

# Visualização e Iluminação - Projecto

Luís Paulo Santos – Dep. de Informática

Universidade do Minho

Abril, 2022

Pretende-se com este projecto proceder a uma **avaliação** da **funcionalidade** e **desempenho** de três **algoritmos** de **síntese de imagem**: whitted ray tracing (directlighting), path tracing (path) e bidirectional path tracing (bdpt)<sup>1</sup>.

Das várias cenas que foram disponibilizadas na plataforma de *e-learning* e listadas abaixo, selecione duas para estudo:

Cena
Envmap.pbrt
cornell.pbrt
cornell_Caustic.pbrt
cornell_IND.pbrt
cornell_L_DIR.pbrt
cornell_L_IND.pbrt
cornell_L_ML.pbrt
cornell_Water.pbrt

A tabela abaixo lista um conjunto de fenómenos de transporte de luz e características da cena que podem representar um desafio para os vários algoritmos. Este desafio pode ser de carácter funcional (isto é, a capacidade do algoritmo para simular esses fenómenos) ou de desempenho. Identifique quais dos desafios desta tabela poderão representar um desafio para a sua cena em particular e porquê.

Desafios
Inter-reflexões difusas ( $L \dots D^* \dots E$ )
Cáusticas ( $L \dots SD \dots E$ )
Cáusticas reflectidas ( $L \dots SDS \dots E$ )
Iluminação indirecta ( $LD[D S]^+E$ )
Iluminação com <i>environment map</i> HDR contendo altas frequências
Elevado número de fontes de luz
Fontes de luz de difícil acesso

Planeie como gerar uma imagem de referência e faça-o usando parâmetros que conduzam a alta qualidade.

---

<sup>1</sup> Os detalhes sobre a utilização e parametrização destes algoritmos no pbrt podem ser consultados em <https://www.pbrt.org/fileformat-v3#integrators>

Descreva claramente as experiências a realizar, bem como as métricas a utilizar, para comparar os diferentes métodos no que respeita à sua capacidade para simular os fenómenos de transporte de luz relevantes e no que respeita ao seu desempenho.

Sugestões:

- Proceda a uma avaliação qualitativa das imagens obtidas por comparação com a imagem de referência. Esta é necessariamente uma avaliação subjectiva, mas permitirá aferir se determinados fenómenos são ou não capturados.
- A utilização de uma imagem com a diferença absoluta entre os valores RGB de cada pixel entre a imagem gerada e a imagem de referência poderá ajudar nesta avaliação ( $diff[x, y] = \sum_{c=R,G,B} |I[x, y, c] - Ref[x, y, c]|$ ). Ver secção anexa sobre a ferramenta `imgtool` distribuída com o `pbrt`.
- Proceda a uma avaliação quantitativa do desempenho. Por exemplo, para o mesmo tempo de *rendering* quais os MSE dos diferentes algoritmos relativamente à imagem de referência.

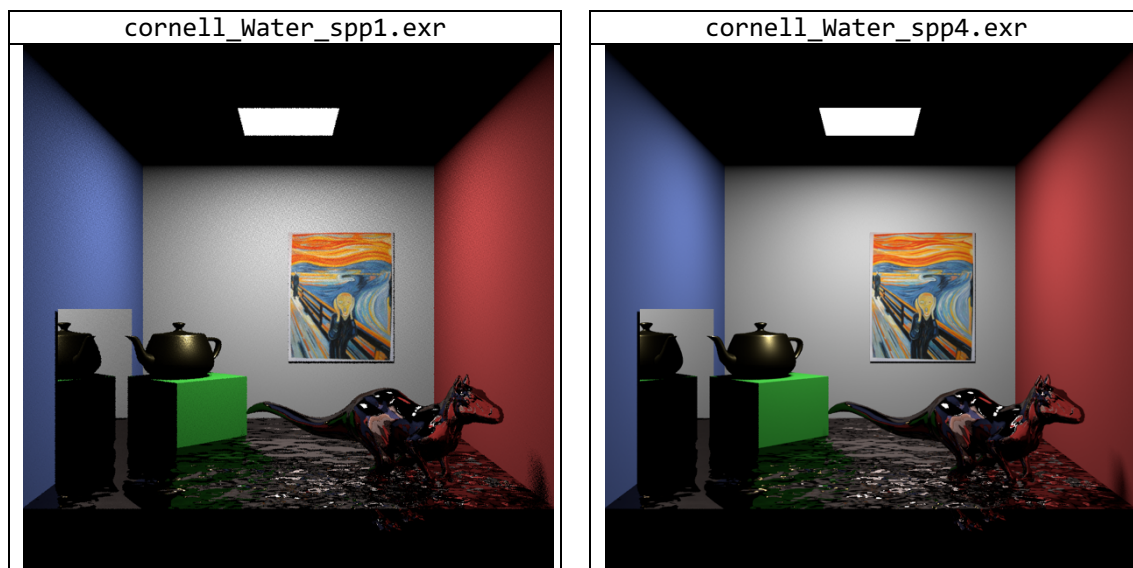
Finalmente, prepare um relatório reportando o trabalho desenvolvido, os resultados obtidos e a sua análise crítica do processo e dos resultados.

### Anexo: `imgtool`

Juntamente com o `pbrt` são distribuídas várias ferramentas. Uma delas é o `imgtool`, que além de outras funcionalidades, permite comparar 2 imagens `.exr`.

Recomenda-se que use esta ferramenta para fazer uma análise quantitativa dos resultados obtidos. Note que dependendo do ambiente de desenvolvimento, compilação e execução que estiver a usar o `imgtool` poderá não ser construído por omissão. Nesse caso deve certificar-se de que o respectivo executável é construído.

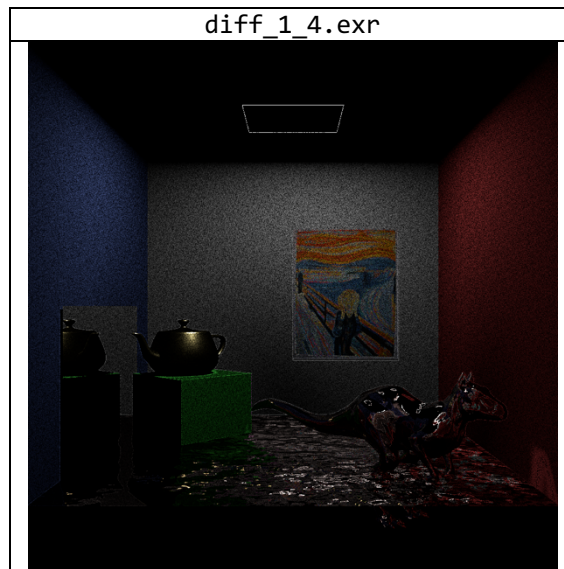
Segue-se uma ilustração da utilização do `imgtool` para comparar as duas imagens abaixo.



O comando `imgtool` foi invocado com a seguinte sintaxe:

```
imgtool diff -outfile diff_1_4.exr cornell_Water_spp1.exr cornell_Water_spp4.exr
```

A imagem com as diferenças entre os dois inputs:



O output produzido:

```
cornell_Water-direct_spp1.exr cornell_Water-direct_spp4.exr
Images differ: 1350011 big (42.92%), 1912927 small (60.81%)
avg 1 = 0.338642, avg2 = 0.338773 (-0.038860% delta)
MSE = 0.0494498, RMS = 22.237%
```

Indicando que:

- 42.92% dos pixels têm luminâncias com diferença superior a 5%;
- 60.81% dos pixels têm luminâncias com diferença superior a 0.5%;
- A luminância média da primeira imagem é  $avg\ 1 = 0.338642$  e da segunda  $avg2 = 0.338773$
- O Mean Square Error ( $MSE = \sum_{for\ all\ p\ in\ P\ pixels} (img1[p] - img2[p])^2$ ) entre as duas imagens é  $MSE = 0.0494498$  e o erro Root Mean Square médio por pixel, normalizado entre 0 e 1 ( $RMS = 100 * \frac{MSE}{P}$ ), é  $RMS = 22.237\%$