

1 はじめに

バーチャルリアリティの研究として剛体、弾性体の操作を行う研究がある．一方で医療や産業の分野において、液体や気体を仮想的に扱いたいという要望がある．仮想的な液体のモデルとして、仮想容器による対話操作モデル [1] [2] がある．この対話操作モデルでは、自由落下状態を粒子、静止状態を体積として液体を表現している．また、液面に波の挙動を加えることで臨場感を向上させている．このモデルは、高速な処理速度を保ち、対話操作を実現している．本研究では、上記モデルに拡散方程式を用いた液面色の変化モデルを適応し、対話操作可能な仮想液体で色の表現を実現する．

2 従来の仮想液体モデル

粒子・体積モデル

液体の厳密な挙動の再現ではなく、対話操作の実現を第一の目的とした仮想液体モデルである．液体を自由落下状態と容器内の静止状態に分け、前者を粒子、後者を体積として、二つの状態を換算比 N (粒子数/cc) を用いて表現する．また、液面を格子状に区切られた平面として表現し、その格子点において波を伝播させることで液面に波の表現を付加している．仮想容器などの物体と干渉した際に、波の発生や反射といった表現も可能にしている．

3 色の变化を考慮した粒子・体積モデル

本研究では、拡散方程式を用いて液面色が拡散する様子を表現可能な仮想液体の対話操作モデルを提案する．

3.1 液面のモデル

液面を格子状に区切られた平面として、各格子点に色の情報を持たせることにより、液面における色の变化を表現することを可能にした．色の情報とは、色のベクトル値 $C(t)$ (RGBA 値) と色の伝播を行うための重み変数 $P(t)$ である．

拡散方程式 ある液体の時刻 t における濃度分布を $Q(t)$ とする．濃度分布に偏りがあるとき、液体は時間経過とともに拡散を繰り返し、やがて濃度分布は均一な状態になる．拡散方程式は、時間経過による濃度分布の変化を表す式である (式 (1)) ．

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

液面色の生成 拡散方程式を用いて色の重み $p(t)$ を拡散させ、時刻 t の格子点の色と拡散してきた色とを重みの割合にしたがい混合し、時刻 $t + \Delta t$ の色のベ

クトル値 $C(t)$ を算出する．これにより液面に色が拡散していく様子を表現した．

3.2 自由落下状態の液体と液面色の相互作用モデル

自由落下状態の液体 (粒子) が液面に到達したとき、流入液体の色と液面色を混合させる．色の混合は、液面に達する直前の粒子の位置 $P_i(t - t)$ を 3 次元の画像座標系から容器座標系に変換し、その格子点の色と流入液体の色を流入量を重みとして用いて混合する．その後、拡散方程式により周りの格子点の色と混合させる．

3.3 静止状態の液体の流入における液面色のモデル

移動容器が他の容器の液体内に入り込み、他の容器の液体が移動容器に流入するとき、流入液体の色と移動容器液面の色を混合する．移動容器の流入地点に、他の容器の同地点の色の情報を伝播し色を混合する．これにより流入地点から流入液体の色が拡散していく様子を表現した．

4 実験及び結果

上述の色の変化を考慮した粒子・体積モデルを用いて仮想容器による液体操作システムを構築した．その結果を図 1 に示す．液面に色が拡散していく様子が確認できる．

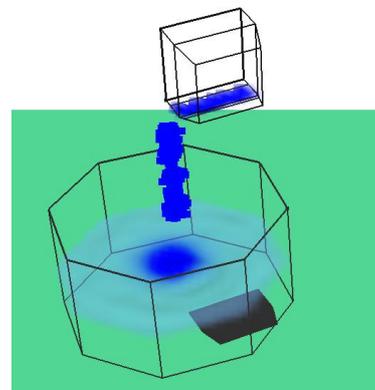


図 1: 色の表現を考慮した対話操作可能な仮想液体．

5 まとめ

本研究では、粒子・体積モデルを基に、仮想容器により対話操作可能な仮想液体における色の表現を実現した．今後の課題として、高速処理が可能な本仮想液体モデルを他の VR コンテンツに組み合わせていくことなどがあげられる．

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 .
- [2] 棚橋 拓也, 舟橋 健司 “粒子・体積モデルに基づく仮想液体操作システムにおける波の表現”, 平成 19 年度名古屋工業大学卒業研究論文, 2008 .