SCOTT H. YOUNG

Autor książki *Zostań ultrasamoukiem. Jak mistrzowsko opanować twarde umiejętności w zadziwiająco krótkim czasie*

Doskonal się w każdej dziedzinie

12 maksym mistrzostwa

sensus

Tytuł oryginału: Get Better at Anything: 12 Maxims for Mastery

Tłumaczenie: Agnieszka Górczyńska

ISBN: 978-83-289-1485-8

Jacket design by Joanne O'Neill
Jacket image © Denys/Getty Images

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
sensus.pl/user/opinie/doskon
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Helion S.A.
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel. 32 230 98 63
e-mail: *sensus@sensus.pl*
WWW: *sensus.pl* (księgarnia internetowa, katalog książek)

Printed in Poland.

SPIS TREŚCI

ROZDZIAŁ 1.

Rozwiązania problemu trzeba szukać

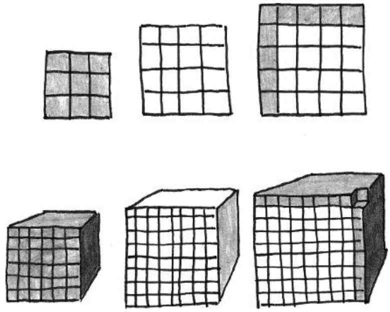
Jeśli po prostu poprzez działanie nie można przejść od danej sytuacji do pożądanej, należy odwołać się do myślenia[29].

— *Karl Duncker, psycholog*

- W jaki sposób ludzie rozwiązują trudne problemy?
- Czy istnieją ogólne metody, które są skuteczne we *wszystkich* rodzajach problemów?
- Jak rozwiązujemy problemy, których nikt przed nami nigdy nie rozwiązał?

Znalazłem zaiste zadziwiający dowód tego twierdzenia. Niestety margines jest zbyt mały, by go pomieścić". W takim oto jednym zdaniu Pierre de Fermat stworzył zagadkę, która sprawiała matematykom kłopot przez ponad trzysta lat. Zaskoczyła nawet wielkiego Leonharda Eulera. Prawie sto lat po śmierci enigmatycznego matematyka Euler błagał swojego przyjaciela, żeby przeszukał stary dom Fermata w nadziei, że zachował się choćby skrawek dowodu[30]. Zagadka wprowadziła także w błąd matematyków Augustina Cauchy'ego i Gabriela Lamé, którzy przez krótki czas, zanim odkryto błąd w ich rozumowaniu, myśleli, że udało im się znaleźć rozwiązanie[31]. Niemiecki przemysłowiec Paul Wolfskehl ufundował nawet nagrodę w wysokości stu tysięcy marek dla tego, komu uda się rozwiązać zagadkę[32]. Jednak pomimo najlepszych chęci dowód potwierdzający wielkie twierdzenie Fermata pozostawał tajemnicą.

Twierdzenie Fermata jest łatwe do zrozumienia, nawet jeśli trudno jest je udowodnić. Pitagoras stwierdził, że w trójkącie prostokątnym kwadrat długości przeciwprostokątnej jest równy sumie kwadratów przyprostokątnych: $a^2 + b^2 = c^2$. Jeżeli się nad tym zastanowisz, znajdziesz wiele liczb spełniających przedstawione równanie. Na przykład to mogą być liczby 3, 4 i 5 (9 + 16 = 25) i 5, 12 i 13 (25 + 144 = 169). W rzeczywistości istnieje nieskończona liczba trójek Pitagorasa — to zostało udowodnione już przez samego Pitagorasa. Co stanie się w sytuacji, gdy nieco zmienisz to równanie i zamiast kwadratów użyjesz sześcianów? Czy istnieją jakiekolwiek trzy liczby całkowite, które byłyby rozwiązaniem takiego równania. Fermat twierdził, że to niemożliwe. Twierdził również, że w przypadku dowolnego wykładnika większego niż 2 próba zawsze zakończy się niepowodzeniem. W kategoriach matematycznych według Fermata równanie $a^n + b^n = c^n$ jest niemożliwe do rozwiązania za pomocą liczb całkowitych, gdy wykładnik *n* jest większy niż 2. Spójrz na rysunek 2.



Rysunek 2.

Dwa kwadraty można dodać w celu utworzenia kolejnego kwadratu $3^2 + 4^2 = 5^2$. Jednak dwa sześciany nigdy nie pozwalają na utworzenie doskonałego sześcianu np. $6^3 + 8^3 = 9^3 - 1$

O zagadce związanej z wielkim twierdzeniem Fermata Andrew Wiles usłyszał, gdy miał zaledwie 10 lat. Później wspominał: „Wydawało się takie proste, a mimo to wielcy matematycy nie byli w stanie go rozwiązać. Od początku wiedziałem, że muszę się tym zająć”[33]. Wiles poszedł do szkoły, ukończył Uniwersytet Cambridge i specjalizował się w gałęzi matematyki nazywanej krzywymi eliptycznymi. W trakcie swojej kariery Wiles nieustannie myślał o ostatniej zagadce Fermata. Od stuleci najlepsi matematycy nie byli w stanie znaleźć dowodu potwierdzającego twierdzenie Fermata.

To uległo zmianie w 1984 roku. Matematyk Gerhard Frey zasugerował istnienie niespodziewanego połączenia między wielkim twierdzeniem Fermata a hipotezą przedstawioną przez dwójkę Japończyków[34]. Goro Shimura i Yutaka Taniyama twierdzili, że dwie, wydawałoby się odległe gałęzie drzewa matematycznego w rzeczywistości są ze sobą złączone. Według nich każda forma modularna ma swój odpowiednik w krzywej eliptycznej. Ta hipoteza okazała się wyzwaniem dla matematyków, zaś w wielu publikacjach przyjęto ją jako podstawę wyciąganych wniosków. Jednak to wciąż była jedynie hipoteza. Wkład Freya okazał się jeszcze bardziej zaskakujący: skoro hipoteza Shimury-Taniyamy jest prawdziwa, również wielkie twierdzenie Fermata jest prawdziwe. Wiles, który stał się specjalistą w zakresie krzywych eliptycznych, wreszcie znalazł drogę pozwalającą spełnić marzenia z dzieciństwa. Musiał jedynie udowodnić poprawność hipotezy Shimury-Taniyamy.

Wiles zdecydował się pracować w zupełnej tajemnicy. Miał zebrane pewne prace gotowe do udostępnienia i postanowił publikować je partiami, aby w ten sposób wywrzeć wrażenie, że aktywnie zajmuje się starymi projektami. Przestał uczestniczyć w konferencjach i do niezbędnego minimum ograniczył liczbę prowadzonych zajęć dydaktycznych. Każdą chwilę, której nie poświęcał pracy zawodowej lub rodzinie, przeznaczał na pracę nad udowodnieniem hipotezy Shimury-Taniyamy. Zastosował ryzykowną strategię odizolowania się od kolegów matematyków. Twierdził, że samotność pozwala mu skoncentrować się na pracy. Prawdopodobnie nie uszedł jego uwadze fakt, że gdyby sam rozwiązał problem, na niego spłynęłaby cała sława w związku ze znalezieniem nieodkrytego dotychczas dowodu.

Pierwsze osiemnaście miesięcy pracy Wiles spędził w bibliotece, studiując wszystko, co mogło mieć cokolwiek wspólnego z formami modularnymi i krzywymi eliptycznymi. Był jak poszukiwacz przygód, który zapuścił się do niezbadanej dotychczas dżungli, więc musiał być przygotowany na każdą ewentualność. Po opanowaniu podstaw rozpoczął samodzielne eksperymenty matematyczne w poszukiwaniu wzorców, które mogłyby wskazać drogę do znalezienia dowodu. Wreszcie po dwóch latach samotnej pracy udało mu się dokonać pierwszego przełomu. Znalazł sposób na potwierdzenie, że pierwszy element każdej formy modularnej był połączony z pierwszym elementem każdej krzywej eliptycznej. Teraz pozostała przed nim już tylko nieskończona liczba elementów do sprawdzenia.

Gdy znalazł się w impasie, postanowił zwrócić się o pomoc do kolegów. Zachował szczególną ostrożność, aby nie ujawnić natury problemu. Być może wiedzieli o jakiejś nieopublikowanej jeszcze pracy, która umknęła uwadze Wilesa. Jego stary kolega, John Coates, wspomniał o pracy przygotowanej przez jednego ze studentów Coatesa, Matheusa Flacha, stanowiącej rozszerzenie techniki opracowanej przez innego matematyka, Victora Kolyvagina. Wiles później wspominał: „Wydawało się, że to było dokładnie to, czego potrzebowałem. Doskonale wiedziałem, że będę musiał rozbudować metodę Kolyvagina-Flacha”[35]. Wiles był już blisko, ale „to wymagało użycia wielu zaawansowanych maszyn, o których niczego nie wiedziałem. Stanąłem w obliczu naprawdę trudnej algebry, która wymagała ode mnie nauczenia się wielu nowych rzeczy w matematyce”[36]. Wiles zdecydował się wreszcie na przerwanie milczenia. Wskazówki potrzebne do ostatecznego przygotowania dowodu otrzymał od zaufanego przyjaciela, matematyka Nicka Katza. Po siedmiu latach pracy Wiles osiągnął sukces i rozwiązał zagadkę, z którą przez ponad trzy wieki nie poradził sobie żaden matematyk. „To była najważniejsza chwila w mojej karierze” wspominał Wiles w dokumencie BBC przygotowanym po jego sukcesie. „Nic, co jeszcze osiągnę, nie będzie dorównywało znalezieniu dowodu na wielkie twierdzenie Fermata”[37].

W jaki sposób ludzie rozwiązują trudne problemy?

Niewiele jest tak trudnych zagadek jak wielkie twierdzenie Fermata. Historia Wilesa mówi jednak sporo na temat sposobu myślenia stojącego za rozwiązywaniem najtrudniejszych problemów. W 1972 roku kognitywiści Herbert Simon i Allen Newell wydali przełomową książkę *Human Problem Solving*, w której wyjaśnili te procesy umysłowe. W swoich badaniach poprosili uczestników, aby opowiedzieli, o czym myśleli podczas rozwiązywania problemów. Porównując wyniki swoich badań z ogólnie przyjętym modelem, poczynili obserwacje na temat tego, w jaki sposób ludzie radzą sobie z najtrudniejszymi zagadkami. Ich odkrycia zapoczątkowały dziesięciolecia badań i znalazły zastosowanie w różnych dziedzinach, takich jak szachy, pisanie, nauki ścisłe, matematyka i medycyna.

Głównym elementem ich teorii stało się założenie, że rozwiązywanie problemu sprowadza się do przeszukiwania tzw. przestrzeni problemowej, która jest niczym labirynt. Wiesz, gdzie teraz jesteś, i możesz stwierdzić, czy dotarłeś do celu. Jednak po drodze do niego napotykasz ściany, które ograniczają możliwości poruszania się. W labiryncie największą trudność sprawia niemożność pójścia prosto do celu i konieczność odnalezienia krętej drogi prowadzącej do mety.

W labiryncie przestrzeń problemowa ma wymiar fizyczny. Jednak zazwyczaj jest to pojęcie abstrakcyjne. Zwróć uwagę na próbę ułożenia kostki Rubika. Pozycją początkową jest zakodowana kostka, zaś pozycją końcową jest takie ułożenie kostki, aby każda jej ściana miała inny kolor. Dozwolonymi ruchami są obroty i skręty kostki. Przestrzeń problemowa nie ma tutaj fizycznego wymiaru, a raczej jest przestrzenią konfiguracji. Każdy obrót zmienia tę przestrzeń problemową na inną, sąsiednią. Celem, podobnie jak w przypadku labiryntu, jest poruszanie się po tej abstrakcyjnej przestrzeni problemowej i dotarcie do mety.

Udowodnienie wielkiego twierdzenia Fermata było również przeszukiwaniem przestrzeni problemów[38]. W przypadku Wilesa musiał on tylko wybrać punkt wyjścia spośród wcześniej udowodnionych twierdzeń matematycznych. Jego celem było znalezienie dowodu na to, że równanie $a^n + b^n = c^n$ jest niemożliwe do rozwiązania za pomocą liczb całkowitych, gdy wykładnik n jest większy niż 2. Zadanie utrudniał wymóg, że każdy ruch w przestrzeni problemowej musi być poprawną dedukcją poprzednich kroków i wyników. Ograniczenia logiki działały tutaj niczym ściany labiryntu, mocno ograniczając poczynania naukowca. Wiles musiał wytyczyć ścieżkę wiodącą przez kręte korytarze matematyki, która doprowadziła go do dowodu potwierdzającego, że Fermat miał rację.

Kiedy już przyzwyczaisz się do przestrzeni problemowych, zaczniesz je łatwo dostrzegać wszędzie. Naukowcy przeszukują przestrzeń problemową, żeby odkryć nowe prawa. Punktem wyjścia jest tutaj zagmatwany zestaw danych. Punktem końcowym jest teoria, która wyjaśnia to wszystko. Rozwiązanie problemu obejmuje przeszukiwania zarówno przestrzeni hipotez, które mogą wyjaśnić dane, jak i przestrzeni eksperymentów, które pozwalają przetestować teorię. Architekt projektujący budynek przeszukuje przestrzeń problemową możliwych projektów. Wreszcie wybiera ten, który pasuje do ograniczeń związanych z kosztami, przestrzenią i przepisami budowlanymi, a jednocześnie jest optymalny pod względem jego wartości funkcjonalnej i estetycznej. Pisanie tego rozdziału było przykładem procesu rozwiązywania problemów. Moim punktem wyjściowym był pusty dokument, czysta karta. Celem — ukończony rozdział stanowiący wyjaśnienie wszelkich pomysłów, które chciałem przedstawić.

Trudność związana z rozwiązywaniem skomplikowanych problemów

Opracowanie rozwiązywania problemów przedstawione przez Simona i Newella pociąga za sobą natychmiastową konsekwencję: większość problemów jest nierozwiązywalna. Przestrzeń możliwości jest zbyt duża, żeby znaleźć właściwe rozwiązanie. Bez jakiejś sprytnej metody zwykle losowe zgadywanie nie zadziała. Kostka Rubika ma ponad czterdzieści trzy kwintyliony konfiguracji[39]. Wypróbowanie każdej z nich po kolei, nawet gdyby poświęciło się jej tylko sekundę, zajęłoby pięć tysięcy razy więcej czasu, niż wynosi wiek wszechświata. Zadaniem Wilesa było dokonanie rzeczy nieporównywalnie trudniejszej. O ile można napisać program komputerowy przeznaczony do automatycznego rozwiązywania kostki Rubika, to jest absolutnie niemożliwe, nawet teoretycznie, aby móc zrobić to samo w odniesieniu do udowodnienia dowolnej tezy w matematyce.

Nie ma takiego narzędzia. To matematyk, uzbrojony po zęby tylko we własną wiedzę, musi sam sobie radzić w labiryncie przeróżnych możliwości, nie mając jednocześnie żadnych gwarancji, że bezpiecznie dotrze do celu. Nawet sam Wiles zdawał sobie sprawę z prawdopodobieństwa porażki: „Mogło zdarzyć się tak, że metody, których potrzebowałem do przeprowadzenia dowodu, nie zostałyby wynalezione jeszcze przez sto lat. Zatem nawet gdybym był na dobrej drodze do celu, mogłoby się okazać, że żyję w niewłaściwym stuleciu”[40].

Jeśli większość przestrzeni problemowych jest zbyt duża do przeszukania, to jak sobie z tym radzimy? Odpowiedź Simona była bardzo prosta: „zadowalamy się czymś”. Zamiast wybrać najlepsze możliwe rozwiązanie, wybieramy takie, które uważamy za wystarczająco dobre. Przed podjęciem pilnej decyzji biznesowej menedżer nie sprawdza wszystkich możliwych informacji. Zamiast tego po prostu szuka, aż znajdzie wystarczająco dobrą opcję, szczególnie że zwykle ma ograniczony czas i uwagę. Takie rozwiązanie obarczone jest jednak dwiema głównymi wadami. Po pierwsze, decydując się na opcję, która jest wystarczająco dobra, możemy nigdy nie poznać lepszego rozwiązania. W przypadku unikatowych problemów to może nie mieć znaczenia. Jeśli jednak spodziewamy się, że będziemy zmuszeni wielokrotnie borykać się z danym problemem, tendencja do zadowalania się czymś, co akurat działa w danym momencie, może ograniczać nasz postęp w danej dziedzinie. Osoba, która chce uporać się z problemem nauki pisania na klawiaturze jednym palcem, owszem poradzi sobie, ale z pewnością nie ułatwi jej to osiągnięcia biegłości w metodzie bezwzrokowego pisania. Po drugie, czasem nawet znalezienie satysfakcjonującego nas rozwiązania może być bardzo trudne. W swoich poszukiwaniach Wiles mógł odpuścić pewne kwestie, takie jak powiedzmy elegancja albo długość dowodu, ale z pewnością nie mógł zrezygnować z jego matematycznej wartości. Dowód, w jakiś sposób niezgrabny albo rozwlekły, jeszcze mógł okazać się wystarczająco dobry, ale z pewnością nie mógłby takim być ten, który naruszałby zasady logiki.

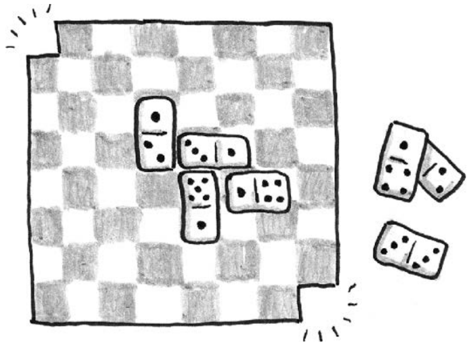
Poza obniżaniem standardów innym sposobem zmniejszania trudności związanych z rozwiązywaniem problemu jest wykorzystywanie własnej wiedzy do ograniczania poszukiwań i zawężania ich do najbardziej owocnych obszarów. W skrajnych przypadkach takie działanie całkowicie eliminuje konieczność rozwiązywania problemu. Nie muszę szukać rozwiązania równania 5 + 7 = 12, ponieważ pamiętam, że to 12. Na podobnej zasadzie podchodzimy do wielu codziennych kwestii, gdyż ich rozwiązanie zapisaliśmy w pamięci. Prowadzenie samochodu, wizyta u lekarza czy zrobienie prania — wszystkie te czynności dla większości dorosłych nie stanowią problemu, ponieważ pamiętają oni sposób ich wykonania. Ale może przypominasz sobie czasy, gdy rozszyfrowanie sposobu działania pralki było dla ciebie wyzwaniem. Gdzie wlać płyn do prania? Które ubrania można prać razem, a które trzeba oddzielnie? W miarę zdobywania doświadczenia wszystkie te problemy przekształciły się w rutynę.

W niektórych przypadkach pamięć może dostarczyć metodę zamiast bezpośredniej odpowiedzi. Tak może być w sytuacji, gdy do rozwiązania jest równanie 128 + 47. Mogę nie znać od razu wyniku, jednak gdy korzystam z algorytmu dodawania cyfrowego, którego nauczyłem się w szkole podstawowej, znalezienie odpowiedzi przyjdzie mi już łatwo. I wiem, że wynikiem jest liczba 175. Niestety rozwiązania nie wszystkich problemów mają takie wygodne algorytmy. Ten fakt okazał się niespodzianką dla matematyków. W 1900 roku jeden z nich, David Hilbert, przedstawił listę dwudziestu trzech problemów, na które — miał nadzieję — znajdą się odpowiedzi w nadchodzącym stuleciu. Jednym z nich był algorytm pozwalający sprawdzić, czy równanie, takie jak wielkie twierdzenie Fermata, posiada rozwiązanie możliwe do wyrażenia za pomocą liczb całkowitych. Siedemdziesiąt lat później matematycy udowodnili, że taki algorytm nie istnieje![41] W przypadku innych problemów wprawdzie mamy metodę gwarantującą znalezienie rozwiązania, ale wcale nie okazuje się ona dużo lepsza od strategii polegającej po prostu na wypróbowaniu każdej możliwości. Sudoku, szachy, a nawet *Tetris* należą właśnie do tego rodzaju problemów[42]. Zatem nasze doświadczenia ze szkolnej ławy w zakresie rozwiązywania problemów mogą okazać się mylące, ponieważ większość rzeczywistych problemów nie ma metody gwarantującej ich pomyślne rozwiązanie.

Ale nawet jeśli jakaś metoda nie gwarantuje sukcesu, to wciąż może ograniczyć ilość poszukiwań. Heurystyki to metody, które nie dają żadnych gwarancji, ale w wielu przypadkach dość dobrze się sprawdzają. Jeśli pojawiają się problemy techniczne, przykładem metody heurystycznej jest wyłączenie i ponowne włączenie urządzenia. To nie zawsze zadziała, ale rozwiązuje problem naprawdę w zaskakująco wielu sytuacjach. Wiles nie posiadał żadnego podręcznikowego algorytmu, który mógłby zastosować — obalenie dziesiątego problemu Hilberta wyraźnie pokazało, że taki nie istnieje. Jednak miał wiele heurystyk, które posiadł w ciągu wielu lat studiów i pracy jako matematyk. Na przykład zastosowanie indukcji matematycznej to względnie ogólna strategia matematyczna, której można użyć, aby udowodnić, że dana właściwość dotyczy nieskończonej liczby rzeczy. W takim przypadku trzeba jedynie pokazać, że właściwość jest poprawna dla pierwszej rzeczy i nie zmienia się po przejściu do następnej rzeczy. Podobnie jak w przypadku domina — sztuczka polega na udowodnieniu poprawności czegoś dla nieskończonej liczby elementów bez konieczności faktycznego sprawdzenia tego nieskończoną ilość razy. Tego rodzaju heurystyka miała znaczenie krytyczne podczas łączenia w dowodzie Wilesa poszczególnych elementów krzywej eliptycznej z poszczególnymi elementami formy modularnej.

Inną powszechnie stosowaną heurystyką w matematyce jest wyszukiwanie niezmienników. Jeżeli jesteś w stanie znaleźć coś, co nie ulega zmianie w problemie, niezależnie od sposobu jego modyfikowania, wówczas możesz uniknąć długiego szukania rozwiązania problemu. Rozważ na przykład uszkodzoną szachownicę[43]. Zadaniem jest udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy można ułożyć klocki domina dokładnie przykrywające szachownicę, z której zostały usunięte dwa pola: lewe górne i prawe dolne (zob. rysunek 3.).

Biorąc pod uwagę fakt, że na wspomnianej szachownicy pozostały 62 pola, a każdy klocek domina przykrywa 2 pola, rozwiązanie problemu będzie wymagało dużej ilości wyszukiwań. Wiele wariantów 31 klocków domina może być potrzebnych do ustalenia, czy uda je się w taki bądź inny sposób zmieścić idealnie na szachownicy. Jeżeli jednak zachowasz się sprytnie, możesz rozpocząć od znalezienia niezmienników. Jednym z nich jest to, że każdy klocek domina, niezależnie od sposobu jego umieszczenia, przykrywa dokładnie po jednym polu białym i czarnym. Skoro oba usunięte z szachownicy



Rysunek 3.

Czy można ułożyć klocki domina dokładnie przykrywające szachownicę, z której zostały usunięte dwa pola?

pola są białe, staje się jasne, że nigdy nie uda się idealnie zakryć pozostałych pól kostkami domina — to wymagałoby, aby jeden klocek domina przykrył dwa czarne pola, co jest niemożliwe. Zastosowanie tego rodzaju heurystyki pozwoliło zaoszczędzić sporo czasu, który w innym przypadku trzeba byłoby poświęcić na długą operację wyszukiwania.

W całej matematyce i logice zastosowanie znajdują indukcja matematyczna i wyszukiwanie niezmienników. Wciąż jeszcze sprawdzają się w wąskim zakresie problemów spośród tych spotykanych na co dzień. Zrozumienie indukcji matematycznej nie pomoże podczas malowania portretu bądź opracowywania planu marketingowego. Psychologowie nazywają tego rodzaju metody jako ściśle związane z dziedzinami, ponieważ mają zastosowanie do ograniczonego zakresu problemów. To prowadzi do interesującego pytania: czy istnieje jakakolwiek heurystyka bądź czy istnieją strategie, które będą współdziałały z *wieloma* różnymi rodzajami problemów.

Czy istnieją strategie rozwiązywania wszystkich rodzajów problemów?

W swoich badaniach nad rozwiązywaniem problemów Simon i Newell odkryli kilka ogólnych strategii, które ludzie stosowali, żeby uporać się ze swoimi kłopotami. Twierdzili, że badani wykorzystywali te techniki jako rezerwowe, gdy bardziej specjalistyczne metody były niedostępne. Simon i Newell nazwali je słabymi metodami[44], w odróżnieniu od skutecznych metod, takich jak gwarantowane algorytmy czy heurystyki ściśle związane z daną dziedziną, które drastycznie skracają czas rozwiązywania problemów. Słabe metody obejmują metodę prób i błędów (ang. *generate-and-test*), analizę środków i celów (ang. *means-ends analysis*), metodę planowania (ang. *planning*) i metodę wzrostu (ang. *hill-climbing*).

Słaba metoda nr 1. Metoda prób i błędów

Najbardziej podstawową strategią, jaką Simon i Newell zaobserwowali u uczestników badania, była metoda polegająca na wypróbowaniu jakiegoś rozwiązania i sprawdzeniu, czy ono zadziała. Jeśli zapomniałem swojego loginu do starego konta, mogę wypróbować dziesiątki innych, których używałem wcześniej. Jeśli będę mieć szczęście, jeden z nich okaże się poprawny i nie będą konieczne bardziej skomplikowane próby zresetowania hasła. Podobnie, jeśli nie jestem w stanie znaleźć kluczy, mogę losowo wytypować kilka prawdopodobnych miejsc, w których mogłem je zostawić. Mogę je sprawdzić, zanim spróbuję odtworzyć całą drogę, jaką tego dnia pokonałem. Pisząc esej, mogę przezwyciężyć swoją niemoc twórczą i spróbować napisać cokolwiek, a potem to poprawić. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że to nie będzie proza najwyższych lotów, ale też nie będzie najgorsza pod warunkiem, że mam już spore doświadczenie w tej dziedzinie. Oczywistą wadą tej metody jest to, że staje się ona absolutnie katastrofalna, gdy przestrzeń problemowa jest rozległa. Metoda prób i błędów działa tylko wówczas, gdy problem jest na tyle niewielki lub dobrze znany, że zgadywanie może okazać się rozsądnym wyborem.

Słaba metoda nr 2. Analiza środków i celów

Inną prawie uniwersalną metodą zaobserwowaną podczas rozwiązywania problemów jest analiza środków i celów. Ta metoda wykorzystuje strategię rozumowania w przód i wstecz (ang. *back-and--forth reasoning*), która rozpoczyna się od zidentyfikowania pewnych luk, a następnie polega na znalezieniu konkretnych rozwiązań, które zmniejszą te luki w przestrzeni problemowej. Zapoznaj się z przykładem przedstawionym przez Simona i Newella.

> Chcę zabrać syna do przedszkola. Jaka jest przeszkoda pomiędzy tym, co jest, a tym co chcę, żeby było? To pokonanie pewnej odległości. Co może zmienić tę odległość? Mój samochód. Niestety on nie działa. Czego potrzebuję, żeby zaczął działać? Nowego akumulatora. Gdzie mogę go kupić? W warsztacie. Ja chcę, aby w warsztacie wymieniono mi akumulator na nowy, ale w warsztacie nikt nie wie, czego chcę. Zatem w czym problem? W komunikacji. Co mi umożliwi komunikację? Telefon… i tak dalej[45].

Analiza środków i celów polega na naprzemiennym wyznaczaniu jakiegoś celu i potem sprawdzaniu różnicy pomiędzy stanem bieżącym a docelowym. Ta metoda obejmuje szukanie sposobu zmniejszenia dystansu pomiędzy nimi. Może się to powtarzać cyklicznie, jak w podanym wyżej przykładzie.

Słaba metoda nr 3. Planowanie

Inną powszechną metodą stosowaną w celu rozwiązywania problemów jest planowanie. Może być ono postrzegane jako przeformułowanie problemu w uproszczonej przestrzeni problemowej, rozwiązanie go na jej płaszczyźnie, a następnie wypróbowanie uogólnienia tego podejścia w rzeczywistej przestrzeni problemowej. Na przykład, pisząc esej, można zacząć od konspektu, który jest jego uproszczoną formą. Zawiera tylko główne punkty, a pomija wszelkie szczegóły. Zatem, gdy się upewnimy, że problem został rozwiązany w uproszczonej przestrzeni planowania, możemy użyć tego konspektu do sformułowania całego eseju w rzeczywistej przestrzeni problemowej pisania eseju.

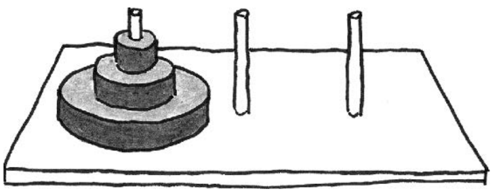
Słaba metoda nr 4. Metoda wzrostu

Załóżmy, że znalazłeś się na rozległej przestrzeni spowitej mgłą i chcesz znaleźć najwyższy, możliwy punkt. Jedną ze strategii byłoby po prostu pójście w takim kierunku, w którym wydaje się, że jest najbardziej stromo. Metoda wzrostu opiera się właśnie na takim podejściu do rozwiązywania problemów. Zacznij od najbardziej wstępnego, podstawowego rozwiązania, punktu wyjścia. Nieważne, jak kiepski by on był. A potem dokonuj korekt w kierunku, który najlepiej poprawi ten punkt wyjścia. W przypadku niektórych problemów wystarczy jedynie podążać w kierunku ciągłej poprawy, aby po pewnym czasie osiągnąć optymalny punkt. Pisanie eseju przypomina taki ciągły wzrost, niczym wspinaczkę górską, ponieważ wprowadzanie kolejnych poprawek przenosi nas na coraz wyższy poziom i poprawia jakość eseju jako całości. Podobnie zastosowanie metody wzrostu podczas prób układania kostki Rubika może sprowadzać się do zwiększania liczby kolorów poukładanych na każdej ściance kostki wraz z każdym kolejnym ruchem. Co prawda ta metoda jest bardzo zawodna w przypadku układania tej kostki, ale fakt, że ludzie wciąż tak właśnie próbują robić, wskazuje tylko, jak bardzo ta metoda wzrostu jest w nas zakorzeniona.

Dlaczego słabe metody często zawodzą?

Słabe metody mają szerokie zastosowanie, ale często zawodzą. Metoda prób i błędów jest zawodna w przypadku dużych przestrzeni problemowych. Analiza środków i celów mnoży cele, co utrudnia śledzenie głównego problemu. Planowanie często za bardzo upraszcza problem, co sprowadza się do tego, że jest dobre w teorii, ale kiepskie w praktyce. A metoda wzrostu zawodzi wszędzie tam, gdzie najpierw coś się musi pogorszyć, aby potem mogło się polepszyć. Właśnie łamigłówka jest tego rodzaju problemem, gdzie jedna ze słabych metod wyraźnie zawodzi. Dlatego jedynym sposobem rozwiązania tego problemu jest zignorowanie w tym przypadku kuszącej heurystyki. Łamigłówka Wieże Hanoi (zob.

rysunek 4.) wiąże się z przenoszeniem krążków między słupkami. Ogólna przestrzeń tego problemu składa się jedynie z 27 stanów, więc nie powinna przysparzać kłopotu nawet w przypadku użycia metody prób i błędów. Jednak rozwiązanie często wymaga nieco praktyki, ponieważ do osiągnięcia oczekiwanego stanu końcowego potrzebne jest przeniesienie krążków z miejsca docelowego (nie można zastosować metody wzrostu) oraz wymaganych jest wiele zagnieżdżonych celów cząstkowych (co z kolei znacznie komplikuje metodę analizy środków i celów).



Rysunek 4.

Łamigłówka Wieże Hanoi. Celem jest przeniesienie dysków z lewego słupka na prawy. W danej chwili można przenieść tylko jeden dysk. Ponadto nie można położyć większego dysku na mniejszym

Bardziej wnikliwe pytanie dotyczący słabych metod wiąże się z tym, czy ich stosowanie jest wrodzone, czy raczej nabyte. Psychologowie André Tricot i John Sweller uważają, że istnieje niewiele dowodów wskazujących, że słabych metod można się nauczyć[46]. Tym samym wykazują, że ludzie mają tendencję do instynktownego używania analizy środków i celów oraz metody wzrostu. Patrząc na tę kwestię w taki sposób, można dojść do wniosku, że ogólna umiejętność rozwiązywania problemów jest czymś, czego nie można się nauczyć ani wyćwiczyć. Dlatego nie można też się nauczyć lepszych metod radzenia sobie z kłopotami. Można jedynie zdobyć konkretne umiejętności i zgromadzić metody, które będzie można zastosować w określonych sytuacjach. Wiles był w stanie udowodnić wielkie twierdzenie Fermata nie dlatego, że miał dużą praktykę w stosowaniu słabych metod, ale dlatego, że zgromadził olbrzymią wiedzę dotyczącą skutecznych metod, które drastycznie ograniczyły przestrzeń problemową. Jednak ta sama wiedza prawdopodobnie na nic by się zdała w przypadku kłopotów z naprawą samochodu czy podczas rozliczania podatku.

Granica wiedzy. Dwa typy problemów

Ta sytuacja wyraźnie nam pokazuje, że podczas rozwiązywania problemów napotykamy dwa rodzaje trudności. Pierwszy występuje wtedy, gdy dany problem nas przerasta, ale dla innych może być rutynową sytuacją. Chodzi tutaj o trudność uczenia się od innych. Jakich skutecznych metod używają eksperci, żeby bez trudu uporać się z takim problemem? Bez nich jesteśmy zmuszeni angażować się w potencjalnie długie i skazane na niepowodzenia poszukiwania rozwiązań. Jeśli problem nie znajduje się poza zasięgiem naszych umiejętności radzenia sobie z kłopotami, to możemy odkryć rozwiązanie kosztem niewielkiego wysiłku. Ale jeśli przestrzeń problemowa jest zbyt obszerna, możemy nigdy nie znaleźć najlepszego rozwiązania.

Drugi rodzaj trudności występuje, gdy wkraczamy na grunt znajdujący się daleko poza granicą naszych możliwości rozwiązania danego problemu. Właśnie z taką sytuacją mierzył się Wiles, gdy szukał dowodu na wielkie twierdzenie Fermata. Musiał znaleźć rozwiązanie problemu, którego nie udało się rozwikłać żadnemu matematykowi od ponad trzystu lat. Biorąc pod uwagę ostateczną skalę problemów, z jaką trzeba było się zmierzyć, a które były całkowicie nieznane Fermatowi, wydaje się wysoce prawdopodobne, że ten zmarły dawno temu Francuz sam nie miał poprawnego dowodu. Być może Fermatowi udało się odkryć błędny dowód, podobnie jak zrobili to Cauchy i Lamé. Ewentualnie znalazł alternatywne rozwiązanie, tak zaskakujące i kreatywne, że przez kilka stuleci pozostało nietknięte przez najlepsze umysły matematyczne. W każdym razie tę tajemnicę Fermat zabrał do grobu, a Wiles musiał ruszyć w nieznane, gdy planował swoją matematyczną podróż.

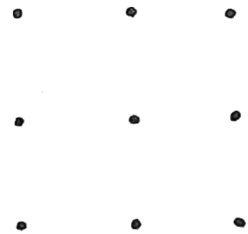
Większość z nas nie będzie miała do czynienia z tak trudnym problemem, przed którym stanął Wiles. Jednak nigdy nie wyeliminujemy konieczności rozwiązywania problemów, ponieważ większość sytuacji jest wyjątkowa. Być może napiszesz zdanie lub dwa i okaże się, że w historii ludzkości nikt wcześniej tego nie napisał lub nie wypowiedział. Każdy napisany esej, skomponowana piosenka bądź zaprojektowany budynek to nowy problem do rozwiązania i nie można ot tak, po prostu skopiować rozwiązania z przeszłości. Jednak nawet jeśli wiele problemów jest zupełnie nowych, to wiedza potrzebna do ich rozwiązania zwykle jest dostępna już od dawna. Dokładniejsza analiza przestrzeni problemu jest możliwa dzięki wykorzystaniu silnych metod, które zostały opracowane dawno temu.

Praktyczne wnioski związane z szukaniem rozwiązania problemu

Wielu psychologów wątpi, aby można było nauczyć się rozwiązywania problemów postrzeganego jako ogólna umiejętność lub aby można było ją wyćwiczyć. Słabe metody wydają się wszechobecne. Właściwą ścieżką jest zdobycie odpowiedniej wiedzy i poznanie metod stosowanych przez ekspertów. Nawet jeśli nie można stać się lepszym w zakresie rozwiązania problemów, to i tak sugeruję kilka praktycznych wniosków wypływających z teorii rozwiązywania problemów.

Wniosek nr 1. Rozpocznij od właściwego przedstawienia problemu

Szukanie to zaledwie połowa procesu rozwiązywania problemu. Drugą połową jest znalezienie właściwego sposobu przedstawienia problemu, aby w ten sposób określić najlepszą przestrzeń problemu, w której będzie odbywała się praca. Przed odkryciem Newella i Simonsa także psychologowie z nurtu Gestalt zajmowali się tematem rozwiązywania problemów, przy czym skoncentrowali się na sposobach postrzegania problemu i tym, jak mogą one pomagać lub utrudniać znalezienie właściwego rozwiązania[47]. Na przykład rozważ pokazaną na rysunku 5. znaną łamigłówkę składającą się z dziewięciu punktów. Zadanie polega na narysowaniu (bez odrywania odłówka od kartki) czterech linii prostych, które połączą wszystkie punkty.



Rysunek 5.

Łamigłówka składająca się z dziewięciu punktów. Nie odrywając ołówka od kartki, narysuj cztery linie proste, które połączą wszystkie punkty

Czy potrafisz to zrobić? Jeżeli nie możesz poradzić sobie z rozwiązaniem, znajdziesz je w przypisie na dole strony[48]. Kluczowe znaczenie ma tutaj przedstawienie przestrzeni problemu, a nie sposób jej sprawdzania. Jeżeli na początku poprawne rozwiązanie zostanie przypadkowo wykluczone ze zbioru możliwości, nie zostanie znalezione nawet w przypadku intensywnych poszukiwań. Rozwiązywanie problemu bywa chaotyczne, a w rzeczywistych sytuacjach często trzeba przechodzić między wyszukiwaniem przestrzeni problemu a próbą znalezienia nowych sposobów przedstawienia danego problemu, które mogą okazać się łatwiejsze do przeanalizowania.

Pracę nad każdym nowym projektem rozpocznij od ustalenia, jak kompetentne osoby postrzegają dany problem. Co według nich stanowi przestrzeń problemu? Jakie są najważniejsze ruchy, które można wykonać w celu znalezienia rozwiązania? Wprawdzie umiejętność właściwego spojrzenia na problem nie gwarantuje znalezienia jego rozwiązania, ale stanowi bardzo ważny pierwszy krok.

Wniosek nr 2. Szukaj obiecujących problemów

Uzmysłowienie sobie, że wiele problemów jest niemożliwych do rozwiązania, natychmiast coś sugeruje: nie zabieraj się za nie. Niestety trudność związana z ustaleniem, które problemy są możliwe do rozwiązania, również pozostaje nierozwiązywalna. Rozwiązanie nie zawsze czeka tuż, tuż i może wymagać prowadzenia prac przez całe stulecie. Nawet jeśli nie można dokładnie ustalić, które problemy są nierozwiązywalne, to jednak dzięki doświadczeniu można przyjmować trafniejsze założenia. Wiles dopiero rozpoczął pracę nad znalezieniem dowodu potwierdzającego wielkie twierdzenie Fermata, gdy Gerhard Frey zasugerował jego związek z hipotezą Shimury-Taniyamy, co z kolei pomogło Wilesowi. Przedsiębiorcy, naukowcy i wynalazcy nieustannie starają się ustalić, jakie technologie pojawią się w niedalekiej przyszłości, nawet jeśli dokładnie nie wiedzą, jak daleko trzeba będzie zapuścić się w nieznane obszary przestrzeni problemu.

Najlepszym sposobem odkrywania obiecujących problemów jest praca z osobami, które nieustannie przesuwają granice. Zaletą pracy w firmach, laboratoriach badawczych lub grupach osób odkrywających nowości jest zdobywanie wskazówek określających, którymi aspektami przestrzeni problemu warto się zająć, a które nie przyniosą jeszcze oczekiwanych wyników.

Wniosek nr 3. Nie śpiesz się podczas analizy przestrzeni problemu

Aby wyjaśnić swoje podejście do matematyki, Wiles posłużył się następującą analogią.

> Moje doświadczenia z matematyką mógłbym porównać z wejściem do ciemnego domu. Ktoś wchodzi do pierwszego pomieszczenia, w którym jest zupełnie ciemno. Obija się o meble i powoli określa ich położenie, aby wreszcie po mniej więcej sześciu miesiącach znaleźć włącznik światła. Włącza je i nagle wszystko staje się widoczne. Można dokładnie zobaczyć, gdzie się jest[49].

Jak to dokładnie wyjaśnię w następnym rozdziale, gdy nie ma nikogo, od kogo można się uczyć, i trzeba samodzielnie znaleźć drogę w nieznanej przestrzeni problemu, pomocne może być rozpoczęcie od poznawania tej przestrzeni, a nie od razu przystępowanie do próby rozwiązania problemu. W wyniku zetknięcia się z nieznanymi mu gałęziami matematyki Wiles nie tylko zebrał niezbędne narzędzia matematyczne odkryte przez innych, ale również poświęcił znaczą ilość czasu na ich poznanie i wypróbowanie, zanim stały się dla niego czymś naturalnym.

Eksploracja przestrzeni problemu może być poprzedzona wypróbowaniem różnych aspektów i obserwacją tego, co się zdarzy, ze świadomym pominięciem próby osiągnięcia określonych celów. Nie chodzi o osiągnięcie czegoś konkretnego, ale raczej o zwrócenie uwagi na wzorce, które mogą pomóc w opracowaniu nowych silnych metod. Malarz próbujący innych technik pracy w celu „sprawdzenia, co się stanie”, zamiast pracować nad stworzeniem dzieła, nie osiągnie zamierzonego celu. Jednak czasami może natknąć się na technikę, której zastosowanie nada jego pracom niepowtarzalną postać.

Od rozwiązania problemów do opanowania tej umiejętności

Wczesne badania prowadzone przez Simona i Newella były poświęcone temu, jak ludzie radzą sobie z rozwiązywaniem trudnych problemów. Obaj badacze byli przekonani, że zrozumienie sposobu rozwiązania problemów jest warunkiem koniecznym z kolei do zrozumienia, jak uczymy się rozwiązywać problemy. Twierdzili, że dopiero gdy wiadomo, jak osoba wykonuje daną czynność, można mieć nadzieję na ustalenie, jak udało jej się opanować daną umiejętność*. W następnym rozdziale przejdę od tego, jak ludzie rozwiązują problemy, do tego, jak uczą się tej umiejętności. Przy okazji wyjaśnię, jak pewne dziwactwo w psychologii stało się największym ograniczeniem dla tego procesu.

* Nacisk na wyniki jeszcze przed podjęciem nauki jest kwestionowany w modelach koneksjonistycznych, których twórcy koncentrują się na względnie prostych mechanizmach nauki — nawet jeśli rzeczywisty algorytm umożliwiający osiągnięcie wyniku okazuje się zbyt skomplikowany, aby można go było łatwo przedstawić bądź zrozumieć.


PROGRAM PARTNERSKI
GRUPY HELION
1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ
Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!
Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!
http://program-partnerski.helion.pl
GRUPA Helion

Rozwój umiejętności jest zadziwiającym zjawiskiem. Niekiedy proces uczenia się przebiega niemal bez trudu, a nowe zadania przychodzą z łatwością. Znacznie częściej nawet długie godziny spędzone nad książkami czy na treningu nie gwarantują postępów. A przecież nasze życie zależy od tego, czy umiemy efektywnie się uczyć. Mistrz w swojej dziedzinie może osiągać różne korzyści, a poczucie dumy płynącej ze zdobycia unikalnych umiejętności jest jedyne w swoim rodzaju!

Autor książki wskazuje trzy główne czynniki, dzięki którym nauka przychodzi z łatwością: uczenie się od innych, praktyka i informacja zwrotna. Przedstawia je w formie dwunastu maksym, omówionych w dwunastu rozdziałach. Przekonasz się, że kryją one w sobie wyjątkowo przydatne metody pozyskiwania, utrwalania i doskonalenia umiejętności: dowiesz się, czym się różni myślenie rutynowe od kreatywnego i jak wydobyć nieoczywistą wiedzę od ekspertów. Nauczysz się odnajdywać równowagę między zbyt trudnymi a zbyt łatwymi ćwiczeniami i zrozumiesz, jaki jest związek między doświadczeniem a niezawodnością. Poznasz również konkretne sposoby, w jakie można wprowadzić w życie wszystkie przedstawione maksymy, i wkrótce pozostanie Ci jedynie… satysfakcja z nowej, mistrzowsko opanowanej umiejętności!

Postępy w nauce to nie tylko talent i wytrwałość!

Scott H. Young jest autorem bestsellera „Wall Street Journal” *Zostań ultrasamoukiem* i jednym z najbardziej intrygujących ekspertów w dziedzinie efektywnego samouczenia. Lubi podejmować nietuzinkowe wyzwania, takie jak opanowanie czteroletniego programu MIT w dwanaście miesięcy. Jego prace były prezentowane między innymi w „New York Timesie”, „Pocket” i „Business Insider”. Lubi programować, gotować i podróżować. Mieszka w Vancouver w Kanadzie.

ISBN 978-83-289-1485-8
9 788328 914858
cena: 69,00 zł

sensus.pl