

Image Based Lighting

Obliczanie oświetlenia bazujące na wykorzystaniu obrazów

Radosław Mantiuk
radoslaw.mantiuk@gmail.com

Image Based Lighting

Wykorzystanie obrazów HDR jako źródeł światła, które oświetlają syntezowaną scenę.

- Obrazy HDR stosowane w metodach IBL muszą rejestrować światło docierające do punktu ze wszystkich kierunków (ang. *omnidirectional light*).
- Obrazy HDR rejestrują bezwzględną wartość światła można więc stosować zaawansowane modele oświetlenia.

Zastosowania IBL:

- w metodach syntezy obrazów uwzględniających oświetlenie globalne,
- do łączenia obiektów syntezowanych z rzeczywistymi fotografiami,
- do oświetlania obiektów naturalnych (aktorów grających w bluebox'ach)
- w technikach mapowania środowiska (ang. environment mapping).

Image Based Lighting - Rezultaty syntezy obrazów



Image Based Lighting - Rezultaty syntezy obrazów



Przykłady Light Probes

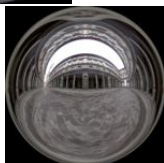
Funston Beach



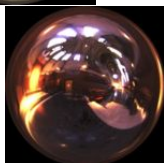
Eucalyptus Grove



Uffizi Gallery



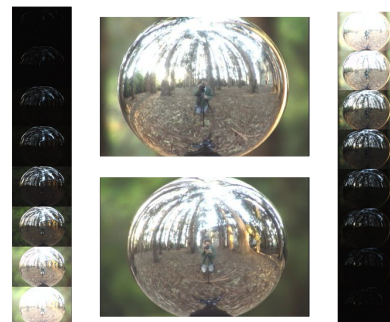
Grace Cathedral



Lighting Environments from the Light Probe Image Gallery:
<http://www.debevec.org/Probes/>

IBL: Tworzenie light probe (1)

Wykonanie serii zdjęć LDR lustrzanej kuli. Utworzenie obrazu HDR na podstawie zdjęć LDR.



IBL: Tworzenie light probe (2)

Tworzenie light probe.

Fotografowanie lustrzanej kuli:

- musi być zachowana odpowiednia odległość aparatu od kuli (obiektów o długiej ogniskowej), aby uniknąć zniekształceń geometrii,
- należy zwrócić uwagę na obszary, w których informacja jest niepełna (obszar zastąpiony przez fotografa, brzeg fotografowanej kuli), rozwiązaniem problemu jest wykonanie czterech zdjęć co 90 stopni,
- odbijalność kuli powinna być skalibrowana (kula odbija w przybliżeniu połowę energii, która w nią trafia),
- kula nie jest idealnie odbijająca, trzeba wziąć pod uwagę występowanie składowych diffuse i specular (kula nie może być porysowana i mokra),
- na kuli występuje efekt Fresnel'a wywołany polaryzacją padającego na nią światła, fotografia musi mieć dostateczną rozdzielczość.

Inne sposoby tworzenia obrazów środowiska:

- Łączenie wielu obrazów w panoramę (ang. tiled photographs).
- Zastosowanie obiektywu fish-eye (wadą jest silne winiętowanie tego typu obiektywów).
- Zastosowanie kamer do fotografowania panoram (np. firmy Spheron).

IBL: Synteza obrazów

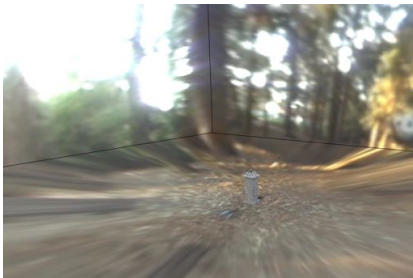
Etapy:

1. Utworzenie **light probe** (próbka światła).
2. Modelowanie geometrii i własności powierzchni.
3. Mapowanie light probe na powierzchnię otaczającą scenę (o *własnościach emisyjnych*).
4. Renderowanie sceny (śledzenie fotonów).
5. Postprocesing.
6. Kompresja luminancji otrzymanego obrazu (TMO).

IBL - Mapowanie light probe

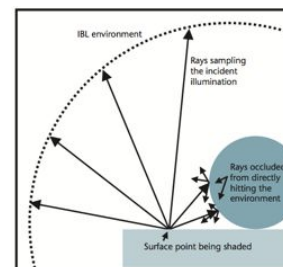
Mapowanie light probe na powierzchnie otaczające scenę.

Wykorzystany został do tego celu sześcian zawierający obiekty sceny. Light probe mapowany jest na wewnętrzne ściany sześcianu.



IBL - Rendering metodą śledzenia fotonów

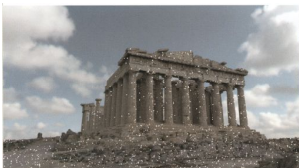
Obliczanie oświetlenia globalnego z uwzględnieniem light probe.



Wewnętrzne sfery traktowane jest jak zbiór obiektów zawierający również źródła światła.

IBL - Rendering metodą śledzenia fotonów

Obliczanie oświetlenia globalnego z uwzględnieniem light probe.



Dla każdego piksela obrazu, dla którego promień trafia w obiekt trzeba wygenerować dużą liczbę promieni wtórnych próbujących light probe.

Dla light probe o dużej wariancji pojawiają się problemy z dokładnością próbkowania. Jeżeli wysłana została zbyt mała liczba promieni i któryś z tych promieni trafił w jasny obszar na light probe (np. słońce) to wpływ tego obszaru na kolor piksela jest bardzo duży (piksel jest zbyt jasny).



IBL - Optymalizacja rendering

Identyfikacja źródeł światła.



+



Jasne obszary na light probe zastępowane są powierzchniowymi źródłami światła o charakterystyce obliczanej na podstawie light probe (kolor, rozmiar, położenie).

Renderowane są dwa obrazy: jeden z uwzględnieniem light probe bez źródeł światła (słońce zamalowane jest na czarno), drugi tylko z uwzględnieniem źródła światła. Obrazy są składane. Zabieg taki pozwala na generowanie poprawnych obrazów przy małej liczbie próbek na piksel.



Identyfikacja liczba próbek jak w przykładzie z poprzedniego slajdu.

IBL w czasie rzeczywistym

Zamiana light probe na zestaw punktowych bądź powierzchniowych źródeł światła.



(a)

Obraz można wygenerować za pomocą metod oświetlenia globalnego. Dobre efekty uzyskuje się również wykorzystując algorytmy uwzględniające wyłącznie światło kierunkowe.

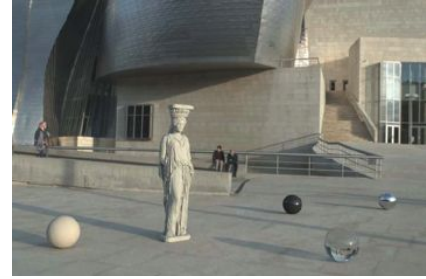
Identyfikacja położenia źródeł światła w obrazie HDR.



IBL - Cienie i odbicia

Wpływ sztucznych obiektów na light probe.

Obiekty rzucają cień na "otoczenie" oraz zmieniają kolor otoczenia wskutek odbijania światła (np. w pobliżu sztucznej czerwonej kuli otoczenie (podłoże) powinno być lekko czerwone).



Generowanie cieni polega na przygotowaniu modelu 3D fragmentu środowiska, na który mają padać cienie.

IBL - Rezultaty



IBL - Rezultaty

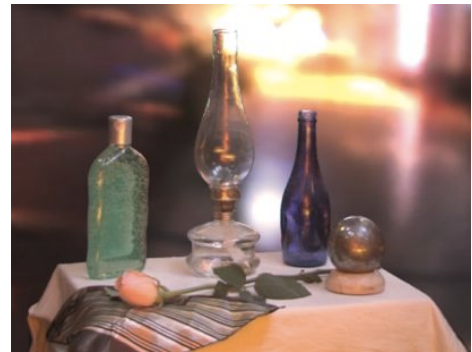


Image Based Lighting - Rezultaty syntezy obrazów



Image Based Lighting - Rezultaty syntezy obrazów



Image Based Lighting - Rezultaty syntezy obrazów



Image Based Lighting - Rezultaty syntezy obrazów



Image Based Lighting - Rezultaty syntezy obrazów



Referencje:

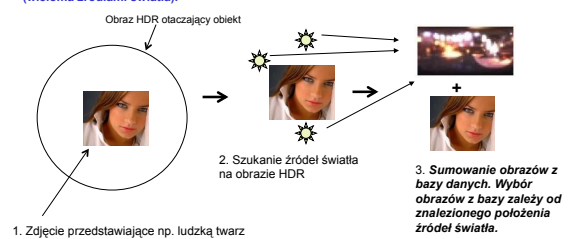
- Debevec Paul, Image-Based Lighting, ACM SIGGRAPH 2006 Courses.
- Debevec Paul, Rendering synthetic objects into real scenes: bridging traditional and image-based graphics with global illumination and high dynamic range photography, ACM SIGGRAPH 2008 classes.
- Paul Debevec homepage, <http://ict.debevec.org/~debevec/>

Image Based Lighting
Oświetlanie rzeczywistych obiektów

IBL - Oświetlanie rzeczywistych obiektów

Oświetlanie obrazem HDR rzeczywistych obiektów (np. ludzkiej twarzy).

Oświetlenie można sumować, tzn. dodawać do siebie obrazy przedstawiające obiekty oświetlone pojedynczymi źródłami światła w celu uzyskania oświetlenia złożonego (wieloma źródłami światła).



IBL - Rejestracja modelu twarzy w bazie danych

Urządzenie Light Stage - wykonanie serii zdjęć z oświetleniem z różnych kierunków.

Przygotowanie modelu oświetlenia rzeczywistego obiektu (serii zdjęć wykonanych przy oświetleniu pojedynczym źródłem światła z różnych kierunków)



IBL - Rejestracja modelu twarzy



Urządzenie Light Stage - wykonanie serii zdjęć z oświetleniem z różnych kierunków.

IBL - Rejestracja modelu



IBL - Rejestracja modelu

Light Stage 6



IBL - Przykładowe fotografie z bazy danych



Przykładowe fotografie modelu i odpowiadające im położenie źródła światła.

IBL: Funkcja odbicia



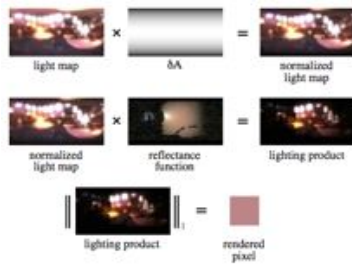
Dla każdego piksela obrazu, który chcemy oświetlić, tworzona jest funkcja odbicia (ang. **reflectance function**).

Funkcja odbicia definiuje wpływ poszczególnych źródeł światła na dany piksel.



Funkcja odbicia składa się z tylu wartości, ile położeń źródła światła zostało zarejestrowane podczas przygotowania modelu oświetlenia obiektu.

IBL - Algorytm sumowania obrazów



Kolor piksela obrazu wynikowego powstaje poprzez wymnożenie HDRa (light map) i funkcji odbicia piksela, a następnie zsumowanie wszystkich punktów w próbce. HDR z mapą otoczenia zmniejszany jest do wielkości odpowiadającej liczbie punktów w próbce (liczbie położeń źródła światła w czasie akwizycji modelu).

IBL - Rezultaty

Oświetlenie obrazem HDR ludzkiej twarzy.

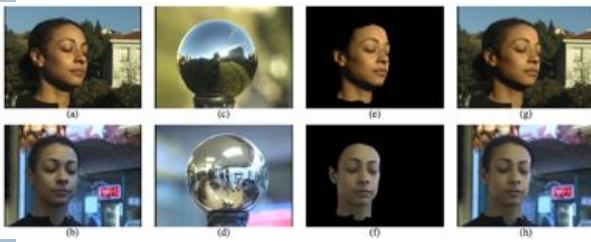


Zmiana oświetlenia (ang. **image based relighting**) wykonywana jest w czasie rzeczywistym. Możliwe jest wykonywanie obliczeń na obrazach skompresowanych (w dziedzinie częstotliwości).

Technologia stosowana w grach komputerowych i do produkcji efektów specjalnych w filmach.

IBL - Rezultaty

Oświetlenie obrazem HDR ludzkiej twarzy.



IBL - Rezultaty

Analiza obrazów, wyodrębnienie kanałów.



Literatura

1. P.E. Debevec and J. Malik. Recovering high dynamic range radiance maps from photographs. In Proceedings of SIGGRAPH 97, Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, pages 369-378, August 1997.
2. Erik Reinhard, Greg Ward, Sumanta Pattanaik, and Paul Debevec. High Dynamic Range Imaging. Morgan Kaufman, Elsevier, 2005.
3. Paul Debevec, Tim Hawkins, Chris Tchou, Haarm-Pieter Duiker, Westley Sarokin and Mark Sagar. Acquiring the Reflectance Field of a Human Face. SIGGRAPH 2000 Conference Proceedings.