

样本掌纹图像的生成方法、装置、设备、介质及程序产品

相关申请

本申请要求 2013 年 4 月 19 日申请的，申请号为 2023104648718，名称为“掌纹样本的生成方法、装置、设备、介质及程序产品”的中国专利申请的优先权，在此将其全文引入作为参考。

技术领域

本申请实施例涉及机器学习领域，特别涉及一种样本掌纹图像的生成方法、装置、设备、介质及程序产品。

背景技术

随着信息技术的飞速发展，掌纹识别技术因其可靠性以及便捷性，在各种身份认证场景中得到越来越广泛的应用。掌纹识别根据手掌中的主线、纹理、皱纹等特征进行身份识别，相较面部识别，属于一种非侵犯性的识别方法，更容易为用户所接受。

相关技术中，在对掌纹进行识别时，通常采用机器学习方法对采集得到的掌纹图像上掌纹信息的内在规律进行学习，促使模型学习到更具有区分力的潜在特征，并利用训练得到的模型对掌纹进行识别，以实现身份识别过程。

然而，由于掌纹图像具有较强的隐私性，使得掌纹识别领域缺乏大量的公共数据集供模型进行学习，且随机生成的掌纹样本的真实性较差，不利于模型学习到较好的身份信息，使得模型的身份识别效果较差。

发明内容

本申请提供了一种样本掌纹图像的生成方法，由计算机设备执行，所述方法包括：

根据预设的掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线；

确定所述至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域，基于预设的掌纹细纹分布规律在所述掌纹分布区域内生成至少一条掌纹细纹；

基于所述掌纹分布区域内的所述至少一条掌纹主线和所述至少一条掌纹细纹，生成候选掌纹图像，在所述候选掌纹图像标注候选图像标签，所述候选图像标签用于表示所述候选掌纹图像的掌纹分布，所述掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种；

将所述候选掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，得到样本掌纹图像，所述掌纹生成模型是通过预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和所述候选图像标签预训练得到的模型，所述掌纹图像标签用于指示预先采集的所述掌纹图像的掌纹分布，所述样本掌纹图像用于对掌纹识别模型进行训练。

另一方面，提供了一种样本掌纹图像的生成装置，所述装置包括：

主线生成模块，用于根据预设的掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线；

细纹生成模块，用于确定所述至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域，基于预设的掌纹细纹分布规律在所述掌纹分布区域内生成至少一条掌纹细纹；

图像获取模块，用于基于所述掌纹分布区域内的所述至少一条掌纹主线和所述至少一条掌纹细纹，生成候选掌纹图像，在所述候选掌纹图像标注候选图像标签，所述候选图像标签用于表示所述候选掌纹图像的掌纹分布，所述掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种；

图像生成模块，用于将所述候选掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，得到样本掌纹图像，所述掌纹生成模型是通过预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和所述候选图像标签预训练得到的模型，所述掌纹图像标签用于指示预先采集的所述掌纹图像的掌纹分布，所述样本掌纹图像用于对掌纹识别模型进行训练。

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指令、至少一段程序、代码集或指令集，所述至少一条指令、所述至少一段程序、所述代码集或指令集由所述处理器加载并执行以实现如上述本申请实施例中

任一所述样本掌纹图像的生成方法。

另一方面，提供了一种计算机可读存储介质，所述存储介质中存储有至少一条指令、至少一段程序、代码集或指令集，所述至少一条指令、所述至少一段程序、所述代码集或指令集由处理器加载并执行以实现如上述本申请实施例中任一所述的样本掌纹图像的生成方法。

另一方面，提供了一种计算机程序产品或计算机程序，该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令，该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机指令，处理器执行该计算机指令，使得该计算机设备执行上述实施例中任一所述的样本掌纹图像的生成方法。

本申请的一个或多个实施例的细节在下面的附图和描述中提出。本申请的其它特征、目的和优点将从说明书、附图以及权利要求书变得明显。

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 是本申请一个示例性实施例提供的实施环境示意图；
- 图 2 是本申请一个示例性实施例提供的样本掌纹图像的生成方法的流程图；
- 图 3 是本申请一个示例性实施例提供的手掌掌纹的示意图；
- 图 4 是本申请一个示例性实施例提供的候选掌纹图像的示意图；
- 图 5 是本申请一个示例性实施例提供的训练得到掌纹生成模型的流程图；
- 图 6 是本申请另一个示例性实施例提供的样本掌纹图像的生成方法的流程图；
- 图 7 是本申请一个示例性实施例提供的贝塞尔曲线示意图；
- 图 8 是本申请再一个示例性实施例提供的样本掌纹图像的生成方法的流程图；
- 图 9 是本申请又一个示例性实施例提供的样本掌纹图像的生成方法的流程图；
- 图 10 是本申请一个示例性实施例提供的应用目标掌纹识别模型的流程图；
- 图 11 是本申请一个示例性实施例提供的样本掌纹图像的生成方法的整体流程图；
- 图 12 是本申请一个示例性实施例提供的第三区域的示意图；
- 图 13 是本申请一个示例性实施例提供的确定第三区域的示意图；
- 图 14 是本申请一个示例性实施例提供的候选掌纹图像的示意图；
- 图 15 是本申请一个示例性实施例提供的生成对抗网络训练阶段的模型原理图；
- 图 16 是本申请一个示例性实施例提供的生成器的网络结构示意图；
- 图 17 是本申请一个示例性实施例提供的训练得到目标掌纹识别模型的示意图；
- 图 18 是本申请一个示例性实施例提供的样本掌纹图像的生成装置的结构框图；
- 图 19 是本申请另一个示例性实施例提供的样本掌纹图像的生成装置的结构框图；
- 图 20 是本申请一个示例性实施例提供的服务器的结构框图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

相关技术中，在对掌纹进行识别时，通常采用机器学习方法对采集得到的掌纹图像上掌纹信息的内在规律进行学习，促使模型学习到更具有区分力的潜在特征，并利用训练得到的模型对掌纹进行识别，以实现身份识别过程。然而，由于掌纹图像具有较强的隐私性，使得掌纹识别领域缺乏大量的公共数据集供模型进行学习，且随机生成的掌纹样本的真实性较差，不利于模型学习到较好的身份信息，使得模型的身份识别效果较

差。

本申请实施例中，提供了一种样本掌纹图像的生成方法，能够在得到大批量且多样性的候选掌纹图像后，以预先采集得到的掌纹图像对生成的候选掌纹图像进行约束调整，提高生成的样本掌纹图像的真实性，进而有利于提升掌纹识别模型的鲁棒性。针对本申请训练得到的样本掌纹图像的生成方法，在应用时包括掌纹识别模型训练场景、掌纹加密场景、掌纹识别场景等多种场景中。值得注意的是，上述应用场景仅为示意性的举例，本实施例提供的样本掌纹图像的生成方法还可以应用于其他场景中，本申请实施例对此不加以限定。

需要进行说明的是，本申请在收集用户的相关数据之前以及在收集用户的相关数据的过程中，都可以显示提示界面、弹窗或输出语音提示信息，该提示界面、弹窗或语音提示信息用于提示用户当前正在搜集其相关数据，使得本申请仅仅在获取到用户对该提示界面或者弹窗发出的确认操作后，才开始执行获取用户相关数据的相关步骤，否则（即未获取到用户对该提示界面或者弹窗发出的确认操作时），结束获取用户相关数据的相关步骤，即不获取用户的相关数据。换句话说，本申请所采集的所有用户数据都是在用户同意并授权的情况下进行采集的，且相关用户数据的收集、使用和处理需要遵守相关国家和地区的相关法律法规和标准。

其次，对本申请实施例中涉及的实施环境进行说明。本申请实施例提供的样本掌纹图像的生成方法可以由终端单独执行实现，也可以由服务器执行实现，或者由终端和服务器通过数据交互实现，本申请实施例对此不加以限定。可选地，以终端和服务器交互执行数据传输方法为例进行说明。

示意性的，请参考图 1，该实施环境中涉及终端 110、服务器 120，终端 110 和服务器 120 之间通过通信网络 130 连接。

在一些实施例中，终端 110 中安装有具有掌纹图像获取功能的应用程序。示意性的，终端 110 用于向服务器 120 发送掌纹图像库，掌纹图像库中预先存储有采集得到的多个掌纹图像，服务器 120 可根据掌纹图像库，确定掌纹主线分布规律以及掌纹主线细纹分布规律等掌纹数据信息。

或者，终端 110 中安装有掌纹图像分析功能的应用程序。示意性的，终端 110 采集得到多个掌纹图像，并对多个掌纹图像进行图像分析后，确定掌纹主线分布规律以及掌纹主线细纹分布规律等掌纹数据信息；之后，终端 110 将掌纹主线分布规律以及掌纹主线细纹分布规律发送至服务器 120。

在一些实施例中，服务器 120 根据预设的掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线，确定至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域，基于预设的掌纹细纹分布规律在掌纹分布区域内生成至少一条掌纹细纹，并将至少一条掌纹主线和至少一条掌纹细纹组成候选掌纹图像，候选掌纹图像标注有候选图像标签，候选图像标签用于表示候选掌纹图像中掌纹主线的分布。

可选地，服务器 120 将候选掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，得到样本掌纹图像。其中，掌纹生成模型是通过预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和候选图像标签预训练得到的模型，掌纹图像标签用于指示掌纹图像的掌纹分布。

在一些实施例中，通过掌纹生成模型对候选掌纹图像模型处理后的样本掌纹图像，用于对掌纹识别模型 121 进行训练，掌纹识别模型 121 用于进行掌纹识别。基于掌纹生成模型是通过采集得到的掌纹图像训练得到的模型，因此该样本掌纹图像不仅数量较大，且准确度较高，以样本掌纹图像对掌纹识别模型 121 进行训练，进而借助训练后的掌纹识别模型对掌纹进行识别，提高掌纹识别的准确率。

值得注意的是，上述终端包括但不限于手机、平板电脑、便携式膝上笔记本电脑、智能语音交互设备、智能家电、车载终端等移动终端，也可以实现为台式电脑等；上述服务器可以是独立的物理服务器，也可以是多个物理服务器构成的服务器集群或者分布式系统，还可以是提供云服务、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、内容分发网络（Content Delivery Network，CDN）、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。

其中，云技术（Cloud technology）是指在广域网或局域网内将硬件、应用程序、网络等系列资源统一起来，实现数据的计算、储存、处理和共享的一种托管技术。云技术基于云计算商业模式应用的网络技术、信息技术、整合技术、管理平台技术、应用技术等的总称，可以组成资源池，按需所用，灵活便利。

在一些实施例中，上述服务器还可以实现为区块链系统中的节点。

结合上述名词简介和应用场景，对本申请提供的样本掌纹图像的生成方法进行说明，以该方法应用于服务器为例，如图 2 所示，该方法包括如下步骤 210 至步骤 240。

步骤 210，根据预设的掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线。

其中，掌纹主线分布规律是对掌纹中主线如何分布的描述，用于指示掌纹中主线的分布。掌纹主线分布规律可以包括掌纹中主线的位置规律和走向规律，位置规律描述主线在掌纹中的位置，走向规律描述主线在掌纹中延伸的趋势。掌纹主线分布规律可以通过人工或者人工智能手段，对生物的掌纹进行总结归纳得出的。掌纹主线分布规律可以称之为掌纹主线分布模式或掌纹主线分布方式。

掌纹细纹分布规律是对掌纹中细纹如何分布的描述，用于指示掌纹中细纹的分布。掌纹细纹分布规律可以包括掌纹中细纹的位置规律和走向规律，位置规律描述细纹在掌纹中的位置，走向规律描述细纹在掌纹中延伸的趋势。掌纹细纹分布规律可以通过人工或者人工智能手段，对生物的掌纹进行总结归纳得出的。掌纹细纹分布规律可以称之为掌纹细纹分布模式或掌纹细纹分布方式。

可选地，基于对大量生物本身所具有的手掌掌纹进行分析后，确定手掌掌纹主要包括掌纹主线和掌纹细纹，其中，手掌掌纹的普遍特征包括如下至少一种：（1）掌纹主线的分布较为确定，掌纹细纹的分布较为随机；（2）掌纹主线在掌纹中通常具有更长、更粗、更深的纹理特征，掌纹细纹相较于掌纹主线而言，具有更细、更短、更浅的纹理特征。

可选地，当掌纹为手掌掌纹时，掌纹主线的分布通常呈现为对角关系，即：手掌的掌纹主线分布规律为对角规律。示意性的，以左手手掌为例，掌纹主线一般起始于左上角、结束于右下角；以右手手掌为例，掌纹主线一般起始于右上角、结束于左下角。如图 3 所示，为左手手掌的掌纹示意图，其中，掌心区域 310 中包括主线 320 以及细纹 330，较粗的线用于指示主线 320，较细的线用于指示细纹 330，即：掌心区域 310 中包括三条主线 320 以及 13 条细纹 330。

在一些实施例中，在预设的掌纹主线数量范围内，基于掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线。

示意性的，掌纹主线数量范围是基于对大量生物本身所具有的手掌掌纹进行分析后确定的数量范围。例如：基于对生物本身所具有的掌纹数据进行观测，掌纹主线的数量一般为 2~5 条。

在一个可选的实施例中，根据预设的掌纹主线分布规律生成定位点数据。

其中，定位点数据中包括第一主线定位点对应的第一数据和第二主线定位点对应的第二数据。

定位点数据用于指示主线的固定情况，包括第一数据和第二数据，基于第一数据和第二数据，确定主线的起始情况和终止情况，并大致确定主线的分布。示意性的，第一数据对应第一主线定位点；第二数据对应第二主线定位点。

可选地，将掌纹主线的起始点作为第一主线定位点，将掌纹主线的终止点作为第二主线定位点。

在一个可选的实施例中，根据掌纹主线弧度规律生成调节点数据。

其中，调节点数据对应的主线调节点用于控制第一主线定位点和第二主线定位点所构成的主线的弧度。

掌纹主线弧度规律用于指示掌纹中主线的弧度情况。示意性的，掌纹主线通常并非笔直的线段，而是具有一定弧度的曲线，在确定第一主线定位点和第二主线定位点后，通过生成的主线调节点，对第一主线定位点和第二主线定位点所构成主线的弧度进行调节。

在一个可选的实施例中，根据掌纹主线弧度规律，在第一主线定位点与第二主线定位点之间的区域，确定调节点数据。

示意性的，采用贝塞尔曲线对掌纹的几何外观进行参数化描述。可选地，使用至少一条贝塞尔曲线对手掌掌纹的主线进行描述。

其中，贝塞尔曲线（Bezier curve）是应用于二维图形应用程序的数学曲线。贝塞尔曲线由线段与节点组成，节点是可拖动的支点，线段类似可伸缩的皮筋，在对线段的形状进行控制时，通过节点控制线段的弧度，得到对应的曲线。

可选地，以任意一条掌纹主线为例进行说明，采用二阶贝塞尔曲线构成掌纹主线，即：在二维（2D，2-Dimensional）平面中采用三个数据（参数点）完成对一条掌纹主线（贝塞尔曲线）的确定。其中，三个数据分别为代表第一主线定位点的第一数据、主线调节点以及代表第二主线定位点的第二数据。

在一个可选的实施例中，基于第一数据、第二数据和调节点数据生成掌纹主线。其中，掌纹主线为依次连接第一主线定位点、主线调节点和第二主线定位点的曲线。

值得注意的是，以上仅为示意性的举例，本申请实施例对此不加以限定。

步骤 220，确定至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域，基于预设的掌纹细纹分布规律在掌纹分布区域内生成至少一条掌纹细纹。

示意性的，在生成至少一条掌纹主线后，确定至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域，掌纹分布区域是预先设定的、能够包括至少一条掌纹主线。具体可在至少一条掌纹主线所在的平面上，按照预设的掌纹分布区域的形状，确定将至少一条掌纹主线均容纳在内的掌纹分布区域。至少一条掌纹主线中可以存在与掌纹分布区域的边界相连接的掌纹主线，也可以是至少一条掌纹主线中的每一条掌纹主线与掌纹分布区域的边界之间的距离均不大于预设距离。

例如：在生成一条掌纹主线后，将该条掌纹主线作为对角线，并得到能够包括该条掌纹主线的矩形区域作为掌纹分布区域；或者，在生成多条掌纹主线后，将能够包括多条掌纹主线的区域作为掌纹分布区域，该区域可以为规则的矩形区域，也可以为任何不规则区域。

在一些实施例中，预先设定一个掌纹生成区域，在该掌纹生成区域内生成至少一条掌纹主线，将该掌纹生成区域作为掌纹分布区域。

其中，掌纹细纹分布规律用于指示掌纹中细纹的分布。

可选地，基于对大量生物本身所具有的手掌掌纹进行分析后，确定手掌掌纹除包括掌纹主线外，还包括有掌纹细纹。例如：相比分布较为确定的掌纹主线，掌纹细纹的分布较为随机；相比纹理特征更长、更粗、更深的掌纹主线，掌纹细纹具有更细、更短、更浅的纹理特征。

基于掌纹细纹分布规律，在掌纹分布区域内生成至少一条掌纹细纹。

可选地，在掌纹细纹分布规律中，包括掌纹细纹长度规律、掌纹细纹粗度规律、掌纹细纹密度规律等多种分布规律。

示意性的，掌纹细纹长度规律用于指示掌纹细纹的长度限制，例如：掌纹细纹的长度小于多条掌纹主线中最短的掌纹主线；或者，掌纹细纹的长度小于预设长度阈值（如：3 厘米）等。

示意性的，掌纹细纹粗度规律用于指示掌纹细纹的粗度限制，例如：掌纹细纹的粗度小于多条掌纹主线中最细的掌纹主线；或者，掌纹细纹的粗度小于预设粗度阈值（如：1 毫米）等。

示意性的，掌纹细纹密度规律用于指示至少两条掌纹细纹在掌纹生成区域内的相互分

布,例如:在掌纹生成区域内预先确定的X区域(预设区域)内,规定生成至少3条掌纹细纹;或者,将掌纹生成区域划分为单位长度(1厘米)的若干子区域,规定每个子区域中都应该有至少两条掌纹细纹等。

值得注意的是,以上多种分布规律既可以单独应用,也可以结合应用,例如:只采用长度规律确定掌纹细纹;或者,综合考虑长度规律、粗度规律以及密度规律,确定掌纹细纹等。以上仅为示意性的举例,本申请实施例对此不加以限定。

步骤230,基于掌纹分布区域内的至少一条掌纹主线和至少一条掌纹细纹,生成候选掌纹图像,在候选掌纹图像标注候选图像标签,候选图像标签用于表示候选掌纹图像的掌纹分布,掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种。

其中,掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种。

示意性的,在得到至少一条掌纹主线和至少一条掌纹细纹后,将包括至少一条掌纹主线和至少一条掌纹细纹的掌纹分布区域作为候选掌纹图像。在一些实施例中,可以将至少一条掌纹主线和至少一条掌纹细纹的掌纹分布区域做进一步处理后生成候选掌纹图像,进一步处理比如从掌纹分布区域的边缘向外扩展预设幅度,或者添加噪声。

例如:如图4所示,已根据预设的掌纹主线分布规律生成3条掌纹主线410(图4中加粗的长线段),且在4条掌纹主线所在的掌纹分布区域内,已基于预设的掌纹细纹分布规律生成12条掌纹细纹410(图4中未加粗的短线段),将包括4条掌纹主线和12条掌纹细纹的区域作为候选掌纹图像,即:将图4所示的图像作为候选掌纹图像。

其中,候选掌纹图像标注有候选图像标签,候选图像标签用于表示候选掌纹图像的掌纹分布。

其中,掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种。掌纹主线分布可以包括每条掌纹主线的描述信息和多条掌纹主线的位置相对关系。每条掌纹主线的描述信息可以包括描述掌纹主线位置的位置描述信息或描述掌纹主线走向的走向描述信息。掌纹细纹分布可以包括每条掌纹细纹的描述信息和多条掌纹细纹的位置相对关系。每条掌纹细纹的描述信息可以包括描述掌纹细纹位置的位置描述信息或描述掌纹细纹走向的走向描述信息。

在一些实施例中,在生成候选掌纹图像后,确定候选掌纹图像中掌纹主线分布;基于掌纹主线分布确定与候选掌纹图像对应的候选图像标签。其中,掌纹主线分布包括如下情况中的至少一种。

(1)根据掌纹主线中第一主线定位点和第二主线定位点的位置相对关系确定掌纹主线分布

示意性的,在得到至少一条掌纹主线后,确定每条掌纹主线分别对应的第一主线定位点和第二主线定位点,在对至少一条掌纹主线中目标掌纹主线的分布进行确定时,确定目标掌纹主线中第一主线定位点在掌纹分布区域内的第一位置,并确定目标掌纹主线中第二主线定位点在掌纹分布区域内的第二位置,确定第一位置和第二位置在掌纹分布区域内的位置相对关系,从而得到与该目标掌纹主线对应的位置相对关系。基于此方法确定与至少一个掌纹主线分别对应的位置相对关系。

可选地,综合至少一个掌纹主线分别对应的位置相对关系,确定与该候选掌纹图像对应的掌纹主线分布。

(2)根据多条掌纹主线之间的主线位置相对关系确定掌纹主线分布

示意性的,当得到的候选掌纹图像中包括多条掌纹主线,确定多个掌纹主线在掌纹分布区域内分别对应的主线位置,得到多个主线位置。在掌纹分布区域内确定多个主线位置之间的位置相对关系。例如:掌纹主线1对应的主线位置A与掌纹主线2对应的主线位置B呈现趋于平行的状态;掌纹主线1对应的主线位置A与掌纹主线3对应的主线位置C呈现趋于人字形状态等。

可选地,综合多个主线位置之间的位置相对关系,确定与该候选掌纹图像对应的掌纹

主线分布。

在一些实施例中，在生成候选掌纹图像后，确定候选掌纹图像中掌纹细纹分布；基于掌纹细纹分布确定与候选掌纹图像对应的候选图像标签。

示意性的，根据多个掌纹细纹之间的位置相对关系确定掌纹细纹分布；或者，根据多个掌纹细纹之间的交叉关系确定掌纹细纹分布等。

在一些实施例中，在生成候选掌纹图像后，确定候选掌纹图像中掌纹主线分布以及掌纹细纹分布；基于掌纹主线分布以及掌纹细纹分布确定与候选掌纹图像对应的候选图像标签。

示意性的，候选掌纹图像对应的掌纹分布用于指示候选掌纹图像所指示的身份标识信息（Identity document, ID），也即：表示掌纹分布的候选图像标签能够将多个候选掌纹图像进行区别。

可选地，生成多个候选掌纹图像后，综合掌纹主线分布和掌纹细纹分布为候选掌纹图像标注候选图像标签。对于其中任意两个候选掌纹图像，若其中的掌纹主线或掌纹细纹的位置、长度等任一项内容存在差异，则候选图像标签不同，从而能够将多个候选掌纹图像进行区别。

在一些实施例中，预先设定分布变化范围，其中包括掌纹主线分布变化范围和掌纹细纹分布变化范围。当掌纹主线分布超过掌纹主线分布变化范围，标注不同的候选图像标签；或者，当掌纹细纹分布超过掌纹细纹分布变化范围，标注不同的候选图像标签；或者，当掌纹主线分布超过掌纹主线分布变化范围，且掌纹细纹分布超过掌纹细纹分布变化范围，标注不同的候选图像标签等。

值得注意的是，以上仅为示意性的举例，本申请实施例对此不加以限定。

步骤 240，将候选掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，得到样本掌纹图像。

其中，掌纹生成模型是通过预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和候选图像标签预训练得到的模型。

掌纹图像用于表述具有掌纹纹理特征的图像。可选地，掌纹图像是预先采集的单张图像，或者，掌纹图像是预先采集的多张图像等。

可选地，掌纹图像标注有掌纹图像标签，掌纹图像标签用于指示掌纹图像的掌纹分布。

其中，掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种，掌纹图像对应的掌纹分布用于指示掌纹图像所指示的身份标识信息。

可选地，掌纹主线至少通过掌纹主线的掌纹主线起始点、掌纹主线终止点和掌纹主线的弧度确定，将至少一条掌纹主线分布作为与该掌纹图像对应的掌纹图像标签。

示意性的，当掌纹图像中存在多条掌纹主线时，根据最长的掌纹主线起始点、掌纹主线终止点和掌纹主线的弧度确定与该掌纹图像对应的掌纹图像标签；或者，当掌纹图像中存在多条掌纹主线时，综合多条掌纹主线分别对应的掌纹主线起始点、掌纹主线终止点和掌纹主线的弧度确定与该掌纹图像对应的掌纹图像标签等。

可选地，将至少一条掌纹细纹分布作为与该掌纹图像对应的掌纹图像标签。

示意性的，掌纹图像标签除用于指示掌纹主线的分布外，还用于指示掌纹图像中多个掌纹细纹的分布，如：掌纹细纹在掌纹图像中的位置关系；或者，掌纹细纹在掌纹图像中的数量情况等。

可选地，将至少一条掌纹细纹分布和至少一条掌纹主线分布作为与该掌纹图像对应的掌纹图像标签等。

其中，样本掌纹图像用于对掌纹识别模型进行训练，掌纹识别模型用于进行掌纹识别。

示意性的，在对候选掌纹图像进行调整后，得到更加符合采集得到的掌纹图像中掌纹分布规律的样本掌纹图像。

在一些实施例中，以该样本掌纹图像对待训练的掌纹识别模型进行训练；或者，将样本掌纹图像和掌纹图像库中的多个掌纹图像混合后，通过多个图像（包括样本掌纹图像和

多个掌纹图像)对待训练的掌纹识别模型进行训练;或者,以样本掌纹图像对待训练的掌纹识别模型进行初次训练后,再以掌纹图像库中的多个掌纹图像对初次训练后的掌纹识别模型,从而提升掌纹识别模型的鲁棒性。

值得注意的是,以上仅为示意性的举例,本申请实施例对此不加以限定。

综上所述,由于候选掌纹图像是基于掌纹主线分布规律和掌纹细纹分布规律得到的图像,因此具有大批量和多样性的特点,同时,为了使得候选掌纹图像更加贴合现实掌纹的图像,借助预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和候选图像标签预训练得到掌纹生成模型,并利用掌纹生成模型生成与候选掌纹图像对应的样本掌纹图像,从而使得样本掌纹图像中的掌纹分布更加准确,不仅突破掌纹数量较少的局限性,也提高了样本掌纹图像的真实性,进而有利于提升掌纹识别模型的鲁棒性,提高掌纹识别模型的掌纹识别准确率。

在一个可选的实施例中,掌纹生成模型是对候选生成模型进行模型训练后得到的模型。示意性的,如图5所示,对候选生成模型进行模型训练得到掌纹生成模型的过程可以实现为如下步骤510至步骤550。

步骤510,获取掌纹图像库。

其中,掌纹图像库中预先存储有采集得到的多个掌纹图像,多个掌纹图像分别标注有掌纹图像标签。

示意性的,多个掌纹图像为预先采集得到的、具有掌纹纹理特征的图像。例如:掌纹图像库中存储有对象A的掌纹图像a1、掌纹图像a2等,如:对象A的掌纹图像a1是对象A的左手掌纹图像、对象A的掌纹图像a2是对象A的右手掌纹图像等;掌纹图像库中还存储有对象B的掌纹图像b1、掌纹图像b2等,如:对象B的掌纹图像b1是对象B的左手掌纹图像、对象B的掌纹图像b2是对象B的另一个左手掌纹图像等。

其中,多个掌纹图像分别标注有掌纹图像标签,掌纹图像标签用于指示掌纹图像的掌纹分布。

步骤520,对掌纹图像提取特征,得到与掌纹图像对应的图像特征表示。

示意性的,获取得到与至少一个掌纹图像分别对应的图像特征表示。如:将至少一个掌纹图像通过编码器进行特征提取,得到与至少一个掌纹图像分别对应的图像特征表示。

步骤530,对候选掌纹图像提取特征,得到与候选掌纹图像对应的候选特征表示。

示意性的,在得到候选掌纹图像后,对候选掌纹图像进行下采样操作后,得到与候选掌纹图像对应的候选特征表示;或者,将候选掌纹图像通过编码器进行特征提取,得到与候选掌纹图像对应的候选特征表示等。

在一些实施例中,通过待训练的候选生成模型对候选掌纹图像进行特征提取,得到与候选掌纹图像对应的候选特征表示。

步骤540,通过待训练的候选生成模型对候选特征表示和图像特征表示融合后进行上采样,得到候选样本掌纹图像。

在一些实施例中,通过候选生成模型对候选特征表示和图像特征表示进行特征融合处理,得到融合特征表示。

其中,融合特征表示用于表征以至少一个图像特征表示对候选特征表示进行约束调整后得到的特征表示。

示意性的,将候选特征表示与图像特征表示进行按位点积操作,得到融合特征表示。例如:图像特征表示的特征维度为64,候选特征表示的特征维度也为64,因此融合特征表示的特征维度为64。

可选地,通过至少一个图像特征表示分别对候选特征表示进行特征融合处理,得到与至少一个图像特征表示分别对应的融合特征表示,即:得到至少一个融合特征表示。

可选地,将多个图像特征表示与候选特征表示进行特征融合处理,得到一个融合特征表示,该融合特征表示用于表示多个图像特征表示对候选特征表示进行调整的结果等。

在一些实施例中,对融合特征表示进行上采样处理,得到候选样本掌纹图像。

可选地，在得到融合特征表示后，通过上采样处理过程对至少一个融合特征表示进行尺寸还原，以得到与至少一个融合特征表示分别对应的样本掌纹图像。

步骤 550，通过候选样本掌纹图像对候选生成模型进行训练，得到掌纹生成模型。

在一个可选的实施例中，确定与候选样本掌纹图像对应的候选掌纹图像，并将候选掌纹图像对应的候选图像标签作为候选样本掌纹图像的样本图像标签。

示意性的，基于候选样本掌纹图像是基于候选特征表示和图像特征表示得到的图像，因此该候选样本掌纹图像与候选特征表示对应的候选掌纹图像相对应。例如：候选样本掌纹图像 A 是基于候选特征表示 a1 和图像特征表示 b1 得到的图像，因此该候选样本掌纹图像与候选特征表示 a1 对应的候选掌纹图像 A1 相对应。

可选地，基于候选样本掌纹图像与候选掌纹图像之间的对应关系，确定与该候选样本掌纹图像对应的候选掌纹图像的候选图像标签，并将该候选图像标签作为候选样本掌纹图像的样本图像标签。

示意性的，与候选样本掌纹图像 A 对应的候选掌纹图像 A1 的候选图像标签为“标签 a”，则将“标签 a”作为候选样本掌纹图像的样本图像标签。

在一个可选的实施例中，基于样本图像标签指示的掌纹分布和掌纹图像标签指示的掌纹分布之间的分布差异，获取与候选样本掌纹图像对应的损失值。

示意性的，计算样本图像标签和至少一个掌纹图像标签分别对应的损失值。

例如：获取样本图像标签对应的第一图像特征表示，以及与至少一个掌纹图像分别对应的第二图像特征表示，基于第一图像特征表示与第二图像特征表示在向量空间中的向量距离，得到与至少一个掌纹图像标签分别对应的损失值。

在一个可选的实施例中，以所述损失值对候选生成模型进行训练，得到掌纹生成模型。

示意性的，以至少一个损失值对候选生成模型进行训练，直至对候选生成模型的训练达到训练条件，得到掌纹生成模型。

其中，掌纹生成模型用于生成样本掌纹图像。也即：将掌纹生成模型用于样本掌纹图像的生成过程中。

综上所述，借助预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和候选图像标签预训练得到掌纹生成模型，并利用掌纹生成模型生成与候选掌纹图像对应的样本掌纹图像，从而使得样本掌纹图像中的掌纹分布更加准确，不仅突破掌纹数量较少的局限性，也提高了样本掌纹图像的真实性，进而有利于提升掌纹识别模型的鲁棒性，提高掌纹识别模型的掌纹识别准确率。

在本申请实施例中，介绍了对候选生成模型进行模型训练以得到用于生成样本掌纹图像的掌纹生成模型的模型训练过程。将预先获取的掌纹图像对应的图像特征表示与候选掌纹图像的候选特征表示融合后进行上采样，得到以至少一个图像特征表示对候选特征表示进行约束调整后的候选样本掌纹图像，相比未经掌纹图像调整的候选掌纹图像，该候选样本掌纹图像与预先获取的掌纹图像的掌纹纹理特征更为相近，进而通过候选样本掌纹图像对候选生成模型进行训练，能够得到鲁棒性更强的掌纹生成模型，进而有利于生成更加准确、真实度更强的样本掌纹图像。

在一个可选的实施例中，除可以直接基于预先训练得到的掌纹生成模型得到样本掌纹图像外，还可以借助采集得到的掌纹图像以及生成的候选掌纹图像分别对应图像标签之间的标签关联关系，以掌纹图像对候选掌纹图像进行约束调整，并得到样本掌纹图像。示意性的，将采集得到的掌纹图像以及生成的候选掌纹图像共同输入掌纹生成模型中，如图 6 所示，还可以实现为如下步骤 610 至步骤 640。

步骤 610，根据预设的掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线。

在一些实施例中，掌纹可以实现为手掌掌纹。手掌掌纹中掌纹主线的分布通常呈现为对角关系，即：手掌的掌纹主线分布规律为对角规律。

在一些实施例中，掌纹还可以实现为脚掌掌纹。脚掌掌纹中掌纹主线的分布通常呈现

为多种人字形纹、龟形纹、竖纹等多种掌纹形式，即：脚掌的掌纹主线分布规律可以对照几种常见形式进行确定。

在一个可选的实施例中，根据预设的掌纹主线分布规律生成定位点数据。

其中，定位点数据中包括第一主线定位点对应的第一数据和第二主线定位点对应的第二数据。

在一个可选的实施例中，将掌纹主线的起始点作为第一主线定位点，将掌纹主线的终止点作为第二主线定位点。示意性的，定位点数据的生成包括如下至少一种方式。

(1) 随机生成方式

示意性的，在任一坐标区域内，以随机生成的方式生成第一数据以及第二数据。依据掌纹主线的长度限制，将该第一主线定位点与第二主线定位点之间连接的线段与该坐标区域进行等比例缩放，进而确定第一数据对应的第一主线定位点，以及第二数据对应的第二主线定位点。

(2) 在划分区域内的生成方式

可选地，以预先设定的掌纹主线的分布区域为例进行说明，在该掌纹主线的分布区域内，对该分布区域进行区域划分，得到划分区域，在划分区域内，以随机生成的方式生成第一数据以及第二数据。示意性的，对该分布区域进行区域划分后，得到两个划分区域，在第一个划分区域内生成第一数据对应的第一主线定位点，在第二个划分区域内生成第二数据对应的第二主线定位点。

可选地，对分布区域进行区域划分后得到多个划分区域，多个划分区域的区域总和既可以实现为全部分布区域，也可以实现为部分分布区域，即：生成定位点数据的划分区域可以包含全部分布区域，也可以仅包括部分分布区域等。

值得注意的是，以上仅为示意性的举例，本申请实施例对此不加以限定。

在一个可选的实施例中，根据掌纹主线弧度规律生成调节点数据。

其中，调节点数据对应的主线调节点用于控制第一主线定位点和第二主线定位点所构成的主线的弧度。

在一个可选的实施例中，根据掌纹主线弧度规律，在第一主线定位点与第二主线定位点之间的区域，确定调节点数据。

示意性的，如图7所示，为采用贝塞尔曲线方法确定掌纹主线的示意图。横轴与纵轴围成的区域为掌纹主线的生成区域，横轴与纵轴上标注的数字用于辅助对三个数据的坐标位置进行确定。其中，该示意图中包括三条掌纹主线，每条掌纹主线通过第一数据、主线调节点以及第二数据进行确定，“倒三角符号”用于指示第一数据对应的第一主线定位点；“星形符号”用于指示主线调节点；“圆形符号”用于指示第二数据对应的第二主线定位点。

示意性的，首先生成第一数据对应的第一主线定位点以及第二数据对应的第二主线定位点，之后，在第一主线定位点以及第二主线定位点之间，生成主线调节点。可选地，基于第一主线定位点以及第二主线定位点之间的坐标区域的限制关系，生成主线调节点。

例如：掌纹主线710的第一主线定位点的坐标为(0.0, 0.4)、主线调节点的坐标为(0.5, 0.6)、第二主线定位点的坐标为(0.6, 1.0)；掌纹主线720的第一主线定位点的坐标为(0.0, 0.0)、主线调节点的坐标为(0.5, 0.3)、第二主线定位点的坐标为(1.0, 1.0)；掌纹主线730的第一主线定位点的坐标为(0.3, 0.0)、主线调节点的坐标为(0.6, 0.3)、第二主线定位点的坐标为(1.0, 0.3)。

在一个可选的实施例中，基于第一数据、第二数据和调节点数据生成至少一条掌纹主线。

其中，掌纹主线为依次连接第一主线定位点、主线调节点和第二主线定位点的曲线。

示意性的，如图7所示，掌纹主线710是将第一主线定位点、主线调节点以及第二主线定位点依次连接后得到的，使得掌纹主线710呈现为向上较大幅度凸出的弧形曲线；掌纹主线720是将第一主线定位点、主线调节点以及第二主线定位点依次连接后得到的，使

得掌纹主线 720 呈现为向上较小幅度的弧形曲线；掌纹主线 730 是将第一主线定位点、主线调节点以及第二主线定位点依次连接后得到的，使得掌纹主线 730 呈现为向下凹入的弧形曲线。

步骤 620，确定至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域，基于预设的掌纹细纹分布规律在掌纹分布区域内生成至少一条掌纹细纹。

在一些实施例中，在生成至少一条掌纹主线后确定掌纹主线所在的掌纹分布区域；或者，预先确定与掌纹主线所在的掌纹分布区域后，再在掌纹分布区域生成至少一条掌纹主线，该掌纹分布区域即为至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域等。

在一个可选的实施例中，在掌纹分布区域内生成至少一条掌纹主线后，基于预设的掌纹细纹分布规律生成至少一条掌纹细纹；或者，在掌纹分布区域内同时基于掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线，以及基于预设的掌纹细纹分布规律生成至少一条掌纹细纹等。

其中，掌纹细纹分布规律用于指示掌纹中细纹的分布。

示意性的，在掌纹分布区域内生成 3 条掌纹主线后，基于预设的掌纹细纹分布规律生成 13 条掌纹细纹；或者，同时基于掌纹主线分布规律和掌纹细纹分布规律生成掌纹主线和掌纹细纹，且共生成 4 条掌纹主线以及 22 条掌纹细纹等。

可选地，掌纹主线和掌纹细纹可能会存在交叉；此外，掌纹主线之间也可能存在交叉；此外，掌纹细纹之间也可能存在交叉等。

在一个可选的实施例中，在至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域内，基于掌纹细纹分布规律确定多个掌纹细纹定位点。

其中，掌纹细纹定位点用于确定细纹的生成范围，示意性的，根据掌纹细纹分布规律生成至少两个掌纹细纹定位点。

可选地，在掌纹细纹的分布规律中，包括掌纹细纹的长度规律、粗度规律、密度规律等多种分布规律，且多种分布规律既可以单独应用，也可以结合应用，例如：只采用长度规律确定掌纹细纹；或者，综合考虑长度规律、粗度规律以及密度规律，确定掌纹细纹等。

可选地，在掌纹分布中，掌纹细纹的分布较为分散和随机，基于掌纹细纹的分布规律以及掌纹数据库中存储的掌纹数据的掌纹分布，采用如下至少一种方法，在掌纹生成区域内生成至少一个掌纹细纹。

(1) 确定至少一个掌纹细纹定位点后，基于掌纹细纹的分布规律，确定其余至少一个掌纹细纹定位点。

示意性的，预先确定掌纹细纹的预设长度阈值为 3 厘米，掌纹细纹的预设粗度阈值为 1 毫米。在掌纹生成区域内，随机生成一个掌纹细纹定位点，并在掌纹细纹的预设长度阈值以及预设粗度阈值内，确定至少一个其余掌纹细纹定位点，得到至少两个掌纹细纹定位点。可选地，以至少一个其余掌纹细纹定位点为基准，在掌纹细纹的预设长度阈值以及预设粗度阈值内，再确定其余掌纹细纹定位点等。

(2) 随机确定至少两个掌纹细纹定位点。

示意性的，在掌纹生成区域内，基于掌纹细纹分布规律，随机生成至少两个点作为至少两个掌纹细纹定位点；或者，对掌纹生成区域进行划分后，得到至少两个子区域，在子区域内确定用于生成掌纹细纹的掌纹细纹定位点。

在一个可选的实施例中，基于多个掌纹细纹定位点生成至少一条掌纹细纹。

可选地，在得到至少两个掌纹细纹定位点后，得到掌纹细纹的方式包括如下至少一种。

1、连接多个掌纹细纹定位点中的至少两个掌纹细纹定位点，得到至少一条掌纹细纹。

示意性的，在得到生成的多个掌纹细纹定位点后，连接任意两个掌纹细纹定位点，得到线段形式的掌纹细纹；或者，连接任意多个掌纹细纹定位点后，得到不规则线段形状的掌纹细纹；或者，在考虑细纹长度较短的条件下，将任意多个（两个或者多个）掌纹细纹定位点作为一组细纹定位点组，在一定长度范围内，得到掌纹细纹等。

2、根据多个掌纹细纹定位点生成的掌纹细纹调节点，确定至少一个掌纹样本。

在一个可选的实施例中，基于至少两个掌纹细纹定位点，确定掌纹细纹调节点。

其中，掌纹细纹调节点用于控制多个掌纹细纹定位点中至少两个掌纹细纹定位点之间的弧度。

示意性的，在生成掌纹细纹时，采用贝塞尔曲线的方法对掌纹细纹进行确定。即：在生成至少两个掌纹细纹定位点后，确定调节至少两个掌纹细纹定位点之间线段弧度的掌纹细纹调节点，通过对掌纹细纹调节点进行位置移动的过程，得到掌纹细纹调节点在不同位置时对应的不同掌纹细纹，如：呈现为弧度较大的弧线形式，或者呈现为弯曲幅度较小的不规则曲线形式等。

在一个可选的实施例中，在预设的掌纹细纹数量范围内，基于至少两个掌纹细纹定位点和掌纹细纹调节点，确定掌纹细纹。

可选地，为了使生成的掌纹样本中的掌纹情况与生物所具有的掌纹情况相似，对掌纹主线以及掌纹细纹的数量进行预先设定。示意性的，以一定掌心区域内的观测结果为例进行说明，生物所具有的掌纹情况中，在掌心区域内，掌纹主线的数量为 2 至 5 条，掌纹细纹的数量为 5 至 15 条。例如：预先设定掌纹主线数量范围为 2 至 5 条，预先设定掌纹细纹数量范围为 5 至 15 条，在确定掌纹主线时，将掌纹主线的数量控制在 2 至 5 条的数量范围内，得到至多四种情况的掌纹主线；在确定掌纹细纹时，将掌纹细纹的数量控制在 5 至 15 条的数量范围内，得到至多十一种情况的掌纹细纹。

值得注意的是，以上仅为示意性的举例，本申请实施例对此不加以限定。

步骤 630，基于掌纹分布区域内的至少一条掌纹主线和至少一条掌纹细纹，生成候选掌纹图像，在候选掌纹图像标注候选图像标签，候选图像标签用于表示候选掌纹图像的掌纹分布，掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种。

在一个可选的实施例中，在预设的掌纹数量范围内，生成包含掌纹主线和掌纹细纹的候选掌纹图像。

其中，掌纹数量范围包括掌纹主线数量范围和掌纹细纹数量范围中的至少一种。可选地，在候选掌纹图像中包括一定数量的掌纹主线和掌纹细纹，其中，当基于生物所具有的掌纹情况得到掌纹样本时，掌纹样本中掌纹主线和掌纹细纹的数量与生物所具有的掌纹主线和掌纹细纹的数量相似。

示意性的，在一定掌心区域内，控制掌纹主线的数量为 2 至 5 条，掌纹细纹的数量为 5 至 15 条，得到多个候选掌纹图像。例如：第一个候选掌纹图像中掌纹主线的数量为 3 条、掌纹细纹的数量为 12 条；第二个候选掌纹图像中掌纹主线的数量为 5 条、掌纹细纹的数量为 10 条；第三个候选掌纹图像中掌纹主线的数量为 4 条掌纹细纹的数量为 5 条等。

其中，候选掌纹图像标注有候选图像标签，候选图像标签用于表示候选掌纹图像的掌纹分布。其中，掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种。

在一个可选的实施例中，基于第一数据和第二数据在候选掌纹图像中的位置相对关系，确定与候选掌纹图像对应的候选图像标签。

示意性的，第一数据用于指示掌纹主线起始点对应的数据，第二数据用于指示掌纹主线终止点对应的数据；在确定与候选掌纹图像对应的候选图像标签时，确定候选掌纹图像中的多个掌纹主线，并分别确定多个掌纹主线分别对应的掌纹主线起始点和掌纹主线终止点，基于每个掌纹主线分别对应的掌纹主线起始点和掌纹主线终止点之间的位置相对关系，确定与每个掌纹主线分别对应的位置相对信息，综合多个掌纹主线分别对应的位置相对信息，得到与候选掌纹图像对应的候选图像标签。

在一个可选的实施例中，基于多个掌纹细纹定位点在候选掌纹图像中的位置相对关系，确定与候选掌纹图像对应的候选图像标签；或者，基于多个掌纹细纹定位点和掌纹细纹调节点，确定与候选掌纹图像对应的候选图像标签等。

其中，候选掌纹图像标注的候选图像标签用于表示候选掌纹图像所指示的身份标识信息。例如：候选掌纹图像 1 基于掌纹主线分布和掌纹细纹分布，标注有候选图像标签 a1、

候选掌纹图像 2 基于掌纹主线分布和掌纹细纹分布，标注有候选图像标签 a2 等。

步骤 640，将候选掌纹图像和掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，以掌纹图像对候选掌纹图像进行约束调整，得到样本掌纹图像。

在一个可选的实施例中，对候选掌纹图像提取特征，得到与候选掌纹图像对应的候选特征表示。

示意性的，在得到由生成的掌纹主线和生成的掌纹细纹组成的候选掌纹图像后，对候选掌纹图像进行特征提取，从而得到与候选掌纹图像对应的候选特征表示，该候选特征表示用于指示生成的候选掌纹图像的图像信息。

在一些实施例中，通过对候选掌纹图像进行下采样操作的方式，获取得到与候选掌纹图像对应的候选特征表示；或者，将候选掌纹图像通过通用的特征提取模型，并得到与候选掌纹图像对应的候选特征表示等。

在一个可选的实施例中，对掌纹图像进行特征提取，得到与至少一个掌纹图像分别对应的图像特征表示。

示意性的，除对候选掌纹图像进行特征提取外，对掌纹图像库中的至少一个掌纹图像进行特征提取。其中，至少一个掌纹图像既可以实现为掌纹图像库中的多个掌纹图像，也可以实现为从多个掌纹图像中任意选择的至少一个掌纹图像。

可选地，将至少一个掌纹图像输入编码器，以提取得到与至少一个掌纹图像分别对应的图像特征表示，编码器由 3 层卷积网络构成。

在一个可选的实施例中，基于标签关联关系指示的掌纹分布差异情况，以至少一个图像特征表示对候选特征表示进行约束调整，得到样本掌纹图像。

示意性的，候选图像标签指示的是候选掌纹图像的掌纹分布，掌纹图像标签指示的是掌纹图像的掌纹分布。可选的，候选图像标签与掌纹图像标签之间的标签关联关系实现为标签差异关系，标签差异关系用于指示生成的候选掌纹图像和采集得到的掌纹图像之间的掌纹分布差异情况。

在一个可选的实施例中，确定与至少一个图像特征表示分别对应的掌纹图像标签。

示意性的，在提取得到与至少一个掌纹图像分别对应的图像特征表示后，确定与至少一个图像特征表示分别对应的掌纹图像标签。

在一个可选的实施例中，基于标签关联关系指示的掌纹分布差异情况，将至少一个图像特征表示和候选特征表示分别进行特征融合，得到与至少一个图像特征表示分别对应的图像融合特征表示。

在一些实施例中，对至少一个图像融合特征表示进行上采样处理，得到与至少一个图像融合特征表示分别对应的样本掌纹图像。

可选地，在得到融合特征表示后，通过上采样处理过程对至少一个图像融合特征表示进行尺寸还原，以得到与至少一个图像融合特征表示分别对应的样本掌纹图像。

由于图像融合特征表示是由采集得到的掌纹图像对应的掌纹特征表示对候选特征表示进行调整后得到的，因此能够更好地体现掌纹的真实性，基于融合特征表示得到的样本掌纹图像也能够较好地体现掌纹的真实性。

在一个可选的实施例中，上述得到图像融合特征表示的特征融合过程是通过生成器（或称为掌纹生成模型）实现的，也即：在得到训练后的生成器后，通过生成器对掌纹图像对应的图像特征表示和候选掌纹图像对应的候选特征表示进行融合，并对图像融合特征表示进行上采样处理后得到样本掌纹图像。

其中，样本掌纹图像用于对掌纹识别模型进行训练，掌纹识别模型用于进行掌纹识别。

值得注意的是，以上仅为示意性的举例，本申请实施例对此不加以限定。

综上所述，借助预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和候选图像标签预训练得到掌纹生成模型，并利用掌纹生成模型生成与候选掌纹图像对应的样本掌纹图像，从而使得样本掌纹图像中的掌纹分布更加准确，不仅突破掌纹数量较少的局限性，也提高了样本掌

纹图像的真实性，进而有利于提升掌纹识别模型的鲁棒性，提高掌纹识别模型的掌纹识别准确率。

在本申请实施例中，完善了生成候选掌纹图像的方法，并提出将候选掌纹图像和掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，以掌纹图像对候选掌纹图像进行约束调整并得到样本掌纹图像。该过程能够在训练得到的掌纹生成模型之外，以掌纹图像对候选掌纹图像进行更有针对性的调整过程，从而综合掌纹生成模型以及掌纹图像，提高样本掌纹图像的生成真实性。

在一个可选的实施例中，除借助候选生成模型和掌纹图像之间确定的损失值训练得到掌纹生成模型并生成样本掌纹图像外，借助生成的样本掌纹图像和掌纹图像进行特征相似度计算过程，以特征相似度计算结果约束样本掌纹图像与至少一个掌纹图像之间的身份一致性。示意性的，如图8所示，还可以实现为如下步骤810至步骤830。

步骤810，获取目标特征提取模型。

其中，目标特征提取模型是通过掌纹图像库中的多个掌纹图像预先训练得到的特征提取模型，也即：目标特征提取模型的训练过程与至少一个掌纹图像相关联。

步骤820，以目标特征提取模型对训练中的样本掌纹图像和至少一个掌纹图像进行特征提取，得到与训练中的样本掌纹图像对应的第一特征表示，以及，与至少一个掌纹图像对应的第二特征表示。

示意性的，在得到训练中的样本掌纹图像和至少一个掌纹图像后，以目标特征提取模型对训练中的样本掌纹图像进行特征提取，得到与训练中的样本掌纹图像对应的第一特征表示；此外，还会以目标特征提取模型对至少一个掌纹图像进行特征提取，得到与至少一个掌纹图像对应的第二特征表示。

步骤830，基于第一特征表示和至少一个第二特征表示之间的特征差异，对样本掌纹图像进行标签约束。

其中，标签约束用于约束样本掌纹图像与至少一个掌纹图像之间的身份一致性，也即：约束样本掌纹图像与至少一个掌纹图像之间指示尽可能相同的身份标识。

示意性的，在得到代表训练中的样本掌纹图像的第一特征表示以及代表掌纹图像的第二特征表示后，对第一特征表示和至少一个第二特征表示进行余弦相似度计算，得到至少一个特征相似度。

在一些实施例中，基于至少一个特征相似度对样本掌纹图像进行标签约束。

可选地，基于至少一个特征相似度确定与至少一个第二特征表示分别对应的身份约束特征，以身份约束特征对样本掌纹图像进行标签约束。

示意性的，计算得到至少一个第二特征表示中任意一个第二特征表示与第一特征表示之间的余弦相似度 sim ，随后将 $(1-\text{sim})$ 作为身份约束特征，从而约束第二特征表示与第一特征表示之间的身份一致性。

其中，由于第一特征表示指示训练中的样本掌纹图像，该训练中的样本掌纹图像会基于对应候选掌纹图像所标注的候选图像标签而确定身份信息，在约束第二特征表示与第一特征表示之间的身份一致性时，以第一特征表示为基准进行身份约束。

可选地，拉近特征相似度大于预设相似度阈值的第二特征表示与第一特征表示之间的特征距离，拉远特征相似度小于预设相似度阈值的第二特征表示与第一特征表示之间的特征距离，从而对第一特征表示对应的样本掌纹图像进行标签约束。

在一些实施例中，将上述标签约束方法应用于掌纹识别模型的训练过程中，用于使得生成的样本掌纹图像与存储的掌纹图像之间建立身份关联关系，从而有利于掌纹识别模型学习到更多与身份关联关系相关的、更加丰富的身份信息，进而有利于在应用目标掌纹识别模型时，从掌纹图像库存储的多个掌纹图像中，确定与待识别对象对应的掌纹图像，提高目标掌纹识别模型的识别准确率。

值得注意的是，以上仅为示意性的举例，本申请实施例对此不加以限定。

综上所述，借助预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和候选图像标签预训练得到掌纹生成模型，并利用掌纹生成模型生成与候选掌纹图像对应的样本掌纹图像，从而使得样本掌纹图像中的掌纹分布更加准确，不仅突破掌纹数量较少的局限性，也提高了样本掌纹图像的真实性，进而有利于提升掌纹识别模型的鲁棒性，提高掌纹识别模型的掌纹识别准确率。

在本申请实施例中，介绍了通过目标特征提取模型对样本掌纹图像进行标签约束的内容。由于目标特征提取模型是通过多个掌纹图像预先训练得到的特征提取模型，该模型能够对掌纹图像指示的掌纹生成特点进行更强烈的关注，提高样本掌纹图像的标签约束能力，进而有利于将生成的样本掌纹图像与存储的掌纹图像之间建立身份关联关系，确保样本生成图像的真实性，避免通过不真实的样本生成图像对掌纹识别模型进行不恰当的训练，影响掌纹识别模型的识别准确率。

在一个可选的实施例中，在得到样本掌纹图像后，以样本掌纹图像对掌纹识别模型进行训练，并得到训练完毕的目标掌纹识别模型。示意性的，如图9所示，上述图2所示的步骤240之后还可以包括如下步骤910至步骤930。

步骤910，以样本掌纹图像对掌纹识别模型进行训练，得到候选掌纹识别模型。

其中，掌纹识别模型是预先获取的待训练模型，用于进行掌纹识别过程，以确定掌纹图像对应的掌纹信息。掌纹信息包括掌纹分布信息和掌纹身份信息中的至少一种，掌纹分布信息用于指示掌纹图像中掌纹主线和/或掌纹细纹的分布，掌纹身份信息用于指示掌纹图像对应的对象信息等。

示意性的，在得到样本掌纹图像后，通过生成的样本掌纹图像对掌纹识别模型进行训练，得到候选掌纹识别模型。

可选地，响应于对掌纹识别模型的训练达到训练条件，得到候选掌纹识别模型。例如：当生成的样本掌纹图像对掌纹识别模型进行训练的训练次数达到预设训练次数，视为达到训练条件，得到候选掌纹识别模型；或者，当生成的样本掌纹图像对掌纹识别模型进行训练的训练程度达到收敛（如：进行训练的损失值不变），视为达到训练条件，得到候选掌纹识别模型等。

步骤920，以掌纹图像库中的至少一个掌纹图像对候选掌纹识别模型进行调整，得到目标掌纹识别模型。

其中，目标掌纹识别模型用于进行掌纹识别。

示意性的，在得到候选掌纹识别模型后，以采集得到的、掌纹图像库中的至少一个掌纹图像对候选掌纹识别模型进行调整，从而提高候选掌纹识别模型对真实掌纹的识别准确度，进而得到识别准确度更高的目标掌纹识别模型。

步骤930，将目标掌纹图像输入目标掌纹识别模型，得到图像识别结果。

其中，目标掌纹图像用于指示待进行掌纹识别的掌纹图像。示意性的，在得到目标掌纹识别模型后，将待识别的目标掌纹图像输入目标掌纹识别模型，从而得到图像识别结果，图像识别结果实现为目标掌纹图像对应的掌纹信息，包括掌纹分布信息和掌纹身份信息中的至少一种。

可选地，以目标掌纹识别模型应用于识别手部以实现支付过程的场景为例。如图10所示，以目标掌纹图像来自于终端支付设备1010采集得到的图像为例进行说明。将终端支付设备1010采集得到的对象手部图像1020作为待识别的目标掌纹图像，在对对象手部图像1020进行识别时，为了精准识别区域，首先对对象手部图像1020进行区域提取，得到对象手部图像1020中的感兴趣区域1030，例如：裁剪对象掌纹图像1020中5cm*5cm区域作为感兴趣区域1030，感兴趣区域1030中包括掌纹主线和掌纹细纹，是对象手部图像1020中代表掌纹内容的对象掌纹图像区域。

对感兴趣区域1030通过目标掌纹识别模型提取特征，得到感兴趣区域1030对应的感兴趣特征表示。此外，对预先采集得到的多个掌纹图像进行特征提取，得到与多个掌纹图

像分别对应的掌纹特征表示。

在得到感兴趣特征表示和多个掌纹图像分别对应的掌纹特征表示后，计算感兴趣特征表示与多个掌纹特征表示分别对应的余弦相似度，得到多个余弦相似度结果。

可选地，从多个余弦相似度结果中选择最大的余弦相似度结果，并确定最大的余弦相似度结果对应的掌纹图像，将该掌纹图像对应的对象信息作为与对象掌纹图像 1020 对应的计算结果。例如：确定对象掌纹图像 1020 是多个掌纹图像中身份标识号（Identity Document, ID）为 36 的对象等。

值得注意的是，以上仅为示意性的举例，本申请实施例对此不加以限定。

综上所述，由于候选掌纹图像是基于掌纹主线分布规律和掌纹细纹分布规律得到的图像，因此具有大批量和多样性的特点，同时，为了使得候选掌纹图像更加贴合现实掌纹的图像，以预先采集得到的掌纹图像对生成的候选掌纹图像进行约束调整，从而使得调整后的样本掌纹图像中的掌纹分布更加准确，不仅突破掌纹数量较少的局限性，也提高了样本掌纹图像的真实性，进而有利于提升掌纹识别模型的鲁棒性，提高掌纹识别模型的掌纹识别准确率。

在本申请实施例中，介绍了通过样本掌纹图像对掌纹识别模型进行训练的训练过程。首先通过生成得到的样本掌纹图像对掌纹识别模型进行训练，得到候选掌纹识别模型，之后以采集得到的掌纹图像对候选掌纹识别模型进行调整，以提高候选掌纹识别模型的识别真实性，得到识别准确度更高的目标掌纹识别模型，从而在以目标掌纹识别模型对待识别的目标掌纹图像进行识别时，得到更准确的图像识别结果，提升目标掌纹识别模型的应用广泛度。

在一个可选的实施例中，将上述样本掌纹图像的生成方法称为“一种身份可控的掌纹生成方法”，该方法的总体流程如图 11 所示。

（一）生成候选掌纹图像 1110。

示意性的，基于对大量真实掌纹数据的观察，掌纹纹理的规律实现为：掌纹的主线一般有 2-5 条，对于左手而言，掌纹主线一般起于左上角，终于右下角，而右手则与之相反。掌纹细纹的数量则更多，且相较于主线来说更浅更短。

在一些实施例中，使用二阶贝塞尔曲线来参数化掌纹，以此表示掌纹主线和掌纹细纹，通过在 2D 平面中设定三个参数点（一个起点、一个终点和一个调节点）完成对一条贝塞尔曲线的唯一确定，以此来模拟掌纹的纹理。

可选地，将上述掌纹纹理的参数化确定过程作为身份控制参数，从而生成贝塞尔身份控制曲线。

在一个可选的实施例中，根据预设的掌纹主线分布规律，确定与掌纹主线走向对应的第一区域和第二区域。

示意性的，以手掌掌纹为例进行说明，手掌掌纹中掌纹主线的分布具有一定规律。如图 3 所示，为手掌掌纹的分布示意图，其中，掌纹主线 320 大体以左上角为第一主线定位点，右下角为第二主线定位点的呈现形式进行呈现；或者，将右下角视为掌纹主线 320 的第一主线定位点，左上角视为掌纹主线 320 的第二主线定位点。可选地，以左上角为第一主线定位点，右下角为第二主线定位点的形式，对掌纹主线进行分析。

在一个可选的实施例中，在预先设定的掌纹生成区域内确定呈对角关系的第一顶点和第二顶点；以第一顶点为中心，以第一预设长度为半径，在掌纹生成区域内确定第一区域。

示意性的，在确定第一顶点后，基于第一顶点确定的第一区域为扇形区域，其中，扇形区域的圆点为第一顶点，扇形区域的半径为第一预设长度。或者，将该扇形区域视为 1/4 的圆形区域，其中，圆形区域的中点为第一顶点，圆形区域的半径为第一预设长度。

可选地，第一预设长度既可以是预先设定的固定数值，也可以是基于掌纹生成区域确定的数值。

示意性的，当掌纹生成区域为单位长度的正方形区域时，圆点为第三顶点，对于第一

主线定位点而言，第一主线定位点的坐标定义如下所示：

$$x^2 + (y - 1)^2 \leq \frac{1}{4}, x \in [0, \frac{1}{2}], y \in [\frac{1}{2}, 1]$$

其中， x 用于指示横轴坐标； y 用于指示纵轴坐标。

在一个可选的实施例中，以第二顶点为中心，以第二预设长度为半径，在掌纹生成区域内确定第二区域。

可选地，根据第二顶点确定第二区域的过程与根据第一顶点确定第一区域的过程相似。示意性的，其中，第二预设长度与第一预设长度的长度数值既可以相同，也可以不同。

示意性的，当掌纹生成区域为单位长度的正方形区域时，如图 9 所示，圆点为第三顶点，对于第一主线定位点而言，第一主线定位点的坐标定义如下所示：

$$(x - 1)^2 + y^2 \leq \frac{1}{4}, x \in [\frac{1}{2}, 1], y \in [0, \frac{1}{2}]$$

其中， x 用于指示横轴坐标； y 用于指示纵轴坐标。

或者，当第二预设长度与第一预设长度的长度数值不同时，以第二顶点为中心、第二预设长度为半径所形成的第二区域，与以第一顶点为中心、第一预设长度为半径所形成的第一区域的区域形状不同，如：当掌纹生成区域为正方形区域时，若第二预设长度的长度数值较大、第一预设长度的长度数值较小时，第二预设长度对应的第二区域比第一预设长度对应的第一区域更大。

值得注意的是，以上仅为示意性的举例，本申请实施例对此不加以限定。

在一个可选的实施例中，在确定第一区域后，在第一区域内，以随机选取的方式确定第一主线定位点对应的第一数据；在确定第二区域后，在第二区域内，以随机选取的方式确定第一主线定位点对应的第二数据。

在一些实施例中，根据掌纹主线弧度规律，基于第一主线定位点和第二主线定位点的位置关系，确定第三区域。

示意性的，掌纹主线弧度规律用于指示掌纹主线的弯曲情况。例如：掌纹中掌纹主线的弧度较小；掌纹中掌纹主线的弯曲程度较为平滑等。

可选地，基于第一主线定位点和第二主线定位点的位置关系，确定用于生成主线调节点的第三区域。

在一个可选的实施例中，连接第一主线定位点和第二主线定位点，得到目标线段。

示意性的，如图 12 所示，在掌纹生成区域 1210 中，确定第一主线定位点 1220（以“倒三角”符号表示）以及第二主线定位点 1230（以“圆形”符号表示），将第一主线定位点 1220 和第二主线定位点 1230 连接后，得到目标线段 1240。

可选地，以目标线段的线段中点为中心，将预设边长的矩形区域作为第三区域。

示意性的，预设边长既包括预先设定的固定数值，也包括基于掌纹生成区域确定的数值。

例如：预设边长为预先设定的固定数值，在基于线段中点确定第三区域时，以线段中点为中心，以预先设定的固定数值为边长，将在掌纹生成区域内确定的矩形区域作为第三区域。例如：预先设定的固定数值包括：矩形的长 a 以及矩形的宽 b ，以线段中点为中心，以矩形的长 a 为第三区域的长，以矩形的宽 b 为第三区域的宽，从而得到第三区域。

或者，预设边长是基于掌纹生成区域确定的数值（如：以掌纹生成区域中边长的一半为边长；或者，以掌纹生成区域中目标线段的一半为边长等），在基于线段中点确定第一区域时，以线段中点为中心，以基于掌纹生成区域确定的数值为边长，在掌纹生成区域内确定第三区域等。

例如：如图 12 所示，在得到目标线段 1240 后，以目标线段 1240 的线段中点为中心，以预先设定的固定数值为边长，得到第三区域 1250。

在一个可选的实施例中，假设第一主线定位点和第二主线定位点连线的目标线段的中

点坐标为 (x_c, y_c) ，以中点坐标 (x_c, y_c) 为中心，以目标线段为判断基准，确定第三区域的过程如下所示。

示意性的，掌纹生成区域的长度为单位长度 1，欲得到的第三区域为一个正方形区域，该正方形区域的边长预先设置为 $2/3$ ，则第三区域为以中点坐标 (x_c, y_c) 为中心、平行于目标线段且边长为 $2/3$ 的正方形区域。

可选地，通过确定直线方程的方法围成得到第三区域，直线方程由主线定位点与第二主线定位点唯一确定。示意性的，将第一主线定位点与第二主线定位点连线的目标线段所处直线定义为直线 A，直线 A 为 $y = k_1x + b_1$ 。同理，将经过中点坐标 (x_c, y_c) 且垂直于直线 A 的直线 B 定义为 $y = k_2x + b_2$ 。

其中， k_1 用于指示直线 A 对应的斜率； b_1 用于指示直线 A 对应的截距； k_2 用于指示直线 B 对应的斜率； b_2 用于指示直线 B 对应的截距，其中， k_1 、 b_1 、 k_2 以及 b_2 的关系如下所示：

$$\begin{cases} k_1k_2 = -1 \\ k_2x_c + b_2 = y_c \end{cases}$$

即：根据直线 A 和中点坐标 (x_c, y_c) ，可以唯一地确定直线 B。

可选地，如图 13 所示，基于中点坐标 $1310(x_c, y_c)$ ，以及第三区域的预设边长为 $2/3$ ，分别确定两条平行于直线 A 且距离直线 A 的垂直距离为 $1/3$ 的直线 A₁1320 以及直线 A₂1330；两条平行于直线 B 且距离直线 B 垂直距离为 $1/3$ 的直线 B₁1340 以及直线 B₂1350。

直线 A₁1320 的方程为： $y = k_1x + b_3$ ；直线 A₂1330 的方程为： $y = k_1x + b_4$ ；直线 B₁1340 的方程为： $y = k_2x + b_5$ ；直线 B₂1350 的方程为： $y = k_2x + b_6$ 。

以上仅为示意性的举例，本申请实施例对此不加以限定。

示意性的，如图 13 所示，根据上述四条直线：直线 A₁1320、直线 A₂1330、直线 B₁1340 以及直线 B₂1350，可唯一地确定四条直线的取值，并确定四条直线所围成的正方形区域，将该正方形区域作为第三区域。

在一个可选的实施例中，在第三区域内生成调节点数据。

可选地，在确定第三区域后，从第三区域内生成用于调节主线弧度的调节点数据。示意性的，调节点数据的坐标取值范围可定义如下形式：

$$\begin{cases} k_1x + b_3 \leq y \\ k_1x + b_4 \geq y \\ k_2x + b_5 \leq y \\ k_2x + b_6 \geq y \end{cases}$$

其中， k_1 用于指示直线 A₁1320 以及直线 A₂1330 对应的斜率； b_3 用于指示直线 A₁1320 对应的截距； b_4 用于指示直线 A₂1330 对应的截距； k_2 用于指示直线 B₁1340 以及直线 B₂1350 对应的斜率； b_5 用于指示直线 B₁1340 对应的截距； b_6 用于指示直线 B₂1350 对应的截距。

可选地，基于第一数据、第二数据和调节点数据生成掌纹主线。

其中，掌纹主线为依次连接第一主线定位点、主线调节点和第二主线定位点的曲线。

示意性的，掌纹主线是将第一主线定位点、主线调节点以及第二主线定位点按照次序依次连接后得到的曲线。其中，第一主线定位点和第二主线定位点的坐标位置确定，主线调节点可以对第一主线定位点和第二主线定位点之间围成的线段的弧度进行调节，从而得到不同的掌纹主线，即：主线调节点的位置与掌纹主线形成也具有密切关系。

在一些实施例中，生成包含掌纹主线和掌纹细纹的候选掌纹图像。

示意性的，如图 14 所示，为采用二阶贝塞尔曲线方式生成多个候选掌纹图像，候选掌纹图像也可以称为贝塞尔曲线图像。例如：候选掌纹图像 1410 包括 3 条掌纹主线以及 5 条掌纹细纹；候选掌纹图像 1420 包括 4 条掌纹主线以及 7 条掌纹细纹等。

(二) 将候选掌纹图像 1110 与掌纹图像输入生成对抗网络 1120 进行训练，并生成出样本掌纹图像。

示意性的，在得到生成的候选掌纹图像以及采集得到的掌纹图像后，将候选掌纹图像与掌纹图像输入如图 15 所示的生成对抗网络。

(1) 将掌纹图像输入编码器 (f_encoder) 1510 中，提取得到与掌纹图像对应的图像特征表示 feature_encoder，其中，编码器由 3 层卷积网络构成，得到掌纹图像对应的图像特征表示，特征维度为 64。

(2) 将提取得到的图像特征表示作为条件概率，与候选掌纹图像 (贝塞尔曲线图像 bezier_img) 一起输入生成器 (f_decoder) 1520 中，生成器 1520 的具体网络结构如图 16 所示。

如图 16 所示，生成器的模型结构主要由 3 层下采样网络结构和 3 层上采样网络结构构成。

候选掌纹图像 1610 首先通过 3 层卷积层进行下采样，提取得到与候选掌纹图像 1610 对应的候选特征表示 (也可称为贝塞尔特征表示)，其特征维度与 (1) 中提取的图像特征表示一致，特征维度为 64。

可选地，将候选特征表示与图像特征表示进行按位点积操作，得到融合特征表示 1620。基于图像特征表示的特征维度和候选特征表示的特征维度均为 64，因此融合特征表示 1620 的特征维度也为 64。

这一步的主要作用是用采集得到的掌纹图像对应的图像特征表示约束候选特征表示，从而使得生成器能够学习到掌纹图像的肌肉纹理信息。融合特征表示 1620 经过 3 层反卷积网络进行上采样后，得到带肌肉和掌纹线的样本掌纹图像 1630。

(3) 将生成的样本掌纹图像 (仿真掌纹图像) 和掌纹图像混合输入掌纹识别模型进行训练。

示意性的，如图 15 所示，在得到样本掌纹图像后，采用如下公式计算生成的样本掌纹图像与掌纹图像之间的损失值 L1_loss。

$$L1_loss = |(sample_img, gather_img)|$$

其中，sample_img 用于指示生成的样本掌纹图像；gather_img 用于指示采集得到的掌纹图像。

示意性的，样本掌纹图像通过生成器 1520 所生成，在掌纹生成模型的训练阶段中，通过上述损失值 L1_loss 对生成器 1520 进行训练，直至达到训练条件。

(4) 使用掌纹图像训练得到的提特征模型 1530，分别对采集得到的掌纹图像和生成的样本掌纹图像进行特征提取，得到与掌纹图像对应的掌纹特征表示 feature_gt，以及与生成的样本掌纹图像对应的样本特征表示 feature_generated，并计算掌纹特征表示与样本特征表示之间的余弦相似度 sim，将 (1-sim) 作为身份约束特征，用于约束样本掌纹图像与掌纹图像的身份一致性。

示意性的，在掌纹生成模型的应用阶段，将生成的候选掌纹图像输入生成器 1320，即可得到生成的样本掌纹图像。可选地，最终生成的样本掌纹图像实现为图 14 所示的图像，其中不仅包括掌纹纹理信息，还包括肌肉纹理信息。

(三) 对掌纹识别模型 1140 进行训练

在一个可选的实施例中，如图 17 所示，以样本掌纹图像 1710 对掌纹识别模型进行模型预训练。

可选地，掌纹识别模型的模型结构实现为移动面部检测网络 (mobilefacenet)，基于模型预训练得到候选识别模型 1720。

之后，以预先采集得到的掌纹图像 1730 对候选识别模型 1720 进行模型微调，得到目标掌纹识别模型。

值得注意的是，以上仅为示意性的举例，本申请实施例对此不加以限定。

如下表所示，其中包括目标掌纹识别模型的识别数据，以及通过其他掌纹识别技术得到的识别数据。

表 1

公开数据集				
方法	far@1e-3	far@1e-4	far@1e-5	far@1e-6
ArcFace	TPR=92.92	TPR=85.68	TPR=78.12	TPR=70.49
ArcFac+Ours	TPR=97.63	TPR=95.81	TPR=93.76	TPR=89.24

表 1 给出了本申请实施例提供的掌纹样本生成方法和掌纹识别领域传统方法在公开数据集上的识别效果对比，评价指标为召回率指标（True Positive Rate，TPR）。

表 2

业务数据集				
方法	far@1e-3	far@1e-4	far@1e-5	far@1e-6
ArcFace	TPR=99.11	TPR=97.70	TPR=95.50	TPR=92.51
ArcFace+ Ours	TPR=99.85	TPR=98.96	TPR=97.15	TPR=94.97

表 2 给出了本申请实施例提供的掌纹样本生成方法和掌纹识别领域传统方法在业务数据集上的识别效果对比，评价指标也为 TPR。

其中使用的基准方法（baseline）为基线方法虹软识别技术（ArcFace）和骨干网络为移动电话网络（MobileFaceNet）。可以看出，无论是在公开数据集上还是在业务数据集上，使用本申请实施例提供的掌纹样本生成方法所训练得到的目标掌纹识别模型，其识别效果均优于使用 ArcFace 识别的结果。

综上所述，由于候选掌纹图像是基于掌纹主线分布规律和掌纹细纹分布规律得到的图像，因此具有大批量和多样性的特点，同时，为了使得候选掌纹图像更加贴合现实掌纹的图像，以预先采集得到的掌纹图像对生成的候选掌纹图像进行约束调整，从而使得调整后的样本掌纹图像中的掌纹分布更加准确，不仅突破掌纹数量较少的局限性，也提高了样本掌纹图像的真实性，进而有利于提升掌纹识别模型的鲁棒性，提高掌纹识别模型的掌纹识别准确率。

图 18 是本申请一个示例性实施例提供的样本掌纹图像的生成装置的结构框图，如图 18 所示，该装置包括如下部分：

- 主线生成模块 1810，用于根据预设的掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线；
- 细纹生成模块 1820，用于确定所述至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域，基于预设的掌纹细纹分布规律在掌纹分布区域内生成至少一条掌纹细纹；
- 图像获取模块 1830，用于基于所述至少一条掌纹主线和所述至少一条掌纹细纹得到候选掌纹图像，所述候选掌纹图像标注有候选图像标签，所述候选图像标签用于表示所述候选掌纹图像的掌纹分布，所述掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种；
- 图像生成模块 1840，用于将所述候选掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，得到样本掌纹图像，所述掌纹生成模型是通过预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和所述候选图像标签预训练得到的模型，所述掌纹图像标签用于指示所述掌纹图像的掌纹分布，所述样本掌纹图像用于对掌纹识别模型进行训练，所述掌纹识别模型用于进行掌纹识别。

在一个可选的实施例中，所述掌纹生成模型是对候选生成模型进行模型训练后得到的模型；

- 如图 19 所示，所述装置还包括：
- 模型训练模块 1850，用于获取掌纹图像库，所述掌纹图像库中预先存储有采集得到的多个掌纹图像，所述多个掌纹图像分别标注有掌纹图像标签；对所述掌纹图像提取特征，得到与所述掌纹图像对应的图像特征表示；对所述候选掌纹图像提取特征，得到与所述候选掌纹图像对应的候选特征表示；通过待训练的候选生成模型对所述候选特征表示和所述图像特征表示融合后进行上采样，得到候选样本掌纹图像；通过所述候选样本掌纹图像对所述候选生成模型进行训练，得到所述掌纹生成模型，所述掌纹生成模型用于生成所述样

本掌纹图像。

在一个可选的实施例中，所述模型训练模块 1850 还用于确定与所述候选样本掌纹图像对应的候选掌纹图像，并将所述候选掌纹图像对应的候选图像标签作为所述候选样本掌纹图像的样本图像标签；基于所述样本图像标签指示的掌纹分布和所述掌纹图像标签指示的掌纹分布之间的分布差异，获取与所述候选样本掌纹图像对应的损失值；以所述损失值对所述候选生成模型进行训练，得到所述掌纹生成模型。

在一个可选的实施例中，所述模型训练模块 1850 还用于通过所述候选生成模型对所述候选特征表示和所述图像特征表示进行特征融合处理，得到融合特征表示，所述融合特征表示用于表征以至少一个图像特征表示对所述候选特征表示进行约束调整后得到的特征表示；对所述融合特征表示进行上采样处理，得到所述候选样本掌纹图像。

在一个可选的实施例中，所述装置还包括：

标签约束模块 1860，用于获取目标特征提取模型，所述目标特征提取模型是通过所述掌纹图像库中的多个掌纹图像预先训练得到的特征提取模型；以所述目标特征提取模型对所述样本掌纹图像和所述至少一个掌纹图像分别提取特征，得到与所述样本掌纹图像对应的第一特征表示，以及，与所述至少一个掌纹图像分别对应的第二特征表示；基于所述第一特征表示和至少一个第二特征表示之间的特征差异，对所述样本掌纹图像进行标签约束，所述标签约束用于约束所述样本掌纹图像与至少一个掌纹图像之间的身份一致性。

在一个可选的实施例中，所述标签约束模块 1860 还用于对所述第一特征表示和所述至少一个第二特征表示进行余弦相似度计算，得到至少一个特征相似度；基于所述至少一个特征相似度对所述样本掌纹图像进行标签约束。

在一个可选的实施例中，所述装置还包括：

掌纹识别模型 1870，用于以所述样本掌纹图像对所述掌纹识别模型进行训练，得到候选掌纹识别模型；以所述掌纹图像库中的至少一个掌纹图像对所述候选掌纹识别模型进行调整，得到目标掌纹识别模型，所述目标掌纹识别模型用于进行掌纹识别。

在一个可选的实施例中，所述图像生成模块 1840 还用于将所述候选掌纹图像和所述掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，以所述掌纹图像对所述候选掌纹图像进行约束调整，得到所述样本掌纹图像。

在一个可选的实施例中，所述主线生成模块 1810 还用于根据预设的掌纹主线分布规律生成定位点数据，所述定位点数据中包括第一主线定位点对应的第一数据和第二主线定位点对应的第二数据；根据掌纹主线弧度规律生成调节点数据，所述调节点数据对应的主线调节点用于控制所述第一主线定位点和所述第二主线定位点所构成的主线的弧度；基于所述第一数据、所述第二数据和所述调节点数据生成所述至少一条掌纹主线，所述掌纹主线为依次连接所述第一主线定位点、所述主线调节点和所述第二主线定位点的曲线。

在一个可选的实施例中，所述细纹生成模块 1820 还用于确定所述至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域，基于掌纹细纹分布规律在掌纹分布区域内确定多个掌纹细纹定位点；基于所述多个掌纹细纹定位点在掌纹分布区域内生成所述至少一条掌纹细纹。

综上所述，借助预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和候选图像标签预训练得到掌纹生成模型，并利用掌纹生成模型生成与候选掌纹图像对应的样本掌纹图像，从而使得样本掌纹图像中的掌纹分布更加准确，不仅突破掌纹数量较少的局限性，也提高了样本掌纹图像的真实性，进而有利于提升掌纹识别模型的鲁棒性，提高掌纹识别模型的掌纹识别准确率。

需要说明的是：上述实施例提供的样本掌纹图像的生成装置，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，上述实施例提供的样本掌纹图像的生成装置与样本掌纹图像的生成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。

图 20 示出了本申请一个示例性实施例提供的服务器的结构示意图。该服务器 2000 包括中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU) 2001、包括随机存取存储器 (Random Access Memory, RAM) 2002 和只读存储器 (Read Only Memory, ROM) 2003 的系统存储器 2004, 以及连接系统存储器 2004 和中央处理单元 2001 的系统总线 2005。服务器 2000 还包括用于存储操作系统 2013、应用程序 2014 和其他程序模块 2015 的非易失性存储设备 2006。

非易失性存储设备 2006 通过连接到系统总线 2005 的非易失性存储控制器 (未示出) 连接到中央处理单元 2001。非易失性存储设备 2006 及其相关联的计算机可读介质为服务器 2000 提供非易失性存储。也就是说, 非易失性存储设备 2006 可以包括诸如硬盘或者紧凑型光盘只读存储器 (Compact Disc Read Only Memory, CD-ROM) 驱动器之类的计算机可读介质 (未示出)。

不失一般性, 计算机可读介质可以包括计算机存储介质和通信介质。计算机存储介质包括以用于存储诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据等信息的任何方法或技术实现的易失性和非易失性、可移动和不可移动介质。计算机存储介质包括 RAM、ROM、可擦除可编程只读存储器 (Erasable Programmable Read Only Memory, EPROM)、带电可擦可编程只读存储器 (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, EEPROM)、闪存或其他固态存储技术, CD-ROM、数字通用光盘 (Digital Versatile Disc, DVD) 或其他光学存储、磁带盒、磁带、磁盘存储或其他磁性存储设备。当然, 本领域技术人员可知计算机存储介质不局限于上述几种。上述的系统存储器 2004 和非易失性存储设备 2006 可以统称为存储器。

根据本申请的各种实施例, 服务器 2000 还可以通过诸如因特网等网络连接到网络上的远程计算机运行。也即服务器 2000 可以通过连接在系统总线 2005 上的网络接口单元 2011 连接到网络 2012, 或者说, 也可以使用网络接口单元 2011 来连接到其他类型的网络或远程计算机系统 (未示出)。

上述存储器还包括一个或者一个以上的程序, 一个或者一个以上程序存储于存储器中, 被配置由 CPU 执行。

本申请的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, 该存储器中存储有至少一条指令、至少一段程序、代码集或指令集, 至少一条指令、至少一段程序、代码集或指令集由处理器加载并执行以实现上述各方法实施例提供的样本掌纹图像的生成方法。

本申请的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上存储有至少一条指令、至少一段程序、代码集或指令集, 至少一条指令、至少一段程序、代码集或指令集由处理器加载并执行, 以实现上述各方法实施例提供的样本掌纹图像的生成方法。

本申请的实施例还提供了一种计算机程序产品或计算机程序, 该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令, 该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机指令, 处理器执行该计算机指令, 使得该计算机设备执行上述实施例中任一所述的样本掌纹图像的生成方法。

可选地, 该计算机可读存储介质可以包括: 只读存储器 (ROM, Read Only Memory)、随机存取记忆体 (RAM, Random Access Memory)、固态硬盘 (SSD, Solid State Drives) 或光盘等。其中, 随机存取记忆体可以包括电阻式随机存取记忆体 (ReRAM, Resistance Random Access Memory) 和动态随机存取存储器 (DRAM, Dynamic Random Access Memory)。上述本申请实施例序号仅仅为了描述, 不代表实施例的优劣。

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的可选实施例, 并不用以限制本申请, 凡在本申请的精神和原则之内, 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。

以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

权利要求

- 1.一种样本掌纹图像的生成方法，由计算机设备执行，所述方法包括：
根据预设的掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线；
确定所述至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域，基于预设的掌纹细纹分布规律在所述掌纹分布区域内生成至少一条掌纹细纹；
基于所述掌纹分布区域内的所述至少一条掌纹主线和所述至少一条掌纹细纹，生成候选掌纹图像，在所述候选掌纹图像标注候选图像标签，所述候选图像标签用于表示所述候选掌纹图像的掌纹分布，所述掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种；
将所述候选掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，得到样本掌纹图像，所述掌纹生成模型是通过预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和所述候选图像标签预先训练得到的模型，所述掌纹图像标签用于指示预先采集的所述掌纹图像的掌纹分布，所述样本掌纹图像用于对掌纹识别模型进行训练。
- 2.根据权利要求1所述的方法，所述掌纹生成模型是对候选生成模型进行模型训练后得到的模型；
所述方法还包括：
获取掌纹图像库，所述掌纹图像库中预先存储有采集得到的多个掌纹图像，所述多个掌纹图像分别标注有掌纹图像标签；
对所述掌纹图像提取特征，得到与所述掌纹图像对应的图像特征表示；
对所述候选掌纹图像提取特征，得到与所述候选掌纹图像对应的候选特征表示；
通过待训练的候选生成模型对所述候选特征表示和所述图像特征表示融合后进行上采样，得到候选样本掌纹图像；
通过所述候选样本掌纹图像对所述候选生成模型进行训练，得到所述掌纹生成模型，所述掌纹生成模型用于生成所述样本掌纹图像。
- 3.根据权利要求1或2所述的方法，所述通过所述候选样本掌纹图像对所述候选生成模型进行训练，得到所述掌纹生成模型，包括：
确定与所述候选样本掌纹图像对应的候选掌纹图像，并将所述候选掌纹图像对应的候选图像标签作为所述候选样本掌纹图像的样本图像标签；
基于所述样本图像标签指示的掌纹分布和所述掌纹图像标签指示的掌纹分布之间的分布差异，获取与所述候选样本掌纹图像对应的损失值；
以所述损失值对所述候选生成模型进行训练，得到所述掌纹生成模型。
- 4.根据权利要求1至3任一项所述的方法，所述通过待训练的候选生成模型对所述候选特征表示和所述图像特征表示融合后进行上采样，得到候选样本掌纹图像，包括：
通过所述候选生成模型对所述候选特征表示和所述图像特征表示进行特征融合处理，得到融合特征表示，所述融合特征表示用于表征以至少一个图像特征表示对所述候选特征表示进行约束调整后得到的特征表示；
对所述融合特征表示进行上采样处理，得到所述候选样本掌纹图像。
- 5.根据权利要求1至4任一项所述的方法，所述方法还包括：
获取目标特征提取模型，所述目标特征提取模型是通过所述掌纹图像库中的多个掌纹图像预先训练得到的特征提取模型；
以所述目标特征提取模型对所述样本掌纹图像和所述至少一个掌纹图像分别提取特征，得到与所述样本掌纹图像对应的第一特征表示，以及，与所述至少一个掌纹图像分别对应的第二特征表示；
基于所述第一特征表示和至少一个第二特征表示之间的特征差异，对所述样本掌纹图像进行标签约束，所述标签约束用于约束所述样本掌纹图像与至少一个掌纹图像之间的身份一致性。
- 6.根据权利要求1至5任一项所述的方法，所述基于所述第一特征表示和至少一个第

二特征表示之间的特征差异，对所述样本掌纹图像进行标签约束，包括：

对所述第一特征表示和所述至少一个第二特征表示进行余弦相似度计算，得到至少一个特征相似度；

基于所述至少一个特征相似度对所述样本掌纹图像进行标签约束。

7.根据权利要求1至6任一所述的方法，所述将所述候选掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，得到样本掌纹图像之后，还包括：

以所述样本掌纹图像对所述掌纹识别模型进行训练，得到候选掌纹识别模型；

以所述掌纹图像库中的至少一个掌纹图像对所述候选掌纹识别模型进行调整，得到目标掌纹识别模型，所述目标掌纹识别模型用于进行掌纹识别。

8.根据权利要求1至7任一所述的方法，所述方法还包括：

将所述候选掌纹图像和所述掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，以所述掌纹图像对所述候选掌纹图像进行约束调整，得到所述样本掌纹图像。

9.根据权利要求1至8任一所述的方法，所述根据预设的掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线，包括：

根据预设的掌纹主线分布规律生成定位点数据，所述定位点数据中包括第一主线定位点对应的第一数据和第二主线定位点对应的第二数据；

根据掌纹主线弧度规律生成调节点数据，所述调节点数据对应的主线调节点用于控制所述第一主线定位点和所述第二主线定位点所构成的主线的弧度；

基于所述第一数据、所述第二数据和所述调节点数据生成所述至少一条掌纹主线，所述掌纹主线为依次连接所述第一主线定位点、所述主线调节点和所述第二主线定位点的曲线。

10.根据权利要求1至9任一所述的方法，所述基于预设的掌纹细纹分布规律在所述掌纹分布区域内生成至少一条掌纹细纹，包括：

在所述掌纹分布区域内，基于预设的掌纹细纹分布规律确定多个掌纹细纹定位点；

基于所述多个掌纹细纹定位点在所述掌纹分布区域内生成所述至少一条掌纹细纹。

11.一种样本掌纹图像的生成装置，所述装置包括：

主线生成模块，用于根据预设的掌纹主线分布规律生成至少一条掌纹主线；

细纹生成模块，用于确定所述至少一条掌纹主线所在的掌纹分布区域，基于预设的掌纹细纹分布规律在所述掌纹分布区域内生成至少一条掌纹细纹；

图像获取模块，用于基于所述掌纹分布区域内的所述至少一条掌纹主线和所述至少一条掌纹细纹，生成候选掌纹图像，在所述候选掌纹图像标注候选图像标签，所述候选图像标签用于表示所述候选掌纹图像的掌纹分布，所述掌纹分布包括掌纹主线分布和掌纹细纹分布中的至少一种；

图像生成模块，用于将所述候选掌纹图像输入预先训练得到的掌纹生成模型中，得到样本掌纹图像，所述掌纹生成模型是通过预先采集得到的掌纹图像的掌纹图像标签和所述候选图像标签预训练得到的模型，所述掌纹图像标签用于指示预先采集的所述掌纹图像的掌纹分布，所述样本掌纹图像用于对掌纹识别模型进行训练。

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段程序，所述至少一段程序由所述处理器加载并执行以实现如权利要求1至10任一所述的样本掌纹图像的生成方法。

13.一种计算机可读存储介质，所述存储介质中存储有至少一段程序，所述至少一段程序由处理器加载并执行以实现如权利要求1至10任一所述的样本掌纹图像的生成方法。

14.一种计算机程序产品，包括计算机程序或指令，所述计算机程序或指令被处理器运行时实现如权利要求1至10任一所述的样本掌纹图像的生成方法。