

J U D E A P E A R L

laureat Nagrody Turinga

D A N A M A C K E N Z I E

# PRZYCZYNY I SKUTKI

Rewolucyjna nauka  
wnioskowania przyczynowego

Tłumaczenie:

Tadeusz Chawziuk

## DRABINA PRZYCZYNOWOŚCI

Na początku...

Miałem może sześć lub siedem lat, kiedy po raz pierwszy przeczytałem historię o Adamie i Ewie w ogrodzie Eden. Moi koledzy i ja nie byliśmy ani trochę zdziwieni arbitralnym żądaniem Boga, by nie jedli z Drzewa Poznania. Wydawało nam się, że bogowie mają swoje powody. Bardziej zastanawiało nas to, że gdy Adam i Ewa zjedli jabłko z Drzewa Poznania, uświadomili sobie natychmiast, iż są nadzy tak samo jak my.

Kiedy mieliśmy już po kilkanaście lat, nasze zainteresowanie z wolna zwróciło się ku bardziej filozoficznym aspektom tej historii (w Izraelu uczniowie czytają Księgę Rodzaju parę razy w roku). Zaniepokoiło nas, że pojawienie się wiedzy nie było procesem radosnym, lecz bolesnym, związanym z nieposłuszeństwem, winą i karą. Niektórzy z nas zadawali pytanie: czy warto było tracić beztrudne życie w raju? Czy rewolucja agrarna i naukowa, które nastąpiły później, warte były nędzy, wojen i społecznej niesprawiedliwości cechujących nowoczesny świat?

Chcę, abyśmy dobrze się zrozumieli: nie byliśmy krecjonistami, nawet nasi nauczyciele w gruncie rzeczy uznawali teorię ewolucji. Wiedzieliśmy jednak, że autor opowieści z Księgi Rodzaju zmagał się z najważniejszymi problemami filozoficznymi swego czasu. Przypuszczaliśmy, że w jakiś sposób opowiadanie to odzwierciedla rzeczywisty proces zdobywania przez *Homo sapiens* panowania nad planetą. Z jakich więc etapów składał się ten błyskawiczny, superewolucyjny proces?

Na początku kariery akademickiej na wydziale inżynierii moje zainteresowanie tą tematyką osłabło, ale odżyło nagle w latach dziewięćdziesiątych, gdy pisząc książkę *Causality*, musiałem się zmierzyć z Drabiną Przyczynowości.

Po raz setny czytając Księgę Rodzaju, zauważyłem niuans, który przez te wszystkie lata jakoś umykał mojej uwadze. Kiedy Bóg znajduje Adama w rajskim ogrodzie, zadaje mu pytanie: „Czy zjadłeś z drzewa, którego ci zabroniłem?”. Na co odpowiada Adam: „Kobieta, którą dałeś mi za towarzyszkę, podała mi owoc z tego drzewa i zjadłem go”. „Cóż uczyniłeś?” – zwrócił się Bóg do Ewy. „Wąż zwiódł mnie i zjadłam owoc” – odparła.

Jak wiemy, zrzucanie winy na innych nie przekonało Boga i ten wygnał oboje z ogrodu. A oto szczegół, który umknął mi wcześniej: Bóg zadał pytanie „co?”, ale oni odpowiedzieli tak, jakby zapytał „dlaczego?”. Bóg pytał o fakty, oni zaczęli wyjaśniać. Ponadto byli przekonani, że wskazanie przyczyn w jakiś sposób ukaże ich czyny w innym świetle. Skąd przyszło im to do głowy?

Te niuanse pociągają za sobą głębokie następstwa. Po pierwsze, wcześniej w historii naszego gatunku uświadomiliśmy sobie, że świat nie składa się z suchych faktów (tego, co dzisiaj nazwalibyśmy danymi). Fakty są połączone złożoną siecią związków przyczynowo-skutkowych. Po drugie, podstawę naszej wiedzy stanowią wyjaśnienia przyczynowe, a nie suche fakty, i to one powinny być kamieniem węgielnym inteligencji maszynowej. I w końcu, przejście od przetwarzania danych do wytwarzania wyjaśnień nie było stopniowe: był to skok wymagający zewnętrznego bodźca w postaci jedynego w swoim rodzaju owocu. Pasowało to doskonale do tego, co zaobserwowałem teoretycznie w Drabinie Przyczynowości: żadna maszyna nie może wysnuwać wyjaśnień z surowych danych. Potrzebuje bodźca.

Gdy spróbujemy znaleźć potwierdzenie tego przesłania w teorii ewolucji, nie napotkamy oczywiście Drzewa Pozna-

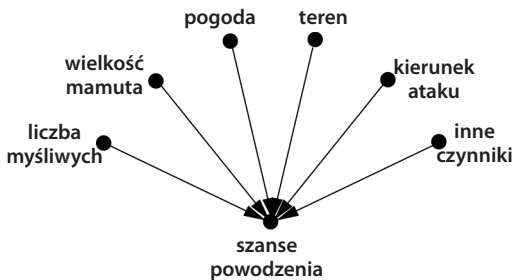
nia, ale mimo wszystko dostrzeżemy ważne niewyjaśnione przejście. Rozumiemy obecnie, że ludzkość ewoluowała od małopokształtnych przodków przez pięć do sześciu milionów lat i że takie powolne procesy ewolucyjne nie są rzadkością w historii życia. Jednak mniej więcej w ciągu ostatnich 50 tysięcy lat wydarzyło się coś wyjątkowego, co niektórzy nazywają Rewolucją Kognitywną, a inni (nie bez ironii) Wielkim Skokiem Naprzód. Ludzkość nabyła umiejętności zmieniania swojego środowiska oraz własnych zdolności ze znacznie większą prędkością.

Na przykład orły i sowy przez miliony lat rozwinęły bystry wzrok – ale nie wynalazły okularów, mikroskopów, teleskopów lub noktowizorów. Ludzkość te cuda techniki stworzyła zaledwie w parę stuleci. Ten fenomen nazywam „przyśpieszeniem superewolucyjnym”. Niektórzy mogliby się oburzyć, że usiłuję porównywać rzeczy nieporównywalne: ewolucję i inżynierię, lecz czynię tak celowo. Ewolucja obdarzyła nas zdolnością tworzenia wyrafinowanych narzędzi, ale nie dała tego daru orłom i sowom. Znowu pozostaje zadać pytanie: „dlaczego?”. Jaką moc obliczeniową nagle zdobyli ludzie, ale nie orły?

Proponowano wiele teorii, jedna jest jednak szczególnie powiązana z ideą przyczynowości. W swej książce *Sapiens. Od zwierząt do bogów* historyk Yuval Noah Harari twierdzi, że kluczem do wszystkiego była zdolność wyobrażania sobie tego, co nie istnieje, gdyż dzięki niej nasi przodkowie mogli się lepiej komunikować. Przed tą zmianą mogli mieć zaufanie jedynie do osób z rodziny lub plemienia. Potem zaufanie objęło szerszą społeczność, złączoną wspólnymi wyobrażeniami (na przykład wiarą w niewidzialne, ale możliwe do wyobrażenia bóstwa, w życie po śmierci, w boskość wodza) oraz wspólnymi oczekiwaniami. Bez względu na to, czy z teorią Hararięgo się zgadzamy, czy nie, związek wyobraźni i związków przyczynowych wydaje się nieomal oczywisty. Nie możemy pytać o przyczynę zjawisk, jeżeli nie potrafimy sobie wyobrazić

ich następstw. I odwrotnie: nie możemy twierdzić, że zjedliśmy owoc z zakazanego drzewa za sprawą Ewy, jeżeli nie potrafimy sobie wyobrazić świata, w którym – wbrew faktom – Ewa nie podała nam jabłka.

Powróćmy do *Homo sapiens*: dzięki nowo zdobytej wyobraźni przyczynowej nasi przodkowie mogli robić wiele rzeczy znacznie skuteczniej, stosując złożony proces, który nazywamy planowaniem. Wyobraźmy sobie plemię szykujące się do polowania na mamuta. Od czego zależy sukces łowów? Muszę się przyznać, że nie mam wielkiej wprawy w polowaniu na mamuty, lecz jako badacz myślących maszyn nauczyłem się jednego: każda istota myśląca, czy będzie to komputer, jaskiniowiec czy profesor, może wykonać tak złożone zadanie, tylko jeżeli wcześniej dobrze wszystko zaplanuje, ustalając, ilu potrzeba myśliwych, z której strony należy podejść do mamuta przy danym kierunku wiatru i tak dalej. Krótko mówiąc, konieczne jest wyobrażenie sobie kilku myśliwskich strategii i porównanie ich skuteczności. Do tego celu istota myśląca musi posiadać mentalny model rzeczywistości.



**Ilustracja 1.1.** Przepuszczalne przyczyny udanego polowania na mamuta

Ilustracja 1.1 pokazuje, jak możemy taki mentalny model narysować. Każda kropka reprezentuje pewną przyczynę powodzenia. Zwróćmy uwagę, że przyczyn jest wiele i że żadna nie ma charakteru deterministycznego. Oznacza to na przy-

kład brak pewności, że większa liczba myśliwych przyniesie powodzenie albo że deszcz je odbierze, ale takie czynniki wpływają na prawdopodobieństwo powodzenia.

Mentalny model jest sceną, na której ma swoje przedstawienie wyobrażenia. Pozwala nam eksperymentować z różnymi scenariuszami otrzymywanymi przez wprowadzanie w model lokalnych zmian. Gdzieś w mentalnym modelu myśliwych istniała procedura oceny skutków wyboru danej liczby myśliwych. Gdy postanawiali dodać myśliwych, nie musieli oceniać od nowa wszystkich pozostałych czynników. Mogli wprowadzić w model lokalną zmianę, podmieniając na przykład „myśliwi = 8” na „myśliwi = 9”, i ponownie ocenić prawdopodobieństwo powodzenia. Możliwość ta jest kluczową właściwością modelu przyczynowego.

Nie sugeruję oczywiście, że pierwsi ludzie rysowali takie przedstawienia modelu przyczynowego. Gdy jednak staramy się symulować myślenie na komputerze lub rozwiązać nieznany problem naukowy, narysowanie diagramu zawierającego punkty i strzałki może być bardzo użyteczne. Diagramy przyczynowe są jądrem obliczeniowym „silnika wnioskowania przyczynowego” opisanego we Wstępie.