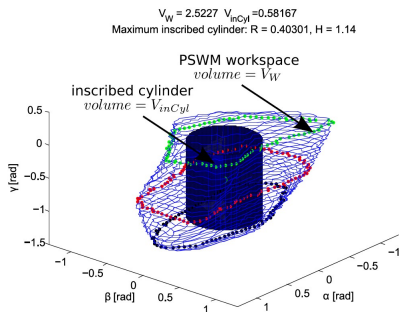
Řešené problémy:

- kinematické a dynamické modely sériové a paralelní části v Matlab/SimMechanics
- přímá a inverzní kinematická úloha



7 DoF sério-paralelní manipulátor AGEBOT (4/5)

- komplikovaná architektura PM - nutná optimalizace parametrů (optimalizační SW sférického zápěstí)
- syntéza řídicího systému (hierarchie)
 - průmyslové PC MOXA V-2400 (GNU/Linux + Xenomai)
 - nadstavený ŘS Simatic S7-300
 - řídicí systém REX (knihovna MOTION - PLCopen Motion Control)
 - tlumení reziduálních vibrací (filtry, ZV tlumení)

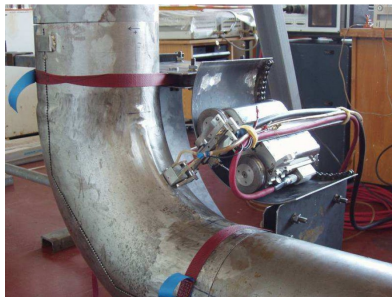
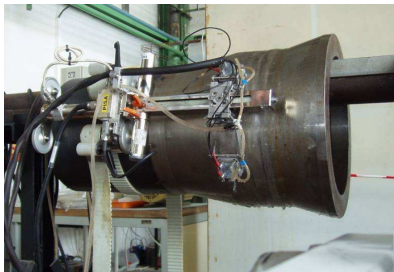


V současnosti funkční prototyp včetně celé technologie!

4 DoF sériový manipulátor pro NDT zkoušení (1/5)

Potřebnost projektu:

- nesení UZ sondy v aplikacích NDT zkoušení svarových spojů komplexních geometrií (např. v JE)
- současná řešení neuspokojivá (manuální manipulace se sondou, jednoúčelová zařízení - jeden typ svaru, nutné příslušenství)
- **Cíl:** vyvinout manipulátor pro zkoušení dané třídy svarů s minimálními nároky na prostor (nikoliv manipulátor „pro všechno“)



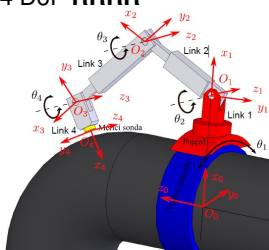
Standardní řešení jednoúčelových manipulátorů (PISA, PET2) pro kontrolu obvodového svaru a vnitřního svaru kolene

4 DoF sériový manipulátor pro NDT zkoušení (2/5)

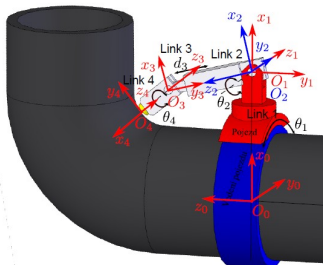
Řešené problémy:

- výběr vhodné architektury z kandidátů (hodnocení: složitost, prostorová náročnost, univerzálnost)
- vytvoření virtuálních simulačních modelů (Matlab/SimMechanics)

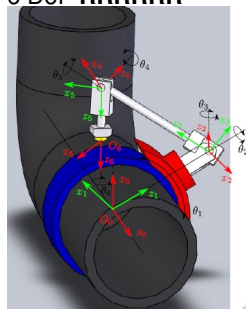
4 DoF RRRR



4 DoF RRRP

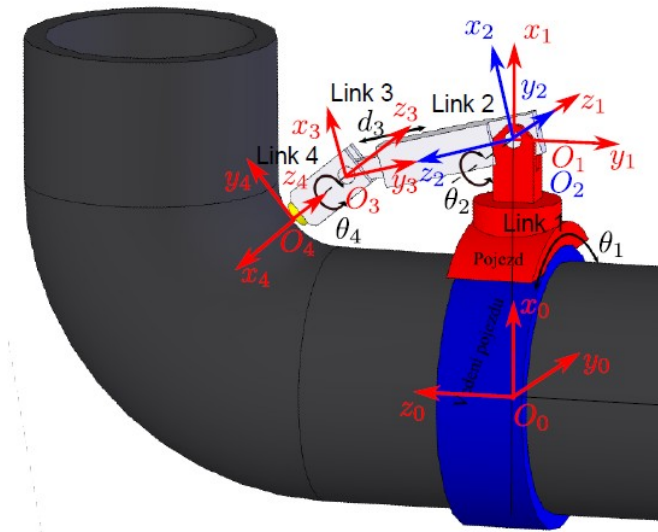


6 DoF RRRRRR



4 DoF sériový manipulátor pro NDT zkoušení (3/5)

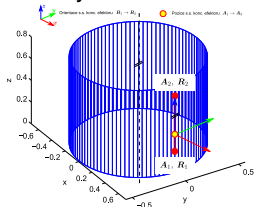
Vybraná architektura RRRP



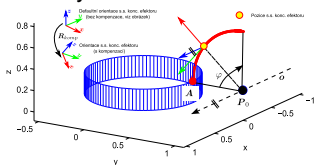
4 DoF sériový manipulátor pro NDT zkoušení (4/5)

- parametrizace trajektorií vybrané množiny testovaných svarů
- varianta trajektorií s rozmítáním/bez rozmítání UZ sondy
- komplikace plynoucí z nepřirozené parametrizace (např. ekvidistanční vzdálenosti na svaru nátrubku)

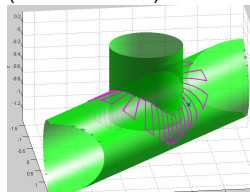
Podélný svar



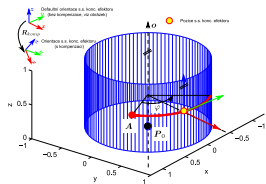
Podélný svar v kolenu



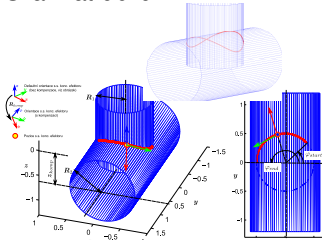
Svar nátrubky (s rozmítáním)



Obvodový svar



Svar nátrubky



KATEDRA KYBERNETIKY



Děkuji vám za pozornost.