

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Zasadniczym celem projektu z zakresu geofizyki teoretycznej jest konstrukcja uniwersalnego modelu w postaci stochastycznego automatu komórkowego integrującego fundamentalne empiryczne prawa opisujące statystyczne własności trzęsień ziemi i umożliwiające badanie zależności pomiędzy tymi prawami.

Analizując dane pomiarowe zebrane dla bardzo różnorodnych obszarów na Ziemi dotyczące czasów pomiędzy kolejnymi występującymi tam trzęsieniami ziemi, Alvaro Corral odkrył w 2004 roku, iż prawdopodobieństwo czasu oczekiwania na następne trzęsienie może być opisane jednym uniwersalnym rozkładem, o ile czas jest wrażony w jednostkach odpowiadających średniej sejsmiczności danego regionu. Istnienie takiej jednej uniwersalnej formuły, niezależnej ani od lokalnych warunków geologiczno-tektonicznych, ani od tego jak bardzo aktywny sejsmicznie jest dany obszar, silnie wskazuje na uniwersalny charakter mechanizmu generowania rozkładu czasów oczekiwania dla trzęsień ziemi.

Przedmiotem badań projektu jest właśnie ten uniwersalny mechanizm generowania trzęsień ziemi, a dokładniej konstrukcja możliwie prostego modelu takiego mechanizmu w postaci stochastycznego automatu komórkowego. Model ten będzie rozwinięciem badanego od niemal dziesięciu lat tzw. Random Domino Automaton, opisującego powolne gromadzenie się energii i jej gwałtowne uwalnianie, określone odpowiednimi regułami losowymi.

Konstrukcja i analiza planowanych do badania modeli typu Random Domino Automaton wymaga stosowania zaawansowanych metod matematycznych (w tym procesy stochastyczne, teoria grafów, kombinatoryka analityczna, równania różnicowe, procesy Markowa), fizycznych (w tym układy złożone i – ogólnie rzecz ujmując – fizyka statystyczna) a także znajomości sejsmologii oraz umiejętności przeprowadzania symulacji numerycznych.

Nowatorskim elementem projektu są metody opisu analitycznego zastosowane do stochastycznych automatów komórkowych (standardowo badanych numerycznie) rozwijanych przez kierownika projektu od niemal 10 lat. Podejście to przyniosło już istotne rezultaty, także w zakresie poszukiwania nowych mechanizmów użytecznych przy wyjaśnianiu generowania trzęsień. W szczególności odkryte przez niego występowanie podwójnego stanu stacjonarnego (dla pewnej klasy parametrów Random Domino Automaton) zostało zinterpretowane jako własność rzucająca nowe światło na tzw. supercykle trzęsień, czyli następujące kolejno po sobie duże trzęsienia, jak to zostało przedstawione w edytorskim omówieniu Mark H. Kim „New dynamical systems modeling helps explain mega-earthquakes” (AIP Scilight) tegorocznego artykułu Z. Czechowski, A. Budek, and M. Białecki ”Bi-SOC-states in one-dimensional random cellular automaton” opublikowanego w prestiżowym czasopiśmie CHAOS.

Stanowiący centralny obiekt projektu model – jak każdy poprawny model trzęsień ziemi – musi odtwarzać obserwowane zależności jak np. prawo Gutenberga-Richtera, prawo Omori i inne. Celem naukowym projektu jest interpretacja tych obserwowanych praw poprzez reguły uwalniania energii oraz badanie na tej podstawie zależności między tymi prawami. W szczególności, realizacja badań pozwoli określić, czy np. rozkład Gutenberga-Richtera jest niezbędny dla osiągnięcia obserwowanego kształtu krzywej czasów oczekiwania, czy też inny (hipotetyczny) rozkład byłby równie dobry, i w konsekwencji, czy i jak lokalne odstępstwa od rozkładu Gutenberga-Richtera przejawiają się w zmianie kształtu krzywej dla czasów oczekiwania.

Zagadnienia badane w tym projekcie z zakresu geofizyki teoretycznej mają podstawowe znaczenie dla lepszego zrozumienia najbardziej fundamentalnych mechanizmów generowania i statystycznych własności trzęsień ziemi.