

Forum



magazín Univerzity Karlovy
1/2025 | 69 | ukforum.cz



SPECIÁL

**Informatika
na MFF UK**



**Jsi středoškolačka či středoškolák?
Zajímáš se o vědu?**

Vyber si z pěti zaměření:

- **lékařské**
- **společenskovední**
- **přírodovědné**
- **humanitní**
- **informatické**

JUKni do vysokoškolských lavic i ty!



FOTO Vladimír Šigut

Vážené a milé čtenářky, vážení a milí čtenáři,

není dne, aby se v médiích anebo kdekoliv kolem nás neobjevily zprávy o umělé inteligenci. Jistě je AI i trochu „hype“, ale je jasné, že se náš svět mění. Umělá inteligence zvládá čím dál složitější úkoly: překládá, přepisuje nahrávky, vytváří obrázky i videa, skládá už 3D modely proteinů („dostala“ za to loni tak trochu i Nobelovu cenu, ještě tedy s lidmi z googlovského DeepMindu), třídí obrovské objemy dat, řídí dopravu, pomáhá právníkům, ve zdravotnictví, navrhuje díly pro průmysl a bryskně radí, jak nakupovat či prodávat akcie na burze...

Máločemu v moderní historii lidstva se povedlo spojit vědu, aplikovaný výzkum, užitou praxi a byznys tak jako informatice – či lépe řečeno počítačovým vědám a inženýrství (*computer science, engineering*), které za úspěšným nástupem a rozvojem AI stojí. Ta vyrostla na řadě poznatků základního i aplikovaného výzkum včetně velkých jazykových modelů (LLM), jež jsou základem nového obřího projektu *OpenEuroLLM* pro spolupráci firem a výzkumných institucí (v hodnotě 34 milionů eur), jehož je Univerzita Karlova hlavním koordinátorem.

O tom všem je nové *Forum*. Předkládáme vám totiž speciální vydání, které ukazuje část toho, co UK – a oborově zvláště její Matematicko-fyzikální fakulta čili Matfyz – umí. Matematici, informatici, datoví vědci, lingvisté či kybernetici tu srší nápady, jež se hodí i firmám. Nejen českým! Například naše překladače objektivně patří k nejlepším na světě – a vědci v jejich vývoji pokračují. Spolupracovat s aplikační sférou je vhodné, či spíše nutné, ale hlavně přínosné pro oba světy: pro akademický

i ten byznysový. Také si musíme otevřeně říci, že to s sebou nese jistá rizika, zvláště bezpečnostní, takže je nutno dbát na dobře připravené smluvní ukotvení oblastí spolupráce. Za tím účelem právě na Matfyzu už několik let existuje „partnerský program“, jenž dle pravidel umožňuje firmám cenný přístup ke studujícím.

Nové *Forum*, doufejme že první z „vlastovek“ oborově tematických speciálů, je nabitě příklady dobré praxe ve vědě i v transferu. Ale rozhodně se nevešlo vše. Aplikační potenciál má též plno dalších témat a oborů. Postmoderní a globální společnost 21. století, ve které žijeme, je čím dál komplexnější, takže – ač vzděláním fyzik – vůbec nepochybují, že velké slovo dostanou i humanitní a společenské vědy. Ostatně: brzy vás o tom, co nejzajímavějšího se v těchto oborech na UK rodí, budeme informovat. Kde jinde než v magazínu *Forum*!

Přeji vám inspirativní čtení – a pomocnou AI k ruce.

Martin Vlach
prorektor pro vnější vztahy UK



Aktuální články i archiv
tištěných vydání najdete
na ukforum.cz



4



12



18

Obsah

Forum 1/2025, sešit č. 69
Časopis Univerzity Karlovy

Vydává

Univerzita Karlova

Redakce

Ovocný trh 5, 116 36 Praha 1,
Odbor vnějších vztahů

Redakci řídí

Tereza Kůstková

Odpovědný redaktor

Jiří Novák

Telefon

224 491 248

E-mail

forum@cuni.cz

Grafická úprava

Filip Blažek, David Dubec,
Designiq

Obrázek na titulní straně

Martin Richter, vzdělávací spolek Aignos

Nevyžádané rukopisy se nevracejí.

Redakce si vyhrazuje právo na úpravu
autorských příspěvků a jejich krácení.

Forum je rozšiřováno zdarma na
akademické půdě. Vychází čtvrtletně.

Za obsah článku plně zodpovídá jeho autor.

Stanoviska obsažená v textu nemusí
vyjadřovat názor redakce.

Vaše ohlasy, připomínky a tipy na další
námetů pro Forum uvítáme na adrese
forum@cuni.cz.

Toto číslo vyšlo v únoru 2025.

Registrace MK ČR 72 79

Tištěná verze: ISSN 1211-1724

Rozhovor

EVA HAJIČOVÁ, JAN HAJIČ A JAN HAJIČ
Tři generace matematických lingvistů / 4

Téma

CYRIL BROM, PAVEL JEŽEK
Českým dětem informatika jde / 10

RUDOLF ROSA
Důležité je klást AI správné otázky / 12

BARBORA VIDOVÁ HLADKÁ, JIŘÍ KOCIÁN
Exploze AI nás spojila / 16

JÁN ANTOLÍK
Modelář mozku / 18

ELENA ŠIKUDOVÁ
Počítačové vidění a strojové učení v medicíně:
Nahradí lékaře? / 22

MARTIN NEČASKÝ, JAKUB KLÍMEK
Naučili jsme úřady sdílet data / 24

MICHAELA NEKARDOVÁ, DAVID HOKSZA
Jak bioinformatičtí pomáhají hledat příbuzné / 26

TOMÁŠ BUREŠ
Vznešené myšlenky nemusí v praxi fungovat / 28

TOMÁŠ PETŘÍČEK
S vizí dívat se na programování jinak / 32

Matfyz & byznys

FILIP ZAVORAL, ONDŘEJ VÁCLAVEK
Cloudové technologie nikdy neproberete
všechny / 34

IRENA HOLUBOVÁ, DOMINIK MATULA
Analýzou dat k lepšímu chápání světa / 36

FILIP DVOŘÁK
Filuta Filip / 38

MARTIN SCHMID
Od pokeru, přes Google až na burzu / 40

LUKÁŠ HERMANN, PAVEL PARÍZEK
Vytváříme mapy datových toků / 42

JIŘÍ HANA
Nechceme novináře nahradit / 44

Historie

Historie informatiky na Matfyzu / 46

IT technologie řeší nejen na MFF UK:

Academia

JAROSLAV ŠVELCH
Nový grant ERC pomůže mapovat
„realitu“ videoher / 50

Alumni

TEREZA ETTLEROVÁ
Z operačního sálu k tvorbě webů / 54

Science

MARTIN KUDR, MATYÁŠ EBEL
Největší satisfakce je vidět dítě bez
záchvatů / 56

Kronika / 62

Postscriptum

Charles Explorer – příjemnější
vyhledávač / 64

50





Tři generace matematických lingvistů

Když Eva Hajičová v oboru začínala, užívaly se teprve sálové počítače a děrné pásky. Na její výzkumy navazoval syn Jan Hajič, jenž sledoval rozpuk programů a překladačů přirozených jazyků. A nejmladší Jan, profesorčin vnuk, již zjišťuje, jak strojově zpracovávat hudbu.

TEXT Martin Rychlík FOTO Vladimír Šigut

Byla to jedinečná příležitost. Na jednom místě, v Ústavu formální a aplikované lingvistiky (ÚFAL), se totiž sešli zástupci tří generací vědců – navíc z jedné rodiny. Ideální možnost poznat vývoj matematické lingvistiky na Matfyzu! I proto v pěti blocích, věnovaných osobnímu zájmu o obor, vědě, výuce, praxi a budoucnosti disciplíny, odpovídají legendární profesorka Eva Hajičová (EH), profesor Jan Hajič (JH) a doktor Jan Hajič junior (JR).

Osobní cesty k oboru

Paní profesorko, vy jste nejprve studovala jazyky, češtinu a angličtinu. Jak jste se dostala až k matematické lingvistice? Co vás na tom tehdy zajímalo?

EH: To nebylo úplně přímočaré. Na střední škole jsem spíše tíhla k matematice, vlastně mě na gymnáziu přesvědčovali, abych ji studovala... Nelákala mě ale fyzika, tak jsem zvolila Filozofickou fakultu UK – a pak začala i učit na obecné škole a na průmyslovce. Šla jsem si poté, počátkem šedesátých let, poslechnout nějakou přednášku na FF UK, kde

byla tehdy nástěnka a tam stálo, že se otvírá postgraduální kurz algebraické lingvistiky. To mě překvapilo, protože to bylo pro mě úplně novum!

Pak k tomu ještě přibyla tak trošku rodinná motivace, neboť můj manžel byl expertem přes průmyslovou automatizaci. On si mě dobíral, že můj obor je „k ničemu“, takže se obojí spojilo a řekla jsem si, že se podívám, co je ta algebraická lingvistika zač (*směje se*). A začala jsem do kurzu chodit; byl dobrý, se vším všudy, přednášel nám i profesor Petr Sgall, který nám opatroval texty od Noama Chomského a podobně. Asi po roce jsem nastoupila do oddělení strojového překladu. Tehdy měly počítače ještě děrné pásky a štítky. Když to přeskočím, tak tady náš Honza doma na programovatelné kalkulačce generoval české věty k údivu hamburského profesora, který tomu nechtěl ani věřit! Honzovi bylo jen šestnáct.

Hezky jste předala slovo profesorovi. Takže vy jste se oboru asi vyhnout nemohli?

JH: Člověk jako vždy sleduje, co dělají rodiče, takže mě zajímalo obojí: jak průmyslová automatizace, co ↪

dělal tatínek, tak lingvistika. A za mě už byly počítače i trochu menší.

EH: Pořád si pamatuji, jak jsi mi jednou jako dítě rozházel všechny děrné štitky...

JH: Existovaly už ale také programovatelné kalkulačky. Takovou někdo dovezl profesoru Sgallovi, dnes už je programovatelné všechno, ale tehdy to byla velká věc. Byl to poměrně mocný nástroj, přitom trochu hračka, ale zlepšil jsem se a bavilo mě to. Na gymnáziu jsem chodil na matematickou větev, takže jsem v roce 1979 zvolil Matfyz.

Tam už bylo i programování, základy *computer science*. Můj obor se jmenoval *teoretická kybernetika* a na diplomu z roku 1984 mám „samočinné počítače a programování“. Musím říci, že odborně byli lidé na MFF UK výborní – ať už na numerickou matematiku, lineární algebru, ale i na informatiku; profesor Kryl, jenž tu ještě donedávna vyučoval, profesor Malík, který byl zároveň i lékař a učil nás objektové programování, a další. Teorie množin, logika, to byly těžké věci, ale člověk se tím strašně moc naučil – a to i prakticky. Dělal jsem třeba skladový program pro Kovosvit Sezimovo Ústí.

Jane, vy jste doma slýchával samou chválu na MFF UK, takže cesta byla jasná?

JR: Hlavně jsem vnímal implicitní sílu Matfyzu tím, že obě předchozí generace se toho stále aktivně účastnily a věnovaly tomu veškerou pracovní energii. Ano, kontakty s počítačovou lingvistikou jsem měl už na gymplu. Vzpomínám, že jednou tady profesor-otec spojil dovolenou s odbornou konferencí. Mně bylo čtrnáct, ale potom, co jsme dva týdny chodili i s bráchou po Alpách, nás čekal týden v Ženevě, která nebyla tak pěkná jako hory, a tak jsem tátu ukecal, že mě propašovali na konferenci, kde jsem dostal i visačku a dokonce jsem tam i položil na *keynote speaker* dotaz... Mám pocit, že to muselo vypadat strašně divně!

EH: To můžu potvrdit, bylo to roku 2004, byla jsem tam a poslouchala přednášku, kterou měl profesor Nagao, kapacita strojového překladu a předseda mezinárodní organizace počítačnické lingvistiky! Prostě člověk, ke kterému všichni vzhlíželi, a najednou tam zvedl čtrnáctiletý kluk ruku, ale měl cedulku, tak ho museli brát vážně. A brali: jeho otázka byla rozumná.

JR: Mě ten obor zajímal, protože to bylo všechno doopravdy. Měl jsem intenzivní pocit, že to je ona hranice znalostí, poznání, a teď mám šanci se potkat s něčím novým. Rozuměl jsem tomu odborně strašně málo, ale byla to výzva. Chtěl jsem to pochopit. A Matfyz pak byl mou první volbou. Šel jsem na *obecnou informatiku*, která byla nejvíc teoretická, což mě bavilo jaksi víc... i když jsem pak stejně musel leccos ze softwarového inženýrství dohánět.

Fascinace vědou a výzkumem

Pojďme k vědě. Vraťme se do šedesátých let, kdy zmíněný Chomsky, Fillmore a další „modernizovali“ lingvistiku. Paní profesorko, co vás tehdy zajímalo, velké teorie?

EH: Formální lingvistika a její přístup byly novum. Pro nás bylo zvláště skvělé, že předválečná Pražská lingvistická škola měla a má úžasnou pověst. Inspiroval nás strukturalismus, zajímala mne i významová stránka jazyka, jeho společenské funkce. Viléma Mathesia a další jsem již nezastihla, ale tvaroval nás profesor Bohumil Trnka, výjimečná osobnost, a také profesor Josef Vachek; slovníky jsme jako anglisté řešili s profesorem Ivanem Poldaufem a podobně. Původně jsem působila na FF UK, věnovala se výzkumu v tamní jazykové laboratoři, odkud nás však po roce 1968 vyhodili... Na Matfyzu jsem od roku 1972. Získali jsme tam azyl a šanci, jak se uchytit, za což musím ještě i dnes kolegům poděkovat. Bylo nás patnáct vědců, ale nesměli jsme přijít společně jako „laboratoř“, nýbrž jako jednotlivci rozdělení do tří kateder. A vezměte si, že já, vlastně anglistka, jsem byla nově na katedře numerické matematiky MFF UK! Později, pokud jde o jazyková data, i tam náš výzkum nezaostal, spíše naopak. Už v roce 1995 jsme, v podstatě jako druzí na světě, inspirováni projektem PennTreebank University ve Filadelfii, koncipovali projekt Pražského závislostního korpusu PDT, tedy počítačového korpusu češtiny teoreticky podloženého formální teorií funkčního generativního popisu, s nímž pracujeme v popisu češtiny. Tento korpus se postupně rozrostl až na téměř čtyři miliony lingvisticky detailně a komplexně analyzovaných slov v kontextu ucelených dokumentů, psaných i mluvených.

Pane profesore, co lákalo vás jakožto výzkumné téma?

JH: Musím říct, že ze začátku mě nejvíc zajímaly aplikace, protože v sedmdesátých letech se hodně pracovalo na strojovém překladu. Šel jsem do Výzkumného ústavu matematických strojů (VÚMS), kde se chystaly i česko-ruské překlady, logicky, což byl velký a komplexní projekt. A mě zajímalo, jestli se to vlastně dá udělat. Byla to kombinace programování a přípravy jazykových dat. V roce 1991 mě pozval profesor Jelínek do amerického IBM, kde jsem dělal na překladu přirozených jazyků. Využívali už *machine learning* a měli kliku, že v Kanadě se překládá mezi francouzštinou a angličtinou, takže měli i spoustu dat; to nikde jinde nebylo. Užívalo se hodně statistiky. Od roku 1993 jsem zpět na Matfyzu, vyvíjíme překladače (*například překladače provozované LINDAT/CLARIF-CZ porazily v některých oborových soutěžích třeba i DeepL a další – pozn. redakce*) a jejich kvalita už je úplně někde jinde, protože se metody posunuly od čistě statistických do neuronových. A dneska to dělají nejlépe velké



jazykové modely (LLM), na nichž má obrovský podíl Tomáš Mikolov.

A Jane, kde jste se našel, když už jste tohle všechno znal – přímo od babičky nebo táty?

JR: Já se naopak ztratil (*směje se*). Když jsem začal tady na ÚFAL dělat a vypomáhat Kateřině Veselovské, dnes doktorce Lesch a velké osobnosti české informatiky, na jejím doktorandském projektu s tématem analýzy sentimentu – subjektivních postojů – v českém textu. To mi přišlo aplikačně zajímavé; že to je něco, co ještě moc dobře nefunguje. Pak jsem dělal věci jako multimodální kombinace obrázků, diplomku, začátek doktorátu, ale to „zažehnutí“ už po deseti jedenácti letech moc nehořelo. Ale byl jsem na stáži v Apple, kde jsem měl štěstí na výborný mentoring. Byli tam skvělí vedoucí, se kterými se dalo bavit o věcech, které nesouvisely přímo s náplní. Přijel jsem zpět s tím, že chci dělat něco úplně jiného – a že se chci věnovat hudbě. Muziku jsem dělal ve vlnách různě vášnivého zájmu: byl jsem chvíli na konzervatoři na klavíru, trochu delší chvíli jsem byl na kompozici JAMU, kvůli čemuž jsem jeden rok na MFF UK jen tak tak dodělal kredity, aby mě „nevylili“. A na studiích skladby jsem zjistil, že největší otravou je přepisovat skladby do počítače poté, co je napíšete v ruce, aby

je někdo byl ochotný hrát. Trvá to strašně dlouho, je to pipláčka...

Ale to by mělo jít zautomatizovat, ne? Proto jsem začal pracovat v Ph. D. na rozpoznávání zápisů. Měl jsem zase kliku, protože můj školitel Pavel Pecina pokrčil rameny a usoudil, že „asi dobrý“. On byl zrovna spoluřešitelem projektu více fakult, který se hodně snažil právě o multimodalitu, takže noty, hudba a text jako kombinace informací různého typu byly pro ně zajímavé. A po doktorátu se navíc věnuji muzice, staré hudbě a digitálním edicím, a jsem rád, že je to zase něco nového – možná podobně jako kdysi byla matematická lingvistika.

Umění zaujmout učením

Pojďme k výuce matematické lingvistiky. Paní profesorko, jaké to bývalo, když jste začínala?

EH: Na FF UK jsme moc neučili. Byli jsme odborné oddělení katedry bohemistiky, takže se výuka od nás víceméně nečekala. Pracovali jsme na různých projektech. A když jsme přišli na MFF UK, tak jsem zase nesměla učit, i kdybych chtěla, protože jsme byli nekomunistické a „špatně živly“. To trvalo dlouho. Mohli jsme až začátkem osmdesátých let například vést nějakou diplomku, kterou někdo „spolehlivý“ zastřešil. Normálně jsem přednášela



prof. PhDr. Eva Hajičová, DrSc. Jazykovědkyně, bohemistka a anglistka, zabývá se obecnou a počítačnou lingvistikou, sémantikou a diskursem. Vystudovala původně češtinu a angličtinu na FF UK, po roce 1968 začala působit na MFF UK. Je autorkou více než 500 studií s mnoha tisícovkami citací. Za svoji vědeckou a pedagogickou činnost obdržela řadu poct: Hlávkovu cenu, Antonio Zampolli Prize či medaili Smithových od Britské akademie.

až *Úvod do formální lingvistiky* nebo *Reprezentace znalostí*. Po roce 1989 mne kolegové z Filozofické fakulty poprosili, že tam tohle nikdo nedělá, takže jsem učila dokonce v povinném kurikulu anglistiky a romanistiky, pak přibyla i obecná lingvistika. Zajímavé bylo, že šlo o přednášky otevřené i pro studenty Matfyzu: studentů anglistiky tam bylo třicet, chtěli se učit anglicky a tohle je nezajímalo, takže byli děsně otráveni, kdežto pár dalších lidí z MFF UK teorie jazyka opravdu hluboce zajímala. Ptali se, měla jsem skutečně potěšení z výuky. A samozřejmě mě velmi těšilo vést na Matfyzu řadu doktorandů, tedy přesněji řečeno spíše doktorandek.

Vy jste, pane profesore, učil až po roce 1989. Jací bývali a jsou studenti vašeho oboru?

JH: Začal jsem učit základy: formální zpracování tvarosloví, což jsem řešil i v disertaci. Už kdysi jsme s kamarádem vytvořili *spell-checker*, který jsme udali i komerčně. Ale doopravdy učím od roku 1995, vedl jsem i diplomky. Učil jsem základní předmět, do něhož jsem se snažil zabudovat statistické metody a strojové učení, zadával jsem praktické úkoly. A studenti v tom viděli potenciál, přišlo jim to jako zvláštní větev studia. My ještě neměli svůj obor ani v magisterské formě, takže to bylo motivováno jen podle osobního zájmu – přitáhlo to lidi na diplomky i doktoráty. Později přímo na jiný obor *umělá inteligence* chodilo tak čtyřicet lidí a k nám tak tři s hlubokým zájmem. Ovšem s prudkým rozvojem

AI a velkých jazykových modelů se zájem změnil, slovo *language* už je „sexy téma“. Tenhle rok už je ten poměr půl na půl. Pro nás je to skvělé. Třeba kolega, který tudy právě proběhl, už má každý rok asi 300 studentů, protože vyučuje *hluboké učení*. Je to atraktivní téma, dá se dobře aplikovat, takže téma strojového učení a jazykových modelů je teď něčím, čím bylo dříve programování.

A jak vidíte studenty vy, Jane? Jak budou vypadat matematictí lingvisté?

JR: Já vůbec nevím (*směje se*). Začal jsem učit letos, teď jsem odučil první přednášku. A to *hudební informatiku*, základy výpočetního zpracování hudby, která je nyní v té pozici úplně nepovinného předmětu, kam chodí jen lidi, které to opravdu zajímá, takže tam není těch třicet otrávených posluchačů. Těžko říct, kam to povede. Teď letí generování hudby, což zajímá tak polovinu lidí, kteří chtějí dělat diplomky nebo tvořit hudbu. Zajímavé – a zatím nedotažené – je modelování lidských emocí, určitá formalizace, když chcete třeba klasifikovat nějaký segment muziky: neumí se dobře popsat, jak se lidi cítí, když poslouchají hudbu.

Vysoce užitečná lingvistika

Dotkl jste se využití vaší práce. Jak to bývalo s praxí v počátcích, paní profesorko?

EH: Pozor, pozor. I my jsme už tehdy museli ukazovat, že jsme coby lingvisté užiteční. I tehdy, řekněme na začátku sedmdesátých let, bylo spojení s praxí považováno za důležitý aspekt. A nás to zachraňovalo, protože jsme museli neustále dokazovat, že máme důvod, proč existovat. To byla výslovně existenční záležitost. Existovaly dva státní plány, jeden aplikační a druhý čistě vědecký, a my se museli uchytit v obou. Vzpomínám, že jsme dělali i projekt pro Sigmu Olomouc, která měla dokumentační středisko, a chtěli, aby náš projekt z jejich článků a popisů pomohl dělat abstrakta – strojově a automatizovaně.

A pane profesore, jak vnímáte vy pozdější tlak na praxi, na využití toho, co umíte?

JH: Formální tlak na to, abychom dělali něco prospěšného – řekněme ve smyslu třetí role univerzit –, známe, ale mne osobně to zajímalo od samého začátku. Zajímaly mne aplikace, využití. Vytvářeli jsme automatizované *spell-checkery*, slovníky, právní informace a sborníky ASPI a od devadesátých let to rozvíjeli na fakultě dál. Používalo se to všude možné. Vezměte překladače, jimž se věnoval a věnuje docent Ondřej Bojar, který je dnes slavný, protože jsme se podíleli i na nástrojích, které se celosvětově používají. Vyhrávali jsme i soutěže, takže takové aplikace jsou rozhodně zajímavé. A dnes jsme u LLM, které se rychle učí, zlepšují.

Pane doktore, vy sblížíte humanitě s matematikou. Co to může přinést?

JR: Způsob, jímž velké modely začaly být užitečné pro takřka jakoukoliv manipulaci jazyka, nenechává ani moc prostoru dělat aplikace jinou cestou. Vyostřil se rozdíl mezi řešením problémů a hledáním poznání, mezi tím, co je *engineering* a co *science*. Když jsem zvažoval, jaký zvolím výzkumný směr, vybral jsem právě výpočetní humanitní vědy, tedy muzikologii, kde jde více o tu *science*. I z toho ale mohou vzniknout zajímavé a překvapivé aplikace.

O smyslu a významech jazyků

A výjimečně navážu znovu otázkou hned na vás, Jane. Co s bádáním dál?

JR: Neplatí to jen o tom mém „čtení“ hudby, ale myslím si, že zajímavější a vlastně i dlouhodobě udržitelnější výzkumné směry budou nakročeny směrem k poznání. Místo řešení problémů se snažme dozvědět něco zcela nového o světě. Nemusí to být úplně *blue-sky research* nebo jak se česky ošklivě říká „základní“ výzkum, ale má jít o pochopení.

Pane profesore Hajiči, jak vidíte budoucnost vy?

JH: Domnívám se, že úplně to samé platí pro lingvistiku, a teď nemyslím tu formální nebo specializovanou, ale lingvistický výzkum jako takový, jako celek. I ve výzkumu platí heslo, které všichni znají: „Peníze jsou vždy až na prvním místě“. Když se žádalo o projekty od sedmdesátých let až donedávna, tak oním *raison d'être* grantových žádostí všude – v Česku i Americe – bylo, že jste dodávali, k čemu by to bylo dobré v aplikačním smyslu. I proto se toho ve skutečně základním výzkumu – jak funguje jazykový systém u lidí – zas tolik nestalo. A já doufám, že teď, když jsou aplikace do značné míry vyřešené a světem se valí velké modely s AI, tak by mělo dojít i na fundamentální výzkum v lingvistice, která si na sebe už „vydělala“. A jazykové modely, jimž jazykověda tolik pomohla, by mohly pomoci jí.

Poslední otázku musím položit i vám, legendě oboru. Co očekáváte vy?

EH: Můžu s tím, co říká můj syn, jen souhlasit. Možnosti jsou obrovské. Nové postupy, metodologické nebo technické, pomůžou lingvistice jako takové. Dříve se v nadsázce a žertu říkávalo, že lingvistika se dělá na Matematicko-fyzikální fakultě UK, ale to je trošinku nespravedlivé. Nesporná je mezioborovost. A ještě tady nepadlo slovo *význam*, podstatná totiž musí být i rovina sémantická, hledání významu toho, co sdělujeme. Snažme se dělat něco, o čem ještě ani nevíme, k čemu to je. Ale jak často vidíme v jiných oborech vědy, takhle to funguje – hledejme nové věci a souvislosti, které povedou k něčemu velkému.

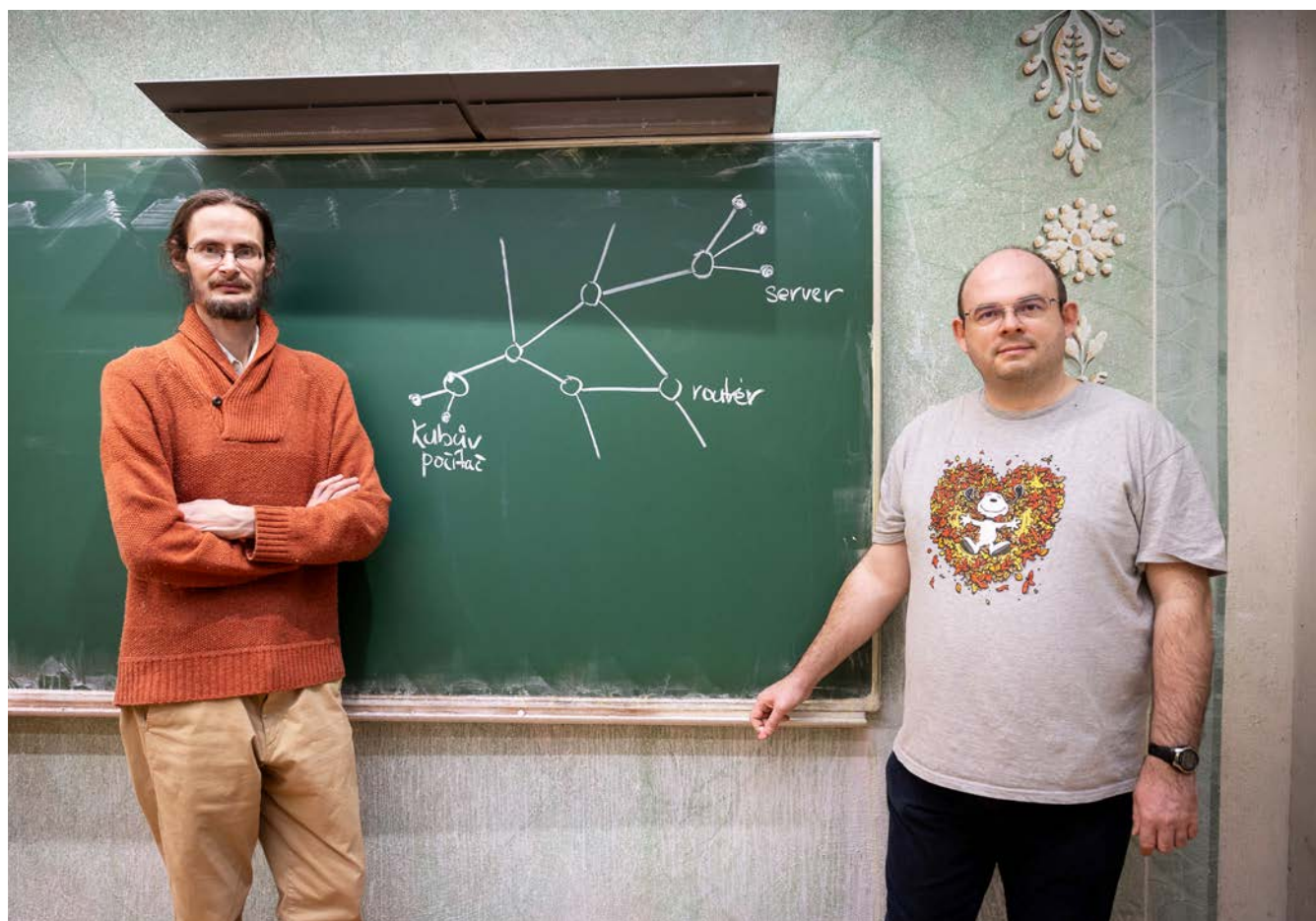


prof. RNDr. Jan Hajič, Dr. Matematický lingvista, specializuje se na tvarosloví, strojový překlad přirozených jazyků či tvorbu jazykových dat pro strojové učení. Vystudoval obor samočinné počítače a programování na MFF UK (1984). V letech 1991 až 1993 pracoval jako výzkumník v newyorské centrále společnosti IBM pro výzkum. Od roku 1993 působí v pražském ÚFAL, který i vedl. Získal řadu cen, mimo jiné univerzitní Donatio.



MgA. et Mgr. Jan Hajič, Ph.D. Matematický lingvista a muzikolog, zabývá se optickým rozpoznáváním hudby (notového zápisu), digitální muzikologií, kde zkoumá i gregoriánský chorál pomocí bioinformatických metod, či generováním hudby v omezujících podmínkách. Kromě MFF UK (obhájené Ph.D. v roce 2019) absolvoval také JAMU, takže propojuje matematiku s humanitními vědami. Školí a vede několik projektů, třeba *Genome of Melody*.

Českým dětem informatika jde



Čeští žáci jsou v počítačové a informační gramotnosti nejlepší v EU. V celosvětovém srovnání 34 zemí se dokonce umístili na druhém místě za Jižní Koreou. Své zásluhy na tom mají i informatici a pedagogové Cyril Brom a Pavel Ježek z Matfyzu, kteří se dlouhodobě věnují nejen popularizaci informatiky na základních a středních školách, ale především jsou velkou podporou vyučujícím, pro něž připravují výukové materiály a vzdělávají je.

TEXT Jitka Jiříčková FOTO Michal Novotný

Informatika sice patří na Matfyzu mezi nejoblíbenější studijní programy, ale zrovna obor učitelství informatiky by více zájemců uvítal. Přesto existují pozitivní signály. Informatika se i díky kurikulární reformě stává viditelnějším předmětem, od čtvrté třídy je povinnou součástí vzdělávání a do učitelství informatiky se zapojuje stále více lidí z praxe, kteří informatiku vystudovali.

„Ajtáci zpravidla znají do detailu fungování počítačů, tyto informace se ovšem velice obtížně předávají dětem,“ upozorňuje Cyril Brom z katedry softwaru a výuky informatiky na MFF UK. Na začátku je podle něj pro děti stěžejní pochopit základní principy fungování počítačů, internetu, e-mailu a dalších běžných úkonů, s nimiž se setkávají na denní bázi. A právě to může být pro vyučující s odbornými znalostmi IT, ale nikoli už didaktiky, náročné realizovat, protože většinu věcí, které děti zažívají poprvé a potřebují je vysvětlit, mají specialisté dávno zautomatizovanou.

Datová Lhota a základy PC

Nedostatek aprobovaných učitelů informatiky byl jedním z důvodů, proč se on a jeho kolegové začali věnovat popularizaci tohoto předmětu, připravovat výukové materiály a pracovat s vyučujícími. Ve spolupráci s Českou televizí a sdružením CZ.NIC vytvořili v roce 2020 animovaný seriál Datová Lhota, který žákům prvního a začátku druhého stupně základní školy přibližuje svět internetu a digitálních technologií. Seriál měl vysokou sledovanost a nyní jeho tvůrci pracují již na třetí sérii.

Součástí tohoto projektu jsou také modelové hodiny připravené ve spolupráci s Pedagogickou fakultou UK pro vyučující o tom, jak fungují počítače, chytré mobily a internet, ale vysvětlují třeba také principy cloudového prostředí nebo hackování. Problém totiž je nejen v nedostatku aprobovaných vyučujících informatiky, ale také kvalitních učebnic. I ty nové jsou někdy psané postaru – na základě didaktických postupů starých šedesát let, které moc nefungují.

„V některých učebnicích informatiky pro základní školy je úroveň výkladu ‚přestřelená‘ a probíhají se technické detaily, které nevykládám ani našim prákům na Matfyzu, budoucím informatikům. Takový přístup zcela pomíjí základní pochopení,“ říká Pavel Ježek z katedry distribuovaných a spolehlivých systémů MFF UK, který zároveň vyu-

Pokud budeme říkat dětem, co mají a nemají dělat na internetu, a nevysvětlíme jim proč, jsou to prázdná pravidla.

čuje základy fungování počítačů i prvky na Matfyzu – právě proto si je vědom, jak rozdílně se k tomuto předmětu na školách nastupuje. „Pouhé prezentování faktů nestačí, pokud látku skutečně nepochopí od základu. Jinak po nich informace jen stečou a nemají na jejich porozumění žádný vliv,“ pokračuje Ježek.

Nejen tato zkušenost z výuky vysokoškolských přivedla pedagogy z Matfyzu k realizaci výukových materiálů pro základní školy. Konkrétně Pavel Ježek spoluorganizuje také letní Školu učitelů informatiky, díky níž se udržuje v obraze o stavu českého vzdělávacího systému v praxi.

Vysvětlit „proč“

Dle výsledků šetření počítačové a informační gramotnosti (studie ICILS) se čeští žáci osmých tříd a jejich vrstevníci z víceletých gymnázií umístili mezi 34 zeměmi na druhém místě za Jižní Koreou. Mezi státy Evropské unie dosáhli nejlepšího výsledku. V informatickém myšlení pak byli v mezinárodním srovnání třetí. Dlouhodobé snahy všech zainteresovaných odborníků na všech úrovních, od vyučujících přes vedení škol až ministerstvo školství, se zřejmě začínají pozitivně projevovat.

„Nicméně stále je co zlepšovat,“ říká Cyril Brom, jenž se na Matfyzu, konkrétně v Laboratoři pokročilého multimediálního vzdělávání, zabývá mimo jiné výzkumem vlivu moderních technologií na výuku. A s tím podle něj souvisí i jedna z aktuálních výzev českého školství. „Digitální technologie zahrnují dvě roviny. Vedle informatiky jakožto předmětu, v němž se žáci učí mimo jiné principy fungování počítačů a internetu, existuje také široká oblast průřezových kompetencí týkajících se používání počítačů a digitálních technologií v jiných předmětech, respektive oblastech života, než je informatika,“ připomíná Brom. Konkrétně třeba zcela zásadní dovednost jako psaní e-mailu. Úkolem učitele informatiky je vysvětlit, jakým způsobem se e-mail pošle – co se musí technologicky stát, aby se dostal k adresátovi.

Velkým tématem je také otázka bezpečnosti a chování v online prostředí. „Je dobré si uvědomit, že bezpečnost s principy digitálního světa úzce souvisí,“ upozorňuje Cyril Brom. „Nemohu jedno oddělit od druhého, ačkoli se o to občas někteří vyučující snaží. Nestačí dětem sdělovat ‚dělej tohle, ale nedělej tamto‘. Důležité je jim vysvětlit, proč to mají, nebo nemají dělat,“ doplňuje kolegu Pavel Ježek. Právě proto je podle nich nesmírně důležité vysvětlovat dětem ty už tolik zmiňované principy fungování počítačů a internetu – aby si samy dokázaly nastavit hranice, na základě svých vědomostí. „Pokud budeme říkat dětem, co mají a nemají dělat na internetu, a nevysvětlíme jim proč, jsou to prázdná pravidla,“ shodují se oba pedagogové.

doc. Mgr. Cyril Brom, Ph.D.
Působí na katedře softwaru a výuky informatiky MFF UK. Spoluzaložil a nyní vede Laboratoř pokročilého multimediálního vzdělávání (Advanced Multimedia Learning Laboratory – AMULAB), což je společné pracoviště MFF UK, PedF a FF UK, kde zkoumá výukové efekty nových multimedií. Zajímá se především o didaktiku informatiky a o to, jak se lidé učí pomocí multimediálních materiálů, jako jsou animace nebo výukové hry. Spolupracuje s Českou televizí na tvorbě těchto materiálů, konkrétně na seriálu *Datová Lhota*.

Mgr. Pavel Ježek, Ph.D.
Působí na katedře distribuovaných a spolehlivých systémů MFF UK, kde vyučuje předměty jako *Principy počítačů* nebo *programování*. Spolupodílí se na projektu České televize *Datová Lhota*, jehož je MFF UK odborným garantem, a výukových materiálů pro vyučující. Spoluorganizuje také letní Školu učitelů informatiky.

Důležité je klást AI **správné** otázky



Před lety se svými spolupracovníky učili robota psát divadelní hru, nyní se Rudolf Rosa snaží donutit umělou inteligenci k sepsání poezie. Povíдали jsme si nejen o projektu se širokým záběrem AI v kontextu, ale i o tom, zda může být umělá intelligence „dobrý sluha, ale zlý pán“.

TEXT Jiří Novák FOTO Vladimír Šigut

K čemu je vlastně dobré, aby AI uměla skládat básně?

Interdisciplinární projekt EduPo má důležitý didaktický rozměr – hlavním cílem je vytvořit vzdělávací aplikaci, která by se dala využívat ve výuce českého jazyka na základních a středních školách. Básně starších autorů dnes těžko mohou oslovit mladou generaci a naše aplikace dokáže jejich díla převést na aktuální témata, která dnešní žáky zajímají. Ovšem v Erbenově stylu, například.

Celá výuka o poezii by tak mohla být kreativnější a otevřenější.

Máme za sebou první rok spolupráce s Ústavem pro českou literaturu Akademie věd, další dva roky nás ještě čekají. Naším úkolem za ÚFAL je trénovat jazykové modely, aby generovaly poezii, vytváříme nástroje na analýzu poezie. Máme prototyp, který dle zadání zvládne generovat báseň. Zaměřili jsme se na základní aspekty, aby se vše správně rýmovalo, byly tam správné přízvuky – věci, které klasické jazykové modely neumí. ↪

Už jste robota naučili psát divadelní hru v projektu THEaiTRE. Jak daleko jsme ale od toho, že bude AI schopna vymyslet originální text na vlastní téma?

Všechny systémy se učí z dat, která jim poskytneme, čili se snaží napodobovat to, co se naučily. Někdy až velmi přímočaře, kdy prostě jen „vykrádají“ trénovací data z jiných zdrojů a dávají to na výstup. Dnešní systémy už zvládnou tvořit nové věci, které jsou inspirované tím, na čem se učily, ale jsou jiné. Nicméně nemohou se v principu posunout nějakým novým směrem. Spíš je to vždy takové jakoby remixování, průměrování toho, co viděly, pohybuje se v prostoru věcí, na kterých se učily. Nejsou schopny se vydat nějakým zcela novým směrem, resp. naše poznání je takové, že nevíme, jak bychom je k tomu donutili.

Proto se mimojiné snažíme přijít na to, jak s modelem manipulovat tak, aby dokázal být kreativnější. Jazykový model je stará myšlenka z 50. let a dlouho byl problém, aby udržel jednu větu pohromadě, to platilo ještě před deseti lety. S GPT2 už byly jednotlivé věty dobré, jakžtakž to drželo pohromadě i na úrovni jednoho odstavce, ale v delším textu už se návaznost začala tak nějak rozsypaná... Dnes už model GPT4 udrží kontext na několika stranách a zvládne generovat smysluplnější a logičtější texty. Nicméně v případě psaní her či scénářů stále pozorujeme, že výstupy jsou tak nějak nudné, nezajímavé. Zvlášť u delšího textu, kde očekáváme nějakou dynamiku a že se něco zajímavého stane, tak se jazykové modely snaží být stále uhlazené, kultivované, nijak dramatické. Což je vhodné u věcného článku do novin, ovšem ne u divadelních her.

Možná je AI dobrý pomocník pro začínající scénáristy, kteří si řeknou systému o pomoci ve chvíli, kdy si neví rady?

V tomto směru rozvíjíme spolupráci s Městskou knihovnou v Praze a už máme za sebou dva ročníky literární soutěže, kdy autoři aktivně využívají umělou inteligenci při psaní povídek. První ročník nesl název *Přicházejí z-AI-mavé časy* na téma sci-fi nebo horor, a druhý ročník se jmenoval *Z-AI-mavý zločin* a tam jsme po autorech chtěli detektivku. Poprvé jsme obdrželi asi 70 povídek, a z větší části byl autorem člověk. Druhé téma mělo okolo třiceti účastníků a zvítězila povídka Michaely Liegertové, proděkanky Přírodovědecké fakulty Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, která nám přiznala, že se na psaní podílela jen z jednoho procenta.

Nejprve se prý systému zeptala, jak by měla vypadat ideální povídka pro soutěž tohoto typu. A když dostala určité rady, tak to zase přetočila a řekla: tady máš rady, jak napsat skvělou povídku, tak se jimi řiď a povídku napiš. A na konci ještě systém potrápila znovu se zadáním, aby povídku vyhodnotil podle určitých kritérií a našel, které věci tam nejsou dobře a znovu to vylepšil. Její vklad tak byl především v tom, že ovládala systém, v pod-

statě byla na úrovni jakéhosi manažera začínajícího spisovatele, a postupně systém tlačila k tomu, aby vytvořil něco kvalitního.

To je údajně nejpodstatnější část práce s AI – pokládat správné příkazy.

Často se říká, že systémy časem nahradí programátory, protože bude stačit jenom říct co chci a ono mi to tu věc vygeneruje. A my rádi říkáme: to je ale typicky největší problém, když máme něco vytvořit – aby nám zadavatel zvládl přesně říct, co vlastně doopravdy chce. Tahle část je velmi důležitá. Některé věci nemusím umět sám udělat, pokud zvládnou dobře a přesně říct, co vlastně chci. A ten systém to třeba zvládne, nebo taky ne.

Je třeba neustále zkoušet sám sebe zdokonalovat v umění správně říct, co chci. Systémy se postupně vyvíjí, to znamená, nejde nutně o to, naučit se nějaká specifická slova, která používat v komunikaci se systémem, ale podstatnější je, aby se člověk naučil, jak detailně a přesně popsat, co chce. Pak je šance, že přesně to dostanu.

A dostat mohu opravdu cokoli, včetně falešného obsahu, tzv. deepfake. Už před pár lety začala AI úspěšně generovat obrázky a dnes poměrně dobře zvládá i videa.

Na deepfake prozatím nemáme žádnou dobrou technologickou odpověď. Je to takový boj ve zbrojení – cokoli na jedné straně zvládnou generovat, tak se mohu na straně druhé snažit detekovat, filtrovat, přistříhávat... Cesta je spíše ve vzdělávání a informování – přijmout fakt, že v dnešní době je možné generovat realistické obrázky a videa, na kterých může být cokoli. A zapojit více kritické myšlení.

Vlastně jsem překvapený, že deepfake ještě není až tak masivně rozšířeno, jak by už díky současným technologiím mohlo být. Už pár let se odborníci bojí toho, že bude internet zahlcen falešným obsahem natolik, že se v tom obrovském šumu skutečná informace ztratí. Zatím se to děje pomaleji, než jsme se všichni obávali.

Oblíbený leitmotiv sci-fi filmů nebo literatury je, že roboti ovládnou a zotročí lidstvo.

Sci-fi příběhy nás roky krmí představou, že budoucnost je nějaká dystopie, ve které se inteligentní stroje najednou rozhodnou zničit lidstvo. Jistě, každá technologie se může vymknout kontrole a máme za sebou spoustu případů, kdy jsme něco vyvinuli a pak teprve zjistili, že to možná není až tak růžové, jaderné zbraně například. I když využití jaderné energetiky je samozřejmě užitečné.

Musíme se naučit rozlišit, na co je využití umělé inteligence vhodné a na co nikoliv, a podle toho se společensky domluvit na tom, jakým způsobem tyto nástroje používat. Nástroje AI jsou na některé věci zjevně lepší než lidé: rychlé zpracování obrovského množství dat, hledání nějakých pravidelností zstanou opakující se činnosti. Jde o to, naučit se vše využívat správně a účelně. V EduPo například nyní

diskutujeme, které věci má náš systém dělat automaticky a kde je přínosnější, aby se zapojili žáci ve škole a my je k tomu jen nasměrovali.

To je další otázka pro budoucnost: když za nás stroje budou dělat řadu věcí, nepřipraví se lidstvo postupně o tvůrčí myšlení a schopnost improvizace?

To jistě hrozí, stačí se podívat do minulosti. Ještě před zhruba 100 lety si většina lidí uměla sama doma vypěstovat jídlo, pak ho sklídit a zpracovat. Dnes tak nějak tušíme, že se nějaké části rostlin dají do země, a když se to zalije, tak z toho možná něco vyroste. Jsou to vědomosti, které jsme ještě úplně neztratili, ale kompetence v mnoha dovednostech už nám chybí. Svět se rychle mění a řešíme to i v diskusi s Národním pedagogickým institutem – co dnes lidi vlastně učít? Málokterou práci můžete dělat padesát let v kuse zcela stejným způsobem. Je potřeba sledovat, jak se svět vyvíjí, a postupně se učit dělat věci novým způsobem, být flexibilní. Málokterá profese vymizí úplně, ale člověk, který zvládne dobře používat nástroje, které se dnes nabízejí, a provede práci kvalitněji a v kratším čase, bude logicky na trhu práce poptávanější.

Jaká byla vlastně vaše cesta k programování?

Ještě na střední škole jsem dlouho neměl jasno, jak pokračovat. A v nějakou chvíli mi přišel Matfyz jako dobrý nápad, jen jsem nevěděl, zda chci dělat matematiku, nebo informatiku. Na magistru jsem si pak vybral počítačovou lingvistiku jako specializaci a ukázalo se, že to byla dobrá volba. Strojovým překladům se na světě věnují statisíce lidí, protože je to vděčné téma a je lehké najít sponzory. To se u poezie příliš očekávat nedá. Nicméně mě baví hledat tyhle menší obory, kde je i prostor být v něčem zajímavý. A ne že budu už pětadvacátý v něčem, čemu se věnuje mainstream.

A jaké jsou vaše ambice dál do budoucna?

Mě hodně baví jádro toho, čemu se chceme věnovat v projektu *AI v kontextu*, to znamená, co se stalo s tím, čemu se dnes říká umělá inteligence. Dlouho to byl spíš technický obor, řešilo se, jak stroje naučit dělat nějaké úlohy. Dnes už máme většinu technických otázek vyřešených a najednou zjišťujeme, že potřebujeme velmi aktivně spolupracovat s jinými obory. To je takový můj, řekněme, dlouhodobý program.

Existuje tzv. Turingův test, kterým rozpoznáváme, jestli se nějaký systém chová inteligentně. A systémy se na to časem vyladily tak, že jsou schopny inteligentní konverzace. Jenže z pohledu křesťanské teologie je člověk definován i jinými věcmi – třeba schopností milovat jiného člověka. A to je něco, co ani netušíme, jak bychom u systémů testovali. Se systémem si sice popovídáme, ale jemu vůbec nezáleží na tom, zda jste spokojený. On je trénovaný na to, aby mi hezky odpověděl, ne

k tomu, abych z té odpovědi byl šťastný, aby mě to nějak posunulo dál. To jsou cíle, které nevíme, jak definovat, jak měřit, ale zjevně na ně začínáme v praxi narážet a má smysl koukat do jiných oborů a nějak to vzájemně propojovat.

Co konkrétně vás umělá inteligence naučila?

Rozhodně například dovednost, jak dobře formulovat to, co chci. Spousta lidí z technických oborů mívá problém pracovat se současnými nástroji, protože velmi přesně formulují zadání, které však není vždy úplně dobře srozumitelné, protože nástroje jsou trénované na běžném jazyku. To znamená, když zvládnou věc formulovat tak, aby byla srozumitelná běžnému člověku, tak je zároveň větší šance, že bude srozumitelná i pro nástroj, který používám.

Další věc je, že nejsem úplně graficky zdatný, a i když jsem pro prezentaci měl konkrétní představu obrázků, neuměl jsem je vytvořit. Dnes svou grafickou představu prezentace dokážu předat systému a najednou mohu snadno obdržet přijatelný výsledek. Tohle je třeba něco, co se učím, a rozhodně to rozvíjí moji kreativitu.



Mgr. Rudolf Rosa, Ph.D.

Absolvent MFF UK – programování a matematická lingvistika, ze které má i doktorát. Téměř deset let učil angličtinu na kladenském jazykovce, od února 2011 působí jako vědecký pracovník v Ústavu formální a aplikované lingvistiky MFF UK. Věnuje se především počítačové lingvistice, generování literárních textů, jazykovým modelům a obecně životu s umělou inteligencí. Patří do skupiny odborníků zabývajících se umělou inteligencí v kontextu různých oborů – *AI v kontextu*. Ve spolupráci se Švandovým divadlem uvedli první celovečerní divadelní hru na světě, jejíž scénář z 90% napsala AI. V Didaktikonu pořádají přednášky a workshopy na téma umělé inteligence.

Digitální technologie dokážou společenským i humanitním vědám otevřít okna do úplně nových výzkumných obzorů. Musíte ale vědět, jak na to. S touto ideou Jiří Kocián s kolegy z Fakulty sociálních věd UK založil Výzkumné centrum pro integraci digitálních humanitních věd a obrátil se na Ústav formální a aplikované lingvistiky Matfyzu. Jejich spojení ukazuje, jak je dnes potřebné a užitečné propojovat týmy napříč tak rozdílnými obory.

TEXT Helena Zdráhalová
FOTO Vladimír Šigut



Exploze AI nás spojila

Jiří Kocián se zabývá dějinami a soudobým děním v jihovýchodní a střední Evropě, včetně otázek souvisejících s přítomností Židů v tomto regionu. Díky tomuto zaměření se stal v roce 2016 koordinátorem Centra vizuální historie Malach. To nejen badatelům, vyučujícím a studujícím, ale i široké veřejnosti už patnáct let zpřístupňuje digitální archivy tisíců nahrávek orálně historických rozhovorů s pamětníky zejména holokaustu. Technické zázemí této iniciativě poskytuje Matfyz, což vytváří podnětné podhoubí pro prohloubení spolupráce Matfyzáků se společenskovědně orientovanými kolegy a kolegyněmi například i z FSV UK.

„Komunita badatelů v digital humanities je jakési interdisciplinární pole, kde se setkávají lidé, kteří se zabývají jazykovými technologiemi, počítačovou lingvistikou, rozpoznáváním mluvené řeči, organizací a správou dat a zároveň se snaží implementovat všechny tyto metody do výzkumu, který řeší otázky, jež si pokládají společenské a humanitní vědy,“ vysvětlil Jiří Kocián, který byl tím, kdo hledal cestu, jak tyto dva zdánlivě odlišné světy propojit. Vycházel z vlastní zkušenosti, kdy ještě jako doktorand pátral po tom, jak se s digitálními technologiemi a metodami, které pro výzkum nabízejí, naučit pracovat.

Digitální humanitní vědy

S touto vizí kolem sebe sdružil užší pracovní skupinu a v roce 2023 založili na Institutu mezinárodních studií FSV UK Výzkumné centrum pro integraci digitálních humanitních věd. Obrátili se pak na ředitelku Ústavu formální a aplikované lingvistiky MFF UK Barboru Vidovou Hladkou a její kolegy Silvii Cinkovou a Martina Holuba, aby společně rozpracovali myšlenku certifikovaného studijního programu zaměřeného na digitální humanitní vědy zastřešeného právě oběma zmíněnými pracovišti.

„V loňském akademickém roce byl oficiálně zapsán do SISu předmět Umělá inteligence pro humanitní a společenské vědy, jeden z kurzů certifikovaného programu. Je to stále ještě novorozeně, ale jeho příběh navazuje na předchozí výuku strojového učení na Matfyzu,“ vysvětlila Barbora Hladká a upozornila, jak dynamicky se tato oblast v posledních letech rozvíjí.

„Když jsme pozorovali tsunami, kterou spustilo to, čemu se všude, bohužel často nepřesně, říká AI, umělá inteli-

gence, uvažovali jsme, zda naši zkušenost a znalost nepřenesť právě do humanitního prostředí, protože jsme vnímali, že debaty, které se vedly o umělé inteligenci v médiích, jsou více či méně zkreslené a nepřesné. Zároveň jsme si uvědomili, že našim kurzem vstupujeme my, matfyzáci, do úplně jiného kulturního prostředí, a proto musíme upravit jazyk i způsob výkladu tak, aby naše úsilí směřovalo ke smysluplnému cíli. Před oficiálním spuštěním certifikovaného programu jsem loni pilotně učila zmenšeninu kurzu, jakousi ochutnávku, na jejímž konci jsme se i se studujícími, kteří se zapojili, shodli na tom, že má smysl v tom pokračovat,“ usmívala se Barbora Hladká.

Výzkum založený na datech

Cíl certifikovaného programu je jasný: vyvolat v humanitně a společenskovědně orientovaných studujících nebo začínajících vědcích zájem o to, řešit výzkumné otázky metodami postavenými na datech, jejich statisticky správné analýze a interpretaci nezátížené předsudky. Snahou je také vysvětlit, že umělá inteligence není jenom v současné době populární ChatGPT.

Jiří Kocián na podzim odjel hledat inspiraci na Department of Political Science Rutgers University v New Jersey, kam vycestoval díky Fulbrightovu stipendiu. „Vybral jsem si pracoviště, které se dlouhodobě prosazuje ve využití počítačových technologií ve výzkumu. Všichni se tady skriptování a kvantitativní metody učí už od 80. let. Tuto interdisciplinární znalost, a to napříč věkovými skupinami akademických pracovníků, tady mají všichni velmi dobrou. Vnímají to jako naprosto samozřejmou součást vzdělávání v oboru. Ještě víc si tím uvědomuji, jak důležité je systematicky tuto kulturu pěstovat i u nás. Tento trend navíc vidíme i jinde ve světě,“ podotkl.

Vzdělávání pro praxi

Ony to totiž také nejsou znalosti a dovednosti, které by byly užitečné jen pro lidi, kteří zůstanou ve výzkumu. Právě z Institutu mezinárodních studií FSV UK, kde Jiří Kocián působí, míří velká část absolventů a absolventek na ministerstva, do neziskového sektoru, do různých mezinárodních organizací, kde takové znalosti mohou efektivně uplatnit.

„Líbil se mi příklad, který uváděla Barbora ve zmíněné ochutnávce. Ukazovala totiž, jak se během covidu dezinferovala data, protože vlastně nikdo pořádně nerozumí základům statistiky, a to jsme viděli i ze strany představitelů státu. Je třeba si uvědomit, že vzděláváme komunitu budoucích expertů, kteří budou pracovat ve státní správě, v neziskovém sektoru, v mezinárodních institucích a organizacích i v soukromé sféře. Přesně tento typ expertů a dovedností uplatní v pracovním procesu. Dostáváme se tím k třetí roli univerzity, kdy reflektujeme kulturní společenskou proměnu, přispíváme do diskuze z odborné stránky a zároveň budujeme kapacity, které Česká republika a její společnost potřebuje. A ještě víc je to patrné v této době, kdy jsme zažili explozi hlubokého učení a velkých jazykových modelů, a v době plné velkých úskalí, jež musíme společně překonávat,“ završil Jiří Kocián.

doc. Mgr. Barbora Vidová Hladká, Ph.D.

Absolventka Matematicko-fyzikální fakulty UK. Jako postdoc působila na Johns Hopkins University v USA. V současné době je vedoucí Ústavu formální a aplikované lingvistiky MFF UK. Zaměřuje se na problematiku zpracování přirozeného jazyka, extrakci informací a aplikaci strojového učení v různých oblastech, zejména v humanitních a společenských vědách.

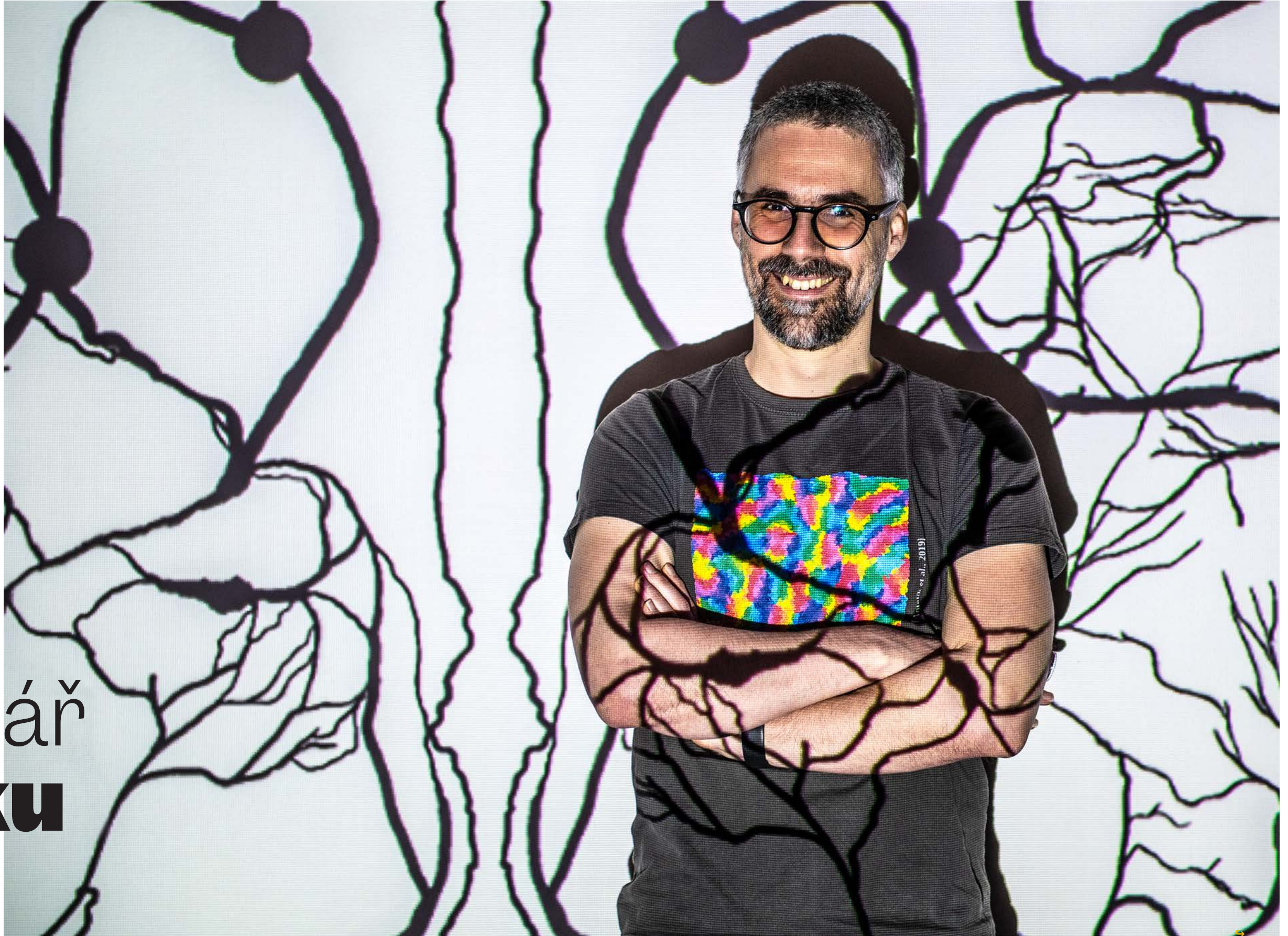
PhDr. Jiří Kocián, Ph.D.

Absolvent Fakulty sociálních věd UK, kde v současné době působí na Institutu mezinárodních studií, souběžně s Ústavem formální a aplikované lingvistiky MFF UK. Zabývá se současnými problémy demokracie a soudobými dějinami ve střední a jihovýchodní Evropě, orální historií a problematikou holokaustu a post-holokaustu. Je koordinátorem Centra vizuální historie Malach na ÚFAL MFF UK a vedoucím Výzkumného centra pro integraci digitálních humanitních věd na IMS FSV UK.

Modelář mozku

Mgr. Ján Antolík, Ph.D.

Výpočetní neurovědec, který na Katedře softwaru a výuky informatiky MFF UK od roku 2020 vede vlastní skupinu zaměřující se na vizuální zpracování informací. Titul Ph.D. v oboru Neuroinformatika získal na University of Edinburgh a po postdoktorandských stážích na University College London and francouzském CNRS se vrátil na svoji alma mater.



Výpočetní neurovědec Ján Antolík původně začínal s výzkumem umělé inteligence. Záhy ho ale napadlo, že by si mohl na chvíli „odskočit“ do neurověd, aby pochopil, jak funguje mozek, a mohl to využít pro vývoj lepších neurových sítí. O dvacet let později stále zkoumá mozek, konkrétně zpracování vizuálních informací, a používá k tomu i umělou inteligenci.

TEXT Pavla Hubálková FOTO Vladimír Šigut

Výpočetní neurovědy v Česku stále nejsou moc známé. Co si pod tím přesně představíte, co a jak zkoumáte?

Ano, je pravda, že výpočetní neurovědy v Česku nejsou zatím příliš zastoupeny, ale zlepšuje se to. Jedná se o disciplínu na rozhraní výpočetních věd a neurověd, kdy se pomocí modelování a nejrůznějších simulací snažíme pochopit fungování mozku. Ve své podstatě vytváříme virtuální verzi mozku.

Jak zapojujete umělou inteligenci? S čím vám nejvíce pomáhá?

Když se dnes řekne umělá inteligence, tak si většína lidí představí velké jazykové modely – chatboty založené na transformerech. My ale vycházíme ze standardnějších modelů hlubokých sítí, do kterých přidáváme další prvky architektury mozku, tak abychom je dále přiblížily biologické realitě. A doufáme, že díky tomu se nám podaří vytvořit model, který bude lépe vysvětlovat, jak náš mozek zpracovává informace.

Když mluvíte o datech, jaká data využíváte?

V posledních letech se nám podařilo navázat spolupráce s řadou výzkumných skupin po celém světě, díky čemuž máme skutečně pestrý přístup k datům. Jedním dělením je organismus – máme data z lidí, ale i zvířat – makaků, myší, ale například i koček a fretek. V naší skupině totiž studujeme především zrak a kočky a fretky mají velmi dobrý a podobný zrak jako primáti, ale jsou menší, a pro výzkumy tedy efektivnější.

A druhým dělením je metoda sběru dat, kdy využíváme nejrůznější techniky od elektrofyziologického snímání celého mozku, ale i jednotlivých neuronů až po optogenetické metody, kdy lze po-

mocí genetické manipulace řídit a snímat aktivitu konkrétních neuronů.

Co přesně je dlouhodobým cílem vašich výzkumů?

Moc bych si přál, abych se na konci kariéry mohl ohlédnout a říci si, že se nám podařilo vysvětlit, jak funguje proces vidění mechanisticky na úrovni signálu, který putuje z očí a je zpracován v korové oblasti mozku. V kontextu moderního konceptu „digitálního dvojčete“ se snažíme vytvořit přesný digitální obraz našeho zraku. Náš přístup se od jiných týmů liší především v tom, že nám nestačí pochopit jen vstup a výstup, ale skutečně chceme objasnit i ten „black box“ mezi tím. Jinak řečeno, chceme nejenom vědět, jaké výpočty mozek dělá, ale také jak je pomocí biologického hardwaru implementuje.

A druhou odnoží mých cílů je aplikace našich výsledků v klinické praxi, kdy se snažíme vyvíjet řídicí systémy pro takzvané vizuální protézy, které by dokázaly navrátit zrak. Konkrétně to znamená optimalizovat protokoly, jak stimulovat vizuální kortex, aby to zlepšilo kvalitu obrazu, kterou lidé mohou vidět, protože zatím je to stále velmi nedostačující a nepoužitelné v běžném životě.

A kdybych měl být nenasytný, tak takovým mým tajným snem je, jednou se vrátit k umělé inteligenci a využít naše neurovědní výsledky a pokusit se zlepšit možnosti umělé inteligence.

A když se vrátíme do současnosti, jaké jsou vaše aktuální plány, třeba na letošní rok?

Je toho skutečně hodně, paralelně pracujeme na několika projektech. Například jsme vyvinuli biologicky realistický model primárního vizuálního kortexu – tedy části mozku, která zpracovává vizuální signál a nyní se v ní snažíme velice realisticky simulovat elektrickou aktivitu. To je ostatně současný princip většiny brain machine interface. A když dokážeme přesně simulovat mozkovou aktivitu, tak pak dokážeme lépe studovat, co přesně se tam děje, jak dochází ke zpracování vizuálních stimulů.

Při zmínce o systémech na rozhraní mozek-stroj se mnoha lidem vybaví mozkové implantáty od společnosti Neuralink. Jak se na jejich optimistická prohlášení, která plní média, díváte jako odborník? Jsou reálná?

Určitě to sledujeme, protože je to tematicky blízko i našim výzkumům. Pravidelně se s lidmi z Neuralink potkáváme na konferencích. Technologie, kterou mají a vyvíjí, je určitě zajímavá, ale je potřeba říci, že nejsou jediní, na obdobných technologiích pracuje řada dalších týmů. Jejich obrovskou výhodou jsou ale téměř neomezené finanční prostředky, tím pádem jsou schopni se rychle posouvat kupředu. Někteří jejich prohlášení je ale potřeba brát

s rezervou a myslet na to, že působí v komerčním prostředí, kde velkou roli hraje i marketing.

Kdy se podle vás obdobné technologie skutečně dostanou do praxe k širšímu využití?

To je opravdu těžké odhadovat, záleží to na mnoha věcech. I některé naše výstupy jsou již testovány na lidech. Navíc tyto výzkumy dost často nejsou jen o samotných technologiích, ale i schvalovacích procesech a regulacích, které jsou i finančně mimořádně náročné. A v tom by třeba Neuralink díky svým zdrojům mohl pomoci – nastavit a zrychlit proces zavádění technologických inovací do praxe, a prošlapat tak cestu celému oboru.



Fascinující mozek

„Neustále hledáme kvalitní studenty a studentky,“ říká vedoucí výzkumné skupiny Ján Antolík. „Mozek je podle mě ten nejzajímavější a nejsložitější objekt ke zkoumání. My se navíc věnujeme zraku, což je opět podle mě ten nejzajímavější z lidských smyslů, protože člověk je primárně tvor vizuální. S nástupem umělé inteligence se to navíc vše umocňuje a skutečně může dojít k velkým objevům. A teď nemyslím jen rozvoj poznání, jak mozek a zrak funguje, ale může to mít i praktické dopady, kdy bychom mohli navrátit zrak milionům lidí po celém světě, a to je nesmírně naplňující.“

V kontextu moderního konceptu „digitálního dvojčete“ se snažíme vytvořit přesný digitální obraz našeho zraku.

Počítačové vidění a strojové učení v medicíně: Nahradí lékaře?



Strojové učení je velmi živá oblast v lékařském zobrazování. Tým docentky Eleny Šikudové z Matematicko-fyzikální fakulty UK vyvíjí metody, které usnadní lékařům diagnostiku glaukomu nebo některých patologií rohovky. Věnují se i metodě pro včasné odhalení zhoršení kognitivních funkcí u pacientů s podezřením na Alzheimerovu chorobu.

TEXT Tereza Kůstková
FOTO Veronika Vachule Nehasilová

Můžete přiblížit podstatu vašeho výzkumu?

V medicíně existují různé typy obrázků. My se soustředujeme pouze na obrázky z kamery, nezkoumáme MRI, CT nebo

rentgenové snímky. Zaměřujeme se například na analýzu obrazů očního pozadí pomocí konvolučních neuronových sítí. Konkrétně se věnujeme segmentaci terče zrakového nervu a diagnostice glauko-

mu. Kromě toho jsme ve spolupráci s Fakultní nemocnicí Královské Vinohrady vyvinuli aplikaci, která automaticky vyhodnocuje přítomnost a rozsah patologické neovaskularizace rohovky na

základě snímků. Lékaři mohou snímky prohlížet, porovnávat a vyhodnocovat v jednoduchém uživatelském rozhraní.

Stanovuje v některých případech počítač diagnózu?

Ne. Propojení našeho výzkumu s medicínou je náročnější v tom, že všechny metody musí projít schvalovacím procesem, není to tak, že něco naprogramujeme a lékař to začne používat. Například když lékař vyšetří oko oftalmoskopem, může udělat snímky, které pak dále analyzuje. Vidí žíly a cévy, oční nerv, ale vidí i různé defekty, z nichž lze zjistit, jestli člověk trpí určitou chorobou, nebo ne. Náš výzkum se zaměřuje na přípravu těchto dat pro další analýzu. Snažíme se identifikovat cévy a následně použít metodu, která cévy odstraní, takže výsledek, tedy stanovení hranic oblastí, podle kterých následně lékař diagnostikuje případný defekt, je mnohem přesnější. Je to ale pouze pomocná metoda. Počítač nestanovuje diagnózu, to stále dělá lékař.

Jaký je při výzkumu a ve fázi strojového učení poměr spolupráce vás jako informatiků a lékařů?

Někdy není přímá spolupráce s lékaři nutná, protože databázi, se kterými můžeme jako informatici pracovat a jsou na internetu volně k dispozici, existuje spousta. Obsahují dostatečné množství popsaných snímků, v tomto případě konkrétně zdravého a nemocného oka, na kterých můžeme stroje trénovat.

Kolik obrázků musíte stroji dát, aby se metodu naučil?

Záleží na metodě. Některé metody tolik obrázků nepotřebují, protože je do nich zapojena nějaká přidaná myšlenka, součástí je lidský rozhodovací proces. U jedné z našich metod, kde jsme postupovali metodou hlubokého učení, jsme potřebovali tisíce obrázků.

Jak poznáte, že se stroj metodu naučil? Že už se na něj můžete spolehnout?

Na to jsou právě užitečné databáze, kde je na obrázcích určeno například to, co je nebo není céva. S touto databází, očekávanou hodnotou, se různými metrikami porovnávají výstupy ze strojového učení. Čím je výstup blíže očekávané hodnotě, tím je metoda líp naučená.

Jak dlouho proces učení trvá?

U hlubokých sítí to můžou být i dny, než se je stroj naučí. Ale vymyslet celou metodu, natrénovat, udělat všechny experimenty, je práce tak na půl roku nebo i víc.

Jaké jsou největší výzvy a překážky, které musíte překonávat?

Je důležité, jak kvalitní jsou obrázky, s nimiž pracujeme, a jak kvalitní jsou anotace, tedy popis základních vstupních dat. Pokud jsou tato data chybná, stroj se naučí metodu špatně. Dostat správné anotace je zásadní, přitom požadovat po lékaři, aby vám detailně a přesně popsal tisíce obrázků, je komplikované. Proto se většinou soustředujeme na obrázky z databází, které jsou volně k dispozici na internetu.

V jakých oblastech medicíny je největší potenciál využití metod strojového učení?

V podstatě u všech zobrazovacích metod – CT, MRI a podobně. Ale metody lze využít i jinde. S jedním našim Ph.D. studentem jsme se nedávno začali věnovat včasnému odhalení a sledování procesu zhoršování kognitivních funkcí pomocí Rey-Osterriethovy komplexní figury, co je zásadní pro účinnou intervenci a léčbu Alzheimerovy choroby. Tento test vyžaduje, aby pacienti reprodukovali složitý geometrický obrazec. Zkoumáme možnosti automatizovaného vyhodnocení kvality reprodukce obrazce u pacientů.

Pacient má za úkol překreslit po třech a po třiceti minutách zpaměti obrázek, který si předtím po určenou dobu prohlížel. Následně se vyhodnocuje variabilita těchto obrázků a podle dosaženého skóre lékař určí riziko možného rozvoje Alzheimerovy choroby.

Momentálně jsme ve fázi, kdy se na základě analýzy snažíme vygenerovat syntetická data, abychom měli více obrázků pro trénování. Následně pak procesem strojového učení budeme počítače trénovat na vyhodnocování reálných obrázků, klasifikaci a přiřazení skóre. Odhaduju, že vývoj této metody bude trvat ještě zhruba rok.

Jak vidíte budoucnost vašeho oboru? Budou se podobné metody v medicíně používat rutinně?

Doufám, že ano, ve smyslu, že budou doktorům pomáhat. Ne že lékaře zcela nahradí. Detekce nemocí je opravdu vel-



doc. RNDr. Elena Šikudová, Ph.D. Působí na Katedře softwaru a výuky informatiky MFF UK. Zabývá se počítačovým viděním a zpracováním obrazu. Kromě toho se specializuje na aplikace počítačového vidění v medicíně, vyučuje předměty Počítačové vidění a Strojové učení v počítačovém vidění (a další výběrové předměty) a úspěšně odvedla přes stovku diplomantů a bakalářů zejména v oblasti zpracování obrazu a počítačového vidění.

ký pomocník zejména v oblastech, kde není dostatek odborníků, kde je velký problém najít někoho, kdo by zanalyzoval data. Pokud bude k dispozici automatická metoda, která ze získaných dat vyhodnotí, kdo je zdravý a kdo už být nemusí, i to pomůže. Lékař se nemusí dívat na všechno, podívá se podrobněji pouze na podezřelé případy. Takže podle mě toto je směr, odlehčit lékařům. Stejně tak u celonárodních screeningů, kde se vyhodnocují obrovské objemy dat, anebo v rozvojových zemích, kde není dostatek specialistů a data k vyhodnocení se odesílají jinam.

Podarilo se vám něco z výstupů vašeho výzkumu komercializovat, patentovat?

Zatím ne. Děláme v podstatě základní výzkum. Jsou firmy, které mají právníky, finance, zástupce programátorů. Já mám dva studenty. Možná bychom jim své výstupy mohli nabídnout k dalšímu komerčnímu využití. Já osobně si do toho jít netroufám.

Naučili jsme úřady sdílet data

Veřejná správa shromažďuje a pracuje s obrovským množstvím dat. I ta, která nepodléhají utajení, jsou cenným zdrojem informací, k nimž by měla mít přístup vědecká a novinářská komunita i široká veřejnost. Za změnou v přístupu veřejné správy a vybudováním datové infrastruktury ČR stojí i Martin Nečaský a Jakub Klímek z Katedry softwarového inženýrství MFF UK.

TEXT Helena Zdráhalová FOTO Veronika Vachule Nehasilová



Ve Spojených státech nebo ve Velké Británii to tehdy bylo žhavé téma. Kolem roku 2010 se začalo napříč státy hovořit o takzvaných otevřených datech a jejich sdílení online. Česká republika se však do systematické správy a zveřejňování dat příliš nehrnula. „Tehdy jsme s jedním doktorandem pracovali na tématu, které se týkalo zdravotnictví. Potřebovali

jsme kvůli tomu veřejná data, která shromažďuje Státní ústav pro kontrolu léčiv. Po dlouhých vyjednáváních jsme je nakonec dostali na céděčku. Dnes byste si je během chvilky legálně stáhla z internetu,“ vzpomínal Martin Nečaský.

A že to jde, je zásluhou iniciativy jeho týmu. Po této zkušenosti totiž začali uvažovat nad tím, jak přimět tuzemskou veřejnou správu, aby data, která nepodléhají utajení, volně sdílela na internetu, a ještě navíc jednotným způsobem. S tím totiž skupina softwarových vývojářů a architektů kolem Nečaského uměla pomoci.

Daty proti korupci

Proč je to potřeba, se rozhodli ilustrovat na konkrétním projektu. „Tehdy se často řešilo téma korupce a boje s ní. Proto jsme začali tlačit na to, aby se zveřejňovala data o veřejných zakázkách. Kontaktovali jsme starosty, kterým bylo téma transparentnosti blízké. Vytvořili jsme doménu Opendata.cz. Zaujalo to média. Přes tuto iniciativu jsme se snažili dostat až na centrální úroveň, a nakonec se to podařilo. V roce 2013 jsme začali spolupracovat s ministerstvem vnitra,“ vzpomínal Martin Nečaský, jehož tým dnes stojí za vybudováním české datové infrastruktury, což pomáhá rozvoji vědy a výzkumu, podnikání i zvyšování důvěry občanů ve stát, když transparentně sdílí informace o svém fungování.

Z akademie do praxe

Přimět úřady sdílet svoje data je jedna věc, jak na to, je ale věc druhá. A to byl úkol pro Jakuba Klímka. „Byl jsem Martinův doktorand, věnoval se tématu konceptuálního modelování dat. Když byly úřady konfrontovány s tím, že by měly otevírat data, začaly řešit, jak. Vznikla poptávka po tom, aby data stejného typu různé úřady publikovaly stejným způsobem, aby je pak případný zájemce mohl snadno stáhnout a hned s nimi pracovat. A k tomu se právě principy z datového modelování hodily. Vznikla řada takových jednoduchých standardů a návodů, o tom, jak takovým datovým sadám říkáme a jak mají vypadat,“ vysvětlil Jakub Klímek a ilustroval tím, jak efektivně lze propojit akademický výzkum s praktickým využitím.

Zákon roku

Tým z Katedry softwarového inženýrství MFF UK se zapojil i do zákonného zarámování tématu otevřených dat,

když se spolu s legislativci z ministerstva vnitra podílel na návrhu novely *Zákona o svobodném přístupu k informacím*, který pojem otevřených dat v roce 2014 zavedl. Jejich novela pak vyhrála dokonce anketu Zákon roku.

Od roku 2015 se pak tým z Matfyzu zapojil do vývoje softwarového řešení Národního katalogu otevřených dat, jehož smyslem je udělat si takový velký celostátní úklid v otevřených datech. Softwarové řešení katalogu je dostupné jako open-source a stále se na něm učí nové generace studujících. Otázky, které vycházejí z jeho využívání v praxi, se pak zase zpátky promítají do formování výuky už i bakalářského studia na MFF UK. A že se jedná o úspěšný projekt, ukazuje i to, že se na tým, který ho postavil, obrátilo slovenské ministerstvo investic, regionálního rozvoje a informatizace, které by chtělo vytvořit slovenskou verzi.

Digitální trh

V současné době je v legislativním procesu návrh *Zákona o správě dat a o řízeném přístupu k datům*, který se zaměřuje na obecné povinnosti v oblasti správy všech dat, tedy i těch utajovaných. Pravidla využívání dat veřejné správy musí Česká republika implementovat do své legislativy na základě nařízení Evropské unie *Data Governance Act*. „O tomto tématu se tolik nemluví, ale Evropská unie se zabývá sjednocováním i v oblasti digitálního trhu. Všichni známe GDPR, což bylo jedno z velkých témat řešených na úrovni EU, které se týkalo ochrany dat. Od té doby ale vznikají další nařízení, která se týkají naopak sdílení dat, a to nejen otevřených, ale i polozavřených nebo zavřených, abychom je mohli efektivně využívat pro byznys napříč celou Unií, protože v tom Unie ztrácí,“ podotkl Martin Nečaský.

Na základě nového zákona by se měl zmíněný katalog transformovat v Národní katalog dat, v němž už budou katalogizovaná všechna data veřejné správy. Zákon přesně vymezí, kdo a za jakých podmínek se k těm neveřejným bude moci dostat. „Pokud například výzkumník z Univerzity Karlovy bude potřebovat nějaká detailnější data, která nejsou otevřená, a zažádá o ně přesně definovaným mechanismem, který zákon zavede, může je získat,“ podotkl Martin Nečaský.

doc. Mgr. Martin Nečaský, Ph.D. Absolvent Matematicko-fyzikální fakulty UK, kde dnes vede Katedru softwarového inženýrství a vyučuje softwarové inženýrství a architekturu. Jako datový expert dlouhodobě spolupracoval s ministerstvem vnitra, od roku 2024 ve spolupráci pokračuje s Digitální informační agenturou, na níž úkoly spojené s digitalizací veřejné správy přešly z ministerstva. Byl zapojený v několika evropských výzkumných projektech, spolupracoval s komerční sférou. Působil jako hostující profesor na University of Passau v Německu.

doc. RNDr. Jakub Klímek, Ph.D. Absolvent Matematicko-fyzikální fakulty UK, kde patřil mezi studenty Martina Nečaského. Zaměřuje se na standardizaci dat na webu a datovou interoperabilitu. Své dovednosti uplatňuje v národním i mezinárodním výzkumu zaměřeném na otevřená data a v projektech aplikovaného výzkumu.

Jak bioinformatici pomáhají hledat

příbuzné



Ing. Michaela Nekardová, Ph.D. Působí jako vědecká spolupracovnice Policie ČR. Je hlavní autorkou projektu Implementace forenzní genetické genealogie a forenzní genomiky do kriminalistické praxe PČR a řešitelkou souvisejícího projektu bezpečnostního výzkumu Ministerstva vnitra na Kriminalistickém ústavu.

doc. RNDr. David Hoksza, Ph.D. Z Katedry softwarového inženýrství MFF UK je zodpovědný za bakalářský a magisterský program Bioinformatika, na kterém se rovnocenně podílí PČF a MFF UK. Zároveň je garantem doktorského studijního programu Bioinformatika a výpočetní biologie.

Genetická genealogie – hledání příbuzných pomocí analýzy DNA – je stále oblíbenější volnočasová disciplína. Díky vzájemné spolupráci Kriminalistického ústavu a Matfyzu UK vzniká výzkumná platforma, která vedle dalších cílů poslouží i pro vývoj bioinformatických nástrojů pro forenzní genetickou genealogii.

TEXT Pavla Hubálková FOTO Veronika Vachule Nehasilová

Před téměř dvaceti lety vznikl na Kriminalistickém ústavu projekt Genetika a příjmení, jehož cílem bylo shromáždit reprezentativní vzorek české mužské populace pro účely populačně genetických studií Y-haplotypů. Projekt postupně přinesl řadu zajímavých výsledků, nicméně původní veřejně dostupné databáze Y-haplotypů, umožňující účastníkům přístup k jejich datům, již nebylo možné z různých důvodů využívat. „Proto padlo rozhodnutí vytvořit vlastní databázi s webovým rozhraním, které bude kombinovat využití pro interní výzkumné účely s přístupem probandů k jejich datům a současně splňovat soudobé požadavky jak na přívětivé uživatelské prostředí, tak na přísnou ochranu osobních údajů,“ říká Michaela Nekardová z Kriminalistického ústavu.

„Projekt nás okamžitě zaujal – na první pohled může vypadat velmi jednoduše, ale z pohledu informatika je zřejmé, že takový systém vyžaduje skutečně komplexní řešení,“ vzpomíná na začátek spolupráce v roce 2020 bioinformatik David Hoksza z MFF UK. Vývoj nové databáze se tak stal jedním z projektů v rámci předmětu *Týmový softwarový projekt*, ve kterém čtyř až šestičlenné skupiny studentů a studentek devět měsíců pracují na reálných softwarových výzvách.

Komplexnější než se zdá

„Nová výzkumná databáze DNA profilů ukázkově kombinuje různé znalosti a přístupy ze softwarového a datového inženýrství a bioinformatiky,“ komentuje David Hoksza. Studenti tak v rámci projektu museli řešit například samotný sběr a zabezpečení dat, bioinformatickou analýzu, vizualizaci výsledků, ale

například i možnost zpřístupnění anonymizovaných dat pro další výzkumy.

Výstupem bude uživatelský web, kam zájemci mohou nahrát svůj Y-STR profil a získat seznam DNA shod s dalšími muži v databázi. Na webu je pro uživatele dostupná například i mapa distribuce Y-haploskupin a příjmení nebo fylogenetický strom. Administrátoři mají k dispozici rozšířené rozhraní pro správu systému, které umožňuje vytvářet uživatelské účty, prohlížet a editovat data uživatelů a vytvářet exporty dat pro spolupracující třetí strany. Velký důraz byl kladen na zabezpečení citlivých genetických dat a možné budoucí aktualizace a rozšiřování. „Od začátku o nové databázi přemýšlíme jako o modulárním systému,“ dodává Michaela Nekardová.

Chromozom Y se dědí podobně jako příjmení v mužské linii, a proto lze hledat vztahy pouze mezi otcovskými liniemi. Genetická genealogie ale pracuje s dalšími typy genetických profilů, primárně testováním autozomální DNA, což umožňuje najít DNA shody ze všech rodičovských linií. Vzájemným porovnáním a doplněním rodokmenů lze pak dohledat společné předky až šest generací do minulosti. Klíčovým faktorem procesu je IBD algoritmus (identical by descent), který umožňuje najít shodné úseky DNA, společné dvěma nebo více lidem. Jedním z cílů spolupráce s MFF UK je tento algoritmus vyvinout i pro výzkumnou databázi DNA profilů.

Nová výzkumná databáze DNA profilů ukázkově kombinuje různé znalosti a přístupy ze softwarového a datového inženýrství a bioinformatiky.

Dvě povedené bakalářky

Na výsledky týmového softwarového projektu navázaly i dvě bakalářské práce. Ta první se zaměřila na zmapování systému forenzní genetické genealogie z pohledu bioinformatiky. „Vznikla skutečně komplexní analýza procesů forenzní genetické genealogie včetně přehledu typů analýz, ale například i komerčně dostupných nástrojů, která má sloužit jako manuál pro programátory,“ chválí Nekardová. Druhá bakalářská práce se zaměřila na možnosti správy a vizualizace populačních genetických dat. Výstupem je tabulkové zobrazení, které forenzní genetici mohou využívat pro efektivnější vizualizaci a práci s DNA profily.

V USA bylo od roku 2018, kdy se tam forenzní genetická genealogie začala široce používat, vyřešeno více než tisíc vražd starých i několik desetiletí. V Evropské unii musí členské státy nejdříve přijmout příslušné legislativní změny, ve většině zemí zatím probíhají jen pilotní studie identifikace neznámých ostatků nebo hledání pachatelů vražd. „Jen v Česku je od devadesátých let zhruba 500 nevyřešených vražd a u třetiny nejsou identifikovány ostatky,“ líčí Michaela Nekardová.

Genetickou genealogii využívá také mnoho lidí narozených z darovaných vajíček či spermií pro hledání biologických rodičů a sourozenců. České zákony totiž nařizují bezvýhradnou anonymitu a zdravotnická zařízení nemohou poskytovat informace, které by vedly k identifikaci dárců nebo příjemců. A někteří dárci nebo potomci touží poznat své příbuzné, a pátrají „na vlastní pěst“.

Kriminalistický ústav ve spolupráci s Matfyzem jednoznačně plánuje pokračovat. „Ačkoliv má Kriminalistický ústav statut vědecko-výzkumné instituce, věda a výzkum představují spíše okrajovou část jeho činnosti, a proto se neobejde bez těsné spolupráce s akademickou sférou. Kriminalistický ústav vlastní bioinformatiky nemá,“ sdílí Michaela Nekardová. Konkrétně plánují především vylepšovat a rozšiřovat současně možnosti databáze.



Vznešené myšlenky nemusí v praxi fungovat

Nahlédl do pracovní rivality v americké agentuře NASA, prošel zkušenostmi ve Švédsku i Německu, nedá však dopustit na atmosféru domovského Matfyzu. „Ohromně si vážím toho, že můžu u nás na fakultě za kýmkoliv zajít a říct si mu o radu k tématu, ve kterém se zrovna potřebuji přiučit,“ říká odborník na vestavěné systémy profesor Tomáš Bureš.

TEXT Jiří Novák FOTO Hynek Glos

Vaši specializaci jsou vestavěné (embedded) systémy. Představte nám, oč vlastně jde.

Vestavěné systémy jsou systémy, které potkááte už v rámci nějakých zařízení. Když si dnes sednete do auta, máte v něm už dnes okolo stovky mikro-počítačů. Stejně jako víceméně v každé libovolné elektronice. Jsou totiž navrženy k tomu, aby plnily jednu účelovou věc a je podstatné, aby byly co nejmenší a spotřebovávaly co nejméně energie.

U aut jsou například systémy, jež musejí fungovat v podstatě neustále. To, že můžete k autu přijít a zmáčknutím ovladače si otevřete dveře, znamená, že tam je nějaký mikropočítač, který je v pohotovosti. Musí být připraven kdykoliv auto otevřít. Ale teď si představte, že necháte auto venku nebo v garáži tři týdny – takže zároveň potřebujete, aby vám systém za tu dlouhou dobu nevyplýtl autobaterií. To značí, že je optimalizován, aby bral velmi málo elektřiny.

Milovníci aut teď při vašem vyprávění nejspíše nostalgicky zavzpomínají na dobu, kdy auta nebyla tolik závislá na elektronice...

Dnešní automobily samozřejmě umějí fungovat i ve chvíli, kdy je nějaký z těch systémů vyřazený; dnešní auto je poměrně sofistikovaný systém. Ona se ta sofistikovanost přenáší i na jednotlivé malé subsystémy. Každá komponenta o sobě umí říct, jestli dobře funguje a co na ní případně nefunguje. Když přijedete do servisu, technici připojí k autu konektor, načez auto prozradí, co vše v něm nefunguje optimálně. A dnes tyhle subsystémy zvládnou sdělit nejen, co se jim nezdá na jejich funkcích, ale umějí upozornit i na nedostatky ostatních systémů.

Dnes už systémy aut kontrolují i samotné řidiče: jestli mají zavřené dveře, zda jsou připoutáni... Dočkáme se někdy skutečně plošného zavedení autonomního řízení?

Největší brzdou autonomního řízení je otázka právní odpovědnosti při způsobené nehodě. Určit, kdo bude zodpovědný. To je podle mě důvod, proč to ještě není rozšířené. Systémy budou chybovat, to je nevyhnutelné, protože se stále učí. I lidský řidič chybuje, jenže v jeho případě se dá okamžitě ukázat prstem na viníka. A navíc jako člověk nesete kůži na

trh s rizikem, že se taky můžete zabít, když chybuje. Systém tuhle zodpovědnost nemá. A to je ten největší problém. Je třeba si také uvědomit jednu věc – autonomní řízení se testuje ve velmi dobře definovaném prostředí. A v momentě, kdy s ním vyjedete řekněme na okresku na Vysočině, kde chybí část krajnice, za špatného počasí a před vámi nečekaně přeběhne zajíc...

To je jistě něco úplně jiného. Jasně. Automobilový průmysl je asi tím odvětvím, se kterým se při vašem výzkumu asi setkáváte vůbec nejčastěji, ne?

Dá se říct, že ano. Vždy máte nějaké tradiční partnery do projektů, s kterými se setkáváte a tak trochu pronikáte do praxe. Jednou z největších bolestí výzkumu je, že častokrát věci nemají přímou aplikaci, a tím bývá jejich impakt potenciálně nízký. Ačkoliv je pro nás jako vědní obec důležité, abychom rozvíjeli základní výzkum, který nutně nemá okamžitě přímé aplikace, je tu též určitá společenská povinnost jakéhokoli výzkumu mít společenský impakt. Častokrát se stane, že když začnete spolupracovat s nějakou firmou na aplikovaném projektu, najednou zjistíte, že věci, které vám přišly triviální, v praxi triviální nejsou, neboť tam jsou omezující podmínky, které vás nikdy ani nenapadly. A že vaše vznešené myšlenky se úplně nehodí, protože oni prostě řeší jiné problémy! A to je vždy taková velká srážka s realitou.

Třeba v Číně už vzniká městečko, kde jezdí autonomní vozy, domy řídí chytrá domácnost a vše na ulici ovládá počítač. Je tohle budoucnost vestavěných systémů?

Vestavěné systémy do určité míry mají schopnost optimalizovat leccos. Já si třeba myslím, že kdyby se v některých úsecích (silnic) zavedlo autonomní řízení, najednou se ukáže, že tam potřebujete polovinu dopravní infrastruktury, protože se systém dokáže lépe koordinovat a nedělá tak zbytečné věci jako lidští řidiči. Dopravní zácpy totiž zpravidla vznikají tak, že někdo prudce zabrzdí, což se přenese na řidiče za ním, a najednou všichni zastaví. Tohle by se nestávalo, systémy by dokázaly mnohem efektivněji využít infrastrukturu. Jsem přesvědčen, že v momentě, kdyby se zavedlo povinně autonomní řízení, zmizí dopravní zácpy. Jenže pak je tu další aspekt – do jaké míry chcete na takové systémy spoléhat? Protože zákonitě se časem objeví nějaký výpadek, a najednou to celou společnost paralyzuje. Stačí vzpomenout na přerušení dodavatelských řetězců během covidu. Ukázalo se, že příliš mnoho firem spoléhá na import z Číny, a když se náhle přeruší, postihne to klidně celou globální ekonomiku.

Nejsme tedy už příliš závislí na všech systémech okolo nás?

Závislí určitě jsme. A samozřejmě je to jedna z věcí, která nás trápí i jako pedagogy. My bychom vlastně potřebovali začít trochu jinak učit. Dříve bylo učení

založené na memorování, ale to už přeci dlouhou dobu není třeba, když si všechno najdete po dvou klicích na Wikipedii. Dávno už by učení mělo být více o sbírání a třídění informací. A teď nově, kdy se objevily velké jazykové modely (LLM), tak už nemáte potřebu informace ani sbírat ani třídít, protože vy vlastně jenom zadáte dotaz a ten model vám dá často i dobrou odpověď. Takže teď už to na jednou není ani o schopnosti vyhledávání a třídění informací, nýbrž o schopnosti ověřování informací a kritického myšlení. Model je schopen nabídnout různé alternativy, ovšem já sám už musím rozeznat, která z nich je ta správná.

Jaký máte názor na schopnosti dnešních jazykových modelů, tedy AI?

Samotný prazáklad umělé inteligence, což jsou v podstatě neuronové sítě, je znám už desítky let. Když jsem nastupoval na doktorát v roce 2002, už byly neuronové sítě chápány skoro jako uzavřená věc. Ta teorie byla již víceméně vyzkoumaná a ukazovalo se to trochu jako „slepá větev“. Protože to bylo výpočetně náročné a nikdo to neměl a neuměl pořádně spočítat. A pak se najednou objevily výpočetní prostředky, silné grafické karty a podobně a ukázalo se, že lidé najednou uměli daný problém přeformulovat tak, aby se to dalo dobře a rychle spočítat. Najednou se objevily všechny toolboxy, které uměly rozpoznávat obrázky a bylo jednoduché je nainstalovat a použít. A pak se to zase začalo lehce dostávat do stavu stagnace.

A posléze se objevily jazykové modely jako *Chat-GPT*. Najednou jste měl k ruce něco, s čím jste si mohl normálně povídat, a bylo to schopné dělat i logickou linku. Můžete zadat třeba i těžký logický problém – a ono jej opravdu správně zdůvodní! A to je vážně fascinující – a nebudu zastírat, že nás to vlastně zaskočilo. My AI teď běžně používáme a integrujeme do výzkumu a výzkumných projektů. Naskočili jsme na týž vlak, ale kdybyste se mě zeptal před deseti lety, tak bych vám řekl, že je nesmysl, aby počítače zvládly takhle „přemýšlet“.

Ale ani jazykové modely ještě nejsou dokonalé, takzvaně „halucinují“ a podobně.

Můžete se s nimi bavit intelektuálně o věcech, které si přečtete, protože to je to, s čím oni umějí pracovat. Ale na druhou stranu se ukazuje, že je pro ně velmi těžké napodobit nějakou praktickou zkušenost. Já si třeba jako hobby našel truhlářinu; baví mě to, je to taková určitá výpusť od toho, jak člověk celý den sedí u počítače. A to je typicky činnost, kterou když nějaký čas děláte, tak se mě pak můžete zeptat na věci, jak co udělat, jak držet náradí a podobně, jak se u toho postavit... Mám tu zkušenost, protože jsem si tím musel osobně projít – i se všemi chybami a omyly. To vás těžko naučí někdo, kdo si tím samým už neprošel.

A tohle vám (AI) systém nemůže zprostředkovat. Přestože už jsou dnes třeba i truhláři, kteří ukazují svoje zkušenosti na YouTube. Ale z toho si mů-

žete odnést jen takovou poloviční zkušenost. Stroj nemá hmatatelnou zkušenost „vzít věc do ruky“. Takže v momentě, kdy se ho začnete ptát na praktické zkušenosti typu „jak držet dláto“ nebo „jak se postavit k ponku“, zaženete ho do úzkých. Začne vám dávat generické odpovědi, ale vlastně nebude schopen říct, jak se správně rozkročit a správně to dláto uchopit. Také proto, že každé dláto je jiné, každý ponk je jiný, každý kus dřeva je jiný. To je zkušenost, jíž nedokážete zprostředkovat načtením knížek ani sledováním videí. Ne. Je to o hmatu a pocitu z konkrétního nástroje i materiálu.

Je to takový nepraktický chytrolín.

V těchto praktických věcech jsou systémy umělé inteligence totálně nemožné. A proto si nemyslím, že by mohly ovládnout svět, jak se líčí ve sci-fi filmech. Ale v čem si myslím, že můžou mít negativní efekt na lidstvo je, že AI naučíme mnoho věcí s bláhovou představou o tom, že my už to nebudeme potřebovat umět. Prostě ztratíme schopnost některých základních úkonů, což se už v historii mimochodem mnohokrát stalo. Jenže když pak systémy přestanou být funkční či budou mít výpadek, bude me bezradní. A není to tak, že by nám stroje podrazily nohy, my si nohy podrazíme sami svojí vlastní pohodlností. To ovšem neznamená, že bychom měli vyrazit a začít systémy bořit nebo je zakazovat. Měli bychom ale být schopni kriticky nahlížet, kde jsou limity a kde to nějakým způsobem začíná mít negativní efekt na nás.

Kdysi jste působil v NASA AMES Research Center. Co vám to dalo pro vaši práci?

Profesně to bylo samozřejmě zajímavé. Ale paradoxně mi to dalo takovou, řekněme, větší úctu k Evropě, poněvadž najednou pochopíte až přehnanou kompetitivnost, která v USA zkrátka je. A to je prostředí, v němž nechcete dlouhodobě pracovat. Je to podle mě až příliš toxické. Například jsem se stal svědkem situací, kdy se „hrálo“ o rozpočet a bylo jasné, že se některá (výzkumná) oddělení budou zavírat, takže všichni museli podávat interní projekty. A vznikla i bizarní situace, kdy tiskárna pro obě oddělení byla na chodbě a vy i oni jste se báli něco vytisknout, aby vám to někdo z druhého týmu nesebral, než tam dojdete! V momentě, kdy se dostanete do takovéhle situace, tak si myslím, že je prostě lepší se zastavit.

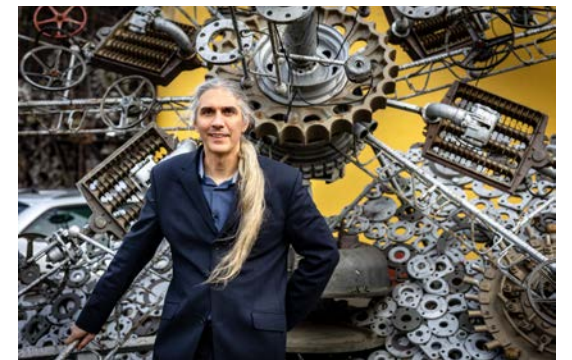
Proto si ohromně vážím, že u nás na fakultě, na Matfyzu, můžu zajít za kýmkoliv a říct si mu o radu k tématu, ve kterém se zrovna potřebuji přiučit. A mí kolegové se nebojí sdílet myšlenky, protože to obohatí obě strany a zároveň si věříme, že když budu podávat evropský projekt, nevezmu si od nich jen jejich myšlenky a „nepřelepím“ je svojí jmenovkou, ale naopak, že jim nabídnou, jestli by se mnou nechtěli na projektu také participovat. V Evropě se ještě nesnažíme soutěžit na dřevě a přes mrtvolu, jak tomu bývá v USA nebo v Číně.

Kde se vám ještě líbilo?

Rád vzpomínám na zkušenost coby postdoktorand ve Švédsku, kdy první věc, o kterou se zajímali, bylo, zda je všechno v pořádku a nemáme problém s bydlením nebo s čímkoliv jiným. Já tam tenkrát jel s manželkou, pro kterou bylo třeba vyřídit zdravotní pojištění. A na univerzitě se sami nabídli, že to zařídí. Protože věděli, že já se nebudu rozptylovat a budu v pohodě... Důležitá schopnost softwarového architekta je postarat se o to, že lidi ve vašem týmu jsou schopni dobře zvládat věci, které mají dělat – a že je to baví. V momentě, kdy lidem musíte říkat, co mají přesně udělat a pak to po nich ještě kontrolovat, tak jste otrávení úplně všichni. Vy potřebujete, aby lidé přicházeli s vlastními myšlenkami, nápady, a ptali se vás, jestli by nemohli udělat něco navíc. Když lidem umožníte inovovat po jejich vlastní lince, nebo si třeba vybírat, jaké technologie by chtěli používat, pak je to bude o to víc bavit.

Kdy začalo bavit programování vás? Jaká byla cesta k tomu, co děláte dnes?

Za to může moje maminka, která mě v šesti nebo sedmi letech zapsala na programovací kroužek v místním Domě dětí a mládeže (DDM). Dělal jsem tehdy něco v jazyce *BASIC*, což je takový základní programovací jazyk, spíše výukový. A mně to vůbec nešlo! Snad půl roku jsem se s tím hrozně pral a říkal mamince, že už na tenhle kroužek chodit nechci... A ona ne že by mě tam nutila chodit, ale vždycky mne tak jakoby chlácholila, že mi to pak bylo vnitřně i hloupé tam zase nejt, takže jsem na kroužek vždycky nakonec dorazil (*směje se*).



prof. RNDr. Tomáš Bureš, Ph.D.

Působí na Katedře distribuovaných a spolehlivých systémů MFF UK. Jeho zahraniční působení zahrnuje doktorandskou stáž v NASA AMES, roční postdok na Mälardalen University ve Švédsku a třísemestrální pozici hostujícího profesora na mnichovské LMU. Ve výzkumu se zaměřuje na dynamické softwarové architektury a self-adaptivní systémy. Za tento výzkum získal několik ocenění. Působil či působí jako spoluřešitel řady mezinárodních výzkumných projektů a bilaterálních projektů smluvního výzkumu s průmyslem.



Mgr. Tomáš Petříček, Ph.D.
Po absolvování Matematicko-fyzikální fakulty UK dokončil doktorát na University of Cambridge (2017) a zároveň působil coby postdok na Microsoft Research Cambridge. Pracoval též na Alan Turing Institute (2016 až 2020) a vyučoval na University of Kent (2018 až 2022), než se vrátil na Matfyz, kde nyní působí na Katedře distribuovaných a spolehlivých systémů. Letos mu v nakladatelství Cambridge University Press vyjde kniha *Cultures of Programming*. Jeho otcem je významný filozof profesor Miroslav Petříček z FF UK.

„Zajímá mě, jak umožnit lidem podívat se, co programy, které používají, vlastně dělají, případně je upravit tak, aby fungovaly dle jejich představ,“ říká Tomáš Petříček z Katedry distribuovaných a spolehlivých systémů MFF UK. Brzy vydá knihu o historii programování.

TEXT Jiří Novák FOTO Vladimír Šigut

S vizí dívat se na programování jinak

Ačkoliv pochází z rodiny dvou filozofů (otec Miroslav je významnou osobností Filozofické fakulty UK), sám se vydal směrem mimo humanitní vědy. „Můj přístup ke knihám je asi takový, že když se podívám na polici, tak hned vidím, do kolika banánových krabic se vejdu,“ směje se s nadsázkou Tomáš Petříček, jehož novou knihu se pod názvem *Cultures of Programming* chystá v letošním roce vydat Cambridge University Press.

Oč půjde? „Bude to snaha podívat se na historii programování a interpretovat vývoj jako interakci různých pohledů na to, co programování vlastně je,“ shrnuje obsah díla vědec, jenž v letech 2011 až 2017 studoval na elitní britské univerzitě v Cambridge doktorát... a v Anglii nakonec strávil přes deset let! Mimo jiné působil také na Alan Turing Institutu a čtyři roky vyučoval na University of Kent, než se v roce 2022 vrátil na domovský Matfyz.

Malé dějiny programování...

V nové knize nabídne pohled na programování a programovací jazyky z širší perspektivy. „V historii programování byly vždy pokusy vydat se trochu jiným směrem. V sedmdesátých letech 20. století vzniklo to, čemu se říká *objektově orientované programování*, což je dnes asi nejběžnější metodologie, s jakou se vytváří velké softwary. Tehdejší výzkumníky z Xeroxu však primárně zajímalo, jak udělat počítače tak, aby s nimi mohl interagovat kdokoli, aby díky nim mohly děti zpracovávat, co je zajímavé. Tehdy měli takovou humanistickou představu, že každý po základní škole bude umět použít počítač ke zpracování nějakých informací... To dnes vidíme jako poněkud naivní přístup; různé studie tvrdí, že musíme lidi během vzdělávání nutit projít si řadou ‚nudných‘, avšak podstatných věcí, aby se toho naučili víc,“ líčí.

Zajímavostí je, že prvními programátory byly převážně ženy. Proč? „Ve čtyřicátých letech si matematici, což byly typicky na univerzitách muži, mysleli, že programování je jen triviální záležitost, jak přepsat jejich výpočty do počítače, a tak to nechávali na sekretářkách. Pak se z toho postupně začala stávat prestižní práce a muži v dominantních pozicích zjistili, že je to důležité a prestižní – tudíž mužská záležitost. Díky tomu se o programování začalo mluvit jinak, rázem vznikaly pozice s honosnými názvy jako *software engineer*,“ vypráví Petříček.

Paralelně s tím se dle něj vyvíjela stereotypní představa programátora coby „asociálního klučiny zavřeného ve sklepe“, jenž si řeší matematické hádanky. „Ne že by to kdysi nebyla z části pravda, ale dnešní realita je zásadně jiná a programování je dnes hlavně týmová práce. A kvalitní programátor musí mít především dobrou obrazovou představivost. Existují dokonce výzkumy, které potvrdily, že člověk s lepší vizuální představivostí má také lepší předpoklady pro to, být programátorem. Dokonce platí, že když se trénujete v obrazové představivosti, tak vás to posune i jako programátora,“ vysvětluje Tomáš Petříček z Matfyzu.

... a také velká budoucnost

Tím znovu narážíme na to, co Petříčka ve výzkumu nejvíc zajímá. „Jakým způsobem umožnit lidem víc se koukat na to, co programy, které používají, dělají, případně je upravit tak, aby fungovaly podle jejich představ. A to je těžké téma z mnoha různých důvodů. Z technického hlediska musíte vymyslet, aby se člověk mohl zeptat programů, jak vlastně fungují a proč vám říkají, co vám říkají,“ vypočítává Petříček. A jako příklad uvádí současnou sociální síť: „Zajímá mě způsob, jak dát lidem možnost zeptat se, proč jim například jejich Facebook zobrazuje určité posty nebo reklamu.“ Zkrátka nahlédnout, jak to vše funguje!

Samozřejmě, že i do programování už dnes zasahuje umělá inteligence (AI), nicméně Petříček nemá obavy, že by časem lidi připravila o práci. „Nahradit programátory je lákavá věc pro některé výrobce softwaru, protože si myslí, že by to pak zvládali levněji. Pro mě jako člověka, který se snaží přemýšlet nad tím, jak by programování mohlo v ideálním světě fungovat lépe, je však AI spíše zajímavá jako nástroj, který by mohl programátorům či uživatelům část práce usnadnit anebo nabídnout nové možnosti. Hodně takových strukturálně jednodušších projektů už dnes můžete programovat tak, že budete psát požadavky pro AI a donutíte ji, aby vám program vyrobila. Uvidíme, kam se to bude vyvíjet dál,“ říká.

Ohledně budoucnosti programování má Petříček vlastní představu – nebo spíše přání: „Pro mě zajímavou otázkou je, jak nějak víc propojit to, co programátor píše, když programuje, a co se skutečně děje, když systém běží. V současnosti jsou tyhle dvě věci strašně da-

leko od sebe, a to je podle mého názoru jedna z věcí, která programování dělá těžkým, až nepřístupným,“ myslí si. Klíčové je prý dívat se na celou problematiku programování z jiného úhlu.

„Dominujícím pohledem zůstává, že programování je psaním nějakého textu, kódu. A když se na to díváte takto, tak budete mít nástroje, které vám usnadní psaní kódu a budou se na kód dívat a analyzovat, jestli jsou v něm nějaké chyby. Ale když se na programování budete dívat jako na interakci se systémem, který běží, něco dělá, a vy do toho nějakým způsobem zasahujete a měníte to, tak otázky, které si budete klást, už jsou jiného typu: Jak můžu změnit takové chování, aby to dělalo to, co sám chci? Nebo: Když to nějakým způsobem donutím, aby to dělalo to, co jsem chtěl, tak jak to poté zreplikovat? A změna toho pohledu od psaní k nějaké interaktivitě je něčím, co může vyřešit problémy, které jsou důležitější,“ míní.

Různé způsoby přemýšlení

A změnilo se vůbec nějak programování za poslední roky? „Samozřejmě. Díky novým technologiím se mění nástroje k programování, ale základní koncepty se asi úplně nemění. Je zajímavá změna, že většina programovacích nástrojů kombinuje větší množství různých přístupů. Stále zůstává základní princip, ale navíc je přidáno velké množství myšlenek, jež vznikly jinde. Dřív vám jako programátorovi stačilo naučit se jeden přístup a když jste přešel do jiné firmy, naučil se jiný, nicméně to mělo nějaké jasnější vymezení. Nyní mi připadá, že jsme se dostali k tomu, že potřebujete pochopit od všeho trochu. A na Matfyzu jsme to vždy považovali za dobrou myšlenku, takže tady u nás se studenti s různými způsoby přemýšlení potkají,“ pochvaluje si Tomáš Petříček svou *alma mater*, na niž nezřídka dojíždí na kole.

„Během dekády v Anglii jsme s rodinou často využívali letecké spojení mezi Prahou, a tak je moje ekologická stopa už asi nenapravitelná, přesto se snažím využívat ekologičtější cestování,“ vysvětluje Petříček. A dodá: „Na konferenci po Evropě se dá na hodně míst dostat vlakem a pohodlně. V létě jsme i s dětmi vyrazili spacím vlakem až do Rumunska a moc si to tak užili. A konečně, většinu mé knihy *Cultures of Programming* jsem napsal ve vlaku.“

Cloudové technologie nikdy neproberete všechny



„Největším přínosem spolupráce Matfyzu s IT firmami je předávání a propojování rozdílných zkušeností a pohledů,“ shodují se Ondřej Václavěk, který s kolegy z firmy HAVIT vyučuje v rámci semináře na MFF UK cloudové technologie, a Filip Zavoral, jenž je garantem tohoto předmětu propojovacího akademickou a firemní sféru.

TEXT Jitka Jiříčková
FOTO Vladimír Šigut

Jak tato spolupráce vznikla?

FZ: Zhruba před dvanácti lety jsme na katedře softwarového inženýrství zavedli předmět *Virtualizace a cloud computing*, jehož podstatná část je věnována virtualizaci (např. softwarové vrstvy umožňující na jednom hardware provozovat větší množství virtuálních počítačů). Menší část předmětu se pak zabývá cloudovými technologiemi – přehledem jejich typů, co umožňují a k čemu slouží – a dále také představením data center a administrací virtualizačních infrastruktur. Jedná se o zhruba tři a až čtyři přednášky za semestr, během nichž získají studující obecný přehled o principech fungování cloudových systémů. Vedle toho jsme si říkali, že by bylo nanejvýš vhodné umožnit jim, aby si cloudy prakticky „osahali“, sami si něco naprogramovali, nainstalovali, „naškálovali“ a podobně. A proto jsme založili seminář, který byl původně zamýšlený tak, že si během něj vyzkouší všechny možné cloudové platformy.

I ten jste si zajišťovali v rámci katedry sami?

FZ: Ano, ve spolupráci s doktorandem, což ale nebyl optimální model fungování kvůli jejich fluktuaci a bylo to hodně náročné na organizaci. Nejprve jsme se proto domluvili s jedním z našich absolventů a softwarovým specialistou Tomášem Hercegem, že převezme část semináře věnovanou cloudové platformě Azure. Kvůli jeho časovým možnostem ho pak vystřídal ve výuce kolega z jiné společnosti. Nějakou dobu nám seminář vyučovali lidé z různých firem, kdy se každý z nich soustředil na jiný druh cloudových platform. Od roku 2019 vedou seminář právě lidé z firmy HAVIT a zaměřují se na výuku cloudů v prostředí Microsoft Azure.

Jedním z těchto lidí, jste právě vy, Ondřeji Václavku. Co přesně učíte?

OV: Naše firma HAVIT realizuje osm až deset seminářů za semestr zaměřených na cloudové prostředí Microsoft Azure. V první hodině si studující vytvoří na této platformě účty a dostanou volné kredity, díky nimž si mohou zkusit v Azure pracovat, a představíme jim základní přehled služeb, které toto prostředí poskytuje. V dalších hodinách už jdeme do větších detailů. Například si připraví vlastní aplikaci a pokusí se

ji nasadit do Azure. Ukážeme jim, jak si připravit a nakonfigurovat prostředí. Každá hodina je typicky věnována jedné oblasti.

Platforma je tak rozsáhlá, že na ní lze učit vše o cloudech?

OV: Z mého pohledu by si Microsoft Azure zasloužil samostatný seminář, a jiná cloudová platforma, třeba od IBM, zase svůj seminář. Pro představu – dalších podobných služeb jsou řádově desítky. Cloudových služeb, které obsahuje každý jednotlivý cloud, pak jsou skutečně stovky. Za dané situace nám tedy dává největší smysl věnovat se zevrubně jedné platformě než „skákat“ a „vyzobávat“ nástroje napříč všemi možnými. I tak stihneme podrobně probrat maximálně deset těch opravdu nejzásadnějších cloudových služeb v rámci Azure.

Jste klienti Microsoftu ve smyslu, že mu můžete i dávat podněty na zlepšení jeho služeb?

OV: Je to složitější, protože existuje řada distributorů a partnerů této společnosti na různých úrovních. Jsme ovšem certifikovaným partnerem Microsoftu, takže k němu máme jakousi „přímou linku“. Pak pro nás hovoří ještě taková neformální linka: díky tomu, že HAVIT působí na trhu podměrně dlouho a firmami specializujícími se na technologie Microsoftu jsou na českém trhu řádově pouze jednotky, tak i vývojářů, kteří se zabývají Microsoftem, je poměrně málo. Čeští vývojáři jsou šikovní, přímo v Microsoftu pracuje ne úplně málo Čechů a v tamním týmu máme pár známých a kamarádů... (smích).

Azure je platforma určena spíše vývojářům než koncovým uživatelům?

OV: Pro koncové uživatele, kteří nejsou ajťáci, Azure není. Typickým zákazníkem jsou firmy, které dodávají řešení cílovým uživatelům.

FZ: Lze na to nahlížet jako na takovou stavebnici Lego – služby v Azure jsou už takové velké předpřipravené komponenty, samy o sobě hodně složité, a vývojáři nebo firmy staví z těchto komponent konkrétní software, který využívají ony nebo jejich klienti pro své účely.

Předáváte studujícím firemní know-how, které jste si v HAVIT při práci s Azure za ty roky vybudovali, protože víte, že i jim se to bude jednou v praxi nejméně hodit?

OV: Představujeme jim ty nejužívanější služby, které využíváme my, protože, jak už jsem říkal, nástrojů v Azure je tolik, že ani všechny neznáme, jelikož je nevyužíváme. Obsah výuky pozměňujeme i na základě zpětných vazeb, které nám studující dávají. A přidáváme i novinky, protože Azure samozřejmě není fixní sada služeb. Poslední dobou do ní velmi výrazně zasáhla umělá inteligence. Skrz Azure tudíž lze konzumovat například ChatGPT a další OpenAI služby a integrovat je do vlastních aplikací.

Jaké benefity výuka na Matfyzu přináší vaší firmě?

OV: Malým plusem pro nás je, že nás studující během seminářů poznají, někdo z nich k nám pak třeba přijde na pohovor a my ho zaměstnáme nebo mu umožníme stáž. Ale tím hlavním důvodem a smyslem naší spolupráce s Matfyzem, i pro mě osobně, je vrátit akademické komunitě to, co nám dala. Sám jsem nějakou dobu učil na gymnáziu, i když „jen“ volitelný seminář o programování. Snažím se předat to, co jsem se naučil. A řada mých kolegů z firmy to má stejně.

RNDr. Filip Zavoral, Ph.D.
Působí na Katedře softwarového inženýrství MFF UK. Je zodpovědný za specializaci bakalářského studijního programu Programování a vývoj software a garantem a vyučujícím řady profilových předmětů. V rámci semináře Vývoj cloudových aplikací má na starosti spolupráci se zástupci firem, kteří se na výuce podílejí.

Ing. Ondřej Václavěk
Absolvent ČVUT v Praze. Jako softwarový inženýr a vývojář pracuje již sedm let ve firmě HAVIT. Je odborníkem na cloudové technologie, držitelem řady certifikátů od Microsoft, například Microsoft Certified: Azure Solutions Architect Expert. Spolu s kolegy vede seminář Vývoj cloudových aplikací na MFF UK.



Analýzou dat k lepšímu chápání světa

O oboru data science se někdy mluví jako o nejzajímavějším povolání 21. století. Data jsou všude kolem nás a jejich využíváním dokážeme zlepšovat život jednotlivcům i společnosti. To, že se jedná o komplexní a pestrý obor, který má budoucnost, potvrzuje též Irena Holubová z Matfyzu a Dominik Matula z IT společnosti Profinit.

TEXT Pavla Hubálková FOTO Hynek Glos

Co přesně si máme představit pod pojmem „data science“?

DM: Jedná se o mezioborovou disciplínu, která kombinuje metody ze statistiky, strojového učení, datové analýzy, ale i interpretace a vizualizace s cílem získávat znalosti a poznatky často z velmi velkých a komplexních souborů dat. Data science je vlastně mostem mezi lidmi a informacemi obsaženými v datech. Datoví vědci pomáhají toto bohatství najít – a vytěžit.

IH: Datový vědec je – v nadsázce – tak trochu renesanční člověk, respektive desetibojař, který se k výsledkům dostává

doc. RNDr. Irena Holubová, Ph.D.

Působí na Katedře softwarového inženýrství MFF UK. Jejím hlavním výzkumným zaměřením jsou moderní databázové systémy a zpracování velkých, zejména multi-modelových dat. Je autorkou více než 130 odborných publikací, za které získala několik ocenění, a (spolu) řešitelkou grantových projektů financovaných GA ČR a TA ČR. Absolvovala výzkumné pobyty na La Trobe University v Melbourne a na University of Helsinki, působila také jako hostující profesor na Regensburg University of Applied Sciences a University of Passau v Německu.

Mgr. Dominik Matula

Vystudoval MFF UK se zaměřením na matematiku. Od roku 2017 působí jako Data Scientist ve firmě Profinit. Věnuje se dynamické cenotvorbě a detekci podvodného chování. Oblíbenou oblastí mu je vizualizace dat.

kombinací mnoha rozličných expertíz. Často tak na jednom projektu pracuje více lidí, kdy každý zastává určitou oblast datové analýzy.

Spolupráce Matfyzu a společnosti Profinit začala díky společnému projektu, který podpořila Technologická agentura ČR (TA ČR). Jaká byla tehdy očekávání?

DM: Profinit má ve svém mottu: „We are professionals in IT“ (čili „Jsme profici v IT“), a toho se snažíme dosahovat nejen kontinuálním vzděláváním zaměstnanců, ale i ve spolupráci s vysokými školami. Právě spolupráce s akademickými

prostředím je pro rozvoj našich znalostí, tak abychom dokázali poskytovat lepší služby zákazníkům, naprosto zásadní.

IH: A naši motivací zase bylo propojit naši akademickou expertízu v oblasti datové analýzy s cennými zkušenostmi z praxe a tuto kombinaci aplikovat na reálná data.

Analýzovali jste silně anonymizovaná bankovní data. Co bylo cílem?

IH: Chtěli jsme prozkoumat, co je možné pomocí algoritmů z oblastí, jako je podobnost dat nebo analýza sociálních sítí, zjistit ze základních bankovních dat o uživatelích, aby jim banky mohly poskytovat lepší služby.

DM: Banky totiž typicky řeší dvě věci – jak správně odhadnout riziko a jak svým klientům nabízet lepší služby, ideálně šité na míru jejich potřebám. Jenom tak budou jejich klienti spokojeni a v dané bance zůstanou. Nikdo přece nechce být zaplavován nerelevantní reklamou. Když si ovšem koupíte například letenky, asi se chystáte někam do zahraničí, že ano. Pak vám nabídka cestovního pojištění přijde i vhod. Takových indicií může být řada. A to se zatím bavíme pouze o jednotlivých událostech. Ještě daleko zajímavější bylo studovat přímé či nepřímé interakce klientů a stavět z nich pomyslnou pseudo-sociální síť.

Co vše se vám tak podařilo zjistit?

DM: Je potřeba zdůraznit, že data byla opravdu velmi anonymizovaná, ale i tak se dají zjistit zajímavé souvislosti. Veškeré bankovní aktivity vytvářejí určité typy vztahů, ze kterých, zvláště když se opakuje, lze leccos usuzovat...

Co konkrétního?

DM: Pokud zajdeme na oběd do místní restaurace a oba zaplatíme krátce po sobě kartou, je to jistá evidence, že máme něco společného, že jsme třeba kolegové. Zatím slabá evidence, mohla to být náhoda. Pokud se to ale bude tu a tam opakovat, můžeme si tím být víceméně jisti. A takových příkladů je spousta. Velice zajímavá byla schopnost rozeznat domácnost – to je pro banky velmi užitečné, umožňuje jim to chránit své klienty před předlužením.

IH: Stejně tak se dají sledovat určité režimy výběru: například bankomat u pražské Zoo je nejvíce využíván o víkendech, ty blízko barů v noci a vybírají z nich primárně určité skupiny osob – rodiny s dětmi nebo mladí, co se chodí bavit. A na nádraží vybírají téměř všichni. Z těchto informací se dají rekonstruovat sociální vazby i predikovat klientské chování. Tohle byl zatím jen výzkumný projekt, na němž jsme ale ukázali, že by něco takového šlo.

Jako „vedlejší produkt“ vaší spolupráce vznikl také vyučovaný předmět Data Science, o který mají zájem studenti napříč fakultami. Jak v reálu probíhá?

IH: Společný předmět skutečně vůbec nebyl v plánu, ale při řešení našeho projektu jsme zjistili, že vzájemná spolupráce Matfyzu a Profinitu perfektně funguje. Letos proběhl již čtvrtý ročník tohoto kurzu a počty studentů každoročně rostou. Kombinace zkušeností z reálného světa s tím akademickým je totiž pro obě strany obohacující. Nadpoloviční většinu přednášek mají kolegové z praxe, kteří sdílejí reálné zkušenosti, které ve skriptech opravdu nenajdete. A my chceme ukázat celou pestrost oboru! Součástí kurzu je i řešení vlastního data science projektu, na který studenti dostávají podrobnou zpětnou vazbu.

A jak vidíte budoucnost oboru?

DM: S rozvojem nových technologií, včetně AI, bude docházet k větší dostupnosti a využívání dat. Data jsou neuvěřitelně bohatý zdroj informací, který ještě stále není dostatečně využíván. Stále je plno oblastí, kde se s analýzou dat vůbec nepracuje. Zároveň si nemyslím, že by technologie mohly plně nahradit datové vědce; stále bude potřeba lidská expertíza, jež dokáže zvolit vhodný nástroj či si pokládat správné otázky. To získáte vzděláním a praxí.

IH: Někdy si lidé ani neuvědomují, kolik volně dostupných dat je o nich k dispozici. Ale určitě by to neměl být žádný strašák. Pokud se chováte zodpovědně, není se čeho obávat. V rámci Evropské unie nás navíc chrání i řada nařízení. Naopak větší využívání dat přinese výhody jednotlivcům i firmám, které budou nabízet kvalitnější a personalizovanější služby.



Filuta **Filip**

Má doktorát z Matfyzu a pracoval v legendárním Palo Alto Research Center, kde se v minulosti zrodilo mnoho technologických zázraků, včetně laserové tiskárny nebo počítačové myši. Podílel se na výzkumu pro agenturu DARPA amerického ministerstva obrany. Ve svém oboru se dostal tak vysoko, že mu v USA nabídli povolení k trvalému pobytu, aby poznání v oblasti umělé inteligence dál rozvíjel v amerických službách. Filip Dvořák se ale vrátil domů a založil úspěšný startup Filuta AI.

TEXT Helena Zdráhalová FOTO Hynek Glos

Čím se Filuta AI zabývá?

Zaměřujeme se na symbolickou umělou inteligenci. V předchozích dvou dekádách o ni klesal zájem na úkor subsymbolické, přitom je nenahraditelná a obrovským způsobem užitečná. Používá se například pro plně autonomní systémy ve vesmíru a pro kritické autonomní agentní systémy na zemi jako třeba při těžbě ropy. To jsou oblasti, kdy je každé rozhodnutí život-ohrožující, proto také musí být vysvětlitelné a auditovatelné. Pokud uděláte něco špatně, způsobíte přírodní katastrofu nebo někoho ohrožíte na životě, těžko obhájíte například nasazení subsymbolických neurovnových sítí, které občas chybně rozhodnutí udělají. Ve Filutovi hledáme všechny možné oblasti, kde můžeme symbolickou umělou inteligenci efektivně využívat.

RNDr. Filip Dvořák, Ph.D. Absolvent Matematicko-fyzikální fakulty UK, obor Teoretická informatika, kde také napsal svou dizertaci. Jako postdoc působil na University of Toronto. Zabývá se symbolickou umělou inteligencí. Jako vůbec první Čech působil na Palo Alto Research Center (dnes Stanford Research Institute) v Kalifornii. Pracoval pro Google, Microsoft i pro výzkumnou agenturu DARPA amerického ministerstva obrany nebo pro největšího dodavatele technologií v ropném průmyslu na světě, společnost SLB. V roce 2022 v Praze založil startup Filuta AI.

Pro investory nebo potenciální klienty prý máte sestavenou tabulku možných problémů, které umí Filuta řešit.

Tabulka vzešla ze zevrubné analýzy trhu. Hledali jsme odvětví, kde je symbolická umělá inteligence přínosná. Našeho agenta, kterého jsme vyvinuli, můžeme napojit v podstatě do libovolného systému třetí strany a nechat ho testovat jeho funkčnost. Využitelný je například pro strategické simulace, počítačové hry, automobilový průmysl nebo výzkum vesmíru.

Uvedu příklad: než coby výrobce aut vydáte update softwaru pro vaše vozy, potřebujete otestovat 20 tisíc scénářů, jak může uživatel auto používat. Naši agenti jsou schopni všechny scénáře otestovat bez toho, že by museli dostat komplexní zadání toho, co přesně dělat,

adaptují se na situaci, stačí zadat jenom cíl. Zákazníkům šetříme developer-ský čas, naši agenti nepotřebují žádnou údržbu, a také šetříme čas lidí, kteří by jinak testování prováděli.

Je to ta nejlepší technologie, co jsme jako lidstvo pro autonomní systémy vymysleli. Na základě extrémně vysoké míry expertízy i ve spolupráci s univerzitou jsme vyvinuli skutečně užitečný produkt, zároveň ale pokračujeme ve výzkumu a jeho výsledky představujeme na nejvýznamnějších světových konferencích věnujících se umělé inteligenci.

Zaměřujete se především na herní průmysl. Proč vás tolik zajímá právě tato oblast?

Zajímá nás systém digitálních dvojčat. To je přístup, který extrémně zefektivnil mnoho průmyslových oblastí tím, že se produkčnímu prostředí, třeba továrně nebo chemickému závodu, vytvořilo digitální dvojče, tedy kompletní model toho, jak funguje v digitálním světě. Důležitá rozhodnutí se pak testují na něm. Naprostá většina digitálních dvojčat jsou v podstatě počítačové hry, proto jsme začali tím, že jsme se integrovali do herních enginů, které jsou platformou pro tvorbu digitálních dvojčat. Když dnes vyvíjíte například infotainment systém do auta, používáte na to herní engine, stejně jako když děláte trenažér pro piloty nebo strategickou simulaci, proto nás herní průmysl zajímá. Jsou to naši primární zákazníci.

Herní průmysl ročně utratí 17 miliard dolarů jenom za testování her, aby se na trh nedostávaly hry s chybami. Testují je lidé nebo automatizační systémy, které na to pálí programátorský čas. My jsme schopni být levnější a efektivnější, protože naši agenti nepotřebují v podstatě žádný návod ani údržbu, stačí zadat cíl a agent si realizuje cestu k cíli sám. V oblasti umělé inteligence pro herní průmysl jsme jeden z prvních hybatelů. Navíc je pak naše technologie, kterou takto důkladně otestujeme na hrách, univerzálně použitelná pro všechny další obory, které staví na digitálních dvojčatech.

Filuta AI úzce spolupracuje s Matfyzem, jak konkrétně?

Studoval jsem u pana profesora Romana Bartáka, který náš obor symbolické umělé inteligence na fakultě dlouhodobě zastřešuje a rozvíjí. Prošla mu „pod rukama“ řada špičkových studentů, kteří

se rozprchlí po celém světě, a aktuálně u něj řada takových dalších studuje. Snažili jsme se je všechny oslovit, propojili jsme se a s Matfyzem spolupracujeme na dalším vývoji. Formálně jsme podali už čtyři patenty, s autorstvím začleňujícím kontributory z Filuty i z Matfyzu.

V jednom rozhovoru jste říkal, že absolventi Matfyzu i dalších tuzemských technicky zaměřených škol jsou srovnatelní s absolventy Ivy League. To se hezky poslouchá.

Matematika je krásná v tom, že je po celém světě stejná. Proto jsem neměl také problém s tím, aby mi diplom z Matfyzu uznali třeba i v USA. Stojím si za tím, že absolventi českých technik do světové špičky patří. Kvalita pěti procent nejlepších studentů, jejich záběr, talent a schopnost aplikovat to, co se naučí, je stejná na Matfyzu jako na Ivy League školách, jsou to to crème de la crème tohoto oboru. A to byl také jeden z důvodů, proč jsem se rozhodl svůj startup založit v Praze. Snažím se talenty nadchnout vizí toho, že to, co děláme, přináší hodnotu celé společnosti. Dávám jim motivaci, která z nich dělá spíš misionáře než žoldáky, a proto jsme schopni tady zaměstnat a zaplatit opravdu ty nejlepší.

Symbolická versus subsymbolická umělá inteligence

Symbolická umělá inteligence modeluje svět pomocí lidsky čitelných rovnic, logických podmínek, grafů, nebo ontologií. Rozhodnutí vycházející z uvažování nad těmito modely jsou vysvětlitelná a auditovatelná. Symbolické modely typicky nevyžadují velká data.

Subsymbolická umělá inteligence modeluje svět jako statistickou agregaci velkého množství pozorování chování světa. Často je těžké vysvětlit konkrétní rozhodnutí vycházející z uvažování nad subsymbolickým modelem, a stejně tak se špatně garantuje absence náhodných chyb nebo halucinací. Do této kategorie patří strojové učení nebo jazykové modely, které si získávají v poslední době hodně pozornosti.

Od pokeru, přes Google až na burzu

Nejdřív vyvinuli AI, která jako první na světě dokázala porazit ty nejlepší profesionální hráče pokeru. Pak jejich projekt DeepStack koupil, včetně realizačního týmu, Google. „V něm jsme si ověřili, že dokážeme dělat opravdu velké věci, a tak nás napadlo využít našich zkušeností s vytvářením samoučících herních algoritmů a aplikovat je na algoritmické obchodování na burze,“ říká šéf firmy EquiLibre Martin Schmid. Jeho snem je řídit z Prahy nejlepší „trejdovací“ firmu.

TEXT Jitka Jiříčková FOTO Vladimír Šigut

Už během studia na Matfyzu jste se se spolužákem a dnes už vaším dlouholetým kolegou Matejem Moravčíkem věnovali AI – okolo roku 2015, tedy v době, kdy ještě zdaleka nebyla široce známá. Vytvořili jste tehdy pokerovou AI. Měla za vás online hrát a vyhrávat?

Jasně, to přesně byl náš cíl (smích). Zhruba v prváku nebo druháku na bakaláři jsme si s Matejem řekli, že zkusíme vymyslet programy, se kterými budeme hrát nelegální poker.

Předpokládám, že jste začali být brzy správcům herních platforem podezřelí. Kolik jste dokázali vyhrát, než se na vás přišlo?

Ani nevím, z dnešního pohledu to nebyla žádná sláva, nicméně jsme si vydělali víc než na brigádě. Tehdy jsme ještě neměli takový nástroj, který by dokázal porazit ty nejlepší hráče. Náš program hrál více méně jako průměrní hráči, sem tam porazil ty slabé. Benefitem pro nás bylo, že jsme nemuseli hraním ztrácet čas a věnovali jsme se něčemu jinému – program hrál za nás. Tak jsme si patlali programy, hráli s nimi online, občas na nás přišli, občas na nás nepřišli... Postupně nás ale začaly víc zajímat vědecké

aspekty herního oboru. Po magisterském studiu jsme přešli na doktorát, kde jsme se věnovali vývoji umělé inteligence, a nakonec se nám skutečně povedlo vytvořit nástroj, který porazil ty nejlepší lidské pokerové hráče.

Jakožto technologický milník se v roce 2017 dostala vaše AI na obálku magazínu Science a následně váš DeepStack koupil Google DeepMind. Jaké to je stát se součástí takového korporátu?

Bylo to naprosto super. DeepMind je vlastně taková výzkumná organizace Googlu a těch pět let práce v ní nám dalo hrozně moc.

Co bylo impulsem úplně se osamostatnit a přesunout k obchodování na burze?

Vždycky jsme si dávali velké výzvy. Nejdříve jsme chtěli porazit nejlepší pokerové hráče. Vybudovali jsme si tím renomé a kontakty. Ověřili jsme si, že je možné dělat velké věci. Říkali jsme si, co dalšího velkého by se dalo s našimi zkušenostmi podniknout a tehdy po pěti letech v Google nás napadlo vybudovat tady v Praze nejlepší „trejdovací“ firmu. Využili jsme toho, v čem jsou naše ná-

stroje dobré – ve vytváření samoučících algoritmů. Došlo nám, že by je šlo skvěle aplikovat právě v oblasti trhů a když se to povede, uděláme s tím fakt velkou díru do světa (smích). Byla to pro nás skutečná intelektuální výzva.

Jak to vlastně funguje?

Algoritmické obchodování se využívá poměrně běžně. Jediný rozdíl je v našem případě v tom, že my to chceme dělat „jen“ trochu jinými algoritmy, takovými, které jsme využívali v hrách.

Co je vaším cílem?

Obchodovat s našimi algoritmy na světových burzách. Dneska už to není parta lidí, která se překřikuje s papírky. Burza je vlastně taková obří serverovna, kde má každá obchodující firma svůj počítač, na němž jim běží program, který se snaží automatizovaně vytvářet nákupy a prodeje.

A vy máte na některé z burz svůj počítač?

Přesně tak, na newyorské burze. Je v něm neuronová síť trénovaná podobnými algoritmy jako pro učení pokeru. Liší se prakticky jen tím, že v herních doménách je mnohem míň šumu nebo,

jak to říct, nepředvídatelných věcí. Podařilo se nám přitáhnout do Prahy opravdu šikovné lidi například z Kalifornie, Velké Británie, z Amsterdamu a postavit tu špičkový tým.

Vytvářet samoučící programy je nekonečná práce. V jaké jste teď fázi?

Nemohu vám říct všechny detaily, ale trhy jsou hodně regulované. Bohužel není možné si tady v partě lidí založit start-up a nasadit si počítač s neuronovou sítí na newyorskou burzu. Nicméně už během prvního roku a půl fungování se nám povedlo vybudovat první prototyp naší technologie, kterou jsme následně představili různým firmám, jež na burzách obchodují, a zjišťovali, s kým by se dala uzavřít určitá forma partnerství, díky kterému bychom mohli naše algoritmy nasadit na burzu. Což se nám na začátku roku 2024 povedlo.

Zmiňoval jste regulaci burzovních trhů. Nemohou algoritmy nebezpečně manipulovat trhem?

Právě proto musíme zvažovat řadu mechanismů, abychom splnili všechny regulační podmínky. Na druhou stranu je třeba si uvědomit, že když algoritmy pracují dobře, zlepšují fungování celého trhu. Proč obchodník na burze vydělává peníze? Buď měl štěstí, jenže tím pádem je jeho zisk jen jednorázový nikoli dlouhodobý. Jediná další možnost, jak může úspěšně vydělávat na burze tedy je, že nějakým způsobem dokáže odstranit neefektivitu trhu. Tudíž jde o krok, který se líbí všem. Je spousta firem po světě, které takto fungují a vydělávají na burze

Mgr. Martin Schmid, Ph.D.

Vystudoval MFF UK. Je jedním z autorů DeepStack – prvního počítačového programu, který porazil profesionální hráče pokeru. Během studia na MFF UK pracoval v IBM. Po stáži na Albertské univerzitě v kanadském Edmontonu a absolvování doktorského studia na Matfyzu pracoval pět let v Google DeepMind. Roku 2022 se přestěhoval do Prahy a spoluzaložil firmu EquiLibre, v níž pracují mimo jiné bývalí výzkumníci DeepMind. Budují samoučící algoritmy (reinforcement learning), které předtím používali v hrách (např. pro poker), ale aplikují je na algoritmické obchodování na burze.

velké peníze, přičemž z nich profitují všichni.

Na katedře aplikované matematiky MFF UK vedete předmět Algoritmy moderní teorie her. Vychováváte si budoucí kolegy a zaměstnance?

Snažím se, aby byli moji studenti a studentky šikovní, publikovali zajímavé

články a i díky tomu se dostali na dobré zahraniční stáže. A ano, dva z mých nynějších kolegů jsou mí bývalí studenti. Rád pracuji s mladými nadšenými a talentovanými lidmi. A takových se skvělým potenciálem je na fakultě spousta. Podle mě je fajn jim pomáhat a taky tím trochu jejich energie získávat zpátky pro sebe (smích).



Vytváříme mapy datových toků

Spin-offem z Profinitu vznikla Manta. Vývojář a matfyzák Lukáš Hermann vysvětluje, proč je analýza datových toků tak důležitá, že Mantu předloni koupila společnost IBM.

TEXT Helena Zdráhalová
FOTO Vladimír Šigut

Banky nebo pojišťovny pracují s obrovským množstvím dat. Na jejich základě sestavují byznys plány, pracují s klienty nebo se jimi vykazují regulátorům. Proto potřebují, aby při toku dat v systému nedocházelo k jejich deformacím a aby se dalo zjistit, na základě čeho výsledná data získaly. A to umí Manta. U vývoje softwaru této firmy stál Lukáš Hermann, absolvent Matfyzu. Už několik let navíc ve společnosti nabírají zkušenosti i studující MFF UK, kteří s ní spolupracují na výzkumu a vývoji, jak za fakultu podotýká Pavel Parížek. A schopnosti Manty jsou natolik unikátní, že ji v roce 2023 koupila společnost IBM.

Čím přesně se Manta zabývá?

LH: Manta vznikla v roce 2016 jako spin-off z firmy Profinit, která spolupracuje s Matfyzem. Začali jsme jako malý tým asi deseti lidí, postupně jsme se ale zvětšovali až na zhruba 200 lidí. Dlouhodobě jsme spolupracovali s IBM, která náš produkt integrovala do svých řešení, až nás nakonec i jako firmu koupila. Teď produkt dále rozvíjíme pod názvem *IBM Manta Data Lineage*. Zabýváme se datovými toky. Ve velkých organizacích je spousta dat, která přicházejí z různých systémů, například od klientů. Firmy z nich pak sestavují různé reporty, na základě kterých se rozhodují o další čin-



nosti. Cesta od zdroje k reportu může u velkých organizací obsahovat třeba až sto kroků, během nichž mohou vznikat chyby. Systém se vyvíjí, někdo v něm udělá nějakou změnu, která nechtěně ovlivní i něco někde dál, nebo přijdou špatná data z prvního zdrojového systému a propíšíou se až do reportů. Také se může stát, že přijde regulátor a požaduje informaci, jak organizace k datům přišla. Náš produkt umí ukázat, jak se data po cestě až po finální report transformují. Manažer si tak může najít svůj report a uvidí celou cestu dat a jejich transformaci – navíc v uživatelsky příjemném prostředí.

A jak takové mapy datových toků sestavujete?

LH: Na tom spolupracujeme i s Matfyzem. Snažíme se všem programům, které data transformují a které jsou vytvářeny v různých programovacích jazycích, vlastně porozumět. Program čte data, transformuje je a výsledek pak zase někam ukládá, s tím pak pracuje další program. My se snažíme udělat syntaktickou a sémantickou analýzu zdrojového kódu a automatizovaně pochopit, co kód dělá s daty, a na základě toho vytvořit mapu.

Že je váš produkt jedinečný, ukázal i projevený zájem společnosti IBM.

LH: Na trh jsme vstoupili ve chvíli, kdy se různé firmy pokoušely o syntaktické analýzy, ale žádný z produktů nešel do hloubky. My chtěli pokrýt celý systém, zásadní je pro nás přesnost. A to byla naše výhoda. Nakonec jsme začali spolupracovat s dalšími firmami na trhu, které se sice snažily vyvinout svá řešení, ale nakonec uznaly, že ho nemají tak dobré jako my.

Jak vzniklo spojení Manty a Matfyzu?

LH: V prvé řadě musím říct, že v oboru jsem začal pracovat díky svému studiu. Manta ke spolupráci s MFF UK přistoupila v momentě, kdy jsme si uvědomili, že bychom se potřebovali dostat k analýze toků objektově orientovaných jazyků, jako jsou Java či Python, což je velmi komplikované. Proto jsme se spojili s docentem Pavlem Parížkem s tím, že by to mohlo být zajímavé téma. Roku 2018 jsme uzavřeli dohodu o spolupráci. Univerzita přinášela výzkum a my jsme

do toho zase vnášeli požadavky, co naši zákazníci reálně potřebují.

Kdo jsou typové vaši klienti?

LH: Jsou to ty největší firmy na světě, protože pracují s nejvíce daty; tedy jde o banky, pojišťovny, telekomunikační operátory nebo zdravotnické firmy. Našimi klienty ale byla třeba i fotbalová liga nebo policie. Český trh je pro nás velmi malý, rychle jsme proto začali náš produkt nabízet ve Spojených státech, kde jsme získali největší objem zakázek.

Když studující Matfyzu projeví zájem o toto téma, jak se mohou zapojit?

PP: Konkrétní zadání pro studentské práce většinou přichází od firmy. Já to pak rozhlásím na škole a zájemce propojím s Lukášem. Uzavře se smlouva a pro IBM pak studenti či studentky pracují na částečný úvazek – vyvíjejí software. Já pak pomáhám z výzkumného pohledu a s konzultací těžších problémů. Společně se bavíme o tom, co funguje a co zlepšit. Naši studenti to mohou dělat v rámci bakalářské nebo diplomové práce, splní si tím své studijní povinnosti a zároveň je to pro ně i zajímavá pracovní výzva.

Kolik studentů dosud prošlo projektem?

PP: Postupně se zapojilo už dvacet studentů Matfyzu, většina z nich formou diplomky.

LH: Někteří ze studentů ve firmě po absolvování zůstali, protože je zaujalo to, co děláme. Je tu možnost vyzkoušet si reálné pracovní prostředí. Mladí lidé pak vidí, že softwarový vývoj není jen o psaní kódu a vymýšlení algoritmu, ale též o testování a přemýšlení nad kvalitou.

Vnímáte nyní s tím, jak firmy napříč obory zapojují více do své činnosti umělou inteligenci (AI), že roste poptávka i po vašich službách?

LH: Možná to není úplně vidět navenek, ale IBM je jedna z firem, která se umělou inteligencí zabývá z pohledu firemních zákazníků, kteří na rozdíl od retailových musí řešit, odkud berou data. To je jeden z problémů AI, neboť si prozkoumává internet a netrápí se

tak úplně s autorskými právy, což si ale firmy nemůžou dovolit. IBM se proto věnuje tomu, aby modely, které vytváří, vycházely z ověřených zdrojů. Firmy posléze vědí, že je můžou použít. Firmy zároveň potřebují rozumět tomu, co AI dělá, protože pak nemůžou říct regulátorovi, že data „vypadla z umělé inteligence“ a že neví, jak se k nim dobrala. To, aby data od ní byla transparentní, je také jedno z témat, které chceme prozkoumávat s Matfyzem.

PP: Studenti nechtějí dělat výzkum „do šuplíku“, chtějí dělat něco, co má reálný dopad. Proto je spolupráce zajímavá. Je to výhodné nastavení jak pro MFF UK a studující, tak pro firmu.

LH: Pavel ještě nezmínil, že i z takového našeho společného výzkumu vznikají klasické vědecké studie i články a že dosažené výsledky prezentujeme na špičkových vědeckých konferencích. Z praxe do vědy přinášíme soubory výzkumných problémů, na nichž můžeme stavět, zkoumat je a posouvat obor dál. Ideálně se tím propojuje akademie a byznys.

RNDr. Lukáš Hermann
Je absolventem oborů *Programování a Softwarové systémy na Matematicko-fyzikální fakultě UK*. Zabývá se datovými toky. Byl jedním z prvních vývojářů startupu Manta, který vznikl v roce 2016 oddělením od mateřské firmy Profinit. Vývoj softwaru tehdy podpořila *Technologická agentura ČR*. Dnes je Lukáš Hermann manažerem vývojářů produktu *IBM Manta Data Lineage*. Dlouhodobě spolupracuje s MFF UK.

doc. RNDr. Pavel Parížek, Ph.D.
Vystudoval *Matematicko-fyzikální fakultu UK*. Dnes působí na *Katedře distribuovaných a spolehlivých systémů MFF UK*. Zabývá se vývojem metod a nástrojů pro analýzu, ověřování a odstraňování chybovosti programů. Kromě spolupráce s IBM je kupříkladu zapojený ve výzkumném týmu projektu *Advanced Analysis and Verification for Advanced Software* financovaném *Grantovou agenturou ČR*.

Nechceme novináře nahradit

Mezi jedno z nejlepších světových pracovišť, které se zabývá počítačovým zpracováním jazyka, patří Ústav formální a aplikované lingvistiky MFF UK. Studoval tam a dnes tam přednáší Jiří Hana, spoluzakladatel firmy Geneea. Ta zpřístupňuje technologie na zpracování jazyka firmám, které pracují s velkými objemy textů nebo nahrávek, třeba médiím, kde pomáhá novinářům s nudnými nebo rutinními úkoly.

TEXT Helena Zdráhalová FOTO Hynek Glos

Geneea loni oslavila deset let své existence. Čím se firma dnes zabývá?

Už od svých studií na Matfyzu jsem se věnoval počítačovému zpracování jazyka. Frustroval mě kontrast v možnostech, které se ve výzkumu otevíraly pro češtinu, a tím, co se využívalo v praxi. To nás přivedlo k nápadu založit Geneeu. Naším cílem bylo zpřístupnit technologie na zpracování jazyka běžným uživatelům, firmám působícím v jakémkoliv odvětví. Tehdy jsme byli jeden z prvních startupů, které se tomu v České republice věnovaly.

Dnes se ale specializujeme především na oblast hromadných sdělovacích prostředků. Novinářům se snažíme usnadňovat práci. Jsme s nimi při každém kroku. Když bude například novinář psát článek o udílení Nobelových cen, pomocí naší technologie mu pomůžeme s rešerší vlastního archivu redakce. Obsah pak sumarizujeme do bodů, připra-

víme infoboxy nebo časové osy. Můžeme do toho zakomponovat i další zdroje, pokud o to bude mít redakce zájem.

Dnes ale nepracujete jenom s češtinou, že?

Zákazníky máme nejen v České republice, ale i v Irsku, Lucembursku, Německu nebo v USA. Pracujeme i pro vícejazyčné redakce. Analyzovat umíme nejen psaný text v jakémkoliv jazyce, ale i video a audioobsah. K hotovému článku dokážeme rychle dohledat relevantní fotografie jak z interních, tak externích fotobank. Naše technologie pomáhá i s metadaty, což je nutná výbava článků, kterou se ale novináři velmi neradi zabývají, protože je to časově náročná a nudná část práce. Doporučíme související články, klíčová slova nebo různé kategorie, novinář si z nich pak jen vybere.

Věnujeme se také analytice, aby šéfredaktoři přesně věděli, o jakých tématech, místech nebo oborech a jak často pub-

likují, nebo jaký typ článků se v jakou denní dobu nejvíce čte. Spolupracovali jsme například s francouzským veřejnoprávním rozhlasem Radio France. Jako médium veřejné služby se ze zákona musí věnovat rovnoměrně všem regionům země. Šéfredaktor si těžko bude dělat čárky za každé město, které se ve vysílání zmíní. Naše technologie to ale umí. Šéfredaktor pak dostane veškerá možná potřebná data, interaktivní mapy a grafy, na základě kterých může činit rozhodnutí.

Pro Transparency International jsme dělali analýzy postů na sociálních sítích. V době voleb jsme se zaměřili na to, co o sobě jednotlivé strany psaly. Pomáhali jsme také s analýzou toho, jak se píše o válce na Ukrajině v ruských a západních médiích.

Spolupracujete i s českými veřejnoprávními médii?

Pro Českou tiskovou kancelář náš systém od roku 2020 automaticky píše zprávy o výsledcích voleb. Jakmile začnou chodit data z Českého statistického úřadu, začneme je zpracovávat, doplníme je o známá, dříve publikovaná fakta a během několika sekund předáme hotové zprávy novinářům. Ti je občas slohově vylepší, ale obsahově i gramaticky musí být bez chyby. Novináři se pak díky ušetřenému času můžou rovnou zaměřit na analytické články nebo na rozhovory s kandidáty.

Jak Geneea funguje technicky?

Na zpracování článků, podcastů nebo vysílání používáme oblast informatiky, které se říká počítačové zpracování přirozeného jazyka (natural language processing). Používáme mix technologií od strojového učení (machine learning), přes neuronové sítě až po velké jazykové modely (large language models). V současné době analyzujeme okolo jednoho milionu článků za den, což je v průměru 12 článků za sekundu. Velká část naší

práce spočívá i v tom, zvládnout větší nápor požadavků a přesto zajistit, aby novinář dostával naše návrhy během několika vteřin, a ne minut.

Jak vaši práci změnil nástup velkých jazykových modelů?

Je to obrovský pokrok. Využíváme je k tomu, abychom naše nástroje dostali na ještě vyšší úroveň. Aby velké jazykové modely dávaly rychlé a kvalitní výsledky, musíte vědět, jak s nimi pracovat. Jen pak je to možné využívat pro solidní novinářskou práci. Jak jsem říkal, my jsme schopni analyzovat milion článků za den, to by běžný velký jazykový model dělal věčnost a stálo by to spoustu peněz. My ale máme potřebnou expertízu a jsme schopni našim zákazníkům pomoci najít nejefektivnější řešení.

Geneea má velmi blízké vztahy s Matfyzem, že?

Firmu vlastníme se spolužákem z Matfyzu Petrem Hamerníkem a asi třetina týmu jsou matfyzáci. Samozřejmě tu máme absolventy i jiných technik a také

lidi s humanitním zaměřením, ale napojení na MFF UK je opravdu úzké. Jsme partnery Ústavu formální a aplikované lingvistiky MFF UK, zastupujeme je při prodeji nástrojů pro zpracování češtiny a dalších jazyků, které vyvinuli. Sám také stále na MFF UK přednáším a vedu pár diplomových prací. Baví mě to a studentům můžu ukázat, jaké problémy se řeší v praxi, tím trochu vystoupí z toho ryze akademického prostředí.

Média jsou důležitou součástí zdravých demokracií. Domníváte se, že novináře a novinářky nové technologie dokážou časem úplně nahradit?

Oproti jiným technologickým firmám se snažíme být opravdu blízko našim zákazníkům – médiím a porozumět jejich práci a problémům. Proto se také účastníme světových mediálních konferencí. Na nich se často řeší to, jak mladá generace konzumuje zprávy o světě. Není to úplně tak, že by se o zpravodajství vůbec nezajímala, konzumuje ho už ale jiným způsobem a média s tím zápa-

sí. Jak se bude vyvíjet svět žurnalistiky, vám nepovím, ale můžu vám říct, o co se snažíme my. Naši misí není novináře nahradit, ale pomoci jim v tom, být důvěryhodným zdrojem informací a analýz a sejmut z nich nudnou rutinní práci, která je od důležité a pro nás pro všechny potřebné činnosti odvádí. Novinařina má obří smysl a my uděláme všechno pro to, abychom kvalitní žurnalistiku pomohli udržet.

RNDr. Jiří Hana, Ph.D.

Absolvent Matematicko-fyzikální fakulty UK. Doktorskému studiu se věnoval na Ohio State University v USA. Zabývá se počítačovým zpracováním přirozeného jazyka. V roce 2014 spoluzaložil v Praze startup Geneea, na jehož vedení se dosud podílí. Vedle toho vede na MFF UK kurzy o jazykových technologiích a obecné lingvistice.



Historie informatiky na Matfyzu



Úvodní slovo k historii informatiky na MFF UK má proděkan MFF UK pro informatickou sekci prof. RNDr. Jiří Sgall, DrSc.:

Shodou historických okolností se domovem informatiky na Karlově univerzitě stal malostranský palác postavený jezuitským řádem, známý také jako Profesní dům. V 80. letech, kdy jsem studoval, sálový počítač EC 1040 zabíral polovinu čtvrtého patra. Vstup obstarávaly děrné štítky pořizované v děrovně v přízemí v místech, kde jsou dnes dvě počítačové učebny. Běhání po schodech s krabicemi štítků našich programů byla jen malá cena za přístup k počítači, což bylo v té době výjimečné privilegium.

Od té doby se mnohé změnilo. Počítače od děrných štítků přešly přes diskety do doby sítí, dnešní serverovny ukrývají o mnoho řádů větší výkon v menším prostoru, zato máme počítače v každé místnosti i po kapsách. I budova sama se proměnila díky citlivé a povedené rekonstrukci.

Fakultu a její dnešní informatickou sekci tvoří především lidé. Už jako studenti jsme zde mohli potkávat řadu zajímavých osobností a snažíme se v této tradici pokračovat.

Dnešní teoretická informatika mohla na MFF UK čerpat ze silných a originálních skupin pracujících v kombinatorice, optimalizaci, matematické logice, teorii množin – odtud vedla i moje cesta od abstraktní matematiky k informatice. Ale už ve zmíněných 80. letech zde existovaly skupiny zabývající se databázemi, programovacími jazyky, softwarovým inženýrstvím, numerickou matematikou, počítačovou lingvistikou.

Postupem doby přirozeně přibýlo i mnoho interdisciplinárních skupin a aplikací informatiky. S některými se můžete setkat v tomto čísle časopisu Forum.

Informatika na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy (MFF UK) se začala formovat v 60. letech 20. století. Tehdy byly na fakultu přivezeny první počítače, například LGP 30 a MINSK 22, které umožnily základní výuku programování, jejímiž průkopníky byly osobnosti jako Evžen Kindler, Ladislav Koubek a Jiří Raichl. Výuka byla úzce propojená s matematikou a soustředila se na předměty jako programovací jazyky či numerické aplikace počítačů.

TEXT Barbora Vidová Hladká FOTO archiv MFF UK



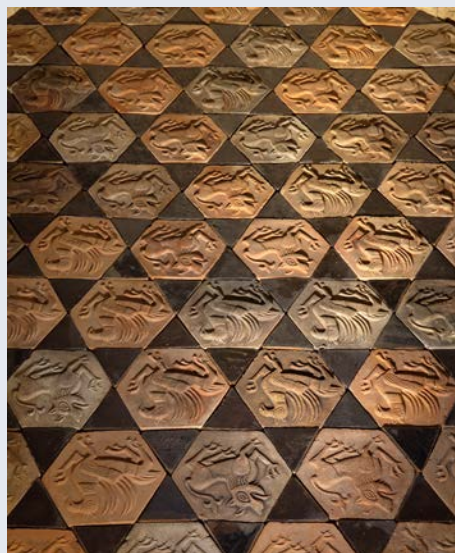
První informatické týmy se soustředily na teoretické i praktické otázky zároveň, čímž fundovaně připravovaly základy pro nový obor. Ten vznikl v první polovině 70. let: jmenoval se Numerická matematika a měl dvě zaměření: Použití výpočetní techniky a Matematické zabezpečení výpočetní techniky. V roce 1974 vznikla úplně první informatická katedra, a sice Katedra matematické informatiky, kterou vedl Milan Vlach.

Období normalizace v druhé polovině 70. let přinášelo celou řadu omezení, například nutnost politické angažovanosti akademických pracovníků, nemožnost učit či získávat vědecké a pedagogické tituly nebo vyjíždět do zahraničí. Na fakultě studovali lidé, kteří nemohli být z kádrových důvodů přijati na jiné školy, a našli zde zázemí i odborníci z jiných fakult. Například ještě před vznikem Katedry matematické informatiky přichází na Matfyz lingvistika (více o ní se dozvíte z rozhovoru na str. 4–9). Zároveň v té době nebyly zahraniční učebnice téměř dostupné a informace se získávaly hlavně korespondenčně a z mála odborných časopisů, které se odebíraly. Přes všechny tyto překážky si informatika na MFF UK udržela vysokou odbornou úroveň a jistou míru svobody. Nepochybně byly potřeba vnější impulsy.

V tomto směru hrál významnou roli SOFSEM (SOFTwarový SEMinář, pozn. redakce), na jehož

vzniku se podíleli i členové Matfyzu. Původní seminář se časem proměnil v konferenci světového významu, jež se zabývá aktuálními trendy v informatice. Takto na SOFSEM u příležitosti vzpomínkového setkání v roce 2024 vzpomíná bývalá prezidentka mezinárodní Asociace počítačové lingvistiky a ředitelka Ústavu formální a aplikované lingvistiky na MFF UK, prof. Eva Hajičová:

Nejdřív se v e-mailu objevila zpráva, která začínala smutnou připomínkou: „Čas od času nás zastihne smutná zpráva, že ten či onen sofsemista či sofsemistka odešel na nebeskou sofsemovskou konferenci. A je nám líto, že ona krásná doba ‚klasického‘ SOFSEMu 70., 80. a 90. let je nenávratně pryč.“ Pak ale následoval zajímavý nápad: „Napadlo nás, že nastal ten správný okamžik, aby se stará sofsemovská parta ještě jednou sešla“. A od té chvíle přišlo – počítám-li dobře – 23 zpráv (odesílatel Mirek Bartošek z ÚVT MU „za přípravnou skupinu“) obsahujících neuvěřitelné množství relevantních informací, které svědčily o velké péči o registrované účastníky, od podrobných informací o místě konání (VUT v Brně v Božetěchovské ulici), o připravovaném programu, příloh ilustrujících historii SOFSEMů v různých obdobích včetně Kronik, zpěvníků a fotografií až po bursu dopravy a informace pro motoristy, jak se do areálu dostat a kde zaparkovat (včetně rezervace parkovacího místa v areálu).



Nakonec se nás registrovalo skoro 80. Všichni zjevně natěšeni, i když s otázkou v očích: Jak se nám vydaří „naše“ „Taneční hodiny pro starší a pokročilé“? (Ty od Bohumila Hrabala mají také výročí – jsou jen o 10 let starší než náš SOFSEM.) Poznáme se? Nebo to budou monology jako je vedl Hrabalův zestárlý strýc Pepín, když vzpomínal na ztracené mládí, na Jana Husa, svatého Václava, na své milenky a uvažoval, jestli mu nám nebylo za Rakouska líp?

Kdepak!!! Vzpomínat bylo samozřejmě na co: vždyť SOFSEM je nezapomenutelný zevně i zevnitř: já jsem se tam v těch dávných letech objevila trochu jako mimozemšťan – lingvistka mezi „ajtáky“ – ale překvapivě i jako jedna z přednášejících. Spontánní prostředí s pevně stanovenými pravidly, nastavený genderový poměr účastníků, dbalo se o naši pohodu kulturní (Jan Vodňanský) i sportovní (volba místa, aby poskytoval možnosti turistické i lyžařské), Antisofsemy, to vše za pevného vedení Josefa Grusky. Pečlivá příprava přednášek (pravidlem bylo, aby každý „vyučující“ měl cyklus tří přednášek, perný záběr pro přednášející i posluchače) – pamatuji na výstup na Slezský Dom s batohem na zádech na předsofsemové soustředění vyučujících i na sdílené politické „uvědomění“: v pátek 9. prosince 1988 rychle v noci do Prahy a v sobotu odpoledne setkání s oběma Havly na Škroupově náměstí

na první povolené manifestaci k Mezinárodnímu dni lidských práv v Praze (Václav po snídani disidentů s francouzským prezidentem François Mitterandem na francouzském velvyslanectví v Praze a my s Ivanem po tom nočním „útěku“ ze SOFSEMu).

Vzpomínání 22. června 2024 v Brně nám ale hlavně vrátilo tu úžasnou sofsémovou atmosféru, uvolněnou, nikoli nostalgickou, ale vlastně veselou, když jsme se (ne) poznávali v té „kuloárové“ místnosti vzájemně (ještě že nám pořadatelé dali jmenovky!) nebo sami sebe na vystavených fotografiích z dávných sofsémových setkání (tam nás prozíravě opatřili titulky se jmény).

A jak ukázaly reakce účastníků na místě setkání i v e-mailové korespondenci, zazněla i touha něco podobného jako byl tenkrát SOFSEM zkusit obnovit. Jistě, všichni si „pamatujeme“ i (Hérakleitovo, asi 540 př. n. l. – 480 př. n. l.) varování, že „Nevstoupíš dvakrát do stejné řeky,“ ovšem týž řecký filosof na jiném místě říká „Ale vždy byl, je a bude stále živý oheň, který se zažehává podle míry, a dle ní uhasíná.“ Najde se někde někdo, kdo by ten oheň zažehnout aspoň zkusil.

S nástupem osobních počítačů se informatika na MFF UK začala rozšiřovat o nové technologic-

ké směry. Od první poloviny 80. let bylo možné studovat na Matfyzu pětiletý studijní obor s dlouhým názvem (tak se mu říkalo) Teoretická kybernetika, matematická informatika a teorie systémů (TKMITS) a učitelské obory Matematika – Výpočetní technika a Fyzika – Výpočetní technika. V roce 1981 vznikla Katedra kybernetiky, informatiky a operačního výzkumu, později reorganizovaná na Katedru kybernetiky a informatiky. Fakulta se aktivně snažila podporovat nadané středoškoláky, třeba přes Matematickou olympiádu nebo Korepondenční seminář z programování.

Po Sametové revoluci se informatika stala třetím stěžejním oborem fakulty, vedle matematiky a fyziky. Významným milníkem bylo založení informatické sekce v roce 1993. Na sekci vznikly nové katedry, byly zavedeny nové studijní programy a zvýšila se zahraniční spolupráce. První studenti získali bakalářské tituly v informatice, což reflektovalo změny ve vzdělávacím systému. Významným projektem byla digitalizace studijní agendy prostřednictvím studijního systému SIS.

Od roku 2000 se informatická sekce dál měnila – některé katedry se spojily, jiné vznikly nově, třeba Katedra distribuovaných a spolehlivých systémů, a byly otevřeny anglické studijní programy. Infor-

matici se zapojili do celé řady výzkumných projektů v oblasti umělé inteligence, strojového učení, bioinformatiky... Podpora doktorandů se zlepšila díky zavedení stipendijních programů a možností účasti na výzkumu. V roce 2023 byla obnovena učitelská kombinace Fyzika – Informatika, čímž fakulta rozšířila nabídku studijních programů. V současné době tvoří studenti informatiky téměř polovinu (45%) studentů MFF UK v bakalářských i magisterských studijních programech.

Budovy a infrastruktura

Informatika na MFF UK sídlí především v Profesním domě na Malé Straně, který prošel rozsáhlou rekonstrukcí v roce 2005, pravděpodobně největší od bitvy na Bílé hoře, kdy byl postaven. V areálu Troja vybudovala fakulta nový pavilon IMPAKT, slavnostně otevřený v roce 2020, který rovněž poskytuje zázemí matfyzáckým informatikům. Významným milníkem se stala obnova rotundy sv. Václava, která zůstávala skrytá téměř devět století, než byla odhalena při rekonstrukci Profesního domu. Při příležitosti 30. narozenin informatické sekce byla v budově na Malé Straně otevřena Galleria Chodba.

A man with dark hair and a beard, wearing a blue denim jacket, stands in an arcade. He is holding a red toy gun. In the foreground, a large, detailed grey and yellow gun is mounted on a machine. The background is filled with various arcade games, including one with a yellow screen and another with a red screen. The lighting is dim with colorful neon accents.

Grant ERC pomůže mapovat „realitu“ videoher

Na podzim roku 2024 získalo hned pět vědeckých týmů Univerzity Karlovy prestižní ERC Consolidator Grant. Jedním z příjemců je i docent Jaroslav Švelch z Institutu komunikačních studií a žurnalistiky FSV UK, který obdržel 1,8 milionu eur na projekt GAMEINDEX.

TEXT Jan Velinger FOTO Vladimír Šigut



Myslím, že databáze, kterou vytvoříme, může druhotně pomoci inspirovat vývojáře k tvorbě her o jejich vlastním prostředí.

Název GAMEINDEX v sobě spojuje hry a koncept indexu, který Švelch a jeho kolegové použijí k výzkumu toho, jak jsou skutečná místa replikována a zobrazována ve videohrách a virtuální realitě (VR). V rámci projektu vznikne databáze virtuálních míst a skutečných lokalit, které slouží jako pozadí nebo prostředí pro videohry. Cílem je zvýšení gramotnosti o tom, jak jsou hry navrhovány, jak jsou v nich využívána reálná místa a jak je realita idealizována nebo zjednodušována, aby vyhovovala potřebám designéra nebo hráče.

Jaký byl hlavní podnět pro váš výzkumný projekt? A proč indexikální reprezentace?

Důvod, proč se zaměřujeme na indexikální reprezentaci, plyne z nedostatku, kterého jsem si už nějakou dobu všiml v kritice a analýze her. O hrách se často mluví jako o virtuálních zážitcích ve virtuálních prostorech. Ve skutečnosti nám často ukazují skutečné prostory nebo prostředí postavené z reálných elementů nebo reálných míst. Obsahují otisky skutečných objektů, tváře a hlasy skutečných herců, 3D skeny různých objektů nebo fotografie předmětů z reálného světa. A zároveň se často odkazují na skutečný svět. Ne všechny, ale mnohé hry se odehrávají ve městech a krajinách, které existují v reálném světě. A chybí nám pochopení toho, jak se „virtuální svět“ propojuje se „skutečným“, a v tomto smyslu je koncept indexu velmi užitečný.

Jednou z důležitých otázek je určitě věrnost. Předpokládám, že je však podstatné i to, z jakého pohledu věci vidíme.

To nás určitě zajímá. Nestačí dívat se na hru jen jako na hotový produkt. Pokud máte hru zasazenou do válečné zóny, vývojáři se snaží zobrazit ji přesvědčivě, nicméně zároveň se musí při každém

roku rozhodovat: co by mělo být zahrnuto, co vyloučeno. Úplná věrnost je samozřejmě nemožná. I když se jí snažíte co nejvíce přiblížit, jednotlivá rozhodnutí jsou ovlivněná názory autorů, společenskými hodnotami, nebo praktickými okolnostmi. Konkrétní dějiště mohou být vybrána pro snazší dostupnost, využití dabéra z Londýna zase z důvodu toho, že je tam zkrátka velká základna talentů. Konečný vzhled nebo zážitek jednoduše určují i praktické aspekty tohoto odvětví.

V původním traileru pro hru Deliverance: Kingdom Come měl jeden z herců jorkšírský přízvuk a zněl velmi podobně jako známý herec Sean Bean. Člověka pak napadne, zda to byl záměr vzhledem k jeho rolím v dílech jako Pán Prstenů nebo Hry o trůny...

Dabing nás taky bude zajímat, protože hlas je rovněž otiskem reálného člověka. Pokud se ovšem k dabingu nepoužívají AI nástroje, které jsou ale rovněž „naučené“ na existujícím materiálu.

Povězte mi více o metodologii, kterou použijete v rámci ERC grantu k označení a analýze různých aspektů.

Metodologicky má projekt tři hlavní komponenty. Prvním jsou etnografické studie, tedy přímá a zúčastněná pozorování ve vývojářských studiích. Budeme sledovat, jak vytvářejí realistické hry pomocí specifických technik, jako je snímání pohybu, 3D skenování nebo fotogrammetrie. Chceme lépe pochopit rozhodování vývojářů: jak získávají data, jak provádějí snímání pohybu, jak vybírají herce, jak upravují a zpracovávají snímky pohybu před tím, než se dostanou do hry. To nám může pomoci pochopit, proč jsou určitá místa prezentována a jiná ne, a také jak jsou prezentována.

Dalším prvkem je studium samotných her. Vytvoříme databázi, která nám poskytne komplexní pohled na současnou herní produkci. Například nám může pomoci popsat trend poslední doby – že se hry odehrávají v zemích východní nebo střední Evropy, jako jsou Rakousko a Česko, nebo v místech globálního jihu, jako je Mexiko. V rámci analýzy her opět využijeme konceptu indexu, ale zde to bude znamenat něco trochu jiného. V sémiotice se za index považuje jak otisk skutečné věci ve virtuálním světě nebo v médiu, tak jakýsi ukazatel, pomyslná šipka ukazující na reálné objekty. V tomto smyslu budeme hledat místa, na která hry takto ukazují – třeba to, jak se ve hrách zobrazuje určitá lokalita jako Mexico City.

Třetím prvkem je analýza diskurzu, která bude méně náročná, ale přesto pro celý projekt důležitá. V ní budeme zkoumat, jak se průmysl sám vidí a jak mluví o indexikálních technikách jako je 3D skenování, jaké výhody zdůrazňuje, a jak jsou témata jako věrnost a realističnost diskutována v médiích.

Dovedu si představit, že se budete zaměřovat i na disproporce mezi realismem a požadavky publika na přehledná, esteticky působivá a zábavná prostředí.

To je pravda. Příkladem tohoto pnutí byl zpravodajský článek, který se objevil nedlouho po požáru pařížské katedrály Notre-Dame, kde se tvrdilo, že by mohla být znovu postavena díky 3D modelům zaznamenaným a představeným ve hře Assassin's Creed Unity (2014). Ten model byl prý tak podrobný, že by jej restaurátoři mohli použít k rekonstrukci reálné katedrály. Ale to je mýtus. Z hlediska věrnosti jsou zde samozřejmě velké rozdíly mezi hrou a realitou.

Mnohé věci jsou ve hře jinak pro snazší hratelnost, protagonista se musí po budově nějak pohybovat a pro hráče to musí být přehledné. A zásadní roli hraje i autorské právo: některá vitrážová okna katedrály byla dokončena až nedávno, tudíž podléhají autorským právům, a ve hře tak nejsou vůbec reprodukována. Samotná hra je jen iluzí realismu. Právě proto chceme také posílit herní gramotnost, aby zprávy, jako je tato, nebyly brány příliš vážně.

Nedávno jsem dělal rozhovor s tvůrci hry Euro Truck Simulator 2, která vás posadí za volant kamionu. Dotkli jsme se aspektu času, protože cestování je ve hře pochopitelně mnohem kratší, a také způsobu zobrazení skutečných míst. Například známé jídelny v trupu vyřazeného letadla u dálnice D10 směrem na Mladou Boleslav. Designéři byli nadšení, že se jim podařilo zařadit, a je to oblíbená destinace celé hry.

To ukazuje, jak jsou kousky reality rekonfigurovány. Tyto simulátory, které mimochodem vznikají v Praze, jsou toho skvělým příkladem. Jejich zaměstnanci se dívají na mapy skutečných míst a přetvářejí je

na herní mapy. Měřítka jednotlivých částí mapy se tam samozřejmě liší, protože chtějí hráčům nabídnout zábavný zážitek.

Existují i další využití vašeho výzkumu do budoucna? Protože si dokážu představit, že jak trávíme více a více času v hrách a také ve virtuální realitě, hranice mezi tím, co je skutečné a co není, budou stále více nejasné a bude těžší určit, co je skutečné. Vaše práce by mohla sloužit jako jakási kotva pro realitu.

Určitě je důležitá kritická gramotnost. Dalším cílem je seznámit lidi s hrami, které zobrazují periferní prostory a které jim třeba nemusí být známé. Najednou může někdo, kdo tam nikdy nebyl, strávit čas v městech v Česku, na Slovensku nebo jinde: hry nebo virtuální prostředí nemusí vždy být zasazena do Paříže nebo Londýna či ulic New Yorku.

Myslím, že databáze, kterou vytvoříme, může druhotně pomoci inspirovat vývojáře k tvorbě her o jejich vlastním prostředí. A je to proces, který už probíhá. V Česku jej rozběhl obrovský úspěch hry Kingdom Come: Deliverance v roce 2018. Tehdy si vývojáři uvědomili, že je možné vytvořit úspěšnou hru ve středověkém Česku, a přesto být úspěšní na mezinárodním trhu. Sbíráním těchto příkladů do veřejné databáze a připojením virtuální mapy chceme zvýšit povědomí o různých lokalitách a místech, kde se různé hry odehrávají.



doc. Mgr. et Mgr. Jaroslav Švelch, Ph.D.

Absolvent Filozofické fakulty UK a také Fakulty sociálních věd UK, kde obhájil disertační práci. Jako postdoktorandský vědec na Univerzitě v Bergenu získal zkušenosti během studijních a výzkumných pobytů v USA na Massachusettském technologickém institutu (MIT) a v Microsoft Research New England Lab. Byl úspěšným žadatelem o grant Primus a je autorem mnoha článků i monografií o hrách a historii programování v bývalém Československu a zemích Varšavské smlouvy, například Gaming the Iron Curtain: How Teenagers and Amateurs in Communist Czechoslovakia Claimed the Medium of Computer Games (MIT Press, 2018, česky 2023) a Player vs. Monster: The Making and Breaking of Video Game Monstrosity (2023, česky 2024).



MUDr. Tereza Ettlerová, MBA
Vystudovala obor Všeobecné lékařství na LFHK UK, během kterého absolvovala stáž na Mayo Clinic Alix School of Medicine. Necelých osm let pracovala v oboru gynekologie a porodnictví. Absolvovala European School of Business & Management SE se specializací na leadership, soft skills, motivaci lékařů a zamezení fluktuace zdravotnických pracovníků. Je zakladatelkou neziskové organizace Spokojení zdravotníci. Pracuje jako lektorka ve společnosti Czechitas, působí ve firmě ImpactHub, kde má na starosti UX design, tvorbu a správu webových stránek a jednoduchých aplikací. V rámci vlastní společnosti Webett vytváří webové stránky a aplikace pro zdravotnické ambulance a školí v IT dovednostech. Je autorkou knihy *Soft skills v medicíně*.

Z operačního sálu k tvorbě webů

„V IT je místo pro každého. Je to ohromně flexibilní obor, kde se můžete rozvíjet vlastním tempem. Když vás něco baví, za velmi krátkou dobu jste schopni dosáhnout opravdu mimořádných výsledků,“ říká lékařka, absolventka Lékařské fakulty v Hradci Králové UK, Tereza Ettlerová.

TEXT Jitka Jiříčková FOTO archiv Terezy Ettlerové

Vystudujete-li tak náročný obor, jako je medicína a po sedmi letech praxe se rozhodnete pověsit porodnictví na hřebík, musíte k tomu mít opravdu vážný důvod. Pro Terezu Ettlerovou byla strůjcem změny rodina. „Lidé kolem mě znali mou situaci, takže se ani nedivili. Ptali se ale, co vlastně teď dělám,“ vzpomíná akční tmavovláška na náročné období covidu, kdy se s mužem, rovněž lékařem, a dvěma malými dětmi přestěhovala do Chemnitzu.

„Přesun jsme plánovali dlouho a také jsme si dobře uvědomovali, že jako dva lékaři bychom museli upozadit rodinu,“ směje se Tereza s tím, že manžel coby dermatolog nastupoval v Německu na prestižní pozici dermatochirurga – oboru na pomezí kožní a plastické chirurgie, která v Česku prakticky neexistuje. „Bylo tak od začátku jasné, kdo se bude věnovat především medicíně a kdo dětem,“ vysvětluje Tereza a upozorňuje, že se záměrně vyhnula sousloví „věnovat kariéře“, protože i ona si dokázala v neznámém prostředí a bez předchozích zkušeností vybudovat suverénní pracovní pozici, dělat, co jí baví, neustále posouvá dál, a ještě má čas na děti, domácnost a... „taky na sebe – to je opravdu nezbytné, i když by to vždycky mohlo být ještě lepší, že,“ usmívá se maminka syna a dcery předškolního a mladšího školního věku, která se před pěti lety rekvifikovala na IT manažerku.

Tento laikům stále neuchopitelný obor zvolila právě pro jeho široký záběr a rozhodla se v něm začít intenzivně vzdělávat. „Navštěvovala jsem různé kurzy především neziskové organizace Czechitas, která otevírá ženám svět IT. Prošla jsem si základy kódování, programování a další. Učila se na malých

vlastních projektech a postupně hledala, jak to všechno propojit. Chtěla jsem, aby moje nová práce měla jasný smysl, a tak jsem se rozhodla zaměřit na oblast, které opravdu rozumím – zdravotnictví,“ popisuje Tereza Ettlerová.

Založila firmu Webett pro tvorbu webových stránek pro zdravotnické ambulance, jako projektová manažerka s přesahem do IT a marketingu se podílela například na mentoringové aplikaci MedITShare nebo také aplikaci týkající se dětské paliativní péče. „Na IT je skvělé, že si v něm každý může najít svou cestu, ať už má analytické myšlení, nebo je spíše kreativní a zajímá se o design. V IT je místo pro každého. Navíc je ohromně flexibilní, můžete se rozvíjet vlastním tempem. Když vás něco baví, za velmi krátkou dobu jste schopni dosáhnout opravdu mimořádných výsledků, zvláště v době AI,“ dodává Tereza.

Změny oboru nikdy nelitovala. „Já jsem člověk, který jde do všeho naplno a s nadšením. Neohlížím se zpět a beru příležitosti, jak ke mně přichází,“ říká prostě, i když samozřejmě měla a mívá těžší chvíle. „Spíš, než krizi jsem měla obavy – že jdu do neznáma, kde nemám kontakty a jsem na všechno sama,“ popisuje, proč se před pár lety rozhodla věnovat lektorování právě v neziskovce Czechitas, která jí na začátku tolik pomohla.

„Komunita kolegů a kolegů je důležitá. Pocit, že máte kolem sebe lidi, kterým jde o stejnou věc, je uklidňující. A také chci ulehčit vstup dalším ženám do IT, protože si myslím, že i když jde o hodně otevřený flexibilní obor plný lidí s velice pokrokovými postoji, ženský pohled a energie jsou tam opravdu potřeba,“ přiznává Tereza s tím, že ačkoli je pracovně flexibilní a poměrně nezávislá, denně si musí hlídat hranice. „Ani mě se nevyhýbají drobné rozepře s kolegy, kteří si myslí, že mám doma stejné zázemí a časové možnosti jako oni, kterým manželka zajišťuje fullservis. Vždycky jim říkám: ‚Představ si, že já jsem taky ta manželka!‘“ směje se.

Pracovní hranice se ale naučila držet ještě před svým IT obdobím, když pracovala v porodnictví a upřímně popisuje tlak nejen kolegů, ale i kolegů, aby sloužila co nejdéle do (vlastního) porodu a pak se zase co nejdříve vrátila do práce. „Zažila jsem, jak rychle se může rozpadnout oddělení, když zdravotníci a jejich potřeby nikoho nezajímají. Viděla jsem, jaké dopady to mělo na jejich životy. Na druhé straně jsem ale poznala, jak obrovsky se oddělení může zvednout díky správnému přístupu k personálu. Když někdo vytvoří prostředí, v němž se lidé cítí dobře, objeví a podpoří talenty a pomůže těm, kteří potřebují změnu,“ vysvětluje proč si ke všem svým IT projektům přidala ještě oblast soft skills a založila neziskovku Spokojení zdravotníci, která podporuje rozvoj spolupráce, hodnocení, přístup k chybám, kritice, motivaci zdravotníků nebo mentoring.

Denně, ač většinou online, je v kontaktu s lidmi ze svého původního oboru. Nestýská se jí po medicíně? „Ničeho nelituju, i když to víte, že si občas předstávím, jaké by to bylo si zase jednou ‚zaoperovat‘. Všechno má svůj čas. Teď jsou, a ještě dlouho budou, mou největší prioritou děti a rodina. Proto jsem strašně vděčná za to, že tu pro ně mohu být a přitom dělat, co mě opravdu baví, naplňuje a pomáhá i druhým,“ shrnuje Tereza Ettlerová.

Přesun jsme plánovali dlouho a také jsme si dobře uvědomovali, že jako dva lékaři bychom museli upozadit rodinu.

Největší satisfakce?

Dítě bez **záchvatů**



Epilepsie je onemocnění velmi zatěžující a snižující kvalitu života, někdy až život ohrožující. Zbavit záchvatů pacienty, u kterých neúčinkuje farmakologická léčba, umí epileptochirurgie. Na Klinice dětské neurologie 2. LF UK a FN Motol v roce 2024 odoperovali pětistého dětského pacienta. Osmdesát procent dětí díky tomu přestává trpět záchvaty. Za úspěšným programem stojí týmy neurologů, bioinženýrů, neurochirurgů, psychologů a radiologů, mezi nimi i lékaři Martin Kudr a Matyáš Eebel.

TEXT Petr Andreas FOTO Hynek Glos

Jak v mozku vznikají ložiska epilepsie?

MK: Nejčastěji v důsledku vrozených vad vývoje mozkové kůry, u benigních nádorů, vzácněji při poškození mozku v období okolo porodu anebo například při tuberózní skleróze. Epileptogenní zóna, kde se mozkové buňky aktivují víc, než by měly, je většinou jedna. Ovšem u některých těžkých pacientů, typicky například s fokální kortikální dysplazií typu I, může být i ostrůvkovitě rozmístěna ve větší části mozku.

ME: Také pacienti s tuberózní sklerózou mohou mít více ložisek generujících záchvaty. Zpravidla je ale neaktivnější jen jedno místo, hub síť, a právě ten se snažíme nalézt a chirurgicky narušit.

Jestliže postižené buňky odstraníte, co se stane se vzniklým prostorem? Jedna z vašich pacientek měla takto odstraněnou asi čtvrtinu mozku.

MK: Vyplní se mozkomíšním mokem, který v celém mozku normálně tlumí nárazy, a na okraji resekce se vytvoří zajizvení. Pacienta to dlouhodobě nijak neomezí, do dvou měsíců po operaci může hrát třeba fotbal. Jizva je jen kosmetický nedostatek, v kosti pod ní může zůstat nerovnost, nebo takový žlábek. Po odstranění části mozku se dokonce paradoxně většinou zlepší kognitivní výkon, jelikož záchvaty už mozku neškodí.

Odpovídají epileptogenní zóny funkčním mozkovým centřům? Projevuje se například epilepsie motorického centra na končetinách?

ME: Může to tak být. Oblasti mozku, kde záchvaty začínají, mohou mít blízko k takzvaným elokventním oblastem, které odpovídají za nějakou vyšší funkci – pohyb, řeč, pozornost či paměť –, anebo se někdy mohou i překrývat. Pokud má pacient kortikální dysplazii poblíž centra pro motoriku končetiny, záchvaty se mohou projevat záškuby této končetiny. Při plánování operace je pak klíčové zjistit, kudy přesně vedou motorické dráhy, připravit obrazová data pro chirurga, a pak postupovat maximálně šetrně, s monitorací motoriky.

Proč je zejména v nejmladším kojeneckém věku tak velmi důležité reagovat a léčit včas?

Do mozku se zavedou tenké, osm desetin milimetrů široké elektrody, na kterých jsou po dvou milimetrech umístěny kontakty.

MK: Vyvíjející se mozek je náchylnější k poškození těžkou epilepsií. Pokud reagujeme brzy, dáme mozku šanci, aby poškození bylo co nejmenší a dítě se vyvíjelo pokud možno normálně. V epileptologii se v současnosti celosvětově mění paradigma. Nečekáme, jestli epilepsie progreduje do velmi těžké formy – pokud vidíme možnost, operujeme dítě dříve, než fůdka už v kojeneckém věku.

Jakými vyšetřeními musí pacient projít, abyste se dozvěděli o všech podstatných zónách a drahách?

ME: První v základní paletě vyšetření je video-EEG. Tím zjišťujeme, jaká je aktivita mozku mimo záchvaty a ideálně i při záchvatu, zároveň natáčíme pacienta na video a hodnotíme průběh záchvatu. Následuje magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie (PET), konkrétně FDG-PET (fluorodeoxyglukózová pozitronová emisní tomografie, pozn. red.) modifikovaná metodou pvc-PET, a neuropsychologické vyšetření. Dle potřeby pak doplňujeme ještě další funkční neurovizuální nebo elektrofyziologická vyšetření.

U pvc-PET se zastavme, protože v jeho vývoji sehráli významnou roli inženýři z ČVUT. Tým pod vedením Radka Janči vylepšil starší zobrazování FDG-PET, aby lépe mapovalo metabolickou aktivitu nádorových buněk. Jak to funguje?

MK: Pvc-PET vylepšuje samotný FDG-PET dost zásadně. V principu jde o to, že v oblasti mozku, kde se spotřebovává méně cukru, bývá většinou i epileptogenní zóna. To PET sice ukazuje, jenže snímky jsou hrubé a dobře se v nich neorientujeme. Jedno vylepšení spočívá v tom, že se snímky PET fúzí s magnetickou rezonancí, což lokalizaci epileptogenní zóny velmi zpřesní.

ME: K tomuto se přidá omezující podmínka, že metabolismus mozku generuje hlavně mozková kůra. Tím se odstraní signál PETu z bílé hmoty a vyšetření se tak dále zpřesní. Na takové obrázky se také lépe dívá.

Používá se jen u vás v Motole?

MK: Pvc-PET metoda nebyla vymyšlená v Česku, nicméně z epileptologických center jsme jediní, kdo ji používá takhle rutinně, u devadesáti pěti procent pacientů. Nyní probíhají studie, ve kterých chceme její výhody ukázat.

Umí metoda PET, na základě nějakého strojového učení, sama určit epileptogenní zóny?

MK: Za interpretaci snímků vždycky bude odpovědný člověk. Podstatné ale je, že nemáme jednu zlatou metodu pro lokalizaci epileptogenní zóny.



Spoléháme se na průsečík informací z více metod. Ani nevím, že by v současnosti umělá inteligence do procesu celkového vyhodnocení zasahovala, i když třeba u magnetické rezonance pomáhá začíná.

ME: Výhoda strojového učení se ukazuje u většího množství dat, než je schopný zpracovat normální smrtelník. Třeba u pacientů s implantovanými stereo-EEG elektrodami hodnotíte klidně sto čtyřicet kontaktů. Navíc jsou umístěny u každého individuálně na různých místech mozku a hodnotíte takřka v reálném čase, protože hospitalizace končí resekci. *Machine learning* (strojové učení) nám pomáhá detekovat abnormality tam, kde nejdou zachytit okem.

Dá se říct, že tady stroj překonává kognitivní schopnost člověka?

ME: V podstatě ano. Je to ale jen další modalita, kterou musíme opět nějak verifikovat. Na stroj se rozhodně ještě spolehnout nemůžeme. Jsme rádi, že rozumíme tomu, co znamenají data, na základě nichž se rozhodujeme.

Zmínili jste stereoelektroencefalografii, SEEG, při níž implantujete do mozku elektrody. Čím a u jakých pacientů je výhodná?

MK: Stereo-EEG je druhem takzvané invazivní monitorace. Vznikla v šedesátých letech ve Francii a od konce nultých let v epileptochirurgii celosvětově dominuje. Považuji ji za ultimátní metodu, která dokáže nejlépe určit, odkud záchvaty vycházejí, a zároveň dokáže pomoci i s lokalizací elokventních oblastí.

Do mozku se zavedou tenké, osm desetin milimetrů široké elektrody, na kterých jsou po dvou milimetrech umístěny kontakty. Díky tomu jsme schopni natáčet signál EEG přímo z dané tkáně, což je velmi přesné. Metodu SEEG používáme asi u čtvrtiny našich operovaných pacientů. Je celkově náročnější pro pacienta i pro celý tým, není ale nebezpečná.

Jak celý proces vypadá?

MK: Po celkem časově náročném plánování drah elektrod zavedou neurochirurgové elektrody do mozku v přesně daných trajektoriích. Další den začneme monitorovat video-EEG. Máme na to týden, pacient je na jednotce intenzivní péče. Pak volíme postup; na naší klinice navrhuje pacientům resekční operaci většinou rovnou po proběhlé SEEG monitoraci.

Jedná se už o tytéž sondy, které pak slouží k navigaci epileptochirurgovi, který provede resekci?

MK: To je také náš unikátní postup, který kolegyně Anežka Bělohávková publikovala před čtyřmi lety. Určili jsme oblasti mozku, kde můžeme elektrody ponechat až do samotné resekční operace. Neurochirurg je musí najít a ony mu pomáhají v orientaci – to je při výkonu celkem složitá věc. Tato metoda ale nejde použít u všech pacientů.

Kdy to nejde?

MK: Pokud se překrývá cesta k resekci s implantací elektrod. Ty musí být zavedeny z jiného úhlu, než je resekční okno.

ME: Při operaci má neurochirurg i možnost neuronavigace. Pacient má hlavu spojenou s pevným rámem a neurochirurg má v navigaci nakreslený plán, podle kterého dokáže určit, o které místo uvnitř hlavy se jedná a kde by se resekce měla zastavit, například u některé dráhy. Při kraniotomii (odstranění části lebeční kosti, pozn. red.) ale může mozek trochu klesat. To právě řeší elektrody, které jsou umístěny fixně na místě abnormality, která by se měla resekovat. Takže když je neurochirurg nalezne, znamená to, že opravdu operoval tam, kde jsme chtěli.

I když je dnes neuroanatomicky zhruba známo, v kterém mozkovém centru sídlí která funkce, jsou lidé, kterým se v důsledku plasticity mozku nějaká funkce přestěhovala jinam nebo je zkrátka jejich mozek nějak individuálně uspořádaný. Jak k nim přistupujete?

MK: To je docela časté. Samozřejmě vycházíme z toho, že elokventní oblasti (zodpovědné za řeč, pozn. red.) budou tam, kde je mají zdraví lidé. Dokážeme ale i identifikovat jedince, u kterých to tak nemusí být. Například u pacientů s dětskou mozkovou obrnou, kteří mají z raného věku poškozenou určitou část mozku, víme, že funkčně důležité části, jako je například řeč, mají tendenci přesunout se do odpovídající oblasti druhé hemisféry.

ME: Limituje nás věk našich pacientů. Proto máme objektivní metody, kterými dokážeme zhodnotit funkční aktivaci mozku i u dětí, které úplně nespoupracují. U těch více spolupracujících si nasimulujeme potřebnou situaci a na funkční magnetické rezonanci vidíme, kde se projevuje například poslech řeči nebo snaha o doplnění textu. U dětí nespoupracujících lze zobrazit vlákna jednotlivých důležitých mozkových drah.



Jaké typy operací bývají nejnáročnější?

MK: Diagnostiky i léčebně jsou složití pacienti s epilepsií pocházející z inzuly (tzv. inzulární kortex, část mozkové kůry, která se nachází hluboko v trhlíně oddělující temporální lalok od parietálních a frontálních laloků mozku, pozn. red.), protože inzula je s ostatními částmi mozku významně propojená. Už jenom určit, že záchvaty vycházejí z inzulární oblasti, je těžké, a odoperovat inzulu je nesmírně náročné, navíc pacientů je spousta. Ale našemu týmu se daří i tyto operace.

Rád vzpomínám na holčičku ze Slovenska, která k nám přišla okolo třetího roku, prošla náročnými vyšetřeními a její inzulární epilepsii se opravdu podařilo odhalit a odoperovat. Rodiče mi poslali novoroční přání s fotografií, kde sedí normální, zdravá holčička – člověk si pak uvědomí, že nejde jen o pacienta, ale i o rodinu za ním, a jak výrazně jsme pomohli.

Jaké máte zkušenosti s rodiči? Je třeba je přesvědčovat o výhodách operace?

MK: Komunikace s rodiči je naprosto zásadní a já se ji stále učím. Vysvětlit, o co se jedná, že tato metoda umí pomáhat a že se ji snažíme dělat co nejbezpečněji. Rodiče ani pacienty nepřesvědčujeme, nabízíme možnosti. Pomáhá nám závažnost onemocnění: těžká epilepsie je velmi omezující a rodiny i samotní pacienti čtou příběhy vyléčených, získávají informace z doslechu a chtějí operaci.

S rodiči se setkáváte docela dlouho.

MK: Ano, je to dlouhý proces několika měsíců, pacient projde nejméně jednou, ale většinou více hospitalizacemi. Pohovorů s rodinou je několik, včetně prezentace pacienta na společném semináři s neu-

Už jenom určit, že záchvaty vycházejí z inzulární oblasti, je těžké, a odoperovat inzulu je nesmírně náročné, navíc pacientů je spousta. Ale našemu týmu se daří i tyto operace.

rochirurgy, psychology a radiology. Musíme komunikovat naprosto otevřeně, i z hlediska případných rizik a možných následků. Někdy je epileptochirurgie život zachraňující a společně s rodinou a pacientem dojdeme k rozhodnutí, že akceptujeme i nějaký motorický deficit, abychom dítěti zachránili život.

Myslíte na pacienty i ve volném čase?

MK: Často přemýšlím o těch, které se záchvatů nepodařilo zbavit. Jak jim ještě pomoci – dát jim vagový stimulátor (implantované zařízení pro elektrickou stimulaci bloudivého nervu, pozn. red.), předepsat ketogenní dietu, reoperovat je? Všechno pak řešíme dohromady s rodinou.

ME: Zatímco ti dobří, kteří vysadili protizáchvatovou medikaci a nepotřebují rehabilitaci, se nám ztrácejí. Nepotřebují nás – jsou vyléčení.

Která část vaší práce vás nejvíc baví a uspokojuje?

MK: Baví mě naprostá většina. Mám rád diskuse a rozhodování o pacientech, elektrofyziologickou práci na operačním sále. Největší zadostiučinění ale cítím na svých čtvrtěčních ambulancích, kam přicházejí pacienti už po operacích. Vidím, že se normálně vyvíjejí, jsou bez záchvatů. Můžeme vysadit léky, rodiče jsou spokojení a vděční. A nyní nám vyšla série opravdu zajímavých studií, v nichž jsme publikovali dva největší soubory pacientů na světě. Jeden se týká zmíněné inzulární epilepsie a druhý fokální kortikální epilepsie typu I. Takže naše práce má smysl i globálně.

ME: Mám rád okamžik, kdy do sebe zapadnou všechna vyšetření a vytvoříme dobrou hypotézu. Uděláme jednu monitoraci, druhou, ve stálých záchvatech začneme vidět nějaký obraz, ještě stereoEEG, a podaří se nám dobře zmapovat epileptogenní zónu. A pak když se rodiče radují, že ještě před měsícem mělo dítě třicet záchvatů denně, každou chvíli byli v nemocnici, nemohli s ním nikam jít a od operace najednou ani záchvat. Pořád musejí dodržovat režimová opatření, ale už mohou pomalu zapomínat, co předtím epilepsie v jejich životech znamenala.

Dětský epileptochirurgický program

Existuje pod vedením prof. Pavla Krška na Klinice dětské neurologie 2. LF UK a FN Motol 25 let. Poskytuje péči dětem s epilepsií z České republiky, Slovenska i jiných evropských zemí. V roce 2024 byl operován pětistý pacient, úspěšnost zbavení záchvatů se zvýšila na 80 procent. Na zavádění inovativních diagnostických a léčebných postupů se podílí Epileptologické výzkumné centrum (EpiReC).

Mám rád okamžik, kdy do sebe zapadnou všechna vyšetření, a vytvoříme dobrou hypotézu.



MUDr. Martin Kudr, Ph.D.
Lékař-epileptolog, vedoucí dětského epileptochirurgického programu na Klinice dětské neurologie 2. LF UK a FN Motol. Mezi jeho hlavní výzkumné zájmy patří klinická věda v oblasti epileptologie a epileptochirurgie, zejména funkční zobrazení, SEEG a inzulární epilepsie.



MUDr. Bc. Matyáš Ebel
Sekundární lékař a doktorand na Klinice dětské neurologie 2. LF UK a FN Motol. Vystudoval Všeobecné lékařství na 2. LF UK a obor Kybernetika a robotika na ČVUT. Specializuje se na epileptochirurgii s důrazem na analýzu intrakraniálního EEG (iEEG), vysokohustotního EEG (HD-EEG) a neurozobrazení, zejména u pacientů s tuberózní sklerózou.

29. 11.
Vítězem Czech Social Awards v kategorii firemní podcast se stala Udržitelná Karlovka. Ocenění poukazuje na schopnost podcastu oslovit posluchače a posluchačky a atraktivně zprostředkovat téma udržitelného rozvoje.



Kronika



10. 12.
Přírodovědecká fakulta UK vyhlásila vítěze soutěže Věda je krásná. Absolutní vítěžkou se stala Lucie Steinbachová a její Žebernatky.



10. 12.
Francouzské velvyslanectví v ČR udělilo Řád čestné legie rektorce UK Mileně Králíčkové za její přínos v oblasti medicíny, prosazování rovnosti žen a mužů ve světě a posilování francouzsko-českých vztahů.



11. 12.
Prezident republiky Petr Pavel předal jmenovací dekrety profesorkám a profesorům. Z celkem 78 jmenovaných bylo 27 nových profesorek a profesorů z Univerzity Karlovy.

12. 1.
V Didaktikonu měla přednášku vědkyně českého původu Aria Vítková, jež pracuje v proslulé NASA Jet Propulsion Laboratory. Podílela se na řadě významných projektů.

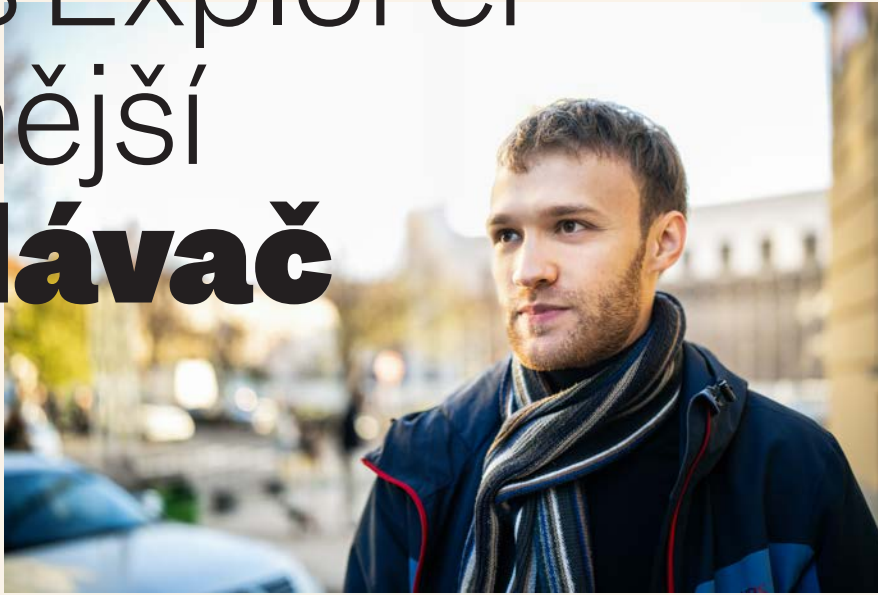


19. 1.
Nadace Neuron ocenila špičkové české vědce a vědkyně včetně sedmi osobností spojených s Univerzitou Karlovou. Hlavní Cenu získal absolvent MFF UK prof. Pavel Jungwirth.

13. – 23. 1.
Čtrnáct studentů UK se zúčastnilo Zimních světových univerzitních her v Turíně, kde česká výprava získala pět medailí. O ty nejcennější se postaralo družstvo hokejistek a na triumfu se podílely studentky UK Natálie Brichová, Lucie Eignerová, a Kateřina Dvořáková.



Charles Explorer – příjemnější vyhledávač



V existujících systémech univerzity mu chyběla provázanost mezi daty – informace o publikacích a jejich autorech, informace o předmětech, detaily o studijních programech. A tak se čerstvý absolvent Matfyzu Jindřich Bär rozhodl v rámci firemního projektu a diplomové práce vyvinout vlastní nástroj, který to umožňuje – Charles Explorer.

TEXT: Jiří Novák FOTO: Tomáš Rubín, MFF UK

„Charles Explorer je webová aplikace – vyhledávač předmětů, studijních programů, publikací a akademických pracovníků na Univerzitě Karlově. Cílím na uživatelský komfort a přehlednost, systém umožňuje například rychlé vyhledávání vztahů mezi akademiky a jejich publikacemi nebo předměty, které vyučují,“ představuje Jindřich Bär projekt, nad nímž vedl odborný dohled Tomáš Skopal, prorektor UK pro informační technologie.

„Oproti existujícím systémům má Charles Explorer příjemnější UX, responzivní design a umožňuje prohlížet data v souvislostech. Vztahy mezi osobami a publikacemi navíc umíme zobrazovat v grafovém („síťovém“) zobrazení, takže na data může uživatel nahlížet z různých úhlů. Tímto snad přibližujeme univerzitu i širší veřejnosti nebo třeba uchazečům o studium, pro které mohou být



stránky předmětů v SISu příliš technické. Pro každou entitu ale stále poskytujeme odkazy do stávajících systémů, abychom ještě více zlepšili provázanost dat,“ vysvětluje přednosti aplikace Bär.

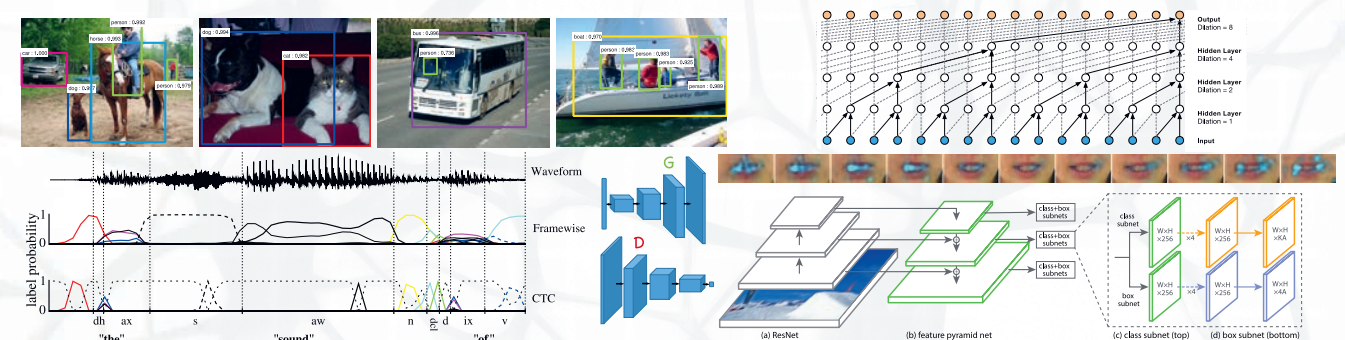
Za klíčové absolvent magisterského programu *Softwarové a datové inženýrství* považuje to, že dokázal propojit různé univerzitní systémy a nabídnout uživatelům snadnější způsob, jak se dostat k relevantním informacím. Projekt podle něj může také ukázat, jak lze s daty z různých univerzitních systémů efektivně pracovat a jak je zpřístupnit uživatelům. „Na rozdíl od mnoha podobných nástrojů je celý projekt open-source a postavený výhradně na otevřených technologiích,“ zdůrazňuje Bär. „Doufám, že tímto přístupem podpořím další spolupráci a třeba i vznik dalších podobných nástrojů.“

Na vývoji Exploreru plánuje i nadále pracovat, ale po dokončení studia mu práce neumožňuje věnovat projektu tolik času jako dříve. „Proto bych rád otevřel spolupráci se studenty, kteří by se na vývoji mohli podílet – ať už v rámci školních projektů, nebo jen z vlastního zájmu. Myslím, že by to mohla být skvělá příležitost pro každého, kdo se chce zapojit do reálného softwarového projektu a zároveň přispět k lepšímu zpřístupnění univerzitních dat,“ dodává.

Deep Learning



- ▶ **Deep neural networks** have been achieving significant **state-of-the-art** results in many areas (image/text/speech recognition and generation, games playing, and many more).
- ▶ The course focuses both on newest **theory** and **practical implementations** in **Python** and **PyTorch**. Basic Python skills required, **no** previous neural networks knowledge needed, basic machine learning understanding advisable.
- ▶ Assignments every week, including **competition** tasks where the goal is to obtain the **highest performance** in the class.



In PyTorch, 8 e-credits, 3/4, by M. Straka.
Micro-credential upon request after passing.



Kniha 60 let zkušeností, 30 let mládí

Historie a současnost informatiky
na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy



**Univerzita
Karlova**