

Paralelní a distribuované algoritmy (2020/2021)

Mesh Multiplication

Ondrej Šajdík (xsajdi01)

23. apríla 2021

1 Úvod

Cieľom projektu bolo implementovať Mesh Multiplication algoritmus za použitia jazyka *C/C++* a pomocou knižnice *Open MPI*.

2 Rozbor a analýza algoritmu

Mesh Multiplication je paralelný algoritmus pre násobenie dvoch matíc o veľkostiach $m \times n$ a $n \times k$ do výslednej matice o veľkosti $m \times k$. Algoritmus využíva $m \times k$ procesorov a ich činnosť sa skladá z n cyklov nasledujúcich troch krokov:

1. Čaká na vstupy od ľavého a horného suseda. Ak sa nachádza na hraniciach a suseda so vstupom nemá, tak načítava zo vstupnej matice.
2. Vynásobí vstupy a pričíta ich k výslednej hodnote.
3. Posiela vstup od ľavého suseda pravému a od horného spodnému. Pokiaľ sa procesor nachádza na hraniciach a nemá komu odoslať, tak neodosiela.

Po ukončení činnosti každý procesor obsahuje jednu hodnotu výslednej matice.

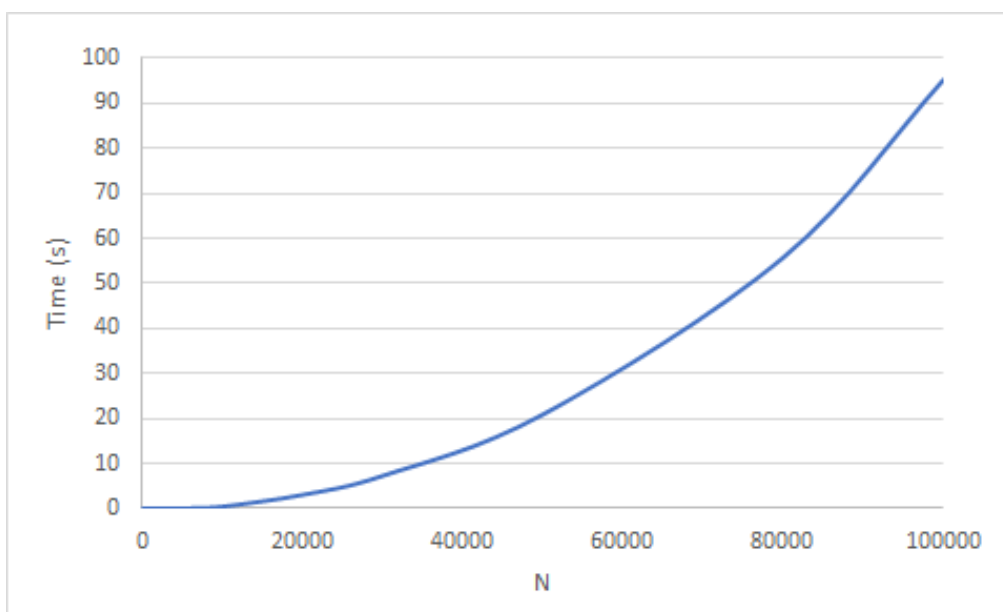
2.1 Analýza zložitosti

- **Časová zložitosť** $t(n) = O(n)$. Prvý procesor pre začatie svojej činnosti nemusí čakať na žiadny iný procesor. Musí vykonať n cyklov, tak ako bolo popísané vyššie. Ďalší musí čakať 1 cyklus, než mu predchádzajúci procesor zašle chýbajúcu hodnotu. Tzn. že posledný procesor musí čakať $m+k-2$ cyklov, než môže začať svoju činnosť. Algoritmus sa končí keď skončia všetky procesory. Tzn. po ukončení posledného procesoru. To sa stane za počet cyklov: $n+m+k-2 = O(n)$
- **Priestorová zložitosť** $p(n) = O(n^2)$. A je udaná počtom potrebných procesorov.
- **Celková cena** $c(n) = O(n^3)$ je získaná vynásobením časovej zložitosti počtom potrebných procesorov. Algoritmus teda nie je optimálny.

3 Experimenty

Cieľom experimentu je overiť časovú zložitosť implementácie algoritmu. Meranie prebieha prvým procesorom. Merá dobu od začiatku svojho násobenia až pokiaľ nedokončí posledný procesor. Pre účely merania boli z kódu odstránené všetky IO operácie a načítanie vstupu sa vykoná ešte pred začiatkom merania. Pre samotné meranie sa využila funkcia `clock_gettime()` z knižnice `time.h` a meral sa reálny čas. Meranie sa uskutočnilo na servere *merlin*.

Meraný vstup bol vo formáte $3 \times N$ a $N \times 3$, teda s využitím deväť procesorov. Obsah matíc bol vygenerovaný s hodnotami -128 až 127.



Obr. 1: Časová zložitosť algoritmu Mesh Multiplication

4 Záver

Z meraní znázornených v grafe na obrázku 1 je možné pozorovať, že reálna zložitosť implementácie úplne neodpovedá lineárnej zložitosti. Čas potrebný pre výpočet neúmerne rastie s veľkosťou vstupu. Zvýšený rast času môže byť spôsobený prostredím, spôsobom implementácie alebo synchronizáciou procesorov.