

Web3D におけるシェーディング言語を用いた レンダリング画質向上手法の研究

学位論文内容の要旨

本研究のテーマは HTML 上の 3 次元コンピュータグラフィックス環境である Web3D のシェーディング言語を用いた画像改良の手法について提案した論文である。近年インターネットの普及と高速化の背景からテキストと画像のみならず動画、コンピュータグラフィックス、音楽などが複合的に融合されたメディアの必要性が高まってきている。ところが本研究で取り上げた Web3D に関しては先進的な 3 次元コンピュータグラフィックスの研究成果が取り入れられていない傾向にある。そこで本研究ではその点を取り上げ、研究成果を反映した新しい Web3D の枠組みを提示する。

そもそもの Web3D はインターネットブラウザ上に 3 次元コンピュータグラフィックスを表示する技法である。Web3D のファイル形式は、ポリゴンから構成される空間の集まりであるが、インターネットブラウザと通信を行うための HTML のタグの記述法、表示 3 次元空間と HTML の対話性を保証する JavaScript インターフェイスなどがあって初めて、ユーザコンテンツとして機能する。

それらの Web3D コンテンツのモデル・用途は商品開発やシミュレーションなどの計算結果の可視化が主な用途で用いられるため、特に本研究で重要視した Web3D の表示過程に関して関連研究はある程度存在するが、それらの出自は 3 次元コンピュータグラフィックス研究そのものであり、とりわけ Web3D に限定している訳ではなかった。

そこで、従来 3 次元コンピュータグラフィックス研究のテーマとして取り上げられている大域照明効果を、シェーディング言語を用いて Web3D コンテンツに適応する研究を行った。本研究で用いる大域照明モデルは単純なシェーディング方程式を用いるが、それを計算結果としてテクスチャに格納することで、グラフィックスハードウェアに適応させ、結果としてほぼリアルタイムに再計算を行うことを可能とした。また計算量の減少を実現する手法も併せて提案した。

次に、本研究の第二の提案手法である深度剥離法を用いた大域照明手法適応の研究を行った。前述の単純なシェーディングモデルでは、空間に複数の物体があるケースや、コップの取っ手のような遮蔽物があるケースなどはモデルが適応できず、大域照明を適応したレンダリング画像を生成することは困難であった。そこで対象ポリゴンからの視線方向と距離により、他物体との段階的な環境マップを生成し、それを大域の色として近似する大域照明を実現した。併せて、この手法を実際の Web3D コンテンツ生成プログラムに適応するにあたっての、画像向上の詳細なテクニックについても併せて提案を行った。

また、Web3D コンテンツは相当の歴史を有するため、既存のコンテンツが多数存在し、その再利用も視野に入れた提案をすべきである。また Web3D コンテンツを制作のワークフローが既に存在することも予想されることから、そのワークフローの変更を最小限にとどめることが望ましいが、本研究では概ね当初の目論見通り最小限の変更のみで再利用も含め、実装を可能とした。

本研究のまとめとしては、概ね当初の目的通り、Web3D コンテンツにおける画像品質改良の新提

案を達成できたと考えるが、主にはコンピュータリソース、精度、速度の3つの課題が残っており、今後も研究を継続する必要がある。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 山 本 強

副 査 教 授 荒 木 健 治

副 査 教 授 長谷山 美 紀

副 査 准教授 土 橋 宜 典

学 位 論 文 題 名

Web3D におけるシェーディング言語を用いた レンダリング画質向上手法の研究

本論文は HTML 上の 3 次元コンピュータグラフィックス環境である Web3D のシェーディング言語を用いた画像改良の手法について提案したものである。近年インターネットの普及と高速化の背景から従来のテキストと画像からなるコンテンツを超えて動画, コンピュータグラフィックス, 音楽などが複合的に融合されたメディアの必要性が高まってきており, 高度なメディア技術が開発されてきている。しかし Web3D に関しては先進的な 3 次元コンピュータグラフィックスの研究成果が十分に取り入れられているとは言いがたい状況がある。それに対して本論文では高品質レンダリング技術を取り入れた新しい Web3D の枠組みを提案している。

Web3D はインターネットブラウザ上に 3 次元コンピュータグラフィックスを表示する技術であり, Web3D のファイル形式は, インターネットブラウザと通信を行うための HTML のタグの記述法, 表示 3 次元空間と HTML の対話性を保証する JavaScript インターフェイスそして形状を表現するポリゴン情報の記述によりコンテンツとして機能する。Web3D コンテンツは主として形状デザインやシミュレーションの可視化で用いられるので, そこに使われる画像生成技術は一般的な 3 次元コンピュータグラフィックス技術であり, Web3D を特に意識したものではない。そこで本論文では 3 次元コンピュータグラフィックスにおける大域照明効果を, シェーディング言語を用いて Web3D コンテンツに適用し, Web3D の表示品質を大きく改善することを提案している。本研究で用いる大域照明モデルは, 基本的なシェーディング方程式による計算結果をテクスチャ情報として格納することで, グラフィックスハードウェアの利用を可能とするとともに, 計算量の減少を実現する手法も併せて提案した結果, ほぼリアルタイムに表示を行うことが可能となった。

しかし, 前述のシェーディングモデルでは, 空間に複数の物体があるケースや, コップの取っ手のような遮蔽物があるケースなどはモデルが適応できず, 大域照明を適応したレンダリング画像を生成することは困難であった。そこで対象ポリゴンからの視線方向と距離により, 他物体との段階的な環境マップを生成し, それを大域の色として近似するまた, 深度剥離法を用いた大域照明手法を提案した。併せて, この手法を実際の Web3D コンテンツ生成プログラムに適応するにあたっての, 画像向上の手法についても併せて提案を行っている。

また,Web3D の既存のコンテンツが多数存在するので,その再利用も重要である.そのために既存の Web3D コンテンツ制作のワークフローの変更を最小限にとどめることが求められている. 本論文では,そういったコンテンツ環境に対しても最小限の変更のみで再利用となる実装が実現されている.

以上要するに,本論文は Web3D のレンダリング画像品質向上について大域照明モデルを,実行効率を低下させることなく適用する具体的方法を提示し,更に深度剥離法により複雑な形状モデルに対してもその効果を得る手法を提案している. 更に,Web3D の産業応用現場でのワークフローを大きく変えることなく提案手法を取り入れる具体的な実装も示し,提案手法の実用性を示しており,本論文の成果は北海道大学博士(情報科学)の学位を授与する資格あるものと認める.