

## 1 はじめに

近年、バーチャルリアリティ(VR)に関する研究が盛んに行われており、剛体、弾性体そして流体など様々なものが研究対象とされている。一方、情報技術を用いて学習を行う e-learning も注目を浴びている。そこで当研究室では e-learning のコンテンツのひとつとして VR 化学実験体験システムを考えている [1]。本システムでは液体をすくう、こぼす等の対話操作を重視している。そのため、対話操作に耐えうる処理速度の速い仮想液体操作モデルを当研究室では考案している [2]。本モデルにおいては、これまでに容器内に存在する液体に対する波の表現や色の拡散表現を可能とする拡張を行ってきている。そこで本研究では落下状態液体の臨場感の向上を目指す。

## 2 粒子・体積ベース仮想液体操作モデル

当研究室で提案する仮想液体モデルでは、液体を静止状態と自由落下状態に分けて考える。前者は体積に基づき表現し、後者は粒子に基づき表現する。本モデルでは対話操作を重視しているため各粒子の大きさは考慮せず、粒子間での衝突や分子間力による影響は起こらないものとする。また、それぞれの粒子は視点方向から見て正方形のポリゴンで描画する。その際、視点から粒子までの距離や位置に関係なく全ての粒子の法線方向が同じであるため、光源による液体の反射の度合いに変化が付けられず、奥行きや立体感などの視覚的効果が少ない。

## 3 落下液体の包絡面描画

そこで本提案モデルでは、従来、描画においても粒子のまま扱っていた落下液体に対して、図 1 のように包絡面を作成して描画を行うことにより、落下液体の臨場感の向上を図る。

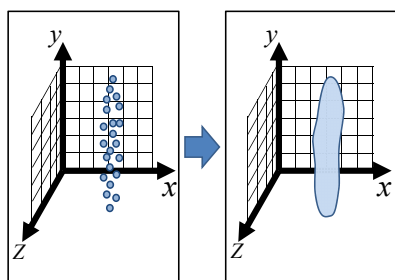


図 1: 粒子を包絡

具体的には、図 2(a) のように粒子が存在する場合、まず空間を格子状に分割する (図 2(b))。そして、各格子に粒子が存在すれば 1、なければ 0 とする (図 2(c))。最後に各格子において 4 近傍または 8 近傍を確認し、

その格子の値に応じてあらかじめ作成しておいた雛形を用いて包絡面を描く。実際には 3 次元モデルとして実装する。

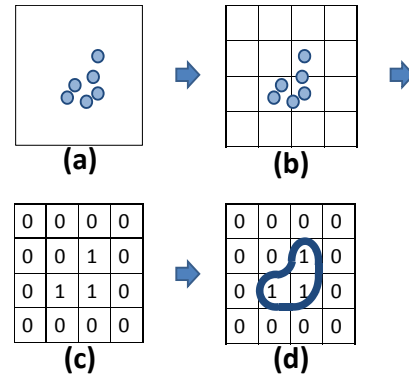


図 2: 包絡面の作成手順

## 4 実験

前述の提案モデルを用いて実験システムを構築し、従来の落下液体との比較を行った。図 3 左は本提案モデルによる落下液体であり、右は従来モデルである。本モデルでは粒子を覆うように包絡面が作成されており、奥行きや立体感が確認できる。

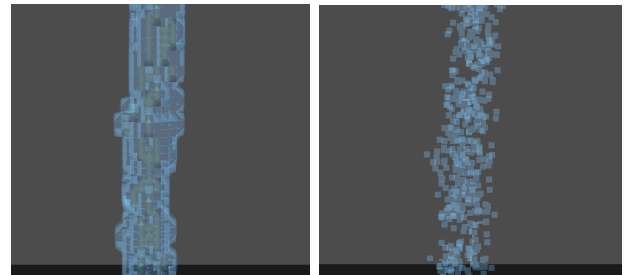


図 3: 落下液体の比較

## 5 むすび

本研究では、粒子として描画していた落下液体に対して包絡面描画を行うモデルを提案し、臨場感の向上を図った。今後の課題として、包絡面のシェーディングや処理速度の向上が考えられる。また、VR 化学実験体験システムや本研究室で調理手順の学習用コンテンツとして研究している VR 調理学習システムへ組み込むことも考えている。

### 参考文献

- [1] Yuki Natsume, Andreas Lindroos, Hirotaka Itoh, Kenji Funahashi, "The Virtual Chemical Laboratory Using Particle and Volume Based Liquid Model", Proc. SCIS & ISIS 2010, pp.1354-1359, 2010.
- [2] 舟橋健司, 岩堀裕之, "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.