

Gliwice 4.07.2024

Dr hab. inż. Adam Domański prof. PŚ
Katedra Systemów Rozproszonych i Urządzeń Informatyki
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki
Politechnika Śląska
ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice
adam.domanski@polsl.pl

Tytuł rozprawy: Wydajne algorytmy równoległe w modelowaniu hydrologicznym

Autor rozprawy: mgr Bartłomiej Kotyra

Promotor rozprawy: dr hab. Przemysław Stpiczyński prof. UMCS

Dziedzina: nauki techniczne

Dyscyplina: informatyka techniczna i telekomunikacja



1 Temat i cel rozprawy

Prace opisane w niniejszej rozprawie miały na celu opracowanie nowych, wydajnych algorytmów równoległych, służących realizacji wybranych zadań z dziedziny modelowania hydrologicznego i systemów informacji geograficznej (GIS). Doktorant w ramach prac przeanalizował takie zagadnienia, jak obliczanie akumulacji spływu powierzchniowego, wyznaczanie zlewni oraz identyfikacja najdłuższych ścieżek spływu. Zaproponowane w ramach pracy artykuły algorytmy porównano do znanych istniejących i znanych z literatury algorytmów.

Wybór tematu jest dobrze uzasadniony motywowany jest bowiem realnymi problemami wydajnego modelowania hydrologicznego. Tworzenie nowych, wydajnych algorytmów równoległych jest kluczowe dla postępu w dziedzinie modelowania hydrologicznego i systemów informacji geograficznej (GIS). Te zaawansowane algorytmy umożliwiają skuteczniejsze i szybsze przetwarzanie ogromnych ilości danych, co jest niezbędne do dokładnego modelowania procesów hydrologicznych oraz analizy informacji geograficznej. Efektywność tych algorytmów jest kluczowa dla uzyskania wiarygodnych wyników w czasie rzeczywistym, co jest szczególnie ważne w sytuacjach kryzysowych, takich jak klęski żywiołowe.

2 Zawartość i charakter rozprawy

Praca składa się z pięciu rozdziałów którym przedstawiono najważniejsze elementy pracy doktorskiej. Do pracy dołączono trzy wysokopunktowane artykuły opublikowane w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu, które stanowią główny trzon pracy. Rozdział 1 jest krótkim wstępem do pracy. Przedstawiono w nim tezę oraz cele pracy. Rozdział 2 to krótkie wprowadzenie do tematyki obliczeń równoległym. W rozdziale tym zostały przedstawione architektury sprzętowe oraz biblioteki programistyczne wykorzystane w pracy. Rozdział 3 opisuje problematykę modelowania hydrologicznego oraz systemów informacji geograficznej.

W rozdziale tym przedstawiono problemy, które algorytmicznie zostały rozwiązane w pracy. W rozdziale 4 skrótowo przedstawiono problematykę oraz uzyskane wyniki przedstawione w artykułach stanowiących trzon pracy. Rozdział Piąty to podsumowanie pracy. Pełna wersja artykułów została dołączona na końcu pracy.

Jak wspomniano powyżej na główny trzon pracy doktorskiej składają się trzy artykuły. W dwóch z nich doktorant jest pierwszym autorem. W trzecim doktorant jest jedynym autorem.

Do najważniejszych osiągnięć doktoranta należy zaliczyć:

- opracowanie nowych, równoległych wersji algorytmów, które zwiększają efektywność modelowania hydrologicznego oraz systemów informacji geograficznej,
- przeprowadzenie eksperymentów pozwalających na ocenę przydatności zaproponowanych algorytmów.

3. Teza rozprawy

Teza postawiona przez doktoranta na początku pracy brzmi następująco:

„Odpowiednio zaprojektowane i zaimplementowane algorytmy równoległe, przeznaczone do rozwiązywania zadań z obszaru modelowania hydrologicznego i systemów informacji geograficznej, mogą pozwolić na istotną poprawę wydajności obliczeń w stosunku do obecnie stosowanych rozwiązań”.

Tezę sformułowano jasno i poprawnie. Prawidłowo odzwierciedla ona tematykę rozprawy. Postawiona teza oraz uzyskane wyniki wykraczają poza obecny stan wiedzy.

W rozprawie wykazano prawdziwość tezy poprzez:

- opracowanie szybkiego i skalowalnego algorytmu równoległego, przeznaczonego do obliczania macierzy akumulacji spływu (artykuł: High-performance parallel implementations of flow accumulation algorithms for multicore architectures),

- opracowanie mechanizmu wyznaczania zlewni z wykorzystaniem architektur równoległych (artykuł: High-performance watershed delineation algorithm for GPU using CUDA and OpenMP),
- opracowanie szybkiego i skalowalnego algorytmu równoległego identyfikacji najdłuższych ścieżek spływu w zlewniach (artykuł: Fast parallel algorithms for finding the longest flow paths in flow direction grids).

Realizowane prace skupiały się na skróceniu czasu wykonania wybranych algorytmów. Efekt ten uzyskano wykorzystując wielordzeniowe architektury CPU jak i struktury GPU, ale również poprzez modyfikację dobrze znanych iteracyjnych algorytmów.

Pomiary wydajności zrealizowano na zróżnicowanych danych testowych

Należy stwierdzić, że wnioski o prawdziwości tezy są jak najbardziej uzasadnione.

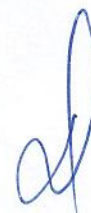
4. Analiza źródeł i zastany stan wiedzy

Bibliografia recenzowanej pracy obejmuje 55 pozycji. Bibliografie artykułów przedstawionych jako doktorat artykułów obejmuje kolejno 66, 66 oraz 51. Źródła zostały wykorzystane prawidłowo w odpowiednim kontekście. W pracy doktorant odnosi się również do prac najnowszych z tej dziedziny. Założenia do badań przedstawione w trzech wysoko punktowanych artykułach, stanowiących główny trzon pracy, są dobrze umotywowane przez odpowiedni dobór źródeł. Stan wiedzy stanowiący punkt odniesienia (zarówno z punktu widzenia znanych wcześniej technik obliczeniowych jak i istniejących algorytmów) do zrealizowanych badań został dobrze zaprezentowany.

5. Znaczenie wyników

Jak zostało wspomniane wcześniej prace zrealizowane w ramach doktoratu dotyczą opracowania nowych, wydajnych algorytmów równoległych, służących realizacji wybranych zadań z dziedziny modelowania hydrologicznego i systemów informacji geograficznej (GIS).

Algorytmy tego typu są oczywiście znane z literatury i powszechnie używane. Nowością zaproponowaną w tej pracy jest wykorzystanie architektur przetwarzania równoległego (zarówno CPU jak i GPU) do zwiększenia ich efektywności. Autor zaproponował również pewne modyfikacje konieczne aby wzrost efektywności był widoczny.



Dokładne modelowanie procesów hydrologicznych oraz analiza informacji geograficznej wiąże się z przetwarzaniem ogromnej liczby danych. Zaproponowana metodyka zrównoleglenia algorytmów wydaje się być tutaj niezwykle przydatna

6. Redakcja rozprawy i prezentacja wyników

Układ rozprawy jest przejrzysty i czytelny. Podział na rozdziały jest jak najbardziej prawidłowy i adekwatny do zawartości i tematu pracy.

Praca została napisana starannie pod względem językowym i typograficznym. Drobne błędy pojawiające się w pracy (np. kropka po skrócie dr na stronie tytułowej) nie wpływają w żaden sposób na odbiór pracy jako takiej.

7. Słabe strony i uwagi krytyczne

Przedstawione poniżej uwagi krytyczne mają charakter dyskusyjny i w żaden sposób nie wpływają na moją pozytywną oceną niniejszej pracy.

- W pracy pojawiają się drobne niewielkie błędy związane z językiem i stylem pracy (m. in. błędy interpunkcyjne). Nie wpływają one jednak na przejrzystość pracy i nie utrudniają jej czytania.
- Rozdział 3 opisujący zagadnienia z zakresu hydrologii i systemów informacji geograficznej nie zawsze w klarowny sposób opisuje tę problematykę. Przykładowo rysunek 3.2 opisujący raster kierunku spływu mógłby być precyzyjniej opisany. Mam na przykład wątpliwości czy strzałka rząd 1 kolumna 2 jest poprawna. Podobnie z opisem rysunku 3.4. Warto byłoby wyjaśnić jak dochodzi do wyboru i wskazania komórki jako punkt ujścia.
- W części podsumowującej pracę warto byłoby odnieść się do uzyskanych (i opisanych w artykułach) numerycznych wyników.
- Dołożenie komentarzy do przedstawionych listingów ułatwiłoby czytelnikowi analizę kodu.
- w ramach prac autor wykorzystał model profesjonalnej karty graficznej (z wysokiej półki cenowej). Moim zdaniem warto byłoby również porównać czas przetwarzania algorytmu dla innych modeli kart graficznych o różnej przepustowości pamięci oraz o różnej liczbie jednostek obliczeniowych.



8. Posumowanie i wniosek końcowy

Analiza rozprawy doktoranta pozwala stwierdzić, że została ona przygotowana rzetelnie i wnosi ona znaczący wkład w dyscyplinę informatyka techniczna i telekomunikacja. Badania zrealizowane w ramach prac zostały poprawnie zaplanowane i zrealizowane, a uzyskane wyniki zostały poprawnie przedstawione. Potwierdza też ona zdolność Kandydata do prowadzenia dalszej pracy naukowej samodzielnie.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa pt. „Wydajne algorytmy równoległe w modelowaniu hydrologicznym” spełnia warunki określone w artykule 187 ustęp 1 i 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 r. poz. 1668 z późniejszymi zmianami). W związku z tym, wnioskuję o dopuszczenie rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Bartłomieja Kotyra do publicznej obrony i dalszych etapów postępowania doktorskiego.

