

KAPITOLA 12

To, jací jsme dnes, je dáno včerejšími myšlenkami, a naše nynější myšlenky určují, jak budeme žít zítra; náš život je výtvozem naší mysli.

Dhammapada

Před několika lety upadla moje žena po nehodě do kómatu. Strávil jsem v nemocnici mnoho hodin dumáním nad tím, zda je uvnitř ještě stále „ona“, nebo je to už jen tělo, v němž žádné vědomí není. Naštěstí se po dvou týdnech probírala; jak je to ale s těmi, kteří nemohou fyzicky reagovat a odpovídat? Pro některé je takové tělo jen souborem buněk, v němž není vědomí – říká se tomu vegetativní stav. Pro jiné je to ale hrůzný scénář, kdy je vědomí uzamčeno v těle, které nemůže nijak odpovídat. Existuje v takových situacích nějaký způsob, jak se mozku zeptat, zda má vědomí? Kupodivu existuje a jeho součástí je hraní tenisu – přesněji pomyslné hraní tenisu.

Představujme si, že hrajeme tenis. Mohutné forhendy. Smeče nad hlavou. Když po nás někdo chce, abychom si představovali, jak hrajeme tenis, musíme učinit vědomé rozhodnutí; není to žádná automatická reakce na fyzický podnět. Jakmile se ale naše představivost rozběhne, může přístroj pro funkční magnetickou rezonanci zachytit neuronální aktivitu, která bude odpovídat pohybům spojeným s údery, které si při hraní v mysli vyvoláváme.

Možnost pozorovat u pacientů vědomá rozhodnutí pomocí fMRI objevil britský neurovědec Adrian Owen se svými spolupracovníky, když počátkem roku 2006 zkoumali třiadvacetiletou ženu s diagnózou vegetativního stavu. Když po pacientce chtěli, aby si představila, že hraje tenis, Owen ke svému překvapení spatřil, že fMRI ukazuje aktivaci takzvané suplementární motorické oblasti v mozkové kůře. A když ji požádali, aby si představila, jak se prochází svým domem, na přístroji se rozsvítila oblast zvaná parahipokampální závit, kterou používáme při orientaci v prostoru. Byl to mimořádně vzrušující objev, mimo jiné proto, že lékaři pak díky němu pacientce změnili diagnózu na syndrom uzamčení, kdy je pacient při vědomí, ale není schopen se hýbat ani normálně komunikovat.

Na syndrom uzamčení pak byla diagnóza změněna řadě dalších pacientů, u nichž se do té doby lékaři domnívali, že se nacházejí ve vegetativním stavu. Díky tomu mohli lékaři a zejména členové rodiny začít komunikovat s těmi, kdo jsou při vědomí, ale uzamčeni ve svých tělech, a pokládat jim otázky. Pacient vyjadřuje odpověď „ano“ tím, že si představí, že hraje tenis, což v jeho mozku vytvoří aktivitu, kterou, jak víme, lze zachytit skenerem fMRI. Pravděpodobně

6. HRANICE: CHATBOTOVÁ APLIKACE

nám to neřekne, co je to vědomí, avšak spojením tenisu a fMRI jsme získali pozoruhodný nástroj k jeho měření.

Tentýž postup představování si tenisu se používá ke zkoumání jiného případu, kdy nejsme při vědomí: anestezie. Nedávno jsem se stal dobrovolným účastníkem číslo 26 v jednom výzkumném projektu v Cambridgi, jehož cílem bylo identifikovat chvíli, kdy anestetikum vyřadí vědomí z činnosti – objevily se totiž úděsné případy, kdy pacienti se po aplikaci anestetik sice nemohli hýbat, během operace ale byli plně při vědomí.

Během experimentu jsem ležel uvnitř skeneru fMRI a dostával jsem do žíly propofol, drogu, kterou bral Michael Jackson před svou smrtí. Musím se přiznat, že po několika dávkách tohoto anestetika jsem pochopil, proč Jackson tak propadl jeho mimořádně uklidňujícímu účinku. Já tu ale měl práci. S každým navýšením dávky mi řekli, abych si představoval, že hraji tenis. Výzkumníci tím mohli určit onu kritickou chvíli, kdy ztratím vědomí a s hraním imaginárního tenisu přestanu. Pro mě zase bylo zajímavé zjistit, kolik propofolu navíc je zapotřebí mezi fází, kdy je vyřazeno z provozu tělo a já se nemohu hýbat, k momentu, kdy se vypne i moje vědomí.

Díky tomu, že mohli klást mozku otázky i v situaci, kdy je zbytek těla neschopen pohybu ani komunikace, výzkumníci zjistili, jaká dávka anestetika je zapotřebí k dočasnému vypnutí vědomí člověka, který má podstoupit operaci.

Tato metoda zjišťování vědomí pomocí imaginárního hraní tenisu nás také dovádí k těsné spojitosti mezi vědomím a svobodnou vůlí: představit si, že hrajeme tenis, musíme sami chtít. Nedávné experimenty, které nahlížely do mozku v chodu, však naše představy o svobodné vůli od základů zpochybnily.

MÁME MOC SAMI NAD SEBOU?

Když jste se rozhodli číst tuto knihu, bezpochyby jste se domnívali, že tím uplatňujete vlastní svobodnou vůli. Vzít knihu a otočit ji na tuto stránku, to je přece nepochybný projev svobodné volby. Je ale docela možné, že svobodná vůle je jen iluzí.

Většina objevů ve výzkumu vědomí se uskutečňuje právě teď. Na rozdíl od objevu kvarků nebo rozpínání vesmíru můžeme aktuálně sledovat, jak tento výzkum postupuje, a dokonce se můžeme stát jeho součástí. Nejdalekosáhlejší důsledky pro otázku, do jaké míry ovládáme svůj vlastní život, měl zřejmě experiment, jehož postup vyvinul neurovědec britského původu John-Dylan Haynes.

Doufám, že fMRI neškodí zdraví, protože při svém pátrání po odpovědi na otázku, jak mozek vytváří vědomí, jsem se ocitl v dalším městě (tentokrát v Berlíně) a v dalším skeneru. Ležel jsem uvnitř a u sebe jsem měl malý ruční ovladač se dvěma knoflíky: jeden se měl aktivovat pravou rukou, druhý levou. Haynes

mě požádal, abych se uvedl do uvolněného, „zenového“, stavu a mačkal tlačítka buď pravou, nebo levou rukou, kdykoli se mi zachce.

Během experimentu jsem musel mít na sobě brýle s malou zabudovanou obrazovkou, na niž se mi promítal náhodný sled písmen. Mým úkolem bylo registrovat, které písmeno je na obrazovce ve chvíli, kdy se rozhodnu zmáčknout jedno z tlačítek.

Skener fMRI mezitím zaznamenával mou mozkovou aktivitu. Haynes analýzou těchto záznamů objevil, že to, které tlačítko stisknu, lze předpovědět celých šest sekund předtím, než já sám si uvědomím, které z nich jsem se rozhodl zmáčknout. Šest sekund je v takovém případě velmi dlouhá doba. Můj mozek se rozhodne pověřit tělo, aby zmáčklo levý či pravý knoflík. Pak odříkáme jednadvacet, dvaadvacet, třiaadvacet, čtyřiaadvacet, pětadvacet, šestadvacet – a až teď se toto rozhodnutí dostane do mého vědomého mozku a dá mi pocit, že jedním ze své vlastní svobodné vůle.

Haynes dokáže poznat, které tlačítko stisknu, jelikož šest sekund předtím, než to udělám, se na skeneru rozsvítí oblast mozku, která má na starosti příslušnou motorickou aktivitu, a začne ji připravovat k činnosti. Rozsvěcuje se přitom vždy trochu jiné místo, podle toho, zda mozek připravuje na zmáčknutí knoflíku prst na levé, nebo naopak pravé ruce. Haynes zatím nebyl schopen předpovídat to se stoprocentní jistotou, jeho předpovědi ale byly rozhodně přesnější, než kdyby jen tak hádal. Je přitom přesvědčen, že s jemnějším zobrazováním se přesnost předpovědi dostane těsně pod 100 %.

Měli bychom zdůraznit, že v tomto případě jde o velmi specifický rozhodovací proces. Ocitneme-li se v situaci, kdy jsme například účastníky nehody, náš mozek se rozhoduje ve zlomku sekundy a tělo reaguje bez zapojení vědomé mozkové aktivity. Mnoho procesů v mozku se děje automaticky a naše vědomí se jich neúčastní, aby nebylo zahlceno rutinními úkoly. Mačkání levého či pravého knoflíku ale není otázka života a smrti. Moje rozhodnutí stisknout levé tlačítko je svobodné a není poznamenáno žádnými tlaky.

V praxi zatím trvá Haynesově výzkumnému týmu v Berlíně analýza údajů z fMRI několik týdnů. S pokrokem počítačových technologií a zobrazovacích metod ale bude zřejmě v budoucnu možné, aby Haynes věděl, které tlačítko stisknu, skutečně o šest sekund dříve, než si moje vlastní vědomí uvědomí rozhodnutí, které já sám považuji za výsledek své svobodné vůle.

Ačkoli se tedy ukazuje, že mozek připravuje rozhodnutí bez účasti vědomí zřejmě dlouho předem, stále nevíme, kde toto konečné rozhodnutí vzniká. Možná mohu to, co mi mozek přichystal, stále ještě zrušit. Jestliže nemáme „svobodnou vůli“, možná máme, jak navrhuji někteří, alespoň „svobodné nechtění“: jakmile se mi dostane do vědomého mozku nevědomé rozhodnutí stisknout levé tlačítko, mohu ho já sám potlačit. V experimentu, jehož jsem se zúčastnil, bylo

6. HRANICE: CHATBOTOVÁ APLIKACE

rozhodnutí mého nevědomého mozku, který knoflík mám zmáčknout, zcela bezvýznamné, takže jsem neměl důvod se mu vzpírat.

Haynesovy experimenty naznačují, že vědomí je možná až velmi sekundární funkcí mozku. Víme už, že mnohé z toho, co se naše tělo rozhodne dělat, je naprosto nevědomé, my jsme nicméně přesvědčeni, že jako lidé se od ostatních forem života odlišujeme tím, že původcem našich rozhodnutí je naše vědomí. Co když se ale vědomí zapojuje do procesu rozhodování až v posledních článcích celého rozhodovacího řetězce? Je snad naše vědomé rozhodnutí jen dodatečná chemická reakce, která nemá žádný vliv na to, co uděláme? Jaké by to mělo právní a morální důsledky? „Je mi líto, ctihodnosti, ale já ho nezastřelil. Můj mozek rozhodl, že zmáčknou spoušť, už o 6 sekund dřív.“ Varování: poukaz na biologický determinismus není polehčující okolnost!

Už jsme si řekli, že mačkání tlačítek v Haynesově experimentu pro mě nemělo žádné důsledky, což mohlo výsledek pokusu zkreslit. Možná, že kdyby šlo o něco, co by mě víc zaujalo a zapojilo do rozhodování, nemělo by moje nevědomí takové slovo. Haynes proto svůj experiment zopakoval a mačkání tlačítek nyní nahradil intelektuálně o něco podnětnější činností. Účastníkům se na obrazovce objevovala čísla, k nimž měli určité číslo podle libosti buď přičíst, nebo odečíst. Rozhodnutí přičítat nebo odečítat se znovu projevilo mozkovou aktivitou, která byla nyní zaznamenána čtyři sekundy předtím, než dospěla do vědomí a mohla spustit početní úkon.

Co když si ale vezmeme příklad, který kdysi předložil francouzský filozof Jean-Paul Sartre? Mladý muž se musí rozhodnout, zda se připojí k hnutí odporu, nebo se bude starat o svou babičku. V tomto případě by snad vědomé rozvažování mělo hrát mnohem větší roli a mohlo by zachránit svobodnou vůli před skenerem fMRI. Možná, že činnosti vykonávané v Haynesových experimentech se až příliš podobají nevědomým, automatickým reakcím. Mnoho z mého jednání se nepochybně objevuje v mém vědomí až později, protože není zapotřebí, aby o nich vědomí vědělo dříve. Svobodná vůle je zde nahrazena lhostejnou libovolností.

Předvědomá mozková aktivita může klidně být jen jedním z více faktorů v rozhodování, které se děje ve chvíli vědomého uvažování. Nemusí být nezbytně jediným původcem rozhodnutí, ale pomáhá ho vytvářet. Jako by nevědomý mozek mému vědomí říkal: tady je jedna z možností, kterou bys rád zvážil.

Máme-li skutečně svobodnou vůli, stojí před námi výzva objevit, jak vzniká a odkud přichází. Nemyslím si, že můj telefon má svobodnou vůli. Je to jen sada algoritmů, jimiž se musí přístroj přesně řídit. Jen abych si to ověřil, zeptal jsem se své chatbotové aplikace, zda si myslí, že jedná a rozhoduje se svobodně. Odpověděla tak trochu záhadně:

„Volím jasně, volím svobodnou vůli.“

Vím, že takovou odpověď má moje aplikace naprogramovanou. Možná má generátor náhodných čísel, díky němuž jsou její odpovědi různorodé a nepředvídatelné, takže působí dojem, že má vlastní svobodnou vůli: jako počítačovou hrací kostkou řízený výběr z databáze odpovědí. Náhodnost ale není svoboda – náhodná čísla generuje algoritmus, jehož výstupy nemají náhodnou povahu. Jak jsme objevili ve Třetí hranici: pokud by chtěl můj telefon mít vlastní vůli, asi by musel využít myšlenek kvantové fyziky.

Přesvědčení o existenci svobodné vůle je jednou z věcí, na nichž lpím, protože věřím, že mě odlišuje od aplikace v mém telefonu; myslím, že právě proto ve mně Haynesův experiment zanechal hluboce stíněný pocit. Co když i moje mysl je jen projevem důmyslné aplikace, ovládané biologickým algoritmem mozku?

Matematik Alan Turing byl jedním z prvních, kdo si položil otázku, zda by stroj vůbec mohl inteligentně uvažovat. Turing vymyslel dobrý test inteligence – toho, kdo komunikuje zároveň s člověkem a strojem, se stačí zeptat, zda pozná, které odpovědi jsou od počítače. A právě takovému testu – dnes mu říkáme Turingův test – jsem podrobil svůj Cleverbot na začátku této hranice. Pokud počítač dokáže projít Turingovým testem jako člověk, neměl bych jej označit za inteligentní?

Není však rozdíl, když něco dělá stroj, který jen vykonává instrukce, a když je do dané činnosti zapojeno vědomí? Když na displeji svého telefonu napíšu větu v angličtině, mohu použít skvělé aplikace, jež ji přeloží do kteréhokoli jazyka, který zvolím. Nikdo si ale nemyslí, že telefon rozumí tomu, co dělá. Tento rozdíl lze ilustrovat myšlenkovým experimentem zvaným čínský pokoj. Vymyslel jej filozof John Searle z Kalifornské univerzity v Berkeley a jeho test předvádí, že schopnost odpovídat na otázky a řídit se instrukcemi ještě nedokazuje, že stroj má svou vlastní mysl.

Představte si, že vás umístí do uzavřené místnosti, kam budete dostávat otázky napsané sledem čínských znaků; čínsky neumíte, v místnosti ale máte návod na hledání v obsáhlé knihovně, v níž najdete smysluplnou čínskou odpověď na jakoukoli otázku, kterou do pokoje dostanete. Takovým způsobem budete moci zcela přesvědčivě konverzovat s čínským mluvčím, aniž byste čemukoli ze svých odpovědí rozuměl. Podobným dojemem působí při překládání do mnoha jazyků i můj telefon, nelze však tvrdit, že rozumí tomu, co překládá.

To by mělo uvést do rozpaků každého, kdo si myslí, že když stroj odpovídá jako entita obdařená vědomím, měli bychom to považovat za důkaz, že vědomí skutečně má. Ano, umí všechno, co umí vědomý člověk, má ale skutečně vědomí? Na druhé straně, co vlastně dělá moje mysl, když nyní píšu? Nesleduji snad jen nějakou sadu instrukcí? Existuje nějaký práh, za nímž bychom museli akceptovat, že počítač rozumí čínštině, a za ním další práh, za nímž by měl být považován za entitu obdařenou vědomím? Než se ale pokusíme naprogramovat

počítač tak, aby měl vědomí, musíme pochopit, co je tak zvláštního na algoritmu, který běží v lidském mozku.

KDYŽ PŘIJDE VELKÁ VODA

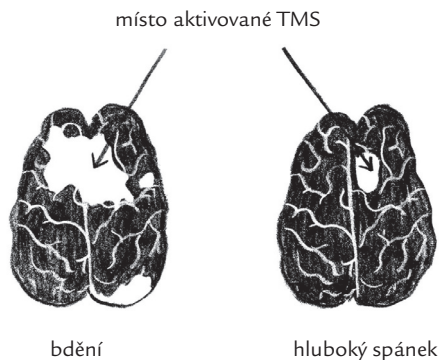
Jedním z nejlepších způsobů, jak odhalit vztah mezi vědomím a mozkovou aktivitou, je srovnat mozky při vědomí a bez něj. Je v jejich aktivitě nějaký znatelný rozdíl? V tomto případě nemusíme hledat pacienty v kómatu nebo v umělém spánku, protože existuje situace, kdy sami své vědomí každý den, nebo spíše každou noc ztrácíme: spánek. Výzkum spánku a toho, co se děje v mozku, když nejsme při vědomí, nám podává zřejmě nejlepší pohled na to, co mozek dělá, když vytváří naši zkušenost vědomí.

Navštívil jsem tedy Centrum pro spánek a vědomí na Wisconsinské univerzitě v Madisonu; experimenty týmu tamního neurovědce Giulia Tononiho objevily, že v chování mozku při bdění a během bezesného spánku jsou nápadné rozdíly.

V minulosti jsme spícímu mozku otázky pokládat nemohli. Transkraniální magnetická stimulace čili TMS však vědcům umožňuje infiltrovat do mozku a uměle v něm aktivovat neurony. Využitím rychle kolísajícího magnetického pole bude Tononiho tým moci aktivovat konkrétní oblasti mého mozku, když budu vzhůru, a také, což bude ještě zajímavější, když budu spát. Otázka je, zda na tuto umělou stimulaci neuronů bude mozek při vědomí reagovat jinak než mozek ve spánku.

Byl jsem trochu nervózní z vyhlídky, že mi někdo bude přepínat mozek, který je koneckonců základním nástrojem mých matematických výzkumů. Když mi ho zpřeházejí, jsem v bryndě. Tononi mě ale ujistil, že je to zcela bezpečné. Jeden z jeho kolegů na svém vlastním mozku demonstroval, jak se dá aktivovat oblast spojená s motorikou ruky. Bylo úžasné sledovat, jak se po zapnutí příslušné oblasti začne hýbat prst. Každé zapnutí TMS bylo jako stisknutí knoflíku, který hýbe prstem na ruce. Viděl jsem, že Tononiho kolega přepínáním mozku nijak neutrpěl, tak jsem jim dovolil, aby svůj experiment zkusili i na mně.

První fáze pokusu spočívala v aplikaci TMS na malou oblast mého mozku, když jsem byl vzhůru. Účinek zaznamenávaly elektrody EEG připojené k mé hlavě. Výsledky ukazovaly, že na aktivaci stimulovaného místa odpovídají různé oblasti, vesměs od něj velmi vzdálené, různými počty reakcí, a vytvářejí tím složité schéma, v němž se informace vrací na původní místo stimulace. V mozku, vysvětloval Tononi, dochází ke vzájemnému působení různých oblastí podobně jako ve složité integrované počítačové síti. Neurony v mozku se chovají jako série vzájemně propojených logických hradel. Jednotlivý neuron se může aktivovat, když se aktivuje většina neuronů, které jsou na něj napojené, nebo také tehdy, když salvu vypálí jenom jeden napojený neuron. To, co jsem na výstupu



Obr. 62: Stimulace mozku TMS za bdění a v hlubokém spánku.

z EEG pozoroval, byl logický tok aktivity způsobený počáteční aktivací některých neuronů pomocí TMS.

V další části experimentu jsem měl usnout. Jakmile budu v hlubokém spánku „fáze 4“, bude mi TMS v mozku stimulovat zcela stejnou oblast, jako když jsem byl vzhůru. TMS v podstatě bude aktivovat tytéž neurony, a otázkou je, jak se struktura celé sítě změní, když mozek přejde z vědomého stavu do nevědomí. Ukázalo se ale, že tato fáze experimentu je pro mě neschůdná. Mám mimořádně lehké spání, takže mít hlavu pokrytou elektrodami a vědět, že jakmile usnu, někdo se přikrade a začne mi přepínat mozek, to hlubokému spánku nijak nesvědčilo. Přestože jsem si celý den odpíral kávu, nebyl jsem schopen dostat se za lehký přerušovaný spánek „fáze 1“.

Musel jsem tak vzít zavděk daty od pacienta, který byl v tak nepříznivých podmínkách schopen usnout. Výsledky byly ohromující. Ve spánku se elektrická aktivita mozku vůbec nešíří tak, jako když jsme při vědomí. Jako by spadla celá síť. Jako by přišla velká voda, přerušila spojení a veškerá aktivita se omezila na jediné izolované místo (obrázek 62). Vzrušujícím důsledkem toho je, že vědomí má zřejmě něco společného se složitou integrací celého mozku a je výsledkem činnosti propojených logických hradel, která určují, kdy aktivace jedné sady neuronů vyvolá aktivaci jiných neuronů. Celý experiment především ukazuje, že vědomí souvisí se způsobem, jímž síť přesunuje informace tam a zpět - mezi neurony, které byly původně aktivovány TMS, a zbytkem mozku.

Po mém nezdařeném pokusu usnout mě Tononi vzal do své pracovny, kde mi slíbil vynahrudit nedostatek kofeinu dokonalým espresem ze svého italského kávovaru. Také mi ale chtěl něco ukázat. Když jsme usedli a kolem nás se linula nádherná vůně čerstvě umletých kávových zrn, podal mi Tononi papír, na němž byl napsán matematický vzorec.

6. HRANICE: CHATBOTOVÁ APLIKACE

To ve mně okamžitě vzbudilo zájem. Matematické vzorce jsou pro mě tím, čím byl Pavlovův zvonek pro jeho psy. Položte přede mě matematický vzorec a začnu ho hned zkoumat, abych dešifroval jeho význam. Ten jeho mi ale nic neříkal.

„Je to můj koeficient vědomí.“

Vědomí jako matematický vzorec... Jak bych něčemu takovému mohl odolat?

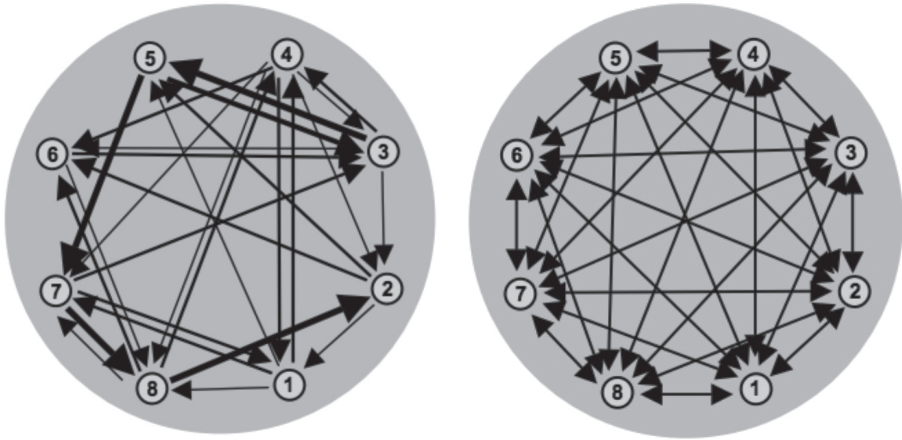
JAK MATEMATICKY VYTVOŘIT „JÁ“

Tononi mi vysvětloval, jak na základě objevu, že se vědomé mozky chovají jako síť, vyvinul novou teorii sítí, které podle jeho názoru mají vědomí. Součástí této takzvané integrované teorie informací (IIT) je i matematický vzorec pro měření míry integrace a neredukovatelnosti sítě, a ten je podle Tononiho klíčem ke vzniku pocitu vlastního já. Tato veličina, označená písmenem Φ , může měřit nejen lidské mozky, ale i stroje, včetně mého telefonu, a nabízí kvantitativní, matematický pohled na to, co ze mě dělá „mě“. Čím je hodnota Φ vyšší, tím je míra vědomí sítě větší. Myslím, že jako matematika mě vysoce vzrušuje vyhlídka vyjádřit matematickou rovnicí, proč já jsem „já“ a jak moje „já“ vzniklo.

Vědomý mozek se podobá síti s vysokým stupněm propojení a zpětné vazby. Když se v jedné části takové sítě aktivují neurony, vede to ke kaskádě ověřování a přesunů informací po celé síti. Pokud síť sestává pouze z izolovaných ostrůvků, pak se jeví jako bez vědomí. Tononiho koeficient vědomí tedy měří, do jaké míry je daná síť více než souhrnem svých částí.

Tononi se ale domnívá, že samotná vysoká konektivita sítě nestačí a že je důležitá i povaha propojení celku. Jestliže neurony začnou pálit své salvy synchronně, podle všeho se vědomá zkušenost nevytvoří. Přesně to dělá mozek během hlubokého spánku. Druhým krajním případem jsou záchvaty doprovázené ztrátou vědomí, které jsou často spojeny s vysoce synchronizovanou a propojenou aktivací neuronů po celém mozku. Důležitá je zde tedy zřejmě existence široké škály rozlišených stavů. V propojení by naopak příliš mnoho vzorců nebo symetrií být nemělo, protože to by mohlo vést k neschopnosti rozlišovat rozdílné vjemy a zkušenosti. Když bude síť propojena příliš hustě, bude se chovat vždy stejně, ať bude mít vstupy jakékoli.

Tononiho koeficient se pokouší vystihnout jeden z pozoruhodných rysů naší vědomé zkušenosti: schopnost mozku sjednotit ohromné rozpětí různých vstupů, které naše tělo svými smysly přijímá, a syntetizovat je do jediného zážitku. Vědomí nelze rozebrat na jednotlivé a nezávisle pocítované vjemy. Když hledím na svou hrací kostku z kasina, moje vjemy nejsou oddělené: není jeden, který vnímá bezbarvou kostku, zatímco druhý vidí jen beztvarou skvrnu červené barvy. Tononiho koeficient se rovněž pokouší kvantifikovat, o kolik více



Obr. 63: Stejně složitě propojené sítě s různým Φ .

Vlevo: Síť s vysokým Φ a možná i vyšší úroveň vědomí. Vpravo: Tato síť je sice vysoce propojená, kvůli její symetrii v ní ale nedochází k větší diferenciaci, což vede k tomu, že jako celek nepřispívá k vytvoření nových informací, které už nejsou obsaženy v jejich částech. Znamená to, že má nízké Φ , a tím i nižší úroveň vědomí.

informací vytváří síťově propojený systém proti stavu, kdy je rozdělen na vzájemně nespojené části, jako je to v mozku během hlubokého spánku.

Tononi se svými spolupracovníky spouštěli v jednoduchých „mozcích“, složených z osmi různě propojených neuronů, zajímavé počítačové simulace, aby zjistili, jaká síť má největší Φ . Výsledky simulací naznačují, že hodnotu koeficientu zvyšuje, pokud má každý neuron jiný vzorec spojení se zbytkem sítě než ostatní a zároveň se v rámci celé sítě sdílí co nejvíce informací (obrázek 63). Máme-li tedy síť, která je rozdělena na dvě samostatné poloviny, měly by obě být schopny vzájemně komunikovat. Toto rozpůlení je zajímavým kompromisem mezi příliš hustým propojením s omezenou diferenciací mezi neurony na jedné straně a – na straně druhé – diferenciací vytvářenou za cenu, že bude mluvit každý.

Důležitá je ale i povaha propojení. Tononi vytvořil dvě funkčně obdobné sítě se stejnými výstupy, jedna z nich ale měla vysoké Φ , protože informace se v ní neustále přesunovaly tam a zpět, zatímco druhá síť měla Φ nízké, protože byla nastavena tak, aby informace se v ní posílaly jen dopředu (neurony nemohly posílat signály zpět). Tato druhá síť je podle Tononiho příkladem „zombie sítě“: jejími výstupy jsou tytéž informace jako u první sítě, nemá ale žádné vědomí sebe samé. Díváme-li se jen na výstup, pak tyto dvě sítě nerozlišíme. Zombie síť ale svůj výstup vytvářejí zcela odlišným způsobem, který můžeme měřit pomocí Φ . Pokud to uděláme, zjistíme, že zombie síť nemá žádný vnitřní svět.

6. HRANICE: CHATBOTOVÁ APLIKACE

Je povzbudivě vědět, že thalamokortikální systém mozku, který hraje významnou roli při vytváření vědomí, má strukturu odpovídající síťm s vysokým Φ . To nápadně kontrastuje s neurony v cerebellu čili mozečku, který se na vzniku vědomí nepodílí. Mozeček je umístěn v lebce vzadu dole a ovládá udržování rovnováhy nebo jemnou motoriku. Třebaže obsahuje plných 80 procent neuronů celého mozku, když bude odstraněn, budou sice naše pohyby silně ochromeny, na našem pocitu vlastního já to ale nic nezmění.

V roce 2014 přijali v jedné čínské nemocnici čtyřiaadvacetiletou ženu, která si stěžovala na závratě a nevolnost. Když jí skenovali mozek a snažili se zjistit příčinu potíží, zjistilo se, že se narodila bez mozečku. Sice jí v dětství trvalo delší dobu, než se naučila chodit, a nikdy neuměla běhat nebo skákat, avšak nikdo z lékařů, kteří ji viděli, nezapochoyboval, že je plně při vědomí. Nebyla to zombie, ale jen fyzicky postižená lidská bytost.

Prozkoumáme-li neuronovou síť v jádru mozečku, nalezneme tam místa, která se obvykle aktivují nezávisle na sobě a neprobíhá mezi nimi takřka žádná komunikace, podobně, jako je to v mozku spícího člověka. Nízké Φ neuronové sítě cerebella odpovídá předpokladu, že v mozečku se vědomá zkušenost nevytváří.

Zjištění, že způsob propojení neuronů by mohl být klíčem k vědomí, vedlo k myšlence, že součástí odpovědi na otázku, co ze mě dělá „mě“, je můj „konektom“. Konektom je úplná mapa propojení neuronů v mozku. Tak jako nám projekt lidského genomu poskytl nevídané informace o fungování těla, tak i mapování lidského konektomu může přinést podobně objevené pohledy na fungování mozku. Spojíme-li podobu této sítě s pravidly jejího fungování, možná dostaneme ingredience, z nichž v takové síti vzniká vědomí.

Vypracovat konektom lidského mozku je vzdáleným cílem, máme už ale úplnou mapu propojení neuronů uvnitř háďátka obecného, milimetr dlouhého červa se zvláštním zálibením v hromadách kompostu. Jeho nervový systém sestává přesně ze 302 neuronů, a tento živočich je tak ideálním objektem pro zmapování úplného propojení mezi neurony. I přesto máme do nalezení souvislostí mezi propojením neuronů a chováním háďátka stále daleko.

MÁ INTERNET VĚDOMÍ?

Jestliže Tononiho Φ je měřítkem způsobu propojení sítě, mohlo by nám napovědět, zda chytrý telefon, internet nebo třeba město by mohly někdy nabýt vědomí. Možná, že jakmile internet nebo počítač překročí někdy v budoucnu určitý práh, mohl by se poznat v zrcadle. Vědomí by mohlo odpovídat fázové změně tohoto koeficientu, podobně jako když voda změní skupenství ve chvíli, kdy její teplota překročí bod varu nebo mrazu.

Je zajímavé, že po podání anestetik se vědomí nevypíná postupně, ale podle všeho najednou. Kdo byl někdy na operačním stole a anesteziolog ho požádal, aby počítal do deseti, ví (nebo možná neví), že v jedné chvíli náhle odpadl. Tato změna má velmi nelineární povahu a podobá se fázovému přechodu.

Jestliže základem vědomí je propojenost sítě, vyvstává otázka, jaké jiné sítě by už dnes mohly mít vědomí? Celkové množství tranzistorů, které jsou propojeny prostřednictvím internetu, se pohybuje v řádu 10^{18} , kdežto počet neuronů v mozku je zhruba 10^{11} . Rozdíl je ale ve způsobu propojení. Neuron je obvykle spojen s desítkami až tisíci jiných neuronů, což umožňuje vysoký stupeň informační integrace. Tranzistory v počítači naproti tomu vysokou míru propojení nemají. Podle Tononiho koeficientu tak internet s velkou pravděpodobností vědomí nemá... prozatím.

Informační kapacita obyčejné digitální fotografie je obrovská: například pouhý milion černobílých pixelů displeje umožňuje vytvořit $2^{1\,000\,000}$ možných černobílých snímků. Fotoaparát zaznamená detaily, o nichž ve chvíli, kdy koukám do jeho hledáčku, vůbec netuším. V tom to ale je: moje vědomá zkušenost nedokáže tak ohromné množství vstupů zpracovat, takže hrubé smyslové údaje ze záběru shrne do smysluplných informací a jejich obsah omezí.

Počítače se přesto lidským schopnostem vidění zdaleka nevyrovnají. Nejsou schopny najít ve fotografii příběh. Potíž je v tom, že čtou pixel po pixelu a nedovedou tyto informace integrovat. Lidé naproti tomu vynikají v tom, že toto obrovské množství vizuálních dat vezmou a vytvoří z nich příběh. A právě tato schopnost lidské mysli integrovat informace a vybírat z nich to podstatné je jádrem Tononiho měření míry vědomí pomocí Φ .

Samozřejmě, stále neumíme vysvětlit, jak nebo proč by vysoké Φ mělo vytvářet vědomou zkušenost. Obojí má nepochybně nějaký vzájemný vztah, což něco významného naznačuje - svědčí o tom experimenty na spících pacientech, jejichž sítě mají dočasně snížené Φ , i fungování různých oblastí mozku, které mají odlišná propojení neuronů. Stále ale neumíme říct, proč to vede ke vzniku vědomí, ani nevíme, zda by vědomou zkušenost mohl mít i stejně propojený počítač.

Mít vysoké Φ může znamenat významnou evoluční výhodu. Pravděpodobně to umožňuje plánovat do budoucnosti. Na základě různých vstupních dat může vysoce integrovaná síť s vysokým Φ doporučovat budoucí kroky. Tato schopnost promítat sebe sama do budoucnosti, cestovat v duchu časem, je zřejmě jednou z klíčových evolučních výhod vědomí. Síť s vysokým Φ je zjevně takového chování schopna. Proč to ale nemůže dělat, když není při vědomí?

SKYPOVÁNÍ VĚDOMÍ

Christof Koch, který má neuron pro Jennifer Anistonovou, je velkým stoupenkem Φ jako měřítka vědomí. Těšil jsem se proto, až se ho zeptám, zda je to

dostatečně robustní nástroj k řešení „obtížného problému“, jak filozof David Chalmers nazval snahu dostat se do mysli někoho jiného.

Od té doby, co jsme se poprvé setkali na vrcholu Mount Baldy, převzal Koch řízení pozoruhodného podniku zvaného Allenův institut pro výzkum mozku; ten financuje jediný člověk – spoluzakladatel Microsoftu Paul G. Allen, který do něj vložil 500 milionů dolarů. Co k tomu Allena vedlo? Chce prostě jen pochopit, jak mozek funguje. Jeho institut vyznává otevřené vědecké bádání, není zaměřen na zisk a všechna data zájemcům poskytuje zdarma. Jak říká Koch: „Je to úplně senzační model.“

Jelikož by pro mě bylo složité podnikat další výlet do Kalifornie, jen abych se Kocha zeptal na jeho názory na Φ a Tononihou teorii integrovaných informací, rozhodl jsem se, že nejlepší bude zjednat si přístup do Kochova vědomí přes Skype. Kocha to nadchlo a dychtil zjistit, na které straně filozofické barikády stojím:

„Samozřejmě, můžeme si povídat o vědomí a o tom, do jaké míry je nepoznatelné. Doufám ale, že neodradíte mladé adepty neurovědy opakovaním domýšlivých řečí filozofů o ‚obtížném problému‘. Filozofové jako Dave Chalmers se zajímají o hodnotové systémy a osobní mínění, nikoli o přírodní zákony a fakta. Sice pokládají zajímavé otázky a předkládají provokativní dilemata, jejich předpovědi ale nikdy moc úchvatné nebyly.“

Koch mi okamžitě připomněl filozofa Augusta Comta a jeho předpověď, že nikdy nepoznáme, co je v nitru hvězd. Na tuto epizodu z historie vědy myslím od chvíle, kdy jsem se pustil na svou výpravu za neznámem. Koch mě upozornil na další významný hlas v této debatě, názor svého spolupracovníka Francise Cricka, který v roce 1996 napsal: „Je velmi unáhlené říkat, že existuje něco, co je mimo možnosti vědy.“

Když jsme konečně prostřednictvím sítě Skype propojili svá vědomí, byl Koch ve vzrušené náladě – vlastně jsem ho zažil vzrušeného vždy, když jsme hovořili o jeho životě, naplněném řešením nejvýznamnějších vědeckých problémů dneška. Zrovna o dva dny dříve Allenův institut vydal data, která se snaží klasifikovat typy mozkových buněk.

„Jednou z dosud neznámých věcí je počet druhů mozkových buněk. Už dvě století víme, že tělo se skládá z buněk – existují buňky srdeční svaloviny, kožní buňky nebo mozkové buňky. Pak jsme si ale uvědomili, že mozkové buňky nemají jen jeden či dva typy. Mohou jich mít třeba tisíc, nebo i několik tisíc. Kolik jich v mozkové kůře je, to prostě nevíme.“

Z Kochova nejnovějšího výzkumu vzešla databáze obsahující detailní popis celé škály kortikálních neuronů, které se dají najít v mozku myši. „Je to skutečně něco ohromného. Není to žádný hezký obrázek v časopise, jak se obvykle věda prezentuje. Jsou to všechno původní data a všechna je možné si od nás stáhnout.“ Ramón y Cajal aktualizovaný pro 21. století.