

# Räumliche und zeitliche Filter für Echtzeit-Raytracing

---

## Spatio-Temporal Variance Guided Filter (SVGF)

Nutzt räumlich-zeitliche Reprojektionen zusammen mit Buffern, die Normalen-, Tiefen- und Varianz-Informationen speichern um in Abhängigkeit dieser Blur anzuwenden.

Sehr effektiv, es ist jedoch deutlicher Lag des Effekts zu sehen.

---

## Adaptive Spatio-Temporal Variance Guided Filter (A-SVGF)

Baut auf SVGF auf, indem vorherige Samples, mithilfe eines Moment Buffers, wiederverwendet werden. Die Veränderung der Varianz bestimmt also das Verhältnis von neuen und alten Samples.

Reduziert den Lag des SVGF. Außerdem können unterschiedliche Helligkeiten in Abhängigkeit von der Anzahl der Samples auftreten.

---

## Spatio-Temporal Resampling for Many-Light Ray Tracing (ReSTIR)

Versucht die Reproduktion früher in der Renderpipeline durchzuführen und dabei benachbarte Samples wiederzuverwenden.

---

## Machine Learning

Deep Learning basierten Denoising Filtern können durch Training bereits Bilder mit geringer Samplezahl erfolgreich Denoisen. Es können alle verfügbaren Buffer (Albedo, Normal, History) verwendet werden.

Die Performance dieser Methoden ist im Vergleich etwas geringer. Bekannte Vertreter dieser Filter sind beispielsweise "Intel Open Image Denoise" und "NVIDIA Optix Autoencoder".

---

## Weitere

- Temporal Anti-Aliasing [Yang et al. 2020]
- Spatio-Temporal Filter [Mara et al. 2017]
- Spatial Denoising [Abdollah-shamshir-saz 2018]
- BMFR [Koskela et al. 2019]

---

## Weitere

Regionen mit geringer Varianz lassen sich mithilfe von Filtern verbessern, dazu gehören Gaussian, Median, Bilateral und A-Trous Filter.

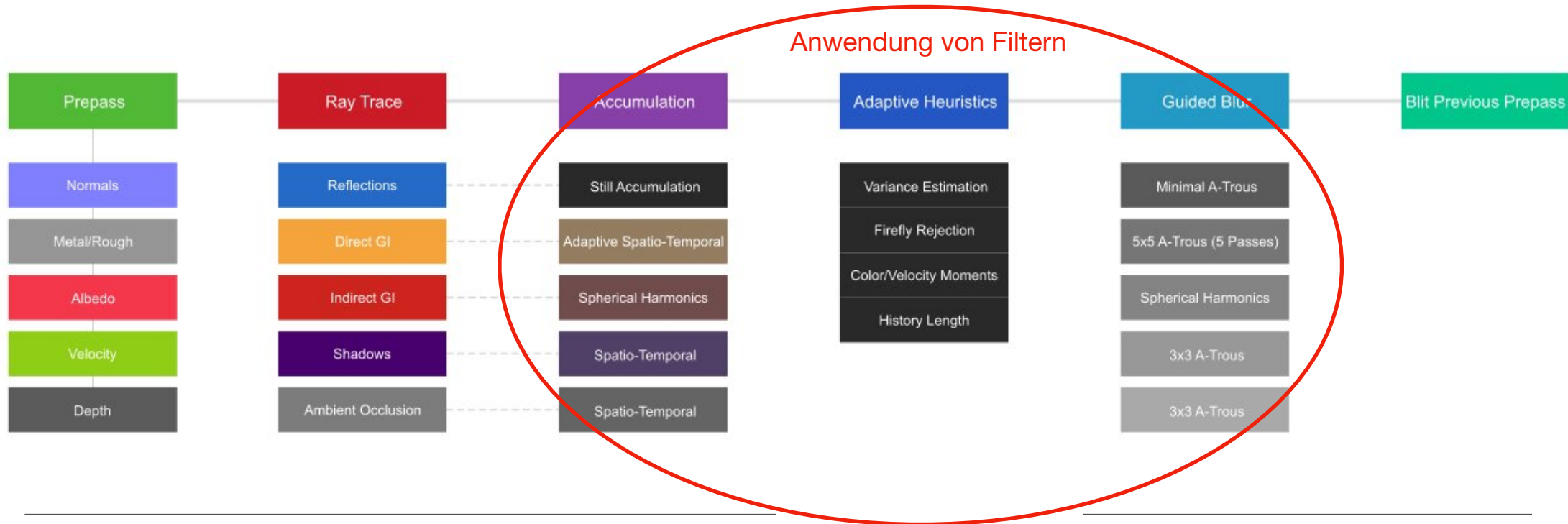
A-Trous ist eine schnell berechenbare Annäherung an einen Bilateral Filter und wird in SVGF und A-SVGF eingesetzt.

A-Trous bewegt sich in einem Zittermuster (Dithering Pattern) und kann somit eine größere Fläche abdecken als ein normaler 3x3/5x5 Kernel

und kann mehrfach angewendet werden ohne Kanten zu verwaschen, aufgrund der angehängten Buffer(normals, depth, quadrate der weltpositionen, Änderung in der varianz der beleuchtung und änderung der vertices).

Problematik: Die Kernelgröße richtig anzupassen ist in Variance-Guided Filtern schwer, besser eignen sich hier Machine Learning Algorithmen.

# Allgemeine Pipeline für Raytracing Anwendungen



## Accumulation

Hier findet eine Interpolation zwischen den vorherigen und aktuellen Farbdaten statt. Hier findet die "Spatio-Temporal Reprojection" statt. "Spatio-Temporal Reprojection" nutzt die samples aus dem vorherigen Frame und nutzt diese für das aktuelle für einen Vergleich. Mit dem Vergleich kann festgestellt werden, ob ein Objekt z.B. immer noch verdeckt ist oder nicht. So kann entschieden werden, ob die vorherige Samples aus dem alten Frame genutzt werden können. Für das Reduzieren von Rauschen ist es sehr effektiv. Es könnten Lags entstehen, bei der Änderung einer Szene, wie z. B. sich bewegende Lichter oder Objekte, da neue Daten im Laufe der Zeit gesammelt werden müssen, um diese Änderungen wiederzugeben. Jede Reprojektion kann anschließend z.B. für importance sample verwendet werden.

In der Statistical Analysis wird die Varianz des aktuellen Bildes mit der Varianz vorheriger Bilder analysiert. Der Unterschied dieser beiden Varianzen kann für spätere Filter und spatiotemporal database (Speicherung der Bewegung in Raum und Zeit) verwendet werden.

Mit den gespeicherten Informationen können im Filtering diese jetzt geblured werden. Hierfür kann ein A-Trous bilateral filter mehrere Male verwendet oder ein denoising Autoencoder genutzt werden. Das Endergebnis kann dann durch einen super sampling Autoencoder auf die richtige Auflösung angepasst werden. Beispiel NVIDIA DLSS 2.0.

## Filtering

3. Bei der Accumulation werden vorherige und aktuelle Farbinformationen interpoliert. Im Normalfall werden hierfür vorherige Samples neu projiziert.

4. Als nächstes werden in der Blit Accumulation History alle angesammelten Buffer darauf vorbereitet die entstandenen Samples für den nächsten Frame neu zu projizieren. Die muss vor dem Sampling entstehen, da sonst der blur effect des vorherigen Frames noch einmal angewandt wird.

5. Adaptive Heuristics – A-SVGf führt Moment Buffer ein, welcher den Unterschied der Farb-varianz/ Geschwindigkeit errechnet. Dies soll verhindern, dass ältere Samples in Bereichen verwendet werden, in welchen sich viel verändert. Bewegende Lichter, Spiegel etc. Die errechneten Werte können zudem dafür verwendet werden, Fireflies zu entfernen.