COC472 - Computação de Alto Desempenho

Roofline

Universidade Federal
do Rio de Janeiro

- Pedro Tubenchlak Boechat - DRE 119065050
  - pedroboechat@poli.ufrj.br

O código-fonte desse trabalho está disponível no meu GitHub (https://github.com/pedroboechat/UFRJ/tree/main/COC472/Roofline).

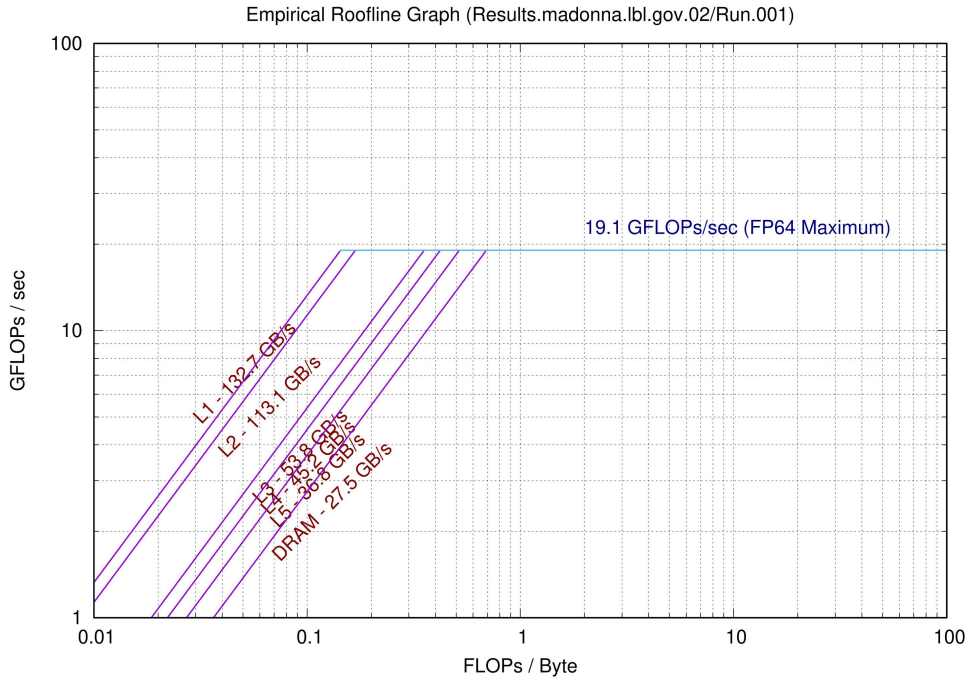
Rio de Janeiro - RJ
19 de Setembro de 2021 (2021.1)

Introdução

Para esse trabalho foi utilizado o código *laplace.cxx* com os valores fixos dentro do código, ao invés de receber pelo *stdin*.

Roofline do sistema

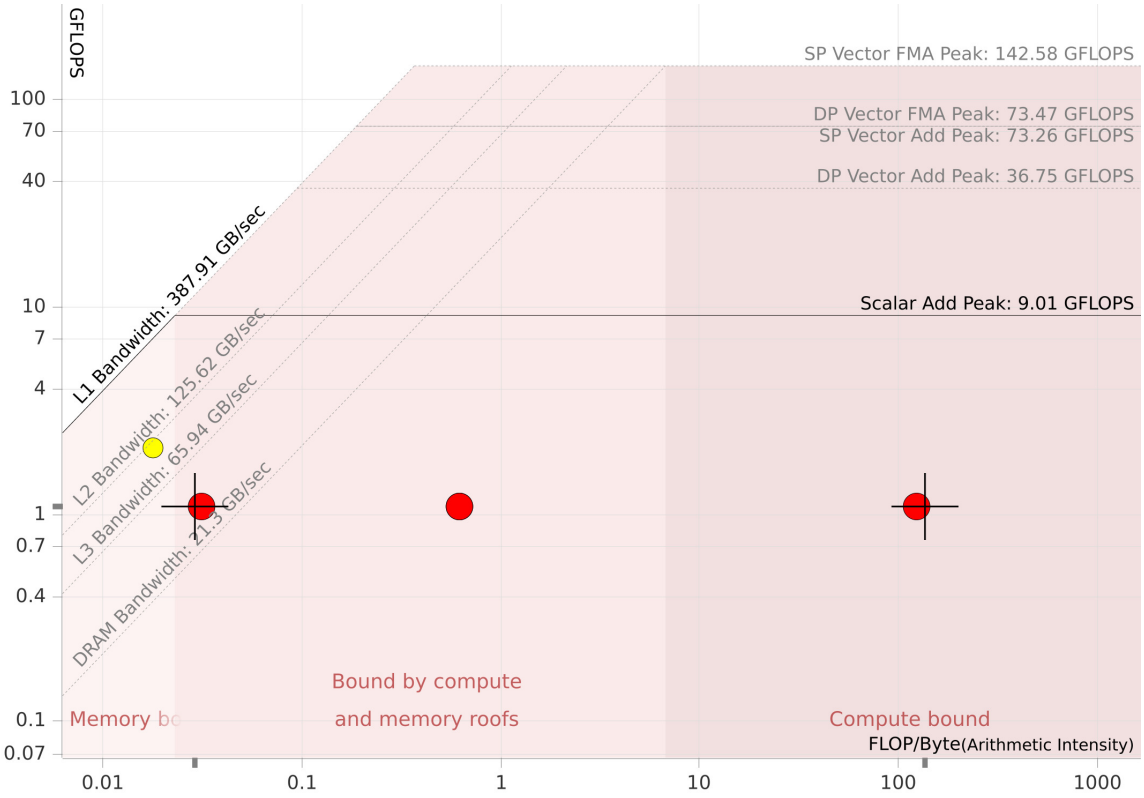
Utilizando o Empirical Roofline Tool (ERT), foi calculado o roofline do sistema composto por uma CPU Intel i7-10700 e memória RAM de frequência 2666 MHz. Os resultados mostram que o roofline é de 19.1 GFLOPs/s.



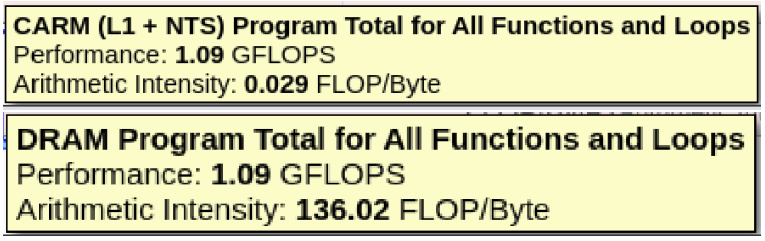
Desempenho do código

Utilizando a ferramenta Intel Advisor do pacote OneAPI, foi calculado o desempenho do código *laplace.cxx*, cujo resultado foi:

▸ GINTOPS:	3,58	32% of 10,92 Integer GINTOPS
▾ GFLOPS:	1,09	12% of 9,01 GFLOPS
GFLOP:	0,27	
▾ CARM (L1 + NTS) Bandwidth:	37,39	9% of 387,91 GB/sec
Traffic:	9,33	
FP Arithmetic Intensity:	0,03	
INT Arithmetic Intensity:	0,10	
▸ L2 Bandwidth:	1,61	1% of 125,62 GB/sec
▸ L3 Bandwidth:	1,60	2% of 65,94 GB/sec
▾ DRAM Bandwidth:	0,01	0% of 21,30 GB/sec
Traffic:	0,00	
FP Arithmetic Intensity:	136,02	
INT Arithmetic Intensity:	445,19	

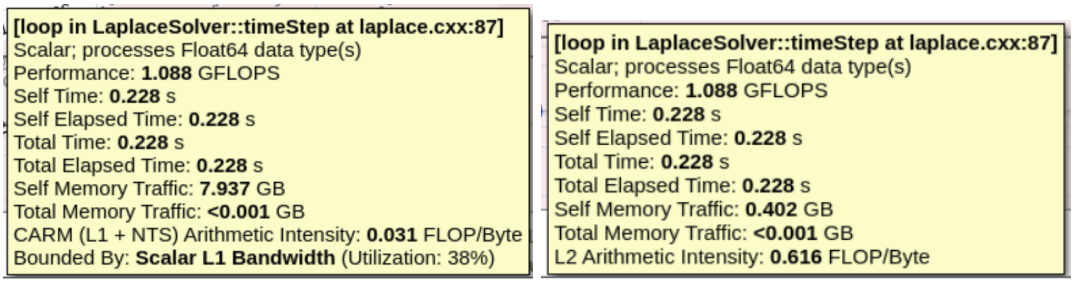


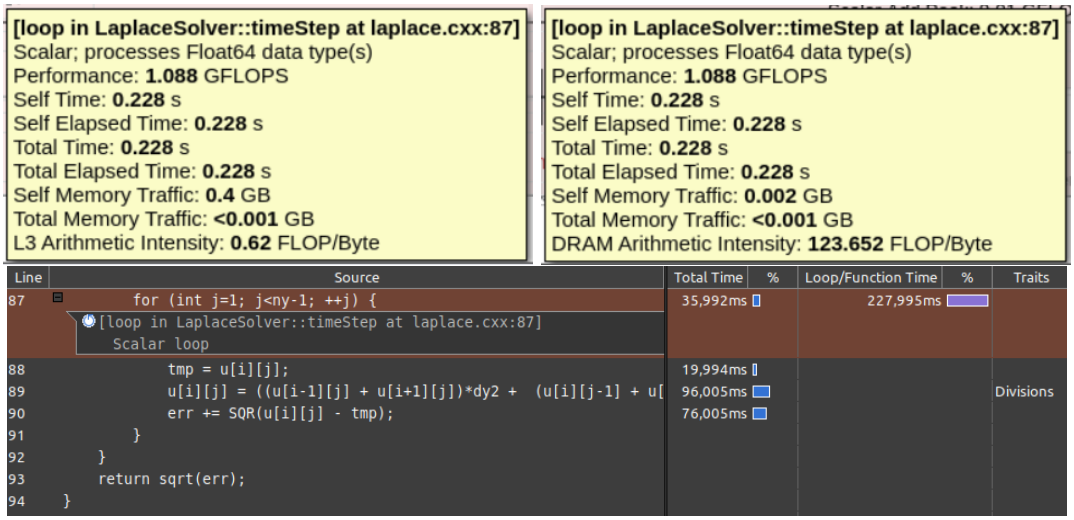
As cruzes no gráfico representam, da esquerda para a direita, respectivamente, a performance da L1 e da DRAM. Dessa forma é possível identificar a intensidade aritmética para ambas:



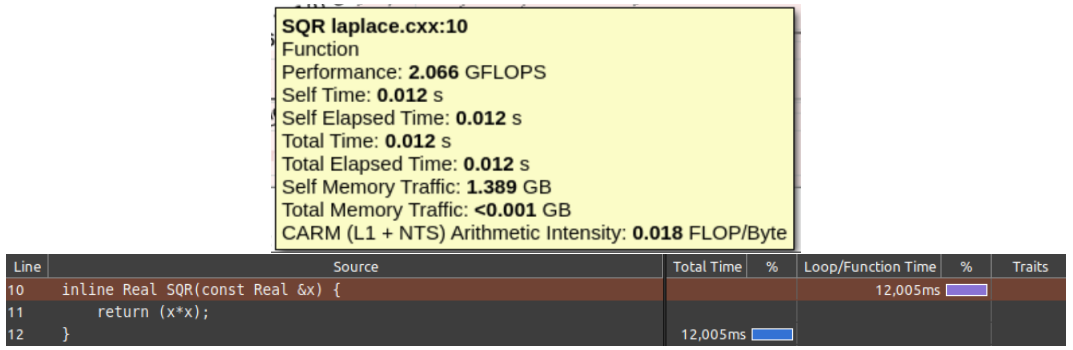
Também é possível identificar dois hotspots nas funções *LaplaceSolver::timeStep* (vermelhos) e *SQR* (amarelo), as mesmas identificadas anteriormente pelo *Gproof* (Trabalho 2). Analisando essas funções individualmente, temos que:

- *LaplaceSolver::timeStep*
  Esta função é um hotspot em L1, L2, L3 e DRAM (L2 e L3 estão sobrepostos). Os maiores tempos de execução são encontrados na linha 89 e 90. Na linha 89, como também identificado no Trabalho 2, há uma multiplicação por constante que inclui a operação de divisão, como corretamente sinalizado na coluna "Traits". Já a linha 90 é onde há a chamada para a função *SQR*. Pela análise do gráfico, essa função é *compute and memory bound* (causa possível: muitas operações aritméticas).





- *SQR*
  Esta função é um hotspot em L1. Pela análise do gráfico, essa função é *memory bound* (causa possível: acessa diversos endereços de memória).



Conclusão

Após a análise dos resultados do ERT e do Intel Advisor podemos reforçar as conclusões do Trabalho 2 sobre os hotspots do código *laplace.cxx*, além de perceber com mais clareza como o código mal-otimizado influência na utilização do potencial completo de computação em um sistema.