



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110232303 B

(45) 授权公告日 2023.06.16

(21) 申请号 201910147860.0

G06T 7/11 (2017.01)

(22) 申请日 2019.02.28

G06T 1/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G06V 10/764 (2022.01)

申请公布号 CN 110232303 A

G06V 10/88 (2022.01)

G06V 10/94 (2022.01)

(43) 申请公布日 2019.09.13

(30) 优先权数据

15/913,308 2018.03.06 US

(56) 对比文件

US 2012189168 A1,2012.07.26

CN 103988232 A,2014.08.13

US 2016335790 A1,2016.11.17

US 9547908 B1,2017.01.17

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

Donghun Yeo.Superpixel-Based

Tracking-by-Segmentation Using Markov

Chains.《2017 IEEE Conference on Computer

Vision and Pattern Recognition (CVPR)》

.2017,第511-520页.

(72) 发明人 D·乌斯考夫

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 边海梅

审查员 林鸿

权利要求书4页 说明书14页 附图9页

(51) Int.Cl.

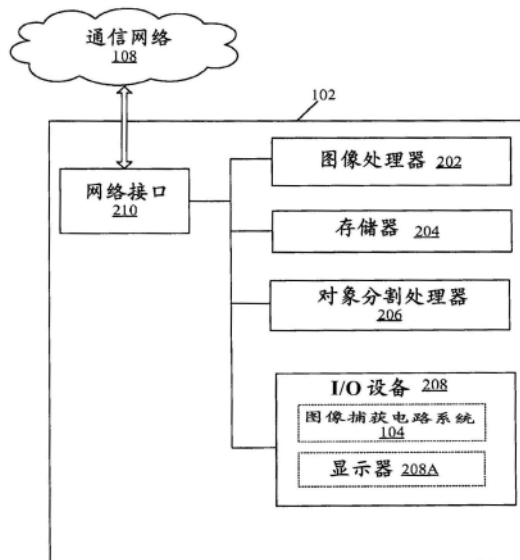
G06T 7/246 (2017.01)

(54) 发明名称

用于图像处理的装置、方法和介质

(57) 摘要

本发明涉及图像帧序列中的关节状对象的自动跟踪和保留。公开了用以跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象的图像处理装置和方法的各个方面。图像处理装置被配置为将图像帧序列中的每个图像帧分割成与不同超像素对应的不同分割区域。通过第一图像帧和第二图像帧之间的非零时间导数来检测处于第一运动状态的关节状对象。构造第一图像帧的第一超像素集合的第一连通性图。还构造第二图像帧的第二超像素集合的第二连通性图。基于第一连通性图和第二连通性图来生成处于第二运动状态的关节状对象的完整对象掩模,其中关节状对象的至少一部分在第二运动状态下是静止的。



1. 一种图像处理装置,包括:

至少一个图像处理器,被配置为:

将图像帧序列中的每个图像帧分割成与不同超像素对应的不同分割区域;

通过将所述图像帧序列中的第一图像帧的像素值与所述第一图像帧之前的顺序图像帧的像素值相减来计算所述第一图像帧的时间导数图,其中所述时间导数图包括指示在所述第一图像帧和所述第一图像帧之前的顺序图像帧之间没有移动的零时间导数和指示其间有移动的非零时间导数;

基于计算出的所述第一图像帧的时间导数图中的非零时间导数来检测在所述第一图像帧中处于第一运动状态的关节状对象,其中在所述第一运动状态下所述关节状对象的所有部位处于运动中;

通过将所述图像帧序列中的所述第一图像帧之后的第二图像帧的像素值与所述第一图像帧的像素值相减来计算所述第二图像帧的时间导数图;

基于计算出的所述第二图像帧的时间导数图来检测在所述第二图像帧中处于第二运动状态的所述关节状对象,其中在所述第二运动状态下所述关节状对象的至少一部分是静止的;

构造所述第一图像帧的第一超像素集合的第一连通性图,其中所述第一连通性图识别所述第一超像素集合中的每个超像素与相邻超像素的共同关系;

构造所述第二图像帧的第二超像素集合的第二连通性图,其中所述第二连通性图识别所述第二超像素集合中的每个超像素与相邻超像素的共同关系;以及

基于所述第一连通性图和所述第二连通性图,生成处于第二运动状态的所述关节状对象的完整对象掩模。

2. 如权利要求1所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为将所述第二图像帧的所述第二连通性图与所述第一图像帧的所述第一连通性图进行比较,用于所述完整对象掩模的所述生成。

3. 如权利要求1所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为根据包括所述第一图像帧和所述第二图像帧的三个顺序图像帧来计算所述第二图像帧的时间导数图。

4. 如权利要求1所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为基于所述非零时间导数在所述第一超像素集合或所述第二超像素集合的超像素中的存在将所述超像素与所述非零时间导数相关联,其中所述超像素与所述不同分割区域中的分割区域相对应,其中与所述非零时间导数相关联的所述超像素整体上被包括在所述完整对象掩模中。

5. 如权利要求4所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为基于所述第一超像素集合或所述第二超像素集合中的超像素与所述非零时间导数的关联将所述超像素分类为移动。

6. 如权利要求5所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为基于所述第二超像素集合中的超像素被先前分类为在所述第一图像帧中移动以及在所述第二图像帧中不存在所述非零时间导数而将所述超像素的分类更新为属于所述关节状对象的移动超像素。

7. 如权利要求1所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为将所述第二超像素集合的超像素划分为第一子区域和第二子区域,其中所述超像素包括属于所述关节状对象的所述第一子区域中的第一数量的像素和属于静止背景的所述第二子区域中的第二数量的像素。

8. 如权利要求7所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为更新所述超像素的分割参数,用于所述超像素到所述第一子区域和所述第二子区域的所述划分,其中所述第一子区域中的像素的所述第一数量小于阈值数量。

9. 如权利要求7所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为检查所述第二超像素集合的被分类为在所述第二图像帧中静止的超像素是否先前与用于所述超像素的所述划分的所述非零时间导数相关联。

10. 如权利要求1所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为针对所述关节状对象的每个部分用所述第二连通性图更新所述第一连通性图,以反映所述关节状对象在所述第二图像帧中的当前外观。

11. 如权利要求1所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为基于时间导数图以及所述第一连通性图和所述第二连通性图的组合,独立于所述图像帧序列中所述关节状对象的运动状态来跟踪所述关节状对象的每个部分。

12. 如权利要求1所述的图像处理装置,其中所述至少一个图像处理器还被配置为基于所述第一连通性图与所述第二连通性图的比较来恢复所述图像帧序列的所述第二图像帧中所述关节状对象的缺失部分,用于所述完整对象掩模的所述生成。

13. 一种图像帧序列中的对象跟踪方法,包括:

在包括至少一个图像处理器的图像处理装置中:

由所述至少一个图像处理器将图像帧序列中的每个图像帧分割成与不同超像素对应的不同分割区域;

由所述至少一个图像处理器通过将所述图像帧序列中的第一图像帧的像素值与所述第一图像帧之前的顺序图像帧的像素值相减来计算所述第一图像帧的时间导数图,其中所述时间导数图包括指示在所述第一图像帧和所述第一图像帧之前的顺序图像帧之间没有移动的零时间导数和指示其间有移动的非零时间导数;

由所述至少一个图像处理器基于计算出的所述第一图像帧的时间导数图中的非零时间导数来检测在所述第一图像帧中处于第一运动状态的关节状对象,其中在所述第一运动状态下所述关节状对象的所有部位处于运动中;

由所述至少一个图像处理器通过将所述图像帧序列中的所述第一图像帧之后的第二图像帧的像素值与所述第一图像帧的像素值相减来计算所述第二图像帧的时间导数图;

由所述至少一个图像处理器基于计算出的所述第二图像帧的时间导数图来检测在所述第二图像帧中处于第二运动状态的所述关节状对象,其中在所述第二运动状态下所述关节状对象的至少一部分是静止的;

由所述至少一个图像处理器构造所述第一图像帧的第一超像素集合的第一连通性图,其中所述第一连通性图识别所述第一超像素集合中的每个超像素与相邻超像素的共同关系;

由所述至少一个图像处理器构造所述第二图像帧的第二超像素集合的第二连通性图,

其中所述第二连通性图识别所述第二超像素集合中的每个超像素与相邻超像素的共同关系;以及

由所述至少一个图像处理器基于所述第一连通性图和所述第二连通性图,生成处于第二运动状态的所述关节状对象的完整对象掩模。

14.如权利要求13所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器将所述第二图像帧的所述第二连通性图与所述第一图像帧的所述第一连通性图进行比较,用于所述完整对象掩模的所述生成。

15.如权利要求13所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器根据包括所述第一图像帧和所述第二图像帧的三个顺序图像帧来计算所述第二图像帧的时间导数图。

16.如权利要求13所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器基于所述非零时间导数在所述第一超像素集合和所述第二超像素集合的超像素中的存在将所述超像素与所述非零时间导数相关联,其中所述超像素与所述不同分割区域中的分割区域相对应,其中与所述非零时间导数相关联的所述超像素整体上被包括在所述完整对象掩模中。

17.如权利要求16所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器基于所述第一超像素集合和所述第二超像素集合中的超像素与所述非零时间导数的关联将所述超像素分类为移动。

18.如权利要求17所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器基于所述第二超像素集合中的超像素被先前分类为在所述第一图像帧中移动以及在所述第二图像帧中不存在所述非零时间导数,将所述超像素的分类更新为属于所述关节状对象的对象超像素。

19.如权利要求13所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器将所述第二超像素集合的超像素划分为第一子区域和第二子区域,其中所述超像素包括属于所述关节状对象的所述第一子区域中的第一数量的像素和属于静止背景的所述第二子区域中的第二数量的像素。

20.如权利要求19所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器更新所述超像素的分割参数,用于所述超像素到所述第一子区域和所述第二子区域的所述划分,其中所述第一子区域中的像素的所述第一数量小于阈值数量。

21.如权利要求19所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器检查所述第二超像素集合的被分类为在所述第二图像帧中静止的超像素是否先前与用于所述超像素的所述划分的所述非零时间导数相关联。

22.如权利要求13所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器针对所述关节状对象的每个部分用所述第二连通性图更新所述第一连通性图,以反映所述关节状对象在所述第二图像帧中的当前外观。

23.如权利要求13所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器基于时间导数图以及所述第一连通性图和所述第二连通性图的组合,独立于所述图像帧序列中所述关节状对象的运动状态来跟踪所述关节状对象的每个部分。

24.如权利要求13所述的方法,还包括由所述至少一个图像处理器基于所述第一连通性图与所述第二连通性图的比较来恢复在所述图像帧序列的所述第二图像帧中所述关节状对象的缺失部分,用于所述完整对象掩模的所述生成。

25.存储指令的一种非瞬态计算机可读介质,所述指令当由一个或多个处理器执行时,

使得执行如权利要求13-24中任一项所述的方法。

用于图像处理的装置、方法和介质

技术领域

[0001] 本公开的各种实施例涉及图像帧序列中的对象跟踪技术。更具体而言,本公开的各种实施例涉及跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象(articulated object)的图像处理装置和方法。

背景技术

[0002] 视频监控系统、机器人和汽车工业领域的机器视觉系统以及消费电子(CE)设备领域中的最新进展主要归功于图像处理技术的快速技术发展。虽然已知用于对象跟踪的各种技术,但是它们中的大多数专注于在视频的图像帧序列中找到对象的平均移动,通常来自对象的“质心”。在关节状对象(例如,人)的情况下,对象跟踪的复杂性增加,因为关节状对象的几何形状不恒定而并且随着关节状对象移动而改变。关节状对象是指具有经由关节附连并且可以相对于彼此移动的部位(part)的对象。关节状对象也易于变形,例如,在图像帧序列中关节状对象的两个部位可能在一段时间内合并或分离。当前的技术通常试图找到关节状对象的平均移动,而不试图识别关节状对象的所有移动部位。另外,定位以及分割(segment)前景对象(foreground object)的常用方法是从新捕获的图像中减去静态背景图像。相减可以提供时间导数(temporal derivative),并且相减之后的剩余像素可以被标记为前景对象。但是,在某些情况下,当试图通过使用时间导数来跟踪关节状对象时遇到“淡出(fading-out)”问题。例如,关节状对象或关节状对象的一些部位可能突然停止移动。停止移动的关节状对象或部位在图像帧序列中留下部分时间导数或没有留下时间导数,并且关节状对象逐渐消失或淡出。因此,在这种情况下可能难以准确地描绘前景关节状对象。

[0003] 通过将所描述的系统与本公开的一些方面进行比较,如在本申请的剩余部分中并参考附图所阐述的,常规和传统方法的进一步限制和缺点对于本领域技术人员将变得显而易见。

发明内容

[0004] 如在权利要求中更完整地阐述的那样,基本上如至少一个附图所示和/或结合至少一个附图所描述的,提供了用以跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象的图像处理装置和方法。

[0005] 通过阅读本公开的以下具体实施方式以及附图,可以认识到本公开的这些和其它特征及优点,其中相同的标号始终指相同的部件。

附图说明

[0006] 图1A是图示根据本公开实施例的、用以跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象的示例性网络环境的框图。

[0007] 图1B图示了根据本公开实施例的、由图1A的图像处理装置在颜色空间中对图像帧序列的图像帧的场景的示例性分割。

[0008] 图2是图示根据本公开实施例的示例性图像处理装置的框图。

[0009] 图3A和图3B共同图示了根据本公开实施例的、用于实现所公开的图像处理装置和方法的第一示例性场景,其中图像处理装置和方法用以跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象。

[0010] 图3C图示了根据本公开实施例的、用于实现所公开的图像处理装置和方法的第二示例性场景,其中图像处理装置和方法用以跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象。

[0011] 图4A、图4B和图4C共同描绘了图示根据本公开实施例的跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象的示例性方法的流程图。

具体实施方式

[0012] 可以在所公开的跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象的图像处理装置和方法中找到以下描述的实现。本公开的示例性方面可以包括图像处理装置,该图像处理装置可以将图像帧序列中的每个图像帧分割成与不同的超像素对应的不同分割区域。可以通过第一图像帧和第二图像帧之间的非零时间导数来检测处于第一运动状态的关节状对象。第二图像帧可以在图像帧序列中的第一图像帧之后。图像处理装置可以被配置为构造第一图像帧的第一超像素集合的第一连通性图(connectivity graph)。图像处理装置还可以被配置为构造第二图像帧的第二超像素集合的第二连通性图。图像处理装置还可以被配置为基于第一连通性图和第二连通性图来生成处于第二运动状态的关节状对象的完整对象掩模(mask)。关节状对象的至少一部分在第二运动状态下可以是静止的。

[0013] 根据实施例,图像处理装置可以被配置为将第二图像帧的第二连通性图与第一图像帧的第一连通性图进行比较,用于生成完整对象掩模。图像处理装置可以被配置为根据包括第一图像帧和第二图像帧的三个连续图像帧来计算时间导数图(map)。时间导数图可以至少包括非零时间导数。

[0014] 根据实施例,图像处理装置可以被配置为将第一超像素集合和第二超像素集合的超像素与非零时间导数相关联。可以基于超像素中非零时间导数的存在来完成关联,该非零时间导数与不同分割区域中的分割区域相对应。与非零时间导数相关联的超像素可以完全被包括在完整对象掩模中。图像处理装置可以被配置为基于超像素与非零时间导数的关联将第一超像素集合和第二超像素集合中的超像素分类为移动。

[0015] 根据实施例,图像处理装置可以被配置为将第二超像素集合中的超像素的分类更新为属于关节状对象的对象超像素。即使在第二图像帧中可能不存在非零时间导数,也可以基于超像素在第一图像帧中的先前分类将超像素的分类更新为移动。根据实施例,第二超像素集合的超像素可以被划分为第一子区域和第二子区域。被划分的超像素可以包括第一子区域中属于关节状对象的第一数量的像素和第二子区域中属于静止背景的第二数量的像素。第一子区域中像素的第一数量可以小于阈值数量。图像处理装置可以被配置为检查第二超像素集合的被分类为在第二图像帧中静止的超像素是否先前与用于超像素的划分的非零时间导数相关联。图像处理装置可以被配置为更新超像素的分割参数,用于将超像素划分为第一子区域和第二子区域。

[0016] 根据实施例,图像处理装置可以被配置为针对关节状对象的每个部分用第二连通性图来更新第一连通性图,以反映第二图像帧中关节状对象的当前外观(appearance)。基

于时间导数图和第一连通性图以及第二连通性图的组合,可以独立于图像帧序列中关节状对象的运动状态来跟踪关节状对象的每个部分。图像处理装置可以被配置为恢复图像帧序列的第二图像帧中关节状对象的缺失部分,用于生成完整对象掩模。可以基于第一连通性图与第二连通性图的比较来恢复关节状对象的缺失部分。

[0017] 图1A是图示根据本公开实施例的、用以跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象的示例性网络环境的框图。参考图1A,示出了网络环境100。网络环境100可以包括图像处理装置102、图像捕获电路系统104、服务器106和通信网络108。图像帧序列110可以由图像捕获电路系统104捕获。图像帧序列110可以包括关节状对象112。图像捕获电路系统104可以指通信地耦合到图像处理装置102的集成相机或外部相机。图像处理装置102和服务器106可以经由通信网络108来彼此通信地耦合。

[0018] 图像处理装置102可以包括合适的电路系统、接口和/或代码,这些电路系统、接口和/或代码可以被配置为处理图像帧序列110以跟踪诸如关节状对象112之类的对象,而与对象的不同运动状态无关。可以基于超像素的时间导数图和连通性图的组合来准确地跟踪对象。图像处理装置102可以被配置为动态地分割关节状对象112,关节状对象112可以在图像帧序列110中被实时地或近实时地检测。图像处理装置102的示例可以包括但不限于数码相机、便携式相机、头戴式设备(HMD)、监控装备、智能电话、智能眼镜、平板电脑、基于增强现实的设备、计算设备和/或其它消费电子(CE)设备。

[0019] 图像捕获电路系统104可以包括合适的逻辑、电路系统、接口和/或代码,这些逻辑、电路系统、接口和/或代码可以被配置为捕获图像帧序列110。图像捕获电路系统104可以包括使得能够捕获图像帧序列110的图像感测电路。图像捕获电路系统104可以包括取景器,取景器可以被配置为构成和/或聚焦由图像捕获电路系统104捕获的场景。图像捕获电路系统104可以被配置为在本地缓冲器、存储器和/或服务器106中存储所捕获的图像帧序列110。

[0020] 服务器106可以包括合适的电路系统、接口和/或代码,这些电路系统、接口和/或代码可以被配置为存储由图像处理装置102捕获的图像帧序列110。服务器106的示例可以包括但不限于数据库服务器、文件服务器、应用服务器、云服务器、web服务器或其组合。

[0021] 通信网络108可以包括通信介质,图像处理装置102可以通过该通信介质与服务器106通信地耦合。通信网络108的示例可以包括但不限于互联网、云网络、无线保真(Wi-Fi)网络、局域网(LAN)和/或城域网(MAN)。网络环境100中的各种设备可以被配置为根据各种有线和无线通信协议连接到通信网络108。这种有线和无线通信协议的示例可以包括但不限于传输控制协议和互联网协议(TCP/IP)、用户数据报协议(UDP)、超文本传输协议(HTTP)、文件传输协议(FTP)、ZigBee、EDGE、IEEE 802.11、光保真(Li-Fi)、802.16、IEEE 802.11s、IEEE 802.11g、多跳通信、无线接入点(AP)、设备到设备通信、蜂窝通信协议或蓝牙(BT)通信协议中的至少一个,包括其变体和/或组合。

[0022] 图像帧序列110可以指由图像捕获电路系统104查看和捕获的场景的视频。图像帧序列110可以包括一个或多个对象,诸如关节状对象112。关节状对象112是指具有经由关节附连并且可以相对于彼此移动的部位的对象。关节状对象112可以是突然停止移动的移动对象,或者在捕获图像帧序列110期间,关节状对象112的一些部位可以在一段时间内停止移动。关节状对象112也可以是其形状在一段时间内的变形对象,或者在所捕获的图像

帧序列110中位于相同位置但在不同时刻处于不同朝向的对象。关节状对象112的示例可以包括但不限于人类对象、动物或者非人类或无生命的关节状对象(诸如机器人)。

[0023] 在操作中,图像捕获电路系统104可以被配置为捕获图像帧序列110。所捕获的图像帧序列110可以包括一个或多个对象(诸如关节状对象112)以及静止背景。图像处理装置102可以从图像捕获电路系统104接收图像帧序列110。图像处理装置102可以被配置为将图像帧序列110中的每个图像帧分割成与不同的超像素对应的不同分割区域。分割指的是场景分割,其中图像帧序列110的每个图像帧中的场景在颜色空间(例如,RGB颜色空间)中被分割。场景分割的示例在图1B中示出。

[0024] 图1B图示了根据本公开实施例的、由图1A的图像处理装置在颜色空间中对图像帧序列的图像帧的场景的示例性分割。参考图1B,示出了由图像捕获电路系统104捕获的图像帧序列110中的一个的放大视图。图像帧序列110可以包括顺序图像帧,诸如第一图像帧110a、第二图像帧110b、第三图像帧110c、...和第n图像帧110n。示出了图像帧序列110的第一图像帧110a的场景114a和第一图像帧110a中的第一超像素集合116a。

[0025] 第一超像素集合116a与不同的分割区域相对应,这些分割区域是源场景(诸如场景114a)的场景分割的结果。每个超像素可以是数字图像的多边形分割区域(例如,图像帧序列110的每个图像帧),该多边形分割区域包括具有相同或相似图像特性(诸如亮度或颜色)的像素组。因此,第一图像帧110a的整个源场景(诸如场景114a)可以被描述为超像素的集合(即,第一超像素集合116a)。每个超像素可以用伪色(pseudo color)表示(不同的伪色由图1B中的不同图案示出)。当图像帧序列110的每个相继的图像帧(诸如第二图像帧110b和第三图像帧110c)中的场景在颜色空间中被分割时,相同的分割区域或超像素可以跨图像帧序列110由相同的伪色标记。

[0026] 根据实施例,图像处理装置102可以被配置为根据图像帧序列110的两个顺序图像帧来计算时间导数(诸如时间导数图)。例如,第一图像帧110a和第二图像帧110b可以被转换成二进制图像,其中像素可以具有两个可能的值(诸如黑色和白色)。可以用第一图像帧110a的像素值减去第二图像帧110b的像素值,以找到移位的像素。由于背景在图像帧序列110中是静态的,因此移位的像素可以与移动对象(诸如关节状对象112)的像素相对应。图像处理装置102可以被配置为通过第一图像帧110a和第二图像帧110b之间的非零时间导数来检测处于第一运动状态的关节状对象112。第二图像帧110b在图像帧序列110中的第一图像帧110a之后。

[0027] 根据实施例,图像处理装置102可以被配置为利用三个顺序帧来计算时间导数。三个顺序帧的使用可以显著降低可能来自图像捕获电路系统104(诸如RGB相机)的噪声。在某些情况下,当图像捕获电路系统104暂时抖动时,可能引入运动模糊或拖尾(smearing)。在此类情况下,即使对于快速移动的关节状对象,通过使用三个顺序帧用来计算时间导数,也可以减少拖尾。在一些实施例中,可以通过从时间导数中减去图像捕获电路系统104(即,相机)的全局移动来消除时间导数中的抖动噪声。时间导数的使用允许通过其移动来识别诸如关节状对象112之类的对象。可以跟踪诸如关节状对象112之类的对象,而不管其外观如何,即,不需要关于对象的先验知识。通常,在对象移动中涉及许多像素,因此,即使对象移动一个像素,也可以通过使用时间导数来识别对象移动。

[0028] 在常规方法中,当试图通过使用时间导数来单独跟踪诸如关节状对象112之类的

对象时,遇到“淡出”问题。例如,关节状对象112或关节状对象112的一些部位可能突然停止移动。换句话说,关节状对象112的运动状态可以从第一运动状态改变为第二运动状态。第一运动状态与当关节状对象112或关节状对象112的所有部位处于运动中时关节状对象112的运动状态相对应。第二运动状态与当关节状对象112或关节状对象112的一些部位变得静止(即,停止移动)时关节状对象112的改变了的运动状态相对应。停止移动的关节状对象112或部位在图像帧序列110中留下部分时间导数或没有留下时间导数,因此如果仅通过使用时间导数对关节状对象112进行跟踪,那么在跟踪期间关节状对象112可能逐渐消失或淡出。

[0029] 与基于运动的跟踪和对象分割的常规和常见方法相反,图像处理装置102可以被配置为基于计算出的时间导数图和独立的场景分割图的组合,独立于图像帧序列110中关节状对象112的运动状态来跟踪关节状对象112的每个部分。时间导数图可以用于基于运动的对象检测以及非零时间导数与每个超像素的关联。场景分割图可以指不同的分割区域(诸如第一超像素集合116a),其中每个分割区域(即,超像素)与相邻分割区域的相关性是可导出的。可以利用场景分割图中不同分割区域的连通性图案(诸如连通性图)来对图像帧序列110中的关节状对象112的每个部分进行鲁棒(robust)的跟踪。例如,图像处理装置102可以被配置为构造第一图像帧110a的第一超像素集合116a的第一连通性图。类似地,图像处理装置102可以被配置为构造第二图像帧110b的第二超像素集合的第二连通性图。第二超像素集合的示例可以是图像帧302的超像素集合310a,如图3A中所示出和描述的。

[0030] 根据实施例,图像处理装置102可以被配置为将第二超像素集合的超像素与非零时间导数相关联。可以基于与不同分割区域中的分割区域对应的超像素中非零时间导数的存在来完成关联。如果诸如超像素之类的分割区域包含非零时间导数,那么将分割区域作为整体(即,整体地)包括在关节状对象112的对象掩模中。第二超像素集合中的超像素可以基于超像素与非零时间导数的关联被分类为移动。在一些实施例中,图像处理装置102可以被配置为从第二超像素集合中基于计算出的非零时间导数被分类为移动的超像素来生成关节状对象112的初始对象边界。如果关节状对象112处于第一运动状态,那么关节状对象112的初始对象边界可以是完整的。但是,如果关节状对象112处于第二运动状态,那么关节状对象112的初始对象边界可能不完整,因为停止移动的关节状对象112或部位留下部分时间导数或没有留下时间导数。

[0031] 然后,图像处理装置102可以被配置为将所构造的第二图像帧110b的第二连通性图与第一图像帧110a的第一连通性图进行比较。即使关节状对象112的一些部分(或部位)在图像帧序列110中变得静止,仍然可以基于连通性图(或连接性图案)分析来识别这样静止的部分,并因此保留。图像处理装置102可以被配置为将第二超像素集合中的超像素的分类更新为属于关节状对象112的移动超像素。可以基于超像素被先前分类为在第一图像帧110a或第一图像帧110a之前的图像帧(未示出)中移动来更新超像素的分类。

[0032] 图像处理装置102可以被配置为基于第一连通性图与第二连通性图的比较来恢复图像帧序列110的第二图像帧110b中的关节状对象112的缺失部分。可以更新关节状对象112的初始对象边界,并且可以基于第一连通性图与第二连通性图的比较来纠正缺失的对象边界(如果存在的话)。图像处理装置102可以被配置为基于第一连通性图与第二连通性图的比较来生成处于第二运动状态的关节状对象112的完整对象掩模。关节状对象112的至

少一部分在第二运动状态下可以是静止的。然后,图像处理装置102可以实时地或近实时地动态分割所捕获的图像帧序列110的第二图像帧110b和后续图像帧中的检测到的关节状对象112。图像处理装置102还可以被配置为经由通信网络108将第二图像帧110b和后续图像帧中的分割的关节状对象112传送到服务器106。服务器106可以被配置为存储分割的关节状对象112。

[0033] 图2是图示根据本公开实施例的示例性图像处理装置的框图。结合来自图1A和图1B的元素来解释图2。参考图2,示出了图像处理装置102。图像处理装置102可以包括一个或多个电路,诸如图像处理器202、存储器204、对象分割处理器206、I/O设备208和网络接口210。I/O设备208可以包括图像捕获电路系统104和显示器208A。在示例中,图像捕获电路系统104被示为图像处理装置102的集成单元。图像处理器202可以与存储器204、对象分割处理器206、I/O设备208、网络接口210和图像捕获电路系统104通信地耦合。网络接口210可以促进经由通信网络108与服务器106的通信。

[0034] 图像处理器202可以包括合适的逻辑、电路系统、接口和/或代码,这些逻辑、电路系统、接口和/或代码可以被配置为将图像帧序列110的每个图像帧中的场景分割成与不同超像素对应的不同分割区域。与不同超像素对应的不同分割区域可以改变几何形状、颜色或亮度。可以通过构造定义关节状对象112的每个部分(或分段(segment))的超像素的连通性图来实现对关节状对象112的不同部分(也称为部位或分段)的跟踪。图像处理器202可以利用超像素的所构造的连通性图来识别相邻部分(或分段)及其图像特性(例如,颜色、纹理或几何形状)。对于每个新帧可以更新连通性图,从而反映移动对象(诸如关节状对象112)在图像帧序列110中的当前外观。图像处理器202可以被配置为执行存储在存储器204中的指令集。可以基于本领域中已知的多种处理器技术来实现图像处理器202。图像处理器202的示例可以是精简指令集计算(RISC)处理器、专用集成电路(ASIC)处理器、复杂指令集计算(CISC)、硬件处理器、中央处理单元(CPU)和/或其它处理器或控制电路。

[0035] 存储器204可以包括合适的逻辑、电路系统和/或接口,这些逻辑、电路系统和/或接口可以被配置为存储可由图像处理器202执行的指令集。图像处理器202可以在存储器204中存储与图像帧序列110的被处理图像帧中被分类为移动的超像素相关的关联信息。存储器204可以被配置为存储操作系统和相关联的应用。存储器204的实现的示例可以包括但不限于随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、硬盘驱动器(HDD)、固态驱动器(SSD)、CPU高速缓存和/或安全数字(SD)卡。

[0036] 对象分割处理器206可以包括合适的逻辑、电路系统、接口和/或代码,这些逻辑、电路系统、接口和/或代码可以被配置为基于由图像处理器202生成的完整对象掩模来实时、近实时或以小的滞后时间对图像帧序列110中的关节状对象112进行分割。对象分割处理器206还可以被配置为将分割的对象存储在存储器204中。对象分割处理器206可以被实现为单独的处理器(诸如协处理器),或图像处理装置102中的电路系统。对象分割处理器206和图像处理器202可以被实现为执行对象分割处理器206和图像处理器202的功能的集成处理器或处理器集群。

[0037] I/O设备208可以包括合适的逻辑、电路系统、接口和/或代码,这些逻辑、电路系统、接口和/或代码可以被配置为接收输入并向用户提供输出。I/O设备208可以包括可以被配置为与图像处理器202通信的各种输入设备和输出设备。输入设备的示例可以包括但不

限于触摸屏、键盘、鼠标、操纵杆、麦克风和/或图像捕获电路系统104。输出设备的示例可以包括但不限于显示器208A和/或扬声器。

[0038] 显示器208A可以包括合适的逻辑、电路系统、接口和/或代码,这些逻辑、电路系统、接口和/或代码可以被配置为渲染图像帧序列110。根据实施例,显示器208A可以能够接收来自用户的输入。在这种情况下,显示器208A可以是使用户能够提供输入的触摸屏。触摸屏可以与电阻式触摸屏、电容式触摸屏或热触摸屏中的至少一个相对应。根据实施例,显示器208A可以通过虚拟小键盘、触控笔、基于手势的输入和/或基于触摸的输入来接收输入。显示器208A可以通过若干已知技术实现,诸如但不限于液晶显示(LCD)显示器、发光二极管(LED)显示器、等离子体显示器和/或有机LED(OLED)显示技术和/或其它显示器中的至少一种。根据实施例,显示器208A可以指智能眼镜设备的显示屏、透视显示器、基于投影的显示器、电致变色显示器和/或透明显示器。透视显示器可以是透明或半透明显示器。根据实施例,透视显示器和/或基于投影的显示器可以生成光学错觉,分割对象在距离用户眼睛(诸如用户)的预定距离处漂浮在空中,从而提供增强的用户体验。

[0039] 网络接口210可以包括合适的逻辑、电路系统、接口和/或代码,这些逻辑、电路系统、接口和/或代码可以被配置为经由通信网络108促进图像处理装置102和服务器106之间的通信。网络接口210可以通过使用各种已知技术来实现,以支持图像处理装置102与通信网络108的有线或无线通信。网络接口210可以包括但不限于天线、射频(RF)收发器、一个或多个放大器、调谐器、一个或多个振荡器、数字信号处理器、编码器-解码器(CODEC)芯片组、订户身份模块(SIM)卡和/或本地缓冲器。网络接口210可以经由无线通信与诸如互联网、内联网和/或无线网络(诸如蜂窝电话网络、无线局域网(LAN)和/或城域网(MAN))之类的网络进行通信。无线通信可以使用多种通信标准、协议和技术中的任何一种,诸如全球移动通信系统(GSM)、增强型数据GSM环境(EDGE)、宽带码分多址(W-CDMA)、长期演进(LTE)、码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、蓝牙、无线保真(Wi-Fi)(诸如IEEE 802.11a、IEEE 802.11b、IEEE 802.11g和/或IEEE 802.11n)、互联网协议语音(VoIP)、光保真(Li-Fi)、Wi-MAX、电子邮件协议、即时消息传递和/或短消息服务(SMS)。

[0040] 如图1A和图1B中所述,由图像处理装置102执行的功能和/或操作可以由图像处理器202和/或对象分割处理器206执行。由图像处理器202和对象分割处理器206执行的其它操作例如在图3A至图3C和图4A至图4C中进一步描述。

[0041] 图3A和图3B共同图示了根据本公开实施例的、用于实现所公开的图像处理装置和方法的第一示例性场景,其中图像处理装置和方法用以跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象。结合来自图1A、图1B和图2中的元素来描述图3A和图3B。参考图3A,示出了视频的图像帧302、图像帧302的时间导数图308、图像帧302的场景分割图310以及第一表示312。

[0042] 图像帧302包括由图像捕获电路系统104捕获的场景302a,描绘了将在视频中被跟踪的人类对象304,以及静态背景区域306。还示出了时间导数图308中的非零时间导数308a以及图像帧302的场景分割图310中的超像素集合310a。时间导数图308示出了当人类对象304的一些部分(例如,在这个情况下是腿部和头部)突然停止移动时处于运动状态的人类对象304的非零时间导数308a。第一表示312被示为描绘在防止淡出之前人类对象304的缺失对象边界和部分的示例性视图314。根据第一示例性场景,人类对象304可以与关节状对象112(图1A)相对应。人类对象304可以是移动对象。图像帧302可以与图像帧序列110(图

1A)的新捕获的图像帧相对应。

[0043] 在操作中,诸如图像处理装置102的图像捕获电路系统104之类的相机模块可以捕获视频,该视频可以包括图像帧302。图像捕获电路系统104可以将所捕获的视频传送到图像处理装置102。根据实施例,图像处理器202可以从图像捕获电路系统104接收要被处理的输入(诸如实时或近实时捕获的视频)。根据实施例,图像处理器202可以通过网络接口210从服务器106接收要被处理的输入视频。可替代地,输入视频可以预先存储在存储器204中。因此,应当理解的是,输入视频的源可以变化。

[0044] 图像处理器202可以被配置为根据三个顺序图像帧(其包括图像帧302和在图像帧302之前的两个其它图像帧(未示出))来计算时间导数图308。时间导数图308可以包括可以与人类对象304的上身部分(例如,躯干)的移位像素对应的非零时间导数308a。使用三个顺序帧可以显著减少可能来自图像捕获电路系统104(诸如RGB相机)的抖动噪声(例如,拖尾)。图像处理器202可以被配置为将图像帧302的场景302a在颜色空间中分割成与超像素集合310a对应的不同分割区域。每个超像素可以是在场景分割图310中图像帧302的以伪色表示的多边形分割区域,其中不同的伪色在图3A中由不同的线图案示出。例如,场景302a的背景306中的屋顶、侧壁、地板、家具的颜色可以是不同的。类似地,不同身体部分(诸如头发、面部、手臂、人类对象304所穿的衣服)的颜色也可以是不同的。对于源场景(诸如场景302a)中存在的每个对应的原始颜色,伪色可以指对每个多边形分割区域的指派颜色。

[0045] 图像处理器202可以被配置为基于计算出的非零时间导数308a来检测和分割人类对象304。但是,由于人类对象304的一些部分(例如,在这个情况下是腿部和头部)是静止的,因此针对这种静止部分的非零时间导数未被获得,并且消失,如示例性视图314所示。其后,图像处理器202可以被配置为纠正对象边界并恢复图像帧302中人类对象304的缺失部分。可以基于视频中的图像帧302的连通性图与在图像帧302之前的图像帧的连通性图的比较来恢复人类对象304的缺失部分。

[0046] 来自超像素集合310a的与非零时间导数308a相关联的超像素被分类为移动超像素。例如,超像素316b、316c、316d、316e和316f可以最初被分类为移动,而超像素316a可以被分类为静止。图像处理器202可以被配置为构造第一超像素集合310a的连通性图。连通性图是指超像素集合310a的连通性图案。连通性图识别相邻的分割区域(即,超像素)及其图像特性(例如,颜色、纹理和几何形状)。将超像素集合310a的所构造的连通性图与和图像帧302之前的图像帧相关联的超像素集合的先前连通性图进行比较。图像处理器202可以被配置为基于超像素316a被先前分类为在视频的先前捕获的图像帧中移动来将超像素集合310a中超像素316a的分类更新为移动。图像处理器202将与被先前分类为在视频的先前处理的图像帧中移动的那些超像素相关的关联信息存储在存储器204中。即使人类对象304的一些部分(例如,在这个情况下是腿部)在视频中变得静止,仍然可以基于连通性图(或连通性图案)分析来识别这样的静止部分,并因此保留这样的静止部分。

[0047] 参考图3B,示出了图像帧302中的完整对象掩模318,以及对象分割结果320,诸如在图像帧302中描绘的人类对象304。图像处理器202可以被配置为基于连通性图的分析来生成处于第二运动状态的人类对象304的完整对象掩模318。基于超像素集合310a的所构造的连通性图与和图像帧302之前的图像帧相关联的超像素集合的先前连通性图的比较来生成人类对象304的完整对象掩模318。图像处理器202可以被配置为基于该比较来恢复关节

状对象112的缺失部分(诸如超像素316a,其可以在第二图像帧110b中处于第二运动状态)。如先前在图3A中所描述的,突然停止移动并变得静止的人类对象304的部分(例如,与超像素316a对应的腿部)不留下非零时间导数并且通常淡出,如示例性视图314(图3A)所示。因此,图像处理器202可以被配置为基于连通性图的比较来纠正对象边界并恢复图像帧302中人类对象304的缺失部分,如图3B的完整对象掩模318中所示。其后,对象分割处理器206可以被配置为基于生成的完整对象掩模318来动态地分割人类对象304,如对象分割结果320所示。对于每个新帧可以更新连通性图,从而反映移动对象(诸如视频中的人类对象304)的当前外观(即,当前的几何形状、亮度或颜色)。因此,一旦对象分割处理开始,对象分割处理器206就可以被配置为不断地更新连通性图,这用于对人类对象304的每个部分进行自动和故障安全(fail-safe)跟踪,即使人类对象304在视频中将其运动状态从第一运动状态改变为第二运动状态也是如此,并且反过来也是如此。

[0048] 图3C图示了根据本公开实施例的、用于实现所公开的图像处理装置和方法的第二示例性场景,其中图像处理装置和方法用以跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象。例如,结合来自图1A、图1B、图2、图3A和图3B中的元素来描述图3C。参考图3C,示出了图像帧302的场景302a中人类对象304的第一部分304a(诸如头发部分)以及静态背景306的屋顶区域324a。根据第二示例性场景,第一部分304a(诸如头发)的颜色可能与场景302a的背景306的屋顶区域324a重合(coincide)。例如,前景对象(诸如人类对象304)的第一部分304a和屋顶区域324a的颜色值可以是棕色。因此,在场景分割中,如场景分割图310中所示,第一部分304a和屋顶区域324a可以放置在相同的超像素(诸如超像素324b)中。在此类场景中,最初,图像处理器202可以被配置为将超像素324b分类为在图像帧302中是静止的,因为超像素324b中的一小部分像素(位于第一部分304a中)具有非零时间导数。换句话说,超像素324b可以包括第一部分304a中属于人类对象304的第一数量的像素和屋顶区域324a中属于静止背景306的第二数量的像素。属于人类对象304的第一部分304a中的像素的第一数量可以小于阈值。图像处理器202可以被配置为识别或以其它方式确定第一部分304a中的第一数量的像素先前与非零时间导数相关联。可以基于连通性图的分析(在图3A中描述)和存储器204中存储的与被先前分类为在视频的先前处理的图像帧中移动的超像素相关的关联信息来完成识别。因此,图像处理器202可以被配置为更新针对该具体分割区域(诸如超像素324b)的场景分割参数(例如,一系列颜色值),以将超像素324b划分为两个子区域(诸如具有非零时间导数的第一子区域和不具有非零时间导数的第二子区域)。先前图像帧(视频中在图像帧302之前的图像帧)的超像素集合的连通性图可以促进做出进一步划分超像素324b的决策。因此,独立于视频中人类对象304的运动状态,人类对象304(即,关节状对象)的每个部分被图像处理器202准确且故障安全地跟踪。根据实施例,如果关节状对象的两个部位合并(例如,人类对象304的一只手放在另一只手上)或者在视频中的一段时间内分离,那么图像处理器202仍然可以基于连通性图来跟踪关节状对象。

[0049] 图4A、4B和4C共同描绘了图示根据本公开实施例的跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象的示例性方法的流程图。参考图4A、图4B和图4C,示出了流程图400。结合来自图1A、图1B、图2、图3A、图3B和图3C中的元素来描述在图像处理装置102中实现的流程图400。该方法开始于402并前进到404。

[0050] 在404处,可以通过使用图像捕获电路系统104来捕获图像帧序列110(诸如输入视

频)。图像帧序列110可以包括第一图像帧110a、第二图像帧110b(例如,图像帧302)和其它后续图像帧110c、...、110n。图像处理器202可以被配置为通过使用图像捕获电路系统104来捕获图像帧序列110。所捕获的图像帧序列110可以包括一个或多个对象(诸如关节状对象112),以及静态背景。关节状对象112的示例是人类对象304,如图3A中所示。

[0051] 在406处,可以将图像帧序列110中的每个图像帧分割成与不同超像素对应的不同分割区域。图像处理器202可以被配置为将图像帧序列110中的每个图像帧分割成与不同超像素对应的不同分割区域。分割是指场景分割,其中图像帧序列110的每个图像帧中的场景(例如,场景114a或场景302a)在颜色空间(例如,RGB颜色空间)中被分割。图1B中示出了第一图像帧110a中的场景分割的示例,并且图3A中示出了下一个图像帧(例如,图像帧302)中的另一个场景分割。当图像帧序列110的每个相继图像帧(诸如第二图像帧)中的场景在颜色空间中被分割时,相同的分割区域或超像素跨图像帧序列110由相同颜色(或伪色)标记。

[0052] 在408处,可以根据图像帧序列110的三个顺序图像帧来计算时间导数图。图像处理器202可以被配置为通过使用三个顺序图像帧(例如,第一图像帧110a、第二图像帧110b和第三图像帧110c)来计算时间导数图。三个顺序帧的使用可以显著减少可能来自图像捕获电路系统104(诸如RGB相机)的抖动噪声。时间导数图可以包括零时间导数和非零时间导数。零时间导数指示没有移动,而非零时间导数指示像素的移动(即,移位的像素)。图3A中示出并描述了视频的图像帧302中的非零时间导数308a的示例。

[0053] 在410处,可以通过至少第一图像帧110a和第二图像帧110b之间的非零时间导数来检测处于第一运动状态的关节状对象112。第二图像帧110b可以在图像帧序列110中的第一图像帧110a之后。非零时间导数的使用允许通过其移动来检测诸如关节状对象112之类的对象。第二图像帧110b的示例是图像帧302,如图3A中所示出和描述的。图像处理器202可以被配置为通过至少第一图像帧110a和第二图像帧110b之间的非零时间导数来检测处于第一运动状态的关节状对象112。第一运动状态与当关节状对象112或关节状对象112的所有部位都处于运动中时关节状对象112的运动状态相对应。换句话说,关节状对象112的运动状态可以从第一运动状态改变为第二运动状态。第一运动状态与当关节状对象112或关节状对象112的所有部分都处于运动中时关节状对象112的运动状态相对应。在常规方法中,当试图仅通过使用非零时间导数来跟踪诸如关节状对象112之类的对象时,遇到“淡出”问题。例如,关节状对象112或关节状对象112的一些部位可能突然停止移动。换句话说,关节状对象112的运动状态可以从第一运动状态改变为第二运动状态。第二运动状态与当关节状对象112或关节状对象112的一些部位在图像帧序列110中变得静止(即,停止移动)时关节状对象112的变化的运动状态相对应。在这种情况下,场景分割图中的连通性图用于保留完整对象并防止对象淡出问题。

[0054] 在412处,可以构造第一图像帧110a的第一超像素集合116a的第一连通性图。图像处理器202可以被配置为构造第一图像帧110a的第一超像素集合116a的第一连通性图。第一超像素集合116a中的每一个与第一图像帧110a的不同分割区域的多边形分割区域相对应。每个超像素包括具有相同或相似图像特性(诸如亮度或颜色)的像素组。第一连通性图识别每个分割区域(即,每个超像素)与相邻分割区域(即,相邻超像素)的共同关系。

[0055] 在414处,可以构造第二图像帧110b的第二超像素集合的第二连通性图。图像处理器202可以被配置为构造第二图像帧110b的第二超像素集合的第二连通性图。第二连通性

图是指第二超像素集合的连通性图案。第二超像素集合的示例是图像帧302的超像素集合310a,如图3A中所示出和描述的。

[0056] 在416处,可以检查第二超像素集合的超像素中是否存在非零时间导数。图像处理器202可以被配置为检查第二图像帧110b中的第二超像素集合的超像素中是否存在非零时间导数。在第二超像素集合的超像素包含非零时间导数的情况下,控制可以转到418。在第二超像素集合的超像素不包含非零时间导数的情况下,控制可以转到420B。

[0057] 在418处,第二超像素集合的超像素可以与非零时间导数相关联。图像处理器202可以被配置为将第二超像素集合的超像素与非零时间导数相关联。可以基于与不同分割区域中的分割区域对应的超像素中非零时间导数的存在来完成关联。在420A处,可以基于超像素与非零时间导数的关联而将第二超像素集合中的超像素分类为移动。图像处理器202可以被配置为将第二超像素集合中的超像素分类为移动。图像处理器202还可以被配置为将与被当前和先前分类为(在当前和先前处理的图像帧中)为移动的那些超像素相关的关联信息连续地存储在存储器204中。

[0058] 在420B处,基于第二图像帧110b中不存在非零时间导数,可以将第二超像素集合中的超像素分类为静止。图像处理器202可以被配置为基于第二图像帧110b中不存在非零时间导数而将第二超像素集合中的超像素分类为静止。

[0059] 在422处,可以将第二图像帧110b的第二连通性图与第一图像帧110a的第一连通性图进行比较,用于生成完整对象掩模。图像处理器202可以被配置为将第二图像帧110b的第二连通性图与第一图像帧110a的第一连通性图进行比较,用于生成完整对象掩模。即使人类对象304的一些部分(或部位)在图像帧序列110中变得静止,仍然可以基于连通性图(或连通性图案)分析来识别这样的静止部分,并因此保留这样的静止部分。

[0060] 在424处,可以确定第二超像素集合的被分类为在第二图像帧110b中静止的超像素是否先前与非零时间导数相关联。图像处理器202可以被配置为确定第二超像素集合的被分类为在第二图像帧110b中静止的超像素是否先前与非零时间导数相关联。第二超像素集合的当前被分类为在第二图像帧110b中静止的超像素先前与非零时间导数相关联的情况下,控制可以转到426,否则可以返回到422。

[0061] 在426处,可以将第二超像素集合中的超像素的分类更新为属于关节状对象112的移动超像素。图像处理器202可以被配置为将第二超像素集合中的超像素的分类更新为属于关节状对象112的移动超像素。可以基于超像素被先前分类为在第一图像帧110a中或在第一图像帧110a之前的图像帧中移动来更新超像素的分类。即使基于如从存储器204中存储的关联中读取的先前分类,第二图像帧110b中的超像素中不存在非零时间导数,也可以更新超像素的分类。

[0062] 在428处,第二超像素集合的超像素可以被划分为第一子区域和第二子区域。该划分可以基于连通性图来完成。被划分的超像素可以包括属于关节状对象的第一子区域中的第一数量的像素和属于静止背景的第二子区域中的第二数量的像素。第一子区域中的像素的第一数量可以小于阈值数量。图像处理器202可以被配置为将第二超像素集合的超像素划分为第一子区域和第二子区域。在图3C中描述示出了超像素324b的划分以及对于这种设计做出决策的示例。图像处理器202可以被配置为更新超像素的分割参数,用于将超像素划分为第一子区域和第二子区域。

[0063] 在430处,可以恢复图像帧序列110的第二图像帧110b中关节状对象112的缺失部分。图像处理器202可以被配置为恢复图像帧序列110的第二图像帧110b中关节状对象112的缺失部分。可以基于第一连通性图与第二连通性图的比较来恢复关节状对象112的缺失部分。例如,如图3A的示例性视图314所示,人类对象304的一些部分(例如,在这个情况下为腿部和头部)是静止的。因此,针对这种静止部分的非零时间导数未被获得,并且消失,如示例性视图314中所示。其后,图像处理器202可以被配置为在图像帧302中纠正对象边界并恢复人类对象304的缺失部分,如图3B中所示。基于视频中的图像帧302的连通性图与在图像帧302之前的图像帧的连通性图的比较来恢复人类对象304的缺失部分。

[0064] 在432处,可以基于第一连通性图与第二连通性图的比较来生成处于第二运动状态的关节状对象112的完整对象掩模。关节状对象112的至少一部分在第二运动状态下可以是静止的。图3B中示出了处于第二运动状态的人类对象304的完整对象掩模318的示例。一旦恢复了人类对象304的缺失部分,就可以生成完整对象掩模318。

[0065] 在434处,独立于图像帧序列110中关节状对象112的运动状态,可以跟踪关节状对象112的每个部分。通过使用生成的时间导数图、第一连通性图和第二连通性图来完成关节状对象112的每个部分的鲁棒且准确的跟踪。

[0066] 在436处,可以针对关节状对象112的每个部分用第二连通性图更新第一连通性图,以在第二图像帧110b中反映关节状对象112的当前外观。图像处理器202可以被配置为针对关节状对象112的每个部分用第二连通性图更新第一连通性图。类似于第二图像帧110b,对于每个新帧可以更新连通性图,从而反映图像帧序列110中移动对象(诸如关节状对象112)的当前外观。

[0067] 在438处,可以基于生成的完整对象掩模从第二图像帧110b的背景动态地分割关节状对象112。对象分割处理器206可以被配置为基于生成的完整对象掩模从第二图像帧110b的背景动态地分割关节状对象112。在图3B中示出并描述了从图像帧302中的背景306进行人类对象304的对象分割的示例。对象分割处理器206可以被配置为将生成的完整对象掩模用于对象分割。因此,一旦对象分割处理开始,对象分割处理器206就可以被配置为即使关节状对象112(例如人类对象304)将其运动状态从第一运动状态改变为第二运动状态(以及反过来),也在图像帧序列110中不断地对关节状对象112进行分割。换句话说,即使在图像帧序列110中关节状对象112的一个或多个部位作为整体停止移动,或者在一段时间内变形,对象分割也可以发生。

[0068] 在440处,可以检查是否处理了图像帧序列110的所有捕获的图像帧。在未处理图像帧序列110的所有图像帧的情况下,控制可以返回到406,以重复下一个图像帧(诸如第三图像帧110c)的场景分割、对象检测和分割阶段。该处理可以一直重复,直到处理了图像帧序列110的所有图像帧为止。在处理了图像帧序列110的所有图像帧的情况下,然后控制可以转到结束442。

[0069] 根据本公开的实施例,公开了跟踪和保留图像帧序列中的关节状对象的图像处理系统。该图像处理系统可以包括图像处理装置102(图1A),该图像处理装置102可以包括至少一个图像处理器(诸如图像处理器202和/或对象分割处理器206(图2))。图像处理器202可以被配置为将图像帧序列110中的每个图像帧分割成与不同超像素对应的不同分割区域。图像处理器202可以被配置为通过图像帧序列110中的第一图像帧110a和第一图像帧

110a之后的第二图像帧110b之间的非零时间导数来检测处于第一运动状态的关节状对象(例如,所有部位可以处于运动中)。图像处理器202还可以被配置为构造第一图像帧110a的第一超像素集合116a的第一连通性图。图像处理器202还可以被配置为构造第二图像帧110b(例如,图像帧302)的第二超像素集合(诸如超像素集合310a)的第二连通性图。图像处理器202还可以被配置为基于第一连通性图和第二连通性图来生成在第二图像帧110b中处于第二运动状态的关节状对象112的完整对象掩模,其中关节状对象112的至少一部分(或部位)在第二运动状态下是静止的(例如,部位或整个对象可以在第二运动状态下停止移动)。

[0070] 所公开的处理图像帧序列110(诸如视频)的图像处理装置102可以在各种应用领域中实现,应用领域诸如用于以下的视频监控或跟踪:捕获输入视频时在不同时刻改变朝向的关节状对象、移动的关节状对象或变形对象(非刚性变形)。所公开的图像处理装置102和方法可以适用于真实世界的跟踪应用,诸如人类或其它关节状对象的水视频监控、游戏中的对象跟踪或者在一段时间内改变其运动状态(例如,突然停止移动)的这种移动对象的其它实时或近实时对象检测和分割。

[0071] 基于运动的对象分割存在某些要求以及实现对移动对象(诸如关节状对象112)的准确分割的挑战。例如,a)对移动对象的微小移动的灵敏度(常常在单位级别,即,像素级别);b)对相机的抖动噪声的容忍度;c)有效地处理快速移动对象(例如,帧之间的大量像素)的能力;d)跟踪移动对象的同类(homogeneous)内部区域的能力;以及e)在变化的光照条件下工作的能力。所公开的跟踪和保留在图像帧序列110中的关节状对象112的图像处理装置102和方法满足了上述要求并且解决了基于运动的对象分割的上述挑战。所公开的图像处理装置102和方法对超像素的像素级的移动是灵敏的。当每个图像帧的场景被分割成包含许多像素的不同超像素时,通过使用时间导数提供对关节状对象112的运动的像素级灵敏度。通过减去图像捕获电路系统104(即,相机)的全局移动来消除时间导数中的抖动噪声。由图像处理器202构造的连通性图允许容忍移动的关节状对象或其部位的快速移动,同时处理一定量的运动模糊。另外,超像素方法解决了跟踪移动对象(诸如关节状对象112)中的同类区域的跟踪问题。另外,由图像处理器202构造的连通性图对光照条件(也称为全局光)的变化不灵敏。

[0072] 与常规的视频分割方法相比,由图像处理装置102执行的操作使得图像处理装置102本身在关节状对象112检测和分割中更加鲁棒,而与关节状对象112的变化的运动状态无关。与视频中的关节状对象112的基于运动的跟踪和分割的常规和常见方法相反,图像处理装置102可以被配置为基于计算出的时间导数图和独立的场景分割图的组合,独立于图像帧序列110中关节状对象112的运动状态来跟踪关节状对象112的每个部分。因此,对象分割处理器206使得图像处理装置102能够分割期望的对象(诸如人类对象304),并以全自动方式(没有用户输入)实时地或近实时地分割它们。在捕获输入视频的新图像之后立即产生诸如分割对象之类的结果。因此,一旦对象分割处理开始,对象分割处理器206就可以被配置为即使关节状对象112(例如人类对象304)或关节状对象112的一些部位(或部分)将其运动状态从第一运动状态改变为第二运动状态或者反过来,也在图像帧序列110中不断地分割关节状对象112。

[0073] 本公开的各种实施例可以提供非瞬态计算机可读介质和/或存储介质,其中存储

有指令集,该指令集可由机器和/或计算机执行,以跟踪和保留图像帧序列(诸如图像帧序列110)中的关节状对象。指令集可以使机器和/或计算机将图像帧序列110中的每个图像帧分割成与不同超像素对应的不同分割区域。可以通过图像帧序列110中的第一图像帧110a和第一图像帧110a之后的第二图像帧110b之间的非零时间导数来检测处于第一运动状态的关节状对象。可以构造第一图像帧110a的第一超像素集合116a的第一连通性图。还可以构造第二图像帧110b(例如,图像帧302)的第二超像素集合(诸如超像素集合310a)的第二连通性图。可以基于第一连通性图和第二连通性图来生成处于第二运动状态的关节状对象112的完整对象掩模,其中关节状对象112的至少一部分(或部位)在第二运动状态下是静止的(例如,部位或整个对象可能停止移动)。

[0074] 本公开可以用硬件或硬件和软件的组合来实现。本公开可以以集中方式、以至少一个计算机系统或以其中不同元件可以分布在若干互连计算机系统上的分布式方式实现。适于执行本文描述的方法的计算机系统或其它装置可以是适合的。硬件和软件的组合可以是具有计算机程序的计算机系统,该计算机程序在被加载和执行时可以控制计算机系统,使得它执行本文所述的方法。本公开可以以包括还执行其它功能的集成电路的一部分的硬件来实现。

[0075] 本公开还可以嵌入在计算机程序产品中,该计算机程序产品包括使得能够实现本文所述的方法的所有特征,并且当其被加载到计算机系统中时能够执行这些方法。在此背景下,计算机程序指的是指令集的以任何语言、代码或符号形式的任何表示,指令集旨在使具有信息处理能力的系统直接地执行特定的功能,或者在以下中的任何一者或两者之后执行特定的功能:a)转换成另一种语言、代码或符号;b)以不同材料形式复制。

[0076] 虽然已经参考某些实施例描述了本公开,但是本领域技术人员将理解的是,在不背离本公开的范围的情况下,可以进行各种改变并且可以替换等同物。此外,在不背离本公开的范围的情况下,可以进行许多修改以使特定的情形或材料适于本公开的教导。因此,本公开不旨在限于所公开的特定实施例,但是本公开将包括落入所附权利要求的范围内的所有实施例。

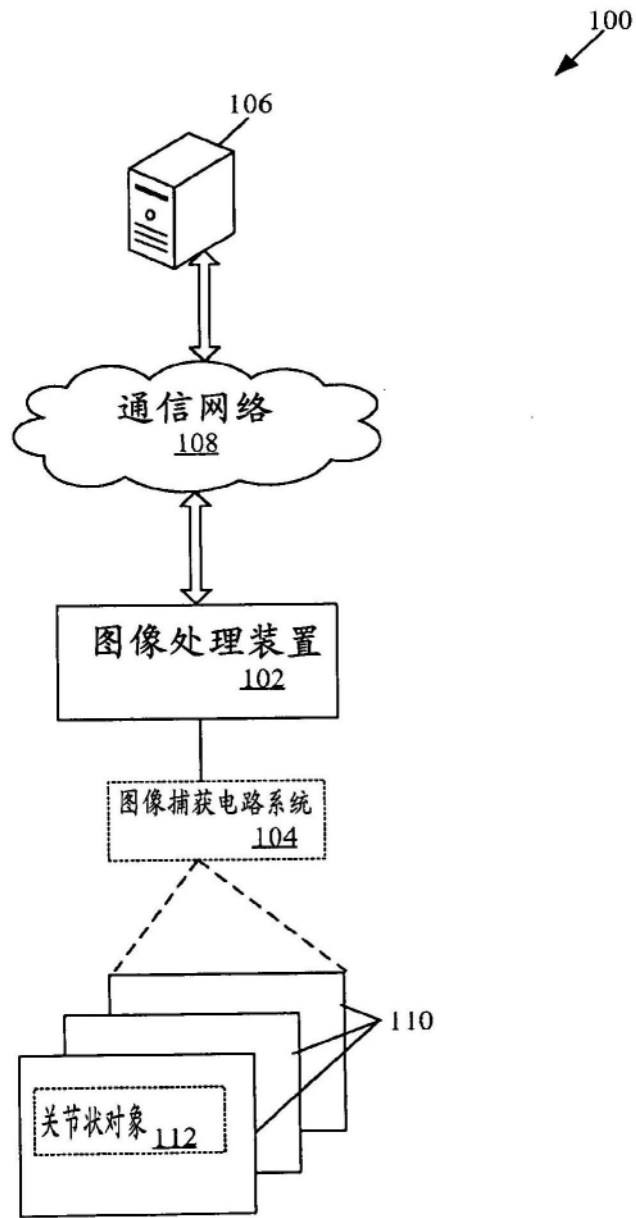


图1A

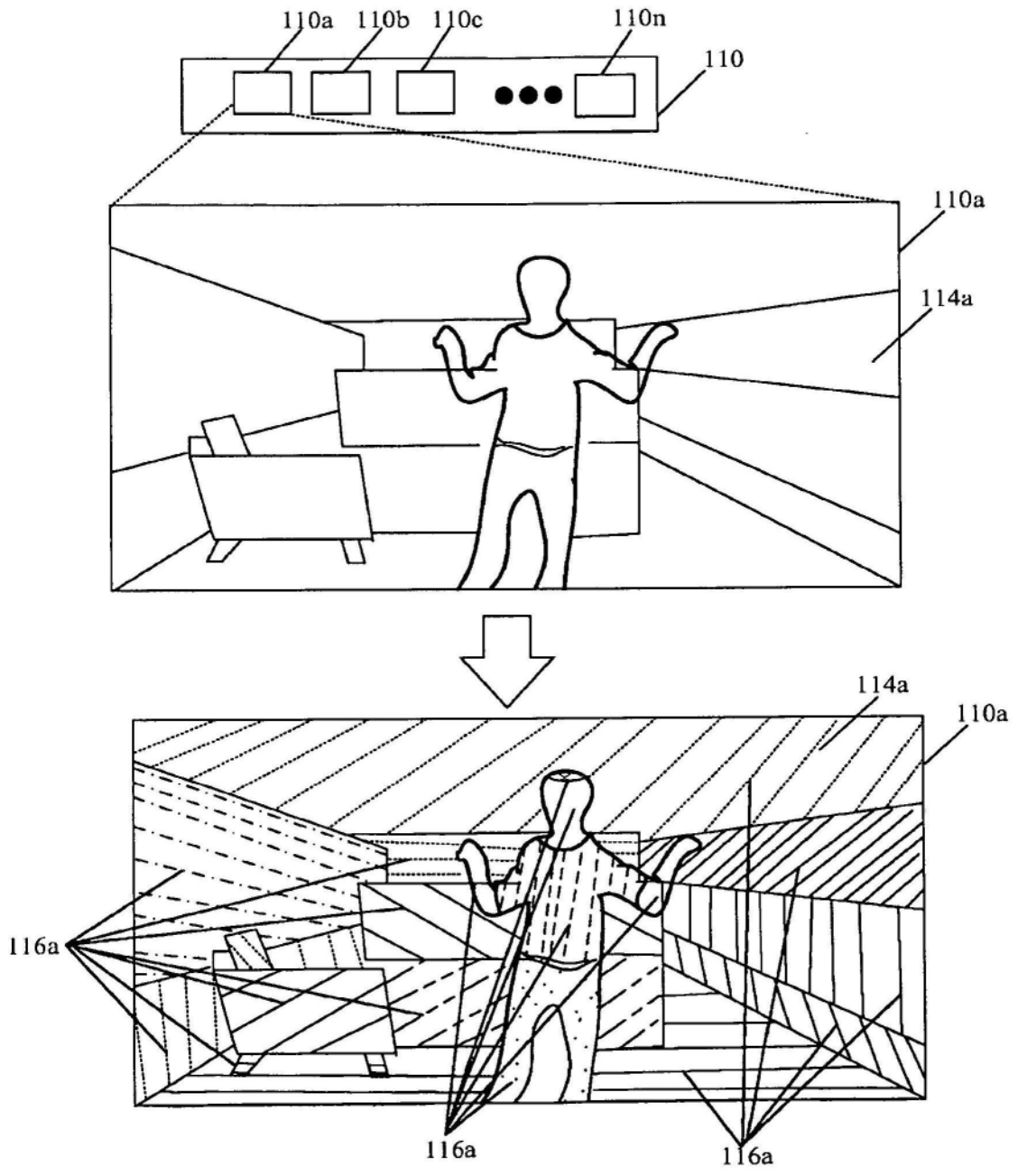


图1B

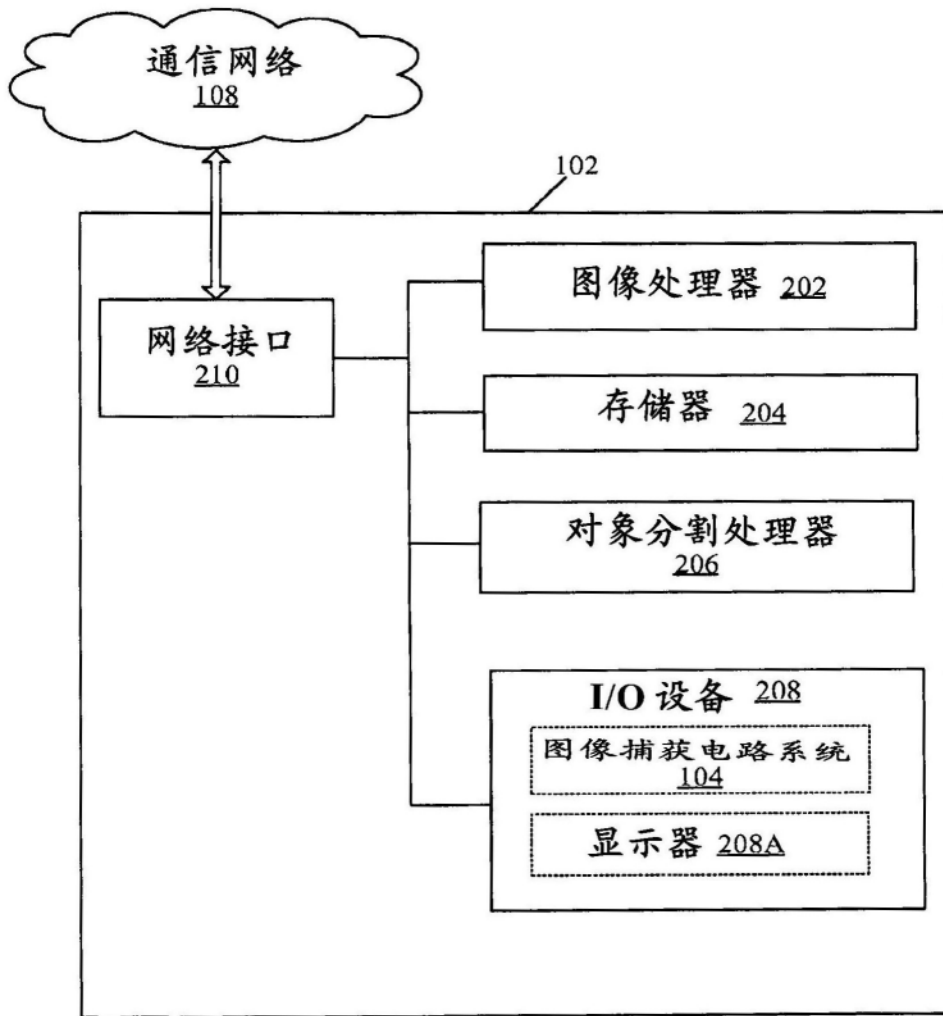


图2

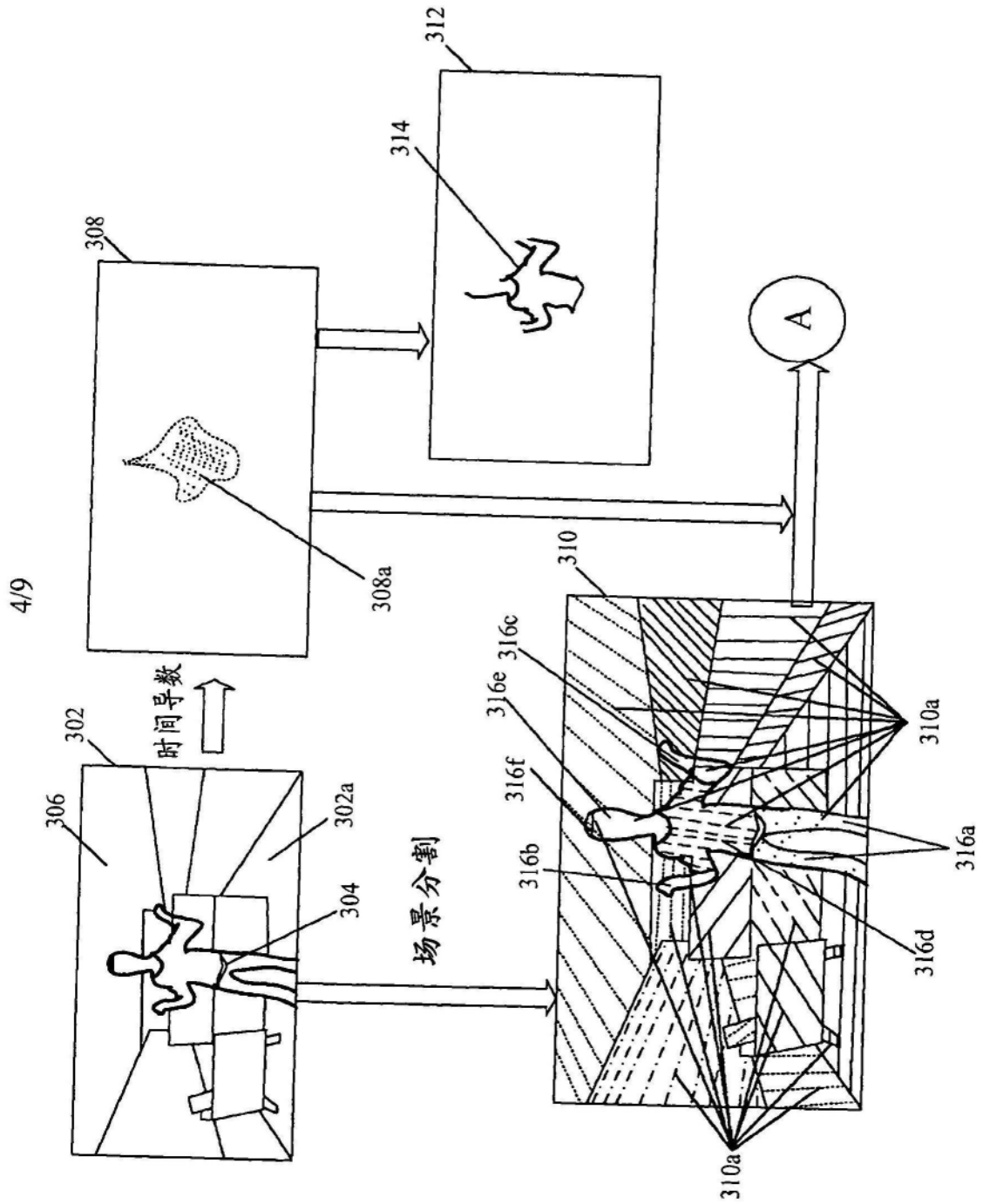


图3A

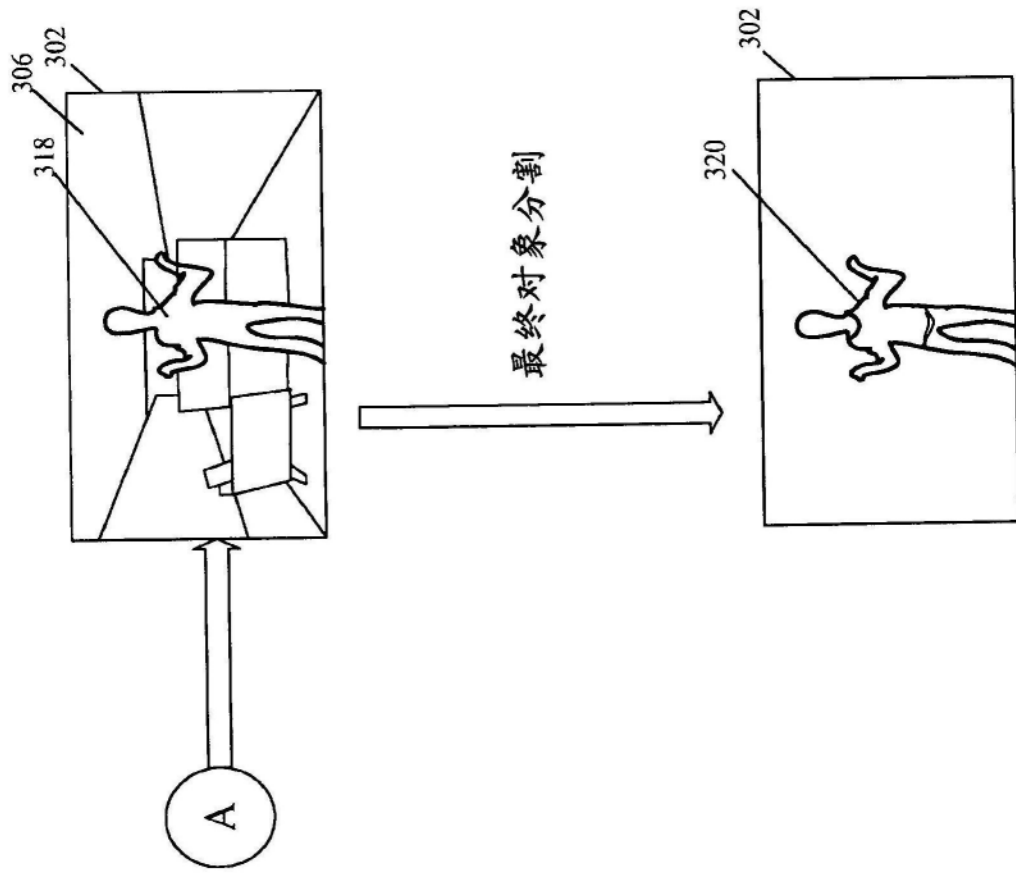


图3B

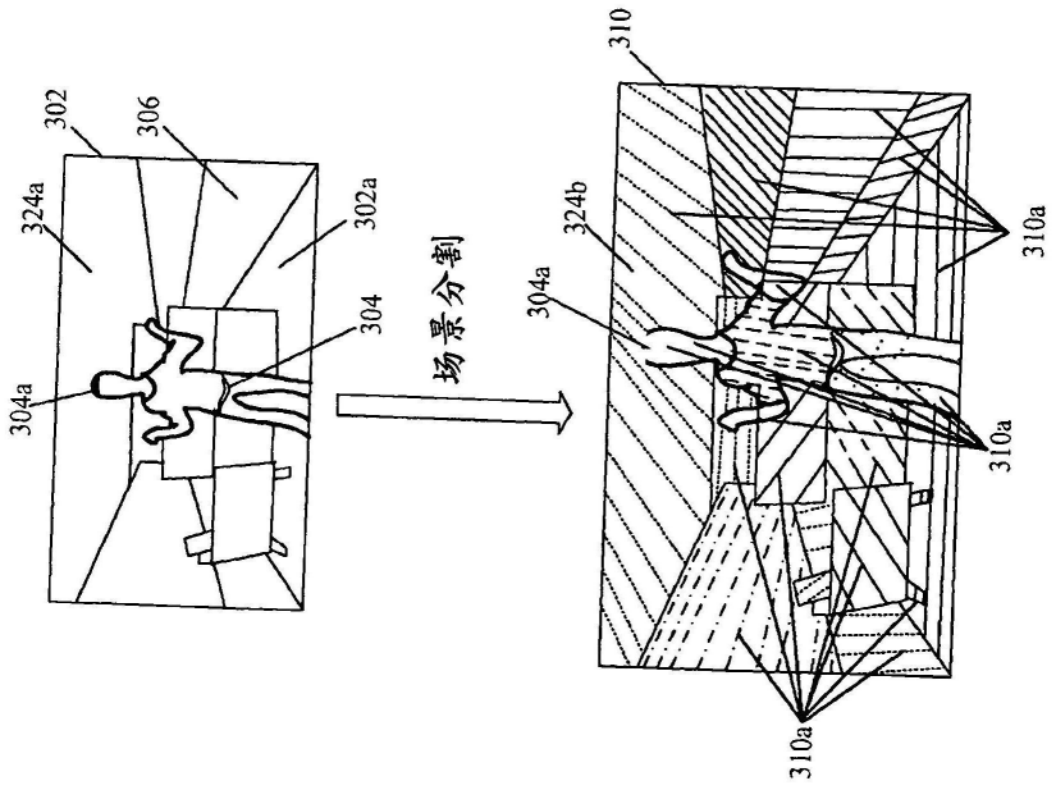


图3C

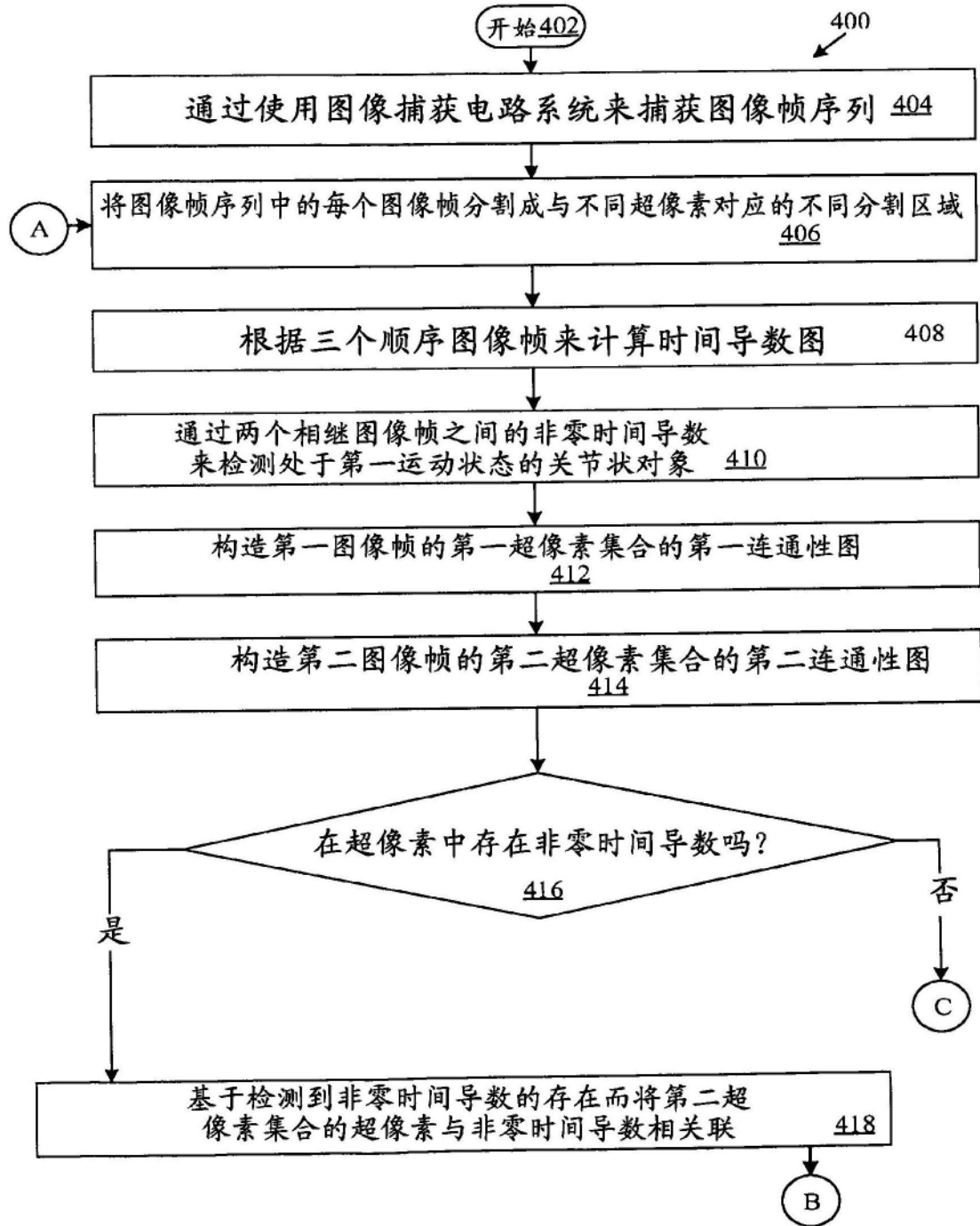


图4A

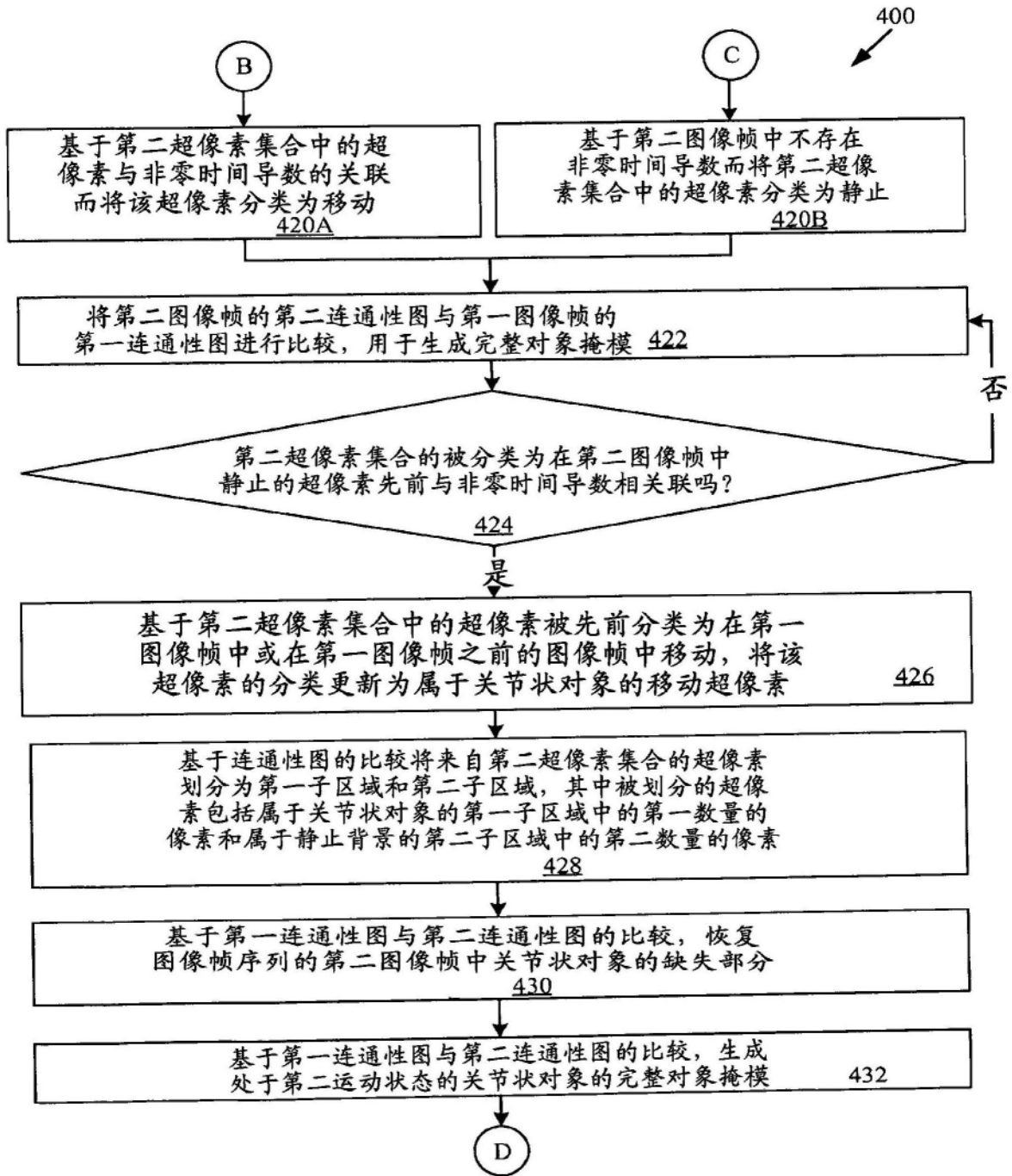


图4B

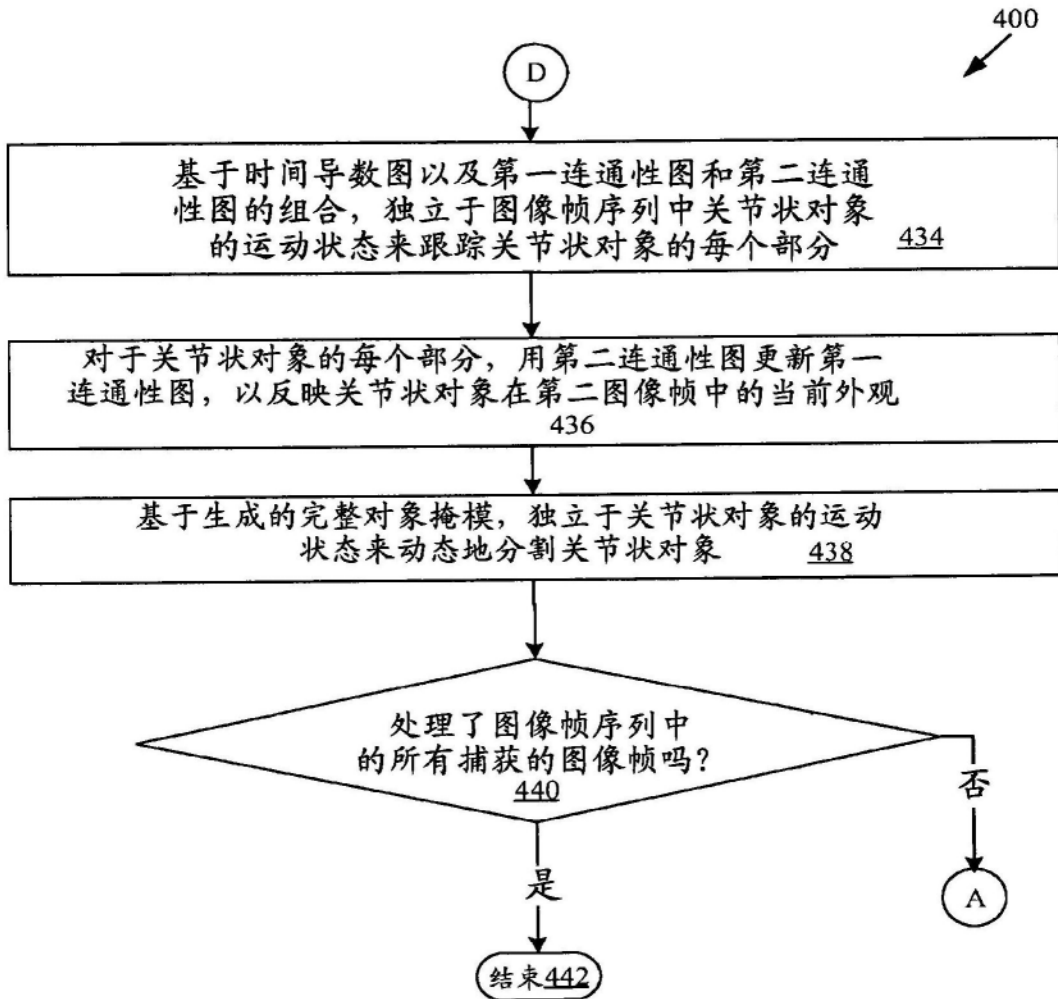


图4C