

## Programa de Iniciação Científica da UFRGS – 2018/2019

### – Plano de Trabalho –

## Investigação de Problemas de Desempenho em Aplicações Paralelas baseada em Tarefas

### 1 Contexto e apresentação do problema

Sistemas atuais de Processamento de Alto Desempenho têm sido projetados com arquiteturas híbridas, mesclando processadores multi-core tradicionais com placas aceleradoras. Uma maneira promissora para exploração do potencial de processamento destes sistemas é o uso do modelo de programação paralela baseada em tarefas, onde a aplicação é descrita por um grafo direcionado onde os nós indicam cálculo computacional e as arestas indicam dependência de dados entre os blocos de cálculo. Sendo de um nível de abstração mais elevado, esse tipo de programação torna mais fácil a exploração de ambientes híbridos pois passa a responsabilidade de escalonamento das tarefas (e obtenção de um bom desempenho) ao algoritmo de escalonamento adotado. Essa abordagem se baseia em ambientes de execução como o StarPU [1], que fornece uma camada intermediária de *software* que permite abstrair os detalhes do *hardware* híbrido (assumindo que as tarefas tem implementação para cada uma das arquiteturas alvo). O cenário atual de programação paralela implica, portanto, no uso de modelos de programação capazes não apenas de oferecer ao programador uma interface de alto nível independente da arquitetura mas também de se adaptar mais facilmente a plataformas com arquiteturas heterogêneas e escaláveis. O contexto da análise de desempenho das aplicações desenvolvidas no modelo de tarefas se revela igualmente desafiador, o que requer técnicas e ferramentas diferentes daquelas usadas para análise de aplicações tradicionais em MPI e OpenMP.

### 2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo projetar, desenvolver e analisar o desempenho de aplicações paralelas escritas com o modelo de tarefas. A solução a ser implementada em paralelo de um determinado problema deve combinar pelo menos dois recursos de processamento distintos como multi-core e aceleradores. Tradicionalmente este tipo de projeto se baseia na combinação direta de OpenMP com CUDA. Este trabalho, porém, pretende investigar o uso do ambiente de execução StarPU como camada de *software* intermediário. Serão investigados os diferentes escalonadores do StarPU de forma que possamos identificar qual o melhor, potencialmente sugerindo modificações que melhorem seu desempenho.

### 3 Descrição do trabalho e metodologia

Inicialmente devem ser estudadas as principais características da ferramenta StarPU. Este estudo inicial deverá ser conduzido em paralelo com a escolha de um problema a ser paralelizado, cuja complexidade seja compatível com um trabalho de iniciação científica e que permita uma implementação híbrida. Vários exemplos de problemas existem: multiplicação de matrizes, operações de álgebra linear, cálculo numérico iterativo para atingir convergência, entre outros. O próximo passo da metodologia é o desenvolvimento de uma implementação paralela com tarefas em StarPU para o problema escolhido. Este passo deverá ser conduzido conjuntamente com a análise de desempenho, de forma a averiguar continuamente uma boa implementação do ponto de vista do tempo de execução e eficiência na utilização dos recursos. Técnicas tradicionais e inovadoras [2] de análise de desempenho deverão ser empregadas, desde análise estatística até visualização de rastros de execução que registram o comportamento da aplicação. Como plataforma experimental, serão utilizados o servidor *tupi*, composto de 8 cores + 2 GPUs GTX 1080Ti, e as máquinas do cluster *hype*, contendo até 20 cores + 2 GPUs cada.

Espera-se que este trabalho culmine na escrita de artigos técnicos e científicos que descrevam a investigação realizada assim como os resultados obtidos, tanto do ponto de vista da implementação em si quanto relacionado aos problemas de desempenho encontrados e as soluções adotadas. Este trabalho tem forte intersecção com trabalhos já sendo conduzidos por outros alunos (em nível de pós-graduação) dentro do grupo de pesquisa, portanto um trabalho em equipe é esperado.

Tem-se uma preocupação muito grande com a reprodutibilidade dos experimentos. Sendo assim, será adotada uma metodologia rigorosa de conduta dos experimentos nas plataformas computacionais assim como na análise dos dados. Isso contribui para a formação científica do aluno bolsista, com a obrigatoriedade de manter um caderno de laboratório com todas as decisões realizadas e reflexões feitas no processo investigativo.

## 4 Ambiente de desenvolvimento

Ambiente	Linux (desktop e servidor)
Programação	C, CUDA, bash, R
Gestão do projeto	git
Ferramentas auxiliares	gdb, starvz
Relatório e artigos	emacs, org-mode

## 5 Cronograma

A tabela~1 descreve as atividades previstas neste projeto de pesquisa. As atividades de implementação, experimentação e avaliação ocorrem permanentemente devido às melhoras realizadas a partir das soluções propostas durante o projeto. É obrigatório que o bolsista apresente os resultados do seu processo de investigação durante o Salão de Iniciação Científica em Outubro de 2019.

Tabela 1: Cronograma do projeto de pesquisa

Atividade	Período (meses)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 – Estudo StarPU / Estado da Arte	•	•	•			•	•	•				
2 – Implementação Híbrida		•	•	•			•	•	•			
3 – Experimentação			•	•	•			•	•	•		
4 – Análise de Desempenho				•	•	•			•	•	•	
6 – Redação de artigo					•					•		
7 – Redação do relatório												•

## Referências

- [1] Cédric Augonnet, Samuel Thibault, Raymond Namyst, and Pierre-André Wacrenier. Starpu: a unified platform for task scheduling on heterogeneous multicore architectures. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 23(2):187–198, 2011.
- [2] Garcia Pinto Vinícius, Mello Schnorr Lucas, Stanislav Luka, Legrand Arnaud, Thibault Samuel, and Danjean Vincent. A visual performance analysis framework for task-based parallel applications running on hybrid clusters. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 0(0):e4472, 2018. Early View, check <https://doi.org/10.1002/cpe.4472>.