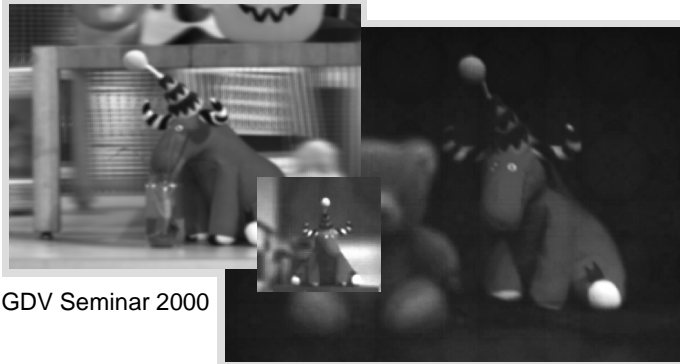


# Dynamically Reparameterized Light Fields

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

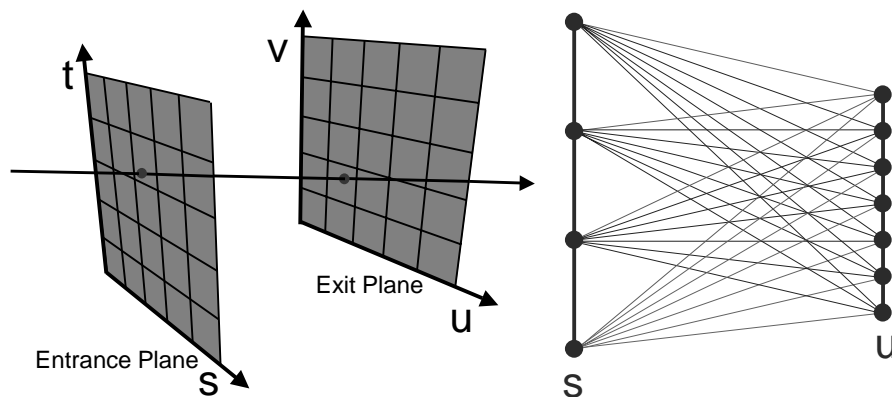
## Image Based Rendering

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

ZWEI METHODEN

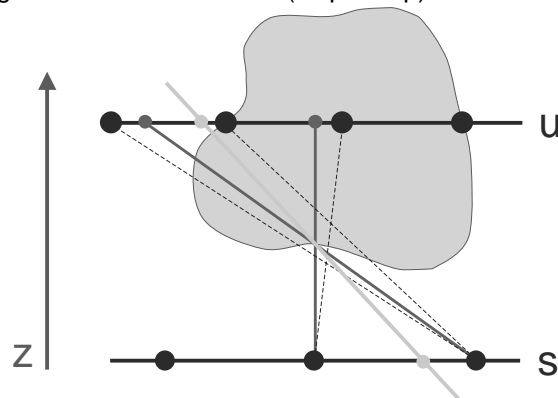
## Lightfield (Levoy, Hanrahan 1996)

- 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)



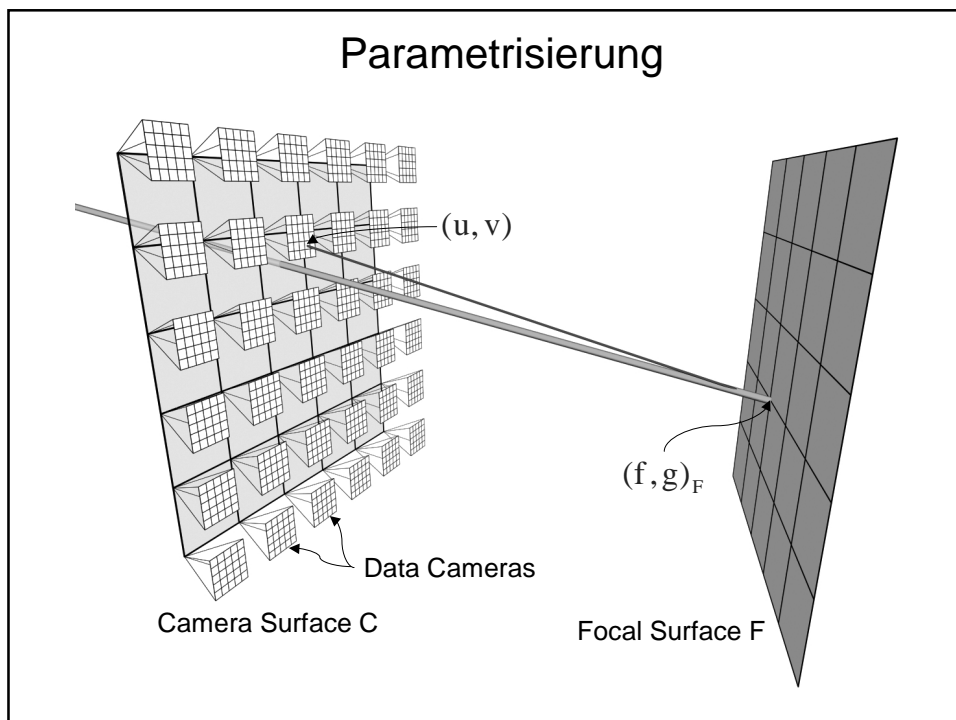
## Nachteile der bisherigen Methoden

- 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

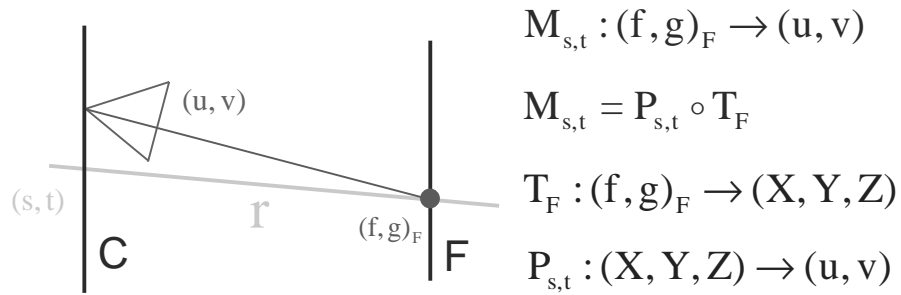
Intuitive Steuerung der Tiefenschärfe  
wie bei echten Kameras

- variable Blendeinstellung
- variable Focal Surfaces
- multiple Focal Surfaces



## Mapping Funktion

Für jede diskrete Kamera wird eine Mapping-Funktion definiert



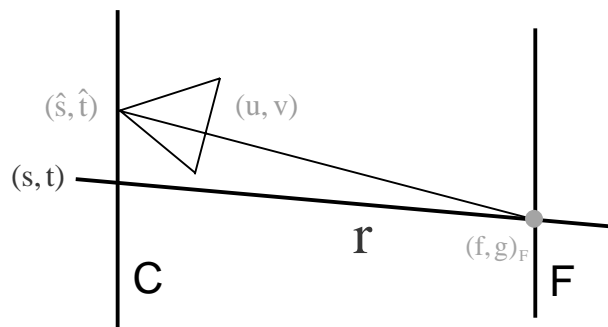
## Ray-DB Query: Finde $\hat{r}$ gegeben $r$

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



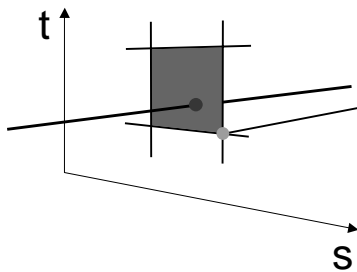
## Anwendungen der neuen Parametrisierung

- **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:  $(s, t) \rightarrow (\hat{s}, \hat{t})$

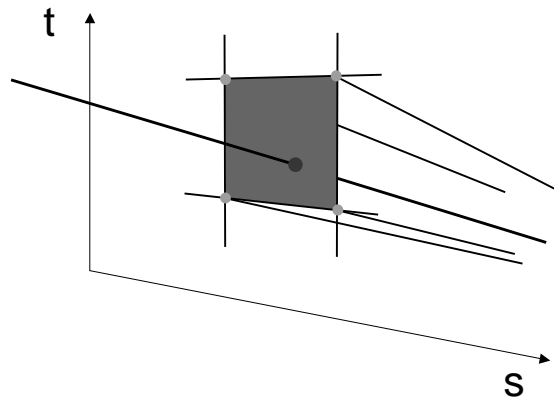


Unstetigkeiten bei Nearest-Neighbour-Verfahren

## DISKRETE KÜNSTLICHE BLENDÖFFNUNG

Diskretisierung auf der Camera Surface

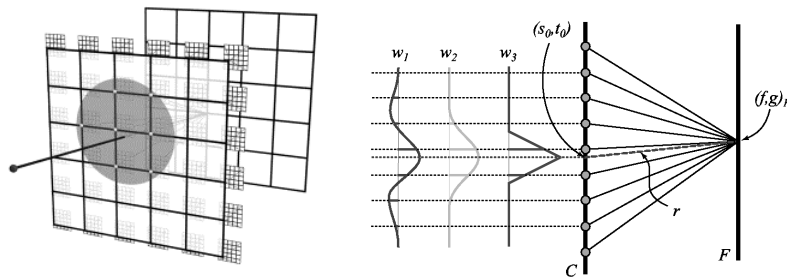
2) Interpolation durch die vier nächstgelegenen Punkte:



## DISKRETE KÜNSTLICHE BLENDÖFFNUNG

Diskretisierung auf der Camera Surface

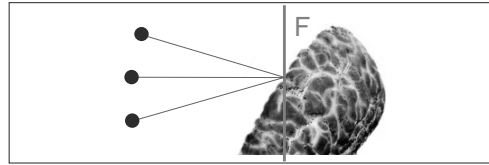
3) Linearkombination der Punkte, die sich in einem bestimmten Radius befinden:



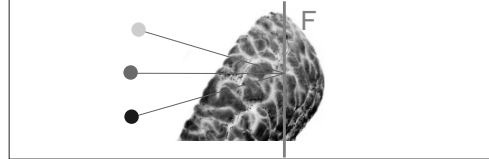
- $M_{\hat{s}, \hat{t}}((f, g)_F)$  wird mehrmals ausgewertet
- mit dem Radius wird die Blendweite gesteuert
- (Stetigkeit vs. Tiefenschärfe)

## DISKRETE KÜNSTLICHE BLENDÖFFNUNG

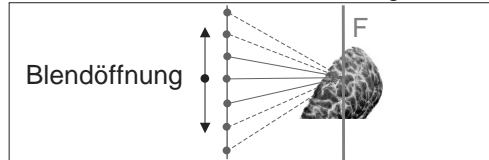
Übereinstimmung der Strahlenwerte:



Nichtübereinstimmung der Strahlenwerte:



Grössere Blende, stärkere Divergenz der Strahlenwerte:



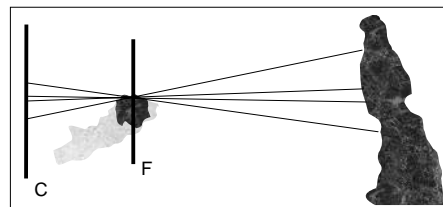
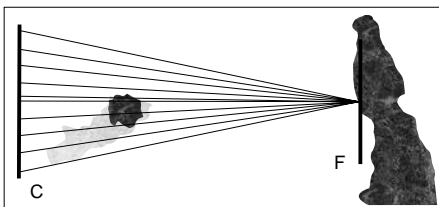
## DISKRETE KÜNSTLICHE BLENDÖFFNUNG

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

$$M_{s,t} = P_{s,t} \circ T_F$$

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

### VARIATION DER FOCAL SURFACE



Focal Surface durch Baum,  
Felsen und Hügelspitze

## Multiple Focal Surfaces

- Scene kann an beliebig vielen Orten scharf gehalten werden

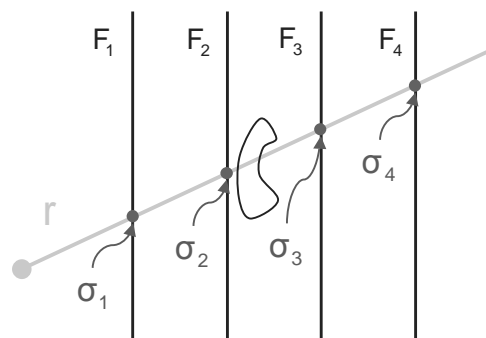


2 Focal Surfaces: Durch Stier, Durch Bildschirm

### MULTIPLE FOCAL SURFACES

Nächstgelegene Focal Surface sollte verwendet werden

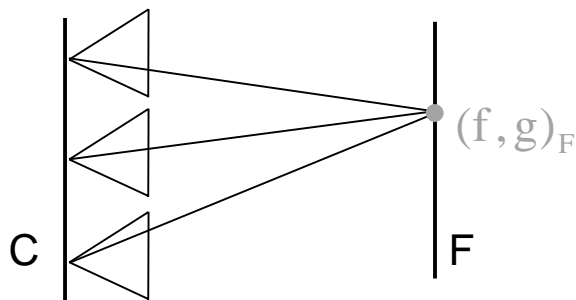
- Für jede Focal Surface wird eine Bewertungs-Map berechnet ( $\sigma$ -Map)
- Für einen Strahl  $r$  wird die Focal Surface mit grösstem  $\sigma$  auf dem Schnittpunkt gewählt (linear in Anzahl Focal Surfaces)



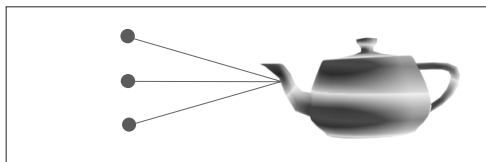
## Bestimmung von $\sigma$

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

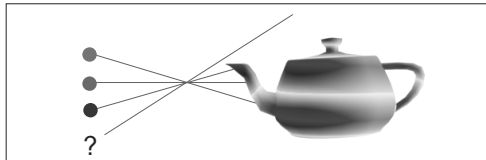
Verwenden der Strahlen, die durch  $(f, g)_F$  gehen  
(Radiance-Funktion)



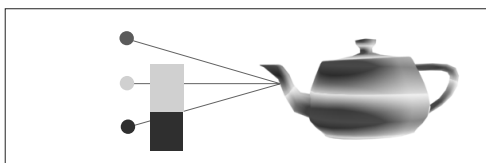
Punkt liegt auf Oberfläche → (glatte Radiance-Funktion)



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



Punkt verdeckt → (hohe Frequenzen)



MULTIPLE FOCAL SURFACES

Glattheit der Radiance-Funktion ist das Mass für  $\sigma$



$\sigma$ -Map vorne



$\sigma$ -Map hinten

MULTIPLE FOCAL SURFACES


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



## Resultate

- Fastzeitrender (1 fps),  
für die Beispiel-Lightfields bei Blendöffnung mit 4 Kameras
- Echtzeitrender, 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

