

## 1 はじめに

当研究室では一般家庭を対象としたバーチャルリアリティ (VR) システムとして「VR お料理教室」の開発を行っている [1]. また、そのシステムのための固体群操作モデルも開発している (本研究では米などの固体の集まりを固体群と呼び、全体を 1 つの対象として挙動計算を行う). このモデルは挙動のリアリティよりも計算速度を優先し、その上で、自然な挙動を表現した対話操作が可能なモデルである. 本研究では、従来モデルに粒子法を取り入れ、移動過程の表現を改良し、またこぼれの挙動を実現する.

## 2 従来の固体群操作モデル

従来の固体群操作モデルは固体群を格子として表現し、変形を曲面 (変形曲面) によって近似している. 図 1 の 1 ように傾いた容器の中に固体群が存在するとき、図 1 の 2 のように黒い部分に変形曲面を発生させて、固体群に加算する (図 1 の 3). その後、体積を一定に保つように全体を押し下げ、移動を実現する (図 1 の 4).

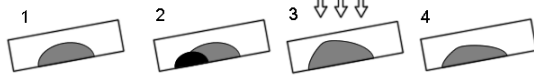


図 1: 従来モデルの概要

なお、このモデルは容器外での挙動が未実装である. また固体群の移動は変形曲面に依存しており、容器を急に傾けたときなどに図 2 の 1 のように変形曲面が離れた所に発生し「ワープ」現象がおこる.

## 3 新たな提案手法

そこで固体群が端から端に移動するときなどに、格子表現の固体群から一部を分離して粒子 [2] として扱い (粒子表現固体群), 独立して運動させる (図 2 の 1). また容器内の固体群の体積を一定に保つため、格子表現の固体群の体積を減少させる. 容器および格子表現固体群の表面にも自由に移動できない粒子 (表面粒子と呼ぶ) を配置することにより、粒子表現固体群の衝突判定、挙動計算を行う (図 2 の 2). なお、粒子法はリアリティの高い表現が可能だが計算量が多い. そこで本改良モデルでは格子表現を中心とし、使用する粒子数を極力抑えるため、容器の端に達した粒子表現固体群は再び格子表現固体群へと変換する. ただし格子表現固体群が容器側面と同じ高さである場合には、粒子表現固体群が容器外へと移動し自由落下する (「こぼれ」の表現). 粒子の移動処理を行った後、図 2 の 3-1 のように粒子が存在する場合、実際はこの粒子の位置

に固体群が存在するため、図 2 の 3-2 のように固体群の表面を再生成し自然な固体群の描画を行う.

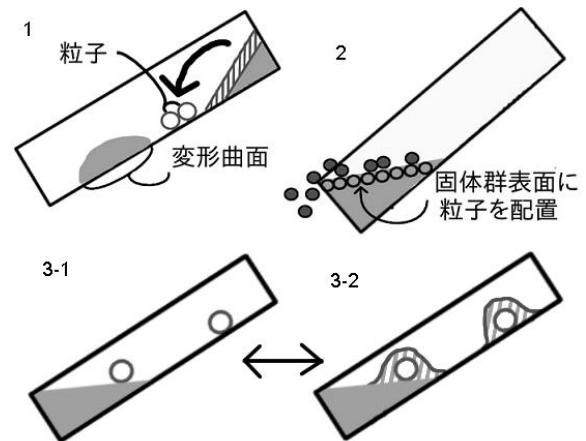


図 2: 改良案の概念

## 4 実験

本提案モデルを用いて実験システムを作成し (図 3), 従来のモデルと挙動の自然らしさについて比較実験を行った. アンケートの結果、容器内における固体群の挙動は以前のモデルよりも自然に感じられるとの評価が得られた. しかし、こぼれの表現については各粒子を簡易的に立方体で表示していたために、やや消極的な評価であった.



図 3: 実験システム

## 5 むすび

本研究では粒子法を取り入れることにより、従来のモデルの移動過程の表現を改良し、固体群のこぼれを実現した. 今後の課題としてはこぼれの表現の改良、「舞い上がり」などの固体群の挙動の表現の拡張があげられる. 最終的には、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] 舟橋健司, 小栗進一郎, "家庭での利用を目的とした VR 調理学習システムのための固体群操作モデルの検討", 日本バーチャルリアリティ学会第 13 回大会講演論文集, pp. 171-172, 2008
- [2] 田中正行, 酒井幹夫, 越塚誠一. "粒子ベース剛体シミュレーションと流体との練成" Transactions of JSCES, Paper No. 2007007, 2007