# Viditeľnosť

Matej Karas

## Rozbor

Algoritmus pracuje nad maticou prvkov, ktoré reprezentujú nadmorskú výšku v teréne a počiatočný bod pozorovateľa, resp. jeho nadmorskú výšku.
Algoritmus má 2 kroky:

1. Vytvorenie vektoru uhlov z vektoru výšok.
2. Pomocou prefixového max scanu sa vytvorí vektor maximálnych uhlov, ktoré sa budú následne porovnávať s výškami.

**Teoretická zložitosť:**

| | |
|---|---|
| Časová | $O(n/N + \log N)$ |
| Priestorová | $O(2n) = O(n)$ |
| Celková cena | $O(n^2/N + n \log N)$ |

Časová zložitosť je odvodená z faktu, že fáza algoritmus *up-sweep* potrebuje *n - 1* krokov a dá sa paralelizovať N procesormi.
Priestorová zložitosť je odvodená z faktu, že sa musí uchovať vektor výšok, resp. uhlov a zároveň vektor prefixových maxím. V asymptotickej zložitosti je to teda $O(n)$.
Celková cena je potom *priestorová * časová* zložitosť a teda $O(n^2/N + n \log N)$.

## Implementácia

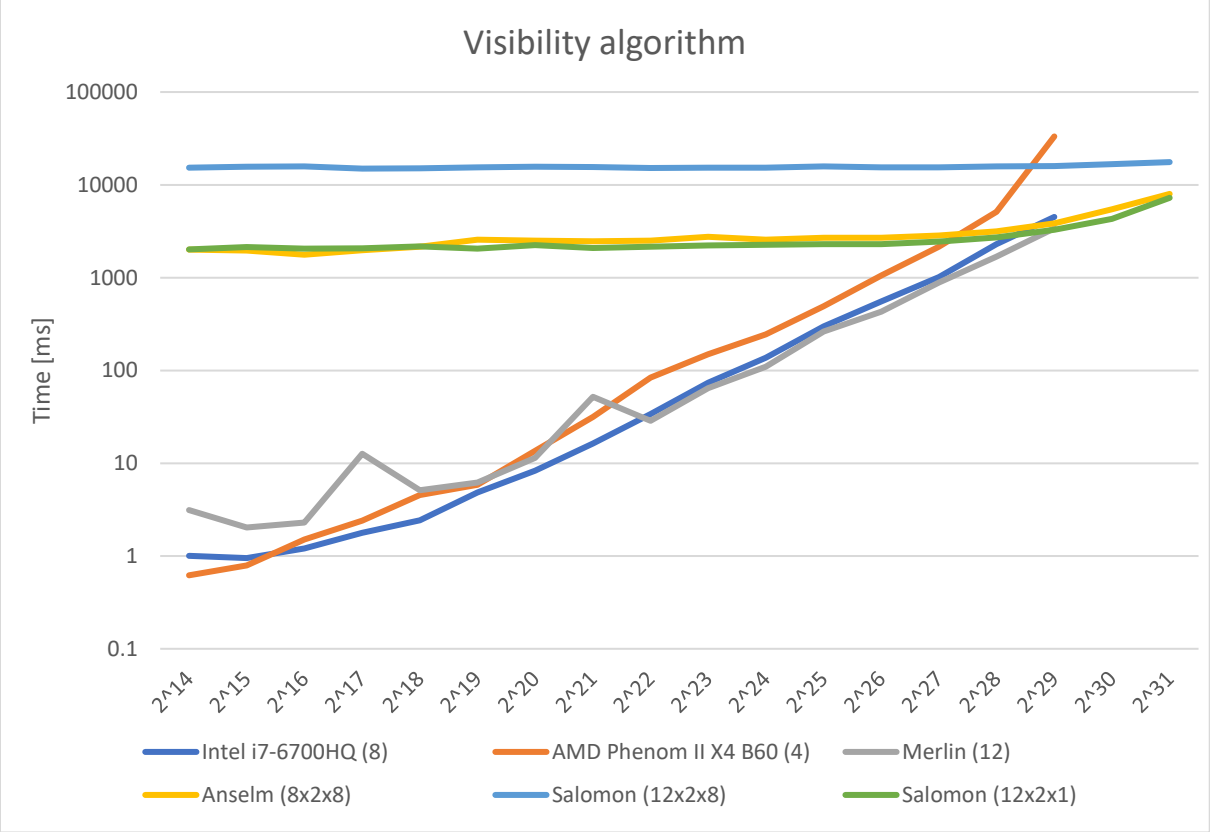
Úlohu som implementoval v jazyku C++17. Skript *test.sh* alokuje toľko procesov, koľko je dostupných fyzických jadier (nepoužitie parametru *-np* s predpokladom, že daný systém má správne nastavené OpenMPI).
Na začiatku vytvorí tzv. r*oot* proces zo vstupného reťazca pole floatov (výšok) a rozošle počiatočnú výšku všetkým procesom funkciou **MPI_Broadcast**. Jednotlivé porcie poľa výšok následne rozošle pomocou funkcie **MPI_Scatterv** všetkým procesom, ktoré si ho stransformujú na pole uhlov.
Následne si pomocou Blelloch[1] scan (avšak len použitím fázy *up-sweep*) vytvoria neúplné pole maximálnych hodnôt. V ďalšom kroku proces s rankom $x_i$ pošle svoje maximum procesu s rankom $x_{i+1}$, s výnimkou posledného a nultého procesu (ten si svoju prijatú hodnotu „nastaví“ na *-inf).*
Keď proces príjme maximum z predchádzajúceho ranku, začne vytvárať prefixovú sumu tak, že prijatú hodnotu *M*, zamení s hodnotou v poli uhlov na indexe *i*, a do premennej *M* uloží maximum predchádzajúcej a aktuálnej hodnoty *M.*
Následne prebehne samotný algoritmus viditeľnosti, kde sa porovnávajú uhly jednotlivých výšok s výsledkom prefixovej sumy.

[1] GPU Gems 3 - Chapter 39. Parallel Prefix Sum (Scan) with CUDA

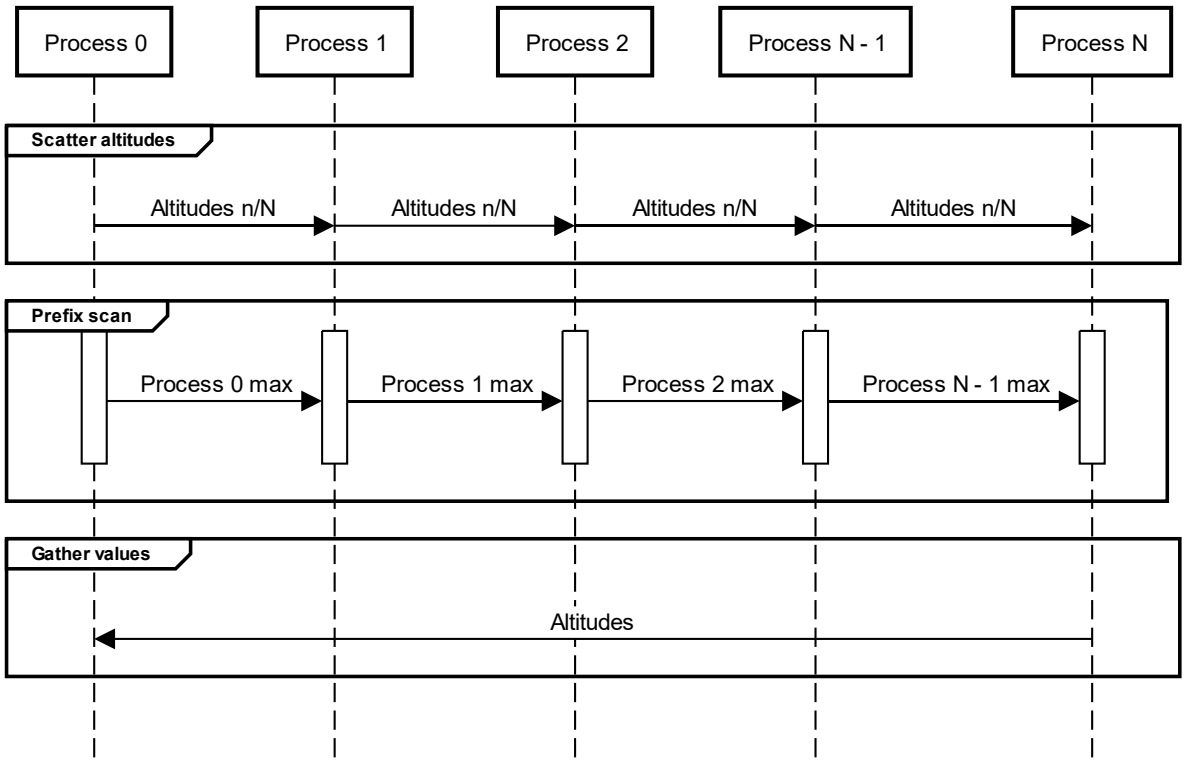
Výsledky jednotlivých procesov sú zozbierané *root* procesom pomocou funkcie **MPI_Gatherv** a následne vypísané na štandardný výstup.
Pre účely testovania je pridané makro **BENCHMARK**, ktorého nastavením v skripte *test.sh* sa preloží variant s meraním času, v ktorej sa výšky generujú v programe funkciou **generateNumbers**.

## Experimenty

Experimenty boli uskutočnené na piatich typoch strojov, z toho 2 boli na Ostravskom superpočítači Salomon a Anselm. Program bol testovaný na veľkom vstupe (až po plné využitie dostupnej pamäte RAM).
Z grafu vidieť, že testovanie na školskom serveri Merlin nie je smerodajné, pretože jeho nepredikovateľná záťaž ovplyvňuje výsledky.
Taktiež, tým že algoritmus nie je vôbec výpočetne náročný je jeho použitie na superpočítači celkom neefektívne – komunikácia medzi jednotlivými uzlami je príliš zdĺhavá, čo je vidieť na grafe (Salomon so 8 uzlami vs. Salomon s 1 uzlom).
Pridaním procesorov (v NUMA doméne), sa výpočet algoritmu urýchli.



## Komunikačný protokol




## Záver

Experimentami sa potvrdila lineárna časová zložitosť algoritmu. Algoritmus je neefektívny na clustri, pretože algoritmus je výpočetne nenáročný a komunikácia medzi jednotlivými uzlami je príliš drahá.