

水滴の分布を考慮した虹のレンダリング手法の開発  
 藤原和也<sup>†</sup> 金田和文<sup>†</sup> 玉木徹<sup>†</sup> 青山桂子<sup>††</sup>  
 (†広島大学大学院工学研究科 ††凸版印刷)

1. はじめに

光の干渉や分散によって生じる気象現象に虹がある。これらの現象の美しさから、CG 分野でその表示手法に関して研究が行われている。波動光学を考慮したレンダリングにより、過剰虹の表示や、水滴の大きさによって異なる虹の表示を行う手法が開発されている[1]。

しかし、この手法の問題点として空気中の水滴を2次元のスクリーン状にしか設定できず、水滴の大きさや個数が一様に分布した状態だけしかレンダリングを行えないことが挙げられる。

本研究では、水滴の大きさと個数の3次元空間での分布を考慮したレンダリングを行うことができるように改良を行った。

2. 水滴の半径と個数密度の設定

3次元空間内での水滴の半径と個数密度を設定するために水滴ボリュームを作成する。これは各グリッド点に水滴の半径と個数密度の二つのデータを持ったボリュームデータである(図1参照)。個数密度とは単位体積あたりの水滴の個数である。

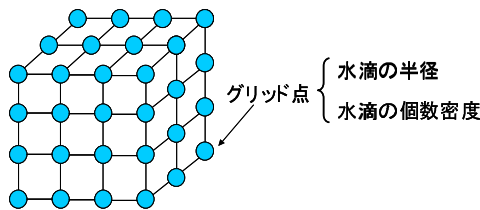


図1: 水滴ボリューム

3. 水滴の分布を考慮した輝度値の計算

図2に示すように、視点、スクリーン、水滴ボリュームが設定されているとする。

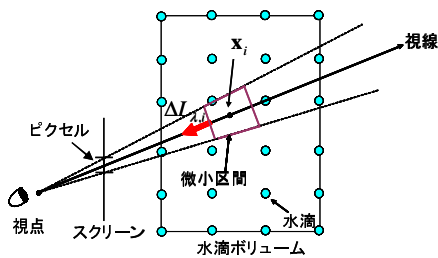


図2: 輝度値の計算

あるピクセルを通過する視線を考える。その視線上のある点  $\mathbf{x}_i$  を含む微小区間からの輝度値  $\Delta L_{\lambda,i}$  ( $\lambda$  は波長)は水滴1個からの出射光強度  $I_{\lambda}$  と微小区間に存在する水滴の個数を掛けることで計算される(式(1))。

$$\Delta L_{\lambda,i} = \rho(\mathbf{x}_i) I_{\lambda}(a(\mathbf{x}_i), \theta) \Delta t \quad (1)$$

$\Delta t$  は微小区間の幅である。 $I_{\lambda}$  は、水滴からの出射光強度であり、エアリーの虹積分式[2]に基づいて算出する。 $\theta$  は出射光と太陽光とのなす角度であり、 $a$ 、 $\rho$  はそれぞれ点  $\mathbf{x}_i$  における水滴の半径、個数密度で

ある。点  $\mathbf{x}_i$  は常にグリッド上にあるとは限らないので水滴ボリュームからトリリニア補間を用いて  $a$ 、 $\rho$  を算出する。

微小区間からの輝度値  $\Delta L_{\lambda,i}$  を視線上の全範囲で加算することでピクセルの輝度値を求める(式(2))。

$$L_{\lambda} = \sum_i^N \Delta L_{\lambda,i} \quad (2)$$

ここで、 $N$  は水滴ボリューム内で輝度値の加算を行う際のサンプル点数である。

4. 適用例

図3に半径(0.1mm)、個数密度(1000個/m<sup>3</sup>)ともに一様な場合のレンダリング結果を示す。さらに図4は、個数密度は一様のままで半径を高さ方向に対して雨粒と雲粒を考慮して1.5mmから0.01mmに線形に変化させた場合を示し、図5は半径一定とし個数密度のみ高さ方向に線形に変化させた場合を示す。図6は半径、個数密度共に変化させた場合を示す。

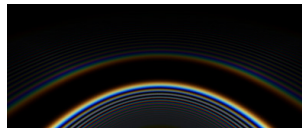


図3: 半径個数密度一定

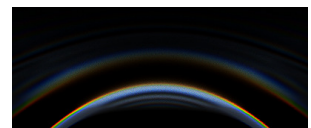


図4: 高さ方向に半径変化  
(0.01~1.5mm)

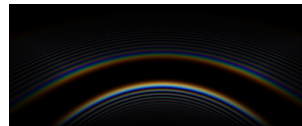


図5: 高さ方向に個数密度変化  
(0~1000個/m<sup>3</sup>)

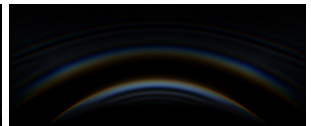


図6: 半径個数密度共に変化  
(0.01~1.5mm) (0~1000個/m<sup>3</sup>)

図3に対して図4は高さ方向で主虹の見え方が変化している。これは高さ方向に対して半径を変化させているためである。図5は低い位置で虹が薄くなっているが、これは低くなるにつれて個数密度が減少しているためである。図6は図4に対して個数密度の変化の影響で低い位置で虹が暗くなっている。

5. おわりに

3次元空間内に、各グリッド点に水滴の半径と個数密度のデータを持った水滴ボリュームを設定することで、水滴の分布を考慮した虹のレンダリングが可能となった。今後の課題は、本手法では真空中を仮定してレンダリングを行っているので、水滴から視点に届くまでの空気等による光の減衰を考慮することが挙げられる。

参考文献

[1] 芳信孝宏, 金田和文: “波動光学に基づく虹のレンダリングと実写画像との合成手法”, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.104, No.647, pp.65-70, (2005).  
 [2] 柴田清孝: 光の気象学, 朝倉書店(1999)