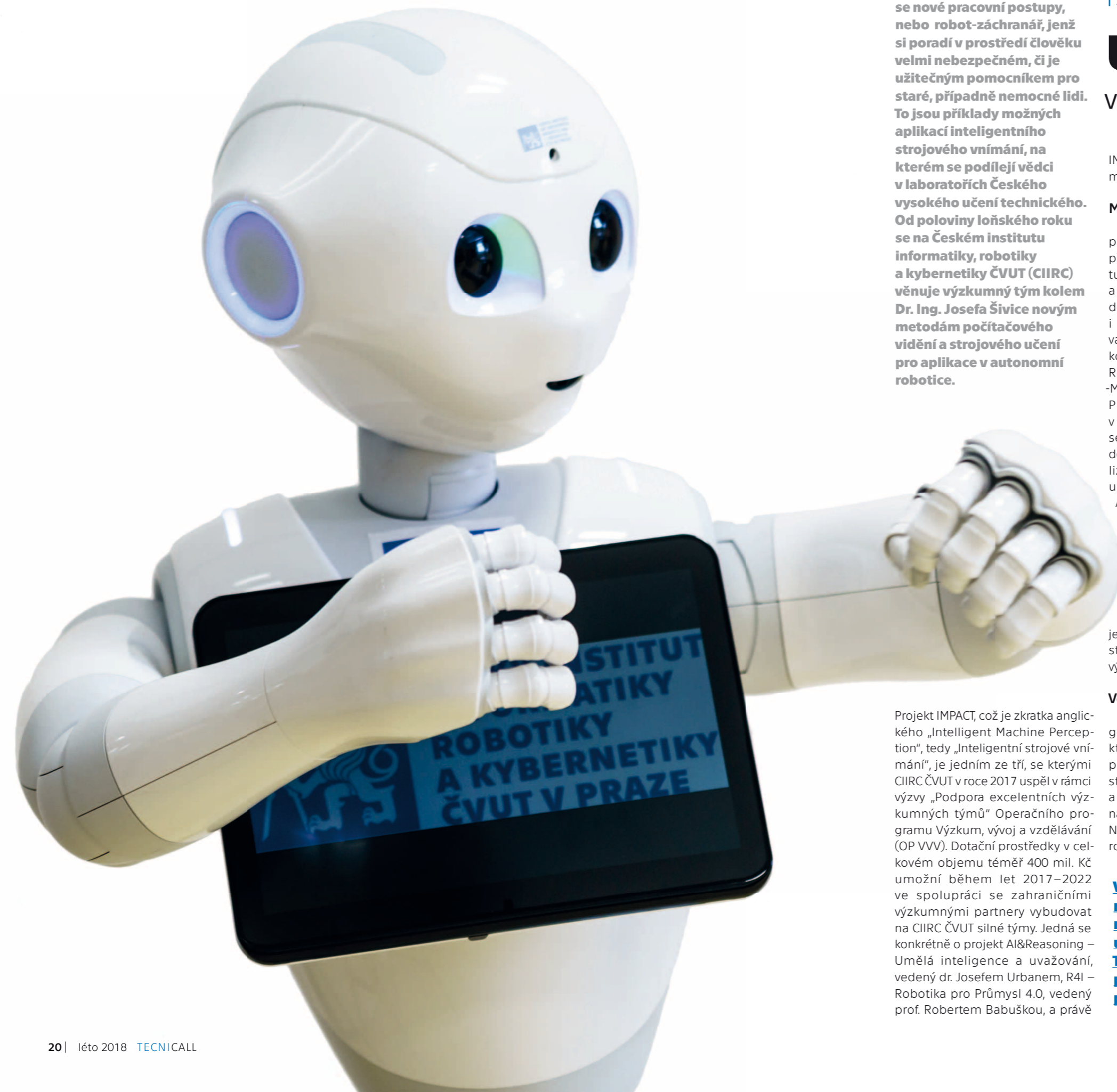


TECHNICALL[®]

ČTVRTLETNÍK ČESKÉHO VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V PRAZE | 2018





Robot samostatně učí se nové pracovní postupy, nebo robot-záchranář, jenž si poradí v prostředí člověku velmi nebezpečném, či je užitečným pomocníkem pro staré, případně nemocné lidi. To jsou příklady možných aplikací inteligentního strojového vnímání, na kterém se podílejí vědci v laboratořích Českého vysokého učení technického. Od poloviny loňského roku se na Českém institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT (CIIRC) věnuje výzkumný tým kolem Dr. Ing. Josefa Šivice novým metodám počítačového vidění a strojového učení pro aplikace v autonomní robotice.

Dr. Ing. JOSEF ŠIVIC
Josef.Sivic@cvut.cz

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

Učíme roboty vidět |

Výzkum inteligentního strojového vnímání

IMPACT – Inteligentní strojové vnímání Dr. Ing. Josefa Šivice.

Mezinárodní partnerství

Strategickým mezinárodním partnerem je v projektu IMPACT přední francouzský výzkumný institut pro oblast výpočetní techniky a automatizace Inria. V současné době se spolupráce slibně rozvíjí i v dalších směrech. Díky těmto vazbám byl CIIRC ČVUT, spolu se špičkovými světovými instituty jako Robotics Institute na Carnegie-Mellon University v USA nebo Max Planck Institut v Tübingenu v Německu, přizván jako jeden ze sedmi spolupracujících partnerů do mezinárodní sítě nového specializovaného institutu na výzkum umělé inteligence PRAIRIE (Paris Artificial Intelligence Research Institute). PRAIRIE zakládají v Paříži s přímou podporou prezidenta Emmanuela Macrona tři francouzské akademické instituce a jedenáct firem jako např. Amazon, Facebook, Google, Microsoft či Valeo. Cílem je vybudovat nové centrum, které se stane světovým lídrem v oblasti výzkumu umělé inteligence.

Vědecké cíle

Představte si například inteligentní robotickou výrobní linku, která se sama naučí nový složitý pracovní postup podle demonstrace kvalifikovaného pracovníka a dokáže sama postup adaptovat na další pracoviště po celém světě. Nebo autonomního záchranného robota, který sám vykonává úkoly

v prostředí jinak pro člověka nepřístupném. Dalším příkladem může být robot – pomocník v domácnosti, který pomůže v nepředvídaných situacích nemocnému nebo starému člověku. Všechny tyto aplikace vyžadují od strojů vizuální porozumění stále se měnícího okolního světa, učení se novým znalostem a dovednostem a jejich adaptaci do nových předem nepředpokládaných situací. Vytvořit stroje, které by měly takovéto schopnosti, je jedním z centrálních problémů umělé inteligence. Během šestiletého trvání projektu IMPACT se asi nepodaří vyřešit všechny problémy, nicméně cílem je učinit významný krok vpřed a posunout tímto směrem hranice současného poznání v oblastech strojového učení, počítačového vidění a robotiky.

Tým

IMPACT dává dohromady špičkové zkušené vědce z ČVUT a francouzského institutu Inria společně s deseti mladými vědci a doktorandy. Propojení pracovišť v Praze a v Paříži je zajištěno pravidelnými návštěvami studentů a výzkumníků a samozřejmě prací na společných publikacích. Velká příležitost k pokroku v umělé inteligenci leží i ve spolupráci s týmy výše zmíněných OP VVV projektů dr. Josefa Urbana a prof. Roberta Babušky. Možnosti se otevírají také dalším pracovištím napříč ČVUT. Příkladem je začínající spolupráce s Fakultou jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT a Ústavem jaderné fyziky Akademie věd ČR ve výzkumu použití metod hlu-

Projekt IMPACT, což je zkratka anglického „Intelligent Machine Perception“, tedy „Inteligentní strojové vnímání“, je jedním ze tří, se kterými CIIRC ČVUT v roce 2017 uspěl v rámci výzvy „Podpora excelentních výzkumných týmů“ Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání (OP VVV). Dotační prostředky v celkovém objemu téměř 400 mil. Kč umožní během let 2017–2022 ve spolupráci se zahraničními výzkumnými partnery vybudovat na CIIRC ČVUT silné týmy. Jedná se konkrétně o projekt AI&Reasoning – Umělá inteligence a uvažování, vedený dr. Josefem Urbanem, R4I – Robotika pro Průmysl 4.0, vedený prof. Robertem Babuškou, a právě

V budově na třídě Jugoslávských partyzánů je k dispozici nejmodernější robotické experimentální vybavení světové úrovně, ať již robotické manipulátory nebo mobilní roboty. Prostředí CIIRC ČVUT je také unikátní svou kombinací základního a aplikovaného výzkumu. To stimuluje tvorbu základních výsledků a v rámci dalších navazujících projektů jejich převod do konkrétních aplikací ve spolupráci s dalšími pracovišti CIIRC, ČVUT a s průmyslovými partnery.

Představte si například inteligentní robotickou výrobní linku, která se sama naučí nový složitý pracovní postup podle demonstrace kvalifikovaného pracovníka a dokáže sama postup adaptovat na další pracoviště po celém světě. Nebo autonomního záchranného robota, který sám vykonává úkoly v prostředí jinak pro člověka nepřístupném. Dalším příkladem může být robot – pomocník v domácnosti, který pomůže v nepředvídaných situacích nemocnému nebo starému člověku. Všechny tyto aplikace vyžadují od strojů vizuální porozumění stále se měnícího okolního světa.

bokého učení na analýzu srážek těžkých iontů. Kromě s Inria se spolupráce rozvíjí i s řadou dalších mezinárodních akademických i průmyslových partnerů, jako jsou ETH Zürich nebo Google DeepMind.

Zázemí

V budově na Jugoslávských parťazánů je k dispozici nejmodernější robotické experimentální vybavení světové úrovně, ať již robotické manipulátory nebo mobilní roboty. Prostředí CIIRC ČVUT je také unikátní svou kombinací základního a aplikovaného výzkumu. To stimuluje tvorbu základních výsledků a v rámci dalších navazujících projektů jejich převod do konkrétních aplikací ve spolupráci s dalšími pracovišti CIIRC, ČVUT a s průmyslovými partnery.

První výsledky

Již během prvního roku projektu IMPACT bylo přijato k publikaci několik odborných článků, další jsou v recenzním řízení. Příkladem je nová metoda na přesnou lokalizaci kamery ve známém, ale rozlehlém a měnícím se prostředí. Nově navržená metoda kombinuje algoritmy odhadování geometrických omezení s metodami hlubokého učení a výrazně překonává výsledky ostatních v současnosti známých algoritmů. Metoda může najít uplatnění při přesné navigaci robotů v průmyslových halách nebo veřejných prostorech, jako jsou nemocnice. Výzkumný tým se také podílel na přípravě testovacích experimentů pro lokalizaci samoříditelných aut v měnících se podmínkách. Výsledkem bylo důležité zjištění, že současné metody vizuální lokalizace mají výrazné problémy v některých typech povětrnostních podmínek. Výstupem, který spojuje matematiku

a techniku a ukazuje, že pokročilé matematické výsledky v algebraické geometrii mohou mít velký praktický význam, je tvorba efektivních algoritmů pro rekonstrukci trojdimenzionálních modelů světa.

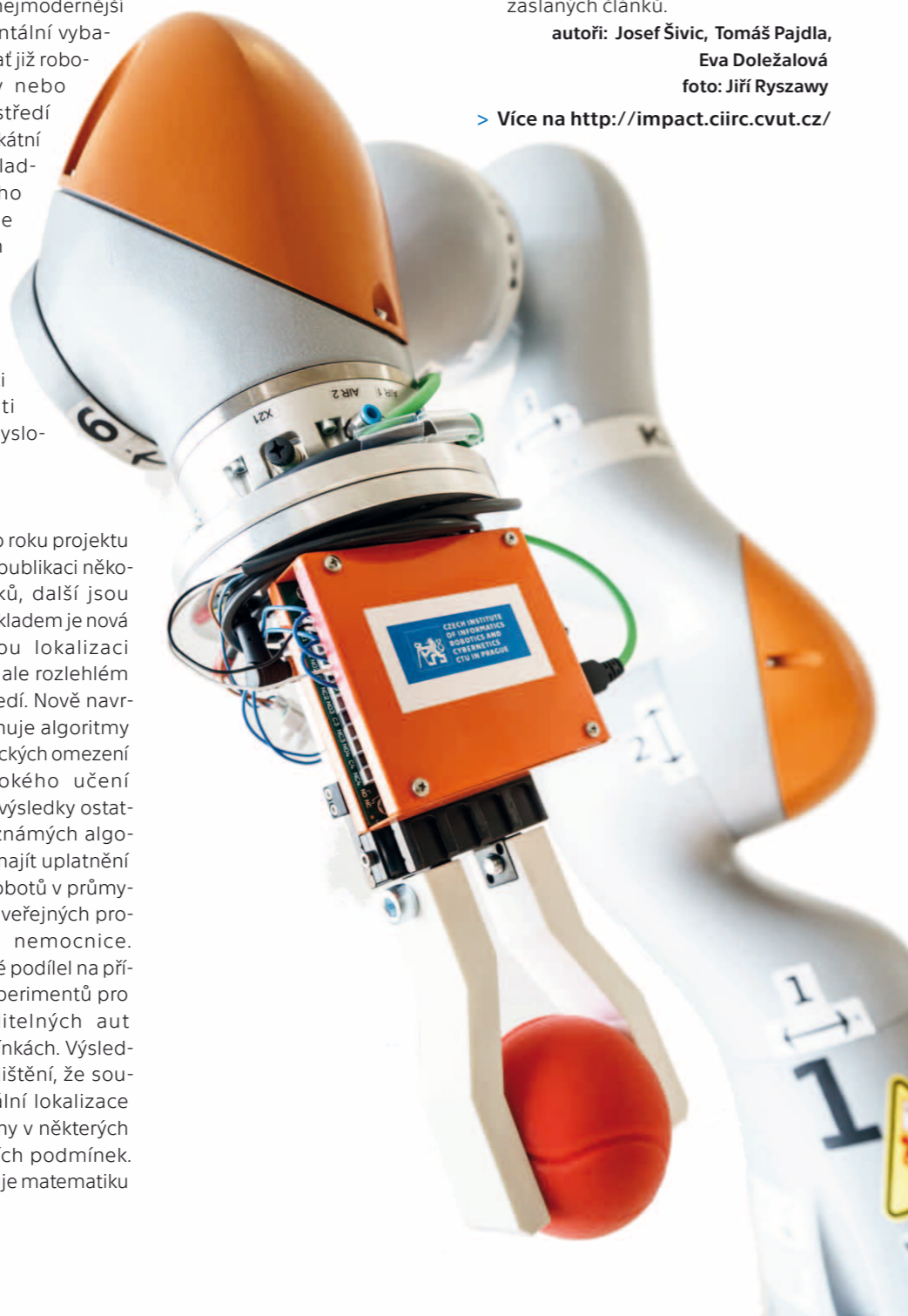
Metody vyvinuté v projektu IMPACT tak mají uplatnění v navigaci, trikovém filmu i trojdimenzionálním

mapování. Všechny tyto výsledky budou publikovány v létě 2018 jako tzv. „spotlight“ prezentace na prestižní konferenci CVPR 2018 (IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition) v Salt Lake City v USA. Získat „spotlight“ prezentaci není jednoduché. Míra úspěšnosti je jen asi desetiprocentní ze všech zaslaných článků.

autoři: Josef Šivic, Tomáš Pajdla, Eva Doležalová
foto: Jiří Ryszawy

> Více na <http://impact.ciirc.cvut.cz/>

Robot KUKA IBR iiwa s chapadlem Schunk v laboratoři robotiky a strojového vnímání CIIRC ČVUT



Dr. Ing. Josef Šivic hovoří s humanoidním robotem Pepper.

Praha má potenciál stát se minimálně středoevropským hubem umělé inteligence

Hlavním řešitelem projektu IMPACT je Dr. Ing. Josef Šivic, výzkumník, jenž působí v mezinárodních vědeckých týmech v Evropě a má mj. zkušenosti z působení na prestižním MIT v USA. Jeho oborem je počítačové vidění.

Přicházíte z francouzského institutu INRIA. Před tím jste působil v laboratoři informatiky a umělé inteligence na MIT v USA a na Univerzitě v Oxfordu. Proč jste se rozhodl právě pro ČVUT a jeho Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky? Co vás k tomu motivovalo a v čem vidíte potenciál?

Shrnu bych to do tří hlavních důvodů. První byl vědecký. Projekt IMPACT je příležitost k vytvoření silného multidisciplinárního týmu na rozhraní počítačového vidění, strojového učení a robotiky. Průlomový pokrok ve strojovém učení a zejména v konvolučních neuronových sítích vytváří nyní jedinečnou příležitost pro počítačové vidění i robotiku. V CIIRC ČVUT máme vynikající výzkumné pro-

středí se špičkovou infrastrukturou a dalšími týmy pracujícími na souvisejících výzkumných tématech.

Za druhé, v projektu vidím příležitost, jak posílit vědu v České republice. Myslím, že Praha má potenciál stát se minimálně středoevropským hubem umělé inteligence. Doufám, že se nám podaří do České republiky přilákat další mladé vědce a podobně jako s institutem PRAIRIE v Paříži, navázat spolupráci s dalšími špičkovými institucemi v Evropě a ve světě.

Má třetí motivace je osobní. Já i moje žena jsme původně z Prahy a máme k České republice stále silné rodinné i osobní vazby. Poté, co se nám narodila dcera, jsme se rozhodli alespoň částečný návrat vyzkoušet.

Pracujete v mladém mezinárodním týmu. Jak byste jej charakterizoval?

Nesporným úspěchem je, že se do týmu podařilo přilákat několik mladých skvělých výzkumníků ze zahraničí, a to i přes obrovskou mezinárodní konkurenci v nabídkách práce jak v akademické, tak průmyslové sféře. Ceníme si ale možnosti zapojení dalších fakult ČVUT. Díky tomu začíná spolupráce

s talentovaným studentem FJFI, který bude zkoumat použití metod hlubokého učení na analýzu srážek těžkých iontů.

Jaké konkrétní výsledky svého výzkumu očekáváte?

Připravujeme například článek o učení manipulačních dovedností robotů z instruktážních videí na Youtube. Výše zmíněnou práci na lokalizaci bychom rádi výrazně posunuli k navigaci v nových neznámých prostředích. Nebo začínáme další česko-francouzskou spolupráci ve vývoji efektivních algoritmů posilovaného učení. Zde doufáme, že se podaří snížit velké množství dat, které je v současné době pro posilované učení potřeba. Tím stroje alespoň o něco přiblížíme schopnostem člověka, který se dokáže učit jen z několika málo příkladů. Nakonec chci zmínit připravovaný výzkum propojení metod algebraické geometrie s metodami hlubokého učení, kde bychom rádi odbourali nutnost zdlouhavé kalibrace robotických systémů a umožnili automatickou kalibraci robotů za chodu v měnícím se prostředí.

autorka: Eva Doležalová
foto: Jiří Ryszawy