

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Równoległe i wektorowe algorytmy rozwiązywania trójdzielnych układów równań liniowych typu Toeplitza na współczesnych architekturach wieloprocessorowych

Beata Dmitruk

Przewodnym celem niniejszej rozprawy doktorskiej jest opracowanie wydajnych i dokładnych algorytmów numerycznego rozwiązywania układów równań liniowych z macierzą współczynników trójdzielną typu Toeplitza oraz dokładniejszych metod sumujących bez zmniejszenia wydajności czasowej, których wektorowo-równoległe implementacje umożliwiają dobre wykorzystanie własności współczesnych architektur wieloprocessorowych.

Pierwszym z uzyskanych wyników jest sformułowanie algorytmów rozwiązywania omawianych układów z uwzględnieniem budowy współczesnych komputerów. Następnie utworzone zostały implementacje w języku C z wykorzystaniem interfejsów pozwalających na włączenie procesów równoległości, tj. OpenMP (na CPU) i OpenACC (implementacje przenośne: CPU i GPU). Następnie przedstawiono różne formaty danych, pozwalające na lepszy dostęp do pamięci. Oprócz standardowego kolumnowego formatu danych przedstawiono również format wierszowy, jak i efektywną zamianę pomiędzy nimi z wykorzystaniem pamięci podręcznej oraz implementacje, w której obliczenia są przeprowadzane z wykorzystaniem bloku pamięci podręcznej bez zamiany całej tablicy danych. Wykorzystanie innych formatów znacząco przyspieszyło działanie funkcji na procesorach graficznych, wliczając nawet czas potrzebny na konwersję formatów. Pokazano implementacje przenośne pomiędzy CPU i GPU, heterogeniczne - działające na dwóch kartach graficznych oraz hybrydowe działające jednocześnie na CPU i GPU.

Przedstawiono również implementacje algorytmów Kahana i Gilla-Møllera w sposób pozwalający na włączenie procesów wektorowych za pomocą funkcji wbudowanych (ang. *intrinsics*) oraz procesu równoległości przy użyciu OpenMP. Wyniki dokładności obu algorytmów sumowania z poprawkami są znacząco lepsze niż wykorzystanie zwykłego sumowania, a funkcje zrównoleglone i zwektoryzowane działają w znacząco krótszym czasie niż zwykle sumowanie. Funkcje tylko zwektoryzowane działają w czasie podobnym do zwykłego sumowania, a jednocześnie poprawiają dokładność wyniku. Następnie podejście to wykorzystano w algorytmach całkowania numerycznego oraz w metodzie rozwiązywania szczególnego przykładu trójdzielnego układu równań liniowych typu Toeplitza. W obu rozpatrywanych przykładach wykorzystanie sumowania z poprawkami poprawiło dokładność wyników.

Otrzymane rezultaty potwierdzają słuszność tezy stawianej w niniejszej rozprawie, że zrównoleglenie i wektoryzacja pozwalają na znaczące przyspieszenie działania implementacji algorytmów numerycznych rozwiązujących układy równań o macierzach trójdzielnych typu Toeplitza na współczesnych procesorach, procesorach graficznych oraz architekturach hybrydowych.