

Raamwerk voor Optimale Globale Belichting

Lukas Latacz Mathieu De Zutter

Departement Computer Graphics
K.U.Leuven

18 april 2005

Overzicht

1

Inleiding

- Situering
- Probleemstelling
- Vorig werk

2

Nieuw raamwerk

- Algemene aanpak
- Manieren om op te splitsen
- Gesegmenteerd renderen
- Iteratief gesegmenteerd renderen

3

Bespreking

- Vergelijking van methodes
- Conclusie
- Verder werk

Overzicht

1

Inleiding

- **Situering**
- Probleemstelling
- Vorig werk

2

Nieuw raamwerk

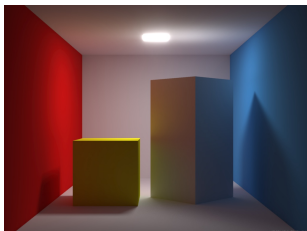
- Algemene aanpak
- Manieren om op te splitsen
- Gesegmenteerd renderen
- Iteratief gesegmenteerd renderen

3

Bespreking

- Vergelijking van methodes
- Conclusie
- Verder werk

Globale belichting

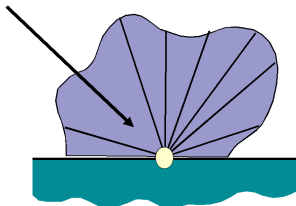


Globale belichting is het fysisch gebaseerd visualiseren van een 3d scène om fotorealisme te bekomen.

Algoritmes zoals

- Path tracing
- Photon mapping
- Photon tracing

Monte Carlo integratie



- Oppervlakken weerkaatsen lichtstralen in alle richtingen.
- Een simulatie vergt dus integratie over een hemisfeer.
- Monte Carlo integratie doet dit door at random stralen te nemen en te wegen.
- Dit is een statistisch proces en levert gemakkelijk ruis op.

Overzicht

1

Inleiding

- Situering
- **Probleemstelling**
- Vorig werk

2

Nieuw raamwerk

- Algemene aanpak
- Manieren om op te splitsen
- Gesegmenteerd renderen
- Iteratief gesegmenteerd renderen

3

Bespreking

- Vergelijking van methodes
- Conclusie
- Verder werk

Problemen bij globale belichting

- Globale belichting is **traag**.
- Bij sneller renderen bevat het beeld meer **ruis**.
- Tussenresultaten zijn meestal onvolledig en onbruikbaar.
- Teveel aandacht aan lichtpaden die een verwaarloosbare invloed hebben op het eindresultaat.

Doelstellingen

- Sneller een aanvaardbaar beeld.
- Geen ruis.
- Bruikbare tussenresultaten.
- Enkel tijd investeren in zichtbare effecten.

Nieuwe benadering

Sneller visualiseren door (enkel) de meest relevante componenten (eerst) te visualiseren.

- 1 Ruwe informatie verkrijgen
- 2 Beeld segmenteren
- 3 Per segment analyseren
- 4 Op basis van analyse visualiseren

Overzicht

1

Inleiding

- Situering
- Probleemstelling
- **Vorig werk**

2

Nieuw raamwerk

- Algemene aanpak
- Manieren om op te splitsen
- Gesegmenteerd renderen
- Iteratief gesegmenteerd renderen

3

Bespreking

- Vergelijking van methodes
- Conclusie
- Verder werk

Bleed

een nieuwe raytracer

Al het programmeerwerk wordt geschoeid in
Bleed



- Ontwikkeld door Olivier Dumont.
- Geschreven in C++.
- Maakt gebruik van XRML voor realistische modellering.
- Biedt ondersteuning voor de gesegmenteerde aanpak.

Iteratieve visualisering

De iteratieve segmenteerde aanpak is reeds beschreven in een paper van Olivier Dumont.

- Het werk wordt verdeeld in verschillende componenten.
- Een voorlopige benadering vangt niet-gerenderde componenten op.

De gebruikte segmentatie is echter rudimentair en dit wordt in deze thesis verfijnd.

Overzicht

1

Inleiding

- Situering
- Probleemstelling
- Vorig werk

2

Nieuw raamwerk

- Algemene aanpak
- Manieren om op te splitsen
- Gesegmenteerd renderen
- Iteratief gesegmenteerd renderen

3

Bespreking

- Vergelijking van methodes
- Conclusie
- Verder werk

Algemene aanpak

- Preprocessing:
 - Splits te renderen beeldje op in regio' s
 - Overlappende regio's zijn mogelijk
- Renderen
 - Sorteer gebieden volgens belangrijkheid
 - Render gebieden één voor één en benader de nog niet gerenderde gebieden

Overzicht

1

Inleiding

- Situering
- Probleemstelling
- Vorig werk

2

Nieuw raamwerk

- Algemene aanpak
- **Manieren om op te splitsen**
- Gesegmenteerd renderen
- Iteratief gesegmenteerd renderen

3

Bespreking

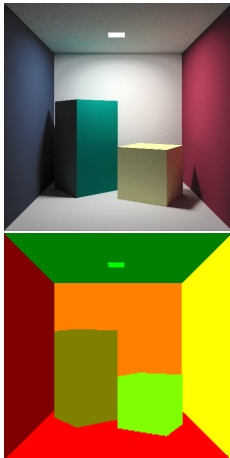
- Vergelijking van methodes
- Conclusie
- Verder werk

Manieren om op te splitsen

Er zijn 2 manieren gebruikt om een beeld op te splitsen

- volgens geometrie
- volgens lichtpaden

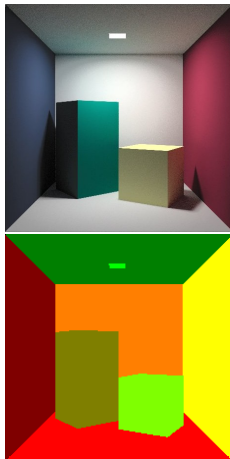
Opsplitsing volgens geometrie



Gebieden zoeken die horen bij zichtbare objecten van de scene.

- 1 Ga voor elke pixel na welke objecten er zichtbaar door deze pixel dmv
 - *raytracen*
 - Schiet 1 straal per pixel
 - Ga na welk object er geraakt is
 - *rasterizeren*
 - Rasterizeer scene met behulp van Z-buffer

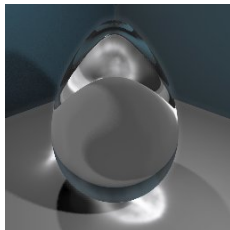
Opslitsing volgens geometrie



Gebieden zoeken die horen bij zichtbare objecten van de scene.

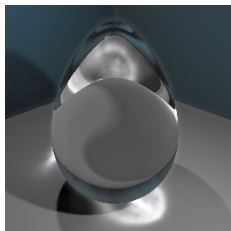
- 2 Alle pixels die bij 1 object horen vormen een gebied
- 3 Meerdere objecten kunnen zichtbaar zijn in een pixel
 - ⇒ Vergroot grenzen gebieden met 1 pixel
 - ⇒ Overlappende gebieden

Opsplitsing volgens lichtpaden



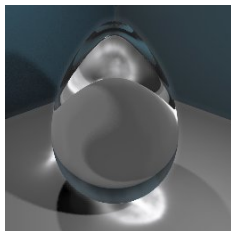
Gebieden zoeken waar de bijdrages van verschillende lichtpad uniform is.

Opsplitsing volgens lichtpaden



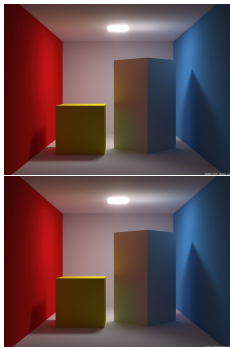
- 1 Maak een schatting voor elke pixel wat de bijdrages is voor elk lichtpad
Bewaar schattingen in een multidimensionaal beeld
- 2 Voer segmentatie algoritme uit op het beeld
- 3 Maak gebruik van geometrische regio's en gesegmenteerd beeld om uiteindelijk opsplitsing te bekomen

Opsplitsing volgens lichtpaden



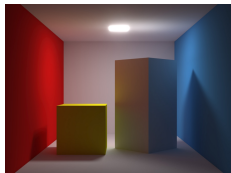
- 1 Maak een schatting voor elke pixel wat de bijdrages is voor elk lichtpad
Bewaar schattingen in een multidimensionaal beeld
- 2 Voer segmentatie algoritme uit op het beeld
- 3 Maak gebruik van geometrische regio's en gesegmenteerd beeld om uiteindelijk opsplitsing te bekomen

Opsplitsing volgens lichtpaden



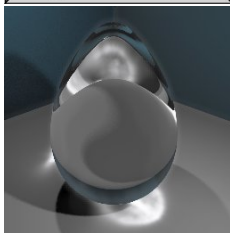
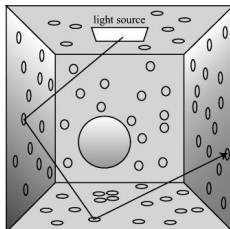
- 1 Maak een schatting voor elke pixel wat de bijdrages is voor elk lichtpad
Bewaar schattingen in een multidimensionaal beeld
- 2 Voer segmentatie algoritme uit op het beeld
- 3 Maak gebruik van geometrische regio's en gesegmenteerd beeld om uiteindelijk opsplitsing te bekomen

Opsplitsing volgens lichtpaden



- 1 Maak een schatting voor elke pixel wat de bijdrages is voor elk lichtpad
Bewaar schattingen in een multidimensionaal beeld
- 2 Voer segmentatie algoritme uit op het beeld
- 3 Maak gebruik van geometrische regio's en gesegmenteerd beeld om uiteindelijk opsplitsing te bekomen

Opsplitsing volgens lichtpaden



Maak een schatting voor elke pixel wat de bijdrages is van elk lichtpad
Bewaar schattingen in een multidimensionaal beeld

- ① Stuur photonen vanuit de lichtbronnen
- ② Voor elke pixel
 - stuur straal door pixel
 - zoek dichtste photonen
 - bewaar bijdrage photonen

Opsplitsing volgens lichtpaden

Voer segmentatie algoritme uit op beeld

tt

- Convolutie filters
 - Laplace

Overzicht

1

Inleiding

- Situering
- Probleemstelling
- Vorig werk

2

Nieuw raamwerk

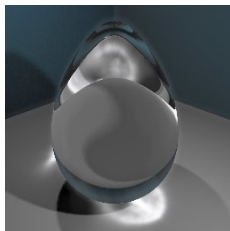
- Algemene aanpak
- Manieren om op te splitsen
- **Gesegmenteerd renderen**
- Iteratief gesegmenteerd renderen

3

Bespreking

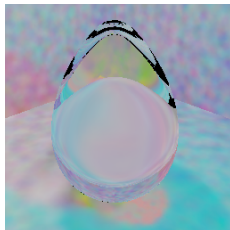
- Vergelijking van methodes
- Conclusie
- Verder werk

Werkwijze



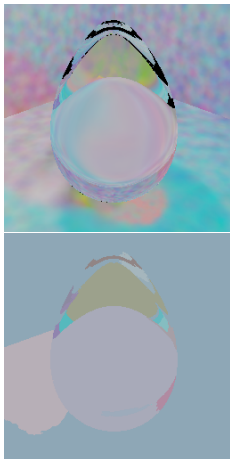
- 1 Photon tracing met weinig fotonen, elke pixel bewaart de bijdrages van de verschillende lichtpaden.
- 2 Segmentatie van het multidimensionaal beeld.

Werkwijze



- 1 Photon tracing met weinig fotonen, elke pixel bewaart de bijdrages van de verschillende lichtpaden.
- 2 Segmentatie van het multidimensionaal beeld.

Werkwijze



- 1 Photon tracing met weinig fotonen, elke pixel bewaart de bijdrages van de verschillende lichtpaden.
- 2 Segmentatie van het multidimensionaal beeld.

Werkwijze (vervolg)



- 3 De informatie van de photon tracing wordt gemapt op de bekomen gebieden.
- 4 Per gebied worden de lichtpaden gerangschikt volgens belang.
- 5 Elk gebied wordt om beurt gevisualiseerd tot een verwaarloosbaar percentage van de totale lichtenergie overblijft.

Werkwijze (vervolg)



belang	lichtpad
100	LDE
20	LS*DE
...	...

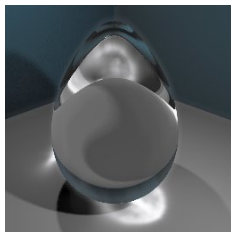
- De informatie van de photon tracing wordt gemapt op de bekomen gebieden.
- Per gebied worden de lichtpaden gerangschikt volgens belang.
- Elk gebied wordt om beurt gevisualiseerd tot een verwaarloosbaar percentage van de totale lichtenergie overblijft.

Werkwijze (vervolg)



- 3 De informatie van de photon tracing wordt gemapt op de bekomen gebieden.
- 4 Per gebied worden de lichtpaden gerangschikt volgens belang.
- 5 Elk gebied wordt om beurt gevisualiseerd tot een verwaarloosbaar percentage van de totale lichtenergie overblijft.

Werkwijze (vervolg)



- 3 De informatie van de photon tracing wordt gemapt op de bekomen gebieden.
- 4 Per gebied worden de lichtpaden gerangschikt volgens belang.
- 5 Elk gebied wordt om beurt gevisualiseerd tot een verwaarloosbaar percentage van de totale lichtenergie overblijft.

Voordelen en nadelen

Voordelen

- Lichtpaden die weinig bijdragen worden genegeerd.
 - Bvb. indirect licht dat amper zichtbaar is.
- Per lichtpad kan er een ander algoritme gekozen worden.
 - Bvb. photon mapping voor caustics

Nadelen

- Het weglaten van bepaalde lichttypes vertekent het beeld.
- Onvolledig beeld bij onderbreking.
- Speciale algoritmes nodig die per lichtpad kunnen visualiseren.

Overzicht

1

Inleiding

- Situering
- Probleemstelling
- Vorig werk

2

Nieuw raamwerk

- Algemene aanpak
- Manieren om op te splitsen
- Gesegmenteerd renderen
- **Iteratief gesegmenteerd renderen**

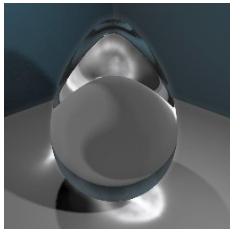
3

Bespreking

- Vergelijking van methodes
- Conclusie
- Verder werk

Light transport component analysis & rendering

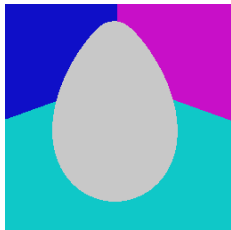
Paper van Olivier Dumont.



- Segmentatie van het beeld volgens de aanwezige geometrieën.
- Elk koppel (regio, lichtpad) vormt een te renderen component.
- Visualisatie per component
 - Eerst uniform benaderd.
 - Dan echt gerenderd.
- Component per component wordt vervangen tot volledig beeld.

Light transport component analysis & rendering

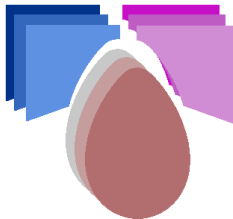
Paper van Olivier Dumont.



- Segmentatie van het beeld volgens de aanwezige geometrieën.
- Elk koppel (regio, lichtpad) vormt een te renderen component.
- Visualisatie per component
 - Eerst uniform benaderd.
 - Dan echt gerenderd.
- Component per component wordt vervangen tot volledig beeld.

Light transport component analysis & rendering

Paper van Olivier Dumont.



- Segmentatie van het beeld volgens de aanwezige geometrieën.
- Elk koppel (regio, lichtpad) vormt een te renderen component.
- Visualisatie per component
 - Eerst uniform benaderd.
 - Dan echt gerenderd.
- Component per component wordt vervangen tot volledig beeld.

Light transport component analysis & rendering

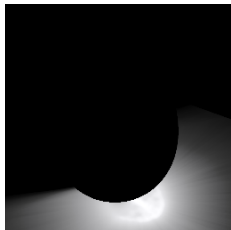
Paper van Olivier Dumont.



- Segmentatie van het beeld volgens de aanwezige geometrieën.
- Elk koppel (regio, lichtpad) vormt een te renderen component.
- Visualisatie per component
 - Eerst uniform benaderd.
 - Dan echt gerenderd.
- Component per component wordt vervangen tot volledig beeld.

Light transport component analysis & rendering

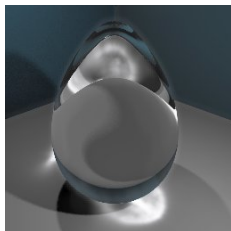
Paper van Olivier Dumont.



- Segmentatie van het beeld volgens de aanwezige geometrieën.
- Elk koppel (regio, lichtpad) vormt een te renderen component.
- Visualisatie per component
 - Eerst uniform benaderd.
 - Dan echt gerenderd.
- Component per component wordt vervangen tot volledig beeld.

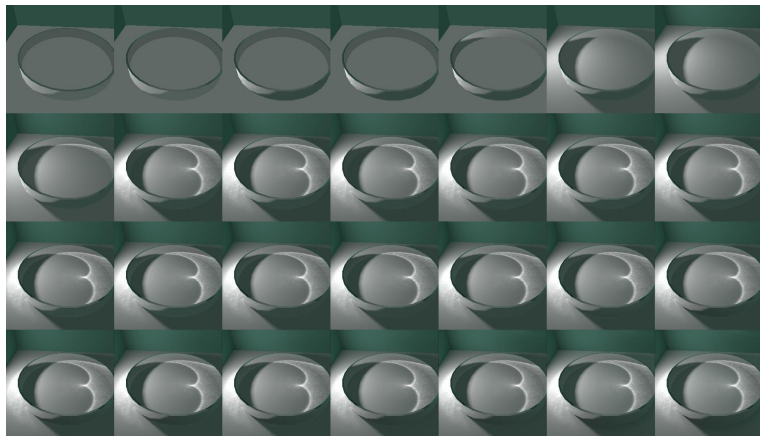
Light transport component analysis & rendering

Paper van Olivier Dumont.



- Segmentatie van het beeld volgens de aanwezige geometrieën.
- Elk koppel (regio, lichtpad) vormt een te renderen component.
- Visualisatie per component
 - Eerst uniform benaderd.
 - Dan echt gerenderd.
- Component per component wordt vervangen tot volledig beeld.

Light transport component analysis & rendering



Light transport component analysis & rendering

Evaluatie

- Iteratief proces: evolueert
 - van beeld met uniforme kleur per voorwerp
 - naar volledig gerenderd beeld.
- Bij elke iteratie
 - geen ruis,
 - een volledig beeld (zij het deels benaderd).
- Mogelijke verbeteringen
 - Fijnere granulariteit van de benadering.
(meer dan 1 kleur per voorwerp)
 - Fijnere granulariteit van de componenten.
(verschillende gebieden van de voorwerpen apart behandelen)

Light transport component analysis & rendering

Evaluatie

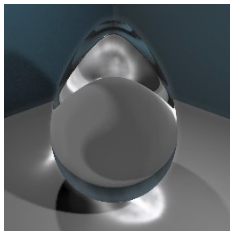
- Iteratief proces: evolueert
 - van beeld met uniforme kleur per voorwerp
 - naar volledig gerenderd beeld.
- Bij elke iteratie
 - geen ruis,
 - een volledig beeld (zij het deels benaderd).
- Mogelijke verbeteringen
 - Fijnere granulariteit van de benadering.
(meer dan 1 kleur per voorwerp)
 - Fijnere granulariteit van de componenten.
(verschillende gebieden van de voorwerpen apart behandelen)

Light transport component analysis & rendering

Evaluatie

- Iteratief proces: evolueert
 - van beeld met uniforme kleur per voorwerp
 - naar volledig gerenderd beeld.
- Bij elke iteratie
 - geen ruis,
 - een volledig beeld (zij het deels benaderd).
- Mogelijke verbeteringen
 - Fijnere granulariteit van de benadering.
(meer dan 1 kleur per voorwerp)
 - Fijnere granulariteit van de componenten.
(verschillende gebieden van de voorwerpen apart behandelen)

Fijnere segmentatie



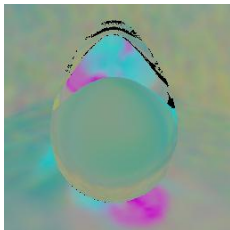
Paper: segmenteer volgens geometrie.

Fijner:

- 1 Ruwe informatie via photon tracing.
- 2 Splits informatie op per lichtpad.
- 3 Segmenteer elk beeld.

⇒ voor elk lichtpad een aangepaste segmentatie.

Fijnere segmentatie



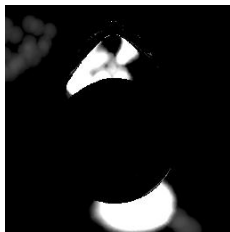
Paper: segmenteer volgens geometrie.

Fijner:

- 1 Ruwe informatie via photon tracing.
- 2 Splits informatie op per lichtpad.
- 3 Segmenteer elk beeld.

⇒ voor elk lichtpad een aangepaste segmentatie.

Fijnere segmentatie



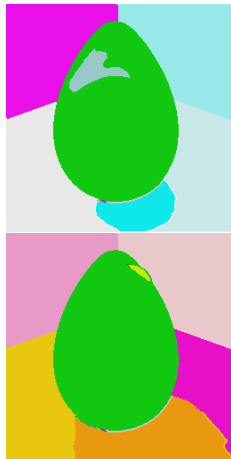
Paper: segmenteer volgens geometrie.

Fijner:

- 1 Ruwe informatie via photon tracing.
- 2 Splits informatie op per lichtpad.
- 3 Segmenteer elk beeld.

⇒ voor elk lichtpad een aangepaste segmentatie.

Fijnere segmentatie



Paper: segmenteer volgens geometrie.

Fijner:

- 1 Ruwe informatie via photon tracing.
- 2 Splits informatie op per lichtpad.
- 3 Segmenteer elk beeld.

⇒ voor elk lichtpad een aangepaste segmentatie.

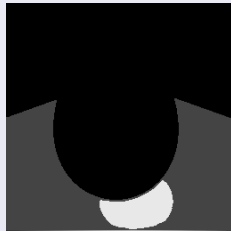
Benaderen per subregio, visualiseren per geometrie

Fijnere segmentatie voor benadering van niet gerenderde componenten.

Vorige methode



Deze methode



⇒ scherpe overgangen (eventueel blurren)

Benaderen per subregio, visualiseren per geometrie

Voordelen

- Lichtpatronen op voorwerpen worden ook benaderd.
- Indien goeie segmentatie, sneller een beter beeld.

Nadelen

- Onstaan van scherpe randen.
Te verhelpen met blur.
- Segmentatie moet zeer goed zijn.
 - Bvb. gebieden met gekartelde randen
⇒ randen smoothen

Benaderen per subregio, visualiseren per geometrie

Voordelen

- Lichtpatronen op voorwerpen worden ook benaderd.
- Indien goeie segmentatie, sneller een beter beeld.

Nadelen

- Onstaan van scherpe randen.
Te verhelpen met blur.
- Segmentatie moet zeer goed zijn.
 - Bvb. gebieden met gekartelde randen
⇒ randen smoothen

Benaderen per subregio, visualiseren per geometrie

Voordelen

- Lichtpatronen op voorwerpen worden ook benaderd.
- Indien goeie segmentatie, sneller een beter beeld.

Nadelen

- Onstaan van scherpe randen.
Te verhelpen met blur.
- Segmentatie moet zeer goed zijn.
 - Bvb. gebieden met gekartelde randen
⇒ randen smoothen

Benaderen per subregio, visualiseren per geometrie

Voordelen

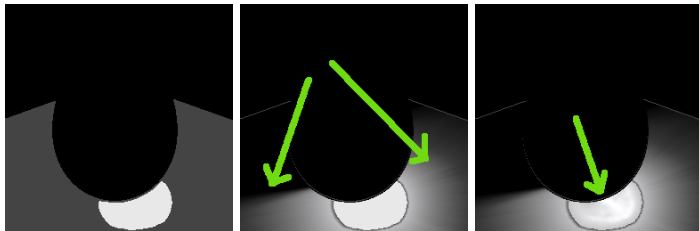
- Lichtpatronen op voorwerpen worden ook benaderd.
- Indien goeie segmentatie, sneller een beter beeld.

Nadelen

- Onstaan van scherpe randen.
Te verhelpen met blur.
- Segmentatie moet zeer goed zijn.
 - Bvb. gebieden met gekartelde randen
⇒ randen smoothen

Benaderen en visualiseren per subregio

Componenten ook met fijnere segmentatie
⇒ meer componenten, meer tussenstappen



Overzicht

1

Inleiding

- Situering
- Probleemstelling
- Vorig werk

2

Nieuw raamwerk

- Algemene aanpak
- Manieren om op te splitsen
- Gesegmenteerd renderen
- Iteratief gesegmenteerd renderen

3

Bespreking

- Vergelijking van methodes
- Conclusie
- Verder werk

Overzicht

1

Inleiding

- Situering
- Probleemstelling
- Vorig werk

2

Nieuw raamwerk

- Algemene aanpak
- Manieren om op te splitsen
- Gesegmenteerd renderen
- Iteratief gesegmenteerd renderen

3

Bespreking

- Vergelijking van methodes
- **Conclusie**
- Verder werk

Overzicht

1

Inleiding

- Situering
- Probleemstelling
- Vorig werk

2

Nieuw raamwerk

- Algemene aanpak
- Manieren om op te splitsen
- Gesegmenteerd renderen
- Iteratief gesegmenteerd renderen

3

Bespreking

- Vergelijking van methodes
- Conclusie
- Verder werk