

Przewidywanie zdarzeń ekstremalnych w układach sprzężonych oscylatorów mechanicznych w oparciu o uczenie maszynowe

Popularne streszczenie

Wiele zjawisk w szerokim zakresie nauk przyrodniczych i fizycznych oraz zastosowań inżynierskich charakteryzuje się obserwowalnymi zmiennymi parametrami, które mają rozkład normalny, to znaczy są zgodne ze statystyką Gaussa. Ponadto rozkład normalny ma interesujące właściwości matematyczne, dzięki którym oparte na nim metody statystyczne są proste obliczeniowo. Jednak w wielu aplikacjach zmienne losowo parametry znacznie odbiegają od tego rozkładu. Często „długie ogony” ich dystrybucji, zawierające skrajne, ale rzadkie ekstremalne zdarzenia, są szczególnie ważne dla pełnego zrozumienia omawianych zjawisk.

Zjawiska ekstremalne to takie, które wykraczają ponad przyjęte przeciętne normy, zdarzają się rzadko, tylko przy wystąpieniu szczególnych okoliczności i najczęściej niosą za sobą katastrofalne skutki dla otoczenia, w którym występują. Ekstremalne zdarzenia obejmują zjawiska naturalne (poważne trzęsienia ziemi, tsunami, huragany, powodzie, uderzenia asteroid, rozbłyski słoneczne itp.), awarie przemysłowe, załamania na rynkach finansowych i towarowych itp.), a także zjawiska, w przypadku których oddziałują na siebie czynniki naturalne i antropogeniczne. złożone sposoby (rozprzestrzenianie się epidemii, zmiany klimatu i pogody związane z globalnym ociepleniem itp.). W systemach inżynierskich można wymienić awarie części mechanicznych, duże drgania turbin czy niespodziewany przerwy w dostawach energii elektrycznej do części odbiorców.

Modelowanie zdarzeń odnosi się do wysiłków mających na celu scharakteryzowanie parametrów rozkładu statystycznego, procesów generatywnych lub dynamiki, które rządzą występowaniem statystycznie rzadkich zdarzeń, w tym między innymi katastrof naturalnych lub spowodowanych przez człowieka o dużym wpływie. Takie „modelowanie” może obejmować szeroki zakres podejść, w tym przede wszystkim modele statystyczne wywodzące się z danych historycznych o zdarzeniach i komputerowe modele oprogramowania, które próbują symulować procesy i dynamikę rzadkich zdarzeń. Modelowanie zdarzeń ekstremalnych obejmuje również starania o prognozowanie występowania podobnych zdarzeń w pewnym horyzoncie czasowym w przyszłości, co jest interesujące zarówno dla celów naukowych, jak i stosowanych.

Zrozumienie i przewidywanie ekstremalnych zdarzeń, jak również związanych z nimi anomalnych statystyk, jest wielkim wyzwaniem w złożonych systemach naturalnych i stworzonych przez człowieka. Algorytmy uczenia maszynowego mogą pomóc w tym, aby przewidywanie było łatwiejsze i dokładniejsze.

Uczenie maszynowe zwykle postrzegane jako część sztucznej inteligencji to badanie algorytmów komputerowych, które mogą poprawiać się automatycznie dzięki doświadczeniu i wykorzystaniu danych. Algorytmy uczenia maszynowego budują model na podstawie danych przykładowych, znanych jako dane szkoleniowe, w celu przewidywania lub podejmowania decyzji bez wyraźnego zaprogramowania w tym celu. Algorytmy uczenia się działają na podstawie tego, że strategie, algorytmy i wnioski, które działały dobrze w przeszłości, prawdopodobnie będą nadal działać dobrze w przyszłości. Programy uczenia maszynowego mogą wykonywać zadania bez wyraźnego programowania do tego. Polega to na uczeniu się komputerów na podstawie dostarczonych danych w celu wykonania określonych zadań. W przypadku prostych zadań przypisanych komputerom możliwe jest zaprogramowanie algorytmów, które informują maszynę, jak wykonać wszystkie kroki wymagane do rozwiązania danego problemu; ze strony komputera nauka nie jest potrzebna. W przypadku bardziej zaawansowanych zadań ręczne tworzenie potrzebnych algorytmów może być trudne. W praktyce skuteczniejsze może okazać się pomaganie maszynie w opracowaniu własnego algorytmu, zamiast konieczności określania przez ludzi każdego potrzebnego kroku.

Algorytmy uczenia maszynowego są wykorzystywane w wielu różnych zastosowaniach, takich jak medycyna, filtrowanie wiadomości e-mail, rozpoznawanie mowy i widzenie komputerowe, przewidywanie pogody, gdzie opracowanie konwencjonalnych algorytmów do wykonywania potrzebnych zadań jest trudne lub niemożliwe. W ramach tego projektu opracowujemy i analizujemy działanie algorytmów odpowiednich do predykcji ekstremalnych zdarzeń w sieciach sprzężonych oscylatorów. Kolejnym celem jest przewidywanie i transpozycja, dzięki głębokiemu zrozumieniu mechanizmów prowadzących do ekstremalnych zdarzeń, ich implikacji w kilku dobrze zidentyfikowanych kontekstach technologicznych.