

卷积神经网络在图像识别中的应用

圣文顺, 孙艳文

(南京工业大学浦江学院, 江苏 南京 211222)

摘 要: 随着医学成像技术的不断发展, 病理识别在医学诊断过程中的作用越来越重要。人工智能领域的机器学习可以帮助完成医学图像诊断的自动识别, 数字化地辅助医学诊断过程, 同时降低医务工作者的工作量。卷积神经网络(CNN)是近年发展起来的一种非常有效的机器学习方法, 属于深度学习的范畴, 它能够完整地模拟人类的图像识别过程, 并且已经在图像识别领域取得了优异的成绩。本文将卷积神经网络应用于病理图像的识别中, 同时对病理图片进行了采集、整理和智能学习, 完成并分析了算法对比实验, 最终实现了对病理图像的优化识别, 提高了病理图像的识别率, 验证了算法的有效性。

关键词: 卷积神经网络; 病理图像; 深度学习; 医学成像

中图分类号: TP391.4 **文献标识码:** A

Application of Convolutional Neural Network in Image Recognition

SHENG Wenshun, SUN Yanwen

(Pujiang Institute, Nanjing Tech University, Nanjing 211222, China)

Abstract: With the continuous development of medical imaging technology, pathological identification plays an increasingly important role in the process of medical diagnosis. Machine learning in the field of artificial intelligence can help complete the automatic recognition of medical image diagnosis, digitally assisting the process of medical diagnosis, and reducing the workload of medical workers. Convolutional neural network (CNN) is a very effective machine learning method developed in recent years. It belongs to the category of deep learning. It can completely simulate the human image recognition process, and has achieved excellent results in the field of image recognition. In this paper, the convolutional neural network is applied to the recognition of pathological images. At the same time, the pathological images are collected, sorted and intelligently learned. The comparative experiments of the algorithms are completed and analyzed. Finally, the optimal recognition of pathological images is realized, the recognition rate of pathological images is improved, and the validity of the algorithm is verified.

Keywords: convolution neural network; pathological image; deep learning; medical imaging

1 引言(Introduction)

图像识别技术是人工智能的一个重要领域。在导航、地图与地形配准、自然资源分析、天气预报、环境监测、生理病变研究等许多领域有着重要的研究和应用价值。

医生以前通过自己的肉眼来观察病人的病理图像, 消耗人力、财力, 再加上外界因素的影响, 判断的准确性也会受到影响。随着计算机的数据吞吐能力与计算能力不断增长, 科研工作者对人类视觉模式的研究不断深入。依靠高效的算

法设计, 借助大量数据进行学习训练, 因此将机器学习算法与病理图像结合成为可能。自从深度学习算法的提出后, 给图像识别带来了新活力。卷积神经网络的研究及其在图像识别领域的应用, 就是将卷积神经网络应用于病理图像识别^[1]中, 以期能够通过机器学习的方式自动化识别, 从而减少病理医生的任务量, 同时为临床医生提供更加客观的分析结果。

2 相关理论(Correlated theory)

在图像识别中, 对图像的处理尤为关键。采用深度

学习算法^[2],可以减少人为因素的影响。卷积神经网络(Convolutional Neural Network,简称CNN)作为深度学习算法的代表之一,结构较为简单,适用性比较强。在这几年的发展中,应用范围较广,尤其在图像处理和模式识别中。

图像识别的常用方法有:贝叶斯分类法、模板匹配法、核方法等。这几种方法在处理图像时会带来不同的麻烦。自引进深度学习算法之后,使复杂的特征提取工作简单化、抽象化,具有学习速度快、耗时小、识别率高的优点。

3 卷积神经网络原理(CNN principle)

卷积神经网络是对猫的视觉皮层电生理研究启发而开始的一个研究,由Hubel和Wiesel最早在实验中发现。这几年来,卷积神经网络作为最重要的网络模型之一,已经在多个领域被广泛应用,比如光学字符识别、人脸识别、图像分类、身份识别、交通标志识别、飞行器图像识别甚至图谱特征分析等。

相对于浅层网络,卷积神经网络属于深层结构,其基本组成包括输入层、卷积层、池化层、全连接层,其中卷积层、池化层、全连接层可以是多个,如图1所示。

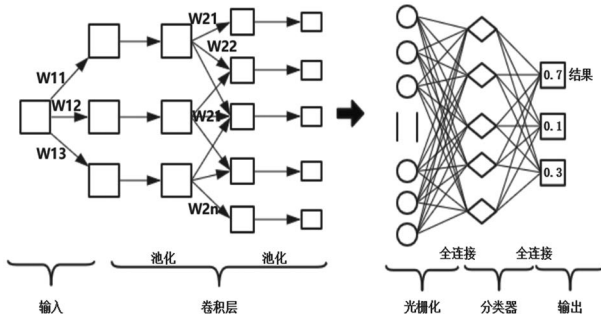


图1 卷积神经网络结构图

Fig.1 Structural diagram of CNN

3.1 输入层

卷积神经网络的输入层可以直接处理多维数据。它的主要任务是读取图像信息,该层的神经元个数与图像的维度^[3]紧密相关。与其他神经网络算法类似,卷积神经网络的输入特征需要进行标准化处理。输入特征的标准化可以提高算法的运行效率和学习表现。

3.2 卷积层

卷积层在卷积神经网络中用于特征提取。由于卷积神经网络是通过每次对图像中的一个特征首先进行局部感知,然后更高层次地对局部特征进行综合的操作,从而得到想要的全局信息。卷积神经网络中的卷积层是由多个卷积单元组成的,目的就是实现卷积操作。

卷积层中的计算是把输入的特征图向量与一个卷积核进行卷积乘加操作,所得结果再经过激励函数^[4]的变换后,得到

一个新的特征图。下面举例来说明:一个 5×5 的图像,一个 3×3 的卷积核。卷积核有9个参数,记为 $\theta = [\theta_{ij}]_{3 \times 3}$,然后卷积核有9个神经元,它们的输出组成一个 3×3 的矩阵。这个矩阵叫作特征图。第一个神经元连接到图像第一个 3×3 的局部,第二个神经元连接到第二个 3×3 的局部,如图2所示。

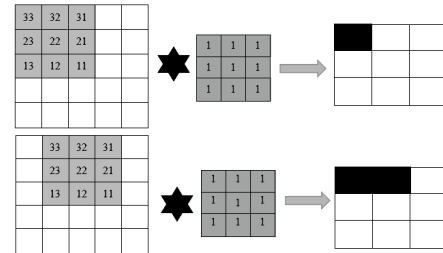


图2 卷积过程

Fig.2 Convolution process

$$X_j^z = f(\sum_{i \in M_j} (X_i^{z-1} \times k_{i,j}^z) + b_j^z) \quad (1)$$

式中, $f()$ 是激励函数, M_j 作为输入的前一层特征图的集合;为可学习的卷积核的权值, $K_{i,j}^z$ 是卷积特征图 b_j^z 的唯一加性偏置。

同时为了提高计算效率,卷积神经网络引入了局部感知和参数共享两个操作。

(1)局部感知

局部感知就是网络的部分连通。每个神经元只与上一层的部分神经元相连,只感知局部,而不是整幅图像。局部像素关系密切,较远像素相关性弱。因此只需要局部感知,在更高层将局部信息综合起来就得到了全局的信息。

(2)权值共享

权值共享^[5]即是从一个局部区域学习到的信息,应用到图像的其他地方去。即用一个相同的卷积核去卷积整幅图像,相当于对图像做一个全图滤波。一个卷积核对应的特征比如边缘,那么用该卷积核去对图像做全图滤波,即使将图像各个位置的边缘都滤出来。不同的特征靠不同的卷积核实现。

3.3 池化层

对输入的特征图进行压缩,一方面使特征图变小,简化网络计算复杂度;一方面进行特征压缩,提取主要特征。在某些方面,比如:平移、旋转、尺度,可以保持某种特征不变。常用的有mean-pooling和max-pooling。池化层的输入来源于卷积层,该操作即可减少数据量,同时也能保留有效信息,减少计算时间。

例如对一小块取最大值,假设pooling的窗大小为 2×2 的,如果不对重叠的4个 2×2 区域分别max-pooling,则运算过程如图3所示。

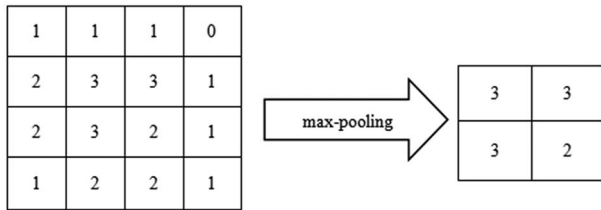


图3 池化层

Fig.3 Pooling layer

3.4 全连接层

在CNN结构中,经过多个卷积层和池化层后,连接着1个或1个以上的全连接层。全连接层中的每个神经元与其前一层的所有神经元进行全连接。全连接层可以整合卷积层或者池化层具有类别区分性的局部信息。全连接层是连接所有特征,将输出值送给分类器^[6](如softmax分类器),如图4所示。

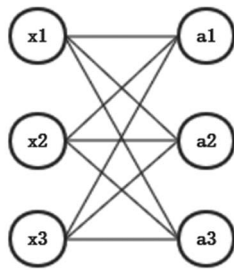


图4 全连接层

Fig.4 Fully connected layer

其中, x_1 、 x_2 、 x_3 为全连接层的输入, a_1 、 a_2 、 a_3 为输出,则全连接层的核心运算就是矩阵向量乘积:

$$a_1 = W_{11} * x_1 + W_{12} * x_2 + W_{13} * x_3 + b_1 \quad (2)$$

$$a_2 = W_{21} * x_1 + W_{22} * x_2 + W_{23} * x_3 + b_2 \quad (3)$$

$$a_3 = W_{31} * x_1 + W_{32} * x_2 + W_{33} * x_3 + b_3 \quad (4)$$

4 实验数据分析(Experimental data analysis)

4.1 实验数据

在进行此次实验前,为了有一个标准的训练及检测数据集,且本实验的应用背景是将深度学习算法应用于病理医学中,所以提前在医院完成了采集甲状腺淋巴结转移癌症病理样本工作。全部图像为全扫描文件,全部数据都为显微镜下40倍数据,并且将样本分为正常和癌变细胞两类。如图5和图6所示。

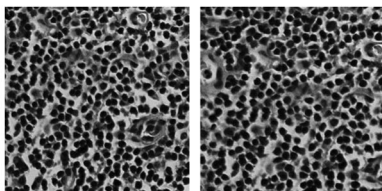


图5 正常细胞图像

Fig.5 Normal cell image

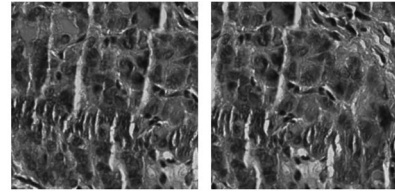


图6 癌变细胞图像

Fig.6 Cancerous cell image

本文运用卷积神经网络的算法,实现图像的识别。在处理过程中,通过读取图片、样本随机分配、网络设计、训练和验证四个步骤实现该算法。

```
pool4=tf.layers.max_pooling2d(inputs=conv4,pool_size=[2,2],strides=2)
```

```
rel=tf.reshape(pool4,[-1,6*6*128])
```

```
dense1=tf.layers.dense(inputs=rel,units=1024,activation=tf.nn.relu,
```

```
kernel_initializer=tf.truncated_normal_initializer(stddev=0.01),
```

```
kernel_regularizer=tf.contrib.layers.l2_regularizer(0.003))
```

```
dense2=tf.layers.dense(inputs=dense1,units=512,activation=tf.nn.relu,
```

```
kernel_initializer=tf.truncated_normal_initializer(stddev=0.01),kernel_regularizer=tf.contrib.
```

```
layers.l2_regularizer(0.003))
```

```
logits=tf.layers.dense(inputs=dense2,units=2,activation=None,
```

```
kernel_initializer=tf.truncated_normal_initializer(stddev=0.01),kernel_regularizer=tf.contrib.
```

```
layers.l2_regularizer(0.003))
```

4.2 数据结果与分析

本次实验的实验环境为Ubuntu系统^[7]+TensorFlow+python3.6+Anaconda+spyder,为了体现卷积神经网络的有效性,所以引用了同为深度学习算法的深度置信网络算法(DBN)进行了对比试验。在实验中,两种算法的层数一致,并分别做了10次实验取平均值作为实验结果,如表1所示。

表1 不同算法下的实验结果对比

Tab.1 Comparison of experimental results under different algorithms

项目	实验1	实验2
算法	CNN	DBN
正确率	89.8%	83.5%
耗时(s)	156.5	278.6

通过对比实验,可以看出卷积神经网络的识别性能高于深度置信网络算法,显示了算法的优越性。因此采用卷积神经网络算法应用于病理医学的图像处理中。

5 结论(Conclusion)

在此次实验中,运用卷积神经网络在图像中的识别功能,对病理医学图像进行有效的处理。通过研究表明,只要通过大量的数据学习训练,卷积神经网络对病理图像的识别效率高,准确度高。

本文针对病理医学图像处理效率过低,采用了卷积神经网络进行病理特征判断,且准确率与效率高于传统方法的平均准确率和平均效率。本文对卷积神经网络的原理进行了深入的研究,对网络的参数进行了深刻的学习,并将其应用于甲状腺的病理图像识别中。由于时间有限,本文只是完成了卷积神经网络的基础研究,后续期望能够对卷积神经网络进行改进,并能够进一步提高网络的识别率。

参考文献(References)

- [1] 薛迪秀.基于卷积神经网络的医学图像癌变识别研究[D].合肥:中国科学技术大学,2017.
- [2] 蒋涛.深度学习在医学图像分析中的应用[D].成都:电子科技大学,2017.

(上接第22页)

在分析目前无线传感器网络研究的基础上,协调各种应用资源、加强应用信息共享是控制能源消耗的新突破。本文是在上述研究热点的基础上对节点运行多个应用程序时能耗控制的基本解决方案和关键技术进行研究,研究成果可以应用于无线传感器网络或类似的物联网结构。

参考文献(References)

- [1] Yu Shaojun.Dynamic energy consumption analysis and test of node in wireless sensor networks[C].Proceedings of 2017 13th IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI),2017(8):1481-1488.
- [2] Sivasankar P T,Ramakrishnan M.Energy efficient life time in wireless sensor network using cluster head election based on hit set[J].Emerging Trends in New & Renewable Energy Sources and Energy Management,2015:140-142.
- [3] Soufiene B.Secure.Data Aggregation with MAC Authentication in Wireless Sensor Networks[J].2013 12th IEEE International Conference on Trust,Security and Privacy in Computing and Communications,2013:188-194.
- [4] Zhang Q.Cooperative Data Reduction in Wireless Sensor Network[J].Globecom 2012-Adhoc and Sensor Networking Symposium,2012:646-651.
- [5] Shouwen Lai.Duty.Cycled Wireless Sensor Networks Wakeup

- [3] 魏存超.基于卷积神经网络的医学图像分类的研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2017.
- [4] H Chen,Q Dou,X Wang.Mitosis Detection in Breast Cancer Histology Images via Deep Cascaded Networks[C].Proceedings of the Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence 2016:1160-1166.
- [5] Janowczyk A,Doyle S,Gilmore H,et al.A resolution adaptive deep hierarchical learning scheme applied to nuclear segmentation of digital pathology images[J].Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering:Imaging & Visualization,2016:1-7.
- [6] Janowczyk A,Madabhushi A.Deep learning for digital pathology image analysis:A comprehensive tutorial with selected use cases[J].Journal of Pathology Informatics,2016,7(1):29.
- [7] 李雪燕.紧耦合Ubuntu系统的卫星导航接收机设计[D].石家庄:河北科技大学,2016.

作者简介:

圣文顺(1979-),男,硕士,讲师.研究领域:机器学习,人工智能.

孙艳文(1998-),女,本科生.研究领域:计算机科学与技术.

scheduling,Routing and Broadcasting[M].A thesis submitted to Virginia Polytechnic Institute and State University,Virginia,2010.

- [6] Xiaoxiao Liang.Research on Wireless Sensor Networks Data Fusion Algorithm Based on COA-BP[C].peer reviewed papers from the 4th International Conference on Intelligent Structure and Vibration Control(ISVC 2014),2014(4):226-229.
- [7] Li Li,Li Weijia.The analysis of data fusion energy consumption in WSN[J].International Conference on System Science,Engineering Design and Manufacturing Information,2011:310-313.
- [8] Zhao X,Wang J.An algorithm of data fusion using neural network[J].International Conference on Electric Information and Control Engineering,2011:2950-2953.
- [9] Izadian,Roshanak,Manzuri.Energy-saving technologies of WSN[J].Advanced Materials Research,2013,605:566-569.
- [10] 罗丹.一种改进的BP神经网络WSN数据融合方案[J].信息技术,2017(02):155-160.
- [11] 樊雷松,强彦,赵涓涓,等.无线传感网中基于BP神经网络的数据融合方法[J].计算机工程与设计,2014,35(01):62-66.

作者简介:

刘冰月(1978-),女,硕士,教授.研究领域:计算机系统结构,软件开发.