

## 1 はじめに

当研究室では、小学生程度を対象とした VR 化学実験体験システムを開発している [1]. このシステムはピーカーやフラスコを実際に操作することで実験の手順や化学反応を確認することが可能なシステムである. 特に当研究では薬品の液体の挙動に注目し、対話操作を重視した粒子・体積に基づく仮想液体操作モデルの提案を行っている [2]. 本モデルでは対話操作を重視するため、厳密な挙動の再現は行っていない. しかし、容器で液体をすくう、受けとめる、こぼすといった動作が実現可能であり、操作者は実際に自身で、容器を介して液体を操作していると感じることができる. 本研究では VR 化学実験体験システムの普及を目指し、タッチパネルなどの 2 次元平面を介した 3 次元空間の物体の操作、特に 3 自由度の回転を行うインタフェースを提案することで、タブレット PC 上での同システムの動作を実現する.

## 2 粒子・体積に基づく仮想液体操作モデル

本モデルでは、液体を自由落下状態と容器内状態に分けて考え、液体が前者の状態では粒子により、後者の状態では体積に基づき表現している. なお、この粒子は互いに干渉していないものとし、計算の高速化を図っている. また、液体をすくったりこぼしたりする際に利用する容器の傾きと方向は極座標的に表現する  $(\theta, \phi, \psi)$ . これらの値は 3 次元モーションセンサを介することで値を求めている.

## 3 2 次元平面を介した 3 自由度回転操作

VR 化学実験体験システムの普及にを目指すにあたり、容器の操作については可搬性の面から 3 次元モーションセンサを介したのではなく、タッチパネルのような 2 次元平面を介したものとしたい. そこで本研究では容器の 3 自由度の回転について、容器を内包する球を 2 次元平面を介して回すようなインタフェースを提案する. 球体に緯度、経度を表す地理座標系を取り入れ、球体の回転方法については、タッチパネル上の指の動きを緯度成分、経度成分に分解した上で、経線、緯線に沿って地球を回すようなインタフェースモデルを考える. 具体的にはタッチパネル上の移動前の点と移動後の点に対応する 3 次元空間の球体上の点を  $a, b$  とする. この時、指の動きを緯度成分と経度成分へと分解するために  $w$  を定義する (図 1). 点  $a, b$  の地理座標 (緯度, 経度) をそれぞれ  $(\alpha_a, \beta_a), (\alpha_b, \beta_b)$  とすると  $w$  は  $(\alpha_b, \beta_a)$  と表せる. 経度成分、すなわち経度の変化分  $(b - w)$  により地球が地軸回りに回転すると考える. また、緯度成分、すなわち緯度の変化分  $(w - a)$  により球体は描かれた等経度線が見た目上動

かないように回転すると考える. これらの組み合わせにより、回転後の容器の傾きと方向  $(\theta, \phi, \psi)$  を決定する.

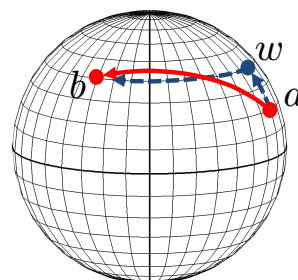


図 1: 指の動きの分解

## 4 実験

前述のインタフェースにより容器の操作が可能な化学実験体験システムをタブレット PC 上で実現した (図 2). 本提案モデルの有用性を評価するために、被験者 9 人に対し、期待する回転が可能であるかの評価実験を行なった. その結果、違和感なく期待通りの回転ができたという評価が得られた.

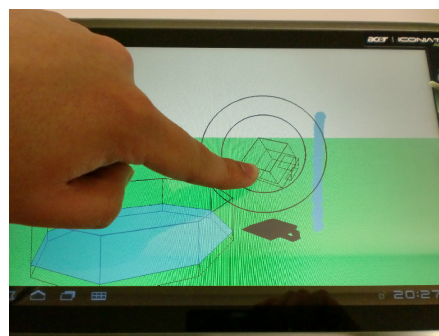


図 2: 実験の様子

## 5 むすび

本研究ではタッチパネルのような 2 次元平面を介した 3 自由度回転のインタフェースモデルを提案し、タブレット PC 上での VR 化学実験体験システムの構築を行なった. 今後の課題としてはマルチタッチパネル機能やジャイロセンサーなどを利用し、より操作性の高いインタフェースへ改良することが挙げられる. また、実際に教育現場で使用してもらい、小学生程度を対象とした場合にどのようなインタフェースが有用であるかの評価実験も合わせて行ないたい.

### 参考文献

- [1] Y. Natsume, A. Lindroos, H. Itoh and K. 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方法", 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.