

Fakulta aplikovaných věd

Fakulta aplikovaných věd existuje již 26 let a za tuto dobu si získala značné renomé nejen doma, ale i ve světě. Její výzkumnou činnost výrazně posílilo vybudování a otevření výzkumného centra NTIS v roce 2014. Pracovníci fakulty i centra NTIS rozvíjí vědní obory informatika, kybernetika, fyzika, mechanika, matematika a geomatika, které jsou klíčové pro výzkum, vývoj a aplikace v oblasti kybernetických, informačních, materiálových a mechatronických technologií.

Podrobněji zde představíme výzkum na poli informačních technologií.

Ovládnout počítač myšlenkou není sci-fi

Rozsvítit světlo, ovládat lůžko, pustit si televizor či v případě nouze přivolat pomoc je pro nepohyblivé osoby často nepředstavitelný problém. Projekt, na kterém pracuje tým vědců z katedry informatiky a výpočetní techniky fakulty aplikovaných věd společně s bavorskými partnery Partnerschaft Sensorik e. V. a Sensorik-Bayern GmbH, může těmto lidem výrazně zlepšit kvalitu života. Díky ovládnutí zařízení vlastním mozkem je opět bude jejich domácnost poslouchat.

Výzkumný tým fakulty aplikovaných věd se věnuje neuroinformatice a rozhraním propojujícím mozek s počítačem (BCI), tedy oborům na pomezí informatiky a neurověd. Za sebou má několik úspěšných projektů, např. vývoj metod detekce poruchy koordinace u dětí či detekce pozornosti řidiče.

Hlavní pozornost vědeckého týmu je nyní upřena na projekt, jehož cílem je vyvinout prototyp zařízení, které umožní nepohyblivým lidem se zachovanými kognitivními funkcemi ovládat myšlenkami základní chod jejich domácnosti.

Jak to bude fungovat v praxi? Na obrazovce se v zorném poli člověka, který má na povrchu hlavy umístěny elektrody snímající elektrickou aktivitu jeho mozku, promítají obrázky týkající se konkrétních potřeb souvisejících s jeho domácností. „Právě v okamžiku, kdy se člověk soustředí na konkrétní obrázek činnosti, kterou chce vykonat, teče elektrický proud v mozku trochu



Výzkumný tým fakulty aplikovaných věd se věnuje neuroinformatice a rozhraním propojujícím mozek s počítačem (BCI), tedy oborům na pomezí informatiky a neurověd.

jinak než v případě promítání obrázků ostatních činností, které jsou pro něj v daný čas nezajímavé a při nichž považujeme chování mozku za náhodné. Snímaný signál z elektrod je pak bezdrátově přenášen do softwaru a ten jej vyhodnotí. Opakováním obrázků dostupných činností a průměrováním reakcí mozku software rozpozná činnost, na jejíž obrázek se pacient soustředí, a danou věc poté vykoná,“ vysvětluje princip zařízení řešitel projektu Roman Mouček z katedry informatiky a výpočetní techniky.

Nyní tým testuje optimální počet a umístění elektrod na hlavě tak, aby vědci z mozku získali maximum využitelných informací a zároveň dotyčného neobtěžovali přílišným počtem či nevhodným umístěním elektrod. Kromě optimálního počtu elektrod vyhodnocují také nejvhodnější počet promítaných obrázků, důležitá je i rychlost jejich promítání, případně doprovodná zvuková kulisa či popisný text.

Metoda byla úspěšně testována na zdravých lidech, nyní se vědci přesunuli do nemocnice, kde ji testují na nepohyblivých pacientech. Projekt, který odstartoval v říjnu 2016, bude dokončen během tří let s tím, že jeho výsledkem bude funkční prototyp. Nezbývá než doufat, že se následně stane běžným a dostupným zařízením pro každého ochrnutého pacienta a zlepší jeho život, i když jej musí trávit upoután na lůžko.

Matematický model zpřesní diagnózu i léčbu zákeřného diabetu

Společně s lékaři z Fakultní nemocnice v Plzni vyvinuli vědci z katedry informatiky a výpočetní techniky matematický model, který zpřesní diagnostiku cukrovky a usnadní léčbu pacientů s touto nemocí.

Diabetes je zákeřné onemocnění. Nebolí a v prvních letech se ani nijak neprojevuje. Přesto se jedná o velmi závažnou nemoc, která je osmou nejčastější příčinou úmrtí na světě. V současné době trpí tímto onemocněním přibližně každý jedenáctý člověk, přičemž řada nemocných o tom ani neví. Hlavním projevem diabetu je zvýšená koncentrace glukózy v krvi, která postupně vede k poškození až selhání řady orgánů – zraku, ledvin, srdce a cévního systému či nervů. Orgány glukózu potřebují jako zdroj energie, ale její přílišné množství je poškozuje.

„Základem úspěšné léčby diabetu je, aby měl ošetřující lékař co nejpřesnější představu o tom, jak vypadá tzv. glykemický profil jeho pacienta. Zjistí to z odběrů krve, kdy se v odebraném vzorku určí koncentrace glukózy. Jenomže odebrání vzorku krve není příjemné. Ani k léčbě motivovaný pacient ho nebude chtít podstupovat příliš často a důležité změny koncentrace glukózy v krvi tak snadno uniknou pozornosti lékaře,“ popisuje autor difúzního modelu dynamiky glukózy Tomáš Koutný z katedry informatiky a výpočetní techniky.

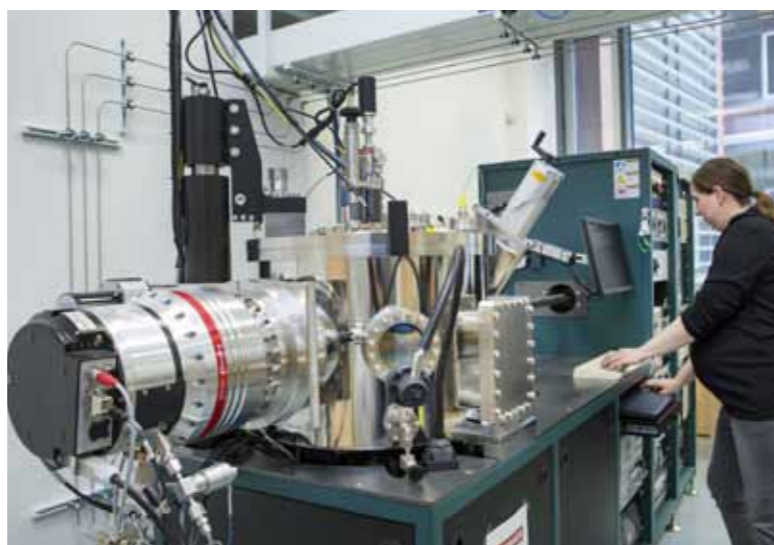
Technickým pokrokem v léčbě diabetu se stala minimálně invazivní technika známá jako systém kontinuálního měření koncentrace glukózy. Koncentrace je při ní měřena senzorem v podkoží. Jenže koncentrace glukózy v podkoží a v krvi se mohou významně lišit. Zároveň tělo vnímá senzor jako cizí těleso a snaží se ho vypudit. Proto má senzor omezenou životnost, která se dnes pohybuje kolem deseti dnů.

„Jak získá lékař informace o potenciálně nebezpečných změnách koncentrace glukózy v krvi, které nejsou intuitivně v záznamu z podkoží vidět?“ pokládá zásadní otázku Tomáš Koutný. A právě na ni našli odpověď vědci z fakulty aplikovaných věd v podobě vytvoření difúzního modelu dynamiky glukózy.

Projekt, na kterém od roku 2010 pracoval devítičlenný tým, byl v roce 2014 nominován na Cenu Wernera von Siemens, v roce 2016 získal odborný článek o vyvinutém modelu ocenění Editor's choice v prestižním vědeckém časopise Computer Methods and Programs in Biomedicine. V současné chvíli model čeká na klinickou studii, po jejímž dokončení může začít naplno fungovat v medicínské praxi. Pacientům i jejich lékařům tak výrazně usnadní správnou diagnostiku vývoje nemocí a pochopitelně i léčbu.



Difúzní model dynamiky glukózy umožňuje vypočítat koncentraci glukózy v krvi z koncentrace glukózy v podkoží. Lékařům tak výpočet parametrů modelu umožní pacientovi s diabetem určit optimální léčbu.



Multifunkční depoziční systém slouží k magnetronovému naprašování. Tato technologie umožňuje nanášení i takových vrstev, které jsou ostatními technologiemi nedosažitelné.

V případě zájmu o spolupráci si už teď můžete vyzkoušet výpočet kontinuální koncentrace glukózy v krvi, a to na portále diabetes.zcu.cz. Stačí jenom nahrát soubor s naměřenými hodnotami senzoru v podkoží. Pak už se zobrazí graf, který lze snadno spárovat se záznamy o tělesné aktivitě a s jídelníčkem. Je to možnost pro lékaře i pacienta, jak získat podrobnější přehled o vývoji nemoci. A navíc, nahráním souborů z aktuálně používaných senzorů můžete výrazně pomoci s pokračováním výzkumu.

Příklady dalšího výzkumu

Rozsáhlou oblastí vývoje a aplikace jsou informační technologie. Výzkumníci se zabývají **vývojem softwaru na zpracování přirozeného jazyka**, což zahrnuje např. automatické porozumění textu, rozpoznávání citového zabarvení kratších textů a klasifikaci dokumentů podle tématu.

Velmi zajímavý je také výzkum na poli **počítačové grafiky**, především v oblasti reprezentace a vizualizace velkých dat pro bioinženýrské a geomatické aplikace a v oblasti digitální holografie.

V oblasti kybernetiky se fakulta zaměřuje na problémy **řízení systémů se zcela či částečně automatickým rozhodováním**, jakými jsou různé průmyslové robotické paže a další robotická zařízení.

Výzkum na poli mechaniky řeší ve spolupráci s průmyslem projekty z **oblasti dynamiky**, související s modelováním kmitání rotorů či měřením vibrací strojových součástí. Za použití moderních kompozitních materiálů zde vznikají prototypy například mostních konstrukcí, sportovního vybavení a chráničů či strojových součástí, a to od samého návrhu přes počítačový model až po konkrétní výrobek. Ve spolupráci s lékaři vědci vyvíjí počítačové modely a simulace, například proudění krve v cévách či prokrvení jaterní tkáně.

Obor **matematika** hraje důležitou roli pro výzkumné aktivity v oblasti modelování zkoumaných systémů a procesů, včetně vývoje odpovídajících matematických struktur. Výzkumníci se podílejí na vývoji nových algoritmů a postupů v softwaru pro navrhování vsázek jaderných reaktorů. Problémy tvarové optimalizace nacházejí své využití při zlepšování vlastností motorů, lodních šroubů či vodních turbín. Matematika slouží také k simulaci a analýze ekonomických problémů a problémů z oblasti teorie her.

Nově vzniklá **katedra geomatiky** vytváří ve spolupráci s různými zahraničními institucemi otevřené platformy a virtuální služby pro podporu inovativních přístupů a propojení různých typů prostorových dat, které mohou sloužit ke zlepšení řízení dopravy či vzniku multimediálních map a průvodců. Katedra zároveň vyvíjí nové metody zpracování gravitačních dat naměřených družicemi pro geodetické a geofyzikální aplikace.



Robotický lachtan. Stabilizace míče na jehle.

Oddělení biokybernetiky se mimo jiné věnuje syntetické biologii a přeprogramování buněk, které může významně přispět k pokroku v medicíně.

Velmi rozsáhlým tématem řešeným na katedře kybernetiky jsou **řečové technologie a zpracování obrazu**. Projekty se zabývají hlasovými dialogovými systémy (hlasová komunikace člověk-stroj), automatickým titulkováním televizních pořadů či automatickým rozpoznáváním a syntézou znakové řeči. Katedra rovněž vyvíjí systémy pro vyhledávání informací v rozsáhlých multimediálních archívech.

Katedře fyziky dominuje **vývoj nanostrukturálních tenkovrstvých materiálů a plazmových zdrojů**. Vznikají zde materiály s jedinečnými vlastnostmi, které nacházejí využití v široké škále oblastí a přispívají ke zvýšení užitečných vlastností produktů, k rozvoji nových technologií, vývoji nových energetických zdrojů a rovněž jsou důležité pro environmentální technologie, bio- či medicínské aplikace.



Multifunkční totální stanice pro sběr geodetických dat.

NTIS – Nové technologie pro informační společnost

Evropské centrum excelence NTIS – Nové technologie pro informační společnost je výzkumné pracoviště fakulty aplikovaných věd, které patří k nejmodernějším podobným pracovištím u nás. Za tři roky své existence se centru podařilo dosáhnout celé řady významných úspěchů. V roce 2015 získal například tým mladých vědců pod vedením Daniela Georgieva osm medailí v prestižní soutěži na MIT v Bostonu. Uspěl v ní s nástrojem sloužícím pro diagnostiku dynamiky rakovinných buněk. Ten umožňuje včas rozpoznat, kdy klasická rakovina přechází do fáze metastáz. (Rozhovor s Danielem Georgievem si přečtete na straně 15.) Výzkumné týmy centra také spolupracují s Českou televizí na automatickém titulkování živých televizních přenosů pro neslyšící, úspěšně navrhují materiály pro novou generaci leteckých motorů či na objednávku Evropské kosmické agentury analyzují družicová data.



Audiovizuální syntéza řeči: Virtuální řečník vytvořený z 3D scanu reálného objektu.

Základním posláním NTIS je výzkum a vývoj kybernetických, informačních, komunikačních, mechatronických a bioinženýrských technologií, nových tenkovrstvých materiálů a plazmových zdrojů, metod zpracování geoprostorových dat a matematických struktur určených pro podporu modelování zkoumaných systémů a procesů. Centrum při řešení výzkumných projektů úspěšně kombinuje technické a přírodovědné obory.

V centru bylo ke konci roku 2016 zaměstnáno více než 270 výzkumných pracovníků, kteří zde pracují v moderně vybavených pracovnách a laboratořích na výzkumu a vývoji automatických řídicích systémů, pokročilých řečových a informačních technologií, inteligentních materiálů, nových tenkovrstvých materiálů s unikátními vlastnostmi, geoinformačních a geodetických metod nebo matematických simulací a modelů, které nacházejí uplatnění v řadě aplikací, od vodních turbín až po atomové elektrárny.



Vakuová komora pro přípravu tenkovrstvých materiálů.