



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111052732 B

(45) 授权公告日 2022.01.28

(21) 申请号 201880058288.4

(22) 申请日 2018.09.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111052732 A

(43) 申请公布日 2020.04.21

(30) 优先权数据

17193442.5 2017.09.27 EP

62/563,719 2017.09.27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.03.09(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/053097 2018.09.27(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/067704 EN 2019.04.04(73) 专利权人 杜比实验室特许公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 T·A·波特

(74) 专利代理机构 北京市汉坤律师事务所
11602

代理人 魏小微 吴丽丽

(51) Int.Cl.

H04N 7/15 (2006.01)

H04N 7/14 (2006.01)

G06T 3/00 (2006.01)

H04L 65/403 (2022.01)

G06F 3/042 (2006.01)

G06T 5/50 (2006.01)

G06F 3/04886 (2022.01)

H04L 65/75 (2022.01)

G06T 5/00 (2006.01)

H04L 65/1089 (2022.01)

H04M 3/56 (2006.01)

G06V 30/32 (2022.01)

G06V 10/25 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 102067579 A, 2011.05.18

CN 104732211 A, 2015.06.24

US 7171056 B2, 2007.01.30

KR 20080045370 A, 2008.05.23

US 9329827 B2, 2016.05.03

审查员 冯敏

权利要求书2页 说明书15页 附图12页

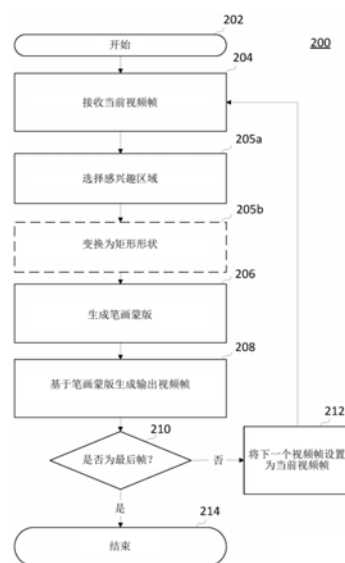
(54) 发明名称

一种对视频帧的序列进行处理的方法、计算机可读存储介质和数据处理系统

(57) 摘要

一种对视频帧的序列进行处理的方法,用于随后传输到远程视频会议客户端和远程视频会议服务器中的至少一者,所述视频帧的序列来自捕获书写表面的相机。所述方法包括:从所述相机接收所述视频帧的序列;以及在所述视频帧中选择感兴趣图像区域,包括选择所述视频帧的子区域和所述视频帧的整个区域中的一者。所述方法还包括:对于所述视频帧的序列的每个当前视频帧,通过对所述感兴趣图像区域应用自适应阈值化来生成笔画蒙版。所述方法还包括使用所述笔画蒙版来生成输出视频帧。公开了相应的系统

和计算机可读介质。



1. 一种对视频帧的序列进行处理的方法,用于随后传输到远程视频会议客户端和远程视频会议服务器中的至少一者,所述视频帧的序列来自捕获书写表面的相机,所述方法包括:

从所述相机接收所述视频帧的序列;

在所述视频帧中选择感兴趣图像区域,包括选择所述视频帧的子区域和所述视频帧的整个区域中的一者;

对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧:

通过对所述感兴趣图像区域应用自适应阈值化来生成笔画蒙版;

使用所述笔画蒙版来生成输出视频帧,

其中,生成笔画蒙版包括:

通过对所述当前视频帧的感兴趣图像区域应用自适应阈值化来生成中间蒙版;

通过对预定数量的视频帧的中间蒙版进行时间平滑化来确定经平滑化蒙版;以及

对所述经平滑化蒙版应用预定阈值以生成所述笔画蒙版。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述处理是实时执行的。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的方法,其中,所述感兴趣图像区域包括所述书写表面。

4. 根据权利要求1至2中任一项所述的方法,所述方法进一步包括:对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧,将所述感兴趣图像区域变换为矩形区域。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,将所述感兴趣图像区域变换为矩形区域包括应用几何变换。

6. 根据权利要求1至2中任一项所述的方法,其中,从配备有鱼眼镜头的相机接收所述视频帧的序列,并且所述方法进一步包括使所述视频帧复原。

7. 根据权利要求1至2中任一项所述的方法,其中,从HDR相机接收所述视频帧的序列,并且所述方法进一步包括对所述视频帧进行色调映射。

8. 根据权利要求1至2中任一项所述的方法,所述方法进一步包括:对于所述视频帧的序列的每个当前视频帧:

通过对预定数量的视频帧的感兴趣图像区域进行时间平滑化来确定经平滑化图像;

对所述经平滑化图像应用自适应阈值化以生成所述笔画蒙版。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,使用所述笔画蒙版来生成所述输出视频帧的步骤包括:对所述当前视频帧的感兴趣图像区域应用所述笔画蒙版以生成笔画图像。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,使用所述笔画蒙版来生成所述输出视频帧的步骤包括:对所述当前视频帧的至少所述感兴趣图像区域应用图像增强过程以生成增强的图像;以及对所述增强的图像应用所述笔画蒙版以生成增强的笔画图像。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述图像增强过程包括颜色调整过程。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述颜色调整过程包括饱和度调整过程。

13. 根据权利要求9所述的方法,其中,生成所述输出视频帧的步骤包括:对所述笔画图像应用图像增强过程以生成增强的笔画图像。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述图像增强过程包括颜色调整过程。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中,所述颜色调整过程包括饱和度调整过程。

16. 根据权利要求14所述的方法, 其中, 所述颜色调整过程包括分别对所述当前视频帧的感兴趣图像区域的一个或多个颜色分量或所述笔画图像的一个或多个颜色分量执行直方图均衡化。

17. 根据权利要求13所述的方法, 其中, 生成所述输出视频帧的步骤包括:

通过对所述笔画蒙版进行反转来生成经反转蒙版;

通过对所述当前视频帧的感兴趣图像区域应用所述经反转蒙版来生成背景图像; 以及
将所述背景图像分别添加到所述笔画图像或所述增强的笔画图像, 以获得组合图像。

18. 根据权利要求13所述的方法, 其中, 生成所述输出视频帧的步骤包括计算至少以下各项的加权和: A) 所述笔画图像或所述增强的笔画图像; 以及 B) 所述当前视频帧的感兴趣图像区域或所述经平滑化蒙版或所述笔画蒙版。

19. 根据权利要求17所述的方法, 其中, 生成所述输出视频帧的步骤包括计算至少以下各项的加权和: A) 所述组合图像; 以及 B) 所述当前视频帧的感兴趣图像区域或所述经平滑化蒙版。

20. 一种非暂态计算机可读存储介质, 所述非暂态计算机可读存储介质具有存储于其上的用于执行根据权利要求1至19中任一项所述的方法的计算机可执行指令。

21. 一种数据处理系统, 所述数据处理系统被配置为执行根据权利要求1至19中任一项所述的方法。

一种对视频帧的序列进行处理的方法、计算机可读存储介质 和数据处理系统

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及视频会议。更具体地，本公开的实施例涉及在视频会议期间共享写在如白板、黑板或活动挂图等物理书写表面上的内容。

背景技术

[0002] 视频会议是一种电信技术，其允许位于不同地点的人们通过传送音频数据和视频数据来进行虚拟会面，所述音频数据和视频数据允许视频会议的参与者彼此看到和听到。典型的视频会议包括经由数据通信网络彼此通信的多个端点。每个端点都连接到一个或多个相机，以捕获该端点处的参与者的视频。每个端点都将其视频传输到其他端点。端点还连接到显示器，以显示从其他端点接收的视频。每个端点还连接到至少一个麦克风以捕获传输到其他端点的音频，并且连接到至少一个扬声器以播放从其他端点接收的音频。

发明内容

[0003] 本公开的实施例涉及一种用于共享写在物理书写表面上的内容的视频会议方法。

[0004] 一种对视频帧的序列进行处理的方法的实施例，所述视频帧的序列来自捕获书写表面的相机，所述方法包括：从所述相机接收所述视频帧的序列；在所述视频帧中选择感兴趣图像区域(area)；以及对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧：通过对所述感兴趣图像区域应用自适应阈值化(thresholding)来生成笔画(pen stroke)蒙版(mask)；以及使用所述笔画蒙版来生成输出视频帧。在所述视频帧中选择感兴趣图像区域可以包括选择所述视频帧的子区域和所述视频帧的整个区域中的一者。

[0005] 一种用于视频会议系统的控制系统的实施例，所述控制系统被配置为在设置阶段期间执行以下步骤：使用相机来捕获至少一个图像；在显示器上渲染所述至少一个图像；经由电话来获得用户对所述至少一个图像的区(region)的选择，所述区包括在所述相机的视野内的物理书写表面的图像；以及将物理书写表面位置保存到存储器中，所保存的物理书写表面位置对应于所述区。

附图说明

[0006] 在附图中以示例而非限制的方式图示了本发明的实施例，其中相同附图标记指代相同的元素，并且在附图中：

[0007] 图1A示出了视频会议系统的第一示例的示意图；

[0008] 图1B示出了视频会议系统的第二示例的示意图；

[0009] 图2A示出了用于增强物理书写表面的视频中的笔画的易读性的方法的第一示例的流程图；

[0010] 图2B示出了图2A的方法的可选处理步骤；

[0011] 图3A和图3B各自示出了使用自适应阈值化来生成笔画蒙版的示例的流程图；

- [0012] 图4A、图4B和图4C各自示出了使用笔画蒙版来生成输出视频帧的示例的流程图；
- [0013] 图5示出了用于增强物理书写表面的视频中的笔画的易读性的方法的第二示例的流程图；
- [0014] 图6示出了用于增强物理书写表面的视频中的笔画的易读性的方法的第三示例的流程图；
- [0015] 图7示出了视频会议系统的第三示例的示意图；
- [0016] 图8示出了第三示例视频会议系统的会议电话的示意图，其着重于会议电话的触摸屏；
- [0017] 图9示出了用于在设置阶段期间配置第三示例视频会议系统的方法的示例的流程图；
- [0018] 图10示出了图9的方法的可选处理步骤；
- [0019] 图11示出了用于在视频会议期间使用第三示例视频会议系统来共享白板或其他书写表面的图像的方法的示例的流程图；以及
- [0020] 图12示出了显示器的示意图，在所述显示器上渲染了如根据图11所示的方法来共享的白板的图像。
- [0021] 在整个附图中，除非上下文另有要求，相同的附图标记指代相同的部分。

具体实施方式

[0022] 以下描述了许多特定细节以提供对本发明的充分理解。然而，可以在没有这些具体细节的情况下实施本发明。另外，可以以较不详尽的方式描述众所周知的部分。附图是示意性的并且包括与理解本公开相关的部分，而其他部分可以被省略或仅被提出。

[0023] 白板和其他类型的物理书写表面是会议中用于呈现信息的常用工具。尽管这些传统书写表面非常适合于所有参与者在同一房间的会议，但它们在视频会议期间使用起来不太实用。用户可以使视频会议系统的相机摇摄 (pan) 到书写表面上以共享其所写的内容，但这也意味着所述相机不再捕获该房间中的参与者的视频。此外，当以这种方式被捕获时，写在白板上的内容可能难以阅读。

[0024] 作为这些传统书写表面的替代，可以使用专用硬件，所述专用硬件允许参与者在如触敏显示器等电子表面上书写和绘制。这种类型的设备有时称为“数字黑板”或“虚拟白板”。写在电子表面上的输入作为数字信号被传输到视频会议的其他端点。这些设备的缺点在于，它们在购买和维护两者方面都是相对昂贵的。而且，与传统的低科技书写表面相比，这些设备操作起来不那么直观。

[0025] 本公开的实施例提供了一种能够共享写在物理书写表面上的内容的经改进的视频会议系统。

[0026] 在图1A中，示出了示例性视频会议系统100A。所述系统包括视频会议端点102。例如，端点102可以包括视频会议客户端。端点102具有网络接口104，所述网络接口用于与其他视频会议端点进行通信，例如，用于与其他视频会议客户端进行直接通信，或者与管理与之连接的两个或多个视频会议客户端之间的通信的视频会议服务器进行通信。网络接口104经由数据通信网络106进行通信。数据通信网络106例如是分组网络，如 IP 网络。例如，数据通信网络是局域网 (LAN) 或广域网 (WAN)。在所示的示例中，网络106是因特网。

[0027] 端点102进一步包括视频输入/输出(I/O)部件108,所述部件包括用于视频信号的输入和输出的多个视频接口。I/O部件108具有显示器输入连接器110,用于连接计算机以接收输入视频信号。在所示的示例中,输入连接器110是HDMI输入连接器。

[0028] I/O部件108进一步包括用于接收相机信号的输入连接器112以及显示器输出连接器114。输入连接器112连接到视频会议系统100A的相机116,以捕获视频会议的参与者的视频。在所示的示例中,相机116经由线缆连接到输入连接器112。在替代性示例中,相机经由无线连接连接到输入连接器112。由相机116所捕获的视频被传输到端点102,所述端点使用网络接口104经由网络106将视频传输到视频会议的其他端点。

[0029] I/O部件108的输出连接器114连接到视频会议系统的显示器118。在所示的示例中,输出连接器114是HDMI输出连接器,其使用HDMI线缆连接到显示器118的HDMI输入。端点102被配置为使用网络接口104接收由其他参与者通过网络106传输的一个或多个视频,并且向显示器118输出相应的视频信号。

[0030] 系统100进一步包括计算装置120。计算装置120包括显示器控制器122和处理器123,所述显示器控制器用于生成输出视频信号以输出在显示器上。在所示的示例中,计算装置的显示器控制器122和处理器123被实施为两个或多个单独的部件,所述部件彼此连接以交换数据。例如,显示器控制器122可以被实施为图形处理单元(GPU)的一部分,而处理器123包括中央处理单元(CPU)。可替代地,显示器控制器122和处理器123可以被实施为被配置为执行显示器控制器122和处理器123两者的功能的单个处理部件。

[0031] 计算装置120还包括I/O部件124,所述部件具有用于接收相机信号的输入连接器126以及用于输出由显示器控制器122生成的视频信号的显示器输出连接器128。输入连接器126连接到被配置为捕获物理书写表面132的视频的相机130。在所示的示例中,物理书写表面132是白板,然而,系统100也可以用于捕获其他书写表面(如活动挂图或黑板)的视频。在所示的示例中,相机130使用线缆连接到输入连接器126。例如,输入连接器126是USB连接器,用于经由USB线缆连接相机130。可替代地,相机130可以经由无线连接连接到计算装置120。

[0032] I/O部件124连接到显示器控制器122和处理器123,用于将经由输入连接器126接收到的视频数据传送到处理器123,并且用于经由输出连接器128输出由显示器控制器122生成的输出视频信号。处理器122接收如由相机130捕获的白板132的视频帧的序列。处理器被配置为通过对视频帧的序列应用视频增强过程来生成经处理视频数据。视频增强过程增强了物理书写表面上的笔画(例如文本和图示)的易读性。

[0033] 计算装置120的输出连接器128连接到视频会议端点102的视频输入连接器110。在所示的示例中,输入连接器110和输出连接器128都是HDMI连接器,并且连接器110、128经由HDMI线缆连接。计算装置120被配置为输出与如由处理器123生成的经处理视频数据相对应的增强的视频信号。增强的视频信号经由连接连接器110和128的线缆从计算装置输出到视频会议端点102。

[0034] 在图1A的示例中,HDMI视频接口用于连接器110、114和128。然而,本公开不限于HDMI视频接口,并且可以另外地或可替代地使用其他类型的视频接口,如S视频端子(S-video)、DVI接口、复合视频接口、分量视频接口、显示端口(DisplayPort)、火线接口(Fire Wire)、VGA接口或SCART接口。

[0035] 视频会议端点102的显示器输入连接器110旨在连接计算机,以共享计算机的屏幕。例如,在典型的视频会议情形中,显示器输入连接器110连接到运行演示软件(如微软 PowerPoint)的计算机,以与视频会议的其他参与者共享演示幻灯片。在这种情形下,视频会议使得其他参与者能够观看幻灯片以及由相机116捕获的正在进行演示的人的图像。然而,在本发明的实施例中,通过连接计算装置120并由此向端点102提供与由附加相机130捕获的视频的经处理版本相对应的视频信号,以不同于显示器输入连接器110的预期用途的方式来使用所述显示器输入连接器。因此,第一房间中的参与者可以使用传统的白板132,而他在白板上书写的内容则以清晰可读的方式与其他参与者共享。此外,其他参与者仍可以观看第一房间,因为端点102的相机116仍可用于共享第一房间的视频。

[0036] 与用于捕获参与者的相机116相比,相机130可以可选地是相对较低质量的相机,因为写在白板132上的内容的图像在传输给其他参与者之前被处理以增加易读性。例如,相机130的分辨率可以低于相机116的分辨率。

[0037] 在示例中,计算装置120是便携式设备。例如,装置120可以是膝上型计算机、平板计算机或智能电话。相机130也可以是便携式设备。在示例中,相机130是计算装置 120的集成部分,例如膝上型计算机的集成网络相机。在另一个示例中,相机130和计算装置120是单独的部件,例如,计算装置是连接到USB网络相机的膝上型计算机。

[0038] 通过提供计算装置和与其连接的相机作为便携式系统,它们可以跨多个视频会议房间共享。相反,用于共享书写内容的传统设备(如数字黑板和虚拟白板)通常是庞大且笨重的壁挂式设备,使得在多个房间之间移动这种类型的装备是不切实际的。

[0039] 在示例中,计算装置120是无屏幕设备。换言之,计算装置没有显示器。这样的优点是,装置可以具有较小的形状因数。具有较小的形状因数的无屏幕计算设备的示例包括 Intel Compute Stick、InFocus Kangaroo和Raspberry Pi。计算装置120例如可以是单板计算机。

[0040] 在示例中,计算装置120是加密狗(dongle)。加密狗是具有较小的形状因数并且具有至少一个连接器的设备,所述至少一个连接器用于将加密狗连接到另一设备。在本示例中,加密狗包括视频接口输出连接器128。视频接口输出连接器128可连接到视频会议端点102的输入连接器110。加密狗例如可以通过经由电源适配器连接到主电源来供电或通过USB供电,其中,加密狗可以连接到视频会议端点102的USB端口(如果可用的话)。

[0041] 图1B示出了视频会议系统100B的示例,其中,视频处理被集成在端点102中,而不是如图1A中那样作为单独的计算装置120。相机116捕获房间中的白板132和参与者两者的视频。如图1A所示,由相机116捕获的视频经由I/O部件108的输入连接器112 传送到端点102。在图1B中,相机116经由线缆连接到端点112。可替代地,相机116 可以经由无线连接连接到端点112。

[0042] 在图1B的实施例中,端点包括处理器134。处理器134可以专用于处理由相机116捕获的视频,所述处理器将经处理视频传输到端点102的实施视频会议功能的一个或多个其他处理部件。可替代地,端点102包括实施视频处理功能和视频会议功能两者的处理器。处理器134可以例如包括中央处理单元(CPU)和/或图形处理单元(GPU)。

[0043] 显示器输入连接器110在这个实施例中是可选的,并且可以例如用于连接计算机以进行屏幕共享。

[0044] 处理器134接收由相机116捕获的房间中的白板132和参与者的视频帧的序列。处理器134被配置为通过对视频帧的序列应用视频增强过程来生成经处理视频数据。视频增强过程增强了物理书写表面上的笔画(例如文本和图示)的易读性。可选地,处理器134被配置为仅对所接收视频帧的与白板相对应的图像区域应用视频增强过程,而不对例如捕获房间中的参与者的其他图像区域应用视频增强过程。应用于与白板132相对应的图像区域的视频增强过程增强了物理书写表面上的笔画(例如文本和图示)的易读性。

[0045] 在另一个示例中,提供了多个相机,即用于捕获白板132的专用相机和用于捕获参与者的专用相机。在这个示例中,对由专用的白板相机捕获的视频应用视频增强过程。

[0046] 端点102可以将白板的经处理视频和参与者的视频作为两个单独的视频流或作为单个视频流传送到视频会议服务器和/或其他视频会议端点,所述单个视频流包括组合的视频帧,所述组合的视频帧具有与白板的增强视频相对应的一个图像区域和与参与者的视频相对应的另一个图像区域。

[0047] 图2A示出了由计算装置120或处理器134执行的视频增强过程200的示例,所述视频增强过程用于增强分别由相机130或相机116捕获的视频帧的序列中的笔画的易读性。计算装置120或处理器134逐帧地处理视频帧的序列。所述过程从202开始。在步骤204 中接收当前视频帧。在步骤205a中,选择感兴趣图像区域。感兴趣图像区域可以包括视频帧的大体上整个图像区域。例如,当专用相机130捕获白板的图像时,白板可以跨越视频帧的整个图像区域或者至少跨越视频帧的大体上整个图像区域。在另一个示例中,感兴趣图像区域是视频帧的子区域。例如,当相机116捕获房间中的参与者及白板两者时,感兴趣图像区域可以对应于视频帧的包含白板的子区域。

[0048] 例如,感兴趣图像区域可以由用户经由用户界面来设置。用户指定视频中与白板相对应的区域。在另一个示例中,例如使用对象识别算法来自动确定与白板相对应的视频的区域。选择感兴趣区域可以包括操纵相机(如相机116)。例如,操纵可以包括摇摄相机,以使白板进入相机视野,或者在相机视野内移动,例如,使得白板在相机视野内大体上居中。另外地或可替代地,操纵可以包括使相机变焦,以使白板占据更多相机视野。另外地或可替代地,操纵可以包括在物理上重新定位相机,以使白板占据更多相机视野和/或在相机视野内大体上居中、或至少更居中。

[0049] 在实施例中,所选感兴趣图像区域对于所有后续帧都是相同的。一旦用户已指定了感兴趣图像区域或者系统已自动确定了感兴趣图像区域,就将相同的感兴趣图像区域用于所有后续帧。例如,基于用户输入或自动确定来确定所选感兴趣图像区域的边界。例如,将白板的两个或多个角或甚至所有四个角的像素位置存储起来,并在后续帧中使用,以识别要经历增强过程的感兴趣图像区域从而增加白板上的书写内容的易读性。

[0050] 在步骤206中,生成笔画蒙版。在步骤208中,基于笔画蒙版生成输出视频帧。在步骤210中,确定当前帧是否是视频帧的序列的最后帧。如果序列包括进一步的视频帧,则执行步骤212,其中,将下一视频设置为当前视频帧。换言之,将使用下一视频帧而不是当前视频帧来执行步骤204至210的下一代迭代。如果在步骤210中检测到最后帧,则过程在步骤214处结束。

[0051] 此外,所述方法可以包括将所选图像区域(例如,与白板相对应的子区域)变换为大体呈矩形形状的可选步骤205b(图2A)。在由相机捕获的图像中,白板可能会因视角而看

上去是倾斜的。在步骤205b中,应用几何变换,使得白板在所得到的图像中具有矩形形状。通常,几何变换将是投影变换。典型地,几何变换将是视角变换。作为示例,可以对所选图像区域应用仿射变换。

[0052] 本公开的实施例的优点在于,增强视频帧中的笔画的易读性减小了视频帧的序列的熵。因此,当视频会议端点102对视频进行编码以传输到服务器或其他端点时,特别是当编码包括帧间压缩时,编码的压缩效率得以提高。

[0053] 图2B示出了步骤204(即,接收当前视频帧的步骤)的可选子步骤。在图2B的实施例中,相机是高动态范围(HDR)相机。另外,图2B的示例的相机配备有鱼镜头或不同类型的广角镜头。步骤204A包括从配备有广角镜头的HDR相机接收当前视频帧。在步骤204B中,对HDR图像应用色调映射。色调映射可以由计算装置120或处理器134执行以获得经色调映射的图像。在另一个示例中,色调映射由相机执行(即,色调映射操作是由相机应用的内部视频处理的组成部分),以将经色调映射的视频分别直接提供给计算装置120或处理器134。在这种情况下,计算装置120或处理器134各自省略步骤204B。

[0054] HDR视频捕获的优点是避免了由于白板上的反射而导致的图像饱和。这样的反射例如可能是由顶部照明引起的。因此,可以防止或减少写在白板上的信息的丢失。

[0055] 在步骤204C中,当前视频帧被复原(de-warp)。使用广角镜头(例如鱼镜头)的优点在于能够以大角度捕获视频会议房间,例如既捕获房间中的参与者又捕获位于房间中的白板。然而,某些镜头可能会使图像变形,使得在所捕获的图像中直线不再表现得笔直。为了消除某些镜头类型的这种变形效果,可以在步骤204C中应用复原操作。复原后,如白板边缘等直线在所捕获的视频帧中也表现为直线。例如,可以由计算装置120或处理器134各自应用复原操作。作为另一个示例,复原可以合并在校相机的内部视频处理中,在这种情况下,计算装置120或处理器134省略步骤204C。

[0056] 可选地,步骤204B和204C的顺序可以颠倒,即在步骤204B之前执行步骤204C。

[0057] 在实施例中,对整个视频帧应用色调映射和/或复原,因为不与白板相对应的图像区域也可以从这些操作中受益。

[0058] 图3A和图3B示出了步骤206(即,生成笔画蒙版的步骤)的两个示例。这两个示例都应用自适应阈值化,其中,通过应用针对图像的不同部分而变化的阈值,将前景(例如,白板上的笔画)与背景(例如,白板的未书写区域)分开。基于局部图像特性来选择应用于图像的一部分的阈值。

[0059] 一种类型的自适应阈值化使用根据每个像素的邻域中的像素值(即像素强度或明亮度)而设置的局部阈值。例如,局部阈值可以基于所述邻域中的像素的平均值、加权平均值(如高斯加权平均)和中值中的至少一者。另外地或可替代地,阈值可以基于所述邻域中的像素的最大像素值和最小值的平均值。

[0060] 自适应阈值化的结果可以采取二值图像的形式,二值图像的每个像素具有最小值 V_{MIN} 和最大值 V_{MAX} 之一,以指示所述像素被分类为前景还是背景。例如,笔画蒙版的像素可以具有 $V_{\text{MIN}}=0$ 或 $V_{\text{MIN}}=1$ 的值。在不同的示例中,二值图像的每个像素使用M位来存储,并且可以取 $V_{\text{MIN}}=0$ 或 $V_{\text{MAX}}=2^M-1$ 的值。

[0061] 在图3A的示例中,对当前视频帧的所选感兴趣图像区域直接应用自适应阈值化,以生成中间蒙版。在步骤218中,计算最后N个视频帧的中间蒙版的平均值。换言之,计算当

前视频帧的中间蒙版与N-1个先前视频帧的中间蒙版的平均值。例如,N在4到32个帧的范围内,例如10个、15个或20个。在示例中,在步骤218中计算的中间蒙版被存储在FIFO数据结构(如队列)中。然后,通过对队列中的所有中间蒙版求平均来计算中间蒙版的平均值。

[0062] 由于中间蒙版是二值图像,所以对中间蒙版求平均将得到像素值在 $V_{\min}$ 与 $V_{\max}$ 之间的蒙版。为了获得二值笔画蒙版,将固定阈值应用于被求平均的中间蒙版。阈值例如被设置为 $\text{floor}[(V_{\min}+V_{\max})/2]$,其中, $\text{floor}(X)$ 将X舍入为小于或等于X的最近整数。

[0063] 在图3B的示例中,对最后N个视频帧的所选感兴趣图像区域的平均值应用自适应阈值化。在步骤222中,计算最后N个视频帧的平均值。换言之,计算当前视频帧的感兴趣图像区域与N-1个先前视频帧的感兴趣图像区域的平均值。例如,N在4到32个帧的范围内,例如10个、15个或20个。在示例中,在每次迭代中,当前视频帧的感兴趣图像区域被存储在FIFO数据结构(如队列)中。然后,通过对队列中的所有图像求平均来计算平均的图像。

[0064] 在步骤224中,对在步骤222中计算出的平均的图像应用自适应阈值化。结果是被用作笔画蒙版的二值图像。

[0065] 图3A和图3B的示例涉及用于生成笔画蒙版的求平均操作。然而,本公开不限于求平均操作。通常,代替求平均,可以分别对中间蒙版或视频帧应用任何时间平滑化滤波器。可以代替示例性求平均滤波器被使用的平滑化滤波器的示例包括:加权移动平均滤波器、多径移动平均滤波器、指数平滑滤波器、高斯滤波器或低通滤波器。

[0066] 在第一示例中,分别对当前蒙版或视频帧和至少一个先前蒙版或视频帧应用时间平滑化滤波器。在第二示例中,对至少两个先前蒙版/视频帧应用时间平滑化滤波器。

[0067] 可选地,所述方法可以包括在两种或多种平滑化模式之间切换。在示例中,第一平滑化模式包括“关”模式,其中,不应用平滑化,即省略步骤218和220或步骤222。因此,通过对当前视频帧的感兴趣图像区域应用自适应阈值化来生成笔画蒙版。在另一个示例中,第二平滑化模式包括“开”模式,其中,例如如上所述地应用平滑化。可选地,可以控制在“开”模式下应用的平滑化量。例如,用于平滑化的先前视频帧的数量是可调整的,其中,增加用于平滑化的先前视频帧的数量会增加平滑化量,而减少用于平滑化的先前视频帧的数量会减少平滑化量。平滑化模式的切换和平滑化量的控制可以是用户控制的或是自动的。

[0068] 图3A和图3B中描述的自适应阈值化操作可能需要强度图像作为输入。从相机130接收的视频帧通常包括彩色图像。在视频帧是彩色图像的情况下,可以在步骤206之前执行预处理步骤,以将彩色图像转换为强度图像。然后将图3A和图3B中描述的步骤应用于所得到的强度图像。例如,如果输入图像是RGB图像或BGR图像,则转换为强度图像Y可以包括计算 $Y=\alpha R+\beta G+\gamma B$,其中, α 、 β 和 γ 是加权因子,例如 $\alpha=0.299$ 、 $\beta=0.587$ 及 $\gamma=0.114$ 。

[0069] 发明人意识到,将笔画与背景分离的过程可以受益于以下事实:白板的内容不会随时间而快速变化。实际上,一旦在白板的一部分上画出了笔画,这些部分通常保持不变,直到白板被擦除/活动挂图被翻动。时间平滑化和自适应阈值化的组合利用了白板内容的这种特性,并且即使在困难的光照条件下(如,低光照条件或者当光照强度在白板区域上变化时)和/或当使用低质量相机时,也可以使笔画与背景很好地分离。

[0070] 图4A、图4B和图4C示出了使用笔画蒙版来生成输出视频帧的示例。在图4A的示例的步骤226中,将笔画蒙版应用于当前视频帧的感兴趣图像区域,从而从当前视频中提取笔画。在步骤228中,使用笔画图像来生成输出视频帧。

[0071] 在图4B的示例中,在应用笔画蒙版之前,对当前视频帧的感兴趣图像区域应用图像增强过程。尽管在一些实施例中,可以通过将原始输入图像转换为强度图像来生成笔画蒙版,但还是对原始输入图像应用图像增强过程。在步骤230中,对原始输入图像的感兴趣图像区域应用图像增强过程,从而得到增强的图像。在步骤232中,通过将笔画蒙版应用于增强的图像来生成增强的笔画图像。在步骤234中,使用增强的笔画图像来生成输出视频帧。

[0072] 在图4C的示例中,与图4B的示例相比,应用笔画蒙版和图像增强过程的顺序被颠倒。在步骤226中,通过将笔画蒙版应用于当前视频帧来生成笔画图像。在步骤228A中,对所得到的笔画图像应用图像增强过程。在步骤228B中,使用增强的笔画图像来生成输出视频帧。

[0073] 参考图4B和图4C所描述的图像增强过程例如可以包括颜色调整过程。在示例中,颜色调整过程包括用于改变(例如增加)颜色饱和度的饱和度调整过程。可替代地或另外地,颜色调整过程包括对一个或多个颜色分量的直方图均衡化(histogram equalization)。例如,颜色调整过程包括对以下各项的直方图均衡化:A)当前视频帧/笔画图像的色度、饱和度、值(HSV)表示的色度和/或饱和度和/或值分量;或者B)当前视频帧/笔画图像的色度、饱和度、光亮度(HSL)表示的色度和/或饱和度和/或光亮度(lightness)分量。在进一步的示例中,对HSV或HSL表示的饱和度分量的直方图进行均衡化,而另外两个分量不变。在另一个示例中,在LAB颜色空间应用直方图均衡化。

[0074] 基于笔画图像(图4A)或增强的笔画图像(图4B和图4C)来生成输出视频帧。在第一示例中,通过将(增强的)笔画图像与纯色背景组合(例如,在白色背景上提供(增强的)笔画图像)来生成输出视频帧。图5图示了第二示例,其中,通过将(增强的)笔画图像与从原始输入图像获得的背景组合来生成输出视频帧。

[0075] 在图5的方法300中,步骤302、304、305a、305b、306、310、312、314分别对应于图2的示例的步骤202、204、205a、205b、206、210、212、214。方法300进一步包括对在步骤306中获得的笔画蒙版进行反转(invert)的步骤307A。此外,在步骤307B中,将经反转笔画蒙版应用于原始输入视频帧的感兴趣图像区域以获得背景图像。步骤308A总结了4A至4C的基于笔画蒙版来生成笔画图像或增强的笔画图像的示例。在步骤308B中,将(增强的)笔画图像与背景图像组合。例如,可以将(增强的)笔画图像添加到背景图像,即,步骤308B的结果是步骤308A的(增强的)笔画图像与步骤307B的背景图像之和。然后,在步骤308C中基于所述组合图像来生成输出视频帧。

[0076] 在所选感兴趣图像区域对应于视频帧的子区域的情况下,输出视频帧可以包括步骤308B的结果(从而省略了所选子区域之外的区域)或者步骤308B的结果与所选子区域之外的区域的组合的任一者。

[0077] 在一些实施例中,输出视频帧等于从步骤308C得到的组合图像。在其他实施例中,输出视频帧可以基于组合图像,具有进一步的图像处理步骤。例如,图6的方法400生成输出视频帧作为组合图像与以下至少一项的加权和:在图3A的过程206A的步骤216中获得的平均中间蒙版以及当前视频帧(即最初接收的视频帧)。在图6中,步骤402、404、405a、405b、407A、407B、408A和408B分别对应于图5的步骤302、304、305a、305b、307A、307B、308A和308B,而步骤416、418和420分别对应于图3A的步骤216、218和220。图6的方法400进一步包

括步骤408C,其中,输出视频帧包括以下各项的加权和:A)步骤408B的组合图像,以及B)步骤404的最初接收的当前视频帧的感兴趣图像区域和/或步骤418的平均中间蒙版。将步骤404和418连接到步骤408C的虚线指示:在步骤408C中,可以使用当前视频帧的感兴趣图像区域和平均中间蒙版之一或两者。

[0078] 例如,获得输出视频帧 F 为 $F=w_1A+w_2B+w_3C$,其中, A 、 B 和 C 分别是组合图像、平均中间蒙版和原始视频帧,而 w_1 、 w_2 和 w_3 是加权因子。在一些实施例中, w_1 、 w_2 和 w_3 均为非零。在其他实施例中, w_2 或 w_3 被设置为零。例如, w_3 被设置为零,而 w_1 和 w_2 可以分别为0.6-0.9和0.2-0.4,例如 $w_1=0.75$ 以及 $w_2=0.35$ 。在另一个示例中, w_2 被设置为零,而 w_1 和 w_3 可以分别为0.6-0.9和0.2-0.4,例如 $w_1=0.75$ 和 $w_3=0.35$ 。注意,加权因子可以但不要求总和为1。

[0079] 如本公开中所描述的,用于增强物理书写表面的视频中的笔画的易读性的方法的实施例可以应用于每个视频帧的整个区域或仅应用于视频帧的所选子区域。例如,用户可以选择视频中与白板相对应的区域,并且所述方法仅应用于所选区域,而不对视频的其他区域进行处理。例如,应用选择蒙版以选择每个视频帧中的区域,将用于增强笔画的易读性的过程应用于所选区域,并且将结果与输入视频帧的在所选区域之外的区域(即未被选择且未经处理的区域)进行组合。在另一个示例中,例如使用对象识别算法来自动选择与白板相对应的视频区域。

[0080] 在其中在每个视频帧中选择子区域并且还执行如上所述的直方图均衡化的实施例中,可以对原始输入图像的整个区域或者仅在所选子区域上执行直方图均衡化。

[0081] 可选地,例如在步骤205b、305b和/或405b中,将几何变换用作预处理或后处理步骤以使书写表面呈现为矩形形状。可以将几何变换应用于每个视频帧的整个区域,或者仅应用于所选区域。特别地,可以使用几何变换来对视频帧中与物理书写表面相对应的所选感兴趣区域进行预处理,并且然后使用本文描述的方法中的任何方法可以增加易读性。例如,输出视频帧可以是视频帧的所选区域的经几何变换且增强的版本。在进一步的示例中,将经几何变换且增强的所选区域与原始帧一起显示,例如叠加在原始帧上或邻近原始帧显示。

[0082] 如本公开中所描述的用于增强易读性的方法可以可选地实时执行。

[0083] 本文所描述的实施例可以以硬件、软件、固件及其组合来实施。例如,实施例可以在包括电子电路和部件的系统(如计算机系统)上实施。计算机系统的示例包括台式计算机系统、便携式计算机系统(例如膝上型计算机)、手持式设备(例如智能电话或平板计算机)和联网设备。用于实施所述实施例的系统可以例如包括集成电路(IC)、可编程逻辑设备(PLD)(如现场可编程门阵列(FPGA))、数字信号处理器(DSP)、专用IC(ASIC)、中央处理单元(CPU)和图形处理单元(GPU)中的至少一者。

[0084] 本文所描述的实施例的某些实施方式可以包括计算机程序产品,所述计算机程序产品包括指令,所述指令当由数据处理系统执行时使得所述数据处理系统执行本文所描述的任何实施例的方法。计算机程序产品可以包括存储所述指令的非暂态介质,例如物理介质,如包括软盘和硬盘驱动器的磁性数据存储介质,包括CD ROM和DVD的光学数据存储介质,以及包括ROM、闪速存储器(如闪速RAM或USB闪速驱动器)的电子数据存储介质。在另一个示例中,计算机程序产品包括包含所述指令的数据流,或者包括包含存储在分布式计算系统中(例如,一个或多个数据中心中)的所述指令的文件。

[0085] 本公开不限于上述实施例和示例。在不脱离由所附权利要求限定的本公开的范围的情况下,可以做出许多修改和变化。

[0086] 在示例中,配备有网络相机的计算机(如膝上型计算机)被配置为视频会议端点,例如,计算机被配置为运行用于与远程视频会议客户端和远程视频会议服务器中的至少一者通信的视频会议软件。所述计算机进一步被配置为执行本公开的用于增强书写表面的视频中的笔画易读性的任何方法,并且用于使用视频会议软件将所得到的输出视频帧传送给远程视频会议客户端和远程视频会议服务器中的所述至少一者。

[0087] 在图7中,示出了另一示例性视频会议系统700。

[0088] 系统700包括视频会议中枢710,所述视频会议中枢可以包括视频会议客户端。中枢710具有网络接口,所述网络接口用于与其他视频会议端点进行通信,例如,用于与其他视频会议客户端进行直接通信,或者与管理与之连接的两个或多个视频会议客户端之间的通信的视频会议服务器进行通信。网络接口经由数据通信网络106进行通信。

[0089] 系统700进一步包括显示器702(例如电视,但不限于此),所述显示器连接到中枢710以从所述中枢接收图像。

[0090] 系统700进一步包括在其视野706中具有白板132(或其他物理书写表面)的相机704。相机704可以固定至显示器,例如固定至显示器的顶部。相机704可能无法进行任何类型的机动化摇摄,因而其视野706通常是固定的。相机可以能够进行光学和/或数字变焦。取决于白板132在视野内的位置,由相机704捕获的白板图像可以是矩形或(至少由于视角)是非矩形的。相机704连接到中枢710,用于将所捕获的图像发送到中枢710,并且可选地用于从中枢710接收控制数据。相机704还可以连接到显示器710,用于将所捕获的图像直接发送到显示器710。

[0091] 系统700进一步包括电话708。电话708连接到视频会议中枢710,其中音频信号和控制数据在电话和视频会议中枢之间传送。所述连接可以是直接连接,例如有线以太网连接。电话708可以具有用于经由数据通信网络106与视频会议中枢710进行通信的网络接口。电话708可以是旨在成为视频会议系统的永久部件的专用设备,例如会议电话。会议电话可以硬连线到本地电源,也可能硬连线到数据通信网络106。可替代地,电话708可以是共享用途设备,例如智能电话或平板计算机,所述智能电话或平板计算机被用来配置视频会议系统和/或在由视频会议系统提供的视频会议期间使用。

[0092] 系统700进一步包括控制系统,所述控制系统可以位于显示器702、相机704、电话708和中枢710中的一者中或者跨所述设备中的两者或多者分布。通常,控制系统主要位于中枢710中。控制系统在设置阶段期间是可配置的,在所述阶段期间,控制系统执行一系列步骤,现在将参考图8和图9来描述所述步骤。注意,所述步骤不必按照所描述的顺序执行,并且它们不必顺序地执行。

[0093] 所述一系列步骤包括使用相机704来捕获至少一个图像的步骤S902。可以捕获视频图像流。

[0094] 所述一系列步骤包括在显示器702上渲染(多个)所捕获的图像的步骤S904。此步骤允许用户看到落在相机704的视野706内的内容。此时,用户可以例如重新布置在视野706内的附件(furniture)以及可能的白板。

[0095] 所述一系列步骤包括经由电话来获得用户对至少一个图像的区的选择的步骤

S906,所述区包括白板的图像。获得步骤S906包括使得用户能够经由电话来设置在显示器上渲染的所述至少一个图像中的区的表示的大小、形状或位置中的至少一者的方法1000。以下将参考图10来描述方法1000。

[0096] 所述一系列步骤在将白板位置保存到存储器中的步骤S908处结束,所保存的白板位置对应于所选区。无需以特定方式来保存白板位置;例如,所保存的位置可以采用中心点、中心点和最长尺寸、矩形的四个角的形式等。

[0097] 参考图10,使得用户能够设置区的表示的大小、形状或位置中的所述至少一者的方法1000包括一系列步骤,现在还将参考图7和图8来描述所述步骤。注意,所述步骤不必按照所描述的顺序执行,并且它们不必顺序地执行。

[0098] 所述一系列步骤包括在电话708的触摸屏804上显示S1000-2第一形状802(参见图8),所述第一形状表示对区的预选择。例如,如图所示,第一形状可以是矩形。

[0099] 所述一系列步骤包括在显示器702上显示S1000-4第二形状714(参见图8),所述第二形状对应于第一形状。通常,第一形状和第二形状具有相同的形状,并且第二形状较大,因为第二形状被渲染在显示器702上。

[0100] 所述一系列步骤包括使得S1000-6用户能够经由触摸屏来执行对第一形状802的操纵。例如,第一形状可以是可移动的(例如可拖动的),以便占据至少一个图像的不同区。第一形状上的某些点(如第一形状的角)可以是可拖动的,以便改变第一形状的大小和/或形状。

[0101] 所述一系列步骤包括由控制系统根据对第一形状802的操纵来操纵S1000-8第二形状714。因此,实际上,在电话上对第一形状的用户操纵反映在显示器上对第二形状的渲染中。

[0102] 在此设置阶段之后,保存白板在相机视野内的位置,这使得系统用户在视频会议期间与其他视频会议参与者共享白板图像变得很简单,如以下将描述的。控制系统被配置为在视频会议期间执行一系列步骤,现在将参考图11和图12来描述所述一系列步骤。注意,所述步骤不必按照它们所描述的顺序执行,并且它们不必顺序地执行。

[0103] 所述一系列步骤包括经由电话来提供1102共享书写表面软按钮,选择所述软按钮会生成共享书写表面指令。这可以是在电话708的触摸屏804上渲染的软按钮。

[0104] 所述一系列步骤包括经由电话来接收S1104共享书写表面指令。

[0105] 所述一系列步骤包括访问S1106所保存的白板位置。此步骤可以在接收共享书写表面指令之前执行,例如在视频会议开始时或在一些其他较早的时间执行。

[0106] 所述一系列步骤包括对白板的非矩形图像执行S1108几何变换,从而生成白板的大体呈矩形的图像。这可以包括确定白板图像是否为非矩形的预先步骤,并且然后仅在白板图像为非矩形时执行几何变换。

[0107] 所述一系列步骤包括对白板图像进行放大S1110,以使所述图像占据视频帧输出流的视频帧的至少大部分像素,例如如图12所示。

[0108] 所述一系列步骤包括在白板图像上执行S1112白板增强处理。

[0109] 在图11所示的步骤中,至少所述放大S1110是响应于共享书写表面指令。

[0110] 可以从以下枚举的示例实施例(EEE)中理解本发明的各个方面:

[0111] EEE A1.一种视频会议系统,包括:

- [0112] -视频会议端点,包括:
- [0113] o网络接口,所述网络接口用于经由数据通信网络与视频会议服务器和视频会议客户端中的至少一者进行通信;以及
- [0114] o第一视频接口,所述第一视频接口包括视频接口输入连接器,用于将计算机连接到视频会议端点以从所述计算机接收输入视频信号从而进行屏幕共享,
- [0115] 其中,所述视频会议端点被配置为将与经由所述视频接口输入连接器接收的所述输入视频信号相对应的视频数据经由所述网络接口传送到所述视频会议服务器和所述视频会议客户端中的至少一者;以及
- [0116] -计算装置,包括:
- [0117] o显示器控制器,所述显示器控制器用于生成输出视频信号以在显示器上输出;
- [0118] o第二视频接口,所述第二视频接口包括视频接口输出连接器,所述视频接口输出连接器连接到所述显示器控制器,并被适配用于输出由所述显示器控制器生成的所述输出视频信号;以及
- [0119] o处理器,
- [0120] 其中,所述计算装置连接到用于捕获物理书写表面的视频帧的序列的相机,并且所述处理器被配置为通过对由所述相机捕获的所述物理书写表面的视频帧的序列应用视频增强过程来生成经处理视频数据以增强所述物理书写表面上的笔画的易读性,所述计算装置的所述视频接口输出连接器连接到所述视频会议端点的所述视频接口输入连接器,并且所述计算装置被配置为经由所述视频接口输出连接器输出与所述经处理视频数据相对应的增强的视频信号。
- [0121] EEE A2A.根据EEE A1所述的系统,其中,所述第一视频接口和第二视频接口都是HDMI接口、S视频接口、DVI接口、复合视频接口、分量视频接口、显示端口接口、火线接口、VGA接口或SCART接口。
- [0122] EEE A2B.根据EEE A1所述的系统,其中,以下各项中的至少一项:所述第一视频接口包括无线接口;或者所述第二视频接口包括无线接口。
- [0123] EEE A3.根据EEE A1、A2A或A2B所述的系统,其中,所述计算装置是无屏幕设备。
- [0124] EEE A4.根据EEE A3所述的系统,其中,所述计算装置包括加密狗。
- [0125] EEE A5.根据EEE A1至A4中任一项所述的系统,其中,所述计算装置的处理器被配置为:
- [0126] -从所述相机接收所述视频帧的序列;
- [0127] -对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧:
- [0128] o通过应用自适应阈值化来生成笔画蒙版;
- [0129] o使用所述笔画蒙版来生成输出视频帧。
- [0130] EEE A6.根据EEE A5所述的系统,其中,所述计算装置的处理器被配置为:
- [0131] 对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧:
- [0132] -通过对所述当前视频帧应用自适应阈值化来生成中间蒙版;
- [0133] -通过对预定数量的视频帧的中间蒙版进行时间平滑化来确定经平滑化蒙版;以及
- [0134] -对所述经平滑化蒙版应用预定阈值以生成所述笔画蒙版。

[0135] EEE A7.根据EEE A5所述的系统,其中,所述计算装置的所述处理器被配置为,对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧:

[0136] -通过对预定数量的视频帧进行时间平滑化来确定经平滑化视频帧;

[0137] -对所述经平滑化视频帧应用自适应阈值化以生成所述笔画蒙版。

[0138] EEE A8.根据EEE A5、EEE A6或EEE A7所述的系统,其中,所述计算装置的所述处理器被配置为对所述当前视频帧应用所述笔画蒙版以生成笔画图像,并且被配置为使用所述笔画图像来生成所述输出视频帧。

[0139] EEE A9.根据EEE A5至A8中的任一项所述的系统,其中,所述计算装置的所述处理器被配置为,对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧,对所述当前视频帧应用图像增强过程以生成增强的视频帧,并且对所述增强的视频帧应用所述笔画蒙版以生成增强的笔画图像。

[0140] EEE A10.根据EEE A8所述的系统,其中,所述计算装置的所述处理器被配置为,对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧,对所述笔画图像应用图像增强过程以生成增强的笔画图像。

[0141] EEE A11.根据EEE A9或EEE A10所述的系统,其中,所述计算装置的所述处理器被配置为应用颜色调整过程作为所述图像增强过程,并且可选地被配置为应用饱和度调整过程作为所述颜色调整过程。

[0142] EEE A12.根据EEE A11所述的系统,其中,所述计算装置的所述处理器被配置为分别对所述当前视频帧的一个或多个颜色分量或所述笔画图像的一个或多个颜色分量执行直方图均衡化。

[0143] EEE A13.根据EEE A8至A12中任一项所述的系统,其中,所述计算装置的所述处理器被配置为,对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧:

[0144] -通过对所述笔画蒙版进行反转来生成经反转蒙版;

[0145] -通过对所述当前视频帧应用所述经反转蒙版来生成背景图像;以及

[0146] -将所述背景图像分别添加到所述笔画图像或所述增强的笔画图像中。

[0147] EEE A14.根据EEE A13所述的系统,其中,所述计算装置的所述处理器被配置为,对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧,生成所述输出视频帧作为至少以下各项的加权和:

[0148] -所述增强的笔画图像或所述笔画图像;以及

[0149] -所述当前视频帧或所述经平滑化蒙版或所述笔画蒙版。

[0150] EEE A15.一种用于使用视频会议端点来共享写在物理书写表面上的内容的方法,所述视频会议端点具有用于共享计算机屏幕的视频接口输入连接器,所述方法包括:

[0151] -提供连接到用于捕获所述物理书写表面的视频帧的序列的相机的计算装置,所述计算装置包括显示器控制器、视频接口输出连接器和处理器,所述显示器控制器用于生成输出视频信号,所述视频接口输出连接器连接到所述显示器控制器并且被适配用于输出由所述显示器控制器生成的所述输出视频信号;

[0152] -将所述计算装置的所述视频接口输出连接器连接到所述视频会议端点的所述视频接口输入连接器;

[0153] -使用所述计算装置的所述处理器,通过对由所述相机捕获的所述物理书写表面

的图像帧序列应用视频增强过程以增强写在所述物理书写表面上的内容的易读性,来生成经处理视频数据;以及

[0154] 使用所述计算装置来输出与所述经处理视频数据相对应的增强的视频信号,从而经由所述计算装置的视频接口输出连接器和所述视频会议端点的所述视频接口输入连接器来将所述增强的视频信号传输到所述视频会议端点。

[0155] EEE B1.一种对视频帧的序列进行处理的方法,用于随后传输到远程视频会议客户端和远程视频会议服务器中的至少一者,所述视频帧的序列来自捕获书写表面的相机,所述方法包括:

[0156] -从所述相机接收所述视频帧的序列;

[0157] -对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧:

[0158] o通过应用自适应阈值化来生成笔画蒙版;

[0159] o使用所述笔画蒙版来生成输出视频帧。

[0160] EEE B2.根据EEE B1所述的方法,其中,所述处理是实时执行的。

[0161] EEE B3.根据EEE B1或EEE B2所述的方法,进一步包括对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧:

[0162] -通过对所述当前视频帧应用自适应阈值化来生成中间蒙版;

[0163] -通过对预定数量的视频帧的中间蒙版进行时间平滑化来确定经平滑化蒙版;以及

[0164] -对所述经平滑化蒙版应用预定阈值以生成所述笔画蒙版。

[0165] EEE B4.根据EEE B1或EEE B2所述的方法,进一步包括对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧:

[0166] -通过对预定数量的视频帧进行时间平滑化来确定经平滑化视频帧;

[0167] -对所述经平滑化视频帧应用自适应阈值化以生成所述笔画蒙版。

[0168] EEE B5.根据EEE B1至B4中任一项所述的方法,其中,使用所述笔画蒙版来生成所述输出视频帧的步骤包括:对所述当前视频帧应用所述笔画蒙版以生成笔画图像。

[0169] EEE B6.根据EEE B1至B5中任一项所述的方法,其中,使用所述笔画蒙版来生成所述输出视频帧的步骤包括:对所述当前视频帧应用图像增强过程以生成增强的视频帧,以及对所述增强的视频帧应用所述笔画蒙版以生成增强的笔画图像。

[0170] EEE B7.根据EEE B5所述的方法,其中,生成所述输出视频帧的步骤包括:对所述笔画图像应用图像增强过程以生成增强的笔画图像。

[0171] EEE B8.根据EEE B6或EEE B7所述的方法,其中,所述图像增强过程包括颜色调整过程,并且可选地,所述颜色调整过程包括饱和度调整过程。

[0172] EEE B9.根据EEE B8所述的方法,其中,所述颜色调整过程包括分别对所述当前视频帧的一个或多个颜色分量或所述笔画图像的一个或多个颜色分量执行直方图均衡化。

[0173] EEE B10.根据EEE B5至B9中任一项所述的方法,其中,生成所述输出视频帧的步骤包括:

[0174] -通过对所述笔画蒙版进行反转来生成经反转蒙版;

[0175] -通过对所述当前视频帧应用所述经反转蒙版来生成背景图像;以及

[0176] -将所述背景图像分别添加到所述笔画图像或所述增强的笔画图像。

[0177] EEE B11.根据EEE B5至B10中任一项所述的方法,其中,生成所述输出视频帧的步骤包括计算至少以下各项的加权和:A)所述笔画图像或所述增强的笔画图像;以及 B)所述当前视频帧或所述经平滑化蒙版或所述笔画蒙版。

[0178] EEE B12.根据EEE B10和B11所述的方法,其中,生成所述输出视频帧的步骤包括计算至少以下各项的加权和:A)添加到所述背景图像的所述笔画图像或所述增强的笔画图像;以及B)所述当前视频帧或所述经平滑化蒙版或所述笔画蒙版。

[0179] EEE B13.一种具有指令的计算机程序产品,所述指令当由计算设备或系统执行时使得所述计算设备或系统执行根据EEE B1至B12中任一项所述的方法。

[0180] EEE B14.一种数据处理系统,所述数据处理系统被配置为执行根据EEE B1至B12中任一项所述的方法。

[0181] EEE B15.根据EEE B14所述的数据处理系统,所述数据处理系统体现为配备有用于捕获视频帧的序列的网络相机的膝上型计算机,所述膝上型计算机包括用于经由数据通信网络与视频会议服务器和视频会议客户端中的至少一者进行通信的网络接口,其中,所述膝上型计算机被配置为:通过执行根据EEE B1至B12中任一项所述的方法来生成经处理视频数据,并且经由所述网络接口将所述经处理视频数据传送到所述视频会议服务器和所述视频会议客户端中的所述至少一者。

[0182] EEE B16.一种视频会议设备,所述视频会议设备被配置为:

[0183] ○接收由相机捕获的物理书写表面的视频帧的序列;

[0184] ○在所述视频帧中选择感兴趣图像区域,包括选择所述视频帧的子区域和所述视频帧的整个区域中的一者;

[0185] ○对于所述视频帧的序列中的每个当前视频帧:

[0186] ■通过对所述感兴趣图像区域应用自适应阈值化来生成笔画蒙版;

[0187] ■使用所述笔画蒙版来生成输出视频帧。

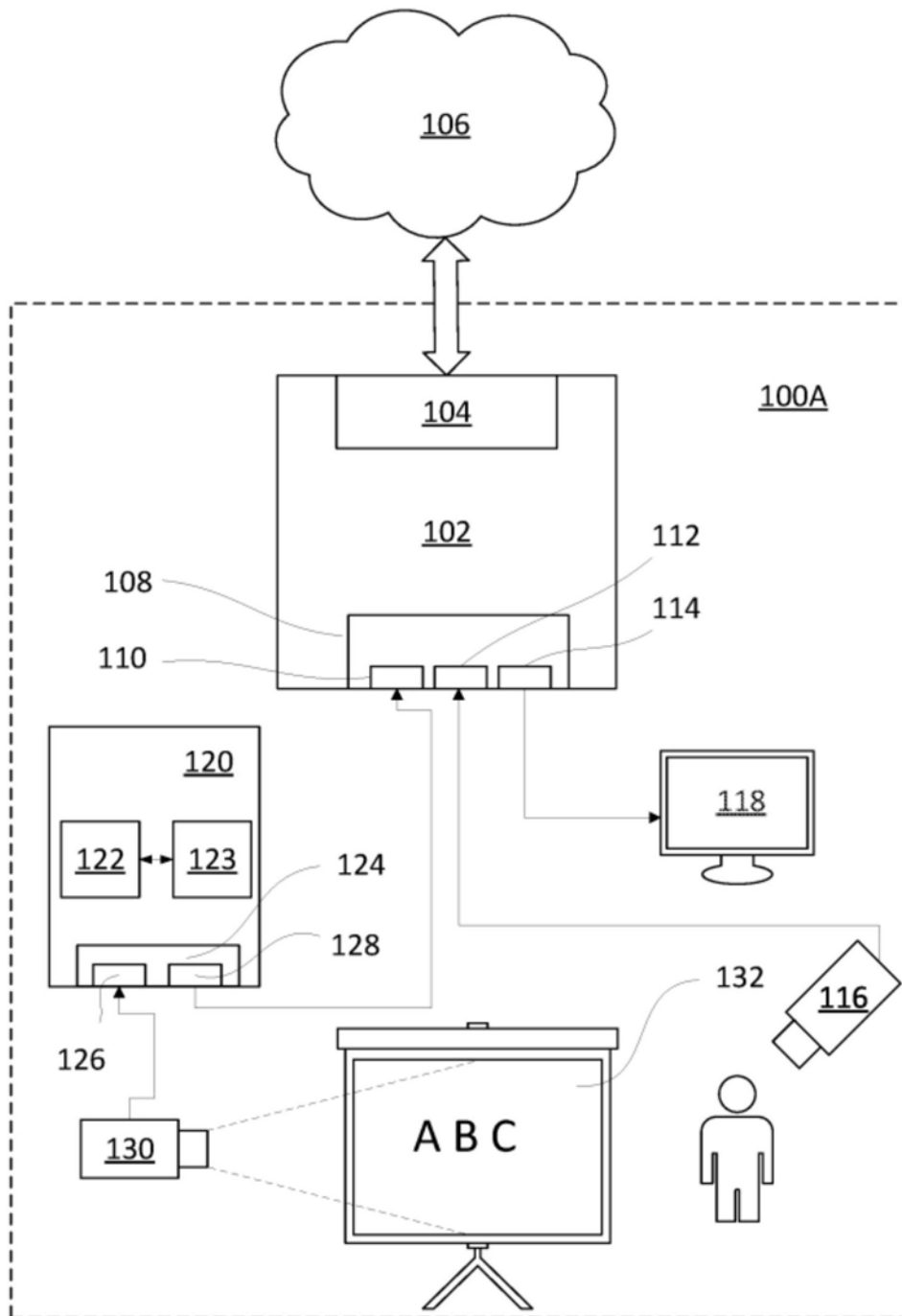


图1A

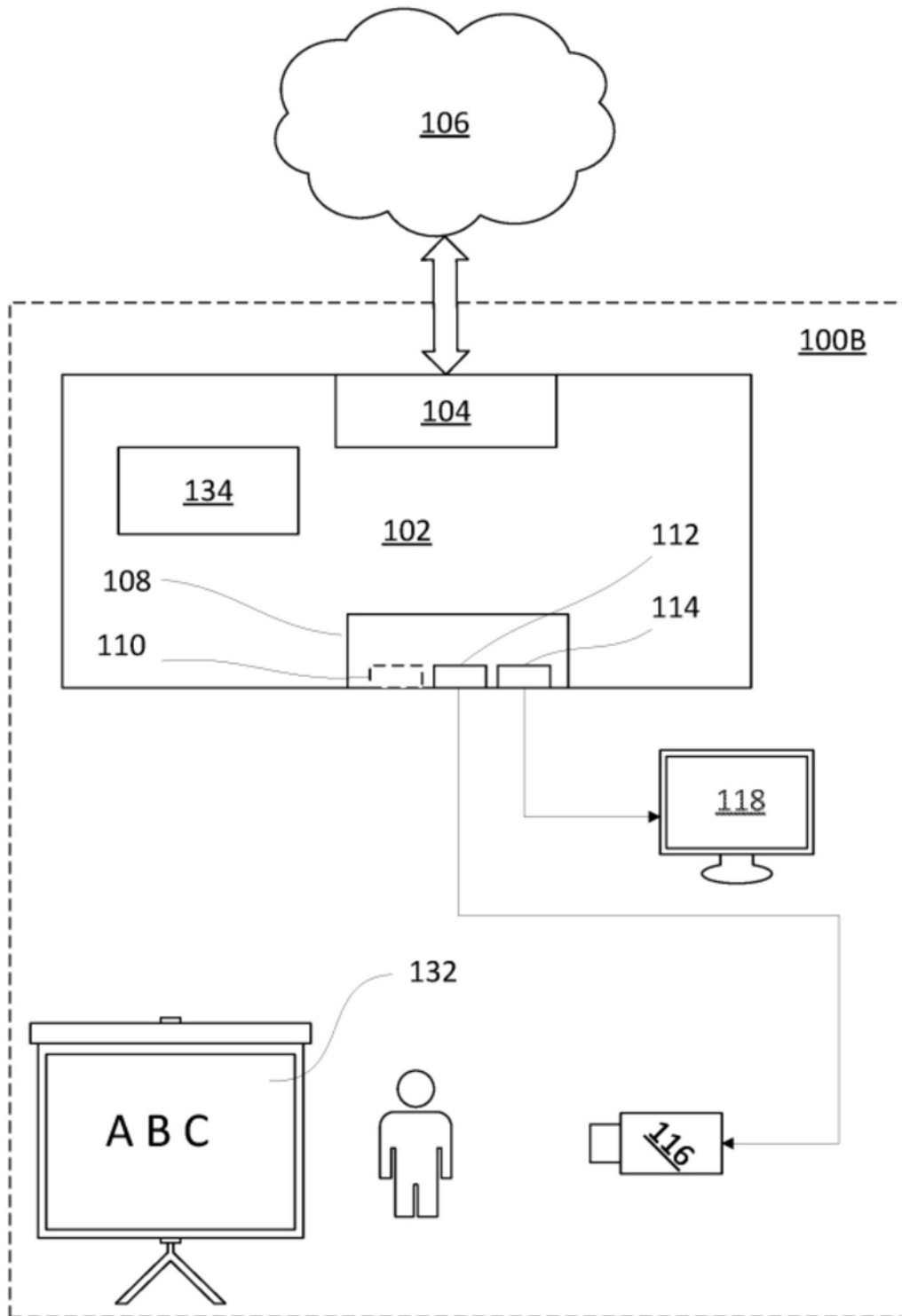


图1B

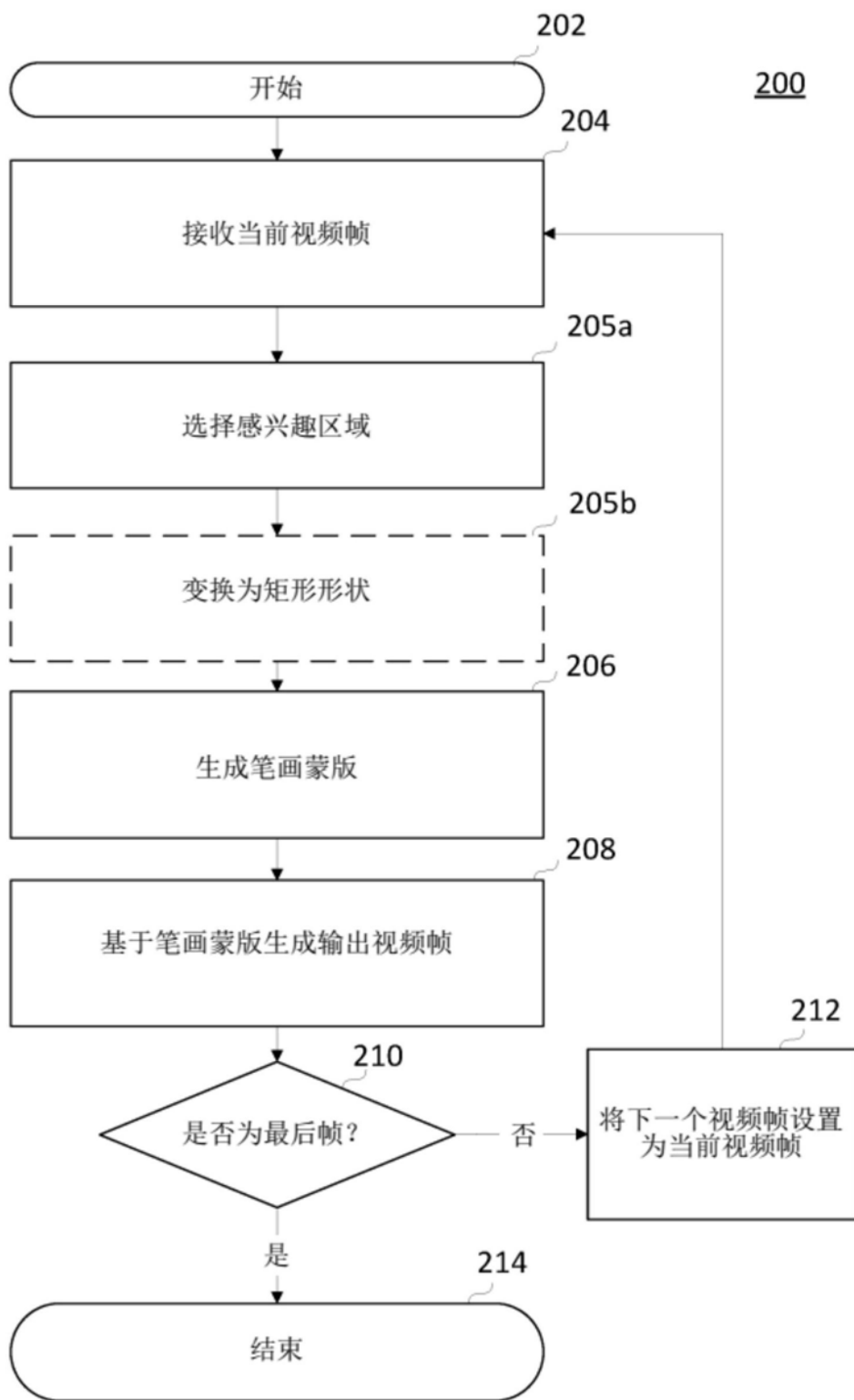


图2A

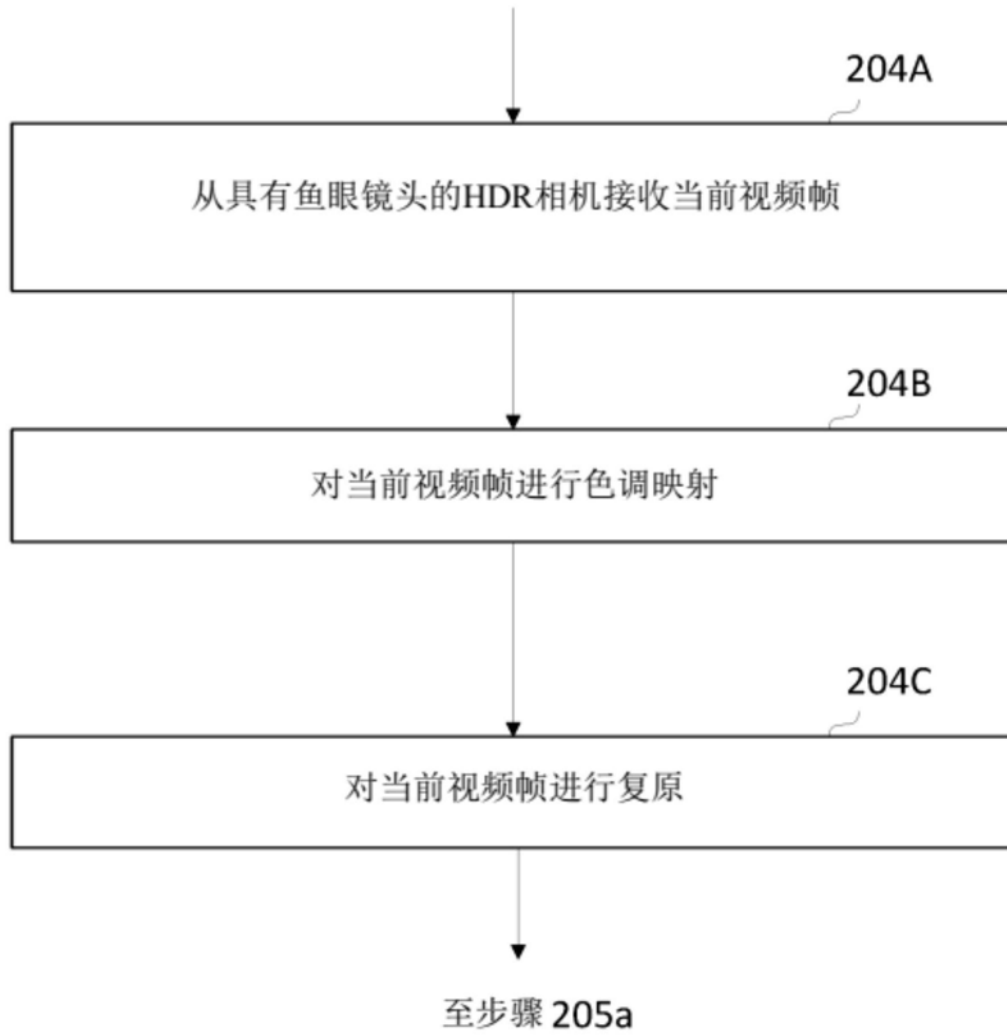


图2B

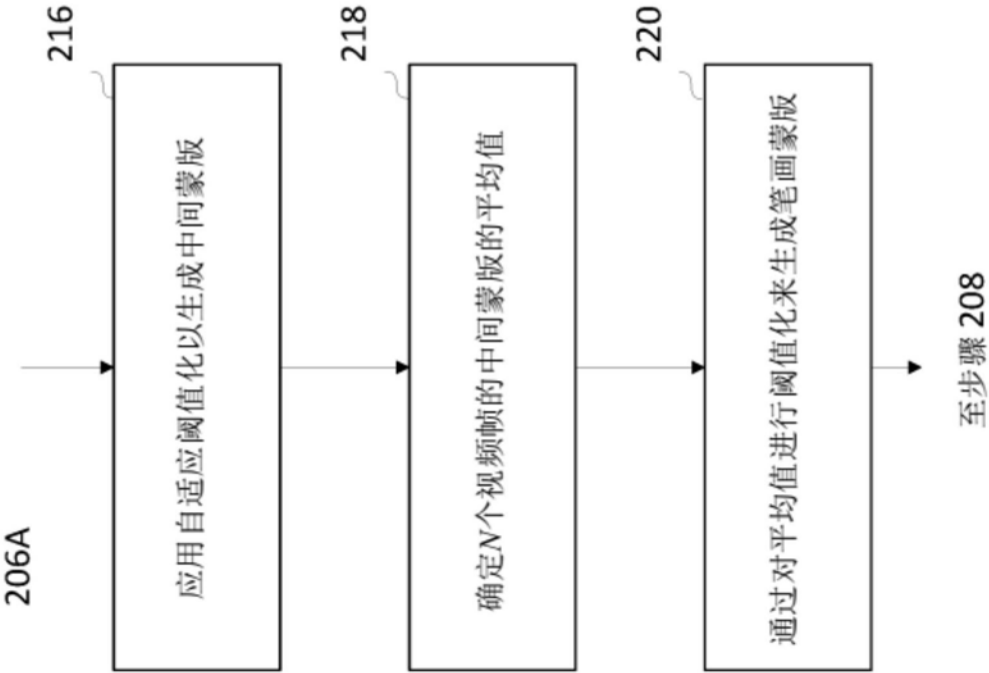


图3A

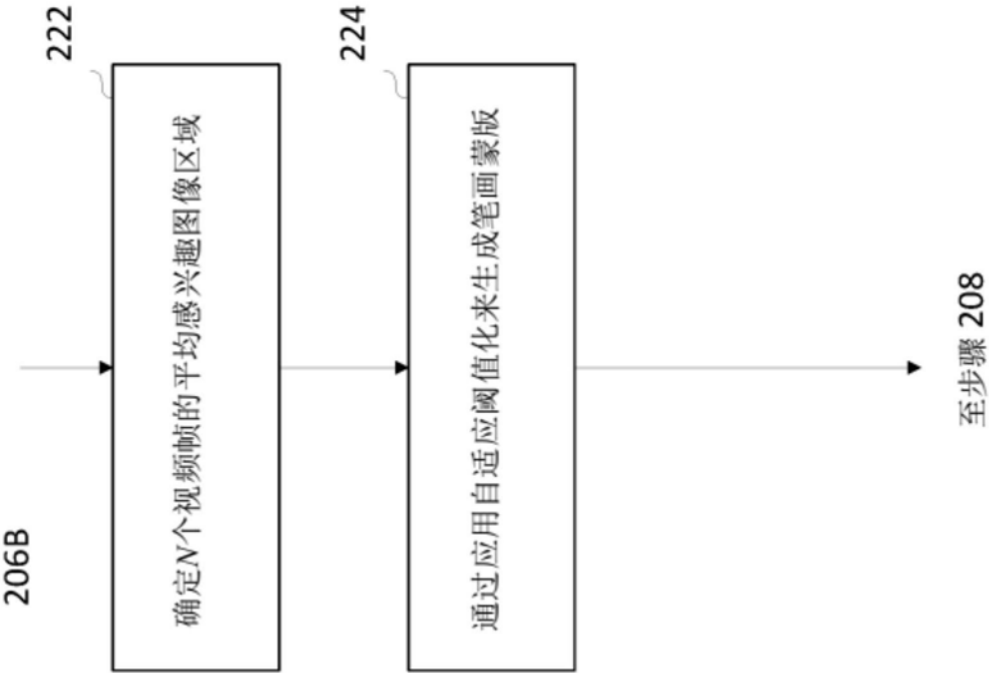


图3B

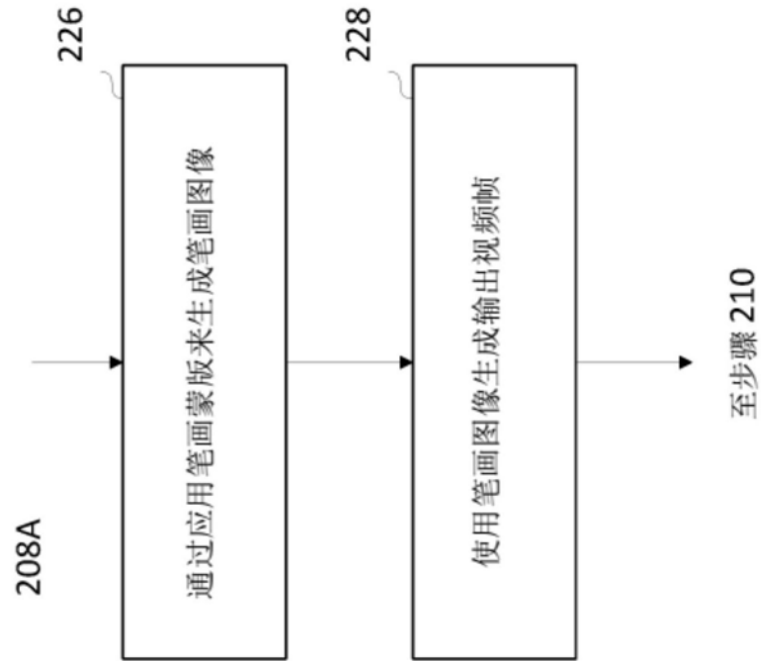


图4A

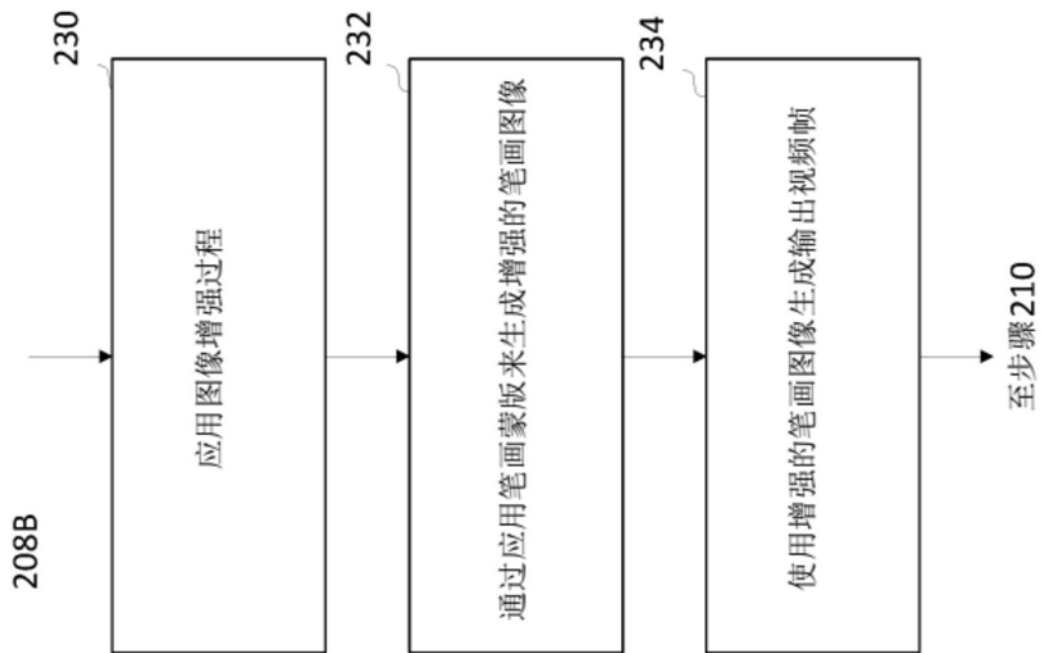


图4B

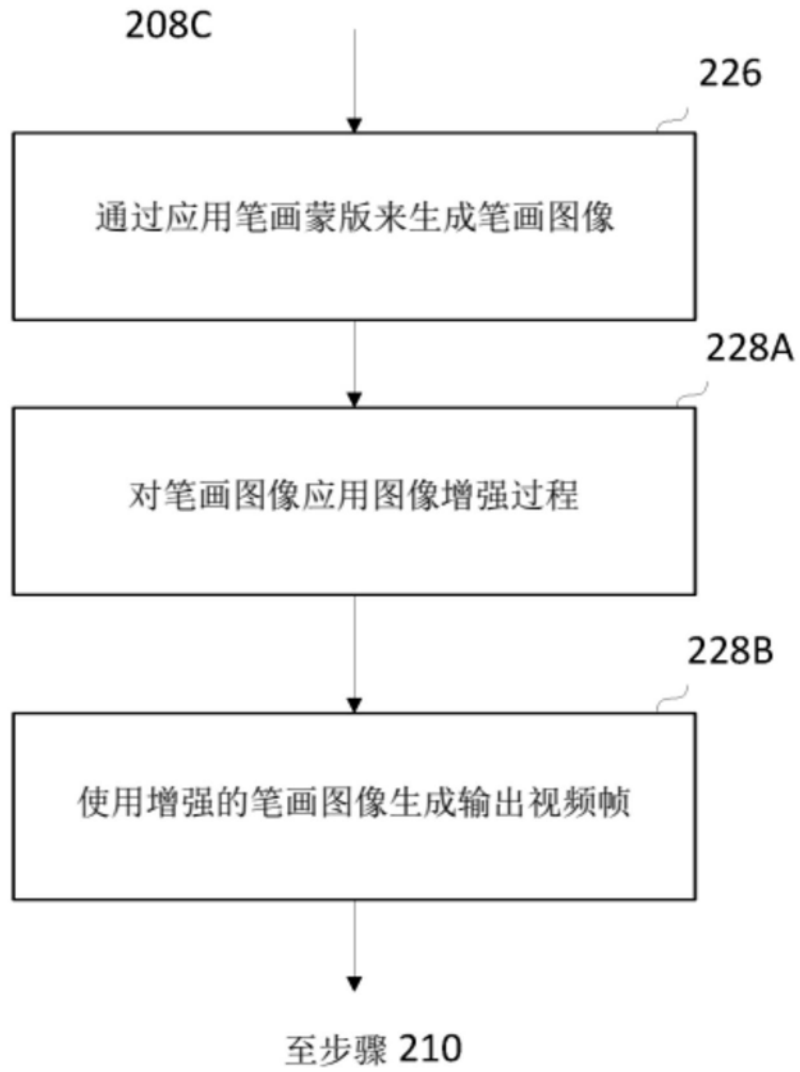


图4C

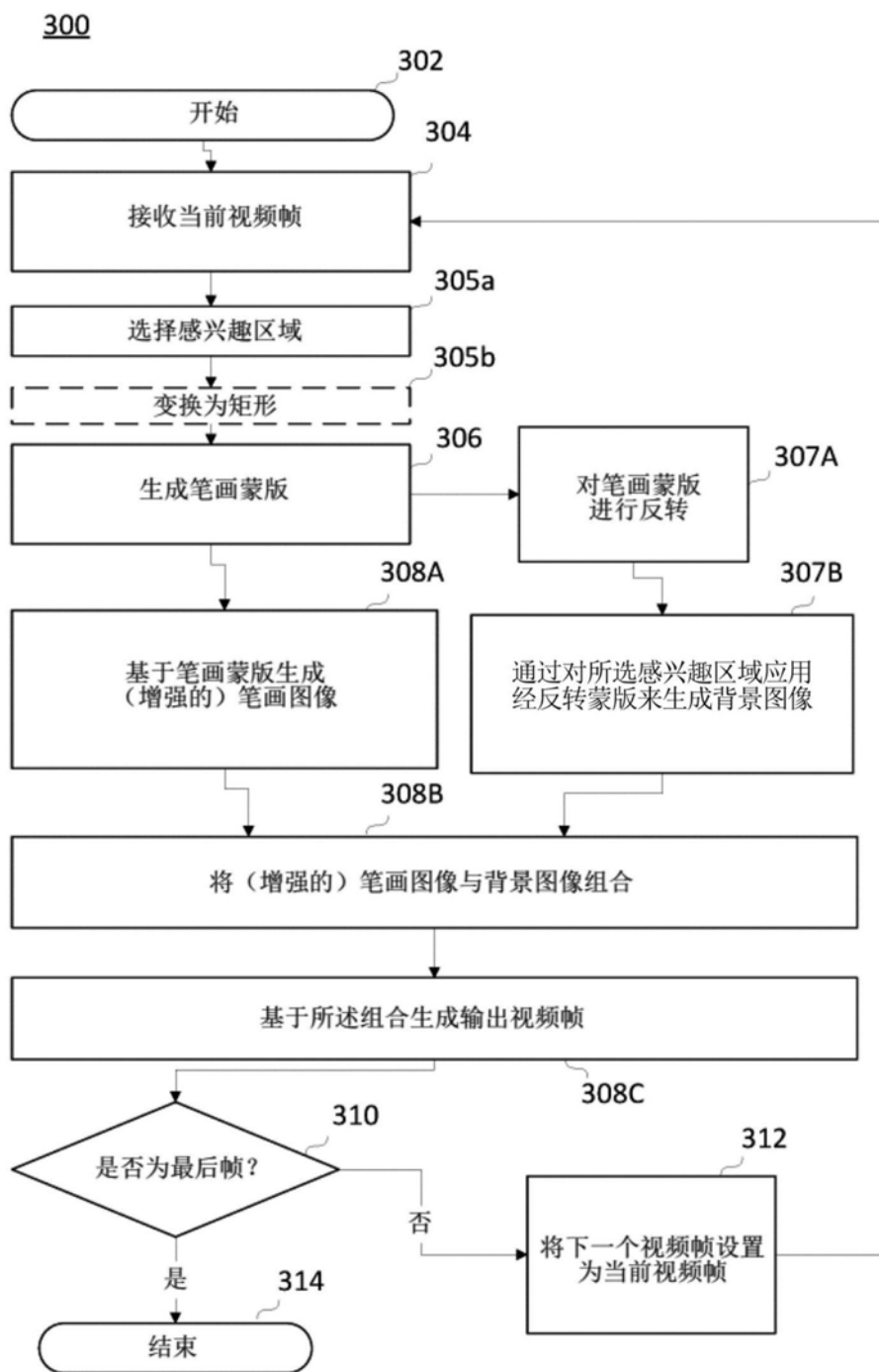


图5

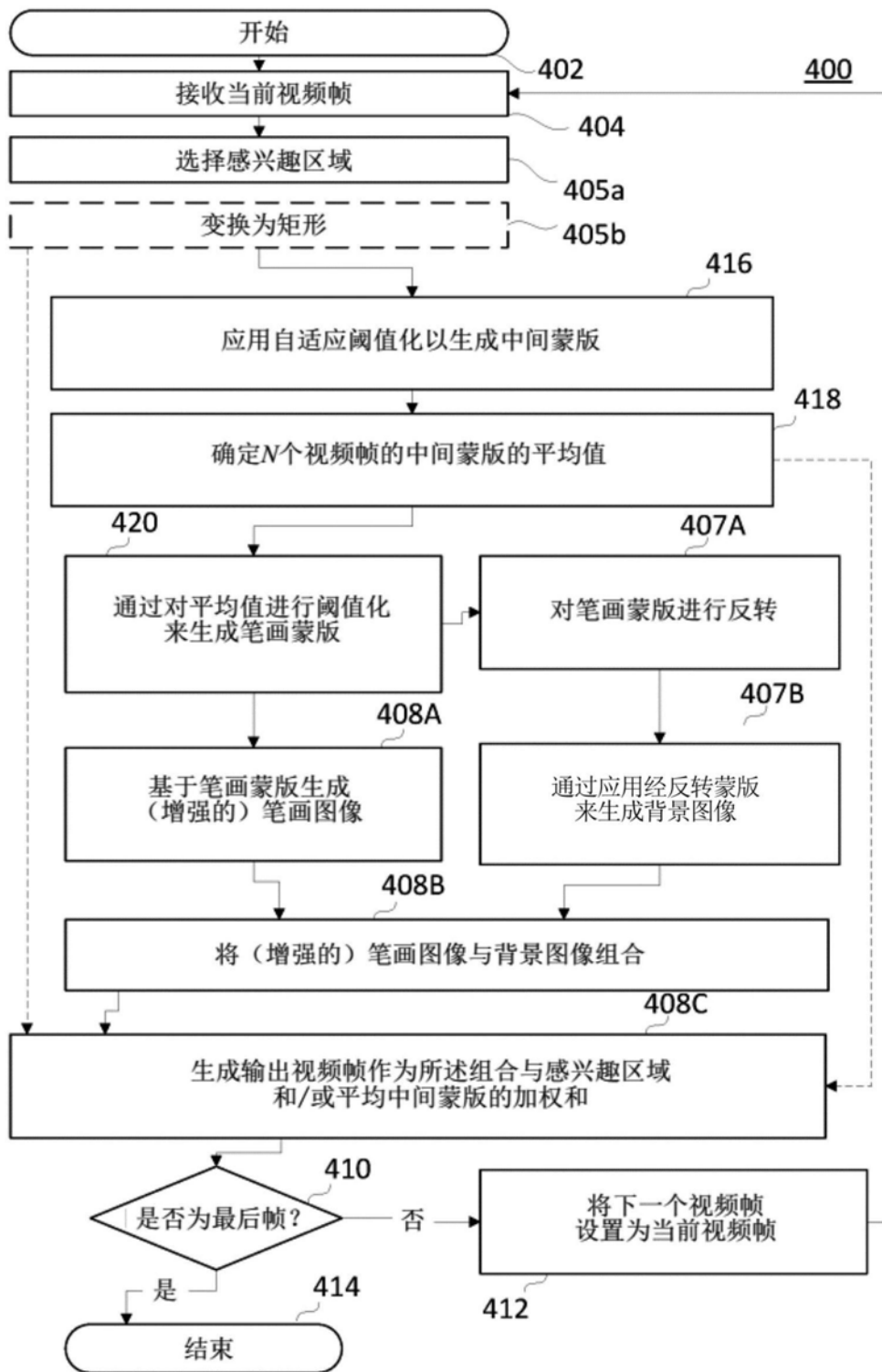


图6

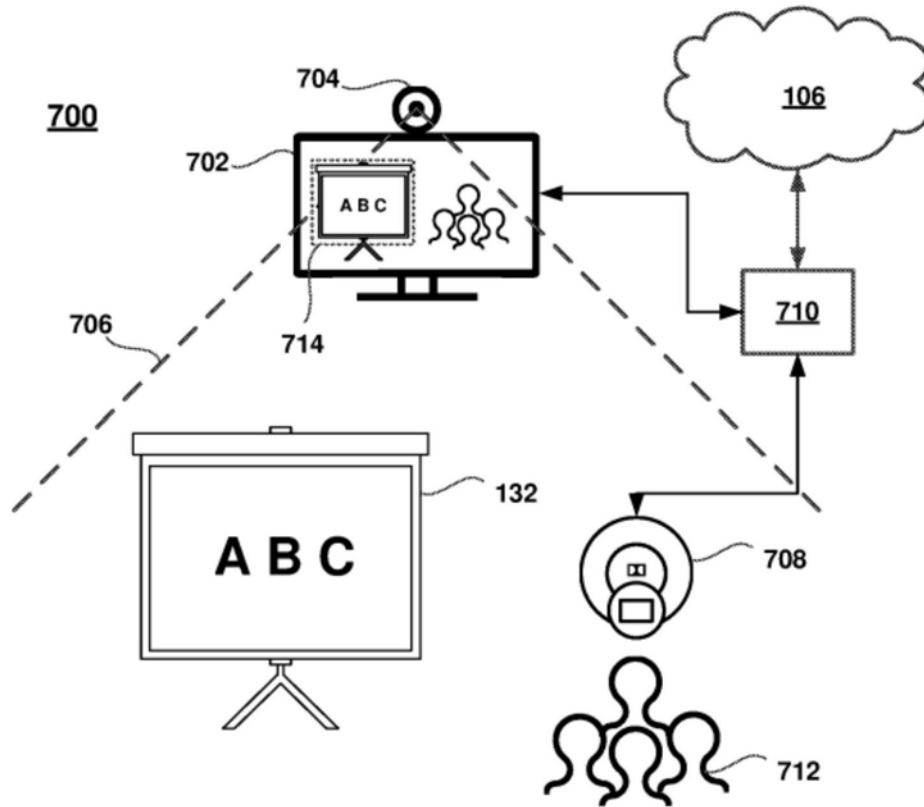


图7

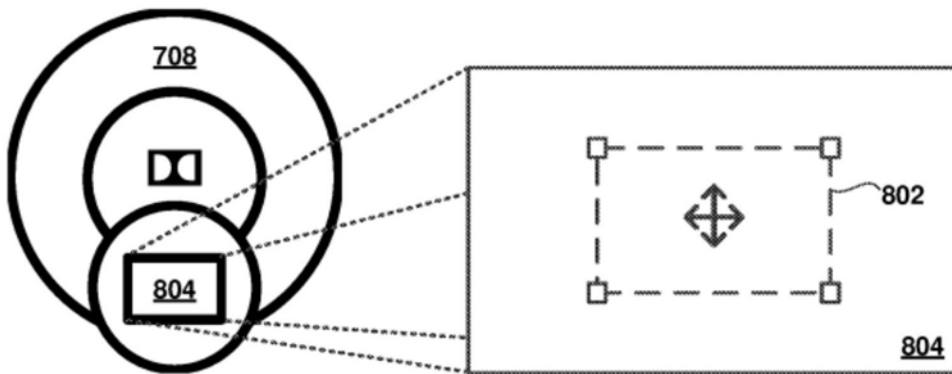


图8

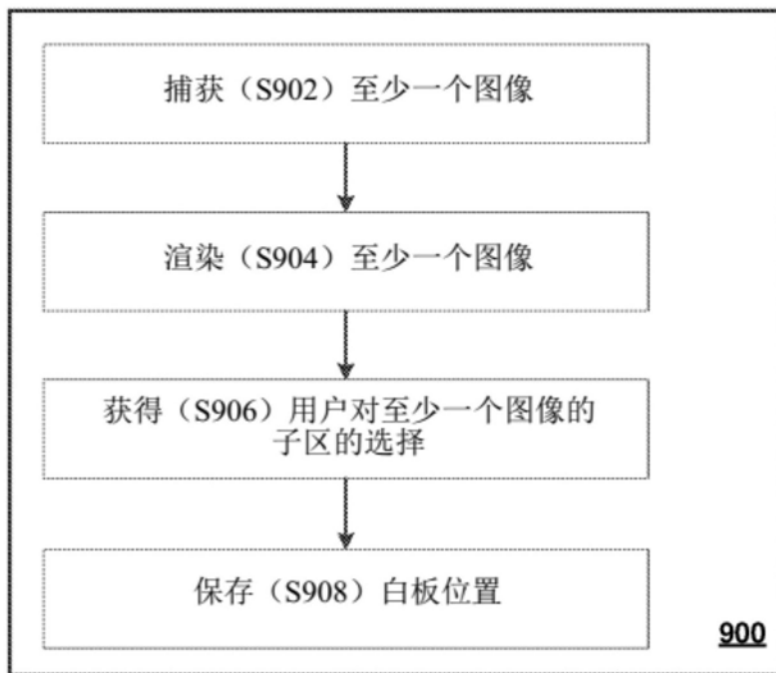


图9

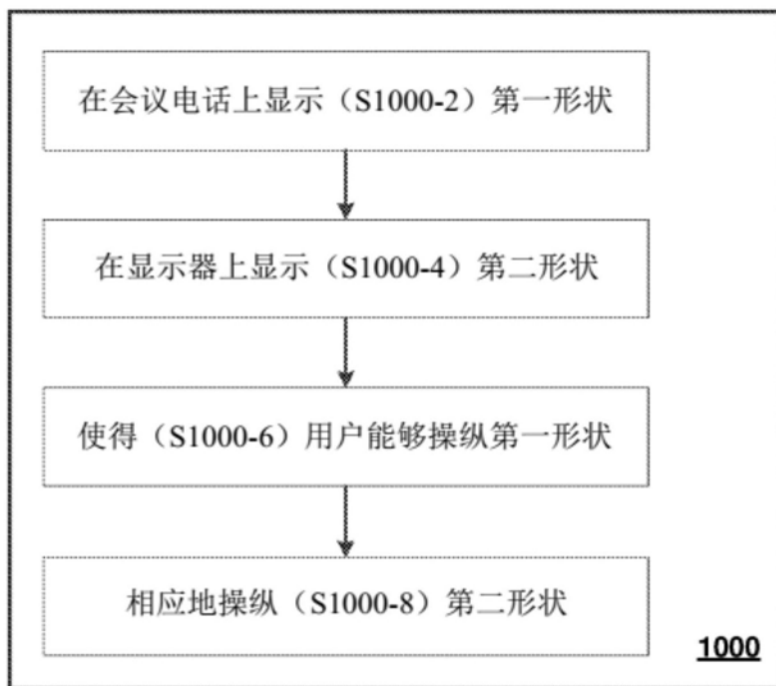


图10

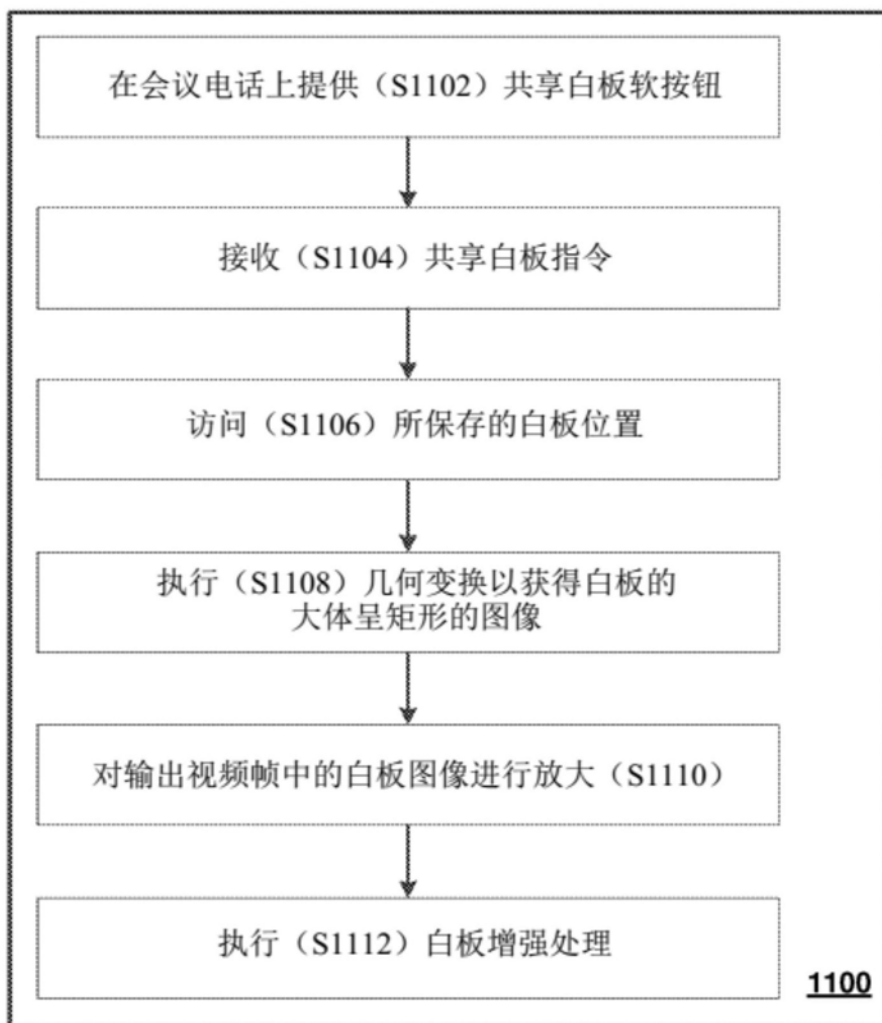


图11

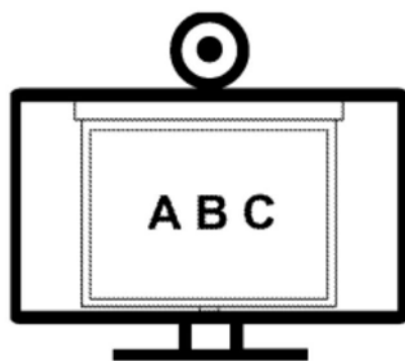


图12