

Inżynieria systemów antykruchych: zmiana filozofii projektowania

paź 6, 2025

Korzyści dla ludzi i NASA obejmują inżynierskie podejścia projektowe dla bardziej odpornych systemów, które mogą samodzielnie regulować zachowanie i dostosowywać się do nieprzewidywalnych okoliczności, bardziej adaptowalne systemy, które będą zachowywać się odpowiednio w niepewnym i nieznanym środowisku, bardziej niezawodne systemy, które będą zachowywać się zgodnie z przeznaczeniem, nowe rodzaje systemów i aplikacji, które są obecnie trudne do opanowania (np. inteligentne i uczące się maszyny), obniżone koszty i czas rozwoju systemów na dużą skalę w całym cyklu życia produktu (od badań do eksploatacji), kompleksową naukę w projektowaniu, w której względy społeczne, polityczne i ekonomiczne są uwzględniane w procesie projektowania, lepszą organizację i wykorzystanie siły roboczej poprzez wykorzystanie postępów w naukach pozainżynierskich w celu zapewnienia bardziej wydajnej i współpracującej siły roboczej oraz możliwości znaczącej innowacji i kreatywności na styku baz wiedzy.

Obecne metody projektowania według wymagań z definicji prowadzą do powstania delikatnych systemów. Wymagania ograniczają projekt i koncentrują się na tym, co wiadomo o systemie i jego środowisku operacyjnym. Potrzebne są nowe metody tworzenia systemów, które mogą dostosowywać funkcjonalność i wydajność do nieznanego. W poniższych sekcjach znajdują się krótkie opisy trwających badań, które przyjmują tę filozofię. Nie jest to wyczerpująca lista, ale przedstawia przykłady, jak zmiana filozofii projektowania może prowadzić do powstania systemów antykruchych. W tych przykładach systemy nie są projektowane pod kątem oczekiwań i przewidywań, lecz tak, aby uzyskiwać dostęp do środowiska w czasie rzeczywistym i dostosowywać się do bieżących zdarzeń, które nie muszą być w pełni znane w momencie projektowania.

[Read more](#)

Chociaż technologia poczyniła w ostatnim stuleciu zdumiewające postępy, społeczność inżynierska stoi przed problemami, które muszą zostać rozwiązane. Koszty i harmonogram produkcji dużych systemów rosną w nieproporcjonalnym tempie, a systemy te często nie działają zgodnie z przeznaczeniem.

Potrzebne są nowe systemy, których nie da się osiągnąć przy użyciu obecnych metod. Aby rozwiązać te problemy, NASA pracuje nad włączeniem koncepcji z zakresu nauki o złożoności do procesu inżynierskiego. Niektóre z tych problemów można rozwiązać poprzez zmianę filozofii projektowania. Zamiast projektować systemy tak, aby spełniały znane wymagania, które zawsze w pewnym stopniu prowadzą do ich kruchości, systemy powinny być projektowane, gdziekolwiek to możliwe, w sposób antykruchy: poprzez projektowanie poznawczych systemów cyberfizycznych, które potrafią uczyć się na podstawie własnych doświadczeń, adaptować się do nieprzewidywanych zdarzeń w otoczeniu i stawać się silniejsze w obliczu przeciwności losu. Przedstawiono kilka przykładów trwających badań nad zastosowaniem tej filozofii.