

向井ゼミの研究内容

画像認識とコンピュータグラフィックスを中心とした画像工学関連の研究をしています。
コンピュータグラフィックスでは、主に物理や医療シミュレーションの可視化について研究しています。

滝のシミュレーション^[1]

滝のような流体のシミュレーションでは細かな大量の粒子の挙動を計算する粒子法と、シミュレーション空間を格子状に分割し、分割点における物理量を計測する格子法とが存在します。右の図は滝を水流、水飛沫、水煙に分割し、水流と水飛沫は粒子法、水煙は格子法で計算した結果のコンピュータグラフィックス技術を用いた可視化です。本研究は国際会議でBest Awardを受賞しています。

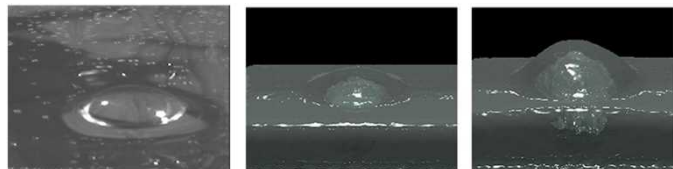


華厳の滝

シミュレーション画像

泡の崩壊シミュレーション^[2]

泡は一瞬にして崩壊しますが、1秒間に1,000枚以上撮影できる高速度カメラを用いると泡の崩壊を観測することができます。泡は水と空気から構成されていますが、水と空気の密度比は1,000:1ですので、流体の方程式をそのまま適用しただけでは高密度比のために粒子が飛散して正しく解くことができません。一方、空気と水の運動エネルギーは異なるため、運動エネルギーを考慮して泡の崩壊をシミュレーションしています。

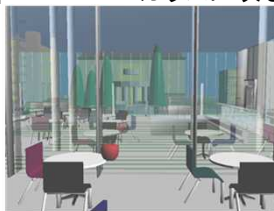


実物の泡

密度比1,000:50の結果

密度比1,000:1の結果

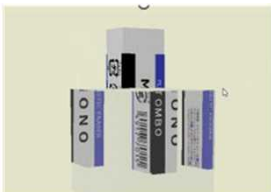
ガラスに映る反射・透過・屈折の表現^[3]



ガラスに映る反射と透過の映像

左の図は大型のガラス面に映る反射と透過の映像です。テーブルやリングはガラスに映る反射映像でリングがテーブルから落ちると反射映像のリングもテーブルから落ちます。一方、奥に映る建物は透過映像です。ガラスには反射と透過の両方の映像が写ります。これらの映像を別々に生成し、合成することで左のような映像が作成できます。

右の映像は立方体上の複数面に映る反射映像です。奥にある消しゴムが透過して見えているのではなく、立方体の各面で全面反射することで複数の映像が見えています。各面の全面反射を全て計算し、合成することでこのような映像を作成することができます。



立方体上の複数面反射



(a) 実物

(b) シミュレーション

ガラスコップ縁上の屈折

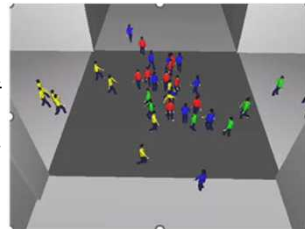
右の映像はガラスコップ縁上の屈折映像です。円筒の縁では映像が大きく歪みます。円筒の縁における屈折計算を行うことで実物と同じシミュレーション映像が作成できます。

人間の行動シミュレーション^[4]



歩行シミュレーション

個人行動だけでなく、群衆の行動もシミュレーションできます。従来手法では個人行動と群衆行動は別手法でしたが、本研究では個人行動を適用して群衆行動を生成しています。つまり、各人が自分の目を持っており、自分の目で見えて判断することにより、多くの人が行きかう交差点でも衝突することなく、移動することができます。



群衆シミュレーション

生け花シミュレータ^[5]

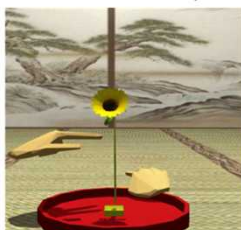
右の図は力覚提示装置と呼ばれるデバイスで、画面に写っている生け花を持って自由に動かすことができます。さらに、手に持っている花を剣山に挿すと、剣山に挿した際の反力を感じることができます。この装置を用いると、生花を用いることなく、繰返し生け花の練習をすることができます。



力覚提示装置



いけばなシミュレータの画面



両手操作による花の切断

上の左図は力覚提示装置を用いた生け花シミュレータの画面です。画面上には様々な花があり、花の影もありますので、花と剣山との位置関係を把握できます。なお、眼鏡を用いると立体視することもできます。さらに、上の右図に示すように、力覚提示装置2台を用いることで、両手操作による花の切断も可能です。

拡張現実(AR)^[6]

現実空間と仮想空間の融合は拡張現実(AR)と呼ばれます。現実空間と同等な仮想空間を構築し、現実空間のカメラと連動して動く仮想空間のカメラを用いて現実空間のカメラ映像と仮想空間のカメラ映像を合成することでARが実現できます。ARの実現には通常、マーカやGPSによる位置検出が必要ですが、本手法ではいずれも不要です。



現実空間のカメラ映像

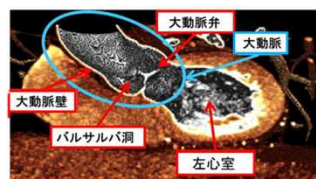
仮想空間のカメラ映像

現実空間

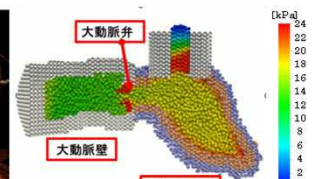
拡張現実

医療シミュレーション^[7]

下の左に示す心臓のCT画像から右に示すような粒子で構成されるシミュレーションモデルを作成し、左心室から大動脈への血流をシミュレーションしています。各粒子が血液を示し、粒子の色で圧力値を可視化しています。このようなシミュレーションを行うことで心臓の手術支援が可能となります。



心臓のCT画像



左心室から大動脈への血流と圧力の表示

参考文献

- [1] Nobuhiko Mukai, Yuto Hizono, and Youngha Chang: Particle based Waterfall Simulation with Spray Cloud Emerging from Basin, SIMULTECH 2018, pp.55-61 (July 2018)
- [2] Nobuhiko Mukai, Natsuki Ide, Takuya Tajima, and Youngha Chang: Water Wave Simulation after a Bubble Rupture, ICGG, Technical Session 3 (Ts-3a), pp.1-11 (August 2024), Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies 217, pp.222-231 (October, 2024)
- [3] Nobuhiko Mukai, Kanta Kumagai, and Youngha Chang: Analytical Method for Generating Images Reflected on a Cubed Glass, NICOGRAPH International 2016, pp.178-181 (July 2016)
- [4] Nobuhiko Mukai, Kensuke Tanaka, and Youngha Chang: Crowd Simulation by Applying Individual Human Model with Vision, International Conference on CyberWorlds, pp.210-215 (Oct. 2015)
- [5] Nobuhiko Mukai, Misaki Yanagisawa, and Youngha Chang: Japanese flower arrangement simulator considering deterioration of flowers, MODSIM 2023, pp.609-615 (July 2023)
- [6] 向井 信彦, 中村 建太, 張 英夏: 空間整合性を考慮したOutside-in方式拡張現実感の実現, 映像情報メディア学会誌(映像工学), Vol.75, No.2, pp.297-304 (2021年3月)
- [7] Nobuhiko Mukai, Kohta Takayama, Takuya Natsume, and Youngha Chang: Pressure Change Simulation along Blood Flow in the Left Ventricle and the Aorta, ITE Trans. on MTA, Vol.11, No.3, pp.102-112, <https://doi.org/10.3169/mta.11.102> (July 2023)