

Slave パーティクルを用いた弾塑性体シミュレーション

Particle-based Elastoplastic Simulation with Slave Particles

学籍番号：201421585

氏名： 齊田 智也

Tomoya SAIDA

今日の CG アニメーション製作において物理法則に基づいたシミュレーションはもはやかせないものとなっている。CG アニメーションにおいてこのシミュレーションが用いられる現象は主に複雑な変形・運動を伴う自然現象である。様々な自然現象があるが、本論文では、粘土やチューイングガム、パン生地といった弾塑性体と呼ばれる物質の挙動を対象とする。弾塑性体シミュレーションの手法には様々あり、近年は、パーティクル法やパーティクル法とグリッド法を組み合わせた手法が用いられている。パーティクル法では比較的高速にシミュレーション可能であるが、これまで開発されてきた方法では物体の分離・結合表現を安定して実現することは難しい。一方、パーティクル法とグリッド法を組み合わせた手法では、パーティクル法によって質量保存則を満たしつつ、グリッド法によって安定した変形計算を可能としている。しかし、グリッドを用いていることでパーティクル法のみと比べて計算時間が増大し、また、計算空間に制限されないといったパーティクル法の利点がなくなってしまう。

本論文では、グリッド法を使わずにパーティクル法のみで安定かつさまざまな形状・表現を可能にするために、物質を構成するパーティクル (Master パーティクル) とは別に応力計算を行うパーティクル (Slave パーティクル) を用いる手法を提案する。Slave パーティクルは質量を持たず、Master パーティクルに付随するパーティクルである。Master パーティクルの位置とは異なる位置にある Slave パーティクルで応力計算を行うことで安定した変形計算を実現した。また、従来手法で難しかった分離・結合表現は Slave パーティクルの追加・削除によって実現した。

提案手法では、すべての Master パーティクルの周りに均一に Slave パーティクルを配置していることで、グリッドを用いた場合よりも計算点が増えている。その結果、計算時間も従来のパーティクル法を用いた手法に比べて増加してしまった。今後は計算の高速化を目指し、線形システム計算のために用いている共役勾配法の代わりに反復法などを用いて並列計算可能にする必要がある。さらに、物体同士のくっつく (結合) 現象を距離だけでなく圧力などを考慮することで、表現の幅を広げたい。

研究指導教員：三河 正彦
副研究指導教員：藤澤 誠