

1 はじめに

近年、溶岩流などの固体群（本研究では溶岩流や米などの固体の集まりを固体群と呼ぶ）の仮想空間上での表現や仮想物体操作に関する研究がされている [1]。しかしこれらの研究は粒子法などを用いて固体 1 つ 1 つの相互干渉を考慮しているため、対話操作に用いるには処理速度が遅い。そこで、液体を粒子・体積ベースで表現するモデルの研究 [2] の考え方を参考にして、固体群を 1 つの対象として扱う対話操作モデルを考案することにより計算時間を短縮し、VR 調理学習システムへの応用を検討する。

2 固体群の表現モデル

このモデルは固体群を、それが入っている容器を傾ける、もしくは他の器具を用いて操作することで変形するときの挙動を対象にしている。それらの操作について固体群に働く力の発生源は直線で表現できるが、それが影響を及ぼす範囲と、位置ごとの変化の大きさは計算が必要である。この計算を厳密に行うと固体群を構成する固体一つ一つについて計算が必要になり、計算量が多く、対話操作に向かない。そこで固体群を 1 つの物体と見立てて、全体にかかる力による変化を近似表現するモデルを提案した。

2.1 曲面近似による変形

たとえば図 1 中 (1) のように傾いている容器の中に固体群（図 1 のグレー部分）が存在するとき、固体群は容器の底面に沿って下に移動するべきである。そこで (2) のあたりに曲線を発生させ、固体群に加算し (3) の状態にする。しかし、このままでは体積が増えてしまっているので、元の体積と変形後の体積の比率分だけ全体を押し下げることで元の体積に戻す。以上の操作で (4) のようになり固体群を下に移動することができる。(2) の曲線を力の働いている範囲に均一に並べるため、曲面は柱状となる。

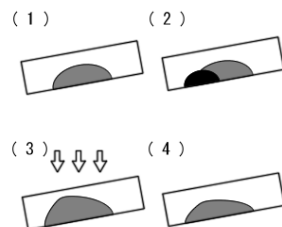


図 1: 提案モデルの概要 (容器の断面図)

2.2 近似曲面の算出方法

ここでは近似曲面の定義を半楕円柱としているため、以下では半楕円柱を前提として説明する。半楕円柱を定義する変数は、楕円の長半径、短半径、柱の高さ、3

次元空間上の位置と向き、である。便宜上、容器の底面に平行な半径を長半径、垂直な半径を短半径と呼ぶ。

このうち柱の高さは、容器を傾けた場合容器の 2 倍とする。また空間上の向きは固体群に働いている力の向きに一致させる。空間上の位置は、固体群の重心から空間上の向きに長半径分移動した点とした。長半径と短半径は固体群を一つの物体と見立てたときの力学を考慮して算出した。

2.3 各種補正

変形曲線柱による変形のみでは固体群の移動時に不自然な空間が発生してしまうので微小乱数のノイズによって固体群の補間を行った。また同様にノイズによって固体群の凹凸を表現した。

その他にも、固体の最小サイズの表現のためにある高さ未満の頂点については、その高さを隣の点に移動する等、固体群の挙動として自然になるよう補正を行った。

3 実験

提案モデルを用いて実験用システムを作成した。このシステムでは調理シミュレータを想定して、容器にフライパン、固体群に炒飯を想定している（図 2）。このシステムを用いて、固体群の挙動の自然さについてアンケートを取ったところ、容器内の固体群の挙動は自然と感じられるものであるとの結果が得られた。



図 2: 実験に用いたシステム

4 むすび

本研究では、曲面近似を用いたモデルを適用することによって仮想的な固体群の挙動の表現を対話操作が可能で処理速度で実現した。今後の課題としては「溢れる」や「舞い上がる」などの容器の外での挙動の表現までこのモデルを拡張することなどが挙げられる。その上で、VR 調理学習システムを完成させる予定である。

参考文献

- [1] 小田康行, 村岡一信, 千葉 則茂, 溶岩流の粒子ベース・ビジュアルシミュレーション, 芸術科学会論文誌, Vol.2, No.1, pp.51-60, 2003
- [2] 舟橋健司, 岩堀祐之, 仮想容器による仮想液体の対話操作モデルと一実現法, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.5, No.4, pp.1087-1094, 2000.12