

Jak można się spodziewać, problem plecakowy rzadko jest rozważany naukowo w sytuacjach takich jak ta opisana powyżej. Jego realny wpływ można zauważyć w wielu obszarach i aspektach alokacji zasobów, jak w przypadku wyboru najlepszego portfela inwestycyjnego – które akcje kupić (i ile z nich na każdą firmę), w które zainwestować swoje oszczędności w najlepszy dla nas sposób: stabilny, czy w obciążony dużym ryzykiem, lecz z ogromną prognozą zysku. Inny przykład? Jak optymalnie połączyć wiele różnych substancji chemicznych, aby uzyskać lek, który najlepiej eliminuje określone wirusy. Jeśli zastanowić się nad tym głębiej, można dojść do wniosku, że sedno problemu jest dokładnie takie samo jak w przykładzie ze złodziejem. Problem plecakowy jest popularniejszy, niż myślimy. A największym wyzwaniem jest to, o czym już wspomnieliśmy – nie ma szybkiego sposobu na znalezienie rozwiązania. Wystarczy powiedzieć, że jeśli mamy dziesięć elementów do wyboru, musimy sprawdzić ponad tysiąc rozwiązań! Ale tutaj pojawia się światełko w tunelu – do pomocy przychodzi nam technologia słabej sztucznej inteligencji zwana algorytmem genetycznym (patrz rozdział 4). Ta metoda, zainspirowana procesem ewolucji biologicznej, szybko generuje coraz więcej rozwiązań i łączy je ze sobą, aby znaleźć optymalny wynik w rozsądnym czasie.



AlE kosmos! Złożoność

Tak, to jest pierwsza ramka z cyklu „Ale kosmos!”. Czujecie się trochę przestraszeni lub trochę niekomfortowo? Zupełnie niepotrzebne. Po prostu śledźcie tekst i cieszyć się małym wycinkiem wiedzy informatycznej. Małym, ale niezwykle ważnym. Aby go zrozumieć, musimy sobie przypomnieć, jak działa komputer. Maszyny po prostu postępują zgodnie z komendami przekazanymi przez twórców oprogramowania. Niezależnie od tego, do czego są zaprojektowane (do pokazywania zdjęć, obliczania wydatków, wyświetlania filmów itp.), za graficznym interfejsem użytkownika (GUI) widać, że wszystko, co się dzieje, to operacje matematyczne. Im więcej operacji musi wykonać nasz komputer, tym więcej potrzeba czasu, a nawet najnowszy komputer działa czasami powoli. Podstawową operacją matematyczną jest mnożenie, którego informatycy zwykle używają jako odniesienia do określenia, jak złożony lub czasochłonny jest dany algorytm. Im więcej mnożeń jest niezbędnych, tym większa złożoność. Aby to zrozumieć, grupujemy wszystkie algorytmy (techniki) w różne kategorie. Ich definicje są dość skomplikowane, więc nie będziemy się w to zbyt zagłębiać. Możemy to uprościć, mówiąc, że istnieją

dwie główne kategorie: P (dla szybkich algorytmów) i NP (dla czasochłonnych). Algorytm silni należy do klasy P: dla $n!$ musisz wykonać $n - 1$ mnożeń, na przykład $5! = 1 * 2 * 3 * 4 * 5$, więc mamy 4 mnożenia ($5 - 1$). Im większa liczba, tym więcej mnożeń trzeba wykonać, lecz nadal liczba obliczeń nigdy nie jest większa od wartości wejściowej, którą oznaczamy jako $O(n)$. „P” oznacza wielomian (ang. *polynomial*) jako czas potrzebny do wykonania danego zadania – innymi słowy jesteśmy pewni, że algorytm zakończymy w ramach iluś podstawowych operacji będących którąś potęgą danych początkowych, na przykład $O(n^2)$, lub $O(n^3)$ itp.

Z kolei mamy wspomniany wyżej „problem plecakowy”. Policzmy, ile obliczeń musi wykonać maszyna. Załóżmy, że mamy 10 przedmiotów do wyboru. Każdy element można albo umieścić w plecaku, albo zostawić, co daje nam do sprawdzenia dwie opcje. To daje nam dwie możliwości dla każdego obiektu:

	(TV) (laptop)		(...)							
Przedmiot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Czy jest w Plecaku?	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
Liczba możliwości	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Chociaż na pierwszy rzut oka to niewiele, prawdziwa siła tkwi w liczbie tych alternatywnych możliwości, które muszą być traktowane niezależnie (ponieważ nie możemy oprzeć jednego wyniku na innych – musimy sprawdzić wszystkie). Tak więc, aby obliczyć ostateczną liczbę możliwości (aby przygotować plecak z najbardziej opłacalnym łupem), musimy pomnożyć wszystkie możliwości dla każdej pozycji: $2 * 2 * \dots * 2$ (dziesięć razy) $= 2^{10} = 1024$. Nadal niewiele? Jeśli mamy do sprawdzenia 20 przedmiotów (co nie jest dużą liczbą), system musiałby sprawdzić ponad milion kombinacji (2^{20}), a dla 30 elementów – ponad miliard (2^{30}). W przypadku większej liczby przedmiotów liczba ta zaczyna rosnąć jeszcze szybciej: dla 58 elementów (co nie jest dużo w przypadku liczby towarów na przeciętnej półce sklepowej) znalezienie odpowiedzi zajęłoby najsilniejszemu superkomputerowi (takiemu jak Summit firmy IBM® lub TaihuLight chińskiej firmy Sunway) rok. W przypadku 270 elementów liczba możliwości do sprawdzenia znacznie przekroczyłaby liczbę atomów we wszechświecie! Taka liczba jest nie do wyobrażenia. Problem plecakowy (wraz z wieloma innymi) należy do klasy NP, gdzie skrót ten oznacza *niedeterministyczny czas wielomianowy*. Nie są znane szybkie algorytmy do znalezienia takiego rozwiązania. Problemy pozostałyby nierozwiązane, może na zawsze, chyba że użyjemy heurystyki (takiej jak ta, będąca podstawą technik SI).