

Wieloskalowe modelowanie systemów biologicznych: obliczeniowe podejście do badania zjawisk naturalnych od poziomu komórki po ekosystemy

Andrzej Kokosza

Streszczenie

Badanie zjawisk naturalnych za pomocą modelowania matematycznego i symulacji komputerowej oferuje szerokie możliwości ze względu na złożoność, dynamiczną naturę i różnorodność wzorców obserwowanych w procesach takich jak pożary lasów czy wzrost roślin. Te zjawiska, począwszy od mechanizmów komórkowych, które kierują wzrostem i funkcjonowaniem żywych organizmów, po szeroko zakrojone dynamiki ekologiczne kształtujące nasze środowisko, prezentują unikalne zachowania i wyzwania. Takie badania nie tylko zwiększają nasze zrozumienie, ale również przesuwają granice tradycyjnych dyscyplin naukowych, przyczyniając się istotnie do nauk biologicznych oraz informatyki poprzez innowacyjne strategie obliczeniowe.

Niniejsza praca doktorska prezentuje rozwój i walidację kilku modeli obliczeniowych symulujących złożone procesy biologiczne na różnych skalach. Celem tej dysertacji jest po pierwsze wykazanie, że modele obliczeniowe mogą dokładnie odtwarzać i przewidywać złożone systemy biologiczne na różnych skalach; po drugie zilustrowanie konieczności zastosowania różnorodnych podejść do modelowania różnych zjawisk biologicznych; oraz po trzecie, pokazanie, że modele matematyczne można wykorzystać do walidacji lub kwestionowania istniejących teorii biologicznych oraz identyfikacji obszarów wymagających dalszych badań.

Przedstawiam trzy modele specyficznych zjawisk naturalnych, które zostały zwalidowane na podstawie danych empirycznych. Obejmują one dyskretny model formowania wzorca naczyniowego w *Arabidopsis thaliana*, ciągły model długodystansowego przesyłania sygnału w drzewach oraz zaawansowaną hybrydową symulację pożarów lasów. Wyniki potwierdziły postawione założenia oraz pozwoliły ocenić przydatność stosowanych paradygmatów modelowania w różnych scenariuszach. Odkrycia podkreślają kluczową rolę interdyscyplinarnego podejścia w poszerzaniu naszej wiedzy.

