



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116311515 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202310243959.7

(22) 申请日 2023.03.08

(71) 申请人 虹软科技股份有限公司

地址 310052 浙江省杭州市滨江区长河街
道滨兴路392号(虹软大厦)19楼

(72) 发明人 时士柱 张志伟 张骁迪 叶平
王进

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理
有限公司 11262

专利代理师 王康 解婷婷

(51) Int. Cl.

G06V 40/20 (2022.01)

G06V 10/75 (2022.01)

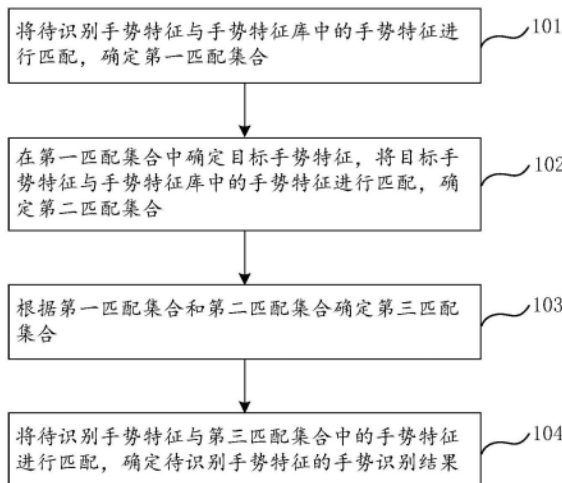
权利要求书2页 说明书14页 附图4页

(54) 发明名称

手势识别方法、装置、系统和存储介质

(57) 摘要

本发明提供了一种手势识别方法、装置、系统和存储介质,其中,手势识别方法包括将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合;在第一匹配集合中确定目标手势特征,将目标手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合;根据第一匹配集合和第二匹配集合确定第三匹配集合;将待识别手势特征与第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定待识别手势特征的手势识别结果。通过多次匹配过程,避免待识别手势特征的漏识别,提高手势识别的精度。



1. 一种手势识别方法,其特征在于,所述方法包括:
将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合;
在所述第一匹配集合中确定目标手势特征,将所述目标手势特征与所述手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合;
根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合;
将所述待识别手势特征与所述第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定所述待识别手势特征的手势识别结果。
2. 根据权利要求1所述的手势识别方法,其特征在于,根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合包括:
根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合的交集确定交集特征数量;
在所述交集特征数量满足预设集合数量阈值的情况下,根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定所述第三匹配集合。
3. 根据权利要求1或2所述的手势识别方法,其特征在于,根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合包括:
将所述第一匹配集合和所述第二匹配集合的并集作为所述第三匹配集合。
4. 根据权利要求1所述的手势识别方法,其特征在于,通过所述待识别手势特征与所述手势特征库中的手势特征之间的相似度与预设的第一匹配参数确定所述第一匹配集合,和/或,通过所述目标手势特征与所述手势特征库中的手势特征之间的相似度与预设的第二匹配参数确定所述第二匹配集合。
5. 根据权利要求4所述的手势识别方法,其特征在于,所述第一匹配参数包括第一数量参数,所述第二匹配参数包括第二数量参数,所述第二数量参数小于所述第一数量参数。
6. 根据权利要求4所述的手势识别方法,其特征在于,所述待识别手势特征与所述手势特征库中的手势特征之间的相似度通过k相互近邻算法计算得到。
7. 根据权利要求6所述的手势识别方法,其特征在于,在所述第一匹配集合和所述第二匹配集合均通过k相互近邻算法计算相似度的情况下,用于计算所述第二匹配集合的k值小于用于计算所述第一匹配集合的k值。
8. 根据权利要求1所述的手势识别方法,其特征在于,将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合包括:
将所述待识别手势特征与所述手势特征库中的手势特征进行初始匹配,在所述初始匹配成功的情况下,将所述待识别手势特征添加至所述手势特征库,得到扩充后的手势特征库;
将所述待识别手势特征与所述扩充后的手势特征库中的手势特征再次进行匹配,得到所述第一匹配集合。
9. 根据权利要求1所述的手势识别方法,其特征在于,所述方法还包括:
所述手势特征库包括多类手势特征,在目标类型的手势特征的数量大于预设存储数量的情况下,对所述目标类型的多个手势特征进行筛选。
10. 根据权利要求9所述的手势识别方法,其特征在于,对所述目标类型的多个手势特征进行筛选包括:
根据预设的相似度阈值和/或所述手势特征库中各手势特征的获取时间对所述目标类

型的多个手势特征进行筛选。

11. 根据权利要求1所述的手势识别方法,其特征在於,待识别手势特征的获取方法包括:

获取待检测图像中手势的外形特征和骨骼点特征;

根据所述外形特征和所述骨骼点特征共同确定所述待识别手势特征。

12. 根据权利要求11所述的手势识别方法,其特征在於,所述骨骼点特征为2.5D特征。

13. 根据权利要求1所述的手势识别方法,其特征在於,所述方法还包括:

获取注册图像中的注册手势特征;

根据所述注册手势特征以及与所述注册手势特征对应的手势功能,对所述注册手势特征进行注册。

14. 一种手势识别装置,其特征在於,所述装置包括第一确定模块、第二确定模块、第三确定模块和识别模块:

所述第一确定模块,用于将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合;

所述第二确定模块,用于在所述第一匹配集合中确定目标手势特征,将所述目标手势特征与所述手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合;

所述第三确定模块,用于根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合;

所述第四确定模块,用于将所述待识别手势特征与所述第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定所述待识别手势特征的手势识别结果。

15. 一种手势识别系统,其特征在於,包括图像采集装置和手势识别装置:

所述图像采集装置,用于获取待识别手势特征;

所述手势识别装置,用于将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合;在所述第一匹配集合中确定目标手势特征,将所述目标手势特征与所述手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合;根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合;将所述待识别手势特征与所述第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定所述待识别手势特征的手势识别结果。

16. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有一个或者多个程序,所述一个或者多个程序可被一个或者多个处理器执行,以实现如权利要求1至13中任一项所述的手势识别方法。

手势识别方法、装置、系统和存储介质

技术领域

[0001] 本文涉及图像识别技术,尤指一种手势识别方法、装置、系统和存储介质。

背景技术

[0002] 随着人工智能技术的发展,手势识别技术作为一种新兴的人机交互技术已经被应用到了越来越多的领域。手势识别技术可以使用户摆脱物理输入设备的束缚,例如用户可以通过手势使用手机拍照功能、滑屏功能;用户可以通过手势控制电灯、窗帘、空调等智能家电;用户可以通过手势控制汽车的窗户开关、调节播放音量等。手势识别技术以其非接触式、所做即所得的独特优势给用户带来了巨大的便利,同时也在改变传统的人机交互模式。

[0003] 目前的手势识别技术可以采集用户的手部图像,通过识别手部图像中的手势来确定交互指令,进而执行相应操作。然而,采用相关技术所得到的手势识别结果精度较低,导致响应不及时或者响应出错。

[0004] 目前针对相关技术中,得到的手势识别结果精度较低的问题,尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0005] 本申请提供了一种手势识别方法、装置、系统和存储介质,能够提高手势识别的精度。

[0006] 本申请提供了一种手势识别方法,所述方法包括:

[0007] 将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合;

[0008] 在所述第一匹配集合中确定目标手势特征,将所述目标手势特征与所述手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合;

[0009] 根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合;

[0010] 将所述待识别手势特征与所述第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定所述待识别手势特征的手势识别结果。

[0011] 在其中一些实施例中,根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合包括:

[0012] 根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合的交集确定交集特征数量;

[0013] 在所述交集特征数量满足预设集合数量阈值的情况下,根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定所述第三匹配集合。

[0014] 在其中一些实施例中,根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合包括:

[0015] 将所述第一匹配集合和所述第二匹配集合的并集作为所述第三匹配集合。

[0016] 在其中一些实施例中,通过所述待识别手势特征与所述手势特征库中的手势特征之间的相似度与预设的第一匹配参数确定所述第一匹配集合,和/或,通过所述目标手势特征与所述手势特征库中的手势特征之间的相似度与预设的第二匹配参数确定所述第二匹

配集合。

[0017] 在其中一些实施例中,所述第一匹配参数包括第一数量参数,所述第二匹配参数包括第二数量参数,所述第二数量参数小于所述第一数量参数。

[0018] 在其中一些实施例中,所述待识别手势特征与所述手势特征库中的手势特征之间的相似度通过k相互近邻算法计算得到。

[0019] 在其中一些实施例中,在所述第一匹配集合和所述第二匹配集合均通过k相互近邻算法计算相似度的情况下,用于计算所述第二匹配集合的k值小于用于计算所述第一匹配集合的k值。

[0020] 在其中一些实施例中,将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合包括:

[0021] 将所述待识别手势特征与所述手势特征库中的手势特征进行初始匹配,在所述初始匹配成功的情况下,将所述待识别手势特征添加至所述手势特征库,得到扩充后的手势特征库;

[0022] 将所述待识别手势特征与所述扩充后的手势特征库中的手势特征再次进行匹配,得到所述第一匹配集合。

[0023] 在其中一些实施例中,所述方法还包括:

[0024] 所述手势特征库包括多类手势特征,在目标类型的手势特征的数量大于预设存储数量的情况下,对所述目标类型的多个手势特征进行筛选。

[0025] 在其中一些实施例中,对所述目标类型的多个手势特征进行筛选包括:

[0026] 根据预设的相似度阈值和/或所述手势特征库中各手势特征的获取时间对所述目标类型的多个手势特征进行筛选。

[0027] 在其中一些实施例中,待识别手势特征的获取方法包括:

[0028] 获取待检测图像中手势的外形特征和骨骼点特征;

[0029] 根据所述外形特征和所述骨骼点特征共同确定所述待识别手势特征。

[0030] 在其中一些实施例中,所述骨骼点特征为2.5D特征。

[0031] 在其中一些实施例中,所述方法还包括:

[0032] 获取注册图像中的注册手势特征;

[0033] 根据所述注册手势特征以及与所述注册手势特征对应的手势功能,对所述注册手势特征进行注册。

[0034] 本申请提供了一种手势识别装置,所述装置包括第一确定模块、第二确定模块、第三确定模块和识别模块:

[0035] 所述第一确定模块,用于将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合;

[0036] 所述第二确定模块,用于在所述第一匹配集合中确定目标手势特征,将所述目标手势特征与所述手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合;

[0037] 所述第三确定模块,用于根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合;

[0038] 所述第四确定模块,用于将所述待识别手势特征与所述第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定所述待识别手势特征的手势识别结果。

- [0039] 本申请提供了一种手势识别系统,包括图像采集装置和手势识别装置;
- [0040] 所述图像采集装置,用于获取待识别手势特征;
- [0041] 所述手势识别装置,用于将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合;在所述第一匹配集合中确定目标手势特征,将所述目标手势特征与所述手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合;根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合;将所述待识别手势特征与所述第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定所述待识别手势特征的手势识别结果。
- [0042] 本申请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存储有一个或者多个程序,所述一个或者多个程序可被一个或者多个处理器执行,以实现上述任一种手势识别方法。
- [0043] 与相关技术相比,本申请包括:将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合;在第一匹配集合中确定目标手势特征,将目标手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合;根据第一匹配集合和第二匹配集合确定第三匹配集合;将待识别手势特征与第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定待识别手势特征的手势识别结果。通过多次匹配过程,避免待识别手势特征的漏识别,提高手势识别的精度。
- [0044] 本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本申请而了解。本申请的其他优点可通过在说明书以及附图中所描述的方案来实现和获得。

附图说明

- [0045] 附图用来提供对本申请技术方案的理解,并且构成说明书的一部分,与本申请的实施例一起用于解释本申请的技术方案,并不构成对本申请技术方案的限制。
- [0046] 图1是根据本申请实施例的手势识别方法的流程图;
- [0047] 图2是根据本申请实施例的第三匹配集合的确定方法的流程图;
- [0048] 图3是根据本申请实施例的获取待识别手势特征的方法的流程图;
- [0049] 图4是根据本申请实施例的手势注册方法的流程图;
- [0050] 图5是根据本申请实施例的网络训练方法的流程图;
- [0051] 图6是根据本申请优选实施例的对手势特征库进行扩充的示意图;
- [0052] 图7是根据本申请优选实施例的匹配过程示意图;
- [0053] 图8是根据本申请实施例的手势识别装置的结构框图。

具体实施方式

[0054] 本申请描述了多个实施例,但是该描述是示例性的,而不是限制性的,并且对于本领域的普通技术人员来说显而易见的是,在本申请所描述的实施例包含的范围内可以有更多的实施例和实现方案。尽管在附图中示出了许多可能的特征组合,并在具体实施方式中进行了讨论,但是所公开的特征的许多其它组合方式也是可能的。除非特意加以限制的情况以外,任何实施例的任何特征或元件可以与任何其它实施例中的任何其他特征或元件结合使用,或可以替代任何其它实施例中的任何其他特征或元件。

[0055] 本申请包括并设想了与本领域普通技术人员已知的特征和元件的组合。本申请已经公开的实施例、特征和元件也可以与任何常规特征或元件组合,以形成由权利要求限定的独特的发明方案。任何实施例的任何特征或元件也可以与来自其它发明方案的特征或元件组合,以形成另一个由权利要求限定的独特的发明方案。因此,应当理解,在本申请中示出和/或讨论的任何特征可以单独地或以任何适当的组合来实现。因此,除了根据所附权利要求及其等同替换所做的限制以外,实施例不受其它限制。此外,可以在所附权利要求的保护范围内进行各种修改和改变。

[0056] 此外,在描述具有代表性的实施例时,说明书可能已经将方法和/或过程呈现为特定的步骤序列。然而,在该方法或过程不依赖于本文所述步骤的特定顺序的程度上,该方法或过程不应限于所述的特定顺序的步骤。如本领域普通技术人员将理解的,其它的步骤顺序也是可能的。因此,说明书中阐述的步骤的特定顺序不应被解释为对权利要求的限制。此外,针对该方法和/或过程的权利要求不应限于按照所写顺序执行它们的步骤,本领域技术人员可以容易地理解,这些顺序可以变化,并且仍然保持在本申请实施例的精神和范围内。

[0057] 本申请实施例提供了一种手势识别方法,如图1所示,该方法包括如下步骤:

[0058] 步骤S101,将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合。

[0059] 本实施例中可以直接获取待识别手势特征,也可以从获取到的图像中检测得到待识别手势特征,待识别手势特征可以为各类控制手势,例如,控制手机、车辆、智能家居、增强现实(Augmented Reality,简称为AR)、虚拟现实(Virtual Reality,简称为VR)等场景下的各类手势。

[0060] 手势特征库可以为预设的各类手势特征的集合,每一类手势特征的数量可以为一个或者多个,待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配的过程可以通过特征点检测和/或相似度计算实现。

[0061] 为了避免识别过程中对待识别手势特征的漏识别,本实施例中会在手势特征库中选择多个手势特征形成集合作为待识别手势特征的识别结果。其中,选择的依据可以为相似度、采集时间等等预设的参数。

[0062] 步骤S102,在第一匹配集合中确定目标手势特征,将目标手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合。

[0063] 为了避免漏识别,本实施例中将第一匹配集合中的一个或者多个手势特征依次作为目标手势特征,再次与手势特征库中的手势特征进行匹配,如果将多个手势特征作为目标手势特征,则会得到与目标手势特征对应的多个第二匹配集合。

[0064] 本实施例中不对目标手势特征的数量进行限制,可以为在第一匹配集合中随机选择一个或者若干个手势特征,也可以是根据预设的规则选择一个或者若干个手势特征,优选地,可以将第一匹配集合中的所有手势特征依次作为目标手势特征。

[0065] 步骤S103,根据第一匹配集合和第二匹配集合确定第三匹配集合。

[0066] 在得到第一匹配集合和第二匹配集合之后,可以根据第一匹配集合与第二匹配集合中的手势特征确定第三匹配集合,例如,可以根据第一匹配集合和第二匹配集合的并集或者交集确定第三匹配集合,还可以根据两个集合中手势特征与待识别手势特征之间的相似度选择部分手势特征形成第三匹配集合。

[0067] 在有一个目标手势特征的情况下,直接根据第一匹配集合和第二匹配集合确定第三匹配集合即可。

[0068] 在有多个目标手势特征的情况下,则存在与各目标手势特征对应的多个第二匹配集合,此时,可以直接根据第一匹配集合和所有的第二匹配集合共同确定第三匹配集合,也可以先将各第二匹配集合与第一匹配集合分别进行一对一的对比,得到多个对比结果,然后根据多个对比结果共同确定第三匹配集合。

[0069] 步骤S104,将待识别手势特征与第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定待识别手势特征的手势识别结果。

[0070] 将第三匹配集合作为待识别手势特征最终需要进行匹配的集合进行特征匹配,从而得到待识别手势特征的手势识别结果。具体的,本实施例中的手势识别结果为待识别手势特征对应的控制功能。

[0071] 需要说明的是,本实施例中对各个匹配阶段的实现方式不做要求;在匹配精度上,获取第一匹配集合和第二匹配集合的过程中需要尽可能的覆盖更多相似的手势,因此匹配精度可以设置得低一些,使用的匹配算法也可以为基础的余弦距离、欧氏距离、马氏距离等等,最终确定待识别手势特征的手势识别结果的过程中,需要提升识别的准确率,因此匹配精度可以设置得高一些,使用的匹配算法可以为精度更高的算法,例如Jaccard距离等等。

[0072] 通过上述步骤S101至步骤S104,本实施例基于待识别手势特征与手势特征库中的手势特征之间的多次匹配过程,提高了手势识别过程的召回率,避免待识别手势特征的漏识别,提高手势识别的精度。

[0073] 在其中一些实施例中,图2是根据本申请实施例的第三匹配集合的确定方法的流程图,如图2所示,该方法包括如下步骤:

[0074] 步骤S201,根据第一匹配集合和第二匹配集合的交集确定交集特征数量;

[0075] 第一匹配集合和第二匹配集合的交集特征数量越多,说明两个集合中手势特征更加相近,有利于提高最终匹配过程的准确率。

[0076] 步骤S202,在交集特征数量满足预设集合数量阈值的情况下,根据第一匹配集合和第二匹配集合确定第三匹配集合。

[0077] 在交集特征数量不满足预设集合数量阈值的情况下,说明不存在满足要求的相互近似的手势特征,此时可以直接根据第一匹配集合中的手势特征进行手势识别。

[0078] 在有多个第二匹配集合的情况下,依次对比各第二匹配集合与第一匹配集合,确认交集特征数量,根据各第二匹配集合的对比结果,对第三匹配集合进行更新,直至遍历完所有的第二匹配集合。

[0079] 通过上述步骤S201和步骤S202,可以保证第三匹配集合中的手势特征在避免漏识别的同时满足较高的相似度要求,有利于提高手势识别过程的精确度。

[0080] 进一步地,可以直接将第一匹配集合与第二匹配集合的并集作为第三匹配集合,也可以在交集特征数量满足预设集合数量阈值的情况下,将第一匹配集合和第二匹配集合的并集作为第三匹配集合,以避免匹配过程中对手势特征的漏识别,提高手势特征的召回率。其中,预设集合数量阈值可以根据场景需求进行设置,优选地,可以根据第二匹配集合中手势特征的数量设置预设集合数量阈值,例如设定预设集合数量阈值为第二匹配集合中手势特征的数量一个比例,该比例可以根据精确度的需求设置,例如可以为1/2或者1/3

等等。

[0081] 在其中一些实施例中,基于各手势特征之间的相似度和匹配参数得到第一匹配集合和第二匹配集合。具体地,通过待识别手势特征与手势特征库中的手势特征之间的相似度与预设的第一匹配参数确定第一匹配集合,和/或,通过目标手势特征与手势特征库中的手势特征之间的相似度与预设的第二匹配参数确定第二匹配集合。其中,第一匹配参数和第二匹配参数均为用于对手势特征进行筛选的匹配参数,优选地,匹配参数可以包括多类参数,例如,预设的相似度阈值,手势特征的获取时间,集合中手势特征的数量等等。在筛选时,可以优先选择相似度较高的手势特征,也可以按照预设的权重对各个手势特征进行综合评判以确定该手势特征是否加入相应的集合。在确定第一匹配集合与第二匹配集合的过程中,通过相似度和预设的匹配参数,可以提高手势特征匹配结果的准确度。

[0082] 在其中一些实施例中,匹配参数包括数量参数,具体地,第一匹配参数包括第一数量参数,第二匹配参数包括第二数量参数,在匹配计算的过程中,要求第二数量参数小于第一数量参数。基于上述限制,在满足手势特征之间相似度要求的情况下,第二匹配集合中手势特征的数量小于第一匹配集合中手势特征的数量,以在提高召回率的同时,提高第二次匹配过程中手势特征匹配结果的准确率。优选地,在形成第一匹配集合和第二匹配集合时,先根据相似度要求筛选手势特征,在满足相似度阈值的手势特征的数量大于数量参数时,按照相似度从高到低对手势特征进行筛选,以使第一匹配集合和第二匹配集合中手势特征的数量满足要求。

[0083] 由于如果两个手势特征A和B相似,那么B应该会在A的前k个近邻里面,反过来,A也会在B的前k个近邻里面。但如果两个手势特征C和D不相似,即使C在D的前k个近邻里面,D也不会出现在C的前k个近邻里面。因此,优选地,待识别手势特征与手势特征库中的手势特征之间的相似度通过k相互近邻(k-reciprocal nearest neighbor,简称为k-rnn)算法计算得到。相对于余弦相似度只考虑了向量的方向而忽视了向量的大小,匹配标准较为单一,k相互近邻算法能够通过多次匹配计算,在保证识别准确率的前提下有效提升对手势特征的召回率,从而有效提升对当前手势特征的识别效果,提高手势匹配的准确度。

[0084] 进一步地,在第一匹配集合和第二匹配集合均通过k相互近邻算法计算相似度的情况下,用于计算第二匹配集合的k值小于用于计算第一匹配集合的k值。例如,在计算第一匹配集合时k的值为20,那么在计算第二匹配集合时,k的值可以为10。在计算第二匹配集合的过程中,降低k值的作用是为了减少计算量,同时保证手势识别的准确率。

[0085] 在其中一些实施例中,手势特征库中的手势特征数量较少,甚至可能仅有一个手势特征与待识别手势相匹配,匹配难度较高,此时需要对手势特征库进行扩充,再基于扩充后的手势特征库进行手势特征的匹配,具体地,将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行初始匹配,在初始匹配成功的情况下,将待识别手势特征添加至手势特征库,得到扩充后的手势特征库。其中,初始匹配可以通过欧氏距离、余弦距离、马氏距离等基础的相似度计算方法实现。

[0086] 本实施例中,初始匹配为粗识别,目的是为了确定待识别手势是否能够与手势特征库中的手势特征对应,若初始匹配不成功,则不进行后续的匹配过程,也不会将该待识别手势特征加入手势特征库。

[0087] 得到扩充后的手势特征库后,将待识别手势特征与扩充后的手势特征库中的手势

特征再次进行匹配,得到第一匹配集合。此时的匹配结果不仅包含手势特征库中原本的手势特征,还包括待识别手势特征本身。

[0088] 在多次识别之后,相比于注册时得到的手势特征库,扩充后的手势识别库中会有丰富的手势特征,有利于避免待识别手势特征的漏识别。

[0089] 优选地,由于k相互近邻算法通常是一对多的,而预先注册的手势特征库在初始状态下,仅存在一个与待识别手势特征对应的手势特征,是一对一的,因此本实施例在采用k相互近邻算法进行手势特征识别时,可以通过马氏距离计算实现初始匹配,得到扩充后的手势特征库。

[0090] 在其中一些实施例中,手势特征库包括多类手势特征,在目标类型的手势特征的数量大于预设存储数量的情况下,可以对目标类型的多个手势特征进行筛选,以减少同一类型手势特征的数据量和匹配过程中的计算量,提高手势特征匹配的准确度。其中,不同类型的手势特征对应不同的预设存储数量,该预设存储数量可以由用户进行设置,在需要时也可以进行修改。具体地,手势特征库中手势特征对应的功能为多种多样的,例如,控制目标开启/关闭,调节音量大小,控制拍照或者闪光灯,在扩充手势特征库之后,每一类手势特征的数量均为多个,如果某一类手势特征的数量过多,就可以对该类手势特征进行筛选。本实施例中目标类型的手势特征可以为任意类型的手势特征,在筛选时,各类手势特征的筛选条件为预设值,可以相同也可以不同。例如,重要功能对应的手势特征的数量可以更多,相似度要求也可以更高。

[0091] 优选地,在筛选过程中,可以根据预设的相似度阈值对目标类型的多个手势特征进行筛选。具体的,将目标类型的多个手势特征中低于相似度阈值的手势特征删除。进一步地,还可以根据手势特征库中各手势特征的获取时间对目标类型的多个手势特征进行筛选,具体地,保留最新存储的若干个手势特征。在同时使用相似度阈值和获取时间对手势特征进行筛选时,可以分别设置相似度和获取时间的权重,根据相似度、与相似度对应的第一权重、获取时间、与获取时间对应的第二权重对手势特征进行评价,最后取评价较高的若干个手势特征进行存储,也可以先根据相似度从高到低对手势特征进行排序,然后根据获取时间取排序靠前的手势特征,还可以先根据获取时间由近及远对手势特征进行排序,然后取相似度较高的若干个手势特征。需要说明的是,在筛选过程中,也可以要求筛选后的手势特征必须满足预设的相似度阈值和/或获取时间的要求,以保证手势特征匹配过程的准确度。

[0092] 在其中一些实施例中,图3是根据本申请实施例的获取待识别手势特征的方法的流程图,如图3所示,该方法包括如下步骤:

[0093] 步骤S301,获取待检测图像中手势的外形特征和骨骼点特征。

[0094] 步骤S302,根据外形特征和骨骼点特征共同确定待识别手势特征。

[0095] 本实施例中同时基于待检测图像中的外形特征和骨骼点特征获取待识别手势特征,具体地,在获取到待检测图像之后,通过卷积神经网络从待检测图像提取手势的外形特征和骨骼点特征,再将外形特征和骨骼点特征进行融合,融合后的特征被送入卷积神经网络进行后续处理。其中,待检测图像的输入尺寸为(W,H,C),W和H表示人手图像区域的宽和高,C即为人手图像的通道数,例如,人手骨骼点的输入尺寸为(1,21,3),1是扩展出的维度,可以理解成有一只手,21即为关节点的数量,3是关节点的(x,y,z)坐标。

[0096] 优选地,将包含手势的待检测图像输入手势识别网络中的第一神经网络,获得手势的外形特征;将该待检测图像的手部骨骼点数据输入手势识别网络中的第二神经网络,获得骨骼点特征;将外形特征和骨骼点特征进行融合后输入手势识别网络中的第三神经网络,获得综合的待识别手势特征。进行特征融合的方法可以为:将外形特征和骨骼点特征在信道channel维度上进行拼接操作(concatenate)以实现特征融合。优选地,第三神经网络还可以调整外形特征和骨骼点特征,使其数据尺寸相同,为减少计算量,第三神经网络可以对待识别手势特征进行降维计算后再进行特征提取操作。

[0097] 通过上述步骤S301和步骤S302,相对于仅使用骨骼点的2D特征和角度信息,本实施例中的方案同时考虑到骨骼点特征和手势的外形特征,能够有效避免检索匹配过程中的误识,提高匹配精度。

[0098] 本申请中,骨骼点特征可以为3D特征也可以为2.5D特征,为了提高骨骼点特征的检测精度,本申请中骨骼点特征优选为2.5D特征。骨骼点的(x,y,z)坐标,z表示该骨骼点相对选定的根节点的深度,如将手腕点作为根节点,以反映各个骨骼点之间的相对深度信息,有效丰富骨骼点特征的坐标信息。

[0099] 在现有技术中,手势识别技术能够识别的手势大都为预先定义的,用户只能使用预先定义的手势,可扩展性差;另外,用户在使用预先定义的手势时需要一定的学习成本,尤其是一些高难度的手势,用户不一定能够实现,可操作性差。

[0100] 为了解决上述技术问题,本申请实施例还提供了一种手势注册方法,图4是根据本申请实施例的手势注册方法,该方法包括如下步骤:

[0101] 步骤S401,获取注册图像中的注册手势特征。

[0102] 其中,注册图像为包括用户手势的图像,用户可以上传已有的图像作为注册图像,也可以通过手势识别系统的图像采集设备实时拍摄得到该注册图像。用户可以根据场景需求自定义该手势的姿态。

[0103] 步骤S402,根据注册手势特征以及与注册手势特征对应的手势功能,对所述注册手势特征进行注册。

[0104] 在获取到注册手势特征之后,还可以获取用户自定义的手势功能,例如控制开关,调整音量等等,然后将注册手势特征和对应的手势功能匹配,实现手势注册,方便后续识别出自定义手势后,直接执行相应的操作功能,优化用户使用手势识别的操作体验。

[0105] 通过上述步骤S401和步骤S402,用户可以将自己感兴趣的自定义手势注册到预设的手势特征库中,扩展了可识别的手势类型,后续用户在做手势时会和已注册的手势进行匹配并执行相应的功能指令。

[0106] 具体地,注册手势特征的获取方法包括:获取注册图像中手势的外形特征和骨骼点特征;将外形特征和骨骼点特征输入训练好的手势识别网络,获得注册手势特征。

[0107] 进一步地,在进行手势注册时,还可以为注册手势特征分配身份标识ID,方便查找和检索。

[0108] 基于上述的手势识别方法,本申请实施例还提供了一种网络训练方法,用来实现上述的手势识别过程,如图5所示,该方法包括:

[0109] 步骤S501,获取样本对,样本对为正样本对和负样本对中的一种或多种。

[0110] 其中,正样本对包含锚样本和正样本,负样本对包含锚样本和负样本,且每个样本

中均包含手势图片以及该手势图片对应的骨骼点特征,手势图片可以通过具有单目RGB摄像头的图像采集设备获取。

[0111] 步骤S502,将样本对输入待训练的手势识别网络进行训练。

[0112] 本实施例中,利用手势图片和与手势图片中的手势对应的手部骨骼点特征对手势识别网络进行训练,使得通过该网络获得的手势综合特征综合了手势的外形特征和骨骼点特征,增加了获取到的手势特征的信息量,有助于提高手势识别的准确率。

[0113] 在其中一些实施例中,基于正样本对进行网络训练时,具体包括,将正样本对中的锚样本和正样本分别输入手势识别网络,以两种样本经网络输出的两种手势综合特征之间的损失函数值小于第一预设值为训练目标,对手势识别网络进行训练,即训练的目标是拉近锚样本和正样本的距离。

[0114] 进一步地,将正样本对中的两种样本、以及负样本对中的两种样本输入手势识别网络,以正样本对中的两种样本经网络输出的两种手势综合特征的差异与负样本对中两种样本经网络输出的手势综合特征的差异之间的损失函数值大于第二预设值为训练目标,对手势识别网络进行训练,即训练的目标是拉近锚样本和正样本的距离,拉远锚样本和负样本的距离。

[0115] 在其中一些实施例中,样本对为负样本对,此时对手势识别网络进行训练,包括如下步骤:将负样本对中的两种样本分别输入手势识别网络,以两种样本经网络输出的两种手势综合特征之间的损失函数值大于第三预设值为训练目标,对手势识别网络进行训练,即训练的目标是拉近锚样本和负样本的距离。

[0116] 具体地,损失函数可以采用由原始triplet loss函数改进而来的soft margin triplet loss函数做损失计算以进行反向传播。其中,triplet loss函数的目的是使类内距离趋小,类间距离趋大;为实现这一目的,triplet loss函数构建许多组三元组(Anchor, Positive, Negative),通过学习优化特征向量,使得欧式空间内的锚样本Anchor与正样本Positive的距离比锚样本Anchor与负样本Negative的距离要近。

[0117] triplet loss函数的公式可以表示为:

$$L = \max(d(a, p) - d(a, n) + \text{margin}, 0) \quad (1)$$

[0119] 式(1)中,L表示损失函数,max(*,0)通过将小于0的值置0实现截断,a表示锚样本Anchor;p表示正样本Positive,与a是同一类别的正样本;n表示Negative,与a是不同类别的负样本;margin是一个大于0的常数,最终的优化目标就是拉近a和p的距离,拉远a和n的距离。

[0120] 而soft margin triplet loss函数则是在triplet loss函数的基础上使用softplus函数用平滑逼近代替截断函数max(*,0),从而取消了截断处理,公式如下:

$$s(f) = \ln(1 + e^f) \quad (2)$$

[0122] 式(2)中,f表示式(1)中的 $d(a, p) - d(a, n) + \text{margin}$ 。

[0123] 本实施例使用soft margin triplet loss函数可以增强网络的泛化能力,并且使用指数衰减softplus函数来平滑逼近triplet loss中的截断函数,从而提升了对网络的训练效果。

[0124] 以下通过优选实施例对手势注册和识别的过程进行说明。

[0125] 本优选实施例中的手势注册和识别过程由图像采集模块、目标检测跟踪模块、人

手骨骼点检测模块、特征融合与提取模块等四个模块实现,具体地:

[0126] (1) 图像采集模块。用于驱动单目RGB摄像头从而实现图像采集功能,例如,实时采集人手图像并输入到后续的模块。在其他实施例中也可以采用红外摄像头或者深度摄像头;

[0127] (2) 目标检测跟踪模块。用于实现对手这一目标的检测,同时使用目标跟踪算法实现人手在前后帧的匹配。本实例基于深度学习相关理论实现目标检测模型,该模型会输出人手的矩形区域、类别、置信度和人手的ID。最终,目标检测跟踪模块会输出当前帧中的人手矩形框到下一个模块中;

[0128] (3) 人手骨骼点检测模块。用于以目标检测跟踪模块所输出的人手矩形框为输入数据,输出2.5D的骨骼点坐标;

[0129] (4) 特征融合与提取模块。用于分别接收目标检测跟踪模块输出的人手矩形图像和人手骨骼点检测模块所输出的2.5D骨骼点特征,得到人手综合特征,即本模块有两个输入。

[0130] 在训练阶段,特征融合与提取模块获取样本图像的人手综合特征,通过损失函数完成手势识别模型的训练;在注册阶段,特征融合与提取模块获取注册图像中的注册手势特征作为人手综合特征,并将其加入手势特征库,完成注册;在识别阶段特征融合与提取模块实时采集当前的待识别手势特征,然后将其与手势特征库中的手势特征做比对并输出匹配结果。

[0131] 以下对手势特征的匹配过程进行详细说明:

[0132] S1,计算待识别手势特征与手势特征库中每个手势特征的马氏距离,将各马氏距离与预设的相似度阈值进行比较,得到初始的匹配结果;其中,马氏距离 $d_M(x, y)$ 的计算公式可以为:

$$[0133] \quad d_M(x, y) = \sqrt{(x - y)^T S^{-1} (x - y)} \quad (3)$$

[0134] 式中, x 和 y 分别表示作为probe的人手特征向量、手势特征库中手势特征的向量; S 是多维随机变量的协方差矩阵;

[0135] S2,若待识别手势特征初始匹配通过,则将待识别手势特征也保存到手势特征库中,并对其分配和手势特征库中对应的手势特征相同的ID,得到扩充后的手势特征库;如图6所示,实时动作为待识别手势特征,Gallery为手势特征库,待识别手势特征与Gallery中初始注册的手势特征匹配成功后,会加入Gallery,得到扩充后的手势特征库,即更新后的库;

[0136] S3,在手势特征库中,确定与待识别手势特征之间的马氏距离最近的 k 个手势特征,计算该 k 个手势特征与待识别手势特征之间的杰卡德Jaccard距离,此时,可以将最小的Jaccard距离对应的手势特征作为待识别手势特征的匹配结果;其中,Jaccard距离的计算公式可以为:

$$[0137] \quad d_J = 1 - \frac{|R^*(p, k) \cap R^*(g_i, k)|}{|R^*(p, k) \cup R^*(g_i, k)|} \quad (4)$$

[0138] 式中, p 表示probe; g_i 为预存库gallery中的手势综合特征; R^* 是 R 的扩展, R 表示符合 k 相互近邻算法的特征集合,定义如下:

$$[0139] \quad R(p, k) = \{(g_i \in N(p, k)) \cap (p \in N(g_i, k))\} \quad (5)$$

[0140] 式中, N 是 k 相互近邻算法的手势综合特征,定义如下:

$$[0141] \quad N(p, k) = \{g_1^0, g_2^0, \dots, g_k^0\}, |N(p, k)| = k \quad (6)$$

[0142] 式中, $|N(p, k)|$ 表示 N 中候选手势综合特征的数目。

[0143] 可以看出, $R(p, k)$ 是以待识别手势特征作为probe时, 手势特征库中与其有 k 相互近邻算法的手势特征的集合。

[0144] 进一步地, 为了避免由于光照、遮挡、角度等因素导致正样本被从probe的 k 近邻中排除, 可以根据以下条件将 $R(p, k)$ 中每个候选项的 $1/2k$ -reciprocal nearest neighbors 增量地添加到更鲁棒的集合 $R^*(p, k)$ 中, 即:

$$\mathcal{R}^*(p, k) \leftarrow \mathcal{R}(p, k) \cup \mathcal{R}(q, \frac{1}{2}k)$$

$$[0145] \quad s.t. |\mathcal{R}(p, k) \cap \mathcal{R}(q, \frac{1}{2}k)| \geq \frac{2}{3} |\mathcal{R}(q, \frac{1}{2}k)|,$$

$$\forall q \in \mathcal{R}(p, k) \quad (7)$$

[0146] 式(7)表示, 对于 $R(p, k)$ 中的手势特征 g_i , 遍历这些 g_i , 其中, $i=1 \sim k$, 将每一个 g_i 作为新的probe, 在扩充后的手势特征库中执行 $k' = k/2$ 的 k 相互近邻算法, 得到与 g_i 对应的 $R(p, \frac{1}{2}k)$, 若 $R(p, k)$ 和 $R(p, \frac{1}{2}k)$ 的交集中的手势特征数大于或等于 $R(p, \frac{1}{2}k)$ 中手势特征数的 $2/3$, 则将 $R(p, k)$ 和所有满足要求的 $R(p, \frac{1}{2}k)$ 的并集作为 $R^*(p, k)$ 。

[0147] 生成 $R^*(p, k)$ 的过程可参考图7。图7中, 首先将 Q 作为probe, 基于扩充后的手势特征库, 通过 k 相互近邻算法计算得到集合 $R(Q, 20)$, 即得到 k 值取20的第一匹配集合, 需要说明的是, 虽然理论上集合 R 包含的图片数量为20, 但是在排序时会对手势特征进行筛选, 因此集合 R 实际的图片数量可能会小于20; 然后将 $R(Q, 20)$ 中ID为2的图片单独拿出来作为新的probe, 同时 k 降至原来的一半, 即此时的 $k=20/2=10$, 再次基于扩充后的手势特征库通过 k 相互近邻算法计算得到第二行的集合 $R(2, 10)$, 即一个第二匹配集合, 图中 $R(C, 10)$ 的 C 表示手势特征的ID, 本实施例中 C 为2; $R(Q, 20)$ 与 $R(2, 10)$ 的交集(即相同的手势特征)数为2, 而 $R(2, 10)$ 的个数为3; 将这些数字代入到 $s.t. |\mathcal{R}(p, k) \cap \mathcal{R}(q, \frac{1}{2}k)| \geq \frac{2}{3} |\mathcal{R}(q, \frac{1}{2}k)|$, 符合条件, 因此可以取 $R(Q, 20)$ 与 $R(2, 10)$ 的并集, 即为图7的第三行。依次遍历第一行的所有手势特征, 最后将所有的并集作为 $R^*(Q, 20)$, 得到第三匹配集合。

[0148] 最后, 可以通过计算 Q 与第三匹配集合中各手势特征之间的相似度确定手势识别结果。

[0149] 本实施例使用Jaccard距离作为衡量待识别手势特征和手势特征库中手势特征之间相似度的判别标准, 从上述的理论分析可以知晓, 使用Jaccard距离不仅只是考虑两个手势特征之间的相似度, 还计算了待识别手势特征和一批相似手势特征的相似度, 使得Jaccard距离包含的信息更加丰富, 也能排除掉一些环境因素的干扰。正是因为如此, 本实施例基于Jaccard距离识别手势可以显著提升手势识别的效果。上述基于 k 相互近邻算法的匹配过程, 使用到了马氏距离和Jaccard距离进行了两次匹配, 相对现有手势识别技术中的匹配过程仅使用余弦距离作为相似度依据的单次匹配算法, 可以有效提升手势的识别效

果。

[0150] 在本实施例中还提供了一种手势识别装置,该装置用于实现上述实施例及优选实施方式,已经进行过说明的不再赘述。以下所使用的术语“模块”、“单元”、“子单元”等可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管在以下实施例中描述的装置较佳地以软件来实现,但是硬件,或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。

[0151] 图8是根据本申请实施例的手势识别装置的结构框图,如图8所示,该装置包括第一确定模块81、第二确定模块82、第三确定模块83和识别模块84:

[0152] 第一确定模块81,用于将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合;

[0153] 第二确定模块82,用于在第一匹配集合中确定目标手势特征,将目标手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合;

[0154] 第三确定模块83,用于根据第一匹配集合和第二匹配集合确定第三匹配集合;

[0155] 第四确定模块84,用于将待识别手势特征与第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定待识别手势特征的手势识别结果。

[0156] 通过上述手势识别装置,本实施例基于待识别手势特征与手势特征库中的手势特征之间的多次匹配过程,提高了手势识别过程的召回率,避免待识别手势特征的漏识别,提高手势识别的精度。

[0157] 进一步地,根据第一匹配集合和第二匹配集合确定第三匹配集合包括:根据第一匹配集合和第二匹配集合的交集确定交集特征数量;在交集特征数量满足预设集合数量阈值的情况下,根据第一匹配集合和第二匹配集合确定第三匹配集合。优选地,可以将第一匹配集合和第二匹配集合的并集作为第三匹配集合。

[0158] 进一步地,通过待识别手势特征与手势特征库中的手势特征之间的相似度与预设的第一匹配参数确定第一匹配集合,和/或,通过目标手势特征与手势特征库中的手势特征之间的相似度与预设的第二匹配参数确定第二匹配集合。其中,第一匹配参数包括第一数量参数,第二匹配参数包括第二数量参数,第二数量参数小于第一数量参数。

[0159] 进一步地,第一匹配集合和/或第二匹配集合通过k相互近邻算法计算得到。在第一匹配集合和第二匹配集合均通过k相互近邻算法计算相似度的情况下,用于计算第二匹配集合的k值小于用于计算第一匹配集合的k值。

[0160] 进一步地,将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合包括:将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行初始匹配,在初始匹配成功的情况下,将待识别手势特征添加至手势特征库,得到扩充后的手势特征库;将待识别手势特征与扩充后的手势特征库中的手势特征再次进行匹配,得到第一匹配集合。

[0161] 进一步地,手势特征库包括多类手势特征,在目标类型的手势特征的数量大于预设存储数量的情况下,对目标类型的多个手势特征进行筛选。优选地,对目标类型的多个手势特征进行筛选包括:根据预设的相似度阈值和/或手势特征库中各手势特征的获取时间对目标类型的多个手势特征进行筛选。

[0162] 进一步地,待识别手势特征的获取方法包括:获取待检测图像中手势的外形特征和骨骼点特征;根据外形特征和骨骼点特征共同确定待识别手势特征。其中,骨骼点特征优选为2.5D特征。

[0163] 进一步地,手势识别装置还需要获取注册图像中的注册手势特征;根据注册手势特征以及与注册手势特征对应的手势功能,对注册手势特征进行注册。

[0164] 本申请还提供了一种手势识别系统,包括图像采集装置和手势识别装置:所述图像采集装置,用于获取待识别手势特征;所述手势识别装置,用于将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合;在所述第一匹配集合中确定目标手势特征,将所述目标手势特征与所述手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第二匹配集合;根据所述第一匹配集合和所述第二匹配集合确定第三匹配集合;将所述待识别手势特征与所述第三匹配集合中的手势特征进行匹配,确定所述待识别手势特征的手势识别结果。通过上述手势识别系统,本实施例基于待识别手势特征与手势特征库中的手势特征之间的多次匹配过程,提高了手势识别过程的召回率,避免待识别手势特征的漏识别,提高手势识别的精度。

[0165] 进一步地,根据第一匹配集合和第二匹配集合确定第三匹配集合包括:根据第一匹配集合和第二匹配集合的交集确定交集特征数量;在交集特征数量满足预设集合数量阈值的情况下,根据第一匹配集合和第二匹配集合确定第三匹配集合。优选地,可以将第一匹配集合和第二匹配集合的并集作为第三匹配集合。

[0166] 进一步地,通过待识别手势特征与手势特征库中的手势特征之间的相似度与预设的第一匹配参数确定第一匹配集合,和/或,通过目标手势特征与手势特征库中的手势特征之间的相似度与预设的第二匹配参数确定第二匹配集合。其中,第一匹配参数包括第一数量参数,第二匹配参数包括第二数量参数,第二数量参数小于第一数量参数。

[0167] 进一步地,第一匹配集合和/或第二匹配集合通过k相互近邻算法计算得到。在第一匹配集合和第二匹配集合均通过k相互近邻算法计算相似度的情况下,用于计算第二匹配集合的k值小于用于计算第一匹配集合的k值。

[0168] 进一步地,将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行匹配,确定第一匹配集合包括:将待识别手势特征与手势特征库中的手势特征进行初始匹配,在初始匹配成功的情况下,将待识别手势特征添加至手势特征库,得到扩充后的手势特征库;将待识别手势特征与扩充后的手势特征库中的手势特征再次进行匹配,得到第一匹配集合。

[0169] 进一步地,手势特征库包括多类手势特征,在目标类型的手势特征的数量大于预设存储数量的情况下,对目标类型的多个手势特征进行筛选。优选地,对目标类型的多个手势特征进行筛选包括:根据预设的相似度阈值和/或手势特征库中各手势特征的获取时间对目标类型的多个手势特征进行筛选。

[0170] 进一步地,待识别手势特征的获取方法包括:获取待检测图像中手势的外形特征和骨骼点特征;根据外形特征和骨骼点特征共同确定待识别手势特征。其中,骨骼点特征优选为2.5D特征。

[0171] 进一步地,手势识别装置还需要获取注册图像中的注册手势特征;根据注册手势特征以及与注册手势特征对应的手势功能,对注册手势特征进行注册。

[0172] 本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质存储有一个或者多个程序,一个或者多个程序可被一个或者多个处理器执行,以实现如前任一实施例的手势识别方法。

[0173] 本领域普通技术人员可以理解,上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统、装

置中的功能模块/单元可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。在硬件实施方式中,在以上描述中提及的功能模块/单元之间的划分不一定对应于物理组件的划分;例如,一个物理组件可以具有多个功能,或者一个功能或步骤可以由若干物理组件合作执行。某些组件或所有组件可以被实施为由处理器,如数字信号处理器或微处理器执行的软件,或者被实施为硬件,或者被实施为集成电路,如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机可读介质上,计算机可读介质可以包括计算机存储介质(或非暂时性介质)和通信介质(或暂时性介质)。如本领域普通技术人员公知的,术语计算机存储介质包括在用于存储信息(诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据)的任何方法或技术中实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘(DVD)或其他光盘存储、磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算机访问的任何其他的介质。此外,本领域普通技术人员公知的是,通信介质通常包含计算机可读指令、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据,并且可包括任何信息递送介质。

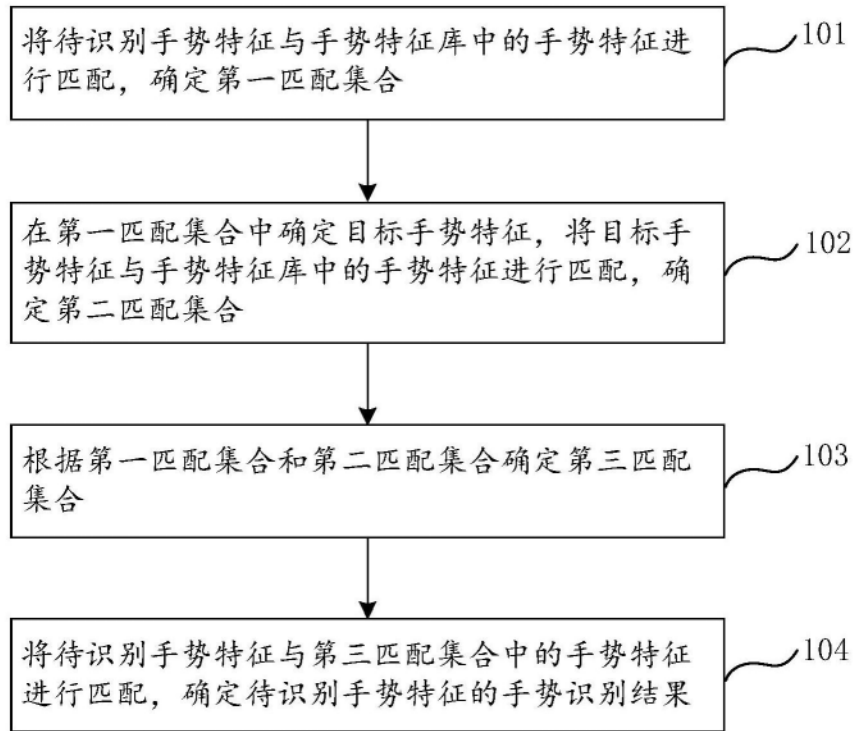


图1

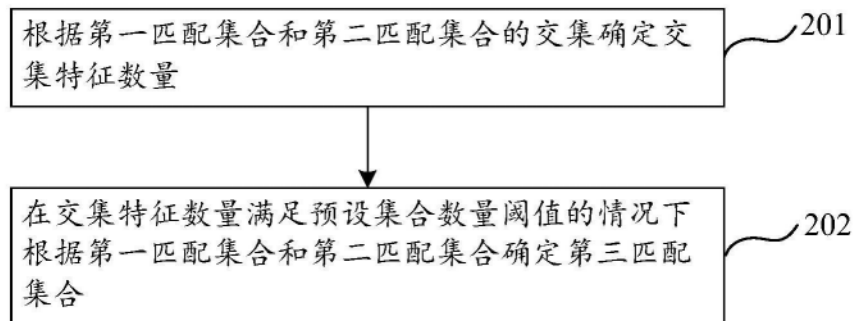


图2

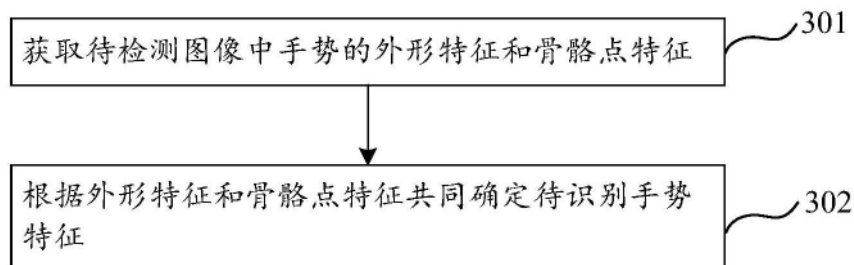


图3

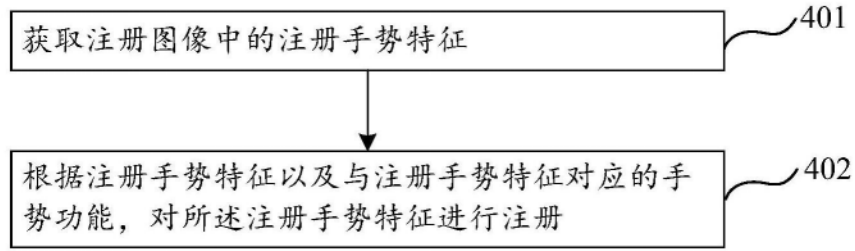


图4

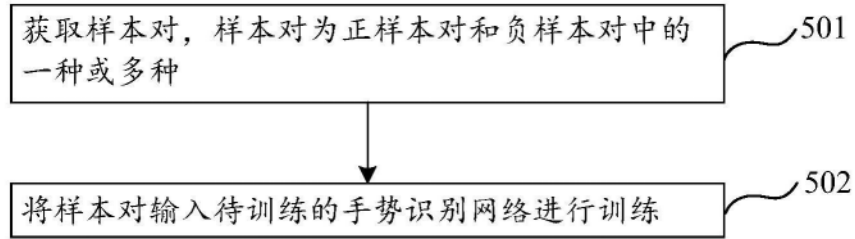


图5

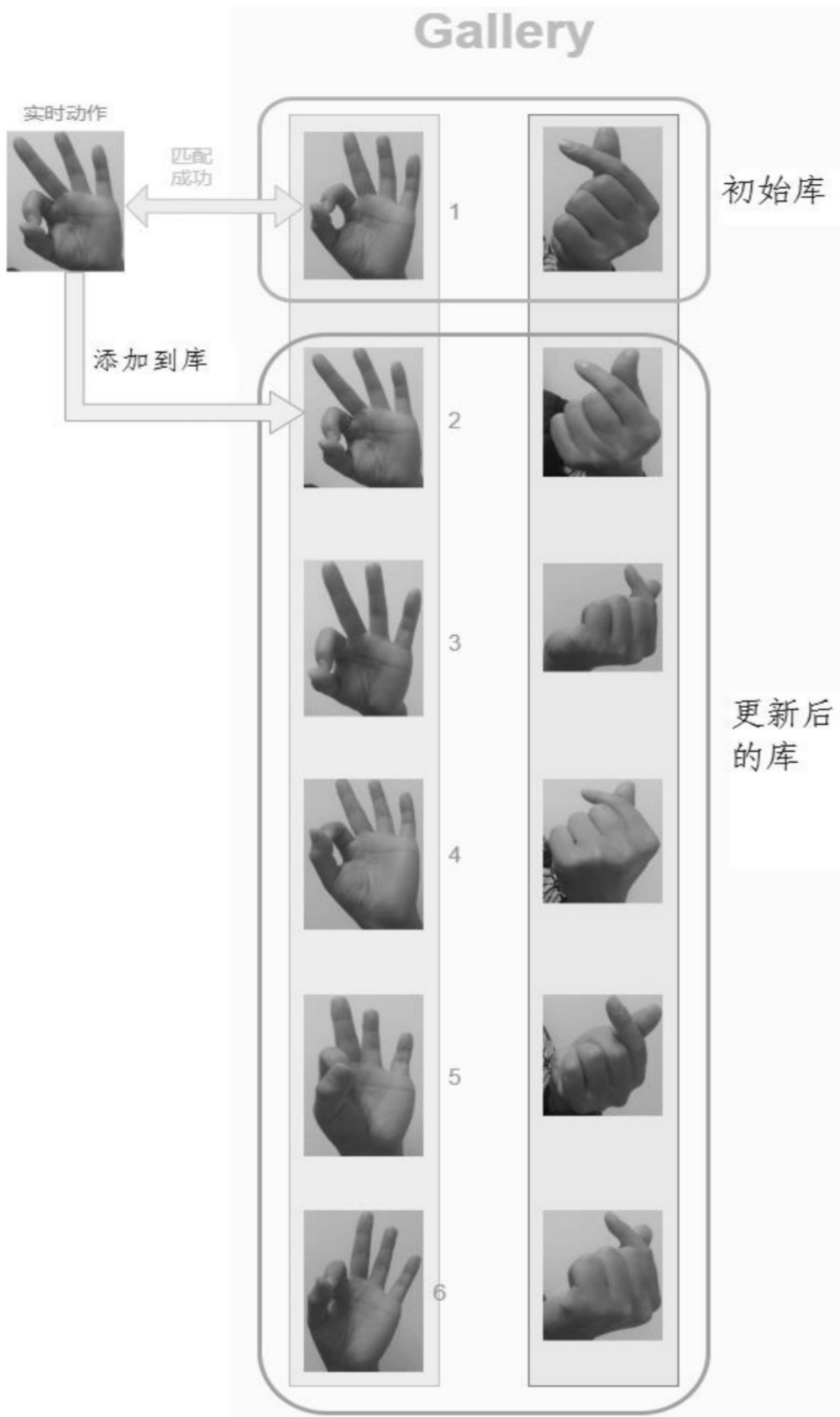


图6

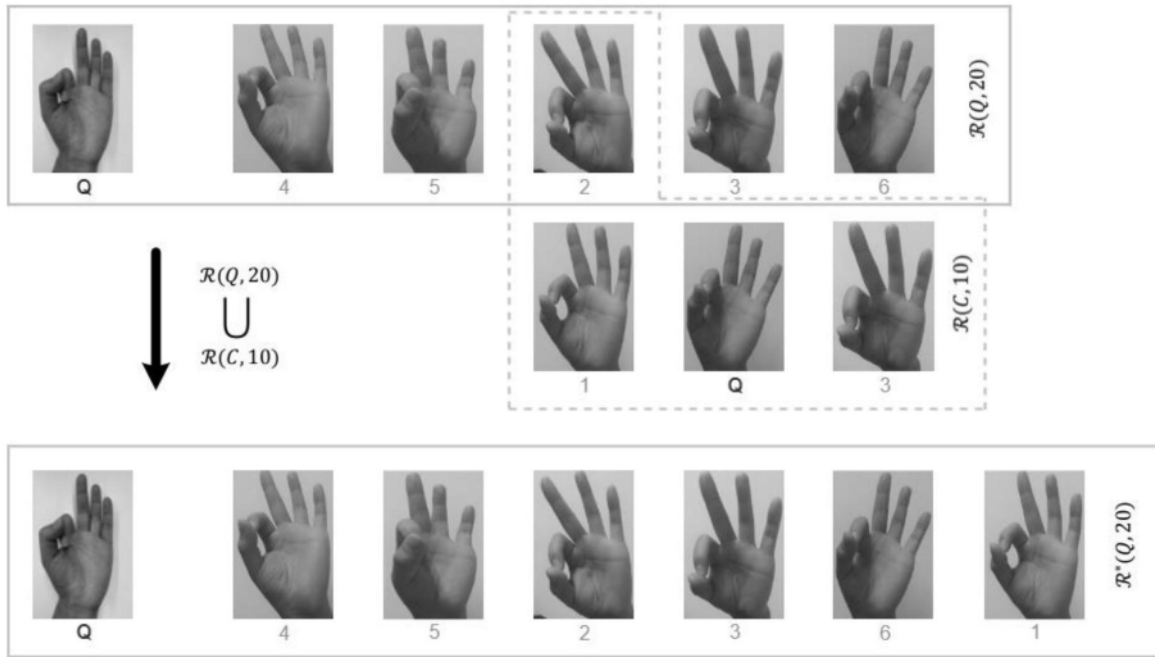


图7

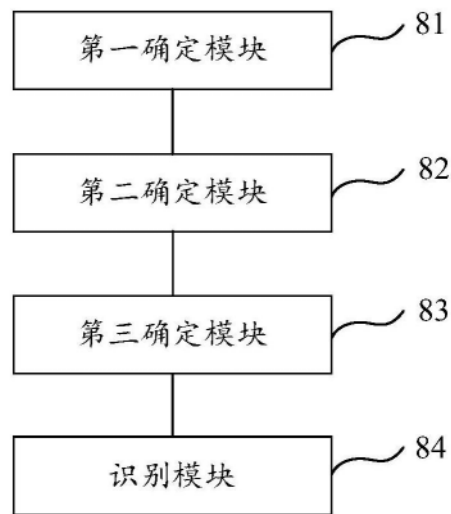


图8