



dr inż. Jakub Chęciński

Rozmowa z autorem pracy:

“Modeling of magnetization dynamics in spintronic oscillators”

Co w największym stopniu zachęciło Pana do wyboru spintroniki jako kierunku badawczego?

Od zawsze bardziej interesowała mnie obliczeniowa strona fizyki. Każdy model jest w pewnym stopniu niedokładny, ale co sprawia, że niektóre modele są bardziej użyteczne od innych? Czy jesteśmy w stanie odtworzyć kompleksowe zjawiska prawdziwego świata, jeśli zaczniemy od kilku „cegiełek” i podstawowych zasad? Co, gdybyśmy mogli nieco naciągnąć te zasady? Jednocześnie, zaczynając studia, nie miałem pojęcia, w jakim obszarze badawczym mógłbym realizować to nastawienie. Spintronika pojawiła się jako odpowiedź na to pytanie, ponieważ wymaga bardzo rzetelnego podejścia obliczeniowego, a jednocześnie pozwala pracować w ścisłej relacji do informacji zwrotnej eksperymentu. Na szczęście znalazłem na AGH grupę silnie zmotywowanych badaczy o wysokich kompetencjach, którzy zajmują się spintroniką, co stało się dużą korzyścią dla mnie jeśli chodzi o postęp kariery naukowej.

Jak przybliżyłby Pan przedmiot badań osobie niezwiązanej z dziedziną?

Nanotechnologia już do tej pory zmieniła świat, w którym żyjemy, i będzie to robić nadal jako jeden z filarów przemysłu przyszłości. Jednak niezbędne badania eksperymentalne wiążą się ze znacznymi kosztami, zarówno w ujęciu pieniężnym, jak i czasu pracy oraz wysiłku badaczy. Z tego względu niezwykle ważne jest posiadanie narzędzi pozwalających na rzetelne modelowanie nano-swiata. Biorąc pod uwagę stopień skomplikowania procesów fizycznych, to podejście musi się opierać na metodach numerycznych i często wymaga wielu zasobów obliczeniowych. To również motywacja dla wyboru mojego przedmiotu badań: modelowania mikro-magnetycznego, skupiającego się na zrozumieniu i przewidywaniu zjawisk magnetycznych występujących w systemach nano-rozmiarowych, a w szczególności w urządzeniach spintronicznych, w których otrzymywanie, przechowywanie i przetwarzanie informacji jest zależne od własności magnetycznych tych urządzeń.

Jakich efektów w zakresie oscylatorów spintronicznych możemy się spodziewać w najbliższym czasie?

Oscylatory spintroniczne mają duży potencjał na najbliższą przyszłość. Szczególnie dotyczy to oscylatorów antyferromagnetycznych, stanowiących całkowicie nowy podobszar spintroniki. Obecnie jestem szczególnie podekscytowany opisanymi teoretycznie zaledwie kilka miesięcy temu tak zwanymi jednopoziomowymi oscylatorami antyferromagnetycznymi, które mogłyby działać w zmodyfikowanym rodzaju architektury i byłyby łatwiejsze do budowy eksperymentalnej. Kolejnym bardzo obiecującym kierunkiem są obecnie obliczenia neuromorficzne, wykorzystujące oscylatory jako „cegiełki” sztucznej inteligencji i projektujące oparte na biologii algorytmy, które rozwiązują problemy obliczeniowe istotnie szybciej od „klasycznych” odpowiedników. Oscylatory spintroniczne dobrze wpisują się w ten trend, ponieważ łączą gigahercowy (lub nawet większy) zakres prędkości z małym poborem energii elektrycznej i tolerancją temperatury pokojowej w sposób dostępny dla nielicznych implementacji sprzętowych.

Oprócz stworzenia modeli teoretycznych zaprogramował Pan również narzędzie mające ułatwić symulacje mikromagnetyczne. Jak opisałby Pan MAGE?

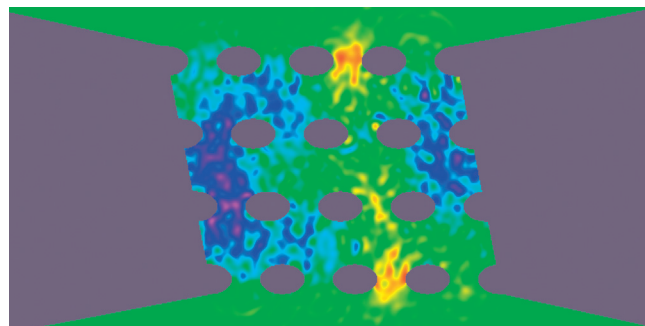
MAGE, czyli Mif/M-file Automatic GEnerator, jest oprogramowaniem, które napisaliśmy, aby ułatwić projektowanie symulacji mikromagnetycznych, szczególnie dla użytkowników mniej zaawansowanych lub w mniejszym stopniu skłaniających się do programowania. Był to mój pierwszy samodzielny projekt na studiach doktoranckich. Posłużył jako pewnego rodzaju przygotowanie metodologiczne dla późniejszych badań fizycznych, jakie zamierzałem wykonać w obszarze spintroniki. Wspólnie z zespołem opublikowaliśmy kod źródłowy w recenzowanym czasopiśmie specjalizującym się w oprogramowaniu naukowym i udostępniliśmy program poprzez platformę internetową. Od tamtej pory MAGE jest regularnie wykorzystywany przez badaczy – zarówno związanych z uczelniami, jak i z przemysłem. Dlatego mamy nadzieję, że stanie się użytecznym narzędziem do projektowania symulacji mikromagnetycznych.

Z jakich zasobów Cyfronetu Pan korzystał i w czym były pomocne?

Ze względu na głównie numeryczny charakter moich badań, w dużym stopniu polegałem na zasobach Cyfronetu. Zaczynając od superkomputera Zeus jeszcze na studiach magisterskich, aż po Prometheusa obecnie. To naprawdę imponujące, jak infrastruktura jest wciąż rozbudowywana, dostarczając użytkownikom potężne możliwości obliczeniowe przy utrzymaniu procedur biurokratycznych na poziomie bliskim zera. Kiedy rozmawiam z zagranicznymi kolegami pracującymi w tym samym obszarze, są oni autentycznie zaskoczeni dostępnością zasobów, ponieważ ich własne badania muszą się opierać albo na małych lokalnych klastrach, albo na wielkich i skomplikowanych systemach z rozbudowanymi regulaminami i długimi kolejkami oczekujących. Myślę, że może to stanowić źródło przewagi konkurencyjnej polskich naukowców, pod warunkiem, że wiedzą, jak zrobić z tego dobry użytek. W swojej pracy szczególnie doceniam infrastrukturę obliczeniową opartą na procesorach graficznych, ponieważ GPU stopniowo stają się uznawanym standardem w dziedzinie, co wiąże się z coraz większą ilością oprogramowania pisanego lub optymalizowanego z myślą o tej architekturze.

Na czym, bazując na Pańskim doświadczeniu, powinni skupić się początkujący badacze, w tym doktoranci?

Moim zdaniem pomaga posiadanie czystej wizji na temat tego, jakiego rodzaju projekt badawczy będzie jednocześnie realistyczny i interesujący. Każdemu, kto dopiero zaczyna, mógłbym poradzić: regularnie czytajcie literaturę naukową, żeby wiedzieć, nad czym pracują inni i bądźcie gotowi do korekty własnych planów. Dla osób zajmujących się modelowaniem jako takim: zaczynajcie od bardzo prostych przykładów i dopiero stopniowo zwiększajcie ich złożoność, osiągając powtarzalne wyniki. Według mnie, wiele osób nie dostrzega dostępności różnych rodzajów zasobów, które mogłyby uczynić wysiłek o wiele bardziej efektywnym. Cyfronet i infrastruktura PLGrid są tego dobrym przykładem – spędzenie jednego popołudnia na nauce korzystania z zasobów może zaoszczędzić dosłownie miesiące pracy w przyszłości. Na koniec, bardzo pomocna dla kariery jest możliwość pracy za granicą przez jakiś czas (na przykład w ramach programu NCN Etiuda), szczególnie, jeśli wybierze się grupę idącą dobrą ścieżką badawczą w danej dziedzinie.



Przykładowa macierz oscylatorów spintronicznych wykonujących obliczenia neuromorficzne. Kolory obrazują różne wartości względnej fazy magnetyzacji