

Sprawozdanie 1

Obliczenia dużej mocy

Andrzej Żwirko
55575

1. Wstęp

Celem badania była analiza wydajności algorytmu mnożenia macierzy w zależności od liczby wątków i wielkości danych. Testy przeprowadzono na dwóch procesorach: Apple M2 Pro oraz Intel i7-8700K, dla trzech rozmiarów macierzy: 256×256, 512×512 i 1024×1024. Każdy test wykonano ze zwykłym dostępem do pamięci oraz z transpozycją celem poprawy wydajności.

Oczekiwania:

- 1. Transpozycja powinna przyspieszyć program poprzez lepsze wykorzystanie pamięci cache
- 2. M2 Pro powinien osiągnąć lepsze czasy ze względu na architekturę
- 3. Alokacja dynamiczna może mieć ujemny wpływ na wydajność

2. Wyniki czasowe

STATYCZNIE							
bez transpozycji							
	M2 Pro - 10 Threads				i7-8700k - 12 Threads		
	256	512	1024		256	512	1024
1	0.0529689	0.299627	2.33664	1	0.0520047	0.614356	5.6186
2	0.0315848	0.16551	1.23225	2	0.0277931	0.350951	2.84212
4	0.0168721	0.0981797	0.648652	4	0.0224693	0.192967	1.54736
8	0.0121386	0.0649661	0.445711	8	0.0137231	0.136856	1.09262
10	0.00993025	0.0575206	0.412388	12	0.0104621	0.11705	1.00888
z transpozycją							
	256	512	1024		256	512	1024
1	0.0546064	0.283472	2.06958	1	0.0448363	0.350823	2.80887
2	0.0201179	0.159082	1.08479	2	0.0235353	0.182817	1.50793
4	0.0125825	0.0937765	0.563056	4	0.0126408	0.108467	0.845207

8	0.0134619	0.0592905	0.32893	8	0.0113353	0.0778837	0.567919
10	0.0107057	0.0494582	0.30541	12	0.0087989	0.0650821	0.489521
DYNAMICZNIE							
bez transpozycji							
	M2 Pro - 10 Threads				i7-8700k - 12 Threads		
	256	512	1024		256	512	1024
1	0.0614474	0.313193	2.42089	1	0.0647694	0.75632	7.01632
2	0.034583	0.172917	1.26826	2	0.0328439	0.397131	3.43416
4	0.023611	0.100233	0.666461	4	0.0222212	0.231965	1.90919
8	0.0159915	0.0718016	0.448226	8	0.0172992	0.15891	1.42195
10	0.014154	0.0649056	0.43809	12	0.0138892	0.126484	1.1626
z transpozycją							
	256	512	1024		256	512	1024
1	0.057771	0.284383	2.09676	1	0.0533197	0.427852	3.47592
2	0.0339491	0.1606	1.1006	2	0.0279695	0.219556	1.79865
4	0.0200334	0.0947743	0.575048	4	0.0158222	0.13762	1.16259
8	0.0169228	0.0612153	0.359274	8	0.0120466	0.0904688	0.737161
10	0.0146216	0.055797	0.325036	12	0.0105109	0.0759537	0.58634

3. Porównanie Architektur Procesorów

MacBook z M2 Pro jest około 2,4 razy szybszy niż Intel dla dużych macierzy (1024×1024).
Przyczyny: Lepsze przewidywanie dostępu do pamięci - procesor lepiej odgaduje, jakie dane będą potrzebne.

Intel osiąga 51% przyspieszenia z transpozycją, podczas gdy M2 Pro tylko 26%.

4. Kluczowe Wnioski

1. Skalowanie wątków

- Przejście z 1 na 2 wątki zawsze daje znaczące przyspieszenie (~2x)
- Każde kolejne podwojenie wątków daje mniejszą poprawę
- Nasycenie występuje około 8 wątków
- Wątki powyżej liczby rdzeni fizycznych prawie nie pomagają

2. Wpływ transpozycji

- Intel: transpozycja jest bardzo ważna (do 51% przyspieszenia)
- M2 Pro: transpozycja przydatna dla dużych macierzy (26%), ale nie dla małych
- Wnioski: organizacja danych w pamięci ma duże znaczenie, szczególnie dla Intela

3. Architektura procesora ma znaczenie

- M2 Pro jest lepszy dla tego typu zadań
- Intel jest wolniejszy ale może być przyspieszony za pomocą transpozycji

4. Rozmiar macierzy ma znaczenie

- Dla macierzy 256×256 : dodawanie wątków powyżej 4 prawie nie pomaga
- Dla macierzy 1024×1024 : więcej wątków zawsze pomaga (aż do granicy)
- Powód: większe macierze mają więcej pracy do rozdzielenia

5. Wpływ Sposobu Alokacji Pamięci (Statycznie vs Dynamicznie)

- M2 Pro: Różnica między statycznym i dynamicznym wynosi ~6% dla dużych macierzy
- Intel i7-8700K: Różnica wynosi ~15% dla dużych macierzy - znacznie bardziej wrażliwy
- Przyczyna: Dynamiczna alokacja na sterce ma mniejszą gwarancję pamięci, co wpływa negatywnie na efektywność cache

Wniosek: Intel wymagający dynamicznej alokacji jest wyraźnie wolniejszy, podczas gdy M2 Pro jest mniej czuły na sposób alokacji.

5. Rekomendacje

- Dla M2 Pro: użyć 8 wątków (dalsze dodawanie wątków nie opłaca się)
- Dla i7-8700K: użyć 6 wątków (fizyczne rdzenie); Hyperthreading nie pomaga?
- Dla dużych macierzy: zawsze używać transpozycji (szczególnie na Intelu)

6. Podsumowanie

Testy wykazały, że wydajność mnożenia macierzy zależy od trzech głównych czynników: architektury procesora, liczby wątków oraz sposobu organizacji danych w pamięci. M2 Pro jest szybszy dzięki lepszej mikroarchitekturze, a Intel może być przyspieszony poprzez transpozycję danych. Obydwa procesory osiągają najlepsze wyniki przy liczbie wątków równej liczbie fizycznych rdzeni. Dodawanie więcej wątków poprzez Hyperthreading daje marginalne lub żadne korzyści dla obliczeń numerycznych.

