

位置ベース流体法による 粒子の相変化計算を用いた炭酸水の実時間描画 A Real-time Rendering of Carbonated Water on Screen Space with Position Based Fluids 箭内一樹・システム分科会・中央大学大学院

For virtual reality (VR) environment with interactivity, this paper proposes a real-time computer graphics (CG) rendering method, which can represent bubbles released in carbonated water. In the method, two types of bubbles is considered, which is, generated on the liquid surface at the water pouring, and ones generated in a container. The proposed method consists of 1) simulation of bubbles' behavior and 2) real time rendering. In the first step, we introduce the Position Based Fluids(PBF) method into the simulation of the bubbles' behavior, which can calculate particles' movement in the deformable water at relatively low computational cost. In the second step, we also use the GPU to render CG images by Screen Space Fluid in real-time.

Therefore we conclude that the proposed method can be applied in a VR environment where some glasses/cups filled with poured carbonated water.

[背景・目的]

近年、安価なVR向けHMDの登場により、個人がVRコンテンツに触れる機会が増えている。そのため、VR空間において求められる表現の幅が広がることを考慮し、本研究ではVR空間内の表現の拡張を目的とする。対象を普段目にする事の珍しい炭酸水とする。

[目標]

- 現実に近い液面と気泡の挙動
- 実時間描画可能(60fps以上)
- 対話性の確保

[提案手法]

炭酸水を粒子の集合で表現し、非圧縮性流体を対象としたPBFによって粒子の座標を更新する。さらに、粒子の相変化によって気泡の発生と消滅を表現する。液面の描画ではSSFと同様に液面を抽出し、その面に反射・屈折の処理を施す。気泡の描画は、粒子を球としその表面に反射・屈折の処理を施す。また、本手法で扱う気泡は以下の2種類で、着水時に液面で発生するものを**気泡S**、容器の内側から発生するものを**気泡C**とする。

[粒子の相変化]

本手法では気泡粒子に変化可能な液体粒子を種粒子と呼び、種粒子が気泡粒子に相変化することで気泡の発生とする。そして、気泡粒子が水粒子に変化することで気泡の消滅とする。

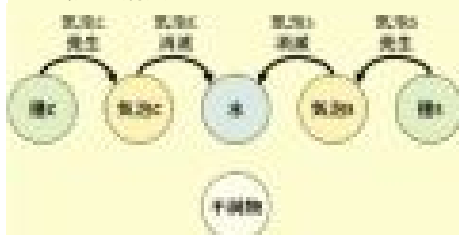


図 1: 粒子の種類と相変化図

[実装結果]

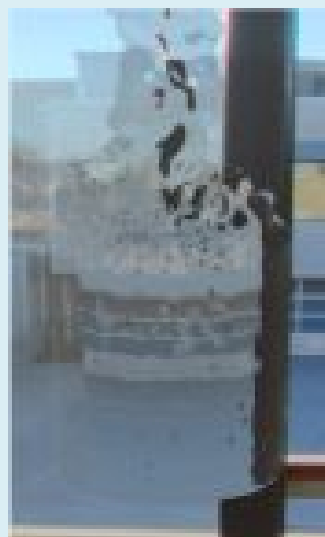


図 2: 容器に注がれる炭酸水を表現したCG画像

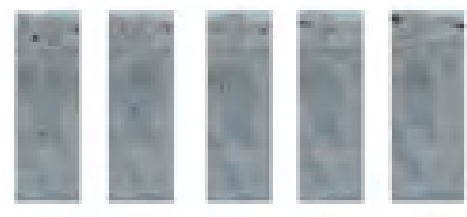


図 3: 浮上する気泡を表現したCG画像

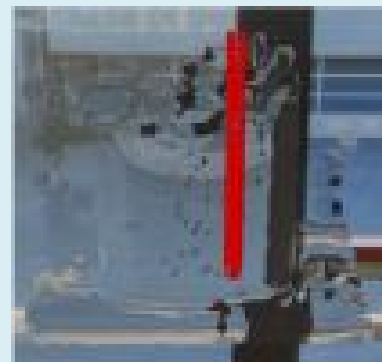
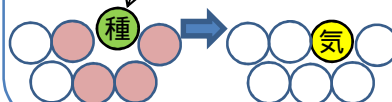


図 4: 棒にかき混ぜられる炭酸水を表現したCG画像

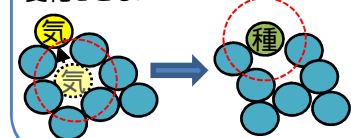
気泡Sの発生条件

ある種粒子の周辺の粒子との速度差が一定以上になった粒子の総量によって、種粒子S子を気泡S粒子に変化させる。



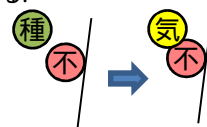
気泡の消滅条件

気泡粒子の近傍粒子の数が一定数未満になったら、気泡粒子を種粒子に変化させる。



気泡Cの発生条件

ある種粒子が、容器と接触している不純物粒子と衝突したとき、一定の確率で種C粒子を気泡C粒子に変化させる。



[結論]

本手法は気泡の発生から液面での消滅までの挙動が確認できたことから、本手法は現実の気泡の特徴の一部を示せたといえる。さらに一定の条件下で実時間描画でき、容器内の固体の運動に伴う炭酸水の挙動を表現できたことから、VRにおける炭酸水の表現に近づけたといえる。