

Zeitlich stabile blue noise Fehlerverteilung im Bildraum für Echtzeitanwendungen

Bachelorarbeit von

Jonas Heinle

An der Fakultät für Informatik
Institut für Visualisierung und Datenanalyse,
Lehrstuhl für Computergrafik

20. November 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Prelude	1
1.1	Abstract	1
1.2	Einleitung	1
2	Grundlagen	2
2.1	Path Tracer	2
2.1.0.1	Funktionsweise	2
2.1.0.2	Monte-Carlo-Integration	3
2.2	Blue Noise	3
2.2.1	Eigenschaften	3
2.2.1.1	Uniformität	3
2.2.1.2	Niedrige Frequenzen	3
2.2.1.3	Isotropie	3
2.2.1.4	Kachelung	3
3	Temporal Algorithmus	4
3.1	Sorting	4
3.2	Retargeting	4
	Literaturverzeichnis	6

1. Prelude

1.1 Abstract

1.2 Einleitung

2. Grundlagen

2.1 Path Tracer

2.1.0.1 Funktionsweise

Bei der Bilderzeugung, ausgehend von Szenen, welche viel Geometrie beinhalten bzw. bei Szenen die generelle BRDF's verwenden eignet sich das 2.1path tracing [Kaj86]. Das 2.1path tracing ist in Hinsicht der Beleuchtung komplett. Deshalb lässt sich damit *Global Illumination* erreichen. Das hier verwendete 2.1path tracing in [BYF⁺18, eragae] verwendet eine klassische Umsetzung.

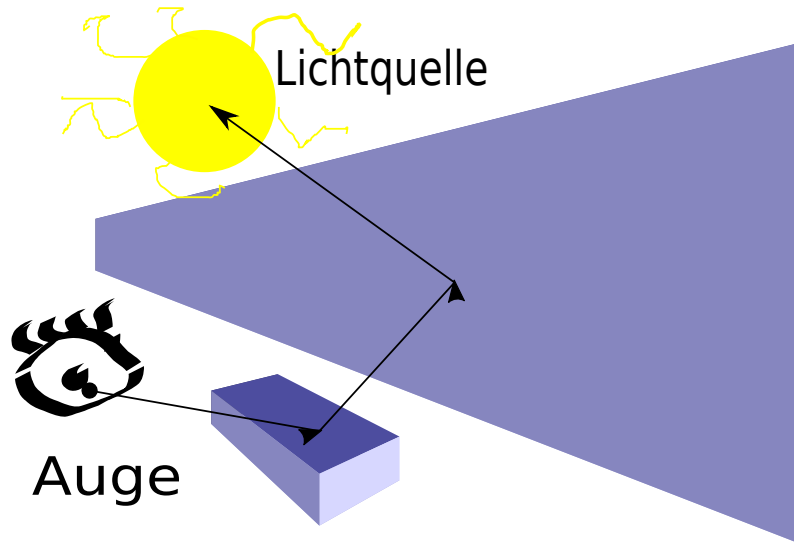


Abbildung 2.1: Grundkonzept path tracer

Wie in [MS09] beschrieben wird ausgehend von der vollständigen Transportgleichung

$$L_s(k_0) = L_e(k_0) + \int_{all(k_i)} \rho(k_i, k_0) * L_f(k_i) * \cos(\theta_i) d\theta_i \quad (2.1)$$

$$L(x, x') = g(x, x') * (L_e(x, x') + \int_S b(x, x', x'') L(x', x'') dx'') \quad (2.2)$$

Sie beschreibt den Energietransport $L(x, x')$ von einem Punkt x' zu einem Punkt x . Dabei ist ein maßgebender Faktor, die relative Lage der beiden Punkte zueinander im Raum $g(x, x')$. Ein weiterer Faktor ist die Abstrahlung $L_e(x, x')$ von x' nach x . Beeinflusst wird der Energiefluss auch durch die bidirektionale Verteilungsfunktion $b(x, x', x'')$, welche Aufschluss über das einfallende Licht von einem Punkt x'' über x' zu x .

2.1.0.2 Monte-Carlo-Integration

Mit der Monte Carlo Integration approximieren wir die Rendergleichung.

Bei gegebener Funktion $f : S \rightarrow \mathbb{R}$ [DS02]

$$\int_{x \in S} g(x) d\mu \simeq \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N \frac{g(x_i)}{p(x_i)} \quad (2.3)$$

...

2.2 Blue Noise

2.2.1 Eigenschaften

Wie in [Gam17] vorgestellt, macht man sich die Eigenschaften einer blue noise Textur zu Nutze.

2.2.1.1 Uniformität

Die Uniformität (spätlat. *uniformitas*-Einförmigkeit)

2.2.1.2 Niedrige Frequenzen

Niedrige Frequenzen sind in einer blue noise sehr wenig bis gar nicht vertreten.

2.2.1.3 Isotropie

Die Isotropie (altgr. *isos*-gleich und *tropos*-Richtung) einer blue noise Textur wird ausgenutzt. Dabei haben wir in allen Dimensionen (in dieser Arbeit werden Texturen mit zwei benutzt) die Unabhängigkeit einer Eigenschaft.

2.2.1.4 Kachelung

Eine weitere nützliche Eigenschaft der blue noise Verteilung ist die Möglichkeit der Kachelung.

...

3. Temporal Algorithmus

Im Folgenden wird auf den in [EH19] vorgestellten Algorithmus eingegangen.

...

3.1 Sorting

ToDo (replace dummy code with correct code) [EH19]

Algorithm 1 Sortier Schritt t nach dem Rendern von Frame t und vor dem Rendern von Frame $t+1$

```
1: pixel consists of value,index;
2: List framePixelsIntensities, noiseIntensities;
3: List  $L \leftarrow$  pixels in block
4: //init lists
5: for all  $(i,j) \leftarrow L$  do
6:   framePixelsIntensities $(i,j)$  = pixelIntensity(frame $(i,j)$ );
7:   noiseIntensities $(i,j)$  = pixelIntensity(blueNoise $(i,j)$ );
8: end for

9: //sort the two lists by means of intensities
10: sort(framePixelsIntensities);
11: Sort(noiseIntensities);

12: //now we reorder our seeds hence the sorted lists
13: for all  $i = 1..numberOfPixelsPerBlock$  do
14:   sortedSeeds(noiseIntensities.getIndex(i)) = incomingSeeds(framePixelIntensities.getIndex(i));
15: end for
```

...

3.2 Retargeting

ToDo (replace dummy code with correct code) [EH19]

...

Algorithm 2 Retargeting Schritt t Vor Rendern Frame t+1 nach Sortier Schritt

```

1: //permutation indices from precomputed texture
2: List<PixelPermutation> L = getRetargetedSeedsIndices(incomingSeeds);
3: for all i = 1 .. numberOfPixelsPerBlock do
4:   retargetedSeeds(L.getPermIndices()) = incomingSeeds(L.getOldIndices());
5: end for

```

Literaturverzeichnis

- [BYF⁺18] Nir Benty, Kai Hwa Yao, Tim Foley, Matthew Oakes, Conor Lavelle und Chris Wyman: *The Falcor Rendering Framework*, Mai 2018. <https://github.com/NVIDIAGameWorks/Falcor>, <https://github.com/NVIDIAGameWorks/Falcor>.
- [DS02] G. Drettakis und H. P. Seidel: *Efficient Multidimensional Sampling*. 21:1–8, 2002.
- [EH19] Laurent Belcour Eric Heitz: *Distributing Monte Carlo Errors as a Blue Noise in Screen Space by Permuting Pixel Seeds Between Frames*. 38:1–10, 2019. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02158423/document>.
- [Gam17] Epic Games: *The problem with 3d blue noise*, 2017. <http://momentsingraphics.de/3DBlueNoise.html>, Blogpost.
- [Kaj86] James T Kajiya: *The rendering equation*. In: *ACM SIGGRAPH computer graphics*, Band 20, Seiten 143–150. ACM, 1986.
- [MS09] Steve Marschner und Peter Shirley: *Fundamentals of computer graphics*. CRC Press, 2009.

Erklärung

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe, die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht und die Satzung des KIT zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis in der jeweils gültigen Fassung beachtet habe. Die Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und von dieser als Teil einer Prüfungsleistung angenommen.

Karlsruhe, den 20. November 2019

(Jonas Heinle)