HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	コンピュータグラフィックスにおける所望形状の雲の映像生成に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	楠元, 克敏
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第11763号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58914
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Katsutoshi_Kusumoto_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学　位　論　文　内　容　の　要　旨

博士の専攻分野の名称　　博士（情報科学）　　氏名　楠元　克敏

学　位　論　文　題　名

コンピュータグラフィックスにおける所望形状の雲の映像生成に関する研究
（A research on synthesizing images of clouds with desired shapes for computer graphics.）

近年、コンピュータの普及、性能の向上などに伴い、様々な分野で CG の技術が応用されている。CG 技術の利用用途拡大に伴い、CG の分野では多種多様な研究課題が設定されている。中でも自然現象のビジュアルシミュレーションに関する研究は重要な研究課題のひとつであり、映像表現におけるリアリティの向上や多様な演出の幅の広がりに大きく貢献している。自然現象のビジュアルシミュレーションに関する研究の中には、特に炎、煙、水などの流体現象に着目した研究も盛んに行われている。炎・煙・水などの自然現象を表現する方法は多数提案されているが、自然現象の形状・動きなどのリアリティを向上させるためには、それらの物理現象を再現する方法が有効である。従来研究では数値流体解析を利用することで物理現象に忠実なシミュレーションを行い、極めてリアルな映像の生成に成功している。

自然界では、バブル状に鉛直方向に高々と発達した積乱雲や、綿状に部分布した積雲、セル状に現れる高積雲など様々な種類の雲が観察される。屋外景観の表現に雲は重要な要素であり、景観シミュレーション、コンピュータアニメーション、コンピュータゲームなど CG による雲の表現は幅広く利用されている。雲の表示においても数値流体解析の利用は有効であり、リアルな動きや 形状を表現することが可能である。しかし、生成される雲の形状や動きはシミュレーションに使用する様々な物理パラメー タに依存する。そのため、ユーザが所望する形状の雲の結果を得ようとする場合、試行錯誤で物理パラメータを調節しなければならず、完全にユーザが意図した結果を得ることは極めて難しい。

本研究では、前述の問題を改善し、雲がユーザの所望する形状となるようコントロールする方法の提案を目的とする。具体的には、以下の大きく 3 種類の異なる形状として表現される雲に着目し、それぞれの雲のコントロール方法をそれぞれ提案する。

- 積乱雲の形状コントロール
- 積雲の形状コントロール
- セル状として現れる高積雲・層積雲・巻積雲の形状コントロール

雲は 13 種類に分類され、大気流体の様々な条件により現れる種類の雲が異なる。様々な雲をシミュレーションで 表現する場合、各々の種類に適した大気流体モデルを利用する必要がある。

積乱雲は強い上昇気流により鉛直方向に高々と成長する雲であり、様々な形状を形成する。そのため、積乱雲に着目したコントロール方法では、上昇気流により成長する雲の大気流体モデルを利用し、雲のシミュレーションを行う。コントロール方法に関しては、正面から見た積乱雲の輪郭線をユーザが目的の形状として指定し、その目的の形状まで積乱雲が成長するようシミュレーションを制御することで、所望する形状の積乱雲の生成を行う。

積雲は、比較的小さな上昇気流により、水平方向にランダムに綿状の塊が分布する雲である。積雲に着目したコントロール方法では、積乱雲と同様の大気流体モデルを利用するが、鉛直方向への成

長を抑えるよう、上昇気流が比較的弱くなるようシミュレーションを行う。コントロール方法に関しては、ユーザが所望する積雲の複数の目的分布をキーフレームで指定し、積雲が風に流れるよう水平方向に移動しながら形状変化していくアニメーションの生成を行う。
セル状に現れる高積雲・層積雲・巻積雲は、大気中にベナール対流と呼ばれる循環運動として 現れる対流により、様々な大きさ・分布のセルパターンを形成する。ここで、高積雲・層積雲・巻積雲はいずれもセルパターンを形成する雲であるが、それらは現れる高度により分類される。巻積雲・層積雲・高積雲の順に上空に位置し、高度が高いほど雲の厚みやセルの大きさなどが小さくなる。セル状の雲に着目したコントロール方 法では、ベナール対流を考慮した大気流体モデルを利用し、雲のシミュレーションを行う。コントロールに関しては、ユーザは所望する雲の分布を指定し、目的分布に基づきシミュレーション過程を制御することで、所望する大きさ・分布となるセル状の雲の生成を行う。
上記の手法により、映像制作における所望形状の雲の映像生成を実現する。