

Rozhovor

TECHNOLOGIE ŽÁDNÉ PROBLÉMY NEVYŘEŠÍ

*O zklamání z fMRI a mnohavýznamovosti pojmu „repräsentace“.
Rozhovor s Józsefem Fiserem a Donaldem Katzem*

Tereza Hadravová

József Fiser po studiu elektrotechnického inženýrství obdržel diplom v oboru kognitivní psychologie a doktorát v informatice. V postdoktorálním studiu se věnoval neurovědě, dětské psychologii a psychofyzice. V současnosti působí jako docent psychologie a neurovědy na Brandeis University v USA. Ve svém výzkumu se zaměřuje na vizuální vnímání a vizuální učení. Ve své laboratoři provádí behaviorální experimenty s lidmi, měří fyziologické reakce zvířat v bdělém stavu a využívá nástrojů počítačového modelování. Momentálně se zabývá výzkumem toho, jak kortex kóduje vnitřní repräsentace vnějšího světa, jakým způsobem probíhá učení a jak se tyto repräsentace podílejí na dalším vnímání. Přispívá do časopisů *Science*, *Journal of Cognitive Neuroscience*, *TRENDS in Cognitive Sciences*, *Nature* a dalších.

Donald Katz po bakalářském studiu kognitivní vědy a lingvistiky na Brown University v USA krátce pracoval jako psycholinguista v Centru pro výzkum afázie v Bostonu a jako klinický psycholog na Indiana University. Zde se poprvé setkal s neurobiologií učení a paměti. Ve své disertační práci se věnoval výzkumu vazeb vznikajících v mozečku během podmíněného mrkání. Tento výzkum jej upozornil na potenciál technologií, které sledují činnost mozku na několika místech zároveň. Ve své laboratoři na Brandeis University se zaměřuje na dynamiku krysího chuťového systému, zkoumá časové struktury činnosti populací neuronů a za nejzajímavější považuje studium obvykle opomíjených, znepokojivých faktorů, jako jsou rozličné zpětné vazby v systému, vliv jiných smyslových modalit, proměnlivost reakcí na tentýž stimulus napříč jednotlivými pokusy a role kontextu. Své texty o čichu a chuti publikoval mimo jiné v časopisech *Neuron*, *The Journal of Neuroscience*, *Journal of Neurophysiology* a *Chemical Senses*.

Úvod

S Józsefem Fiserem a Donaldem Katzem jsem se setkala na letošní letní škole Central European University v Budapešti, kde oba přednášeli v rámci kurzu „Brains and Minds: The perceptual and computational bases of higher cognitive processes“. Katz i Fiser působí na katedře psycholo-

gie na Brandeis University v USA. Oba získali diplom v oboru psychologie, jejich současný výzkum je však řadí spíše mezi neurovědce. Fiserova laboratoř se specializuje na výzkum vizuální percepce. Třebaže se Fiser zaměřuje na otázku, *jak* vnímáme, tedy jak probíhá zpracování vizuální informace v mozku člověka či zvířete, jeho přístup jej v posledku vede k otázce, která se na první pohled může zdát méně zajímavá, totiž ke zkoumání toho, *co* vnímáme. Podle Fiser a jeho spolupracovníků je organismus výjimečně citlivý ke statistickým vlastnostem prostředí: součástí obsahu vnímané informace je stupeň nejistoty o skutečném stavu věcí, tj. odhad pravděpodobnosti výskytu dané vlastnosti v našem prostředí. To přivádí do hry statistický model prostředí, jehož postupným budováním a rolí v procesu vnímání se Fiser zabývá především. Chytlavou frází můžeme říci, že podle Fiser neexistuje rozdíl mezi vnímáním a učením.¹⁾

Donald Katz má odlišné vědecké zaměření: ze smyslové percepce jej nejvíce zajímá chuťový systém. Právě čich a chuť dnes přitahují v neurovědných laboratořích stále větší pozornost. Katz je jedním z badatelů, kteří opouštějí představu, již o takzvaných chemických smyslech rozšiřují učebnice neurovědy a psychologie, totiž že se jedná o nejprimitivnější smyslové systémy, u kterých počet receptorů určuje počet vnímaných vlastností a jež tedy fungují po způsobu dětské hračky kostky, do jejichž otvorů lze protlačit vždy jen jeden určitý tvar.²⁾ Ve svém výzkumu se Katz zaměřuje na otázku takzvaného temporálního kódování: zajímá jej, jak nervový systém využívá pro přenos informace časovou strukturu jejího zpracování.³⁾

Čtenáři *Iluminace* budou v tuto chvíli uvažovat, co mají uvedená témata společného s filmovou teorií nebo alespoň tématem tohoto čísla – neuroestetikou. Katz ani Fiser, je třeba říci, se neuroestetikou nezabývají a o tom, jakým způsobem se filmová teorie otevírá neurovědeckým výzkumům, slyšeli poprvé během našeho rozhovoru. Přesto se domnívám, že jejich reflexe představují v tomto čísle vítaný doplněk. Připomínají totiž, že věda není o nic méně zatížená teorií než humanitní studia, a ilustrují skutečnost, že takzvané „výsledky“ vědeckého bádání nejsou konečné popisy nějakých faktů, ale závisejí na interpretaci a roli, kterou hrají v příslušné teorii. Na obojí se v neuroestetice někdy zapomíná.

V první polovině rozhovoru se věnujeme zhodnocení toho, co do neurovědeckých výzkumů přinesla funkční magnetická rezonance a další technologie zobrazování mozku, které se začaly při výzkumech mozku využívat v poslední čtvrtině dvacátého století. Prostředky, na které byla neuroanatomie lidského mozku odkázána před vývojem technologií MRI⁴⁾ a PET,⁵⁾ zahrnovaly *postmortem*

-
- 1) Srov. József F i s e r – Pietro B e r k e s – Gergő O r b á n – Máté L e n g y e l, Statistically Optimal Perception and Learning: from Behavior to Neural Representations. *TRENDS in Cognitive Sciences* 14, 2010, č. 3, s. 119–130.
 - 2) Srov. např. Robert P. E r i c s o n, A Study of the Science of Taste: On the Origins and Influence of the Core Ideas. *Behavioral and Brain Sciences* 31, 2008, s. 59–105.
 - 3) Srov. přehledovou studii Christian H. L e m o n – Donald K a t z, The Neural Processing of Taste. *BMC Neuroscience* 8, 2007, s. 5.
 - 4) Zobrazování pomocí magnetické rezonance (MRI), využívající silného magnetu a reakce protonů v mozkových tkáních, se uplatňuje především ve zdravotnictví. Z obrazu je možné vyčíst hrubou anatomii mozku a případné porušení některých tkání. Srov. Eric R. K a n d e l – James Harris S c h w a r t z – Thomas M. J e s s e l l, *Principles of Neural Science* (4. vyd.). New York: McGraw-Hill 2000, s. 366ff.
 - 5) PET (pozitronová emisní tomografie) je starší technologie zobrazování mozku, která zaznamenává změny v toku krve a metabolismu glukózy, jež se podle předpokladu spojují s mentální aktivitou. Ačkoli se používá při práci s lidmi, není zcela neinvazivní: před snímáním obrazu se do krve subjektu vstříkne radioaktivní látka.

analýzy lidského mozku či extrapolace výsledků z *in vivo* výzkumu činnosti mozku zvířat. O stupeň „invazivnější“ technikou než měření činnosti jednotlivých neuronů pomocí do mozku zvířete zavedených elektrod je odstranění určitých částí mozku a sledování dopadu tohoto zásahu na chování postiženého.⁶⁾ Tradičními zdroji materiálu pro neurovědce jsou také případy ztráty či deformace té které mentální schopnosti v důsledku poranění či nemoci mozku, doplněné pitvou po smrti pacienta. Krátce řečeno, neurovědci byli při výzkumu kognitivních funkcí odkázáni na data získaná z poraněného, mrtvého nebo zvířecího mozku.

Právě technologie fMRI⁷⁾ se v raných devadesátých letech stala symbolem možného průlomu v kognitivní neurovědě. S její pomocí bylo možné zkoumat nenarušený lidský mozek přímo během kognitivního výkonu. Například Eric Kandel v *Principech neurovědy* uvádí: „Poprvé tak získáváme prostředek k zodpovězení mnoha klíčových otázek, se kterými se potýkáme při studiu lidského poznání: Jak jsou vstupní data poskytovaná smysly mozkiem mapována a jak složitá je stavba smyslových reprezentací? Jaká je organizace komplexních kognitivních funkcí, jako jsou paměť, jazyk či emoce? Techniky zobrazování mozku nám umožňují zkoumat tyto otázky na úrovni rozsáhlých neuronálních uskupení, sítí a systémů v živém, aktivním mozku.“⁸⁾

Jak dokládá i skeptické naladění, které vůči fMRI projevují v tomto rozhovoru Fiser a Katz, tento optimismus se dnes postupně vytrácí. Upozorňuje se na nedostatečnou reflexi omezení dané technologie, která devaluje závěry mnoha studií. Nikos Logothetis shrnuje potíže s fMRI takto: „Signál, který naměříme s pomocí fMRI, nedokáže rozlišit mezi funkčně-specifickým procesem a neuromodulací ani mezi dopředu mířícími signály a zpětnými vazbami. Může také zaměnit excitaci za inhibici.“⁹⁾ Jinými slovy, základním problémem je, že BOLD signál, který fMRI měří, může být důsledkem celé řady pochodů; vědcovo přesvědčení, že zde naměřil právě zkoumanou kognitivní funkci, je nejspíše pouze jeho zbožným přáním.

V druhé části rozhovoru se dostáváme k vlastní práci Fisera a Katze. Zajímá mne především teoretický rámec jejich výzkumů a to, jakým způsobem se vyrovnávají s obtížemi, kterým čelí výzkum vnímání v laboratorních podmínkách. Ptala jsem se na rozdíly mezi sestavením experimentu se zrakem a čichem a také na to, jakou změnu může ve vizuální vědě způsobit používání pohyblivých obrazů. Na samém konci tohoto rozhovoru Donald Katz prohlásí, že interdisciplinární „spolupráce se rodí spíše během poutavého rozhovoru než nabídkou jedné strany druhé“. Třebaže z tohoto rozhovoru žádný plán spolupráce bezprostředně nevzešel, pevně doufám, že se při jeho četbě ukáže její potenciál.

6) Takové experimenty se z pochopitelných důvodů provádějí jen se zvířaty. Výjimečně se chirurgickému zásahu podrobují i lidé, především v případech chirurgického léčení epilepsie (kdy bývá odstraněna určitá část mozku nebo přerušen *corpus callosum* – hlavní spojovací kanál mezi hemisférami). Není třeba dodávat, že právě tito pacienti jsou následně vystaveni intenzivnímu zájmu neurovědce.

7) Zobrazování pomocí funkční magnetické rezonance obvykle využívá technologie MRI k měření tzv. BOLD (blood oxygen level-dependent) parametru. Podle předpokladu se jedná o ukazatel zvýšené aktivity v určité části mozku v důsledku zadaného kognitivního úkolu. BOLD signál zachycuje změny v poměru okysličené a neokysličené krve. Tyto změny se zase vážou mj. na lokální rozdíly v množství krve, rychlosti proudu, metabolismu. Poměr okysličené a neokysličené krve je pomocí fMRI zachycován proto, že obě formy hemoglobinu reagují jinak na magnetické vlny vysílané fMRI. Srov. Eric R. Kandel – James Harris Schwartz – Thomas M. Jessell, *Principles of Neural Science*, s. 366ff.

8) Tamtéž.

9) Nikos K. Logothetis, What We Can Do and What We Cannot Do with fMRI. *Nature*, 2008, č. 453, s. 877.

Badatelé z humanitně zaměřených oborů dnes často mluví o funkční magnetické rezonanci (fMRI), poměrně nové neinvazivní technice zobrazování aktivity živého lidského mozku. Využití tohoto způsobu zobrazování, říká se, proměňuje nejen pole kognitivních věd a neurověd, ale bude mít brzy dopad i v humanitních disciplínách. Někteří moji kolegové se proto věnují hledání neuronových korelátů vědomí, náboženského cítění, sociálního chování či estetického prožitku. Jsou podle vás takové naděje opodstatněné?

JF: Takhle otázka nestojí. Zmíněné složité problémy nevyřeší fMRI. Vyřeší je optogenetika. (Smích.) Ale teď vážně. Je pravda, že využití magnetické rezonance pro výzkum mozku přineslo něco nového. Přínos této technologie byl však především konceptuální: vědci si přestali myslet, že mozek lze vysvětlit tak, že budou sledovat aktivitu jednoho neuronu a potom aktivitu jiného neuronu. Začali myslet globálněji, pojímat mozek jako celek a ne jako řadu samostatných jednotek. V tom tedy spočívá pozitivní dopad fMRI a dalších příbuzných technologií.

Zdali tyto technologie odpoví na otázky, na něž hledáme odpovědi? Jsem si téměř jist, že ne. Mají mnoho chyb – nedostatečné rozlišení, například, a také dosud ne zcela prozkoumaný vliv takových faktorů, jako je třeba neuromodulace.¹⁰⁾ Dnes mi připadá již jisté, že fMRI nepředstavuje tu správnou cestu. To však není tak závažný problém: jednoho dne bude objevena lepší technologie, ať už je to optogenetika nebo něco jiného, pomocí které se snad dopracujeme k jakémusi porozumění.

DK: Je především nutné si uvědomit, že náš problém nevyřeší nějaká technologie. Mnohem důležitější je správně formulovat otázku a přijít s adekvátní teorií. Mnoho problémů a otázek přitom bude možné zodpovědět s pomocí papíru a tužky či jiných staromódních technologií. Co se týče fMRI, tak i za předpokladu, že by vědci disponovali patřičnými otázkami, je třeba si přiznat, že tato technologie nesplnila naše očekávání. Pokud nás vůbec někam vede, tak nazpátek. Když se fMRI před dvaceti lety objevilo, vědci začali opakovat studie, které již byly provedeny – tentokrát s člověkem pod magnetem. Vzhledem k tomu, že již věděli, co lidský mozek dělá, poznání, která oblast se přitom více rozsvítí, nepřineslo nic revolučního. Nikam dál nás to neposunulo, nanejvýš k tomu, že můžeme dané činnosti přidělit nějakou mozkovou oblast.

Nezanedbatelná je také skutečnost, že fMRI nemá pouze nízké prostorové a temporální rozlišení, ale že obraz mozkové činnosti, který poskytuje, je plný ruchů. Vědec nejprve získá obraz mozku, který je aktivní v mnoha různých částech; potom zadá zkoumanému nějaký úkol a opět získá obraz rozsáhle aktivního mozku. Nakonec oba obrazy srovná, nějak rozhodne, které rozdíly se již počítají, a když mu z toho pak vyjde jedna oblast, ve které byla aktivita relativně nejrušnější, řekne: právě tato oblast dělá to či ono. Takový závěr je však zcela neoprávněný! Právě proto nás fMRI vede špatným směrem. Při použití fMRI vědce pouze zajímá, v jaké oblasti se bude aktivita mozku nejvíce lišit při zadání dvou různých úkolů a to jej vede pouze k neplatnému tvrzení, že daná oblast je tou, jež zodpovídá za příslušný úkol.

10) Neuromodulace označuje soubor jevů, které ovlivňují celkovou excitaci mozku pomocí tzv. neuromodulátorů, látek, které se uvolňují při stavech zvýšené pozornosti, stresu nebo například kouření. Dopad neuromodulátorů na neuronální výkon může mít větší význam pro BOLD signál než samotný kognitivní úkol. Srov. tamtéž, s. 873.

JF: Don jako obvykle vidí věci příliš černě. Dokážu si představit, že fMRI může – v rukách inteligentních lidí – dát správnou odpověď na správnou otázku. Připouštím však, že se vědci zatím příliš dobře neptali. V zásadě však na fMRI není nic špatného.

I když jste na tuto otázku již částečně odpověděli, dovolu mi se zeptat přímo: Domníváte se, že nová média zobrazení mozkové aktivity ovlivňují to, jaké teorie o mozku vytváříte – a nebo je považujete za jednoduše jiné, možná lepší nástroje zkoumání?

JF: Jen zopakuji to, co jsem již řekl. Technologie, o kterých mluvíme, otevřely vědcům cestu k novému druhu porozumění mozku – ke globálnímu obrazu. A také, díky možnostem při vytváření experimentu, umožňují zaměřit se na to, kudy mozkem proudí příslušná informace. Právě tento typ zkoumání by mohl být pro celkové porozumění nejprínosnější.

Dovolte mi otázku přeformulovat. S objevem nové technologie se často pojí pocit, že se člověku takto otevírá nová cesta k pravdě. Pod vlivem tohoto pocitu pak mohou mít vědci sklon k tvoření rychlých závěrů, které nerespektují příslušné důkazy a zakládají se spíše na vágně interpretovaných výsledcích několika experimentů. Stalo se něco takového v souvislosti s fMRI v neurovědách?

JF: Zdá se mi, že zde mluvíte o typické psychologické vlastnosti: pokud vám nová technologie přinese několik slibných výsledků, pak se stane velmi populární, a ten výzkum, který tuto technologii využívá, bude mít větší vliv. Teorie, které vznikají v této situaci, jsou často nesprávné či neužitečné. Ale něco takového neplatí pouze o fMRI.

DK: Když teorii vede technologie, pak má vědec velmi malou kontrolu nad tím, kam směřuje. Rád bych se vrátil k tomu, co říkal József dříve. Souhlasím s tím, že je skutečně možné formulovat hypotézy, jež budou volat pro využití fMRI či některé příbuzné technologie. Platí to pro fMRI a stejně tak i pro optogenetiku, která si podmaňuje vědeckou komunitu právě dnes.¹¹⁾ I o ní si mnozí myslí, že pouze tím, že ji budou používat, dojdou k poznání toho, jak funguje mozek. Taková myšlenka je však naprosto nesprávná a zavádějící. Samozřejmě ale souhlasím s tím, že s těmito technologiemi lze dělat zajímavé věci a že existují otázky, na které lze hledat odpověď pomocí fMRI.

JF: Optogenetika vlastně představuje docela zajímavou analogii v souvislosti se sociálním fenoménem, o kterém jsme mluvili dříve. To, co se dnes povídá o optogenetice, kopíruje téměř slovo za slovem to, co se tvrdilo o fMRI. To, co se dělo ve výzkumu s fMRI před dvaceti lety, se dnes děje ve výzkumu s optogenetikou. Z toho bychom mohli vyvodit, že víme, co se v tomto výzkumu stane za pět let.

11) Optogenetika je nová metoda výzkumu činnosti mozku, jejíž možnosti přitahují pozornost vědecké komunity od počátku 21. století (Srov. Gero M i e s e n b ö c k, The Optogenetic Catechism. *Science*, 2009, č. 326, s. 395–399). Umožňuje geneticky předprogramovat vybraný druh neuronů tak, aby reagovaly na světlo. Tato manipulace umožňuje uměle spustit řadu reakcí vybraného neuronového systému a pozorovat, jaký vliv taková aktivace bude mít na činnost celého systému, případně chování zvířete. Detailní popis vývoje a využití tohoto nástroje v posledních šesti letech srov. in Lief F e n n o – Ofer Y i z h a r – Karl D e i s s e r o t h, The Development and Application of Optogenetics. *The Annual Review of Neuroscience*, 2011, č. 34, s. 389–412.

Ráda bych vysvětlila, proč se tolik zajímám o fMRI a o to, jaký byl přínos této technologie v neurovědách. Výzkumy, které využívají fMRI a příbuzné technologie, se dnes stále častěji uplatňují v humanitních disciplínách, kde si podržují auru technologií, jež mají potenciál změnit směřování výzkumu.

DK: To tedy vlastně znamená, že jste v oné pozici, ve které můžete za svého průvodce po budoucnosti vlastního pole zkoumání využít naší historie, tedy konečného zklamání našich nadějí a stejně tak i jejich momentálního znovuzrození.

Obrátíme nyní pozornost k vašemu vlastnímu výzkumu. Oba dva zastáváte v rámci klasické neurovědy poměrně alternativní pozici, která se liší od běžné představy o tom, jak funguje mozek či o jaké poznání by měla neurověda usilovat. Zjednodušeně řečeno, zatímco v tradičním rámci přitahuje nejvíce pozornosti otázka po tom, kde v mozku nějaký děj probíhá, vy jste více zaujati tím, kdy se něco děje, tedy časovostí probíhajících událostí. Mohli byste svůj náhled více přiblížit?

DK: Tahle otázka je směřována spíše na mne než na Józsefa, ale je tomu tak především proto, že se zajímám o jinou část problematiky a také jinou úroveň otázky než on. Mozek je systém, který existuje v čase. Z mnoha důvodů přitom platí, že nervovou aktivitu nemá smysl zkoumat pomocí snímků pořízených v jednom okamžiku. Dané důvody zahrnují mimo jiné hustou síť zpětných vazeb, které v mozku existují, nelinearitu systému a také skutečnost, že výzkum nervové aktivity vyvolané určitými stimuly dává smysl pouze tehdy, když víme, co zvíře chce v určitém časovém plánu udělat.

JF: Přiznávám, že mne čas zajímá poněkud méně. Důvodem je, že svým vzděláním jsem především vizuální vědec. Ve vizuální vědě se jednorázový snímek považuje za vhodnou metodu výzkumu. A právě k tomu jsem byl vychován a s tímto jsem i začal svůj vlastní výzkum. V současnosti se snažím rozšířit své poznání a vytvářet teorie, které nejsou tímto faktorem omezeny. Nechci však tvrdit, že čas je naprosto zásadní – nevím to.

DK: Chtěl bych jen dodat, že József obvykle pracuje s velmi dynamickými stimuly, a má tedy snahu čas zohlednit, i když na jiné úrovni. Něco takového jej často přivádí do potíží. Při setkáních s klasickými vizuálními vědci se ho často ptají: Proč probůh nepoužíváš normální vizuální stimuly, tedy čárky v různých pozicích?!

Tím se dostáváme k mé další otázce: Oba dva se zabývají výzkumem smyslového vnímání. József se však zaměřuje na vidění, zatímco Don se zajímá o chuť. Jeden z rozdílů mezi viděním a chutí je, že zatímco ve světě existuje něco jako reprezentace vizuální scény – čili obraz –, analogická reprezentace „chuťové scény“, zdá se, chybí. Domníváte se, že tato skutečnost je překážkou, nebo naopak přínosem pro váš výzkum? Jinými slovy: Jsou experimenty z chuťové laboratoře ekologičtější než experimenty s viděním, ve kterých je obvykle skutečný vizuální proud nahrazen tím, co J. J. Gibson nazývá „uvězněný paprsek světla“?

JF: Nevím, jak jednoduché či komplexní je chuťové prostředí krysy, když se jím volně pohybuje a tu či onde něco slízne či ochutná. Řekl bych, že její chuťové prostředí je velmi bohaté, a ve srovnání

nání s ním jsou komůrky, do kterých jsou jim v laboratoři vstříknuty dvě vůně či dvě chuti, značným ochuzením. Ale není na mně, abych tvrdil, že tomu tak je. Jen podotýkám, že by se to mělo vzít v potaz.

Pokud jde o můj vlastní výzkum, tak ano, patřím mezi ty vědce, kteří pracují s daty, jejichž komplexita je redukována, a používám metody, které skutečnost zjednodušují. Jediné, co k tomu mohu říct je, že se vždy snažím vyhnout se úskalím, která se s takovou metodikou pojí.

DK: Nejsem si jistý, zda na tuto otázku dokážu odpovědět. I když ponechám stranou svůj problém s termínem reprezentace, musím přiznat, že nevím, zda krysy mají, či nemají chuťovou reprezentaci svého okolí.

Neměla jsem zde na mysli reprezentaci v mozku, ale reprezentaci ve světě. Vědci ve vizuálních laboratořích poměrně automaticky používají obrazy namísto skutečných vizuálních stimulů, čili namísto, řekněme, stromu, použijí obraz stromu, ale mají za to, že svůj subjekt ve skutečnosti vystavují tomu, co je zobrazeno, tedy stromu, a nikoli obrazu. Právě to jsem zde mínila reprezentací. Tyto reprezentace – obrazy – jsou ve vizuální vědě hojně používány, ať už je to k jejímu užítu či škodě. Při výzkumu chemických smyslů, zdá se, se žádné „obrazy“ chuti či vůně nepoužívají. Vědci musejí i v laboratořích používat skutečné stimuly.

DK: Na tom něco je, ale když o tom více přemýšlím, musím se ptát: Jsou chutě, které dávám svým krysám, skutečné? To, co používám, je v podstatě čistý cukr rozpuštěný ve vodě. V reálném světě jsou sladké chutě daleko komplexnější a navíc se neustále mění jejich koncentrace a pravděpodobně také jejich kontext. Myslím, že žádný vědec se nemůže vyhnout tomu, aby do určité míry zjednodušoval. Věda totiž především – a já znovu užiji ten termín – tvoří reprezentace nebo modely toho, jak věci fungují, a modely jsou vždy zjednodušením. Vědec může nanejvýš vytrvat a snažit se vzít v potaz všechny možné situace a proměnné, a na tomto základě vystavět svůj model. Ale vědu bez zjednodušování nelze dělat.

Jinými slovy: Třebaže se zdá, že v laboratoři používáte opravdové chutě, říkáte, že tyto jsou ve skutečnosti reprezentacemi.

DK: Ano. A v jiném ohledu je třeba zmínit, že chuťový objekt je ve skutečnosti chutí a vůní a texturou a mnohým dalším, což vůbec nemohu při svých výzkumech brát v potaz.

JF: Rád bych podotknul, že ve vizuální vědě nepoužíváme jen jednoduché jednorázové záběry, jejichž výsledkem jsou dvojrozměrné obrazy. Používáme kamery, přístroje na sledování pohybu očí, měříče pozice hlavy... Informace, které takto získáváme, jsou čím dál sytější.

Myslíte si, že použití filmů v laboratořích – namísto fotografií či kreseb – v tomto ohledu také něco mění? Jsou filmy blíže přirozenému prostředí?

JF: Podle mne jsou blíže přirozenému prostředí. Určité aspekty vnímání jsou pomocí filmů lépe zachytitelné. Ale nakolik jsou prostředí blízko, to nevím. A přinesly filmy do laboratoří výraznou změnu? Rozumíme díky nim vnímání lépe? Ani na to neumím odpovědět.

DK: Filmy jistě experimentální poznání mění, jen zatím nevíme, do jaké míry. Co by ovšem přineslo skutečnou změnu, by byly filmy, které by se daly lízat. Filmy by měly mít chuť.

Byly natočeny filmy, které voněly...

DK: Tenhle experiment však bohužel nevyšel. Ukázalo se totiž, že není možné zbavit se jedné vůně, když měla nastoupit další.

Józsefe, ve Vašem posledním článku publikovaném v časopise Science¹²⁾ popisujete experiment, během kterého jste fretkám pustili film a měřili jste aktivitu neuronů v jejich vizuálním kortexu. Mohl byste mi experiment přiblížit?

JF: Aktivita vizuálního kortexu byla sledována jak během doby, kdy jsme fretky vystavili filmu, tak během úplné temnoty. Ukázali jsme, že kortex generuje stejně strukturovanou aktivitu v reakci na temnotu i na přirozené filmy.

Jaké filmy jste vybrali a proč?

JF: Na tuto otázku bych mohl odpovědět takto: O volbě vhodného snímku jsme dlouho přemýšleli. Ono vědecké paradigma, které se pokoušíme prosadit, v podstatě tvrdí, že vnitřní reprezentace jsou subjektivní a neskutečné. A pochopitelně MATRIX, film, který jsme nakonec vybrali, se týká přesně tohoto tématu. Holá pravda však je, že jsme potřebovali nějaké DVD a můj asistent jedno přinesl. Byl to MATRIX.

Jaké paradigma zavádíte?

JF: To byl jen vtip. I když vlastně ne zcela. V tuto chvíli věřím v to, že výzkumem vnitřních reprezentací a subjektivní interpretace našeho prostředí získáváme klíč k porozumění tomu, jak funguje mozek a proč tak funguje. Nejsem samozřejmě první, kdo něco takového říká, a nebudu ani poslední. Jaké paradigma tím opouštíme, to je jiná otázka. Mohu říci, že tím rozhodně opouštíme Donovo paradigma, ve kterém není žádné kódování a žádná reprezentace.

DK: To není úplně pravda. Jsme si mnohem blíže, než se může na první pohled zdát. Vždy se ve svých formulacích snažím nastínit svá přesvědčení co možná nejkontroverzněji a nejotravněji, takže když tvrdím, že v mozku neexistuje žádné kódování, chci tím říci, že je chybné domnívat se, že v mozku je nějaký kód pro rovnou čáru nebo kód pro chuť sacharózy. Když ty říkáš, že v mozku jsou subjektivní reprezentace, tak tím vlastně myslíš, že v mozku není reprezentován stimulus jako takový, ale stimulus ve světle všeho ostatního, tedy, abych to vyjádřil srozumitelněji, kódem není smyslový stimulus, kódem je percept.

12) Pietro Berkes – Gergő Orbán – Máté Lengyel – József Fiser, Spontaneous Cortical Activity Reveals Hallmarks of an Optimal Internal Model of the Environment. *Science*, 2011, 301, s. 83–87.

Podle některých teoretiků zakoušíme při sledování filmu přesvědčení, touhy, emoce v modu „off-line“. Smyslové systémy se – alespoň na první pohled – jeví jako jediné, které fungují opravdově. Souhlasili byste s tím, nebo se domníváte, že při vnímání filmu je smyslová informace zpracovávána jinak než mimo kino?

JF: Je film tak skutečný jako skutečnost? Nevím. Ale připadá mi zajímavé se zeptat: Co potřebujete, abyste dosáhli nejsilnějšího možného účinku? Ve skutečnosti není nutné, aby vstupní informace byla nějak bohatá. Někdy se stává, že extrémně bohatou vnitřní reprezentaci vyvolá chudší reprezentace přinejmenším stejně dobře, ne-li lépe.

DK: Souhlasím s tím, že je zajímavé, že hyperrealistické filmy nejsou nutně ty, které vyvolají největší reakci. Vůbec nepochybuji o tom, že vnímat film se liší od participace na něčem v reálném světě nebo i jen pozorování něčeho, co se přede mnou v reálném světě odehrává. V čem však ten rozdíl spočívá, na to nedokážu odpovědět.

Teorie, která říká, že při filmové recepci se člověk přepne do off-line modu a zapojuje pouze své senzorické systémy, se mi zdá zajímavá, ale má své limity. Ve skutečnosti diváci neustále reagují, mají emoce atd. Tyto emoce nebudou úplně stejné jako ve skutečném životě, to mi připadá jasné, ale myslím, že nelze oddělovat části systému, které používáte ve skutečnosti, ale ne v kině. Navíc pokaždé, když se ocitnete v nové situaci, se vaše emoce změní. I z toho vyplývá, že vůči filmu budete reagovat jinak než ve skutečném světě.

Dovolte mi poslední krátkou otázku: Kdybyste dostali nabídku získat neomezené finanční prostředky na podporu vlastního výzkumu a laboratorní zázemí pod jednou podmínkou, totiž že budete spolupracovat s kolegy z filmové vědy, jaké téma výzkumu byste zvolili?

DK: Je pravda, že spolupracujeme obvykle pouze s neurovědci, ale ne proto, že to jsou neurovědci, ale proto, že jejich způsob myšlení je kompatibilní s naším, jejich ideje se vztahují k našim idejím. Každý vědec takto spolupracuje pouze s velmi malou skupinou lidí, kteří mu jsou nejbližší nebo jsou pro něj nejzajímavější. Přitom to, že jsou si navzájem blízcí, neznamená nutně, že studují tentýž předmět. Jistě by bylo možné najít na filmové vědě někoho, kdo by nabídl testovatelnou otázku. Spolupráce se však rodí spíše během poutavého rozhovoru než nabídkou jedné strany druhé.

JF: Mám pro vás jeden příklad. Jednou za rok probíhá v Evropě velmi důležitá konference o vizuální percepci.¹³⁾ Jeden panel je vždy věnován vizuálním vědám a vizuálnímu umění, ve kterém se pokoušejí spojovat umělecké a vědecké otázky. Pro takové rozhovory tedy existuje vhodné prostředí.

13) European Conference on Visual Perception. Příští setkání se koná 1.–5. září 2012 v Alhegru v Itálii.