

Brian Christian a Tom Griffiths

Algoritmy pro život

Jak využít počítačové algoritmy
při každodenním rozhodování



Jan  Melvil
publishing

**SKONCUJTE
S NEROZHODNOSTÍ**
díky bestselleru Amazonu č. 1
v kategorii Věda

VOLNĚ ŠÍŘITELNÁ UKÁZKA Z KNIHY ALGORITMY PRO ŽIVOT

Algoritmy pro život



EDICE
POD
POVRCHEM

Algoritmy pro život

**Jak využít počítačové algoritmy
při každodenním rozhodování**

Brian Christian a Tom Griffiths

Jan  Melvil
publishing

ALGORITMY PRO ŽIVOT

Jak využít počítačové algoritmy při každodenním rozhodování

Brian Christian, Tom Griffiths

Copyright © 2016 by Brian Christian and Tom Griffiths.

All rights reserved.

Podle anglického originálu Algorithms to Live By: The Computer Science of Human Decisions vydalo v edici Pod povrchem nakladatelství Jan Melvil Publishing v Brně roku 2017.

Žádná část této knihy nesmí být nijak použita či reprodukována bez písemného svolení, s výjimkou případů krátkých citací jako součástí kritických článků a recenzí.

Překlad Filip Drlík

Odborná spolupráce Petr Koubský

Odpovědná redaktorka Vladimíra Válková

Šéfredaktor Marek Vlha

Redakční spolupráce Tomáš Baránek, Vít Šebor

Grafická úprava David Dvořák

Sazba Petr Klíma

Obálka Pavel Junk

Jazyková korektura Vilém Kmuniček

Tisk a vazba PBtisk, a. s., Příbram

Vydání první

Jan Melvil Publishing, 2017

melvil.cz

Chyby a připomínky: melvil.cz/erratum

Pochvaly a recenze: melvil.cz/kniha-algoritmy

nebo libisemi@melvil.cz

Diskutujte o knize s hashtagem #algoritmy

Knihy vyšla také elektronicky.

ISBN 978-80-7555-037-8

Našim rodinám

OBSAH

Úvod	9
01 Optimální zastavení	16
02 Zkoumat/užívat	40
03 Řazení	70
04 Mezipaměť	98
05 Plánování harmonogramů	121
06 Bayesovo pravidlo	147
07 Přeurčení	170
08 Uvolnění	191
09 Náhoda	206
10 Sítě	231
11 Teorie her	256
Závěr	285
Poznámky	293
Literatura	358
Rejstřík	385

02

ZKOUMAT/UŽÍVAT

Nejnovější vs. nejlepší

Kručí vám v žaludku. Zajdete do té italské restaurace, kterou už znáte a zbožňujete, nebo do té nedávno otevřené thajské? Vezmete nejlepšího kamaráda, nebo zavoláte nové známé, kterou byste rádi poznali blíže? Těžko rozhodnout – možná prostě zůstanete doma. Uvaříte jídlo podle osvědčeného receptu, co vám zaručeně vyjde, nebo na internetu zkusíte najít novou inspiraci? Dobře, tak nic, co kdybyste si tedy jenom objednali pizzu? Řeknete si o tu, co obvykle, nebo se zeptáte na speciální nabídku? Ještě než se dostanete k prvnímu soustu, jste už vyčerpaní. Myšlenka, že si pustíte hudbu, zhlédnete film nebo přečtete knihu – *ale jakou?* –, už se vůbec nejeví jako relaxace.

Každý den jsme neustále nuceni rozhodovat se mezi možnostmi lišícími se ve velmi specifickém rozměru – zkusíme nové věci, nebo zůstaneme u svých oblíbených? Intuitivně chápeme, že život je hledáním rovnováhy mezi novostí a tradicí, mezi nejnovějším a nejlepším, mezi riskováním a vychutnáváním si věcí, které známe a zbožňujeme. Vystává zde však stejná otázka jako v případě dilematu mezi hledáním a jednáním při honbě za bytem: jaký poměr vlastně hledáme?

Robert Pirsig ve svém klasickém díle z roku 1974, knize *Zen a umění údržby motocyklu*, navrhuje konverzační frázi „Co je nového?“. Podotýká, že kdyby takovou otázku „někdo zodpověděl doslovně, odpověď by byla nekonečnou přehlídkou nepodstatných maličkostí a módy, naplavenin zítřka“. Navrhuje alternativu, jež je podle něj mnohem lepší: „Co je nejlepšího?“

Realita však není tak prostá. Máme-li na paměti, že každá „nejlepší“ píseň a restaurace z řad vašich favoritů začala skromně jako něco pro vás „nového“, uvědomíme si, že na světě existují další, zatím nepoznané „nejlepší“. Nové věci si tedy nepochybně zaslouží přinejmenším část naší pozornosti.

Obnošená pořekadla a aforismy toto napětí popisují, ale neřeší. „Získávej nové přátele, ale staré si ponechej, noví jsou stříbro a staří zlato“ a „Není života tak bohatého a vzácného, leč další přítel do něj může vstoupit“ jsou jistě pravdivá úsloví; přinejmenším po stránce rytmu jsou nezpochybnitelná. Nic však neříkají o poměru, dejme tomu, „stříbra“ a „zlata“ zaručujícím nejlepší slitinu naplněného života.

Informatičtí se hledáním této rovnováhy zabývají již více než padesát let. Mají pro ni dokonce název: explore/exploit tradeoff (kompromis mezi zkoumáním a užíváním).

Zkoumání/užívání

Slova „explore“ (zkoumat) a „exploit“ (využívat) jsou v angličtině spojená se zcela opačnými konotacemi. Pro informatika však nesou mnohem konkrétnější a neutrální významy. Řekneme-li to jednoduše, zkoumání je *shromáždování* informací a *využívání* je užívání informací, které máte, k dosažení dobrého výsledku.

Intuice nám poměrně jasně naznačuje, že život bez zkoumání se žít nedá. Hodí se však také zmínit, že život bez jakéhokoli užívání je stejně špatný. Co se týká definice v oboru informatiky, využívání ve skutečnosti vystihuje chvíle, jež považujeme za nejlepší v životě. Rodinné setkání o svátcích je užívání. Totéž představuje knihomol pohodlně usazený v křesle s horkým šálkem kávy a milovaným titulem, kapela hrající své nejlepší hity davu oddaných fanoušků nebo pár, který si po všech těch letech rád zatančí na „tu svou písničku“.

Zkoumání se navíc může stát prokletím.

Například jednou z hezkých vlastností hudby je fakt, že se neustále objevují nové věci k poslechu. Nebo, jste-li hudební publicisté, jednou z nejhorších vlastností hudby je fakt, že se *neustále* objevují nové věci k poslechu. Při povolání hudebního kritika je nutné nastavit prioritu zkoumání na maximum, takže celou dobu posloucháte jenom nové věci. Milovníci hudby si možná představují, že práce

hudebního publicisty je ráj na zemi, ale musíte-li neustále zkoumat novinky, nemůžete si nikdy užít plody svého znalectví – což je hoto-
vé peklo na zemi. Málokdo tuto zkušenost zná do takové míry jako Scott Plagenhoef, bývalý šéfredaktor *Pitchforku*. „Při práci se člověk snaží najít prostor na poslech něčeho, co prostě poslouchat chce,“ popisuje život kritika. Jeho zoufalá touha skončit s procházením doposud neznámých písní nejisté kvality a poslouchat jen hudbu, kterou zbožňuje, byla tak silná, že si Plagenhoef do svého iPodu nahrával pouze novou hudbu. Tak pro něj bylo fyzicky nemožné opustit své povinnosti ve chvílích, kdy opravdu, opravdu, ale opravdu toužil poslouchat The Smiths. Žurnalisté jsou mučedníci. Zkoumají, aby ostatní mohli užívat.

V informatice se napětí mezi zkoumáním a využíváním projevuje nejkonkrétněji ve scénáři zvaném „problém mnohorukého bandity“. Tento podivný název vychází z hovorového označení herního automatu v kasinu, „jednoruký bandita“. Představte si, že vstoupíte do kasina plného různých herních automatů s rozdílnými pravděpodobnostmi výhry. Háček je samozřejmě v tom, že pravděpodobnosti neznáte předem – dokud nezačnete hrát, nebudete tušit, které přístroje jsou nejvýnosnější (které „dávají“, jak říkají milovníci herních automatů) a u kterých budete házet peníze do kanálu.

Pochopitelně vám jde o maximalizaci celkové výhry. Je zřejmé, že k tomu budete muset zapojit určitou kombinaci tahání za páky různých automatů, abyste si je otestovali (průzkum) a upřednostnili nejslibnější nalezené automaty (užívání).

Chcete-li pochopit nejsubtilnější specifika problému, představte si, že se příklad týká pouze dvou automatů. Na jednom z nich jste hráli celkem patnáctkrát, z toho jste devětkrát vyhráli a šestkrát prohráli. Na druhém jste hráli pouze dvakrát a jednou jste vyhráli a podruhé ne. Který automat je slibnější?

Když jednoduše podělíte počet výher celkovým počtem her, získáte „očekávanou hodnotu“ daného automatu. Podle této metody je na tom první automat očividně lépe. Z poměru 9:6 vychází očekávaná hodnota 60 %, přičemž poměr 1:1 u druhého automatu vede k očekávané hodnotě pouhých 50 %. To však není všechno. Pouhé dvě hry nejsou mnoho. V tomto ohledu prostě zatím *nevíme*, jak dobrý může druhý automat ve skutečnosti být.

Volba restaurace nebo alba ve výsledku představuje záležitost rozhodování, za jakou páku v kasinu života máme zatáhnout. Pochopení kompromisu mezi zkoumáním a využíváním však není pouze způsob zlepšení rozhodnutí, kde jíst a co poslouchat. Přináší také zásadní poznatky osvětlující, jak by se naše cíle měly měnit s věkem a proč nejracionálnější postup nespočívá ve výběru toho nejlepšího. Navíc se ukazuje, že zmíněný princip také leží mimo jiné v srdci web-designu a klinických testů – dvou oblastí, jež se pospolu v jedné větě zpravidla neobjevují.

Lidé posuzují rozhodnutí spíše izolovaně, aby se pokaždé zaměřili na nalezení výsledku s nejvyšší očekávanou hodnotou. Rozhodnutí však nejsou izolovaná téměř nikdy a očekávanou hodnotou příběh nekončí. Přemýšlíte-li nejen o *dalším* rozhodnutí, ale o *všech* rozhodnutích, která v rámci stejných možností učiníte v budoucnosti, kompromis mezi zkoumáním a užíváním je pro celý proces naprosto zásadní. Matematik Peter Whittle píše, že tímto způsobem problém mnohorukého bandity „esenciální formou ztělesňuje konflikt patrný ve veškerém lidském počínání“.

Za kterou ze dvou pák byste tedy měli zatáhnout? Je to záludná otázka. A zcela závisí na něčem, co jsme zatím nezmínili – jak dlouho plánujete v kasinu zůstat.

Užívej intervalu

„Carpe diem,“ prohlašuje Robin Williams v jedné z nejpamátnejších scén ve filmu *Společnost mrtvých básníků* z roku 1989. „Užívejte dne, hoši. Učiňte své životy mimořádnými.“

Taková rada je neuvěřitelně důležitá. Zároveň je také určitým způsobem paradoxní. Užívat dne a užívat celého života jsou dvě zcela odlišné snahy. V angličtině existuje rčení: „Jezme, pijme a veselme se, neboť zítra zemřeme,“ ale možná by k němu mělo existovat i opačné rčení: „Začněte se učit nový jazyk nebo hrát na hudební nástroj a zapředejte hovor s cizími lidmi, protože život je dlouhý a kdovíjaké radosti v něm mohou v průběhu mnoha let vykvést.“ Když hledáme rovnováhu mezi oblíbenými a novými zážitky, ze všeho nejdůležitější je interval, v jakém si je hodláme vychutnat.

„Nové restaurace budu zkoušet s větší pravděpodobností potom, co se nastěhuji do města, než předtím, než ho budu opouštět,“

vysvětluje datový vědec a blogger Chris Stucchio, ostřílený veterán ze soubojů s kompromisem mezi zkoumáním a užíváním v práci i v životě. „Teď chodím nejčastěji do restaurací, které znám a zbožňuju, protože vím, že New York můžu brzy opustit. Ale když jsem se před pár lety přestěhoval do Puné v Indii, jedl jsem kdekoli, kde to nevypadalo životu nebezpečně. Když jsem pak město opouštěl, navštívil jsem spíše znovu všechna oblíbená místa, než abych zkoušel nová... I kdybych našel nějaký o trochu lepší podnik, proč riskovat, když bych do něj mohl zajít už jen jednou nebo dvakrát?“

Zkoušení nových věcí má jednu důležitou vlastnost – hodnota zkoumání neboli hledání nových oblíbenců se může postupem času pouze snižovat, jelikož nám ubývá příležitostí, kdy si je můžeme vychutnat. Objevíte-li během poslední noci ve městě kouzelnou kavárnu, nezískáte příležitost se do ní vrátit.

Na druhou stranu, hodnota užívání může postupem času pouze *narůstat*. Nejhezčí kavárna, kterou znáte dnes, je už z principu přinejmenším stejně hezká jako nejhezčí kavárna, o níž jste věděli před měsícem. (A jestli jste si od té doby našli další oblíbený podnik, možná vám bude připadat ještě hezčí.) Takže zkoumejte, budete-li mít čas na využití výsledných poznatků, užívejte, dokud to nebudete muset zabalit. Strategie spočívá v intervalu.

Je zajímavé, že když strategie spočívá v intervalu, můžeme také interval odvodit sledováním strategie. Vezměte si například Hollywood: mezi deseti nejuspěšnějšími filmy roku 1981 byla pouze dvě pokračování. V roce 1991 mezi nimi byla tři. V roce 2001 pět. A v roce 2011 bylo *osm* z deseti nejuspěšnějších filmů pokračování. Ve skutečnosti v roce 2011 dosáhl poměr pokračování v produkci největších studií rekordní hodnoty. Tu hned nato překonal rok 2012. Totéž se stalo další rok. Žurnalista Nick Allen v prosinci roku 2012 uvedl s hmatatelnou únavou tituly plánované na příští rok:

Diváci dostanou šestou porci *X-menů* a k tomu *Rychle a zběsile 6*, *Smrtonosnou past 5*, *Scary Movie 5* a *Paranormal Activity 5*. Mimo jiné vyjde *Iron Man 3*, třetí pokračování *Pařby* a druhé pokračování *Mupetů*, *Šmoulů*, *G. I. Joe* a filmu *Santa je úchyl*.

Z pohledu filmového studia pokračování představuje film se zaručenou fanouškovskou základnou – dojnou krávu, jistotu, užívání. Přílišné množství takových jistot poukazuje na krátkodobý přístup, jako v případě Stucchia před odjezdem z města. Je pravděpodobnější, že letos se stanou hity spíše z pokračování, než ze zcela nových filmů, ale odkud se vezmou milované série v budoucnosti? Taková záplava pokračování je nejen politováníhodná (kritici jsou o tom přesvědčeni), ale i jistým způsobem dojemná. Filmový průmysl vstoupil do fáze zaměřené téměř výhradně na užívání, čímž podle všeho signalizuje, že se blíží konec jeho intervalu.

Podíváme-li se na ekonomiku Hollywoodu, naše tušení se potvrdí. Výdělky největších filmových studií se mezi lety 2007 a 2011 snížily o 40 % a výtěžek z prodeje lístků klesl v sedmi z posledních deseti let. Jak stojí v magazínu *The Economist*: „Velká studia se tísní mezi vzrůstajícími náklady a klesajícími tržbami, a proto reagují vytvářením převahy filmů, které považují za potenciální hity: zpravidla sequely (pokračování), prequely (předcházející snímky) nebo cokoli jiného, kde hrají známé postavy.“ Jinými slovy – tahají za páky nejlepších hracích automatů, které mají, dokud je nevyhodí z kasina.

Win-Stay

Hledání optimálních algoritmů, které by nám přesně prozradily, jak přistupovat k problému mnohorukého bandity, se ukázalo být neuvěřitelně náročné. Peter Whittle vzpomíná na takové pokusy během druhé světové války: „Otázka natolik vysála energii a mysl spojeneckých analytiků ... že nakonec padl návrh přehodit problém na Německo jako definitivní nástroj intelektuální sabotáže.“

První kroky k řešení byly podniknuty v poválečných letech, kdy matematik Herbert Robbins z Kolumbijské univerzity dokázal existenci jednoduché strategie přinášející navzdory své nedokonalosti alespoň nějaké příjemné záruky.

Robbins se konkrétně zaměřil na případ s přesně dvěma hracími automaty a navrhl řešení zvané algoritmus **Win-Stay, Lose-Shift** (vyhraješ-li, zůstaň, prohrajesh-li, vyměň): vyberete si náhodně jednu z pák a budete za ni tahat, dokud se vám to bude vyplácet. Pokud se po určitém zatažení páka nevyplatí, přejděte ke druhé. Ačkoli je tato

jednoduchá strategie na hony vzdálená od úplného řešení, Robbins v roce 1952 dokázal, že funguje lépe než náhoda.

V návaznosti na Robbinse řada prací hlouběji probádala princip „zůstávání u vítěze“. Pokud byste už byli ochotní zatáhnout za páku a hra by se vyplatila, z intuitivního hlediska by se tak měl zvýšit odhad ceny takové páky a znovu byste za ni zatáhli ještě ochotněji. A skutečně – ukazuje se, že Win-Stay je prvkem optimální strategie k vyvážení zkoumání a užívání při široké řadě podmínek.

Lose-Shift je však úplně jiný příběh. Změna páky po každé prohře znamená dost unáhlený krok. Představte si, že stokrát zajdete do restaurace a pokaždé dostanete úžasné jídlo. Stačilo by jedno zklamání k úplnému zavržení takové restaurace? Dobré možnosti by neměly být tak přísně penalizované v případě chyby.

Ještě důležitější však je, že Win-Stay, Lose-Shift nijak nezohledňuje interval, v němž optimalizujete. Zklamala-li vás při poslední návštěvě vaše oblíbená restaurace, podle tohoto algoritmu byste bezvýhradně měli jít jinam – i když se jedná o vaši poslední noc ve městě.

Robbinsova původní práce však i přesto zahájila vznik podstatného množství literatury a vědci v následujících několika letech učinili výrazný pokrok. Richard Bellman, matematik z RAND Corporation, našel dokonalé řešení problému v případech, kdy předem přesně víme, kolik možností a příležitostí celkem budeme mít. Stejně jako u problému se sekretářkou s úplnou informací spočíval i Bellmanův trik ve zpětném postupu – začal tím, že si představil poslední zatažení za páku, a zvážil, který hrací automat si vybrat při všech možných výsledcích předchozích rozhodnutí. Po vyřešení této otázky byste se potom přesunuli k předposlední příležitosti, potom k té před ní, k další předcházející, a tak dále až na začátek.

Odpovědi vyvstávající z Bellmanovy metody jsou neprůstředné, ale při mnoha možnostech a dlouhé návštěvě kasina mohou vyžadovat závatné – a dokonce nemožné – množství práce. I kdybychom navíc dokázali vypočítat všechny možné budoucnosti, samozřejmě nikdy přesně nevíme, kolik příležitostí (a dokonce ani kolik možností) budeme mít. Z těchto důvodů zůstal problém mnohोरukého bandity ve výsledku nevyřešený. Slovy Whittlea: „Rychle se z něj stal klasický problém a synonymum nekompromisnosti.“

Gittinsův index

Jak tomu však v matematice často bývá, konkrétní je branou k univerzálnímu. V 70. letech 20. století požádala společnost Unilever mladého matematika Johna Gittinse, aby jim pomohl optimalizovat některé z jejich testů léčiv. Nečekaně obdrželi odpověď na matematickou hádanku zůstávající po celou generaci bez řešení.

Gittins, dnes profesor statistiky na Oxfordu, se zahloubal nad otázkou předloženou Unileverem. Máme-li k dispozici několik různých chemických sloučenin, jak nejrychleji určíme, která sloučenina bude pravděpodobně účinkovat proti nemoci? Gittins se pokusil problém zasadit do co nejobecnější možné formy – několik možností k ozkoušení, různá pravděpodobnost odměny u každé z nich a určitá míra úsilí (nebo peněz, nebo času) k rozdělení mezi možnostmi. Samozřejmě se jednalo o další inkarnaci problému mnohorukého bandity.

Farmaceutické firmy zaměřené na zisk i samotná lékařská profese jsou neustále vystaveny protichůdným požadavkům kompromisu mezi zkoumáním a užíváním. Firmy chtějí investovat peníze vyhrazené na výzkum a vývoj do objevování nových léků, ale zároveň chtějí zajistit, aby jejich současné ziskové produktové řady vzkvétaly. Lékaři chtějí předepisovat nejlepší existující léčby, aby pacienti obdrželi potřebnou péči, ale zároveň chtějí podporovat experimentální studie s příslibem vzniku ještě lepších procedur.

Je důležité zmínit, že v obou případech není zcela jasné, jaký by měl být relevantní interval. Farmaceutické firmy i lékaři se v určitém ohledu zajímají o *neurčitou* budoucnost. Firmy chtějí existovat teoreticky navždy a průlom na zdravotnickém poli by mohl v budoucnu pomáhat lidem, kteří se ještě nenarodili. Přítomnost má tak či onak vyšší prioritu: pacient vyléčený dnes je považován za hodnotnějšího než pacient vyléčený za týden nebo rok a totéž jistě platí pro zisk. Ekonomové tuto myšlenku hodnotového nadřazování přítomnosti vůči budoucnosti označují jako „diskontování“.

Gittins na rozdíl od předcházejících vědců přistoupil k problému mnohorukého bandity z tohoto úhlu pohledu. Zvážil cíl jako maximalizaci výplat nikoli v pevně daném časovém intervalu, ale pro nekonečnou, leč diskontovanou budoucnost.

Takové diskontování nám může být povědomé díky příkladům z vlastního života. Navštívíte-li totiž určité město na desetidenní

dovolenou, potom byste měli svá rozhodnutí týkající se restaurací provádět s fixním intervalem na paměti; pokud však v určitém měsětě žijete, stejný postup by nedával smysl. Namísto toho si můžete představit, jak hodnota odměn klesá, čím dále do budoucnosti pokročíte – více vám záleží na jídle, které sníte dnes večer, než na jídle naplánovaném na zítra nebo za rok, přičemž „o kolik“ závisí na vaší konkrétní „diskontní funkci“. Gittins sám přišel s domněnkou, že hodnota přiřazená odměnám se snižuje geometricky – to znamená, že každá návštěva restaurace odpovídá konstantnímu podílu předcházející návštěvy. Věříte-li například, že existuje 1% pravděpodobnost, že vás v libovolný den srazí autobus, potom byste měli zítřejší večeri přiřadit 99 % hodnoty té dnešní už jen proto, že byste se jí nemuseli dožít.

Gittins na základě předpokladu diskontování geometrickou řadou prozkoumal strategii, kterou považoval „za přinejmenším dost dobrou aproximaci“. Napadlo ho zamyslet se nad každou pákou mnohorukého bandity izolovaně od ostatních a pokusit se určit hodnotu každé páky zvlášť. K tomuto účelu si představil něco poměrně geniálního – úplatek.

V populární televizní hře *Deal or No Deal* (Plácne si, nebo ne) si soutěžící vybírá jeden z 26 kufříků obsahujících ceny v hodnotě od jedné pence po milion dolarů. V průběhu hry se pravidelně objevuje záhadná postava Bankéře, který soutěžícím nabízí různé částky peněz za to, že vybraný kufřík *neotevřou*. Soutěžící se pak sám musí rozhodnout, jestli upřednostní jistotu nabídky nad nejistotou ceny v kufříku.

Gittins (ačkoli mnoho let předtím, než se v televizi objevil první díl *Deal or No Deal*) si uvědomil, že problém mnohorukého bandity je úplně stejný. O každém hracím automatu víme málo nebo vůbec nic a každý má určitou zaručenou výši výplaty. Kdyby nám namísto hry na daném automatu nabídl jeho potenciální odměnu, bez váhání bychom za jeho páku už nezatáhli. Tuto hodnotu (Gittinsem pojmenovanou jako „index dynamického přiřazení“) dnes zná svět pod názvem **Gittinsův index**. Poukazuje na očividnou strategii v kasinu – vždy hrajte na automatu s nejvyšším indexem.*

* Tato část by se dala v zásadě shrnout větou: „Ber, dokud Gittins dává.“

Ve skutečnosti se ukázalo, že indexová strategie je víc než dobrá aproximace. Zcela řeší problém mnohorukého bandity s geometricky diskontovanými výplatami. Napětí mezi zkoumáním a využíváním je nakonec zastoupeno jednodušší úlohou – maximalizací jediného množství platného pro zkoumání i využívání. Gittins o svém počínu hovoří skromně: „Není to zrovna Velká Fermatova věta.“ Je to však věta, která dořešila velkou skupinu otázek v dilematu mezi zkoumáním a využíváním.

Samotný výpočet Gittinsova indexu pro konkrétní stroj na základě jeho dosavadních výsledků a naší míry diskontování je i v této strategii zásadní. Jakmile se však dozvíme Gittinsův index pro určitou sadu předpokladů, můžeme ho využít pro jakýkoli problém ve stejné formě. Nejpodstatnější je, že ani nezáleží na tom, kolik pák je ve hře, protože pro každý automat provádíme výpočet zvlášť.

V tabulce na další stránce uvádíme hodnoty Gittinsova indexu pro celkem až devět úspěchů a selhání, za předpokladu, že výhru v následující hře na stejném automatu ceníme stejně vysoko jako 90 % výhry v této hře. Tyto hodnoty lze použít k vyřešení řady každodenních problémů mnohorukého bandity. Za takových předpokladů byste například měli upřednostnit hrací automat s dosavadním výsledkem 1-1 (a očekávanou hodnotou 50 %) před automatem s výsledkem 9-6 (a očekávanou hodnotou 60 %). Vyhledáte-li si odpovídající souřadnice v tabulce, uvidíte, že méně prozkoumaný automat má index 0,6346 a častěji hraný automat dosahuje pouze 0,6300. Problém je vyřešen: tentokrát zkuste své štěstí a zkoumejte.

Když si prohlédnete hodnoty Gittinsova indexu v tabulce, dospějete k několika dalším zajímavým zjištěním. Za prvé můžete dobře vidět zapojení principu Win-Stay – jdeme-li po libovolné řadě zleva doprava, hodnoty indexu se vždy zvyšují. Pokud tedy někdy narazíme na správnou páku a po jejím zatažení vyhraje, potom (když se posouváme v tabulce doprava) je naprosto logické zatáhnout za ni znovu. Za druhé je patrné, v jakých situacích by vás postup lose-shift dostal do potíží. Po devíti prvotních vítězstvích následovaných prohrou dostanete index 0,8695, což je pořád více než většina ostatních hodnot v tabulce – takže byste pravděpodobně měli zůstat u stejného automatu přinejmenším na další hru.

Pravděpodobně nejzajímavější částí tabulky je však pole v levém horním rohu. Výsledek 0-0 (zcela neznámá páka) má očekávanou

hodnotu 0,5000, ale Gittinsův index 0,7029. Jinými slovy, něco, s čím nemáte vůbec žádné zkušenosti, je téměř stejně poutavé jako automat, který se ověřeně vyplácí v sedmi z deseti případů. Při sestupu po úhlopříčce si povšimněte, že výsledek 1-1 přináší index 0,6346, výsledek 2-2 odpovídá 0,6010, a tak dále. Přetrvává-li takovato 50% úspěšnost, index se skutečně nakonec ustálí na hodnotě 0,5000, jak vyplývá ze zkušenosti potvrzující, že takový automat není nic extra a připravuje nás o „bonus“ podněcující k dalšímu zkoumání. Tato konvergence probíhá poměrně pozvolna; bonus za zkoumání představuje mocnou sílu. Skutečně je to tak – povšimněte si, že dokonce i selhání při první hře s výsledkem 0-1 stále vede ke Gittinsovu indexu vyššímu než 50 %.

Vítězství

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	,7029	,8001	,8452	,8723	,8905	,9039	,9141	,9221	,9287	,9342
1	,5001	,6346	,7072	,7539	,7869	,8115	,8307	,8461	,8588	,8695
2	,3796	,5163	,6010	,6579	,6996	,7318	,7573	,7782	,7956	,8103
3	,3021	,4342	,5184	,5809	,6276	,6642	,6940	,7187	,7396	,7573
4	,2488	,3720	,4561	,5179	,5676	,6071	,6395	,6666	,6899	,7101
5	,2103	,3245	,4058	,4677	,5168	,5581	,5923	,6212	,6461	,6677
6	,1815	,2871	,3647	,4257	,4748	,5156	,5510	,5811	,6071	,6300
7	,1591	,2569	,3308	,3900	,4387	,4795	,5144	,5454	,5723	,5960
8	,1413	,2323	,3025	,3595	,4073	,4479	,4828	,5134	,5409	,5652
9	,1269	,2116	,2784	,3332	,3799	,4200	,4548	,4853	,5125	,5373

Hodnoty Gittinsova indexu jako funkce vítězství a proher za předpokladu, že příští výhru oceníme na 90 % aktuální výhry.

Můžeme také vidět, jak se kompromis mezi zkoumáním a využitím mění, když měníme způsob diskontování budoucnosti. Následující tabulka uvádí stejné informace jako ta předcházející, ale předpokládá, že výhra v příští hře pro nás neodpovídá 90, ale 99 % aktuální výhry. Má-li budoucnost téměř stejnou váhu jako přítomnost, hodnota náhodného objevu se oproti přijetí jisté nabídky ještě zvýší. V takovém případě má nijak netestovaný automat subjektivní hodnotu odpovídající 86,99% šanci na výhru!

Vítězství

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	,8699	,9102	,9285	,9395	,9470	,9525	,9568	,9603	,9631	,9655
1	,7005	,7844	,8268	,8533	,8719	,8857	,8964	,9051	,9122	,9183
2	,5671	,6726	,7308	,7696	,7973	,8184	,8350	,8485	,8598	,8693
3	,4701	,5806	,6490	,6952	,7295	,7561	,7773	,7949	,8097	,8222
4	,3969	,5093	,5798	,6311	,6697	,6998	,7249	,7456	,7631	,7782
5	,3415	,4509	,5225	,5756	,6172	,6504	,6776	,7004	,7203	,7374
6	,2979	,4029	,4747	,5277	,5710	,6061	,6352	,6599	,6811	,6998
7	,2632	,3633	,4337	,4876	,5300	,5665	,5970	,6230	,6456	,6654
8	,2350	,3303	,3986	,4520	,4952	,5308	,5625	,5895	,6130	,6338
9	,2117	,3020	,3679	,4208	,4640	,5002	,5310	,5589	,5831	,6045

Prohry

Hodnoty Gittinsova indexu jako funkce vítězství a proher za předpokladu, že příští výplata se rovná 99 % aktuální výhry.

Gittinsův index tedy poskytuje formální, vědou podpořené ospravedlnění preference neznámého za předpokladu, že máme příležitost využít výsledky zjištěné při zkoumání. Staré pořekadlo praví, že „na druhé straně plotu je tráva vždycky zelenější“, ale matematika vysvětluje proč – neznámé je pravděpodobně lepší, i když čekáme stejnou hodnotu, nebo bude-li se stejnou pravděpodobností horší. Neotestovaný zelenáč je hodnotnější (na začátku sezóny každopádně) než veterán se zdánlivě vyrovnanou schopností právě proto, že o něm víme méně. Zkoumání samo o sobě je hodnotné, jelikož zkoušení nových věcí zvyšuje naše šance na nalezení těch nejlepších. Zohledňování budoucnosti namísto soustředění výhradně na přítomnost nás tedy pohání směrem k novosti.

Gittinsův index z toho důvodu poskytuje úchvatně přímočaré řešení problému mnohorukého bandity. Tím však daný rébus definitivně neuzavírá, ani nám automaticky nepomáhá zorientovat se ve *všech* kompromisech mezi zkoumáním a užíváním v každodenním životě. Je důležité zmínit, že Gittinsův index je optimální pouze za určitých podmínek. Závisí na geometrickém diskontování budoucí odměny s ohodnocením každé další hry konstantním podílem předchozí, což podle řady experimentů v oblasti behaviorální ekonomie a psychologie lidé běžně nedělají. Gittinsova strategie navíc přestává

být optimální i v případech, kdy je přechod od jedné možnosti k jiné spojen s náklady. (Tráva na druhé straně plotu je možná na pohled zelenější, to však samo o sobě neospravedlňuje přežení plotu – natož druhou hypotéku.) Především je však těžké vypočítat Gittinsův index za běhu. Nosíte-li s sebou tabulku s hodnotami indexu, dokážete optimalizovat výběr restaurace, ale vynaložený čas a úsilí za to stát nemusejí. („Počkej, tohle vyřeším. Tahle restaurace byla dobrá ve 29 z 35 návštěv, ale tahle ve 13 ze 16 návštěv, takže Gittinsovy indexy jsou ... Kam jste se všichni poděli?“)

Od vynalezení Gittinsova indexu podobné záležitosti přiměly informatiky a statistiky hledat jednodušší a flexibilnější strategie řešení problému mnohorukého bandity. Nové strategie dokáže člověk (i stroj) vztáhnout na řadu situací snáze než při počítání Gittinsova indexu, přičemž stále zaručují poměrně dobré výsledky. Týkají se také jednoho ze čtyř největších strachů v souvislosti s rozhodováním.

Výčitky a optimismus

Výčitky, těch jsem pár měl. Ale přece jen – jen pár, co stojí za zmínku.

FRANK SINATRA, PŘEKLAD ÚRYVKU Z TEXTU PÍSNĚ *MY WAY*

Sám jsem optimistou.

Připadá mi, že není moc užitečné být čímkoli jiným.

WINSTON CHURCHILL

Je-li Gittinsův index příliš složitý nebo se nenacházíte v situaci spojené s geometrickým diskontováním, máte jinou možnost – zaměřit se na *výčitky*. Když se rozhodujeme, kde budeme jíst, s kým strávíme čas nebo v jakém městě budeme bydlet, výčitky bývají obrovské. Pokud před sebou máme skupinu dobrých možností, je snadné mučit sami sebe následky špatné volby. Takové výčitky se často týkají věcí, které jsme nezvládli udělat, a nikdy nevyzkoušených možností. Jak praví památná slova Chestera Barnarda: „Zkusit a neuspět znamená přinejmenším poučit se; nezkusit znamená trápit se nevyčísitelnou ztrátou toho, co mohlo být.“ Lítost může být také vysoce motivující.

Než se Jeff Bezos rozhodl rozjet Amazon.com, měl jisté a dobře placené zaměstnání v investiční firmě D. E. Shaw & Co. v New Yorku. Založení internetového knihkupectví v Seattlu pro něj představovalo obrovský skok – a jeho šéf (tzn. D. E. Shaw) mu poradil, aby si rozhodnutí pečlivě promyslel. Jak tvrdí Bezos:

Našel jsem takový rámec, díky kterému bylo rozhodnutí neuvěřitelně snadné. Nazval jsem ho „rámec pro minimalizaci výčitek“ – takový název by mohl vymyslet nejspíš jen nerd. Chtěl jsem si představit sám sebe v 80 letech a říct si: „Dobře, teď se ohlídím za svým životem. Chci minimalizovat počet výčitek, co mě trápí.“ Věděl jsem, že v 80 nebudu litovat rozhodnutí, že jsem se pokusil pustit do podnikání. Nebudu litovat, že jsem se pokusil podílet na tomhle internetu, který mi připadal jako opravdu velká věc. Věděl jsem, že kdybych neuspěl, ničeho bych nelitoval, ale vyčítal bych si, kdybych se vůbec nepokusil. Věděl jsem, že tyto výčitky by mě sužovaly každý den, a když jsem se nad celým problémem zamyslel takto, následující rozhodnutí bylo neuvěřitelně snadné.

Informatika vám nemůže poskytnout život bez výčitek. Potenciálně vám však může nabídnout právě to, co hledal Bezos – život s *minimalními* výčítkami.

Lítost je následkem srovnávání toho, co jsme skutečně dělali, s tím, co by zpětně mohlo být. V případě mnohorukého bandity se Barnardova „nevyčíslitelná ztráta“ dá ve skutečnosti vyčíslit přesně a výčítkám lze přiřadit číslo – tím je rozdíl mezi celkovou odměnou získanou postupem podle určité strategie a celkovou odměnou, kterou bychom teoreticky bývali získali, kdybychom pokaždé zatáhli za nejlepší páku (kdybychom tedy od začátku věděli, jaká to je). Zmíněnou hodnotu můžeme vypočítat pro různé strategie a hledat takové, co ji minimalizují.

Herbert Robbins se v roce 1985 podruhé zaměřil na problém mnohorukého bandity – zhruba třicet let po své prvotní práci na algoritmu Win-Stay, Lose-Shift. Společně s kolegou matematikem z Kolumbijské univerzity Tze Leung Laiem dokázal několik klíčových faktů o výčítkách. Za prvé, předpokládáme-li, že nejsme vševědoucí, celková míra lítosti se pravděpodobně nikdy nepřestane zvyšovat,

ani když vyberete nejlepší možnou strategii – protože dokonce ani ta nejlepší strategie není vždy úplně dokonalá. Za druhé, vyberete-li si nejlepší strategii a ne žádnou jinou, lítost se bude navyšovat pomaleji; při dobré strategii se výčítky navíc budou postupem času snižovat, když se o daném problému dozvíte víc a budete schopní činit lepší rozhodnutí. Za třetí – nejdůležitější bod – minimální možné výčítky (opět za předpokladu, že nevíme vše) se zvyšují *logaritmicky* s každým zatažením za páku.

Logaritmicky rostoucími výčítkami se rozumí, že při prvních deseti hrách uděláme stejný počet chyb jako v následujících devadesáti; tedy stejný počet v prvním roce jako ve zbytku desetiletí v součtu. (Počet chyb v prvním desetiletí zase odpovídá počtu chyb ve zbytku století.) Takový pohled přináší určitou útěchu. Obecně nemůžeme realisticky očekávat, že jednou nastane den, kdy nebudeme mít žádné další výčítky. Postupujeme-li však podle algoritmu k minimalizaci výčitek, můžeme čekat, že každý rok budeme mít méně výčitek než vloni.

Počínaje Laiem a Robbinsem vědci v posledních desetiletích hledali algoritmy poskytující záruku minimálních výčitek. Ze všech objevených algoritmů jsou ty nejoblíbenější známy pod názvem algoritmy **horní meze spolehlivosti**.

Grafická znázornění statistických údajů často zahrnují takzvané vymezení chyby – úsečky sahající nad a pod jakýkoli datový bod, jež představují nejistotu při měření. Vymezení chyby zobrazuje rozsah přijatelných hodnot, které daná veličina může skutečně mít. Tento rozsah je znám pod názvem „interval spolehlivosti“. Čím více dat o dané věci nashromáždíme, tím více se interval spolehlivosti smrští a tak vystihne stále přesnější hodnocení. (Například hrací automat, který se vyplatil při jedné ze dvou her, bude mít širší interval spolehlivosti, ale stejnou očekávanou hodnotu jako automat, u něhož se vyplatilo pět z deseti her.) Algoritmus horní meze spolehlivosti v případě problému mnohorukého bandity jednoduše poukazuje na to, že bychom měli vybrat možnost s nejvyšší horní mezí intervalu spolehlivosti.

Z toho vyplývá, že algoritmy horní meze spolehlivosti přiřazují každé páce mnohorukého bandity vlastní číslo. To na základě dostupných informací vyjadřuje nejvyšší možnou hodnotu, které páka může v rozumné míře dosáhnout. Algoritmus horní meze

spolehlivosti tedy nepotřebuje vědět, jaký automat *doposud* pracoval nejuspěšněji; namísto toho vybírá páku, která by *mohla* opodstatněně fungovat nejlépe v budoucnosti. Pokud jste například ještě nikdy nebyli v restauraci, pak na základě vašich zkušeností nejspíš bude návštěva restaurace skvělá. I v situaci, kdy jste ji navštívili dvakrát nebo třikrát a vyzkoušeli pár jídel, stále nemusíte mít dostatek informací k vyloučení možnosti, že by podnik mohl být lepší než váš pravidelný favorit. Horní mez spolehlivosti je stejně jako Gittinsův index vždy vyšší než očekávaná hodnota, ale s nárůstem zkušeností u určité možnosti je čím dál nižší. (Restaurace s jednou průměrnou recenzí má stále *potenciál* skvělosti, jenž restaurace se stovkou takových recenzí postrádá.) Doporučení vyplývající z algoritmu horní meze spolehlivosti budou podobné doporučením Gittinsova indexu, jejich spočtení je však výrazně snazší a nevyžaduje podmínku geometrického diskontování.

Algoritmy horní meze spolehlivosti zapojují princip nazvaný „optimismus navzdory nejistotě“. Ukazují, že optimismus *může* být dokonale racionální. Zaměřují se na nejlepší podobu možnosti na základě doposud získaných důkazů, a podporují tak možnosti, o nichž nevíme tolik. Následkem toho takové algoritmy vkládají do rozhodovacího procesu dávku zkoumání a umožňují nám nadšeně zkoušet nové možnosti, protože jedna z nich by mohla být příští úplně ze všech nejlepší. Stejný princip používá například Leslie Kaelblingová z MIT, tvůrkyně „optimistických robotů“ zkoumajících okolní prostor prostřednictvím navyšování hodnoty nezmapovaného terénu. Zmíněné algoritmy očividně mají význam i v životě člověka.

Úspěch algoritmů horní meze poskytuje formální ospravedlnění jednání navzdory nedostatku důkazů. Na základě rad vyplývajících z těchto algoritmů byste měli nadšeně poznávat nové lidi a zkoušet nové věci – předpokládat o nich to nejlepší, pokud nemáte k dispozici důkazy o opaku. Z dlouhodobého hlediska představuje optimismus nejlepší prevenci proti výčitkám.

Internetoví banditi

Produktový manažer Googlu Dan Siroker si v roce 2007 vzal služební volno, aby se podílel na prezidentské kampani tehdejšího senátora

Baracka Obamy v Chicagu. V čele týmu „Analytiků nových médií“ použil v dané kampani jednu z praktik Googlu na sytě červené tlačítko DAROVAT. Výsledek byl závratný: přímým následkem jeho práce bylo 57 milionů dolarů vybraných na dalších příspěvcích.

Co přesně s tím tlačítkem udělal?

Použil na něj A/B testování.

A/B testování funguje takto: firma připraví několik různých verzí určité webové stránky. Může zkusit různé barvy nebo obrázky, různé titulky k článku nebo různá uspořádání položek na obrazovce. Potom náhodně a vyrovnaně rozdělí různé verze mezi přichozí uživatele. Jeden uživatel uvidí červené tlačítko, jiný zase modré tlačítko; jednomu se může zobrazit nápis DAROVAT a jinému nápis PŘÍSPĚT. Potom jsou monitorovány relevantní metriky (např. míra prokliků nebo průměrný zisk na návštěvníka). Když po určité době analytici zjistí statisticky významné jevy, „vítězná“ verze se obvykle zobrazuje všem uživatelům – nebo se použije jako kontrolní materiál v dalším kole experimentů.

V případě Obamovy fundraisingové stránky odhalily Sirokerovy A/B testy zásadní informace. Ukázalo se, že pro první návštěvníky nejlépe fungovalo tlačítko DAROVAT A ZÍSKAT DÁREK, dokonce i po započtení nákladů na rozesílání dárků. Pro dlouhodobé odběratele newsletterů, kteří nikdy nic nedarovali, fungovalo nejlépe tlačítko PROSÍME VÁS O DAR, což pravděpodobně oslovilo jejich pocit provinilosti. U návštěvníků, již už v minulosti přispěli, na zajištění návazných darů nejlépe zafungovalo tlačítko PŘÍSPĚT – člověk sice již „daroval“, ale mohl „přispět“ ještě víc. Tým analytiků zcela užasl, když zjistil, že nad všemi zkoušenými obrázky a videi jednoznačně zvítězila černobílá fotografie rodiny Obamových. Výsledný efekt všech popisovaných optimalizací byl enormní.

Jestli jste v posledních letech vůbec někdy použili internet, stali jste se součástí problému zkoumání/využívání někoho jiného. Firmy chtějí objevovat co nejužitečnější věci a zároveň na nich co nejvíce vydělat – zkoumat a využívat. Velké technologické firmy jako Amazon a Google začaly provádět A/B testy naživo na svých uživatelských stránkách zhruba někdy v roce 2000 a od té doby se z internetu stal největší řízený experiment na světě. Co tyto firmy zkoumají a využívají? Jednoduše řečeno – vás. Cokoli, co vás přiměje pohnout myší a otevřít peněženku.

Firmy testují systémem A/B navigaci na stránce, texty v předmětu zprávy a načasování e-mailingu a občas dokonce i jejich vlastní produkty a ceny. Namísto jednoho primárního vyhledávacího algoritmu Googlu a jedinečného checkout flow (toku objednávky) Amazonu dnes existují nesčetné a nepředstavitelně subtilní permutace. (Google v roce 2009 provedl nechvalně proslulé testování jednačtyřiceti odstínů modré na jednom ze svých nástrojových panelů.) V některých případech je nepravděpodobné, že by jakákoli dvojice uživatelů měla přesně stejnou zkušenost.

Datový vědec a bývalý manažer datového týmu Facebooku Jeff Hammerbacher jednou sdělil týdeníku *Bloomberg Businessweek*, že „nejlepší mozky mé generace přemýšlejí nad tím, jak přimět lidi, aby klikali na reklamy“. Považujme je za *Kvílení* mileniálů – za to, co pro beat generation znamenal nesmrtelný verš Allena Ginsberga: „Viděl jsem nejlepší hlavy své generace zničené šílenstvím.“ Hammerbacher situaci vnímal tak, že současný stav „stojí za prd“. Ale ať už si o tom myslíme cokoli, web dnes umožňuje experimenty, o nichž se marketérům v minulosti ani nesnilo.

Samozřejmě dobře víme, jak u voleb v roce 2008 dopadl Obama. Co se však stalo s jeho ředitelem týmu analytiků Danem Sirokerem? Po prezidentské inauguraci se vrátil na západ do Kalifornie a s kolegou z Googlu Petem Koomenem založil firmu Optimizely, poskytující optimalizaci webových stránek. Na konci prezidentského období v roce 2012 měla jejich firma mezi svými klienty jak kampaň za znovuzvolení Obamy, tak kampaň republikánského vyzyvatele Mitta Romneyho.

Zhruba po deseti letech od prvního provizorního použití přestalo být A/B testování tajnou zbraní. Stalo se tak hluboce zakořeněnou součástí chodu internetového podnikání a politiky, že ho bereme jako naprostou samozřejmost. Až příště otevřete prohlížeč, můžete si být jistí, že barvy, obrázky, text a možná dokonce i ceny, které se vám zobrazí – a samozřejmě také reklamy – vycházejí z algoritmu pro řešení kompromisu mezi zkoumáním a využíváním přizpůsobeného vašemu klikání. V tomto konkrétním problému mnohorukého bandity nefigurujete jako hráči, ale jako jackpot.

Proces A/B testování se postupem času výrazně zdokonalil. Nejkanoničtější nastavení A/B – rozdělení provozu na webové stránce mezi dvě možnosti, průběh testu po pevně nastavenou dobu, a tím

pádem předání veškerého provozu vítězi – možná nepředstavuje nejlepší algoritmus k vyřešení problému, jelikož polovina uživatelů během testování setrvává u horší možnosti. Odměny za nalezení lepšího přístupu by mohly být velmi vysoké. Více než 90 % z 50 miliard dolarů ročního příjmu Googlu pochází z placených reklam a z e-komerce plynou stovky miliard dolarů ročně. To znamená, že algoritmy zkoumání/využívání ve výsledku pohánějí ekonomicky i technologicky významný podíl samotného internetu. Nejlepší algoritmy jsou stále předmětem diskuse a soupeřící statistikové, inženýři a blogeri donekonečna svádějí bitvy o optimální způsob vyvážení poměru zkoumání a využívání ve všech možných byznysových scénářích.

Rozebírání přesných rozdílů mezi řešeními problému zkoumání/využívání vám možná připadá určené pouze pro hrstku zasvěcených. Ve skutečnosti se však ukazuje, že takové rozdíly jsou nesmírně důležité – a v sázce nejsou pouze prezidentské volby a internetová ekonomika. Jde také o lidské životy.

Testování klinických testů

Skupina lékařů se v rámci čtyřicetiletého experimentu mezi lety 1932 a 1972 rozhodla záměrně neléčit několik set afroamerických mužů nakažených syfilis v Macon County v Alabamě. Tento experiment americké agentury Public Health Service (PHS) je dnes znám pod názvem Tuskegee Syphilis Study. Zaměstnanec PHS Peter Buxtun v roce 1966 podal protest. V roce 1968 podal druhý. Ale americká vláda studii zastavila teprve ve chvíli, kdy příběh odhalil tisku – objevil se v deníku *Washington Star* 25. července 1972 a hned následující den se dostal na titulní stranu *New York Times*.

Po veřejném rozhořčení a následném jednání v Kongresu vznikla iniciativa k formalizaci zásad a norem lékařské etiky. Komise svolaná v Belmont Conference Center v Marylandu vedla v roce 1979 ke vzniku dokumentu známého jako Belmontská zpráva. Belmontská zpráva stanoví základy etické praxe lékařských experimentů, aby se experiment v Tuskegee – mimořádné, jednoznačně nepatřičné porušení profesních povinností lékaře vůči pacientovi – nikdy nemohl opakovat. Zohledňuje však také náročnost přesného stanovení dělicí linie.

„Hippokratovo pravidlo ‚neublížíš‘ je již velmi dlouhou dobu základem principem lékařské etiky,“ stojí ve zprávě. „[Lékař] Claude Bernard ho rozšířil i do oblasti výzkumu, když tvrdil, že by nikdo neměl ublížit jedinému člověku nehledě na výhody, které by mohl přinést ostatním. Na druhé straně, chceme-li zabránit újmě, musíme zjistit, co je škodlivé; a při získávání takové informace mohou být lidé vystaveni riziku ublížení.“

Belmontská zpráva tedy přiznává (ale neřeší) napětí mezi jedním podle vlastního nejlepšího vědomí a získáváním dalších poznatků. Zároveň jasně uvádí, že shromažďování vědomostí může být tak hodnotné, že běžnou lékařskou etiku lze v některých ohledech dočasně odstavit. Ve zprávě stojí, že klinické testování nových léčiv a procedur často vyžaduje riziko újmy některých pacientů, přestože zodpovědní výzkumníci podniknou kroky k minimalizaci takového rizika.

Princip dobra není vždy tak jednoznačný. Stále přetrvává složitý etický problém týkající se výzkumu [dětských onemocnění] představujícího větší než minimální riziko bez vidiny okamžitého užitku pro zapojené děti. Ozvaly se hlasy namítající, že takový výzkum je nepřipustný, zatímco jiní podotkli, že toto omezení by vyřadilo velkou část slibného výzkumu s pravděpodobným budoucím prospěchem pro děti. Zde stejně jako ve všech obtížných případech platí, že může dojít ke konfliktu mezi nároky spadajícími pod princip dobra a k následnému vynucení těžkých rozhodnutí.

Jednou z nejzásadnějších otázek, které vyvstaly v desetiletích po uveřejnění Belmontské zprávy, je otázka, zda standardní přístup k provádění klinických testů skutečně minimalizuje riziko pacientovy újmy. Při klasickém klinickém testování jsou pacienti rozděleni do skupin a každé skupině je přiřazena po celou délku trvání studie jiná léčba. (Testování se předčasně zastavuje pouze ve výjimečných případech.) Procedura je navržena spíše k rozhodnému vyřešení otázky, který z postupů léčby je lepší, než na poskytování nejlepší možné léčby každému z pacientů zahrnutých do testování. V tomto ohledu fungují klinické testy stejně jako A/B testování webových stránek; určití lidé při podstupování testu obdrží zkušenost, která

bude nakonec prohlášena za méněcennou či horší. Lékaři však stejně jako technologické společnosti získávají informace o prospěšnosti jednotlivých metod *v průběhu* testování. Tyto informace mohou být využity k zajištění lepších výsledků nejen u budoucích pacientů po skončení testů, ale také u pacientů, kteří se jich právě účastní.

V experimentech určených ke zjištění optimální konfigurace webové stránky jsou v sázce miliony dolarů, ale při klinických testech má hledání optimálních způsobů léčby přímý dopad na lidské životy. Stále širší společenství lékařů a statistiků se domnívá, že u takových testů postupujeme špatně – že bychom měli k výběru způsobů léčby přistupovat jako k problému mnohorukého bandity a zajistit lepší léčbu lidem dokonce i během experimentu.

Biostatistik Marvin Zelen, dnes působící na Harvardově univerzitě, v roce 1969 navrhl zavedení „adaptivních“ testů. Jednou z předložených myšlenek byl randomizovaný algoritmus pro „setrvání u vítěze“ – určitá verze Win-Stay, Lose-Shift, při které se pravděpodobnost využití dané léčebné procedury zvyšuje s každým vítězstvím a snižuje s každou prohrou. Zelenův postup začíná kloboukem obsahujícím po jednom míčku pro každý ze dvou zkoumaných léčebných postupů. Léčba prvního pacienta je stanovena náhodným tažením míčku z klobouku (míček je poté vrácen nazpět). Je-li vybraná léčba úspěšná, vložíte do klobouku další míček stejného typu – máte tedy tři míčky a dva z nich zastupují úspěšnou léčbu. Pokud vybraný postup selže, vložíte do klobouku míček pro druhý typ léčby, aby se zvýšila pravděpodobnost vytažení opačné alternativy.

Zelenův algoritmus vědci poprvé využili v klinickém testování šestnáct let nato, během studie mimotělního membránového okysličování (ECMO). Jednalo se o odvážný přístup k léčbě respiračního selhání u kojenců. Systém ECMO, vyvinutý v 70. letech 20. století Robertem Bartlettem z Michiganské univerzity, přijímá krev proudící do plic a odvádí ji ven z těla, kde v přístroji dochází k jejímu okysličení a následnému odvodu do srdce. Je to drastické opatření s řadou vlastních rizik (včetně možnosti embolie), ale poskytlo použitelný přístup v situacích, kdy nejsou na výběr žádné jiné možnosti. ECMO v roce 1975 zachránilo život novorozené holčičce v kalifornském Orange County, které ani respirátor nedokázal poskytnout dostatek kyslíku. Tato holčička nedávno oslavila čtyřicáté narozeniny,

je vdaná a sama má děti. V počátcích však ECMO a s ním spojený zákrok byly považovány za vysoce experimentální přístup a rané studie na dospělých v porovnání s konvenční léčbou neprokázaly žádné výhody.

Bartlett a jeho kolegové z Michiganské univerzity mezi lety 1982 a 1984 provedli studii na novorozencích s respiračním selháním. Členové týmu se jednoznačně vyjádřili, že chtějí řešit „etický problém zadržování neprokázaného typu léčby, který by však potenciálně mohl zachránit lidské životy“ a že se „zdráhají neposkytovat léčbu rozhodující o životě či smrti pacientům v ostatních skupinách jen za účelem splnění konvenční techniky náhodného přiřazování“. Proto se rozhodli využít Zelenův algoritmus. Strategie vedla k tomu, že jeden z kojenců po přiřazení „konvenční“ léčby zemřel a jedenáct novorozenců v řadě s léčbou ECMO přežilo. V období od dubna do listopadu roku 1984, po ukončení oficiální studie, se objevilo deset dalších novorozenců splňujících kritéria pro použití léčby ECMO. U osmi z nich byla tato léčba použita a všech osm také přežilo. Dva obdrželi konvenční léčbu a oba zemřeli.

Jde o pozoruhodná čísla, ale krátce po dokončení výše popsané studie ECMO se zvedla vlna kontroverze. Velmi nízkým počtem pacientů léčených konvenčním způsobem během testování se experiment výrazně odchyloval od standardní metodologie a samotná procedura byla vysoce invazivní a potenciálně riskantní. Po uveřejnění práce profesor biostatistiky na Harvard School of Public Health se svými zdravotnickými kolegy důkladně přezkoumal veškerá data a došel k závěru, že „bez dalšího testování nemohou ospravedlnit běžné používání ECMO“. Ware a jeho kolegové tedy navrhli druhý klinický test a nadále se pokoušeli vyvážit získávání poznatků s účinnou léčbou pacientů při použití méně radikální podoby testování. Náhodně pacientům přiřazovali buď ECMO, nebo tradiční léčbu, dokud v jedné ze skupin nebylo zaznamenáno předem určené množství úmrtí. V takové chvíli měli všichni pacienti přejít k efektivnější léčbě ze dvou testovaných.

V první fázi Wareovy studie zemřeli čtyři z deseti novorozenců podstupujících klasickou léčbu, a všech devět novorozenců ošetřených ECMO přežilo. Čtyři úmrtí stačila k přechodu do druhé fáze, v níž bylo pomocí ECMO ošetřeno všech dvacet pacientů a devatenáct z nich přežilo. Ware a jeho kolegové byli dostatečně přesvědčeni

a v závěru uvedli, že „je obtížné z etického hlediska obhajovat další randomizaci“.

Jiní jednotlivci však ke stejnému závěru dospěli ještě před Wareovou studií a dávali svůj názor veřejně najevo. Mezi kritiky patřil Don Berry, jeden z předních světových odborníků na problém mnohorukého bandity. V komentáři uveřejněném hned za Wareovou studií v žurnálu *Statistical Science* Berry uvedl, že „náhodné přiřazování terapie bez ECMO pacientům, jako tomu bylo ve Wareově studii, je neetické. ... Podle mého názoru neměla být Wareova studie nikdy provedena.“

Ale dokonce ani Wareova studie nebyla dostatečně přesvědčivá pro všechny příslušníky lékařské komunity. V 90. letech 20. století byla ve Velké Británii provedena další studie ECMO zahrnující téměř dvě stě novorozenců. Vědci v tomto případě nevyužili adaptivní algoritmy, ale postupovali podle tradičních metod. Rozdělili novorozence náhodně do dvou stejně velkých skupin. Výzkumníci experiment ospravedlňovali tvrzením, že užitečnost ECMO „je kontroverzní kvůli různým interpretacím dostupných důkazů“. Rozdíl mezi dvěma druhy léčby nebyl nakonec tak výrazný jako ve dvou předchozích amerických studiích, výsledky nicméně hovořily jasně: „V souladu s dřívějšími předběžnými poznatky procedura zahrnující ECMO snižuje riziko úmrtí.“ Jakou daň si vybralo takové zjištění? Ve skupině ošetřené konvenční metodou zemřelo o dvacet čtyři novorozenců více než ve skupině ošetřené ECMO.

Rozšířená neschopnost přijmout výsledky adaptivních klinických testů se nám může zdát nepochopitelná. Zvažte však, co zrod statistiky znamenal pro lékařství na začátku 20. století. Zapříčinil přeměnu oboru, kde lékaři museli při výběru léčby následovat nahodile své předchůdce, na oblast, v níž byly jasně stanoveny směrnice určující, jaké důkazy jsou, nebo nejsou přesvědčivé. Změny zavedené standardní statistické praxe by tuto rovnováhu mohly potenciálně narušit, přinejmenším dočasně.

Po odeznění kontroverze kolem ECMO se Don Berry přesunul z ústavu statistiky na Minnesotské univerzitě do Centra pro léčbu rakoviny v Houstonu, kde zapojuje metody objevené během studia mnohorukých banditů do návrhů klinických testů řady terapií proti rakovině. Přestože je stále jedním z nejotevřenějších kritiků randomizovaných klinických studií, není zdaleka jediný. Myšlenky, za něž bojuje, v nedávné době začaly konečně pronikat do středního proudu.

Agentura FDA v únoru roku 2010 vydala „předpisový“ dokument „Adaptive Design Clinical Trials for Drugs and Biologics“ (Adaptivně navržené klinické testy léků a biologických přípravků), který uvádí, že navzdory dlouhé historii setrvání u preferované možnosti by lékaři alespoň měli být ochotní zkoumat alternativní řešení.

Neklidný svět

Jakmile se obeznámíte s mnohorukými bandity, můžete je snadno začít vnímat na každém kroku. Jen vzácně podnikáme izolovaná rozhodnutí, kdy nám výsledek neposkytne žádné informace, které bychom využili k dalšímu rozhodování v budoucnosti. Je tedy přirozené se ptát, stejně jako v případě optimálního zastavení, jak dobře lidé obvykle takové problémy řeší. Tuto otázku velice podrobně prozkoumali v laboratořích psychologové a behaviorální ekonomové.

Obecně se zdá, že lidé zpravidla příliš zkoumají, a tedy neúměrně upřednostňují nové nad nejlepším. Amos Tversky a Ward Edwards tento jev jednoduše potvrdili – v roce 1966 provedli řadu experimentů, při nichž účastníkům ukázali krabičku se dvěma světélky a řekli jim, že každé světélko bude svítit po určitou (ale neznámou) část celkové doby. Potom dostali tisíc příležitostí, kdy mohli buď sledovat, které světélko se rozsvítí, nebo si vsadit na výsledek bez sledování. (Na rozdíl od tradičtější podoby problému mnohorukého bandity v tomto případě nešlo „zatahnout za páku“ a zároveň tak vsadit i pozorovat; účastníci se o úspěšnosti svých sázek dozvěděli až na konci.) Jedná se o příklad čírého zkoumání vs. využívání, kde získávání informací stojí přímo proti jejich využívání. Většina lidí přijala rozumnou strategii – chvíli pozorovali a potom vsadili na možnost, která jim připadala jako nejlepší možný výsledek. Stabilně však trávili zkoumáním více času, než by měli. O kolik více? Při jednom z experimentů se jedno ze světélek rozsvítilo v 60 % z celkové doby a druhé ve 40 %. Takový rozdíl není nijak výrazný, ale není ani nepatrný. V daném případě se lidé rozhodli v průměru sledovat 505krát a sázet 495krát. Z matematického hlediska však měli začít sázet po pouhých 38 pozorováních – a ve zbývajících 962 pokusech riskovat.

K podobným závěrům dospěly i jiné studie. V 90. letech 20. století vedli Whartonští výzkumníci Robert Meyer a Yong Shi studii, při níž měli účastníci na výběr mezi dvěma možnostmi. Jedna z nich

zaručovala předem známou výši výplaty a druhá neznámou výši výplaty. Konkrétně se jednalo o rozhodování mezi dvěma leteckými dopravci – mezi zavedeným dopravcem se známou přesností a novou firmou bez dostupných údajů. Usilujeme-li o maximalizaci počtu včasných příletů během určité doby, podle matematicky optimální strategie bychom měli zpočátku létat pouze s novým dopravcem, dokud se neukáže, že jeho zavedený konkurent je očividně lepší. Pokud se kdykoli ukáže, že známý dopravce je lepší (to znamená, že Gittinsův index nové možnosti klesne pod míru dochvilnosti známého dopravce), měli bychom se vrátit ke známému dopravci a nikdy už ho neměnit. (Jelikož u takovéto formy problému o nové firmě už nic nezjistíte, jakmile s ní přestanete létat, nemá žádnou možnost napravit svou reputaci.) Účastníci však během experimentu převážně využívali neozkoušeného dopravce velice málo, když byl dobrý, a přehnaně, když byl špatný. Pokud odešli, pak ne natrvalo, ale nadále přecházeli od jednoho dopravce k druhému, zejména v případech, kdy včas nepřilétal ani jeden z nich. Všechna popsaná zjištění odpovídají tendenci k přílišnému zkoumání.

Psychologové Mark Steyvers, Michael Lee a Eric-Jan Wagenmakers nakonec provedli experiment s čtyřrukým banditou a vyzvali skupinu lidí, aby si v průběhu patnácti příležitostí vybrala, na kterém automatu bude hrát. Potom rozdělili strategie účastníků do různých kategorií. Výsledky naznačily, že 30 % z nich se nejvíce přiblížilo optimální strategii, postup 47 % zúčastněných připomínal algoritmus Win-Stay, Lose-Shift a 22 % zdánlivě náhodně střídalo nový automat s doposud nejlepším nalezeným. Závěry opět poukazují na přílišné zkoumání, jelikož Win-Stay, Lose-Shift i příležitostné zkoušení náhodného automatu vedou účastníky v pozdější fázi hry ke zkoušení jiných věcí než nejlepší zjištěné možnosti, přestože by už měli pouze využívat.

Ačkoli tedy zpravidla vybíráme novou sekretářku příliš brzy, zdá se, že u leteckých dopravců zastavujeme příliš pozdě. S příliš brzkým výběrem konkrétního dopravce jsou však stejně jako v případě nezaplnění místa sekretářky spojené náklady – svět se může měnit.

Standardní problém mnohorukého bandity stojí na předpokladu, že pravděpodobnosti výplaty jednotlivých automatů jsou v průběhu času fixní. To však vůbec nemusí platit v případě aerolinek, restaurací nebo jiných kontextů, v nichž lidé musejí opakovaně činit

rozhodnutí. Změní-li se časem pravděpodobnosti výplaty různých automatů (takzvaný „neklidný bandita“), problém začne být mnohem složitější. (Po pravdě o tolik složitější, že k jeho úplnému vyřešení neexistuje žádný aplikovatelný algoritmus a vědci jsou obecně přesvědčeni, že ani existovat nebude.) Složitost takové situace zčásti spočívá v tom, že už nejde pouze o zkoumání po nějakou dobu a následné využívání – může-li se svět změnit, setrvání ve zkoumání může představovat dobrou volbu. Najednou začne být výhodné vrátit se do té špatné restaurace, kde jste už pár let nebyli, protože se mezitím třeba změnilo její vedení.

Henry David Thoreau v oslavované eseji *Chůze* píše, že nejraději cestuje blízko svého domova, že ho okolí nikdy neomrzelo a vždy našel v massachusettské krajině něco nového nebo překvapivého. Napsal: „Mezi možnostmi krajiny v okruhu deseti mil – tedy hranic odpolední procházky – a sedmdesáti lety lidského života se dá vlastně objevit jistá shoda. Nikdy je úplně nepoznáte.“*

Život v neklidném světě vyžaduje určitý neklid v nás samotných. Dokud se věci mění, nesmíte nikdy úplně přestat se zkoumáním.

Algoritmické techniky zdokonalené pro standardní verzi problému mnohorukého bandity jsou však i přesto užitečné i v neklidném světě. Strategie jako Gittinsův index a horní mez spolehlivosti představují dostatečně dobrá přibližná řešení a orientační pravidla, zejména pokud se odměny v průběhu času výrazně nemění. A mnoho odměn na tomto světě je dnes pravděpodobně statictější než kdykoli předtím. Plody na záhonu mohou být jeden týden zralé a týden nato shnilé, ale jak řekl Andy Warhol: „Coca-Cola je Coca-Cola.“ Instinkty nastavené evolucí na svět v neustálém vývoji v oblasti průmyslové standardizace nemusejí být zrovna užitečné.

Je však možná ještě důležitější podotknout, že uvažování nad verzemi problému mnohorukého bandity s optimálními řešeními nám neposkytují pouze algoritmy, ale také poznatky. Slovník konceptů odvozených z klasické formy problému – napětí mezi zkoumáním a využíváním, významná role intervalu, vysoká hodnota možnosti 0-0, minimalizace výčitek – je novým způsobem chápání nejen konkrétních problémů, ale celého lidského života.

* Pozn. překl.: Thoreau, Henry David. *Toulky přírodou*. V Praze–Litomyšli: Paseka, 2010. Z angličtiny přeložil Jan Hokeš.

Zkoumejte...

Přestože laboratorní studie ledacos odhalují, interval mnoha nejvýznamnějších problémů, jimž čelíme, je příliš dlouhý na to, abychom je studovali v laboratoři. Poznávání struktury světa kolem nás a tvoření trvalých sociálních vztahů je práce na celý život. Proto je poučné sledovat, jak se obecné schéma raného zkoumání a raného užívání objevuje v průběhu života.

Jednou ze zajímavých skutečností o lidských bytostech, již se snaží pochopit a vysvětlit všichni vývojoví psychologové, je fakt, že nám trvá několik let, než se staneme schopnými a nezávislými bytostmi. Sobi a gazely musejí být připravení k útěku před predátorem hned od narození, ale lidem trvá déle než rok, než začnou chodit. Alison Gopniková, profesorka vývojové psychologie na Kalifornské univerzitě v Berkeley a autorka knihy *The Scientist in the Crib* (Vědec v kolébce), vysvětluje, proč jsou lidské bytosti tak dlouho po narození závislé na ostatních: „Získáte tak vývojové řešení kompromisu mezi zkoumáním a využíváním.“ Jak jste se již dočetli, dobré algoritmy pro hraní na mnohorukých banditech zpravidla spočívají v brzkém zkoumání a pozdějším využívání zjištěných poznatků. Jak však podotýká Gopniková: „Nevýhoda je v tom, že ve fázi zkoumání nedostáváte dobré odměny.“ Proto dětství probíhá takto: „Dětství vám poskytuje období, v němž můžete pouze zkoumat možnosti a nemusíte se trápit odměnami, protože o ty se starají maminky a tatínkové, babičky a chůvy.“

Názor, že děti se jednoduše nacházejí v přechodné zkoumající fázi celoživotního algoritmu, možná některým rodičům dětí předškolního věku poskytne určitou útěchu. (Tom má dvě výrazné zkoumající dcery v předškolním věku a doufá, že postupují podle algoritmu zajišťujícího minimální výčitky.) Takové vidění světa nám však zároveň poskytuje nové poznatky o racionalitě dětí. Gopniková podotýká, že „pokud se podíváte na vnímání dětí v minulosti, lidé obvykle tvrdili, že děti jsou v mnoha ohledech kognitivně nedokonalé – pokud totiž posuzujete jejich schopností užívat, jsou na tom velmi špatně. Nedokážou si zavázat tkaničky, neumějí plánovat dlouhodobě a nejsou schopné soustředěně pracovat. V těchto ohledech jsou jejich schopnosti příšerné.“ Děti však vynikají v náhodném mačkání tlačítek, obrovském zájmu o nové hračky a rychlém přeskakování od jedné věci k druhé. Přesně to by také měly

dělat, je-li jejich cílem zkoumání. Pokud jste děti, strkání všech dostupných předmětů do úst odpovídá důkladnému ozkoušení všech hracích automatů v kasinu.

Obecně lze říct, že naše intuitivní vnímání racionality je až příliš často ovlivněné spíše využíváním než zkoumáním. Když mluvíme o rozhodování, obvykle se zaměřujeme pouze na okamžitou odměnu posledního rozhodnutí – a přistupujeme-li ke každému rozhodnutí, jako kdyby bylo naše poslední, využívání skutečně dává smysl. V průběhu celého života však činíme mnoho rozhodnutí. Ve skutečnosti je tedy rozumné zdůrazňovat zkoumání (spíše nové než nejlepší, spíše vzrušující než bezpečné a spíše náhodné než promyšlené) u velké části takového rozhodování – zejména v rané fázi života.

To, co tedy považujeme za dětské rozmary, představuje možná moudřejší postup, než jaký používáme sami.

... a užívejte

Ve svém čtenářském životě jsem dospěla na rozcestí známé všem, kdo se na něm octli: měla bych v tom čase, který mi byl tady na Zemi přidělen, číst pořád víc nových knih, nebo bych měla s tak marným počínáním přestat – marným, protože je nekonečné – a znovu si přečíst ty knihy, které mi v minulosti poskytl největší potěšení?

LYDIA DAVISOVÁ

Opačným extrémem novorozenců jsou senioři. Zamyslíme-li se nad nimi z úhlu pohledu kompromisu mezi zkoumáním a využíváním, získáme určité překvapivé poznatky o změnách, které nás v průběhu života pravděpodobně čekají.

Profesorka psychologie ze Stanfordovy univerzity Laura Carstensenová strávila svou kariéru zpochybňováním našich předsudků týkajících se stárnutí. Zkoumala zejména způsoby a příčiny změn v sociálních vztazích během stárnutí. Základní schéma je zřejmé – velikost sociálních sítí člověka (tj. počet sociálních vztahů, které udržují) se téměř vždy postupem času snižuje. Carstensenová však svým výzkumem změnila způsob, jakým bychom o zmíněném jevu měli uvažovat.

Podle tradičního vysvětlení méně početných sociálních sítí seniorů jde pouze o jeden příklad poklesu kvality života spojený se stárnutím – výsledek snížené schopnosti přispívat k sociálním vztahům, větší křehkost a obecné odloučení od společnosti. Carstensenová však namítla, že senioři mají méně sociálních vztahů záměrně. Vysvětluje, že popsané poklesy jsou „následkem celoživotních procesů výběru, při nichž lidé strategicky a adaptivně kultivují své sociální sítě k maximalizaci sociálních a emocionálních výnosů a minimalizaci sociálních a emocionálních rizik.“

Carstensenová a její kolegové zjistili, že sociální sítě se smršťují s věkem primárně následkem „prořezávání“ okrajových vztahů a zaměření se na jádro tvořené blízkými přáteli a členy rodiny. Podle všeho se u tohoto procesu jedná o dobrovolné rozhodnutí – čím blíže jsou lidé konci svého života, tím více se chtějí zaměřit pouze na ty nejsmyslnější vztahy.

Carstensenová se svou spolupracovnicí Barbarou Fredericksonovou uvedenu hypotézu otestovala pomocí experimentu. Vyzývaly účastníky, aby si vybrali, s kým by strávili raději půl hodiny – s nejbližším rodinným příslušníkem, autorem knihy, kterou nedávno přečetli, nebo někým, koho poznali nedávno a podle všeho s ním sdílejí zájmy. Starší lidé upřednostňovali členy rodiny; mladší lidé se stejně nadšeně chtěli setkat s autorem i novými přáteli. V jedné situaci však nastal zásadní zvrat – když vyzvaly mladé lidi, aby si představili, že se stěhují na tisíce kilometrů vzdálené místo, rovněž upřednostnili člena rodiny. V jiné studii dospěla Carstensenová a její kolegové ke stejnému výsledku i v odlišném směru. Když seniory vyzvali, aby si představili, že jim vědecký pokrok umožní žít o dvacet let déle, jejich preference byly shodné s preferencemi mladších lidí. Jde o to, že rozdíly ve společenských preferencích nespočívají jenom ve věku jako takovém, ale jde o to, v jakém místě časového intervalu se vidí v souvislosti se svým rozhodnutím.

Citlivost vůči množství zbývajících času je zároveň jedním z poznatků informatiky v otázce kompromisu mezi zkoumáním a využíváním. Mladé lidi optikou našich stereotypů vnímáme jako nestálé; staré zase jako jedince se zaběhnutými návyky. Obě skupiny se ve skutečnosti chovají vhodně vzhledem ke svému intervalu. Záměrné vypilování pouze nejsmyslnějších vztahů v sociální síti

představuje racionální odezvu na menší množství času, kdy si je můžeme užít.

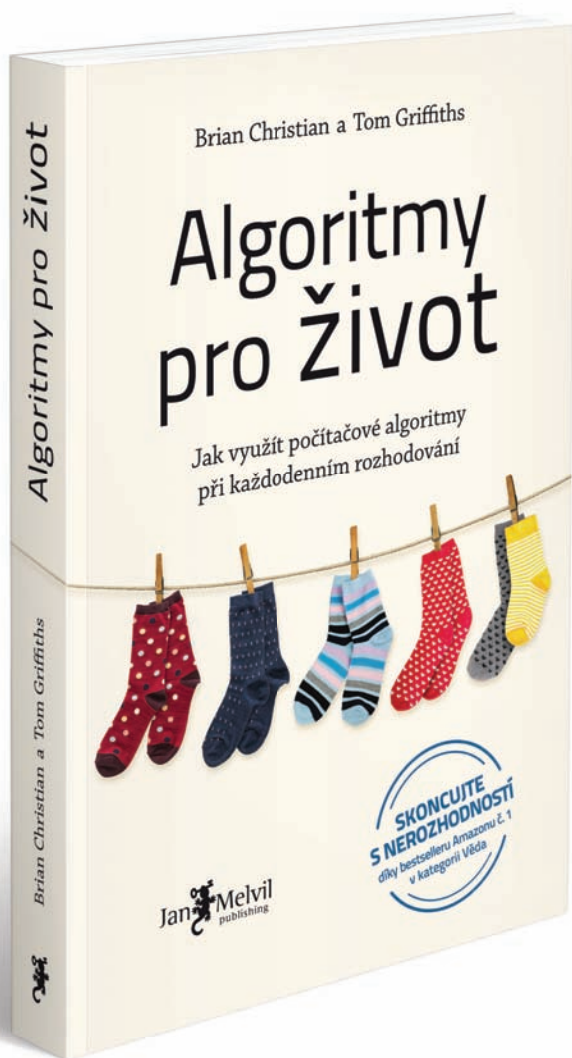
Přiznáme-li, že stáří je doba užívání, získáme nové úhly pohledu na určité klasické jevy spjaté se stárnutím. Například začátek studia na vysoké škole, v novém sociálním prostředí plném doposud neznámých lidí, je zpravidla pozitivní vzrušující období. Oproti tomu odchod do domova s pečovatelskou službou, nového sociálního prostředí plného doposud neznámých lidí, může být bolestivý. Takový rozdíl je zčásti výsledkem naší aktuální pozice na ose mezi zkoumáním a využíváním v daném životním období.

Z kompromisu mezi zkoumáním a užíváním také vyplývá, jakým způsobem bychom měli smýšlet o radách starších lidí. Když vám dědeček prozradí nejlepší restaurace ve městě, měli byste ho vyslechnout – jsou to totiž diamanty nalezené během desítek let hledání. Pokud ale chodí každý den v pět hodin večer do téže restaurace, měli byste libovolně zkoumat další možnosti, přestože budou pravděpodobně horší.

Nejdůležitější poznatek pochází nejspíš ze smýšlení o pozdějších fázích života jako o příležitosti k využití znalostí nashromážděných během desítek let. Zní takto: Život by se měl postupem času zlepšovat. Průzkumník dostává za vědění potěšení. Gittinsův index a horní mez spolehlivosti povyšují přitažlivost méně probádaných možností nad naše skutečná očekávání, protože příjemná překvapení se mohou vyplatit mnohokrát znovu. Zároveň to však znamená, že zkoumání nevyhnutelně vede ve většině příležitostí ke zklamání. Přesunem velké míry pozornosti člověka k nejoblíbenějším věcem by se kvalita života měla zvýšit. Zdá se, že tomu tak skutečně je – Carstensenová zjistila, že starší lidé jsou se svými sociálními sítěmi obecně spokojenější a často uvádějí vyšší hodnoty emocionální pohody než mladší dospělí.

Je toho tedy hodně, na co se můžeme těšit, až se staneme těmi pravidelnými podvečerními návštěvníky určité restaurace a budeme vychutnávat plody celoživotního zkoumání.

VOLNĚ ŠÍŘITELNÁ UKÁZKA Z KNIHY ALGORITMY PRO ŽIVOT



kupte si papírovou
nebo elektronickou verzi knihy
za skvělou cenu na

www.melvil.cz