

基于深度学习的卫星云图分割和识别研究

邓元博

长白山池北区气象局

[摘要]卫星云图是由气象卫星自上而下观测到的地球上的云层覆盖和地表面特征的图像。利用卫星云图可以识别不同的天气系统，确定它们的位置，估计其强度和发展趋势，为天气分析提供依据。同时，使用卫星云图对云的种属和分布范围的精准识别，对提高短时临近预报质量和气象防灾减灾的能力有重大的意义和价值。

[关键词]深度学习；卫星云图；分割与识别

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.129

近年来，灾害性天气和极端天气频发，人们对天气的关注度越来越高，气象卫星作为气象防灾减灾天基观测利器发挥了必不可少的作用，因此本文以卷积神经网络和深度卷积生成对抗网络为基础，对卫星云图的分割与识别进行了深入研究。

一、深度学习方法介绍

本文所构建的分割与识别模型，都是基于目前深度学习中的两种主流模型，包括卷积神经网络以及生成对抗网络。其中，卷积神经网络主要用于卫星云图的分割与识别模型的训练，生成对抗网络主要用于生成卫星云图，以此来扩充数据集。

（一）卷积神经网络简介

卷积神经网络（Convolutional Neural Networks, CNN）是一种前馈型的神经网络，同时它目前也是实际应用中最为广泛的模型之一。它已经被广泛应用于图像处理，定位检测，自然语言处理等众多领域。卷积神经网络本质上是一种更为复杂多变的人工神经网络，主要区别在于它包含了众多隐藏层，而深度学习有时候也指模型深度相较之前的人工神经网络更深。也正是由于近年来硬件条件的不断飞速提升，才使得深度学习方法能得到大量的应用，尤其是在大数据时代下，它能展现出非常高效的处理能力，成为当下最炙手可热的技术

（二）生成对抗网络模型

生成式对抗网络（Generative Adversarial Networks, GAN）是一种深度学习模型，它是在2014年由Ian J. Goodfellow等人提出[63]。它的创新点在于，这是第一次提出对抗概念来训练模型，这个网络的主要组成部分包括以下两个模型：生成模型Generator——这是一个通过随机噪声生成仿真图片，以欺骗判别网络的模型，记做G，判别模型Discriminator——它被用来判别一张图片是属于真实数据集中还是属于G中生成的图像，记做D。博弈的过程就是，在训练过程中，G会不断提升造假能力，生成尽可能以假乱真的图像使得D判断失误，而D的目标就是需要尽可能的去将G生成的图像和真实数据区分开来。这样，G和D构成了一个动态的“博弈过程”。

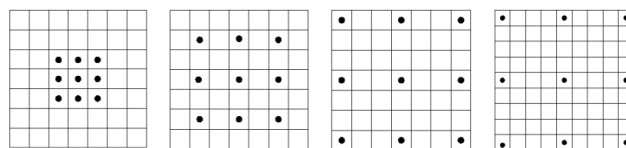
二、基于稀疏卷积的卫星云图分割模型

某些卫星云图中，由于存在一些陆地或水体，它们的上方可能没有云或者云量较少，这样就导致这部分区域会直接“暴露”在卫星云图中，进而会影响对云的识别。因此，在识别前先进行云区域和地表区域的分割是至关重要的一步。

本章基于全卷积神经网络（FCN）设计卫星云图分割模型，针对多次卷积后参数量过大，导致模型训练耗时耗力，本文对FCN中普通卷积进行改进为“稀疏卷积”方式，使得网络参数大大减少，训练速度有明显提升，且分割效果几乎不受影响。

（一）稀疏卷积原理

通过使用“稀疏的卷积核”来进行卷积操作，可以在不增加计算量的情况下扩大感受野，同时分割结果几乎不受到影响。例如图1中，最左边是一个普通的卷积核，尺寸为 3×3 ，对其进行稀疏，也就是以间隔为1进行填充，填充数为0，其尺寸扩大为 5×5 ，此时其参数数量只有9个，仅仅是 5×5 卷积核参数数量的 $9/25$ 。



而根据稀疏程度的不同，图中的改进后的卷积核从左往右分为稀疏系数分别记为1, 2, 3级。一个 3×3 卷积核，进行2级稀疏之后，感受野也与第二个图中 7×7 的卷积核相同，但参数数量是 7×7 卷积核的 $9/49$ 。一个 3×3 卷积核，进行3级稀疏之后，感受野也与第二个图中 9×9 的卷积核相同，但参数数量是 9×9 卷积核的 $1/9$ 。

（二）稀疏卷积操作方式

但是上述操作带来的一个问题就是，如果连续使用相同稀疏系数的卷积核，那些参数为0的位置处进行卷积时，该点就相当于没有进行卷积操作，而直接被一直忽略，最终导致最右图所示，特征图中提取特征不充分，会严重影响分割效果。

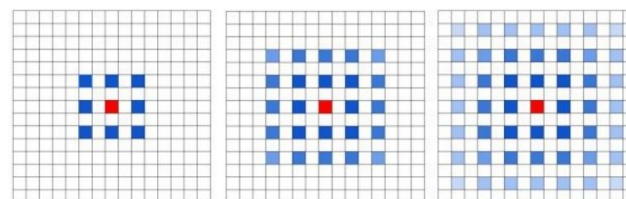


图2中展示的是连续进行三次稀疏系数为1的卷积操作后的结果，有颜色的点代表参与了卷积，白色的点表示没有参与，而且颜色越深，表示该点参与计算的次数越多。可以看

到，由于3次的稀疏系数都是一样的，所以整个特征图呈现出一种颜色由内而外越来越浅的变化，且存在一些像素点始终都没有参与到计算中。为了解决上述问题，本文所采取的方式是使用不同稀疏系数的卷积核进行卷积操作，而且最佳方式是有阶梯式的增长，例如三次的稀疏系数分别是[1, 2, 3]，那么特征图中各个点参与计算的分布就会如图2所示，这样就不存在某些点没有参与到计算中去。

FCN模型中存在5个卷积层，因此本文的稀疏系数为[1, 2, 3, 1, 2]，此时普通卷积方式和稀疏卷积方式下模型中各层的参数数量如下表所示。

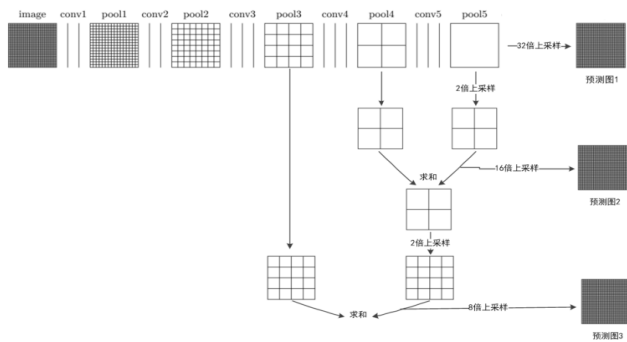
| 层名 | 普通卷积 参数数量 | 稀疏卷积 参数数量 |
|-------|--------------|--------------|
| 卷积层 1 | 38720 | 13940 |
| 卷积层 2 | 221440 | 40672 |
| 卷积层 3 | 1475328 | 163988 |
| 卷积层 4 | 5899776 | 2123918 |
| 卷积层 5 | 7079424 | 1365320 |

由上表3-2可以看到，使用稀疏卷积后的模型，各个卷积层的参数数量都明显减少，

总的卷积层参数数量由14714688变为3707838，这可以极大地缓解训练时的计算压力，提高训练效率。

(三) 多种上采样提取方式

经过上述卷积池化后，需要通过上采样的方式来得到分割图像，为了后续的实验对比，这里使用3种不同的方式提取分割结果。



第一种方式，直接对卷积池化后的第五个特征图（图3-6中pool5）直接进行32倍上采样获得32倍大小的特征图，再对其特征图上的每个点做softmax预测，获得32倍大小的上采样特征预测图（即分割图）。

第二种方式，对卷积池化后的第五个特征图先进行2倍上采样，再把卷积池化后的第四个特征图与之相加，然后对相加后的特征图进行16倍上采样，紧接着对特征图上的每个点做softmax预测，最后获得16倍大小的上采样特征预测图（即分割图）。

第三种方式，对卷积池化后的第五个特征图先进行2倍上采样，再把卷积池化后的第四个特征图与之相加，然后对相加后的特征图进行2倍上采样，再与卷积池化后的第三个特征图相加后进行8倍上采样，同样对特征图上的每个点做softmax预测，最后获得8倍大小的上采样特征预测图（即分

割图）。

三种不同的方式即进行不同次数的特征融合后获取分割结果。

因此，基于稀疏卷积的卫星云图分割算法具体实施如下：

(a) 在卷积层和池化层提取特征时，通过将普通卷积方式改进为稀疏卷积方式，使得卷积时参数量减少，提高训练效率；

(b) 在(a)中全部的卷积操作完成后，对不同方式下提取的特征图进行上采样，实现不同精度下的分割，并得到最终的分割模型。

(c) 使用(b)中的分割模型，对未知云图进行分割，得到其分割结果。

三、基于CNN和DCGAN的卫星云图识别模型

在卫星云图的识别问题上，本章采用了基于深度学习的卷积神经网络方法作为切入点。由于使用卷积神经网络进行识别时，往往需要大量的样本，以保证模型较高的识别准确率，然而获取大量有效数据的难度往往很大，为了解决这一问题，本文采用了DCGAN来生成大量高质量的训练图像，结合卷积神经网络模型（LeNet-5）进行训练，从而有效提高模型的识别准确率。同时，为了进一步提高模型的识别准确率和训练效率，对卷积神经网络模型LeNet-5中的卷积方式和激活函数使用方式进行优化。

(一) 卫星云图识别

识别模型获取主要依靠CNN和DCGAN模型的结合使用。首先是使用DCGAN来生成足够的训练样本，本文直接使用了作者的原始结构进行生成图像的过程，没有对网络的结构进行任何调整，所以在这里就不再赘述结构方面的详细信息，参考原文中的参数即可。接着，通过DCGAN得到的样本，将被和原始的数据图像相结合，使用第三章的分割模型进行分割后，数据将被用于后续的CNN模型（LeNet-5）的训练中去，其中对LeNet-5中的卷积方式和激活函数使用方式进行优化。最后训练得到卫星云图识别模型，用于未知的卫星云图识别，得到其识别类型结果。

(二) DCGAN数据扩充

为了使得训练卷积神经网络时数据集更大，本文采用DCGAN来训练生成样本集。原图像经过DCGAN的训练，可以得到与原图相仿的图像，通过DCGAN训练轮数的增加，生成的图像将越来越趋近于真实图像，最后生成的样本和真实的数据图像几乎难以分辨出真假。DCGAN是GAN的改进版，二者的区别在于DCGAN中，将GAN生成器和判别器里面的多层感知机换成了深度卷积网络。但也并非是直接进行简单的替换，是通过调整网络结构的调整实现的，主要是经过以下的调整：(1) 移除网络中所有的池化层。其中，G网络中使用了转置卷积进行替代，D网络中使用了跨步卷积进行替代。(2) 在G网络和D网络中都使用批量归一化（BN），用于解决G网络在进行优化是收敛到相同位置。其中，两个网络中使用的BN也是不同的，这样可以增强模型的稳定性。(3) 去掉所有的全连接层，综上，结构中只含有卷积层，所以也把它叫做全卷积网

(下转第298页)

内部控制的相关举措与标语,使得每一位员工都能深知公司推行内部控制财务管理的力度与决心,在潜移默化之中深入了解与认可公司的内部控制文化,增强员工的归属感。

(二) 增强人员专业技能素养

财务人员在企业内部处于核心的位置,其工作质量高低与各个部门、所有员工乃至公司的长远发展都有着直接的关系。针对现如今部分企业财务人员存在的专业技能素养薄弱的问题,为了有效推进内部控制工作的有序推进,首先从最根源来说,所有的财务工作人员都应持证上岗,财务资格证是聘用的基础。同时,在招聘的时候,管理者最应该看重的是应聘者的综合能力水平,尤其是职业道德素养方面,更应该引起管理者的特别重视。

其次,对于已经被录用的财务人员,公司应该定期组织相关的人力资源培训,以提高财务人员与团队的综合素质水平。例如定期向员工普及财务管理方向的最新法律知识,强化员工的法律意识与责任。另外,公司应该聘请专业人员对于员工进行普法教育、执法教育,以便员工都能在法律的约束下完美完成本职工作。同时,加强对财务人员的专业知识技能培训,尤其是计算机方面的,争取全面实现财务管理的信息化。在实际工作中,对于表现优异的员工应该给与适当的物质奖励与精神鼓舞,相对应的一旦发现有员工出现不负责任、严重违法的问题,应给与严肃处理,并且追究相关责任。

(三) 提高财务信息沟通水平

随着财务管理逐步向着信息化的方向迈进,提高财务信息沟通水平,建设内部控制的信息化管理平台已经成为企业的首要任务。

首先从构建先进的财务信息系统方面出发,由于财务信息系统连接着公司内部各个部门、各个员工的财务信息,与他们切身的经济效益息息相关。基于此,在构建系统前提,应充分搜集信息与建议,从公司与员工的实际情况出发,尽可能构建真正满足公司、员工所有需求的更切合实际的财务信息管理系统。另外,由于信息繁杂、对工作质量与效率要求较高,因此在设计信息系统的时候要可能趋于便捷、好操作,彰显一定的实用性与经济性。当然,信息系统的安全性

是应当首要考虑的重点问题,与传统手工操作相比,虽然电算化具备明显的优势,但是如何保证其安全性与可靠性是相关人员应该重点思考的问题。

其次,要规范财务信息沟通的合规性程序,争取为员工创造优良的工作环境。工作环境不仅仅指的是硬件环境,还包括工作氛围。当企业内部所有沟通都能得到高效地进行与回复时,那么不仅有利于激励员工以身作则,严格遵守公司财务管理的各项规章制度,而且更为重要的是有利于有效实现企业财务管理内部控制的目标,将使得企业财务管理乃至整体企业管理的质量与效率都将获得显著的提升。从这点出发,建设并且维护好良好的信息沟通合规化工作环境,是实现企业财务管理内部控制的有效举措,同时还将有效促进企业的信息化建设进程不断向前稳步推进。

(四) 强化企业内部财务监督

首先,由于现如今很多企业都没有专门设置独立的审计部门,使得财务管理的实效性受到严重影响。因此,建议企业都能在公司内部设立单独的内审部门。内审部门不仅仅要负责财务部门的专项审计工作,还包括部门相应的制度建设,是该部门的主要工作职责。此外,一旦审计部门建设完成,第一步就应完善该部门的工作机制,以推动财务管理内部控制目标的早日实现。在公司内部要加强对审计部门的宣传与工作职责普及,引导员工要积极主动配合该部门的相关工作,强化员工对审计工作的认知。这一举措不仅能够规范财务部门的工作流程、明确工作职责,而且还能及时发现财务管理内部控制工作中存在的一系列问题,以便尽快找到更恰当的解决办法,推动企业向着更光明的未来不断前进。

结语

总而言之,企业财务管理对于企业长远发展、正常运营的重要性不言而喻。基于此,近年来,关于研究企业财务管理内部控制有效措施的相关课题层出不穷。由此可见,为了推动企业的有序运行,对内部控制的措施进行创新具有重要的现实意义。

参考文献

[1]周峰,蒋玄斌.企业加强财务管理和内部控制的措施探究[J].当代会计,2021(11):17-18.

(上接第262页)

络,但是带来的后果是收敛速度会变慢。(4)G网络中所有层都设定Relu函数作为激活函数,只有在输出层中设置tanH函数作为激活函数。(5)在D网络中,所有层都将LeakyRelu设置为激活函数

(三) 卷积核重构

卷积核尺寸的大小对图像特征的提取有着很大的影响,在LeNet-5中,所使用的卷积核大小都是 5×5 ,其各层的参数如表4-1所示。在原结构中,由于卷积核的尺寸较大,其感受野也较大,所获取的宏观图像特征也较多。但是,所有层都使用大卷积核也带来了巨大的参数量及计算量,导致训练效率比较低。因此,本文使用多个小卷积核进行叠加以此来代替单一大卷积核,并称之为卷积核重构。多个小卷积核的优势在于,它能在保证感受野不改变的情况下,训练参数量大大减少,使得训练时间减少,提升训练效率。同时,多次小卷积核中非线性激活函数的使用,使得网络的非线性得以加强,

网络抽象特征的能力也明显提高。

本文首先从分析现有技术对图像分割和识别领域的相关技术进行了学习探究,并指出了各种算法的优缺点。然后对本文使用到的相关深度学习方法也作出详细的解释说明,并对存在的问题进行了阐述。根据相关问题,设计相关解决方案,对相关模型进行了具体的改进。最后通过一系列实验对模型进行测试,测试结果表明本文所使用的方法较改进前的效果有明显提高。

参考文献

[1]丁叶文.基于深度学习的卫星云图分割和识别研究[D].南京信息工程大学,2020.

[2]余建波.基于气象卫星云图的云类识别及台风分割和中心定位研究[D].武汉理工大学,2018.

[3]张莹.基于深度学习的卫星云图检测算法研究[D].西安科技大学,2021.