



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113950716 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 18

(21) 申请号 202080043008.X

(22) 申请日 2020.06.08

(30) 优先权数据

16/436,876 2019.06.10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.12.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2020/055384 2020.06.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/250117 EN 2020.12.17

(71) 申请人 ATI科技有限责任公司

地址 加拿大安大略省

(72) 发明人 安东尼·威尔·古

萨伊德·阿塔尔·侯赛因

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 李献忠 张华

(51) Int.Cl.

G09G 5/395 (2006.01)

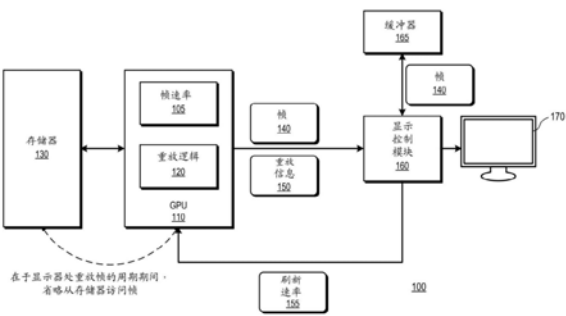
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

可变速率刷新显示器的帧重放

(57) 摘要

图形处理单元 (GPU) 响应于显示器的刷新速率超过所述GPU的帧生成速率而指导显示控制模块捕获内容并显示捕获的内容。所述GPU不是将同一帧重新传输多次,而是指导所述显示控制模块重放先前传输的帧。在所述显示控制模块重放捕获的内容的刷新周期期间,所述GPU省略访问存储器来检索并重新发送正在重放的帧,而是仅发送无效数据和GPU定时信息,因此所述显示控制模块与所述GPU保持同步。



1. 一种方法,其包括:

在显示装置[160]的第一刷新周期[204]期间,在图形处理单元(GPU)[110]处将第一帧[140]和与所述第一帧相关联的信息[150]传输到所述显示装置,所述信息指示显示器刷新周期的数量,所述显示装置将在所述显示器刷新周期期间显示所述第一帧;以及

响应于所述信息指示显示器刷新周期的所述数量超过一个显示器刷新周期,在传输所述第一帧之后的所述显示装置的第二刷新周期[206]期间,省略在所述GPU处从存储器[130]访问所述第一帧和将所述第一帧传输到所述显示装置。

2. 如权利要求1所述的方法,其还包括:

响应于所述信息指示显示器刷新周期的所述数量超过一个显示器刷新周期,发信号通知[225]所述显示器捕获所述第一帧。

3. 如权利要求1所述的方法,其还包括:

响应于所述信息指示显示器刷新周期的所述数量超过一个显示器刷新周期,发信号通知所述显示器在与所述显示装置相关联的缓冲器[165]处存储所述第一帧。

4. 如权利要求1所述的方法,其还包括:

针对由所述信息指示的所述数量的显示器刷新周期,发信号通知所述显示器在所述显示装置处显示所述第一帧。

5. 根据权利要求4所述的方法,其还包括:

针对在所述第一刷新周期之后的所述显示装置显示所述第一帧的每个刷新周期,在所述GPU处传输无效数据[230]和GPU定时信息。

6. 如权利要求5所述的方法,其还包括:

发信号通知所述显示装置丢弃所述无效数据。

7. 如权利要求1所述的方法,其还包括:

在所述GPU处基于所述GPU生成所述第一帧的速率确定所述显示装置的刷新速率,其中所述显示装置具有可变刷新速率。

8. 一种方法,其包括:

在显示装置[160]的第一刷新周期期间,在所述显示装置处从图形处理单元(GPU)[110]接收第一帧[140]和与所述第一帧相关联的信息[150],所述信息指示显示器刷新周期的数量,所述显示装置将在所述显示器刷新周期期间显示所述第一帧;以及

针对由所述信息指示的所述数量的显示器刷新周期,显示所述第一帧。

9. 如权利要求8所述的方法,其还包括:

响应于所述信息指示显示器刷新周期的所述数量超过一个显示器刷新周期,捕获所述第一帧。

10. 如权利要求8所述的方法,其还包括:

响应于所述信息指示显示器刷新周期的所述数量超过一个显示器刷新周期,在与所述显示装置相关联的缓冲器[165]处存储所述第一帧。

11. 如权利要求8所述的方法,其还包括:

针对在所述第一刷新周期之后的所述显示装置显示所述第一帧的每个显示器刷新周期,在所述显示装置处接收无效数据[230]和GPU定时信息。

12. 如权利要求11所述的方法,其还包括:丢弃所述无效数据。

13. 如权利要求8所述的方法,其还包括:

在所述GPU处基于所述GPU生成所述第一帧的速率确定所述显示装置的刷新速率,其中所述显示装置具有可变刷新速率。

14. 一种系统,其包括:

存储器[130];以及

图形处理单元 (GPU) [110],所述GPU[110]被配置来:

渲染多个帧以便传输到显示装置[160];

在所述显示装置的第一刷新周期[204]期间,将所述多个帧中的第一帧[140]和与所述第一帧相关联的信息[150]传输到所述显示装置,所述信息指示显示器刷新周期的数量,所述显示装置将在所述显示器刷新周期期间显示所述第一帧;并且

响应于所述信息指示显示器刷新周期的所述数量超过一个显示器刷新周期,在传输所述第一帧之后的所述显示装置的第二刷新周期[206]期间,省略从所述存储器访问所述第一帧和将所述第一帧传输到所述显示装置。

15. 如权利要求14所述的系统,其中所述GPU被进一步配置来:

响应于所述信息指示显示器刷新周期的所述数量超过一个显示器刷新周期,发信号通知[225]所述显示器捕获所述第一帧。

16. 如权利要求14所述的系统,其中所述GPU被进一步配置来:

响应于所述信息指示显示器刷新周期的所述数量超过一个显示器刷新周期,发信号通知所述显示器在与所述显示装置相关联的缓冲器[165]处存储所述第一帧。

17. 如权利要求14所述的系统,其中所述GPU被进一步配置来:

针对由所述信息指示的所述数量的显示器刷新周期,发信号通知所述显示器在所述显示装置处显示所述第一帧。

18. 如权利要求17所述的系统,其中所述GPU被进一步配置来:

针对在所述第一刷新周期之后的所述显示装置显示所述第一帧的每个显示器刷新周期,传输无效数据[230]和GPU定时信息。

19. 如权利要求18所述的系统,其中所述GPU被进一步配置来:

发信号通知所述显示装置丢弃所述无效数据。

20. 如权利要求14所述的系统,其中所述GPU被进一步配置来:

基于所述GPU生成所述第一帧的速率确定所述显示装置的刷新速率,其中所述显示装置具有可变刷新速率。

可变速率刷新显示器的帧重放

背景技术

[0001] 典型的处理系统采用图形处理单元 (GPU) 来生成用于显示的图像。具体地,基于从中央处理单元 (CPU) 或其他处理单元接收的信息,GPU生成一系列帧并且在显示器(诸如计算机监视器)处渲染所述系列帧。两个不同的定时因素控制可显示所述系列帧的速率:GPU生成帧的速率和显示器的刷新速率。一些处理系统通过使显示器刷新与GPU处的帧生成同步来改善用户体验。例如,通过调整显示器的消隐间隔,处理系统可确保在新帧在GPU处准备好以供显示时或在接近此时刷新显示器。然而,在许多情况下,显示器刷新速率超过GPU生成帧的速率,有时达两倍以上。帧生成速率与显示器的刷新速率的不匹配可导致处理系统资源的不必要支出,并且在某些情况下,导致对用户体验产生负面影响的闪烁和其他视觉伪像。

附图说明

[0002] 通过参考附图,可更好地理解本公开,并且本公开的许多特征和优点对本领域技术人员来说变得显而易见。在不同附图中使用相同附图标记来指示相似或相同项。

[0003] 图1是根据一些实施方案的处理系统的框图,所述处理系统被配置来基于显示器刷新速率与图形处理单元生成帧的速率之间的不匹配来指导用于显示装置的显示控制模块捕获并重放帧。

[0004] 图2是示出根据一些实施方案的图1的指导显示控制模块捕获并重放内容的处理系统的示例的图。

[0005] 图3是根据一些实施方案的图1的指导显示控制模块显示实况内容的处理系统的图形处理单元的示例的框图。

[0006] 图4是根据一些实施方案的图1的指导显示控制模块捕获内容并显示实况内容的处理系统的图形处理单元的示例的图。

[0007] 图5是示出根据一些实施方案的图1的指导显示控制模块显示捕获的内容的处理系统的图形处理单元的示例的图。

[0008] 图6是根据一些实施方案的图形处理单元响应于显示器刷新速率超过帧生成速率而指导显示控制模块捕获内容并显示捕获的内容的方法的流程图。

具体实施方式

[0009] 图1至图6示出用于响应于显示器的刷新速率超过图形处理单元 (GPU) 的帧生成速率而指导显示控制模块捕获内容并显示捕获的内容,同时减少在于显示器处重放捕获的内容时GPU对存储器的访问的技术。显示器刷新速率常常超过GPU生成帧的速度,有时达两倍或更多倍。GPU不是将同一帧重新传输多次,而是指导显示控制模块重放先前传输的帧。GPU检测帧生成速率,帧生成速率是基于例如固定速率视频流的帧速率或正在针对可变帧速率游戏应用程序生成的帧的复杂性。响应于确定应当重放帧(例如,通过检测到显示器刷新速率超过帧生成速率达至少阈值量),GPU指导显示控制模块捕获然后重放捕获的内容而不是

第二(或更多)次重新传输用于显示的帧。在显示控制模块重放捕获的内容的刷新周期期间, GPU省略访问存储器来检索(并重新发送)正在重放的帧, 而是仅发送虚拟内容(例如无效数据)和GPU定时信息, 使得显示控制模块与GPU保持同步。因此, GPU通过减少在于显示器处重放捕获的内容时访问存储器的次数来节省存储器带宽和功率。

[0010] 图1示出根据一些实施方案的处理系统100, 处理系统100用于在显示器刷新速率超过图形处理单元生成帧的速率时指导用于显示装置170的显示控制模块160捕获并重放帧。处理系统100执行指令集(例如, 计算机程序)以执行电子装置的指定任务。此类任务的示例包括: 控制电子装置的操作的各方面、向用户显示信息以提供指定的用户体验、与其他电子装置通信等。因此, 在不同的实施方案中, 在许多类型的电子装置中的一个(诸如台式计算机、膝上型计算机、服务器、游戏控制器、平板电脑、智能电话等)中采用处理系统100。

[0011] 为了支持指令集的执行, 处理系统100包括多个处理器核(图1中未示出)。在一些实施方案中, 每个处理器核包括一个或多个指令流水线以取出指令、将指令解码为对应的操作、将操作分派到一个或多个执行单元、执行操作并且退出操作。在执行指令的过程中, 处理器核生成图形操作和与信息的视觉显示相关联的其他操作。基于这些操作, 处理器核向图形处理单元(GPU) 110提供命令和数据, 如图1所示。

[0012] GPU 110从多个处理器核接收与图形操作和其他显示操作相关联的命令和数据。基于接收到的命令, GPU 110执行操作以生成用于显示的帧(例如, 帧140)。操作的示例包括矢量操作、绘图操作等。GPU 110能够基于这些操作生成帧的速率被称为GPU 110的帧生成速率, 或简称为帧速率。帧生成速率在图1处示出为帧速率105。应当了解, 帧速率105部分地基于由GPU执行以生成帧集合的操作的复杂性而随时间变化。例如, 需要相对多操作次数的帧集合(例如, 由于绘制相对多的移动对象)很可能导致更低的帧速率, 而需要相对少操作次数的帧集合很可能允许更高的帧速率。另外, 对于一些应用程序, 帧速率105是固定的, 而对于其他应用程序, 帧速率105是可变的。当用户从一个应用程序切换到另一个应用程序时, 帧速率105可从固定切换到可变, 反之亦然。

[0013] 图形处理单元110耦接到存储器130。GPU 110执行指令并将信息(诸如已执行指令的结果)存储在存储器130中。例如, 存储器130存储它从GPU 110接收的多个先前生成的图像(未示出)。在一些实施方案中, 将存储器130实现为动态随机存取存储器(DRAM), 并且在一些实施方案中, 使用其他类型的存储器(包括静态随机存取存储器(SRAM)、非易失性RAM等)来实现存储器130。处理系统100的一些实施方案包括输入/输出(I/O)引擎(未示出), 以用于处理与显示器170以及处理系统100的其他元件(诸如键盘、鼠标、打印机、外部磁盘等)相关联的输入或输出操作。

[0014] 为了显示帧, 处理系统100包括显示控制模块160和显示器170。显示器170是基于GPU 110生成的帧来视觉显示图像的显示装置。因此, 在不同的实施方案中, 显示器170是液晶显示(LCD)装置、有机发光二极管(OLED)装置等。如本领域技术人员将了解的, 显示器170周期性地渲染(或“绘制”)由GPU 110生成的最新的帧, 从而显示所述帧。在一些实施方案中, 显示器170具有固定的刷新速率155。每次帧渲染与被称作消隐间隔的一部分时间相关联, 在消隐间隔期间显示器170不渲染图像数据。在一些实施方案中, 显示器170具有可编程长度的消隐间隔。因此, 如本文进一步描述的, 在一些实施方案中, 显示器170具有能够通过消隐间隔的不同长度进行编程来调整的可变刷新速率155。

[0015] 显示控制模块160控制显示器170处的帧渲染,并且实现为在一个或多个集成电路(IC)芯片上的硬编码逻辑、可编程逻辑、可配置逻辑(例如熔丝可配置逻辑)、执行指令程序的一个或多个处理器或其组合。在一些实施方案中,显示控制模块160执行包括以下的操作:缓冲由GPU 110生成的帧、通过对不同的消隐间隔长度进行编程来调整显示器170的刷新速率155等。应当了解,虽然为了便于说明,将显示控制模块160示出为与GPU 110分离的模块,但在一些实施方案中,显示控制模块160并入GPU 110中。在其他实施方案中,在显示器170处执行显示控制模块160的一个或多个操作。

[0016] 为了节省存储器带宽并减少GPU 110对存储器130的访问,GPU 110包括重放逻辑120,重放逻辑120对显示器170的刷新速率155与GPU 110的帧速率105进行比较并基于相对速率确定显示控制模块160是否将在显示器170处显示实况内容(即,当前帧),在缓冲器165处捕获实况内容,并且显示(重放)捕获的内容,并且重放逻辑120向显示控制模块160传输指令。重放逻辑120被实现为在一个或多个集成电路(IC)芯片上的硬编码逻辑、可编程逻辑、可配置逻辑(例如熔丝可配置逻辑)、执行指令程序的一个或多个处理器或其组合。

[0017] 为了说明,在操作中,重放逻辑120检测在显示器170处是否支持重放模式。响应于检测到在显示器170处支持重放模式,重放逻辑120发信号通知显示控制模块160启用重放模式。一旦启用了重放模式,重放逻辑120就针对当前帧140确定显示器170的刷新速率155是否超过GPU 110的帧速率105达阈值量以上。在一些实施方案中,阈值量是帧速率105的两倍。因此,如果帧速率105是显示器刷新速率155的一半或不到一半,则满足阈值量。在其他实施方案中,阈值量略大于帧速率105,但不一定是两倍。例如,对于刷新速率155略高于帧速率105的固定刷新速率显示器,将重复一定数量的帧,在这种情况下,GPU 110发信号通知显示控制模块160重放帧140。

[0018] 如果显示器170的刷新速率155不超过GPU 110的帧速率105达阈值量以上,则重放逻辑120确定显示控制模块160将在显示器170处显示当前帧140(即,显示器170将显示实况内容)。重放逻辑120传输帧140和重放信息150,重放信息150指示显示控制模块160将在显示器170处显示当前帧140。因为在这个示例中,重放逻辑120已经确定显示控制模块160将在显示器处显示当前帧140而不捕获当前帧140或重新显示先前捕获的帧,所以重放信息150仅指示显示控制模块160针对当前显示器刷新周期将在显示器170处显示当前帧140。在下一个显示器刷新周期处,GPU 110将向显示控制模块160传输下一个帧和重放信息。

[0019] 如果显示器170的刷新速率155超过帧速率105达阈值量以上(例如,刷新速率155是帧速率105的至少两倍),则刷新逻辑120确定显示控制模块160将捕获当前帧140以便随后在显示器170上重放。因此,重放逻辑120传输当前帧140和重放信息150,重放信息150指示显示控制模块160将在显示器170处显示当前帧140并且在缓冲器165处捕获当前帧140。作为响应,显示控制模块160在显示器170处显示当前帧140并且将当前帧140复制到缓冲器165。针对显示器170的后续刷新周期,GPU 110省略从存储器130访问当前帧140,而是将虚拟内容(未示出)与重放信息150一起传输到显示控制模块160,重放信息150指示显示控制模块160将使用GPU 110的帧速率定时并且在显示器170处重放先前捕获的当前帧140。重放逻辑120重复虚拟内容和重放信息150的传输,重放信息150指示显示控制模块160将重放先前捕获的当前帧140,次数与刷新速率155超过帧速率105的倍数一样多,或者直到GPU 110生成了新帧为止。

[0020] 因此,例如,如果帧速率105是24帧/秒(fps)并且显示器170的刷新速率是48Hz,则针对由GPU 110生成的每个帧,显示器170有两个刷新周期。如果两个速率都是固定的,则在第一显示器刷新周期期间,重放逻辑120传输当前帧N 140和重放信息150,重放信息150指示显示控制模块160将在显示器170处显示当前帧N 140并且在缓冲器165处捕获当前帧N 140。在第二显示器刷新周期期间,重放逻辑120传输虚拟内容和重放信息150,重放信息150指示显示控制模块160将重放先前捕获的帧N 140。显示控制模块160丢弃虚拟内容并从缓冲器165访问先前捕获的帧N 140以便在显示器170处显示。在第三显示器刷新周期期间,GPU 110生成当前帧N+1 140,并且重放逻辑120传输当前帧N+1 140和重放信息150,重放信息150指示显示控制模块160将在显示器170处显示当前帧N+1 140并且在缓冲器165处捕获当前帧N+1 140。在第四显示器刷新周期期间,重放逻辑120传输虚拟内容和重放信息150,重放信息150指示显示控制模块160将重放先前捕获的帧N+1 140。显示控制模块160丢弃虚拟内容并从缓冲器165访问先前捕获的帧N+1 140以便在显示器170处显示。因此,在第二显示器刷新周期和第四显示器刷新周期期间,GPU 110省略了在于显示器170处重放N帧和N+1帧时从存储器130访问N帧和N+1帧和将它们重新传输到显示控制模块160。

[0021] 在一些实施方案中,诸如在PowerPoint®呈现期间,在很长一段时间内显示单个帧并且这个帧不变。重放逻辑120检测到帧的内容不变,并且发信号通知显示控制模块160捕获并继续重放静态帧。在这种情况下,重放逻辑120逐帧地动态地确定是否发信号通知显示控制模块160重放捕获的帧。重放逻辑120独立于GPU帧速率105来确定是否要发信号通知显示控制模块160重放捕获的帧,而是确定将继续重放捕获的内容,直到帧内容改变为止。如果重放逻辑120检测到静态帧内容并发信号通知显示控制模块160捕获所述帧,但在随后的帧上确定内容已经改变,则重放逻辑120恢复传输当前帧140和重放信息150,重放信息150指示显示控制模块160将在显示器170处显示当前帧140。因此,重放逻辑120动态地确定将播放实况内容,并且在这种情况下不使用捕获的帧。

[0022] 在一些实施方案中,显示器170的刷新速率155是GPU 110的帧速率105的两倍以上。在这种情况下,重放逻辑120确定要指导显示控制模块160针对显示器170的两个以上的刷新周期显示捕获的内容。在显示器具有可变刷新速率的其他实施方案中,即使显示器170的刷新速率155可与GPU 110的帧速率105同步,重放逻辑120也可确定:如果将显示器刷新速率设置为更高的速率以减少闪烁,则用户体验将得到增强。在这种情况下,重放逻辑120指导显示控制模块160针对显示器170的至少两个更高速率刷新周期捕获实况内容,然后显示捕获的实况内容。如本文所用,术语“实况内容”是指由GPU生成的、尚未被显示控制模块160存储以用于重新显示的帧。

[0023] 在一些实施方案中,显示器170具有带有一定刷新频率范围的可变刷新速率。例如,在一些实施方案中,显示器170具有可在40Hz至120Hz的范围内动态地改变的刷新速率。如果在GPU 110处执行的游戏应用程序具有30帧/秒的帧速率,则重放逻辑120确定将优化用户体验的显示器170的帧重放次数和显示器刷新速率。例如,如果作为第一选项,重放逻辑120确定以90Hz刷新显示器,则重放逻辑120发信号通知显示控制模块160在第一刷新周期期间捕获帧并将所述帧重放两次。替代地,作为第二选项,重放逻辑120可确定以60Hz刷新显示器,并且将所述帧重放一次,或者作为第三选项,重放逻辑120可确定以120Hz刷新显示器,并且将所述帧重放三次。确定显示器刷新速率和帧重放次数会影响是否能观察到例

如卡顿或撕裂等副作用,特别是对于诸如游戏应用程序的可变帧速率内容。在这个示例中,第二选项(60Hz,一次重放)具有更低的刷新速率,从而节省功率。然而,第一选项(90Hz,两次重放)处于显示器170的40Hz至120Hz刷新速率范围的中间,并且在由于渲染复杂性的帧间变化导致了帧速率改变的情况下发生卡顿或撕裂的可能性更小。因此,第一选项可针对可变速率内容提供改善的用户体验。

[0024] 图2是示出根据一些实施方案的图1的指导显示控制模块160捕获并重放内容的处理系统100的GPU 110的重放逻辑120的示例的图。在第一刷新周期1 202期间,重放逻辑120检测到显示器170的刷新速率155不超过GPU 110的帧速率105达阈值量以上,并且因此确定显示器170将显示实况内容。因此,重放逻辑120将活动(当前)帧N 210和实况内容指示符215传输到显示控制模块160,实况内容指示符215指示显示控制模块160将在显示器170处显示活动帧N 210。

[0025] 在第二刷新周期2 204期间,重放逻辑120检测到显示器170的刷新速率155超过GPU 110的帧速率105达阈值量以上(例如,重放逻辑120检测到显示器170的刷新速率155是GPU 110的帧速率105的两倍以上),并且因此确定显示器170将显示实况内容,而显示控制模块160捕获实况内容并将实况内容存储在缓冲器165处。因此,重放逻辑120将活动帧N+1 220和捕获内容指示符225传输到显示控制模块160。响应于接收到捕获内容指示符225,显示控制模块160在缓冲器165处复制活动帧N+1 220并且在显示器170处显示活动帧N+1 220。

[0026] 在第三刷新周期3 206期间,重放逻辑120确认显示器170的刷新速率155仍然超过GPU 110的帧速率105达阈值以上。由于重放逻辑120已将活动帧N+1 220传输到显示控制模块160并且指导显示控制模块160捕获活动帧N+1 220,因此GPU 110无需将活动帧N+1 220重新传输到显示控制模块160或者从存储器130重新访问活动帧N+1 220。相反,重放逻辑120将虚拟内容230和重放内容指示符235传输到显示控制模块160。响应于接收到虚拟内容230和重放内容指示符235,显示控制模块160丢弃虚拟内容230,从缓冲器165访问活动帧N+1 220并且在显示器170处显示活动帧N+1 220。

[0027] 在第四刷新周期4 208期间,重放逻辑120检测到显示器170的刷新速率155不超过GPU 110的帧速率105达阈值以上。因此,重放逻辑120确定显示器170将显示实况内容。因此,重放逻辑120将活动(当前)帧N+2 240和实况内容指示符215传输到显示控制模块160,实况内容指示符215指示显示控制模块160将在显示器170处显示活动帧N+2 240。

[0028] 图3是根据一些实施方案的图1的指导显示控制模块160显示实况内容的处理系统100的图形处理单元110的示例的框图。在所示出的示例中,GPU 110的重放逻辑(未示出)已经确定显示器170的刷新速率不超过GPU 110的帧速率达阈值量以上。因此,GPU 110将活动帧N 310和呈实况内容指示符312形式的重放信息传输到显示控制模块160,重放信息示意显示控制模块160将在显示器170处显示活动帧N 310而不在缓冲器165处存储活动帧N 310。响应于接收到活动帧N 310和实况内容指示符312,显示控制模块160在显示器170处显示活动帧N 310而不在缓冲器165处捕获活动帧N 310。

[0029] 图4是根据一些实施方案的图1的指导显示控制模块160捕获内容并显示实况内容的处理系统100的图形处理单元110的示例的图。在所示出的示例中,GPU 110的重放逻辑(未示出)已经确定显示器170的刷新速率超过GPU 110的帧速率达阈值量以上。因此,GPU

110将活动帧N+1 410和捕获实况内容指示符412传输到显示控制模块160,捕获实况内容指示符412示意显示控制模块160将在显示器170处显示活动帧N+1 410并且还在缓冲器165处复制活动帧N+1 410。响应于接收到活动帧N+1 410和捕获实况内容指示符412,显示控制模块160在显示器170处显示活动帧N+1 410并且将活动帧N+1复制到缓冲器165。

[0030] 图5是示出根据一些实施方案的图1的指导显示控制模块160显示捕获的内容的处理系统100的图形处理单元110的示例的图。在所示出的示例中,GPU 110的重放逻辑(未示出)先前已经确定显示器170的刷新速率超过GPU 110的帧速率达阈值量以上并且先前已经指导显示控制模块160捕获先前传输的活动帧N+1 410,如图4所示。针对当前显示器刷新周期,GPU 110将虚拟内容510和重放内容指示符512传输到显示控制模块160,重放内容指示符512指示显示控制模块160从缓冲器165访问活动帧N+1 410并且在显示器170处显示活动帧N+1 410。响应于接收到虚拟内容510和重放内容指示符512,显示控制模块160丢弃虚拟内容510,从缓冲器访问活动帧N+1 410,并且在显示器170处显示活动帧N+1 410,同时与GPU 110的定时保持同步。

[0031] 图6是根据一些实施方案的图形处理单元响应于显示器刷新速率超过帧生成速率而指导显示控制模块捕获内容并显示捕获的内容的方法600的流程图。方法600在图1所示的处理系统100的一些实施方案中实现。

[0032] 在框602处,GPU 110的重放逻辑120对GPU 110生成帧的速率105与显示器170的刷新速率155进行比较。在框604处,重放逻辑120确定显示器刷新速率155是否超过帧速率105达阈值量以上。如果在框604处,重放逻辑120确定刷新速率155不超过帧速率105达阈值量以上,则方法流程继续到框606。在框606处,重放逻辑120将活动帧N 140和实况内容指示符215传输到显示控制模块160。响应于接收到活动帧N 140和实况内容指示符215,显示控制模块160在显示器170处显示活动帧N 140。然后方法流程继续返回到框602。

[0033] 如果在框604处,重放逻辑120确定刷新速率155超过帧速率105达阈值量以上,则方法流程继续到框608。在框608处,重放逻辑120将活动帧N 140和捕获内容指示符225传输到显示控制模块160。响应于接收到活动帧N 140和捕获内容指示符225,显示控制模块160在显示器170处显示活动帧N 140并且在缓冲器165处复制活动帧N 140。在框610处,重放逻辑120省略从存储器130访问活动帧N 140,而是将虚拟内容230和重放内容指示符235传输到显示控制模块160。响应于接收到虚拟内容230和重放内容指示符235,显示控制模块160丢弃虚拟内容230,从缓冲器165访问活动帧N 140,并且在显示器170处显示活动帧N 140。

[0034] 如本文所述,在一些实施方案中,一种方法包括:在显示装置的第一刷新周期期间,在图形处理单元(GPU)处将第一帧和与所述第一帧相关联的信息传输到所述显示装置,所述信息指示显示器刷新周期的数量,所述显示装置将在所述显示器刷新周期期间显示所述第一帧;以及响应于所述信息指示显示器刷新周期的数量超过一个显示器刷新周期,在传输所述第一帧之后的所述显示装置的第二刷新周期期间,省略在所述GPU处从存储器访问所述第一帧和将所述第一帧传输到所述显示装置。在一个方面,所述方法包括:响应于所述信息指示显示器刷新周期的数量超过一个显示器刷新周期,发信号通知所述显示器捕获所述第一帧。在另一个方面,所述方法包括:响应于所述信息指示显示器刷新周期的数量超过一个显示器刷新周期,发信号通知所述显示器在与所述显示装置相关联的缓冲器处存储所述第一帧。

[0035] 在一个方面,所述方法包括:针对由所述信息指示的数量的显示器刷新周期,发信号通知所述显示器在所述显示装置处显示所述第一帧。在另一个方面,所述方法包括:针对在所述第一刷新周期之后的所述显示装置显示所述第一帧的每个刷新周期,在所述GPU处传输无效数据和GPU定时信息。在又一个方面,所述方法包括:发信号通知所述显示装置丢弃所述无效数据。在再一个方面,所述方法包括:在所述GPU处基于所述GPU生成所述第一帧的速率确定所述显示装置的刷新速率,其中所述显示装置具有可变刷新速率。

[0036] 在一些实施方案中,一种方法包括:在显示装置的第一刷新周期期间,在所述显示装置处从图形处理单元 (GPU) 接收第一帧和与所述第一帧相关联的信息,所述信息指示显示器刷新周期的数量,所述显示装置将在所述显示器刷新周期期间显示所述第一帧;以及针对由所述信息指示的数量的显示器刷新周期显示所述第一帧。在一个方面,所述方法包括:响应于所述信息指示显示器刷新周期的数量超过一个显示器刷新周期,捕获所述第一帧。在另一个方面,所述方法包括:响应于所述信息指示显示器刷新周期的数量超过一个显示器刷新周期,在与所述显示装置相关联的缓冲器处存储所述第一帧。

[0037] 在一个方面,所述方法包括:针对在所述第一刷新周期之后的所述显示装置显示所述第一帧的每个显示器刷新周期,在所述显示装置处接收无效数据和GPU定时信息。在另一个方面,所述方法包括:丢弃所述无效数据。在再一个方面,所述方法包括:在所述GPU处基于所述GPU生成所述第一帧的速率确定所述显示装置的刷新速率,其中所述显示装置具有可变刷新速率。

[0038] 在一些实施方案中,一种系统包括:存储器;以及图形处理单元 (GPU),所述GPU被配置来:渲染多个帧以便传输到显示装置;在所述显示装置的第一刷新周期期间,将所述多个帧中的第一帧和与所述第一帧相关联的信息传输到所述显示装置,所述信息指示显示器刷新周期的数量,所述显示装置将在所述显示器刷新周期期间显示所述第一帧;并且响应于所述信息指示显示器刷新周期的数量超过一个显示器刷新周期,在传输所述第一帧之后的所述显示装置的第二刷新周期期间,省略从所述存储器访问所述第一帧和将所述第一帧传输到所述显示装置。在一个方面,所述GPU被进一步配置来:响应于所述信息指示显示器刷新周期的数量超过一个显示器刷新周期,发信号通知所述显示器捕获所述第一帧。在另一个方面,所述GPU被进一步配置来:响应于所述信息指示显示器刷新周期的数量超过一个显示器刷新周期,发信号通知所述显示器在与所述显示装置相关联的缓冲器处存储所述第一帧。

[0039] 在一个方面,所述GPU被进一步配置来:针对由所述信息指示的数量的显示器刷新周期,发信号通知所述显示器在所述显示装置处显示所述第一帧。在另一个方面,所述GPU被进一步配置来:针对在所述第一刷新周期之后的所述显示装置显示所述第一帧的每个显示器刷新周期,传输无效数据和GPU定时信息。在又一个方面,所述GPU被进一步配置来:发信号通知所述显示装置丢弃所述无效数据。在再一个方面,所述GPU被进一步配置来:基于所述GPU生成所述第一帧的速率确定所述显示装置的刷新速率,其中所述显示装置具有可变刷新速率。

[0040] 计算机可读存储介质可包括在使用期间能够由计算机系统访问以将指令和/或数据提供到计算机系统的任何非暂时性存储介质或者非暂时性存储介质的组合。此类存储介质可包括但不限于光学介质(例如,压缩光盘(CD)、数字通用光盘(DVD)、蓝光光盘)、磁性介

质(例如,软盘、磁带或磁性硬盘驱动器)、易失性存储器(例如,随机存取存储器(RAM)或高速缓存)、非易失性存储器(例如,只读存储器(ROM)或闪存)或基于微机电系统(MEMS)的存储介质。计算机可读介质可嵌入计算系统(例如,系统RAM或ROM)中、固定地附接到计算系统(例如,磁性硬盘驱动器)、可移除地附接到计算系统(例如,光盘或基于通用串行总线(USB)的闪存)、或者通过有线或无线网络耦接到计算机系统(例如,网络可访问存储装置(NAS))。

[0041] 在一些实施方案中,上文所述的技术的某些方面可由执行软件的处理系统的一个或多个处理器实现。软件包括存在储或以其他方式有形地体现在非暂时性计算机可读存储介质上的一个或多个可执行指令集。软件可包括指令和某些数据,当由一个或多个处理器执行时,所述指令和某些数据操纵所述一个或多个处理器来执行上文所述的技术的一个或多个方面。非暂时性计算机可读存储介质可包括例如磁盘或光盘存储装置、诸如闪存的固态存储装置、高速缓存、随机存取存储器(RAM)或其他非易失性存储器装置等。存储在非暂时性计算机可读存储介质上的可执行指令可呈源代码、汇编语言代码、对象代码或由一个或多个处理器解译或以其他方式执行的其他指令格式。

[0042] 应注意,并不需要上文在大体描述中所描述的所有活动或元件,可能不需要特定活动或装置的一部分,并且可执行一个或多个另外的活动,或者可包括除所描述的那些元件之外的元件。再另外,列出活动的顺序不一定是执行这些活动的顺序。而且,已经参考具体实施方案描述了概念。然而,本领域普通技术人员应了解,在不脱离如所附权利要求书中所阐述的本公开范围的情况下,可作出各种修改和改变。因此,本说明书和附图应被视为说明性而非限制性的,并且所有此类修改都意图包括在本公开的范围之内。

[0043] 上文已经参照具体实施方案描述了益处、其他优点以及问题解决方案。然而,所述益处、优点、问题解决方案以及可致使任何益处、优点或问题解决方案出现或变得更突出的任何特征都不应被解释为是任何或所有权利要求的关键、必需或必要特征。此外,以上所公开的特定实施方案只是说明性的,因为所公开的主题可按受益于本文的教导内容的本领域技术人员显而易见的不同但等效的方式来修改和实践。除非如以下权利要求中有所描述,否则并不意图对本文所示的构造或设计的细节进行限制。因此,明显的是,上文所公开的特定实施方案可被更改或修改,并且所有此类变化都被视为在所公开的主题的范围内。因此,本文所寻求的保护如以下权利要求中所阐述。

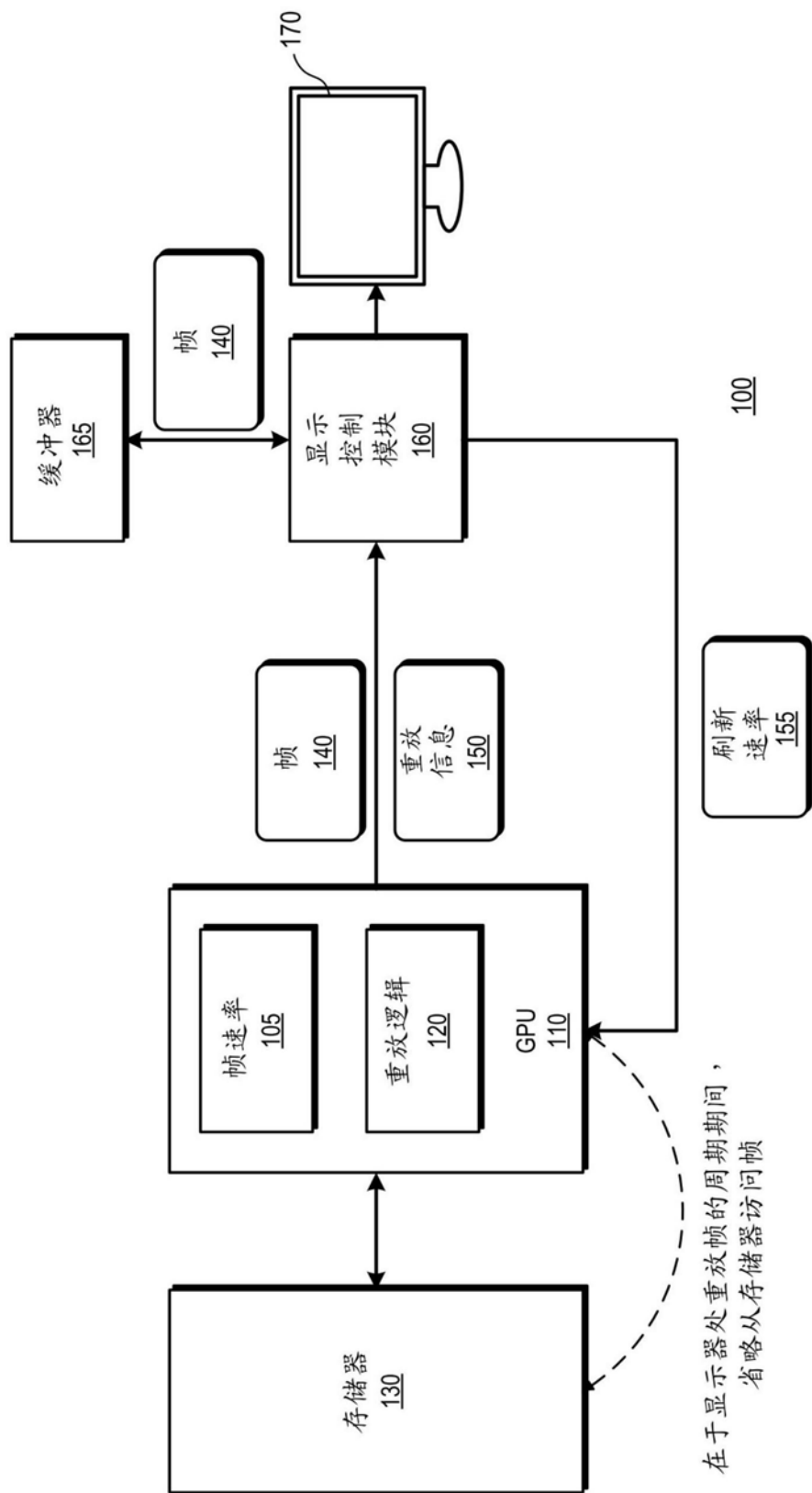


图1

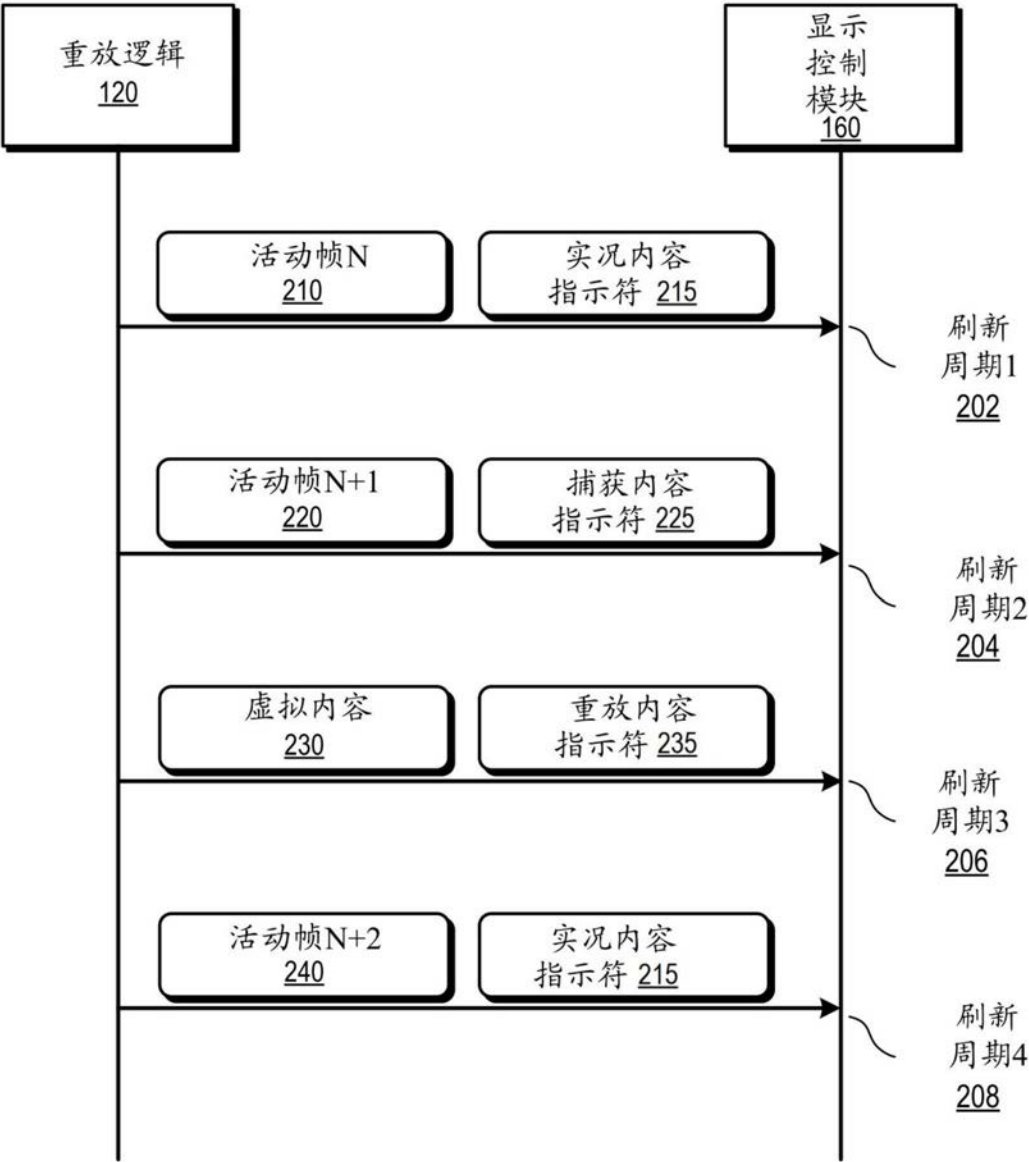


图2

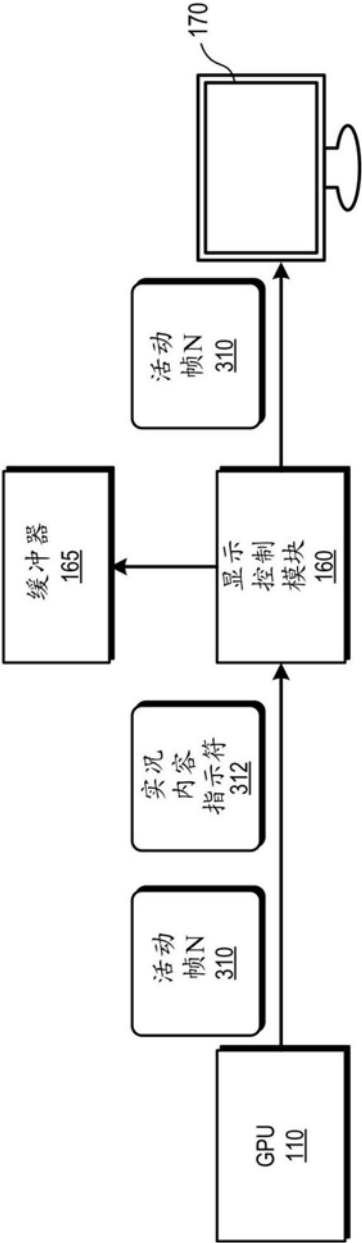


图3

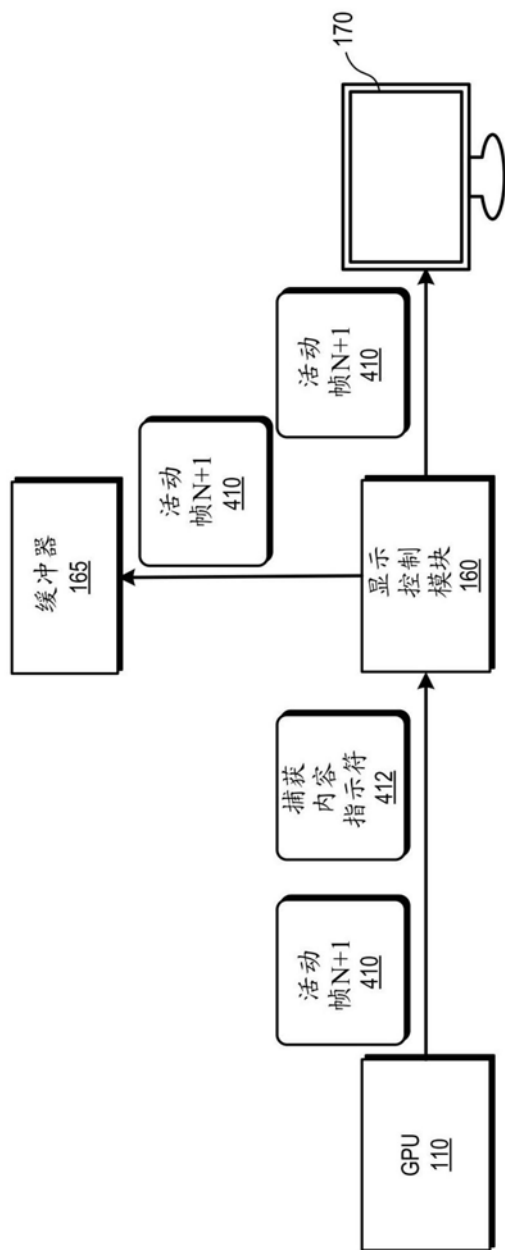


图4

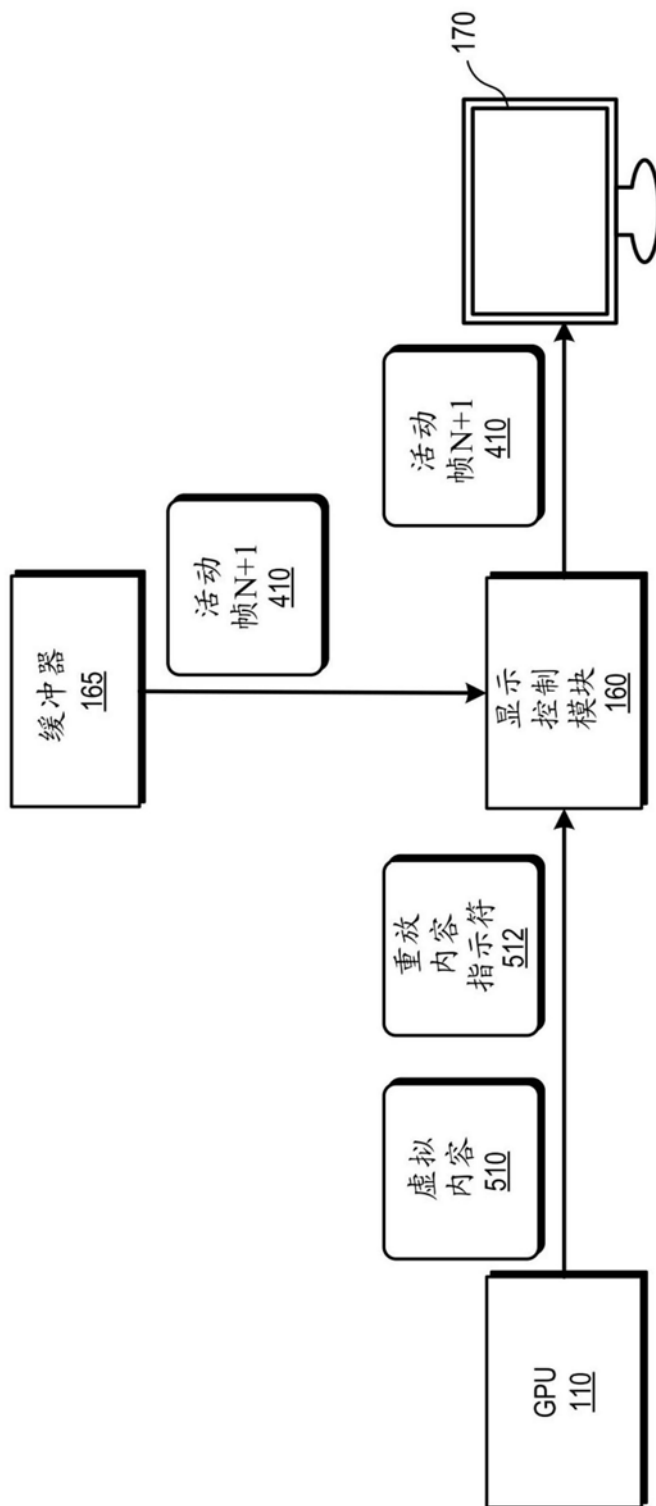
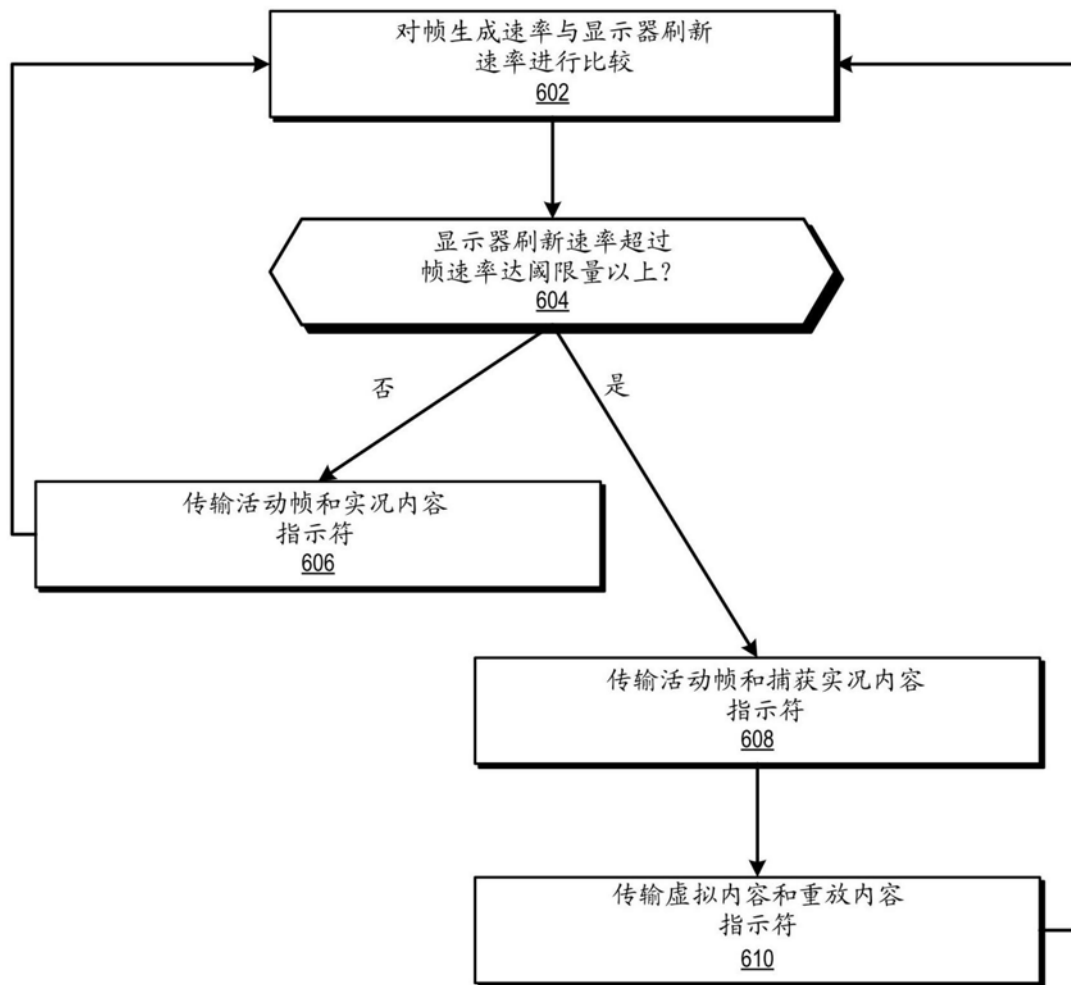


图5



600

图6