

Početní neurovědy a fungování lidského mozku – CNS 2015

Praha hostila největší světovou konferenci v oboru teoretických a početních neurověd – Computational Neurosciences (CNS) 2015. Početní neurovědy mají za úkol matematicky popsat funkci mozku a procesy, které v něm probíhají. Kombinují proto matematické analýzy a počítačové modelování s experimentálními neurovědami s cílem lépe porozumět základům fungování nervového systému a využít těchto poznatků i v medicíně a řadě technologií.

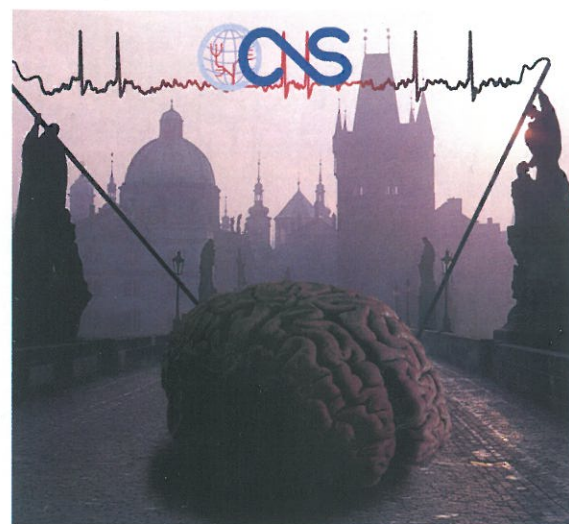
Na 530 účastníků si od 18. do 23. července vyměňovalo poznatky o vypracovávání složitých počítačových analýz a modelů pro vyhodnocování a zpracovávání dat získávaných neurovědci v experimentech. Stejně důležité a zajímavé však byly i čistě teoretické příspěvky týkající se matematických vlastností modelů a poskytující koncepční rámec. Debatovalo se o vlastnostech jednotlivých buněk a jejich modelování, o zpracovávání zrakových a sluchových podnětů, o neuro-modulaci a řízení motoriky nevyjímaje vylepšování parametrů pro hlubokou mozkovou stimulaci u pacientů s Parkinsonovou chorobou nebo o pokroku směrem k počítačovému modelu dyslexie. Řeč byla i o charakteristikách mozkové aktivity za situace, kdy je mozek v tzv. klidovém stavu, nebo dokonce o měření a modelování toho, jak se ptáci učí svůj rozmanitý zpěv.

Mnoho z diskutovaných témat zkoumají vědci ve Fyziologickém ústavu AV ČR jak prakticky, tak teoreticky s využitím počítačových simulací a modelování. Studují různé aspekty přenosu nervového signálu, zabývají se biochemickou podstatou přenosu signálu mezi buňkami, integračními funkcemi nervového systému včetně souboru myšlenkových procesů označovaných jako kognitivní funkce a zahrnujících paměť, prostorovou orientaci a učení. Zaměřují se rovněž na taková onemocnění nervového systému, jako jsou epilepsie, Alzheimerova choroba, schizofrenie či deprese.

I proto byl Fyziologický ústav AV ČR spoluorganizátorem mezinárodní konference CNS 2015 a dr. **Martin Zápotocký** jedním ze dvou českých vědců v jejím organizačním výboru.

Jak probíhají výzkumy v těchto oborech?

Většina badatelů v neurovědách provádí experimenty ať už se zvířaty nebo s lidskými subjekty. Řada z nich ale zároveň spolupracuje s matematikou, fyzikou nebo informatikou, kteří se zabývají podrobnou matematickou analýzou dat z experimentů a vytvářejí matematické modely, jež mají za cíl výpočetně zachytit chování nějaké části nervového systému. Tyto modely



se posléze detailně porovnávají s novými experimenty a také často motivují návrh nových typů pokusů. V neurovědách obecně je už docela dobře zavedený postup, kdy dochází k iteraci oběma směry mezi teoretickou, modelovací, výpočetní stránkou a stránkou experimentální. Historicky se nejprve dospělo k dobrým modelům pro jednotlivé neurony a v nynější době, kdy začínáme mít k dispozici masivní data mozkové aktivity z tisíců neuronů měřených současně, se velké úsilí věnuje vývoji modelů schopných popisovat činnost celé jejich populace.

Čím se na konferenci prezentoval Fyziologický ústav AV ČR?

Podíleli jsme se jednak organizačně, jednak jsme se samozřejmě zúčastňovali i vědecky. Naši doktorská zde představili postery a já jsem společně s prof. Taishinem Nomuro z japonské Ósaky zorganizoval jednodenní workshop na téma neuromechaniky a řízení motoriky.

Tímto tématem se zabýváte i ve své vědecké práci. Co všechno obnáší?

Zahrnuje veškeré aspekty řízení pohybu, zvláště pohybu celého těla, tzv. lokomoce. Aby bylo možné se v analýze lokomoce dostat dál, musí se integrovat postupy z řady podoborů. Začíná to biomechanikou, protože mechanické vlastnosti těla zde hrají velmi důležitou roli. V kontextu konference byl klíčový způsob, jakým nervový systém řídí prostřednictvím aktivace svalů pohyb těla; to znamená, jak nervový systém využívá biomechaniku k provedení koordinovaných pohybů. Jedním z hlavních cílů zmíněného workshopu bylo spojit vědce z oblasti neurověd s neuroinženýry, kteří se zabývají robotikou. Řečníci informovali o práci na jednodušších systémech, jako je muška octomilka,

a o studiích, jak je nervově řízen pohyb jejich křídel. Na pořadu byly i přednášky s tematikou lidské motoriky založené na podrobných měřeních například stability postoje nebo variability chůze; hovořili i kolegové z oblasti robotiky, kteří pracují s tzv. humanoidními roboty: humanoidní v tomto kontextu neznamená, že mají něco jako lidský mozek, ale že mají fyzickou strukturu v určitém smyslu podobnou lidskému tělu – včetně umělých „měkkých“ svalů.

Čili nejenom sledujete v experimentech, jak se neuromuskulární systém aktivuje, když řekněme já chci pohnout pravou rukou nebo muška octomilka zamávat křídly, ale opět tato bádání posouváte do oblasti početních neurověd, ke zpracování dat pomocí počítačů a k vytváření dalších modelů?

Je to tak. Nejzajímavější je, řekl bych, že studujeme pomocí matematických modelů onu interakci nervového systému a biomechaniky těla. Člověk si možná naivně představuje, že mozek a nervový systém dokážou dát svalům příkazy, jež povedou k vykonání jakéhokoli pohybu, který si usmyslíme. To je ovšem často neefektivní nebo dokonce neuskutečnitelné. Aby totiž bylo možné provádět efektivní koordinované pohyby, musí se naopak mozková aktivita a nervová aktivita v periferních nervech dobře přizpůsobit mechanickým vlastnostem těla a v případě lokomoce i mechanickým

vlastnostem okolního prostředí. Název oboru, který se touto interakcí zabývá, zní „neuromechanika“ a v něm je důležitá uvedená zpětná vazba směřující od mechanických vlastností těla a prostředí k nervové aktivitě.

Jedním z nejváženějších přednášejících na konferenci CNS 2015 byl doyen oboru prof. **Jack Cowan** z University of Chicago v USA, který už v sedmdesátých letech minulého století spolu s H. R. Wilsonem formuloval příslušné rovnice, vypracoval model aktivity jednotlivých neuronů a později jejich populací a zkoumal dynamiku interakcí mezi populacemi jednoduchých modelových neuronů.

Jak se během času změnilы nástroje a metody výzkumu na tomto poli?

První modely nebraly v úvahu vnitřní, spontánní „šum“. Ve všem, k čemu v mozku dochází, se projevuje velká míra kolísání – to sice platí i o počítačích, ovšem v biologických systémech se projevují nejružnější druhy náhodných, stochastických efektů: říkáme, že v procesech, které se v nich odehrávají, je velká míra entropie, neurčitosti, mnoho stupňů volnosti, mnoho proměnných – a všechny nemůžete korigovat. Takže tento systém obsahuje už ve své podstatě „šum“. Jelikož já jsem svou profesní dráhu začínal ve fyzice a inženýrství, byl jsem si vědom, že pro řešení podobných úloh existují teorie. Pustil jsem se proto do

JANA OLIVOVÁ



VŠECHNA FOTA: ARCHIV CNS

Mezinárodní konference CNS 2015 hostila Vysoká škola ekonomická v Praze.