

光学遥感的四种分辨率概念介绍

陈晋, 陈学泓

北京师范大学 地理科学学部 遥感科学与工程研究院, 北京 100875

1 定义

分辨率用于表征光学遥感数据在各个测度上的分辨能力, 包括空间分辨率 (Spatial resolution)、光谱分辨率 (Spectral resolution)、辐射分辨率 (Radiometric resolution) 与时间分辨率 (Temporal resolution) (Chuvieco, 2016; 赵英时等, 2019; 朱文泉和林文鹏, 2022)。

空间分辨率指遥感影像上能够分辨的最小单元 (或像元) 所对应的地面尺寸, 常用如 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 的形式来表示。遥感影像的空间分辨率越高, 展现的空间细节越清晰, 但也会带来同一地物光谱差异性增大。

光谱分辨率指遥感传感器的特定波段的半峰宽度 (波段宽度), 一般而言, 遥感传感器的波段数量越多、各波段覆盖的可观测波长越多、各波段宽度越小, 其获取的光谱信息越丰富, 越有利于不同地物的分辨, 也就是传感器的光谱性能越强大。

辐射分辨率指传感器能分辨的最小辐亮度阶梯, 通常用图像位数表示。如 8bit 的遥感数据将接收到的辐亮度分为 $2^8=256$ 个灰阶, 12bit 的遥感数据则将其分为 $2^{12}=4096$ 个灰阶。传感器的辐射分辨率越高, 对辐亮度的差异越敏感, 图像质量更好。

时间分辨率, 又称重访周期, 指传感器对同一区域进行重复观测的最小时间间隔。传感器的时间分辨率越高, 越有利于捕捉地表的动态变化。

2 原理及影响因素

空间分辨率由传感器的瞬时视场角 IFOV (Instantaneous Field of View) 与传感器所处高度

共同决定。IFOV 指成像单元的可视张角, 由成像几何可知, 空间分辨率可表达为 (Schowengerdt, 2007)

$$x = \text{IFOV} \times h \quad (1)$$

式中, h 为传感器高度, x 为像元尺寸或边长。

光谱分辨率由传感器的分光器件决定。传感器通过光栅、滤波片等分光器件将不同波长的光分开, 以测量不同波段的光强。遥感传感器的波段设置通常要综合考虑大气窗口与地物特征吸收或反射谱段 (Richard, 2013)。

辐射分辨率由传感器 (光电转换装置) 的辐射敏感度与其接收到的光通量大小共同决定。传感器的辐射敏感度较高或接收到的光通量较大, 辐射分辨率越高 (赵英时等, 2019)。

时间分辨率由传感器的成像幅宽、轨道特点、侧摆能力以及纬度等多种因素决定。一般而言, 幅宽越宽、侧摆能力越强的传感器具有更短的重访周期, 即更高的时间分辨率 (Chuvieco, 2016)。

值得注意的是, 遥感传感器的空间分辨率、光谱分辨率与辐射分辨率之间存在相互制约的关系, 难以同时提高 (Chuvieco, 2016)。这是因为传感器接收到的光通量是地表辐亮度在像元面积与波段宽度内的积分, 而每个传感器的最小可探测辐射能量是一个由硬件决定的定值。当像元越小 (空间分辨率越高), 其波段宽度 (光谱分辨率) 必须加宽或选用波长较短的波长, 才能获得最小可探测辐射能量; 反之, 当波段宽度 (光谱分辨率) 越窄时, 必须加大像元面积 (减小空间分辨率)。同理, 像元越小、波段越窄时, 光通量也越小, 辐射分辨率只能同步下降。此外, 遥感

收稿日期: 2023-05-27; 预印本: 2023-06-21

编著者简介: 陈晋, 研究方向为环境遥感。E-mail: chenjin@bnu.edu.cn

引用格式: 陈晋, 陈学泓. 2023. 光学遥感的四种分辨率概念介绍. 遥感学报, 27(7): 1754-1755

[DOI: 10.11834/20233304]

传感器的空间分辨率与时间分辨率也相互制约 (Gao 等, 2015)。这是因为遥感传感器的幅宽与瞬时视场角 (IFOV) 同步变化, 通过减小 IFOV 提高空间分辨率, 会同时减小成像幅宽, 降低时间分辨率; 其二, 遥感传感器的幅宽与空间分辨率共同受传感器高度影响, 通过降低高度提高空间分辨率会同时减小幅宽, 降低时间分辨率。

3 作用和意义

遥感的4种分辨率是遥感数据性能的重要表征方式。理解4种分辨率的概念及其相互制约关系有助于用户针对需求合理选择与使用遥感数据。

参考文献 (References)

Chuvieco E. 2016. Fundamentals of Satellite Remote Sensing: An En-

vironmental Approach (2nd Edition). Boca Raton: Taylor & Francis Group CRC Press: 69-77

Gao F, Hilker T, Zhu X, Anderson M, Masek J, Wang P, Yang Y. 2015. Fusing Landsat and MODIS Data for Vegetation Monitoring. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. 3: 47-60. <https://doi.org/10.1109/MGRS.2015.2434351>.

Richards J A. 2013. Remote Sensing Digital Image Analysis (5th Edition). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag: 10-17

Schowengerdt R A. 2007. Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing (3rd Edition). Burlington: Elsevier Academic Press:16-30

Zhao Y S. 2019. Principles and Methods for Remote Sensing Applications (2nd Edition). Beijing: Higher Education Press: 10-14 (赵英时. 2019. 遥感应用分析原理与方法(第二版). 北京:科学出版社:34-43)

Zhu W Q and Lin W P. 2022. Remote Sensing Digital Image Processing: Principle and Methodology (2nd Edition). Beijing: Higher Education Press: 10-14 (朱文泉, 林文鹏. 2022. 遥感数字图像处理——原理与方法(第二版). 北京:高等教育出版社:10-14)