

Czym jest antykruchość

paź 6, 2025

Antykruchość to ujednolicony model matematyczny, który przenosi właściwości z domeny funkcjonalnej zależności dawka-odpowiedź do domeny probabilistycznej w rozkładzie wyników i odwrotnie. Rozważmy następujące pozornie niepowiązane lub luźno powiązane klasy zjawisk naturalnych i ludzkich:

Klasa 1 Regulacja w górę:

Efekty związane z czerpaniem korzyści ze stresorów. Należą do nich hormeza i hipertrofia w medycynie, wzrost pourazowy w psychologii, oporność na nowotwory w onkologii, skutki podobne do hydry w mitologii, a także popularne przekonania o odbiciu się od przeciwności losu.

Klasa 2 Filostochastyczność:

Efekty związane z czerpaniem korzyści z wariancji i dyspersji. Należą do nich rezonans stochastyczny w fizyce i przetwarzaniu sygnałów, przerywany post i zmienne dawkowanie w medycynie, „długa” zmienność w finansach. Procesy ewolucyjne wymagają pewnej dawki szumu, wariancji lub błędu replikacji, aby spełnić wymagania dotyczące różnorodności wyników, z nadzieją, że część powstałego potomstwa będzie lepiej przystosowana do środowiska.

Klasa 3 Skalowanie:

Efekty związane z allometrią. Należą do nich optymalna wielkość zwierząt, miast i korporacji, kruchość indukowana wzrostem wielkości (stochastyczna dyseconomia skali), zachowanie bytów biologicznych w różnych skalach. Zwróćmy teraz uwagę na właściwości obiektów o przeciwstawnych cechach jakościowych.

Klasa 4 Kruchość:

Efekty związane z pękaniem lub rozpadaniem się pod wpływem wstrząsów i stresorów o określonej intensywności.

Klasa 5 Krótkotrwała zmienność:

szkoda spowodowana rozproszeniem wyników i efektami drugiego rzędu w pewnym oknie czasowym lub przedziale czasowym. Na przykład ciągłe jedzenie może być szkodliwe, ale przerywane może przynieść korzyści tylko w pewnym oknie czasowym (podczas gdy codzienne lub cotygodniowe spożywanie może pomóc, miesięczne może być śmiertelne).

Klasa 6. Efekty związane z zagrożeniami związanymi z upływem czasu:

obejmuje rozpad spowodowany wstrząsami bez pamięci, starzenie się, prawdopodobieństwo zniszczenia i bariery absorbujące. Idea stojąca za antykruchością nie polega na opisowym podejściu do tych atrybutów ani na odkryciu tych dobrze obserwowanych zjawisk, ale na ujednoliconych ramach modelowania matematycznego integrujących wszystkie te klasy i centralnie przenoszących właściwości z domeny funkcjonalnej zależności dawka-odpowiedź do domeny probabilistycznej.

Niech y będzie odpowiedzią, $y = f(x)$ – funkcją zmiennej X , zmiennej losowej (lub deterministycznej); zajmujemy się $f(x)$; a nieliniowość f jest czynnikiem determinującym zmiany właściwości statystycznych x . Funkcje w

większości zastosowań są wypukłe lub wklęsłe, dając bogaty zestaw odpowiedzi – generalnie, im bardziej nieliniowa f , tym bardziej jej wyniki będą oderwane od własności statystycznych X .

Krytycznie rzecz biorąc, możemy nie zaobserwować pełnych własności X ze względu na niekompletność statystyczną, specyficzne zachowanie i niewystarczającą próbkę; ale z pewnością możemy ocenić zachowanie f za pomocą metod perturbacyjnych, w ciele i ogonach rozkładu. Czasami możemy nawet wpływać na funkcję, metodą zwaną „wypukłością” lub „obcinaniem ogonów”, mającą zastosowanie w finansach. Idea kontraktów polega na eliminowaniu, dzieleniu się lub przenoszeniu części rozkładu, co zmienia rozkład prawdopodobieństwa f .

Cała koncepcja opiera się na definicji kruchości, która w [1, 2] opiera się na następującej własności. Kruchość, ze względów probabilistycznych, musi towarzyszyć przyspieszonej reakcji na szkodę, ponieważ skumulowany efekt regularnych zdarzeń o wysokiej częstotliwości musi być mniejszy niż efekt tych pochodzących z ogonów rozkładu. Jest to efekt selekcji podobny do błędu przetrwania: liniowość w stosunku do szkody z konieczności zniszczyłaby obiekt pod wpływem typowego natężenia stresorów; to, co przetrwało, musi być nieliniowe, wykazując łagodniejszą reakcję w głównej części rozkładu i silniejszą w dalszej odległości od środka. Oszacowanie skutków ryzyka skrajnego opiera się na nieliniowości reakcji względem zdarzeń skrajnych [4], co ułatwia solidne testy warunków skrajnych poprzez skupienie się na przyspieszeniu, a nie tylko na wielkości.

Ponadto, przyspieszająca (superliniowa) reakcja na negatywne stresory (a także upływ czasu) i zwalniająca (subliniowa) reakcja na pozytywne rezultaty zwiastują kruchość; sytuacje odwrotne reprezentują antykruchość, ograniczoną oczywiście do określonego zakresu zmienności i określonego okna czasowego.

Można być kruchym poza zakresem zmienności, antykruchym wewnątrz (choć nie odwrotnie). Antykruchość nie jest bowiem lustrzanym przeciwieństwem kruchości. Nieodwracalne zerwanie jest barierą absorbującą, która zatrzymuje jednostkę w punkcie nieodwracalnej ruiny. To, co antykruche, nie jest absorbowane w podobny sposób; asymetria generuje trudności analityczne. Zauważamy również, że kruchość i antykruchość są powiązane z konkretnym źródłem zmienności. Systemy naturalne, a zwłaszcza biologiczne, są uniwersalnie nieliniowe w swoich reakcjach (czasami ekstremalnie, gdy efekt zmienia znak, co odzwierciedla powiedzenie „dawka czyni truciznę”); stąd nadają się one do analiz przekładających się z funkcjonalnego na probabilistyczne i odwrotnie, co stwarza falę zastosowań medycznych[3].

Jeden obszar badań o dużym potencjale może wykorzystać właściwość, że przejście od funkcjonalnego do probabilistycznego może również odbywać się w odwrotnym kierunku. Jednym z takich potencjalnych zastosowań medycznych jest określenie częstotliwości występowania w przeszłości klęsk głodu lub niedoborów grup żywnościowych (np. białka) w środowisku, z którego zaadaptowała się dana grupa ludzi. Mówiąc prościej: może to polegać na ocenie, jak nieregularne karmienie zwiększa lub zmniejsza wrażliwość na insulinę lub inny docelowy parametr, lub na ocenie optymalnej częstotliwości deprywacji dla autofagii.

Metoda ta może również rzucić światło na proces starzenia się wynikający z niedopasowania stylu życia do statystycznych cech przodków, a także na przyczynę wielu chorób wynikających z niedoboru czynników stresogennych. Zauważamy, że zarówno to, co nazywamy „systemami technicznymi”, czyli w dużej mierze sztucznymi i inżynieryjnymi, jak i „naturalne”, czyli w dużej mierze biologiczne, mają te same właściwości; prawdopodobnie wynika to z faktu, że posiadają te same cechy nieliniowości, szczególnie gdy rozpatruje się je dynamicznie, a nie za pomocą statyki porównawczej.

W tym tomie omówiono bogate zbiory wyników uzyskanych w wyniku badania własności funkcji $f(\cdot)$ w różnych dziedzinach.