**流体与头发的接触**

毛发和液体之间的各种相互作用是复杂的，跨越多个长度尺度，但在许多情况下对人类和动物的外观至关重要。在 《A multi-scale model for simulation Liquid-Hair Interaction》这篇文章中，作者提出了一种全新的框架用于求解浸水头发的动力学问题。

头发动力学长期以来一直是计算机动画的重点，因为它们对人类和动物的外观起着关键作用。同样，流体现象在物理世界中的普遍性导致了对气体和液体模拟的广泛研究。然而，捕捉这些无处不在的现象之间的一系列复杂的相互作用的方法在文献中得到的关注较少，也没有提出与标准的基于网格的流体求解器兼容的模型。头发和液体之间的相互作用本来就是一个跨越多个空间尺度的多物理现象。当完全 当完全浸没在液体中时，水下的头发丝共同表现为一种多孔介质，并引入阻力效应。表现为一种多孔介质，并在周围的流动中引入阻力效应。对周围的流动带来阻力。当从液体中取出时，头发不可避免地在其表面保留了一定量的液体，然后 然后沿着发丝流动，最终滴落下来。同时，湿毛发也会相互影响，不仅是通过毛发之间的碰撞，而且是通过液体桥的表面张力效应。碰撞，而且还通过液体桥的表面张力效应 将湿毛连接在一起--后者指的是导致湿毛凝聚成团的物理现象。后者指的是导致湿毛发凝聚和凝聚成团的物理学。

对这些多尺度物理学结果的研究是设计适当模型的关键。对于设计一个适当的模型至关重要。一个特别的一个特别小的长度尺度--头发的厚度--与一个大得多的长度尺度--头发的长度形成鲜明对比。一个特别小的长度尺度--头发的厚度--与一个大得多的长度尺度--头发的长度形成鲜明对比。长度标度，即头发的长度。紧紧围绕着头发丝的非常薄的液体流动层与头发可能与之相互作用的大体积液体形成对比。最后，影响完全浸没的毛发的阻力与将毛发排列成耐人寻味的结构的液体外表面张力有很大的不同。一个标准的基于网格的流体模拟器根本无法有效地解决在毛发上流动的薄表面液体，也无法捕捉到毛发和液体之间的详细相互作用。

考虑到这些事实，文章提出了一个新的框架来模拟各种头发与液体的相互作用效果。文章从头发和液体的两个标准模型开始：一个基于PIC的Navier-Stokes液体模拟器和一个基于Kirchhoff杆的头发模拟器。上述观察结果促使文章增加了第二个流体模型来表示和跟踪液体直接在头发上的液体。具体来说，文章引入了一个高度场我们引入了一个高度场，用于表示沿着每根发丝及其周围的较小体积的液体。每个单独的发丝周围的较小体积的液体。鉴于这一组头发和液体的三个物理表征，文章列举并设计了一组它们之间的模拟物理相互作用，以忠实地再现湿发效果。文章基于上述的目的给出了以下的成果：

1. 一个沿着单个发丝流动的简化液体模型。该模型通过引用旋转对称性将浅水方程减少了一个维度，并引入了由于头发中心线的加速而产生的惯性力。
2. 一个湿毛发之间表面张力引起的内聚力的模型。
3. 一个残留液体离开头发的模型。
4. 一种描述附着在头发上流体的模型。

文章说明了，将这些特征综合起来，能够对湿发进行更高的保真模拟。在实验中，逼人的湿发动态的保真模拟结果比现有技术都要好。