



Žiadateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave

Projekt: Vedomostná fakulta pre hospodársku prax

ITMS kód projektu: 26110230113

Aktivita: 3.2

Zodpovedná za aktivitu: PhDr. Kvetoslava Rešetová, PhD.

**PROFILOVÁ PREDNÁŠKA ÚSTAVU APLIKOVANEJ INFORMATIKY,
AUTOMATIZÁCIE A MECHATRONIKY**

Názov aktivity	Aktivita 3.2 Tvorba nástrojov na transfer poznatkov do výučby.
Názov špecifického cieľa	3. Tvorba nástrojov pre transfer poznatkov vo výučbe.
Cieľ aktivity	Aktivita tvorby nástrojov na transfer poznatkov do výučby uzatvára tok informácií získaných z analýzy, mapovania prostredia vplyvu a nastavuje konkrétne nástroje na transfer týchto poznatkov do výučby. Jej cieľom bude vytvoriť súbor nástrojov na odovzdanie poznatkov získaných z predchádzajúcich aktivít do výučby na fakulte a tým zvýšiť vedomostný základ cieľovej skupiny. Cieľ aktivity sleduje funkcionality prenosu špičkovej odbornosti pre cieľovú skupinu.
Termín realizácie aktivity	10/2013 – 09/2015

Z opisu projektu – výber časti aktivity 3.2 : 1. Nástroj na transfer poznatkov – profilové prednášky výskumu

Obsahovo je vedeckovýskumná činnosť fakulty orientovaná najmä na nasledovné oblasti:

- oblasť materiálového výskumu s orientáciou na výskum, vývoj a technologické spracovanie hlavných druhov technických materiálov,
- výskum a vývoj nových technológií priemyselnej výroby, orientovaných najmä na technologické spracovanie moderných technických materiálov a ekologicky čisté produkcie,
- oblasť identifikácie, automatizácie a riadenia procesov, ako aj informačného zabezpečenia technologických, výrobných a organizačných systémov,
- oblasť výskumu a verifikácie princípov manažérskeho riadenia a jeho organizačné štruktúry,
- oblasť riadenia kvality a certifikácie procesov a výrobkov,
- oblasť bezpečnosti a spoľahlivosti technologických zariadení a systémov s dôrazom na metódy analýzy a syntézy systémov.

Definovaná charakteristika výskumu reflektuje na oblasti výskumu fakulty, podlieha hodnotiteľským procesom na fakulte. **Poznanie výskumného profilu, jeho identifikácia a zaznamenanie novým spôsobom by bolo obsahom profilových prednášok.** Z každej oblasti by bola zabezpečená prednáška špičkového odborníka z fakulty, ktorý by priblížil výskumnú charakteristiku, základný obsah výskumu a vývoja, ucelený pohľad na vedecko-výskumný profil ústavu fakulty (fakulta má 6 ústavov) v slovenskom i anglickom jazyku. Príprave (metóde realizácie) profilových prednášok by podliehalo: spracovanie textu v rozsahu adekvátnych autorských hárkov, preklad textu, licenčné podmienky pre použitie diela s autorom prednášky. Takto vytvorené profilové prednášky by mohli byť významným materiálom pre :

- výučbu na fakulte v jej prierezových predmetoch
- prezentáciu ústavu doma i v zahraničí
- rozšírenie mediálneho priestoru pre reprezentačné účely celého projektu
- inovatívnym spracovaním obsahu výskumu na fakulte.

Definované výstupy z aktivity v opise projektu:

Základ pre výstupy tejto aktivity budú determinované úspešnosťou dosiahnutia realizácie aktivít projektu a to najmä aktivít: zo stakeholderingu – aktivita 1.1, z portálu firiem z aktivity 2.1, z realizácie aktivity 3.1 zo získaných e-. Práve táto prepojenosť jednotlivých aktivít a prietok informácií a väzieb medzi nimi môžu infikovať úspešnosť transferu poznatkov do výučby. Všetko, čo bude možné dosiahnuť v predchádzajúcich aktivitách sa zúročí v tejto záverečnej aktivite, ktorá má byť priestorom pre odovzdanie poznatkov, zvýšenie vedomostného základu a prostredím pre naplnenie hlavného cieľa projektu. Konkrétnymi výstupmi aktivity teda budú:

- **6 profilových prednášok mapujúcich vedecko-výskumný charakter šiestich ústavov fakulty, ktoré budú využiteľné nielen vo výučbe, ale budú mať aj silný prezentačný význam pre celú fakultu**
- zabezpečenie min. 30-tich virtuálnych nahrávok technologických postupov z vonkajšej hospodárskej praxe s využiteľnosťou vo výučbe, t. z. rozšírenie škály informácií pre doktorandov fakulty z aplikačnej roviny

- zabezpečenie min. 30-tich virtuálnych nahrávok technologických postupov a procesov na fakulte s cieľom využitia vo výučbe na fakulte a súčasne pre porovnávanie technologických procesov a získaných teoretických vedomostí z výučby na fakulte s poznatkami získanými v praxi
- 4 odborné prednášky pre doktorandov (ale i širší záujem výskumných pracovníkov fakulty), ktoré formujú vedomostný základ cieľovej skupiny v 4 zásadných okruhoch vedeckej práce.

Realizácia aktivity:

1. V súlade s cieľmi projektu bola uvedená aktivita predstavená riaditeľom ústavov MTF STU: **príloha 1**: Informácia pre ústavy z 12.12.2013 , **príloha 2** : List riaditeľom ústavov MTF zo dňa 21.1.2014
2. Riaditelia ústavov písomne delegovali zástupcu za ústav, ktorý bude zodpovedný za realizáciu profilovej prednášky – listy riaditeľov v archíve projektu u zodpovednej riešiteľky
3. Osobitné stretnutia zodpovednej riešiteľky s určenými pracovníkmi o štruktúre a obsahu profilových prednášok
4. Zber údajov, úprava textov, grafické spracovanie prednášok
5. Zabezpečenie prekladov textov
6. Finálne zostavenie prednášok do zborníka vedeckých prác v elektronickej podobe
7. Zverejnenie profilových prednášok

Garanti spracovania profilových prednášok:

Za Ústav materiálov – Mgr. Marián Palcut, PhD.

Za Ústav výrobných technológií – doc. Ing. Erika Hodúlová, PhD.

Za Ústav priemyselného inžinierstva a manažmentu – doc. Ing. Helena Makýšová, PhD.

Za Ústav bezpečnosti, environmentu a kvality – prof. Ing. Maroš Soldán, PhD.

Za Ústav aplikovanej informatiky, automatizácie a mechatroniky – prof. Ing. Pavol Tanuška, PhD.

Za Ústav výskumu progresívnych technológií – doc. Ing. Maximilián Strémy, PhD.

Úvod

Odborné zameranie výskumnej činnosti na MTF STU v Trnave vychádza z profilu fakulty v pedagogickej oblasti, je v súlade s dlhodobým zámerom rozvoja Slovenskej technickej univerzity v Bratislave a pokrýva celé spektrum vzdelávacieho pôsobenia na MTF STU. Výskumná činnosť tvorivých pracovníkov MTF STU sa realizuje formou:

- projektov základného výskumu, podporovaných grantovou agentúrou VEGA,
- projektov aplikovaného výskumu s podporou grantovej agentúry KEGA,
- projektov, riešených v rámci medzinárodných programov,
- projektov medzinárodnej vedecko-technickej spolupráce,
- projektov základného a aplikovaného výskumu s podporou grantovej agentúry APVV,
- zmluvného výskumu a vývoja (obchodné zmluvy).

1. Veda a výskum na MTF

Priority výskumu a vízia MTF STU

Cieľom Materiálovotechnologickej fakulty STU v Bratislave so sídlom v Trnave je, v kontexte s víziou STU, byť **výskumne orientovanou a medzinárodne uznávanou fakultou** v rámci fakúlt podobného zamerania vo svetovom meradle t.j. fakúlt, ktoré rozvíjajú moderné trendy vo výskume a priemyselnej výrobe, s dôrazom na progresívne materiály, sofistikované výrobné technológie a priemyselné inžinierstvo, automatizáciu a informatizáciu výrobných a technologických procesov ako aj kvalitu, bezpečnosť, environmentálne a manažérske aspekty priemyselnej produkcie.

Poslanie MTF STU

V súlade s definovaným poslaním Slovenskej technickej univerzity chce Materiálovotechnologická fakulta STU ako univerzitná fakulta aktívne prispievať k jeho naplneniu - **s prioritou na materiálové vedy a výrobné technológie** - v akreditovaných oblastiach výučby, vedy a výskumu v rámci stanovených kompetencií:

- ponúkať a realizovať univerzitný systém vzdelávania vo všetkých stupňoch v akreditovaných študijných programoch,
- šíriť, prehĺbovať a rozvíjať poznanie nástrojmi vedy a výskumu,
- zabezpečiť prenos výsledkov vedy a výskumu do procesu vzdelávania,
- zabezpečiť transfer výsledkov vedy a výskumu do podnikateľskej praxe,
- chrániť výsledky svojho výskumu,
- začleniť sa do univerzitného systému celoživotného vzdelávania,
- podieľať sa na dlhodobom udržateľnom rozvoji spoločnosti všetkými svojimi aktivitami, ale hlavne rozvíjaním harmonickej osobnosti študenta v kontexte ideálov humanizmu a demokracie.

Generálne a strategické ciele pre výskum

1. Publikovať výsledky výskumu a tvorivej činnosti v medzinárodnom prostredí, najmä v renomovaných medzinárodných vedeckých časopisoch.
2. Posilniť postavenie MTF STU v projektoch medzinárodnej spolupráce.
3. Budovať výskumnú infraštruktúru (prístrojovú) vrátane kvalifikovanej obsluhy.
4. Posilniť spoluprácu s praxou od súkromných priemyselných podnikov až po verejné inštitúcie a authority.
5. Zamerať výsledky výskumu a slobodného bádania aj na výstupy vo forme patentov.
6. Posilniť orientáciu na iné ako dotačné zdroje zo štátneho rozpočtu, najmä na zdroje zo zahraničia, z grantových agentúr na projekty, z podnikateľskej činnosti.

Zameranie výskumnej činnosti je orientované na:

Výskumná činnosť tvorivých pracovníkov MTF STU sa realizuje formou:

- projektov základného a aplikovaného výskumu a rozvoja,
- projektov riešených v rámci medzinárodných programov,
- projektov medzinárodnej vedecko-technickej spolupráce,

- zmluvného výskumu a vývoja (obchodné zmluvy).

Obsahovo je vedeckovýskumná činnosť fakulty orientovaná najmä na nasledovné oblasti:

- oblasť materiálového výskumu s orientáciou na výskum, vývoj a technologické spracovanie hlavných druhov technických materiálov,
- výskum a vývoj nových technológií priemyselnej výroby, orientovaných najmä na technologické spracovanie moderných technických materiálov a ekologicky čisté produkcie,
- oblasť identifikácie, automatizácie a riadenia procesov, ako aj informačného zabezpečenia technologických, výrobných a organizačných systémov,
- oblasť výskumu a verifikácie princípov manažérskeho riadenia a jeho organizačné štruktúry,
- oblasť riadenia kvality a certifikácie procesov a výrobkov,
- oblasť bezpečnosti a spoľahlivosti technologických zariadení a systémov s dôrazom na metódy analýzy a syntézy systémov.

2. Profilová prednáška Ústavu aplikovanej informatiky, automatizácie a mechatroniky

2.1 Charakteristika ústavu

Výskum na Ústave aplikovanej informatiky, automatizácie a mechatroniky je orientovaný do oblastí informatizácie a automatizácie riadiacich procesov na všetkých úrovniach riadenia priemyselnej výroby a reflektuje moderné trendy riadenia procesov podľa pyramídového modelu

Základná stratégia riadenia výskumu UIAM vychádza striktnie z požiadaviek európskej legislatívy na harmonizáciu procesov pre vývoj a prevádzkovanie hierarchických systémov riadenia ako aj na požiadavky vertikálnej integrácie informačných systémov riadenia.

Orientácia výskumu UIAM je daná snahou o naplnenie globálnych cieľov rozvoja ľudskej civilizácie:

- prostriedkami automatizácie v maximálnej miere prispievať k znižovaniu spotreby energie, čo má priamy dosah na vývoj ekológie,
- dôsledným rozpracovaním všeobecných požiadaviek formulovaných v medzinárodných štandardoch realizovať vývoj bezpečnostne kritických riadiacich systémov, čo má vplyv na zvyšovanie bezpečnosti a ochrany zdravia,
- využitím modelovania a testovania zložitých softvérových produktov zvyšovať efektívnosť vývoja, prevádzkovania a udržiavania hierarchických systémov riadenia procesov.

Na základe týchto princípov je výskum UIAM orientovaný do nasledujúcich oblastí:

1. *Výskum a vývoj v súlade s požiadavkami „fabriky budúcnosti“:*

- vývoj inteligentných metód riadenia a implementácia umelej inteligencie do riadenia,
- využitie prostriedkov virtuálnej reality a počítačovej simulácie,
- simulácia a optimalizácia procesov a systémov,
- Big Data a získavanie znalostí z výrobných databáz v hierarchickom riadení procesov,
- vývoj metodík a dokumentačných postupov v rámci životného cyklu výrobku a technológií zachovávajúcich princípy tzv. dobrých praktík,
- horizontálna a vertikálna integrácia informačných a riadiacich systémov (koncept MII),
- vývoj metodík pre testovanie softvéru riadiacich systémov,
- identifikácia a optimalizácia parametrov riadenia, ktoré majú vplyv na zvyšovanie bezpečnosti riadenia priemyselných procesov,
- vývoj v oblasti bezpečnostne kritických riadiacich systémov.

2. *Podpora transferu základného výskumu do praxe:*

- základný výskum v oblasti teórie riadenia spojitých a diskrétnych nelineárnych dynamických systémov,
- vývoj algoritmov riadenia na základe teórie dynamických systémov,
- riadenie dynamických systémov s rýchlou spätnou väzbou,

- využitie teórie grafov v návrhu zložitých sieťových štruktúr.

Vedecký profil UIAM je v súlade s trendmi, ktoré boli vytýčené konceptom Industry 4.0.

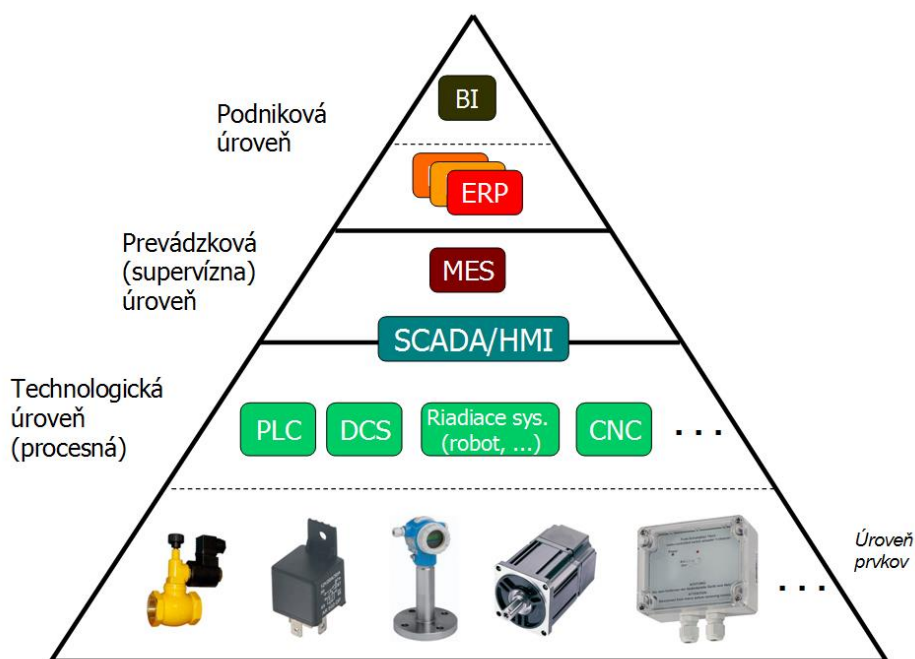
Ústav aplikovanej informatiky, automatizácie a mechatroniky buduje v rámci projektu Univerzitný vedecký park (2013-2015) pracovisko **Automatizácie a Informatizácie Výrobných Procesov a Systémov** (AIVPS) ako flexibilný systém automatizovaného riadenia technologických a výrobných systémov.

Zámerom novo pripravovaného pracoviska je vybudovanie a etablovanie silného regionálneho centra excelentnosti zameraného predovšetkým na automobilový a elektrotechnický priemysel, ktorý je v našom regióne silne zastúpený (VW, Peugeot-Citroen, ZF, Samsung, Foxconn a podobne). Vybudované pracovisko AIVPS bude výrazne posilňovať transfer inovácií do priemyselných subjektov.

2.2 Filozofia vedecko-výskumných a pedagogických aktivít ústavu

Základnou filozofiou vedecko-výskumných a pedagogických aktivít na Ústave aplikovanej informatiky, automatizácie a matematiky MTF STU je pyramídový model riadenia procesov.

V hierarchických riadiacich systémoch, každé oddelenie alebo podsystém rieši úlohy len na svojej vlastnej úrovni. Počiatočná informácia pre podporu rozhodovania a výpočet riadiacich signálov (zásahov) je prenášaná z nižších úrovní na vyššie a riadiaci signál (zásah) z vyšších úrovní na nižšie. V zložitých systémoch, akými sú napríklad riadiace systémy pre konkrétne odvetvie priemyslu, obchodnej spoločnosti alebo elektrizačnej sústavy rozoznávame tri a viac úrovní riadenia.



Obr. Pyramídový model

V automatizovaných riadiacich systémoch riadiace automaty a regulátory, ktoré riadia pohyby mechanizmov a funkcie strojov, spolu so snímačmi, ktoré monitorujú priebeh výrobného procesu predstavujú najnižšiu úroveň riadenia - tzv. procesnú úroveň.

Monitorované a snímačmi namerané informácie sú posielané do operátorského panela alebo do riadiaceho počítača, ktoré sa nachádzajú na tzv. prevádzkovej úrovni. Prvky na tejto úrovni vyhodnocujú presnosť z akou majú byť jednotlivé operácie vykonávané a generujú príkazy resp. žiadané hodnoty pre prvky procesnej úrovne.

Na vrchole pyramídového modelu sa nachádza tzv. podniková úroveň. Tu sa nachádzajú informačné systémy, ktorých primárnym účelom je pomáhať manažérom analyzovať prostredie, v ktorom organizácia pracuje, s cieľom určiť dlhodobé trendy a plánovať dlhodobé strategické rozhodnutia.

Aktivity ústavu sú orientované do oblastí informatizácie a automatizácie riadiacich procesov na všetkých úrovniach riadenia priemyselnej výroby a reflektujú moderné trendy riadenia procesov podľa pyramídového modelu, ktorý sme si v krátkosti práve predstavili.

Vedecko-výskumná činnosť UIAM je v súčasnosti postavená na štyroch základných pilieroch v ktorých sa realizuje výskum a vývoj, vrátane implementácie výsledkov vedecko-výskumnej činnosti do praxe.

Jedná sa o:

1. Systémy procesnej úrovne riadenia
2. Simuláciu výrobných systémov
3. Získavanie znalostí z databáz v hierarchickom riadení technologických a výrobných procesov
4. Analýzu spojených nelineárnych dynamických systémov s rýchlou spätnou väzbou

2.2.1 Systémy procesnej úrovne riadenia

Významný podiel na profilovaní absolventa v študijnom programe Automatizácia a informatizácia procesov v priemysle má oblasť **aplikovanej** automatizácie. Výskum, pedagogika a aj spolupráca UIAM s praxou je strategicky smerovaná v uvedenom kontexte a tak je to aj pre oblasť procesnej úrovne hierarchického modelu riadenia procesov, ktorá predstavuje prvý zo spomínaných štyroch pilierov.

Procesná úroveň predstavuje primárny zdroj informácií a priamy prostriedok pre vykonávanie riadiacich zásahov. Na UIAM sa v tejto oblasti výskumné a pedagogické aktivity orientujú najmä na:

1. návrh, realizáciu testovanie a dokumentovanie riadenia využívaním priemyselných programovateľných regulátorov
2. realizáciu systémov logického riadenia
3. riadenie bezpečnostne kritických systémov
4. zabezpečovanie životného cyklu riadiacich systémov podľa požiadaviek EÚ.

Riadenie spojených procesov predstavuje interdisciplinárnu oblasť, kde je potrebné teoreticky zvládnuť fyzikálnu podstatu riadeného procesu a následne efektívne využiť možnosti teórie riadenia, ktoré sú implementované v aplikačnom softvéri priemyselných regulátorov. Výskum na UIAM je tu orientovaný na vývoj virtuálnych priemyselných regulátorov, ale hlavne na vývoj systematických postupov, ako maximálne efektívne využívať aplikačný softvér regulátora daného typu.

Tento prístup umožňuje výrazné zníženie nákladov na výučbu študentov a realizáciu školení pracovníkov z praxe, keďže nie je potrebný nákup reálnych priemyselných regulátorov. Napríklad školenia pre UDC 3300 boli úspešne vykonané pre ProCS Šaľa, Hlinikáreň Žiar nad Hronom, školenie učiteľov odborných škôl. V rámci nášho výskumu boli vyvinuté špeciálne pre účely výučby aj virtuálne modely rôznych technologických procesov, ktoré umožňujú simulovať situácie reálneho riadenia procesu.

UIAM disponuje aj reálnymi priemyselnými regulátormi a skúsenosti dokazujú, že prechod operátora z virtuálneho na reálny je bezproblémový, prakticky výsledky testov nevykázali nedostatky pri používaní reálnych regulátorov. V rámci výskumu bolo potrebné vyvinúť analógovú verziu riadených procesov, ktoré poskytujú možnosť v plnej miere overiť konfiguráciu priemyselného regulátora pracujúceho v reálnom čase.

Na UIAM sa zaoberáme aj problematikou inteligentných domov. Z tejto širokej oblasti boli riešené problémy optimalizácie HW a SW vybavenia, klasifikácie funkcií inteligentných domov, ako aj realizovaný model domu pre účely výskumu v tejto oblasti.

Časť výskumu je venovaná problematike zabezpečenia životného cyklu riadiacich systémov. Jedná sa o etapy životného cyklu riadiacich systémov, ktoré súvisia s dokumentovaním všetkých procesov tak, ako je to vyžadované medzinárodnými štandardami.

Ide napríklad o spôsob ako zostavovať špecifikácie používateľa riadiaceho systému, funkčné špecifikácie a ďalšie špecifikácie. Zaoberáme sa metodikou verifikácie a validácie týchto špecifikácií, pričom výskum smeruje k automatizovanej administratíve. Priebežne je zabezpečovaný aj transfer výsledkov výskumu v tejto oblasti aj do výučby. Osobitná pozornosť je venovaná procesom validácie a verifikácie, kde v štádiu vývoja je systematický postup pre priebežný monitoring úrovne otestovania splnenia špecifikácií bežiacieho projektu.

Ďalšou dôležitou oblasťou automatizácie sú diskkrétne procesy, ktorých riadenie je postavené na princípe konečných automatov, kde je potrebné zvládnuť logické postupnosti a sekvencie riadených procesov, aby bolo možné efektívne aplikovať znalosti z teórie riadenia pri návrhu a implementácii riadiaceho softvéru programovateľných logických automatov tzv. PLC. Výskumné aktivity nášho ústavu sú v tejto oblasti orientované najmä na vývoj bezpečnostne kritických riadiacich systémov v súlade so všeobecnými požiadavkami formulovanými v medzinárodných štandardoch, čo má vplyv na zvyšovanie bezpečnosti a ochrany zdravia ľudí a na bezpečnosť prevádzky rizikových technológií.

Taktiež sa zaoberáme sústavným vývojom fyzických modelov reálnych výrobných systémov, ktoré umožňujú študentom získať praktické zručnosti nielen v oblasti návrhu a implementácie riadiacich algoritmov, ale aj v oblasti uvádzania predmetných systémov do prevádzky a ich diagnostiky. Školenia, ktoré vykonávame v tejto oblasti pre prax, boli realizované napr. pre JAVYS a.s., FESTO s.r.o

Neodmysliteľnou súčasťou spomínaných oblastí automatizácie sú systémy vizualizácie procesov a operátorského riadenia. Úlohou týchto systémov je zabezpečiť interakciu medzi riadenou technológiou a obslužným personálom. Spomínané vizualizačné rozhrania sú súčasťou všetkých úrovní pyramídového modelu riadenia procesov.

Realizované projekty

V rámci vývoja a výskumu v oblasti systémov procesnej úrovne riadenia má ústav aplikovanej informatiky, automatizácie a matematiky relatívne bohatú spoluprácu s komerčnou praxou. Výsledkom tejto spolupráce je viacero doteraz realizovaných projektov nielen v oblasti návrhu a implementácie riadiacich systémov nových zariadení, ale aj renovácie a vylepšenia už existujúcich starších technologických zariadení.

Predmetom spolupráce so spoločnosťou VUJE a.s. bol návrh a realizácia riadiaceho systému a aplikačného programového vybavenia inšpekčného stendu pre monitorovanie stavu vyhoretého jadrového paliva. Spomínané zariadenie umožňuje vykonávať viaceré skúšky na palivových kazetách za účelom sledovania ich degradácie počas tzv. mokrého skladovania v dočasnom úložisku.

Jedným z ďalších projektov realizovaných pre spoločnosť VUJE a.s. bol návrh a implementácia podporného meracieho systému na riadenie priebehu a vyhodnocovania experimentov, ktorých účelom bolo preukázať jadrovú a radiačnú bezpečnosť kontajnerov na prepravu vyhoretého jadrového paliva.

V oblasti spolupráce s automobilovým priemyslom pracovníci nášho ústavu taktiež realizovali niekoľko projektov pre spoločnosť VW Slovakia a.s. Predmetom spolupráce bol napríklad návrh a realizácia meracieho a vyhodnocovacieho pracoviska s využitím laserovej meracej hlavice. Tento systém slúži na presné ustavenie karosérie na plošinu montážneho dopravníka.

Na linke finálnej montáže automobilov VW Touareg a Porsche Cayanne sme realizovali návrh a implementáciu riadiaceho systému manipulátora hybridných batérií. Súčasťou tohto projektu bolo aj pilotné nasadenie automatického návratu dopravníka do východzej polohy na začiatku taktu s detekciou prekážok resp. obsluhy v návratovej dráhe, realizované prostredníctvom bezpečnostného laserového skenera. Spomínaný systém sa stal referenciou pre ďalšie podobné manipulátory na linke.

V rámci spolupráce s plastikárskym priemyslom sme realizovali renováciu riadiacich systémov dvoch starších technológií určených na rezanie expandovaného polystyrénu. Prvou z nich bola píla na rezanie stavebného obkladového polystyrénu s automatickým nastavovaním produkčných parametrov.

Druhou zo spomínaných technológií bola kontúrovacia píla na vyrezávanie tvarovo zložitých výrobkov. Pôvodný nehomogénny riadiaci systém bol nahradený komplexným riadiacim CNC systémom Sinumerik. Nové riadenie nielenže rozšírilo produkčné možnosti píly, ale aj podstatne zjednodušilo proces prípravy výroby ako aj obsluhu zariadenia.

Pracovníci nášho ústavu realizujú projekty nielen doma na Slovensku, ale aj v zahraničí. Jedným zo zahraničných projektov bola realizácia prototypovej montážnej linky pre kompletovanie sedadiel vodiča a spolujazdca pre zákazníka v Španielsku. Zaujímavosťou tohto projektu bolo súčasné budovanie štyroch obdobných liniek v dvoch mestách vzdialených šesťsto kilometrov. Z funkčného hľadiska boli linky zaujímavé možnosťou rýchlej rekonfigurácie technologického postupu montáže. Samozrejmosťou súčasťou tohto moderného systému bolo zapracovanie technológií Poka Yoke, Pick - To - Light, sledovateľnosti a zhody.

Okrem projektov, ktoré sú financované koncovým zákazníkom sa v rámci spolupráce UIAM so súkromnými spoločnosťami zaoberáme aj riešením projektov financovaných zo štrukturálnych fondov EÚ. V tejto oblasti spolupracujeme napríklad so spoločnosťou Qintec s.r.o. na výskume a vývoji zariadení a aplikačného softvérového vybavenia pre systémy telemetrického zberu meraných údajov. Účelom vyvíjaných systémov je v tomto prípade monitorovanie a vyhodnocovanie radiačnej situácie v okolí jadrových elektrární, s cieľom zvýšiť bezpečnosť civilného obyvateľstva.

2.2.2 Simuláciu výrobných systémov

Doteraz spomínané aktivity patria do prvého piliera vedecko-výskumnej činnosti UIAM. Druhým základným pilierom, ktorý si bližšie predstavíme v nasledujúcich minútach je simulácia výrobných procesov.

Simulácia slúži k riešeniu rôznorodých problémov vyskytujúcich sa v reálnych/virtuálnych systémoch. Simulácia je proces návrhu modelu, jeho transformácia do simulačného modelu v konkrétnom prostredí simulátora a experimentovanie so simulačným modelom za účelom zistenia správania sa alebo zlepšovania vlastností systému. Treba mať na pamäti, že žiadny model nie je univerzálne použiteľný, čo značí, že každý špecifický problém resp. systém potrebuje svoj vlastný špecifický model.

Zaoberáme sa simuláciou, ktorá je chápaná ako diskretná, udalosťami riadená simulácia, ktorá umožňuje detailne sledovať napr. aktuálny stav výroby v podniku. Simulácia v tomto význame môže byť dôležitým nástrojom v riadení či projektovaní výrobných systémov, čiže umožňuje stanoviť spôsob zadávania výrobných úloh, ich poradie a spôsob prechodu systémom, optimalizáciu veľkosti výrobných dávok, minimalizáciu prestojov, vyhodnocovanie rôznych stratégií riadenia, alebo vykonávanie analýzy spoľahlivosti. Medzi hlavné výhody využitia simulácie patria:

- Získavanie poznatkov o správaní sa systému a jeho špecifik bez potreby reálneho systému
- Analýza a zdokonaľovanie systémov s nepretržitou prevádzkou (bez nutnosti zastaviť ich činnosť)

Zlepšenie komunikácie medzi skupinami pracovníkov v systéme

Uplatnenie simulačnej optimalizácie v riadení výrobných procesov.

Simulačná optimalizácia je používaná pre nájdenie najlepšieho riešenia z množstva simulačných experimentov, pričom poskytuje štruktúrovaný prístup k určeniu optimálnych hodnôt vstupných parametrov, kde je optimum merané funkciou výstupných premenných zo simulačného modelu. Možno povedať, že súčasné optimalizačné techniky predstavujú robustné algoritmy, ktoré je možné používať na riešenie rôznych reálnych problémov, no ako upozorňujú viacerí autori, ešte stále prevláda veľký skepticizmus nad výsledkami simulačnej optimalizácie v konkrétnych aplikáciách. V súvislosti s použitím simulačnej optimalizácie je potrebné poznamenať, že je mimoriadne výpočtovo náročná a bez počítačovej podpory ju nie je možné použiť.

Softvérové riešenie simulačnej optimalizácie

Softvérové balíky pre simulačnú optimalizáciu sú riešené ako plug-in moduly k základnej simulačnej platforme. Optimalizačný modul cyklicky obmieňa hodnoty vstupných premenných z nami definovaných rozsahov a podľa odoziev/výsledkov aktuálneho simulačného behu sleduje cieľ účelovej funkcie. Pod cieľom účelovej funkcie môžeme chápať napríklad minimalizáciu nákladov na výrobu 1 kusu výrobku.

Algoritmy pre softvérové riešenia simulačnej optimalizácie

Pochopiteľne existuje veľa metód, ktoré by mohli byť použité pre simulačnú optimalizáciu, avšak najpoužívanejšie v softvérových balíkoch pre simulačnú optimalizáciu sú heuristické vyhľadávacie algoritmy. Tieto poskytujú dobré, prijateľné a rýchle výsledky pre širokú paletu problémov. Spomenieme si len niekoľko významných heuristických algoritmov ako napríklad: genetické algoritmy, evolučné stratégie, simulované žihanie, tabu hľadanie, simplexové vyhľadávanie a pod.

Realizácia simulačnej optimalizácie

Použitie simulačnej optimalizácie bude realizované v simulátore WITNESS 14 od britskej spoločnosti Lanner Group Ltd. Tento simulátor je orientovaný predovšetkým na simuláciu výrobných systémov a procesov, obslužných systémov a logistických systémov a je založený na princípe diskkrétnej udalosťami riadenej simulácie.

Všeobecný postup simulačnej optimalizácie

Simulačná optimalizácia používa nasledujúci postup :

1. Definujú a inicializujú sa množiny hodnôt parametrov/vstupov pre simulačné experimenty (jeden alebo viac pre každý beh).
2. Získajú sa výsledky zo simulačného behu, optimalizačný modul volí nové hodnoty parametrov/vstupov z inicializovanej množiny.
3. Spustí sa nový simulačný beh s novými hodnotami.
4. Kroky 2 a 3 sa opakujú, pokiaľ algoritmus optimalizačného modulu nie je manuálne zastavený alebo neboli splnené podmienky na ukončenie algoritmu (preskúmaná inicializovaná množina vstupov alebo inak definovaných podmienok).

Tento všeobecný postup sa javí jasný a veľmi jednoduchý, ale jeho realizácia v praxi je oveľa komplikovanejšia.

V súvislosti so simulačnou optimalizáciou vzniká otázka, ako eliminovať veľký rozsah vstupných premenných. Optimalizačný modul poskytuje niekoľko možností:

1. Použiť vhodný krok zmeny vstupných parametrov alebo definovať len vybrané hodnoty (vznikne vymenovaná množina hodnôt).
2. Definovať obmedzenie v podobe funkčných závislostí vstupných premenných.
3. Zvoliť vhodný algoritmus pre optimalizáciu.

Prezentácia výsledkov simulačnej optimalizácie

Optimalizačný modul poskytuje reporty o priebehu optimalizačného procesu a činnosti zvoleného algoritmu. Správy sú prezentované v grafickej aj tabuľkovej podobe. Je možné zobrazovať aj iné zvolené funkcie, ktoré dokumentujú ďalšie výstupy simulácie.

Výhody a nevýhody simulačnej optimalizácie

Medzi silné stránky simulačnej optimalizácie možno zaradiť:

1. Jednoduché použitie pre rozličné problémy, napr. pre optimalizáciu cieľov výroby, určenie optimálnej veľkosti výrobných dávok či stanovenie optimálnych intervalov zadávania do výroby apod.
2. Simulačný model môže presnejšie nahradiť reálny systém ako matematický model.
3. Definícia účelovej funkcie je veľmi jednoduchá a nevyžaduje žiadny špeciálny matematický aparát.
4. Tiež určenie vstupných premenných a ich obmedzení býva pomerne jednoduché (ak sa urobí vhodná analýza a klasifikácia problému).

5. Simulačná optimalizácia prebieha automaticky (vykonáva ju optimalizačný modul).
6. Výsledky sú jasne prezentované.

Simulačná optimalizácia poskytuje reálne možnosti riešiť problémy v plánovaní a riadení výroby.

Napríklad:

- optimalizácia cieľov výroby;
- optimalizácia výrobných plánov;
- optimalizácia veľkostí výrobných dávok;
- optimalizácia výšky skladových zásob.
- podporu rozhodnutí v rozvrhovaní v reálnom čase

Simulačná optimalizácia sa javí ako užitočný nástroj aj v oblasti projektovania výrobných systémov.

Napríklad:

- optimalizácia počtu strojov;
- optimalizácia počtu dopravných prostriedkov;
- optimalizácia počtu pracovných síl.

Medzi slabé stránky simulačnej optimalizácie patria:

1. Simulačná optimalizácia musí pracovať s vytvoreným simulačným modelom systému, ktorý musí byť verifikovaný a validovaný
2. Optimalizácia môže trvať veľmi dlho.
3. Existuje riziko, že globálny extrém nebude nájdený, alebo že uviazne v lokálnom extréme.
4. Presnosť výsledku nie je možné vždy garantovať, pretože je to vždy kompromis medzi presnosťou a časom, za ktorý ho získame.
5. Cena softvérových balíkov je stále príliš vysoká.

Záver

Simulačnú optimalizáciu možno, vďaka svojej jednoduchosti a softvérovej podpore využiť pre riešenie rôznych problémov, no voľba správneho postupu závisí od riešiteľa, vytvoreného simulačného modelu a zložitosti problému. Simulačná optimalizácia je použiteľná všade tam, kde je, alebo nie je možné zostaviť matematický optimalizačný model, pričom vytvoriť simulačný model je s pomocou simulačných platforiem veľmi intuitívne a relatívne rýchle.

Spoločným problémom všetkých simulačných experimentov je nájsť najlepšie riešenie z obrovskej množiny experimentálnych výsledkov. Tento problém dokážu efektívne riešiť optimalizačné moduly napr. pre simulované žihanie, ktorému stačí spustiť 1% z množiny možných experimentov, aby našiel najlepšie riešenie.

Napriek značnému pokroku a rozvoju existuje veľa bariér, ktoré treba prekonať, aby sa stala simulačná optimalizácia silným nástrojom pre analytikov, ktorí riešia optimalizačné problémy. Verím, že bude bežnou metódou v rukách analytikov riešiacich mnohé problémy často komplikovaným spôsobom.

Realizované projekty

Optimalizácia nákladov spojených s prepravou a držbou zásob Riešené pre Plastic Omnium s.r.o., Lozorno, 2010

Simulácia výroby komponentov pre firmu IKEA Riešené pre IKEA Components s.r.o., Malacky, 2012

Hodnotenie výkonnosti výrobnéj linky kufrového obloženia pomocou simulácie Riešené pre IAC Group s.r.o., Lozorno, 2010

Hodnotenie výkonnosti výrobnéj linky dverových výplní pomocou simulácie Riešené pre IAC Group s.r.o., Lozorno, 2010

Simulácia nábehu výroby projektu Colorado 2 Riešené pre IAC Group s.r.o., Lozorno, 2009

Riešenie vstupov montáže integrovaných obvodov pomocou simulácie Invensys Slovakia, Trnava, 2012

Simulácia linky Hyundai, Kia vo firme ZF BOGE Elastmetall Slovakia a.s., Trnava 2013

Simulácia linky predúprav v ZF BOGE Elastmetall Slovakia a.s. , Trnava 2013

Optimalizácia výrobných dávok A dielov Riešené pre MIBA Vráble 2014

Zlepšenie zvolených parametrov výrobného systému v Hella Slovakia Front-Lighting, s.r.o., Kočovce, 2014

2.2.3 Získavanie znalostí z databáz v hierarchickom riadení technologických a výrobných procesov

Dôležitý problém, ktorý na našom ústave riešia viacerí výskumní pracovníci a doktorandi, je problém Business Intelligence (BI), ktorý môžeme chápať ako ucelený a efektívny prístup k práci s podnikovými údajmi, ktorý má vplyv na správnosť strategických rozhodnutí. BI môže byť ďalej chápané ako integrácia pre informačné technológie, aplikácie a metódy na zber, normalizáciu, analýzu, prezentáciu a interpretáciu dát.

Účelom Business Intelligence je konvertovať veľké objemy údajov (prevažne z dátových skladov) na poznatky alebo znalosti, ktoré sú potrebné pre koncového užívateľa. Poznatky môžeme následne využiť v procese riadenia na zvýšenie kvality, spoľahlivosti, bezpečnosti, ale aj efektívnosti či zvýšenie miery zisku.

Poznatky takto získané nie sú len konkrétne záznamy alebo množiny záznamov. Môžu to byť aj poznatky získané z pozorovania istej veličiny z manažérskeho prostredia alebo poznatky určujúce závislosti medzi údajmi. Preto moderné databázové servery obsahujú rozsiahlu podporu pre budovanie dátových skladov (data warehouse), analýzy OLAP (Online Analytical Processing) a dolovania údajov (data mining).

Systémy BI poskytujú hlboké analýzy nad veľkými objemami dát. Pomocou dataminingových modelov možno napríklad predpovedať z histórie údajov, ktoré máme uložené v úložisku, vyvíjanie sa daného procesu v budúcnosti.

Informácie uložené v databázových systémoch môžu byť rozdelené do dvoch kategórií. Prvá kategória obsahuje ten typ informácií, pre ktoré bola databáza skonštruovaná a je kvôli nim prevádzkovaná. Užitočné informácie sú obsiahnuté v konkrétnych hodnotách atribútov a ich kombináciách vzhľadom k väzbám daných databázovým usporiadaním. Užívateľ s dotazmi manipuluje pomocou dotazovacieho jazyka, napr. SQL.

Druhá kategória popisuje informácie, ktoré nie sú na prvý pohľad zrejmé ani z hodnôt atribútov, ani zo štruktúry databázy. Tieto informácie sú ukryté vo veľkom množstve databázových záznamov a môžu byť získané metódami induktívneho odvodzovania z hodnôt atribútov.

V súvislosti so znalosťami sa niekedy uvádza trojuholníkové schéma.

Dáta sú chápané ako náhodné skupiny jednoduchých faktov alebo udalostí. Zložitejšie fakty, ktoré vzniknú agregáciou jednoduchých faktických znalostí, reprezentujú informácie.

Znalosti sú výsledkom našich procesov vnímania, sú organizované tak, že z nich môžu byť odvodzované závery.

Získavanie znalostí z produkčných databáz

Skôr ako je možné pristúpiť k procesu získavania znalostí pre hierarchické riadenie procesov je nutné zrealizovať niekoľko nasledovných etáp:

- Na začiatku je potrebné vykonať analýzu charakteru údajov na všetkých úrovniach pyramídového modelu riadenia procesov a následne navrhnúť štruktúru a funkcie špecializovaného dátového úložiska.
- V druhej etape je dôležité verifikovať a validovať správnosť návrhu dátového úložiska s prihliadnutím na existenciu medzinárodných noriem a smerníc.
- A cieľom poslednej etapy je navrhnúť podsystém transformácie heterogénnych údajových štruktúr do jednotnej štruktúry, ktorá je daná návrhom úložiska údajov.

Zvládnutie uvedených troch etáp je nevyhnutný predpoklad pre dosiahnutie stanoveného cieľa, t.j. využitie dátových skladov pre riadenie procesov systémom s hierarchickou (viacúrovňovou) štruktúrou.

Navrhované riešenie pre získavanie znalostí pre hierarchické riadenie procesov je možné vidieť na nasledovnom obrázku.

Celkové riešenie je rozdelené do troch úrovní.

Základná úroveň, ktorá je informačne prepojená na samotný technologický a/alebo výrobný proces, sa nazýva úroveň riadenia. Vychádza zo štandardného pyramídového modelu.

Navrhnutý a projektovaný systém riadenia na úrovni technológie sa skladá spravidla z nasledovných subsystémov:

- zo subsystému merania, zberu a spracovania informácie (v štruktúre obsahuje meracie (senzory) a prenosové (zbernice) trasy),
- zo subsystému riadenia (vrátane prenosu akčných signálov na akčné členy),
- subsystému vizualizácie a komunikácie obsluhy so systémom riadenia (SCADA/HMI),
- z databáz reálneho času (realizuje sa ukladanie technologických dát a prenos týchto dát na úroveň analýzy),
- informačné systémy na rôznych úrovniach riadenia,
- subsystém integrácie informačných a riadiacich systémov,
- zo subsystému podpory riadenia (simuluje rôzne druhy modelov technologického a/alebo výrobného procesu a výrobných stratégií a pod.)...

Obsahuje všetky relevantné prvky a subsystémy, ktoré sú nevyhnutné pre riadenie procesov ľubovoľného priemyselného podniku a zabezpečuje okrem iných aj funkcie ako napr.:

- meranie okamžitých hodnôt veličín,
- monitorovanie veličín (napr. medzných hodnôt, trendov a pod.),
- ovládanie akčných členov,
- ručné operácie,
- zadávanie žiadaných hodnôt regulátorov a logické riadenie,
- vizualizáciu údajov,

- archivácia údajov o priebehu procesu,
- a prenos informácie na nadradenú úroveň.

Systémy riadenia pre rôzne typy procesov sú vo všeobecnosti charakterizované vlastnosťami ako:

- technológia systému riadenia je vo všeobecnosti distribuovaná,
- riadenie procesu vyžaduje rýchle (dynamické) a bezporuchové merania,
- riadenie procesu taktiež vyžaduje rýchly a spoľahlivý komunikačný subsystém na prenos informácie, t.j. krátke reakčné časy pri prenosoch,
- rýchle (dynamické) a spoľahlivé musí byť tiež ovládanie akčných členov (aktuátorov),
- vysokú prevádzkovú spoľahlivosť systému riadenia pri výpadkoch HW alebo SW,
- a zber a spracovanie nameraných signálov je realizovaný cyklicky v stanovených časových intervaloch...

Uvedené základné vlastnosti systémov riadenia sú v súčasnosti navrhované, projektované a realizované technickými a programovými prostriedkami na báze lokálnych počítačových sietí (decentralizované systémy riadenia – číslicové prvky riadenia sú prepojené komunikačným subsystémom).

Ďalšia úroveň, ktorú treba chápať ako nadradenú, je úroveň analýzy dát. Táto zahŕňa subsystémy na zber, extrakciu, transformáciu a integráciu údajov, vrátane samotného dátového skladu alebo operačného dátového úložiska. Súčasťou tohto systému sú aj nástroje a technológie OLAP.

Fundamentálna požiadavka na extrakciu a spracovanie údajov z produkčných databáz je zachovanie integrity dát. Vzhľadom na transformáciu a spracovanie dát do odlišných dátových štruktúr v dátovom úložisku je to nesmierne komplikovaná a v mnohých prípadoch ťažko riešiteľná požiadavka. Potencionálne znalosti, ktoré sú ukryté v obrovskom objeme dát, je treba vo viacerých krokoch pripraviť na spracovanie a pritom neporušiť vzťahy a väzby v týchto údajoch.

Obzvlášť komplikované je to pri dátach, ktoré vznikajú zo systémov označených ako bezpečnostne kritické.

Za bezpečnostne kritický systém označujeme systém, ktorého nesprávna funkčnosť (zlyhanie) môže mať katastrofálne následky, ako sú ťažké zranenia, či straty na životoch, obrovské škody na majetku alebo životnom prostredí.

Jednou zo základných vlastností bezpečnostne- kritických systémov je reálny čas, ktorý je zahrnutý v požiadavkách na takmer všetky bezpečnostne- kritické systémy. Nepotrebujeme získať iba hodnoverné výsledky merania a spracovania (technologické údaje), ale musíme ich získať aj v správnom čase.

Dnes sa stretávame s bezpečnostne kritickými procesmi podstatne častejšie ako v minulosti. Sú súčasťou nielen prevádzok ako napr. v chemickom a farmaceutickom priemysle, jadrovej energetike, oblasti riadenia procesov horenia a spaľovania a mnohé ďalšie prevádzky, ale patrí sem už aj riadenie základných procesov vo výrobných podnikoch, vrátane strojárskych.

Z uvedených faktov je možné konštatovať, že korektne navrhnutá dátová pumpa, často nazývaná aj proces ETT (ETL) je alfou a omegou správneho návrhu dátového skladu. Základný faktor, ktorý zabezpečí správne fungovanie dátovej pumpy, je jej verifikácia a validácia.

Posledná úroveň, ktorú treba chápať ako najvyššiu, je úroveň získavania znalostí, ktorá obsahuje subsystém KDD, vrátane subsystému na interpretáciu znalostí.

Iba správne získané (s využitím metód a techník data mining-u) a interpretované znalosti môžu byť efektívne využité pre zvýšenie kvality riadenia procesov. Preto najdôležitejšou časťou systému je modul interpretácie znalostí. Správne interpretované znalosti je následne treba využiť a zabezpečiť ich spätný transport do výrobného procesu. To sa realizuje prostredníctvom modulu „Generátor zásahov do riadenia výroby“.

Tento modul treba chápať ako interfejs medzi úrovňou získavania znalostí a úrovňou riadenia. Samotný modul je priamo napojený na SCADA/HMI systém a prostredníctvom neho sa priamo realizujú intervencie do výrobného procesu. Treba povedať, že zásahy so získanými a správne interpretovanými znalosťami sa môžu vykonávať v ručnom alebo automatickom móde.

Samotný informačný tok z úrovne získavania znalostí na technologickú úroveň môže okrem iného obsahovať aj napríklad

- parametre radiacích algoritmov,
- hodnoty bilančných výpočtov,
- statické a dynamické parametre modelov,
- parametre využiteľné pre diagnostiku zariadení – podpora údržby,

alebo podklady pre zaistenie kvality výroby a pod.

Aplikovaním navrhovaného riešenia do praxe môže samotný systém získavania znalostí pre hierarchické riadenie procesov napomôcť pri riešení rôznych problémov ako napr. :

- Predikcia havarijných stavov riadeného procesu založená na princípe nájdania analogickej situácie spracovaním veľkého množstva údajov v reálnom čase.
- Predikcia preventívnych kontrol výrobných zariadení, čo má súvis s údržbou. Pravidelné údržby sú drahé a navyše plán odstávok nekorešponduje vždy presne so životnosťou jednotlivých komponentov.
- Identifikácia vplyvu výrobných parametrov na výrobný proces.
- Identifikácia mierne chybných zdrojov informácií (snímačov), kde bežné techniky odhadu medzí príslušných alarmov zlyhávajú.
- Diagnostika výrobných systémov s ohľadom na celkovú životnosť týchto systémov.
- Identifikácia a optimalizácia relevantných parametrov riadenia, ktoré majú vplyv na zvyšovanie bezpečnosti riadenia priemyselných procesov.
- Chybné činnosti akčných členov, ako je nedostatočné vykonanie vypočítaného zásahu.
- Spresňovanie nelineárnych dynamických modelov riadených procesov s cieľom optimalizácie parametrov.
- Priebežné sledovanie kvality procesu riadenia na základe hodnotenia kvality z on line získavaných údajov.
- Detekcia chybových stavov výrobných zariadení ako aj jednotlivých výrobkov – odhaľovanie výskytu nepodarkov.
- Identifikácia rôznych neštandardných stavov, ktoré majú vplyv na výrobný proces a ktoré musí riešiť operátor výroby najčastejšie neplánovanou odstávkou stroja alebo časti technológie.
- Riešenie problémov s využitím získaných znalostí bez vopred zadaného cieľa.
- Predikcie pre potreby manažmentu podniku, rôzne ad hoc reporty.
- Efektívne zavádzanie a hlavne inovácie systémov riadenia na všetkých úrovniach.

Realizované projekty

V spomínanej oblasti, sa na našom ústave realizovalo niekoľko zaujímavých projektov pre koncových užívateľov.

1. Jedným z nich bol projekt návrhu koncepcie pre verifikáciu a validáciu integrovaného IS pre havarijné strediská JE-Mochovce, realizovaný pre VUJE a.s. v roku 2008. Predmetom spolupráce

bolo vypracovanie koncepcie a návrhu úloh pre verifikáciu a validáciu projektu integrovaného informačného systému pre havarijné strediská JE – Mochovce.

2. Nasledujúcim projektom bol projekt Návrhu metodiky a následná realizácia automatizácie evidencie a vyhodnocovania vybraných údajov, ktorý bol dokončený v roku 2001 pre SE-EBO, a.s. Cieľom projektu bol návrh metodiky a následná realizácia automatizácie evidencie a vyhodnocovania sledovaných parametrov v SE-EBO, a.s., pričom Informačný systém umožňuje sledovať vybrané parametre a automaticky upozorňovať obsluhu na neštandardné hodnoty týchto parametrov.

3. Ďalším projektom realizovaným na našom ústave bol projekt Technickej pomoci pri automatizovanom spracovaní nameraných údajov dávkového príkonu pri monitorovaní okolia el. SE-EBO pomocou monitorovacích vozidiel, zobrazenie nameraných údajov, polohy vozidla a archivácia údajov na riadiacom počítači. Projekt bol dokončený v roku 2003. Spolupráca bola zameraná na technickú pomoc pri automatizovanom spracovaní nameraných údajov dávkového príkonu pri monitorovaní okolia el. SE-EBO pomocou monitorovacích vozidiel a ich archivovanie. Poloha vozidiel je monitorovaná a v prípade potreby umožní obsluhu komunikáciu s posádkou vozidla za účelom presmerovania alebo úpravy definovanej monitorovacej trasy.

4. Návrh a implementácia IS na vedenie správy a pohľadávok bol projekt realizovaný v roku 2005 pre spoločnosť Gordic Consulting, s.r.o.

Predmetom spolupráce bol návrh a implementácia informačného systému pre evidenciu klientov, dlžníkov, pohľadávok a evidencia možností ich riešenia napr. formou definovania splátkového kalendára a podobne.

5. Projekt realizovaný v roku 2007 s názvom Modifikácia funkcionalít a softvéru pre teledozimetrický systém, ktorý bol pripravený pre SE-EBO, a.s, mal za cieľ spoluprácu pri modifikácii funkcionalít a softvéru pre automatické spracovanie nameraných údajov Teledozimetrického systému JE Bohunice.

6. V roku 2007 bol pre reklamnú agentúru Istropolitana D'arcy, spol. s r.o. realizovaný návrh a implementácia informačného systému ISTROCOUNT, ktorý bol zameraný na evidenciu realizovaných prác na projektoch internými zamestnancami agentúry. Na základe týchto údajov je možné presnejšie stanoviť cenu jednotlivých položiek v projekte a súčasne aj ohodnotenie zamestnancov agentúry.

7. Predmetom ďalšej spolupráce realizovanej v roku 2008 bol návrh a implementácia informačného systému pre správu harmonogramu prevádzkových kontrol. Služi na evidenciu prevádzkových kontrol používaných zariadených, umožní obsluhu získať prehľad o zariadeniach, na ktorých sa budú musieť vykonať kontroly v definovanom časovom období a naplánovať kontroly podľa aktuálnych potrieb.

8. Integrácia IS MOFIS a TIS pre EBO v roku 2009, bol ďalší z významných projektov realizovaných na našom ústave. Cieľom projektu bolo prepojenie Mobilného filtračného systému MOFIS s technickým informačným systémom TIS a dozimetrickým informačným systémom MISRK pre EBO

9. Posledným spomínaným projektom bol návrh IS pre firmu BOGE Elastmetal - vyťažovanie aut, realizovaný v roku 2013. Predmetom spolupráce bol návrh a implementácia softvérového riešenia zameraného na monitorovanie a nákladnej dopravy pre ZF SACHS Slovakia, a.s. Systém eviduje zmluvných dopravných partnerov, ich destinácie, transportné obmedzenia a tarify. Na základe týchto údajov umožní efektívnejšie plánovanie a využívanie nákladnej dopravy.

2.2.4 Analýza spojitých nelineárnych dynamických systémov s rýchlou spätnou väzbou

Ďalšou oblasťou výskumu realizovanou na našom ústave je analýza spojitých nelineárnych dynamických systémov s rýchlou spätnou väzbou opísaných systémom diferenciálnych rovníc prvého rádu.

Pomenovanie týchto systémov ako dynamických systémov s rýchlou spätnou väzbou vyplýva zo skutočnosti, že pre epsilon idúce k nule a s ohraničenými pravými stranami matematického modelu, je prípustné, aby príslušné stavové veličiny v ľubovoľnom bode časového intervalu neohraničene rástli. Táto situácia je typická pre mnohé zaujímavé prípady z praxe v súvislosti s javmi vznikajúcimi v nelineárnych systémoch, akými sú autooscilácie, rezonancia, hysterézia, oscilácie s vysokými frekvenciami a javy hraničnej vrstvy. Matematickým rámcom pre systémy s rýchlou spätnou väzbou je teória singulárnych perturbácií.

Diferenciálne rovnice (systémy) s malým parametrom pri najvyššej derivácii sú označované v odbornej literatúre ako singulárne perturbované systémy vzhľadom na neplatnosť princípu spojitej závislosti riešenia na parametri, a s tým spojené problémy s aproximáciou riešení diferenciálnych rovníc v okolí nulovej hodnoty parametra epsilon. Predmetom skúmania je asymptotické správanie sa týchto systémov keď hodnota parametra epsilon sa blíži k nule. Malý parameter epsilon odráža stupeň separácie medzi pomalým a rýchlym kanálom systému, alebo matematicky, medzi pomalou a rýchlou dynamikou systému.

$$y_1' = f_1(t, y_1, y_2, \varepsilon)$$

$$\varepsilon y_2' = f_2(t, y_1, y_2, \varepsilon),$$

kde $y_1 \in R^n$, $y_2 \in R^m$, s malým kladným parametrom $\varepsilon \ll 1$ a spojitými funkciami f_1, f_2 .

Riadením oscilácií sa vo všeobecnosti sledujú dva ciele:

Prvým je potlačenie oscilácií, teda získanie asymptoticky stabilného nulového riešenia, ktoré platí pre všetky začiatočné podmienky v danej, dostatočne veľkej oblasti, druhým je získanie oscilácií s danými vlastnosťami, napríklad frekvenciou a amplitúdou, čím sa myslí získanie asymptoticky stabilného periodického riešenia, ktoré platí pre všetky začiatočné podmienky v danej oblasti.

Publikácie z posledného obdobia ukazujú na široké možnosti uplatnenia teórie a techník singulárnych perturbácií v oblasti teórie riadenia. Spomedzi mnohých aplikácií môžeme spomenúť napríklad:

1. Experimentálne zariadenia v oblasti fyziky vysokých energií (napr. jadrová elektronika) sú často zostavené zo subsystémov, ktoré obsahujú prvky s pomalou a rýchlou dynamikou. Podobne vysokofrekvenčné zosilňovače, ktoré pracujú v oblastiach frekvencií nad 1 MHz sú často navrhované tak, že ich vstupný a výstupný obvod obsahuje rezonančný obvod alebo sústavu rezonančných obvodov. Ich praktické využitie vyžaduje určiť exaktný vzťah medzi rozsahom pásma uvažovaného nelineárneho obvodu v závislosti na parametroch rezonančného subsystému s cieľom dosiahnuť na výstupe požadovaný rozsah frekvencií a amplitúd;

2. Pri robotických manipulátoroch sa teória singulárnych perturbácií využíva k separátnemu návrhu pomalej (týka sa pevnej zložky manipulátora) a rýchlej (týka sa pohyblivej zložky manipulátora) dynamiky prenosu;

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= f_1(x_1, x_2) + \varepsilon g_1(x_1, x_2, \varepsilon) \\ \varepsilon \dot{x}_2 &= f_2(x_1, x_2) + \varepsilon g_2(x_1, x_2, \varepsilon) \\ x_1(0) &= a_1, x_2(0) = a_2\end{aligned}$$

kde $0 < \varepsilon \ll 1$.

3. V realistickom matematickom modeli opisujúcom vertikálny pohyb helikoptéry pristávajúcej na základňu možno identifikovať tri rozdielne ale navzájom prepojené dynamiky: uhlovú rýchlosť listov vrtule (pomalá dynamika), vertikálny pohyb helikoptéry (rýchla dynamika) a dynamika páky kolektívneho riadenia (ultra-rýchla dynamika).

$$\begin{aligned}\dot{x} &= f(x, y, z) \\ \varepsilon_1 \dot{y} &= g(x, y, z) \\ \varepsilon_1 \varepsilon_2 \dot{z} &= h(x, y, z)\end{aligned}$$

kde $0 < \varepsilon_1 \varepsilon_2 \ll \varepsilon_1 \ll 1$.

4. Singulárne perturbované okrajové úlohy vznikajú pri matematickom modelovaní ustálených stavov ohrievanej tyče s termostatom opísaných parciálnou diferenciálnou rovnicou uvedeného tvaru so stacionárnou podmienkou vzhľadom na čas, kde regulátor v pravom koncovom bode ohrievanej tyče udržiava konštantnú teplotu rovnú teplote detekovanej senzorom v niektorom zvolenom mieste medzi ľavým a pravým koncovým bodom, zatiaľ čo rýchlosť teplotnej zmeny na ľavom konci tyče je rovná nule. V tomto prípade je uvažovaná homogénna tyč dĺžky $b - a$ s nerovnomernou distribúciou teploty. Parameter epsilon reprezentuje termálnu difuzivitu. Takto, singulárne perturbované úlohy sa objavujú pri matematickom modelovaní prenosov tepla s veľkým Peckletovým číslom.

Obr.

$$\frac{\partial y}{\partial t} = \varepsilon \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + ky - f(x, y)$$

$$y'(a) = 0, y(b) = y(c), a < c < b$$

5. V biofyzike, Hopfieldov matematický model neurónu môžeme po vhodnej normalizácii premenných napísať v tvare kde μ_1, μ_2 sú konštanty, a o parametri $\lambda > 0$ sa predpokladá, že je veľký. Z pohľadu biofyziky to reprezentuje fakt, že elektrické procesy v neuróne sú rýchle.

$$\frac{1}{\lambda} y' = \mu_1 y + \mu_2 f(y(t-1)),$$

V kontexte matematickej analýzy systémov s rýchlou spätnou väzbou sa sústreďujeme na dva hlavné aspekty v ich správaní, a to

- A) na analýzu týchto systémov na intervale konečnej dĺžky s dôrazom na určenie podmienok zaručujúcich existenciu neoscilatorických riešení modelu a ich aproximácie. V rámci toho sa sústreďujeme na opis javu takzvaných hraničných vrstiev, ktorý je typickým javom vznikajúcim v singulárne perturbovaných systémoch. Vo všeobecnosti, riešenia matematického modelu začínajú s rýchlym prenosom a po odznení tohto prenosu tieto zostávajú blízko riešenia redukovanej úlohy a ďalší rýchly prenos vzniká na konci uvažovaného intervalu. Hraničné vrstvy sa formujú v dôsledku nerovnomernej konverencie exaktného riešenia k riešeniu redukovanej úlohy v okolí koncových bodov uvažovaného intervalu.
- B) na riadenie amplitúdy a frekvencie oscilácii nelineárnych dynamických systémov. Výskum systémov s rýchlou spätnou väzbou v tejto oblasti je venovaný vyšetrovaniu existencie a analýze vysokofrekvenčných oscilácií nelineárnych systémov napríklad pre singulárne perturbované oscilátory Duffinhovho typu. Oscilátory tohto typu predstavujú štrukturálny matematický model k opisu a simulácii nelineárnych vysokofrekvenčných obvodov. V týchto súvislostiach sa tiež zaoberáme systémami s komplikovanou štruktúrou kritickej variety.