

# Szybkość, a jakość Final Gather w Mental Ray'u

---

Arkadiusz Leszko

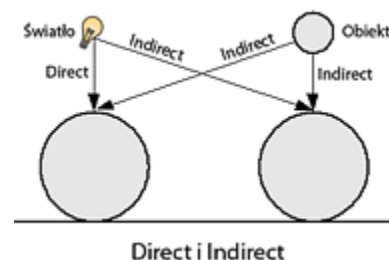
Abstrakt.

Dzięki zaawansowanemu silnikowi renderowania, jakim jest Mental Ray i wydajnej technice obliczania światła dla "Global Illumination", którą stanowi "Final Gather" jesteśmy w stanie w miarę szybko i łatwo otrzymywać obrazy fotorealistyczne. Dodatkowo dzięki wiedzy, jak sprawnie ustawić silnik renderujący, możemy osiągnąć dobrą jakość obrazu w przwoitym czasie. Oprócz omówienia doboru parametrów renderowania, w atrykule zostanie porównana charakterystyka pracy w środowiskach: 32 i 64-bitowym.

Powszechnie wiadomo, że renderowanie jest procesem kosztownym ze względu na czas. Sam rendering to proces tworzenia danych wyjściowych o różnym stopniu złożoności dla obiektów sceny<sup>1</sup>. W zależności od skomplikowania sceny może się on wahać od kilku godzin do kilku dni i tygodni. Dzięki zastosowaniu farm renderujących i łączeniu komputerów w klastry jesteśmy w stanie nieco skrócić czas powstawania obrazu wynikowego. Dlatego ważnym aspektem jest optymalizacja ustawień silnika renderującego i odpowiednie przygotowanie wcześniejszych testów zanim przystąpimy do renderu finalnego na maksymalnie efektywnych parametrach.

Mental Ray jest wysoko wydajnościowym silnikiem renderowania, pozwalającym generować obrazy fotorealistyczne i w swoim działaniu wykorzystuje metodę śledzenia promieni świetlnych. Wymaga to od silnika implementacji odpowiednich funkcji i algorytmów renderujących, oraz odpowiedniej wydajności jak i dokładności w odwzorowaniu zjawisk fizycznych. W najnowszych edycjach programu Autodesk 3ds Max, Mental Ray jest domyślnie zaimplementowanym silnikiem i możemy go wykorzystywać wraz ze specjalnie zaprojektowanymi dla niego materiałami (Arch & Design), shaderami (shader to algorytm określający jak światło odbija się w scenie<sup>2</sup>) i światłami. W pierwszej części tego artykułu zostanie przedstawiony proces renderowania wnętrza pokoju, oraz podstawowej konfiguracji silnika. Mental Ray jest złożonym i zaawansowanym oprogramowaniem, stąd w łatwy sposób można nieefektywnie renderować tracąc mnóstwo cennego czasu.

Na przykładową scenę składają się modele, materiały oraz światło. Bez odpowiedniego i dokładnego przygotowania tych rzeczy nie jesteśmy w stanie otrzymać realizmu w naszych renderach. W przyrodzie występują światła skierowane *Direct* oraz *Indirect*. Indirect Light jest typem światła pochodzącym z każdego kierunku sceny i w większości od innych obiektów co obrazuje poniższy obrazek.



W przyrodzie spotykamy dwa typy oświetlenia Global Illumination i Indirect Illumination. Bez odpowiednich algorytmów symulujących poprawnie zachowanie tych dwóch typów oświetlenia nie

<sup>1</sup> Kelly L. Murdock – „3ds Max 8 Biblia”

<sup>2</sup> Kelly L. Murdock – „3ds Max 8 Biblia”

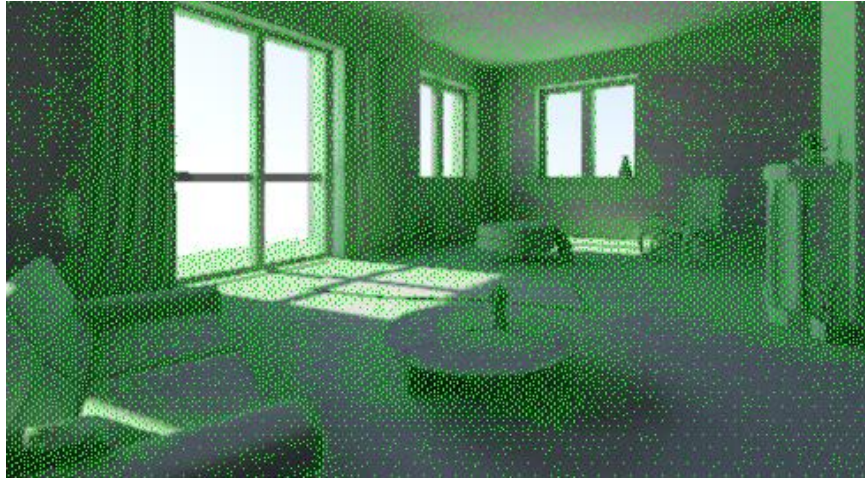
jesteśmy w stanie osiągnąć obrazów fotorealistycznych. Shadery typu Indirect Illumination obliczają światło pochodzące nie tylko od źródła światła, którym może być żarówka, czy słońce ale również światło pochodzące od innych obiektów w scenie. Na potrzeby rozwiązania tych problemów Mental Ray wykorzystuje dwie podstawowe metody generowania (symulowania) oświetlenia typu Indirect Illumination jest to Final Gather, oraz Global Illumination wykorzystujący w swoim działaniu fotony.

Na oświetlenie sceny składają się specjalnie przeznaczone dla Mental Ray'a poprawnie fizycznie światła. Światło słoneczne (*mr Sunlight*), światło nieba(*mr Skylight*), oraz *mr Sky Portal* pozwalający na wykorzystania światła zewnętrznego w celu oświetlenia scen wewnętrznych. Dzięki niemu promienie docierają do wnętrza pokoju. Jako algorytm obliczania rozpraszania się światła typu *Indirect Illumination* w scenie wykorzystana została metoda Final Gather dla światła. Dzięki zastosowaniu tej metody Mental Ray, oblicza światło odbite od powierzchni na którą pada. Jest to tak zwane odbicie rozproszone (*Diffuse reflection*), powstałe w skutek odbicia się promienia światła padającego na powierzchnię ze współczynnikiem odbicia i rozproszenia. Należy mieć na uwadze, że ten parametr ustawiany jest przez użytkownika i nie jest samoczynnie obliczany. Final Gather daje taką możliwość dzięki czemu możemy w bardziej precyzyjny sposób symulować zachowanie się promieni światła wchodzących w interakcję z otoczeniem. Światło obliczone w tej metodzie składa się z dwóch komponentów, światła skierowanego (*Direct Illumination*), oraz światła bezkierunkowego, odbitego (*Indirect Illumination*). Światło odbite powstaje w skutek odbijania się promieni od powierzchni, pochodzących od światła skierowanego, oraz światła otoczenia (*Global Illumination*). W pierwszej kolejności Final Gather oblicza światło skierowane (*Direct Illumination*), następnie w zależności od wartości koloru w danym punkcie obliczana jest jego intensywność. Ostatecznym wynikiem jest suma intensywności światła obliczonego w każdym z dwóch etapów.

Final Gather opiera swoje działanie na promieniach, które są rozpraszane w scenie. Stąd jego skuteczność często wynika z ilości promieni które będzie wykorzystywał. Podczas wstępnych testów najlepiej używać niskiej liczby promieni ok. 20, a w ostatecznym renderze znacznie więcej od 60 do 500. Należy także pamiętać, że ilość potrzebnych promieni dających zadowalający rezultat zależy od charakterystyki sceny i czasem minimalne ustawienia dają poprawne wyniki. Dlatego nie należy kierować się regułą im więcej promieni tym lepiej, gdyż duża liczba promieni w znacznym stopniu wydłuża czas renderingu, oraz zwiększa zajętość pamięci podręcznej, co zaś nie w każdym przypadku prowadzi do poprawienia jakości otrzymanego obrazu. Dodatkowo w 3ds Max 2009 istnieje pięć gotowych szablonów z ustawieniami, które możemy wykorzystywać podczas prób jak i finalnego renderingu. Dostęp do zakładki z ustawieniami znajduje się w oknie Rendering/Indirect Illumination. Final Gather posiada sporo parametrów wpływających na oświetlenie typu „Indirect illumination”, jednym z podstawowych jest *multiplier*, który steruje jasnością światła w scenie poprzez mnożenie światła typu *indirect*. *Initial FG point density* to parametr odpowiedzialny za ziarnistość (zaszumienie) generowane przez punkty Final Gather'a. Ustawiając ten parametr należy pamiętać, że duża wartość drastycznie zwiększa czas renderingu. Domyślną wartością jest 1.0. Dodatkowo ma duży wpływ na jakość cieni i dzięki niemu cienie są gładkie oraz wyraźne, nie zlewają się ze sceną. *Rays per FG point* – tą opcją ustawiamy liczbę promieni, które zostaną użyte w celu obliczenia światła *indirect illumination*. Wysoka liczba promieni, wydłuża czas obliczeń, domyślna liczba to 250. **Parametr ma głównie wpływ na jakość cieniowania.** *Interpolate over number of FG points* – dzięki tej opcji dodawanych jest (poprzez interpolację) więcej punktów FG na promień. Dzięki temu otrzymamy gładkie przejście pomiędzy ciemnymi, a jasnymi miejscami w scenie. Domyślną wartością jest 27. Obraz renderowany z małą ilością punktów ma dużo plam wynikających z braku interpolacji między

promieniami FG. Ważnym parametrem mającym wpływ na realizm renderingu jest opcja *Diffuse bounces*. Dzięki niej światło odbija się od powierzchni (tak samo jak w rzeczywistości), co powoduje doświetlanie sceny, oraz kolor powierzchni jednej ma wpływ na drugą. Ponadto poprzez parametr *Weight* możemy wzmacniać efekt działania *Diffuse bounces*. Przystępując do renderowania sceny, aby uniknąć każdorazowego obliczania punktów Final Gather'a bardzo dobrym zwyczajem jest wygenerowanie sobie ich mapy tak zwanej *Final Gather Map*, a następnie używać jej w kolejnych renderach sceny. Mental Ray samoczynnie aktualizuje raz wygenerowaną mapę podczas gdy zajdą jakieś zmiany w scenie (światła, obiekty zostaną przesunięte lub zmienione). Podczas generowania mapy, możemy zrobić to dla niskich ustawień Final Gather'a. *Final Gather Map* działa dla scen statycznych i animacji w których przemieszcza się tylko kamera. Inną opcją zaoszczędzającą czas jest „*Reuse geometry*” jednokrotne załadowanie modeli do pamięci, które będą używane wielokrotnie, dzięki temu nie są one przeliczane za każdym razem podczas renderingu.

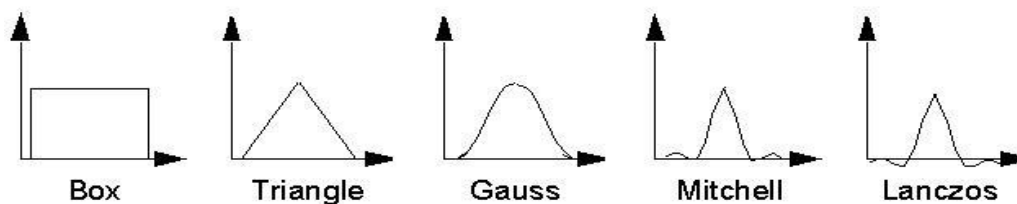
Przygotowując naszą scenę do finalnego renderingu powinniśmy zacząć od niskich ustawień silnika, które dadzą nam szybki czas renderingu. Po ustaleniu kompozycji, należy ustawić światło, dobrać odpowiednią jasność i klimat sceny jaki chcemy osiągnąć. Takie testy najlepiej przeprowadzać bez końcowych materiałów, które będą nałożone na obiekty w scenie. Dzięki opcji „material override” możemy nałożyć na całą scenę jeden materiał (najlepiej z samym parametrem diffuse i szarością 50%). Poprzez taki zabieg scena będzie się szybko renderować bez odbić i refrakcji jak i innych zaawansowanych charakterystyk powierzchni, które wydłużają czas obliczeń. Po doborze światła i parametrów Final Gather'a (zaczynamy od niskich ustawień *Draft*, rozkład punktów w scenie możemy wyświetlić poprzez zaznaczenia odpowiedniej opcji w zakładce *Render Setup/Processing/Diagnostics/Final Gather*) możemy wyrenderować scenę z jej materiałami co da nam pogląd na ogólne oświetlenie i reakcję materiałów na światło. Możemy zauważyć jak kolory powierzchni wzajemnie wpływają na siebie *Color Bleeding*, oraz jakie uzyskujemy odbicia. Jeśli wszystko wygląda dobrze powinniśmy w tym momencie zwiększyć próbkowanie w celu wygładzenia sceny oraz pozbycia się ziarnistości. Należy pamiętać, że sampling jest procesem bardzo wydłużającym czas i w zależności od użytych materiałów na powierzchniach z dużymi parametrami odbić, refrakcji czy świetlistości będzie liczył się długo. Dlatego warto spróbować wyrenderować scenę w niskiej rozdzielczości i samplingu min: 1 max: 16, jeśli wszystko będzie wyglądać dobrze, następnie poprawić dodatkowo jakość przez większe parametry próbkowania. Sporym przyspieszeniem podczas renderowania jest wcześniejsze utworzenie mapy punktów FG i używanie jej podczas kolejnych testów. Należy jednak uważać i pamiętać, że mapa Final Gather w trybie tylko do odczytu nie będzie automatycznie aktualizowana po zmianie ustawień FG (musimy utworzyć ją ponownie dla nowych parametrów).



*Rozkład punktów Final Gather Map (mapa FG)*

Finalnym parametrem mającym wpływ na jakość sceny jest jakość próbkowania obrazu, *Samples per Pixel*. Obraz jest próbkowany w celu dodania do niego anti-aliasingu, co w znacznym stopniu wpływa na podniesienie jego jakości i usunięciu szumu. Proces tak zwanego *samplingu* polega na przeliczaniu i wyrównywaniu kontrastów/artefaktów powstałych w wyniku renderingu<sup>3</sup>. Proces ten jest skomplikowanym i dość czasochłonnym algorytmem. Polega na dzieleniu sceny na obszary o odpowiedniej wielkości, lub odpowiedniej liczbie sąsiadujących pixeli. Jeżeli różnice w natężeniu (graficzne różnice) między sąsiadującymi obszarami są "nie poprawne" - program emituje dodatkowe 'promienie' w celu podziału obszaru na mniejsze części lub ponownego jego przeliczenia. Użytkownik określa rozmiar próbkowania poprzez parametr minimum – reprezentujący liczbę próbek (sampli) na pojedynczy pixel. Wartość większa bądź równa 1 oznacza, że jeden lub więcej próbek jest obliczanych dla pojedynczego pixela. Wartość ułamkowa oznacza, że jedna próbka jest obliczana dla każdego N-tego pixela. Dla przykładu 1/16, to jedna próbka na cztery pixele. W fazie wstępnej, podczas testów nie powinniśmy ustawiać dużych wartości próbkowania, gdyż znacznie wydłużają one czas renderowania. Wystarczający próg to wartości pomiędzy 1/64, a 1/4. Dla renderów końcowych wartość minimalna powinna zawierać się w przedziale od 1 do 64 próbek na pixel. *Maximum* – maksymalny wskaźnik próbkowania. Dla testów od 1 do 4, dla finalnych renderów wysokiej jakości powinniśmy użyć wartości pomiędzy 16 - 1024. Ponadto możemy skorzystać z jednego z pięciu filtrów renderowania. *Box filter* – najszybszy filtr, lecz wprowadza duże rozmycie krawędzi co prowadzi do utraty jakości detali w scenie. Przeważnie używany to szybkich, testowych renderów. *Gauss filter* – daje poczucie "miękkości" obrazu i lekkiego rozmycia. Renderuje ze średnią szybkością. *Lanczos filter* – dość wolny filtr, jednak dający bardzo ostry i wyraźny obraz. Najlepszym filtrem pod względem jakości jest *Mitchell filter* – daje najlepsze efekty, lecz jest najwolniejszy spośród wyżej wymienionych. Dodatkowo dla każdego filtra możemy zdefiniować rozmiar filtrowanej powierzchni.

<sup>3</sup> Adam Guzowski - "Fotorealistyczny rendering w Mental Ray"  
<http://www.forum3d.pl/f3dwork.php?md=sa&idd=9&id=22>



Rysunek 1. Krzywe używane do obliczania wag próbek samplera (kształty przybliżone)

Ostatnim elementem jest postprodukcja w photoshopie, gdzie zostały poprawione kolory, wyrównanie poziomy jasności jak i nadanie ostatecznego charakteru obrazowi.

### Optymalizacja pracy silnika Mental Ray i Testy renderingu sceny.

Rozpoczynając pracę nad renderem sceny powinniśmy dobrze zaplanować sobie pracę i kolejności odpowiednich kroków. Renderując w „niewłaściwym kierunku” stracimy niepotrzebnie mnóstwo czasu na testy. Warto zatem wykorzystywać generowane mapy jak Final Gather Map, czy Photon Map dla Global Illumination. Innymi parametrami optymalizacji silnika Mental Ray są:

- *Use Placeholder Objects* - do silnika renderującego wysyłane są tylko bierzące elementy które są w obrębie renderowania. Zwiększa to wydajności renderingu i zajętość pamięci podczas dużych scen.
- *Geometry Caching* - modele raz załadowane do pliku tymczasowego nie są przeliczane przy każdym renderingu w przypadku jeśli mamy dużo obiektów w scenie przyspiesza to proces translacji geometrii przez Mental Ray'a.
- *Use Mental Ray Map Manager* – optymalizuje pracę Map Managera i przesył map, tekstur między dyskiem – pamięciom – a silnikiem renderującym.
- *Conserve Memory* – przydatny przy małej ilości pamięci podręcznej RAM i dużych scenach, gdy ważna jest oszczędność pamięci kosztem czasu.

Poniższe testy zostały przeprowadzane na komputerze PC Desktop AMD Athlon™ 64 X2 Dual Core Processor 4200+ 2.20 GHz pod system Windows Vista 64-bit z pamięcią RAM 2,00 GB w programie Autodesk 3ds Max Design 2009 SP1 x64.

Pierwszy render po ustawieniu świateł bez użycia Final Gathera. Scena jest niedoświetlona, dość ciemna. Szum i rozmazane szczegóły spowodowane małym samplingiem. Na całą scenę jest nałożony domyślny materiał typu standard jedynie z parametrem diffuse. Czas 00:01:49.



Kolejny render także z niskim samplowaniem, ale już został użyty Final Gather w celu przeprowadzenia odpowiedniego shadingu sceny. Dodatkowo w pre-processingu zostały obliczone punkty FG. Czas 00:05:48. Ta sama scena wyrenderowana z wcześniej przygotowaną mapą punktów FG obliczała się zaledwie 00:01:51. Czas generowania mapy FG 00:04:01, czyli tyle możemy zaoszczędzić przy kolejnych próbach.



Render wykonany z właściwymi materiałami sceny. Możemy sprawdzić zachowanie światła (scena dobrze oświetlona, bez przepaleń), materiałów oraz przenikanie się kolorów. Final Gather bez zmian, tak samo jak w poprzednim przykładzie. Czas 00:08:12.



Po zwiększeniu parametrów anti-aliasingu z testowych min:1/16 max: 1 do min: 16 max: 64 powierzchnie zostały ładnie wygładzone, oraz znikły białe punkty na sofie także podłodze, miejsca odbić promieni światła. Dodatkowo zostały wyciągnięte detale sceny. W każdym z przypadków użyty został filtr typu Mitchell. Czas renderowania się sceny ok. 1,5 godziny.



Renderowanie i dopracowywanie sceny może nie mieć tak naprawdę końca. Przechodząc przez żmudny proces modelowania, poprzez tworzenie materiałów, oświetlenia dochodzimy do punktu w którym wreszcie możemy zobaczyć efekt swoich długich, wielogodzinnych jak nie tygodniowych prac. Jednak bez odpowiedniej wiedzy jak ustawić silnik renderowania, jak dopasować wszystko do siebie, żeby otrzymać piękny i fotorealistyczny obraz nie jesteśmy w stanie tego osiągnąć. Warto zatem zgłębić wszelkie tajniki danego silnika, przestudiować odpowiednie opcje i parametry, poznać metody które używa w renderowaniu, gdyż na pewno czas spędzony na nauce i testowaniu różnych ustawień zwróci nam się podczas kolejnych nieraz wielogodzinnych sesji renderowania. Jeśli istnieje możliwość skrócenia czasu obliczeń, zróbmy to i wykorzystajmy zaoszczędzony czas w innym celu.