

答疑报告

谭琳

What Is the Space of Attenuation Coefficients in Underwater Computer Vision?

1.题目中的'space'怎么理解?

答：有效宽带衰减系数 β_c 与 Jaffe 水体相比的位置，可理解为对衰减系数位置的确定。

2.作者工作的目的?

答：通过利用海洋学家全世界测量的水分来限制海洋中物理上可行的宽带衰减系数。作者计算 3 维 RGB 域中有效宽带有效衰减系数的空间，发现作者提出的模型充分表示从最清晰的水域到最暗水域的变化。

3.作者主要工作:

答：1) 介绍了一个 Jerlov 水体，通过数据画图（关于衰减系数），发现几乎所有的衰减系数都集中在 Jerlov 区域。但是也有例外，那如何去衡量这个区域，就是下步作者做的事情。

2) 作者根据以前知识得到一个求 β_c 的模型

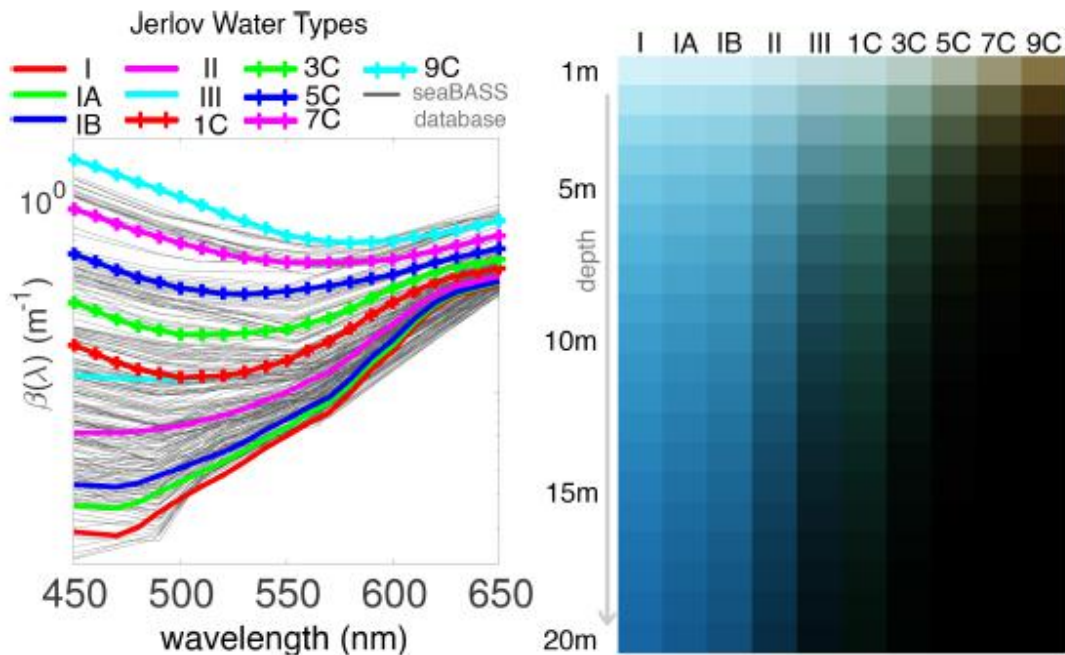
3) 作者进行误差补偿

4) 实验验证

第一步，作者在红海地中海中测量不同深度的光谱响应，根据公式求出总的衰减系数。再根据模型求出 β_c 。经过比较可以看出这跟之前得到的 Jerlov 水体是一致的。

第二步，作者在前一步原位上拍摄了不同深度图片，根据公式计算出 β_c ，拟合画出它的轨迹。再与第一步模型得到理论上得到的 β_c 轨迹图比较，就可得出结论。

4.第一幅图怎么解释？



左图：它是 Jerlov 及其同事在 1947 - 48 年的瑞典深海考察期间对全球海洋的光学性质进行了首次系统评估。他们测量了不同深度的下光辐照度，从中获得了总衰减系数。他将世界海洋分为五个海洋和五个沿海类，即 10 个光学类别，I-III 型是海洋水域，可见度范围从非常清楚到稍微暗淡，后面加上“C”表示沿海水域，浊度从 1 到 9 增加。灰色线代表 280 个随机选择的来自数据库[1]的观察结果，其中包含在 1989 - 2015 年之间使用现代设备进行的 6 万多次现场测量。通过左图可以看出，这 280 个随机实验结果几乎都在 Jerlov 得到的水体范围内。

右图表示：在 1-20m 深度观看不同类型的水体一个 RGB 模拟的白色表面。

作者的主要目的是研究衰减系数的空间，而我们知道在海洋中红色衰减跟快，所以将衰减系数转换到了 RGB 域。

5.公式推导过程

根据 J-M 模型知，图像强度 I_c 可表示为：

$$I_c = D_c + B_c \quad c \in \{R, G, B\}$$

其中： D 表示物体直接进入摄像机的光

B 表示后向散射光

理论上，还有先向散射光，但是相比直接光，前向散射光的影响可忽略。这里作者研究的是衰减系数，所以只考虑直接光。

根据 Beer-Lambert law[2] ,

$$D(z_2, \lambda) = D(z_1, \lambda) e^{-\int_{z_1}^{z_2} \beta(z', \lambda) dz'} \quad (1)$$

其中: z_1, z_2 表示物体到 CCD 的起始点

λ 表示波长

β 表示水体的衰减系数

现假定水体是空间均匀的, 则 $\beta(z, \lambda) = \beta(\lambda)$, 并令 $\Delta Z = z_2 - z_1$
则公式 (1) 可化简为:

$$D(z_2, \lambda) = D(z_1, \lambda) e^{-\beta(\lambda) \Delta z} \quad (2)$$

Z 处光谱响应为 $S_c(\lambda)$ 的传感器的传递光强度:

$$D_c = \frac{1}{k} \int S_c(\lambda) \rho(\lambda) E(\lambda) e^{-\beta(\lambda) \Delta z} \quad (3)$$

其中: $\rho(\lambda)$ 表示反射光谱

$E(\lambda)$ 表示照明强度

k 表示控制图像参数的缩放常数

对于公式 (3), 我没有找到可以推得原始式子, 参数只有 $E(\lambda)$ 是作者做实验室测量的, 其余的参数没有提怎么回事, 具体怎么求。

通常情况下，衰减通过宽带通道表示，则将式（3）化简得

$$D(z + \Delta z) = D(z)e^{-\beta_c \Delta z} \quad (4)$$

其中： β_c 是有效宽带衰减系数

根据式（4）可以得到

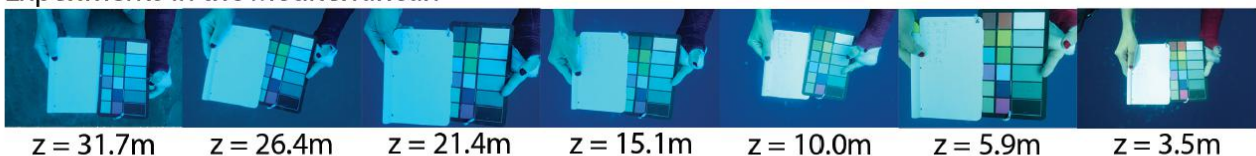
$$\beta_c = \ln \left[\frac{D_c(z)}{D_c(z + \Delta z)} \right] / \Delta z \quad (5)$$

将式（3）带入（5）得到

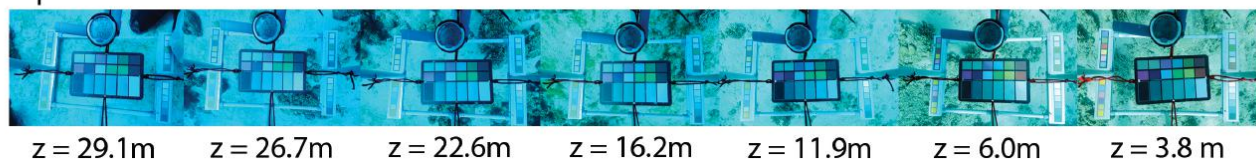
$$\beta_c = \ln \left[\frac{\int S_c(\lambda) \rho(\lambda) E(\lambda) e^{-\beta(\lambda)z} d\lambda}{\int S_c(\lambda) \rho(\lambda) E(\lambda) e^{-\beta(\lambda)(z+\Delta z)} d\lambda} \right] / \Delta z$$

6.实验用到例图是什么？

a) Experiments in the Mediterranean



b) Experiments in the Red Sea



如上图，作者以大约 5 米的间隔拍摄了距离表面 30 米深的颜色校准目标（DGK Color Tools）。镜头是尼康 D90 相机。所有照片均以固定的倍率，光圈和 ISO 进行拍摄，只有快门速度变化。作者通过补偿快门速度来对所有图像进行标准化曝光。但是俞老师上课提的用的什么光源作者没有提，而且，我去找作者主页没有找到，所以不知道原始图片提供了没。

参考文献

[1] P. J. Werdell, S. Bailey, G. Fargion, C. Pietras, K. Knobelspiesse, G. Feldman, and C. McClain. Unique data repository facilitates ocean color satellite validation. Eos, Transactions American Geophysical Union, 84(38):377–387, 2003.

[2][1]Y. Y. Schechner and N. Karpel. Recovery of underwater visibility and structure by polarization analysis. IEEE J. Oceanic Engineering, 30(3):570–587, 2005.