

## 1 はじめに

バーチャルリアリティ(以下、VR)技術は近年更に発展し、従来の剛体、弾性体の操作に加え液体を操作するための研究も行われている。当研究室ではこれまでに仮想液体操作モデルを考案 [1] し、処理速度を維持しつつ改良を重ねることで臨場感の高い液体の対話操作を実現している。また近年では、液体上面における色の表現を考慮した仮想液体モデルを提案している [2]。本研究ではこの従来の研究を基に、仮想液体を容器越しに見た場合の液体側面における色の表現が可能な、新たな液体操作モデルを提案する。

## 2 従来の仮想液体モデル

**粒子・体積モデル** 本研究は、従来より提案している仮想液体モデルを基としている。このモデルでは液体を粒子、体積の 2 つの状態に分けて考え、簡易的な液体の挙動を再現することで対話操作を実現している。

**液体上面における色の拡散モデル** このモデルではまた液体上面を格子状に分割し、各格子点に色の情報値を持たせ、拡散方程式を用いてその値を伝播させることにより色の拡散表現を行っている。色の情報値は色のベクトル値  $C(t)$ (RGBA 値) と色を伝播させるための重み変数  $P(t)$  であり、拡散方程式は以下の式 (1) の通りである。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) \quad (1)$$

時刻  $t$  において各格子点の色と拡散している色をその重み  $p(t)$  に従い混ぜ合わせ、時刻  $t + \Delta t$  における色のベクトル値  $C(t + \Delta t)$  を算出する。これを繰り返すことにより液体上面における色の拡散を表現している。

## 3 容器越しに見た液体側面モデル

### 3.1 透明容器の簡易的な表現

容器越しに液体側面が見えるようにするためには、透明な容器を表現する必要がある。現実世界に存在する一般的な透明容器を再現するためには、容器の厚みを考慮し、また光の屈折や反射などの計算を行う必要があるが、これをリアルタイムで行うことは困難である。そこで、容器を構成する各側面ポリゴンごとに透明度を変化させることにより、ガラスのような透明容器の簡易的な表現を行う。透明度は、側面ポリゴンの法線および面の重心と視点の位置関係により決定する。

### 3.2 液体側面における色の拡散表現

液体側面における色の拡散計算を行うために、横からの投影面として一枚のバッファを考え、色の拡散計算は全てこのバッファ内で行う。拡散表現は液体上面と同様に、バッファを格子状に分割し各格子点に色情報値を持たせ、拡散方程式を用いて色を伝播させることにより行う。その後このバッファを分割し容器の各側面ポリゴンにテクスチャマッピングすることで、液体側面を描画し色の拡散を実現する。

## 4 実験

上述した液体側面における色の拡散モデルを実装し、その挙動についての実験を行った。その結果を図 1 に示す。液体側面において色の拡がり表現されている事が確認できる。

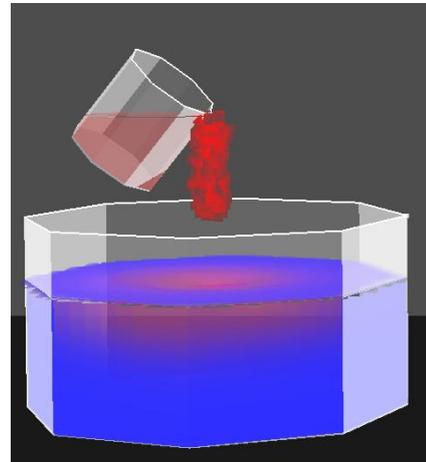


図 1: 液体側面での色の变化を考慮した仮想液体モデル

## 5 むすび

本研究では従来の仮想液体モデルを基に、対話的に操作可能な液体側面における色の拡がり表現を行った。今後の課題として、対話操作が可能な本仮想液体モデルを VR コンテンツに組み込み、VR 化学実験システムを構築することが考えられる。

### 参考文献

- [1] 舟橋 健司, 岩堀 祐之, “仮想容器による仮想液体の対話操作のモデルと一現実法”, 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.
- [2] 棚橋拓也, 蒲将寛, 舟橋健司, “色の表現を考慮した粒子・体積モデルに基づく仮想液体操作システム”, 日本バーチャルリアリティ学会第 14 回大会講演論文集,2009,9