

流体との相互作用を考慮した  
毛髪の変形シミュレーション  
Particle Based Hair Plastic Deformation with  
Fluid Simulation

学籍番号：201821623

氏名：出村 佑史

Demura Yuji

近年、コンピュータグラフィクス分野において、物理シミュレーションは物体の動きを表現するために欠かせない技術となっている。毛髪の変形シミュレーションもその一つであり、人間のような毛髪を有したキャラクタを表現するために重要な役割を担っている。毛髪は基本的に曲げやねじれなどの変形が起きると元の形状に戻ろうとする弾性体としての性質を持っている。そのためほとんどの場合は完全な弾性体としてシミュレーションされるが、実際には寝癖やパーマントウェーブなどの元の形状に戻らない塑性変形が発生する。この塑性変形は毛髪内部に存在する側鎖結合が乾燥や熱によって切断と再結合を繰り返すことで発生しているため、より現実的な毛髪の変形を実現するためには側鎖結合の考慮も必要である。しかしながら、既存手法では側鎖結合の計算に熱や風の動きを考慮しておらず、風や水といった外部流体との相互作用による側鎖結合の変化は再現することができなかった。

本論文では、外部流体との相互作用によって発生した毛髪の変形を流体シミュレーションを用いて計算する手法を提案する。提案手法では流体シミュレーションに粒子法の一つである Position Based Fluids を用い、日常生活で最も変化しやすい側鎖結合である水素結合と、身近な流体であり、かつ毛髪との相互作用を考える上で重要となる空気とを焦点を当ててシミュレーションを行う。側鎖結合の変化は、本物の毛髪を用いた実験結果を参考に流体シミュレーションによって得られた熱の分布から計算する。また、空気と毛髪との相互作用を行うことで空気の流れも変化し、渦を伴う乱流が発生するが、この乱流を制御することでより現実的な毛髪の変形を表現する。提案手法を実装する上で、毛髪は本数が多く流体シミュレーションにも膨大な計算コストがかかるため、並列演算によって高速な処理を可能とする GPGPU を使用した。実験の結果、ドライヤーからの温風を模した空気の流れによってなびく髪の変形を再現すると同時に、その際に熱によって側鎖結合の状態が変わることで毛髪の変形が変化する様子を再現できることが確認できた。

提案手法では毛髪の変形を定義するためのパラメータ設定が直感的でなく、シミュレーションする毛髪の変形データの細かさによっても適宜パラメータを調整する必要がある。また、毛髪同士の摩擦や静電気および、毛髪表面に付着する液体の影響を考慮できておらず、これらの問題を解決することが今後の研究としてあげられる。

研究指導教員：三河 正彦

副研究指導教員：藤澤 誠