



## Mobil GPU Tabanlı Önemine Göre Örnekleme

Ö. A. Töral<sup>1</sup> S. Ergun<sup>2</sup> M. Kurt<sup>2</sup> A. Öztürk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yaşar Üniversitesi

<sup>2</sup>Uluslararası Bilgisayar Enstitüsü, Ege Üniversitesi

<sup>3</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir Üniversitesi

# GİRİŞ

## KONUyla İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Gerçek Zamanlı Çevresel Işıklandırma

Mobil Cihazlarda Çevresel Işıklandırma

## YÖNTEM

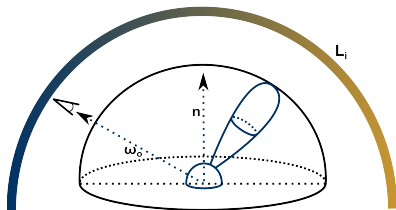
Gaussian Filtreleme

## UYGULAMA

## SONUÇLAR VE YORUMLAR

# Işıklandırma Denklemi

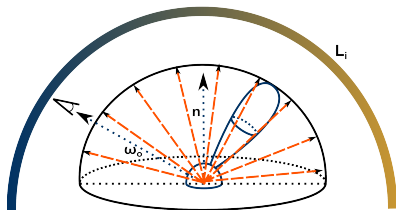
Her bir piksel için kameraaya gelen tüm çevresel ışıkların hesaplanması, çevresel ışıklandırmanın esas amacıdır.



$$L_o(\omega_o) = \int_{\Omega^+} L_i(\omega_i) \rho(\omega_i, \omega_o) (\mathbf{n} \cdot \omega_i) d\omega_i.$$

# Monte Carlo Yöntemi

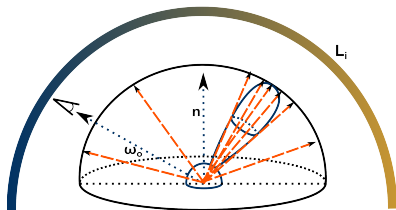
Monte Carlo numerik integrasyonu ile, ışıklandırma integralini rastgele seçilmiş örnekler ile yakınsanmaya çalışılır.



$$L_o(\omega_o) \approx \frac{2\pi}{N} \sum_{k=0}^N L_i(\omega_i^k) \rho(\omega_i^k, \omega_o) (\mathbf{n} \cdot \omega_i^k).$$

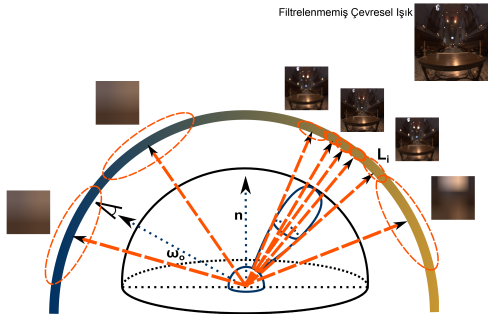
## Önemine Göre Örnekleme

İntegrali tahmin etmek için düzgün rastgele doğrultular üretmek yerine, integralin önemli bölgelerinden daha fazla doğrultular üreterek varyansı düşürme amaçlanır.



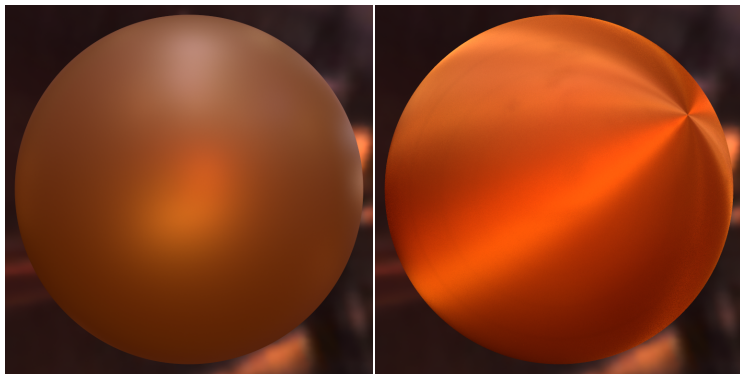
$$L_0(\omega_0) \approx \frac{1}{N} \sum_{k=0}^N \frac{L_i(\omega_i^k) \rho(\omega_i^k, \omega_0) (\mathbf{n} \cdot \omega_i^k)}{p(\omega_i^k, \omega_0)}.$$

# Filtrelenmiş Önemine Göre Örnekleme



Örneklerin olasılıklarına göre filtrelenmiş çevresel ışıkların kullanılmasıyla, düşük örnek sayısından kaynaklanan gürültülerin azaltılması amaçlanmıştır. [KC08]

## BRDF



(a)

(b)

Şekil: Isotropic (yönbağımsız) bir malzeme olan altın renkli boyanın (a) ve anisotropic (yönbağımlı) bir malzeme olan sarı satenin (b) referans görüntüleri.

# Gerçek Zamanlı Çevresel Işıklandırma

- ▶ Ön filtrelenmiş çevresel ışıklara bileşik bir yaklaşım [KVHS00]



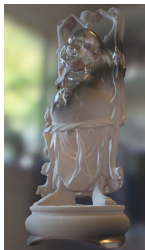
- ▶ Frekans uzayında çevresel ışıklandırma [RH02]



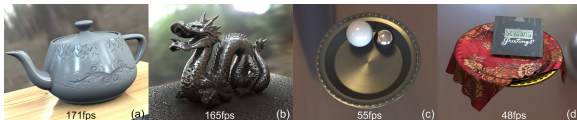


# Gerçek Zamanlı Çevresel Işıklandırma

- ▶ Gerçek zamanlı filtrelenmiş önemine göre örnekleme [KC08]

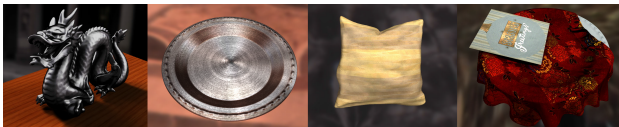


- ▶ Tüm frekanslar için dinamik ve değişimli yüzeylerin yansımaları [WRG<sup>+</sup>09]

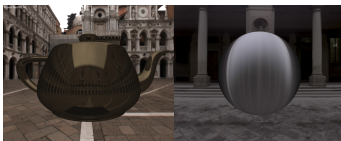


# Gerçek Zamanlı Çevresel Işıklandırma

- ▶ Eliptik normal dağılımlar [XSD<sup>+</sup>13]



- ▶ Çevresel ışıkların kd-ağacı kullanılarak önemine göre örneklenebilmesi [EKO12]



# Mobil Cihazlarda Çevresel Işıklandırma

- ▶ Geleceğin mobil platformlarında gerçek zamanlı ışın izleme [LSL<sup>+</sup>13]
- ▶ OpenGL ES tabanlı mobil cihazlar için melez CPU-GPU ışın izleme [NKL<sup>+</sup>10]
- ▶ Mobil cihazlarda gelişen dinamik ışıklandırma [MW12]

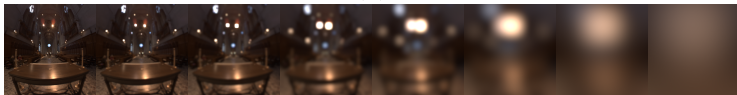
# Sorunlar

- ▶ Mobil cihazlarda düşük işlem gücü
- ▶ Düşük işlem gücüne bağlı, yetersiz örnek sayısı
- ▶ Mevcut yöntemlerin düşük örnek sayılarında kalitesiz sonuçlar vermesi

# Gaussian Filtreleme



(a)



(b)

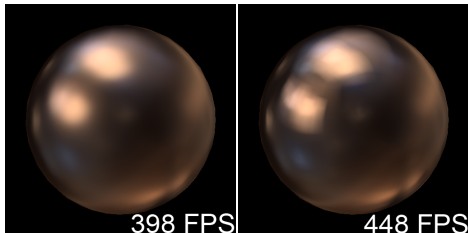
Şekil: Mipmap yöntemi [KC08] (a) ve Gaussian yöntemi (b) ile filtrelenmiş çevresel ışıklar.

# Uygulama

- ▶ Windows Phone 8
- ▶ XAML
- ▶ Direct3D
- ▶ HLSL

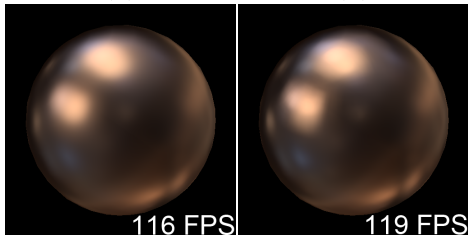


# Gaussian ve Mipmap filtreleme



(a)

(b)

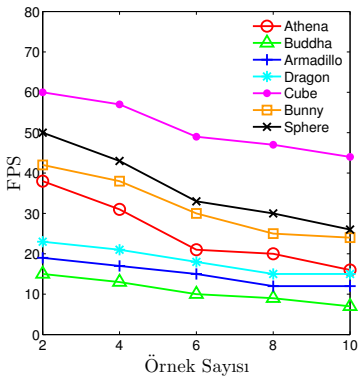


(c)

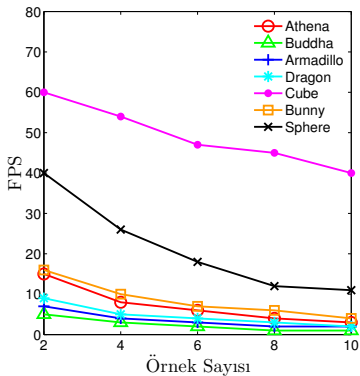
(d)

Şekil:  $\alpha_x = 0.1$  ve  $\alpha_y = 0.1$  için 8 örnek sayısı ile Gaussian filtreleme yöntemi (a) ve mipmap yöntemi (b) kullanılarak elde edilen, ve 40 örnek sayısı ile Gaussian filtreleme yöntemi (c) ve mipmap yöntemi (d) kullanılarak elde edilen görüntülerin kıyaslanması.

# Elde Edilen Sonuçlar



(a)

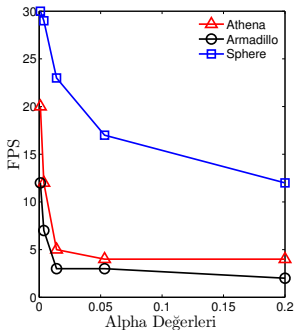


(b)

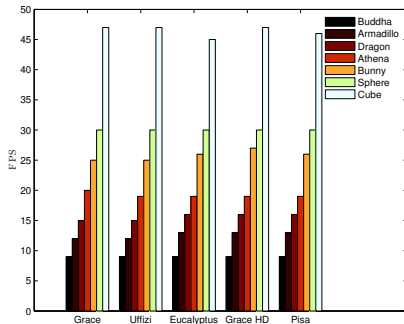
Şekil: Modellerin, farklı örnek sayıları kullanılarak (a)  $\alpha_x = 0.001$  ve  $\alpha_y = 0.001$  için ve (b)  $\alpha_x = 0.2$  ve  $\alpha_y = 0.2$  için, elde edilen FPS değerleri.



# Elde Edilen Sonuçlar



(a)



(b)

Şekil: Farklı  $\alpha$  değerlerine göre, Grace Katedrali sahnesinde, 8 örnek kullanılarak elde edilen FPS değerleri (a). Modellerin farklı sahnelere göre 8 örnek kullanılarak elde edilen görüntülerdeki FPS karşılaştırmaları (b).

# Sonuçlar ve Gelecek Çalışmalar

- ▶ Düşük örnek sayılarında da görsel olarak kabul edilebilir gerçek zamanlı görüntüler elde edildi.
- ▶ Geliştirilen yöntem Windows Phone 8 platformunda bir uygulama geliştirilerek Windows Store'a yüklendi.  
[[Material Designer](#)]
- ▶ Yöntem aşırı anizotropik materyallerde hatalı görüntülere yol açıyor.

SORULAR ?

# Referanslar I

Serkan Ergun, Murat Kurt, and Aydın Öztürk, *Real-time kd-tree based importance sampling of environment maps*, Proceedings of the 28th Spring Conference on Computer Graphics (New York, NY, USA), SCCG '12, ACM, 2012, pp. 77–84.

Jaroslav Křivánek and Mark Colbert, *Real-time shading with filtered importance sampling*, Computer Graphics Forum 27 (2008), no. 4, 1147–1154, Eurographics Symposium on Rendering, EGSR '08.

Jan Kautz, Pere-Pau Vázquez, Wolfgang Heidrich, and Hans-Peter Seidel, *Unified approach to prefiltered environment maps*, Proceedings of the Eurographics Workshop on Rendering Techniques 2000 (London, UK, UK), Springer-Verlag, 2000, pp. 185–196.

Won-Jong Lee, Youngsam Shin, Jaedon Lee, Shihwa Lee, Soojung Ryu, and Jeongwook Kim, *Real-time ray tracing on future mobile computing platform*, SIGGRAPH Asia 2013 Symposium on Mobile Graphics and Interactive Applications (New York, NY, USA), SA '13, ACM, 2013, pp. 56:1–56:5.

Sam Martin and Matt Wash, *Advancing dynamic lighting on mobile*, ACM SIGGRAPH 2012 Mobile (New York, NY, USA), SIGGRAPH '12, ACM, 2012, pp. 3:1–3:1.

Jae-Ho Nah, Yoon-Sig Kang, Kwang-Jo Lee, Shin-Jun Lee, Tack-Don Han, and Sung-Bong Yang, *Mobirt: An implementation of opengl es-based cpu-gpu hybrid ray tracer for mobile devices*, ACM SIGGRAPH ASIA 2010 Sketches (New York, NY, USA), SA '10, ACM, 2010, pp. 50:1–50:2.

Ravi Ramamoorthi and Pat Hanrahan, *Frequency space environment map rendering*, ACM Trans. Graph. **21** (2002), no. 3, 517–526.

Jiaping Wang, Peiran Ren, Minmin Gong, John Snyder, and Baining Guo, *All-frequency rendering of dynamic, spatially-varying reflectance*, ACM SIGGRAPH Asia 2009 Papers (New York, NY, USA), SIGGRAPH Asia '09, ACM, 2009, pp. 133:1–133:10.

Kun Xu, Wei-Lun Sun, Zhao Dong, Dan-Yong Zhao, Run-Dong Wu, and Shi-Min Hu, *Anisotropic spherical gaussians*, ACM Trans. Graph. **32** (2013), no. 6, 209:1–209:11.