

Identificando a Percepção do Paralelismo: Um Estudo de Caso

**Yan de Moraes Bersch^{1,2}, João Pedro R. Linares², João Antonio Soares²,
André Rauber Du Bois², Gerson Geraldo H. Cavalheiro²**

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul)
Pelotas, RS - Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Computação
Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
R. Gomes Carneiro, 01 - Balsa, Pelotas - RS, 96010-610

yanbersch.pl018@academico.ifsul.edu.br,

{jprlinares,gerson.cavalheiro}@inf.ufpel.edu.br

Resumo. *Este artigo descreve a aplicação da ferramenta Mandel2Us como um recurso para introduzir conceitos de programação paralela e concorrente a diferentes grupos de estudantes. O trabalho fundamenta-se em três abordagens complementares: Espaço de Exposição, Demonstração e Descoberta. A realização de uma coleta de dados permitiu uma análise detalhada do impacto dessas metodologias na compreensão dos conceitos e engajamento dos alunos. A ferramenta tem como objetivo facilitar a assimilação dos conteúdos teóricos, assim como contribuir para uma aprendizagem dinâmica e interativa, promovendo a formação de competências essenciais na área de computação.*

1. Introdução

Após mais de 25 anos do surgimento das arquiteturas multicore, atualmente todos os dispositivos computacionais modernos dispõem cada vez mais de recursos que permitem o paralelismo na execução de atividades. Assim, a exploração do processamento paralelo não se restringe mais ao alto desempenho, mas também à construção de qualquer aplicação, inclusive para equipamentos modestos, como computadores convencionais. No entanto, o ensino de programação ainda reserva os conceitos de concorrência e paralelismo para disciplinas avançadas [Giacaman and Sinnen 2018], apesar da importância de abordá-los nos semestres iniciais [Ko et al. 2013].

Foi apresentado um estudo sobre a percepção dos benefícios da execução paralela pelo uso de uma ferramenta interativa, o Mandel2Us, [Moraes et al. 2022] cujo objetivo é a percepção dos impactos da aplicação de diferentes recursos de programação paralela no comportamento do desempenho de uma aplicação com forte apelo visual, um gerador de fractais. Neste trabalho é feito o registro da aplicação deste mesmo estudo em um novo grupo de estudantes dos cursos de Computação da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), bacharelados em Ciência da Computação e em Engenharia de Computação, e um grupo de estudantes de ensino médio. A contribuição deste trabalho se dá na documentação das questões envolvendo o amadurecimento da metodologia empregada para divulgação do potencial de paralelismo que as atuais arquiteturas de computadores e linguagens de programação oferecem.

2. Primeiras Impressões do Mandel2Us

Mandel2Us¹ [Morais et al. 2022] é uma ferramenta de código aberto desenvolvida para apresentar recursos de programação concorrente/paralela e motivar estudantes a explorar essa área, utilizando a geração de fractais de Mandelbrot como elemento lúdico [Li et al. 2007]. A ferramenta permite a navegação interativa pelo fractal, ajustando parâmetros como custo computacional e combinando diferentes mecanismos de suporte à concorrência/paralelismo [Drakopoulos et al. 2003]. Os usuários podem observar o impacto em tempo real no desempenho, por meio da taxa de quadros, combinando programação com MPI, OpenMP e instruções vetoriais.

O registro documentado da aplicação desta ferramenta [Morais et al. 2022], revela que a maioria dos estudantes entrevistados conseguiu utilizar a interface com pouca ou nenhuma dificuldade. Muitos relataram que os ganhos observados com OpenMP e instruções vetoriais foram maiores do que o esperado inicialmente. Além disso, a maioria dos entrevistados manifestou interesse em aprofundar seus estudos na área de programação concorrente e paralela, demonstrando o potencial da ferramenta em cativar e motivar o aprendizado nesse campo.

3. Nova Aplicação do Mandel2Us

Durante o segundo semestre do ano de 2024, a ferramenta Mandel2Us foi retomada e uma segunda leva de atividades de promoção e incentivo ao uso do paralelismo foi executada. Nesta segunda leva, as atividades foram executadas de três formas distintas: Espaço de Exposição, Demonstração e Descoberta. Foram coletados dados de percepção do paralelismo apenas nas modalidades Demonstração e Descoberta.

A pesquisa, na forma de um formulário, aplicado aos estudantes busca traçar um perfil do conhecimento e das expectativas em relação à programação paralela e concorrente. As perguntas abrangem desde informações básicas como a instituição de ensino, o curso e o semestre do aluno, até a experiência prévia com programação, acesso a computadores e familiaridade com o conceito de paralelismo. Além disso, o questionário investiga as estimativas dos estudantes sobre o ganho de desempenho ao ativar diferentes modos de paralelismo (multithreading e vetorial), a percepção da mudança observada e o interesse em aprofundar os estudos no tema. Por fim, o formulário busca avaliar se os participantes percebem a importância do assunto e se têm interesse em seguir estudando sobre ele.

3.1. Espaço de Exposição

A UFPel realiza, como eventos de Extensão, mostras dos cursos oferecidos pela instituição para que alunos de segundo grau possam identificar, nos cursos, seus interesses e preferências. Nestas mostras, os diferentes cursos possuem um espaço de bancada no qual docentes e alunos dos cursos demonstram os conhecimentos ligados à área. Para a aplicação do Mandel2Us, foi disponibilizado um laptop, com monitor externo, e um teclado sem fio. Os visitantes à bancada eram convidados a interagir com a aplicação e recebiam informações sobre o que deveria ser observado e sobre o significado da imagem gerada.

¹ Acessível em <https://github.com/lucaszm7/Mandel2Us>.

Foram realizadas duas atividades Espaço de Exposição em locais e para públicos diferentes. Nenhuma coleta de dados via formulário foi formalizada em sua execução. No entanto, mostrou-se comum que a interação dos visitantes levasse a conversas envolvendo necessidades e configurações de computadores para usos em jogos.

3.2. Demonstração

Este método consiste na demonstração do uso da ferramenta Mandel2Us e das possibilidades de paralelismo com apoio de um projetor em tela. Este método foi aplicado em sala de aula para uma turma de estudantes do segundo ano do ensino médio. A metodologia consistia em entregar versões impressas do formulário e realizar uma demonstração da navegação no aplicativo. Os alunos foram orientados a responder às questões à medida que a demonstração se desenvolvia, para que as percepções fossem coletadas conforme o tema fosse desenvolvido. Ao final, dois computadores foram disponibilizados para que os alunos pudessem interagir com a ferramenta.

3.3. Descoberta

Os alunos foram agrupados em laboratório, onde, com a orientação de um dos responsáveis pelo projeto e de forma semelhante à documentada nas primeiras aplicações [Morais et al. 2022], os alunos receberam apenas informações gerais sobre o significado da imagem gerada, o fractal, e foram orientados a seguir um conjunto de atividades propostas em um formulário eletrônico, respondendo às mesmas questões do formulário em papel utilizado no método Demonstração. Após a conclusão da atividade por todo o grupo, um debate foi conduzido para discussão do tema concorrência e paralelismo.

4. Análise dos Dados Coletados

O formulário utilizado pelos organizadores deste artigo não coleta informações que permitam identificar os participantes individualmente. São onze questões pertinentes à anotação das observações sobre o comportamento de execução da aplicação e de seu desempenho nos diferentes modos de execução paralelo. 185 estudantes responderam ao formulário, sendo 102 classificados como iniciantes, grupo composto por estudantes de segundo grau até estudantes de quarto semestre, e 83 como avançados, estudantes de quinto semestre em diante. Estes grupos refletem o fato de que, nos cursos da UFPel, os temas concorrência e paralelismo são apresentados em disciplinas do quinto semestre em diante. Nesta seção, são discutidos os resultados para três análises realizadas. Um estudo aprofundado do conjunto de respostas é objeto de um trabalho mais extenso.

A primeira pergunta apresentada aos estudantes foi: *Você já teve contato com programação paralela/concorrente?* As respostas desta questão mostram que 22 dos alunos iniciantes (21%) já haviam tido contato com o tema e que, dentre os avançados, 64 eram familiares ao tema (77%). Dentre ambos os grupos, grande parte dos entrevistados analisou que os ganhos esperados quando ativado o OpenMP e instruções vetoriais, foram acima do que imaginavam. Um destaque também foi a pergunta *Percebeu a importância do assunto?*, onde houve quase unanimidade na resposta positiva.

Finalmente, foi perguntado se os alunos tinham interesse em estudar mais sobre o assunto. Dos iniciantes, 79 responderam que sim, 6 responderam que não, 17 se mostraram neutros. Dentre os avançados, 65 responderam sim, 11 responderam não e 7 optaram por ficar neutros.

5. Conclusão

Os resultados apresentados mostram que o uso da ferramenta Mandel2Us é uma abordagem eficaz para introduzir conceitos de programação paralela e concorrente a diferentes perfis de estudantes, desde aqueles no ensino médio até universitários em estágios mais avançados da graduação. A aplicação do estudo em diferentes contextos permitiu uma análise abrangente da percepção dos alunos quanto ao impacto do paralelismo no desempenho computacional.

Os dados coletados revelam que, mesmo entre estudantes iniciantes, há interesse significativo no estudo de programação paralela, evidenciado pelo número expressivo de participantes que manifestaram desejo de aprofundar seus conhecimentos no tema. Além disso, a análise mostra que a familiaridade com conceitos de paralelismo ainda é limitada nos primeiros semestres dos cursos de Computação, reforçando a necessidade de sua introdução mais precoce no currículo.

A experiência também indicou que a interatividade e a visualização dos efeitos do paralelismo desempenham um papel fundamental na motivação dos estudantes. O engajamento observado sugere que abordagens práticas, como o uso do Mandel2Us, podem ser estratégias eficientes para incentivar o aprendizado e despertar maior interesse na área. Como trabalho futuro, pretende-se expandir o estudo, aplicando a ferramenta em novos contextos e explorando formas adicionais de ensino interativo para fortalecer a formação em programação paralela e concorrente desde os primeiros semestres da graduação.

Referências

- Drakopoulos, V., Mimikou, N., and Theoharis, T. (2003). An overview of parallel visualisation methods for mandelbrot and julia sets. *Computers & Graphics*, 27(4):635–646.
- Giacaman, N. and Sinnen, O. (2018). Preparing the software engineer for a modern multi-core world. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 118:247–263.
- Ko, Y., Burgstaller, B., and Scholz, B. (2013). Parallel from the beginning: The case for multicore programming in the computer science undergraduate curriculum. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education*, pages 415–420.
- Li, X., Wang, Z., Che, X., and Lu, T. (2007). Artistic fractal images for complex mapping $f(z)$ and $t(z)$. In *2007 10th IEEE International Conference on Computer-Aided Design and Computer Graphics*, pages 501–504. IEEE.
- Morais, L., Torchelsen, R., and Cavalheiro, G. G. H. (2022). Incentivando a adoção de modelos de programação concorrente/paralela a partir da visualização de ganhos na geração de fractais em tempo-real. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 311–322. SBC.