

活体检测方法、装置、计算机设备及存储介质

本申请要求于2023年10月08日提交、申请号为202311292964.3、发明名称为“活体检测方法、装置、计算机设备及存储介质”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

本申请实施例涉及计算机技术领域，特别涉及一种活体检测方法、装置、计算机设备及存储介质。

背景技术

手掌识别技术是基于手掌特征进行身份识别的一种识别技术，在日常生活中的应用越来越广泛。为了手掌识别技术的安全性，在手掌识别过程中需要对手掌进行活体检测，以保证识别的手掌为活体手掌。

发明内容

本申请实施例提供了一种活体检测方法、装置、计算机设备及存储介质，能够提高活体检测的准确性。所述技术方案如下。

一方面，提供了一种活体检测方法，所述方法包括：

计算机设备获取第一手掌骨骼关节图像，所述第一手掌骨骼关节图像包括手掌骨骼和手掌骨骼之间的关节软组织；

所述计算机设备对所述第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到第二手掌骨骼关节图像，所述第二手掌骨骼关节图像的分辨率大于所述第一手掌骨骼关节图像的分辨率；

所述计算机设备获取所述第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征；

所述计算机设备基于所述手掌特征，确定判别结果，所述判别结果用于表示所述第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像，所述活体手掌骨骼关节图像是指通过对真实手掌进行拍摄得到的手掌骨骼关节图像。

另一方面，提供了一种活体检测装置，所述装置包括：

图像获取模块，用于获取第一手掌骨骼关节图像，所述第一手掌骨骼关节图像包括手掌骨骼和手掌骨骼之间的关节软组织；

超分辨率处理模块，用于对所述第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到第二手掌骨骼关节图像，所述第二手掌骨骼关节图像的分辨率大于所述第一手掌骨骼关节图像的分辨率；

活体检测模块，用于获取所述第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征；

所述活体检测模块，还用于基于所述手掌特征，确定判别结果，所述判别结果用于表示所述第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像，所述活体手掌骨骼关节图像是指通过对真实手掌进行拍摄得到的手掌骨骼关节图像。

另一方面，提供了一种计算机设备，所述计算机设备包括处理器和存储器，所述存储器中存储有至少一条计算机程序，所述至少一条计算机程序由所述处理器加载并执行，以实现如上述方面所述的活体检测方法所执行的操作。

另一方面，提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有至少一条计算机程序，所述至少一条计算机程序由处理器加载并执行，以实现如上述方面所述的活体检测方法所执行的操作。

另一方面，提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序，所述计算机程序由处理器加载并执行，以实现如上述方面所述的活体检测方法所执行的操作。

另一方面，提供了一种手掌扫描设备，所述手掌扫描设备包括：

X光摄像机、磁共振成像设备或者超声波造影设备，用于获取手掌骨骼关节图像；

射频电路，用于向服务器发送所述手掌骨骼关节图像，所述服务器用于基于所述手掌骨骼关节图像进行活体检测。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请实施例的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1是本申请实施例提供的一种实施环境的示意图。

图2是本申请实施例提供的一种活体检测方法的流程图。

图3是本申请实施例提供的另一种活体检测方法的流程图。

图4是本申请实施例提供的一种手掌扫描设备的示意图。

图5是本申请实施例提供的一种超分辨率处理方法的示意图。

图6是本申请实施例提供的一种卷积方法的示意图。

图7是本申请实施例提供的一种超分辨率模型的训练方法的流程图。

图8是本申请实施例提供的一种活体检测模型的训练方法的流程图。

图9是本申请实施例提供的一种活体检测方法的架构图。

图10是本申请实施例提供的一种活体检测装置的结构示意图。

图11是本申请实施例提供的另一种活体检测装置的结构示意图。

图12是本申请实施例提供的一种终端的结构示意图。

图13是本申请实施例提供的一种服务器的结构示意图。

具体实施方式

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。

可以理解，本申请所使用的术语“第一”、“第二”等可在本文中用于描述各种概念，但除非特别说明，这些概念不受这些术语限制。这些术语仅用于将一个概念与另一个概念区分。举例来说，在不脱离本申请的范围的情况下，可以将第一手掌骨骼关节图像称为第二手掌骨骼关节图像，且类似地，可将第二手掌骨骼关节图像称为第一手掌骨骼关节图像。

其中，至少一个是指一个或者一个以上，例如，至少一个图像可以是一个图像、两个图像、三个图像等任一大于等于一的整数个图像。多个是指两个或者两个以上，例如，多个图像可以是两个图像、三个图像等任一大于等于二的整数个图像。每个是指至少一个中的每一个，例如，每个图像是指多个图像中的每一个图像，若多个图像为3个图像，则每个图像是指3个图像中的每一个图像。

在本申请中，涉及到的手掌识别技术等生物特征识别技术，在本申请以上实施例运用到具体产品或技术中时，相关数据收集、使用和处理过程应该遵守国家法律法规要求，收集手掌骨骼关节图像或其他生物特征图像前告知信息处理规则并征求目标对象的单独同意，并严格遵照法律法规要求和个人信息处理规则处理人脸信息，采取技术措施保障相关数据安全。

人工智能（Artificial Intelligence, AI）是利用数字计算机或者数字计算机控制的机器模拟、延伸和扩展人的智能，感知环境、获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法、技术及应用系统。换句话说，人工智能是计算机科学的一个综合技术，它企图了解智能的实质，

并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器。人工智能也就是研究各种智能机器的设计原理与实现方法，使机器具有感知、推理与决策的功能。

人工智能技术是一门综合学科，涉及领域广泛，既有硬件层面的技术也有软件层面的技术。人工智能基础技术一般包括如传感器、专用人工智能芯片、云计算、分布式存储、大数据处理技术、预训练模型技术、操作/交互系统、机电一体化等。其中，预训练模型又称大模型、基础模型，经过微调后可以广泛应用于人工智能各大方向下游任务。人工智能软件技术主要包括计算机视觉技术、语音处理技术、自然语言处理技术以及机器学习/深度学习等几大方向。

机器学习（Machine Learning, ML）是一门多领域交叉学科，涉及概率论、统计学、逼近论、凸分析、算法复杂度理论等多门学科。专门研究计算机怎样模拟或实现人类的学习行为，以获取新的知识或技能，重新组织已有的知识结构使之不断改善自身的性能。机器学习是人工智能的核心，是使计算机具有智能的根本途径，其应用遍及人工智能的各个领域。机器学习和深度学习通常包括人工神经网络、置信网络、强化学习、迁移学习、归纳学习、示教学习等技术。预训练模型是深度学习的最新发展成果，融合了以上技术。

计算机视觉技术（Computer Vision, CV）是一门研究如何使机器“看”的科学，更进一步的说，就是指用摄影机和电脑代替人眼对目标进行识别和测量等机器视觉，并进一步做图形处理，使电脑处理成为更适合人眼观察或传送给仪器检测的图像。作为一个科学学科，计算机视觉研究相关的理论和技术，试图建立能够从图像或者多维数据中获取信息的人工智能系统。大模型技术为计算机视觉技术发展带来重要变革，Swin-Transformer、ViT（Vision Transformer，视觉转换器）、V-MoE（Vision MoE）、MAE（Masked Auto Encoder，掩蔽自编码器）等视觉领域的预训练模型经过微调（Fine Tune）可以快速、广泛适用于下游具体任务。计算机视觉技术通常包括图像处理、图像识别、图像语义理解、图像检索、OCR（Optical Character Recognition，光学字符识别）、视频处理、视频语义理解、视频内容/行为识别、三维物体重建、3D（3 Dimensions，三维）技术、虚拟现实、增强现实、同步定位与地图构建等技术，还包括常见的生物特征识别技术。

以下将基于人工智能技术和计算机视觉技术，对本申请实施例提供的活体检测方法进行说明。

本申请实施例提供的活体检测方法，能够用于计算机设备中。可选地，该计算机设备为终端或服务器。可选地，该服务器是独立的物理服务器，或者，是多个物理服务器构成的服务器集群或者分布式系统，或者，是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、CDN（Content Delivery Network，内容分发网络）以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器。可选地，该终端是智能手机、平板电脑、笔记本电脑、台式计算机、智能音箱、智能手表、智能终端等，但并不局限于此。

在一种可能实现方式中，本申请实施例所涉及的计算机程序可被部署在一个计算机设备上执行，或者在位于一个地点的多个计算机设备上执行，又或者，在分布在多个地点且通过通信网络互连的多个计算机设备上执行，分布在多个地点且通过通信网络互连的多个计算机设备能够组成区块链系统。

在一种可能实现方式中，本申请实施例中用于训练超分辨率模型和活体检测模型的计算机设备是区块链系统中的节点，该节点能够将训练的超分辨率模型和活体检测模型存储在区块链中，之后该节点或者该区块链中的其他设备对应的节点可通过该超分辨率模型对图像进行超分辨率处理，或者通过该活体检测模型对图像进行活体检测。

在一种可能实现方式中，本申请实施例中用于对图像进行活体检测的计算机设备是区块链系统中的节点，该节点能够将图像和图像的判别结果存储在区块链中，之后该节点或者该

区块链中的其他设备对应的节点可查询区块链中存储的图像或图像的判别结果。

图 1 是本申请实施例提供的一种实施环境的示意图，参见图 1，该实施环境包括：手掌扫描设备 101 和服务器 102。手掌扫描设备 101 和服务器 102 之间通过无线或有线网络连接。手掌扫描设备 101 采集第一手掌骨骼关节图像，将第一手掌骨骼关节图像发送给服务器 102，服务器 102 接收第一手掌骨骼关节图像，采用本申请实施例提供的方法，对第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到第二手掌骨骼关节图像，基于第二手掌骨骼关节图像进行活体检测，得到判别结果，该判别结果用于表示该第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像。

可选地，在判别结果表示第一手掌骨骼关节图像为非活体手掌骨骼关节图像的情况下，服务器 102 向手掌扫描设备 101 发送识别错误消息，由手掌扫描设备 101 向用户展示识别错误消息，以提示用户未通过手掌识别。在判别结果表示第一手掌骨骼关节图像为活体手掌骨骼关节图像的情况下，服务器 102 可以进一步基于该第一手掌骨骼关节图像进行身份识别，如果识别通过，则向手掌扫描设备 101 返回识别成功消息，如果识别未通过，则向手掌扫描设备 101 返回识别错误消息。

本申请实施例提供的活体检测方法，可以应用于检测活体手掌的任一场景下。

例如，在手掌支付的场景下，为了确认进行支付的用户的真实身份，采用了手掌识别技术，在手掌识别过程中进行活体检测。首先用户在手掌扫描设备上的扫描区域放置手掌，由手掌扫描设备采集手掌骨骼关节图像，然后采用本申请实施例提供的方法，对手掌骨骼关节图像进行活体检测，如果根据活体检测结果确定该手掌骨骼关节图像为活体手掌骨骼关节图像，则可以进一步基于该手掌骨骼关节图像进行身份识别，识别成功后即可自动扣除待支付的费用，完成手掌支付，如果根据活体检测结果确定该手掌骨骼关节图像为非活体手掌骨骼关节图像，则手掌支付失败。

在手掌支付场景下，手掌扫描设备为通过扫描手掌进行支付的设备，该手掌扫描设备具备了采集手掌骨骼关节图像的功能、对手掌骨骼关节图像进行活体检测的功能以及基于该手掌骨骼关节图像进行支付的功能等。该手掌扫描设备可以配置于商店、超市、旅游景点等任意需要支付费用的位置，供用户使用。可选地，该手掌扫描设备还可以具备采集除手掌骨骼关节图像之外的其他生物特征图像的功能、对生物特征图像进行活体检测的功能以及基于该生物特征图像进行支付的功能等。该生物特征图像可以包括人脸图像、指纹图像、虹膜图像等，本申请实施例对此不做限定。

除此之外，本申请实施例提供的活体检测方法，还可以应用于门禁系统、安全认证系统、智能交通系统或者需要认证用户身份的其他系统等，来确保手掌识别过程中的安全性。

图 2 是本申请实施例提供的一种活体检测方法的流程图，本申请实施例由计算机设备执行，参见图 2，该方法包括以下步骤。

201、计算机设备获取第一手掌骨骼关节图像，第一手掌骨骼关节图像包括手掌骨骼和手掌骨骼之间的关节软组织。

计算机设备获取第一手掌骨骼关节图像，该第一手掌骨骼关节图像是通过对手掌进行采集得到的。本申请实施例中需要对第一手掌骨骼关节图像进行活体检测，活体检测是一种生物识别技术，目的是验证采集到的第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像，活体手掌骨骼关节图像是指通过对真实手掌进行拍摄得到的手掌骨骼关节图像，也即是检测用户所使用的手掌是否是真实的手掌，以区分真实的手掌与手掌模型或者手掌照片等仿制品。

其中，该第一手掌骨骼关节图像包括手掌骨骼和手掌骨骼之间的关节软组织，手掌骨骼和关节软组织的形状、尺寸、质地等特征可以用于活体检测。

202、计算机设备对第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到第二手掌骨骼关节图

像，第二手掌骨骼关节图像的分辨率大于第一手掌骨骼关节图像的分辨率。

计算机设备在获取到第一手掌骨骼关节图像后，对该第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，超分辨率处理是指将低分辨率图像重建为高分辨率图像的技术，能够提高图像的清晰度和细节。因此通过超分辨率处理得到的第二手掌骨骼关节图像的分辨率大于第一手掌骨骼关节图像的分辨率，除了分辨率之外，该第二手掌骨骼关节图像的内容与该第一手掌骨骼关节图像的内容相同。

在一种可能实现方式中，计算机设备可以通过超分辨率模型对第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，例如该超分辨率模型可以为 SRCNN (Super Resolution Convolutional Neural Network, 超分辨率卷积神经网络)、CNN (Convolutional Neural Network, 卷积神经网络)、VIT (Vision Transformer, 视觉转换器) 等。其中，通过超分辨率模型进行超分辨率处理的过程可参见下述图 3 所示的实施例，在此暂不做详细说明。在另一种可能实现方式中，计算机设备还可以采用基于重建的超分辨率算法或者增强边缘超分辨率算法进行超分辨率处理，本申请实施例对此不做限定。

203、计算机设备获取第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征。

由于第二手掌骨骼关节图像的内容与第一手掌骨骼关节图像的内容相同，因此对第二手掌骨骼关节图像进行活体检测的结果即可表示对第一手掌骨骼关节图像进行活体检测的结果，并且第二手掌骨骼关节图像的分辨率大于第一手掌骨骼关节图像的分辨率，计算机设备更容易捕捉到第二手掌骨骼关节图像中的细节信息，因此本申请实施例中通过对第二手掌骨骼关节图像进行活体检测来确定第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像。

计算机设备获取第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征，该手掌特征用于表示第二手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织的特征，例如手掌骨骼和关节软组织的形状、尺寸或者质地等。

204、计算机设备基于手掌特征，确定判别结果，判别结果用于表示第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像，活体手掌骨骼关节图像是指通过对真实手掌进行拍摄得到的手掌骨骼关节图像。

由于手掌特征能够表示手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织的特征，而活体手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织的特征与非活体手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织的特征之间存在区别，因此计算机设备可以基于该手掌特征确定判别结果，该判别结果用于表示第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像。也即是，根据该判别结果即可确定第一手掌骨骼关节图像是否是通过真实手掌进行拍摄得到的手掌骨骼关节图像。

由于第二手掌骨骼关节图像是对第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理得到的图像，第二手掌骨骼关节图像的内容与第一手掌骨骼关节图像的内容相同，因此基于第二手掌骨骼关节图像的手掌特征所得到的判别结果能够表示第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像。

相关技术中，利用手掌外形或者掌纹等特征进行活体检测，但是使用高精度的手掌图像很容易仿造出与真实手掌相似的手掌外形和掌纹，进而难以区分活体手掌和非活体手掌，因此活体检测的准确性不够高。

本申请实施例提供的方法，利用手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织进行手掌的活体检测，由于真实手掌的手掌骨骼和关节软组织具有极高的复杂性，导致手掌骨骼和关节软组织的仿造难度较高，仿造得到的非活体手掌骨骼关节图像和真实的活体手掌骨骼关节图像之间的差别较大，因此利用手掌骨骼关节图像进行活体检测的准确性较高，并且考虑到手掌骨骼关节图像所包含的细节信息较多，还额外对手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到分辨率更高的手掌骨骼关节图像，利用分辨率更高的手掌骨骼关节图像进行活体检测，使得活体检测过程不会忽略掉细节信息，进一步提高了活体检测的准确性。

上述图 2 的实施例仅是对活体检测方法的简要说明,该活体检测方法的更为详细的过程,可参见下述图 3 所示的实施例。

图 3 是本申请实施例提供的另一种活体检测方法的流程图,本申请实施例由计算机设备执行,参见图 3,该方法包括以下步骤。

301、计算机设备获取第一手掌骨骼关节图像,第一手掌骨骼关节图像包括手掌骨骼和手掌骨骼之间的关节软组织。

计算机设备获取第一手掌骨骼关节图像。在一种可能实现方式中,该计算机设备为手掌扫描设备,该第一手掌骨骼关节图像是该计算机设备通过扫描用户手掌而采集到的手掌关节图像。在另一种可能实现方式中,计算机设备为服务器,该服务器与手掌扫描设备之间具有通信连接,手掌扫描设备在采集到第一手掌骨骼关节图像后,将该第一手掌骨骼关节图像发送给该计算机设备(即该服务器)。

可选地,手掌扫描设备可以为 X 光摄像机、磁共振成像设备或者超声波造影设备等,以 X 光摄像机为例,X 光摄像机对用户手掌的骨骼和关节软组织进行造影,得到手掌骨骼关节图像。除此之外,该手掌扫描设备还可以内置红外相机或者深度传感器等硬件,来采集手掌骨骼关节图像。

以手掌扫描设备为 X 光摄像机为例,图 4 是本申请实施例提供的一种手掌扫描设备的示意图,如图 4 所示,手掌扫描设备包括发光组件和成像组件,发光组件位于上方,成像组件位于下方,发光组件和成像组件之间存在一定空间,用户将手掌伸入发光组件和成像组件之间的空间,发光组件向下发射 X 光,穿透用户手掌后,由下方的成像组件接收穿透手掌后的 X 光并成像,从而得到手掌骨骼关节图像。其中,X 光的成像原理是通过将 X 射线穿过物体,从而产生透射图像来获取物体内部的结构和信息。X 射线在人体组织中的传播和吸收是根据组织密度的不同而有所区别的,比如骨骼以及关节软组织对 X 射线有较大的吸收能力,所以在 X 光影像中,骨骼和关节软组织表现为白色或灰色,因此能够清晰地捕捉到骨骼和关节软组织的影像。另外,由于手掌骨骼和关节软组织在不同的角度和姿态下都有不同的形态变化,此外,手掌骨骼和关节软组织还会受到拍摄角度、光线以及手的遮挡等因素的影响,因此,在采集到手掌骨骼关节图像后,还可以对该手掌骨骼关节图像的质量进行判断,以判断手掌骨骼关节图像是否清晰和完整,如果手掌骨骼关节图像的质量未达到标准,还可以提示用户调整手掌角度,重新采集手掌骨骼关节图像。

本申请实施例中,通过 X 光摄像机、磁共振成像设备或者超声波造影设备,对手掌进行采集,得到第一手掌骨骼关节图像,从而对第一手掌骨骼关节图像进行活体检测,成功地将 X 光摄像机、磁共振成像设备或者超声波造影设备应用到了活体检测领域中,实现了一种新型的活体检测方式。

本申请实施例中,利用手掌骨骼关节图像进行活体检测,相比于手掌的掌纹或者血管等特征,真实手掌中的骨骼和关节软组织具有极高的复杂性和不可复制性,特别是关节软组织,几乎难以仿造,制作具备类似真实手掌中的骨骼和关节软组织的手掌模型十分困难。一方面,由于仿制难度大,提高了手掌模型的仿制成本,降低了攻击者进行攻击的可能性,另一方面,由于仿制难度大,导致制作得到的手掌模型中的骨骼和关节软组织与真实手掌中的骨骼和关节软组织的差异也比较大,降低了区分活体手掌骨骼关节图像和非活体手掌骨骼关节图像的难度,进而提高了活体检测的准确性。

302、计算机设备通过超分辨率模型,对第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理,得到第二手掌骨骼关节图像,第二手掌骨骼关节图像的分辨率大于第一手掌骨骼关节图像的分辨率。

本申请实施例中,计算机设备通过超分辨率模型进行超分辨率处理,将第一手掌骨骼关节图像输入超分辨率模型,超分辨率模型输出第二手掌骨骼关节图像。例如该超分辨率模型

为 SRCNN, SRCNN 是一种基于 CNN 构建的用于对图像进行超分辨率处理的算法模型。其中, 该超分辨率模型的训练过程, 可参见下述图 7 所示的实施例, 在此暂不作说明。

在一种可能实现方式中, 超分辨率模型包括第一特征提取网络、特征映射网络和图像重建网络。则计算机设备通过超分辨率模型进行超分辨率处理的过程, 包括下述步骤 3021-步骤 3023。

3021、计算机设备通过第一特征提取网络, 获取第一手掌骨骼关节图像对应的第一图像特征。

其中, 该第一特征提取网络用于提取所输入图像对应的图像特征, 以图像特征来描述图像。

可选地, 该第一特征提取网络包括卷积网络, 卷积网络可以看作过滤器。该第一特征提取网络可以包括一个或多个过滤器, 其中 1 个过滤器是 1 个二维矩阵, 过滤器的个数与第一手掌骨骼关节图像的维度数量相等。其中, 图像的维度数量是指在图像中的每个位置上的像素值所包括的维度的数量。可选地, 第一手掌骨骼关节图像为一维图像, 即第一手掌骨骼关节图像中每个位置的像素值包括一个维度的像素值, 例如灰度图像中每个像素点的像素值包括该像素点的灰度值, 则第一特征提取网络包括 1 个二维矩阵。可选地, 第一手掌骨骼关节图像为三维图像, 即第一手掌骨骼关节图像中每个位置的像素值包括三个维度的像素值, 例如 RGB 图像中每个像素点的像素值包括红色亮度值、绿色亮度值和蓝色亮度值, 则第一特征提取网络包括 3 个二维矩阵。可选地, 每个过滤器还对应有偏置矩阵。计算机设备使用过滤器对第一手掌骨骼关节图像进行卷积处理, 将卷积处理的结果与偏置矩阵进行融合, 得到第一图像特征。

例如, 在第一特征提取网络包括多个过滤器的情况下, 每个过滤器与第一手掌骨骼关节图像中的一个维度的像素值对应, 则使用每个过滤器, 分别对第一手掌骨骼关节图像中对应维度上的像素值进行卷积处理, 将卷积处理的结果与该过滤器对应的偏置矩阵进行融合, 得到该维度上的图像特征, 将多个维度上的图像特征组成该第一图像特征。

例如, 参见图 5, 第一手掌骨骼关节图像 501 的尺寸为 $f1 \times f1 \times n1$, 表示第一手掌骨骼关节图像 501 包括 $f1 \times f1$ 个像素点, 且每个像素点上包括 $n1$ 个维度的像素值。第一特征提取网络中的过滤器的尺寸为 $f2 \times f2 \times n1$, 且过滤器还对应有尺寸为 $f2 \times f2 \times n1$ 的偏置矩阵, 表示第一特征提取网络中有 $n1$ 个过滤器和 $n1$ 个偏置矩阵, 且每个过滤器和每个偏置矩阵的尺寸为 $f2 \times f2$ 。计算机设备利用过滤器对第一手掌骨骼关节图像 501 进行卷积, 将卷积结果与偏置矩阵相加, 得到第一图像特征 502, 第一图像特征 502 的尺寸为 $f3 \times f3 \times n1$ 。其中, $f3$ 的大小取决于第一手掌骨骼关节图像 501 的尺寸、过滤器的尺寸以及卷积步长。

可选地, 计算机设备通过第一特征提取网络, 获取第一手掌骨骼关节图像对应的第一图像特征的过程, 可由下述公式 (1) 表示。

$$F1(Y) = \max(0, W1 * Y + B1); \text{ 公式 (1)}$$

其中, $F1(Y)$ 表示第一图像特征, $W1$ 表示第一特征提取网络中的过滤器, Y 表示第一手掌骨骼关节图像, $B1$ 表示第一特征提取网络中的偏置矩阵, $\max(\cdot)$ 表示取最大值, 取 0 和 $W1 * Y + B1$ 的最大值的目的是保证第一图像特征中的特征不小于 0。

3022、计算机设备通过特征映射网络, 将第一图像特征映射为第二图像特征, 第二图像特征的维度数量大于第一图像特征的维度数量。

其中, 该特征映射网络用于将维度数量较小的图像特征映射为维度数量较大的图像特征, 以便增大图像特征的维度数量, 使得基于增大维度数量后的图像特征重建出的图像包含更多的细节信息。

可选地, 该特征映射网络包括卷积网络, 卷积网络可以看作过滤器, 1 个过滤器是 1 个二维矩阵。该特征映射网络可以包括多组过滤器, 过滤器的个数与第一图像特征的维度数量相等。可选地, 第一图像特征为一维图像特征, 即第一图像特征中每个位置上的特征的数量

为一个, 则每组过滤器由 1 个二维矩阵构成。可选地, 第一图像特征为三维图像特征, 即第一图像特征中每个位置上的特征的数量为三个, 则每组过滤器由 3 个二维矩阵构成。可选地, 每个过滤器还对应偏置矩阵。计算机设备使用过滤器对第一图像特征进行卷积处理, 将卷积处理的结果与偏置矩阵进行融合, 得到第二图像特征。

例如, 在特征映射网络包括多组过滤器的情况下, 每组过滤器与第一手掌骨骼关节图像中的一个维度对应, 因此与第一图像特征中的一个维度的特征对应, 则使用每组过滤器, 分别对第一图像特征中对应维度上的特征进行卷积处理, 将卷积处理的结果与该过滤器对应的偏置矩阵进行融合, 得到该维度上的图像特征, 将多个维度上的图像特征组成该第二图像特征。

例如, 参见图 5, 第一图像特征 502 的尺寸为 $f3 \times f3 \times n1$, 表示第一图像特征包括 $f3 \times f3$ 个位置, 每个位置上包括 $n1$ 个维度的特征。特征映射网络的过滤器的尺寸为 $f4 \times f4 \times n1 \times n2$, 且过滤器还对应有尺寸为 $f4 \times f4 \times n1 \times n2$ 的偏置矩阵, 表示特征映射网络中有 $n1 \times n2$ 个过滤器和 $n1 \times n2$ 个偏置矩阵, 且每个过滤器和每个偏置矩阵的尺寸为 $f4 \times f4$ 。计算机设备利用过滤器对第一图像特征 502 进行卷积, 将卷积结果与偏置矩阵相加, 得到第二图像特征 503, 第二图像特征 503 的尺寸为 $f5 \times f5 \times n1 \times n2$ 。其中, $f5$ 的大小取决于第一图像特征 502 的尺寸、过滤器的尺寸以及卷积步长。

可选地, 计算机设备通过特征映射网络, 将第一图像特征映射为第二图像特征的过程, 可由下述公式 (2) 表示。

$$F2(Y) = \max(0, W2 * F1(Y) + B2); \text{公式 (2)}$$

其中, $F2(Y)$ 表示第二图像特征, $W2$ 表示特征映射网络中的过滤器, $F1(Y)$ 表示第一图像特征, $B2$ 表示特征映射网络中的偏置矩阵, $\max(\cdot)$ 表示取最大值, 取 0 和 $W2 * F1(Y) + B2$ 的最大值的目的是保证第二图像特征中的特征不小于 0。

3023、计算机设备通过图像重建网络, 基于第二图像特征, 重建第二手掌骨骼关节图像。

其中, 图像重建网络用于基于所输入的图像特征, 重建具有该图像特征的图像。

其中, 第一图像特征的维度数量与第一手掌骨骼关节图像的维度数量相等, 第二图像特征的维度数量大于第一图像特征的维度数量, 也即是第二图像特征的维度数量大于第一手掌骨骼关节图像的维度数量。因此基于第二图像特征重建的第二手掌骨骼关节图像会比第一手掌骨骼关节图像包含更多的细节信息, 分辨率更高。

在一种可能实现方式中, 通过设置过滤器的尺寸和卷积步长, 可以使第二图像特征在每一维度上的尺寸等于第一手掌骨骼关节图像在每一维度上的尺寸, 即 $f5=f1$ 。在另一种可能实现方式中, 通过设置过滤器的尺寸和卷积步长, 可以使第二图像特征在每一维度上的尺寸大于第一手掌骨骼关节图像在每一维度上的尺寸, 即 $f5>f1$ 。

可选地, 步骤 3023 包括: 将第二图像特征中多个维度上的特征进行合并, 得到第二手掌骨骼关节图像, 使得第二手掌骨骼关节图像的维度数量等于第一手掌骨骼关节图像的维度数量。例如, 参见图 5, 第一手掌骨骼关节图像 501 的尺寸为 $f1 \times f1 \times n1$, 第二图像特征 503 的尺寸为 $f5 \times f5 \times n1 \times n2$, 将第二图像特征 503 中 $n1 \times n2$ 个维度的特征中的每 $n2$ 个特征合并为一个特征, 则合并后的维度数量为 $n1$ 。而且, 由于第二手掌骨骼关节图像的每个维度上的像素值是通过第二图像特征中的多个维度上的特征合并后得到的, 融合了更多的特征, 因此像素值更为准确, 从而实现了第二手掌骨骼关节图像的分辨率更高的效果。

可选地, 该图像重建网络可以以取均值的方式, 基于多个维度上的特征确定合并后的每个维度上的特征。或者该图像重建网络可以以卷积处理的方式, 基于多个维度上的特征确定合并后的每个维度上的特征。例如, 该图像重建网络包括卷积网络, 卷积网络可以看作过滤器, 1 个过滤器是 1 个二维矩阵。参见图 5, 第二图像特征 503 的尺寸为 $f5 \times f5 \times n1 \times n2$, 图像重建网络的过滤器的尺寸为 $f6 \times f6 \times n1 \times n2$, 且过滤器还对应有尺寸为 $f6 \times f6 \times n1 \times n2$ 的偏置矩阵, 计算机设备利用过滤器对第二图像特征 503 进行卷积, 将卷积结果与偏置矩阵相

加, 得到第二手掌骨骼关节图像 504, 第二手掌骨骼关节图像 504 的尺寸为 $f7 \times f7 \times n1$, 实现了将第二图像特征 503 中 $n1 \times n2$ 个维度的特征合并得到 $n1$ 个维度的特征的效果。其中, $f7$ 的大小取决于第二图像特征 503 的尺寸、过滤器的尺寸以及卷积步长。可选地, 通过设置过滤器的尺寸和卷积步长, 可以使第二手掌骨骼关节图像 504 在每一维度上的尺寸 (如上述 $f7 \times f7$) 等于第一手掌骨骼关节图像 501 在每一维度上的尺寸 (如上述 $f1 \times f1$)。在上述 $n1$ 等于 1 的情况下, 第二手掌骨骼关节图像为 1 维图像, 在上述 $n1$ 等于 3 的情况下, 第二手掌骨骼关节图像为 3 维图像。

可选地, 计算机设备通过图像重建网络, 基于第二图像特征, 重建第二手掌骨骼关节图像的过程, 可由下述公式 (3) 表示。

$$F3(Y) = W3 * F2(Y) + B3; \text{公式 (3)}$$

其中, $F3(Y)$ 表示第二手掌骨骼关节图像, $W3$ 表示图像重建网络中的过滤器, $F2(Y)$ 表示第二图像特征, $B3$ 表示图像重建网络中的偏置矩阵。

综上所述, 上述步骤 3021-步骤 3023 中均用到了卷积操作, 卷积操作的运算过程可参见图 6, 图 6 是本申请实施例提供的一种卷积方法的示意图, 如图 6 所示, 左侧的大矩阵为输入数据 601 (例如第一手掌骨骼关节图像、第一图像特征或者第二图像特征), 输入数据 601 中的每个数值表示一个像素点的像素值。右侧的小矩阵为过滤器 602, 过滤器 602 中的每个数值表示过滤器的参数。过滤器 602 对输入数据 601 中与该过滤器 602 的尺寸相同的区域进行卷积, 得到一个数值 6, 该数值 6 表示卷积结果中的一个像素点的像素值。通过设置不同的卷积步长, 使用过滤器 602 在输入数据 601 上依次移动, 选取与该过滤器 602 的尺寸相同的区域, 从而在输入数据 601 中可以划分出不同数量的区域, 按照该卷积步长, 将划分出的每个区域与过滤器 602 分别做卷积, 多个区域的卷积结果组成了整个输入数据 601 与过滤器 602 的卷积结果。

本申请实施例中, 一方面为了降低对手掌扫描环境的要求、降低手掌扫描设备的成本以及降低网络传输压力, 由手掌扫描设备采集分辨率较低的第一手掌骨骼关节图像, 另一方面, 考虑到直接利用分辨率较低的第一手掌骨骼关节图像进行活体检测可能会忽略掉图像中的较多细节信息, 因此在得到第一手掌骨骼关节图像后, 对第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理, 得到分辨率较高的第二手掌骨骼关节图像, 后续利用第二手掌骨骼关节图像进行活体检测, 使得活体检测的过程能够依赖于更多的细节信息, 有利于提高活体检测的准确性。

303、计算机设备通过活体检测模型, 获取第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征。

本申请实施例中, 计算机设备通过活体检测模型进行活体检测, 将第二手掌骨骼关节图像输入活体检测模型, 由活体检测模型输出判别结果。例如, 该活体检测模型为 CNN。其中, 该活体检测模型的训练过程, 可参见下述图 8 所示的实施例, 在此暂不作说明。

其中, 该活体检测模型包括第二特征提取网络, 计算机设备将第二手掌骨骼关节图像输入活体检测模型后, 由活体检测模型中的第二特征提取网络获取第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征。

在一种可能实现方式中, 该第二特征提取网络包括卷积层和池化层, 卷积层对第二手掌骨骼关节图像进行卷积处理, 得到卷积结果, 然后池化层再对该卷积结果进行池化处理以降低维度数量, 从而得到手掌特征, 该手掌特征用于表示第二手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织的特征, 例如手掌骨骼和关节软组织的形状、尺寸或者质地等。

304、计算机设备通过活体检测模型, 基于手掌特征, 确定判别结果, 判别结果用于表示第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像, 活体手掌骨骼关节图像是指通过对真实手掌进行拍摄得到的手掌骨骼关节图像。

其中, 该活体检测模型包括分类网络, 活体检测模型中的第二特征提取网络在得到手掌特征后, 将手掌特征输入分类网络, 计算机设备通过该分类网络, 基于手掌特征, 确定判别结果。由于手掌特征能够表示手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织的特征, 而活体

手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织的特征与非活体手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织的特征之间存在区别，因此分类网络可以基于该手掌特征确定判别结果。

在一种可能实现方式中，该分类网络为 softmax（一种激活函数）分类器，本申请实施例对此不做限定。

在一种可能实现方式中，该判别结果为 0 到 1 之间的数值，表示第一手掌骨骼关节图像为活体手掌骨骼关节图像的概率。在判别结果大于目标阈值的情况下，可以认为第一手掌骨骼关节图像为活体手掌骨骼关节图像，在判别结果不大于目标阈值的情况下，可以认为第一手掌骨骼关节图像为非活体手掌骨骼关节图像，该目标阈值为 0 到 1 之间的数值，例如该目标阈值为 0.5、0.6 或者 0.7 等。

在一种可能实现方式中，该分类网络为二分类网络。判别结果为 0 或者 1，在判别结果为 0 的情况下，表示第一手掌骨骼关节图像为非活体手掌骨骼关节图像。在判别结果为 1 的情况下，表示第一手掌骨骼关节图像为活体手掌骨骼关节图像。

305、计算机设备获取第一手掌骨骼关节图像的标签结果，标签结果用于表示第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像的真实结果。

第一手掌骨骼关节图像为手掌扫描设备采集到的图像，上述步骤 301-步骤 304 是计算机设备对该第一手掌骨骼关节图像进行活体检测的过程，也是活体检测模型对第二手掌骨骼关节图像进行活体检测的过程。除了利用活体检测模型对第二手掌骨骼关节图像进行活体检测来确定第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像之外，还可以采用人工判断的方式确定第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像，采用人工判断的方式确定的结果可以称为第一手掌骨骼关节图像的标签结果，该标签结果用于表示第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像的真实结果，也即是该标签结果是准确的，不会出错。

306、计算机设备在判别结果与标签结果不一致的情况下，将第一手掌骨骼关节图像和标签结果确定为训练样本，或者将第二手掌骨骼关节图像和标签结果确定为训练样本。

计算机设备将活体检测模型得到的判别结果与准确的标签结果进行对比，如果判别结果与标签结果不一致，说明活体检测模型的活体检测过程出现错误则计算机设备将第一手掌骨骼关节图像和标签结果确定为训练样本，或者将第二手掌骨骼关节图像和标签结果确定为训练样本。

其中，判别结果与标签结果不一致是指判别结果所表示的情况与标签结果所表示的情况不同。例如，判别结果表示第一手掌骨骼关节图像为活体手掌骨骼关节图像，但标签结果表示第一手掌骨骼关节图像为非活体手掌骨骼关节图像。或者，判别结果表示第一手掌骨骼关节图像为非活体手掌骨骼关节图像，但标签结果表示第一手掌骨骼关节图像为活体手掌骨骼关节图像。

307、计算机设备基于训练样本，训练活体检测模型。

本申请实施例中，由于无法预测所有可能的攻击方式和仿制手掌类型，因此训练得到的活体检测模型存在过拟合的风险，进而存在活体检测模型对手掌骨骼关节图像的判别结果出现错误的情况。而在活体检测模型对手掌骨骼关节图像的判别结果出现错误的情况下，说明该手掌骨骼关节图像中的一些特征还未被活体检测模型学习到，因此将该手掌骨骼关节图像和对应的标签结果作为训练样本，利用真实的环境中采集到的训练样本，继续训练活体检测模型，从而对活体检测模型进行持续地训练和调优，以提高活体检测模型的泛化能力和准确性。其中，基于训练样本训练活体检测模型的过程，可参见下述图 8 所示的实施例。

本申请实施例提供的方法，利用手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织进行手掌的活体检测，由于真实手掌的手掌骨骼和关节软组织具有极高的复杂性，导致手掌骨骼和关节软组织的仿造难度较高，仿造得到的非活体手掌骨骼关节图像和真实的活体手掌骨骼关节图像之间的差别较大，因此利用手掌骨骼关节图像进行活体检测的准确性较高，并且考虑到手掌骨骼关节图像所包含的细节信息较多，还额外对手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，

得到分辨率更高的手掌骨骼关节图像，利用分辨率更高的手掌骨骼关节图像进行活体检测，使得活体检测过程不会忽略掉细节信息，进一步提高了活体检测的准确性。

并且，本申请实施例中基于手掌骨骼和关节软组织进行活体检测，相比于基于掌纹等特征进行活体检测，更加不容易被伪造和攻破，能够有效避免生物识别技术被盗用或者被破解的风险，提高了生物识别技术的可靠性和安全性。

并且，本申请实施例中使用包含第一特征提取网络、特征映射网络和图像重建网络的超分辨率模型，对第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到第二手掌骨骼关节图像，超分辨率模型的网络架构简单，提高了处理效率，而且保证了第二手掌骨骼关节图像包含更多的细节信息，提升了超分辨率处理的效果，进而提高了活体检测的准确性。

并且，本申请实施例中使用包含第二特征提取网络和分类网络的活体检测模型，对第二手掌骨骼关节图像进行活体检测，活体检测模型的网络架构简单，无需经过复杂的操作即可快速地得到判别结果，提高了处理效率。

图7是本申请实施例提供的一种超分辨率模型的训练方法的流程图，本申请实施例由计算机设备执行，参见图7，该方法包括以下步骤。

701、计算机设备获取第一样本手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像，第一样本手掌骨骼关节图像的内容和第二样本手掌骨骼关节图像的内容相同，第二样本手掌骨骼关节图像的分辨率大于第一样本手掌骨骼关节图像的分辨率。

该第一样本手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像的分辨率不同，内容相同。因此可以利用该第一样本手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像对超分辨率模型进行监督训练。

其中，该第一样本手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像可以为活体手掌骨骼关节图像，也可以为非活体手掌骨骼关节图像，本申请实施例对此不作限定。

702、计算机设备通过超分辨率模型中的第一特征提取网络，获取第一样本手掌骨骼关节图像对应的第一样本图像特征。

703、计算机设备通过超分辨率模型中的特征映射网络，将第一样本图像特征映射为第二样本图像特征，第二样本图像特征的维度数量大于第一样本图像特征的维度数量。

704、计算机设备通过超分辨率模型中的图像重建网络，基于第二样本图像特征，重建预测手掌骨骼关节图像。

该步骤702-步骤704中对第一样本手掌骨骼关节图像进行处理得到预测手掌骨骼关节图像的过程，与上述步骤3021-步骤3023中对第一手掌骨骼关节图像进行处理得到第二手掌骨骼关节图像的过程同理，在此不再赘述。

705、计算机设备基于预测手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像，训练超分辨率模型。

预测手掌骨骼关节图像是超分辨率模型预测得到的分辨率更高的图像，第二样本手掌骨骼关节图像是真实的分辨率更高的图像，那么预测手掌骨骼关节图像与第二样本手掌骨骼关节图像之间的差异越小，则预测手掌骨骼关节图像越准确，也即是超分辨率模型越准确，因此计算机设备基于预测手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像，训练超分辨率模型，以使基于超分辨率模型得到的预测手掌骨骼关节图像与第二样本手掌骨骼关节图像之间的差异减小。

可选地，计算机设备基于预测手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像之间的差异，训练超分辨率模型，以使基于超分辨率模型得到的预测手掌骨骼关节图像与第二样本手掌骨骼关节图像之间的差异减小。

在一种可能实现方式中，计算机设备基于预测手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像之间的差值，确定第一损失值，基于第一损失值，训练超分辨率模型，以使通过训练

后的超分辨率模型得到的第一损失值减小。其中，该第一损失值与该差值正相关，以减小该第一损失值为目标来训练超分辨率模型，可以使基于训练后的超分辨率模型得到的预测手掌骨骼关节图像与第二样本手掌骨骼关节图像之间的差值减小。

需要说明的是，为了训练超分辨率模型，计算机设备先获取训练样本集，该训练样本集包括多对样本手掌骨骼关节图像，其中每对样本手掌骨骼关节图像包括内容相同、分辨率不同的两个样本手掌骨骼关节图像。基于训练样本集训练超分辨率模型的过程包括多次迭代过程，在每次迭代过程中，基于至少一对样本手掌骨骼关节图像来进行训练，本申请实施例仅以第一样本手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像为例进行说明。

在训练超分辨率模型的过程中，需要进行多次迭代。在一种可能实现方式中，响应于迭代轮次达到第一阈值，停止对该超分辨率模型进行训练；或者，响应于当前迭代轮次得到的第一损失值不大于第二阈值，停止对超分辨率模型进行训练。其中，第一阈值和第二阈值均为任意的数值。

本申请实施例提供的方法，在训练超分辨率模型的过程中，采用第一样本手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像作为监督学习的训练样本，基于超分辨率模型预测得到的预测手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像，训练超分辨率模型，使得超分辨率模型学习到如何根据分辨率较低的手掌骨骼关节图像重建分辨率较高的手掌骨骼关节图像，从而提高了超分辨率模型的准确性。进而，后续在实际应用中使用训练完成的超分辨率模型进行超分辨率处理，提高了对手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理的便捷性和效率。

并且，基于预测手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像之间的差值，确定第一损失值，该第一损失值与该差值正相关，基于第一损失值，训练超分辨率模型，以使通过训练后的超分辨率模型得到的第一损失值减小，从而能够以减小该第一损失值为目标来训练超分辨率模型，可以快速有效地提高超分辨率模型的准确性，加快了训练速度。

图8是本申请实施例提供的一种活体检测模型的训练方法的流程图，本申请实施例由计算机设备执行，参见图8，该方法包括以下步骤。

801、计算机设备获取第三样本手掌骨骼关节图像和样本标签结果，样本标签结果用于表示第三样本手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像的真实结果。

计算机设备第三样本手掌骨骼关节图像和对应的样本标签结果。其中，该第三样本手掌骨骼关节图像可以为活体样本手掌骨骼关节图像，则样本标签结果用于表示第三样本手掌骨骼关节图像为活体手掌骨骼关节图像，例如将数值1确定为样本标签结果。该第三样本手掌骨骼关节图像可以为非活体样本手掌骨骼关节图像，则样本标签结果用于表示第三样本手掌骨骼关节图像为非活体手掌骨骼关节图像，例如将数值0确定为样本标签结果。

例如，在第三样本手掌骨骼关节图像为非活体样本手掌骨骼关节图像的情况下，可以对高精度手掌模型、没有骨骼和关节的手掌模型、有简单的内置骨骼的手掌模型以及使用其他材料（金属、木材等）作为骨骼的手掌模型进行拍摄，得到该第三样本手掌骨骼关节图像，组成非活体手掌骨骼关节图像的训练样本，以使活体检测模型学习到非活体手掌骨骼关节图像的特征。

例如，在第三样本手掌骨骼关节图像为活体样本手掌骨骼关节图像的情况下，可以对不同性别、不同年龄、不同大小的人的真实手掌进行拍摄，得到第三样本手掌骨骼关节图像，组成活体手掌骨骼关节图像的训练样本，以使活体检测模型学习到活体手掌骨骼关节图像的特征。

在一种可能实现方式中，计算机设备获取原始手掌骨骼关节图像，原始手掌骨骼关节图像为未经超分辨率处理的图像。计算机设备将原始手掌骨骼关节图像确定为第三样本手掌骨骼关节图像。或者，计算机设备对原始手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到第三样本手掌骨骼关节图像。

也即是，活体检测模型的训练样本，可以为经过超分辨率处理的手掌骨骼关节图像，也可以为未经过超分辨率处理的手掌骨骼关节图像。

在一种可能实现方式中，该第三样本手掌骨骼关节图像和样本标签结果，还可以为上述步骤 305-步骤 307 中所获取到的训练样本。

802、计算机设备通过第二特征提取网络，获取第三样本手掌骨骼关节图像对应的样本手掌特征。

803、计算机设备通过分类网络，基于样本手掌特征，确定预测判别结果，预测判别结果用于表示第三样本手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像的预测结果。

上述步骤 802-步骤 803 中对第三样本手掌骨骼关节图像进行处理得到预测判别结果的过程，与上述步骤 303-步骤 304 中对第二手掌骨骼关节图像进行处理得到判别结果的过程同理，在此不再赘述。

804、计算机设备基于预测判别结果和样本标签结果，训练活体检测模型。

预测判别结果是活体检测模型预测得到的结果，样本标签结果是真实的结果，那么预测判别结果和样本标签结果之间的差异越小，则预测判别结果越准确，也即是活体检测模型越准确，因此计算机设备基于预测判别结果和样本标签结果，训练活体检测模型，以使基于活体检测模型得到的预测判别结果和样本标签结果之间的差异减小。

可选地，计算机设备基于预测判别结果和样本标签结果之间的差异，训练活体检测模型，以使基于活体检测模型得到的预测判别结果和样本标签结果之间的差异减小。

在一种可能实现方式中，计算机设备在预测判别结果与样本标签结果一致的情况下，将第一数值确定为第二损失值，在预测判别结果与样本标签结果不一致的情况下，将第二数值确定为第二损失值，第二数值大于第一数值。计算机设备基于第二损失值，训练活体检测模型，以使通过训练后的活体检测模型得到的第二损失值减小。

其中，预测判别结果与样本标签结果一致是指判别结果所表示的情况与标签结果所表示的情况相同，预测判别结果与样本标签结果不一致是指判别结果所表示的情况与标签结果所表示的情况不同。

例如，第一数值为 0，第二数值为 1，在预测判别结果与样本标签结果一致的情况下，第二损失值等于 0，在预测判别结果与样本标签结果不一致的情况下，第二损失值等于 1。

通过将正样本的第二损失值设置为较小的第一数值，将负样本的第二损失值设置为较大的第二数值，从而能够以减小该第二损失值为目标来训练活体检测模型，使得活体检测模型可以学习正样本中包含的正确知识，以及负样本中包含的错误知识，可以快速有效地提高活体检测模型的准确性，加快了训练速度。

需要说明的是，为了训练活体检测模型，计算机设备先获取训练样本集，该训练样本集包括多组样本，每组样本包括一个样本手掌骨骼关节图像和对应的样本标签结果。基于训练样本集训练活体检测模型的过程包括多次迭代过程，在每次迭代过程中，基于至少一组样本进行训练，本申请实施例仅以一组样本为例进行说明。

在训练活体检测模型的过程中，需要进行多次迭代。在一种可能实现方式中，响应于迭代轮次达到第一阈值，停止对该活体检测模型进行训练。

本申请实施例提供的方法，在训练活体检测模型的过程中，采用第三样本手掌骨骼关节图像和样本标签结果作为监督学习的训练样本，基于活体检测模型预测得到的预测判别结果和样本标签结果，训练活体检测模型，使得活体检测模型学习到如何根据手掌骨骼关节图像中的特征分辨手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像，从而提高了活体检测模型的准确性。进而，后续在实际应用中使用训练完成的活体检测模型进行活体检测，提高了对手掌骨骼关节图像进行活体检测的便捷性和效率。

图 9 是本申请实施例提供的一种活体检测方法的架构图，如图 9 所示，本申请实施例提

供的活体检测方法从整个架构的角度可以划分为三个阶段，分别为模型训练阶段、模型使用阶段和模型调优阶段。

在模型训练阶段中，包括超分辨率模型的训练过程和活体检测模型的训练过程。超分辨率模型的训练过程是基于低分辨率的手掌骨骼关节图像和高分辨率的手掌骨骼关节图像的数据集实现的，在初始化超分辨率模型的网络结构和网络参数后，利用数据集训练超分辨率模型，使用反向传播算法和随机梯度下降法等方法，对超分辨率模型的网络参数进行调整。活体检测模型的训练过程是基于手掌骨骼关节图像和对应的标签结果的数据集实现的，在初始化活体检测模型的网络结构和网络参数后，利用数据集训练活体检测模型，使用反向传播算法和随机梯度下降法等方法，对活体检测模型的网络参数进行调整。

在模型使用阶段中，在手掌扫描设备上扫描用户的手掌，手掌扫描设备采集手掌骨骼关节图像，手掌扫描设备将采集到的手掌骨骼关节图像通过网络传输给后端的服务器，服务器中部署有训练后的超分辨率模型和活体检测模型。服务器将手掌骨骼关节图像输入超分辨率模型，超分辨率模型输出分辨率更高的手掌骨骼关节图像，然后将分辨率更高的手掌骨骼关节图像输入活体检测模型，活体检测模型输出判别结果。

在模型调优阶段中，如果发现活体检测模型输出的判别结果与手掌骨骼关节图像真实的标签结果不一致，也即是活体检测模型检测出错，则可以将检测出错的手掌骨骼关节图像和对应的标签结果组成新的数据集，使用该新的数据集继续对活体检测模型进行训练和调优，以提升活体检测模型的泛化能力和准确性。

图 10 是本申请实施例提供的一种活体检测装置的结构示意图。参见图 10，该装置包括：

图像获取模块 1001，用于获取第一手掌骨骼关节图像，第一手掌骨骼关节图像包括手掌骨骼和手掌骨骼之间的关节软组织；

超分辨率处理模块 1002，用于对第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到第二手掌骨骼关节图像，第二手掌骨骼关节图像的分辨率大于第一手掌骨骼关节图像的分辨率；

活体检测模块 1003，用于获取第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征；

活体检测模块 1003，还用于基于手掌特征，确定判别结果，判别结果用于表示第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像，活体手掌骨骼关节图像是指通过对真实手掌进行拍摄得到的手掌骨骼关节图像。

本申请实施例提供的活体检测装置，利用手掌骨骼关节图像中的手掌骨骼和关节软组织进行手掌的活体检测，由于真实手掌的手掌骨骼和关节软组织具有极高的复杂性，导致手掌骨骼和关节软组织的仿造难度较高，仿造得到的非活体手掌骨骼关节图像和真实的活体手掌骨骼关节图像之间的差别较大，因此利用手掌骨骼关节图像进行活体检测的准确性较高，并且考虑到手掌骨骼关节图像所包含的细节信息较多，还额外对手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到分辨率更高的手掌骨骼关节图像，利用分辨率更高的手掌骨骼关节图像进行活体检测，使得活体检测过程不会忽略掉细节信息，进一步提高了活体检测的准确性。

可选地，超分辨率模型包括第一特征提取网络、特征映射网络和图像重建网络；超分辨率处理模块 1002，用于：

通过第一特征提取网络，获取第一手掌骨骼关节图像对应的第一图像特征；

通过特征映射网络，将第一图像特征映射为第二图像特征，第二图像特征的维度数量大于第一图像特征的维度数量；

通过图像重建网络，基于第二图像特征，重建第二手掌骨骼关节图像。

可选地，参见图 11，装置还包括第一训练模块 1004，用于：

获取第一样本手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像，第一样本手掌骨骼关节图像的内容和第二样本手掌骨骼关节图像的内容相同，第二样本手掌骨骼关节图像的分辨率大于第一样本手掌骨骼关节图像的分辨率；

通过第一特征提取网络，获取第一样本手掌骨骼关节图像对应的第一样本图像特征；

通过特征映射网络，将第一样本图像特征映射为第二样本图像特征，第二样本图像特征的维度数量大于第一样本图像特征的维度数量；

通过图像重建网络，基于第二样本图像特征，重建预测手掌骨骼关节图像；

基于预测手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像，训练超分辨率模型。

可选地，第一训练模块 1004，用于：

基于预测手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像之间的差值，确定第一损失值，第一损失值与该差值正相关；

基于第一损失值，训练超分辨率模型，以使通过训练后的超分辨率模型得到的第一损失值减小。

可选地，活体检测模型包括第二特征提取网络和分类网络；

获取第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征的步骤，通过第二特征提取网络执行；

基于手掌特征，确定判别结果的步骤，通过分类网络执行。

可选地，参见图 11，装置还包括第二训练模块 1005，用于：

获取第三样本手掌骨骼关节图像和样本标签结果，样本标签结果用于表示第三样本手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像的真实结果；

通过第二特征提取网络，获取第三样本手掌骨骼关节图像对应的样本手掌特征；

通过分类网络，基于样本手掌特征，确定预测判别结果，预测判别结果用于表示第三样本手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像的预测结果；

基于预测判别结果和样本标签结果，训练活体检测模型。

可选地，第二训练模块 1005，用于：

获取原始手掌骨骼关节图像，原始手掌骨骼关节图像为未经超分辨率处理的图像；

将原始手掌骨骼关节图像确定为第三样本手掌骨骼关节图像；或者，对原始手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到第三样本手掌骨骼关节图像。

可选地，第二训练模块 1005，用于：

在预测判别结果与样本标签结果一致的情况下，将第一数值确定为第二损失值，在预测判别结果与样本标签结果不一致的情况下，将第二数值确定为第二损失值，第二数值大于第一数值；

基于第二损失值，训练活体检测模型，以使通过训练后的活体检测模型得到的第二损失值减小。

可选地，参见图 11，装置还包括：

标签结果获取模块 1006，用于获取第一手掌骨骼关节图像的标签结果，标签结果用于表示第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像的真实结果；

训练样本确定模块 1007，用于在判别结果与标签结果不一致的情况下，将第一手掌骨骼关节图像和标签结果确定为训练样本，或者将第二手掌骨骼关节图像和标签结果确定为训练样本；

第二训练模块 1005，用于基于训练样本，训练活体检测模型。

可选地，图像获取模块 1001，用于通过 X 光摄像机、磁共振成像设备或者超声波造影设备，对手掌进行采集，得到所述第一手掌骨骼关节图像。

需要说明的是：上述实施例提供的活体检测装置，仅以上述各功能模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即将计算机设备的内部结构划分成不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。另外，上述实施例提供的活体检测装置与活体检测方法实施例属于同一构思，其具体实现过程详见方法实施例，这里不再赘述。

本申请实施例还提供了一种计算机设备，该计算机设备包括处理器和存储器，存储器中存储有至少一条计算机程序，该至少一条计算机程序由处理器加载并执行，以实现上述实施例的活体检测方法中所执行的操作。

可选地，该计算机设备提供为终端。图 12 示出了本申请一个示例性实施例提供的终端 1200 的结构示意图。终端 1200 包括有：处理器 1201 和存储器 1202。

处理器 1201 可以包括一个或多个处理核心，比如 4 核心处理器、8 核心处理器等。处理器 1201 可以采用 DSP (Digital Signal Processing, 数字信号处理)、FPGA (Field Programmable Gate Array, 现场可编程门阵列)、PLA (Programmable Logic Array, 可编程逻辑阵列) 中的至少一种硬件形式来实现。一些实施例中，处理器 1201 还可以包括 AI (Artificial Intelligence, 人工智能) 处理器，该 AI 处理器用于处理有关机器学习的计算操作。

存储器 1202 可以包括一个或多个计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质可以是非暂态的。在一些实施例中，存储器 1202 中的非暂态的计算机可读存储介质用于存储至少一条计算机程序，该至少一条计算机程序用于被处理器 1201 所具有以实现本申请中方法实施例提供的活体检测方法。

在一些实施例中，终端 1200 还可选包括有：外围设备接口 1203 和至少一个外围设备。处理器 1201、存储器 1202 和外围设备接口 1203 之间可以通过总线或信号线相连。各个外围设备可以通过总线、信号线或电路板与外围设备接口 1203 相连。可选地，外围设备包括：射频电路 1204、显示屏 1205、摄像头组件 1206、音频电路 1207 和电源 1208 中的至少一种。

外围设备接口 1203 可被用于将 I/O (Input /Output, 输入/输出) 相关的至少一个外围设备连接到处理器 1201 和存储器 1202。

射频电路 1204 用于接收和发射 RF (Radio Frequency, 射频) 信号，也称电磁信号。射频电路 1204 通过电磁信号与通信网络以及其他通信设备进行通信。射频电路 1204 将电信号转换为电磁信号进行发送，或者，将接收到的电磁信号转换为电信号。

显示屏 1205 用于显示 UI (User Interface, 用户界面)。该 UI 可以包括图形、文本、图标、视频及其它们的任意组合。当显示屏 1205 是触摸显示屏时，显示屏 1205 还具有采集在显示屏 1205 的表面或表面上方的触摸信号的能力。该触摸信号可以作为控制信号输入至处理器 1201 进行处理。此时，显示屏 1205 还可以用于提供虚拟按钮和/或虚拟键盘，也称软按钮和/或软键盘。

摄像头组件 1206 用于采集图像或视频。可选地，摄像头组件 1206 包括前置摄像头和后置摄像头。前置摄像头设置在终端 1200 的前面板，后置摄像头设置在终端 1200 的背面。

音频电路 1207 可以包括麦克风和扬声器。麦克风用于采集用户及环境的声波，并将声波转换为电信号输入至处理器 1201 进行处理，或者输入至射频电路 1204 以实现语音通信。扬声器则用于将来自处理器 1201 或射频电路 1204 的电信号转换为声波。在一些实施例中，音频电路 1207 还可以包括耳机插孔。

电源 1208 用于为终端 1200 中的各个组件进行供电。电源 1208 可以是交流电、直流电、一次性电池或可充电电池。当电源 1208 包括可充电电池时，该可充电电池可以支持有线充电或无线充电。该可充电电池还可以用于支持快充技术。

在一些实施例中，终端 1200 还包括有一个或多个传感器 1209。该一个或多个传感器 1209 包括但不限于：加速度传感器 1210、陀螺仪传感器 1211、压力传感器 1212、光学传感器 1213 以及接近传感器 1214。

加速度传感器 1210 可以检测以终端 1200 建立的坐标系的三个坐标轴上的加速度大小。比如，加速度传感器 1210 可以用于检测重力加速度在三个坐标轴上的分量。

陀螺仪传感器 1211 可以检测终端 1200 的机体方向及转动角度，陀螺仪传感器 1211 可以与加速度传感器 1210 协同采集用户对终端 1200 的 3D 动作。处理器 1201 根据陀螺仪传感器 1211 采集的数据，可以实现如下功能：动作感应（比如根据用户的倾斜操作来改变 UI）、拍

摄时的图像稳定、游戏控制以及惯性导航。

压力传感器 1212 可以设置在终端 1200 的侧边框和/或显示屏 1205 的下层。当压力传感器 1212 设置在终端 1200 的侧边框时,可以检测用户对终端 1200 的握持信号,由处理器 1201 根据压力传感器 1212 采集的握持信号进行左右手识别或快捷操作。当压力传感器 1212 设置在显示屏 1205 的下层时,由处理器 1201 根据用户对显示屏 1205 的压力操作,实现对 UI 界面上的可操作性控件进行控制。可操作性控件包括按钮控件、滚动条控件、图标控件、菜单控件中的至少一种。

光学传感器 1213 用于采集环境光强度。在一个实施例中,处理器 1201 可以根据光学传感器 1213 采集的环境光强度,控制显示屏 1205 的显示亮度。可选地,当环境光强度较高时,调高显示屏 1205 的显示亮度;当环境光强度较低时,调低显示屏 1205 的显示亮度。在另一个实施例中,处理器 1201 还可以根据光学传感器 1213 采集的环境光强度,动态调整摄像头组件 1206 的拍摄参数。

接近传感器 1214,也称距离传感器,设置在终端 1200 的前面板。接近传感器 1214 用于采集用户与终端 1200 的正面之间的距离。在一个实施例中,当接近传感器 1214 检测到用户与终端 1200 的正面之间的距离逐渐变小时,由处理器 1201 控制显示屏 1205 从亮屏状态切换为息屏状态;当接近传感器 1214 检测到用户与终端 1200 的正面之间的距离逐渐变大时,由处理器 1201 控制显示屏 1205 从息屏状态切换为亮屏状态。

本领域技术人员可以理解,图 12 中示出的结构并不构成对终端 1200 的限定,可以包括比图示更多或更少的组件,或者组合某些组件,或者采用不同的组件布置。

可选地,该计算机设备提供为服务器。图 13 是本申请实施例提供的一种服务器的结构示意图,该服务器 1300 可因配置或性能不同而产生比较大的差异,可以包括一个或一个以上处理器(Central Processing Units, CPU) 1301 和一个或一个以上的存储器 1302,其中,所述存储器 1302 中存储有至少一条计算机程序,所述至少一条计算机程序由所述处理器 1301 加载并执行以实现上述各个方法实施例提供的方法。当然,该服务器还可以具有有线或无线网络接口、键盘以及输入输出接口等部件,以便进行输入输出,该服务器还可以包括其他用于实现设备功能的部件,在此不做赘述。

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有至少一条计算机程序,该至少一条计算机程序由处理器加载并执行,以实现上述实施例的活体检测方法所执行的操作。

本申请实施例还提供了一种计算机程序产品,包括计算机程序,所述计算机程序由处理器加载并执行,以实现如上述实施例的活体检测方法所执行的操作。

本申请实施例还提供了一种手掌扫描设备,手掌扫描设备包括:

X 光摄像机、磁共振成像设备或者超声波造影设备,用于获取手掌骨骼关节图像;

射频电路,用于向服务器发送手掌骨骼关节图像,服务器用于基于手掌骨骼关节图像进行活体检测。

其中,服务器基于手掌骨骼关节图像进行活体检测的过程详见上述实施例,在此不再赘述。

可选地,手掌扫描设备包括 X 光摄像机;

X 光摄像机包括:发光组件和成像组件;

发光组件位于上方,成像组件位于下方,发光组件和成像组件之间存在空间;

发光组件用于向下发射 X 光,穿透位于发光组件与成像组件之间的手掌;

成像组件用于接收穿透手掌后的 X 光并成像,得到手掌骨骼关节图像。

例如,X 光摄像机的结构如图 4 所示。

可选地,本申请实施例应用于手掌支付场景下,手掌扫描设备为手掌支付设备。用户需

要支付费用时,将手掌放置于发光组件与成像组件之间的空间中,则在手掌支付设备中,发光组件向下发射X光,穿透位于发光组件与成像组件之间的手掌,成像组件接收穿透手掌后的X光并成像,得到手掌骨骼关节图像。之后通过射频电路向服务器发送手掌骨骼关节图像,服务器获取到手掌骨骼关节图像后,对该手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理,得到分辨率更高的手掌骨骼关节图像,获取此分辨率更高的手掌骨骼关节图像对应的手掌特征,从而基于该手掌特征确定判别结果,如果判别结果表示手掌骨骼关节图像为活体手掌骨骼关节图像,则基于该手掌骨骼关节图像进行身份识别,确定用户的账号,从用户的账号中支付费用。如果判别结果表示手掌骨骼关节图像为非活体手掌骨骼关节图像,则向手掌支付设备发送识别错误消息,由手掌支付设备展示识别错误消息,以提示用户未通过手掌识别。

另外,本申请实施例还可以应用于其他的场景下,手掌扫描设备可以为用于实现除手掌支付之外的其他功能的设备,本申请实施例对手掌扫描设备的应用场景不做限定。例如,在手掌打开门禁系统的场景下,手掌扫描设备为门禁系统的验证设备,用户需要打开门禁系统时,在手掌扫描设备上扫描手掌,手掌扫描设备得到手掌骨骼关节图像后,向服务器发送手掌骨骼关节图像,服务器获取到手掌骨骼关节图像后,对该手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理,得到分辨率更高的手掌骨骼关节图像,获取此分辨率更高的手掌骨骼关节图像对应的手掌特征,从而基于该手掌特征确定判别结果,如果判别结果表示手掌骨骼关节图像为活体手掌骨骼关节图像,则基于该手掌骨骼关节图像进行身份识别,确定用户属于门禁系统允许进入的用户,则打开门禁系统的门锁。如果判别结果表示手掌骨骼关节图像为非活体手掌骨骼关节图像,则向手掌支付设备发送识别错误消息,由手掌支付设备展示或播放识别错误消息,以提示用户未通过手掌识别。

可选地,手掌扫描设备还可以包括显示屏,在用户将手掌放置于发光组件与成像组件之间的空间后,可以通过显示屏可以显示识别消息,如识别成功消息或识别失败消息等,以便用户了解识别结果。

可选地,手掌扫描设备还可以包括摄像头组件,通过摄像头组件可以采集用户的图像,如人脸图像或虹膜图像等,从而基于采集到的图像进行身份识别、支付等操作。

可选地,手掌扫描设备还可以包括音频电路,音频电路包括麦克风,通过麦克风可以采集用户的语音,从而基于采集到的语音进行声纹识别,以便基于识别到的声纹进行身份识别、支付等操作。

可选地,手掌扫描设备还可以包括音频电路,音频电路包括扬声器,通过扬声器可以播放语音消息,如对用户的手掌骨骼关节图像进行识别后,可以通过扬声器播放识别消息,如识别成功消息或识别失败消息等。

另外,手掌扫描设备还可以包括其他的部件,如图12所示的一种或多种部件等,本申请实施例对此不做限定。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

以上所述仅为本申请实施例的可选实施例,并不用以限制本申请实施例,凡在本申请实施例的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

1.一种活体检测方法，所述方法包括：

计算机设备获取第一手掌骨骼关节图像，所述第一手掌骨骼关节图像包括手掌骨骼和手掌骨骼之间的关节软组织；

所述计算机设备对所述第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到第二手掌骨骼关节图像，所述第二手掌骨骼关节图像的分辨率大于所述第一手掌骨骼关节图像的分辨率；

所述计算机设备获取所述第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征；

所述计算机设备基于所述手掌特征，确定判别结果，所述判别结果用于表示所述第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像，所述活体手掌骨骼关节图像是指通过对真实手掌进行拍摄得到的手掌骨骼关节图像。

2.根据权利要求1所述的方法，其中，超分辨率模型包括第一特征提取网络、特征映射网络和图像重建网络；所述计算机设备对所述第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理，得到第二手掌骨骼关节图像，包括：

所述计算机设备通过所述第一特征提取网络，获取所述第一手掌骨骼关节图像对应的第一图像特征；

所述计算机设备通过所述特征映射网络，将所述第一图像特征映射为第二图像特征，所述第二图像特征的维度数量大于所述第一图像特征的维度数量；

所述计算机设备通过所述图像重建网络，基于所述第二图像特征，重建所述第二手掌骨骼关节图像。

3.根据权利要求2所述的方法，其中，所述超分辨率模型的训练过程，包括：

获取第一样本手掌骨骼关节图像和第二样本手掌骨骼关节图像，所述第一样本手掌骨骼关节图像的内容和所述第二样本手掌骨骼关节图像的内容相同，所述第二样本手掌骨骼关节图像的分辨率大于所述第一样本手掌骨骼关节图像的分辨率；

通过所述第一特征提取网络，获取所述第一样本手掌骨骼关节图像对应的第一样本图像特征；

通过所述特征映射网络，将所述第一样本图像特征映射为第二样本图像特征，所述第二样本图像特征的维度数量大于所述第一样本图像特征的维度数量；

通过所述图像重建网络，基于所述第二样本图像特征，重建预测手掌骨骼关节图像；

基于所述预测手掌骨骼关节图像和所述第二样本手掌骨骼关节图像，训练所述超分辨率模型。

4.根据权利要求3所述的方法，其中，所述基于所述预测手掌骨骼关节图像和所述第二样本手掌骨骼关节图像，训练所述超分辨率模型，包括：

基于所述预测手掌骨骼关节图像和所述第二样本手掌骨骼关节图像之间的差值，确定第一损失值，所述第一损失值与所述差值正相关；

基于所述第一损失值，训练所述超分辨率模型，以使通过训练后的超分辨率模型得到的第一损失值减小。

5.根据权利要求1-4任一项所述的方法，其中，活体检测模型包括第二特征提取网络 and 分类网络；

所述计算机设备获取所述第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征的步骤，通过所述第二特征提取网络执行；

所述计算机设备基于所述手掌特征，确定判别结果的步骤，通过所述分类网络执行。

6.根据权利要求5所述的方法,其中,所述活体检测模型的训练过程,包括:

获取第三样本手掌骨骼关节图像和样本标签结果,所述样本标签结果用于表示所述第三样本手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像的真实结果;

通过所述第二特征提取网络,获取所述第三样本手掌骨骼关节图像对应的样本手掌特征;

通过所述分类网络,基于所述样本手掌特征,确定预测判别结果,所述预测判别结果用于表示所述第三样本手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像的预测结果;

基于所述预测判别结果和所述样本标签结果,训练所述活体检测模型。

7.根据权利要求6所述的方法,其中,所述获取第三样本手掌骨骼关节图像,包括:

获取原始手掌骨骼关节图像,所述原始手掌骨骼关节图像为未经超分辨率处理的图像;

将所述原始手掌骨骼关节图像确定为所述第三样本手掌骨骼关节图像;或者,对所述原始手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理,得到所述第三样本手掌骨骼关节图像。

8.根据权利要求6或7所述的方法,其中,所述基于所述预测判别结果和所述样本标签结果,训练所述活体检测模型,包括:

在所述预测判别结果与所述样本标签结果一致的情况下,将第一数值确定为第二损失值,在所述预测判别结果与所述样本标签结果不一致的情况下,将第二数值确定为所述第二损失值,所述第二数值大于所述第一数值;

基于所述第二损失值,训练所述活体检测模型,以使通过训练后的活体检测模型得到的第二损失值减小。

9.根据权利要求5-8任一项所述的方法,其中,所述基于所述手掌特征,确定判别结果之后,所述方法还包括:

获取所述第一手掌骨骼关节图像的标签结果,所述标签结果用于表示所述第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像的真实结果;

在所述判别结果与所述标签结果不一致的情况下,将所述第一手掌骨骼关节图像和所述标签结果确定为训练样本,或者将所述第二手掌骨骼关节图像和所述标签结果确定为训练样本;

基于所述训练样本,训练所述活体检测模型。

10.根据权利要求1-9任一项所述的方法,其中,所述计算机设备获取第一手掌骨骼关节图像,包括:

所述计算机设备通过X光摄像机、磁共振成像设备或者超声波造影设备,对手掌进行采集,得到所述第一手掌骨骼关节图像。

11.一种活体检测装置,所述装置包括:

图像获取模块,用于获取第一手掌骨骼关节图像,所述第一手掌骨骼关节图像包括手掌骨骼和手掌骨骼之间的关节软组织;

超分辨率处理模块,用于对所述第一手掌骨骼关节图像进行超分辨率处理,得到第二手掌骨骼关节图像,所述第二手掌骨骼关节图像的分辨率大于所述第一手掌骨骼关节图像的分辨率;

活体检测模块,用于获取所述第二手掌骨骼关节图像对应的手掌特征;

所述活体检测模块,还用于基于所述手掌特征,确定判别结果,所述判别结果用于表示所述第一手掌骨骼关节图像是否为活体手掌骨骼关节图像,所述活体手掌骨骼关节图像是指通过对真实手掌进行拍摄得到的手掌骨骼关节图像。

12.一种计算机设备，所述计算机设备包括处理器和存储器，所述存储器中存储有至少一条计算机程序，所述至少一条计算机程序由所述处理器加载并执行，以实现如权利要求 1 至 10 任一项所述的活体检测方法所执行的操作。

13.一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有至少一条计算机程序，所述至少一条计算机程序由处理器加载并执行，以实现如权利要求 1 至 10 任一项所述的活体检测方法所执行的操作。

14.一种计算机程序产品，包括计算机程序，所述计算机程序由处理器加载并执行，以实现如权利要求 1 至 10 任一项所述的活体检测方法所执行的操作。

15.一种手掌扫描设备，所述手掌扫描设备包括：

X 光摄像机、磁共振成像设备或者超声波造影设备，用于获取手掌骨骼关节图像；

射频电路，用于向服务器发送所述手掌骨骼关节图像，所述服务器用于基于所述手掌骨骼关节图像进行活体检测。

16.根据权利要求 15 所述的手掌扫描设备，其特征在于，所述手掌扫描设备包括所述 X 光摄像机；

所述 X 光摄像机包括：发光组件和成像组件；

所述发光组件位于上方，所述成像组件位于下方，所述发光组件和所述成像组件之间存在空间；

所述发光组件用于向下发射 X 光，穿透位于所述发光组件与所述成像组件之间的手掌；

所述成像组件用于接收穿透所述手掌后的 X 光并成像，得到所述手掌骨骼关节图像。