

粒子を用いた  
火炎の対話的なビジュアルシミュレーション

2011 年度

間淵 聡

# 主 論 文 要 旨

報告番号	甲 乙 第 号	氏 名	間淵 聡
主 論 文 題 目： 粒子を用いた火炎の対話的なビジュアルシミュレーション			
<p>(内容の要旨)</p> <p>近年の対話的コンピュータグラフィックス (CG) は, GPU (Graphics Processing Unit) の進歩と共通処理のミドルウェア化によって, 急速な普及を遂げている. この技術は, 従来のゲームグラフィックスのみならず, 映画制作や都市設計など, 様々な分野へ適用が広がられている.</p> <p>対話的 CG において, 物理シミュレーションは特に重要な位置を占める. 現在, 固体や弾性体などの多くの物理シミュレーションは対話的な速度で実行可能となっているが, 気体状の現象の物理シミュレーションは未だ十分な研究が行われていない. 本論文では, 手作業での表現が特に難しい, 火炎の対話的なビジュアルシミュレーション法を提案した. このビジュアルシミュレーション法では, 物理的妥当性を考慮しながらも, 視覚的妥当性を優先した. そのため, 物理シミュレーション法だけでなく, 画像を高精度にするためのレンダリング法も開発した. また, 本論文では, 一貫して粒子を用いた. これにより, 格子を用いた場合と違い, ユーザに空間制限を課す必要がなくなり, しかも対話性を向上させることができた.</p> <p>具体的には, 物理シミュレーション法として, 広く用いられている粒子法である, SPH (Smoothed Partide Hydrodynamics) を拡張した, 火炎シミュレーション法を提案した. また, 高精度なレンダリング法として, ボリュームレンダリング法の1つである粒子ベースボリュームレンダリングを, 火炎のビジュアルシミュレーション向けに簡易化した, 火炎レンダリング法を提示した. さらに, GPU を用いることによって, これらの物理シミュレーション法とレンダリング法をともに高速化した.</p> <p>本論文での成果により, 空間制限のない, 対話的な速度で動く, 火炎のビジュアルシミュレーションが可能となり, ユーザが自在に火炎を扱えるようになった.</p>			

## SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Science and Technology	Student Identification Number 80947847	SURNAME, First name MABUCHI, Satoshi
Title A Particle-Based Approach to Visual Simulation of Flame for Interactive Applications		
Abstract <p>In recent years, interactive Computer Graphics (CG) techniques have been getting more available with advances in GPU (Graphics Processing Unit) and functions-integrated middleware. Applications of these techniques have been expanding into various fields, such as conventional game graphics as well as movie production and city design.</p> <p>Physics simulations serve as an essential factor of interactive CG. At present, many physics simulations, including solid simulations and elastic simulations, can be executed at an interactive speed, whereas simulations of gaseous phenomena are not well established yet. In this thesis, methods for interactive visual simulation of flame, which is very hard to represent in a manual fashion, are introduced. Main focus of the methods is placed on visual plausibility while taking physical validity into consideration. Thus, physics simulation algorithms as well as high-quality rendering algorithms are developed. Consistent use of particles can liberate the users from spatial restriction imposed by grids and lead to improved interactivity.</p> <p>Specifically, what were proposed in this thesis include a method for flame simulation by extending a widely-used particle method called SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) and a high-quality flame rendering method, which is a simplified version of an existing volume rendering method called Particle-Based Volume Rendering. In addition, both of these simulation and rendering methods were accelerated using a modern GPU.</p> <p>As a consequence of this thesis, the proposed interactive and space restriction-free visual simulation methods succeeded to open the door for the users to render flames freely.</p>		