

专题28: 地质大数据、数学地球科学及其应用

卷积神经网络在陨石坑识别中的应用

高才洪, 刘耘

中国科学院 地球化学研究所, 矿床地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002

陨石坑是陨石或小行星等物质高速冲击行星表面形成的坑穴。在一些没有大气圈或大气圈稀薄的行星上(如月球、水星、谷神星等), 由于风化作用很弱, 在漫长的行星历史中形成的大量陨石冲击坑得以保存下来。在缺乏地外天体样品的条件下, 通过对行星表面陨石坑的识别和统计分析来研究行星冲击历史及太阳系扰动事件是目前最直接方法之一。比如, 通过获得陨石坑大小-频率分布可估测天体表面地质体的形成年龄(如 Head 等, 2010)。然而, 由于陨石坑数量多、大小分布范围广(直径大到上千公里, 小到几公里、几百米)以及陨石坑的叠加, 利用人工识别陨石坑的方法不仅效率低, 而且误差也大。近年来, 许多研究者尝试建立陨石坑自动识别的算法(Crater detection algorithms, CDAs)(Emami 等, 2015; Salih 等, 2017), 这些算法虽然在训练集区域能够获得较好的结果, 但是其迁移性较差, 应用到新的区域进行识别准确度较低(Stepinski 等, 2012)。

最近, 卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNN)已经被广泛应用于图像处理领域(LeCun 等, 1998), 它的出现为高效地识别陨石坑提供了一种新的方法。在已经具有一定训练数据的基础上, CNN 能高效、自动地识别陨石坑, 并且其准确度要优于 CDAs(Palafox 等, 2015; Cohen 等, 2016)。目前, 利用 CNN 进行陨石坑识别主要基于图像分割技术(如 Silburt 等, 2018)和物体监测技术(Li 和 Hsu, 2018)。其中, Silburt 等(2018)利用 U-NET 模型识别几乎全月球表面的陨石坑, 其回收率达到了 92%, 并且还新识别出许多陨石坑, 使得识别的陨石坑数量几乎翻倍。我们拟利用已有的月球陨石坑数据集, 训练并建立分别基于图像分割技术和物体监测技术的陨石坑识别模型, 并将其应用到水星、谷神星等行星表面陨石坑识别研究之中。除此之外, 次级陨石坑的存在对行星表面冲击历史的分析有着明显的影响, 由于其形态与一般陨石坑很相似, 导致次级陨石坑目前只能通过人工方式进行识别。因此, 我们拟利用 CNN 技术建立能够识别次级陨石坑的模型, 该模型将明显提高次级陨石坑识别的效率及准确率。目前, 这些工作仍在进行中。

基金项目批准号: 41530210

第一作者及通信作者简介: 高才洪(1991-), 男, 博士后, 研究方向: 机器学习在地质学中的应用及同位素地球化学。

E-mail: gaocaihong@mail.gyig.ac.cn