

Sprawozdanie z realizacji projektu (liczby pierwsze) i eksperymentu obliczeniowego

Wstęp:

- Nazwa zaliczanego przedmiotu: laboratorium z przetwarzania równoległego
- **Imiona i nazwiska** autorów sprawozdania, numery indeksów, numer grupy dziekańskiej i termin zajęć laboratoryjnych.
- Terminy: wymagany i termin rzeczywisty oddania sprawozdania.
- Informacja czy sprawozdanie jest wersją pierwszą czy też wersją poprawianą – w przypadku poprawiania sprawozdania wymagane jest zaznaczenie w sposób czytelny (kolorem tekstu lub wyodrębnieniem akapitu) zmodyfikowanych fragmentów sprawozdania.
- Krótki opis treści realizowanego zadania
- Adres email kontaktowy do autorów sprawozdania.

Punkt 1:

- Opis wykorzystanego systemu obliczeniowego:
 - oznaczenie używanego procesora i jego parametry: liczba procesorów fizycznych, liczba procesorów logicznych, oznaczenie typu procesora, wielkość i organizacja pamięci podręcznych rdzenia/procesora, oraz wielkość i organizacja bufora translacji adresów procesora (jeśli te informacje są dostępne i znaczące dla analizy efektywności),
 - wersja systemu operacyjnego, wersja i nazwa oprogramowania użytego do przygotowania kodu wynikowego i przeprowadzenia testów.

Punkt 2:

- Prezentacja przygotowanych wariantów kodów z wyjaśnieniem przewidywanego przebiegu przetwarzania. W sprawozdaniu powinny się znaleźć, z wyjaśnieniem zawartości poszczególnych linii kodu i znaczenia użytych zmiennych, kluczowe fragmenty kodów charakterystyczne dla poszczególnych wersji kodu. Kolejne wersje kodu powinny zostać oznaczone w sposób skrótowy jednoznaczny i nazwą nawiązującą do wariantu użytego algorytmu i sposobu podziału pracy wątków. Oznaczenia te powinny zostać użyte w dalszej części sprawozdania: w prezentacji wyników eksperymentów i wniosków związanych z poszczególnymi wariantami kodu. W opisie przebiegu przetwarzania (dla poszczególnych wariantów kodu) należy uwzględnić:
 - zagadnienie **podziału** pracy –charakterystyka zbiorów zadań wykonywanych równoległe (opis zakresu zadania, wielkość zbioru zadań i koszt wykonania zadania (czas) (jednakowy, zmienny, zależności),
 - sposób **przydziału** zadań do procesorów – kiedy i w jakiej liczbie zadania są przydzielane do procesorów,
 - uzasadnić wybrany sposób podziału przetwarzania na zadania i sposób przydziału zadań w powiązaniu ze spodziewanym zrównoważeniem/brakiem zrównoważenia procesorów przetwarzaniem,
 - omówić dyrektywy i klauzule Open MP użyte w kodzie i ich znaczenie dla poprawności i efektywności przebiegu obliczeń,
 - omówić występujące w kodzie potencjalne problemy poprawnościowe: wyścig (co to jest wyścig, dlaczego w kodzie występuje/ nie występuje i jaki jest jego wpływ na poprawność wyników i prędkość przetwarzania).
 - omówić występujące w kodzie potencjalne problemy efektywnościowe:
 - false sharing (co to jest false sharing i jak często (w porównaniu do podstawowej operacji dodawania lub dzielenia) będzie występował podczas obliczeń w **poszczególnych funkcjach**,
 - synchronizacja – czy i gdzie w kodzie występuje i jak wpływa na czas obliczeń,
 - brak zrównoważenia procesorów obliczeniami.

Punkt 3:

Prezentacja wyników i omówienie przebiegu eksperymentu obliczeniowo-pomiarowego:

- a) omówienie jakie kodu (opisane wcześniej w sprawozdaniu) były testowane, jakich instancji przetwarzanie dotyczyło, dla jakich instancji (reprezentatywnych do porównań charakterystycznych wariantów przetwarzania) uruchomiono ocenę jakości przetwarzania i prezentowane są wyniki szczegółowe przetwarzania na poziomie miar jakości obliczonych na podstawie zdarzeń procesora.
- b) opisanie własnymi słowami zasad pracy oprogramowania Intel Vtune i zbierania informacji o efektywności przetwarzania, określenie znaczenia zebranych i prezentowanych w sprawozdaniu informacji; informacja o wykorzystanych trybach pracy narzędzi oprogramowania Intel VTune.
- c) tabela z wynikami z czytelnym określeniem jakich uruchomień dotyczy: testowany wariant kodu i parametrami instancji; (warto aby tabele były jedna lub dwie, zwarte, dobrze wykorzystujące przestrzeń strony/stron opracowania, tabela zbiorcza zorientowana portrait - tak samo jak tekst (łatwa do czytania bez konieczności obrotu ekranu komputera) i w sposób czytelny prezentowała kluczowe parametry, które są z wynikami eksperymentu oraz miary wyliczone:

- czas przetwarzania – czas upływający podczas przetwarzania od momentu rozpoczęcia obliczeń do gotowości tablicy zawierającej jednoznaczne informacje o zbiorze liczb pierwszych Tobl lub Elapsed time (wyznaczony w ramach eksperymentu Microarchitecture Exploration dla Intel Vtune Profiler),
 - liczba instrukcji kodu asemblera (instructions retired),
 - liczba cykli procesorów w czasie wykonywania badanego kodu – (clockticks),
 - udział procentowy wykorzystanych zasobów procesora do przetwarzania kodu (retiring),
 - „ograniczenie wejścia” - udział procentowy w ograniczeniu efektywności przetwarzania części wejściowej procesora (front-end bound),
 - „ograniczenie wyjścia” - udział procentowy w ograniczeniu efektywności przetwarzania części wyjściowej procesora (back-end bound),
 - „ograniczenie systemu pamięci” - udział procentowy w ograniczeniu efektywności przetwarzania systemu pamięci (memory bound),
 - „ograniczenie jednostek wykonawczych” - udział procentowy w ograniczeniu efektywności przetwarzania jednostek wykonawczych procesora (core bound),
 - efektywne wykorzystanie rdzeni fizycznych procesora – „effective physical core utilization” – dodatkowe informacje jeśli występuje niezrównoważenie – na podstawie widoku Effective CPU Utilization Histogram lub widoku Bottom-up w ramach eksperymentu Microarchitecture Exploration dla Intel Vtune Profiler,
 - przyspieszenie przetwarzania równoległego dla badanego wariantu kodu równoległego – parametr ten (dla reprezentatywnej wielkości instancji) jest ilorazem czasu przetwarzania **najlepszego** dostępnego przetwarzania sekwencyjnego (dowolnym algorytmem w tym samym systemie) oraz czasu przetwarzania równoległego, dla którego przyspieszenie jest wyznaczane,
 - prędkość przetwarzania liczona jako liczba przetestowanych liczb w jednostce czasu z uwzględnieniem wielkości badanego zbioru liczb,
 - efektywność przetwarzania równoległego jako iloraz przyspieszenia przetwarzania równoległego i liczby użytych w przetwarzaniu procesorów fizycznych.
- d) wartości parametrów powinny być prezentowane w formacie pozwalającym na ich czytelne porównanie - wartości wraz z jednostkami prezentowanych wartości: przykładowo: czas przetwarzania 0,0053 s, prędkość obliczeń 1,23E+05 1/s (liczba zbadanych liczb na sekundę obliczeń).
- e) oprócz powyżej wymienionych miar efektywności obliczeń można przedstawić dodatkowe miary szczegółowe dostępne w wynikach przetwarzania, które w przypadku gdy wąskim gardłem ograniczającym wzrost prędkości, będą określały jaki element systemu pamięci powoduje opóźnienie przetwarzania: dostęp do poziomów pamięci podręcznej L1, L2, L3, dostęp do danych w pamięci operacyjnej, czy ograniczenia wynikające z dostępu do adresu wirtualnego w buforze translacji (DTLB lub STLB). Taka analiza choć nieobowiązkowa (umożliwia uzyskanie wyższej oceny), przy dobrym zrozumieniu miar i ich prezentacji znaczenia pozwala na głębsze spojrzenie w przyczyny braku pełnej wydajności przetwarzania.

Punkt 4

Wnioski. W wnioskach należy:

- porównać jakość (stosunek wielkości prędkości) rozwiązań problemu przy użyciu różnych zaproponowanych w badanych kodach podejść – w oparciu o prędkość przetwarzania lub czas obliczeń przy jednakowych instancjach problemu.
- podsumować czy użyte podejścia efektywnie (w jakim stopniu) wykorzystują struktury wewnętrzne procesora, jakie wąskie gardła pojawiają się w poszczególnych wariantach kodu i czy jest możliwość poprawy w tym zakresie lub znaleziono rozwiązanie, które pozwala na lepsze (w jakim stopniu) wykorzystanie jednostek wewnętrznych procesora, czy są warianty kodu, które w lepszy sposób niż pozostałe wykorzystują zasoby procesora i dostarczają przetwarzania przewyższającego efektywnością inne podejścia.
- podsumować użyte podejścia pod kątem jakości zrównoleglenia przetwarzania. W tej analizie należy wykorzystać przede wszystkim przyspieszenie, efektywność oraz dodatkowo „efektywne wykorzystanie rdzeni fizycznych procesora”; ostatni parametr jest tutaj miarą pomocniczą gdyż efektywne - zrównoważone wykorzystanie rdzeni fizycznych nie zawsze doprowadza do obliczeń o najkrótszym czasie.

- określić, które podejście okazało się najlepsze/najgorsze pod względem prędkości przetwarzania, czy ta przewaga jest niezależna od liczby użytych procesorów i rozmiaru testowanej instancji. Jakie są przyczyny tych wyników. Jak duża jest odległość jakości pod kontem ilorazu uzyskanej prędkości przetwarzania (np. metoda A charakteryzuje się prędkością X razy większą od metody B w przypadku przetwarzania równoległego na Y procesorach (sekwencyjnego) dla instancji analizującej ciągły zakres K liczb nie większych od L .
- Jakie podejście równoległe jest najbardziej efektywne, czy efektywność skaluje się ze wzrostem liczby procesorów (jest stała, w jaki sposób się zmienia), jak wygląda przegląd efektywności użytych podejść. Jakie są przyczyny tych wyników.
- Jakie ograniczenia wykorzystania procesora dominują w poszczególnych metodach rozwiązania problemu.
- proszę używać do porównania miar względnych – np. przetwarzane trwało 2 razy krócej, a nie o 2 sekundy krócej, prędkość wzrosła o 100%, a nie o 10000 zbadanych liczb na sekundę i w sposób jednoznaczny (poprzez podanie nazwy wariantu kodu i parametrów uruchomienia) wskazywać porównywane warianty uruchomień.

W próbie uzasadnienia przyczyn wysokiej lub niskiej efektywności poszczególnych podejść do realizacji kodu proszę odwoływać się w sposób jednoznaczny do **poszczególnych wartości** miar w tablicy wyników (należy określać położenie porównywanych wartości w tablicy wyników eksperymentu) i **poszczególnych linii kodu** omawianej wersji kodu (znaczenia występujących w tych liniach konstrukcji językowych), rysunków zawierających graficzne efekty pracy oprogramowania Intel Vtune (zrzuty ekranu z pełnym wyjaśnieniem zawartości). Proszę unikać sformułowań ogólnych typu szybki, wolny, lepszy, gorszy oraz uwzględnić znaczenie wartości parametru: jeżeli stosunek trafień do pamięci ma wartość 0,5 lub 0,00001 to jego dwukrotny wzrost ma różne konsekwencje na czas przetwarzania, podobnie różne znaczenie dwukrotny wzrost wartości przyspieszenia przetwarzania równoległego wynoszącego 5 lub 0,3.

Przygotowanie sprawozdania

Forma opracowania: sprawozdanie w formie elektronicznej wymagane jest w terminie jednego tygodnia od 4 spotkania laboratoryjnego (oddzielne miejsca składania opracowań dla poszczególnych grup) W sprawozdaniu zawierającym powyżej wymienione elementy składowe:

- powinny być **ponumerowane strony**,
- każdy obiekt sprawozdania (poza tekstem ciągłym): listing kodu, rysunek, wzór, tabela powinien posiadać **numer kolejny i podpis** określający jego zawartość w sposób jednoznaczny i pełny (bez konieczności odwoływania się do otaczającego obiektu tekstu).

Podsumowanie i ocena realizacji projektu

Po sprawdzeniu merytorycznej zawartości zostanie wystawiona ocena. Możliwe jest skierowanie sprawozdania nie spełniającego powyżej opisanych wymagań do uzupełnienia i/lub rozmowa z autorami na temat przebiegu eksperymentu i zawartości sprawozdania. Ewentualne uzupełnienia sprawozdania powinny zawierać zaznaczone dodane elementy, sprawozdanie należy uzupełnić w terminie 7 dni od otrzymania informacji.

Terminy

Nieuzasadnione opóźnienie w oddaniu sprawozdania obniża ocenę przyznaną za jakość sprawozdania. Obniżają ocenę o ½ stopnia następujące opóźnienia - po terminie, po tygodniu, po 2 tygodniach, po 3 tygodniach). Przekroczenie terminu oddania o 4 tygodnie powoduje wystawienie oceny ndst z pierwszego terminu zaliczenia laboratorium przetwarzania równoległego i konieczność indywidualnego wystąpienia Studenta o wydanie nowego tematu zadania zaliczeniowego.

Konsultacje:

Trudności praktyczne i koncepcyjne związane z realizacją projektu mogą Państwo zgłaszać przez email. Spotkania konsultacyjne odbywają co tydzień zgodnie z przekazanymi w ekursy informacjami. Możliwe są także dodatkowe spotkania w miarę potrzeb.

Literatura:

Wykłady i literatura przedmiotu
Opracowania: Vtune_koncepcja, praktyczne_wprowadzenie_VtuneProfiler
Dokumentacja Intel Vtune Profiler

Opis przygotowany: 19.03.2024.