



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112782097 A

(43) 申请公布日 2021.05.11

(21) 申请号 202011522936.2

(22) 申请日 2020.12.21

(71) 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路350号

(72) 发明人 王焕钦 王鹏 王程朋 孔德义
虞发军 夏王进

(74) 专利代理机构 合肥天明专利事务所(普通合伙) 34115

代理人 苗娟

(51) Int. Cl.

G01N 21/25 (2006.01)

G01N 21/84 (2006.01)

G01N 21/03 (2006.01)

G06N 3/04 (2006.01)

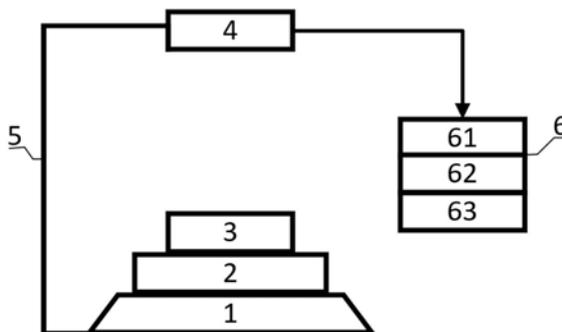
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置及测量方法

(57) 摘要

本发明的一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置及测量方法,所述测量装置包括背光源固定平台、背光源、样品池、图像采集装置、图像采集装置固定支架、数据处理单元,所述数据处理单元还包括数据存储单元、浊度判定单元、显示单元。本发明使用图像采集装置采集待测液体图像存在的特征和区别,通过卷积神经网络处理采集的液体图像数据并依据图像存在的特征和区别给出浊度测量结果,使用卷积神经网络实现了数据采集的简单化和处理的快速化;使得装置具有结构简单,低成本,分辨率好,智能化等优点,易于实现现场测量,快速测量和准确判断。



1. 一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置,包括背光源固定平台(1)、背光源(2)、样品池(3),其特征在于:还包括相互通信连接的图像采集装置(4)和数据处理单元(6);

背光源(2)固定在背光源固定平台(1)上;

样品池(3)放置在背光源(2)上;

图像采集装置(4)的镜头对准样品池(3);

所述数据处理单元还包括数据存储单元(61)、浊度判定单元(62)、显示单元(63);

数据存储单元(61)用于存储图像数据,浊度判定单元(62)用于处理图像数据,显示单元(63)用于显示浊度信息。

2. 根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置,其特征在于:所述背光源(2)为发光均匀的背光源,即发光面积范围内亮度统一,实际发光区域的面积不小于 $2\text{cm}\times 2\text{cm}$,发光亮度大于 500LUX ,光线颜色是红、绿、蓝、或者白光中的一种。

3. 根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置,其特征在于:所述样品池(3)是由高透光材料制成的容器,光线透过率高于 60% 。

4. 根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置,其特征在于:

所述图像采集装置(4)是多倍变焦功能的相机,图像采集装置的图像采集像素不低于 100×100 。

5. 根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置,其特征在于:所述图像采集装置(4)放置在图像采集装置固定支架(5)上。

6. 根据权利要求5所述的基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置,其特征在于:

所述图像采集装置固定支架(5)可以在水平方向和垂直方向上移动。

7. 根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置,其特征在于:所述样品池(3)放置在背光源(2)的正中央上。

8. 一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量方法,其特征在于:包括以下步骤:

a. 把背光源固定平台(1)放置于稳定的操作平台上,背光源(2)与背光源固定平台(1)稳定连接;

b. 将待测液体倒入样品池(3)中,并将其放置在背光源(2)之上,使其处于背光源(2)的正中央,确保位置没有偏移;

c. 使用图像采集装置固定支架(5)将图像采集装置(4)固定,调整图像采集装置(4)的镜头使其正对准样品池(3),调整图像采集装置(4)的镜头焦距,使待测液体能够被清晰地拍摄;利用数据处理单元(6)控制图像采集装置(4)拍摄待测液体的图像数据,拍摄的液体图像数据存储于数据存储单元(61)之中;

d. 浊度判定单元(62)包含卷积神经网络,用浊度判定单元对数据存储单元(61)之中的图像数据进行处理,依据与标准浊度标定的神经网络分析得到浊度信息,浊度信息通过显示单元(63)显示。

9. 根据权利要求8所述的一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量方法,其特征在于:步骤d中神经网络和标准浊度之间的标定关系,通过以下步骤获得:

d1. 选取一组福尔马肼标准浊度溶液,浊度值范围是 $0\text{NTU}\sim 1000\text{NTU}$,相邻浊度间差值为 G 个 NTU ;

d2. 样品池 (3) 利用超声波清洗机清洗干净后, 使用胶头滴管取定量体积的超纯水代替 ONTU 浊度溶液, 滴入样品池 (3), 打开白色背光源 (2) 和图像采集装置 (4), 使用 X 倍变焦相机镜头, 在距离标准溶液正上方 D CM 处拍摄 ONTU 待测液体的图像数据 C 张并存储在数据存储单元 (61);

d3. 重复步骤 d2, 依次将光源颜色改为红、绿、蓝;

d4. 样品池 (3) 利用超声波清洗机清洗干净后, 使用胶头滴管取定量体积的福尔马胂标准液滴入样品池 (3), 打开白色背光源 (2) 和图像采集装置 (4), 使用 X 倍变焦相机镜头, 在距离标准溶液正上方 D CM 处拍摄对应浊度值的液体图像数据 C 张并存储在数据存储单元 (61), 拍摄完成后将背光源颜色依次更换为红、绿、蓝继续拍摄;

d5. 重复步骤 d4, 每次更换浊度不同的福尔马胂标准液;

d6. 对数据存储单元 (61) 中拍摄的超纯水溶液和浊度不同的福尔马胂标准液图像使用卷积神经网络进行标定, 网络采用了 M 组卷积与 N 个全连接层, 最后使用分类函数进行标准浊度值分类。

10. 根据权利要求 9 所述的一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量方法, 其特征在于:

所述 d6 步骤中的网络包含池化层, 所述池化层选择 A*B 最大值池化, 并选择一个激活函数, 其计算公式为:

$$y_i = \begin{cases} x_i & \text{if } x_i \geq 0 \\ \frac{x_i}{a_i} & \text{if } x_i < 0 \end{cases}$$

a_i 是 $(1, +\infty)$ 区间内的固定参数。

一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置及测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及液体浊度分析技术领域,具体涉及一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置及测量方法。

背景技术

[0002] 自进入20世纪以来,中国的工业化步伐速度急剧加快,城市化进程也在逐年上升,导致水资源日益紧缺。据统计,生产一吨钢铁,需要5吨甚至十几吨自来水,但是现实情况下,中国是一个干旱缺水的国家,节约用水与保护水资源迫在眉睫。人类在日常生产生活中产生的大量废水,大部分只进行了简单地过滤处理就排放到河流水域中,尤其是未经处理的污水,严重威胁到水体健康,一方面,需要从源头开始养成节约用水的习惯,另一方面,需要加强对排污企业的监管。目前,世界上对排放的污水有很多的指标进行严格限制,浊度是一个关键性的指标。测量水体浊度的方法有很多种,例如比浊法、散射光法、色度计或分光光度计,经过长达几十年的发展,光学测量已经发展的十分成熟,也是未来重点的发展方向。

[0003] 截止目前,国际上还很少有适合在特殊环境中进行液体浊度分析的设备,尤其是在一些石油化工食品行业,例如造纸行业,排出的废水中呈现出多种颜色,石油行业的废水中含有少量的油污等,这些颜色,油污等的因素会影响传统浊度测量装置的精度和准确率,因此不适合这些行业的使用,可行的办法就是购买特定的浊度测量装置,但是这些测量装置价格昂贵且使用条件较为苛刻。除此之外,现有的浊度测量设备大多价格高昂,检测精度较差。

[0004] 为了应对上述测量出现的问题,一种新的检测方法被提出,例如中国发明专利号201610620318.9提出一种水质图像分类方法,利用算法处理采集的图像,达到分类的目的,但是此种方法仅限于检测出这是哪类水体污染(水华污染,水葫芦污染,工厂排污污染,生活垃圾污染),不能给出水体具体的浊度数值,限制住了系统的实用性。

发明内容

[0005] 本发明提出的一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置及测量方法,可解决上述背景技术中的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0007] 一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置,包括背光源固定平台、背光源、样品池,还包括相互通信连接的图像采集装置和数据处理单元;

[0008] 背光源固定在背光源固定平台上;

[0009] 样品池放置在背光源上;

[0010] 图像采集装置的镜头对准样品池;

[0011] 所述数据处理单元还包括数据存储单元、浊度判定单元、显示单元;

[0012] 数据存储单元用于存储图像数据,浊度判定单元用于处理图像数据,显示单元用

于显示浊度信息。

[0013] 进一步的,所述背光源为发光均匀的背光源,即发光面积范围内亮度统一,实际发光区域的面积不小于 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$,发光亮度大于 500LUX ,光线颜色是红、绿、蓝、或者白光中的一种。

[0014] 进一步的,所述样品池是由高透光材料制成的容器,光线透过率高于 60% 。

[0015] 进一步的,所述图像采集装置是多倍变焦功能的相机,图像采集装置的图像采集像素不低于 100×100 。

[0016] 进一步的,所述图像采集装置放置在图像采集装置固定支架上。

[0017] 进一步的,所述图像采集装置固定支架可以在水平方向和垂直方向上移动。

[0018] 进一步的,所述样品池放置在背光源的正中央上。

[0019] 另一方面,本发明还公开一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量方法,包括以下步骤:

[0020] e.把背光源固定平台放置于稳定的操作平台上,背光源与背光源固定平台稳定连接;

[0021] f.将待测液体倒入样品池中,并将其放置在背光源之上,使其处于背光源的正中央,确保位置没有偏移;

[0022] g.使用图像采集装置固定支架将图像采集装置固定,调整图像采集装置的镜头使其正对准样品池,调整图像采集装置的镜头焦距,使待测液体可以被清晰地拍摄;利用数据处理单元控制图像采集装置拍摄待测液体的图像数据,拍摄的液体图像数据存储和数据存储单元之中;

[0023] h.浊度判定单元包含卷积神经网络,用浊度判定单元对数据存储单元之中的图像数据进行处理,依据与标准浊度标定的神经网络分析得到浊度信息,浊度信息通过显示单元显示。

[0024] 进一步的,步骤h中神经网络和标准浊度之间的标定关系,通过以下步骤获得:

[0025] h1.选取一组福尔马肼标准浊度溶液,浊度值范围是 $0\text{NTU} \sim 1000\text{NTU}$,相邻浊度间差值为 G 个 NTU ;

[0026] h2.样品池利用超声波清洗机清洗干净后,使用胶头滴管取定量体积的超纯水代替 NTU 浊度溶液,滴入样品池,打开白色背光源和图像采集装置,使用 X 倍变焦相机镜头,在距离标准溶液正上方 D CM 处拍摄 NTU 待测液体的图像数据 C 张并存储在数据存储单元;

[0027] h3.重复步骤h2,依次将光源颜色改为红、绿、蓝;

[0028] h4.样品池利用超声波清洗机清洗干净后,使用胶头滴管取定量体积的福尔马肼标准液滴入样品池,打开白色背光源和图像采集装置,使用 X 倍变焦相机镜头,在距离标准溶液正上方 D CM 处拍摄对应浊度值的液体图像数据 C 张并存储在数据存储单元,拍摄完成后将背光源颜色依次更换为红、绿、蓝继续拍摄;

[0029] h5.重复步骤e4,每次更换浊度不同的福尔马肼标准液;

[0030] h6.对数据存储单元中拍摄的超纯水溶液和浊度不同的福尔马肼标准液图像使用卷积神经网络进行标定,网络采用了 M 组卷积与 N 个全连接层,最后使用分类函数进行标准浊度值分类。

[0031] 进一步的,所述h6步骤中的网络包含池化层,所述池化层选择 $A \times B$ 最大值池化,并

选择一个激活函数,其计算公式为:

$$[0032] \quad y_i = \begin{cases} x_i & \text{if } x_i \geq 0 \\ \frac{x_i}{a_i} & \text{if } x_i < 0 \end{cases}$$

[0033] a_i 是 $(1, +\infty)$ 区间内的固定参数。

[0034] 由上述技术方案可知,本发明的基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置及测量方法,可以填补目前液体浊度检测技术的不足,尤其是石油化工行业的需求,解决这些行业检测时遇到的水体颜色,油污等问题,在民用行业,本发明可以大幅度降低检测成本和等待结果的时间,满足低成本,超快速,高精度的检测需求。本发明检测技术成本十分低廉,不仅可以在狭窄的空间中进行,而且不易受到外界因素的影响,减小了测量误差,降低了设备成本,保证了测量结果的可靠性也同时提高了抗干扰的能力。

[0035] 具体的说,本发明具备以下优点:

[0036] (1) 本发明采用图像处理加神经网络计算,易于集成化,小型化,可以应用在一些特殊的行业如石油化工行业,依托于强大的卷积神经网络计算,可以大幅度的提高检测装置的分辨率。

[0037] (2) 本发明使用的零器件价格低廉,购买方便,大大简化了后期的维护费用,而且此装置简单易学,使得操作人员能够快速掌握使用技能,大大缩减了学习的成本。

[0038] (3) 本发明通过卷积神经网络处理数据,可以通过后期海量的应用数据不断的优化测量的范围,测量的速度,测量的准确率,从而带来更好地用户体验,仅需少量的费用便可以完成后续的维护升级。

[0039] (4) 本发明工作只需要少量的待测液体样本,可以通过任意的方法获取待测液体。不需要将传感器或者相似器件投入到待测液体之中,操作简单方便,而且可以多次取样,不受现场环境影响,提高了检测的速度和准确率。

附图说明

[0040] 图1是本发明的装置结构示意图;

[0041] 图2是本发明的图像采集流程示意图;

[0042] 图3是本发明的算法结构示意图;

[0043] 图4是本发明的神经网络结构图。

具体实施方式

[0044] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0045] 如图1所示,本实施例所述的基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置,包括包含背光源固定平台1、背光源2、样品池3、图像采集装置4、图像采集装置固定支架5、数据处理单元6,其中数据处理单元还包括数据存储单元61、浊度判定单元62、显示单元63。

[0046] 背光源2固定安装在背光源固定平台1上,样品池3放置在背光源2上,待测液体放置于样品池3中,图像采集装置4将拍摄的图像传输到数据处理单元6中的数据存储单元61

保存。数据存储单元61可以是硬盘,U盘,flash等存储介质。浊度判定单元62包含神经网络和图像处理,并最终给出测量结果。

[0047] 其中,所述背光源2被固定安装在背光源固定平台1上,防止测量过程中光源出现偏移,影响测量结果。所述背光源2必须是发光均匀的背光源,发光面积范围内亮度需要做到统一,实际发光区域的面积不小于2cm*2cm,发光亮度大于500LUX,光线颜色是红、绿、蓝、或者白光中的一种。

[0048] 所述样品池3是一种由高透光材料制成的容器,光线透过率高于60%。

[0049] 所述图像采集装置4是一个具有多倍变焦功能的相机,可以在一定的距离之内通过调节焦距清晰地拍摄出样品池3内待测液体的图像。图像采集装置的图像采集像素不低于100*100。

[0050] 所述图像采集装置固定支架5必须能够稳定的固定图像采集装置4,固定支架需要可以在水平方向和垂直方向上移动。

[0051] 所述数据处理单元6用于处理图像采集装置4采集的不同待测液体的图像数据或者数据存储单元61中先前拍摄的待测液体数据,依据与标准浊度标定的神经网络分析得到浊度信息,浊度测量结果在显示单元63显示。当此分析装置检测的样品浊度结果低于该装置检测的下限时,系统会通过显示单元发出警告,当此分析装置检测的样品浊度结果高于该装置检测的上限时,系统会通过显示单元发出警告。背光源必须是发光均匀的背景光源,光源颜色可以是红、黄、蓝或者白其中一种,图像采集装置必须能够清晰地拍摄出浊度样品图像。

[0052] 如图2和图3所示,一种基于卷积神经网络的液体浊度的测量装置及其测量方法,包括下列顺序步骤:

[0053] a、把背光源固定平台1放置于稳定的操作平台上,背光源2与背光源固定平台1稳定连接;

[0054] 所述背光源固定平台1与背光源2通过标准螺丝固定,放置于背光源之上,使用前需经过清洁处理,样品池在使用前需经过清洗,之后倒入定量待测溶液。

[0055] b、把待测样品倒入样品池中并放置在背光源正中央;

[0056] c、图像采集装置固定支架将图像采集装置固定,调整镜头使其能够清晰地拍摄出样品池中待测溶液图像;

[0057] d、数据处理单元控制图像采集装置拍摄图像数据,拍摄的图像数据存储于数据存储单元之中;

[0058] e、浊度判定单元包含卷积神经网络,对图像用与标准浊度标定的

$$[0059] \quad y_i = \begin{cases} x_i & \text{if } x_i \geq 0 \\ \frac{x_i}{a_i} & \text{if } x_i < 0 \end{cases}$$

[0060] 神经网络进行处理最终实现液体浊度的分析检测,结果显示在显示单元上;

[0061] 神经网络和标准浊度之间的对应关系,通过以下步骤获得:

[0062] f1. 选取一组福尔马肼标准浊度溶液,浊度值范围是0NTU~1000NTU,相邻浊度间差值为50NTU,并将其作为神经网络训练数据;

[0063] f2. 样品池使用超声波清洗机清洗干净后,使用胶头滴管取30ml的超纯水代替

ONTU浊度溶液滴入样品池,打开白色背光源和图像采集装置,使用10倍变焦相机镜头,在距离标准溶液正上方25CM处拍摄ONTU待测液体的图像数据100张并存储在数据存储单元,拍摄完成后将背光源颜色依次更换为红、绿、蓝继续拍摄。

[0064] f3. 样品池使用超声波清洗机清洗干净后,使用胶头滴管取30ml的福尔马肼标准液滴入样品池,打开白色背光源和图像采集装置,使用10倍变焦相机镜头,在距离标准溶液正上方25CM处拍摄对应浊度值的液体图像数据100张并存储在数据存储单元,拍摄完成后将背光源颜色依次更换为红、绿、蓝继续拍摄。

[0065] f4. 重复步骤f3,每次更换浊度不同的福尔马肼标准液。

[0066] f5. 对数据存储单元61中拍摄的超纯水溶液和浊度不同的福尔马肼标准液图像使用VGGNet卷积神经网络进行标定,对应的网络结构图如图4所示,网络采用了五组卷积与三个全连接层,最后使用SoftMax分类函数进行标准浊度值分类。网络中池化层选择2*2最大值池化,并选择Leaky ReLUs激活函数,其计算公式为:

[0067] a_i 是 $(1, +\infty)$ 区间内的固定参数。

[0068] 背光源2可以采用灵活的发光方案,拥有四种不同的发光颜色和多种不同的发光强度,可以适用于绝大多数的场景检测。

[0069] 上述多种组合可以灵活地应用于下面一些特殊的情况:

[0070] 当检测装置检测某一种液体浊度,获取的多组浊度数值之间的误差超出一定的范围后,可以改用其他颜色的背光源,或者通过调节背光源的发光强度来重新测量。

[0071] 当检测装置检测某一种液体浊度的浓度过低或者过高,需要使用多种背光源和不同背光源的发光强度进行多次测量求取平均值。

[0072] 综上所述,本发明利用图像采集装置,卷积神经网络来采集处理图像数据,实现了数据处理的简单化。使得装置整体具有成本低廉,灵敏度高,抗干扰能力强的优点,易于实现超远距离,空间拥挤环境的图像采集处理。

[0073] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

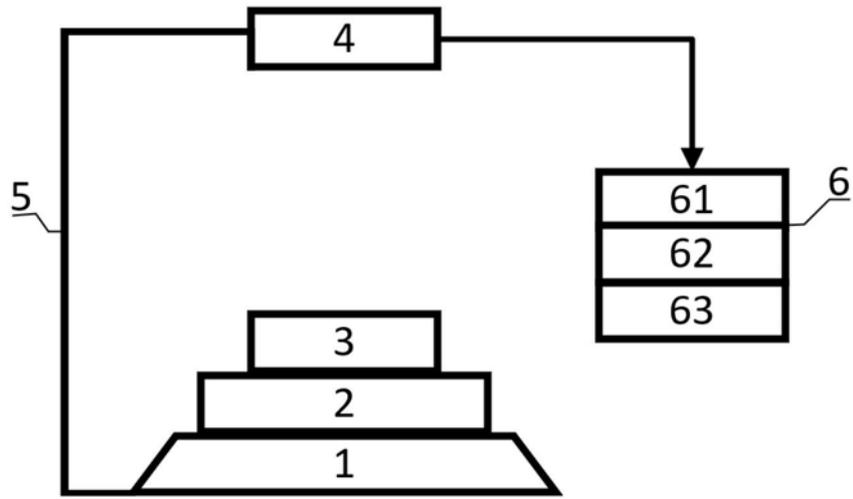


图1

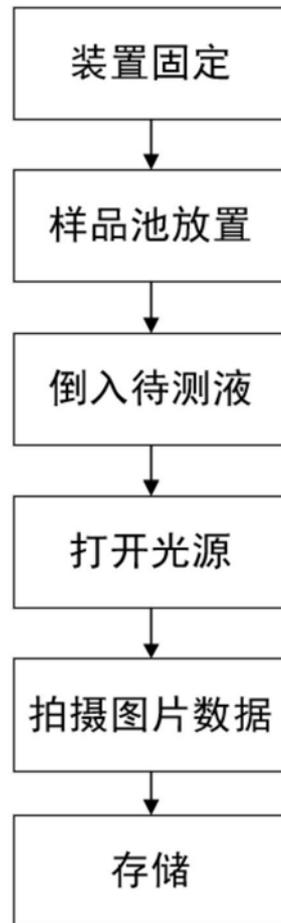


图2

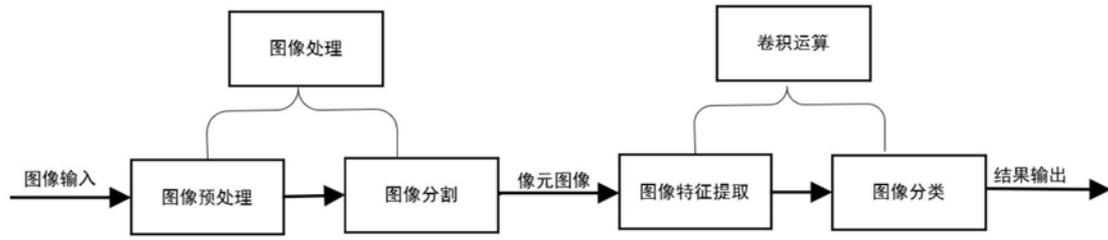


图3

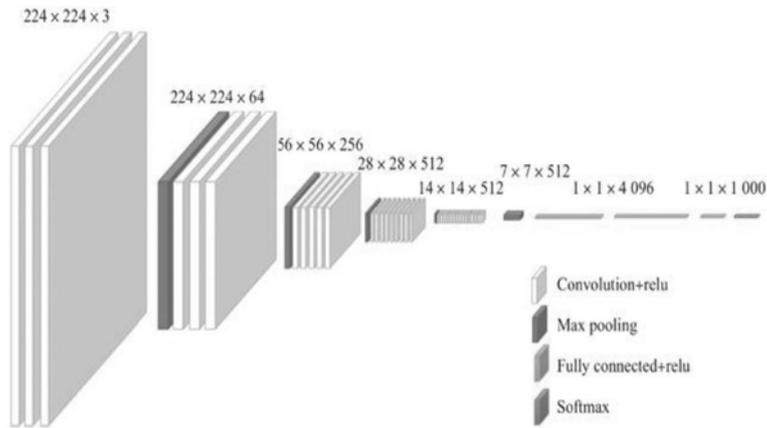


图4