



Università degli Studi di Salerno
Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Tesi di Laurea Specialistica in
Informatica

ABSTRACT

Solid Angle based Ambient Obscurance in Image Space

Relatori

Prof. Vittorio Scarano
Prof. Ugo Erra

Candidato

Dario Scarpa
Matr. 0521/000692

Anno Accademico 2012-2013

Abstract

Un sistema di **rendering** trasforma la descrizione di una scena tridimensionale in un'immagine. Il processing della scena può avvenire con tecniche estremamente diverse a seconda del tipo di risultato desiderato e dalle risorse computazionali a disposizione: si spazia dal rendering off-line fotorealistico, che può richiedere anche diverse ore per la generazione di un'immagine, a quello real-time che, dovendo produrre un continuo flusso di fotogrammi (per rendere possibile l'interazione con l'utente), ha a disposizione solo una manciata di millisecondi.

In questa tesi lavoriamo appunto nell'ambito del rendering **real-time**, che negli ultimi anni, anche grazie alla costante evoluzione delle GPU (Graphics Processing Unit), ha visto fiorire numerose approssimazioni di fenomeni di illuminazione che un tempo erano possibili solo nel rendering off-line.

La simulazione dell'illuminazione è infatti il problema principe della computer graphics. La luce emessa da una sorgente è energia elettromagnetica che viaggia attraverso lo spazio e interagisce con gli oggetti nella scena: quando colpisce una superficie è in parte assorbita ed in parte diffusa lungo nuove direzioni, finché una piccola parte raggiunge un "sensore", come l'occhio umano. La ricorsività del processo, con la luce che rimbalza indefinitamente nella scena, è quel che rende il calcolo dell'illuminazione estremamente oneroso.

Per questo, nel rendering real-time si considera tipicamente solo l'illuminazione diretta (dalla sorgente alla prima superficie colpita), ignorando i "rimbalzi". Si parla di modelli di illuminazione locale, opposti ai modelli di **illuminazione globale**, tipicamente adottati dai sistemi di rendering off-line, i quali considerano anche la luce che raggiunge indirettamente le superfici.

Uno dei modelli di illuminazione locale più comuni, a cui anche noi fac-

ciamo riferimento, è quello di Blinn-Phong, che all'illuminazione diretta aggiunge l'idea di **luce ambientale**, ovvero una grezza approssimazione della quantità di luce indiretta che, genericamente, è diffusa nella scena e illumina qualsiasi superficie da ogni direzione.

Il calcolo dell'**occlusione ambientale** (ambient occlusion o ambient obscurance, spesso abbreviata come AO) si propone di migliorare questa approssimazione, partendo dall'assunzione che alcune superfici siano totalmente o parzialmente occluse da elementi nelle vicinanze, e si trovino quindi a ricevere una minore quantità di luce ambientale.

Calcolare l'AO di un punto significa determinare un valore che indica quanto tale punto è occluso. Tale valore verrà poi usato per modulare la luce ambientale, che non sarà quindi costante e omnidirezionale ma variabile in funzione della geometria della scena, aumentando significativamente la qualità percepita delle immagini renderizzate.

Il focus principale del nostro lavoro è la derivazione di una tecnica per la stima dell'AO, che denominiamo **SaSSAO** (Solid-angle Screen Space Ambient Obscurance). Ci concentriamo sull'ottenimento di un risultato di alta qualità, rimanendo fedeli alla definizione originale di AO, normalmente implementata dagli off-line renderer. Il risultato è una tecnica adatta al rendering real-time su GPU odierne, che lavora in **image-space** e basa il calcolo del valore di occlusione sul concetto di **angolo solido** e su un partizionamento dell'emisfero di campionamento.

L'angolo solido è l'estensione alla geometria tridimensionale del concetto di angolo planare. Considerando l'emisfero sovrastante un punto, si può approssimare l'angolo solido di tale emisfero che viene coperto da un oggetto occlusore nelle vicinanze.

Lavorare in image-space significa sfruttare le caratteristiche di processing parallelo della GPU per derivare, da alcuni buffer prodotti nel processo di rendering, informazioni sulla parte di geometria visualizzata dalla camera in un certo istante. La tecnica del **deferred rendering**, che va affermandosi sempre maggiormente e che anche noi adottiamo, permette tale tipo di approccio.

Particolare attenzione è stata rivolta all'implementazione della tecnica progettata, con l'adozione di tecnologie moderne quali **C++11** e **OpenGL 4.3** per lo sviluppo di un ambiente per la sperimentazione e il testing di tecniche di rendering con particolare supporto agli approcci image-based. Battezziamo tale ambiente **YARS** (Yet Another Rendering Sandbox), con-

fidando che sarà un buon punto di partenza per future sperimentazioni.

Valutazioni di qualità e performances ottenute sono state effettuate tramite il confronto delle immagini generate dalla nostra tecnica con dei rendering off-line prodotti da Blender. La metrica adottata nei confronti è l'indice di similarità strutturale (**SSIM**).

Presentiamo inoltre brevemente una variante della nostra tecnica che permette di ottenere degli effetti di **color-bleeding** derivante dal primo rimbalzo di illuminazione indiretta.

Concludiamo presentando alcune idee su possibili miglioramenti da sviluppare in futuro.