

图像处理方法、训练方法、装置、设备、介质及程序

本申请要求在 2018 年 04 月 25 日提交中国专利局、申请号为 CN 201810380453.X、发明名称为“图像处理方法、神经网络的训练方法、装置、设备及介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及计算机视觉技术，尤其是涉及一种图像处理方法、图像处理装置、神经网络的训练方法、神经网络的训练装置、电子设备、计算机可读存储介质及计算机程序。

背景技术

神经网络（例如，卷积神经网络等），在很多计算机视觉任务中，得到了较为广泛的应用。

目前，一些神经网络由于其计算量以及参数量较大等因素，而无法直接应用在智能移动电话以及数码相机等电子设备中。压缩技术通常可以缩小神经网络的规模，并提升神经网络的运行速度，然而，压缩技术通常会使神经网络的准确性变差。

如何在缩小神经网络的规模，提升神经网络的运行速度的基础上，保证神经网络具有一定的准确性，是一个值得关注的技术问题。

发明内容

本申请实施方式提供一种图像处理以及训练神经网络的技术方案。

根据本申请实施方式其中一个方面，提供一种图像处理方法，所述方法包括：将待处理图像输入神经网络；经由所述神经网络形成所述待处理图像的离散特征数据；其中，所述神经网络是基于指导信息训练而成的，且所述神经网络在训练过程中，被作为学生神经网络，所述指导信息包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对所述图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

在本申请一实施方式中，所述神经网络包括：大小不超过 2M 的神经网络。

在本申请又一实施方式中，所述经由所述神经网络形成所述待处理图像的离散特征数据包括：经由所述神经网络形成所述待处理图像的浮点特征数据，并将所述浮点特征数据量化为所述待处理图像的离散特征数据。

在本申请再一实施方式中，所述经由所述神经网络形成所述待处理图像的浮点特征数据包括：经由所述神经网络针对所述待处理图像，进行浮点特征数据提取，并将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据，以形成所述待处理图像的浮点特征数据。

在本申请再一实施方式中，所述将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据包括：将所述浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据；和/或者，将所述浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据。

在本申请再一实施方式中，所述方法还包括：经由所述神经网络，根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行相应视觉任务处理。

在本申请再一实施方式中，所述指导信息还包括：学生神经网络针对图像样本输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异。

在本申请再一实施方式中，所述经由所述神经网络，根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行相应视觉任务处理包括：经由所述神经网络，根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行分类处理；或者，经由所述神经网络，根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行物体检测处理。

在本申请再一实施方式中，所述指导信息还包括：所述学生神经网络针对图像样本输出的分类处理结果，与图像样本的分类标注信息之间的差异；或，所述学生神经网络针对图像样本输出的物体检测处理结果，与图像样本的检测框标注信息之间的差异。

在本申请再一实施方式中，所述神经网络的训练过程包括：将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络；经由学生神经网络以及教师神经网络，分别形成所述图像样本的离散特征数据；根据指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习；其中，所述指导信息包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据，与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

在本申请再一实施方式中,所述神经网络的训练过程还包括:经由所述学生神经网络,根据所述图像样本的离散特征数据,对图像样本进行视觉任务处理;所述根据指导信息,对所述学生神经网络进行监督学习包括:以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异,以及学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异,为指导信息,对所述学生神经网络进行监督学习。

在本申请再一实施方式中,所述教师神经网络的训练过程包括:已成功训练的浮点教师神经网络,该已成功训练的浮点教师神经网络用于针对输入图像形成浮点特征数据,并根据该浮点特征数据,对输入图像进行视觉任务处理;以及,量化辅助单元,用于将浮点教师神经网络形成的浮点特征数据转换为离散特征数据,并将该离散特征数据提供给浮点教师神经网络,使浮点教师神经网络根据该离散特征数据,对输入图像进行视觉任务处理。

在本申请再一实施方式中,所述教师神经网络的训练过程包括:将图像样本输入已成功训练的浮点教师神经网络;经由已成功训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据,经由量化辅助单元将浮点特征数据转换为离散特征数据,并经由已成功训练的浮点教师神经网络根据所述离散特征数据,对图像样本进行视觉任务处理;以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息,对已成功训练的浮点教师神经网络进行网络参数调整。

在本申请再一实施方式中,所述浮点教师神经网络的训练过程包括:将图像样本输入待训练的浮点教师神经网络;经由待训练的浮点教师神经网络提取所述图像样本的浮点特征数据,并根据所述浮点特征数据,对图像样本进行视觉任务处理;以所述视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息,对所述待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。

根据本申请实施方式其中另一方面,提供一种神经网络的训练方法,待训练的神经网络在训练过程中,被作为学生神经网络,所述训练方法包括:将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络;经由学生神经网络以及教师神经网络,分别形成所述图像样本的离散特征数据;根据指导信息,对所述学生神经网络进行监督学习;其中,所述指导信息包括:教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

在本申请一实施方式中,所述神经网络作为学生神经网络的训练过程还包括:经由所述学生神经网络,根据所述图像样本的离散特征数据,对图像样本进行视觉任务处理;所述根据指导信息,对所述学生神经网络进行监督学习包括:以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异,以及学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异,为指导信息,对所述学生神经网络进行监督学习。

在本申请又一实施方式中,所述教师神经网络包括:已成功训练的浮点教师神经网络,该已成功训练的浮点教师神经网络用于针对输入图像形成浮点特征数据,并根据该浮点特征数据,对输入图像进行视觉任务处理;以及,量化辅助单元,用于将浮点教师神经网络形成的浮点特征数据转换为离散特征数据,并将该离散特征数据提供给浮点教师神经网络,使浮点教师神经网络根据该离散特征数据,对输入图像进行视觉任务处理。

在本申请再一实施方式中,所述教师神经网络的训练过程包括:将图像样本输入已成功训练的浮点教师神经网络;经由已成功训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据,经由量化辅助单元将浮点特征数据转换为离散特征数据,并经由已成功训练的浮点教师神经网络根据所述离散特征数据,对图像样本进行视觉任务处理;以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息,对已成功训练的浮点教师神经网络进行网络参数调整。

在本申请再一实施方式中,所述浮点教师神经网络的训练过程包括:将图像样本输入待训练的浮点教师神经网络;经由待训练的浮点教师神经网络提取所述图像样本的浮点特征数据,并根据所述浮点特征数据,对图像样本进行视觉任务处理;以所述视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息,对所述待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。

根据本申请实施方式其中又一方面,提供一种图像处理装置,所述装置包括:输入图像模块,用于将待处理图像输入神经网络;神经网络,用于形成所述待处理图像的离散特征数据;其中,所述神经网络是基于指导信息训练而成的,且所述神经网络在训练过程中,被作为学生神经网络,所述指导信息包括:教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对所述图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

在本申请一实施方式中,所述神经网络包括:大小不超过 2M 的神经网络。

在本申请又一实施方式中,所述神经网络进一步用于:形成所述待处理图像的浮点特征数据,并将

所述浮点特征数据量化为所述待处理图像的离散特征数据。

在本申请再一实施方式中,所述神经网络针对所述待处理图像,进行浮点特征数据提取,并将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据,以形成所述待处理图像的浮点特征数据。

在本申请再一实施方式中,所述神经网络将所述浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据;和/或,所述神经网络将所述浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据。

在本申请再一实施方式中,所述神经网络还用于:根据所述待处理图像的离散特征数据,对所述待处理图像进行相应视觉任务处理。

在本申请再一实施方式中,所述指导信息还包括:学生神经网络针对图像样本输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异。

在本申请再一实施方式中,所述神经网络根据所述待处理图像的离散特征数据,对所述待处理图像进行分类处理;或者,所述神经网络根据所述待处理图像的离散特征数据,对所述待处理图像进行物体检测处理。

在本申请再一实施方式中,所述指导信息还包括:所述学生神经网络针对图像样本输出的分类处理结果,与图像样本的分类标注信息之间的差异;或,所述学生神经网络针对图像样本输出的物体检测处理结果,与图像样本的检测框标注信息之间的差异。

在本申请再一实施方式中,所述装置还包括:输入图像样本模块,用于将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络,以经由学生神经网络以及教师神经网络,分别形成所述图像样本的离散特征数据;监督模块,用于根据指导信息,对所述学生神经网络进行监督学习;其中,所述指导信息包括:教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

在本申请再一实施方式中,在所述学生神经网络用于,根据所述图像样本的离散特征数据,对图像样本进行视觉任务处理的情况下,所述监督模块进一步用于:以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异,以及学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异,为指导信息,对所述学生神经网络进行监督学习。

在本申请再一实施方式中,所述教师神经网络包括:已成功训练的浮点教师神经网络,该已成功训练的浮点教师神经网络用于针对输入图像形成浮点特征数据,并根据该浮点特征数据,对输入图像进行视觉任务处理;以及,量化辅助单元,用于将浮点教师神经网络形成的浮点特征数据转换为离散特征数据,并将该离散特征数据提供给浮点教师神经网络,使浮点教师神经网络根据该离散特征数据,对输入图像进行视觉任务处理。

在本申请再一实施方式中,所述装置还包括:用于训练所述教师神经网络的教师训练模块,所述教师训练模块包括:第一单元,用于将图像样本输入已成功训练的浮点教师神经网络,以经由已成功训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据,经由量化辅助单元将浮点特征数据转换为离散特征数据,并经由已成功训练的浮点教师神经网络根据所述离散特征数据,对图像样本进行视觉任务处理;第一监督单元,用于以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息,对已成功训练的浮点教师神经网络进行网络参数调整。

在本申请再一实施方式中,所述教师训练模块还包括:第二单元,用于将图像样本输入待训练的浮点教师神经网络,以经由待训练的浮点教师神经网络提取所述图像样本的浮点特征数据,并根据所述浮点特征数据,对图像样本进行视觉任务处理;第二监督单元,用于以所述视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息,对所述待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。

根据本申请实施方式其中再一方面,提供一种神经网络的训练装置,待训练的神经网络被作为学生神经网络,所述装置包括:输入图像样本模块,用于将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络,以经由学生神经网络以及教师神经网络,分别形成所述图像样本的离散特征数据;监督模块,用于根据指导信息,对所述学生神经网络进行监督学习;其中,所述指导信息包括:教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

在本申请一实施方式中,在所述学生神经网络用于,根据所述图像样本的离散特征数据,对图像样本进行视觉任务处理的情况下,所述监督模块进一步用于:以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异,以及学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异,为指导信息,对所述学生神经网络进行监督学习。

在本申请又一实施方式中,所述教师神经网络包括:已成功训练的浮点教师神经网络,该已成功训

训练的浮点教师神经网络用于针对输入图像形成浮点特征数据,并根据该浮点特征数据,对输入图像进行视觉任务处理;以及,量化辅助单元,用于将浮点教师神经网络形成的浮点特征数据转换为离散特征数据,并将该离散特征数据提供给浮点教师神经网络,使浮点教师神经网络根据该离散特征数据,对输入图像进行视觉任务处理。

在本申请再一实施方式中,所述装置还包括:用于训练所述教师神经网络的教师训练模块,所述教师训练模块包括:第一单元,用于将图像样本输入已成功训练的浮点教师神经网络,以经由已成功训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据,经由量化辅助单元将浮点特征数据转换为离散特征数据,并经由已成功训练的浮点教师神经网络根据所述离散特征数据,对图像样本进行视觉任务处理;第一监督单元,用于以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息,对已成功训练的浮点教师神经网络进行网络参数调整。

在本申请再一实施方式中,所述教师训练模块还包括:第二单元,用于将图像样本输入待训练的浮点教师神经网络,以经由待训练的浮点教师神经网络提取所述图像样本的浮点特征数据,并根据所述浮点特征数据,对图像样本进行视觉任务处理;第二监督单元,用于以所述视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息,对所述待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。

根据本申请实施方式其中再一方面,提供一种电子设备,包括:存储器,用于存储计算机程序;处理器,用于执行所述存储器中存储的计算机程序,且所述计算机程序被执行时,实现本申请任一方法实施方式。

根据本申请实施方式其中再一个方面,提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时,实现本申请任一方法实施方式。

根据本申请实施方式其中再一个方面,提供一种计算机程序,包括计算机指令,当所述计算机指令在设备的处理器中运行时,实现本申请任一方法实施方式。

基于本申请提供的图像处理方法、图像处理装置、神经网络训练方法、神经网络训练装置、电子设备、计算机可读存储介质及计算机程序,通过在训练神经网络的过程中,将待训练的神经网络作为学生神经网络,并使指导信息包括:教师神经网络形成的离散特征数据与学生神经网络形成的离散特征数据之间的差异,有利于提高教师神经网络和学生神经网络分别形成的离散特征数据的匹配概率,从而有利于促使教师神经网络的知识迁移到学生神经网络中。由于本申请并不限制学生神经网络的网络参数必须为定点网络参数,因此,本申请的神经网络可以不受特定指令集以及特定设备的限制。由此可知,本申请提供的技术方案有利于在缩小神经网络的规模,并提升神经网络的运行速度的基础上,提高神经网络输出结果的准确性,即有利于提高神经网络的性能。另外,本申请提供的技术方案也有利于提高神经网络的适用范围。

下面通过附图和实施方式,对本申请的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

构成说明书的一部分的附图描述了本申请的实施方式,并且连同描述一起用于解释本申请的原理。

参照附图,根据下面的详细描述,可以更加清楚地理解本申请,其中:

图1为本申请的图像处理方法一个实施例的流程图;

图2为本申请的图像处理方法另一个实施例的流程图;

图3为本申请的图像处理方法又一个实施例的流程图;

图4为本申请的图像处理方法再一个实施例的流程图;

图5为本申请的神经网络的训练方法一个实施例的流程图;

图6为本申请的神经网络的训练方法另一个实施例的流程图;

图7为本申请的神经网络的训练方法又一个实施例的流程图;

图8为本申请的教师神经网络的训练方法一个实施例的流程图;

图9为本申请的浮点教师神经网络的训练方法一个实施例的流程图;

图10为本申请的图像处理装置一个实施例的结构示意图;

图11为本申请的神经网络的训练装置一个实施例的结构示意图;

图12为实现本申请实施例的一示例性设备的框图。

具体实施方式

现在将参照附图来详细描述本申请的各种示例性实施例。应注意到:除非另外说明,否则在这些实

施例中阐述的部件和操作的相对布置、数字表达式和数值不限制本申请的范围。

同时，应当明白，为了便于描述，附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。

以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本申请及其应用或使用的任何限制。

对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法以及设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

应当注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

本申请实施例可以应用于终端设备、计算机系统及服务器等电子设备，其可与众多其它通用或者专用的计算系统环境或者配置一起操作。适于与终端设备、计算机系统以及服务器等电子设备一起使用的众所周知的终端设备、计算系统、环境和/或配置的例子，包括但不限于：个人计算机系统、服务器计算机系统、瘦客户机、厚客户机、手持或膝上设备、基于微处理器的系统、机顶盒、可编程消费电子产品、网络个人电脑、小型计算机系统、大型计算机系统和包括上述任何系统的分布式云计算技术环境，等等。

终端设备、计算机系统以及服务器等电子设备可以在由计算机系统执行的计算机系统可执行指令（诸如程序模块）的一般语境下描述。通常，程序模块可以包括例程、程序、目标程序、组件、逻辑以及数据结构等等，它们执行特定的任务或者实现特定的抽象数据类型。计算机系统/服务器可以在分布式云计算环境中实施，分布式云计算环境中，任务是由通过通信网络链接的远程处理设备执行的。在分布式云计算环境中，程序模块可以位于包括存储设备的本地或远程计算机系统存储介质上。

示例性实施例

图1为本申请图像处理方法一个实施例的流程图。如图1所示，该实施例方法包括：操作S100以及操作S110。下面对图1中的各操作分别进行详细说明。

S100、将待处理图像输入神经网络。

在一个可选示例中，本申请中的待处理图像可以为呈现静态的图片或照片等图像，也可以为呈现动态的视频中的视频帧，例如，摄像装置所摄取到的视频中的视频帧等。该待处理图像可以是待处理原始图像中的一部分（即从待处理原始图像中切分出的、包括待处理原始图像部分内容的图像块），该待处理图像也可以包括完整的待处理原始图像。当然，该待处理图像也可以是待处理原始图像在进行了一定处理之后的图像中的一部分，该待处理图像也可以包括待处理原始图像在进行了一定处理之后的图像的完整内容。本申请不限制待处理图像的表现形式。

在一个可选示例中，本申请中的待处理图像的大小通常与神经网络对输入图像的尺寸要求相关，例如，待处理图像的大小可以为256×256等。为了获得具有预定大小的待处理图像，本申请可以对待处理图像进行相应比例的缩放处理。本申请对待处理图像的大小及缩放处理的实现方式不作限制。

在一个可选示例中，本申请中的神经网络可以为大小不超过2M的神经网络。也就是说，该神经网络的存储空间可以不超过2M。相较于现有的大小为几十兆，甚至上百兆的神经网络而言，本申请中的神经网络可以称为极小神经网络。

在一个可选示例中，本申请的神经网络可以包括但不限于卷积层、非线性Relu层、池化层以及全连接层等。该神经网络可以为深度神经网络，该神经网络所包含的层数越多，则网络越深。本申请的神经网络可以为卷积神经网络。本申请的神经网络的网络结构可以根据实际视觉任务需求，而灵活设计，本申请实施例并不限制该神经网络的网络结构；例如，本申请的神经网络的网络结构可以采用但不限于ALexNet、深度残差网络（Deep Residual Network, ResNet）或VGGnet（Visual Geometry Group Network, 视觉几何组网络）等神经网络所采用的网络结构。

在一个可选示例中，本申请中的神经网络是基于知识迁移的方式，训练而成的。也就是说，本申请中的神经网络在训练过程中，被作为学生神经网络。另外，在训练该神经网络的过程中，所使用的指导信息通常包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。也就是说，教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据，被作为训练学生神经网络的监督信号。训练神经网络所采用的损失函数可以包括L2损失函数等。该神经网络的训练过程可以参见下述针对图5至图7的描述，在此不再重复说明。另外需要说明的是，本申请中的离散特征数据可以称为定点特征数据。在本申请中，特征数据可以包括至少一个特征向量、至少一个特征图或其他形式。

在一个可选示例中,本申请中的教师神经网络的网络参数并不需要一定为定点网络参数,也就是说,本申请的教师神经网络的网络参数可以为浮点网络参数,教师神经网络可以进行浮点运算,然而,教师神经网络最终形成的特征数据为离散特征数据,即教师神经网络针对图像提取出的浮点特征数据在被量化处理后,形成离散特征数据。由此可知,本申请的教师神经网络可以称为量化教师神经网络。利用量化教师神经网络来训练学生神经网络,可以使量化教师神经网络的知识迁移到学生神经网络中,且学生神经网络的网络参数也并不需要一定为定点网络参数,也就是说,本申请的学生神经网络的网络参数可以为浮点网络参数,学生神经网络可以进行浮点运算,从而学生神经网络在成功训练后,可以不受特定指令集以及特定设备的限制,有利于提高神经网络的适用范围。

在一个可选示例中,该操作 S100 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行,也可以由被处理器运行的输入图像模块 1000 执行。

S110、经由神经网络形成待处理图像的离散特征数据。

在一个可选示例中,本申请中的神经网络可以先形成待处理图像的浮点特征数据,然后,该神经网络将该浮点特征数据量化为离散特征数据,量化后的离散特征数据即为神经网络所形成的待处理图像的离散特征数据。本申请中的神经网络形成待处理图像的浮点特征数据的一个可选例子可以为:神经网络针对待处理图像,进行浮点特征数据提取,从而获得一浮点特征数据(下述称为初始浮点特征数据),通常情况下,该初始浮点特征数据并不符合预先针对浮点特征数据规定的预定要求,因此,神经网络可以将其获得的初始浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据,该符合预定要求的浮点特征数据即为神经网络形成的待处理图像的浮点特征数据。

在一个可选示例中,本申请中的神经网络将浮点特征数据量化为离散特征数据的方式可以包括:将特征数据中的浮点数转换为相应的定点数,例如,将特征数据中的位于 $[k-0.5, k+0.5]$ 区间的浮点数都转换为 k ,其中的 k 为整数。本申请不限制神经网络将浮点特征数据量化为离散特征数据的实现方式。

在一个可选示例中,本申请中的预定要求可以根据实际需求灵活设计,例如,预定要求可以包括:针对通道数的要求以及针对特征数据的大小的要求等中的至少一个。可选的,预定要求可以规定特征数据应具有预定通道数,且预定要求可以规定特征数据应具有预定大小,即特征数据的长和宽应符合要求。

在一个可选示例中,本申请的神经网络所形成的初始浮点特征数据的通道数可以根据实际需求设置,例如,本申请的神经网络所形成的初始浮点特征数据的通道数可以为 VGG (Visual Geometry Group, 视觉几何组)神经网络的通道数的三十二分之一,而转换后的离散特征数据的通道数可以为 VGG 神经网络的通道数。本申请可以利用卷积层等技术,将初始浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据。本申请不限制将初始浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据的实现方式。

在一个可选示例中,本申请可以利用上采样等技术,将初始浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据。其中的上采样可以通过反卷积层来实现。本申请不限制将初始浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据的实现方式。

在一个可选示例中,本申请的神经网络不仅用于形成待处理图像的离散特征数据,还用于根据待处理图像的离散特征数据,对待处理图像进行相应视觉任务处理。本申请中的视觉任务处理可以根据实际需求灵活设置,例如,视觉任务处理可以为分类处理或者物体检测处理等。也就是说,本申请中的神经网络可以根据其形成的待处理图像的离散特征数据,对待处理图像进行分类处理,以确定待处理图像所属的类别(如猫或者狗或者人或者车辆等类别);本申请中的神经网络可以根据其形成的待处理图像的离散特征数据,对待处理图像进行物体检测处理,以确定待处理图像中的检测框的位置以及类别(例如,检测框的对角线上的两个顶点的坐标以及检测框的类别)。本申请中的检测框也可以称为外接框等。本申请不限制视觉任务处理的表现形式。

在一个可选示例中,在本申请的神经网络对待处理图像进行相应视觉任务处理的情况下,本申请训练神经网络所使用的指导信息通常包括:神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异。也就是说,教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,被作为训练学生神经网络的监督信号,与此同时,图像样本的标注信息同样被作为训练学生神经网络的监督信号。

在一个可选示例中,在本申请的神经网络不仅用于形成待处理图像的离散特征数据,还用于根据待处理图像的离散特征数据,对待处理图像进行分类处理的情况下,在训练神经网络的过程中,教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据以及图像样本的分类标注信息,均被作为训练学生神经网络的监督信号。也就是说,学生神经网络输出的分类处理结果与图像样本的分类标注信息之间的差异,以及教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异,均被作为训练学生神经网络的指导信息。

在一个可选示例中,在本申请的神经网络不仅用于形成待处理图像的离散特征数据,还用于根据待处理图像的离散特征数据,对待处理图像进行物体检测处理的情况下,在训练神经网络的过程中,教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据以及图像样本的检测框标注信息,均被作为训练学生神经网络的监督信号。也就是说,学生神经网络输出的物体检测处理结果(如检测框的位置以及分类信息)与图像样本的检测框标注信息(如检测框的位置标注信息以及分类标注信息)之间的差异,以及教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异,均被作为训练学生神经网络的指导信息。

在一个可选示例中,该操作 S110 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行,也可以由被处理器运行的神经网络 1010 执行。

图 2 为本申请图像处理方法另一个实施例的流程图。如图 2 所示,该实施例方法包括:操作 S200、操作 S210 以及操作 S220。下面对图 2 中的各操作分别进行详细说明。

S200、将待处理图像输入神经网络。

在一个可选示例中,本申请的神经网络通常包括:大小不超过 2M 的神经网络。该神经网络在训练过程中,被作为学生神经网络。在训练该神经网络的过程中,所使用的指导信息通常包括:教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异,以及学生神经网络针对图像样本进行视觉任务处理的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异。也就是说,教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据以及图像样本的标注信息,被作为训练学生神经网络的监督信号。训练神经网络所采用的损失函数可以包括 L2 损失函数等。该操作所涉及到的网络结构以及待处理图像等的内容可以参见上述方法实施方式中针对 S100 的描述,在此不再详细说明。

在一个可选示例中,该操作 S200 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行,也可以由被处理器运行的输入图像模块 1000 执行。

S210、经由神经网络形成待处理图像的离散特征数据。

在一个可选示例中,该神经网络可以先形成该待处理图像的浮点特征数据,可选的,该神经网络针对待处理图像,进行浮点特征数据提取,并将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据(例如,将浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据,再例如,将浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据),从而形成待处理图像的浮点特征数据。神经网络在形成待处理图像的浮点特征数据之后,再将该浮点特征数据量化为待处理图像的离散特征数据,如将浮点特征数据中的浮点数转换为相应的定点数等。该操作的内容可以参见上述方法实施方式中针对 S110 的相关描述,在此不再详细说明。

S220、经由神经网络,根据待处理图像的离散特征数据,对待处理图像进行相应视觉任务处理。该视觉任务处理可以根据实际需求灵活设置,该操作的内容可以参见上述方法实施方式中针对 S110 的相关描述,在此不再详细说明。

在一个可选示例中,该操作 S210 和 S220 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行,也可以由被处理器运行的神经网络 1010 执行。

图 3 为本申请图像处理方法又一个实施例的流程图。如图 3 所示,该实施例方法包括:操作 S300、操作 S310 以及操作 S320。下面对图 3 中的各操作分别进行详细说明。

S300、将待处理图像输入神经网络。

在一个可选示例中,本申请的神经网络通常包括:大小不超过 2M 的神经网络。该神经网络在训练过程中,被作为学生神经网络。在训练该神经网络的过程中,所使用的指导信息通常包括:教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异,以及学生神经网络针对图像样本进行分类处理的分类处理结果与图像样本的分类标注信息之间的差异。也就是说,教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据以及图像样本的分类标注信息,被作为训练学生神经网络的监督信号。训练神经网络所采用的损失函数可以包括 L2 损失函数等。该操作所涉及到的网络结构以及待处理图像等的内容可以参见上述方法实施方式中针对 S100 的描述,在此不再详细说明。

在一个可选示例中,该操作 S300 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行,也可以由被处理器运行的输入图像模块 1000 执行。

S310、经由神经网络形成待处理图像的离散特征数据。

在一个可选示例中,该神经网络可以先形成该待处理图像的浮点特征数据,可选的,该神经网络针对待处理图像,进行浮点特征数据提取,并将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数

据（例如，将浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据，再例如，将浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据），从而形成待处理图像的浮点特征数据。神经网络在形成待处理图像的浮点特征数据之后，再将该浮点特征数据量化为待处理图像的离散特征数据，如将浮点特征数据中的浮点数转换为相应的定点数等。该操作的内容可以参见上述方法实施方式中针对 S110 的相关描述，在此不再详细说明。

S320、经由神经网络，根据待处理图像的离散特征数据，对待处理图像进行分类处理。该分类处理的类别数量以及类别的内容可以根据实际需求灵活设置。

在一个可选示例中，该操作 S310 和 S320 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的神经网络 1010 执行。

图 4 为本申请图像处理方法再一个实施例的流程图。如图 4 所示，该实施例方法包括：操作 S400、操作 S410 以及操作 S420。下面对图 4 中的各操作分别进行详细说明。

S400、将待处理图像输入神经网络。

在一个可选示例中，本申请的神经网络通常包括：大小不超过 2M 的神经网络。该神经网络在训练过程中，被作为学生神经网络。在训练该神经网络的过程中，所使用的指导信息通常包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异，以及学生神经网络针对图像样本进行物体检测处理的物体检测处理结果与图像样本的检测框标注信息（如检测框的位置标注信息和检测框的类别标注信息等）之间的差异。也就是说，教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据以及图像样本的检测框标注信息，均被作为训练学生神经网络的监督信号。训练神经网络所采用的损失函数可以包括 L2 损失函数等。该操作所涉及到的网络结构以及待处理图像等的內容可以参见上述方法实施方式中针对 S100 的描述，在此不再详细说明。

在一个可选示例中，该操作 S400 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的输入图像模块 1000 执行。

S410、经由神经网络形成待处理图像的离散特征数据。

在一个可选示例中，该神经网络可以先形成该待处理图像的浮点特征数据，可选的，该神经网络针对待处理图像，进行浮点特征数据提取，并将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据（例如，将浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据，再例如，将浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据），从而形成待处理图像的浮点特征数据。神经网络在形成待处理图像的浮点特征数据之后，再将该浮点特征数据量化为待处理图像的离散特征数据，如将浮点特征数据中的浮点数转换为相应的定点数等。该操作的内容可以参见上述方法实施方式中针对 S110 的相关描述，在此不再详细说明。

S420、经由神经网络，根据待处理图像的离散特征数据，对待处理图像进行物体检测处理。该物体检测处理所涉及到的检测框类别数量以及检测框类别的内容可以根据实际需求灵活设置。

在一个可选示例中，该操作 S410 和 S420 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的神经网络 1010 执行。

图 5 为本申请的神经网络的训练方法的一个实施例的流程图。待训练的神经网络在训练过程中，被作为学生神经网络。如图 5 所示，该实施例方法包括：操作 S500、操作 S510 以及操作 S520。下面对图 5 中的各操作分别进行详细说明。

S500、将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络。

在一个可选示例中，本申请可以从训练数据集中获取图像样本。本申请中的训练数据集中包括多条用于训练神经网络的图像样本，通常情况下，每一个图像样本均设置有与相应视觉任务相关的标注信息。例如，图像样本的标注信息可以包括：图像样本的分类标注信息。再例如，图像样本的标注信息也可以包括：图像样本的检测框位置标注信息以及检测框分类标注信息等。本申请可以按照随机读取方式或者按照图像样本排列次序顺序读取方式，一次从训练数据集中读取一个或者多个图像样本。

在一个可选示例中，本申请提供给学生神经网络以及教师神经网络的图像样本的大小通常与神经网络对输入图像的尺寸要求相关，如图像样本的大小可以为 256×256 等。为了获得具有预定大小的图像样本，本申请可以对读取出的图像样本进行缩放处理，从而使提供给学生神经网络以及教师神经网络的每一个图像样本分别具有预定大小。本申请对图像样本的大小以及缩放处理的实现方式不作限制。

在一个可选示例中，本申请中的教师神经网络的网络参数并不需要一定为定点网络参数，也就是说，本申请的教师神经网络的网络参数可以为浮点网络参数，教师神经网络可以进行浮点运算，然而，教师神经网络最终形成的特征数据为离散特征数据，即教师神经网络针对图像样本提取出的浮点特征数据在

被量化处理后,形成离散特征数据。本申请通过利用形成离散特征数据的教师神经网络来训练学生神经网络,可以使教师神经网络的知识迁移到学生神经网络中,且学生神经网络的网络参数也并不需要一定为定点网络参数,也就是说,本申请的学生神经网络的网络参数可以为浮点网络参数,学生神经网络可以进行浮点运算,从而学生神经网络在成功训练后,一方面可以不受特定指令集以及特定设备的限制,有利于提高神经网络的适用范围,另一方面,浮点运算获得的浮点特征数据在通过量化转换为离散特征数据后,不但可以使离散特征数据保持较好的准确性,而且有利于教师神经网络输出的离散特征数据与学生神经网络输出的离散特征数据的匹配,因此,有利于将教师神经网络的知识较好的迁移到学生神经网络中,从而有利于提高神经网络的性能。

S510、经由学生神经网络以及教师神经网络,分别形成图像样本的离散特征数据。

在一个可选示例中,学生神经网络可以先形成该图像样本的浮点特征数据,可选的,该学生神经网络针对图像样本,进行浮点特征数据提取,并将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据(例如,将浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据,再例如,将浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据),从而形成图像样本的浮点特征数据。学生神经网络在形成图像样本的浮点特征数据之后,再将该浮点特征数据量化为图像样本的离散特征数据,如将浮点特征数据中的浮点数转换为相应的定点数等。同样的,教师神经网络可以先形成该图像样本的浮点特征数据,可选的,该教师神经网络针对图像样本,进行浮点特征数据提取,并将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据(例如,将浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据,再例如,将浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据),从而形成图像样本的浮点特征数据。教师神经网络在形成图像样本的浮点特征数据后,再将该浮点特征数据量化为图像样本的离散特征数据,如将浮点特征数据中的浮点数转换为相应的定点数等。

在一个可选示例中,该操作 S500 和 S510 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行,也可以由被处理器运行的输入图像样本模块 1020 执行。

S520、根据指导信息,对学生神经网络进行监督学习。

在一个可选示例中,本申请的指导信息通常包括:教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。另外,本申请的指导信息还通常包括:学生神经网络输出的相应视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异。也就是说,教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,被作为训练学生神经网络的监督信号,与此同时,图像样本的标注信息同样被作为训练学生神经网络的监督信号。本申请可以以减小教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据,与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异,以及减小学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为目的,利用相应的损失函数(如 L2 损失函数),对学生神经网络进行监督学习。

在一个可选示例中,在针对学生神经网络的训练达到预定迭代条件时,本次训练过程结束。本申请中的预定迭代条件可以包括:学生神经网络输出的离散特征数据与教师神经网络输出的离散特征数据之间的差异,以及学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异均满足预定差异要求。在差异满足该预定差异要求的情况下,本次对学生神经网络成功训练完成。本申请中的预定迭代条件也可以包括:对学生神经网络进行训练,所使用的图像样本的数量达到预定数量要求等。在使用的图像样本的数量达到预定数量要求,然而,差异未满足预定差异要求的情况下,本次对学生神经网络并未训练成功。成功训练完成的学生神经网络可以用于形成待处理图像的离散特征数据以及视觉任务处理。

在一个可选示例中,该操作 S520 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行,也可以由被处理器运行的监督模块 1030 执行。

图 6 为本申请的神经网络的训练方法另一个实施例的流程图。待训练的神经网络在训练过程中,被作为学生神经网络。如图 6 所示,该实施例方法包括:操作 S600、操作 S610、操作 S620 以及操作 S630。下面对图 6 中的各操作分别进行详细说明。

S600、将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络。该操作的内容可以参见上述方法实施方式中针对 S500 的相关描述,在此不再详细说明。

S610、经由学生神经网络以及教师神经网络,分别形成图像样本的离散特征数据。该操作的内容可以参见上述方法实施方式中针对 S510 的相关描述,在此不再详细说明。

在一个可选示例中,该操作 S600 和 S610 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行,也可以由被处理器运行的输入图像样本模块 1020 执行。

S620、经由学生神经网络，根据学生神经网络形成的图像样本的离散特征数据，对图像样本进行分类处理。

S630、以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异、以及学生神经网络输出的分类处理结果与图像样本的分类标注信息之间的差异，为指导信息，对学生神经网络进行监督学习。

在一个可选示例中，本申请可以以减小教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据，与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异，以及减小学生神经网络输出的分类处理结果与图像样本的分类标注信息之间的差异为目的，利用相应的损失函数（如 L2 损失函数），对学生神经网络进行监督学习。

在一个可选示例中，在针对学生神经网络的训练达到预定迭代条件时，本次训练过程结束。本申请中的预定迭代条件可以包括：学生神经网络输出的离散特征数据与教师神经网络输出的离散特征数据之间的差异，以及学生神经网络输出的分类处理结果与图像样本的分类标注信息之间的差异均满足预定差异要求。在差异满足该预定差异要求的情况下，本次对学生神经网络成功训练完成。本申请中的预定迭代条件也可以包括：对学生神经网络进行训练，所使用的图像样本的数量达到预定数量要求等。在使用的图像样本的数量达到预定数量要求，而差异未满足预定差异要求的情况下，本次对学生神经网络并未训练成功。成功训练完成的学生神经网络可以用于形成待处理图像的离散特征数据以及分类处理。

在一个可选示例中，该操作 S620 和 S630 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的监督模块 1030 执行。

图 7 为本申请的神经网络的训练方法再一个实施例的流程图。待训练的神经网络在训练过程中，被作为学生神经网络。如图 7 所示，该实施例方法包括：操作 S700、操作 S710、操作 S720 以及操作 S730。下面对图 7 中的各操作分别进行详细说明。

S700、将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络。该操作的内容可以参见上述方法实施方式中针对 S500 的相关描述，在此不再详细说明。

S710、经由学生神经网络以及教师神经网络，分别形成图像样本的离散特征数据。该操作的内容可以参见上述方法实施方式中针对 S510 的相关描述，在此不再详细说明。

在一个可选示例中，该操作 S700 和 S710 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的输入图像样本模块 1020 执行。

S720、经由学生神经网络，根据学生神经网络形成的图像样本的离散特征数据，对图像样本进行物体检测处理。

S730、以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异、以及学生神经网络输出的物体检测处理结果与图像样本的检测框标注信息之间的差异，为指导信息，对学生神经网络进行监督学习。

在一个可选示例中，学生神经网络所输出的物体检测处理结果可以包括：检测框的位置信息（如位于检测框的对角线上的两个顶点的坐标）以及检测框的类别等。本申请可以以减小教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据，与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异，以及减小学生神经网络输出的物体检测处理结果与图像样本的检测框标注信息之间的差异为目的，利用相应的损失函数（如 L2 损失函数），对学生神经网络进行监督学习。本申请的图像样本的检测框标注信息可以包括：检测框的位置标注信息（如位于检测框的对角线上的两个顶点的坐标标注）以及检测框的类别标注等。

在一个可选示例中，在针对学生神经网络的训练达到预定迭代条件时，本次训练过程结束。本申请中的预定迭代条件可以包括：学生神经网络输出的离散特征数据与教师神经网络输出的离散特征数据之间的差异，以及学生神经网络输出的物体检测处理结果与图像样本的检测框标注信息之间的差异均满足预定差异要求。在差异满足该预定差异要求的情况下，本次对学生神经网络成功训练完成。本申请中的预定迭代条件也可以包括：对学生神经网络进行训练，所使用的图像样本的数量达到预定数量要求等。在使用的图像样本的数量达到预定数量要求，而差异未满足预定差异要求的情况下，本次对学生神经网络并未训练成功。成功训练完成的学生神经网络可以用于形成待处理图像的离散特征数据以及物体检测处理。

在一个可选示例中，本申请中的用于知识迁移的教师神经网络主要包括两部分，其中一部分为：已成功训练的浮点教师神经网络，该已成功训练的浮点教师神经网络通常用于针对输入图像形成浮点特征数据，并根据该浮点特征数据，对输入图像进行相应的视觉任务处理（例如，分类处理或者物体检测处

理等)；其中的另一部分为：量化辅助单元，量化辅助单元主要用于将浮点教师神经网络输出的浮点特征数据转换为离散特征数据，并将离散特征数据提供给浮点教师神经网络。量化辅助单元的输入是浮点教师神经网络中的相应层（如第 N 层）的输出，量化辅助单元的输出是浮点教师神经网络中的相应层（如第 N+1 层）的输入。由此可知，本申请中的量化辅助单元可以看作是在浮点教师神经网络中插入的一层。对教师神经网络的训练过程其实是对浮点教师神经网络的网络参数的微调过程。

在一个可选示例中，该操作 S720 和 S730 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的监督模块 1030 执行。

本申请的教师神经网络的训练过程的一个实施例的流程图，如图 8 所示。

图 8 中，该训练过程包括：操作 S800、操作 S810 以及操作 S820。下面对图 8 中的各操作分别进行详细说明。

S800、将图像样本输入已成功训练的浮点教师神经网络。该已成功训练的浮点教师神经网络是预先利用图像样本成功训练的用于实现相应的视觉任务的神经网络。该浮点教师神经网络的训练过程的一个实施例如图 9 所示。

S810、经由已成功训练的浮点教师神经网络，提取输入的图像样本的浮点特征数据，经由量化辅助单元将浮点特征数据转换为离散特征数据，并经由已成功训练的浮点教师神经网络根据图像样本的离散特征数据，对图像样本进行视觉任务处理。例如，已成功训练的浮点教师神经网络根据图像样本的离散特征数据，对图像样本进行分类处理或者物体检测处理等。

在一个可选示例中，该操作 S800 和 S810 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的教师训练模块 1040 的第一单元执行。

S820、以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对已成功训练的浮点教师神经网络进行网络参数调整（即网络参数的微调）。

在一个可选示例中，该操作也可以认为是，以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对已成功训练的浮点教师神经网络进行监督学习。本申请可以以减小已成功训练的浮点教师神经网络根据离散特征数据而输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为目的，利用相应的损失函数（例如，L2 损失函数等），对已成功训练的浮点教师神经网络的网络参数进行微调。网络参数微调的收敛条件通常包括：已成功训练的浮点教师神经网络根据离散特征数据而输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异，满足预定差异要求。

在一个可选示例中，该操作 S820 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的教师训练模块 1040 的第一监督单元执行。

本申请通过对已成功训练的浮点教师神经网络进行网络参数微调，可以使浮点教师神经网络（即教师神经网络）根据离散特征数据而输出的视觉任务处理结果更准确，从而通过知识迁移，可以使本申请的神经网络所形成的离散特征数据更有利于准确的完成视觉任务处理。

本申请的浮点教师神经网络的训练过程的一个实施例的流程图，如图 9 所示。图 9 中，该训练过程包括：操作 S900、操作 S910 以及操作 S920。下面对图 9 中的各操作分别进行详细说明。

S900、将图像样本输入待训练的浮点教师神经网络。该待训练的浮点教师神经网络的网络参数通常为浮点网络参数，该浮点教师神经网络通常为卷积神经网络等。

S910、经由待训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据，并根据浮点特征数据，对图像样本进行视觉任务处理。例如，待训练的浮点教师神经网络根据浮点特征数据，对图像样本进行分类处理或者物体检测处理等。

在一个可选示例中，该操作 S900 和 S910 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的教师训练模块 1040 的第二单元执行。

S920、以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。

在一个可选示例中，图像样本的标注信息可以为图像样本的分类标注信息或者图像样本的检测框标注信息等。本申请可以以减小待训练的浮点教师神经网络根据浮点特征数据而输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为目的，利用相应的损失函数（例如，L2 损失函数等），对待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。训练的预定迭代条件通常包括：待训练的浮点教师神经网络根据浮点特征数据而输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异，满足预定差异要求。

在一个可选示例中，该操作 S920 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的教师训练模块 1040 的第二监督单元执行。

本申请实施例提供的任一种方法可以由任意适当的具有数据处理能力的设备执行，包括但不限于：终端设备和服务器等。或者，本申请实施例提供的任一种方法可以由处理器执行，如处理器通过调用存储的相应指令来执行本申请实施例提及的任一种方法。下文不再赘述。

本领域普通技术人员可以理解：实现上述方法实施例的全部或部分操作可以通过程序指令相关的硬件来完成，前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，执行包括上述方法实施例的操作；而前述的存储介质包括：ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

图 10 为本申请的图像处理装置一个实施例的结构示意图。图 10 所示的图像处理装置包括：输入图像模块 1000 和神经网络 1010。可选的，该装置还可以包括：输入图像样本模块 1020、监督模块 1030、教师训练模块 1040。

输入图像模块 1000 用于将待处理图像输入神经网络 1010。

神经网络 1010 用于形成待处理图像的离散特征数据。

本申请中的神经网络是基于指导信息训练而成的，且神经网络在训练过程中，被作为学生神经网络，用于训练神经网络的指导信息通常包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

在一个可选示例中，本申请的神经网络包括：大小不超过 2M 的神经网络。

在一个可选示例中，本申请的神经网络进一步用于：形成待处理图像的浮点特征数据，并将浮点特征数据量化为待处理图像的离散特征数据。例如，神经网络针对待处理图像，进行浮点特征数据提取，并将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据，以形成待处理图像的浮点特征数据。

在一个可选示例中，神经网络可以将浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据；在另一个可选示例中，神经网络可以将浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据。

在一个可选示例中，神经网络还可以对待处理图像的离散特征数据继续进行处理，例如，根据待处理图像的离散特征数据，对待处理图像进行相应视觉任务处理。在神经网络还需要继续执行视觉任务处理的情况下，用于训练该神经网络的指导信息还包括：学生神经网络针对图像样本输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异。

在一个可选示例中，神经网络继续执行的视觉任务处理可以为：分类处理，也可以为物体检测处理等。也就是说，神经网络可以根据待处理图像的离散特征数据，对待处理图像进行分类处理；神经网络也可以根据待处理图像的离散特征数据，对待处理图像进行物体检测处理。

在神经网络需要根据待处理图像的离散特征数据，对待处理图像进行分类处理的情况下，用于训练该神经网络的指导信息还可以包括：学生神经网络针对图像样本输出的分类处理结果，与图像样本的分类标注信息之间的差异。

在神经网络需要根据待处理图像的离散特征数据，对待处理图像进行物体检测处理的情况下，用于训练该神经网络的指导信息还可以包括：学生神经网络针对图像样本输出的物体检测处理结果，与图像样本的检测框标注信息之间的差异。

输入图像模块 1000 以及神经网络 1010 所执行的操作，可以参见上述方法实施方式中针对图 1 至图 4 的描述。而输入图像样本模块 1020、监督模块 1030 以及教师训练模块 1040 所执行的操作可以参见下述针对图 11 的描述。在此均不再重复说明。

图 11 为本申请的神经网络的训练装置一个实施例的结构示意图。图 11 所示的训练装置包括：输入图像样本模块 1020、监督模块 1030 以及教师训练模块 1040。

输入图像样本模块 1020 用于将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络，以经由学生神经网络以及教师神经网络，分别形成图像样本的离散特征数据。

监督模块 1030 用于根据指导信息对学生神经网络进行监督学习。其中的指导信息包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据，与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

在一个可选示例中，在学生神经网络用于根据图像样本的离散特征数据，对图像样本进行视觉任务处理的情况下，监督模块 1030 进一步用于以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据，与学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异，以及学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异，为指导信息，对学生神经网络进行监督学习。

在一个可选示例中，本申请中的教师神经网络包括：已成功训练的浮点教师神经网络以及量化辅助单元。其中的已成功训练的浮点教师神经网络用于针对输入图像形成浮点特征数据，并根据该浮点特征数据，对输入图像进行视觉任务处理。其中的量化辅助单元用于将浮点教师神经网络形成的浮点特征数

据转换为离散特征数据,并将该离散特征数据提供给浮点教师神经网络,使浮点教师神经网络根据该离散特征数据,对输入图像进行视觉任务处理。

在一个可选示例中,本申请中的教师训练模块 1040 用于训练教师神经网络,该教师训练模块 1040 包括:第一单元和第一监督单元。其中的第一单元用于将图像样本输入已成功训练的浮点教师神经网络,以经由已成功训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据,经由量化辅助单元将浮点特征数据转换为离散特征数据,并经由已成功训练的浮点教师神经网络根据离散特征数据,对图像样本进行视觉任务处理。其中的第一监督单元用于以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息,对已成功训练的浮点教师神经网络进行网络参数调整。

在一个可选示例中,该教师训练模块 1040 还可以包括:第二单元以及第二监督单元。其中的第二单元用于将图像样本输入待训练的浮点教师神经网络,以经由待训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据,并根据浮点特征数据,对图像样本进行视觉任务处理。其中的第二监督单元用于以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息,对待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。

输入图像样本模块 1020、监督模块 1030 以及教师训练模块 1040 所执行的操作,可以参见上述方法实施方式中针对图 5 至图 9 的描述。在此不再重复说明。

示例性设备

图 12 示出了适于实现本申请的示例性设备 1200,设备 1200 可以是汽车中配置的控制系统/电子系统、移动终端(例如,智能移动电话等)、个人计算机(PC,例如,台式计算机或者笔记型计算机等)、平板电脑以及服务器等。图 12 中,设备 1200 包括一个或者多个处理器、通信部等,所述一个或者多个处理器可以为:一个或者多个中央处理单元(CPU)1201,和/或,一个或者多个利用神经网络进行图像处理的图像处理器(GPU)1213 等,处理器可以根据存储在只读存储器(ROM)1202 中的可执行指令或者从存储部分 1208 加载到随机访问存储器(RAM)1203 中的可执行指令而执行各种适当的动作和处理。通信部 1212 可以包括但不限于网卡,所述网卡可以包括但不限于 IB(Infiniband)网卡。处理器可与只读存储器 1202 和/或随机访问存储器 1203 中通信以执行可执行指令,通过总线 1204 与通信部 1212 相连、并经通信部 1212 与其他目标设备通信,从而完成本申请中的相应操作。

上述各指令所执行的操作可以参见上述方法实施例中的相关描述,在此不再详细说明。此外,在 RAM 1203 中,还可以存储有装置操作所需的各种程序以及数据。CPU1201、ROM1202 以及 RAM1203 通过总线 1204 彼此相连。

在有 RAM1203 的情况下,ROM1202 为可选模块。RAM1203 存储可执行指令,或在运行时向 ROM1202 中写入可执行指令,可执行指令使中央处理单元 1201 执行上述物体分割方法所包括的操作。输入/输出(I/O)接口 1205 也连接至总线 1204。通信部 1212 可以集成设置,也可以设置为具有多个子模块(例如,多个 IB 网卡),并分别与总线连接。

以下部件连接至 I/O 接口 1205:包括键盘、鼠标等的输入部分 1206;包括诸如阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)等以及扬声器等的输出部分 1207;包括硬盘等的存储部分 1208;以及包括诸如 LAN 卡、调制解调器等网络接口卡的通信部分 1209。通信部分 1209 经由诸如因特网的网络执行通信处理。驱动器 1210 也根据需要连接至 I/O 接口 1205。可拆卸介质 1211,诸如磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器等等,根据需要安装在驱动器 1210 上,以便于从其上读出的计算机程序根据需要被安装在存储部分 1208 中。

需要特别说明的是,如图 12 所示的架构仅为一种可选实现方式,在实践过程中,可根据实际需要对上述图 12 的部件数量和类型进行选择、删减、增加或替换;在不同功能部件设置上,也可采用分离设置或集成设置等实现方式,例如, GPU 和 CPU 可分离设置,再如理,可将 GPU 集成在 CPU 上,通信部可分离设置,也可集成设置在 CPU 或 GPU 上等。这些可替换的实施方式均落入本申请的保护范围。

特别地,根据本申请的实施方式,下文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序,例如,本申请实施方式包括一种计算机程序产品,其包含有形地包含在机器可读介质上的计算机程序,计算机程序包含用于执行流程图所示的操作的程序代码,程序代码可包括对应执行本申请提供的方法中的操作对应的指令。

在这样的实施方式中,该计算机程序可以通过通信部分 1209 从网络上被下载及安装,和/或从可拆卸介质 1211 被安装。在该计算机程序被中央处理单元(CPU)1201 执行时,执行本申请中记载的实现上述相应操作的指令。

在一个或多个可选实施方式中,本申请实施例还提供了一种计算机程序产品,用于存储计算机

可读指令,所述指令被执行时使得计算机执行上述任意实施例中的所述的图像处理方法或者神经网络的训练方法。

该计算机程序产品可以通过硬件、软件或其结合的方式实现。在一个可选例子中,所述计算机程序产品体现为计算机存储介质,在另一个可选例子中,所述计算机程序产品体现为软件产品,例如软件开发包(Software Development Kit, SDK)等等。

在一个或多个可选实施方式中,本申请实施例还提供了另一种图像处理方法和神经网络的训练方法及其对应的装置和电子设备、计算机存储介质、计算机程序以及计算机程序产品,其中的方法包括:第一装置向第二装置发送图像处理指示或者训练神经网络指示,该指示使得第二装置执行上述任一可能的实施例中的图像处理方法或者神经网络的训练方法;第一装置接收第二装置发送的图像处理结果或者神经网络训练结果。

在一些实施例中,该图像处理指示或者训练神经网络指示可以为调用指令,第一装置可以通过调用的方式指示第二装置执行图像处理操作或者训练神经网络操作,相应地,响应于接收到调用指令,第二装置可以执行上述图像处理方法或者神经网络的训练方法中的任意实施例中的操作和/或流程。

应理解,本申请实施例中的“第一”、“第二”等术语仅仅是为了区分,而不应理解成对本申请实施例的限定。还应理解,在本申请中,“多个”可以指两个或两个以上,“至少一个”可以指一个、两个或两个以上。还应理解,对于本申请中提及的任一部件、数据或结构,在没有明确限定或者在前后文给出相反启示的情况下,一般可以理解为一个或多个。还应理解,本申请对各个实施例的描述着重强调各个实施例之间的不同之处,其相同或相似之处可以相互参考,为了简洁,不再一一赘述。

可能以许多方式来实现本申请的方法和装置、电子设备以及计算机可读存储介质。例如,可通过软件、硬件、固件或者软件、硬件、固件的任何组合来实现本申请的方法和装置、电子设备以及计算机可读存储介质。用于方法的操作的上述顺序仅是为了进行说明,本申请的方法的操作不限于以上描述的顺序,除非以其它方式特别说明。此外,在一些实施方式中,还可将本申请实施为记录在记录介质中的程序,这些程序包括用于实现根据本申请的方法的机器可读指令。因而,本申请还覆盖存储用于执行根据本申请的方法的程序的记录介质。

本申请的描述,是为了示例和描述起见而给出的,而并不是无遗漏的或者将本申请限于所申请的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言,是显然的。选择和描述实施方式是为了更好说明本申请的原理以及实际应用,并且使本领域的普通技术人员能够理解本申请实施例可以从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施方式。

权 利 要 求

1、一种图像处理方法，其特征在于，包括：

将待处理图像输入神经网络；

经由所述神经网络形成所述待处理图像的离散特征数据；

其中，所述神经网络是基于指导信息训练而成的，且所述神经网络在训练过程中，被作为学生神经网络，所述指导信息包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与所述学生神经网络针对所述图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述神经网络包括：大小不超过2M的神经网络。

3、根据权利要求1至2中任一项所述的方法，其特征在于，所述经由所述神经网络形成所述待处理图像的离散特征数据包括：

经由所述神经网络形成所述待处理图像的浮点特征数据，并将所述浮点特征数据量化为所述待处理图像的离散特征数据。

4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述经由所述神经网络形成所述待处理图像的浮点特征数据包括：

经由所述神经网络针对所述待处理图像，进行浮点特征数据提取，并将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据，以形成所述待处理图像的浮点特征数据。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据包括：

将所述浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据；和/或者

将所述浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据。

6、根据权利要求1至5中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

经由所述神经网络，根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行相应视觉任务处理。

7、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述指导信息还包括：学生神经网络针对图像样本输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异。

8、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述经由所述神经网络，根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行相应视觉任务处理包括：

经由所述神经网络，根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行分类处理；或者

经由所述神经网络，根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行物体检测处理。

9、根据权利要求8所述的方法，其特征在于，所述指导信息还包括：

所述学生神经网络针对图像样本输出的分类处理结果，与图像样本的分类标注信息之间的差异；或所述学生神经网络针对图像样本输出的物体检测处理结果，与图像样本的检测框标注信息之间的差异。

10、根据权利要求1至9中任一项所述的方法，其特征在于，所述神经网络的训练过程包括：

将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络；

经由学生神经网络以及教师神经网络，分别形成所述图像样本的离散特征数据；

根据指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习；

其中，所述指导信息包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

11、根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述神经网络的训练过程还包括：

经由所述学生神经网络，根据所述图像样本的离散特征数据，对图像样本进行视觉任务处理；

所述根据指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习包括：

以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异，以及学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异，为指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习。

12、根据权利要求1至11中任一项所述的方法，其特征在于，所述教师神经网络包括：

已成功训练的浮点教师神经网络，该已成功训练的浮点教师神经网络用于针对输入图像形成浮点特征数据，并根据该浮点特征数据，对输入图像进行视觉任务处理；以及

量化辅助单元，用于将浮点教师神经网络形成的浮点特征数据转换为离散特征数据，并将该离散特征数据提供给浮点教师神经网络，使浮点教师神经网络根据该离散特征数据，对输入图像进行视觉任务

处理。

13、根据权利要求12所述的方法，其特征在于，所述教师神经网络的训练过程包括：

将图像样本输入已成功训练的浮点教师神经网络；

经由已成功训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据，经由量化辅助单元将浮点特征数据转换为离散特征数据，并经由已成功训练的浮点教师神经网络根据所述离散特征数据，对图像样本进行视觉任务处理；

以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对已成功训练的浮点教师神经网络进行网络参数调整。

14、根据权利要求12至13中任一项所述的方法，其特征在于，所述浮点教师神经网络的训练过程包括：

将图像样本输入待训练的浮点教师神经网络；

经由待训练的浮点教师神经网络提取所述图像样本的浮点特征数据，并根据所述浮点特征数据，对图像样本进行视觉任务处理；

以所述视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对所述待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。

15、一种神经网络的训练方法，其特征在于，待训练的神经网络在训练过程中，被作为学生神经网络，所述训练方法包括：

将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络；

经由学生神经网络以及教师神经网络，分别形成所述图像样本的离散特征数据；

根据指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习；

其中，所述指导信息包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

16、根据权利要求15所述的方法，其特征在于，所述神经网络作为学生神经网络的训练过程还包括：

经由所述学生神经网络，根据所述图像样本的离散特征数据，对图像样本进行视觉任务处理；

所述根据指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习包括：

以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据，与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异，以及学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异，为指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习。

17、根据权利要求15至16中任一项所述的方法，其特征在于，所述教师神经网络包括：

已成功训练的浮点教师神经网络，该已成功训练的浮点教师神经网络用于针对输入图像形成浮点特征数据，并根据该浮点特征数据，对输入图像进行视觉任务处理；以及

量化辅助单元，用于将浮点教师神经网络形成的浮点特征数据转换为离散特征数据，并将该离散特征数据提供给浮点教师神经网络，使浮点教师神经网络根据该离散特征数据，对输入图像进行视觉任务处理。

18、根据权利要求17所述的方法，其特征在于，所述教师神经网络的训练过程包括：

将图像样本输入已成功训练的浮点教师神经网络；

经由已成功训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据，经由量化辅助单元将浮点特征数据转换为离散特征数据，并经由已成功训练的浮点教师神经网络根据所述离散特征数据，对图像样本进行视觉任务处理；

以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对已成功训练的浮点教师神经网络进行网络参数调整。

19、根据权利要求17至18中任一项所述的方法，其特征在于，所述浮点教师神经网络的训练过程包括：

将图像样本输入待训练的浮点教师神经网络；

经由待训练的浮点教师神经网络提取所述图像样本的浮点特征数据，并根据所述浮点特征数据，对图像样本进行视觉任务处理；

以所述视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对所述待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。

20、一种图像处理装置，其特征在于，包括：

输入图像模块，用于将待处理图像输入神经网络；

神经网络，用于形成所述待处理图像的离散特征数据；

其中，所述神经网络是基于指导信息训练而成的，且所述神经网络在训练过程中，被作为学生神经网络，所述指导信息包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与所述学生神经网络针对所述图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

21、根据权利要求 20 所述的装置，其特征在于，所述神经网络包括：大小不超过 2M 的神经网络。

22、根据权利要求 20 至 21 中任一项所述的装置，其特征在于，所述神经网络进一步用于：

形成所述待处理图像的浮点特征数据，并将所述浮点特征数据量化为所述待处理图像的离散特征数据。

23、根据权利要求 22 所述的装置，其特征在于，所述神经网络针对所述待处理图像，进行浮点特征数据提取，并将提取出的浮点特征数据转换为符合预定要求的浮点特征数据，以形成所述待处理图像的浮点特征数据。

24、根据权利要求 23 所述的装置，其特征在于：

所述神经网络将所述浮点特征数据转换为具有预定通道数的浮点特征数据；和/或者

所述神经网络将所述浮点特征数据转换为具有预定大小的浮点特征数据。

25、根据权利要求 20 至 24 中任一项所述的装置，其特征在于，所述神经网络还用于：根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行相应视觉任务处理。

26、根据权利要求 25 所述的装置，其特征在于，所述指导信息还包括：学生神经网络针对图像样本输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异。

27、根据权利要求 25 所述的装置，其特征在于：

所述神经网络根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行分类处理；或者

所述神经网络根据所述待处理图像的离散特征数据，对所述待处理图像进行物体检测处理。

28、根据权利要求 27 所述的装置，其特征在于，所述指导信息还包括：

所述学生神经网络针对图像样本输出的分类处理结果，与图像样本的分类标注信息之间的差异；或

所述学生神经网络针对图像样本输出的物体检测处理结果，与图像样本的检测框标注信息之间的差异。

29、根据权利要求 20 至 28 中任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

输入图像样本模块，用于将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络，以经由学生神经网络以及教师神经网络，分别形成所述图像样本的离散特征数据；

监督模块，用于根据指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习；

其中，所述指导信息包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据，与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

30、根据权利要求 29 所述的装置，其特征在于，在所述学生神经网络用于，根据所述图像样本的离散特征数据，对图像样本进行视觉任务处理的情况下，

所述监督模块进一步用于：

以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据，与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异，以及学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异，为指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习。

31、根据权利要求 20 至 30 中任一项所述的装置，其特征在于，所述教师神经网络包括：

已成功训练的浮点教师神经网络，该已成功训练的浮点教师神经网络用于针对输入图像形成浮点特征数据，并根据该浮点特征数据，对输入图像进行视觉任务处理；以及

量化辅助单元，用于将浮点教师神经网络形成的浮点特征数据转换为离散特征数据，并将该离散特征数据提供给浮点教师神经网络，使浮点教师神经网络根据该离散特征数据，对输入图像进行视觉任务处理。

32、根据权利要求 31 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：用于训练所述教师神经网络的教师训练模块，所述教师训练模块包括：

第一单元，用于将图像样本输入已成功训练的浮点教师神经网络，以经由已成功训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据，经由量化辅助单元将浮点特征数据转换为离散特征数据，并经由已成功训练的浮点教师神经网络根据所述离散特征数据，对图像样本进行视觉任务处理；

第一监督单元，用于以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对已成功

训练的浮点教师神经网络进行网络参数调整。

33、根据权利要求 32 所述的装置，其特征在于，所述教师训练模块还包括：

第二单元，用于将图像样本输入待训练的浮点教师神经网络，以经由待训练的浮点教师神经网络提取所述图像样本的浮点特征数据，并根据所述浮点特征数据，对图像样本进行视觉任务处理；

第二监督单元，用于以所述视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对所述待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。

34、一种神经网络的训练装置，其特征在于，待训练的神经网络被作为学生神经网络，所述装置包括：

输入图像样本模块，用于将图像样本分别输入学生神经网络以及教师神经网络，以经由学生神经网络以及教师神经网络，分别形成所述图像样本的离散特征数据；

监督模块，用于根据指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习；

其中，所述指导信息包括：教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异。

35、根据权利要求 34 所述的装置，其特征在于，在所述学生神经网络用于，根据所述图像样本的离散特征数据，对图像样本进行视觉任务处理的情况下，

所述监督模块进一步用于：

以教师神经网络针对图像样本形成的离散特征数据，与所述学生神经网络针对图像样本形成的离散特征数据之间的差异，以及学生神经网络输出的视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异，为指导信息，对所述学生神经网络进行监督学习。

36、根据权利要求 34 至 35 中任一项所述的装置，其特征在于，所述教师神经网络包括：

已成功训练的浮点教师神经网络，该已成功训练的浮点教师神经网络用于针对输入图像形成浮点特征数据，并根据该浮点特征数据，对输入图像进行视觉任务处理；以及

量化辅助单元，用于将浮点教师神经网络形成的浮点特征数据转换为离散特征数据，并将该离散特征数据提供给浮点教师神经网络，使浮点教师神经网络根据该离散特征数据，对输入图像进行视觉任务处理。

37、根据权利要求 36 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：用于训练所述教师神经网络的教师训练模块，所述教师训练模块包括：

第一单元，用于将图像样本输入已成功训练的浮点教师神经网络，以经由已成功训练的浮点教师神经网络提取图像样本的浮点特征数据，经由量化辅助单元将浮点特征数据转换为离散特征数据，并经由已成功训练的浮点教师神经网络根据所述离散特征数据，对图像样本进行视觉任务处理；

第一监督单元，用于以视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对已成功训练的浮点教师神经网络进行网络参数调整。

38、根据权利要求 37 所述的装置，其特征在于，所述教师训练模块还包括：

第二单元，用于将图像样本输入待训练的浮点教师神经网络，以经由待训练的浮点教师神经网络提取所述图像样本的浮点特征数据，并根据所述浮点特征数据，对图像样本进行视觉任务处理；

第二监督单元，用于以所述视觉任务处理结果与图像样本的标注信息之间的差异为指导信息，对所述待训练的浮点教师神经网络进行监督学习。

40、一种电子设备，其特征在于，包括：

存储器，用于存储计算机程序；

处理器，用于执行所述存储器中存储的计算机程序，且所述计算机程序被执行时，实现上述权利要求 1-19 中任一项所述的方法。

41、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该计算机程序被处理器执行时，实现上述权利要求 1-19 中任一项所述的方法。

42、一种计算机程序，包括计算机指令，其特征在于，当所述计算机指令在设备的处理器中运行时，实现上述权利要求 1-19 中任一项所述的方法。