

# Exploração da Linguagem Rust para o Desenvolvimento de um Path Tracer Paralelo

Yuri Kunde Schlesner

13 de agosto de 2014

## 1 Identificação

**Resumo:** TODO.

**Período de execução:** Setembro de 2014 a Dezembro de 2014

**Unidades participantes:**

Curso de Ciência da Computação

Departamento de Eletrônica e Computação

**Área de conhecimento:** Ciência da Computação

**Linha de Pesquisa:** Computação Gráfica, Linguagens de Programação, Programação Paralela

**Tipo de projeto:** Trabalho de Conclusão de Curso

**Participantes:**

Prof<sup>a</sup> Andrea Schwertner Charão – Orientadora

Yuri Kunde Schlesner – Orientando

## 2 Introdução

A *Computação Gráfica* é a área da Ciência da Computação que estuda tópicos relacionados a criação, análise e manipulação de imagens e conceitos relacionados. Dentre estas, a síntese (ou renderização) de imagens é onde uma imagem é criada de forma computacional, a partir de um modelo matemático e frequentemente buscando o fotorrealismo. Tem uma vasta quantidade de aplicações práticas: É usada na engenharia, durante o

projeto de máquinas ou construções; na arquitetura para a visualização de espaços antes que sejam construídos; para entretenimento, em efeitos especiais de filmes ou em jogos 3D e em muitas outras aplicações.

Como a geração de imagens fotorrealistas envolve essencialmente uma simulação completa da física da luz, um processo proibitivamente lento e complexo, são utilizadas simplificações e modelos. No passado, devido a limitada capacidade computacional disponível, eram utilizadas aproximações grosseiras que, enquanto produziam imagens atrativas, não eram muito realísticas, especialmente no quesito da aparência das superfícies de suas interações com a luz. Com o aumento do poder computacional disponível, vem sendo usados modelos cada vez mais fiéis a realidade e que produzem imagens cada vez mais convincentes, algumas vezes indistinguíveis de uma fotografia real.

*Path tracing* é um método de renderização que assume que a luz se comporta como uma partícula e calcula uma imagem traçando uma série de raios pelos caminhos através quais a luz viajaria quando refletida através de uma cena. Atualmente é um dos algoritmos mais usados quando são demandadas imagens com um grau de realismo extremamente alto, devido a sua habilidade de simular o comportamento da luz com relativa precisão.

No entanto, este realismo vem ao custo de muito poder de processamento, e mesmo com o avanço tecnológico de CPUs, a renderização de imagens continua sendo uma das tarefas mais árduas para processadores. Sistemas de renderização profissionais são quase exclusivamente escritos em C++, e não em linguagens de mais alto nível, devido as penalidades de performance que impõem, e sistemas mais recentes chegam a fazer o uso de GPUs para acelerar a imensa quantidade de cálculos necessária. Tendo em vista a baixa expressividade de C++ comparada a estas outras linguagens, torna-se interessante explorar alternativas que permitam mais fácil desenvolvimento, mas sem sacrificar a performance requerida.

A linguagem de programação *Rust*, um projeto de pesquisa da *Mozilla Research*, tem como seu objetivo ser uma união entre linguagens de programação de sistemas e as tidas como “linguagens de alto-nível”, focando simultaneamente em alta-performance, segurança e expressividade. Ela atinge isso usando um modelo tradicional de compilação prévia (*ahead of time*) e um sistema de tipos que permite a verificação automática dos usos de ponteiros durante a compilação, eliminando a possibilidade de acontecerem erros de memória, mas sem introduzir penalidades excessivas de performance ou consumo de memória, ao mesmo tempo que integra conceitos mais recentes de linguagens de programação que aumentam sua expressividade e capacidade de facilmente descrever programas complexos.

## 3 Objetivos

### 3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é portar um *path tracer* para Rust e, através deste processo, realizar uma comparação qualitativa e quantitativa entre esta linguagem e C++, nos aspectos de performance e organização de código. Como base será utilizado o SmallVCM<sup>1</sup>, um path tracer de propósito educativo escrito em C++, escolhido por implementar uma variedade de algoritmos diferentes de path tracing e por ser relativamente compacto, consistindo de aproximadamente 5000 linhas de código.

### 3.2 Objetivos Específicos

- Estudar o código original do SmallVCM.
- Re-escrever um subconjunto mínimo do SmallVCM utilizando Rust, para a realização de testes.
- Realizar uma comparação de performance e clareza de código entre as duas versões e identificar possíveis melhorias.
- Paralelizar o renderizador, afim de melhorar sua performance, fazendo uso das funcionalidades de Rust.
- Portar o restante do SmallVCM, afim de que as duas versões tenham funcionalidades equivalentes.

## 4 Justificativa

Rust é uma linguagem relativamente nova e, embora aplicações gráficas de alta performance sejam um dos seus públicos alvo, ainda não existe uma quantidade significativa de programas deste tipo que valide a linguagem para este propósito. A experiência e resultados adquiridos durante a realização deste trabalho podem ajudar a guiar o desenvolvimento da linguagem para atingir este fim.

## 5 Revisão de Literatura

TODO.

---

<sup>1</sup><http://www.smallvcm.com/>

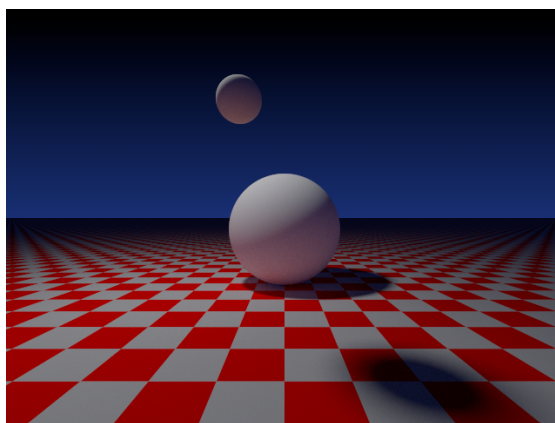


Figura 1: Um exemplo de uma imagem gerada utilizando *path tracing*. Note como a luz que atinge o plano xadrez é refletida de volta para iluminar a esfera, um fenômeno conhecido como *iluminação indireta* e que é corretamente simulado pelo algoritmo. (referenciar)

## 6 Metodologia

Dado seu caráter prático, de implementar um programa em uma nova linguagem, esta pesquisa se enquadra como pesquisa aplicada. Como o objetivo será de explorar melhores práticas e as possíveis vantagens conferidas pela linguagem durante este processo, é uma pesquisa exploratória.

## 7 Plano de Atividades e Cronograma

1. **Estudar o código original do SmallVCM:** Será feito um estudo do SmallVCM original, afim de aprender como é organizado e como pode ser melhor expresso em Rust.
2. **Re-escrever um subconjunto mínimo do SmallVCM utilizando Rust:** Para economizar tempo nesta etapa, serão portados apenas os algoritmos essenciais necessários para a renderização de imagens. O restante do programa será portado depois durante a etapa 5.
3. **Realizar uma comparação entre as duas versões:** As duas versões do renderizador, a nova feita em Rust e a antiga em C++, serão comparadas nos quesitos de performance e de organização do código, afim de identificar avanços ou regressos, e se esses podem ser atribuídos a características de cada linguagem.

4. **Paralelizar o renderizador:** A nova versão do renderizador será paralelizada, afim de fazer melhor uso do hardware. Para atingir este objetivo serão exploradas todas as alternativas oferecidas pela linguagem, não se limitando a um tipo específico de paralelização.
5. **Portar o restante do SmallVCM:** O trabalho iniciado na etapa 2 será finalizado com a escrita do restante do SmallVCM, afim de que a versão em Rust implemente a mesmas funcionalidades que a original. De acordo com a disponibilidade de tempo, este código novo também sera paralelizado.

Espera-se que o desenvolvimento das atividades siga o seguinte cronograma:

Etapa	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1	✓			
2	✓	✓		
3		✓		✓
4		✓	✓	✓
5			✓	✓

Tabela 1: Cronograma de Atividades

## 8 Recursos

Para a realização deste trabalho será utilizado apenas equipamento pessoal do pesquisador, visto que não é necessário o uso de qualquer equipamento especial além de um computador para desenvolvimento.

## 9 Resultados Esperados

Ao término deste trabalho, espera-se ter uma implementação de um renderizador, escrito em Rust, que seja capaz de produzir imagens fotorrealistas, fazendo uso eficiente do paralelismo oferecido pelo hardware.

## 10 Referências

TODO.