

Compte rendu n°2

Projet Image -Débruitage



Table des matières

1. Introduction	3
2. Fondement du débruitage d'image	4
A] Définition du bruit en imagerie et ses différentes sources	4
B] Types de bruit courants	4
3. Techniques de débruitages	6
A] Techniques classiques :	6
B] Techniques avancées :	6
4. Évaluation de l'efficacité des techniques de débruitage	7
Métriques de qualité d'image pour l'évaluation	7
Comparaison visuelle	7
Bases de données de test	7
5. Applications du débruitage d'image	8
6. Conclusion	9
7. Références	10
Youtube :	10
Wikipédia :	10
Papier de recherche :	10
Site :	10

1. Introduction

L'imagerie est omniprésente de nos jours, que ce soit en photographie numérique, en vision par ordinateur ou en médecine. Cependant, les images que nous capturons ou récupérons sont souvent affectées par différents types de bruit, altérant leur qualité. Le débruitage d'image est donc un domaine clé du traitement d'image. Il va viser à résoudre ce problème en éliminant ou en réduisant ce bruit qui peut être présent.

Ce projet va se concentrer sur un objectif spécifique : le débruitage d'images générées par raytracing. Le raytracing est une méthode de rendu produisant des images ultra-réalistes. Néanmoins, même dans ce contexte, des défis de bruit persistent. Notre objectif est d'explorer les techniques de débruitage d'images issues du raytracing, évaluant leur efficacité et discutant des applications potentielles. Ce projet revêt une certaine importance dans des domaines tels que les jeux vidéo, la simulation, l'animation et la conception assistée par ordinateur. Et serait particulièrement pertinent pour le projet 3D d'un des deux auteurs de ce compte-rendu.

2. Fondement du débruitage d'image

[A\] Définition du bruit en imagerie et ses différentes sources](#)

Le bruit en imagerie est généralement défini comme toute variation non désirée dans une image par rapport à la scène originale. Il peut provenir de diverses sources :

Bruit électronique : Ce type de bruit provient des capteurs d'image eux-mêmes, des composants électroniques, des câbles, etc. Il est souvent aléatoire et se manifeste sous forme de pixels indésirables.

Bruit optique : Les imperfections des lentilles et des systèmes optiques peuvent également introduire du bruit, comme la distorsion, le vignettage ou les aberrations optiques.

Bruit environnemental : Des facteurs externes tels que l'éclairage ambiant, les reflets et d'autres conditions environnementales peuvent entraîner du bruit dans une image.

Bruit quantique : En imagerie médicale et en astronomie, le bruit quantique dû au nombre limité de photons détectés peut être une source de bruit significative.

Bruit structurel : Certaines images, en particulier celles obtenues par des méthodes de modélisation ou de reconstruction, peuvent contenir des artefacts de bruit structurel résultant des hypothèses et approximations du modèle.

Pour le raytracing, le bruit peut se manifester sous la forme de grains aléatoires ou de motifs irréguliers qui affectent la qualité visuelle de l'image finale. Les principales sources de bruit dans l'imagerie de raytracing incluent la discrétisation spatiale (aliasing), la discrétisation temporelle (sampling), et les erreurs numériques de calcul.

Aliasing : se produit lorsque des détails fins dans une image sont mal restitués en raison de la discrétisation spatiale. Cela se traduit généralement par des bords irréguliers, des artefacts de moiré et d'autres distorsions visuelles.

Sampling : Dans l'imagerie de raytracing, le bruit peut être introduit en raison de la fréquence d'échantillonnage des rayons, ce qui entraîne des variations d'intensité dans le temps.

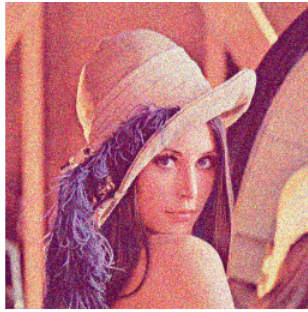
Erreurs numériques de calcul : Les erreurs d'arrondi et de précision numérique, en particulier dans les calculs complexes de simulation de la lumière, peuvent introduire du bruit dans les images de raytracing.

[B\] Types de bruit courants](#)

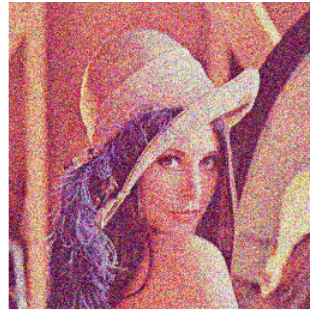
Différents types de bruit peuvent affecter les images, comme le bruit gaussien, le bruit poivre et sel, le bruit aléatoire et d'autres variations qui dépendent de la source du bruit. Chacun de ces types de bruit a des caractéristiques et des distributions différentes, ce qui influence le choix des techniques de débruitage appropriées.

Bruit gaussien :

Original



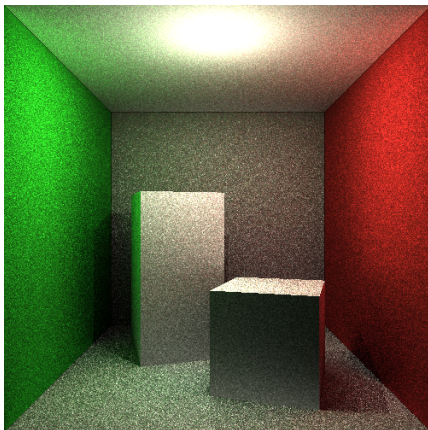
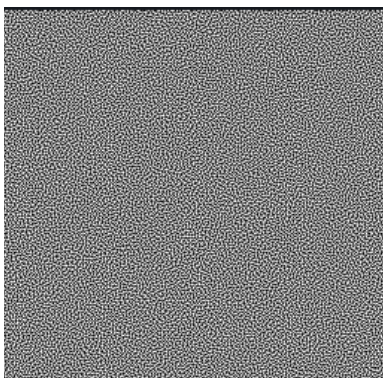
sigma=20



sigma=40

Bruit poivre et sel : (bruit impulsionnel)

Pour le raytracing, le bruit est inhérent à l'utilisation de la technique. L'échantillonnage aléatoire pour simuler le trajet de la lumière. Ce bruit peut être identifié en observant des variations aléatoires dans l'intensité lumineuse, en particulier dans les zones d'ombres ou les zones à faible éclairage.

**Blue noise :**

3. Techniques de débruitages

A] Techniques classiques :

Les techniques de **filtrage spatial** consistent à appliquer des filtres locaux sur l'image pour réduire le bruit.

Les techniques de **filtrage fréquentiel** se basent sur la transformation de Fourier pour analyser et filtrer le spectre de fréquence de l'image.

Il y a le filtre de moyenne (réduit bien le bruit, mais lisse les structures), le filtre médian (meilleure préservation des contours), et le lissage Gaussien. Ces méthodes sont efficaces pour le bruit gaussien ou le bruit aléatoire.

Les filtres **linéaires**, tels que le filtre de Wiener et le filtre de Butterworth, sont utilisés pour atténuer le bruit fréquentiel.

Les filtres **non linéaires**, tels que le filtre médian adaptatif et le filtre de Lee (conserve les détails et réduit le bruit), sont plus adaptés pour le débruitage de bruit impulsionnel, comme le bruit poivre et sel.

Les filtres suivants sont utiles pour le raytracing : Gaussian, Bilateral, À-Trous [\[Dammertz et al. 2010\]](#), Guided [\[He et al. 2012\]](#), and Median.

B] Techniques avancées :

Avec l'avènement de l'apprentissage profond et des réseaux de neurones convolutionnels, les techniques de débruitage avancées ont évolué pour offrir des performances supérieures. Comme on peut le voir dans une des deux vidéos YouTube en référence, ou le débruitage fait par humain en utilisant des techniques vues au-dessus et par CNN sont comparés.

Des outils tels que le **DnCNN** (Denoising Convolutional Neural Network) sont couramment utilisés pour cette tâche. Les CNN en raytracing peuvent utiliser des architectures spécifiquement conçues pour traiter les caractéristiques du bruit d'aliasing et les détails complexes, ils peuvent produire des images nettes et réalistes.

Les **GAN** (Generative adversarial network) sont des architectures qui associent un générateur et un discriminateur pour améliorer la qualité des images débruitées. Les GAN peuvent générer des images nettes en supprimant le bruit tout en conservant les détails importants.

Débruitage en aveugle : Le débruitage en aveugle est utilisé lorsque la nature du bruit est inconnue. Les techniques de débruitage en aveugle tentent d'estimer à la fois le bruit et l'image débruitée sans connaissance préalable du type de bruit. (Très compliqué à faire).

Certaines de ces techniques de débruitage avancées adaptées au raytracing offrent des résultats exceptionnels en éliminant le bruit d'aliasing et en préservant la qualité visuelle des images générées, ce qui peut être essentiel pour les applications exigeant un réalisme visuel élevé, telles que les jeux vidéo, la conception 3D et l'animation.

4. Évaluation de l'efficacité des techniques de débruitage

L'évaluation de l'efficacité des techniques de débruitage d'image est une étape cruciale pour déterminer leur pertinence et leur performance dans différents contextes. Pour cela, il faut plusieurs critères.

Métriques de qualité d'image pour l'évaluation

Plusieurs mesures de qualité d'image sont couramment utilisées pour évaluer la performance des algorithmes de débruitage, notamment le PSNR, le SSIM, et le RMSE. Ces mesures permettent de quantifier la différence entre l'image originale et l'image débruitée, aidant ainsi à déterminer l'efficacité des techniques de débruitage.

Comparaison visuelle

L'évaluation visuelle est, elle aussi, importante. Des évaluateurs humains comparent l'apparence visuelle des images débruitées par rapport aux images originales et évaluent la qualité subjective en utilisant des échelles de notation. Cela permet de prendre en compte des aspects perceptuels qui ne sont pas toujours capturés par les métriques de qualité d'image.

Bases de données de test

Pour évaluer les techniques de débruitage de manière objective, des bases de données de test contenant des images bruitées et des images originales sont utilisées. Ces bases de données comprennent souvent une variété de types de bruit et de scénarios d'images pour tester la robustesse des techniques de débruitage.

Ici, si nous nous concentrons sur le bruit produit par des images de raytracing, le type de bruit ne variera pas beaucoup, mais nous pourrions tester sur de nombreuses images facilement.

L'évaluation de l'efficacité des techniques de débruitage est un processus complexe qui prendra en compte à la fois des aspects objectifs (mesures de qualité) et subjectifs (évaluation visuelle).

5. Applications du débruitage d'image

Le débruitage d'image dans le contexte du raytracing va être utile pour plusieurs domaines d'applications, comme :

- Jeux vidéo et réalité virtuelle (VR) : Pour des environnements visuellement immersifs. Et réduire le bruit d'aliasing.
- Animation et production cinématographique : Pour des animations de haute qualité.
- Conception architecturale et modélisation 3D : Pour des rendus photoréalistes.
- Médecine et imagerie médicale : Visualisation de structures anatomiques complexes. Améliorer la qualité d'image.
- Animation et effets visuels : Pour des mondes virtuels réalistes. Clarté des images générées.
- Télédétection et imagerie satellite : Pour des données de meilleures qualités en surveillance et cartographie.

Le débruitage garantit la clarté et la qualité des images générées, impactant diverses industries et applications qui dépendent d'images de haute qualité.

6. Conclusion

En conclusion, le débruitage d'image dans le contexte du raytracing est un élément crucial pour de nombreuses applications. Nous prévoyons d'expérimenter des techniques de réduction de bruit spécifiques au raytracing, ainsi que d'explorer l'utilisation de réseaux de neurones convolutionnels (CNN) pour comparer la qualité des images débruitées et si celle-ci sont bien meilleur.

7. Références

Youtube :

- ▶ Raytracing and Denoising
- ▶ Ray Tracing Essentials Part 7: Denoising for Ray Tracing

Wikipédia :

Type de bruit

[Bruit poivre et sel — Wikipédia](#)

[Noise reduction - Wikipedia](#)

[Bruit gaussien — Wikipédia](#)

Méthode d'évaluation du résultat

[Structural Similarity — Wikipédia.](#)

[Racine de l'erreur quadratique moyenne — Wikipédia](#)

Type de filtrage

[Filtrage spatial — Wikipédia](#)

CNN

[Generative adversarial network - Wikipedia](#)

Papier de recherche :

[A Machine Learning Approach for Filtering Monte Carlo Noise](#)

Site :

[Spatial Filtering - an overview | ScienceDirect Topics](#)

[Accueil - Filtrage linéaire](#)

[Fonction de granularité](#)

[GitHub - ocimakamboj/DnCNN: Image Denoising with Residual Learning](#)

[Image Denoising with GAN. 1. Introduction | by La Javaness R&D](#)

[Medical Volume Raytracing in Virtual Reality | NVIDIA On-Demand](#)

[Ray Tracing Filtering](#)

[Ray Tracing Denoising](#)