

Robotic journal

Svět robotiky
a automatizace
v průmyslu



Rozhovor Profika

V 90 procentech dnes chtějí
automatizovat malé a střední podniky.
Str. 8-9

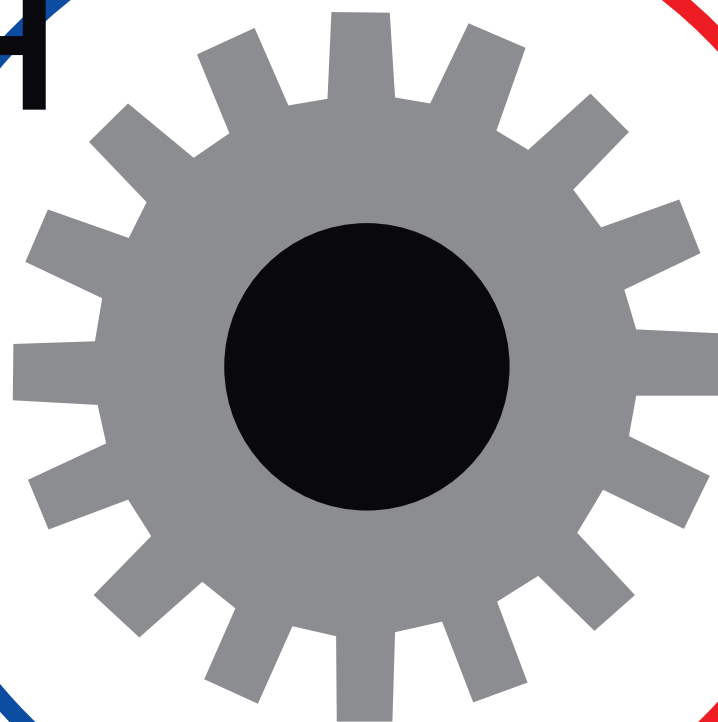
Spolupracující roboty

Kolaborativní a kooperativní
roboty - vyznáte se v nich?
Str. 16-33

Rasismus už i u robotů?

U sociálních robotů se začaly objevovat
problémy genderové předpojatosti.
Str. 50-51

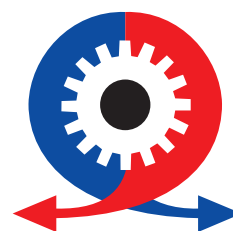
65. —————→ MEZINÁRODNÍ STROJÍRENSKÝ VELETRH



8.–11. 10. 2024
BRNO



**DIGITAL
FACTORY**



MSV 2024

Editorial

KOSMIČTÍ PRŮKOPNÍCI NÁM PŘIPRAVUJÍ CESTU

Roboty se stále více zabydlují nejen na Zemi, jak dokumentují statistiky počtu jejich instalací v nejrůznějších oborech a oblastech po celém světě, ale neméně úspěšně už překračují hranice naší planety.



Zde si vedou mnohem, mnohem lépe než my, protože, ač jsme si zvykli považovat se za pány tvorstva, naše fyzické možnosti vytvořené miliony let trvající evolucí jsou stavěné hlavně na podmínky naší staré dobré matičky Země. A jak se říká, kam čert nemůže, nastrčí ženskou, stejně tak platí, že kam se zatím nedostane člověk, tam prostě pošle robota...

Podle nedávných sérií úspěšných misí by se mohlo zdát, že výlety do kosmu a na Měsíc jsou dnes už víceméně rutinní záležitostí, ale občasné havárie a nezdařené starty raket vybavených nejmodernější současnou technikou či poměrně značný (a nepoměrně větší) počet neúspěšných pokusů o přistání na Měsíci či jiných planetách připomínají, že tak jednoduché to zatím stále není. Ani pro roboty, natož pro člověka, který si na svůj návrat na Měsíc bude muset počkat ještě nejméně dva roky. NASA totiž odložila tento záměr v rámci

připravované mise Artemis 3 původně počítající s lidskou posádkou na Měsíci už letos, nejdříve na rok 2026.

Po půl století, které uplynulo od doby, kdy do měsíčního prachu dosedly přistávací nohy modulu Eagle mise Apollo 11 a vzápětí poté se do něj otiskly i stopy prvních lidí, kteří kdy stanuli na povrchu našeho nejbližšího kosmického souseda, se člověk chce na Měsíc opět vrátit. Tou dobou na něm už ovšem dávno zanechali své stopy robotičtí průzkumníci, kteří tam dorazili dlouho před nimi.

V letech 1970 a 1973 se projely po Měsíci sovětské Lunochody 1 a 2, a až o desítky let později je následovaly menší mobilní roboty. Čínský „nefritový králík“ poslal před čtyřmi a půl lety záběry z odvrácené, do té doby neprozkoumané strany Měsíce, loni se po něm v oblasti jižního pólu projel i indický rover Pragyan a letos vysadil v rámci své mise další dva miniroboty i japonský modul

SLIM. Na Marsu se mezitím mnohokrát proletěl robotický vrtulníček Ingenuity.

Mezitím ovšem robotičtí „parťáci“ vcelku úspěšně fungují v kosmu po boku svých lidských kolegů. Kulatý empatický robot Cimon-2 připomínající fotbalový míč, vybavený AI a schopností vnímat emoce posádky, dělá společnost astronautům na ISS, kam už se podíval i Robonaut (poloviční humanoidní robot vyvíjený americkou kosmickou agenturou), ale i trochu „terminátorský“ vyhlížející Fjodor, první ruský humanoid určený pro součinnost s člověkem v kosmu. NASA spolupracuje se start-upem Apptonic, který vyvíjí humanoidní roboty, jež by se jednoho dne mohli vydat na Měsíc, Mars či další vesmírné objekty.

A až to tam prozkoumají roboty, možná se časem na Měsíc podíváme zase i my, lidé.... ■

Josef Vališka, šéfredaktor

- 3 Editorial: Kosmičtí průkopníci nám připravují cestu
- 5 Roboty po 10 letech
- 6 Pět vzájemně se podporujících trendů
- 8 Rozhovor: Dynamický trh robotiky posilují i čeští strojaři
- 10 Studie: Robotizace dosáhla nový globální rekord
- 12 Rozhovor: Od logistiky k dalším metám

TÉMA: SPOLUPRACUJÍCÍ ROBOTY A DIGITALIZACE VÝROBY

- 16 Kolaborativní a kooperativní roboty - vyznáte se v nich?
- 18 Digitalizace ve výrobě, její přínosy a úskalí
- 20 Kompaktní rameno pro těžké náklady i nejmenší „URko“
- 22 Tři kroky k (úspěšné) digitalizaci
- 24 Aditivní výroba s robotem
- 25 Průvodce úrovněmi spolupráce mezi lidmi a roboty
- 26 FANUC spouští výrobu nové řídicí jednotky R-50iA
- 28 Řídicí systémy robotů, jejich výhody a omezení
- 30 Modulární ruka zvládne (téměř) to, co lidská
- 32 Zvedne měkké chapadlo 100kg závaží?

NOVINKY, POZVÁNKY

- 34 Nový robotický pomocník a software z dílny Kuka
- 36 Strojové vidění umožňuje lepší depaletizaci
- 37 Vylepšení spolehlivých a přesných modelů řady M-710i
- 38 Místo humanoida jednoduchý domácí pomocník
- 39 HMC bude vyvíjet LiDAR nové generace
- 40 Autonomní robot, který se přizpůsobuje podmínkám
- 42 Štíhlí logističtí siláci
- 44 Nový lesů pán ze Skandinávie
- 46 Automatizace v americkém stylu
- 48 Roboty a AI na Hannover Messe

STUDIE A ZAJÍMAVOSTI

- 50 Rasismus už i u robotů?
- 52 Transformující se Morphobot
- 53 Roboty se učí kopírováním lidí
- 54 Závratí z výšek určitě netrpí
- 55 Nákladní drony pro doručovací mise
- 56 Showroom pro zážitky v kuchyni
- 57 Autonomní cargo letadla na obzoru?
- 58 Skandinávští šikulové

12

ROZHOVOR

V dnešní době jsme v situaci, kdy už není otázkou, zda automatizovat nebo ne, ale kdy.



16

TÉMA

Kooperativní robot stojí mezi průmyslovými roboty a koboty, přičemž kombinuje výhody obou typů za pomoci senzorů.



48

POZVÁNKA

Veletrh je letos důležitější než kdykoli dříve, protože ekonomické a politické prostředí je velmi nestabilní.



52

ZAJÍMAVOSTI

Robot je navržen pro pátrací a záchranné mise, může jezdit nebo létat a provádět průzkum.



ROBOTY PO 10 LETECH

Od doby, kdy proběhla první konference Roboty, uplynulo již 10 let. Letošní ročník se konal 23. a 24. ledna v brněnském hotelu Avanti, kde Lukáš Smelík z pořadatelské organizace Trade Media International přivítal účastníky jubilejní konference.



Odpolední blok pak pokračoval v přednáškách: Strojové vidění a AI rychle a jednoduše, Zabezpečení robotů v praxi, Řešení SMC pro robotiku a Požadavky na uvedení kolaborativního robotického pracoviště na trh nebo do provozu, které následně doplnil tematický okruh Současné ekonomické a podnikatelské klima & robotika, na nějž navázal moderovaný diskuzní panel „Roboty berou lidem práci – lidem, kteří nejsou“.

Druhý konferenční den tvořila série přednášek pod mottem Nové příležitosti v robotice a navazující diskuzní panel Roboty a jejich potenciál v malých a středních firmách.

Obsah dvou hlavních bloků, který byl zaměřen zejména na problematiku automatizace v menších a středních podnicích, tvořily další přednášky, např. Potenciál robotiky – malé a střední podniky, Ukázky nasazení kobotů ABB, Data Mining v robotice, Mobilní a autonomní robotika, ale i posluchačsky atraktivní příspěvek Jak se stát úspěšným „hackerem“ průmyslových systémů za 15 minut. Závěrečnou část



Účastníci akce Roboty 2024 zaměřené na nejnovější trendy v robotizaci a přidružené automatizaci měli v průběhu dvoudenního setkání možnost vyslechnout přednášky téměř čtyř desítek zástupců firem reprezentujících elitu robotického a automatizačního průmyslu. Nabídku prezentací v hlavním sále rozšířily nově i dvě paralelní sekce, jejichž program probíhal fyzicky současně, ale bylo jej možné sledovat zpětně i ze záznamu.

Program v hlavním sále se zaměřil na čtyři témata: Roboty – zpět k základům, Robotické projekty a příklady implementací ve výrobních podnicích, Robotická řešení moderně, prakticky i digitálně a Současné ekonomické a podnikatelské klima & robotika.

Přednáškový maraton zahájily prezentace: Ukázka automatizace ručního pracoviště, Nasazení průmyslových robotů ABB, Pokročilá Automatizace a Digitalizace v robotice, Automatizace pod vlajkou Mitsubishi Electric, Visionary AI for a Smarter Automation Era a Global practice in linear robotics.

Hlavním tématem byly ukázky a příklady z praxe i trendy robotiky v průmyslu.

konference pak zajistily přednášky: Specifics of robotics in small and medium-sized enterprises, Automatizace v rozměrové kontrole výrobků nebo Robotické rameno celou aplikaci nedělá. Pozornost byla věnována také údržbě v robotice, bezpečnosti, strojovému vidění nebo spojení robotiky a umělé inteligence.

Konferenční program doplnila tradičně i výstava robotických novinek, na níž své exponáty a služby představili výrobci i dodavatelé robotů a periférií i vybavení pro ně, jako Stäubli, ABB, Kuka, Sick, Cognex, Zlín Robotics, Schneider Electric, Schmachtl, Siemens, Haberkorn, Euchner, ATEsystem, Güdel, SMC, NTT Data aj. ■

Josef Vališka

PĚT VZÁJEMNĚ SE PODPORUJÍCÍCH TRENDŮ

Počet robotů nasazených po celém světě dosáhl podle Mezinárodní federace robotiky nový rekord: přibližně 3,9 mil. kusů. Poptávka je poháněna řadou významných technologických inovací, které zjednodušují automatizaci.



Podle prezidentky Mezinárodní federace robotiky Marine Bill, se ukazuje, že robotika je multidisciplinární obor, kde se technologie sbližují a vytvářejí inteligentní řešení pro širokou škálu úkolů. Podle ní bude pět globálních, vzájemně se podporujících trendů automatizace v roce 2024 nadále utvářet spojující se průmyslové a servisní robotické sektory i budoucnost práce.

1 UMĚLÁ INTELIGENCE A STROJOVÉ UČENÍ
Trend využívání umělé inteligence (AI) v robotice a automatizaci stále roste a vznik generativní AI otevírá nová řešení. Tato podmnožina AI se specializuje na vytváření něčeho nového z věcí, které se naučila prostřednictvím školení, a byla popularizována nástroji, jako je ChatGPT. Výrobci robotů

vyvíjejí generativní rozhraní řízená AI, která uživatelům umožňují programovat roboty intuitivněji pomocí přirozeného jazyka namísto kódu. Pracovníci tak již nebudou k výběru a úpravě akcí robota potřebovat specializované programovací dovednosti.

Dalším příkladem je tzv. prediktivní AI analyzující data o výkonu robota za účelem identifikace budoucího stavu zařízení. Prediktivní údržba může výrobcům ušetřit

Úspěch zavedení humanoidních robotů bude záviset na návratnosti jejich investic.

náklady na prostoje strojů. Odhaduje se, že v automobilovém průmyslu stojí každá hodina neplánovaného výpadku 1,3 mil. USD, uvádí Information Technology & Innovation Foundation, což ukazuje na obrovský potenciál úspory nákladů prediktivní údržby. Algoritmy strojového učení mohou také analyzovat data z více robotů provádějících stejný proces za účelem optimalizace, přičemž obecně platí, že čím více dat algoritmus strojového učení poskytuje, tím lépe funguje.

2 NOVÉ APLIKACE PRO ROBOTY
Spolupráce člověka a robota je i nadále hlavním trendem v robotice. Rychlý pokrok v senzorech, technologiích vidění a chytřích chapadel umožňuje robotům reagovat v reálném čase na změny v jejich prostředí

a pracovat tak bezpečně vedle lidských pracovníků.

Kolaborativní robotické aplikace nabízejí pro lidské pracovníky nový nástroj, který jim ulevuje a podporuje je - mohou pomoci s úkoly, které vyžadují těžké zvedání, opakované pohyby nebo práci v nebezpečném prostředí apod. Rozsah kolaborativních aplikací nabízených výrobcí robotů se stále rozšiřuje a koboty expandují do nových segmentů.

Příkladem a jedním z posledních trendů na trhu je nárůst aplikací kobotového svařování v důsledku nedostatku kvalifikovaných svářečů. Ukazuje mj., že automatizace nezpůsobuje nedostatek pracovních sil, ale spíše nabízí prostředky k jeho řešení. Koboty proto doplní - nikoli nahradí - investice do tradičních průmyslových robotů, které pracují mnohem vyšší rychlostí, takže nadále zůstanou důležité pro zlepšení produktivity v reakci na nízké produktové marže.

3 MOBILNÍ MANIPULÁTORY

Na trh také vstupují noví hráči se specifickým zaměřením na kolaborativní roboty. Mobilní manipulátory, tzv. MoMas, kombinují kolaborativní robotická ramena a mobilní roboty (AMR) a nabízejí nové případy použití, které by mohly rovněž podstatně rozšířit poptávku po kobotech. Automatizují úkoly manipulace s materiálem v odvětvích, jako je automobilový průmysl, logistika nebo letecký průmysl. Mobilita robotických platforem kombinovaná s obratností ramen manipulátorů jim umožňuje procházet složitými prostředími a manipulovat s objekty, což je klíčové pro aplikace ve výrobě. Tyto roboty vybavené senzory a kamerami provádějí kontroly a údržbu strojů i zařízení. Jednou z významných výhod mobilních manipulátorů je jejich schopnost spolupracovat a podporovat lidské pracovníky, protože nedostatek kvalifikované pracovní síly v továrnách pravděpodobně zvýší poptávku.

4 DIGITÁLNÍ DVOJČATA

Technologie digitálního dvojčete se stále více používá jako nástroj pro optimalizaci výkonu fyzického systému vytvořením virtuální repliky. Vzhledem k tomu, že roboty jsou stále více digitálně integrovány v továrnách, mohou digitální dvojčata používat svá reálná provozní data k provádění simulací a predikci pravděpodobných výsledků. Vzhledem k tomu, že dvojčete existuje čistě jako počítačový model, může být zátěžově testováno a upravováno bez bezpečnostních dopadů a zároveň šetřit náklady - veškeré experimenty a jejich účinky lze zkontrolovat dříve, než jsou reálně provedeny a digitální dvojčata tak překlenují propast mezi digitálním a fyzickým světem.



- 1 Robotické trendy pro letošní rok podle IFR.
- 2 V důsledku nedostatku kvalifikovaných svářečů roste počet aplikací svařování kolaborativním robotem.
- 3 Humanoidní roboti by se mohli stát další přelomovou technologií, jako např. svého času chytré telefony.

5 HUMANOIDNÍ ROBOTI

Robotika je svědkem významného pokroku u humanoidů navržených k provádění široké škály úkolů v různých prostředích. Design podobný člověku se dvěma pažemi a dvěma nohama umožňuje flexibilní použití robota v pracovních prostředích, která byla původně vytvořena pro lidi a lze jej tedy snadno integrovat např. do stávajících skladových procesů a infrastruktury.

Čínské ministerstvo průmyslu a informatických technologií (MIIT) nedávno zveřejnilo podrobné cíle pro ambice země masově vyrábět humanoidy do roku 2025. Předpovídá, že se humanoidi pravděpodobně stanou další přelomovou technologií, podobnou počítačům nebo chytrým telefonům, která by mohla změnit způsob výroby zboží a jak lidé žijí.

Potenciální dopad humanoidních robotů na různá odvětví z nich dělá zajímavou oblast rozvoje, ale jejich masové přijetí na trhu zůstává složitou výzvou. Klíčovým faktorem jsou tradičně náklady, a úspěch bude záviset na návratnosti jejich investic v konkurenci s dobře zavedenými robotickými řešeními, jako jsou např. mobilní manipulátory. ■

Petr Kostolník

DYNAMICKÝ TRH ROBOTIKY POSILUJÍ I ČEŠTÍ STROJAŘI

Konference Roboty 2024 se zúčastnil i Jakub Kaufman z firmy Profika, která se od svého založení v roce 1992 zaměřuje na obráběcí stroje. Během posledních let ale vstoupila i do oboru automatizace a představila hned tři pozoruhodné projekty robotických buněk vlastní konstrukce.



S polečnost Profika se tak díky vývoji vlastních robotických buněk stala jedním z významných aktérů na poli českých dodavatelů automatizačních řešení.

■ Jaké máte dojmy z konference, zaujalo Vás něco?

Na konferenci Roboty jsem byl letos poprvé a obecně mě překvapila hojná účast i výběr témat. Na takovýchto akcích mě vždy baví také doprovodné programy, kde vystavují roboty, různé doplňky, příslušenství, uchopovače, nebo vidět nový hardware či cokoliv je ještě dále možné.

Hodně firem tam mělo nejen svou prezentaci, ale k tomu i expozici. Například mě zaujal projekt mladých „kluků“, kteří vymysleli způsob, jak zjednodušit programování robotů v lakovnách pomocí dálkové lakovací pistole. Navíc to předváděli naživo, dokonce bylo možné si to vyzkoušet.

- 1 „Pro zákazníky, kteří mají naše stroje, je zajímavé, že jim na ně dokážeme zajistit i automatizaci přesně podle jejich potřeb,“ říká Jakub Kaufman.
- 2 Z výstavy Roboty 2024 zaujalo návštěvníky např. plně automatizované kontrolní pracoviště 3D skenování dílů...
- 3 ... nebo kobot Schneider Electric, který lze díky vlastnímu řízení PLC připojit před nebo za strojními procesy.

■ Byly tam vidět trendy, jež lze aktuálně vysledovat v oblasti robotizace a automatizace a kterým se Profika také intenzivně věnuje? Jak vypadá vztah českých firem k této problematice?

Přesně tak, na konferenci mj. zaznělo i téma ohledně dat k robotizaci, že nejsou k dispozici v úplně sjednocené podobě. Účastníci i prezentující se obecně shodli, že největší

potenciál robotizace v Česku je aktuálně zejména v segmentu menších a středních firem.

Když nepočítáme hlavní firmy, především z oblasti automotive, tak jsou to právě malé a střední podniky, které by v 90% případů chtěly automatizovat. Obecně to představuje zhruba 25 až 45% trhu s roboty. Což znamená, že tento segment nabízí velké příležitosti. A právě to jsou zákazníci, na které se soustředujeme, pokud jde o dodávky obráběcích strojů. I když už také dodáváme pro velké korporáty s desítkami a stovkami strojů, primárně jsou našimi hlavními partnery právě tyto menší a střední podniky, kde se také nyní rýsuje největší potenciál pro automatizaci.

■ Dá se to chápat, že do robotických řešení začínají mířit právě tyto menší firmy, které se o ně dříve tolik nezajímaly, resp. nebyla pro ně automatizace dostupná v takové míře?

Ano, a myslím, že je to dáno hlavně tím, že stále přetrvává výrazný nedostatek kvalifikovaných pracovníků, takže o automatizaci už musí uvažovat i menší firmy, které se s tímto problémem také potýkají. A vzhledem k jejich možnostem je pro ně ještě citlivější. Sehnat dobré kvalifikované zaměstnance je dnes obtížné takřka v každé zemi a v některých regionech je situace ještě horší. Třeba pro menší firmu někde na Moravě, kde je hodně podniků zabývajících se obráběním kovů, která nemá takové finanční možnosti jako nadnárodní zaměstnavatel, je to mimořádně složité. Proto už i ony uvažují o řešení v podobě automatizace svého provozu, nebo aspoň jeho částí.

■ Navázali jste tam i nějaké pro vás užitečné kontakty?

Našel jsem tam třeba nový kontakt na firmu dodávající hardware, který aktuálně používáme, takže jej kromě našeho aktuálního dodavatele začala nabízet i další firma. Ale



zajímavější pro mě bylo spíše vidět, co roboty dnes dokážou a jak se to dá posouvat, třeba právě ve zmíněné oblasti lakování. Také jsem využil toho, že tam vystavovali nám známí dodavatelé, s kterými jsem mohl probrat osobně některé věci, místo toho, abychom je řešili mailem.

■ Co Vy osobně považujete za nejzajímavější novinky v oblasti robotické a automatizační techniky?

Určitě mně zaujalo a zajímá - o tom tam byla i část přednášek - využití různých forem umělé inteligence (AI) a zkoumání dat z digitalizace. To znamená, že jakmile firma zavede určitou digitalizaci a začne sbírat velké množství dat, jak je využít pro prediktivní servis, pro potenciální závady, které by mohly nastat apod. Zajímala mě práce s daty obecně a pak jaké jsou nové způsoby jednoduchého vytváření programů a dráhy robotů.

■ Takže věci, které by byly potenciálně využitelné i pro Profiku?

Ano, co se týká digitalizace, tak určitě. Nejen pro naši sekci robotiky, ale třeba i pro stroje. I když to asi nebude úplně typická věc, kterou bychom mohli nasadit celoplošně, ale dokážu si představit, že někomu, kdo bude využívat náš stroj na maximum, dokážeme nabídnout prostřednictvím digitalizace sběr určitých dat, z nichž dokážeme vyhodnotit další pro něj užitečné postupy, jako je například častější servis ložisek nebo jiné intervaly mazání, častější kontroly vůlí apod.

Není to úplně pro běžného zákazníka, protože v naprosté většině případů stroje nejsou využity na své maximum a stále dokážou více, než co jim vymezují technická data. Ale

Největší potenciál robotizace v Česku je aktuálně zejména v segmentu menších a středních firem.

jsou výroby, třeba v nepřetržitém provozu, kde jejich možnosti potřebují využít na maximum a kde jakákoli déle trvající odstávka stojí obrovské peníze. Tam si dokážu představit, že by se takováto věc založená na sběru dat a jejich analýze dala nasadit.

■ Jak si stojí Profika v konkurenci tradičních robotických značek? Vypadá to, že se mezi ně dokázala jako domácí dodavatel vlastních řešení s využitím robotů prosadit...

Co se týče konkurence, neznám českého výrobce, který by dělal sériové robotické buňky. I když jsou čeští prodejci zahraničních robotických buněk nebo tvůrci speciálních zákaznických řešení, s nimiž se občas na trhu setkáme, převážně ale spíše na veletrzích.

■ V čem vidíte výhody a silnou stránku vašich řešení?

Pro naše zákazníky je zajímavé to, že když už mají od Profiky strojní vybavení, protože prvotní impuls a jejich povědomí o značce byl hlavně přes dodávky strojů, že jim dokážeme zajistit i automatizaci těchto strojů přesně podle jejich konkrétních potřeb. Mají tedy vše od jednoho dodavatele, komunikují s jednou firmou, což řadu věcí podstatně usnadňuje a zjednodušuje. I když dostáváme třeba z různých akcí poptávky i od zákazníků, kteří nemají naše stroje, ale chtěli by automatizovat, primárně přicházejí poptávky od firem, kteří již stroje dodané Profikou mají.

■ Na trhu je řada dodavatelů již hotových řešení vyvinutých specializovanými firmami, ale Profika je unikátní tím, že nabízí automatizační řešení z vlastní konstrukce, vytvořená na základě vlastního vývoje...

Když jsme začali s vývojem univerzálních buněk, nebrali jsme to, jako že vytváříme něco nového a speciálního. Přístupovali jsme k tomu, jako kdybychom dělali klasickou integrátorskou práci pro zákazníka, který chce robotizaci na míru, ale s tím, že v robotické buňce dokážeme spojit i další výhody. Postupně jsme z „robotizace na míru“ udělali univerzální buňku, která pomáhá řešit problémy, se kterými se ve firmách setkáváme.

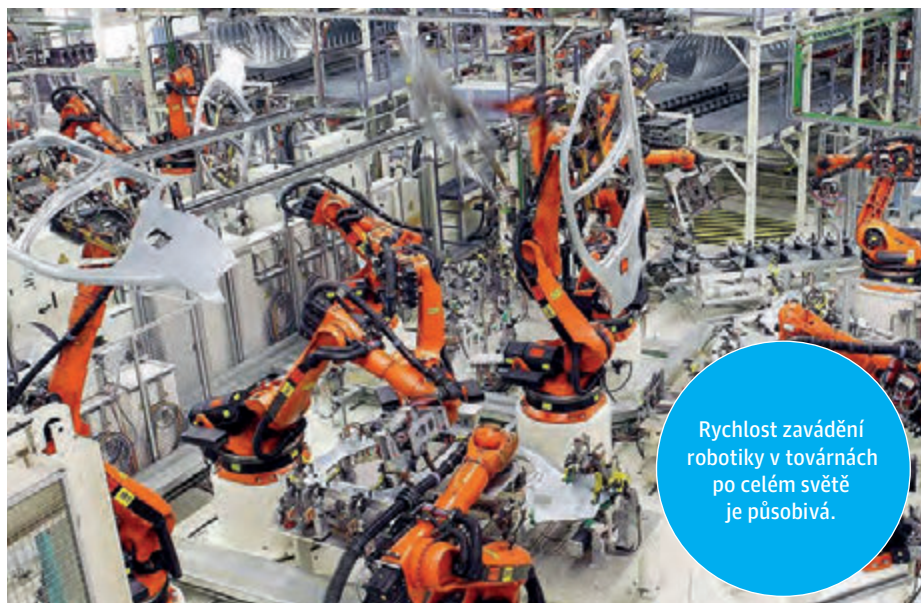
Vlastně jsme postupovali naopak: Na počátku nebyl záměr, kdy bychom si nejdříve navrhli nějaké univerzálnější pojetí řešení a pak se k němu snažili „napasovat“ určité požadavky zákazníka, ale právě z požadavků trhu a podnětů od zákazníků jsme vytvářeli řešení, která jsme postupně precizovali a koncentrovali do jednoho zařízení, jediné buňky. A vypadá to, že to byla trefa do černého - o tyto produkty je zájem, protože vycházejí z praxe a praktických zkušeností a poznatků. ■

Josef Vališka

Studie

ROBOTIZACE DOSÁHLA NOVÝ GLOBÁLNÍ REKORD

Mezinárodní federace robotiky zveřejnila v lednu svůj nejnovější statistický přehled odhalující data o hustotě robotů, tzv. robotické denzitě, zachycující počet robotů připadajících na 10 tis. lidských zaměstnanců.



Rychlost zavádění robotiky v továrnách po celém světě je působivá.

Data o hustotě robotů odhalují stav automatizace na celém světě a umožňují porovnávat regiony i země.

„Rychlost zavádění robotiky v továrnách po celém světě je působivá: Nová globální průměrná hustota robotů dosáhla historického maxima 151 robotů na 10 000 zaměstnanců, což je více než dvojnásobek počtu naměřeného před pouhými šesti lety,“ říká Marina Bill, prezidentka Mezinárodní federace robotiky (IFR).

HUSTOTA ROBOTŮ SE LIŠÍ PODLE REGIONU

Ze zprávy World Robotics 2023, kterou předložila IFR vyplývá, že díky vysokému počtu instalací průmyslových robotů dosáhl svět v roce 2022 nového rekordu: 3,9 milionu robotů operujících ve službách desítek zemí po celém světě. Na čelních pozicích žebříčku figurují

nepřekvapivě zejména asijské země, ale ani Evropa na tom není, pokud jde o vysoký stupeň používání robotů, špatně – v první desítce figuruje 5 evropských států. Neautomatizovanější země měřené hustotou robotů jsou podle IFR: Korejská republika, Singapur a Německo.

Asie má hustotu robotů 168 jednotek na 10 000 zaměstnanců ve zpracovatelském

Z pohledu robotické denzity se Česká republika umístila nad celosvětovým průměrem.

průmyslu. V celosvětovém měřítku se ekonomiky Koreje, Singapuru, Japonska, pevninské Číny, Hongkongu a čínské Tchaj-pej řadí do první desítky nejvíce automatizovaných zemí. V Evropské unii je hustota robotů 208 jednotek na 10 000 zaměstnanců, přičemž Německo, Švédsko a Švýcarsko se umístily v první desítce globální skupiny. Hustota robotů v Severní Americe je 188 jednotek na 10 000 zaměstnanců. Spojené státy americké patří mezi deset nejvíce automatizovaných zemí ve zpracovatelském průmyslu.

NEJVĚTŠÍ „ROBOTIZÁTOŘI“

Světovou jedničkou mezi průmyslovými roboty je, pokud jde o robotickou denzitu, Korejská republika, kde se hustota robotů od roku 2017 zvyšuje každý rok v průměru o 6%. Korejská ekonomika těží ze dvou velkých zákazníků – silného elektronického průmyslu a odlišného automobilového průmyslu.

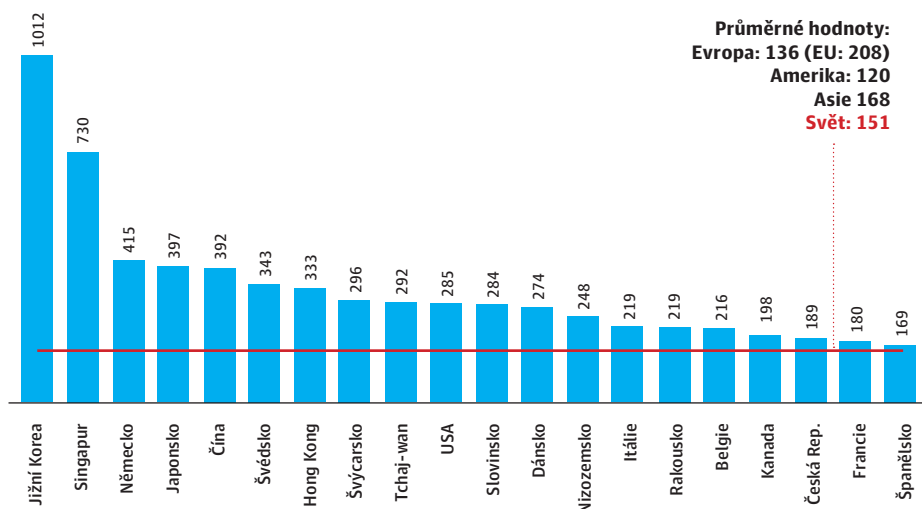
Po ní ve statistikách IFR následuje Singapur se 730 roboty na 10 000 zaměstnanců. Tato malá země s velmi nízkým počtem zaměstnanců ve zpracovatelském průmyslu úspěšně nahrazuje chybějící lidskou pracovní sílu intenzivní automatizací.

Na třetím místě je Německo se 415 roboty na 10 000 zaměstnanců. Hustota robotů největší evropské ekonomiky vzrostla od roku 2017 o 5% CAGR.

Až čtvrtou pozici zastává s hustotou robotů s 397 kusy na 10 000 zaměstnanců poněkud překvapivě Japonsko, které je jinak obecně považováno za zemi s tradičně vysokým podílem i úrovní robotizace a patří k průkopníkům robotiky. V této zemi robotizace rostla každý rok v průměru o 7% (2017–2022).

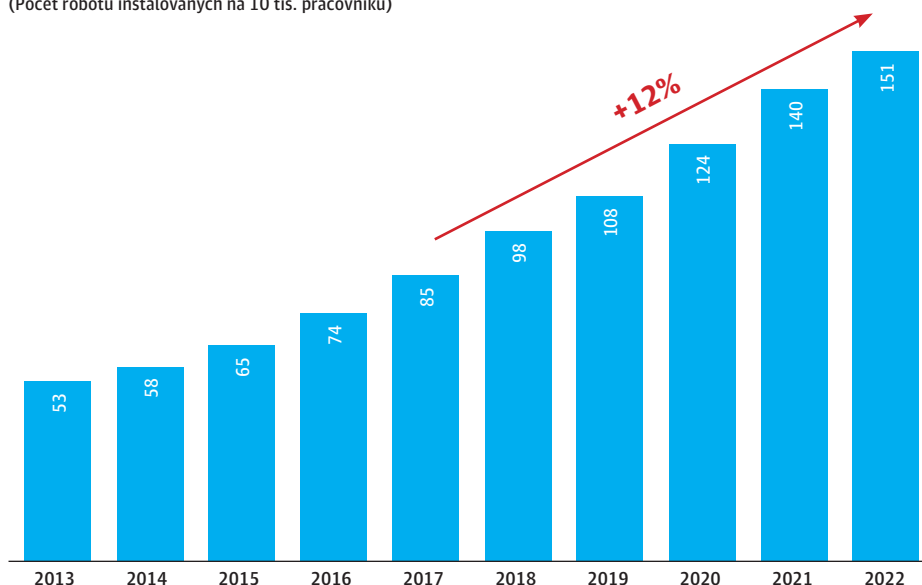
Hustota robotů v průmyslové výrobě v roce 2022.

(Počet robotů instalovaných na 10 tis. zaměstnanců)



Světový průměr robotické denzity v letech 2013 až 2022.

(Počet robotů instalovaných na 10 tis. pracovníků)



Na páté místo se v roce 2021 probíjela Čína a tuto pozici si udržela i v následujícím roce 2022. Masivní investice země do automatizační technologie přináší vysokou hustotu 392 robotů na 10 000 zaměstnanců, navzdory obrovské pracovní síle zhruba 38 milionů lidí ve zpracovatelském průmyslu. Čína patří aktuálně mezi země, kde automatizace a nasazování robotů v průmyslu i dalších oblastech postupuje nejdynamičtějším tempem stejně jako výroba robotů samotných. Z hlediska robotické denzity se ale do statistik samozřejmě promítá i extrémně vysoká lidnatost této asijské velmoci, takže na každého robota zde logicky připadá i vyšší počet lidských pracovníků (a tedy i statisticky nižší počet robotů na 10 tis. lidí, což je základní parametr robotické denzity) než v méně lidna-

tých zemích. Pokud jde o hustotu robotů ve Spojených státech, další z významných robotických velmocí, vzrostla v USA z 274 jednotek v roce 2021 na 285 v roce 2022, což zemi řadí na desátém místě ve světovém žebříčku.

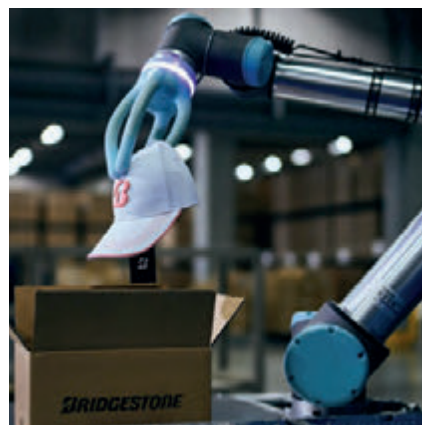
ČR SPÍŠE PRŮMĚRNÁ

Z našeho pohledu může být potěšitelná skutečnost, že nad celosvětovým průměrem (151 jednotek) byla z pohledu robotické denzity s téměř 190 instalovanými roboty na 10 tis. pracovníků i Česká republika, byť na druhou stranu ještě nedosahuje průměru EU (208 jednotek), i když se k němu již blíží a je na tom z hlediska robotické hustoty lépe než např. Francie nebo Španělsko. ■

Kamil Pittner

Nebojte se „měkoušů“

Přibližně polovina všech povolání bude zřejmě během příštích desetiletí zahrnovat nějaký typ automatizace, a tedy i interakce mezi lidmi a roboty, která stále vyvolává řadu otázek.



Studie Washingtonské státní univerzity (WSU) zjistila, že měkké roboty snižují obavy lidí ze spolupráce s nimi. Výzkumníci uvádějí, že sledováním videí měkkého robota pracujícího přímo s člověkem při úkolech vychystávání a ukládání úkolů, snížilo obavy lidí o bezpečnost a pocity nejistoty. To ukazuje, že měkké roboty mají potenciální psychologickou výhodu oproti robotům vyrobeným z kovu nebo jiných tvrdých materiálů.

V současné době musí lidští a rigidní robotičtí pracovníci udržovat bezpečnou vzdálenost, ale jak ukazuje studie, blízkost měkkých robotů by mohla být nejen fyzicky bezpečnější, ale i psychologicky přijatelnější, takže lidé by s nimi mohli těsněji spolupracovat. Studie WSU zjistila, že větší obezpečnost zvýšila celkový komfort s měkkými roboty a pokud měli její účastníci předchozí zkušenosti s roboty, vyšší rychlost jim nevadila, naopak rychlejší interakce preferovali.

Měkké roboty, vyrobené z pružných materiálů, jako je tkanina a pryž, jsou relativně novou technologií ve srovnání s tuhými roboty, které se již široce používají ve výrobě, ale mají mnoho omezení včetně vysoké ceny a bezpečnostních nároků. Tyto dva problémy mohou měkké roboty potenciálně řešit - jsou přirozeně bezpečné, takže není nutné se zaměřovat na drahý hardware a senzory, zaručující bezpečnost, což znamená značné úspory nákladů. ■

OD LOGISTIKY K DALŠÍM METÁM

Do automatizace stále častěji mají co říci nejen tradiční dodavatelé robotů, ale i firmy, jejichž doménou byla dosud spíše zcela jiná oblast, jak potvrzuje i Josef Murgaš, vedoucí oddělení intralogistických řešení a automatizace ze společnosti STILL ČR.



Firma, která se z dodavatele manipulační techniky vypracovala na poskytovatele intralogistických řešení, se stále více angažuje také v automatizační branži.

■ Jak vnímá STILL aktuální problematiku automatizace?

V dnešní době jsme v situaci, kdy už není otázkou, zda automatizovat, nebo ne, ale kdy.

Dříve to bylo pro mnoho firem tak trochu sci-fi, navíc enormně drahé, takže pro menší subjekty nedostupné. Dnes už odpověď firem zní: „Určitě automatizovat“, jen se hledají vhodné procesy, čím začít. A právě v tomto okamžiku přichází STILL, aby mohl zákazníkovi po analýze dat nabídnout nějaké vhodné řešení.

Zákazník má nějakou představu automatizace, od které očekává úsporu času i zaměst-

nanců nebo jejich úlevu od manuální činnosti. Po domluvě přijedeme k němu do firmy, abychom zanalyzovali jeho výrobní proces. Často se stane, že ten, který si zákazník vybral, nemusí být pro automatizaci úplně vhodný. Je potřeba podívat se na celý provoz, zkonzultovat s ním, kde by chtěl, aby byla firma za 10 a více let, a doporučíme návrh řešení. To by mělo být co nejméně invazivní s přírůb-

ním procesů, protože automatizace manuálního provozu s sebou nese i změny postupů. Zákazníka upozorníme na úskalí a navrhneme mu, s čím začít, a na to se pak soustředíme.

Po zanalyzování dat uděláme výstup a poté návrh a doporučení, jakým směrem jít, aby automatizace pro zákazníka dávala smysl i do budoucna. Je to hrazená forma logistického konzultantství, kterou ale pak zákazníkovi, pokud si v rámci výběrového řízení vybere STILL, ze zakázky odečteme.

■ **Vypadá to, že zákazníci mají občas o automatizaci zkreslené představy?**

Na trhu je různá škála zákazníků a každý je připravený na automatizaci jinak. Když funguje na systému WMS, má obvykle dobře nastádaná data a dokáže si vyhodnotit, který proces pro automatizaci má smysl. Často je ale očekávání zákazníka takové, že co mu dnes funguje v manuálním procesu, chce

Tak to v realitě opravdu je. Dnes jsme na jakémsi rozcestí mezi manuálními procesy a automatizací, která už není jen téma k diskusi, ale u řady zákazníků reálně funguje. Tomu je přizpůsobeno i nabídkové portfolio STILL, naše vozíky jsou i ve formě hybridů, což znamená, že jde o standardní vysokozdvizný vozík, na který je zákazník zvyklý, ale dovybavený automatizační jednotkou, takže může fungovat oběma způsoby. Automatizovaný proces tak lze v případě nějaké nestandardní situace přepnout na manuální režim. Nová generace našich vozíků, která je nyní ve vývoji, bude už ale plně automatizovaná.

■ **Platí ještě, že automatizace je výsadou spíše velkých nadnárodních firem? Protože o automatizaci mají zájem i ty menší...**

Samozřejmě, čím více je automatizace zastoupena na trhu, má to vliv na cenotvorbu,

Návratnost bývá u komplikovanějších provozů do 7 let, u nekomplikovaných i v rozmezí 1,5 až dvou let. Automatizace tak začíná být zajímavou záležitostí a dává smysl i z hlediska ekonomické rozvahy i pro menší a střední podniky.

Když navrhujeme řešení, pohybujeme se s cenovou návratností obvykle v horizontu cca 4-4,5 roku, ale velmi často i níže, kolem dvou tří let. Vše závisí na konkrétním provozu, jeho komplikovanosti a požadavcích zákazníka.

Z mého pohledu dává smysl hlavně standardní portfolio. V úplně nových závodech mohou být daleko složitější a sofistikovanější systémy, které dnes trh nabízí, jako jsou např. 4D shuttly apod. Zde už jde o větší investice, nicméně i návratnost rozsáhlých komplexních projektů bývá do 10 let. U retailu, který je nyní poměrně stabilním segmentem, nebývá problémem návratnost do 7 let. U automotive je na místě větší obezřetnost, protože vyžadují návratnost do tří let, do níž je u složitějších systémů se těžké vejít, ale není to nereálné.

■ **Technicky bude asi jednodušší automatizovat provozy, kde se s tím obvykle počítá, než adaptovat do modernější podoby ty starší...**

Ano, u novějších provozů bývají koncept i výstavba uzpůsobeny pro automatizaci, např. uličky, zásobovací trasy i další prostory. Ale na českém trhu obvykle automatizujeme již fungující provozy, a abychom splnili požadovaná kritéria, musíme přizpůsobit buď techniku, nebo procesy, často obojí. Není však dogma, že by nějaký provoz vyloženě automatizovat nešlo. Otázka je spíše zda a nakolik se to vyplatí. Je to hlavně problém peněz a otevřenosti zákazníka, jak moc je ochoten změnit své procesy i uvažování, a tzv. mindset, který je ve firmě nastavený, přepnout do prognózy, co chtějí dosáhnout třeba za 5 nebo 10 let.

■ **Bývá problémem přesvědčit lidi, že věci už nebudou fungovat tak, jak byli zvyklí, a jsou ochotní to akceptovat?**

Interní zásobování, zásobování výroby, expedice z výroby, skladování atd. jsou u jednotlivých zákazníků v různých úrovních sofistikovanosti a standardizace - nebývá pravidlem, že procesy jsou úplně standardizované, jak by bylo potřeba, dokonce ani u velkých firem. To je naše práce, nabídnout řešení, které přinese nějakou přidanou hodnotu, protože u automatizovaných řešení se dostáváme na úplně jinou úroveň, kde je požadovaná míra standardizace i bezpečnosti a spolehlivosti. Samozřejmě vyšší než v běžném manuálním provozu.

Máme v portfoliu vertikální i horizontální automatizované stroje, které je možné implementovat i do smíšeného provozu, kde



překlopit 1 : 1 na automatizovaný. Tak to ale většinou (až na výjimky) nefunguje. Vždy je to potřeba uzpůsobit, protože i automaty mají svoje limity. Zatím třeba nedokáží spolehlivě manipulovat s nadrozměrnými, neukotvenými břemeny, které člověk naopak zvládá poměrně bez problémů.

Většinu periodicky se opakujících standardních procesů lze automatizovat, ale tam, kde je nějaká přidaná hodnota, automat ještě není ve fázi, že by dokázal vždy plně nahradit zkušeného operátora. Lze však proces rozčlenit tak, aby se minimalizovala část, která musí být prováděna manuálně, a zbytek pak dokážeme automatizovat.

■ **Může se stát, že některé věci nejsou vhodné pro automatizaci a vyřešil by to proces poloautomatizace s tím, že výhledově by se dal proces zautomatizovat komplexně?**

1 „Po zanalyzování dat uděláme výstup a poté zákazníkovi navrhneme doporučení, jakým směrem jít, aby pro něj automatizace dávala smysl i do budoucna,“ říká Josef Murgaš.

2 Návratnost skladové automatizace bývá u komplikovanějších provozů do 7 let, u nekomplikovaných i v rozmezí 1,5 až dvou let.

a levnější automatizace už je dostupnější širšímu okruhu firem, které pak nahrazují manuálně řízené vozíky automatizovanými. Jde také o to, že často jsou operátoři získáni ze zahraničí, a s tím jsou spojeny různé vícenáklady, např. vícejazyčné manuály, zaškolování apod. Při posouzení následné návratnosti automatizovaného procesu to pak vychází ve prospěch automatizace.



se potkávají robotické systémy s manuálními pracovníky a dokážou se bezpečně pohybovat vedle sebe, vyhýbat se apod.

Každý vozík je osazen senzorikou, která kontroluje, co se děje kolem, a okamžitě reaguje i na nahodilé situace, například když do jeho prostoru vstoupí člověk, vozík se automaticky přepíná z běžného výkonového režimu do bezpečného módu, sníží rychlost atd. Když se blíží k rizikovému místu, automaticky na základě lokalizace pomocí GPS, wifi signálu apod. zpomalí, a systém zobrazí zeburu jako signál, kde lze bezpečně přejít, nebo naopak zákaz, akustické upozornění apod. Obsluhu lze vybavit různými náramky, které po vstupu do nebezpečné zóny automaticky upozorní manipulační techniku a dojde k jejímu příslušnému zpomalení či zastavení.

Vertikální systémy se snažíme řešit tak, aby byly oddělené od manuálních procesů a nevstupovali do nich zaměstnanci a tím dosahovali maximálních taktů. Máme třeba plně automatizované vertikální řešení zaskladňování, kdy se pro maximální využití možností stroje používají ochranné klece, optické brány apod. Zabezpečení celého systému je řešeno tak, aby nedocházelo ke kontaktu automatu s člověkem a do systému nebylo možné vejít s rizikem kolize a zranění.

Disponujeme i vlastním specializovaným oddělením, které se zabývá bezpečnostními prvky a možnostmi dodatečného zabezpečení pro zákazníky. Umíme dělat halogenové projekce, které na podlahu promítají přechody pro bezpečný pohyb personálu, stejně jako varování či informace, že vstup není bezpečný, a také máme řadu doplňkových

bezpečnostních prvků, které může zákazník vyžadovat.

■ Zmiňoval jste, že žádný projekt není úplně identický, že to nejde „dělat jako přes kopírák“, dá se ale využít zkušeností z již realizovaných referenčních projektů, které se blíží jeho případu?

Zpravidla to tak bývá. V automatizaci se dostáváme na velice individualizovanou úroveň, kde nelze vzít jednoduše stylem copy-paste řešení z jiného závodu, dokonce ani v rámci stejného koncernu. To, co dobře funguje v jedné zemi, v jiné nemusí. Řešení jsou vždy individuální, každý provoz vyžaduje jiné.

Zatímco u zákazníků s konvenčními manuálně obsluhovanými provozy, kteří využívají stejně řešené skladovací systémy a obsluhu regálů ve stejných výškách či typu provozů, bylo možné nabízet obdobné portfolio, u automatizovaných řešení to nejde. Musíme vytvořit vždy zcela originálně stavěné řešení pro konkrétní případ, byť s tím, že využíváme technologii, která už v jiných konfiguracích funguje.

■ Lze sledovat nějaké významnější trendy?

Jsme ve fázi, kdy provozy přecházejí do automatizovaných systémů a z hlediska konkuren-

ceschopnosti do budoucna už je to pro firmy nutnost. Obecně ale často nevědí, jak na to, a proto jsme tu my. K dispozici máme rozsáhlou škálu produktů pro tyto účely, zkušenosti i vysoce kvalifikované odborníky. Dokážeme tak obsáhnout veškeré potřeby zákazníka a nabídnout funkční řešení, nedodáváme jen dílčí kousky, to není naše filosofie. Ta sleduje právě jeden z aktuálních trendů: Neřešit transfer z jednoho místa do druhého, ale provoz jako celek, aby byl škálovatelný a spolehlivě fungoval třeba i za deset let a zajišťoval veškeré operace, které zákazník potřebuje.

Na vzestupu jsou tzv. hybridní regálové systémy ve velkých budovách 20 až 40 m, kde se používají jiné typy manipulační techniky, tzv. crainy. Jedná se o jeřábové zakladače vedené po kolejnici, které umožňují splňovat opravdu vysoké takty průtočnosti skladu. V našem portfoliu jsme ale primárně zaměřeni na regálové systémy, které jsou dnes na trhu běžné, každý si nemůže dovolit velký objekt se sníženou atmosférou pro hašení apod., takže naši specializaci jsou hlavně budovy do 20 m výšky se standardními MX zakladači, které fungují v plně automatizovaném režimu.

Pro moderní systémy, jako jsou autostory, spolupracujeme s firmou Dematic, která je s námi v rámci skupiny KION Group a nabízí velice sofistikované distribuční, skladové a vychystávací systémy dosahující enormní takty ve stovkách palet za hodinu.

■ Jaký typ zákazníků tvoří hlavní část vašeho automatizačního byznysu řešení?

STILL se na trhu zaměřuje hlavně na průmysl, především těžký a automotive, ale má zastou-

Zákazníci hledají dodavatele, který jim poradí a navrhne řešení, jež skutečně dává smysl.



pení i v ostatních segmentech, jako je stavebnictví, medicínský sektor, potravinářství... Naše manipulační technika nachází uplatnění prakticky u všech typů zákazníků. Každý průmysl má navíc svá specifika a předpisy, a nejde jen o hygienické požadavky v potravinářství nebo sterilní prostředí v medicínském průmyslu. Například u automotive je to ESD, zamezení statické elektřiny, technická čistota musí být na vysoké úrovni, protože elektrokomponenty či LCD displeje jsou velmi náchylné na jakoukoli kontaminaci i mikroskopickými částicemi, to pro výrobu znamená velký problém. Do provozu tak nesmějí jezdit vozíky, které se pohybují v tzv. černé zóně, kdy dochází ke kontaminaci koleček, která by se zanesla do výrobních prostor, takže náklad je nutné překládat přes speciální propust - kompenzační komoru, kde dochází k dekontaminaci. Aby vozík mohl pokračovat i do tzv. bílé zóny, čistí se kolečka pomocí speciálních rohoží. I pro tyto případy a požadavky má STILL varianty řešení.

Nabízíme například automatizované tahače, které disponují válečkovými rámy, na kterých vozí zboží, ty se mohou mezi sebou potkávat a předávat si náklad mezi jednotlivými soupravami. Přes propust ve zdi si mohou podat náklad pomocí dopravníků tak, aby nedocházelo ke kontaminaci výrobního prostoru kolečky a náklad tak pokračuje dále v plně čistém režimu. Myslím, že podobné řešení žádný jiný výrobce v takové podobě běžně nenabízí.

■ Automatizace má dnes sice značnou podporu, ale také úskalí. Která jsou podle Vás ta největší?

3 STILL má v portfoliu mj. i robotické systémy jako autonomní vychystávací vozíky iGo Neo, které spolupracují s obsluhou.

4 „Automatizace dnes dává smysl i z hlediska ekonomické rozvahy i pro menší a střední podniky,“ upřesňuje Josef Murgaš.

Problémem dnešního trhu je, že různé dílčí kroky dokáže automatizovat opravdu velká řada dodavatelů, ale když je zákazník chce potom dále rozvíjet, propojovat, navazovat na sebe, aby pokrývaly celý řetězec materiálového toku, nemusí různá ostrovní řešení spolu harmonicky fungovat. Proto, zejména pokud jde o firmy s rozsáhlejšími provozy, doporučujeme obracet se spíše na velké partnery, kteří nabízejí široké produktové portfolio a jsou schopni zajistit i velká komplexní řešení, která obsáhnou všechny budoucí procesy.

Automatizace, kterou zákazníci poptávají dnes, pravděpodobně nebude do budoucna poslední. Proto je lepší si tuto infrastrukturu vybudovat s jedním partnerem a mít od něj co největší portfolio výrobků, aby se zabránilo potenciální nekompatibilitě a tyto problémy se nemusely řešit. Je dobré mít v začátku na paměti, že daný proces pravděpodobně asi není jediný, který se bude automatizovat v rámci středního časového horizontu, a dívat se na to komplexně.

Standardizované procesy, jako pohyb palet ve skladu, zpravidla není problém automatizovat, zaměřil bych se ale na procesy, kde je vyžadována určitá přidaná hodnota člověka, například vybírání, třídění apod. Automatizace stále ještě neumí dokonale nahradit lidské ruce, nicméně lze to řešit tak, že můžeme

změnit proces, kdy věci, které je potřeba tzv. pickovat, co nejvíce přiblížíme výrobě pomocí automatizovaného systému a potom na tu minimální vzdálenost lze nasadit přidanou lidskou sílu a další operace pak navázat dál zase automatizací, aby vše fungovalo jako celek.

■ Co roboty a jejich využití v automatizaci logistiky, kdy se firmy snaží jimi nahradit lidské pracovníky? Je robotizace jen další z módních trendů?

V minulosti se propagovaly roboty hlavně jako nahrazení lidské síly. Zpravidla nešlo ani tak o řešení zaměřené na výkon, jako spíše na prezentaci technických možností, nicméně tato doba už je pryč a robotizace má pro zákazníky i přidanou hodnotu. Je ale potřeba si rozčlenit, jak ji vnímáme. Zda jako roboty primárně pro transfer - ať už horizontální nebo vertikální - nebo se bavíme o robotizaci v rámci výroby, např. na výrobních linkách, o robotických ramenech nebo kobotech pro výrobní nebo manipulační operace v provozu, kdy jednu nebo více specifikovaných úkonů provádějí v rámci linky automaty, které třeba montují díly, dotahují šrouby apod.

Tyto výrobní roboty sice nedodáváme, ale v rámci automatizace výrobní linky naše robotické systémy nabízíme. Soustřeďujeme se na dvě hlavní kategorie: AGV a AMR, často se tyto dvě varianty i kombinují. U AGV jde o automatizovaný dopravní systém vedený nějakým způsobem navigace, což mohou být odrazky, mechanické vedení, kdy robot funguje úplně bezobslužně. V případě AMR, tedy autonomních mobilních robotů, jsou v našem portfoliu robotické vozíky, které nepotřebují žádné vedení či předem vybudovanou infrastrukturu, ale samy si v reálném čase skenují prostor kolem nich a přizpůsobují se situaci na cestě k určenému cíli. Dokážou se samy orientovat na základě GPS souřadnic.

■ Zaznamenali jste v průběhu času i nějaké změny v preferencích zákazníků?

Automatizace se časem dynamicky mění a prakticky každý rok se objevují nová řešení. To, co bylo ještě donedávna nepředstavitelné, jako třeba inventura pomocí dronů, je dnes už bráno jako standardní možnost a zefektivnění provozu.

Jestliže dříve byla automatizace spíše exotická záležitost a zákazníci šli cestou nejmenšího odporu, kdy volili malá ostrovní řešení, jednoduchý transport z místa na místo - dnes už nejde jen o automatizaci dílčích procesů. Zákazníci hledají dodavatele, který jim poradí a navrhne řešení, které skutečně dává smysl. ■

Josef Vališka

KOLABORATIVNÍ A KOOPERATIVNÍ ROBOTY – VYZNÁTE SE V NICH?

Klasické průmyslové roboty, známé z výrobních linek, doplnily během posledních let nové kategorie určené pro přímou spolupráci s lidmi: kolaborativní a nejnověji i kooperativní roboty.



Pod takřka stejným názvem se ale skrývají dvě různé skupiny, konstatuje analytická firma IDTechEx zaměřená na výzkum a poradenství týkající se tradičních i nově vznikajících technologií.

Kolaborativní roboty, známé také pod označením koboty, představují specifickou kategorii robotů určených pro fungování bok po boku společně s lidskými operátory bez ochranných bariér typických pro průmyslové roboty. Na rozdíl od nich nejsou od lidských operátorů fyzicky odděleni bezpečnostní mříží, ale sdílejí stejný pracovní prostor.

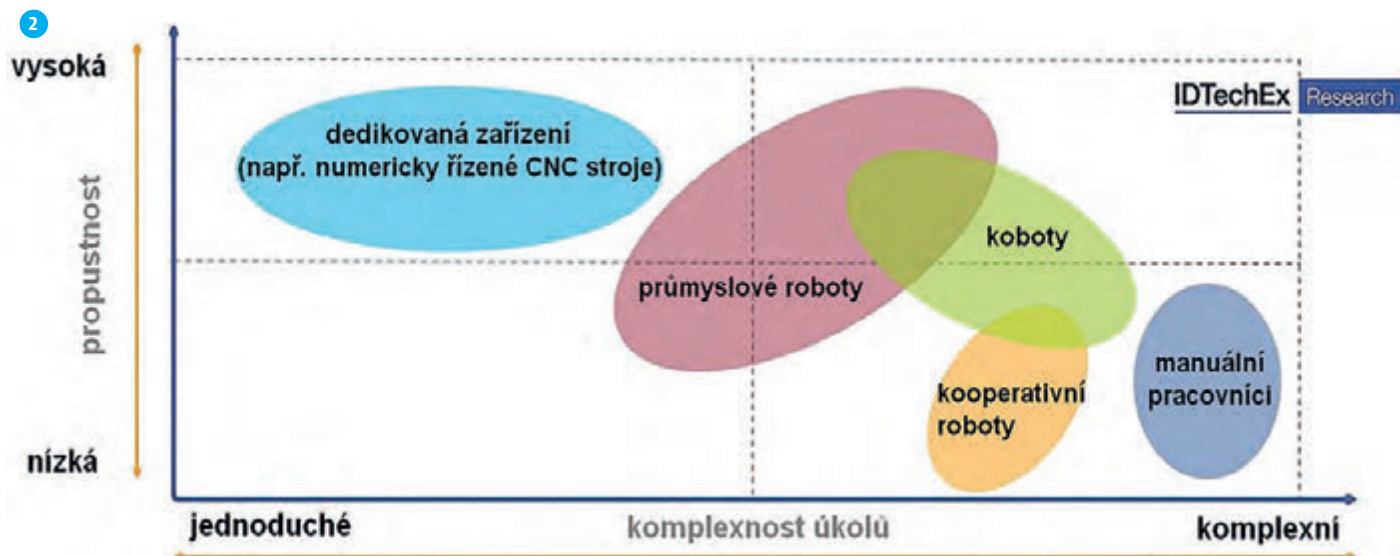
Jako relativně nová definice se objevuje i pojem kooperativní roboty. Jde v principu rovněž o roboty určené pro spolupráci s lidmi, ale představují jinou povahu operace. Kooperativními

- 1 Kooperativní roboty kombinují výhody průmyslových a kolaborativních robotů pomocí bezpečnostních senzorů.
- 2 Srovnání propustnosti práce CNC strojů, průmyslových robotů, kobotů, kooperativních robotů a ruční práce.
- 3 Porovnávací tabulka nákladů a ostatních parametrů.

roboty se označují průmyslové roboty s virtuálním ochranným plotem mezi nimi a lidskými operátory, který funguje jako klasická ochranná mříž či klec. Kooperativní robot tak stojí víceméně uprostřed mezi klasickými průmyslovými roboty a koboty, přičemž kombinuje výhody obou typů s pomocí bezpečnostních senzorů (typicky laserových skenerů).

JAK FUNGUJÍ KOOPERATIVNÍ ROBOTY?

Kooperativní roboty s podporou LiDARu rozdělují oblasti kolem sebe do tří zón, které lze popsat na principu tzv. semaforu, jako červenou, oranžovou a žlutou. V případě, že se lidští operátoři pohybují ve žluté zóně, robot pracuje plnou rychlostí a má maximální výkon. Když se ale lidští operátoři nebo předměty objeví v oranžové zóně, robot okamžitě přechází do bezpečnostního režimu práce se sníženou rychlostí. Pokud je detekuje v kritické, tzv. červené zóně, tedy ve své bezprostřední blízkosti, aktivuje se funkce nouzového zastavení robota. Díky segmentaci provozní rychlosti na základě vzdálenosti člověk-robot může rameno robota maximalizovat svou propustnost



3

	Průmyslové roboty	Koboty	Kooperativní roboty	Manuální pracovníci
Propustnost	++	-	+	--
Náklady	-	++	--	+
Zástavbový prostor	-	+	+	+
Komplexnost úkolů	-	+	+	++
Užitečné zatížení	++	+	+	-

tím, že pracuje plnou rychlostí, když pracuje nezávisle, a zajišťuje bezpečnou interakci, když jsou lidští operátoři v blízkosti.

Jak již bylo zmíněno, kooperativní roboty kombinují výhody průmyslových robotů a kobotů. Víše uvedená tabulka na obr. 3 porovnává kooperativní, kolaborativní a průmyslové roboty a manuální práci na základě různých benchmarkingů. Podle přesné definice jsou kooperativní roboty považovány za typ průmyslového robota. Na rozdíl od tradičních průmyslových robotů, které se spoléhají na fyzické ploty, však kooperativní roboty využívají virtuální zábrany založené na lidarovém senzoru k rozdělení pracovního prostoru, takže zástavbová plocha kooperativních robotů může být ve srovnání s průmyslovými roboty s fyzickými ploty výrazně menší. To však přináší i nevýhodu: vysoké celkové náklady.

Ve srovnání s klasickými ploty mohou být virtuální zábrany s podporou LiDARu desetkrát dražší. V závislosti na specifikacích může LiDAR představovat investici v řádu tisíců dolarů, takže ačkoli kooperativní roboty už prokázaly potenciální příležitosti ke zvýšení produktivity při zachování vysoké úrovně interakce člověk-robot, základní překážkou jejich přijetí je vysoká cena.

Alternativní možností je použití světelných závěsů místo fyzického plotu, kdy uživatelé robotů nahrazují jeden nebo více plotů světelnými clonami vytvořenými z fotoelektrických senzorů, umožňujících snadnější přístup pro lidské operátory ve srovnání s fyzickým oplocením. V závislosti na rozlišení se cena světelných závěsů obvykle pohybuje mezi 300 a 500 USD.

VÝHODY A NEVÝHODY KOOPERATIVNÍCH ROBOTŮ

Přehledová tabulka ukazuje názorné vztahy mezi stroji a lidmi s ohledem na produktivitu a složitost úkolů. Lidé i koboty jsou kompetentnější ve zvládnutí komplikovaných úkolů, ale obvykle mají mnohem nižší propustnost ve srovnání s vyhrazenými stroji, např. s po-

čítačovým numerickým řízením (CNC) nebo průmyslovými roboty. Naopak průmyslové roboty a specializované stroje nabízejí sice vysokou produktivitu, ale protože jsou zpravidla naprogramovány speciálně pro určitý typ operací, mají jen omezenou schopnost zvládat složité komplexnější úkoly.

V moderní společnosti vyžaduje rostoucí poptávka po produktivitě a složitosti práce od výrobců, aby našli rovnováhu mezi produktivitou a schopností provádět složité úkoly. Zatímco koboty prokázaly některé výhody pro zvládnutí velkoobjemové výroby, jedním ze základních problémů je nízká provozní rychlost a tím také produktivita.

Zpráva IDTechEx nazvaná: „Collaborative Robots (Cobots) 2023-2043, Technologies, Players & Markets“ vysvětluje, jak lze koboty použít pro velkoobjemovou výrobu, proč musí být rychlost omezena a jaké důsledky by to mohlo mít, pokud jde o zpracovatelský průmysl i malé a střední podniky. Aby byly splněny požadavky jak na produktivitu, tak na flexibilitu/schopnost multitaskingu jsou zavedeny kooperativní roboty.

Ve finále lze konstatovat, že kooperativní roboty prokazují nejen vyšší pracovní efektivitu, ale i vyšší úroveň interakce člověk-robot ve srovnání s tradičními průmyslovými i kolaborativními roboty. V této fázi však, hlavně kvůli vysokým nákladům na senzorické vybavení typu LiDARu, zůstává přijetí kooperativních robotů relativně nízké. IDTechEx však očekává, že s rostoucí poptávkou po LiDARu u mobilních robotů, např. automatizovaně řízených vozidel (AGV), autonomních mobilních robotů (AMR) a servisních robotech díky uvolňujícím se předpisům, budou průměrné náklady postupně klesat, což podpoří jejich použití i v kooperativních robotech. ■

Yulin Wang

Téma: Spolupracující roboty a digitalizace výroby

DIGITALIZACE VE VÝROBĚ, JEJÍ PŘÍNOSY A ÚSKALÍ

Budoucnost výroby spočívá v integraci digitálních technologií s tradičními výrobními procesy pro vytvoření propojeného ekosystému. Při správné implementaci může digitalizace zvýšit efektivitu firmy, celkovou kvalitu i přesnost výroby a zajistit vyšší úroveň bezpečnosti.



1 Hlavním cílem digitalizace je zvýšit transparentnost provozu s přístupem k provozním datům v reálném čase.

2 Nové technologie vyžadují rekvalifikaci zaměstnanců na nové procesy, což vyžaduje pečlivé načasování jejich přeškolení.

Digitalizace není jen proces převodu papírových pořadačů do digitálního formátu a k tomu zavedení robotické automatizace procesů (RPA), na které je občas nesprávně zužována. Výrobní procesy se neustále mění a aktualizace postupů vytištěných na papíře je komplikovaná, a nemusí tyto změny odrážet.

PROČ JE DIGITÁLNÍ TRANSFORMACE VE VÝROBĚ DŮLEŽITÁ?

Digitální transformace rychle rozvíjí celý zpracovatelský průmysl. Podniky proto musí investovat do digitálních technologií, aby získaly náskok na již tak hyperkonkurenčním trhu.

Hlavním cílem digitalizace je zvýšit transparentnost provozu. K tomu patří přístup k provozním datům a analýzám v reálném čase, který umožní přehled o výkonech zaříze-

Neefektivní řízení změn patří mezi hlavní překážky pro podniky, které chtějí zavést ve výrobě digitální transformaci.

ní, strojů, robotů, ale i pracovníků. Dále pak optimalizované plánování, snadné sledování a monitorování každého procesu, lepší interakce člověk-stroj pro urychlení výroby, nižší pravděpodobnost vadných výrobků a prostojů, lepší bezpečnost lidí apod.

Digitalizace jde ruku v ruce s využitím automatizačních technologií. Chytrá zařízení, jako jsou senzory IoT, poskytují lepší přehled pro správu, průmyslová čidla pro měření a monitorování výrobních procesů, sledování stavu stroje pro posouzení jeho výkonu, či nástroje AI a strojové učení pro analýzu velkých dat ke zlepšování provozu a lepší práci se zákazníky.

Tyto digitální procesy umožňují zachytit data okamžitě, což pomáhá operacím pro

rychlejší rozhodování a prediktivní analytiku. Dopad digitální transformace ve výrobě tak zahrnuje zlepšení v oblasti bezpečnosti, kvality, propustnosti, efektivity, výnosů i udržitelnosti – to vše při snižování nákladů. Mezi hlavní prvky (a příklady) digitalizace výroby patří:

PRŮMYSLOVÉ SENZORY IOT

Tato zařízení měří a monitorují průmyslové procesy. Mohou být nasazena všude tam, kde je potřeba sbírat data o výkonu různých strojních mechanismů a provozních podmínkách. Mezi nejběžnější aplikace pro tyto senzory patří monitorování provozu a zařízení závodu, sledování spotřeby energie, údržby, správy zásob apod.

DIGITÁLNÍ DVOJČATA A SIMULACE

Firmy používají pokročilé multifyzikální inženýrské programy umožňující vytvořit věrnou kopii fyzického objektu ve virtuální podobě, vložit do něj materiálové vlastnosti

firmy zefektivnit různé rutinní, pro pracovníky únavné procesy, lépe předvídat trendy, zlepšit kontrolu kvality, zrychlit výrobu a snížit odpad i emise. Podniky již tyto technologie využívají, např. k analýze dat z objednávek, predikci toho, o jaké produkty budou mít zákazníci zájem apod.

CLOUDOVÝ ERP A DALŠÍ VÝROBNÍ SOFTWARE

Cloudové systémy plánování podnikových zdrojů (ERP) a další výrobní software jsou aplikace, které poskytují nástroje pro řízení obchodních operací. Tím, že ERP systém může bezpečně ukládat data v cloudu, je možné k nim přistupovat odkudkoli, což usnadňuje zaměstnancům spolupráci na projektech nebo přístup k informacím. Cloudový software lze také použít ke správě zásob, výroby, vztahů se zákazníky a usnadňuje též komunikaci s partnery.

kdy bude třeba vyměnit díly nebo něco opravit, aby se zabránilo poruše a podle potřeby automaticky provádět úpravy. To umožňuje vyhnout se problémům dříve, než nastanou, a šetřit náklady na opravy i údržbu. Poskytuje také přehled, který může pomoci snížit prostoje a zvýšit provozní efektivitu.

ROZŠÍŘENÁ A VIRTUÁLNÍ REALITA

Rozšířená (AR) a virtuální (VR) realita se často zaměřují, ale jsou odlišné. U rozšířené reality je okolí vnímané uživatelem obohaceno různými užitečnými doplňkovými, počítačem generovanými informacemi. V případě virtuální reality je uživatel zcela ponořen do digitálního prostředí.

Ve výrobě se obě technologie již vyskytují. AR lze např. použít k zobrazení pokynů pro sestavení předmětu na displejích zaměstnanců nebo v prostředí skladu s ní lze nabízet řadu různých doplňkových informací o uložených či vyskladňovaných položkách, které obsluha aktuálně sleduje. VR je zase často využívána k simulaci výrobní linky nebo různých zařízení ve virtuálním prostoru ještě před jejich fyzickým sestavením, aby se případná rizika zjistila dříve než v reálném provozu.

HLAVNÍ VÝZVY DIGITÁLNÍ TRANSFORMACE

Digitalizace výroby nepřináší jen často zdůrazňované výhody, ale vyžaduje také splnění řady požadavků. Mezi klíčové, ale často podceňované výzvy při zavádění nových digitálních technologií, patří např. výběr správné technologie, efektivní řízení změn nebo příprava zaměstnanců.

Investice do správné technologie závisí nejen na tom, zda jsou k dispozici vhodné nástroje pro daný účel, ale také, zda jsou přizpůsobitelné a škálovatelné pro budoucí potřeby podniku. To mj. znamená důsledně analyzovat celý výrobní proces a zjistit, co lze zjednodušit a automatizovat.

Neefektivní řízení změn patří mezi hlavní překážky pro podniky, které chtějí zavést digitální transformaci ve své výrobě. Musí např. zvážit, jak se jejich procesy budou s touto technologií vyvíjet a co od nových systémů potřebují, než je zavedou. To může být obtížné vzhledem k tomu, že mnoho tradičních výrobních procesů je postaveno na lidské interakci. Proto přijetí nových digitálních výrobních procesů a technologií nemusí být snadno nebo rychle přizpůsobitelné.

Často podceňovaným faktorem souvisejícím s digitální transformací je vytvoření implementačního plánu, který pomůže připravit zaměstnance. Mnoho nových technologií vyžaduje rekvalifikaci na nové procesy, a pro podniky je to náročná výzva vyžadující pečlivé rozvržení a načasování školení zaměstnanců. ■

Josef Vališka



a simulovat chování a body selhání. Stejný objekt může posloužit k modelování CFD (Computational Fluid Dynamics) pro simulaci proudění plynu nebo kapaliny objektem nebo kolem něj pro simulaci a výpočet přenosu tepla apod. To, co dříve zabralo měsíce fyzických simulací pomocí zařízení na testování zátěže, aerodynamických tunelů a zkušebních komor, lze nyní zkomprimovat na týdny nebo dokonce dny.

VELKÁ DATA A ANALYTIKA

Velká data označují rostoucí objem, rychlost a rozmanitost dat, která firmy generují a shromažďují. Jejich využití umožňuje výrobcům identifikovat trendy a podniknout na jejich základě kroky ve vývoji produktů, řízení dodavatelského řetězce a dalších důležitých aspektech řízení výroby.

AI, AUTOMATIZACE A STROJOVÉ UČENÍ

Díky umělé inteligenci (AI), automatizaci a strojovému učení mohou výrobní

CHYTRÁ VÝROBA

Inteligentní výroba je termín charakterizující využití digitálních technologií a automatizace ke komunikaci s jinými zařízeními a shromažďování dat o provozu systému. Chytrou výrobu lze aplikovat na všechny její aspekty, včetně řízení výroby, dodavatelského řetězce, plánování zásob nebo kontroly kvality k zefektivnění a produktivitě procesů a snížení nákladů. V komplexněji pojatém řešení se také lze setkat s pojmem Smart factory.

ADITIVNÍ VÝROBA

3D tisk je jednou z nejvíce transformativních výrobních technologií posledních let. Tento proces, který vytváří objekty z digitálních dat, může být použit k výrobě celých objektů nebo částí, které je tvoří.

PREDIKTIVNÍ ÚDRŽBA

Tato metodika, kdy je neustále monitorován stav příslušných zařízení, zda nevykazují známky opotřebení, může pomoci předvídat,

Téma: Spolupracující roboty a digitalizace výroby

KOMPAKTNÍ RAMENO PRO TĚŽKÉ NÁKLADY I NEJMENŠÍ „URko“

Na veletrhu iREX v Tokiu představila značka Universal Robots nové přírůstky v podobě kobotů UR30 a UR3e. První zvládne manipulaci s těžkými objekty a druhý vysokou flexibilitu.



Model UR30, zatím nejvýkonnější kolaborativní robot této značky, vychází ze stejné architektury jako předchozí typ UR20, na který navazuje s ještě větší nosností. Nabízí mimořádný zdvih a vynikající řízení pohybu, které zajišťují přesné umístění velkých břemen nebo zakládání a vykládání při procesech obsluhy strojů.

ŠROUBOVÁNÍ S VYSOKÝM KROUTICÍM MOMENTEM

Výrobce zdůrazňuje, že model UR30 dokáže zvedat těžká břemena při zachování kompaktních rozměrů v kolaborativním prostředí. Zástavbový půdorys 63,5 kg těžkého robota

s dosahem 1300 mm činí jen kruh o $\varnothing$ 245 mm. Se svou 30kg nosností zvládá širokou škálu operací včetně těch, které byly až dosud doménou vyhrazenou menším průmyslovým robotům.

K ovládání ramene slouží software s grafickým uživatelským rozhraním Polyscope.

Díky schopnosti zvládnout vyšší krouticí moment se UR30 hodí pro přesné šroubování a se svou nosností může asistovat větším strojům s použitím více uchopovačů, odebírat kusy, čistit díly a vkládat nový materiál v jediném cyklu nebo paletizovat těžké výrobky a maximalizovat tak produktivitu.

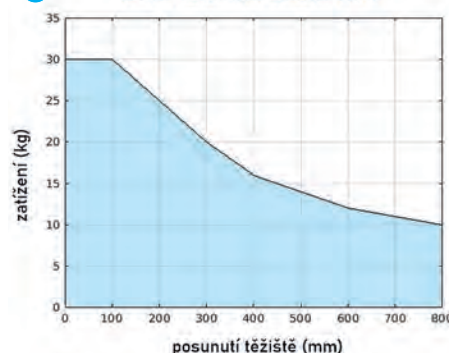
Klouby robota s vysokým krouticím momentem a snímačem síly kroutícího momentu umožňují přímé a rovnoměrné šroubování i v místech pro člověka těžko přístupných. Stabilní režim zabraňuje ochrannému zastavení, přičemž je zachována vysoká bezpečnost.

2



3

Křivka užitečného zatížení UR30



- 1 Premiérové uvedení kolaborativního robota UR30 na veletrhu IREX v Tokiu.
- 2 Klouby UR30 s vysokým krouticím momentem umožňují podporu šroubovacích aplikací.
- 3 Graf křivky užitečného zatížení robota UR30.
- 4 Malý stolní robot UR3e má být nejflexibilnější svého druhu na trhu.
- 5 UR3e zvládne zatížení 3 kg s možností natočení o 360° ve všech kloubových spoích a neomezenými možnostmi rotace v koncovém spoji.

MAXIMÁLNÍ BEZPEČNOST

S ohledem na vyšší náklad, větší rychlost i dosah je prioritou bezpečnost obsluhy. Nový kobot tak obsahuje celou řadu funkcí, které pomáhají tuto maximální bezpečnost zajistit a vyhnout se nehodám obsluhy způsobeným zvedáním těžkých či ostrých předmětů, přitom s dosažením jejich dokonalého umístění do palet s konzistentní rychlostí.

Standardně je UR30 nabízen s tzv. 3PE TP, což je ruční ovládací panel s integrovaným třípolohovým aktivním zařízením obsahujícím software k ovládání ramena, který zajišťuje optimální bezpečnost při práci v jeho těsné blízkosti.

Řídicí jednotka, která je vhodná do různých typů provozních prostředí, slouží jako komunikační a představuje kompaktní a efektivní řešení pro řízení chodu robota UR30.

Pro řízení pohybu získal UR30 softwarové vylepšení i novou architekturu kloubů, aby se snížilo namáhání mechaniky ramena na minimum. Tak lze u tohoto robota využít plný rozsah rychlostí a zrychlení, i když zvedá maximální náklad v maximálním dosahu.

NENÁPADNÝ SILÁK - NEJMENŠÍ Z UR

Na opačné straně nabídkového spektra stojí nejmenší přírůstek UR3e. Tento lehký, snadno programovatelný a vysoce přizpůsobitelný kobot UR3e byl navržen k bezproblémové

integraci do jakéhokoliv výrobního zařízení bez ohledu na odvětví, velikost nebo charakter produktu. Malý stolní robot je charakterizován jako nejflexibilnější svého druhu na trhu a také jako optimální asistent pro lehčí montážní úkoly.

4



5



Kompaktní kobot s dosahem 50 cm se šesti stupni volnosti a základnou o průměru 128 mm váží pouze 11,2 kg, ale zvládne zatížení 3 kg s možností natočení o 360° ve všech kloubových spoích a neomezenými možnostmi rotace v koncovém spoji. Byl navržen tak, aby všechny jeho klouby byly plně pohyblivé, díky čemuž se vyznačuje vysokou přesností a plynulým chodem. Robota lze připevnit na stůl a použít v samostatné pracovní stanici pro odběr, montáž i vkládání dílů v rámci optimalizovaných pracovních toků.

Mezi jeho hlavní přednosti výrobce uvádí snadnost programování i zprovoznění, kde k programování slouží grafické uživatelské rozhraní Polyscope na 12palcové dotykové obrazovce.

Interaktivní rameno UR3e má 17 pokročilých nastavitelných bezpečnostních prvků včetně monitorování loktů a vestavěného snímače síly a momentu. Nabízí opakovatelnost: $\pm 0,03$ mm a lze jej použít i na nejpřesnější práci. Je vhodný pro obsluhu vstřikovacích a CNC strojů, operace Pick & Place, balení a paletizace menších předmětů, kontrolu kvality, instalace, leštění, lepení, dávkování nebo svařování. Uplatnění ale najde i při laboratorních rozbořech a testech. Nabízí krytí IP44 a může pracovat v teplotním rozsahu 0–50 °C při nekondenzující vlhkosti 90 % RH. ■

Josef Vališka

Téma: Spolupracující roboty a digitalizace výroby

TŘI KROKY K (ÚSPĚŠNÉ) DIGITALIZACI

Digitální výroba revolucionizuje způsob, jakým průmysl funguje, a s příchodem pokročilých technologií, jako je 3D tisk, robotika a AI, jež umožňují firmám zefektivnit výrobu, snížit náklady a zlepšit kvalitu, prochází výrobní sektor zásadní transformací.

Digitalizace umožňuje větší přizpůsobení a flexibilitu, výrobní podniky se mohou propojovat a spolupracovat s dodavateli, partnery i zákazníky v reálném čase a vytvářet tak síťový ekosystém, který zvyšuje efektivitu a produktivitu.

Jednou z klíčových výhod digitální výroby je právě schopnost propojit podniky v síťovém prostředí umožňujícím sdílet informace, koordinovat výrobní činnosti a optimalizovat operace dodavatelského řetězce. Pomocí digitálních platform a cloudových systémů mohou snadno spolupracovat s dodavateli i partnery na různých místech a využít širší fond zdrojů a odborných znalostí ke zlepšení inovací, rychlejšímu uvádění produktů na trh a zvýšení konkurenceschopnosti.

Digitální výroba, která umožňuje konektivitu, spolupráci a transparentnost v celém hodnotovém řetězci, nabízí větší přehled a kontrolu nad celým výrobním procesem. Pomocí senzorů a analýzy dat mohou podniky shromažďovat v reálném čase data o výkonu strojů, kontrole kvality i úrovních zásob. Tato data lze poté analyzovat, aby bylo možné identifikovat úzká místa, optimalizovat výrobní plány a přijímat informovaná rozhodnutí. Díky komplexnímu pohledu na své operace mohou podniky proaktivně řešit problémy a provádět úpravy, aby zajistily efektivní výrobu.

Igor Bogačov, člen Technologické rady magazínu Forbes, charakterizuje ve svém příspěvku na webu tohoto prestižního periodika stěžejní aspekty digitální transformace a tři klíčové kroky k digitalizaci, které zabrání tomu, aby výroba zůstala pozadu.

1. MONITORING A MĚŘENÍ

Tento krok musí být proveden dříve než cokoli jiného, nelze to uspěchat. Organizace potřebují pro vytvoření a implementaci transparentního a efektivního plánu optimalizace spolehlivou metodu, a ideálním řešením je použití digitálních modelů. S digitalizací je možné vytvořit digitální dvojče továrny a provozovat simulované výrobní plány, což umožňuje algoritmům pomáhat lidským inženýrům určit nejúčinnější řešení.

Data jasně ukazují, že digitalizace je nejlepší způsob, jak zvýšit produktivitu, kvalitu výroby i potenciálně budoucí podíl na trhu.



2. OPTIMALIZOVÁNÍ A ZLEPŠOVÁNÍ

Řada firem shromažďuje velká množství dat, ale neumí je efektivně využít. Ačkoli většina firem (podle společnosti Zippia až 97,2 %) tvrdí, že investují do digitální transformace, pouze 24 % jich ve skutečnosti používá analýzu velkých dat k informování svých rozhodovacích procesů. To je nesmírné plýtvání jedním z nejcennějších aktiv, které přicházejí s digitalizací.

Rozhodnutí založená na datech a vložená do pracovních postupů, lepší přehlednost a důsledné využití shromážděných dat, však umožňují podnikům implementovat dříve nedosažitelné optimalizace faktorů, jako je propustnost, pracovní postupy a údržba plánovaná téměř v reálném čase.

Přestože počáteční náklady mohou způsobit váhavost a nechuť některých vedoucích pracovníků s realizací modernizačních projektů digitalizace (zejména pokud to znamená opustit bezpečnostní síť starších



technologií), je důležité si uvědomit, že vyšší úroveň a využití digitalizace přímo souvisí s vyššími čistými zisky. Průzkum společnosti Deloitte z roku 2020 zjistil, že vyšší úroveň digitální vyspělosti mohou vést k až trojnásobnému ročnímu růstu čistých příjmů, než u firem s méně rozvinutou strategií digitální transformace.

3. AUTOMATIZOVAT

Automatizace nejen zlepšuje stávající pracovní postupy a podmínky ve výrobních provozech, ale může pomoci vytvořit perspektivnější pracoviště pro novou generaci zaměstnanců. Mnoho výrobních a průmyslových odvětví čelí vážnému problému: Jejich současní zaměstnanci stárnou a existuje vážný nedostatek mladších pracovníků, kteří by tyto mezery zaplnili. Nové generace pracovníků vyrůstaly již od narození s technologiemi, chytrými telefony, internetem, umělou inteligencí a neustálým (snadným)

přístupem k informacím, takže mnoho z nich nemá zájem přebírat pracně náročné úkoly, které se spoléhají na „pravěkou techniku“ nebo vyžadují specializované školení v oblasti starších procesů.

Integrace chytrých technologií a hledání způsobů, jak začlenit umělou inteligenci a robotiku do stávajících výrobních procesů, je jedním ze způsobů, jak může společnost přilákat mladší pracovní síly, aby obsadily kvalifikované role a přitáhly talentované, technicky zdatné kandidáty s inovativními přístupy.

Proto, jak doporučuje Igor Bogačov, kdekoli je to možné, začněte hledat způsoby, jak automatizovat současné procesy nebo je převádět na roboty s lidskými supervizory. Hodnota synergie mezi člověkem a robotem ve výrobě bude časem jen dále růst.

Navzdory výhodám, které s sebou digitalizace přináší, se však většina společností stále nezaměřuje na cestu k propojenějšímu

prostředí. Průzkum společnosti L2L provedený prostřednictvím Plant Engineering zjistil, že jen čtvrtina (24%) výrobních firem má strategii digitální transformace a že více než 40% z nich zatím neúčinně provádějí kroky k implementaci. Většina organizací není navíc schopna úspěšně procházet kompletní digitální transformaci, a až 70% zaznamenává selhání. Podle zjištění L2L jsou hlavním problémem těchto podniků kvalita, náklady a potíže s přechodem od desítek let starších systémů.

Přechod od tradičních přístupů k podnikání k progresivnějšímu digitálnímu myšlení je pro některá odvětví, zejména průmyslová, velmi obtížný. Data však jasně ukazují, že digitalizace je nejlepší způsob, jak zvýšit produktivitu, kvalitu výroby, růst příjmů, i potenciálně budoucí podíl na trhu. Takže již není čas digitální transformaci odkládat. ■

Kamil Pittner

Téma: Spolupracující roboty a digitalizace výroby

ADITIVNÍ VÝROBA S ROBOTEM

Robotizaci jsme zvyklí vidat zejména u obrábění, obsluhy strojů či automatizovaných linek, ale roboty si začaly nacházet své místo i u nekonvenčních výrobních procesů – např. v oblasti aditivní výroby.



- 1 Integrací 3D tisku kovů, softwaru a robotiky vznikla aditivní robotická výrobní buňka Meltio Robot Cell.
- 2 Systém využívá technologii drátového laserového nanášení kovů pomocí tiskové hlavy v robotickém rameni.

Španělská firma Meltio vyvinula nový systém pro aditivní výrobu kovových dílů, který je předem integrován s robotickým hardwarem a softwarem. Meltio Robot Cell, který firma charakterizuje jako Plug and Play řešení aditivní výroby na klíč pro zvýšení výkonu průmyslového robotického ramene, je zařízení v podobě čtyřmetrového kontejneru instalovaného na samonosné ocelové plošině, na níž je ukotveno veškeré vybavení a periferie. K zahájení výroby přý stačí pouze připojení k přívodu inertního plynu a elektřiny.

Účelem Meltio Robot Cell je nabídnout všem typům průmyslových odvětví vysoce výkonný, cenově dostupný a snadno použitelný systém výroby kovových dílů prostřednictvím 3D tisku. Systém využívá technologii drátového laserového nanášení kovů (w-LMD) pomocí tiskové hlavy integrované v robotickém rameni a v bezpečném prostředí.

Systém zahrnuje 3D tiskárnu kovů Meltio M450, robotické rameno a tiskový modul Meltio Engine Integration, který dokáže proměnit téměř jakýkoli CNC stroj, robotické rameno nebo portálový systém na hybridní výrobní



centrum. Robot i polohovadlo jsou instalovány na samonosné platformě v laserově bezpečném krytu. Obsahuje aktivně chlazenou stavební platformu včetně pracovní plochy, která zahrnuje i monitorovací a bezpečnostní funkce, např. systém ABB SafeMove, zabráňující kolizím s krytem. Všechny ovládací prvky

buňky jsou sjednoceny na jednom ovládacím panelu.

Robotická buňka je ve standardní konfiguraci certifikována pro provoz s robotickým ramenem ABB, základní výrobní model je zaměřen na všechna průmyslová odvětví. Staví na technologii Meltio Engine a umožňuje podnikům začlenit do jejich výrobních systémů aditivní výrobu s tiskovou hlavou integrovanou do robota. Díky kompatibilitě s otevřenou hardwarovou platformou je možné integrovat hlavu pro 3D kovový tisk s jakoukoli značkou robotického ramene. Jak Meltio Engine Integration, tak Meltio Robot Cell používají stejný patentovaný proces založený na LMD k výrobě dílů s drátem i práškem současně se stejnou tiskovou hlavou.

Firma zvažuje i různé potřeby zákazníků, jako např. požadavky na nízkou oxidaci apod. Mezi připravované funkce patří např. inertní bublina – svařovací průmysl již implementoval tuto hardwarovou možnost při tisku s vysoce oxidačními materiály, jako je titan a příbuzné slitiny v leteckém sektoru. ■

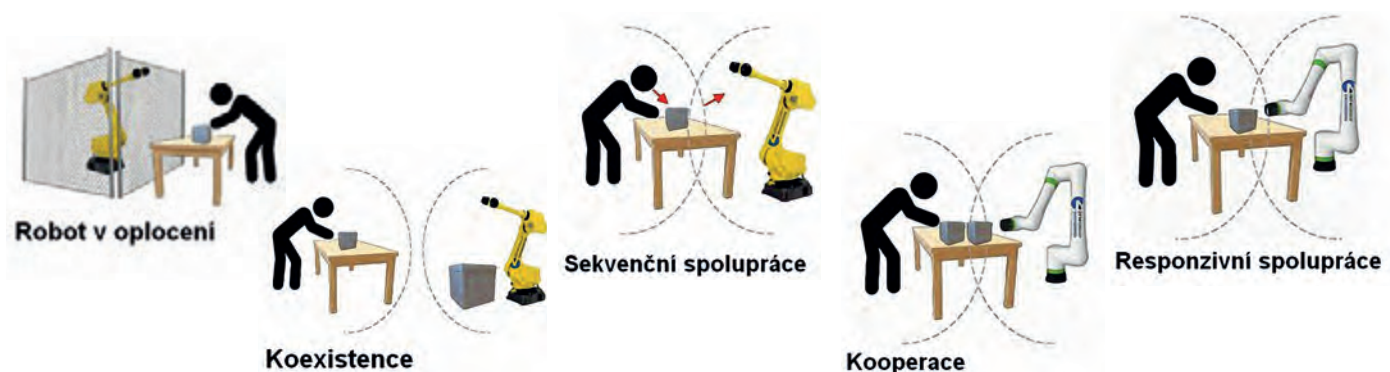
Josef Vališka

Hlavu pro 3D kovový tisk lze integrovat s jakoukoli značkou robotického ramene.

PRŮVODCE ÚROVNĚMI SPOLUPRÁCE MEZI LIDMI A ROBOTY

Předpokládá se, že do roku 2027 budou koboty tvořit až 29 % globálního robotického trhu. Jejich integrace do výroby má řadu výhod, ale spolupráce mezi lidmi a roboty není tak jednoduchá, jak by se mohlo zdát.

ÚROVNĚ SPOLUPRÁCE LIDÍ S ROBOTY



Existují různé úrovně spolupráce mezi lidmi a roboty a různé stupně mezi každou z těchto úrovní. Pro lepší pochopení sestavila společnost Zeta Group Engineering přehled typů spolupráce mezi lidmi a roboty, zahrnující následující modely:

- Robot za oplocením
- Koexistence
- Sekvenční spolupráce
- Kooperace
- Responzivní (plná) spolupráce

Každá z těchto úrovní spolupráce má své výhody i nevýhody a vlastní míru rizika. Proto je před implementací jakéhokoli ze zmíněných nastavení nezbytné úplné a hloubkové posouzení rizik, aby bylo zajištěno, že pracovníci a robot budou fungovat na úrovni vhodné pro konkrétní systémové potřeby.

ROBOT ZA OPLOCENÍM

Pracovník a robot mají mezi sebou obvodové oplocení oddělující pracovní prostor mezi nimi. To umožňuje nasazení robota na plný výkon. Nevýhodou tohoto řešení jsou prostorové nároky vyžadované oplocením, obsluhou vynucované přestávky a to, že robot je osazen na fixní pozici uvnitř oplocení.

KOEXISTENCE

Pracovník a robot mají oddělené pracovní prostory, robot nemá oplocení, využívá bezpečnostní senzory. Pokud pracovník vstoupí do jeho prostoru, zastaví se. Výhodou je snazší přístup k robotovi pro údržbu a to, že tento model využívá průmyslového robota s vyšší rychlostí a nosností než koboty. Nevýhodou je přerušení, když pracovník překročí bezpečnostní bariéry.

SEKVENČNÍ SPOLUPRÁCE

Robot využívá sdílený pracovní prostor s pracovníkem v různých časech, potřebnou bezpečnost zajišťují elektrické skenery a bezpečnostní ovládání robota. Výhodou je snadný přístup k průmyslovému robotovi a jeho výkon (je rychlejší než kobot). Daní za

to jsou složitější bezpečnostní požadavky, potřebné aby robot vždy věděl, kde se nachází obsluha.

KOOPERACE

Kobot s monitorováním síly sdílí pracovní prostor s člověkem, ale oba pracují na svých vlastních úkolech. Bezpečnost je zajištěna tím, že sledování síly umožňuje naprogramovat kobota tak, aby se při kontaktu s člověkem okamžitě zastavil. Velikost a vestavěná bezpečnost kobotů umožňují větší mobilitu, jejich nevýhodou je menší užitečné zatížení a pomalejší rychlost než u průmyslových robotů.

RESPONZIVNÍ SPOLUPRÁCE

Kobot vybavený monitorováním síly sdílí pracoviště s člověkem a oba současně pracují na stejném produktu. Sledování síly zajišťuje bezpečné zastavení robota při kontaktu a možnosti ručního pohybu umožňují, aby byl proces plynulý s minimálními časy zastávek. Použití kobotů umožňuje bezpečnost a větší mobilitu, ale na úkor rychlosti a menší nosnosti, než nabízejí průmyslové roboty. ■

Petr Přikryl

Každá z úrovní spolupráce má své výhody i nevýhody a vlastní míru rizika.

FANUC SPOUŠTÍ VÝROBU NOVÉ ŘÍDICÍ JEDNOTKY R-50iA

Od února letošního roku zahájila společnost FANUC sériovou výrobu nového Robot Controlleru R-50iA. Tento řídicí systém s nejnovějšími funkcemi bude podporovat robotizaci v chytrých továrnách.



Globální premiéru si kontrolér R-50iA odbyl na tokijské Mezinárodní výstavě robotů IREX v roce 2023. Systém aktualizovaný z dosavadní úspěšné platformy R-30iB, je podle výrobce prvním řídicím systémem robotů na světě, který přímo v sobě nabízí kybernetické zabezpečení spolu s širokou řadou vylepšení a nových inteligentních funkcí navržených pro maximalizaci výkonu robota.

INTELEKTUÁLNÍ FUNKCE

Vylepšený výkon ovládání robota, zdvojnásobená přesnost výstupu signálu a sledování senzoru na dráze pohybu robota, a další inovace umožňují přesnou práci s vyšším příkazovým

- 1 Nový inteligentní robotický ovladač R-50iA kompaktních rozměrů bude k dispozici ve třech variantách.
- 2 Kamera disponuje společným uživatelským rozhraním pro iPendant, tablet i Pc
- 3 Nový ekologický režim šetří energii, např. vylepšené ovládání brzd ventilátoru snižuje spotřebu energie.
- 4 Systém podporuje uvedení do provozu pomocí virtuální reality.
- 5 R-50iA umožňuje přímé připojení chytrého telefonu k USB pro servisní podporu, údržbu i stahování softwaru.
- 6 Rozšíření zón DCS.

rozlišením, což je potřebné pro aplikace, jako je např. lepení, které se v posledních letech používají v automatizaci s využitím robotů stále častěji.

Vylepšené vestavěné vidění bez jakýchkoli dalších počítačů a zvýšením rozlišení kamery na pět milionů pixelů (což je čtyřnásobek stávající verze) výrazně zvýšilo zorné pole robota. Připojení kamery k R-50iA je navíc sjednoceno na Ethernet, což umožňuje ovládat nově navrženou vodotěsnou kameru s LED osvětlením pomocí jediného ethernetového kabelu. Samotný kontrolér má krytí IP54.

Oproti svému předchůdci je nový kontrolér i energeticky šetrnější. To se povedlo

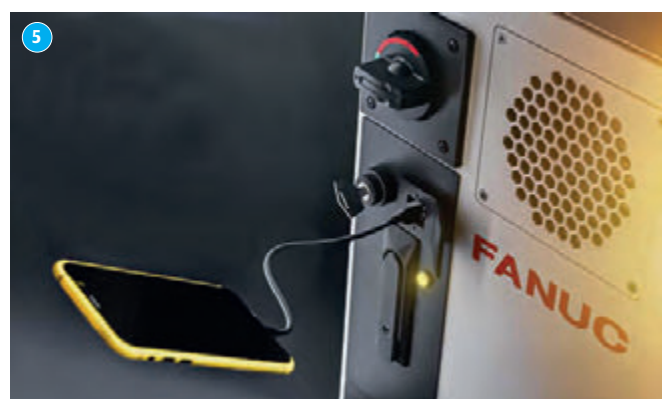


dosáhnout s novým zesilovačem vybaveným nízkoztrátovým výkonovým prvkem a nízkopříkonovým ventilátorem. Kromě toho nová funkce ekologického režimu díky snadnému výběru na ovladači umožnila snížit spotřebu energie robota.

KYBERBEZPEČNOST

Mezi stěžejní nové funkce kontroleru patří vestavěná kybernetická bezpečnost, která výrazně posílila bezpečnostní parametry i funkce podpory nastavení robotického systému. Novinka získala podle interního průzkumu světově první certifikaci třetí strany pro mezinárodní kybernetickou bezpečnost na řídicí jednotce robota: IEC62443-4-1 a 4-2. Díky zabezpečenému přenosu souborů reaguje certifikace na zvýšenou poptávku po bezpečnosti ve výrobní lince. Navíc má R-50iA ověřování uživatele heslem, což usnadňuje správu uživatelských skupin v terénu a zároveň zabráňuje neoprávněnému přístupu.

K benefitům nové řídicí jednotky patří i rozšířená funkčnost pro snazší vytváření automatizačních systémů. Klíčem k této funkci je schopnost nového ovladače spouštět samostatně skripty programovacího jazyka Python, které jsou oblíbené pro systémovou integraci. Pomocí ukázek Pythonu je snazší přizpůsobit systém, jako je výstup dat během provádění programu, což zákazníkům šetří cenný čas i náklady na integraci. Kontrolér R-50iA navíc podporuje softwarové funkce PLC, které vyhovují mezinárodním standardům, komunikuje signálové procesy v šesti různých jazycích, včetně žebříčku a strukturovaného textu, a lze jej použít jako základní



Mezi stěžejní funkce kontroleru patří kybernetická bezpečnost, která výrazně posílila bezpečnostní parametry systému.

prvek automatizovaného systému. Vzdálená údržba ze servisního místa FANUC je možná připojením chytrého telefonu k ovladači R-50iA. Zkušební servisní zástupci výrobce poskytnou rady ohledně nastavení robota, podmínek alarmů i programů a zároveň chrání důležité informace zákazníků pomocí vysoce důvěrných a bezpečných komunikačních metod. ■

Petr Kostolník

ŘÍDICÍ SYSTÉMY ROBOTŮ, JEJICH VÝHODY A OMEZENÍ

Kromě hardwaru a konstrukčního řešení robotů je klíčovým prvkem, který rozhoduje o schopnostech těchto automatických mechanických pomocníků, především řídicí systém – „mozek“ robotů, umožňující jim vnímat, plánovat a provádět akce v reálném světě.

Řídicí systémy v sobě zahrnují a kombinují širokou škálu technologií a hrají klíčovou roli při vývoji a aplikaci robotů v různých průmyslových odvětvích. Komplexní souhrnný pohled na tuto problematiku vysvětlující v kostce aktuální základní principy přinesl nedávno Technologický portál Robotic.biz.

„MOZEK ROBOTŮ“

Typický řídicí systém robota se skládá z několika základních součástí, které alternují lidské smysly a schopnosti, zahrnují senzory, akční členy, ovladače i software a vzájemně spolupracují koordinovaným způsobem, aby bylo dosaženo požadovaného chování robota.

Senzory – jsou oči a uši robota, které mu poskytují informace o prostředí. Shromažďují data o různých aspektech okolí robota, jako jsou poloha a orientace (kodéry a gyroskopy měří polohu a orientaci robota v prostoru, což mu umožňuje určit jeho polohu a sledovat jeho pohyby), síly a tlaky (čidla síly a tlaku detekují interakce prostředí a umožňují robotovi uchopit předměty správnou silou nebo se vyhýbat překážkám), vidění a dotyk (kamery a hmatové senzory poskytují vizuální a hmatové informace a umožňují robotovi vnímat předměty, tvary a textury).

Akční členy – jsou „svaly“ robota odpovědné za jeho pohyb. Přeměňují energii na fyzický pohyb a umožňují robotovi provádět akce, jako pohyby kloubů (motory a serva ovládají rotaci

kloubů v rameni nebo manipulátoru, což mu umožňuje dosáhnout, uchopit a manipulovat s předměty), pohyb robota samotného (kola, pásy nebo jiná pohybová zařízení umožňují robotovi pohybovat se ve svém prostředí a přemísťovat se z jednoho místa na jiné), uchopení a manipulace (efektory na konci ramene robota mohou být vybaveny pohony pro uchopení předmětů, použití síly nebo provádění specifických úkolů).

Ovladače – řídicí jednotka funguje jako „mozek“ robota určený pro analýzu dat získávaných ze senzorů, rozhodování a odesílání příkazů akčním členům. Určuje, jak má robot reagovat na své okolí, a provádí potřebné akce. Nízko úrovně ovládání (regulátory) zvládají základní ovládání motoru a zajišťují přesné pohyby určených kloubů nebo aktuátorů. Řízení na vysoké úrovni koordinuje více aktuátorů a senzorů, plánuje složité pohyby a umožňuje robotům přizpůsobovat se měnícím se prostředím. Do řídicích jednotek robotů jsou stále více začleňovány algoritmy umělé inteligence (AI), což umožňuje těmto „mozkům robotů“ učit se, rozhodovat a autonomně provádět úkoly.

Software – poskytuje celkový rámec pro řídicí systém robota, včetně komunikačních protokolů, správy dat a uživatelských rozhraní. Integruje různé hardwarové komponenty a řídicí algoritmy a zajišťuje, že robot pracuje jako soudržný a funkční systém.

Operační systémy v reálném čase zajišťují efektivní plánování a správu zdrojů pro řídicí úlohy v reálném čase, a tím i včasné odezvy na

vstupy senzorů a povely akčních členů. Další vrstva, označovaná jako middleware, usnadňuje komunikaci mezi softwarovými komponentami a umožňuje bezproblémovou výměnu dat i přenos řídicích signálů. Poslední vrstvu a součást programového vybavení robotů mezi strojem a člověkem (operátorem) představují uživatelská rozhraní, umožňující lidem komunikovat s robotem, nastavovat úkoly, monitorovat výkon a upravovat parametry.

Interakce mezi těmito základními komponentami umožňuje robotům vnímat okolí, rozhodovat se a provádět akce koordinovaným způsobem a plnit zamýšlený úkol.

TYPY ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ ROBOTŮ

Řídicí systémy lze rozdělit do různých kategorií na základě jejich úrovně autonomie a povahy úkolů, které vykonávají. Výběr řídicího systému robota závisí na konkrétním úkolu, prostředí a požadované úrovni autonomie. Základní běžné typy zahrnují čtyři kategorie:

1. OVLÁDÁNÍ S OTEVŘENOU SMYČKOU

Řídicí systémy s otevřenou smyčkou spoléhají na předem definované příkazy a předpokládají předvídatelné prostředí, nepoužívají zpětnou vazbu z prostředí robota k úpravě akcí. Jsou obvykle jednodušší na implementaci i levnější, což je jejich hlavní výhodou, ale kvůli nedostatku zpětné vazby také méně přesné a přizpůsobitelné měnícím se podmínkám, takže jsou určeny především pro předvídatelná prostředí





a opakující se úkoly. K typickým příkladům řídicích systémů s otevřenou smyčkou patří dopravníkové pásy, které se spoléhají na pevnou rychlost a směr za předpokladu, že předměty na nich budou umístěny ve správných pozicích a budou se hladce pohybovat po dopravníku.

2. ŘÍZENÍ S UZAVŘENOU SMYČKOU

Řídicí systémy s uzavřenou smyčkou obsahují zpětnovazební mechanismy pro monitorování výkonu robota a provádění nezbytných úprav, což umožňuje přesnější a adaptivnější chování v dynamickém prostředí. Senzory měří výstup robota a porovnávají jej s požadovaným výstupem a generují chybový signál, který pak řídicí jednotka použije ke korekci akcí robota, snížení chyb a dosažení požadovaného výsledku.

K jejich výhodám patří přesnější a spolehlivější výkon, schopnost zvládnout i složité úkoly a přizpůsobivost měnícím se prostředím a poruchám. Vyžadují však další senzory a mechanismy zpětné vazby a jsou složitější, pokud jde o design a implementaci.

Příklady ovládání v uzavřené smyčce zahrnují robotické manipulátory a autonomní vozidla. Robotické manipulátory využívají zpětnou vazbu z kloubových kodérů a snímačů síly k zajištění přesného polohování a řízených pohybů. Autonomní vozidla využívají různé senzory včetně kamer, radaru a lidarů ke shromažďování informací o svém okolí v reálném čase a podle toho upravují svou dráhu.

3. REAKTIVNÍ KONTROLA

Reaktivní řídicí systémy reagují přímo na senzorické vstupy, takže jsou vhodné zejména pro úkoly vyžadující rychlé reflexy a přizpůsobení se změnám v reálném čase. Tyto systémy obvykle nemají interní modely nebo plánovací schopnosti, nicméně přesto mohou dosáhnout komplexního chování reakcí na okamžité podněty.

Příklady reaktivního řízení zahrnují hlavně roboty inspirované hmyzem a roboty založené na reflexu. Roboty inspirované hmyzem používají jednoduché senzory a reaktivní řídicí algoritmy k navigaci ve složitých prostředích a vyhýbání se překážkám, zatímco roboty na bázi reflexu reagují na náhlé změny ve svém okolí (jako jsou nenadálé překážky) úhybnými akcemi. Rychlé doby odezvy v případě těchto systémů je činí výhodné pro

reaktivní úkoly a také tam, kde je vyžadována vysoká přizpůsobivost nepředvídatelným prostředím. Mají ale i své nevýhody, hlavně omezené možnosti plánování a rozhodování. Nejsou tedy vhodné pro úkoly vyžadující dlouhodobé plánování nebo cílevědomé chování.

4. DELIBERATIVNÍ KONTROLA

Systémy deliberativní kontroly využívají interní modely a plánovací algoritmy ke generování akcí na vysoké úrovni. Jsou vhodné pro složité úkoly, které vyžadují uvažování, rozhodování a dlouhodobé plánování a často zahrnují optimalizační techniky k dosažení cílů.

Nabízejí schopnost komplexního plánování a rozhodování, zvládají i nejistotu a neúplné informace a jsou vhodné pro dlouhodobé úkoly a cílevědomé chování. Jejich nevýhodou je však vysoká výpočetní náročnost, protože vyžadují přesné interní modely a schopnosti plánování. Nejsou obvykle tak zdatné v reakci na bezprostřední podněty.

Příklady záměrného řízení zahrnují robotické chirurgy využívající předoperační plánování a zpětnou vazbu v reálném čase k přesnému provádění jemných zákroků, či autonomní průzkumné roboty, které používají interní mapy a plánovací algoritmy k navigaci v neznámých prostředích, shromažďování dat a rozhodování o své cestě. ■

Řídicí jednotka funguje jako „mozek“ robota a je určena pro analýzu dat ze senzorů, rozhodování a odesílání příkazů akčním členům.

Josef Vališka

MODULÁRNÍ RUKA ZVLÁDNE (TÉMĚŘ) TO, CO LIDSKÁ

Výzkumníci z Massachusettského technologického institutu (MIT) vytvořili novou vysoce přesnou robotickou ruku, kterou je možné i upgradovat. Její součásti lze vyrobit pomocí běžně používaných technik.



Primárním cílem vědců bylo vytvořit flexibilní robotickou ruku, která nevyžaduje zvlášť sofistikované a drahé komponenty, ale měla by být schopna provádět pokročilejší pohyby než klasická robotická chapadla založená výhradně na tuhých materiálech, což často limituje dovednosti robotů v manipulaci s předměty.

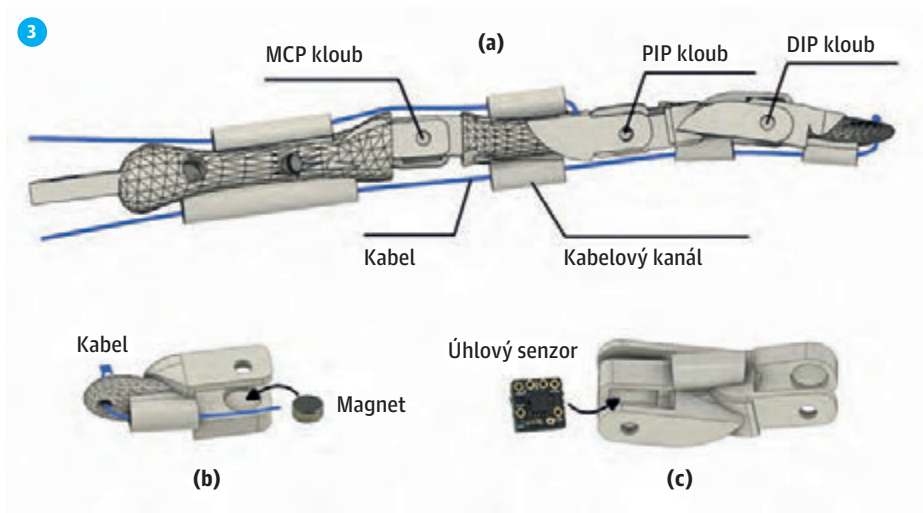
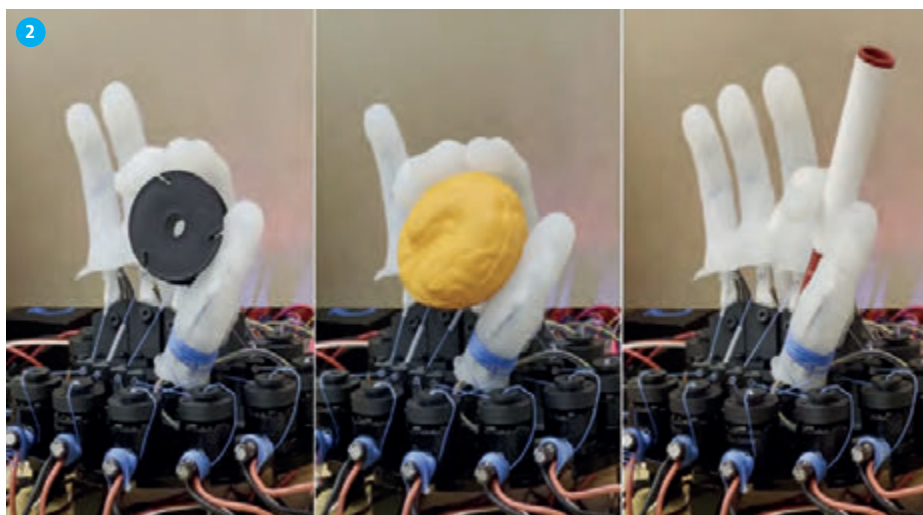
Většina struktur pro robotické ruce, které byly dosud vytvořeny a inspirovány biologickými rukama, má velmi složité konstrukce obsahující četné pokročilé komponenty,

- 1 Tuhé i měkké součásti použité k vytvoření robotické ruky lze snadno vyrobit 3D tiskem nebo laserovým řezáním.
- 2 Prsty byly schopny pevně uchopit ohebné i tuhé předměty různých tvarů a velikostí.
- 3 Součásti robotické ruky: (a) Konstrukce prstů je založena na lidských kostech ukazováčku. (b) Diametrálně magnetizovaný magnet je umístěn uvnitř kloubu distální falangy. (c) Deska snímače úhlu je instalována uvnitř kloubu středního článku.

což komplikuje jejich masovou výrobu.

„Obratnost obvykle vyžaduje více ovladačů, ale také vede k sofistikovanější konstrukci mechanismu a je dražší na výrobu i údržbu. Měkké materiály jsou schopny zajistit bezpečnost při interakci s fyzickým světem, ale je těžké je modelovat,“ konstatují vědci z MIT.

Jimi navržená hybridní robotická ruka kombinuje měkké hmoty a tuhé prvky. Je založena na modulární struktuře (obsahuje více stavebních bloků, které lze přeskuspit, aby bylo dosaženo různých pohybů)



Prototyp robotické ruky úspěšně zvládá různé typy úchopů jako lidské ruce.

umožňující rychlou výrobu a upgradování. Přičemž snímání je integrováno do pevných těles, což umožňuje jednoduchý způsob odhadu pozice s vysokou citlivostí. Tato modulární ruka může být lehce přizpůsobena k provádění různých aplikací, např. je umožněno přidat nebo odebrat prsty či jinak uspořádat její součásti, aby bylo možné dosáhnout různé typy uchopení nebo zvýšit výkon v konkrétních scénářích.

Podstatné je, že tuhé i měkké součásti použité k vytvoření této robotické ruky lze snadno vyrobit (prvky tvořící kostru ruky

lze vytisknout 3D tiskem), nebo jsou běžně dostupné na trhu (magnety, senzory, kabely atd.). K vytvoření umělé kůže, která obaluje články mechanických prstů, byl použit silikon. Výrobní proces je navržen tak, aby bylo možné vyrobit celou ruku z levných materiálů a efektivně ji sestavit.

Vědci vytvořili prototyp robotické ruky s pěti prsty a předvedli, že úspěšně zvládá různé typy úchopů kopírující způsob, jakým uchopují a drží různé předměty lidské ruce. Prsty byly schopny pevně uchopit ohebné i tuhé předměty různých tvarů a velikostí, např. kelímek, kulatý plastový kroužek nebo psací pero.

Ruka bude dále vyvíjena, aby se zlepšily její schopnosti. Mohla by být také integrována s jinými robotickými končetinami, což by pomohlo vytvořit škálovatelné humanoidní roboty, kteří jsou lepší v manipulaci s předměty. ■

Petr Přikryl

Malý velký silák HEPP

Nové elektrické paralelní chapadlo HEPP firmy Festo řeší požadavky větší flexibility při uchopení více obrobků s přizpůsobitelnými délkami zdvihu a uchopovacími silami.



Kompaktní design a schopnost přesně zvládat složité pohyby jej předurčují hlavně pro aplikace v elektronickém a laboratorním sektoru. Díky integrované přídržné brzdě na motoru je HEPP i skvělým řešením pro manipulaci s obrobkem ve stavu e-stop. Dojde-li k výpadku napájení, brzda přidrží prsty chapadla v poloze zabráňující pádu a poškození obrobku.

Všestranný výkonný uchopovač je nabízen ve třech velikostech s uchopovací silou až 400 N a zdvihem 56 mm. Motor, kodér a ovladač jsou integrovány do jediné komponenty, není potřeba externí ovladač. To je zvláště důležité pro EOAT na kartézských a 6osých robotech, protože je třeba vést pouze napájecí a komunikační kabel.

HEPP lze nastavit pro širokou škálu obrobků z hlediska velikosti a typu materiálu i síly uchopení. K dosažení vysokých uchopovacích sil je použito přesné protiběžné vřetené schopné zvládnout vysoké namáhání, které udrží spolehlivost polohování menší než 0,02 mm.

Pro připojení do systémového prostředí PLC lze volit mezi protokoly EtherCAT, PROFINET, EtherNet/IP a Modbus, k dispozici jsou i nezbytné funkční bloky pro integraci do firemního prostředí.

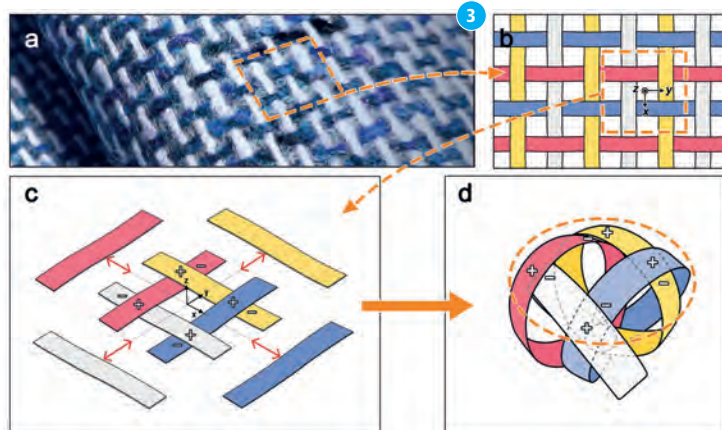
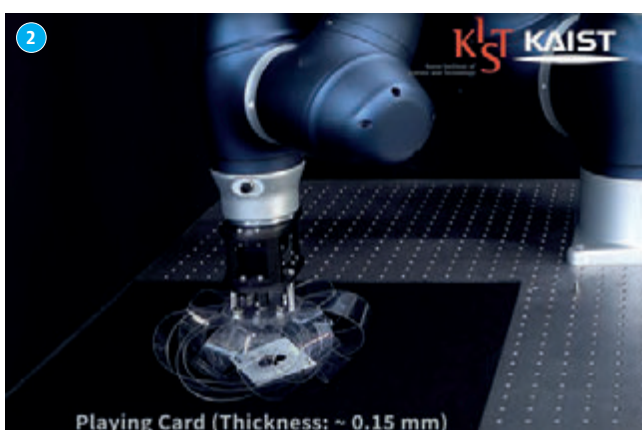
Pro nastavení chapadla stačí zadat parametry pro polohu, zdvih, rychlost, zrychlení a sílu uchopení a podle potřeby lze také definovat odezvu na pohyb a způsob manipulace s obrobky, včetně složitých výrobních procesů. ■

ZVEDNE MĚKKÉ CHAPADLO 100KG ZÁVAŽÍ?

Korejští výzkumníci vytvořili unikátní měkké robotické chapadlo, které napodobuje tkanou strukturu a v poměru k vlastní hmotnosti dosahuje neuvěřitelné zdvihové parametry.



- 1 Chapadlo s tkanou strukturou dokáže zvednout více než 100 kg.
- 2 Ukázka uchopení hrací karty tloušťky 0,15 mm.
- 3 Schéma chapadla s vazební strukturou tkaniny.
- 4 Měkká chapadla na bázi tkaniny jsou vyráběná ve třech měřítkách: velká o $\varnothing$ 1,2m, střední o $\varnothing$ 0,3m a malá o $\varnothing$ jen 55mm.
- 5 Verze o průměru 1,2 m zvedá papírovou krabici s 5 kg mouky.

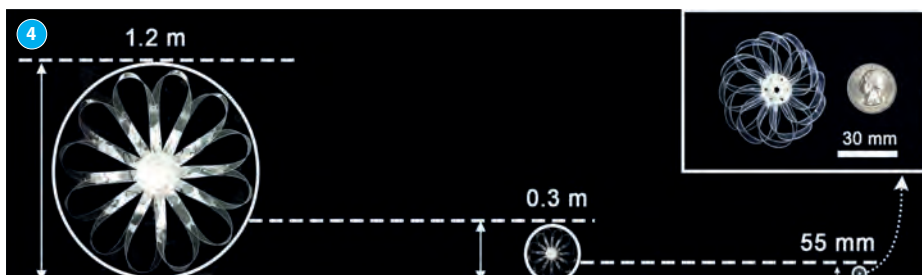


Měkká robotická chapadla využívající flexibilní materiály, jako je tkanina, papír nebo silikon, jsou zařízením, které umožňuje bezpečné uchopování i uvolňování předmětů. Na rozdíl od běžných chapadel z tuhého materiálu jsou flexibilnější a bezpečnější. Jsou vhodná pro roboty manipulující s křehkými předměty nebo pro logistické roboty, které potřebují přenášet

Uchopovač s tkanou strukturou dokáže uchopit těžké předměty na úrovni tuhého chapadla.

určité druhy předmětů. Jejich nízká nosnost však komplikuje zvedání těžkých předmětů a špatná stabilita uchopení nese i při mírném vnějším nárazu riziko ztráty přenášeného objektu. Nový typ měkkého chapadla, resp. konstrukčního řešení jeho výroby, by mohl tyto problémy překonat.

Vědci z Výzkumných center inteligentní robotiky na Korejských institutech vědy



a technologií KIST a KAIST vyvinuli měkký uchopovač s tkanou strukturou materiálu o hmotnosti 130 gramů, který však dokáže uchopit předměty o váze více než 100 kg. Konvenční chapadla stejné hmotnosti zvládnou nosnost maximálně 20 kg a chapadlo, které dokáže zvednout stejnou váhu v poměru k vlastní hmotnosti, jako zmíněná novinka, by v konvenčním provedení vážilo 100 kg.

Pro zvýšení nosnosti měkkého chapadla použil výzkumný tým novou strukturu inspirovanou textilií, místo konvenční metody vývoje nových materiálů nebo vyztužení konstrukce. Chapadlo navrhl tak, aby umožnilo proplétat proužky do tkané struktury. Technika tkaní, na níž se vědci zaměřili, se používá po staletí v oděvech nebo průmyslových textiliích a spočívá v těsném propletení jednotlivých nití, aby vznikla pevná látka, která spolehlivě unese i těžké předměty.

Jako materiál použili tenký PET plast, ale dá se prý vyrobit také i z jiných materiálů, jako je např. pryž a směsi, které mají elasticitu. To umožnilo vědcům přizpůsobit chapadlo pro

takové průmyslové aplikace, které vyžadují silný uchopovací výkon, nebo pro různá prostředí, jež musí odolat extrémním podmínkám. Tajemství výkonových parametrů spočívá zejména ve způsobu výroby struktury chapadla.

Robotický měkký uchopovač vyvinutý korejským týmem využívá levný plast, který dokáže uchopit předměty různých tvarů i hmotností, díky čemuž je cenově vysoce konkurenceschopný. Navíc může být chapadlo vyrobeno jednoduchým upevněním plastového pásu, takže výrobní proces je dokončen za méně než 10 minut, což napomáhá i jeho snadné výměně a údržbě.

Uchopovač s tkanou strukturou má silné stránky měkkého robota, ale dokáže uchopit těžké předměty na úrovni tuhého chapadla. Může být vyráběn v různých velikostech, a uchopit předměty od tenkých karet až po květiny, takže se očekává, že bude použit v oblastech, jako je průmysl, logistika a práce vyžadující měkká chapadla. ■

Jan Tax

Zvedá až „metrák“ na jehlách

Nový jehlový chapač Schmalz udrží velké porézní desky z měkkého dřeva o hmotnosti až 100 kg. Díky tomu je manipulace i s takovými objekty bezpečná a ergonomická.



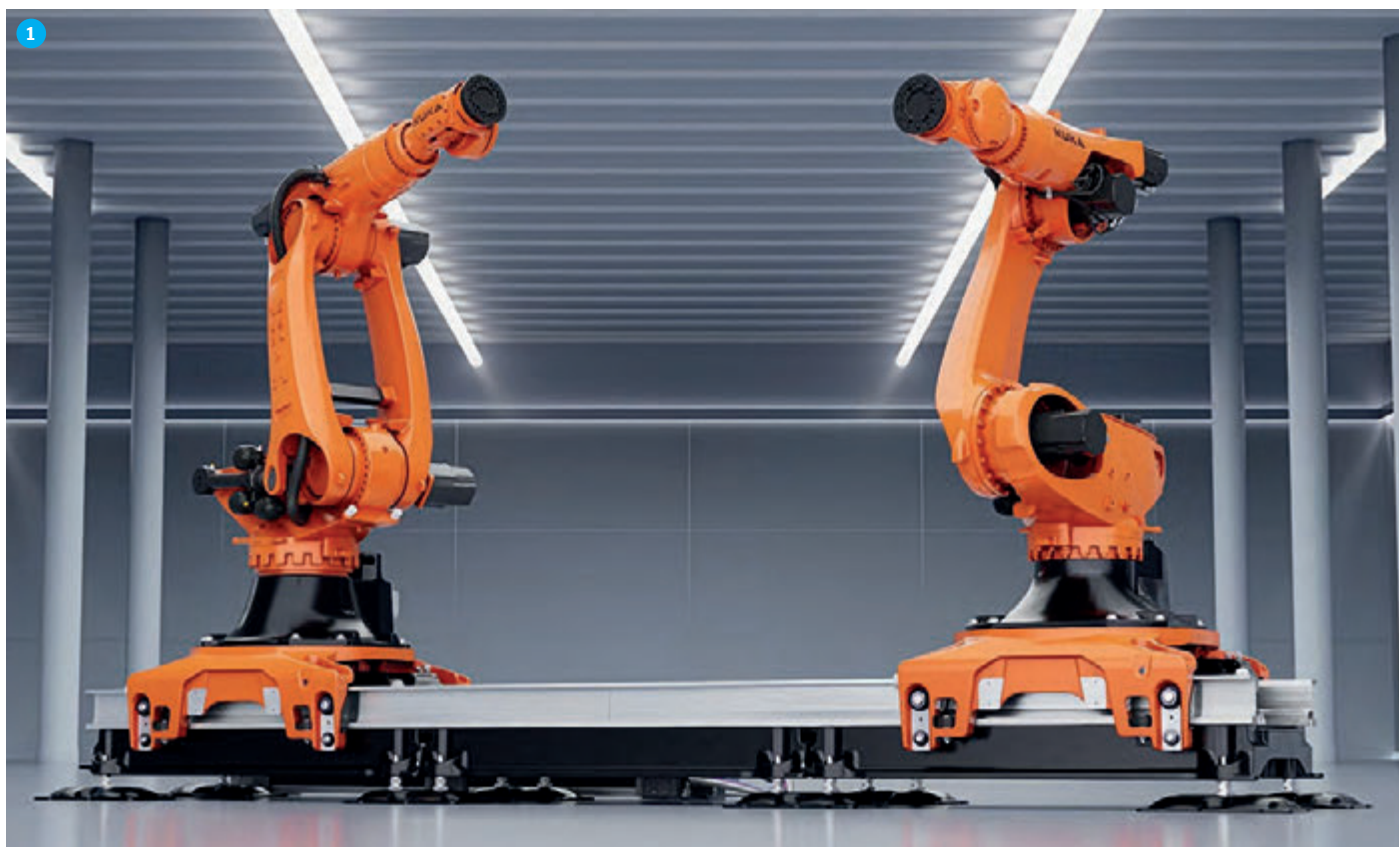
Velké povrchy a pórovitost jsou při ruční manipulaci náročnou kombinací vlastností. Zatímco u většiny chapadel svého portfolia se firma Schmalz spoléhá na vakuum, tentokrát využila opačný princip. Jehlový uchopovač vysune až 80 jehel v ideálním úhlu a s optimalizovaným uspořádáním hrotů, aby bezpečně zvedl a přepravil součásti propustné pro vzduch, jako jsou dřevovláknité desky z měkkého dřeva. Robustní a lehká hliníková konstrukce je modulární a lze ji individuálně konfigurovat a přizpůsobit různým aplikacím i formátům obrobků.

Vlastní uchopovač tvoří dva nebo čtyři jehlové moduly (každý s protiběžnou polohou hrotů), a pneumatický ovládací systém včetně bezpečnostního modulu. Protože každý jednotlivý modul unese až 25 kg, celkově může jehlový uchopovač zdvihat – v závislosti na počtu modulů – objekty o max. hmotnosti 50 nebo 100 kg a od tloušťky 20 mm. Výrobce k novému jehlovému chapadlu dodává i spojovací disk, který se hodí pro zkombinování chapadla s vakuovým manipulátorem JumboErgo. Volitelně je k dispozici připojení k rychlovýměnnému adaptéru nebo řetězovému kladkostroji.

Při zapojení tolika hrotů je samozřejmě nutné věnovat velkou pozornost i bezpečnosti: Chapadlo monitoruje, zda má pod jehlami obrobek, ale uvolnění musí operátor dvakrát potvrdit, přitom přepínací praporky vždy ukazují polohu kovových hrotů. ■

NOVÝ ROBOTICKÝ POMOCNÍK A SOFTWARE Z DÍLNY KUKA

Pod označením KR Fortec uvedla na trh společnost Kuka nového průmyslového robota, který se svými parametry řadí mezi již nabízené modely řady KR Quantec a Fortec ultra.



Tento nejnovější průmyslový všestranný robot, který si klade za cíl poskytovat vysoký dynamický výkon pro dosažení kratších časů cyklů, je až o 700 kg lehčí než jeho předchůdce. Ramena modelů řady KR Force umožňují dosah od 2800 do 3750 mm s max. užitečným zatížením od 240 až do 500 kg. Podle výrobce nabízí vysokou všestrannost s malými nároky na zástavbovou plochu a díky svému kompaktnímu tvaru v nejtěžší variantě je vhodný pro úkoly, jako je např. manipulace či bodové svařování.

MODULÁRNÍ KONCEPT ŠETŘÍ NÁKLADY

Vývoj nového produktu KR Fortec byl zaměřen na šetření zdrojů a dosažení nižších celkových nákladů na vlastnictví. A cestou, jak dosáhnout nižší náklady pro zákazníky, byla v tomto pří-

Integrovaný demo režim umožňuje testování funkcí bez skutečného robota.

padě zejména modularizace napříč modelovou řadou, aby byla zajištěna vysoká přenositelnost součástí řady robotů. Firma uvádí, že modularizace vede k nižším nákladům na skladování náhradních dílů a zákazníci mohou rozšířit pracovní prostor KR Fortec o lineární jednotku KL 4000, která je modulárně adaptabilní v rozsahu 1,5 až 30 m. V případě, že budou chtít na stejné lineární jednotce používat předchozí model robota KR Fortec ultra, stačí si vybrat jednotku KL 5000 a mohou snadno přizpůsobovat a kombinovat produkty tak, aby vyhovovaly jejich individuálním požadavkům.



- 1 Lineární jednotka KL 4000 umožňuje rozšířit pracovní zónu nového robota KR Force až na 30 m.
- 2 Díky novému softwaru Kuka.MixedReality je uvádění robota do provozu rychlé a bezpečné.
- 3 Se softwarem mohou pracovat nejen ti, kteří již mají zkušenosti práce v automatizaci, ale i začátečníci.
- 4 Software živě vizualizuje prostředí robotických buněk také na chytrých telefonech.

je podle vyjádření firmy podporovat rychlé, bezpečné a intuitivní zavádění a zprovoznění robotů. Díky integrovanému demo režimu je možné testování funkcí bez skutečného robota.



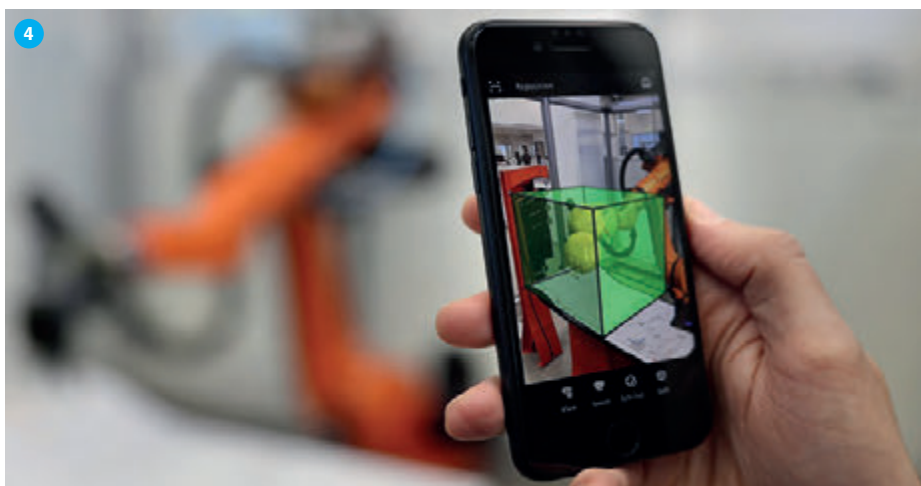
Program se skládá z aplikace MixedReality Assistant a technologického balíčku MixedReality Safe, který je nainstalován na řídicím systému robota. To umožňuje uživatelům simulovat scénáře ze svých smartphonů. S novým softwarem mohou uživatelé rychle detekovat a opravovat chyby, což pomáhá urychlit instalaci a zvýšit bezpečnost. Software může např. simulovat pohyb robota pomocí virtuálního chápádl a předcházet případným kolizím, které se objeví v prostředí rozšířené reality. Tím dokáže včas zabránit a předejít poškození kterékoli části robota v reálném prostředí.

Software se snadno nastavuje i obsluhuje a využívat jej mohou začátečníci v automatizaci i zkušení operátoři. Uživatelé si na chytrý telefon nebo tablet nainstalují bezplatnou aplikaci MixedReality Assistant z Apple App nebo Google Play Store. Všechny relevantní informace o robotu se přenášejí přímo do mobilního koncového zařízení přes WLAN router nebo přístupový bod a vizuálně se zobrazují na mobilním zařízení. Není potřeba žádný AR headset ani další hardware, stačí jednoduše nainstalovat technologický balíček MixedReality Safe na řídicí jednotku robota jako zdroj dat. Pro použití funkcí Safe také balíček SafeOperation.

Aplikace MixedReality Assistant graficky zobrazuje všechny relevantní proměnné přímo na robota v reálném čase. Mezi ně patří kartézské nebo narušené monitorovací prostory, bezpečnostní nástroje i nástrojové koule. Uživatelé mohou také zobrazit odpovídající konfigurační parametry prostorů nebo nástrojů.

„Rozšířená nebo smíšená realita je téma orientované na budoucnost, které nabízí slibné příležitosti v robotice. Kuka.MixedReality činí instalaci robota uživatelsky přívětivější a bezpečnější, což přináší výhody zákazníkům na všech úrovních zkušeností v oblasti automatizace,“ řekl Roland Ritter ze společnosti Kuka. ■

Kamil Pittner



Nový KR Fortec má dvě in-line zápěstí převzaté z modelů KR Quantec a KR Fortec ultra. Zápěstí jsou ve standardní výbavě vodotěsná a prachotěsná, robot může pracovat v teplotním rozmezí 0 až 55 °C, ale k dispozici jsou i speciální slévarenské varianty pro drsná a špinavá průmyslová prostředí.

Díky použití již osvědčených konceptů průmyslových robotů vyžaduje novinka v provozu

minimální údržbu. Z toho vyplývá, že je spolehlivým faktorem ve výrobě.

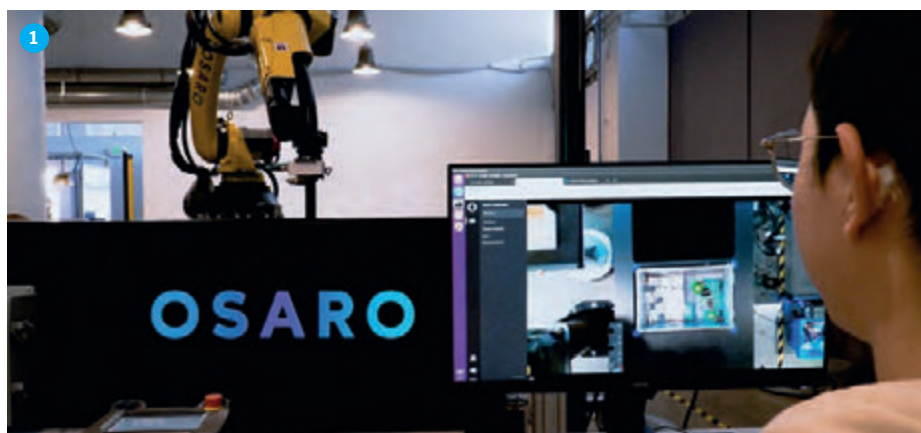
VIRTUÁLNÍ ROBOT ZJEDNODUŠÍ ZPROVOZNĚNÍ REÁLNÉHO

Počátkem února přišla Kuka se svým novým softwarem Kuka.MixedReality, který živě vizualizuje prostředí robotických buněk na chytrých telefonech a tabletech. Jeho cílem

Novinky

STROJOVÉ VIDĚNÍ UMOŽŇUJE LEPŠÍ DEPALETIZACI

Nové robotické rameno kalifornského výrobce robotů Osaro pro kusové vychystávání je díky strojovému učení navrženo speciálně pro depaletizaci krabic různých velikostí a tvarů ze standardních palet.



Osaro se zaměřuje na inteligentní roboty se strojovým učením a automatizační systémy pro e-commerce skladové a plnicí aplikace. Protože automatizovaná depaletizace jednotných palet je k dispozici již nějakou dobu, její nový inteligentní robotický systém řeší stále častější scénář v přijímacím doku: palety naskládané s nepředvídatelnou řadou krabic a balíčků různých tvarů, velikostí a hmotností balených ve smršťovací fólii.

Robotický depaletizační systém využívá pokročilé učící se strojové vidění a proprogramovaný řídicí software pro práci s různými typy krabicových obalů umístěných na jedné paletě pro aplikace typu goods-to-robot (G2R) neboli zboží-robot pro automatizované sklady.

Robot je vybaven proprietárním softwarem SightWorks pro vnímání, který mu umožňuje rozpoznat a úspěšně vybrat ze smíšených palet různé položky. Díky strojovému vidění dokáže rozeznat různorodé a různě poskládané krabice na složitých paletách, kdy identifikuje střed, rozměry, orientaci daného objektu a případné chybové stavy (např. míru poškození). To mu umožňuje detekovat nežádoucí předměty (identifikuje cizí objekty, jako jsou rezačky krabic, nástroje a dávkovače pásky), ale i poškozené nebo konstrukčně nevyhovující krabice, aby se zabránilo riskantnímu výběru. Nebo také



vyčínající krabice, které jsou v definované vzdálenosti za souřadnicemi palety. Když robot narazí na takovéto objekty, upozorní personál, aby umožnil ruční odstranění.

Systém vidění s umělou inteligencí určuje za provozu pozici i úhly obalů, tzn., která jsou nahoře a měla by být vybrána jako první,

Odolnost s certifikací IP67 mu umožňuje pracovat i v opravdu drsném prostředí.

a poté zvolí vhodný nástroj na konci ramene, aby úspěšně uchopil každý balíček, aniž by zasahoval do sousedních krabic. Proprietární technologie výměny nástrojů umožňuje robotovi vybrat si různé nástroje, aby vyhovovaly specifickým potřebám.

Vision systém běží lokálně pro maximalizaci výkonu, vysoce přesné vnímání umožňuje precizní výběry měnícího se inventáře za chodu. Pro nové položky robot nevyžaduje žádnou registraci ani CAD soubory. Kamery, které snímají hloubku, pomáhají inteligentně vybírat a umísťovat položky a zároveň se přizpůsobují měnícím se mixům produktů.

1 Software SightWorks pro vnímání umožňuje robotu rozpoznat a vybrat vhodné položky ze smíšených palet.

2 Díky strojovému vidění dokáže rozeznat různorodé a různě poskládané krabice na složitých paletách.

Pokročilé neuronové sítě se učí a zlepšují s každým výběrem, výběry z každého nasazení (miliony ročně) jsou agregovány, aby se zlepšil výkon celého systému. Ten se díky rychlému tréninku a protokolování fotosenzoru neustále zdokonaluje.

Rameno umístěné na ližinách lze snadno přemísťovat vysokozdvizným vozíkem, což umožňuje vysokou flexibilitu systému, který může přinést v průměru 40procentní úsporu nákladů ve srovnání s manuální prací, přičemž s přibývajícimi směny se úspory ještě výrazně zvýší. ■

Petr Sedlický

VYLEPŠENÍ SPOLEHLIVÝCH A PŘESNÝCH MODELŮ ŘADY M-710i

Největší světový výrobce průmyslových robotů FANUC předvedl vylepšený model M-710iD/50M, který je první velkou revizí a aktualizací populární řady robotů M-710i za posledních 17 let.



- Oproti svým předchůdcům má novinka několik významných vylepšení.
- Zvýšená tuhost v konstrukci znamená, že M-710iD/50M nabízí ještě vyšší preciznost, přesnost a efektivitu.

Řada FANUC M-710i zahrnuje skupinu průmyslových robotů navržených tak, aby zvládaly různé úkoly, od montáže, manipulace s materiálem, paletizace až po svařování apod. Tyto roboty jsou známé svou spolehlivostí a přesností v průmyslovém prostředí. Inovovaný model M-710iD/50M má oproti svým předchůdcům několik významných vylepšení, včetně zvýšené nosnosti, vyššího limitu zatížení zápěstí, zakřiveného ramene J2 pro minimalizaci kolizí, výrazného zvýšení tuhosti i odolnosti s certifikací IP67.

Díky robustní konstrukci a vylepšením je nový robot podle výrobce připraven zefektivnit velké množství průmyslových procesů. FANUC M-710iD/50M nové generace nabízí kromě dlouhého dosahu 2606 mm také zvýšené užitečné zatížení (ze 45 na 50 kg) a vyšší nosnost zápěstí. To znamená větší maximální hmotnost, kterou může zápěstí robota zvládnout a která ovlivňuje typy koncových efektorů a materiálů, jež může použít.

Nová iterace populárního robota se může pochlubit také 20procentním zvýšením tuhosti, která v konstrukci znamená, že robot nabízí ještě vyšší preciznost a efektivitu pro různé úkoly včetně náročných aplikací vyžadujících vysokou úroveň přesnosti, jako je montáž, manipulace s materiálem, přenos dílů, paletizace, svařování aj.

Dalším významným prvkem je zakřivená konstrukce ramene robota. Speciální zakřivený design ramene J2 zabráňuje interferenci s díly i příslušenstvím a umožňuje vysokou přístupnost a plynulejší provoz kolem objektů, čímž zlepšuje efektivitu pro úkoly směřující dopředu. Toto konstrukční vylepše-

ní umožňuje, že operace, jako je např. montáž, jsou pro robota efektivnější.

Moderní, elegantní rameno robota není jen estetickým vylepšením, ale také dokladem o chytrém a na údržbu nenáročném designu, který zjednodušuje jeho nastavení i používání. Díky vodě a prachu odolnému designu s plně uzavřeným ramenem a bez odkrytých redukcí je M-710iD/50M vybaven i pro velmi náročné podmínky. Celý robot má krytí IP67, takže je nejen důsledně chráněn proti prachu, ale vydrží dokonce i krátkodobé ponoření do vody do hloubky 1 metru, což znamená, že může pracovat i v opravdu drsném průmyslovém prostředí.

Nejnovější model M-710iD/50M tak nabízí průmyslovým odvětvím adaptabilní a výkonné řešení pro automatizaci složitých úkolů s větší přesností a efektivitou, což je významný skok ve schopnostech technologie průmyslové automatizace. ■

Jan Tax

Odolnost s certifikací IP67 mu umožňuje pracovat i v opravdu drsném prostředí.

MÍSTO HUMANOIDA JEDNODUCHÝ DOMÁCÍ POMOCNÍK

Roboty v domácnosti jsou slibovány po celá desetiletí, ale s výjimkou robotických vysavačů a zahradních sekaček se tam zatím moc neprosadily. Firma Hello Robot doufá, že její řešení by to mohlo změnit.



- 1 Dvě ramena robotů Stretch si poradí i s ustláním postele.
- 2 Manipulátor má stabilní základnu a vejde se do míst, kam se vejde člověk.
- 3 Stretch má vylepšené vnímání, které zajišťují navigační kamera na rameni a hloubková na uchopovači.
- 4 Všestranný domácí pomocník dokáže i otevírat dveře.

Nyní firma představila nejnovější generaci svého plně integrovaného mobilního robotického manipulátoru Stretch. Natahování, které má v názvu, je jeho klíčovou schopností. Tvůrci se zaměřili na to, aby dokázal dělat užitečné věci a zároveň byl cenově dostupný, spolehlivý a rozšiřitelný.

Základní design zůstává stejný jako předchozí druhá generace, ale obsahuje významné upgrady. Hello Robot vidí svůj robotický manipulátor jako všestranného domácího robota pro všeobecné použití. Nádobí, prádlo, zalévání rostlin, podávání věcí apod., to vše je důležité pro funkčnost každé běžné domácnosti. Stretch je inkluzivní robot. Není jen pro starší nebo postižené lidi, firma vytvořila robota, který může být prospěšný pro každého.

Váží pouze 24,5 kg a výbava, která byla u předchozí verze jako opční doplňky (chapadlo, počítač, senzory, software) je už nyní zahrnuta v ceně. Navíc má o 2 kg vyšší



Roboty Stretch ukázaly, že hodně věcí lze dělat pouze s jednou rukou.

nosnost. Mezi hlavní novinky třetí generace patří systém DexWrist3 ve standardní výbavě, zvětšený rozsah uchopovače, vylepšené hliníkové teleskopické rameno, robustnější elektronika, výkonnější řídicí počítač NUC 12, přístupový bod WiFi umožňující mj. manipulaci odkudkoli pomocí webového prohlížeče a také vylepšené vnímání. To zajišťují širokoúhlá horní navigační RGB kamera a hloubková kamera Intel D405 RGBD na uchopovači. Dále Stretch disponuje obratnou teleoperační sadou Dex Teleop Kit, ovládáním konečků prstů a pozicováním pomocí značek ArUco včetně rychlého připojení nástroje.

Největší výzvou pro zařízení tohoto typu je hardware, protože práce v domácnosti klade velká omezení na to, jaký druh hardwaru lze použít. Je tak pravděpodobné, že humanoida v domácnosti v dohledné době neuvidíme, protože by byl ve skutečnosti nebezpečný. Dokonce i čtyřnohý robot bude mít v domácím prostředí pravděpodobně potíže. V Hello Ro-



bot si toho byli vědomi, proto má manipulátor Stretch stabilní základnu a vejde se do míst, kam se vejde člověk. Může mít i podobný pracovní prostor a díky designu je bezpečný pro lidi v jeho blízkosti. Nedokáže sice chodit po schodech, ale dá se vynést nahoru, vejde se i do kufru auta.

Některá videa Stretch 3 obsahují dva roboty, kteří spolupracují. Nejde sice ještě o autonomní fungování, ale s dvojicí jednodušších robotů může člověk (nebo dvojice lidí) tele-

operovat, jako by to byl ve skutečnosti jediný dvouruký robot, který (zcela záměrně) nemá nic společného s humanoidy.

„Snažíme se ukázat, že existuje jiná cesta, než je lidský model. Lidé mají tendenci přemýšlet o již existujícím řešení: Máme dvě ruce, takže jsou přesvědčeni, že budou muset mít dvě ruce i na svém robotovi. Jenže roboty jako Stretch ukázaly, že hodně věcí lze dělat pouze s jednou rukou, ale dvě paže mohou být užitečné pro podstatnou podмноžinu

běžných úkolů,” vysvětluje Charlie Kemp, CTO Hello Robot.

Se dvěma roboty Stretch jsou tak k dispozici dvě ramena, která lze umístit podle potřeby. Je to druh tzv. distribuované bimanuální manipulace na vyžádání, která sice přidává trochu na složitosti, ale také řeší řadu problémů, právě pokud jde o praktickou domácí pracovní náplň. ■

Jan Příkryl

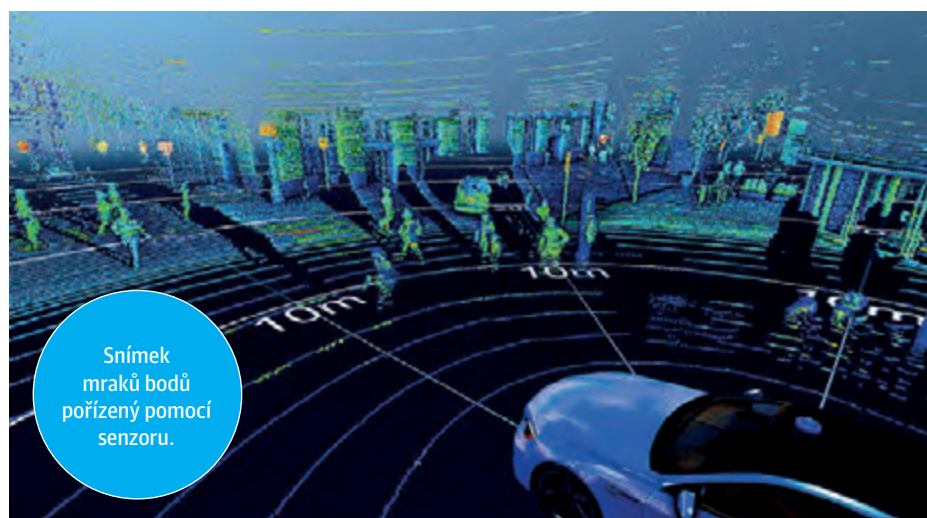
HMC bude vyvíjet LiDAR nové generace

Společnosti Kia a Hyundai Motor Company zahájily spolupráci s Korejským institutem vědy a techniky (KAIST), aby vyvinuly novou generaci senzorů autonomního řízení.

Společná výzkumná laboratoř HMG-KAIST, která bude v sídle korejské centrály KAIST zaměstnávat na 30 výzkumných pracovníků, se bude zabývat vývojem senzorů LiDAR pro pokročilá autonomní vozidla. Cílem týmu výzkumníků bude vyvíjet vysoce výkonné a kompaktní integrované senzory a nové technologie detekce signálu, které jsou vzhledem k rostoucí konkurenci na trhu autonomního řízení naprostou nezbytností.

Integrované senzory budou využívat technologii výroby polovodičů, jež rozšíří nabídku funkcí, zmenší velikost systému LiDAR v porovnání s konvenčními řešeními a zajistí cenovou konkurenceschopnost díky sériové produkci s využitím procesů výroby polovodičů.

Současné senzory LiDAR měří vzdálenost od objektů tak, že emitují světelný signál a měří dobu mezi vysláním a vrácením odraženého signálu. Technologie detekce signálu nové generace s označením FMCW (frekvenčně modulovaná spojitá vlna) však detekuje



Snímek mraků bodů pořízený pomocí senzoru.

vzdálenost tak, že emituje světelné vlny proměnlivé frekvence a analyzuje frekvenční posuv odraženého světla.

Uvedená technologie v porovnání se stávajícími metodami vykazuje nižší úroveň

šumu, umožňuje určovat relativní rychlost objektů a vylučuje rušení vnějších zdrojů světla (např. slunečního), a je tak výhodnější zejména za nepříznivých klimatických podmínek. ■

AUTONOMNÍ ROBOT, KTERÝ SE PŘIZPŮSOBUJE PODMÍNKÁM

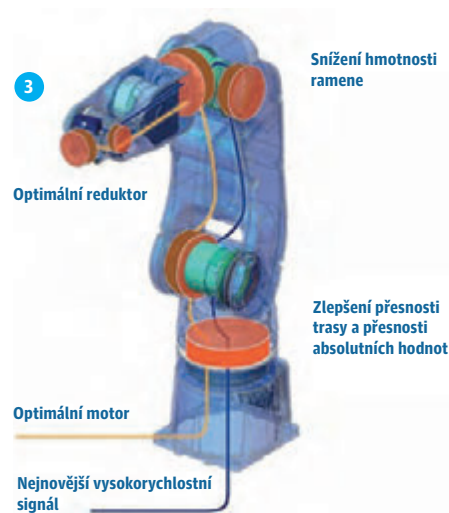
Společnost Yaskawa přišla koncem roku s řadou autonomních robotů Motoman série Next, které označuje jako první adaptivní roboty, a s otevřenou automatizační platformou pro vytváření řešení.

Řada robotů s autonomií se umí nejen sama rozhodovat, ale zároveň se dokáže přizpůsobovat okolnímu prostředí. Těto specifické autonomie roboty dosahují tím, že samy kontrolují stav své práce a dokončují ji způsobem, který nejlépe odpovídá dané situaci. Od doby, kdy Yaskawa vyvinula prvního plně elektrického průmyslo-

vého robota, což bylo v roce 1977, neustále rostl v Japonsku počet instalovaných průmyslových robotů díky pokroku v jejich výkonových parametrech, jako byly rychlost pohybu a kapacita užitečného zatížení, a pokroku v aplikační technologii. Nicméně stále zůstává mnoho neautomatizovaných oblastí, kde je potřeba, aby pracovníci dělali

pro dokončení daného úkolu své vlastní úsudky, které budou kalkuloval s faktory, jako je neurčitý stav, tvar a velikost položek, změny v pracovním pořadí apod. Tyto záležitosti by nyní mohly zvládat samotné roboty.

Pět modelů řady Motoman Next nové generace, které disponují užitečným zatížením 4, 7, 10, 20 a 35 kg, jsou podle výrobce prvními





- 1 Pět modelů řady Motoman Next bylo vytvořeno k automatizaci neautomatizovaných oblastí.
- 2 Realizace autonomní adaptivity prostřednictvím řídicí jednotky.
- 3 Manipulátor využívá motor pro zlepšení schopnosti sledovat příkazy z ovladače.
- 4 Roboty řady Next mají dokončit úkoly pochopením situace a vytvářením úsudků a plánů.

Roboty mají za cíl dokončit úkoly optimálním pochopením situace a vytvářením úsudků včetně plánů.

Ovladač má kromě řídicí funkce samotného robota i autonomní funkci, aby bylo možné rozpoznat okolní situaci a provádět zformulované plánování pohybu na základě posouzení prostředí okolí a údajů o pozici okolních objektů. Tyto údaje získává z vestavěných kamer a senzorů.

K tomuto účelu byla vyvinuta nová architektura, která k řídicí funkci robota doplňuje autonomní řídicí jednotku a zajišťuje adaptivitu tím, že kontroluje stav samotného úkolu a dokončuje ho způsobem adekvátním rozpoznané situaci. ■

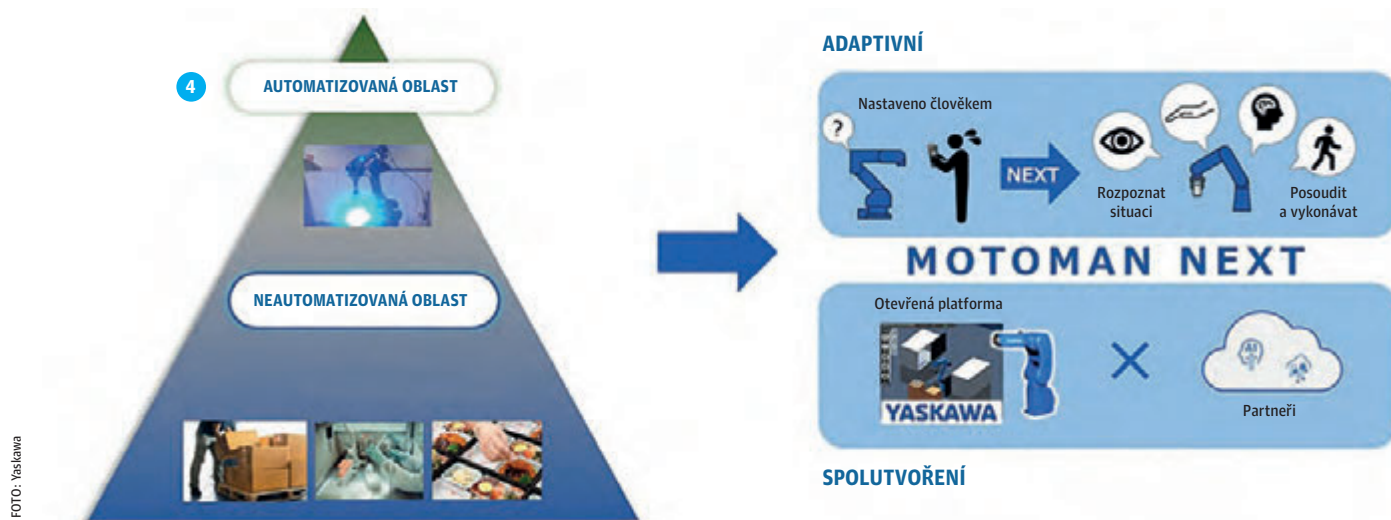
Petr Příkryl

v sektoru průmyslových robotů, které nabízejí autonomní adaptabilitu na prostředí a jsou schopny dělat úsudky.

Tyto modely byly vytvořeny právě k automatizaci neautomatizovaných oblastí a mají za cíl dokončit úkoly optimálním pochopením situace a vytvářením úsudků včetně plánů. Poskytují také otevřenou platformu, která za-

hrnuje odborné znalosti zákazníků i partnerů Yaskawy pro vytváření řešení.

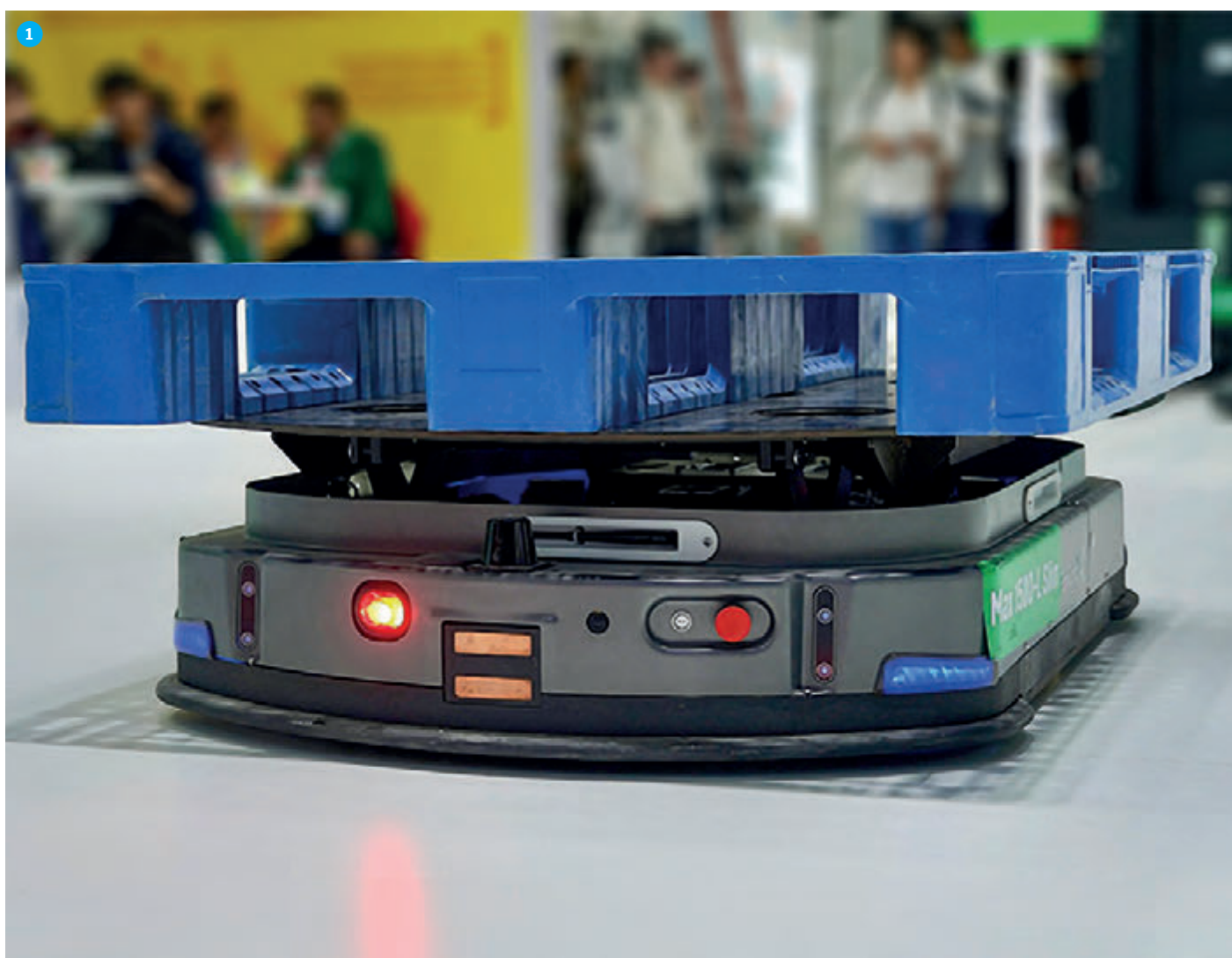
Robotický manipulátor robotů využívá optimální motor pro zlepšení schopnosti sledovat příkazy z ovladače, takže dosahuje lepší výkon a umožňuje digitálnímu dvojčeti robota minimalizovat rozdíl mezi polohou přikázanou ovladačem a skutečnou polohou.



Novinky

ŠTÍHLÍ LOGISTIČTÍ SILÁCI

Na trh autonomních mobilních robotů (AMR) přibýly nedávno hned dvě zajímavé novinky v segmentu kompaktních robotů s vysokou nosností určených pro manipulaci těžkých nákladů.



První z nich představil čínský výrobce ForwardX Robotics v podobě autonomního mobilního robota na bázi vizuálně naváděného řešení, a druhý vzešel z americké firmy Otto Motors.

AMR MAX 1500-L SLIM

Tato kompaktní, pouhých 245 mm vysoká jednotka, byla navržena pro skladovou logistiku i výrobní prostředí a nabízí impozantní nosnost 1500 kg. Podle výrobce ForwardX

Odolná konstrukce s robustním celokovovým tělem je schopná odolat prachu i vodě v drsných prostředích.

Robotics vyniká nový AMR také v přesném dokování a zvedání. Díky technologii počítačového vidění se dokáže přesně sladit s pracovními stanicemi a dokovací stanicí s dopravníkovými pásy, což eliminuje potřebu ručního nastavení.

Autonomní mobilní robot Max 1500-L Slim je vybaven nejmodernějším inteligentním systémem detekce překážek, který pokrývá celých 360 stupňů a umožňuje AMR navigovat ve složitých prostředích,



přizpůsobovat se měnícím se podmínkám a vyhýbat se potenciálním nebezpečím. Jeho autonomní navigační schopnosti zajišťují bezpečné a efektivní fungování bez lidského zásahu i v oblastech s vysokým provozem personálu.

Nejde však o jedinou novinku, která se v poslední době objevila v této kategorii zařízení na trhu.

AMR OTTO 1200

Zhruba 10 let poté, co firma Otto Motors, jeden z hlavních výrobců mobilní manipulační techniky, představila první AMR těžké třídy pro manipulaci s materiálem, uvádí nyní na trh mobilního robota pro úzké výrobní prostory, který nabízí vysokou propustnost, rychlost i manévrovatelnost.

Model s označením Otto 1200 byl vyvinutý ve spolupráci se zákazníky na stovkách nasazení po celém světě. Výrobce jej charakterizuje jako nejvýkonnějšího kompaktního, vysoce výkonného mobilního robota pro stísněné prostředí, který dokáže bezpečně přemístit užitečné zatížení až 1200 kg. Nový AMR je vybaven patentovanou technologií adaptivního pole pro rychlé a bezpečné manévrování kolem lidí v úzkých prostorech tam, kde je vysoká interakce člověka a robota. Splňuje tak požadavky v oblasti výkonu i propustnosti a zároveň zajišťuje, že lidé budou v bezpečí.

Autonomní mobilní robot Otto 1200 má být vhodný pro všechny typy výrobních prostředí, ale jeho malá šířka ho předurčuje hlavně pro prostorově omezenou výrobu.



Má úzký půdorys 1350 x 910 x 320 mm a může se pohybovat rychlostí až 1,5 m/s, přičemž technologie adaptivního pole mu umožňuje přizpůsobit rychlost jízdy

- 1 Mobilní robot ForwardX MAX 1500-L Slim se vyznačuje užitečným zatížením 1500 kg a krátkým profilem pouhých 245 mm.
- 2 Autonomní mobilní robot Otto 1200 s vysokou propustností a manévrovatelností je určen pro úzké výrobní prostory.
- 3 Pro dokonalé vnímání okolí slouží AMR Otto i 3D kamery s prostorovým viděním.
- 4 Řešení rychlého přístupu prostřednictvím „šuplíku“ u robota Otto 1200 eliminuje potřebu odstraňovat zatížení pro náhlou údržbu.
- 5 Výkonný mobilní Otto 1200 dokáže bezpečně přemístit náklad o hmotnosti až 1200 kg.

aktuálním podmínkám, např. kolem odboček, křižovatek, osob nebo i zařízení.

Výrobci, kteří budují provozy na zelené louce, mohou při navrhování pro Otto 1200 uplatnit úzké uličky, čímž šetří cenné metry nemovitosti. U brownfieldů, které jsou již tak těsné a přeplněné, toto AMR stále maximalizuje produktivitu. Může dokonce pomoci přeměnit jednosměrné uličky na dvoucestné.

Otto 1200 se vyznačuje odolnou konstrukcí s robustním celokovovým tělem navrženým pro krytí IP54, které je schopné odolat prachu i vodě v drsných továrních prostředích. Konceptní řešení rychlého přístupu prostřednictvím „šuplíku“ eliminuje potřebu odstraňovat náklad pro náhlou údržbu, kterou zvládne jedna osoba. ■

Petr Sedlický

Novinky

NOVÝ LESŮ PÁN ZE SKANDINÁVIE

Švédští konstruktéři z Klastru lesnické technologie (Skogstekniska Klustret) vytvořili první autonomní stroj na světě pro lesnické operace. Je schopný sbírat kmeny a manévrovat složitým terénem bez nutnosti zásahu člověka.



Bezpilotní elektrohydraulicky poháněný stroj je vyvíjen od roku 2014 švédskou laboratoří Arctic Off-Road Robotics Lab (AORO) a výsledkem je platforma pro provozování plně autonomních lesnických těžebních operací a automatizaci těchto úkolů, tedy navigaci, rozpoznávání objektů, manipulaci s nimi a řízení pohybu robota sbírajícího a odvázejícího nařezané kmeny z lesa po těžbě.

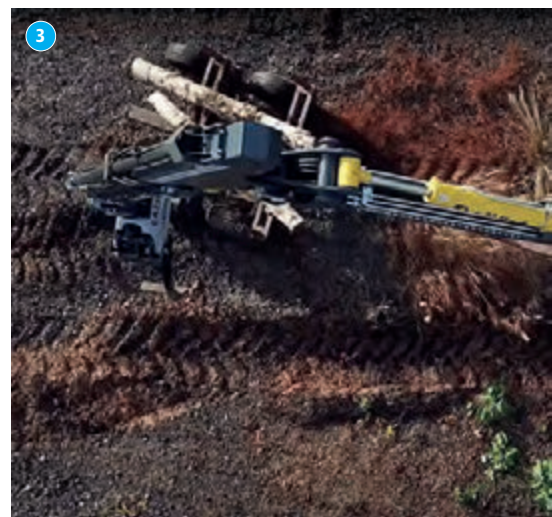
Obsluha lesnických strojů je obtížná práce, standardní stroje jsou však vybaveny řídicími systémy, kde se každý stupeň volnosti (DOF) a funkce ovládají individuálně pomocí joysticků a tlačítek. Snížením potřeby lidské práce mají autonomní stroje potenciál zvýšit produktivitu a snížit náklady na pracovní sílu a minimalizovat dopad těžby dřeva na životní prostředí.

OD RUČNÍHO OVLÁDÁNÍ K AUTOMATIZACI
Automatizace lesnických strojů je náročná kvůli složitosti lesního prostředí a dynamice strojů. Jako slibná technologie se zdá částečná automatizace, která odlehčuje obsluhu

stroje operátorem. První příklady zahrnují rádiem řízené stroje však nesplnily očekávání průmyslu, protože pomocí standardních řídicích příkazů s otevřenou smyčkou bylo obtížné je dálkově ovládat, proto se na trhu neujaly. Pokračuje tak výzkum přechodu od ručního ovládání takových strojů k plně automatizaci.

Většina relevantních výzkumných projektů využívá standardní komerční stroje, které jsou externě vybaveny doplňkovým hardwarem. Ten jim umožňuje autonomně navigovat, rozpoznávat předměty a používat manipulátor k provádění různých úkolů. V úsilí

Dva exteroceptivní senzory měří vztah stroje k prostředí a vnějším objektům.



o automatizaci lesnických operací však až na výjimky v podobě menších robotů dosud nebyl předveden žádný skutečný robotický stroj schopný vykonávat autonomní lesnický provoz.

AORO - PLNÁ AUTONOMIE
Platforma AORO používá dva různé výpočetní systémy. Prvním je Jetson AGX Xavier s OS Linux pro výpočetně náročnější úkoly vnímání a lokalizace. Využívá knihovny, nástroje



1

Plně autonomní platforma zvládá lesnické těžební operace bez zásahu člověka.

2

Díky navigaci, rozpoznávání objektů a manipulaci s nimi včetně řízení pohybu robota sbírá nařezané kmeny z lesa.

3

Automatizace všech úkolů vrcholí odvozem naložených kmenů stromů.

4

Autonomní „drobeček“ AORO minimalizuje dopad těžby dřeva na životní prostředí.



a framework z operačního systému robotů (ROS) a některé programy Python. Má také dva exteroceptivní senzory přímo připojené přes USB, které měří vztah stroje k prostředí a vnějším objektům. Pozici i orientaci stroje popisuje GNSS se dvěma anténami, připojený k národní síti pevných referenčních stanic (což je to podpůrný systém satelitního určování polohy švédského úřadu pro mapování, katastr a evidenci pozemků - Lantmäteriet), umožňující vysoce přesné čtení orientace

stroje vzhledem k absolutnímu severu. V přední části stroje je instalována dolů směřující stereo kamera, která mapuje půdu před strojem.

K provozu většiny vnitřních řídicích systémů zařízení a ke čtení senzorů se používá UEI-SIM firmy United Electronic Industries (UEI), který má odlehčený OS Linux a nainstalovaných několik I/O karet pro vstupy čidel a řídicí výstupy. Tyto dva počítače jsou propojeny přes ethernet a komunikují převážně pomocí

UDP zpráv. UDP je lehký protokol bez připojení nevyžadující potvrzovací mechanismy a kontroly chyb jako protokol TCP/IP, které mohou zavádět latenci a zbytečnou složitost řídicího systému v reálném čase. Umožňuje udržovat vysokorychlostní komunikaci s nízkou latencí pro řídicí algoritmy a software pro vidění a efektivně využívat síťové zdroje mezi počítači. ■

Tomáš Machovský

AUTOMATIZACE V AMERICKÉM STYLU

Mezi stěžejní pravidelné prezentační akce v oblasti automatizace a robotiky patří i americký veletrh AUTOMATE. Jeho letošní ročník se koná od 6. do 9. května v Chicagu.



Tak jako pro Evropu je ústřední událostí v oblasti robotického průmyslu mnichovská automata, pro asijský region tokijský IREX nebo čínský ITERS či CRS (China Robot Show), je zejména pro severoamerický kontinent veletrh AUTOMATE. A i když jde o akci určenou primárně pro americký trh, je obvykle arénou, kde často premiérově uvádějí své produktové i technologické novinky přední globální dodavatelé průmyslové robotiky a automatizace.

Pořadatelem této prestižní konferenční a výstavní akce je americká Asociace pro pokročilou automatizaci známá jako A3 (Association for Advancing Automation). Tato největší severoamerická organizace tohoto zaměření sdružuje na 1200 firem aktivních v oblasti robotiky, umělé inteligence, strojové-

ho vidění, zobrazování, řízení pohybu a souvisejících automatizačních technologií.

OD START-UPŮ PO NEJVĚTŠÍ VÝROBCE

Třidenní maraton desítek přednášek doprovází expozice vystavovatelů zahrnující širokou škálu firem, start-upů i zástupců největších výrobců robotů a automatizační techniky. Nabízejí mj. nejrůznější doplňkové služby

K silně akcentovaným tématům veletrhu i konference bude patřit umělá inteligence.

i řadu pozoruhodných inovačních řešení od průmyslové výroby a logistiky přes zemědělské aplikace až po medicínské využití. Mezi vystavovateli tak figurují značky jako FANUC, Omron, KUKA, ABB, Epson, Yaskawa, Comau, Stäubli, Kawasaki, Universal Robots, Dobot, Agilox, MiR, Schunk, OnRobot, Hiwin, Pilz, Cognex, Keyence, Balluff, Beckhoff, Rockwell Automation, Baumer, Heidenhain, Güdel, Otto Motors aj.

Nebude chybět ani zastoupení řady prestižních výzkumných institucí, jako CSAIL nebo MIT, které zde budou prezentovat výsledky svých projektů a spolupráce s průmyslovým sektorem.

TÉMATÁ HÝBAJÍCÍ DOBOU

Ústřední tématem AUTOMATE jsou tradičně roboty v jejich průmyslové podobě, automa-



a logistických procesů, logistika autonomních mobilních platform, automatizace dodavatelského řetězce a také problematika bezpečnosti automatizace v řízení pohybu a dopravě.

Kromě robotů jako takových a jejich mechanického vybavení bude v centru pozornosti i strojové vidění (zejména pokročilé barevné vidění a aplikace), zobrazování, kontrola a související technologie, laserové měřicí systémy a rovněž řízení pohybu, motory, pohony a jejich konstrukční řešení.

K nepřehlédnutelným a silně akcentovaným tématům konference patří logicky umělá inteligence, jak dokumentují i sekce



tizace, manipulace s materiálem, konstrukční a integrační robotika. Konkrétně rozšíření dosahu pro 6osé roboty, modularita v návrhu robotických pracovních buněk a technologie robotických koncových efektorů přizpůsobené pro speciální aplikace.

Dalším z hlavních témat budou koboty a integrační kolaborativní robotika (včetně stále se rozšiřujícího spektra jejich aplikačního nasazení i v segmentech, k nimž původně nebyly určeny, jako např. obsluhy strojů, svařování apod.), ale i hodnocení jejich rizik a spolupráce s lidským personálem.

Silné zastoupení budou mít letos také mobilní roboty a jejich integrace do výrobních



AI & Smart Automation, Machine Vision, Imaging & Inspection. Zahnují mj. přednášky: Jak generativní AI promění výrobu, Generativní AI v automatizaci, Jednoduché chytré kamery pro umělou inteligenci a Průmysl 4.0, Chytré továrny s počítačovým viděním řízeným 5G apod., ale také vysoce aktuální problematiku kyberbezpečnosti, která se stává právě s rostoucím stupněm automatizace a propojení vzájemně komunikujících systémů jedním z kritických faktorů moderní průmyslové výroby. ■

Petr Kostolník

ROBOTY A AI NA HANNOVER MESSE

Automatizace se zapojením nejmodernějších technologií jako klíč ke konkurenceschopnému a udržitelnému průmyslu, který může pomoci zachránit Evropu před deindustrializací. To byl jeden z hlavních momentů únorové předveletrní ukázky nadcházející akce Hannover Messe.



Jak zdůraznil generální ředitel pořadatelské společnosti Deutsche Messe Dr. Jochen Köckler, veletrh, který proběhne ve dnech 22. až 26. dubna, je letos důležitější než kdykoli dříve, protože ekonomické a politické prostředí je velmi nestabilní. Na Hannover Messe 2024 budou představeny technologie a řešení, které umožňují průmyslu vyrábět konkurenceschopně a udržitelně, zejména pro evropské podniky se tak veletrh může stát klíčovým fórem proti hroziící deindustrializaci Evropy. Řešení spočívá v souhrně automatizace, digitalizace a elektrifikace v široké mezioborové a přeshraniční spolupráci. Jedná se o ideální platformu pro získání informací o aktuálních i nastupujících trendech a výměnu názorů na souhrnu automatizace, digitalizace a elektrifikace.

Pořadatelé hlásí letos účast zhruba čtyř tisíc vystavovatelů. Mezi již potvrzenými figurují globální technologičtí giganti, jako např. Bosch,

Dell Technologies, Google, Schneider Electric, Siemens, Microsoft, SAP, Accenture, AWS, Ericsson, Festo, Rittal, Schunk a mnoho dalších. Jejich plejádu doplňují i renomované výzkumné organizace jako Fraunhofer-Gesellschaft a Karlsruhe Institute of Technology (KIT) a přes 300 průmyslových start-upů. Hannover Messe je již řadu let stěžejní platformou digitalizace průmys-

Řadu let je veletrh stěžejní platformou digitalizace průmyslu, nyní ji nástup AI posouvá na novou úroveň.

lu, kterou nyní nástup umělé inteligence (AI) posouvá na novou úroveň. Zefektivňuje procesy a umožňuje vytvářet nové hodnoty. Pomocí AI mohou firmy zkrátit dobu vývoje a ušetřit zdroje a energii. Generativní AI bude zřejmě už v blízké budoucnosti schopna i navrhovat stroje.

NENECHTE SI UJÍT PŘÍLEŽITOST

Na veletrhu budou prezentovány i konkrétní aplikace: roboty, které lze ovládat hlasem, stroje, jež automaticky rozpoznávají chyby, nebo systémy zkracující prostoje díky prediktivní údržbě. Speciální sekci je letos Aplikační park v hale 5 ve spolupráci s Německou robotickou asociací (DRV), kde si mohou návštěvníci příklady automatizace založené na robotice sami vyzkoušet, nebo vidět v akci třeba autonomní dopravní systémy bez řidiče.

Například společnost Kuka bude demonstrovat, jak může AI v budoucnu zjednodušit pro-



gramování a podpořit tvorbu programovacího kódu (pomocí chatbotu Microsoft Copilot), aby co nejvíce usnadnila firmám přístup k automatizaci. AI by měla doplnit klasické programování, které se nyní provádí prostřednictvím pendantu, zadáváním textu nebo hlasovými pokyny. AI tak přímo vytvoří kód k naprogramování robota pro příslušný úkol.

Zimmer Group představí kompaktní flexibilní robotickou buňku ZiMo pro nenákladnou a nekomplikovanou automatizaci procesů pro malé, střední a často se měnící velikosti dávek. Přitom nezávisle na tom, zda se zabývají poloautomatickými (spolupráce člověk-kobot) nebo plně automatizovanými výrobními procesy. ZiMo lze integrovat bez jakékoli složité konfigurace a k uvedení do provozu nejsou vyžadovány žádné znalosti programování, což šetří čas i zdroje.

Fraunhoferův ústav pro mechatroniku (IEM) bude prezentovat testovací pracoviště

s kolaborativním robotem a strojovým viděním s podporou AI. Toto ultra všestranné řešení kombinuje kolaborativní robotiku, analýzu obrazu založenou na umělé inteligenci a platformě IoT

Svou expozici bude mít na veletrhu i Blue Danube Robotics, tvůrce patentovaného bezpečnostního ochranného systému Airskin, což je robustní, na tlak citlivý povrch, který se přímo montuje na standardní průmyslové roboty, aby z nich učinil do značné míry kolaborativní.

Registrace pro vstupenky

Pro zájemce o návštěvu veletrhu budou na stránkách www.roboticjournal.cz nebo www.techmagazin.cz připraveny ve spolupráci se zastoupením Deutsche Messe vstupenky zdarma.

ZASTOUPENA BUDE I KONKURENCE Z ASIE

Nelze si nevsimnout také výrazného zastoupení robotiky asijské provenience, která se agilně snaží etablovat na evropském trhu. Kromě tradičních japonských značek mezi nimi nově dominují hlavně čínské firmy, jako např. šanghaiská Elite Robotics, považovaná za výrobce s nejvyšší mírou nezávislého výzkumu v Číně, která v Hannoveru představí své nejnovější koboty řady CS založené na nové softwarové a hardwarové infrastruktuře a zcela přepracovaném uživatelském rozhraní. Nebo firma JAKA, která se stala jedním z uznávaných výrobců v oblasti kolaborativní robotiky, výrobě AMR a chytrých vysokozdvižných vozíků Oasis. Své nejnovější koboty představí i korejská Rainbow Robotics, známá mj. i svým humanoidním robotem Hubo. ■

Josef Vališka

RASISMUS UŽ I U ROBOTŮ?

Proč je tolik robotů bílých? Odpověď na tuto otázku se pokusil získat Mark Paterson z informačního serveru The Conversation.

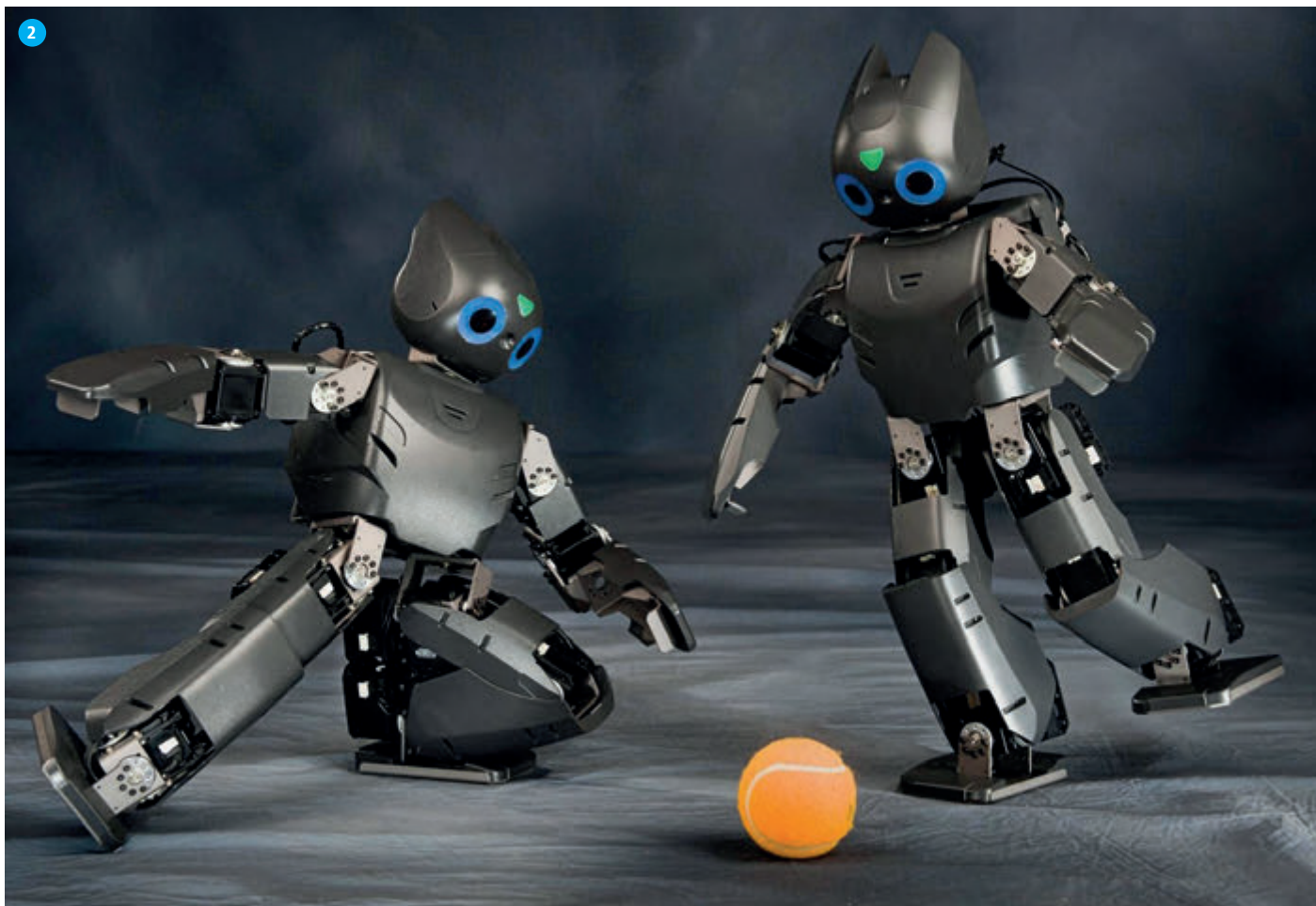


Roboty se již používají k pomoci lidem s autistickým spektrem, dětem se speciálními potřebami i pacientům po cévní mozkové příhodě, kteří potřebují fyzickou rehabilitaci. Cílem oboru zvaného sociálně asistenční robotika je vytvořit stroje, které nejlépe pomohou lidem, aby si pomohli sami, schopné interakce se stále rozmanitějšími skupinami lidí. Spolu s tím se ale začaly objevovat u sociálních robotů, kteří mají fyzická těla

Řešením není zapouzdřit stroje do „politicky a genderově korektního“ hnědého nebo černého plastu.

vytvořená podle neohrožujících verzí lidí nebo zvířat, i problémy rasové a genderové předpojatosti – a to nejen v algoritmech umělé inteligence (AI) a datech používaných k trénování velkých jazykových modelů, jako je ChatGPT.

Tyto roboty nevypadají dokonale jako lidé a nekomunikují s nimi způsobem, který odráží i základní aspekty rozmanitosti společnosti. Například počty diagnóz autismu u barevných dětí jsou v USA



vyšší než u bílých, a pro mnoho z těchto dětí by prý mohla interakce s roboty, jako experimentální Kaspar, určený k interakci s dětmi s autismem, který gumovou kůží připomíná bílého člověka, být problematictější než pro jejich bělošské vrstevníky.

A proč jsou roboti Nao, Pepper nebo iCub využíváni ve školách a muzeích oděni do lesklého bílého plastu? Technologický etik Stephen Cave a výzkumník v oblasti vědecké komunikace Kanta Dihal diskutují v *The Whiteness of AI* (tedy něco jako „bělošství AI“) o rasové zaujatosti v AI a robotice a všimají si převahy online obrázků robotů s bílými povrchy.

Jedním z problémů je, že většina již existujících „sociálních“ robotů není vyvinuta od nuly, ale prostě zakoupena laboratořemi pro projekty, přizpůsobena zakázkovým softwarem a někdy integrována s jinými technologiemi, jako jsou robotické ruce nebo kůže. Robotické týmy jsou proto omezeny volbami designu, které provedli původní vývojáři, a právě ty mají tendenci sledovat klinický čistý vzhled s lesklým bílým plastem – podobně jako u jiných technologických produktů, jako je např. originální iPod.

- 1 Robotek Kaspar má pomáhat dětem s autismem, místo toho mu hrozí, že bude čelit nařčením z rasismu.
- 2 Výukové robotky DARwin-OP existují samozřejmě i v bílé variantě...

V knize antropoložky Lucy Suchmanové o interakci člověk-stroj, aktualizované kapitoly o robotice, se pojednává o „kulturní imaginaci“ toho, jak mají roboty vypadat, a ta je u robotů odvozena hlavně ze světa sci-fi. Tato „kulturní imaginace“, která zakotvuje roboty jako bílé (a spíše ženské pohlaví), sahá až do evropského starověku spolu s explozí románů a filmů na vrcholu průmyslové moderny.

Prakticky od první zmínky o slově „android“ v románu Auguste Villiers de l'Isle-Adam s názvem „Budoucí předvečer“ z roku 1886, zavedení slova „robot“ ve hře Karla Čapka „R.U.R.“ z roku 1920 a sexualizovaného robota Maria v románu They von Harbou nazvaného „Metropolis“ z roku 1925 (a hlavně slavném stejnojmenném filmu jejího manžela Fritze Langa z roku 1927), byly fiktivní roboty rychle feminizovány a servilní.

Archetyp této kulturní imaginace leží možná už ve starém Římě, kde báseň v Ovidiových

„Proměnách“ (8 n. l.) popisuje sochu Galatey ze sněhobílé slonoviny, do které se zamiluje její tvůrce Pygmalion, modlí se k Afroditě, aby Galatea ožila, a jeho přání je splněno. Ale mimo japonských etnicky asijsky vypadajících robotů (které mají tendenci následovat podřízený ženský genderový stereotyp) jsou navrženy jako nebílé poměrně vzácnou výjimkou – a řešením není jednoduše zapouzdřit stroje do „politicky a genderově korektního“ hnědého nebo černého plastu.

Jde i o to, jak lidé komunikují s ostatními prostřednictvím gest, výrazů a vokalizace a jak se tato komunikace liší mezi kulturami. V takovém případě je jedna věc, aby vzhled robotů odrážel rozmanitost lidí, ale ve hře je i diverzifikace forem interakce. S tím, že roboty budou méně univerzální bílé a ženské, mohou sociální vědci, interakční designéři a inženýři spolupracovat, aby jim dali více mezikulturní citlivosti např. v gestech a dotecích. Interakce mezi člověkem a robotem pak bude méně problematická, zejména pro lidi, kteří potřebují pomoc od nových druhů sociálně pomáhajících robotů, konstatuje Mark Paterson. ■

Josef Vališka

TRANSFORMUJÍCÍ SE MORPHOBOT

Kalifornská technologická univerzita (Caltech) představila svého Morphobota pro vyhledávání, záchranu a doručování, který nyní dostává šanci na práci doslova z jiného světa. Terénního robota M4 vyvíjí pro misi NASA na Mars.



Výzkumníci už před časem představili unikátního multitalentového transformujícího se robota, který dokáže jezdit i létat a dělat osm permutací pohybů prostřednictvím kombinace svých dovedností. Na Caltechu jej vyvíjejí jako projekt nazvaný Multi-Modal Mobility Morphobot (neboli M4) na platformě NVIDIA Jetson pro okrajovou umělou inteligenci a robotiku.

Robot je navržen pro různé požadavky misí v oblasti pátrání a záchran, např. když není možné proniknout do nebezpečných oblastí, jako jsou požární zóny. Může jezdit po zemi nebo létat a provádět průzkum, aby vyhodnotil situaci pomocí svých kamer a senzorů. To může být zajímavá šance pro záchranáře, protože dron může přistát v bezpečné oblasti a poté vjet po zemi do určené cílové destinace.

Podobně se tým Caltechu snaží prostřednictvím M4 řešit komplikace tradičních dronů pro doručování, protože nikdo nechce, aby mu z bezpečnostních důvodů přistávaly poblíž domova nebo firmy. M4 může přistát někde izolované od lidí a pak dokončit dodávku pozemní cestou, což z něj činí bezpečnější variantu. Může také létat do míst, kam by se dodávky běžnými vozidly mohly dostat jen obtížně, nebo kde nelze doručovací služby vůbec nabízet.

Aktuálně je M4 schopen cestovat rychlostí až 65 km/h a jeho baterie vydrží zhruba půl hodiny.

Počáteční výzkum Morphobota financovala univerzita a NASA, další fázi pak i Jet Propulsion Lab, která jej dále rozvíjela. Její verze M42 je nyní ve vývoji jako kandidát na Mars Rover v NASA, kde již probíhají testy na transformaci při přistání. ■

Scott Martin

- 1 Morphobot je schopen cestovat po zemi rychlostí až 65 km/h.
- 2 V případě potřeby sklopí kola do horizontální polohy.
- 3 Kola se změň v rotory a z M4 se stává kvadrokoptéra.

Roboty se učí kopírováním lidí

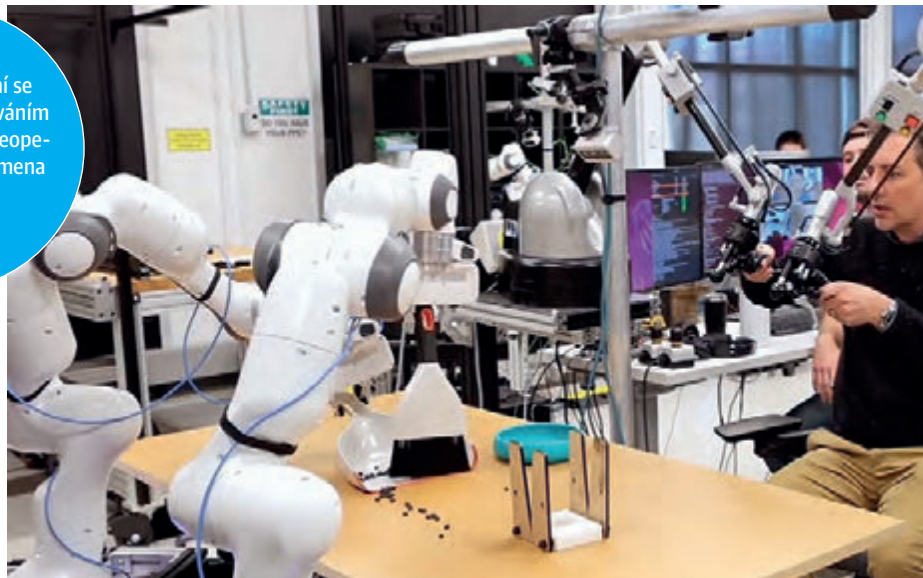
Kromě vozidel vyvíjí Toyota také roboty. Nyní je zkouší naučit se díky generativní AI provádět domácí práce na základě pozorování lidí při této činnosti.

Zametací chování se robot naučil sledováním záznamu osoby teleopero-
ující robotická ramena
s koštětem
a lopatkou.

Většina robotů zvládne jen předem naprogramované rutiny, nezvládnou ale práce vyžadující adaptaci, improvizaci a flexibilitu.

Dramatická vylepšení viditelná u chatbotů s AI za poslední rok podnítla vědce k úvaze, zda by podobné výsledky mohly být dosažitelné i v jejich oboru. Algoritmy, které využívají chatboty a generátory obrázků, již pomáhají robotům učit se efektivněji.

Výzkumníci Toyoty vyvinuli systém strojového učení zvaný difúzní politika, který je podobný těm, jež pohánějí některé generátory obrázků AI, aby robot na základě mnoha možností a zdrojů dat přišel se správnou akcí.



Tento přístup se snaží kombinovat s jazykovými modely, které jsou základem ChatGPT a dalších systémů AI s cílem umožnit, aby se roboty naučily, jak provádět úkoly sledo-

váním videí. Jazykové modely obsahují informace o fyzickém světě a pomáhají robotům pochopit objekty před nimi a jak je lze použít. ■

Automatizace v sushi byznysu

Japonský výrobce sushi robotů Autec uvedl na trh robota na výrobu maki.

Stroj ASM890A vyrábí vysoce kvalitní rýžové pláty různé tloušťky i velikosti pro sushi rolky, burritos, pizzy, tacos a dalších.

Cílem válečků robota je napodobit kvalitu rýžového obsahu vytvořeného sushi šéfkuchařem s ideálním poměrem vzduchu a rýže. Zařízení obsahuje i nový LCD displej, který umožňuje uživateli přizpůsobit formování a balení rolí pomocí snadno srozumitelných grafických piktogramů.

Autec původně debutoval v roce 1962 jako výrobce audio zařízení, ale za posledních 40 let se zaměřil na sushi roboty, aby pomohl restauračnímu průmyslu, který se stále více potýká s vyššími náklady na produkty i pracovní sílu.

Poté, co v zaměstnanecké soutěži v 80. letech firma vytvořila výrobce na sushi jako dětskou hračku, Autec v roce 1984 spojil své zkušenosti z výroby elektroniky s robotikou a vyvinul první automatický výrobce sushi pro domácí použití na světě ASM50 Nigirikko. Výrobce si klade za cíl zvýšit efektivitu podnikání a zjednodušit provoz

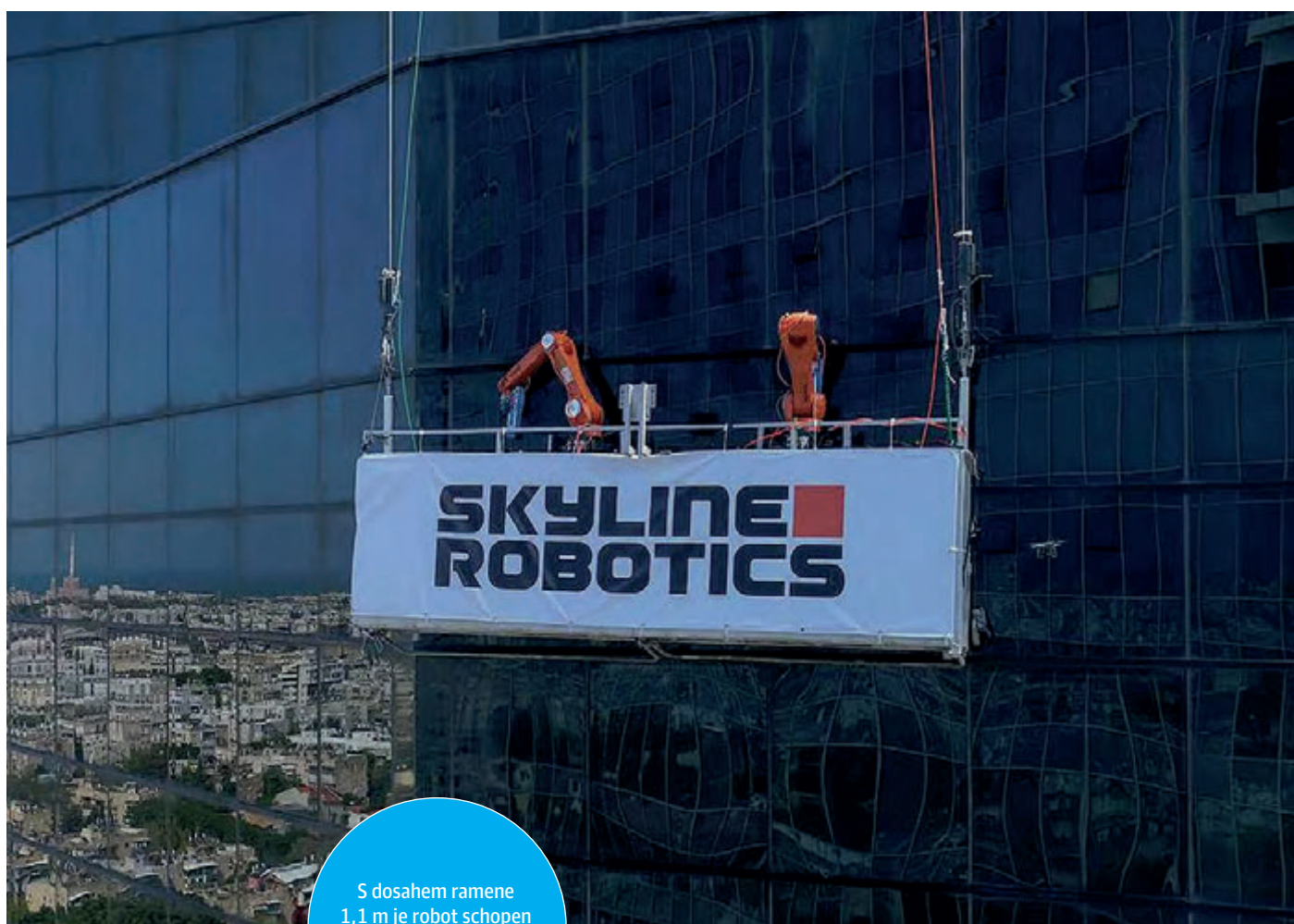


při zachování úrovně autenticity při výrobě sushi. Aktuálně nabízí několik typů robotů, kteří pomáhají restauracím s jeho výrobou,

z nichž ASM890A představuje nejnovější přírůstek do portfolia automatických strojů na tradiční japonské delikatesy. ■

ZÁVRATÍ Z VÝŠEK URČITĚ NETRPÍ

Izraelská firma Skyline Robotics, která vytvořila unikátní platformu Ozmo, první automatizovaný systém na čištění oken ve výškách, získala v Japonsku klíčový patent pro automatizaci práce s použitím robotických ramen na fasádách.



S dosahem ramene 1,1 m je robot schopen čistit i velmi komplexní tvary fasád.

Robot Ozmo kombinuje AI, strojové učení a počítačové vidění s pokročilou robotikou a senzory, které byly komplexně ověřeny v různých průmyslových odvětvích, což mu umožňuje provádět bezpečné mytí oken až třikrát rychleji než lidé. Po Singapuru se firma nyní chystá nabízet své služby při čištění oken japonských mrakodrapů.

Zatímco ruční čištění prosklené fasády může vyžadovat tři až čtyři lidi, pro Ozmo stačí jedna osoba na střeše, která ovládá plošinu, zdroje energie, vody a jeřáb, aby se mohl

autonomně postarat o skleněné výplně sám. Software je zaměřen na víceproměnná venkovní prostředí vyžadující specifickou údržbu. Dokáže mapovat povrch budovy v reálném čase, neustále se přizpůsobovat a upravovat cestu čištění pro maximální pokrytí i účinnost čištění.

Senzory robotického ramene, které manévruje nad fasádou, pomáhají detekovat typ povrchu a požadovaný stupeň čištění. Data analyzuje „mozek“ robota a poskytuje mu detailní přehled o okolí, přičemž AI umožňuje porozumět struktuře fasády a identifikovat



vat překážky. Algoritmy strojového učení umožňují robotovi učit se z každé zkušenosti, optimalizovat cestu i techniku a zlepšovat účinnost čištění. ■

Nákladní drony pro doručovací mise

Hybridní cargo dron firmy MightyFly byl vybrán jednotkou vyvíjející technologie amerického letectva AFWERX pro další vývoj související s jeho autonomním letadlem eVTOL.



Firma MightyFly získala kontrakt v hodnotě 1,25 mil. dolarů v rámci programu US Air Force's Small Business Innovation Research (SBIR). Jejím trumfem je plně automatizované fungování hybridního nákladního eVTOL, který je schopen nakládat, vykládat i dopravovat náklad autonomně.

K automatickému sbírání nákladu ze země a jeho uložení do nákladového prostoru využívá nakládací mechanismus. Po přistání zařízení bezpečně uloží balíky k vyzvednutí bez lidského zásahu, což zjednodušuje a urychluje proces manipulace s nákladem. Autonomní systém řízení zátěže nabízí

automatizaci, efektivitu i úsporu nákladů a umožňuje letadlům MightyFly třetí generace MF100 poskytovat z bodu A do bodu B doručovací služby, které jsou rychlejší, efektivnější a hospodárnější než stávající expresní logistické služby.

Dron o rozměrech 4 x 5 m je vybaven nákladovým prostorem pro 96 malých balíčků USPS, má užitečné zatížení 45 kg, dolet 965 km a maximální rychlost 240 km/h. Pozemní předávací stanice by měla zabírat plochu odpovídající dvěma místům pro auta. MightyFly má dokončit výrobu svého letadla třetí generace koncem tohoto roku. ■

Pravěcí tvorové inspirují robotiku

Matka příroda se už mockrát stala inspirací pro robotické technologie, tentokrát se však vzorem stal podivuhodný tvor z hluboké minulosti: pleurocystitida, mořské stvoření, které žilo asi před 500 mil. let.



Výzkumníci z Carnegie Mellon University ve spolupráci s paleontology vytvořili unikátního měkkého robota založeného na bionice prehistorických tvorů. Přístup označovaný jako paleobionika má potenciál prohloubit

naše chápání biomechaniky a pohybů měkkých robotů.

Mnoho živočichů bylo velmi úspěšných po miliony let, a důvod, proč vymřeli, nebyla chyba v jejich biologii, ale třeba masivní změna životního prostředí.

Výzkumný tým začal s fosiliemi pleurocystitid, které jsou příbuzné mořským hvězdicím a ježovkám, ale měly svalnatý stonek v podobě jakéhosi ocasu, který sloužil k pohybu. CT skeny a počítačové simulace naznačily, jakým způsobem mohl „zametací“ pohyb těmto zvířatům pomoci klouzat po dně oceánu, přičemž delší stonek je mohl zrychlit, aniž by vyžadovaly více energie. Tyto podvodní měkké roboty mohou v budoucnu pomoci např. při geologickém průzkumu nebo opravě strojů pod vodou. ■

Pomocník pro vykládání kamionů

Těžká práce, která byla tradičně na bedrech řidičů a závozníků, může být záležitostí robotů. Firma Anyware Robotics předvedla své robotické rameno Pixmo pro vykládání kontejnerů a kamionů.



Robot, prezentovaný na veletrhu MODEX 2024 v americké Atlantě, je určen pro nasazení v překládacích zařízeních, provozech cross-doků, v distribučních centrech apod. Může autonomně vykládat krabice z kamionů bezpečněji, levněji, spolehlivěji a rychleji než manuální metody, a tím snížit úrazovost a zlepšit propustnost logistických operací.

Pixmo kombinuje základnu autonomního mobilního robota (AMR), rameno kobota se šesti stupni volnosti, vakuový koncový efektor pro manipulaci s krabicemi a strojové vidění s AI. Díky mobilní základně s půdorysem běžné palety se může pohybovat jakýmkoli směrem (jak v kontejneru, tak vně), aby vytvořil nejlepší manipulační polohu pro své rameno se snímáním síly.

Softwarový balíček AI kombinuje algoritmy vnímání, plánování pohybu založené na učení a systém generování dat pro strojové učení a školení AI. Pixmo lze nasadit na místě, upravovat a učit se za běhu bez softwarové integrace nebo změn infrastruktury během několika dní. Robot dokáže rozpoznat SKU, orientaci krabice, její velikost i stav a zvládne i ty, které se během přepravy posunuly. ■

Showroom pro zážitky v kuchyni

Britská firma Moley Robotics otevřela v centru Londýna první předváděcí místo s luxusními kuchyňskými roboty na světě, které má přinést revoluci do kulinářského prostředí.



Nový showroom, který je navržený tak, aby poskytoval interaktivní zážitek a předváděl pokročilé možnosti kuchyní, představuje významný milník ve spojení technologie, gastronomie a budoucnosti automatizovaného vaření.

Systém robotických paží v kombinaci s pokroky v robotice a umělé inteligenci

umožňuje věrně replikovat recepty z rozsáhlé knihovny šéfkuchařů ověřených michelinskými hvězdami. Ramena robotů provádějí každý úkol od jemného míchání až po přesné kořenění s úrovní dovednosti a obratnosti, která byla dříve vyhrazena těm nejdokonalším kuchařům. Robotická kuchyně Moley má uspokojit širokou škálu

kulinářských preferencí i dietních potřeb. Nepředstavuje jen produkt, ale budoucnost, kde technologie povznášá kulinářské zážitky. Bez problémů se integruje do moderních kuchyňských prostor, nabízí uživatelsky přívětivé rozhraní, možnost přizpůsobit recepty i systém individuálním preferencím. ■

Hybridní dron s proudovým motorem

Nejrychlejší vícerotorový UAS na světě, jak jej skromně představuje výrobce, je dílem americké firmy WaveAerospace, která jej označuje za novou třídu letadel.



Pozoruhodný stroj s názvem Huntress II Turbojet je hybridní elektro-proudový kvadrokoptérový dron s třílistými vrtulemi z uhlíkových vláken a mohutnou turbínou uprostřed. Je schopný ve své kategorii dosahovat opravdu nevídaných rychlostí za každého počasí.

Kvadrokoptéra měří úhlopříčně od rotoru k rotoru čtyři metry, má hmotnost cca 50 kg (dle množství paliva), a maximální vzletovou hmotnost 165 kg. Díky čtveřici externě namontovaných kontejnerů je schopna nést i značné užitečné zatížení. Dron je navržen pro rychlé nasazení, aby byl připraven na misi za méně než 90 sekund, ať už startuje ze země, z moře nebo z letadla. Letová výdrž má být až dvě hodiny a operátoři jej mohou ovládat s přenosem živého videa na vzdálenost 30 km, případně přes tzv. mesh síť pro satelitní komunikaci až na 120 km.

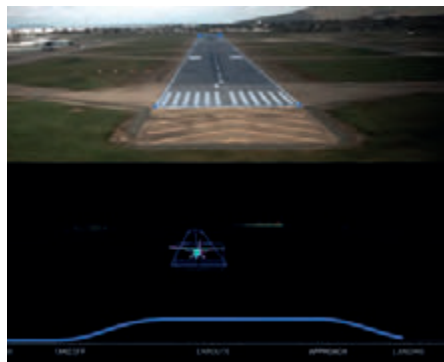
Jakmile bude ve vzduchu, může se vznášet či vyčkávat jako běžná kvadrokoptéra nebo aktivovat proudovou turbínu. Přesné otáčky ani výkon stroje výrobce nespecifikuje, ale údajně snadno zvládne Mach 0,4 (483 km/h). ■

Autonomní cargo letadla na obzoru?

Společný program US Air Force a přepravní firmy Xwing má za sebou další důležitý milník: 26. ledna úspěšně zvládl plně autonomní logistickou misi letecké přepravy nákladu mezi dvěma základnami bez lidského zásahu.



Testovací letoun Xwing přitom není prototypem, jde o civilní Cessnu 208B Grand Caravan, populární lehké osobní letadlo s užitečným zatížením 1360 kg. Testovací letoun, který létá autonomně od roku 2020, má na kontě během dosavadních 250 letů už 500 autonomních letových hodin. Výrobce tak na běžně používaném stroji prokázal integraci se systémy letadel ve standardních certifikovaných provedeních, včetně konvenčních, mechanicky ovládaných ploch a standardních systémů řízení motoru.



V letecké nákladní dopravě bylo loni celosvětově přepraveno na 16 milionů metrických tun nákladu, který pro mnoho leteckých firem představuje až třetinu příjmů. To však vyžaduje spoustu strojů i pilotů. Proto americké letectvo již léta zkoumá možnosti zefektivnění nákladní přepravy včetně autonomního provozu.

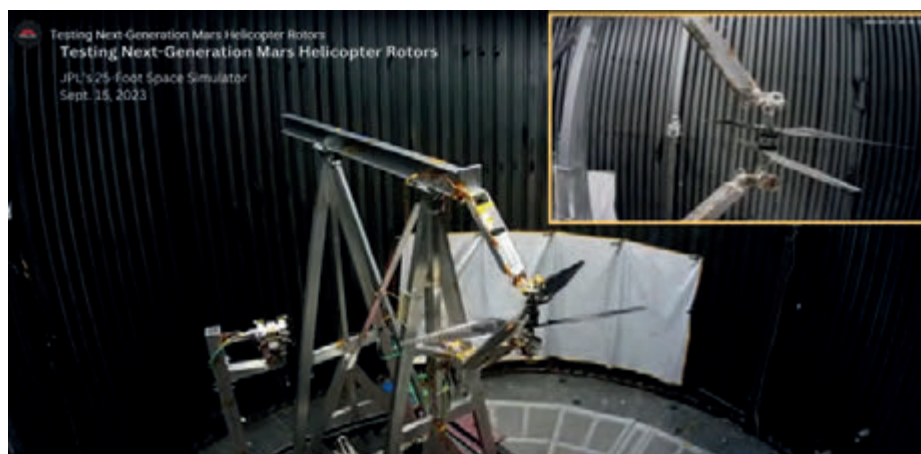
Soumrak lidských pilotů predikují technologické prognózy již dlouho, a přestože skutečně robotická letadla ještě k dispozici nejsou, možným vývojem je i automatizace konvenčních letadel směřující k vytvoření volitelně pilotovaných systémů, nebo by operátoři nákladu mohli využít konvenční posádku pro řízení vzdušný prostor a poslední úsek do vzdálených destinací provést autonomně. ■

NASA testuje vrtulníky pro Mars

Ve vesmírném simulátoru Jet Propulsion Laboratory (JPL) v kalifornské laboratoři NASA byl odzkoušen nový rotor, který by mohl být použit v marsovských helikoptérách nové generace.

Rotorové listy v novém designu, které by mohly umožnit větší a pokročilejší vrtulníky pro marsovské mise, jsou o více než 10 cm delší a silnější než u helikoptéry Ingenuity. Jsou také účinnější a mají větší pevnost. Problémem však je, že jak se špičky lopatek blíží nadzvukové rychlosti, turbulence způsobující vibrace se může vymknout kontrole. Během třítydenního testu byly proto listy z uhlíkových vláken roztočeny stále vyššími rychlostmi a většími úhly stoupání, aby se zjistilo, zda nenastanou problémy, když se jejich hroty přiblíží nadzvukové rychlosti.

K simulaci marťanské atmosféry na Zemi použili inženýři NASA vesmírný simulátor JPL široký 8 m a vysoký 26 m, kde byly testovány i sondy Surveyor, Voyager a Cassini, a monitorovali, jak



lopatky obtočí při stále vyšších rychlostech a větších úhlech sklonu. Rotorové listy, které roztočili až na 3500 ot./min,

což je o 750 otáček za minutu rychleji než lopatky Ingenuity, během testu dosáhly rychlosti Mach 0,95. ■

Skandinávští šikulové

Ačkoli humanoidní roboti Eve norského výrobce 1X mohou být ve srovnání s konkurencí fyzicky slabší a vypadat tak nějak „nedotažené“, svou užitečnou práci odvedou, navíc plně autonomně.

Vývojáři vsadili na kombinaci jednoduchosti a sofistikovaných řešení využívajících AI. Mís-to pokusů o složitou kinematiku dvounohých robotů nemá Eve kráčející nohy, ale podvozek na platformě tříkolky. To dává robotovi možnost rychlého všesměrového pohybu a díky opěrnému systému tří bodů i vysokou stabilitu. Nemá ani zručné 5prsté ruce, ale jen základní chapadla. Ani tělo v jakési teplákové soupravě nepůsobí ve srovnání s pečlivě prezentovanou konkurencí impozantně, jenže Eve nabízí něco mnohem podstatnějšího – funkčnost.

Každé předváděné chování je řízeno jedinou neuronovou sítí s frekvencí 10 Hz založenou na vidění, která zpracovává obraz a vysílá akce k ovládání paží, chapadel, trupu i hlavy. Naučená chování individuálních úkolů jsou využita k trénování „základního modelu“ schopného širokého souboru akcí. Ten je poté doladěn na funkce specifické pro prostředí, v němž bude operovat, např. skladové úlohy, manipulace s dvěma apod. ■



- 1 Eve si umí otevřít dveře, posbírat z police předměty a odložit je na určené místo apod.
- 2 Autonomně se připojí k nabíjecím stanicím nebo si dřeponou pro zasunutí nabíjecí zástrčky.

Robotic Journal
Svět robotiky a automatizace v průmyslu

Odborný časopis s čtvrtletní periodicitou přinášející informace z oblasti robotiky a automatizace vydává TECH MEDIA PUBLISHING s.r.o. Je rozšiřován prostřednictvím předplatného (na www.roboticjournal.cz/predplatne) a formou řízené distribuce.

Ročník 9, číslo 1/2024

REDAKCE:
Robotic Journal
Liškova 14
142 00 Praha 4
tel.: +420 774 622 300
redakce@roboticjournal.cz
www.roboticjournal.cz

ŠÉFREDAKTOR:
PhDr. Josef Vališka
tel.: +420 736 136 110
josef.valiska@roboticjournal.cz

OBCHODNÍ ŘEDITEL:
Petr Kostolník
tel.: +420 774 622 300
petr.kostolnik@roboticjournal.cz

INZERTNÍ ODDĚLENÍ:
David Kostolník
tel.: +420 775 150 094,
+420 731 883 656
david.kostolnik@roboticjournal.cz

SPOLUPRACOVNÍCI:
V. Kaláb, J. Kryštof, J. Přikryl,
M. Ferenc, P. Mišur, P. Sedlický,
K. Pittner, J. Tax

LAYOUT:
Jaroslav Votýpka

TISK:
Grafotechna Plus

Vychází 4x ročně. Poskytnutím autorského příspěvku autor souhlasí s jeho rozmnožováním, rozšiřováním a sdělováním prostřednictvím tištěného média a internetu vydavatele. Nevyžádané rukopisy a fotografie se nevracejí.

Kopírování nebo rozšiřování obsahu, případně jeho částí (není-li určeno výslovně pro osobní potřebu) výhradně se souhlasem vydavatele. Za obsah inzerce zodpovídá zadavatel. MK ČR E 22614 ISSN 2533-4425

30 **AMPER[®]** **2024**

SMART & CONNECTED WORLD

400 vystavovatelů veletrhu AMPER Vás zve k návštěvě 30. ročníku

19. – 21. 3. 2024 | VÝSTAVIŠTĚ BRNO

Staňte se součástí významné odborné události v oborech elektrotechniky, energetiky, automatizace, komunikace, osvětlení a zabezpečení.



Odkaz pro registraci



Pro získání elektronické vstupenky využijte kód:
21040-30

www.amper.cz

pořádá  **TERINVEST**



Poznejte budoucnost automatizace s VARIO-X.

Navštivte nás na veletrhu AMPER v Brně!

Na stánku Murrelektronik se představí nově i portfolio Murrplastik, kam patří průmyslové řešení pro ochranu kabelů, vedení kabelů a jejich značení.

murrplastik
Simply Smart Systems

