



PROJECT REPORT

GEOMETRY-BASED SHADING FOR SHAPE DEPICTION ENHANCEMENT
AN IMPLEMENTATION

Real-Time Graphics Programming Project

Author:
Francesco Brischetto

Submitted to:
Dr. Davide Gadia

Student Number:
958022

5th March, 2022

Table of Contents

i **Executive Summary** 2

1 **Introduction** 2

 1.1 Project Overview 2

2 **Geometry-based shading Approach** 2

3 **Design and Implementation** 2

 3.1 Normal Enhancement Operators 3

 3.1.1 Normal Smoothing Operator Implementation 3

 3.1.2 Normal Sharpening Operator Implementation 3

 3.2 Curvature Analysis 3

 3.2.1 Screen Space Surface Curvature Implementation 4

 3.3 Non-Photorealistic Rendering shading styles 4

 3.3.1 Enhanced Blinn-Phong Shading implementation 4

 3.3.2 Enhanced Cartoon/Cel Shading implementation 5

 3.3.3 Enhanced Gooch Shading implementation 5

4 **Conclusions** 5

Executive Summary

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula.

1 Introduction

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula.

1.1 Project Overview

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula.

2 Geometry-based shading Approach

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

3 Design and Implementation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in

risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

3.1 Normal Enhancement Operators

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

3.1.1 Normal Smoothing Operator Implementation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

3.1.2 Normal Sharpening Operator Implementation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

3.2 Curvature Analysis

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies

blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

3.2.1 Screen Space Surface Curvature Implementation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

3.3 Non-Photorealistic Rendering shading styles

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

3.3.1 Enhanced Blinn-Phong Shading implementation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

3.3.2 Enhanced Cartoon/Cel Shading implementation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

3.3.3 Enhanced Gooch Shading implementation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et.

4 Conclusions

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam fringilla fringilla dui id vehicula. Vestibulum aliquet, dui non viverra cursus, odio felis laoreet justo, ultricies blandit massa elit id lacus. Donec est lorem, aliquet ac gravida ac, egestas in elit. Sed sed ultrices tellus. Sed placerat nibh vel leo elementum, at aliquet turpis auctor. Etiam volutpat est risus, sit amet vehicula justo molestie sit amet. Donec fermentum libero in risus lobortis pellentesque. Sed dapibus, leo in congue dapibus, risus risus congue dolor, ac convallis lectus magna placerat ligula. Nam at turpis nisi. In scelerisque, libero vel laoreet tristique, est nunc maximus ipsum, non laoreet orci lorem ut dui. Cras vel est at ex congue congue sit amet id lectus. Nullam in tortor elementum, tempus eros vel, sagittis diam. Curabitur ultrices est nec est rhoncus malesuada. Mauris rhoncus nulla in ligula congue rhoncus. Suspendisse aliquet pellentesque lacus, nec varius neque sagittis et. [2]

References

- [1] Donald E. Knuth (1986) *The T_EX Book*, Addison-Wesley Professional.
- [2] Leslie Lamport (1994) *L_AT_EX: a document preparation system*, Addison Wesley, Massachusetts, 2nd ed.