

Dynamically Reparameterized Light Fields

Aaron Isaksen

Leonard McMillan

Steven J. Gortler

MIT LCS Computer Graphics Group



GDV Seminar 2000



Präsentation: Simon Schirm
Betreuer: Stephan Würmlin

Übersicht

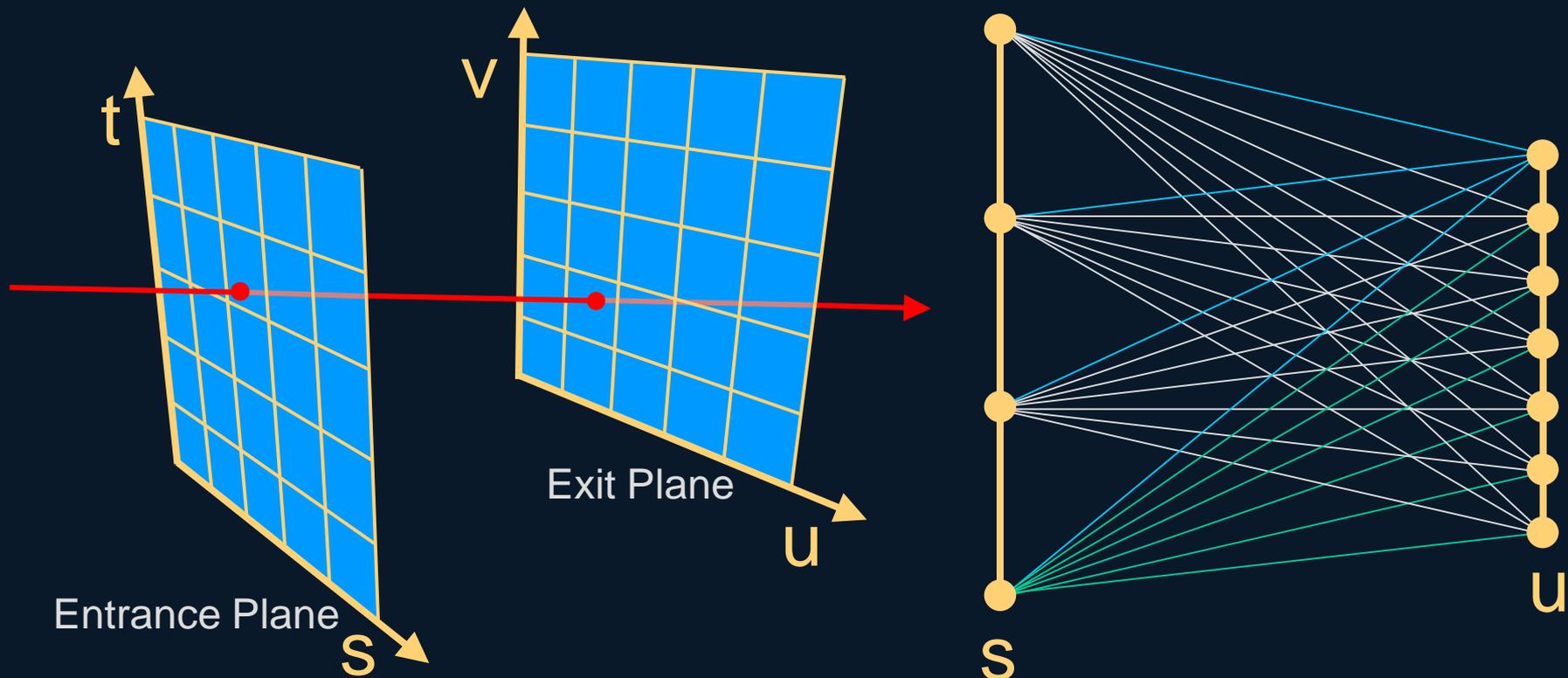
- Image Based Rendering
- Zwei Methoden: Lightfield, Lumigraph
- Nachteile der bisherigen Methoden
- Neue Parametrisierung
- Anwendungen der neuen Parametrisierung
- Resultate
- Zukunft ...
- Meine Meinung

Image Based Rendering

- Bilder als Rendering Grundlage
- Reduktion des Definitionsbereiches der Plenoptischen Funktion (Parameterisierung)
- Ray-Database
- Rekonstruktion von Bildern aus der Ray-DB mit Filtern

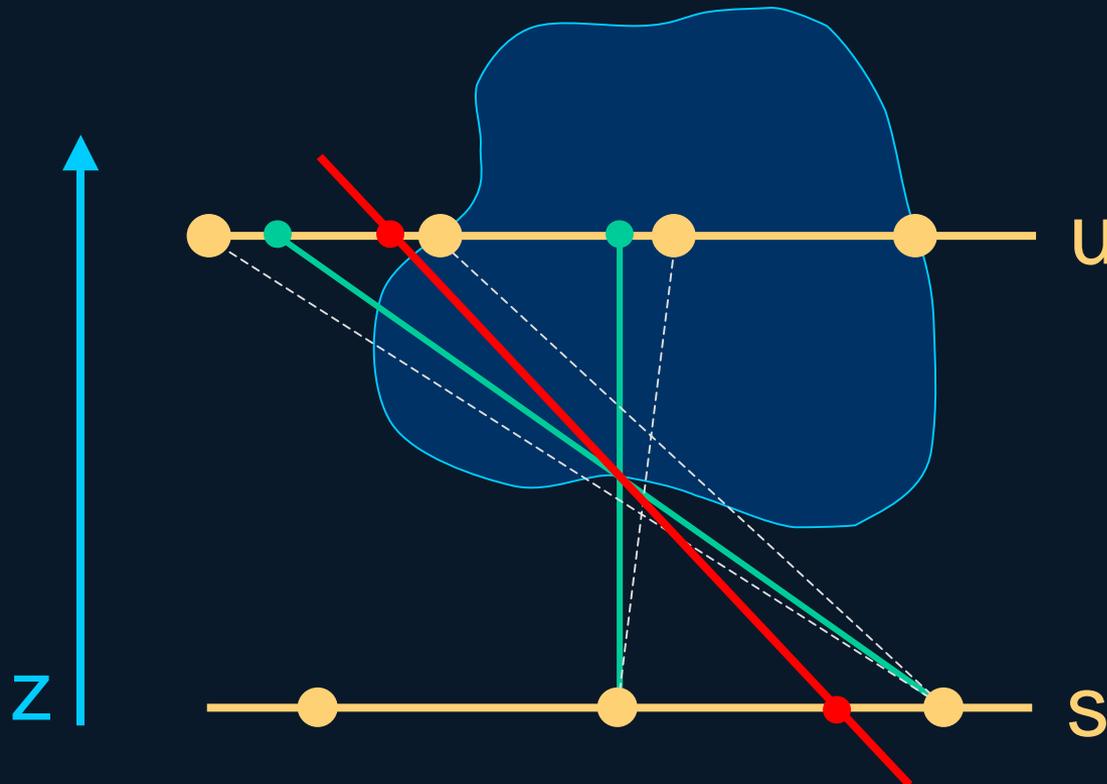
Lightfield (Levoy, Hanrahan 1996)

- Parametrisierung mit Hilfe von 2 Ebenen (Lightslab)
 - Unschärfeartefakte bei Abweichung von der Exit Plane
 - deshalb vorallem für Outside-in Ansichten geeignet



Lumigraph (Gortler, Grzeszczuk, Szeliski, Cohen 1996)

- Parametrisierung gleich wie bei Lightfield:
Entrance Plane, Exit Plane (Lightslab)
- Korrektur der Unschärfeartefakte bei Abweichung eines Objektes von der Exit Plane (Depth-corrected Lumigraph)
→ benötigt Geometrie der Szene (Depthmap)



Nachteile der bisherigen Methoden

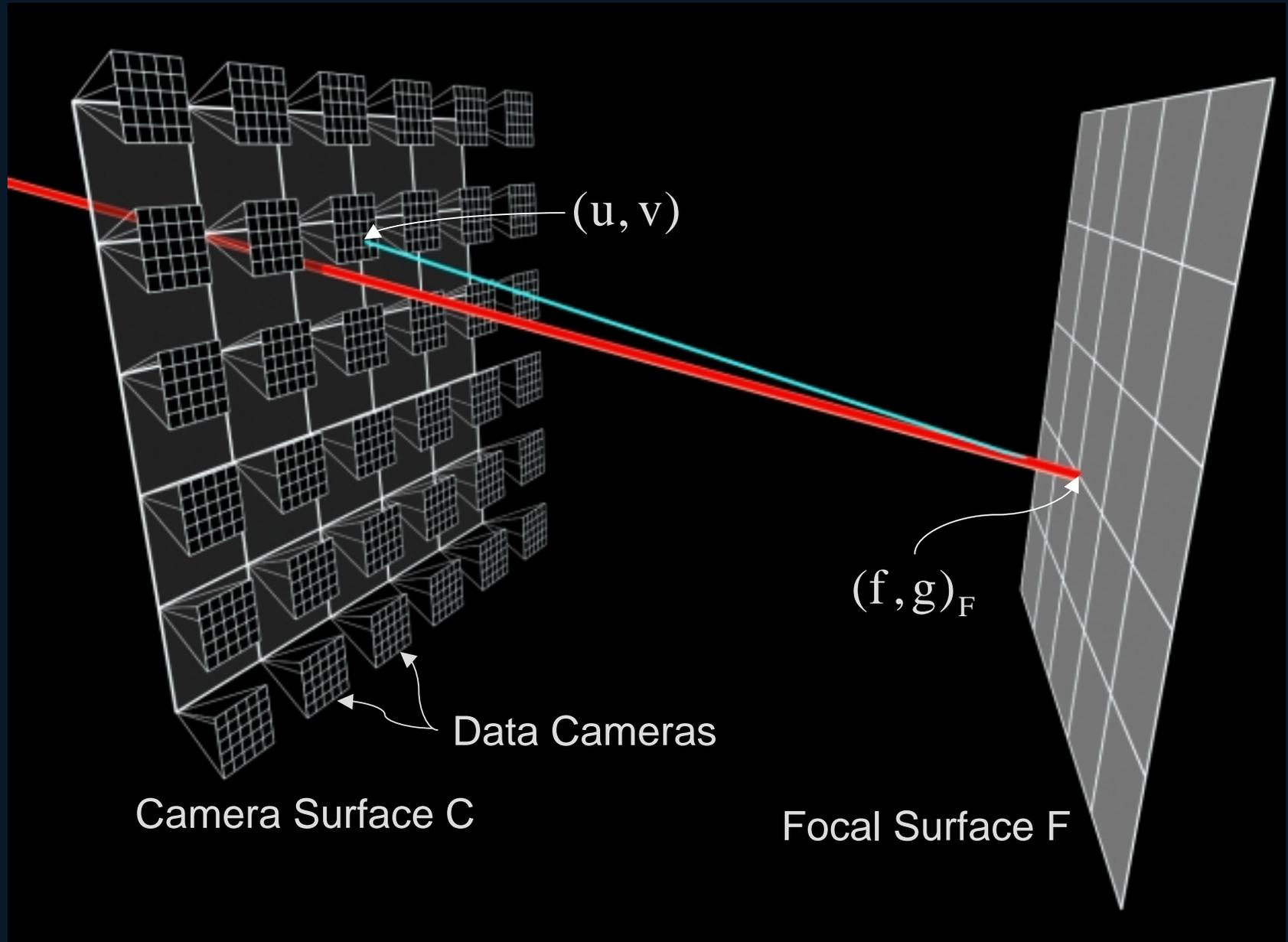
- Objekt nicht auf der Exit Plane → unscharf
- oder geometrische Information nötig
- Ray-DB sollte keine Schärfeninformation enthalten
- Rendering ohne geometrische Information ist erwünscht

Dynamically Reparameterized Light Fields

Intuitive Steuerung der Tiefenschärfe
wie bei echten Kameras

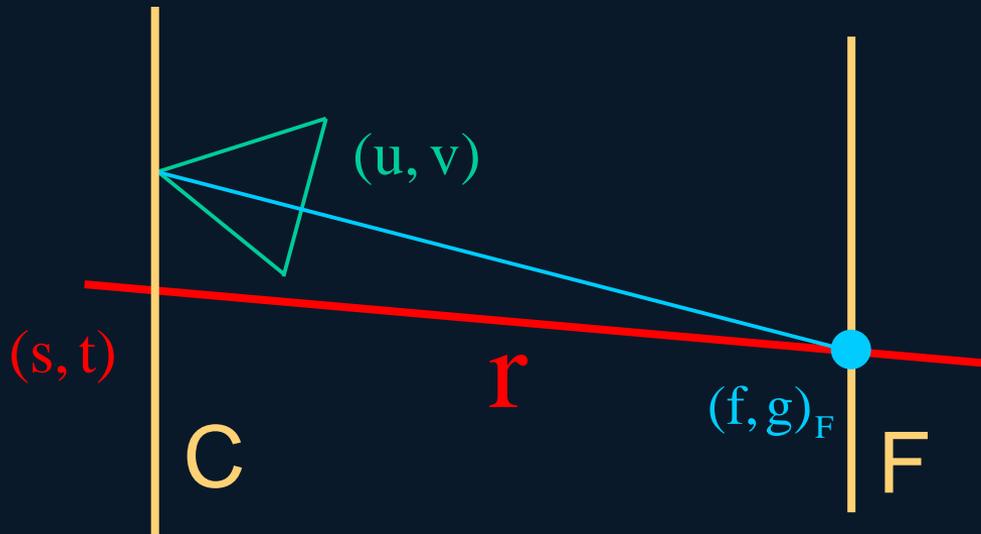
- variable Blendeinstellung
- variable Focal Surfaces
- multiple Focal Surfaces

Parametrisierung



Mapping Funktion

Für jede diskrete Kamera wird eine Mapping-Funktion definiert



$$\mathbf{M}_{s,t} : (f, g)_F \rightarrow (u, v)$$

$$\mathbf{M}_{s,t} = \mathbf{P}_{s,t} \circ \mathbf{T}_F$$

$$\mathbf{T}_F : (f, g)_F \rightarrow (X, Y, Z)$$

$$\mathbf{P}_{s,t} : (X, Y, Z) \rightarrow (u, v)$$

Ray-DB Query: Finde \hat{r} gegeben r

Bestimme Schnittpunkte mit C, F

$$r : (s, t, f, g)_F$$

Diskretisiere (s, t) nach (\hat{s}, \hat{t})

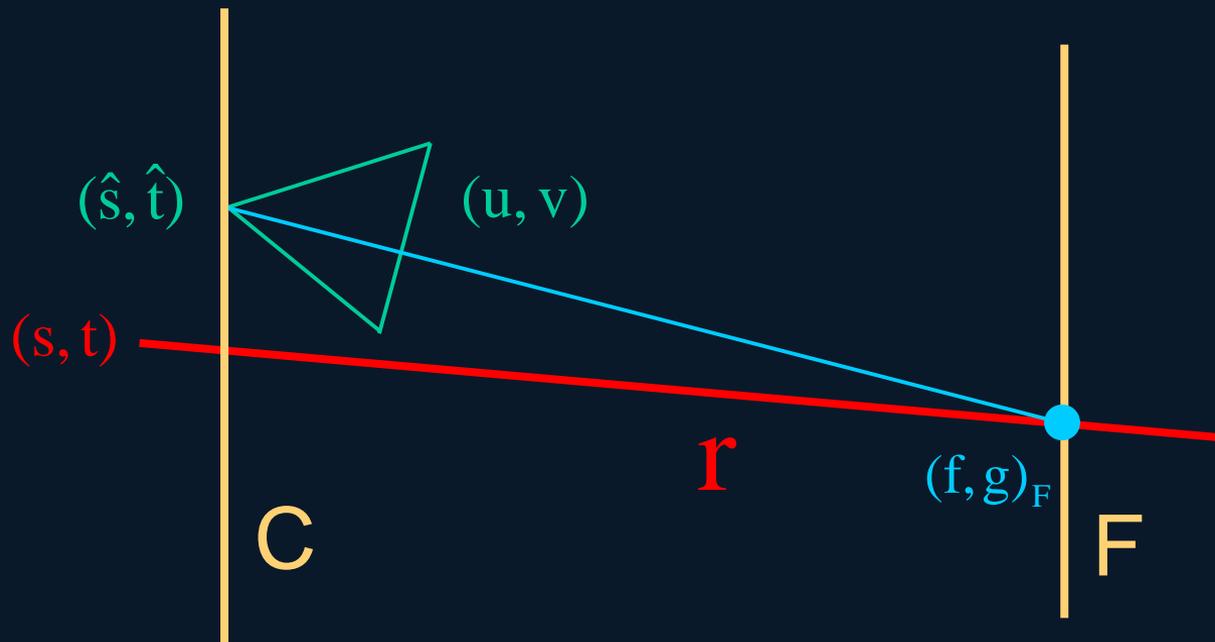
$$(\hat{s}, \hat{t}, f, g)_F$$

Bestimme $M_{\hat{s}, \hat{t}}((f, g)_F)$

$$(\hat{s}, \hat{t}, u, v)$$

Diskretisiere (u, v) nach (\hat{u}, \hat{v})

$$\hat{r} : (\hat{s}, \hat{t}, \hat{u}, \hat{v})$$



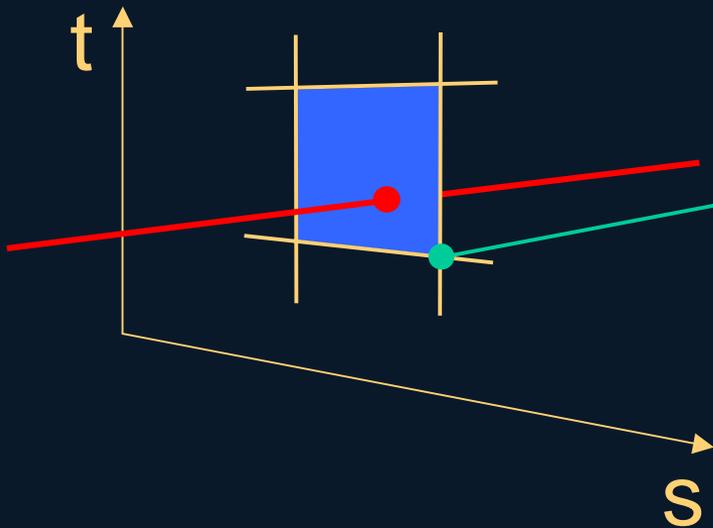
Anwendungen der neuen Parametrisierung

- **variable Blendeinstellung**
diskrete künstliche Blendöffnung
- **variable Focal Surfaces**
Translation, Rotation
beliebige Flächen
- **multiple Focal Surfaces**

Diskrete künstliche Blendöffnung

Diskretisierung auf der Camera Surface

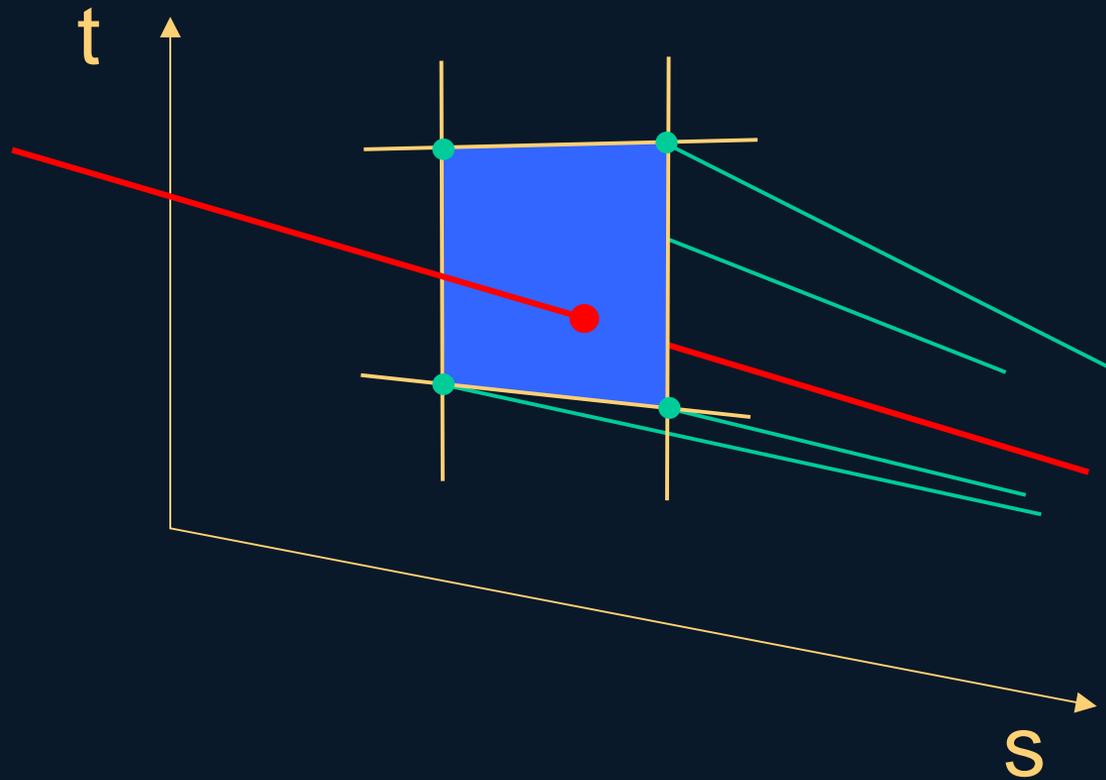
1) durch einen Wert: $(s, t) \rightarrow (\hat{s}, \hat{t})$



Unstetigkeiten bei Nearest-Neighbour-Verfahren

Diskretisierung auf der Camera Surface

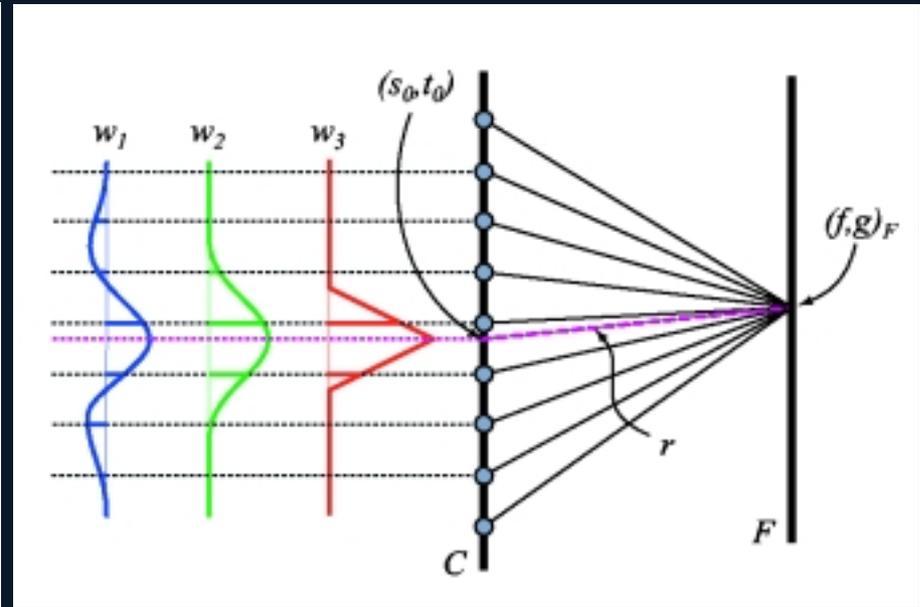
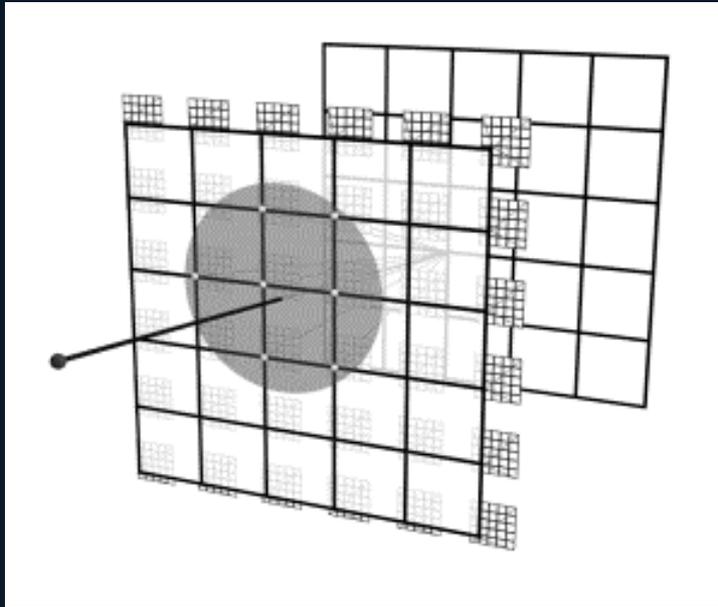
2) Interpolation durch die vier nächstgelegenen Punkte:



DISKRETE KÜNSTLICHE BLENDÖFFNUNG

Diskretisierung auf der Camera Surface

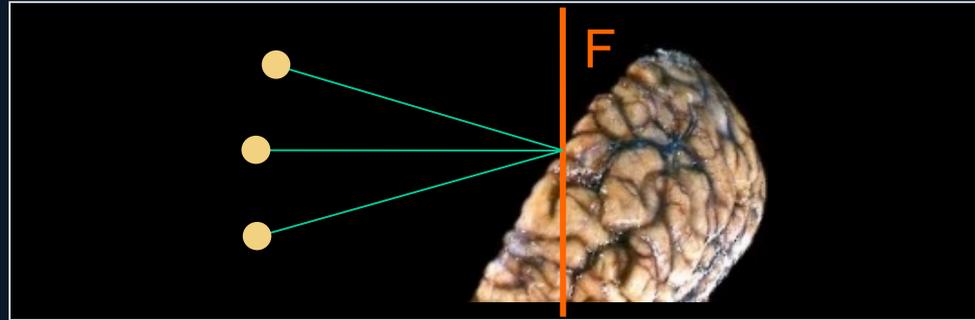
3) Linearkombination der Punkte, die sich in einem bestimmten Radius befinden:



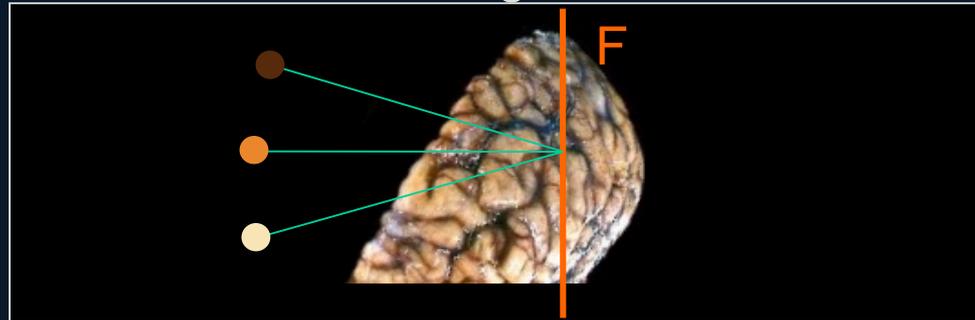
- $M_{\hat{s}, \hat{t}}((f, g)_F)$ wird mehrmals ausgewertet
- mit dem Radius wird die Blendweite gesteuert
- (Stetigkeit vs. Tiefenschärfe)

DISKRETE KÜNSTLICHE BLENDÖFFNUNG

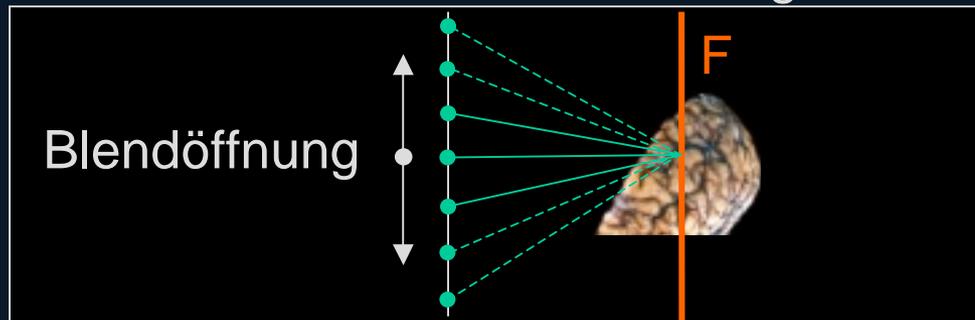
Übereinstimmung der Strahlenwerte:



Nichtübereinstimmung der Strahlenwerte:



Grössere Blende, stärkere Divergenz der Strahlenwerte:



DISKRETE KÜNSTLICHE BLENDÖFFNUNG

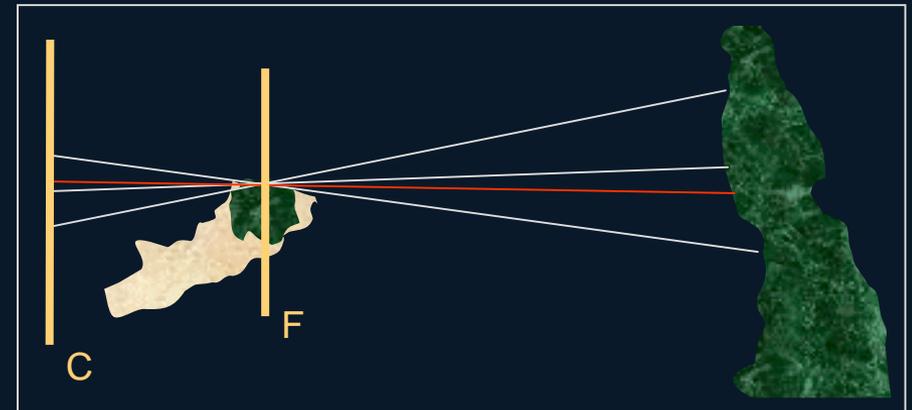
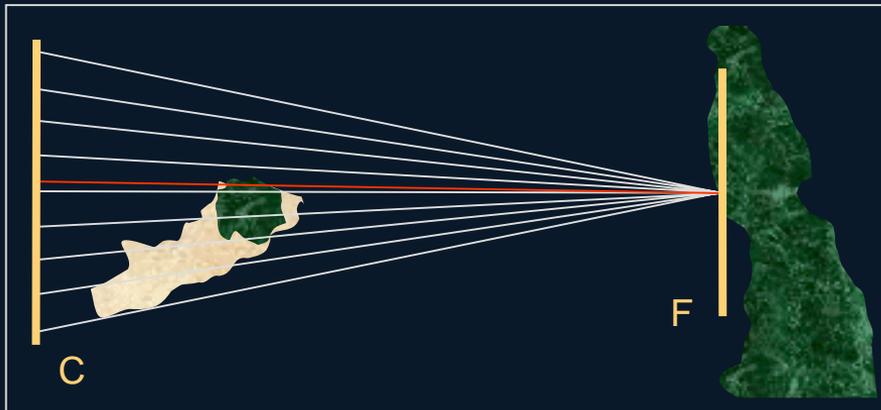
Beispiel einer grossen Blendöffnung:



Focal Surface ganz hinten, Blendöffnung gross



Focal Surface durch Baum



Variation der Focal Surface

- Verschieben der Focal Surface (Runtime)
- nicht parallele Focal Surfaces
- nicht planare Focal Surfaces
parametrisierte Fläche (Surface Patch)

Veränderung der Focal Surface ($F \rightarrow F'$)
beeinflusst die Ray-DB nicht

$$\mathbf{M}_{s,t} = \mathbf{P}_{s,t} \circ \mathbf{T}_F$$

$$\mathbf{T}_F : (f, g)_F \rightarrow (X, Y, Z) \quad \text{ändert sich}$$

VARIATION DER FOCAL SURFACE



Focal Surface durch Baum,
Felsen und Hügelspitze

Multiple Focal Surfaces

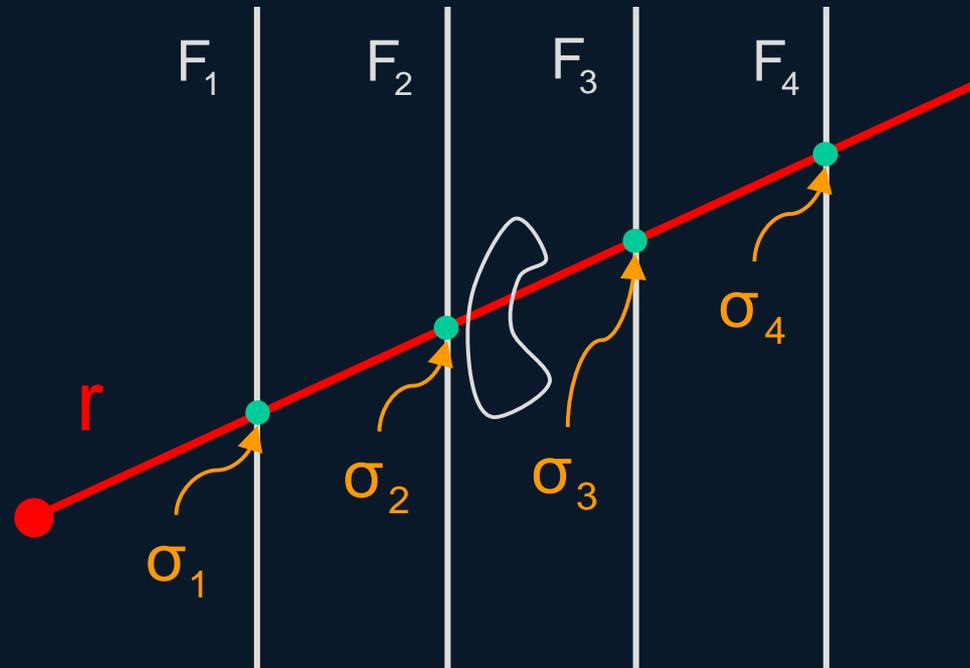
- Scene kann an beliebig vielen Orten scharf gehalten werden



2 Focal Surfaces: Durch Stier, Durch Bildschirm

Nächstgelegene Focal Surface sollte verwendet werden

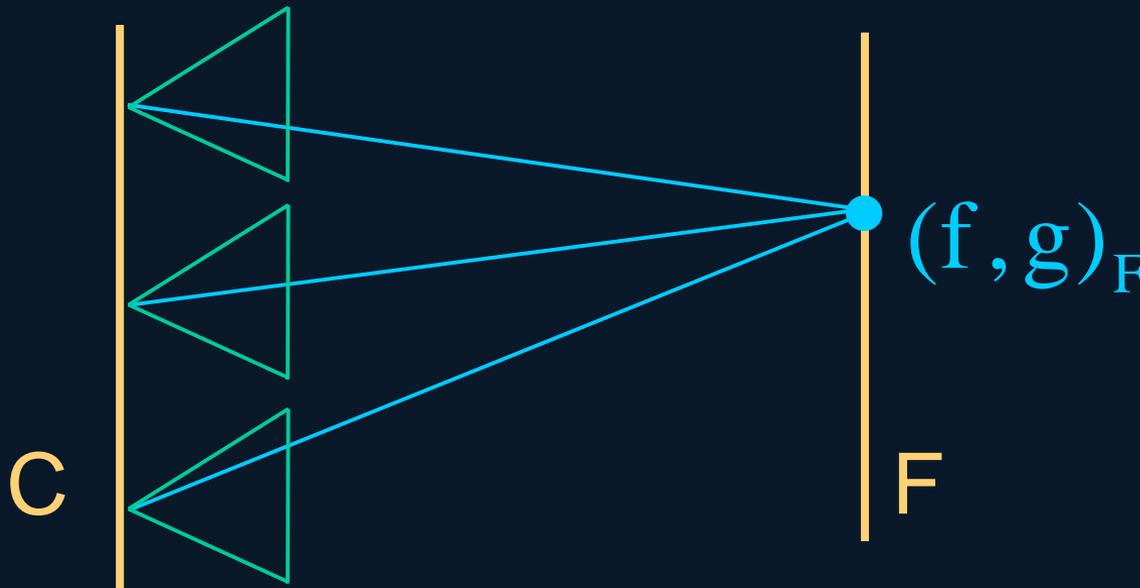
- Für jede Focal Surface wird eine Bewertungs-Map berechnet (σ -Map)
- Für einen Strahl r wird die Focal Surface mit grösstem σ auf dem Schnittpunkt gewählt (linear in Anzahl Focal Surfaces)



Bestimmung von σ

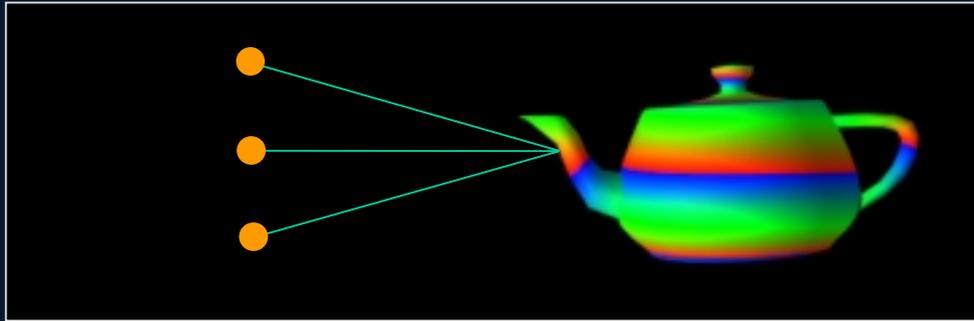
- σ ist Mass für Distanz von $(f, g)_F$ zu einem sichtbaren Objekt
- Bestimmen von σ ohne geometrische Information (vermeiden der Suche nach Korrespondenzen)

Verwenden der Strahlen, die durch $(f, g)_F$ gehen
(Radiance-Funktion)

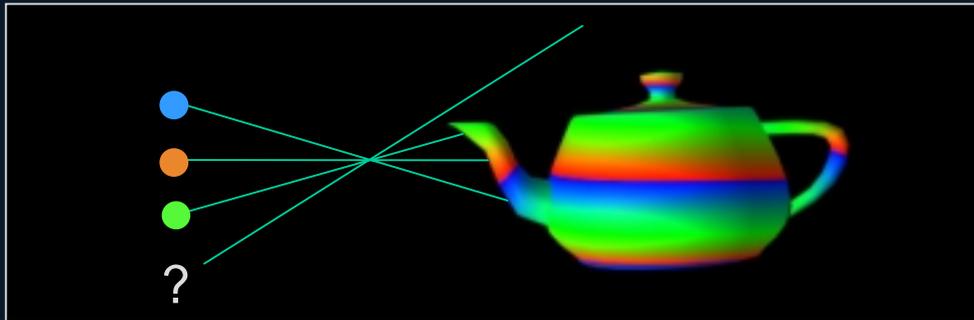


MULTIPLE FOCAL SURFACES

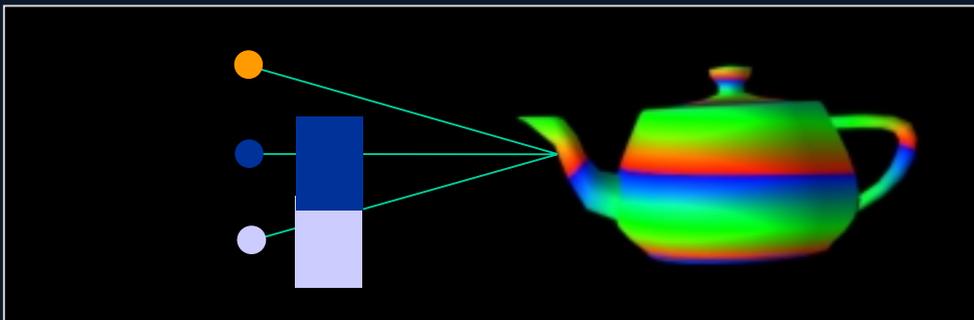
Punkt liegt auf Oberfläche → (glatte Radiance-Funktion)



Punkt liegt im Raum → (Radiance-Funktion enthält hohe Frequenzen)



Punkt verdeckt → (hohe Frequenzen)



Glattheit der Radiance-Funktion ist das Mass für σ



σ -Map vorne



σ -Map hinten

MULTIPLE FOCAL SURFACES

Problem: hohe Frequenzen in der Radiance-Funktion können auch von Verdeckung stammen



Resultate

- Fastechtzeitrender (1 fps),
für die Beispiel-Lightfields bei Blendöffnung mit 4 Kameras
- Echtzeitrenderer, wenn die Focal Surface eine Ebene ist (auf erhältlicher PC-Hardware)
- Ermöglichung von tiefen Szenen, ohne Geometrie
- Echtzeitkontrolle über Focusverhältnisse in den Bildern
- Multiple Focal Surfaces für viel Schärfe ohne Geometrie

Zukunft ...

- Kompression der Ray-DB wie bei anderen Arbeiten
- Fehlerbehebung bei mehreren Focal Surfaces
(hohen Frequenzen in der Radiance-Funktion verursacht durch Verdeckung oder Leerraum ?)
- Nutzung der Reparametrisierung für einen Depth-Vision Algorithmus
- Autofokus Algorithmus wie bei echten Kameras



Meine Meinung

- Paper bietet verallgemeinernde Theorie über Focus in Lightfields (Lightfield, Depth-corrected Lumigraph)
- Herauskitzeln von Flexibilität bei den recht unflexiblen Lightfields
- Intuitive Analogie zu echten Kameras
- Technical Report enthält mathematische Ungenauigkeiten, die aber in einem späteren Bericht berichtigt wurden.
- Die Demos weisen eine Unschönheit auf: Ghosting
Gegenmassnahmen werden zwar erläutert, aber nicht ergriffen

