

ODBORNÁ ZPRÁVA
O POSTUPU PRACÍ A DOSAŽENÝCH VÝSLEDCÍCH
ZA ROK 2018

Příloha k průběžné zprávě za rok 2018

Číslo projektu: TE01020197

Název projektu: Centrum aplikované kybernetiky 3

Předkládá:

Název organizace: ČVUT v Praze

Jméno řešitele: prof. Ing. Vladimír Kučera, DrSc., dr. h. c.

WP12 – MODELOVÁNÍ CELOEVROPSKÉHO TRHU S ELEKTŘINOU ZAHRNUJÍCÍ FYZIKÁLNÍ MODEL PŘENOSOVÉ SÍTĚ

Činnosti

Vývoj SW balíku modelu trhu s podrobným modelem přenosové soustavy

Implementace SW balíku zahrnujícího plně parametrizovaný model celoevropského trhu s elektřinou

V roce 2018 byly zahájeny práce na rozšíření funkcí optimalizačního modelu, a to modelováním ve specializovaném optimalizačním modelovacím jazyce **Julia** (<https://julialang.org/>) resp. v jeho modelovací nadstavbě pro optimalizaci **JuMP** (<https://github.com/JuliaOpt/JuMP.jl>).

V tomto roce byly dokončeny práce na vývoji modelu v Julia/JuMP a byly provedeny testy funkčnosti. Příklad přepsání komponent cílové funkce do jazyku Julia je na následujících obrázcích.

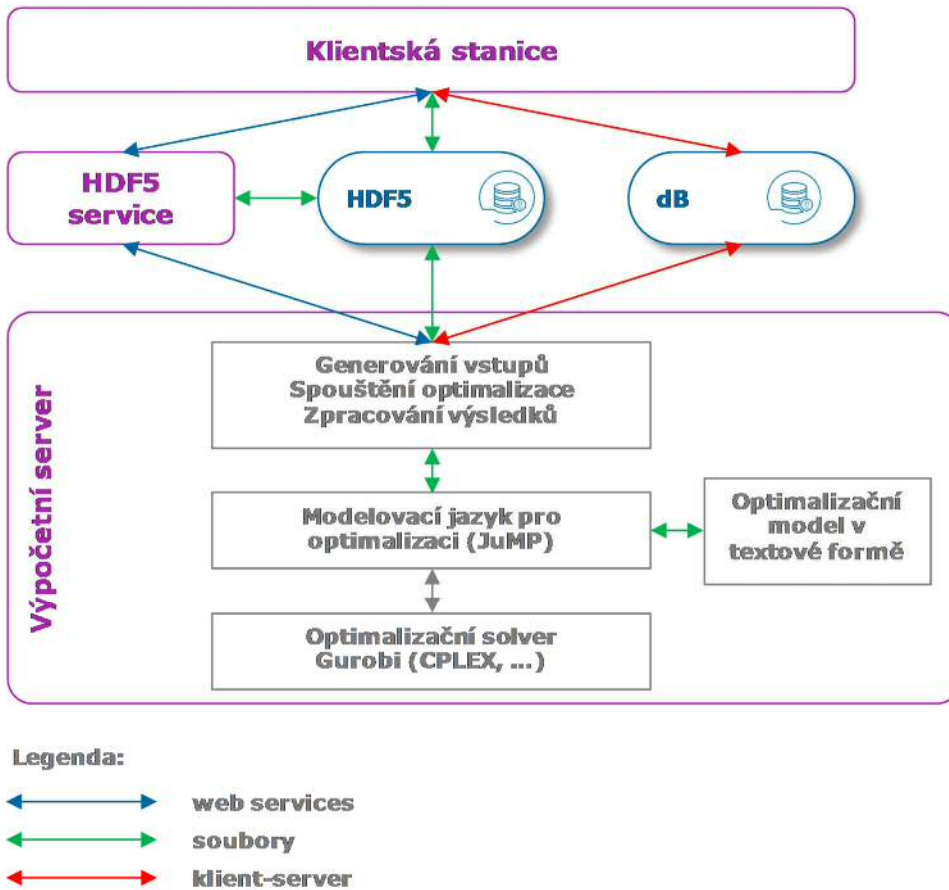
Komponenty cílové funkce v matematickém zápise:

Komponenta	Výpočet
náklady na start bloků	$N_{\text{start}} = \sum_b \sum_h R_{\text{start}}(b, h) \cdot N_{\text{start}}^{\text{spec}}(b)$
náklady na provoz bloků TAP	$N_{\text{oper}} = \sum_b \sum_h (P(b, h) \cdot N_{\text{oper}}^{\text{spec}}(b) + R(b, h) \cdot N_{\text{oper}}^{\text{hour}}(b))$
náklady na provoz bloků R	$N_{\text{oper}} = \sum_b \sum_h (P(b, h) \cdot N_{\text{oper}}^{\text{spec}}(b)) + \sum_b \sum_h (P_{\text{max}}(b, h) - P(b, h)) \cdot C_{\text{RES}}^{\text{DB}}$
náklady na provoz bloků C	$N_{\text{oper}} = \sum_b \sum_h (P(b, h) \cdot N_{\text{oper}}^{\text{spec}}(b))$
nedostatek elektřiny v uzlech	$\sum_n \sum_h P_{\text{emer}}(n, h) \cdot C_p^{\text{emer, DB}}$
nedostatek PpS v uzlech	$\sum_n \sum_h X_{\text{emer}}(n, h) \cdot C_x^{\text{emer, DB}}$
nedostatek PpS v zónách	$\sum_z \sum_h X_{\text{emer}}^{\text{zone}}(z, h) \cdot C_x^{\text{emer, DB}}$
přenos	$\sum_m \sum_h [P_{\text{line}}^{12}(m, h) + P_{\text{line}}^{21}(m, h)] \cdot C_{\text{trans}}^{\text{DB}}(m)$

Komponenty cílové funkce v zápise jazyka Julia:

```
# Komponenty cílové funkce
@expression(mdl, nakl_start, sum(R_start[b,h] * N_start_spec[b] for b in blockTAPList, h=1:NHvsi))
@expression(mdl, nakl_oper_tap, sum(P[b,h] * N_oper_spec[b] + R[b,h] * N_oper_hour[b] for b in blockTAPList, h=1:NHvsi))
@expression(mdl, nakl_oper_rc, sum(P[b,h] * N_oper_spec[b] for b in blockRCLList, h=1:NHvsi))
@expression(mdl, nakl_emer, sum(P_emer[n,h] * C_P_emer for n=1:NN, h=1:NHvsi))
@expression(mdl, nakl_emer_pr, sum((PRO_emer[n,h] + PR1_emer[n,h]) * C_PR_emer for n=1:NN, h=1:NHvsi))
@expression(mdl, nakl_emer_sr, sum((SR0_emer[n,h] + SR1_emer[n,h]) * C_SR_emer for n=1:NN, h=1:NHvsi))
@expression(mdl, nakl_emer_tr, sum((TR0_emer[n,h] + TR1_emer[n,h]) * C_TR_emer for n=1:NN, h=1:NHvsi))
@expression(mdl, nakl_emer_pr_z, sum((PRO_emer_zone[z,h] + PR1_emer_zone[z,h]) * C_PR_emer for z=1:NZ, h=1:NHvsi))
@expression(mdl, nakl_emer_sr_z, sum((SR0_emer_zone[z,h] + SR1_emer_zone[z,h]) * C_SR_emer for z=1:NZ, h=1:NHvsi))
@expression(mdl, nakl_emer_tr_z, sum((TR0_emer_zone[z,h] + TR1_emer_zone[z,h]) * C_TR_emer for z=1:NZ, h=1:NHvsi))
@expression(mdl, nakl_prenos, sum((P_line_12[m,h] + P_line_21[m,h]) * C_trans[m] for m=1:NL, h=1:NHvsi))
# Cílová funkce
@objective(mdl, Min, nakl_start + nakl_oper_tap + nakl_oper_rc + nakl_emer + nakl_emer_pr + nakl_emer_sr +
nakl_emer_tr + nakl_emer_pr_z + nakl_emer_sr_z + nakl_emer_tr_z + nakl_prenos)
```

Výsledná architektura systému je na následujícím obrázku:



Zkušenosti s využitím Julia/JMP jsou velice dobré, potvrdilo se, že vytváření modelu optimalizačního problému je dostatečně rychlé. Navíc je programovací jazyk Julia velice flexibilní a umožňuje realizovat i komplikované výpočty ve fázi preproceingu vstupních dat i prostproceingu výsledků.

Předpokládané přínosy řešení Julia/JMP, zejména

- oddělení dat od vlastního optimalizačního modelu,
- existence modelu ve srozumitelné a snadno editovatelné textové formě, kdy se cílová funkce a omezení zapisují v symbolické formě
- možnost snadných změn v modelu
- rozšíření možností předzpracování dat a postprocesingu dat využitím programovacího nástroje Julia/JuMP
- lepší provázání předzpracování a postprocesingu dat s vlastní optimalizací

se plně potvrdily.

Pro zlepšení práce s rozsáhlým souborem vstupních dat byl SW rozšířen o nástroj pro dohled nad iteračním výpočtem a modul pro detekci infeasibilit. Nástroj pro dohled nad výpočtem umožňuje při detekci chyby při dílčím iteračním výpočtu řízené restartování celkového výpočtu. Druhý nástroj, sloužící k výpočtu infeasibilit, pomáhá řešit situaci, kdy jsou do modelu občas zadávána data, která nesplňují podmínky konzistence s technickými a obchodními omezeními modelované soustavy. V důsledku toho vznikají infeasibility, jejichž příčiny se velmi těžko odhalují a vyžadují časově náročnou diagnostiku. Příkladem může být nesoulad mezi energií nádrže a výkony vodní elektrárny. Nástroj je, stejně jako samotný model, implementovaný v jazyce Julia a hledá minimální množinu příčin infeasibilit, což výrazně urychluje opravu dat.

Všechny vyvíjené a implementované funkčnosti jsou testovány zejména na referenčním scénáři Evropské energetické soustavy. Scénář vychází z reálných dat, která tvoří úlohu Generation Adequacy (výrobní přiměřenost). Parametry scénáře:

Parametr	Hodnota
Počet bloků	2060
Počet elektráren	571
Počet vedení	113
Počet uzlů	62

Úloha spadá do portfolia úloh řešených na ČEPS s cílem včasné identifikace problémů s nedostatkem elektřiny v budoucnosti.

Výše uvedené vlastnosti spolu s navrženou architekturou systému a volbou jazyka Julia/JuMP umožňují implementaci plně parametrizovaného SW nástroje pro modelování celoevropského trhu s elektřinou.

Výsledky

Nebyly plánovány

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP13 – WAMS RÁDCE OPERÁTORA ELEKTRICKÉ PŘENOSOVÉ A DISTRIBUČNÍ SÍTĚ PRO ÚČELY ZVÝŠENÍ STABILITY A SPOLEHLIVOSTI

Činnosti

Návrh a ověření metody bezpečného rozhraní mezi přenosovou a distribuční sítí, případně mezi ENTSO-E a TSO sítí či distribuční a lokální sítí – nelineární model s průběžně aktualizovanými parametry sítě a predikovanými stavy distribuovaných zdrojů, akumulací a řízených spotřeb

V rámci aktivity je dále rozvíjena metoda výpočtu bezpečného rozhraní, kde jsou zkoumány možnosti uvolnění stávajících omezení, které ovlivňují konzervativnost výsledného řešení. Jedná se zejména o výzkum zaměřený na návrh vhodnější aproximace operační oblasti sítě. V rámci aktivity byl též vytvořen SW modul v jazyku python implementující metodu výpočtu bezpečného rozhraní pro linearizovaný model.

V průběhu roku 2019 bude pokračovat výzkum možných aproximací operační oblasti. Dosažené výsledky budou průběžně promítnuty do sw modulu.

Online testování decentralizovaného monitorovacího systému pro podporu rozhodování

Během řešení projektu proběhlo několik jednání s pracovníky distribučních společností (ČEZ, E.ON, PRE) a také provozovatelů simulátorů distribuční sítě (Elvac, Žilinská univerzita v Žiline). Dodnes se nepodařilo najít vhodnou lokalitu pro online testování decentralizovaného monitorovacího systému pro podporu rozhodování dispečera. Problém je zejména nedostatek prostoru v distribučních stanicích a malá vybavenost trafostanic měřicími transformátory. Tam, kde jsou stanice lépe vybaveny, je zatížení transformátorů malé a problémy se stabilitou a bezpečností rozhraní nenastávají.

U provozovatelů simulátorů nebyly na jejich simulátorech nalezeny vlastnosti, které by poskytly větší přínos než simulátor v laboratoři ZČU. V roce 2019 bude monitorovací systém testován v režimu HIL.

Vývoj HW a SW decentralizovaného systému pro podporu rozhodování

Hlavní náplní vývojových prací v roce 2018 bylo programování a ladění aplikačního programového vybavení. Byly provedeny úpravy firmware měřicí karty a zlepšena spolupráce měřicí karty s mikropočítačem Raspberry pi. Dále následovaly úpravy synchronizačních modulů a moduly komunikačních protokolů pro komunikaci s datovou centrálou (PDC) včetně ovládání LTE modemu.

Po zkušenostech s výrobou funkčních vzorků jednotek měření fázorů napětí a proudu byly vyrobeny čtyři základní prototypové jednotky a šest rozšiřujících jednotek. V každém místě měření musí být připojena jedna základní jednotka a 0-2 jednotky rozšiřující.

Výsledky

TE01020197-V172 SW Modul bezpečného rozhraní (13) R - Software

TE01020197-V166 Měřicí zařízení PMU pro decentralizovaný monitorovací systém (13) Gprot - Prototyp

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP14 – POKROČILÉ METODY ŘÍZENÍ MECHATRONICKÝCH SYSTÉMŮ

Činnosti

Inovace servozsilovače s ohledem na použití pro řízení trakčních a lineárních motorů

Firma TG Drives pracovala na vývoji testovací desky s 1Gb průmyslovou komunikací. Provedla testování protokolu a testování stability komunikace. Dále pokračovala ve vývoji servozsilovače s výkonovým modulem 320VDC. Provedla integraci bezpečnostní funkce-vstup (STO safe-torque-off). Zabývala se testováním nových budičů pro snížení spínacích ztrát tranzistorů.



OBRÁZEK 1: DESKA INOVANÉHO SERVOZEILOVAČE

Firma PEDICO Machinery, s.r.o. se věnovala vývoji řídicího systému a výkonové elektroniky trakčního pohonu a jejich validaci na prototypové lokomotivě. Testování v laboratorních podmínkách zajistilo teplotní charakterizaci podle EN 50155, testování ochran přetížení proudu a přehřátí, měření PF (THD), rychlost nárůstu teploty a další. Testování na lokomotivě zahrnovalo měření síly a umožnilo ladění protiskluzových funkcí, ladění ABS a parametrizaci měniče. Navržený trakční měnič je ukázán na následujícím obrázku.



OBRÁZEK 2: NAVRŽENÝ TRAKČNÍ MĚNIČ (LEVÝ OBRÁZEK) A POHLED NA ŘÍDÍCÍ ELEKTRONIKU (PRAVÝ OBRÁZEK)

Vývoj algoritmů pro samo se nastavující regulátory servozesilovače

Vývoj algoritmů pro samo se nastavující regulátory pokračoval ve spolupráci se společností TG Drives, která zapůjčila testovací zařízení. Toto zařízení se skládalo ze servozesilovače TGZ-D-48-13/26 a motoru TGN2-0054-30-36/T314-S01, ke kterému bylo možné dle potřeby připojit dodatečnou setrvačnou hmotu. Algoritmus pro samo se nastavující regulaci byl koncipován tak, aby pro prvotní testování vyžadoval pouze drobnou modifikaci firmwaru servozesilovače. Tato modifikace spočívala v přidání nového režimu, ve kterém bylo možné generovat požadovaný proud motoru harmonického průběhu o definované frekvenci a amplitudě. Zpracování naměřených hodnot a výpočet parametrů se provádí off-line s výhledem na implementaci přímo v procesoru měniče.

Cílem je dosáhnout co největšího zesílení otevřené smyčky na nízkých kmitočtech (nulová ustálená odchylka), posunout část charakteristiky která protíná osu 0 dB se sklonem -20 dB/dek do co nejvyšší frekvence (rychlost regulace, sledování rychlých změn požadované hodnoty) a co nejvíce potlačit frekvence nacházející se za tímto úsekem (potlačení VF šumu). V případě znalosti regulační struktury a elektrických parametrů motoru lze měření frekvenční charakteristiky otevřené smyčky omezit na měření zesílení na několika klíčových frekvencích vycházejících z výpočtu kořenů proudové regulační smyčky. Praktický postup pro použití této metody lze shrnout do následujících kroků:

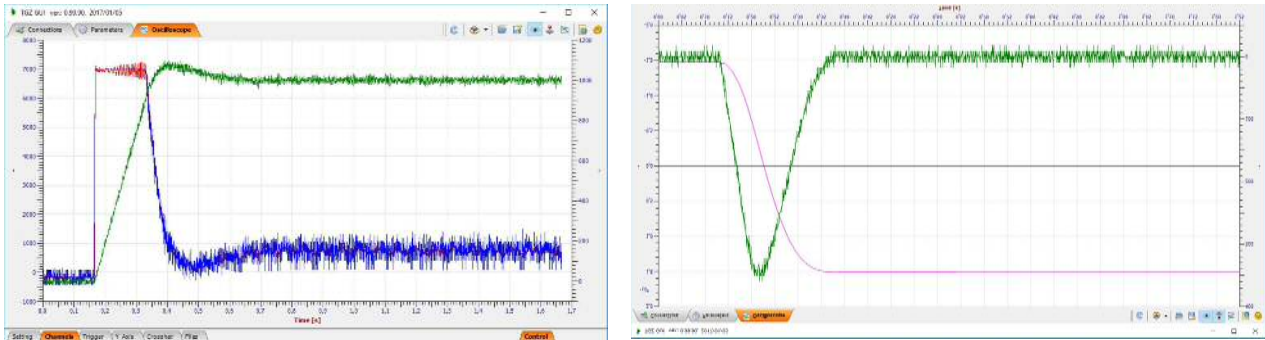
- Zadání parametrů PI regulátoru proudu, výpočet frekvence udávající horní mez pro úsek – 20 dB/dek
- Měření zesílení od požadované hodnoty proudu na výstupní otáčky motoru harmonickým signálem o frekvenci nejméně o dekádu menší, než je frekvence vypočtené horní meze, případně může být měřením ověřeno, že má celý úsek jedné dekády skutečně sklon -20 dB,
- Volba integračního zesílení odpovídající frekvenci harmonického signálu z předchozího kroku,
- Výpočet proporcionálního zesílení, které po přidání integrátoru posune tuto frekvenci do hodnoty 10 dB tak, aby úsek se sklonem -20 dB/dek ve své polovině protínal osu 0 dB.

Samotný výpočet je patrný z následujícího vztahu:

$$F_{PI}(s) = \frac{10^{\left[\frac{KI}{20} \cdot 10^{\frac{1}{KI}} \right]}}{K_I} \left(1 + \frac{K_I}{s} \right)$$

Pro testovací účely byla v jazyce C vytvořena jednoduchá aplikace, na které je předveden výpočet zesílení a fáze pro daný kmitočet. Takto získané hodnoty jsou dále zpracovány funkcí pro výpočet koeficientů

regulátorů otáček a polohy. Výstupem aplikace jsou koeficienty v jednotkách obslužného softwaru měniče TGZ, které je v aktuálním stavu řešení nutné ručně doplnit do odpovídajících políček nastavení otáčkové a polohové regulace. Takto získané koeficienty byly testovány pro různé hodnoty připojené setrvačnosti s konzistentním tvarem přechodného děje jak pro regulaci otáček, tak i polohy.



OBRAZEK 3: UKÁZKA OTÁČKOVÉ (LEVÝ OBRÁZEK) A POLOHOVÉ (PRÁVÝ OBRÁZEK) REGULACE PRO REGULÁTORY ZÍSKANÉ NÁVRHEM Z FREKVENČNÍ CHARAKTERISTIKY OTEVŘENÉ SMYČKY

Aplikace algoritmů prediktivního řízení v servozesilovači

Pro testování nelineárního prediktivního řízení bylo vytvořeno schéma v MATLAB Simulink s modelem PMS motoru. Celá oblast nelineární optimalizace akčního zásahu je postavena na vestavěné funkci `fmincon`. Jejímí podstatnými parametry jsou účelová funkce a funkce omezení.

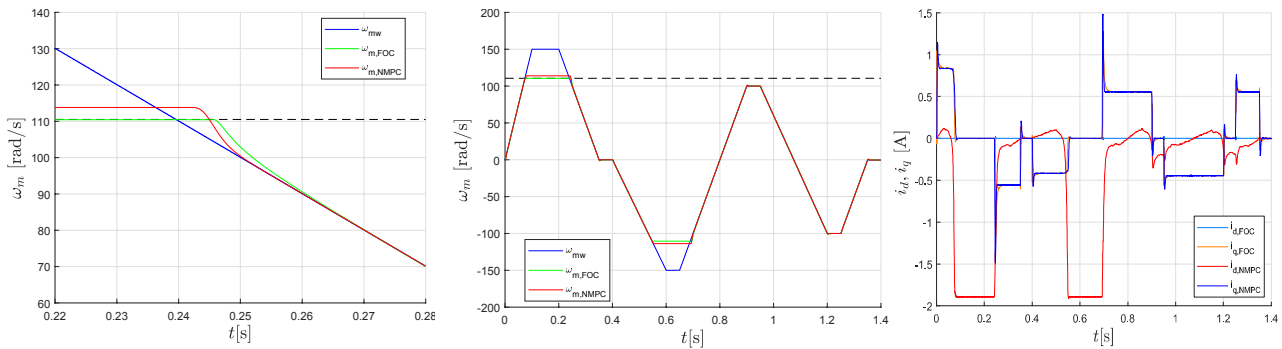
Účelová funkce je vypočítávána ve dvou krocích. Prvním z nich je aktuální predikce chování systému založená na odvozeném modelu PMSM motoru. Ve druhém kroku je pak proveden výpočet samotné hodnoty účelové funkce podle stanoveného vztahu $f(\mathbf{x}(k)) = f(\mathbf{x}(k))_{quad} + f(\mathbf{x}(k))_{bar}$, kde $f(\mathbf{x}(k))_{quad}$ je kvadratická forma penalizace vztahů a $f(\mathbf{x}(k))_{bar}$ je tzv. bariérová funkce zajišťující omezení stavů.

Předpis kvadratické formy je podobný kritériu u LQR regulátoru: $f(\mathbf{x}(k))_{quad} = \mathbf{x}(k)^T_N \mathbf{P} \mathbf{x}(k)_N + \sum_{i=1}^N (\mathbf{x}(k)_i^T \mathbf{Q} \mathbf{x}(k)_i + \mathbf{u}(k)_i^T \mathbf{R} \mathbf{u}(k)_i)$.

Použití bariérové funkce napomáhá algoritmu více pracovat na hraně omezení. Předlohou pro bariérovou funkci byla Ambrosinova aproximace skokové funkce. Ta byla upravena, aby obor hodnot funkce byl $<0; w_x$
 $f(\mathbf{x}(k))_{bar} = \frac{w_x}{2} \frac{|\mathbf{x}(k) - X_{MAX}|}{|\mathbf{x}(k) - X_{MAX}| + \delta} + \frac{w_x}{2}$, kde δ je voltelný parametr Ambrosinovy aproximace.

Pro správnou funkcionalitu bylo nutné provést správně výpočet omezení. Omezení lze zapsat pomocí nerovnic, přičemž platí, že pravá strana rovnice je vždy nulová. Omezení napětí a proudů v dq souřadnicích je pak nutné zapsat ve tvaru $u_d^2 + u_q^2 - U_{MAX}^2 \leq 0$ a $i_d^2 + i_q^2 - I_{MAX}^2 \leq 0$. Do optimalizační funkce pak vstupuje výsledek levé strany, kdy podle znaménka lze rozhodnout, zdali bylo omezení překročeno, či nikoliv.

Navržený algoritmus nelineárního prediktivního řízení byl porovnán s běžně používaným vektorovým řízením. Ve struktuře byly použity diskrétní PS regulátory pro řízení proudu a PSD regulátor pro řízení úhlové rychlosti. Při porovnání výsledků otáček je možné zjistit, že při řízení pomocí NMPC lze motor odbudit a dosáhnout tak vyšší úhlové rychlosti. To bez doplňujících algoritmů není u vektorového řízení možné. Algoritmus prediktivního řízení motoru reaguje rychleji ve srovnání s běžným vektorovým řízením. Kvadrurní část proudu je důležitá pro tvoření momentu, a tedy i otáček (Obrázek 3).



OBRAZEK 4: SROVNÁNÍ RYCHLOSTI REAKCE, DOSAŽENÍ VYŠŠÍCH OTÁČEK U NMPC VLIVEM ODBUZENÍ A PRŮBĚHY PROUDŮ

O kvadraturních složkách proudů $i_{q,FOC}$ a $i_{q,NMPC}$ lze říci, že jsou prakticky totožné. V případě vektorového řízení lze vidět, že regulátor plní svoji funkci a udržuje přímou složku nulovou. Naopak v případě použití algoritmu NMPC lze vidět výrazné pulzy do záporných hodnot. To jsou okamžiky, kdy dochází k oslabení pole permanentního magnetu, a tedy k odbuzení motoru. Také lze ale vidět i okamžiky, kdy proud $i_{d,NMPC}$ narůstá. To je dáno povahou optimalizací. Cena, kterou by optimalizační algoritmus stálo udržet tuto složku proudu nulovou, je vyšší než to, že jej nechá mírně narůst.

Výsledky

TE01020197-V151 Článek ve sborníku konference na téma samo se nastavujících algoritmů řízení rychlostní a polohové smyčky servopohonů (14) O - Ostatní výsledky

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP15 – HETEROGENNÍ MOBILNÍ ROBOTICKÁ SKUPINA PRO SPECIÁLNÍ POUŽITÍ

Činnosti

- Vývoj a výroba robotu pro vnitřní prostředí
- Návrh a výroba operátorské stanice
- Integrace multirotorového letového prostředku
- Vývoj sebelokalizačních algoritmů pro vnitřní prostředí
- Vývoj sebelokalizačních algoritmů pro vnější prostředí
- Optimalizace parametrů regulátoru servozesilovače řízení přímého motoru

Koncem roku 2018 byl doveden do funkčního stavu výsledek TE01020197V024, Mobilní robot pro práci ve vnitřním prostředí. Jde o typ výsledku G-technicky realizované výsledky - prototyp, funkční vzorek. Termín

T A Č R

dosažení výsledku: 12/2018. Termín realizace výsledku: 06/2020. Tento výsledek je prezentován na obrázku 1. Jde o robot s názvem MORPHEUS-X2, který vychází z koncepce robotu pro pohyb ve vnějším prostředí realizovaném v rámci tohoto projektu v minulých letech s tím, že tentokrát jde o modifikaci vhodnější pro pohyb ve vnitřních prostorech. Toho je dosaženo především díky výklopné mechanice dvojic kol (viz obrázek 1). Oproti původní outdoorové verzi ORPHEUS je však změn více – především byla celá konstrukce přepracována tak, aby byly obě pevné části podvozku ještě užší a tím vznikl větší prostor pro snímače. Od původního předpokladu výroby robotu s dělenými pásy bylo prozatím upuštěno zejména proto, že konstrukce robotu MOEPHEUS je mnohem vhodnější pro zabudování objemných snímačů, což je v současnosti požadováno několika výzkumnými a jinými partnery.



OBRÁZEK 5: MORPHEUS-X2



OBRÁZEK 6: URANUS-X3

Nově byly zahájeny práce na aktivitě Integrace multirotorového letového prostředku. Již v současné době máme k dispozici letuschopný šestirotorový dron s názvem Uranus-X3 (viz obr. 2). Nyní probíhají práce na integraci tohoto dronu do systému ATEROS a licencování a povolování letového prostředku ze strany ÚCL.

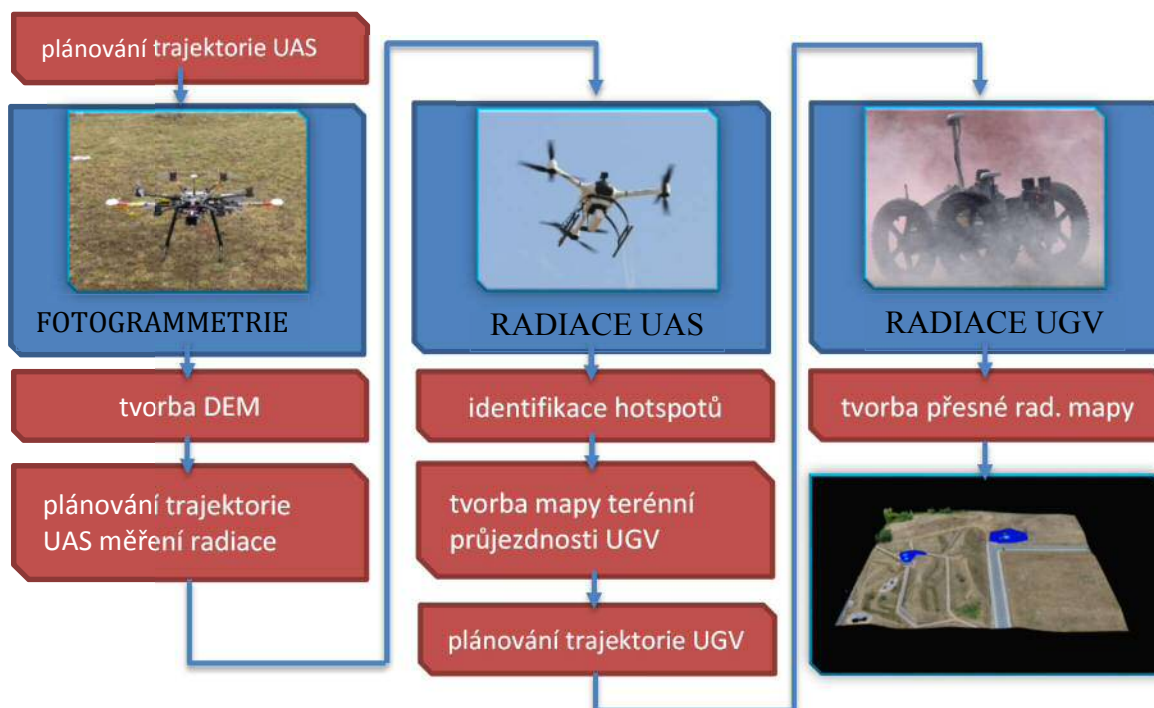
Hlavním cílem balíčku 15 je vytvoření kooperující skupiny robotů pro měření v oblastech člověku nedostupných či nebezpečných (viz zadávací dokumentace projektu). Toto se postupně daří naplňovat tvornou systémem nazvaného ATEROS (Autonomně TELEprezenční Robotický Systém). Ověření možností systému ATEROS jsme provedli v létě roku 2018 pomocí komplexního realistického experimentu. Šlo o autonomní vyhledávání zdrojů radiačního záření pomocí kombinace pozemních a vzdušných autonomních robotických prostředků.

Pro zvýšení motivace a pochopitelnosti prováděného experimentu pro veřejnost, byl experiment definován jako součást záchranné akce následující po silovém zastavení teroristické skupiny, která získala blíže nespécifikované radioaktivní materiály. Skupina byla odhalena a při převozu materiálu násilně zastavena. Přitom však došlo k pravděpodobnému úniku neznámého množství radiace – jednak ve formě pevných zářičů (tzv. ztracené radiační zdroje), dále pak ve formě radioaktivní tekutiny (plošná kontaminace).

Technicky šlo o náročný experiment ještě více komplikovaný přítomností reálných zdrojů ionizujícího záření. Experiment se tedy uskutečnil za pomoci několika státních a komerčních subjektů – Armáda ČR, Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje, Vojenský technický ústav letectva a Nuvia a.s.

Posloupnost jednotlivých činností je možné vidět na Obrázku 3. Experiment celkově sestával ze tří měřících částí, které na obrázku představují jednotlivé sloupce:

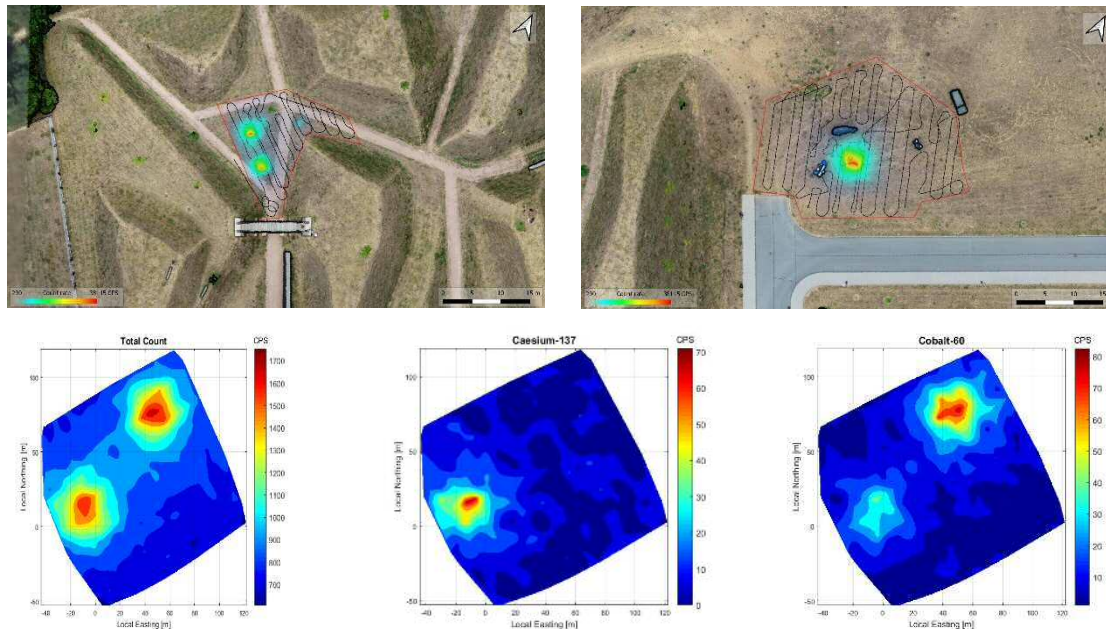
- První průlet dronem v konstantní výšce 50 m nad terénem za účelem získání podkladů pro barevnou 3D mapu cílové oblasti. Po zpracování byla k dispozici podrobná terénní barevná 3D mapa a DEM (Digital Elevation Map). Na jejím základě byla autonomně naplánována trajektorie druhého průletu dronu.
- Druhý průlet dronu v nízké výšce s měřením ionizujícího záření. V tomto případě bylo nutné zajistit ekvidistanční vzdálenost od povrchu, aby bylo možné radiační data dobře interpretovat. Vzhledem k omezené citlivosti neseného snímače bylo nutné letět ve výšce 20 m a bylo také potřeba zmenšit rozestupy jednotlivých letových čar plánované trajektorie. Po tomto průletu byla vytvořena hrubá radiační mapa oblasti a na ní byly automaticky detekovány tzv. hotspoty – tedy místa se zvýšenou radioaktivitou (prozatím bez identifikace izotopu). Na základě již existující DEM a znalosti hotspotů byly definovány oblasti, které je potřeba prozkoumat pomocí pozemního robotu Orpheus-X4. Dále byla automaticky naplánována trajektorie tohoto robotu z jeho startovní pozice mimo nebezpečnou oblast a přesná trajektorie uvnitř oblasti.
- Následoval autonomní průjezd oblasti robotem Orpheus-X4 s měřením ionizujícího záření při povrchu Země a tvorba přesné radiační mapy s identifikací jednotlivých zářičů, jejich aktivity a izotopu.



OBRÁZEK 7: POSLOUPNOST ČINNOSTÍ PŘI EXPERIMENTU

Zkoumaná oblast měla rozlohu přibližně 200 x 200 m. Záměrně byl vybrán terén, který obsahuje jak rovinatou část, tak terénní nerovnosti včetně takových, které není schopen pozemní robot Orpheus zdotat.

Experiment proběhl bez zásadních technických komplikací a je možné prohlásit, že byl velmi úspěšný. Celý experiment proběhl dle předpokladu tak, že nebylo nutné do oblasti vstoupit lidskou nohou. Byly nalezeny a s přesností 20cm lokalizovány všechny radiační zdroje dosažitelné mobilním robotem (viz Obrázek 4 nahoře). Bylo vytvořeno několik map – 3D barevná mapa (point cloud), DEM, radiační prostorová mapa. Dále se podařilo separovat od sebe jednotlivé izotopy (viz Obrázek 4 dole – vlevo celkové naměřené ionizující záření, vprostřed pulzy odpovídající cesiu 137, vpravo pulzy odpovídající kobaltu 60).



OBRAZEK 8: KONTAMINOVANÉ OBLASTI S VYZNAČENÍM ZDROJU RADIACE A TRAJEKTORIÍ UGV (NAHOŘE), SEPARACE IZOTOPŮ VE STEJNÉ OBLASTI (DOLE)

Výsledky

TE01020197-V139 Mobilní robot pro práci ve vnitřním prostředí (15) Gfunk - Funkční vzorek

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP16 – HLASOVÉ SYSTÉMY PRO INTERAKCI ČLOVĚKA SE STROJI

Činnosti

Výzkum metod porozumění s ověřením na vybrané doméně mluvené češtiny.

Za účelem zvýšení přirozenosti dialogu pokračovaly práce a experimenty na inkrementálním řízení dialogu.

S ohledem na výsledky výzkumu v předcházejícím období byly zkoumány možnosti generalizace naučených znalostí nad různými korpusy a mezi různými jazyky tak, aby bylo možné tuto součást inkrementálního systému použít bez nutnosti přetrénování i nad novými jazyky. Tento výzkum opět vychází z předpokladu, že jsme schopni odhadnout okamžik vhodný k přerušení promluvy a typ tohoto přerušení z krátkého úseku řečového signálu, který danému okamžiku předchází, převedeného do frekvenční oblasti. Kromě již zpracovaných dat z korpusů MALACH a Bezplatných hovorů byly pro experimenty použity korpusy CallHome v několika jazycích, konkrétně angličtině, čínštině a japonštině. Tyto korpusy se stylem podobají korpusu Bezplatné hovory. Model využívající hluboké neuronové sítě byl natrénován vždy na jednom z jazyků a poté

použit pro detekci přerušení promluvy na korpusu v jiném jazyce. Přestože byl z výsledků patrný pokles ve sledované metrice (přesnosti klasifikace), je možné takový model použít pro bootstrapping, tedy prvotní získávání nových dat s modelem z jiného jazyka dokud nejsme schopni vytvořit model v cílovém jazyce. Modely však nebyly schopné generalizovat mezi jednotlivými styly korpusů (tedy např. použít model z dat MALACH na data Bezplatné hovory).

V souvislosti se zpracováním archivu výpovědí svědků holokaustu (MALACH) v roce 2018 začaly práce na detekci sémantických entit (jména, tábory, města, zranění, smrt, školy, atd.) nezbytných pro pokročilé zpracování rozpoznávaných výpovědí. Cílem je výpovědi rozpoznat (adaptovaným jazykovým modelem pomocí nových frází a pojmů z gramatik sémantických entit) a vytěžit z nich takové informace, které se nedají nalézt přímo z přepisu, ale porozuměním obsahu výpovědi z ní vyplývají. Pro detekci významových entit byl použit algoritmus založený na celočíselném programování pro získání jednoznačného přiřazení sémantických entit jednotlivým podcestám v rozpoznané slovní mřížce. Sémantické entity jsou definovány pomocí bezkontextových gramatik. V závislosti na typu významové entity mohou být gramatiky definovány expertem (např. gramatiky popisující datum nebo jména koncentračních táborů) nebo automaticky generovány (jména a příjmení osob). Část prací v rámci aktivity byla věnována potřebě automaticky doplnit rozpoznávací jazykový model o chybějící slova definovaná v gramatikách popisujících jednotlivé sémantické entity. V následujícím roce budou přepisy získané adaptovaným jazykovým modelem a k nim nadetekované sémantické entity využity pro vygenerování znalostní báze, která bude použita pro prohledávání archivu a komunikaci s uživatelem přirozenou řečí.

Tvorba akustického a jazykového modelu; příprava modulu syntézy řeči a modulu porozumění pro vybranou doménu mluveného slovanského jazyka.

V období 2018 dále pokračovaly práce na zvyšování robustnosti doménově orientovaného akustického modelu (AM) pro mluvenou slovenštinu. Byly vyzkoušeny nejnovější přístupy pro tvorbu akustických modelů v nástroji KALDI. Výsledný AM je založen na TDNN (Time Delay Neural Network). Obsahuje 5 skrytých vrstev, kde každá vrstva má 650 neuronů, a log-soft-max vrstvy výstupní, která má 4557 neuronů. Celkový kontext je (-13 až +7) frejmů. Pro finální trénování bylo použito kritéria sMBR (state-level Minimum Bayes Risk). Další zvýšení přesnosti bylo dosaženo využitím adaptačních metod na hlas řečníka a akustické prostředí. Využitím techniky iVector se podařilo snížit chybovost o dalších 9% relativně. Podobně jako u anglické a české části projektu, tak také u slovenské, byl vytvořen nejen fonémový, ale také grafémový AM. Použitím grafémového AM pro vyhledávání byla eliminována potřeba znalosti fonetické reprezentace hledaného slova, která je především pro cizí mimo slovníková slova mnohdy velmi obtížně odvoditelná. Pro oba AM byl použit stejný trénovací postup.

Aktivity spojené s jazykovým modelováním (LM) byly motivovány především snahou o zvýšení jeho robustnosti. V rámci těchto aktivit byly ke stávajícím přepisům dodány další relevantní data, podobně jako u angličtiny a češtiny. Byla vyselektována vhodná doménově orientovaná data - např. literatura a filmové titulky s tematikou holokaustu apod. Analýzou OOV slov (slov mimo slovník) byla zjištěna nedostatečná „bohatost“ původních přepisů výpovědí s ohledem na obecnou slovenštinu. Tento problém se podařilo zmírnit dodáním obecných slovenských jazykových dat. Podíl OOV slov, který byl na zmiňované úloze původně 6,2%, se podařilo snížit až na 3%.

Již při prvních pracích na kompletaci systému bylo zjištěno, že bude třeba vybavit interaktivní systém i akustickým modelem pro mluvenou slovenštinu, který je připraven pro hlasový vstup běžného uživatele systému. Pro tento účel byl AM natrénován z dat řečového korpusu nahraného v „kancelářském“ prostředí.

V oblasti počítačové syntézy řeči byly dokončeny výzkumné a vývojové práce modulu syntézy slovanského jazyka (slovenštiny). Oproti obecnému systému syntézy řeči byl brán ohled na cílovou oblast použití, především výslovnost nestandardních slov mnohdy cizího původu nebo slov i zcela cizích a modul syntézy byl integrován do vlastního archivu prostřednictvím platformy SpeechCloud.

Kompletace a ověření funkcionality prototypu hlasového interaktivního systému vybrané domény mluvené angličtiny.

Hlasový interaktivní systém je rozšířením stávajícího grafického uživatelského rozhraní archivu výpovědí svědků holocaustu. Díky využití moderních webových technologií (HTML5) a související technologie WebRTC poskytuje možnosti pro integraci hlasového a multimodálního rozhraní.

Prototyp hlasového dialogového systému využívá platformu SpeechCloud umožňující rychlé propojení modulů pro zpracování přirozené řeči a zároveň rychlý vývoj hlasového dialogového systému. Platforma SpeechCloud využívá moderní technologie pro vytvoření systému s následujícími vlastnostmi: možnost nasazení v cloudu, robustnost, podpora různých řečových modulů (zde angličtina, čeština, slovenština). V rámci této aktivity byl současný vizuální klient rozšířen o hlasového klienta a o dialogový manažer, který řídí samotný hlasový dialog.

Dialogový manažer získává vysokoúrovňové události typu “byl získán výsledek rozpoznávání”, “syntéza řeči byla dokončena” apod. a na základě těchto událostí může vyvolávat akce (metody) typu “syntetizuj text”, “spusť rozpoznávání řeči”, “pozastav syntetizovanou řeč”, “nastav rozpoznávací model” apod.

V průběhu řešení byl kladen důraz na modularitu a real-time odezvu celého systému, což je nezbytná podmínka pro interaktivní hlasový dialog. Modulární návrh zohledňuje požadavky na možnosti interaktivního systému poskytujícího odpovědi jak na jednoduché vyhledávání slov a frází, tak i komplexnější dotazy na bázi znalostí v audio-vizuálním archivu. Typickým příkladem může být využití sémantických entit například v dotazech typu “Kdo se narodil v roce 1915?”, případně “Co se stalo v lednu 1942?”

Kompletace a ověření funkcionality prototypu hlasového interaktivního systému vybrané domény mluveného slovanského jazyka.

Byly zahájeny práce na implementaci modulu fonémového vyhledávání, jehož činnost je založena na subslovních jednotkách. Cílem je možnost vyhledávat v rozsáhlých hlasových archivech i slova mimo slovník. Počítá se s tím, že tento modul bude využit i v rámci interaktivního hlasového systému. Zde se opět předpokládá rozšíření stávajícího grafického uživatelského rozhraní s využitím webové technologie HTML5. Bude též využita technologie WebRTC, která umožňuje integraci hlasového a multimodálního rozhraní. Při kompletaci jednotlivých modulů budou nadále využívány zkušenosti z Aktivity 4, kde byly implementovány moduly pro angličtinu.

Výsledky

TE01020197-V169 Konferenční publikace (16) O - Ostatní výsledky

TE01020197-V140 Prototyp hlasového interaktivního systému pro vybranou doménu mluvené angličtiny (16) Gprot - Prototyp

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP17 – NÁSTROJE INTERAKCE ČLOVĚK-ROBOT

Činnosti

Vývoj metod pro odstraňování chyb v robotických systémech

Komplexní inteligentní robotický systém

V rámci uvedených činností pokračovaly práce na realizaci dvou aplikací, ve kterých jsou metody detekce a odstranění chyb použity:

- Automatický vícekamerový dohledový systém pro detekci a sledování význačných událostí ve městě
- Automatické uchopování montážních dílů kolaborativním robotem

AUTOMATICKÝ VÍCEKAMEROVÝ DOHLEDOVÝ SYSTÉM

Firma CertiCon, a.s. v rámci projektu navázala na výsledky z roku 2017 a pokračovala ve vývoji automatického vícekamerového dohledového systému pro detekci zločinného chování ve městě a následného sledování pachatelů.

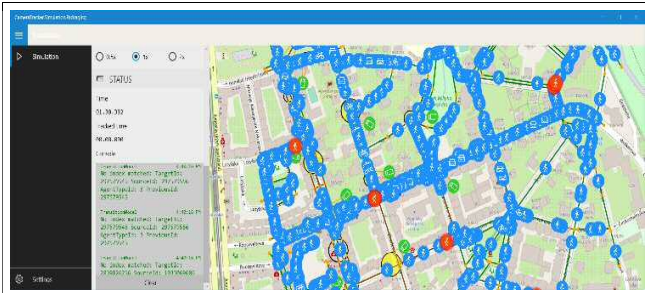
Vyvíjený systém je připravován tak, aby mohl v maximální míře využít existující kamerovou infrastrukturu dohledových kamerových systémů. Předpokládaným zdrojem dat tady budou PTZ (pan–tilt–zoom) kamery rozmístěné v městské zástavbě. Vyvíjené řešení je zatím i nadále omezeno v tom smyslu, že kamery pokrývající jednotlivé části ulic nelze polohovat zcela spojitě, ale je možné sledovat pouze předdefinované diskrétní oblasti. Přecházení mezi jednotlivými oblastmi je pak limitováno zadanou úhlovou rychlostí.

Systém pracuje s předpokladem existence tzv. agentů různých typů (chodci, cyklisté, motorová vozidla jedno i dvoustopá). Jejich pohyb po městě popisuje naučený přechodový model. Každý agent má vlastní individuální sadu parametrů popisujících pohyb – rozsah rychlostí, respektování jednosměrných ulic, atp.

Úkolem systému je na základě analýzy v reálném čase rozhodovat, jak využít dané rozmístění pohyblivých kamer a jejich zorná pole, aby byl daný agent sledován po co nejdelší dobu. Tedy maximalizovat pravděpodobnost jeho „neztracení“ během sledování.

Pro testování a vývoj algoritmů byl používán SW, který vznikl v předchozích etapách projektu. Proti původnímu provedení bylo programové vybavení rozšířeno o další funkcionality zaměřené na lepší podporu zavádění algoritmických změn do výpočetního jádra, resp. testování různých scénářů. Změny se týkají jak grafického editoru pro definici rozmístění kamer v mapových podkladech, tak simulační aplikace pro hodnocení pohybu agentů se zadanými vzory chování. Proti původnímu stavu simulátoru došlo k optimalizaci zaměřené na masivní paralelizaci výpočtu (Constraint satisfaction optimization problem), čímž se schopnosti simulátoru výrazně posunuly směrem k vytváření modelů chování rozsáhlých kamerových systémů, obr. 1.

Pro další rozvoj systému a vývoj detekčních algoritmů ze skutečných kamerových vstupů byl zahájen sběr dat. Cílem je vytvoření databáze videozáznamů z více kamer sledujících stejnou scénu. Pro tento účel byl postaven jednoduchý mobilní systém umožňující snadno kombinovat kamery různých typů s dalšími moduly pro záznam, resp. přenos dat, viz obr. 2



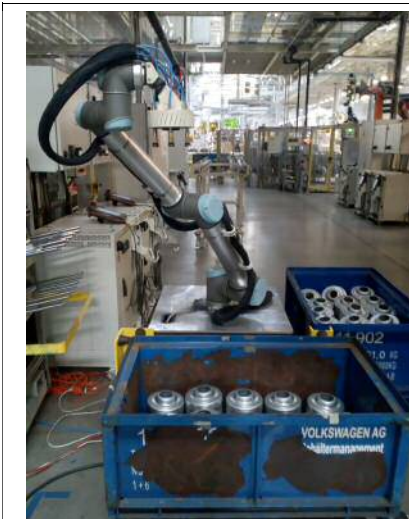
Obr. 1: Ukázka běžící simulace s velkým počtem nezávislých agentů.



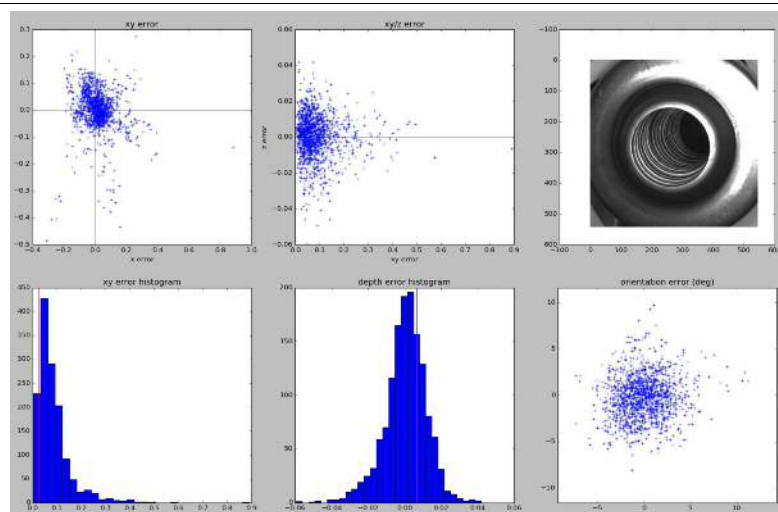
Obr. 2: Jedna z dočasných instalací při sběru video dat určených pro budoucí vývoj systému.

AUTOMATICKÉ UCHOPOVÁNÍ MONTÁŽNÍCH DÍLŮ KOLABORATIVNÍM ROBOTEM

Druhou aplikační oblastí je robotické pracoviště řešící úlohu automatického uchopování montážních dílů robotickým manipulátorem z přepravního obalu a jejich přenášení a ukládání do zásobníku montážní robotické buňky, které je realizováno pro Škoda Auto a.s. V uplynulých letech vznikl první prototyp systému používající robot Kuka KR 5arc. V roce 2018 práce na systému pokračovaly v několika směrech. Robot Kuka byl nahrazen kolaborativním robotem UR-10, což je cílová platforma požadovaná zadavatelem. Vzhledem k rozdílným parametrům a chování robotů bylo nutno kompletně změnit koncepci plánování pohybu, kdy byl nově použit SW balík MoveIt! integrovaný v systému ROS (Robot Operating System). Na základě rozsáhlého testování byla vybrána kombinace plánovacích algoritmů, neboť se ukázalo, že pro jednotlivé kroky uchopování a vybírání jsou vhodné různé algoritmy. Další množinou experimentů se poté podařilo identifikovat parametry jednotlivých algoritmů, které v porovnání se standardním nastavením výrazně zvyšují kvalitu a rychlost generovaných plánů.



Obr.3. Nasazení systému pro automatické uchopování ve Škoda Auto



Obr.4 Výsledky prvotních experimentů ve Škoda Auto. Grafy ukazují přesnost určení pozice součástky.

Důležitým krokem vývoje byl přepracovaný návrh řídicí struktury aplikace do formy stavového automatu a modulární návrh jednotlivých komponent, který umožňuje detekci nesprávné funkcionality těchto komponent a reakci systému na situace, kdy k chybnému chování došlo. Byly realizovány další komponenty, zejména rozhraní pro komunikaci s uživatelem – panel operátora a vícebarevný maják signalizující aktuální stav systému a systém pro detekci volného místa v gravitačním zásobníku, kam jsou součástky umístovány.

V neposlední řadě byla vylepšena vlastní metoda detekce součástky založená na algoritmu HOG (Histogram of oriented gradients) a konvolučních neuronových sítích pro upřesnění polohy součástky, díky čemuž se zvýšila úspěšnost sebrání součástky. Dále byly realizovány některé postupy předcházení kolizím při vlastním vybrání součástky.

V roce 2018 byl celý realizovaný systém fyzicky přemístěn na výrobní linku Škoda Auto, kde byl po dobu několika týdnů testován a laděn. V další fázi pak došlo k odstranění detekovaných SW a HW chyb a další optimalizaci a vylepšení systému. V současné době probíhá další kolo testování v reálném provozu, po jehož skončení dojde k vyhodnocení a naplánování navazujících aktivit.

Výsledky

Nebyly plánovány

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP18 – METODY STROJOVÉHO VNÍMÁNÍ PRO PRŮMYSLOVÉ A JINÉ APLIKACE

Činnosti

Zdokonalování algoritmů detekce defektů při použití reflektometrie a příprava algoritmů pro použití při kontrole kontinuální výroby

Vývoj systému SLAM s využitím rozpoznávání objektů

Výběr a vývoj algoritmů pro měření plastových dílů a měření materiálu při kontinuální výrobě

Vývoj a realizace funkčního vzorku systému pro kontrolu kontinuální výroby hutních materiálů na principu reflektometrie s využitím řádkové kamery

Výzkum a vývoj systému pro řízení dvojrukého manipulátoru s kognitivní zpětnou vazbou

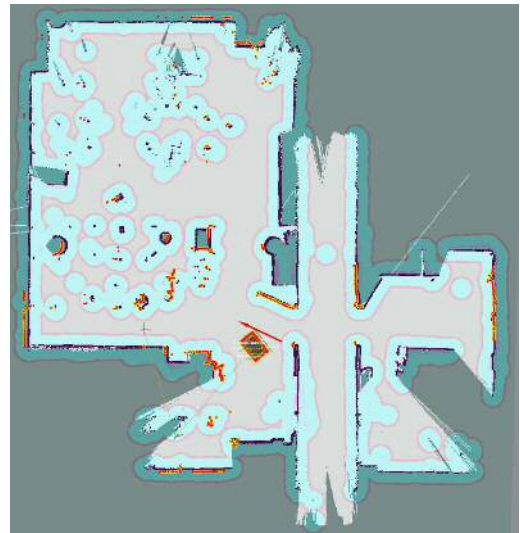
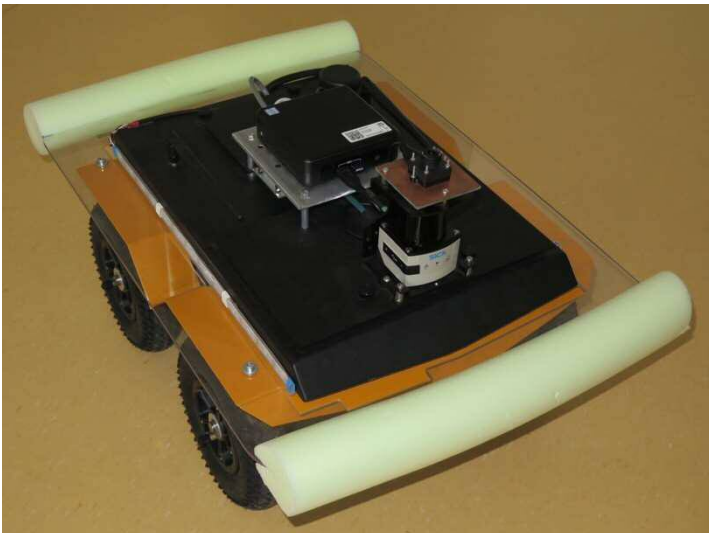
Ve sledovaném období jsme se v rámci uvedených činností soustředili na řešení těchto výzkumných témat:

- Výzkum a vývoj algoritmů SLAM (současné mapování a lokalizace)
- Vývoj algoritmů pro měření a detekci vad v kontinuální výrobě (reflektometrie)
- Výzkum a vývoj systému pro řízení dvojrukého manipulátoru s kognitivní zpětnou vazbou

Společnost CAMEA spol. s r.o. je hlavním průmyslovým partnerem v rámci tohoto pracovního balíčku. Výzkumný a vývojový tým CAMEA spol. s r.o. se soustřeďuje především na řešení úkolů spojených s uplatněním výsledků projektu v průmyslu. Příkladem je zahájení realizace funkčního vzorku pro kontrolu kontinuální výroby hutních materiálů, který bude v roce 2019 testován ve výrobě.

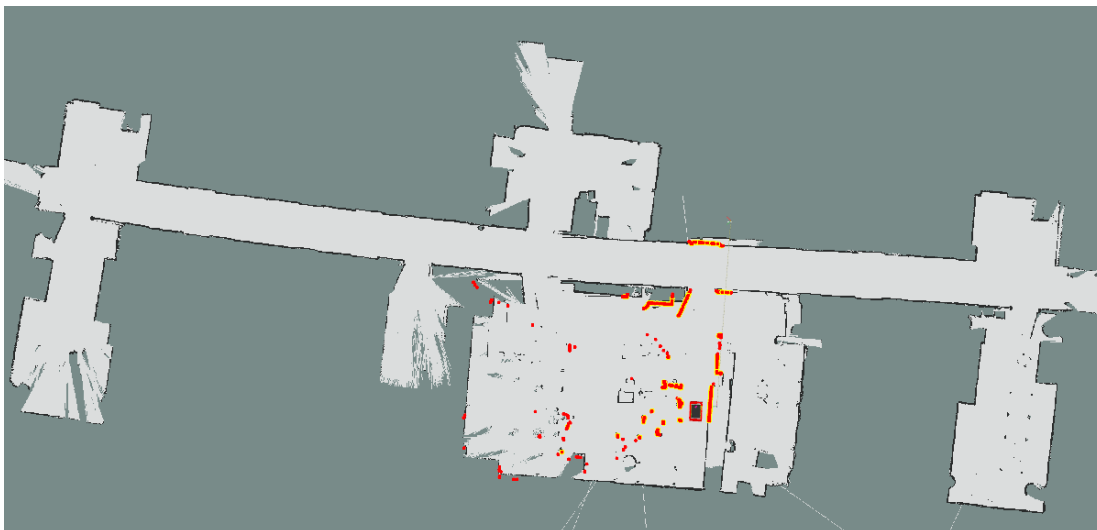
VÝVOJ ALGORITMŮ SLAM (SOUČASNÉ MAPOVÁNÍ A LOKALIZACE)

Jako testovací platformu pro algoritmy SLAM a rozpoznávání využíváme kolový robot Jackal. Cílem je demonstrovat možnost nasazení kolového robotu pro vnitropodnikovou dopravu. Oproti stávajícím řešením je výhodou flexibilita pohybu, přizpůsobení aktuální situaci podél trajektorie, a to bez nutnosti provádět rozsáhlou přípravu dráhy. Robot se orientuje pouze na základě laserového rotačního dálkoměru (LiDAR) a kamery se širokým zorným polem směřující vzhůru. Robot jsme v rámci projektu vybavili signalizací stavu a doplnili druhý počítač, který nám umožňuje realizovat algoritmy s větší výpočetní náročností, jako je právě SLAM (Obr. 1).



OBR. 1: VLEVO ROBOT JACKAL S NAMONTOVANÝMI SENZORY A DRUHÝM POČÍTAČEM PRO NÁROČNÉ VÝPOČTY. VPRAVO PŘÍKLAD VYTVOŘENÉ MAPY SE ZNÁZORNĚNÍM AKTUÁLNÍCH MĚŘENÍ DÁLKOMĚRU (ČERVENÉ BODY) A KOLIZNÍMI PROSTORY (ZELENÉ POLE OKOLO PŘEKÁŽEK).

Pro lokalizaci a mapování jsme na robotovi Jackal implementovali algoritmus Gmapping. Tento algoritmus je založen na odhadování modelů mapy a pozice v této mapě prostřednictvím částicového filtru (particle filter). Vstupem pro odhad je hloubková mapa pořízená laserovým hloubkoměrem a odhad polohy na základě odometrie. Algoritmus Gmapping využívá pro mapování mřížku obsazenosti (occupancy grid), která může být omezujícím prvkem pro přesnost mapování v případě rozsáhlých prostor. Příklad rozsáhlejší vytvořené mapy je na Obr. 2.

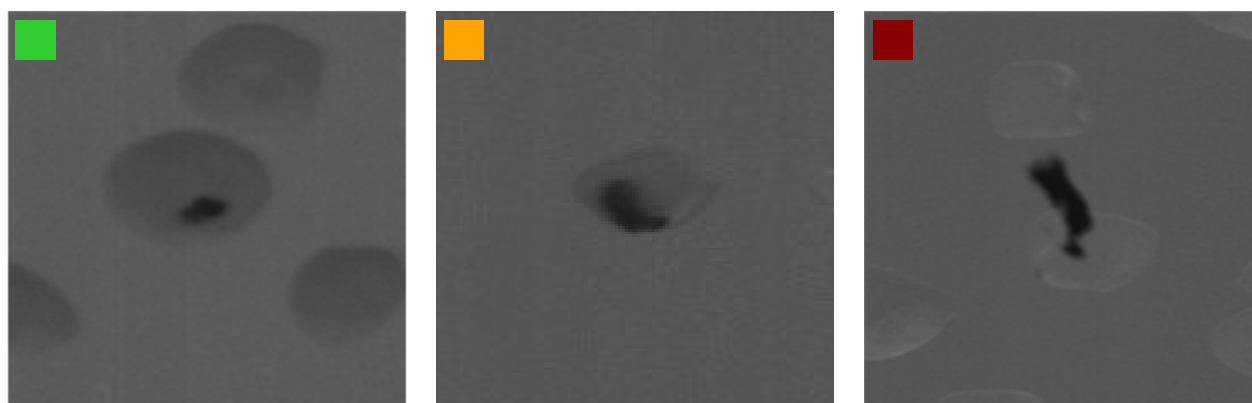


OBR. 2: PŘÍKLAD ROZSÁHLEJŠÍ MAPY SESTAVENÉ ALGORITMEM SLAM.
ČERVENĚ JSOU VYZNAČENY BODY AKTUÁLNĚ ZMĚŘENÉ DÁLKOMĚRU (LIDAR)

Jako alternativu vyvíjíme metodu založenou na transformaci normálního rozdělení - NDT (normal distribution transform). Mapa je na rozdíl od klasické mřížky obsazenosti lokálně popsána normálním rozdělením naměřených bodů. Buňce v mřížce není tak přiřazen pouze příznak obsazenosti, ale detailnější model (2D normální rozdělení), který může přesněji popsat situaci (např. směr stěny, velikost objektu). Při pohybu robotu se tyto lokální modely aktualizují na základě měření z dálkoměru. Metoda NDT zvyšuje relativní přesnost mapování a umožňuje tak zmenšit počty buněk mapové mřížky.

REFLEKTOMETRIE - DETEKCE DEFECTŮ A IMPLEMENTACE V KONTINUÁLNÍ VÝROBĚ

V uplynulém roce pokračoval vývoj metod pro automatickou kontrolu povrchu lesklých materiálů s využitím řádkových kamer a principů reflektometrie. Byly provedeny testy dodaných vzorků materiálů v laboratoři na optické lavici. Na základě výsledků provedených testů byla upravena liniová osvětlovací soustava a probíhá příprava na plánované pilotní nasazení funkčního vzorku na válcovací a lakovací stolici ve firmě AL INVEST Břidličná nebo Feron a.s.



Pos: 547 mm (Size: 1091x700 μm) Pos: 34 mm (Size: 1819x1740 μm) Pos: 756 mm (Size: 1769x4150 μm)

OBR. 3: PŘÍKLAD SNÍMKŮ VYHODNOCOVANÝCH PŘI TŘÍDĚNÍ PLASTOVÝCH PELET.

V oblasti měření a kontroly plastových materiálů jsme se zaměřili především na vývoj algoritmů pro detekci vad a jejich nasazení v časově náročných aplikacích. Pro detekci využíváme rychlých metod akcelerovaných s pomocí rozšířených instrukcí SSE/AVX. Pro klasifikaci využíváme metody na bázi statistického vyhodnocení a neuronových sítí. Tým ČVUT se připojil k úspěšné spolupráci vývojových týmů CAMEA spol. s r.o. a VUT Brno, které již delší dobu spolupracují v rámci WP19. Bylo navázáno na proof of concept modelu třídiče platových pelet založeném na pásovém dopravníku (příklad vyhodnocovaných snímků - Obr. 3). Vzhledem k technologickým nevýhodám jsme začali pracovat na principu vibračního dávkování a gravitačního urychlení na skluzavce, kdy rychlost pohybu pelet bude přes 4 m/s a požadovaný takt zvýšen na 20 000 zkontrolovaných pelet za sekundu. Pro rok 2019 je v plánu vyrobit a odzkoušet prototyp pro firmu Silon s.r.o.

ŘÍZENÍ DVOJRUKEHO MANIPULÁTORU S KOGNITIVNÍ ZPĚTNOU VAZBOU

Možnost řídit robotickou ruku v silově poddajném režimu umožňuje nasazení robotu v úlohách, kde je vyžadovaná interakce s člověkem nebo s materiály, u nichž hrozí poškození při použití nadměrné síly. Jako modelový případ jsme zvolili úlohu navléknutí ponožky nebo punčochy na lidskou nohu.

Pro možnost opakovaně spouštět experiment a pro snadnější tvorbu geometrického modelu jsme lidské chodidlo nahradili polystyrenovým přípravkem, na který navlékáme elastickou nohavici (Obr. 4 a). Takto definovaná demonstrační úloha má podobná omezení jako navlékání nohu člověka. V určitých konfiguracích se nohavice na přípravku může zadrhnout a při použití síly (tak, jak by se choval robot při klasickém polohovém řízení) se potrhá nohavice nebo poškodí polystyrenový přípravek.



(a)

(b)

OBR. 4: MANIPULACE S LÁTKOU SILOVĚ PODDAJNÝM ROBOTEM: A) NAVLÉKÁNÍ NOHAVICE NA POLYSTYRENOVÝ PŘÍPRAVEK, B) NAVLÉKÁNÍ PONOŽKY NA NOHU FIGURANTA.

Při řízení pohybu robotické ruky se využívá silová zpětná vazba. Robot je díky ní poddajný, reaguje jako mechanický systém pružiny a tlumiče, jejichž vlastnosti je možné měnit. Není však zaručeno, že koncový bod robotické ruky opisuje definovanou trajektorii. Z toho důvodu jsme navrhli metodu strojového učení, která pomocí opakovaných experimentů hledá nejlepší způsob řízení ruky tak, aby byla nohavice kompletně navlečena za použití co nejmenší síly. Vstupní měření jsou aplikovaná síla a míra pokrytí přípravku (pokrytí určeno na zpracování snímků experimentu). Výstupem je řízení polohy a tuhosti robotické ruky.

Obr. 4 b) zobrazuje experiment, kdy byla nohavice zaměněna za ponožku a ta byla navlékána na lidskou nohu. Tento experiment ukazuje směr dalšího vývoje. Přípravek bude nahrazen modelem lidské nohy s cílem navlékat ponožku či nohavici na skutečnou lidskou nohu.

Výsledky

Nebyly plánovány

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP19 – KAMEROVÁ ZAŘÍZENÍ A METODY ANALÝZY OBRAZU PRO MONITOROVÁNÍ DOPRAVY A V PRŮMYSLU

Činnosti

Výzkum, analýza a implementace algoritmů pro dopravní systémy

Vývoj a testování asistenčního systému řidiče

V oblasti dopravních aplikací byl použit koncept snímání pohybujících se objektů pomocí řádkové kamery a takové řešení bylo použito pro pilotní nasazení detektoru ADR tabulek v TKB (Tunelový komplex Blanka).



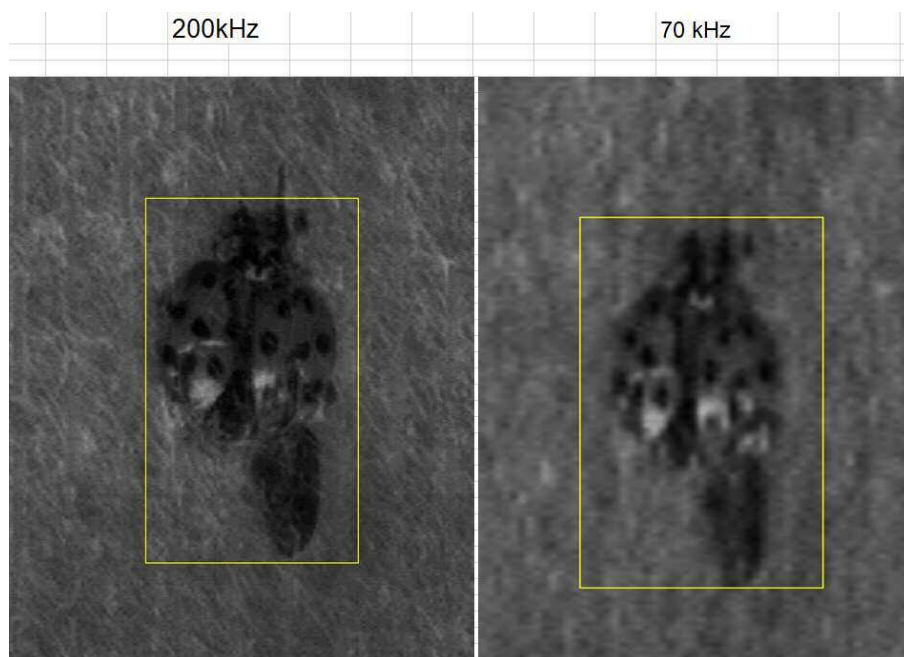
V oblasti implementace algoritmů pro dopravní systémy byly úspěšně odzkoušeny algoritmy pro detekci a rozpoznávání UIC kódů a použity na testovací lokalitě s autorským hardwarem s line-scan kamerou. Typická úspěšnost snímání, čtení a rozpoznání UIC kódů je > 95% pro osobní vozy. Principiálně podobné zařízení bylo použito také pro pilotní ověření a dnes už i ostrý provoz čtení UIC kódů vlakových souprav.



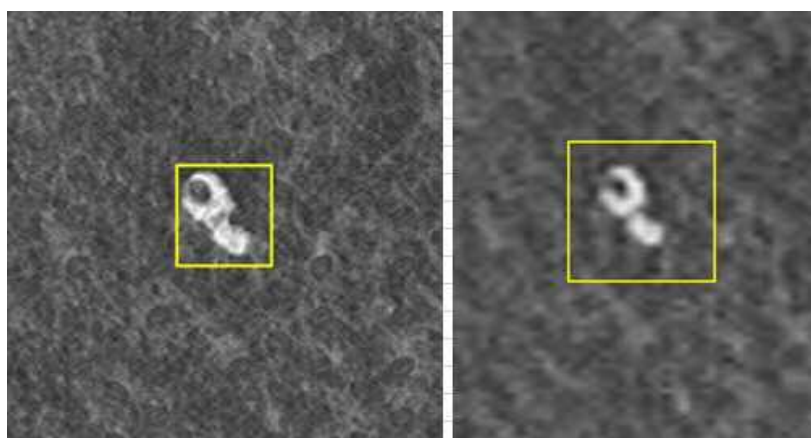
Výzkum, analýza a implementace algoritmů pro inspekční systémy

Návrh rámce systému pro hyperspektrální průmyslovou inspekci

Vyvíjený systém nese název UniscanDETECTOR. V rámci inovace byly implementovány robustní algoritmy pro detekci vad v netkaných textiliích s použitím vysokorychlostních kamer (až 200 kHz) s datovým tokem 2200 MB/s na jednu kameru. Použitím těchto kamer bylo dosaženo rozlišení na úrovni State-of-art 100x100 μm při rychlosti pohybu materiálu 1200 m/min.



Detail vady na netkané textilii pořízený řádkovou vysokorychlostní kamerou s taktem 200 kHz (vlevo) a taktem 70 kHz (vpravo).



Stejný detail jiné vady na netkané textilii pořízený řádkovou vysokorychlostní kamerou s taktem 200 kHz (vlevo) a taktem 70 kHz (vpravo).

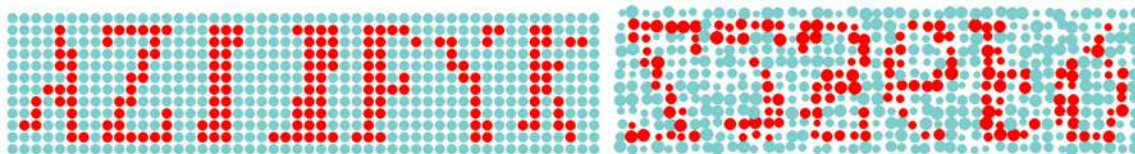
Vývoj systému pro souběžnou lokalizaci a mapování

Vyvíjen je obecný systém určený pro široké spektrum principiálně odlišných maticových snímačů použitelných v oblasti souběžné lokalizace a mapování s primárním záměrem na využití v prostředí interiéru budov. Koncepční základ obecnosti vychází z inovativního přístupu k mapování, které je založeno na modelování informačně nosných elementů struktury prostředí pomocí jednoduchých geometrických entit (například přímků, roviny, atd.). Parametrizaci těchto entit lze optimalizovat. Druhým aspektem obecnosti je funkčnost i za absence odometrických dat.

V nedávném období se konkrétní experimenty specifikovaly do oblasti fotogrammetrie. Byl implementován algoritmus pro testování kvality metod detekce a trasování významných bodů ve vztahu k řešenému problému, začaly práce na využití deLaunayho triangulace ve spojení s regionálními segmentačními metodami za účelem detekce geometrických entit prostřední a také evaluace dostupných frameworků určených pro implementaci algoritmu souběžné lokalizace a mapování založené na technikách optimalizace grafu.

VÝVOJ SYSTÉMU BUBBLE CAPTCHA

Práce se věnuje vylepšení systému pro zabezpečení webových portálů proti automatickým robotům. Cílem je navrhnout systém, který bude odolný jak proti útokům klasickým stylem (nejprve vyhledat kandidátní oblasti, pak přiřadit oblastem správný znak), tak i proti souběžným metodám (kandidátních oblasti jsou známkovány klasifikačním algoritmem a oblast je dle této informace upravována). Daný systém však musí být dostatečně snadný pro lidského uživatele.



Odpověď AZILPYK ve formátu BubbleCaptcha

Odpověď Z2S6PQ ve formátu BubbleCaptcha

Bylo provedeno několik nezávislých pokusů jak za účasti lidských subjektů (tab. 1), tak i pokusů o prolamování pomocí algoritmů strojového učení (tab. 2).

TABULKA 1: VÝSLEDKY ROZPOZNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT LIDSKÝMI SUBJEKTY

Úroveň obtížnosti	Celkově pokusů	Úspěšné pokusy	Neúspěšné pokusy	Úspěšnost
Varianta a	191	138	53	72%
Varianta b	295	200	95	68%
Varianta c	159	103	56	65%
Celkem	645	441	204	68%

TABULKA 2: POROVNÁNÍ ÚSPĚŠNOSTI ALGORITMŮ STROJOVÉHO UČENÍ

	Úspěšné pokusy	Neúspěšné pokusy	Úspěšnost
k-NN	980	10	98,99%
Pattern Recognition Neural Network	990	0	100,00%
Feed Forward Neural Network	978	12	98,79%
Rozhodovací stromy	980	10	98,99%
SVM	988	2	99,80%

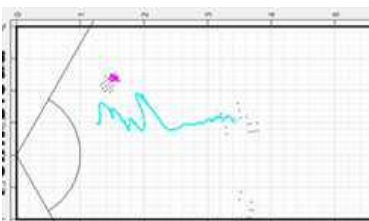
V dalších fázích vývoje bude provedeno vylepšení implementace systému, zabezpečení pomocí anti-segmentačních technik a další vyhodnocení úspěšnosti na stávajícím datasetu.

Hardwarové IP jádro pro zpracování a vyhodnocení obrazových dat

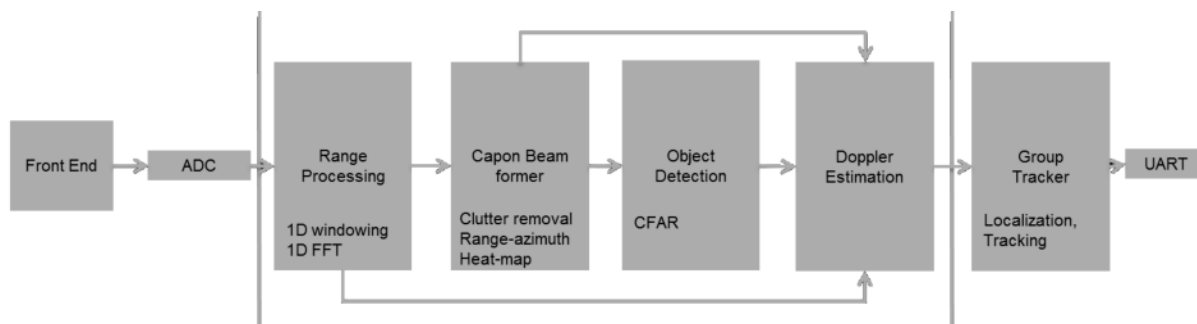
Moderní přístup k detekci objektů na bázi radarových principů pracujících v oblasti mm vln je dynamicky se rozvíjející oblastí. Umožňuje zpracovat vícerozměrná data a získat obraz z oblasti před samotným senzorem včetně vektoru rychlosti a odhadu azimutu. Pro rekonstrukci scény se využívá systém s následujícími parametry:

- Pracovní frekvence od 60 do 80 GHz
- Modulace FMCW se zdvihem až 1 GHz za 10 us
- Systém s více anténami MIMO obvykle 1-3 TX a 4 RX
- Umožňující detekci objektu od desítek cm do cca 100 m
- Měření rychlosti objektů
- Odhad umístění objektu v horizontální rovině

Radar se skládá ze tří základních komponent, a to radarového front-endu, který vysílá a přijímá radarové vlny a jejich odrazy anténami na PCB, signálového procesoru (DSP), který zpracovává přijatá data. Následně procesor ARM, řešící algoritmus sledování objektů, viz následující obrázek.



Trajektorie objektu a shluky dalších objektů před radarem



Řetězec zpracování dat radarového systému

Hardwarové IP jádro pro zpracování a vyhodnocení obrazových dat

IP jádro určené pro kamerové/vizuální a obecné aplikace je implementováno pro rodiny hradlových polí Kintex Ultra Scale+. Jako základní přenosová rychlost se předpokládá komunikace o rychlosti 100 Gbit/s v duplexním režimu využívající optické vlákno pro vzdálenosti větší než 3 m. Pro kratší vzdálenosti je využito metalické propojení. 100 Gbit link je připojen k transceiveru diferenciálním vedením v konfiguraci 4x25Gbit/s pro každý směr. IP využívá integrovaný 100G MAC. Následně jsou data přenášena do počítače třídy PC technikou RDMA a navazujícími protokoly RoCE - RDMA over Converged Ethernet.

Konzultační, informační a publikační činnost

Viz publikace „Visual quality inspection in modern industry – conventional approach or deep learning?“, která je výsledkem projektu.

Výsledky

TE01020197-V159 Konferenční publikace - dopravní a průmyslové kamerové systémy (19) O - Ostatní výsledky

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP20 – FRAMEWORK PRO IMPLEMENTACI TECHNOLOGIÍ AUTOID DO PROCESŮ VE ZDRAVOTNICTVÍ

Činnosti

Implementace systému tvorby Záznamu Intenzivní Péče na urgentním příjmu FNO Ostrava

Návrh struktury frameworku AutoID HEALTHCARE, tvorba nástrojů a postupů a metodiky jeho implementace

Podpora instalovaných funkčních vzorků a jejich kontinuální aktualizace

V rámci plánovaných činností byl dokončen vývoj systému pro sledovatelnost zdravotnických výkonů (operací) s využitím technologie NFC (výsledek TE01020197-V133). Na základě prezentace dosavadních výsledků na zdravotnické konferenci, přišel z Fakultní nemocnice Brno požadavek na sledování vytiženosti sálu a sledování délky jednotlivých fází operačního zákroku. Systém jsme tedy vyvíjeli přímo na základě požadavků přicházejícím od konkrétní nemocnice a měli možnost jej průběžně testovat na skutečných provozních datech. Byla vytvořena aplikace FNBTimer, pomocí které jsou logovány jednotlivé fáze operace a pomocí technologie NFC jsou data párována s pacientem. V rámci jednotlivých fází mohou nastat prodlevy, které mohou být způsobeny různými okolnostmi, ale také neduhy, které má za úkol tento systém odhalit. Jedná se zejména o opožděné příchody operatérů či anesteziologů, opožděné přípravy operačních sálů a technické problémy během zákroku. Detaily výsledku jsou popsány v příloženém dokumentu prokazujícím jeho dosažení.

V roce 2018 dále řešitelský tým dle projektového plánu aktualizoval již dosažený výsledek TE01020197-V132 – Systém pro lokalizaci polohy tagu ve zdravotnickém zařízení s využitím technologie RTLS. Byla vytvořena nová verze backendové a frontendové aplikace. Nová verze poskytuje větší responzivitu, disponuje moderním vzhledem a celkově zefektivňuje práci zdravotnického personálu se systémem.

Výsledky

TE01020197-V133 Systém pro dosledovatelnost zdravotnických (operací) výkonů s využitím technologie NFC (20) Gprot - Prototyp

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP21 – INTEGROVANÉ SYSTÉMY PRO OPTIMALIZACI VÝROBY A LIDSKÝCH ZDROJŮ

Činnosti

Implementace integrovaných systémů pro optimální využití zdrojů ve výrobě a službách

Pro komunikaci s informačními systémy uživatelů integrujeme komponentu DataFrame, která zlepšuje práci s daty a umožní modularitu, aby bylo možné pracovat s různými zákaznickými ERP systémy jednotným způsobem. Pro praktickou nasaditelnost jsme rozšířili rozvrhovací algoritmus o plánování se skladovými zásobami, dostupnosti materiálu a provázání výrobních operací se zákaznickými objednávkami.

Z pohledu uživatelské přívětivosti jsme provedli testování systému na chytrých obrazovkách, které budou informovat o rozpracovaném stavu výroby na dílně a bude možné přes ně provádět vykazování.

Testování a upgrade algoritmů

Tato aktivita se týká vývoje a testování algoritmů pro rozvrhování ve výrobě. V průběhu roku probíhal výzkum především následujících dvou směrech

1. Minimalizace spotřeby energie pomocí operačních modů strojů s různou spotřebou: V tomto problému uvažujeme, že stroje mohou být v různých operačních módech, které se liší výrobní rychlostí a spotřebou energie. Navrhujeme exaktní a heuristické algoritmy, které jsou schopny rozvrhovat úlohy na stroje spolu s jejich módy tak, aby byla minimalizována spotřeba a zároveň byly splněny výrobní požadavky (např. deadline úloh).

Z tohoto výzkumu vznikla publikace na prestižní konferenci CPAIOR 2018 [1]. Naše algoritmy umí optimálně vyřešit instance se 4 stroji a až 25 úlohami do časového limitu jedné hodiny.

[1] Benedikt O., Šůcha P., Módos I., Vlk M., Hanzálek Z. (2018) Energy-Aware Production Scheduling with Power-Saving Modes. In: van Hoesel WJ. (eds) Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research. CPAIOR 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 10848. Springer, Cham.

2. Rozvrhování na dedikovaných strojích s ohledem na 15timinutová maxima: Dle dohody s poskytovatelem elektřiny si firmy nasmlouvají výši tzv. 15timinutového maxima, což je maximální povolená spotřeba energie v 15timinutových intervalech. V případě překročení je firma pokutována vysokou částkou, která je úměrná množství nadlimitně spotřebované energie. Cílem v tomto problému je rozvrhovat energeticky náročné úlohy tak, aby tento limit nebyl překročen a zároveň byla minimalizována délka rozvrhu. Tímto výzkumem jsme se zabývali již dříve, kdy jsme ale uvažovali pouze jeden výrobní stroj. Problém jsme nyní rozšířili o dedikované stroje, tedy každá úloha má definovaný stroj, na kterém ji lze vykonávat.

Jedním z poznatků je složitost tohoto problému při zafixovaném pořadí úloh. U varianty s jedním strojem lze v pseudo-polynomiálním čase nalézt optimální rozvrh splňující limity. Nalezení optimálního rozvrhu ve variantě s vícero stroji rychlým algoritmem by vyřešilo slavný problém P versus NP.

V roce 2018 jsme pro tento problém navrhli několik exaktních metod, které byly otestovány na instancích, které měly až 4 stroje a 30 úloh. Nejlepší navržená metoda byla schopna nalézt optimální řešení a prokázat jeho optimalitu do 5 minut v 54,9% případů. Výzkumné výsledky byly zaslány na konferenci ICORES 2019.

Testování a upgrade webových komponent

V této aktivitě jsme provedli otestování výkonnosti webové komponenty pro zobrazování tabulkových dat. Bylo navrženo několik testovacích scénářů, které byly otestovány jak na počítači, tak chytrém telefonu. Zároveň bylo vyzkoušeno vícero prohlížečů. Testovaná stránka je dostupná na adrese <http://dejvice.merica.cz:9876/cak2018bench/> kde je zobrazeno cca 310 řádků a 70 sloupců.

Výsledky testování na PC pro různé prohlížeče

Scénář	Chrome	Firefox	Edge
Překreslení 1 řádku	0	cca 200ms	cca 200ms
Překreslení 1 sloupce	cca 200ms	cca 250ms	cca 250ms
Min přiblížení	1.5s	2.1s	1.8s
Max přiblížení	1.5s	2.1s	1.8s
Pohyb posuvníkem	mírně trhaný	středně trhaný	středně trhaný
Pohyb kurzorem	mírně trhaný	středně trhaný	středně trhaný

Výsledky testování na telefonu pro různé prohlížeče

Scénář	Chrome	Opera	Nativní
Překreslení 1 řádku	0	0	cca 200ms
Překreslení 1 sloupce	cca 50ms	cca 50ms	cca 50ms
Min přiblížení	4s	4.5s	5s
Max přiblížení	4s	4.5s	5s
Pohyb posuvníkem	mírně / středně trhaný	středně trhaný	hodně trhaný
Pohyb kurzorem	mírně / středně trhaný	středně trhaný	hodně trhaný

Popis scénářů

- Překreslení 1 řádku: překreslení 1 řádku (po vykreslení všech dat)
- Překreslení 1 sloupce: překreslení 1 sloupce (po vykreslení všech dat)
- Min přiblížení: vykreslení všech dat při nejmenším přiblížení
- Max přiblížení: vykreslení všech dat při největším přiblížení
- Pohyb posuvníkem: pocitová rychlost překreslování dat při posunem posuvníku
- Pohyb kurzorem: pocitová rychlost odezvy testovací aplikace na pohyb kurzorem

Rychlé překreslování na chytrém telefonu je zásluhou optimalizace, kdy se překreslují pouze viditelná data. Protože na telefonu je zobrazeno méně dat než na PC, je zobrazování rychlejší. V rámci této komponenty byly také provedeny opravy chyb související s výkonností.

Výsledky

Nebyly plánovány

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP22 – MODULÁRNÍ SYSTÉM PRO MONITOROVÁNÍ, ŘÍZENÍ A OPTIMALIZACI VÝROBNÍCH PROCESŮ

Činnosti

Návrh a implementace komplexních algoritmů pro optimalizaci řízení distribuovaných výrobních procesů

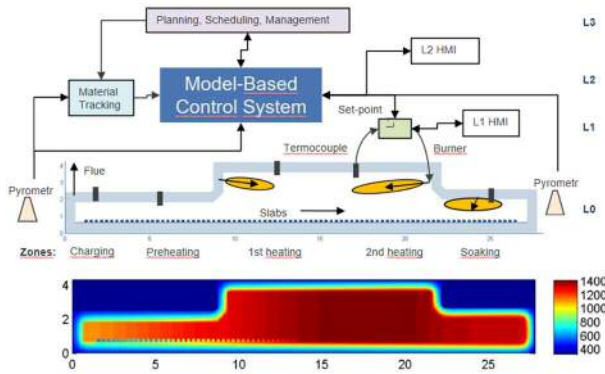
V návaznosti na předchozí aktivity, bylo provedeno rozšíření softwarové knihovny o další moduly pro optimalizaci výrobních procesů distribuovaného charakteru, které jsou dále blíže popsány. Aktivita zahrnovala též postupné zdokonalování již vyvinutých softwarových modulů v předchozích etapách projektu.

Návrh, implementace a testování systému pro integraci navržených softwarových modulů

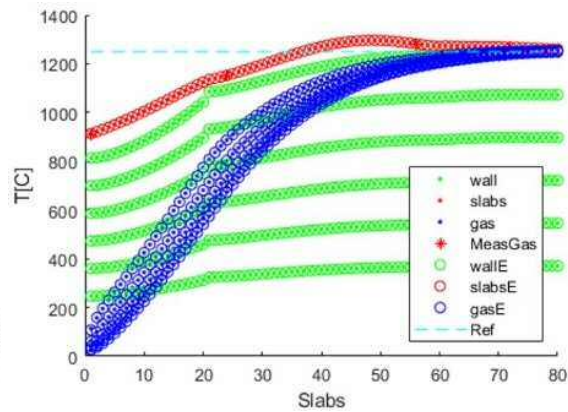
Softwarové moduly:

OPTIMALIZACE ODHADU TEPLOTNÍHO POLE V PRŮBĚŽNÝCH PECÍCH

V oblasti pecních technologií byly navrženy numerické procedury a postupy pro optimalizaci odhadu teplotního pole v pecích. Tyto procedury jsou založeny na matematicko-fyzikálním modelu pece, který lze použít pro pokročilou analýzu procesu ohřevu. Součástí této analýzy je detailní rozbor sálání jako dominantního přenosu tepla v průmyslových pecích s teplotou nad 1000°C. Proto byla aplikována metoda pro výpočet pohledových součinitelů pro definované elementy vzniklé z 2D řezů prostorové diskretizace pecního prostoru. Tato metoda respektuje překážky v prostoru, které způsobují stínění sálání. Matice pohledových součinitelů je pak přímo využita pro numerický výpočet tepelného přenosu sáláním. Analýza procesu ohřevu rovněž zahrnuje vypořádání se s nelinearitami a komplexností tohoto procesu. Vedle sálání další významnou nelinearitou modelu přenosu tepla je advekce způsobená přestupem tepla za pohybu vsázky. To vede na bilineární vztah (změna stavu procesu je úměrná součinu stavu a vstupu) a analýzou se zjišťují praktické možnosti bilineárního popisu, bilineární redukce řádu modelu a bilineárního pozorovatele stavu procesu.



Obr. 1 Schéma pokročilého řízení pece



Obr. 2 Příklad průběhu teploty ohřevu odhadem pomocí pozorovatele stavu procesu

Schéma pecní technologie a modelový příklad odhadu teplot v peci pomocí pozorovatele stavu procesu jsou uvedeny na obr. 1 a 2. Ambicí optimálního řízení pece je zlepšení kvality ohřevu i úspora energie, kde optimum řízení spočívá v účinné kompenzaci hlavní poruchy procesu, kterou je nepravidelný tok vsázky, tedy advekce.

NÁVRH ROBUSTNÍHO REGULÁTORU PRO ŘÍZENÍ SYSTÉMŮ S DISTRIBUOVANÝMI PARAMETRY

V oblasti návrhu regulátorů pro řízení systémů s distribuovanými parametry a systémů s dopravním zpožděním [1, 2, 3] byla aplikována spektrální metoda nastavující parametry PID regulátoru s filtrem měření pro dosažení robustní regulace. Tento návrh předpokládá, že neurčitost v popisu systému odchyluje tento popis od nominálního modelu o maximálně 50%. Nominální model je uvažován v bezrozměrném tvaru charakterizovaném tzv. podobnostními čísly kmitavosti a zpožděnosti, u kterých právě z praktického hlediska návrhu robustního regulátoru je mezní neurčitost předpokládána 50%. Rovněž byla provedena analýza PID regulace jeho parametrizací avšak již bez filtru šumu měření, kterou bylo zjištěno, že řízený systém druhého řádu jako neminimálně fázový s jednou nulou v jeho přenosu způsobí vznik neutrální regulační smyčky s ideálním PID regulátorem. Navíc přenos modelu byl uvažován s nestabilní nulou, což výrazně ztížilo analýzu použitelnosti PID regulátoru v prostoru podobnostních čísel modelu řízeného systému.

[1] Bušek, J. – Vyhlídal, T. – Zítek, P.: IAE based tuning of controller anti-windup schemes for first order plus dead-time system. In: 21st IEEE International Conference on Process Control (PC), 2017, Štrbské Pleso, Slovakia (pp. 18-23).

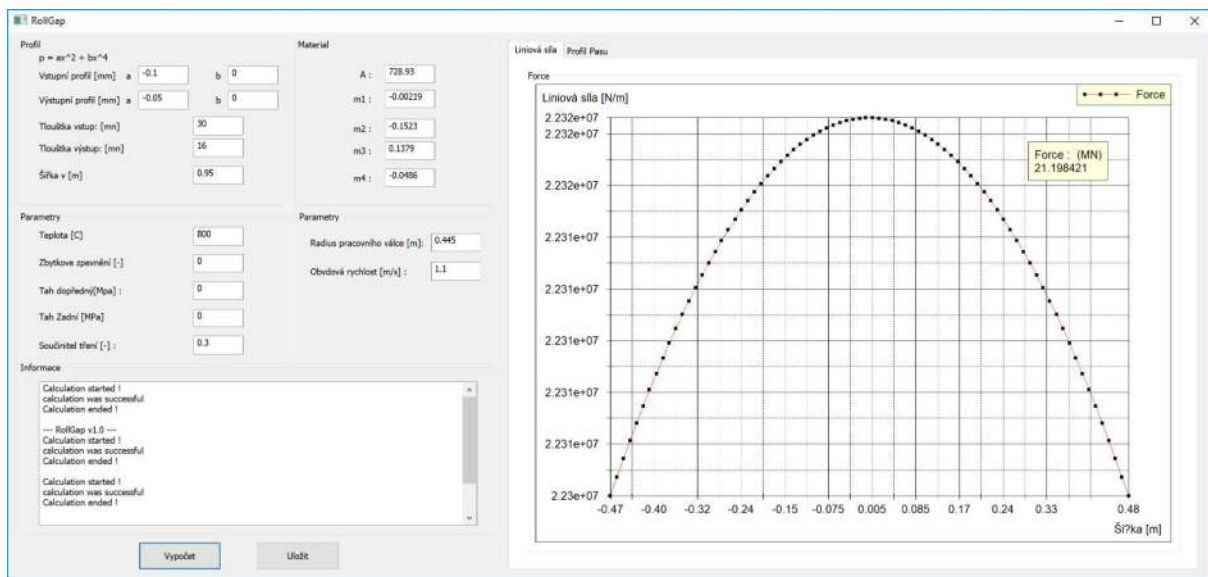
[2] Fišer J. – Zítek P. – Skopec P. – Knobloch J. – Vyhlídal T.: Dominant root locus in state estimator design for material flow processes: A case study of hot strip rolling, ISA Transactions, 68 (2017), 381-401. ISSN 0019-0578.

[3] Fišer, J. – Zítek, P. – Vyhlídal, T. Robust PID Controller Design for Plants with Delay Using Similarity Theory. In: Proc. 14th IFAC Workshop on Time Delay Systems. Budapest, 2018-28-30.6.2018, p. 236-241. IFAC-PapersOnLine, Vol. 51(2018).

VÝVOJ A IMPLEMENTACE MODULŮ PRO OPTIMALIZACI VÁLCOVACÍCH PROCESŮ

V oblasti válcování jsme pokračovali v rozšíření popisu tlakových poměrů ve válcovací mezeře. Byl implementován model pro výpočet rozložení válcovací síly po šířce vývalku, který slouží jako vstup do modelu

pro výpočet tvaru válcovací mezery. Základem modelu pro výpočet tvaru válcovací mezery je řešení soustavy nosníků zatížených proměnným napětím po šířce vývalku. Implementovaný model rozložení válcovací síly uvažuje mimo vstupní rozměr vývalku včetně jeho profilu i další parametry, kterými jsou rozložení teploty, tah v pásu ale i tření ve válcovací mezeře. Tento model bude dále rozšiřován o možný tok materiálu v příčném směru válcovací mezery. Na obr. 3 níže je znázorněn výstup z testovací aplikace modelu pro výpočet příčného rozložení válcovací síly.



Obr. 3 Testovací aplikace modelu pro výpočet příčného rozložení válcovací síly

Rovněž byla zahájena implementace neuronových sítí pro adaptaci parametrů různých modelů při válcování. Z počátku vhodný výběr neuronové sítě byl testován na adaptaci korekčních koeficientů modelu pro výpočet válcovací síly a krouticího momentu. Výsledkem analýzy je, že každý typ materiálu je popsán soustavou dvou polynomiálních neuronových jednotek HONU (Higher-Order Neural Unit). HONU je polynomiální více vstupový model s jedním výstupem. Pro všechny řády HONU jsou parametry modelu vždy lineární. Nelineární složitost modelovaného procesu je modelem podchycována kombinací vstupních dat, kde řád kombinace je určen řádem HONU. Vzniklá knihovna neuronových sítí je implementována v C++ a bude využívána ostatními modely pro adaptaci svých parametrů. Tato knihovna bude nadále rozšiřována o shlukovou analýzu, aby bylo možné materiály automaticky rozdělovat podle různých specifikací, např. podle chemického složení. S tím také souvisí vývoj v oblasti samoorganizačních map – nekonvenční neuronová síť pro identifikaci a klasifikaci shluků.

APLIKACE TVAROVAČŮ SIGNÁLU V PŘESUNU HUTNÍCH POLOTOTAVŮ MEZI OPERACEMI

Nově řešenou problematikou v minulém období byl návrh a implementace algoritmů pro kompenzaci kmitů zásobníkové klece s hutními polotovary zavěšené na jeřabové kočce při přesunu mezi jednotlivými operacemi. Z důvodu variabilního uspořádání polotovarů v kleci, je obtížné stanovit těžiště celého závěsu. Z tohoto důvodu není možné stanovit přesně dobu kompenzovaných kmitů. Z tohoto důvodu byla testována aplikace robustních tvarovačů signálu se zpožděními. Původnost navržené metodiky spočívá zejména v určení

trajektorie pohybu, která při průchodu tvarovači signálu nezpůsobí překročení limitů na rychlost, zrychlení a jerk pohybového akčního členu.

Výsledky

TE01020197-V161 Článek v odborném časopise na téma optimalizace procesů válcování s využitím algoritmů se zpožděním (22) O - Ostatní výsledky

TE01020197-V162 Článek ve sborníku na téma parametrizace distribuovaných systémů řízení s mnoha vstupy a výstupy (22) O - Ostatní výsledky

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.

WP23 – MANAGEMENT PROJEKTU

Tým managementu pracoval od 1. 1. 2018 ve složení, které je uvedeno v návrhu projektu:

prof. Ing. Vladimír Kučera, DrSc., dr. h. c., manažer projektu,
Ing. Jaromír Fišer, Ph.D. koordinátor cíle 1,
prof. Ing. Vladimír Mařík, DrSc., dr. h. c., koordinátor cíle 2,
prof. Ing. Václav Hlaváč, CSc., koordinátor cíle 3,
prof. Dr. Ing. Zdeněk Hanzálek, koordinátor cíle 4,
Mgr. Jana Bartáková, finanční manažerka projektu,
Monika Hübnerová, sekretářka projektu.

Od 1. 5. 2018 paní Mgr. Janu Bartákovou nahradila paní Ing. Marcela Kamenská.

Činnosti

Seminář a Rada CAK

Uskutečnila se pravidelná jednání na všech řídicích úrovních. Seminář projektu se uskutečnil v hotelu Kraví Hora v Bořeticích ve dnech 11. -12. 9. 2018 a přispěl k vzájemné informovanosti týmů a ke koordinaci řešení projektu.

Jednání Rady projektu proběhlo v rámci semináře dne 11. 9. 2018. Manažer projektu informoval o vypořádání vlastnických práv k výsledku s názvem Reflektometrická obrazová kontrola lesklých povrchů (7), který byl dosažen v termínu 12/2015 a jehož vlastníkem byl příjemce projektu ČVUT a společnost Neovision s.r.o., která z projektu odstoupila po vyhlášení insolvenčního řízení. V souladu s podmínkami projektu nebyl realizovaný funkční vzorek/prototyp určen k prodeji ani k trvalému nasazení u koncového zákazníka. V průběhu vývoje funkční vzorek splnil svůj účel, poskytl týmu ČVUT řadu cenných zkušeností a umožnil zdokonalit vyvíjené metody. Dále se však již s jeho využitím nepočítalo a ani nepočítá. Proto ČVUT o získání vlastnických práv k funkčnímu vzorku během průběhu insolvence již neusilovalo, neboť nepovažovalo za

hospodárné funkční vzorek od úpadce odkoupit. Na základě získaných poznatků z funkčního vzorku bude cílů projektu dosahováno nadále s firmou CAMEA.

Povinnost vypořádat vlastnická práva k výsledku, která byla řešiteli projektu uložena v Rozhodnutí o výsledku změnového řízení, byla tímto splněna a dne 16. 3. 2018 Technologická agentura ČR tuto záležitost uzavřela.

Člen konsorcia CertiCon se stal velkým podnikem, došlo tedy ke snížení výše poskytnuté dotace. Rozdíl byl doplněn navýšením vkladu z neveřejných prostředků CertiCon. Celkový rozpočet projektu, ani plán prací se nezměnil. Novým členem Rady projektu za CertiCon se stal Ing. Petr Prášek, Ph.D.

Výsledky

Nebyly plánovány

Projekt bude postupovat v dalším období podle schváleného plánu prací.