



dr inż. Mateusz Sitko

Rozmowa z autorem pracy:

„Opracowanie wysokowydajnego obliczeniowo modelu automatów komórkowych dla rekrytalizacji”

Co sprawiło, że zajął się Pan modelowaniem struktur metali? Jakie aspekty są dla Pana najbardziej interesujące?

Najbardziej interesującym aspektem mojej pracy jest możliwość prowadzenia badań na styku dwóch dziedzin nauki, czyli wykorzystanie wiedzy z zakresu informatyki i inżynierii materiałowej do opracowania oraz implementacji systemów wspomagających opracowywanie nowych materiałów, a także technologii ich kształtowania. Już w trakcie studiów inżynierskich oraz magisterskich zainteresowałem się opracowaniem aplikacji do komputerowego wspomagania projektowania technologii kształtowania zaawansowanych stopów metali, wykorzystując koncepcję cyfrowego bliźniaka materiału. Praca ta pozwoliła mi bliżej poznać zagadnienia związane z koncepcją cyfrowej reprezentacji materiałów, która pozwala nie tylko odwzorować to, co dzieje się w materiale na niespotykanym dotąd poziomie dokładności, ale również przewidywać zachowanie materiału w coraz bardziej złożonych stanach naprężenia. W przypadku pracy z takimi materiałami jak nowoczesne stopy metali, najbardziej interesująca jest praktyczna strona rozwiązywania problemów oraz aplikacyjności uzyskanych rozwiązań.

W jaki sposób przybliżyłby Pan wykorzystanie automatów komórkowych dla symulacji rekrytalizacji osobie niezwiązanej z dziedziną?

Proszę sobie wyobrazić sytuację projektowania nowego elementu konstrukcyjnego, na przykład do samochodu, który musi spełniać wygórowane oczekiwania inżynierów, tak aby przy akceptowalnych kosztach zapewnić odpowiedni poziom bezpieczeństwa użytkowników. Uzyskanie takiego wyrobu gotowego związane jest z szeregiem różnych procesów przeróbki plastycznej i obróbki cieplnej. Jeśli chcemy uzyskać wyrób o dokładnie zadanym kształcie i wspomnianych parametrach użytkowych, konieczna jest precyzyjna kontrola wielu parametrów procesowych takich jak czas, temperatura, czy też sposób chłodzenia bądź nagrzewania. Te parametry bezpośrednio wpływają na zmiany zachodzące w materiale na poziomie mikrostruktury, która z kolei wpływa na własności użytkowe wyrobów gotowych. Dlatego też kontrolowanie wszystkich takich zmian w mikroskali, np. przebudowy mikrostruktury w wyniku rekrytalizacji statycznej, jest szczególnie istotne z punktu widzenia opracowania nowej technologii produkcji wyrobów o wymaganych własnościach. Automaty komórkowe są jedną z niewielu metod, przy pomocy której można w bezpośredni sposób odwzorować – a przez to kontrolować – to, co stanie się z mikrostrukturą materiału podczas przeróbki cieplno-mechanicznej.

Co stanowiło największe wyzwanie w badaniach obejmujących teorię metalurgii, modelowanie numeryczne, programowanie i eksperyment?

Największym wyzwaniem, które pojawiło się w trakcie realizacji pracy, były badania laboratoryjne przeprowadzone na stażu w Deakin University w Australii. Na potrzeby pracy doktorskiej

zaprojektowałem oraz przeprowadziłem eksperyment odkształcenia plastycznego wraz z różnymi cyklami obróbki cieplnej oraz późniejszą analizą metalograficzną. Ponieważ na co dzień w pracy zajmuję się głównie implementacją różnego typu algorytmów, było to dla mnie dużym wyzwaniem, ale równocześnie znacząco poszerzyło moje zrozumienie zachowania się materiału, z którym pracowałem.

Czy może Pan wskazać kamienie milowe pracy nad rozprawą doktorską?

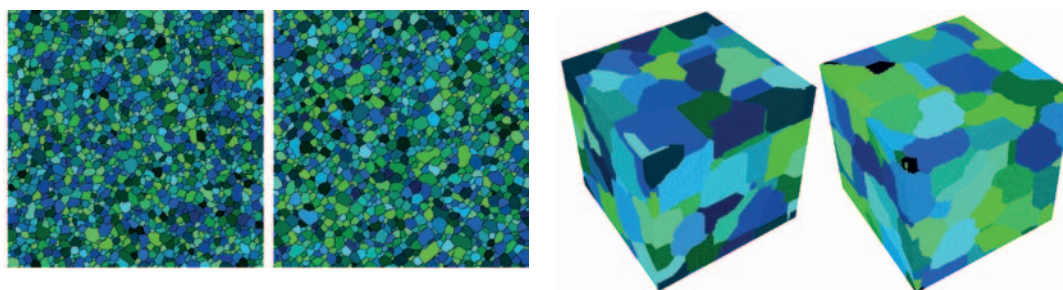
Pierwszym kamieniem milowym rozprawy doktorskiej było opracowanie i implementacja kompleksowego modelu automatów komórkowych rozwoju mikrostruktury podczas rekrytalizacji statycznej, z uwzględnieniem najważniejszych mechanizmów zachodzących podczas tego zjawiska. Drugim kluczowym etapem pracy były wspomniane badania laboratoryjne, które pozwoliły na identyfikację parametrów opracowanego modelu oraz jego późniejszą weryfikację. Ostatnim, najważniejszym aspektem była natomiast adaptacja opracowanych algorytmów do ich wykonania w sposób równoległy. Koncepcja zrównoleglenia wykorzystuje podejście dekompozycji w dziedzinie problemu do zastosowania w systemach wielowęzłowych, przy użyciu technologii MPI. Podczas tego etapu badań opracowano algorytmy odpowiedzialne za przesyłanie komunikatów, a także rozwiązano problemy związane z nakładaniem się obliczeń i komunikacji. Zaproponowano i zaimplementowano również różne mechanizmy komunikacji pomiędzy domenami obliczeniowymi.

W jaki sposób skorzystał Pan z zasobów udostępnianych przez Cyfronet? Jakie możliwości okazały się najcenniejsze?

Zasoby Cyfronetu pozwoliły na realizację obliczeń na bardzo dużych, dyskretnych przestrzeniach obliczeniowych. Przetwarzanie takich danych na klasycznych serwerach nie byłoby możliwe zarówno pod względem dostępności pamięci operacyjnej, jak i czasu obliczeniowego. Obliczenia realizowałem na klastrze Prometheus, m.in. dla cyfrowych bliźniaków mikrostruktur materiału otrzymanych we współpracy z laboratorium Los Alamos w Stanach Zjednoczonych, z wykorzystaniem akceleratora kołowego cząstek.

Jakimi wskazówkami mógłby się Pan podzielić z osobami dopiero rozpoczynającymi studia doktoranckie?

Najważniejszą radą, jaką mogę dać młodszym kolegom i koleżankom, to przede wszystkim znalezienie odpowiedniego zespołu, w którym pracują ludzie z pasją. Doktorat to praca dla samego siebie i jeśli będzie ona realizowana w przyjaznej atmosferze, to rozwiązywanie coraz trudniejszych problemów sprawi naprawdę dużo satysfakcji. Nawet jeśli ktoś po ukończeniu doktoratu nie myśli o pracy na uczelni, to realizując badania w ramach międzynarodowych projektów można zdobyć nie tylko bardzo dobre doświadczenie, ale także nawiązać współpracę z najlepszymi ośrodkami zagranicznymi, a podczas staży zagranicznych podszlifować język. Drugą radą, jaką mogę udzielić, to nie bać się ryzyka i podejmować wyzwania naukowe, które faktycznie umożliwią znaczące przesunięcie granic naszej aktualnej wiedzy!



Przykład dwu- oraz trójwymiarowej cyfrowej reprezentacji mikrostruktury