

Ing. Mgr. EVA DOLEŽALOVÁ
Eva.Dolezalova@cvut.cz

Dr. TILMAN BECKER
Tilman.Becker@cvut.cz

Umělá inteligence v továrnách budoucnosti

Nejen o Průmyslu 4.0 hovoříme s profesorem Wolfgangem Wahlsterem

Kdy a s jakým záměrem jste poprvé definoval pojem Průmysl 4.0, který i mimo německé prostředí vešel ve známost jako Industrie 4.0?

Z pověření Spolkové vlády jsem ve Výzkumné unii už v roce 2010 navrhl pro Německo důležitý projekt budoucnosti zaměřený na využívání kyberfyzikálních systémů a internetu věcí. Usadili jsme vše do oblasti kyberfyzikálních výrobních systémů, neboť v Německu je každé druhé pracoviště přímo nebo nepřímo závislé na výrobě fyzických produktů. V prosinci 2010 jsem poté na jednání v Německé akademii věd v Berlíně s kolegy Kagernannem a Lukasem navrhl, aby se tento projekt budoucnosti nazýval Industrie 4.0. Tímto bude přes označení 4.0 ohlášena čtvrtá průmyslová revoluce a současně naznačena důležitá budoucí role softwaru způsobem obvyklým v IT pro označování verzí. Prvního dubna 2011 se v týdeníku a portálu VDI-Nachrichten objevil náš první článek o Průmyslu 4.0 s názvem „Industrie 4.0: S internetem věcí na cestě ke čtvrté průmyslové revoluci“. A patnáctého června 2011 jsem poprvé na internetu sdílel svoji grafiku čtyř stupňů průmyslových revolucí, kterou poté přeložily a převzaly tisíce kolegů po celém světě. Intuitivně srozumitelná grafika nepochybně přispěla k razantnímu rozšíření pojmu Industrie 4.0. Globální triumf tohoto výrazu také vedl k tomu, že se v mnoha zemích doposud používal německý pojem Industrie 4.0.

Měli jste nějaké přípravné práce k Průmyslu 4.0, na kterých jste mohli tento koncept postavit?
Ano, při specifikaci charakteristik pro Industrie 4.0 jsme mohli stavět na konkrétních výsledcích

výzkumu institutu DFKI, které byly dosahovány již od roku 2005 v naší světově první inteligentní továrně v Kaiserslauternu. Na základě demonstrátoru provedením mým kolegou Zühlem jsem už od roku 2008 vedl projekt „SemProm“ zaměřený na sémantické produktové paměti, který každému továrnímu modulu a každému výrobnímu produktu přidělil digitální dvojče. To uložil funkci a celou historii provozu fyzického objektu do strojově srozumitelné reprezentace a aktivně řídí samotný výrobní proces, takže je ekonomicky možná masová customizace až do velikosti výrobní dávky 1. V roce 2011 se mi podařilo úspěšně dokončit projekt financovaný německým ministerstvem školství BMBF a vydat knihu v nakladatelství Springer, která je i dnes zásadním základem pro Industrie 4.0. V té době jsme v DFKI již byli schopni vyrábět tekutá mýdla v různých směsích přízpu- sobených zákazníkovi na plně funkčním zařízení podle Průmyslu 4.0 v architektuře orientované na služby. Věděli jsme tedy, o čem mluvíme, když jsme pojem Industrie 4.0 uvedli do světa.

Věřili jste už tenkrát, že tento koncept bude mít globální úspěch? A kdy podle vás skončí čtvrtá průmyslová revoluce?

Už v té době jsem byl přesvědčen, že Industrie 4.0 přinese zejména díky pokroku umělé inteligence, na kterou se specializují, průlom pro internet věcí v továrnách. Ta myšlenka zažehla jako raketa a je stále velmi aktuální. Průmyslové revoluce nelze zcela realizovat během jedné dekády, nýbrž zpravidla potřebují minimálně třicet let. Celosvětově je dnes teprve maximálně deset procent všech továr-

ren převedeno na Průmysl 4.0 a určitě bude trvat ještě do roku 2030, než bude více než polovina všech světových továren fungovat podle principů Průmyslu 4.0. Dnes v některých zemích světa stále existují provozy, ve kterých se pracuje podle standardu Průmyslu 2.0 zcela bez digitalizace.

Průmyslovou umělou inteligenci považujete za hnací sílu pro novou generaci inteligentních továren. Proč?

Umělá inteligence je avantgardou digitalizace. První vlna digitalizace průmyslové výroby byla v inovativních podnicích právě dokončena: data jsou ukládána, přenášena a zpracovávána již pouze digitálně. Jsou strojově čitelná, ale zatím nejsou strojově srozumitelná. Druhá vlna digitalizace je založena na technologiích umělé inteligence. Poprvé nyní může AI software také strojová data interpretovat po obsahové stránce. Stroje rozumí lidem v továrně a jejich zamýšleným aktivitám. Stroje mohou sémanticky analyzovat jazykové popisy mechatronického fungování strojů a tímto způsobem si autonomně poradit s novými moduly. Automatické získávání znalostí z Industrie 4.0 může probíhat s využitím umělé inteligence třemi způsoby: prostřednictvím Deep Learning, tedy strojového hlubokého učení ze strojových dat, prostřednictvím strojového porozumění řeči z technických dokumentů a prostřednictvím řečových dialogů s inženýry a technickými pracovníky.

Jaké další trendy určují následující fázi Průmyslu 4.0?

S mobilními sítěmi 5G a poté 6G bude možná bezdrátová komunikace v reálném čase s garantova-

nými dobami latence, takže dálkové ovládání robotů a výrobních strojů stejně tak jako analýza dat ze senzorů na velké vzdálenosti budou nákladově výhodné a univerzální. V DFKI jsme úspěšně nasadili 5G v různých testovacích prostředích. To také umožňuje využívat takzvané Edge Clouds. Můžeme tak v továrnách senzorská data přímo na místě sloučit a pomocí procesů strojového učení analyzovat, například k průběžnému udržování kontroly kvality v každém výrobním kroku. Přitom již nejsou zařízení typu edge pracně zapojována, ale bezdrátově propojena pomocí technologie 5G.

Továrna budoucnosti podle Industrie 4.0 musí běžet v multicloudových architekturách a z důvodů technické suverenity musí být vždy schopna přejít na federované edge cloudy, pokud se to bude jevit jako nutné z bezpečnostních nebo politických důvodů. Aby bylo možné zajistit interoperabilitu velkého počtu sesíťovaných modulů v Průmyslu 4.0, jsou nyní naléhavě nutné mezinárodní standardy a normy pro nové komponenty umělé inteligence. Pod mým vedením jsme nyní společně s DIN a DKE (Německý institut pro normování) jménem Spolkové vlády dokončili světově první cestovní mapu pro standardizaci umělé inteligence, která bude zveřejněna v listopadu. Normy a standardy zajišťují přístup na globální trh a mohou také představovat rozhodující konkurenční výhodu pro malé a střední společnosti.

Jak se vyvinula globální konkurence?

Německo je stále nejdůležitějším dodavatelem továren na světě, pokud jde o nejvyšší standardy kvality a inovace. Celkově má Evropa v Průmyslu 4.0 stále náskok dva až tři roky ve srovnání s Čínou, Japonskem a USA v této oblasti. K tomu přispívá také dobrá spolupráce v Evropě s německými průkopníky Industrie 4.0. Vynikajícím příkladem je Česká republika, kde se profesor Mařík a jeho tým velmi brzy a důsledně zaměřili na Průmysl 4.0. S jeho mezinárodně uznávanými odbornými znalostmi v oblasti holonických multiagent-

ních systémů také zásadním způsobem přispěl k implementaci nových distribuovaných a na služby orientovaných výrobních architektur. ČVUT je s CIIRC jedním z nejdůležitějších center excelence pro Průmysl 4.0 s vynikajícím aplikačním prostředím v českých továrnách. Spolupráce mezi DFKI a CIIRC, jakož i INRIA ve Francii, TNO v Nizozemsku, DTX CoLabs v Portugalsku a FBK-ITC v Trentu zajistila, že Evropa zůstane vedoucím poskytovatelem a hnacím motorem inovací v Průmyslu 4.0. Náš společný evropský projekt RICAIP je mezinárodním majákem Industrie 4.0.

Poskytla koronakrizě také relevantní poznatky pro Průmysl 4.0?

Ano, bylo zcela jasné, jak rychle se mohou globální dodavatelské řetězce v pandemii zhroutit. Díky tomu bude aspekt odolnosti dodavatelských řetězců v budoucnu mnohem důležitější. K tomu mohou významně přispět nástroje založené na umělé inteligenci pro monitorování stability dodavatelských řetězců v reálném čase a pro inteligentní přeplánování v logistice. V DFKI jsme byli schopni pro vícero velkých výrobců v Německu implementovat monitorování a přeplánování čínských dodavatelů, což velmi silně omezilo škody způsobené výpadky výroby v souvislosti s koronavirem.

Co radíte studentům technických oborů?

Se studiem na ČVUT máte nejlepší vyhlídky do budoucna, pokud se specializujete na průmyslovou umělou inteligenci. I nadále bude v dalších deseti až dvaceti letech po tomto sektoru velká poptávka v průmyslové a akademické sféře. Díky renomovaným akademickým pracovištím na ČVUT v robotice, strojovém učení, mechatronice, interpretaci senzorů a multiagentních systémech, internetu věcí a softwarových technologiích jsou zde ty nejlepší výchozí podmínky pro interdisciplinární studium průmyslové umělé inteligence na světové úrovni.

zpracovali: Eva Doležalová
a Tilman Becker
foto: Jim Rakete, DFKI



Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Wolfgang Wahlster je světově uznávaný vědec v oblasti počítačových věd, který se zaměřuje na výzkum umělé inteligence a internetu věcí a průmyslové inženýrství. V roce 1988 založil Německé výzkumné centrum pro umělou inteligenci DFKI, které po více než třicet let vedl. DFKI se za dobu jeho působení stalo největším nezávislým institucí pro umělou inteligenci na světě. V současnosti působí prof. Wahlster na DFKI jako výkonný poradce.

Prof. Wahlster je jedním z duchovních otců konceptu Industrie 4.0. Termín poprvé veřejnosti představil spolu se svými kolegy Henningem Kagernannem a Wolf-Dieter Lukasem na veletrhu v Hannoveru v roce 2011. Působil jako expert pro inovace ve vládě kancléře Gerharda Schrödera a kancléřky Angely Merkelové, kdy určoval dlouhodobé národní výzkumné programy propojující akademickou sféru a průmysl. Stál u zrodu Evropského inovačního a technologického institutu EIT. V roce 2019 obdržel Velký záslužný řád Spolkové republiky Německo. Německá národní společnost pro informatiku ho zařadila mezi deset nejlivnějších osobností v oblasti umělé inteligence. Na začátku roku 2020 převzal od rektora ČVUT čestný titul Doctor Honoris Causa za vynikající výzkumné výsledky v oblasti umělé inteligence a Průmyslu 4.0, za dlouhodobou výzkumnou spolupráci s ČVUT v Praze a za významnou inspiraci a podporu, kterou poskytl české iniciativě Průmysl 4.0. Prof. Wolfgang Wahlster vždy podporoval ČVUT a CIIRC a českou vědeckou komunitu. Díky němu se v uplynulých letech významně rozvinula prestižní spolupráce s DFKI, která byla korunována úspěchem v podobě společného projektu mezinárodního výzkumného centra RICAIP.

