



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113454595 B

(45) 授权公告日 2024.10.29

(21) 申请号 201980091807.1

(22) 申请日 2019.10.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113454595 A

(43) 申请公布日 2021.09.28

(30) 优先权数据
16/220,419 2018.12.14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.08.11

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/058526 2019.10.29

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/123048 EN 2020.06.18

(73) 专利权人 优步技术公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 高邵华

(74) 专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理有限公司 44414
专利代理师 刘聪

(51) Int.Cl.
G06F 9/50 (2006.01)
G06F 11/34 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103577306 A, 2014.02.12
CN 103959745 A, 2014.07.30

审查员 魏旭阳

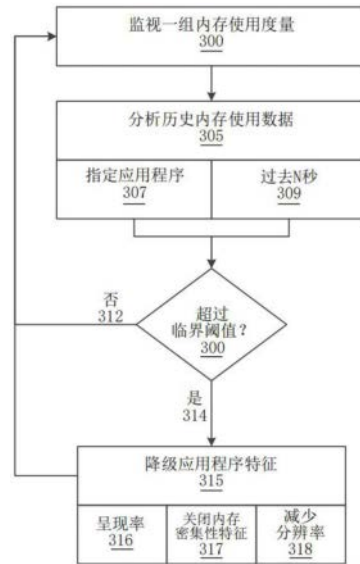
权利要求书3页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

计算设备的内存崩溃预防

(57) 摘要

计算设备可以监视计算设备的一组内存使用度量。基于历史内存使用数据和该组内存使用度量,计算设备可以确定内存使用量是否会在未来某个时刻超过临界内存阈值。响应于确定在未来某个时刻内存使用量将超过临界内存阈值,计算设备可以对计算设备上正在执行的应用程序的一个或多个应用程序特征进行降级。



1. 一种计算设备,包括:
显示屏;
一个或多个处理器;和
一个或多个存储指令的内存资源,当所述一个或多个处理器执行所述指令时,使所述计算设备:
监视所述计算设备的一组内存使用度量;
根据历史内存使用数据和用于所述计算设备的应用程序的所述一组内存使用度量,确定内存使用量是否会在未来某个时刻超过临界内存阈值,其中所述应用程序包括应用程序功能的多个优先级层;和
响应于确定所述内存使用量将在未来某个时刻超过所述临界内存阈值,对所述应用程序的第一组应用程序特征进行降级,所述第一组应用程序特征对应于所述多个优先级层中的最低优先级层。
2. 如权利要求1所述的计算设备,其中,所执行的指令进一步使所述计算设备:
在所述显示屏上显示所述应用程序的流传送内容;
其中,所执行的指令通过降低所述流传送内容的内容呈现率使所述计算设备降级所述第一组应用程序特征。
3. 如权利要求1所述的计算设备,其中,所述一组内存使用度量包括所述计算设备的总内存大小和所述计算设备的当前可用内存。
4. 如权利要求1所述的计算设备,其中,在确定内存使用量是否会在未来某个时刻超过所述临界内存阈值之前,所执行的指令使所述计算设备在预定时间段内收集所述历史内存使用数据。
5. 如权利要求4所述的计算设备,其中,所执行的指令使所述计算设备通过预测未来一段的时间内的所述历史内存使用数据和当前内存使用数据来确定在未来某个时刻所述内存使用量是否会超过所述临界内存阈值。
6. 如权利要求1所述的计算设备,其中,所执行的指令进一步使所述计算设备:
在降级所述第一组应用程序特征的同时或之后,确定所述内存使用量在未来某个时刻仍将超过所述临界内存阈值;和
基于确定所述内存使用量在未来某个时刻仍将超过所述临界内存阈值,对多个优先级层中的第二优先级层中的第二组应用程序特征进行降级。
7. 如权利要求1所述的计算设备,其中,所述应用程序包括用于拼车服务的驾驶员应用程序,并且其中所述多个优先级层包括至少一个对应于导航内容特征的优先级层。
8. 一种存储指令的非暂时性计算机可读介质,当由计算设备的一个或多个处理器执行所述指令时,使所述计算设备:
监视所述计算设备的一组内存使用度量;
根据历史内存使用数据和用于所述计算设备上的应用程序所述一组内存使用度量,确定内存使用量是否会在未来某个时刻超过临界内存阈值,其中所述应用程序包括应用程序功能的多个优先级层;和
响应于确定所述内存使用量会在未来某个时刻超过所述临界内存阈值,对所述应用程序的第一组应用程序特征进行降级,所述第一组应用程序特征对应于所述多个优先级层中

的最低优先级层。

9. 如权利要求8所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所执行的指令进一步使所述计算设备:

在显示屏上显示所述应用程序的流传送内容;

其中,所执行的指令通过降低所述流传送内容的内容呈现率使所述计算设备降级所述第一组应用程序特征。

10. 如权利要求8所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述一组内存使用度量包括所述计算设备的总内存大小和所述计算设备的当前可用内存。

11. 如权利要求8所述的非暂时性计算机可读介质,其中,在确定内存使用量是否会在未来某个时刻超过所述临界内存阈值之前,所执行的指令使所述计算设备在预定时间段内收集所述历史内存使用数据。

12. 如权利要求11所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所执行的指令使所述计算设备通过预测未来一段的时间内的所述历史内存使用数据和当前内存使用数据来确定在未来某个时刻所述内存使用量是否会超过所述临界内存阈值。

13. 如权利要求10所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所执行的指令进一步使所述计算设备:

在降级所述第一组应用程序特征的同时或之后,确定所述内存使用量在未来某个时刻仍将超过所述临界内存阈值;和

基于确定所述内存使用量在未来某个时刻仍将超过所述临界内存阈值,对多个优先级层中的第二优先级层中的第二组应用程序特征进行降级。

14. 一种操作计算设备的计算机实现的方法,所述方法由所述计算设备的一个或多个处理器执行并且包括:

监视计算设备的一组内存使用度量;

根据历史内存使用数据和用于所述计算设备上的应用程序的所述一组内存使用度量,确定内存使用量是否会在未来某个时刻超过临界内存阈值,其中所述应用程序包括应用程序功能的多个优先级层;和

响应于确定所述内存使用量会在未来某个时刻超过所述临界内存阈值,对所述应用程序的第一组应用程序特征进行降级,所述第一组应用程序特征对应于所述多个优先级层中的最低优先级层。

15. 如权利要求14所述的方法,进一步包括:

在显示屏上显示所述应用程序的流传送内容;

其中,所述一个或多个处理器通过降低所述流传送内容的内容呈现速率来降级所述第一组应用程序特征。

16. 如权利要求14所述的方法,其中,所述一组内存使用度量包括所述计算设备的总内存大小和所述计算设备的当前可用内存。

17. 如权利要求14所述的方法,其中,所述一个或多个处理器在确定所述内存使用量是否会在未来时刻超过所述临界内存阈值之前,在预定时间段内收集所述历史内存使用数据。

18. 如权利要求17所述的方法,其中,所述一个或多个处理器通过预测未来时间段内所

述历史内存使用数据和当前内存使用数据来确定所述内存使用量是否会在所述未来时刻超过所述临界内存阈值。

19. 如权利要求14所述的方法,进一步包括:

在降级所述第一组应用程序特征的同时或之后,确定所述内存使用量在未来某个时刻仍将超过所述临界内存阈值;和

基于确定所述内存使用量在未来某个时刻仍将超过所述临界内存阈值,对多个优先级层中的第二优先级层中的第二组应用程序特征进行降级。

20. 根据权利要求14所述的方法,其中,所述应用程序包括用于拼车服务的驾驶员应用程序,并且其中所述多个优先级层包括至少一个对应于导航内容特征的优先级层。

计算设备的内存崩溃预防

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2018年12月14日提交的美国专利申请号16/220,419的优先权权益,上述优先权的全部内容通过引用合并于此。

背景技术

[0003] 当很少或没有额外的内存可以分配给操作系统、应用程序或其他程序使用时,会在计算设备上发生内存不足(OOM)事件。这种情况可能会导致应用程序停止正常运行或导致应用程序崩溃。

[0004] 附图简要说明

[0005] 本公开通过示例而非限制的方式在随附的图中示出,其中相似的附图标记指代相似的元件,并且其中:

[0006] 图1是示出了根据本文描述的示例的实现内存管理和崩溃预防技术的示例计算设备的框图;

[0007] 图2描绘了根据本文描述的示例的应用程序特征的层级表的示例图解;

[0008] 图3和图4是示出了根据本文描述的示例的管理计算设备上正在执行的应用程序的内存使用的示例方法的框图;和

[0009] 图5是示出了可以在其上实现本文描述的示例的计算设备的框图。

具体实施方式

[0010] 计算设备可以监视计算设备的一组内存使用度量。例如,计算设备可能正在执行一个或多个应用程序,这些应用程序包括或显示特征或执行需要大量内存使用的操作。在一些示例中,基于历史内存使用数据和该组内存使用度量,运行在计算设备(或在另一实现中的计算设备的系统或操作系统)上的应用程序(为简单起见,在此称为计算设备)可以确定或预测未来的内存使用量是否会超过临界内存阈值。响应于确定未来的内存使用量将超过临界内存阈值,计算设备可以降级和/或停用应用程序的一个或多个应用程序特征。

[0011] 在各种实施方式中,正在执行的应用程序可以包括一组特征,每个特征可以与一个或多个层的层级相关联。例如,特定的应用程序特征对于应用程序的运行可能是必不可少的,可以分配到最高层。最高层级的应用程序特征可以免于停用或暂停,但如下所述,可能被归类为可用于降级。在某些示例中,这些最高层应用程序特征可以从计算设备的降级和/或停用中排除。其他功能可以分为一个或多个非必要层,使这些功能可用于降级和/或停用。

[0012] 根据在此描述的示例,应用程序特征可以进一步分为子类别(例如,作为每个特征的元数据标签),指示该特征是否可用于停用、降级和停用、仅降级(例如,层级降级)、既不停用也不降级。如本文所用,应用程序特征的“降级”可包括降低特征的内容呈现率(例如,用于流传送或更新内容)、扩展图块(例如,将显示分辨率降低目标百分比)、降低数据传输率(例如,增加位置数据更新周期)等。如本文进一步提供的,应用程序特征的“停用”可以包

括从应用程序的当前使用中消除特征 (或将特征从当前使用中暂停一段时间) 以释放该特征的当前内存使用量。

[0013] 在各种示例中, 计算设备可以包括监视计算设备的一组内存度量的内存监视功能。在一方面, 计算设备动态地监视正在执行的应用程序的当前内存使用量。计算设备可以进一步确定计算设备的系统空闲内存和/或计算设备包含的总内存量。在进一步的实施方式中, 计算设备可以动态地确定总空闲内存与正在执行的应用程序的当前内存使用量的比率。在更进一步的实施方式中, 计算设备可以存储指示正在执行的应用程序的历史内存使用的历史数据, 并且监视预定时间段的当前内存使用量 (例如, 应用程序前五秒的内存使用量)。

[0014] 根据这里描述的示例, 计算设备可以基于应用程序的预定时段的当前内存使用量和应用程序的历史内存使用量来预测执行应用程序的未来内存使用量。例如, 计算设备可以确定正在执行的应用程序是否将在接下来的三十秒内超过临界内存使用阈值。附加地或替代地, 计算设备可以利用第三方内存警告系统, 例如包括在计算设备中的操作系统 (OS) 集成内存警告系统。这种第三方警告系统可以提供导致计算设备执行第一组内存使用减少操作的低内存警告, 例如关闭当前未使用的后台应用程序。此外, 计算设备可以记录来自操作系统内存警告系统的每个内存警告, 以确定正在执行的应用程序的内存压力水平。

[0015] 在各种示例中, 计算设备可以将给定时间内来自 OS 内存警告系统的低内存警告的阈值数量建立为正在执行的应用程序的层内存压力水平。例如, 前一分钟内的三个内存警告可以包括高内存压力水平, 而前一分钟内的五个内存警告可以包括临界内存压力水平。每个内存压力水平可以触发计算设备为正在执行的应用程序执行一组相应的内存使用减少操作。例如, 当满足或超过高内存压力阈值时, 计算设备可以开始降级和/或停用较低层级的应用程序特征集 (例如, 非必要特征)。如果满足临界内存压力阈值, 则计算设备可以积极地降级和/或停用附加应用程序特征 (例如, 更高层级的应用程序特征) 以防止计算设备的内存不足 (OOM) 状态。

[0016] 附加地或替代地, 计算设备可以基于历史应用程序使用数据和短暂时间段 (例如, 前五秒) 的应用程序使用量, 来预测未来内存使用量, 并确定所预测的未来内存使用量是否会超过特定的内存压力水平。因此, 层内存减少触发器可以基于计算设备的预测。例如, 基于来自历史数据和当前使用数据的内存使用预测, 计算设备可以预测在接下来的二十秒内将超过第三层内存压力水平。响应于该预测, 计算设备可以抢先实施内存使用减少操作以首先防止超过第三层内存阈值水平。例如, 计算设备可以查找第三层应用程序特征以对这些特征执行相应的内存减少操作, 然后抢先实施相应的内存减少操作。

[0017] 在各种实施方式中, 计算设备可以监视内存度量以动态地确定是否超过第一内存压力阈值。如果是, 则计算设备可以为正在执行的应用程序执行第一层级内存使用减少操作。计算设备可以进一步确定是否超过了第二层、更关键的内存压力阈值。如果是, 则计算设备可以为正在执行的应用程序执行第二层内存使用减少操作。预期计算设备可以针对内存压力水平建立任意数量的层级, 并且可以进一步执行与任意数量的层级的相对应的内存使用减少操作。进一步设想, 每一层内存压力水平可对应于特定层的内存使用减少操作。此外, 每一层内存使用减少操作可以对应一组应用程序特征, 这些功能可以响应于超过相应的内存压力水平而有选择地降级或停用。

[0018] 作为示例,正在执行的应用程序可以包括导航应用程序,该导航应用程序包括诸如实时地图内容、覆盖地图内容的引导轨迹、对轨迹的更新等的最高层级特征。最高层级的某些特征可以从降级中排除,例如引导轨迹特征,其中地图内容可用于降级(例如,内容渲染的减少)。导航应用功能还可以包括非必要功能,例如为即将到来的转弯做准备并遵循引导轨迹的语音命令、交通警报、用于加油或充电站的叠加指示器、餐馆、兴趣点和非必要按钮或可选择的功能。在一个示例中,应用程序还可以包括非必要的、内存密集型特征,例如流传送数据或近乎连续更新的数据(例如,运输提供商使用的传输服务应用程序的峰时定价区域指标)。

[0019] 当计算设备接收到内存警告时,可能是超过第一层级内存压力水平。响应于超过第一层级内存压力水平,计算设备可以识别导航应用程序的第一组应用程序特征,以及对第一组应用程序特征执行的一组内存减少操作。例如,可以在元数据中将第一组应用程序特征中的每个应用程序特征的内存减少操作标识为降级或停用,并且可以进一步定义特征降级的方式(例如,减少地图内容渲染率20%)。

[0020] 一旦对正在执行的应用程序执行了该第一组内存减少操作,计算设备就可以继续监视内存度量,和/或监视由OS内存警告系统发出的警告。如果超过第二层内存压力阈值,则计算设备可以确定第二组应用程序特征和要对第二组应用程序特征执行的一组内存减少操作。应当注意,第二组应用程序特征可以包括来自第一组的应用程序特征(例如,已降级的特征)。此外,可以由计算设备确定和实施针对第二组应用程序特征中的每一个的内存减少操作。这些操作可以包括降级、进一步降级(例如,第一组和第二组中的特征)和停用。

[0021] 计算设备可以继续监视内存度量以确定是否超过了额外的内存压力阈值。因此,对于超过内存压力阈值的每一个,计算设备可以查找正在执行的应用程序的对应的应用程序特征集合,以及对那些应用程序特征执行的对应的内存减少操作集合。因此,对于正在执行的应用程序,每个特征都可以在数据库或逻辑表中列出,每个特征可以与一个或多个层级相关联以进行内存减少,并且对于每个列出的层级,每个特征都可以与一个内存减少操作相关联(例如,降级、降级级别或停用)。

[0022] 在一个示例中,正在执行的应用程序可以包括由针对给定区域的基于网络的传输服务的传输提供商所使用的传输服务应用程序。该传输服务应用程序可以包括需要连续或接近连续更新的各种内存密集型特征。此类特征包括地图内容、交通邀请通知、接受或拒绝交通邀请的计时器、导航内容(例如,覆盖地图内容的逐向轨迹)、语音逐向指示、可选按钮或菜单项、可选择的地图特征(例如,兴趣点的信息内容)等。这些特征还可以包括动态定价特征,其向传输提供商提供关于指示对传输服务的高需求区域的地图内容的信息。这种动态定价特征需要基于传输服务的供需数据进行近乎连续的更新,并且还包括在地图数据上呈现叠加内容(例如,在具有高运输需求的子区域上进行颜色编码阴影,峰时定价乘数特征,等等)。

[0023] 在这样的示例中,计算设备可以存储层级表,该层级表列出用于传输服务应用的每层应用程序特征。此外,该表还可以列出每个应用程序特征对应的内存压力水平,以及当超过该内存压力阈值时要执行的相应内存减少操作。例如,传输服务应用程序的动态定价特征可以与多个层相关联,每个后续层指示要执行的降级操作,最后一层指示停用该动态定价特征。当超过第一内存压力阈值水平时,计算设备可以在表中执行查找,识别第一组应

用程序特征中的动态定价特征,并确定对动态定价特征执行的内存减少操作(例如,降低内容呈现率)。当超过第n层内存压力阈值水平时,计算设备可以在表中查找第n层的应用程序特征集以及对那些应用程序特征执行的相应的内存减少操作。

[0024] 在其他益处中,本文描述的示例通过为在计算设备上执行的目标应用实现高粒度的应用程序特征降级,实现了反应性和/或抢先解决计算设备的低内存或内存不足情况的技术效果。此类示例可以实现预测功能以及利用当前内存不足警告技术来优化目标应用程序在给定当前或预测内存条件的情况下的性能。

[0025] 如本文所用,计算设备是指对应于台式计算机、蜂窝计算设备和/或智能手机、个人数字助理(PDA)、膝上型计算机、虚拟现实(VR)或增强现实(AR)耳机、平板电脑的设备可以提供网络连接和处理资源以通过网络与系统通信的计算设备等。计算设备还可以对应于定制硬件、汽车的车载设备、或车载计算机等。计算设备还可以运行被配置为与网络服务通信的指定应用程序。

[0026] 在此描述的一个或多个示例提供由计算设备执行的方法、技术和动作以编程方式执行,或作为计算机实现的方法。如本文所用,以编程方式表示通过使用代码或计算机可执行指令。这些指令可以存储在计算设备的一个或多个内存资源中。以编程方式执行的步骤可能是自动的,也可能不是。

[0027] 在此描述的一个或多个示例可以使用编程模块、引擎或组件来实现。程序化模块、引擎或组件可以包括能够执行一个或多个所述任务或功能的程序、子例程、程序的一部分或软件组件或硬件组件。如这里所使用的,模块或组件可以独立于其他模块或组件存在于硬件组件上。或者,模块或组件可以是其他模块、程序或机器的共享元素或进程。

[0028] 在此描述的一些示例通常需要使用计算设备,包括处理和内存资源。例如,在此描述的一个或多个示例可以全部或部分地在诸如服务器、台式计算机、蜂窝或智能电话、个人数字助理(例如,PDA)、膝上型计算机、VR或AR设备、打印机、数码相框、网络设备(例如路由器)和平板电脑设备之类的计算设备上实现。内存、处理和网络资源都可以与本文描述的任何示例的建立、使用或执行(包括任何方法的执行或任何系统的实现)结合使用。

[0029] 此外,在此描述的一个或多个示例可以通过一个或多个处理器执行的指令来实现。这些指令可以承载在计算机可读介质上。下面结合附图示出或描述的机器提供了示例的处理资源和计算机可读介质,可以在其上承载和/或执行用于实现在此公开的示例的指令。特别地,与本发明的示例一起示出的众多机器包括处理器和用于保存数据和指令的各种形式的内存。计算机可读介质的示例包括永久内存存储设备,例如个人计算机或服务器上的硬盘驱动器。计算机存储介质的其他示例包括便携式存储单元,例如CD或DVD单元、闪存(例如携带在智能手机、多功能设备或平板电脑上)和磁内存。计算机、终端、网络启用设备(例如,诸如手机之类的移动设备)都是利用处理器、内存和存储在计算机可读介质上的指令的示例机器和设备。此外,示例可以以计算机程序或能够承载这种程序的计算机可用载体介质的形式来实现。

[0030] 系统描述

[0031] 图1是示出根据本文描述的示例的实现内存管理和崩溃预防技术的示例计算设备100的框图。计算设备100可以包括一组传感器150(例如,定位系统、IMU、摄像头、麦克风、触摸传感器、环境光传感器等)和为正在执行的应用程序135生成显示界面162的显示器160。

计算设备100还可以包括将计算设备100与一个或多个网络180连接的通信接口110。计算设备100还可以包括内存监视器120和应用程序管理器140。内存监视器120可以连续或定期监视计算设备100的存储器130的一组内存指标(例如,当前使用数据132和/或历史使用数据134)。

[0032] 应用程序管理器140可以响应于来自用户的输入数据来执行应用程序135。存储器130可以存储一组应用程序135。对于某些应用程序135,存储器130还可以存储应用程序特征层级表136,该应用程序特征层级表136列出对应于内存压力阈值水平的分层结构层中的每个应用程序特征。应用程序特征层级表136可以包括内存使用减少操作元数据138,其指示要在每个分层结构层中为每个应用程序特征执行的内存减少操作(例如,无动作、降级、降级级别、停用)。

[0033] 在各种实施方式中,存储器130可以收集和存储特定于正在执行的应用程序135的历史内存使用数据134。例如,历史使用数据134可以指示当前之前的预定时间段(例如,三十秒)内正在执行的应用程序内存使用情况。相反,当前使用数据132可以对应于当前之前的较短时间量(例如,五秒)。基于正在执行的应用程序的历史内存使用数据134和当前使用数据132,内存监视器120可以确定计算设备100的内存使用是否会在未来的某个时刻(例如,三十秒后)超过临界内存阈值。如这里所提供的,临界内存阈值可以对应于计算设备100上即将发生的内存不足崩溃。

[0034] 内存监视器120可以利用内存度量来预测是否将超过特定内存压力阈值,并且相应地向应用程序管理器140发出警告触发——指示超过了当前或预测的内存阈值。在各种示例中,内存度量可以包括计算设备100的当前系统空闲内存,以及计算设备100包含的总内存量。在进一步的实施方式中,计算设备100可以动态地确定或以其他方式预测计算设备100的总空闲内存与当前内存使用量的比率。如果当前或预测的比率超过第一阈值(例如,由内存监视器120触发的第一次警告),然后应用程序管理器140可以在层级表136中查找第一组特征,对这些特征实施内存减少操作。如果该比率超过第二阈值,则应用程序管理器140可以在层级结构表136中针对第二组应用程序特征执行第二次查找针,以对对这些特征实施内存减少操作,依此类推层级结构。因此,基于来自内存监视器120的警告触发级别,应用程序管理器140可以在正在执行的应用程序的应用程序特征层级表136中查找对应的一组应用程序特征,然后对这些特征实施内存使用减少操作元数据138中显示的一组内存使用减少操作。

[0035] 如本文所述,内存监视器120还可利用计算设备100的OS内存警告系统131的功能,其可基于当前内存状况向内存监视器120发出反应性警告。在某些方面,内存监视器120可以利用这些警告来确定正在执行的应用程序135的内存压力警告级别。在其他实施例中,内存监视器120可以利用来自OS警告系统131的反应性警告来预测计算设备100将在未来某个时刻(例如,三十秒后)超过多个内存压力阈值中的特定内存压力阈值。这样做时,内存监视器120可以确定来自整个计算设备100的OS内存警告系统131的反应性内存警告的数量、目标执行应用程序135的当前使用数据132和用于该目标执行应用程序135的历史使用数据134。基于这些因素,内存监视器120可以预测或以其他方式确定将被超过的多个内存压力水平中的内存压力阈值水平,并向应用程序管理器140提交相应的警告触发。

[0036] 响应于来自内存监视器120的指示内存使用量将在未来某个时刻超过特定内存阈

值(例如,指示即将崩溃的临界内存阈值)的警告触发,应用程序管理器140可以对正在执行的应用程序135的一个或多个应用程序特征进行降级。例如,应用程序管理器140可以在正在执行的应用程序135的应用程序特征层级表136中执行查找,以识别一组用于降级和/或停用应用程序特征(例如,由内存监视器120确定的内存压力阈值的对应的一组层特征)。在某些实施方式中,层级表136可以包括应用程序特征的列表和标记到每个特征的使用减少元数据138以指示对于每个应用程序特征要执行哪个特定的内存减少操作。

[0037] 可以预期,应用程序管理器140可以包括正在执行的应用程序135本身的组件,或者可以包括在计算设备100上执行的操作系统的组件。因此,在此描述的应用程序管理器140的功能可以由操作系统配置以监视和管理在计算设备100上执行的任何应用程序的内存,或者可以包括监视和管理在计算设备上执行的任何单独应用程序的组件。

[0038] 如本文所述,应用程序管理器140关注降级的正在执行的应用程序135可以包括内容流(例如,视频或音乐流)应用程序、地图和/或导航应用程序、社交媒体应用程序、新闻内容应用程序、市场或销售应用程序等。在某些示例中,应用程序管理器140可以包括正在执行的应用程序135的内置管理程序,使程序开发人员能够创建应用程序特征层级表136。这样的安排使程序开发人员能够优先考虑哪些特征是必不可少的,哪些特征是必要的但可能会降级,哪些特征不是必不可少的并且可以被降级和/或停用。

[0039] 在某些方面,内存监视器120可以向应用程序管理器140发出层警告。例如,第一层级警告可以包括较低层的内存使用警告,并且可以使应用程序管理器140仅降级第一组非必要的应用程序特征,和/或停用某些非必要的功能。来自内存监视器120的下一层警告可以使应用程序管理器140在层级表中查找下一层的应用程序特征,并对这些特征(例如,如使用减少元数据138中所指示的对于该分层结构层中的那些特征)执行一组内存减少操作。来自内存监视器120的临界内存警告(例如,指示即将发生的内存不足的崩溃)可以使应用程序管理器140在层级表136中查找最后层的一组应用程序特征并针对这些特征执行最终的、最积极的一组内存使用减少操作。

[0040] 内存减少操作的示例可以包括降低要呈现在显示屏160的显示界面162上的内容数据的分辨率(例如,扩展或合并像素或显示块)。这样的操作还可以包括降低内容流的内容呈现速率或映射内容(例如,从每秒十帧降低到每秒五帧)。附加地或替代地,内存减少操作可以包括减少来自传感器150的传感器数据传输速率(例如,每八秒而不是每四秒发送位置更新),或者停用某些传感器150。在某些示例中,应用程序管理器140还可以降低从网络180的数据中心接收的服务数据更新率。例如,在正常内存条件下,服务数据可以每十秒更新一次。此类更新可指示交通状况更新、传输服务的供需更新、新闻馈送更新等。当超过特定内存压力阈值时,应用程序管理器140可以将服务数据更新率降低到例如每三十秒更新一次。

[0041] 可以预期,应用程序135的这种粒度特征管理可以使得该应用程序在给定计算设备100的当前和/或预测的内存条件的情况下得到优化,并且防止计算设备100的内存不足状态,这种内存不足的状态会导致多个应用程序运行不正常。例如,内存密集型应用程序——例如社交媒体、导航和内容流——可以利用使用内存监视器120和应用程序管理器140来显着减少目标应用程序135的内存消耗,以缓解高或临界内存情况,应用程序135可以包括内置应用程序管理功能,其可以利用贯穿本公开内容描述的应用程序特征层级表136

和减少元数据138来实现在此描述的内存使用减少技术。

[0042] 分层结构应用程序特征表

[0043] 图2描绘了根据本文描述的示例的应用程序特征层级表200的示例图示。在下面对图2的描述中,可以参考表示如关于图1所示和描述的相似特征的参考字符。参考图2,层级表200可以存储在计算设备100的数据库295中并且可以对应于图1描述的层级表136。在某些方面,层级表200可以与计算设备100的单个应用程序相关联,例如导航应用程序、传输服务应用程序、内容流应用程序等。在某些实施方式中,如图2所示,层级表200可以包括用于多个设备应用程序205的分层特征层。例如,当超过某个内存压力阈值时,任何列出的应用程序205可以正在执行,或者可以作为后台应用程序运行。响应于阈值被超过,计算设备100可以识别当前正在执行的应用程序205中的任何一个,并且针对该特定应用程序查找各个层应用程序特征。

[0044] 如图2所示,当超过指定的内存压力阈值时,正在执行的应用程序(App1)可以包括在特征层级结构245中列出的用于内存减少处理的众多应用程序特征。根据这里描述的示例,内存监视器120可以将第一内存压力警告触发212发送到应用程序管理器140。作为响应,应用程序管理器140可以在特征层级表200中为正在执行的应用程序(App1)识别用于内存使用减少的第一层级应用程序特征210。在某些方面,第一层级应用程序特征210中的每一个可以与应用程序管理器140执行的内存减少操作215(例如,在元数据中)相关联。

[0045] 参考图2,App1可以包括第一层级特征210,包括语音命令、菜单列表、地图内容、向远程源的GPS数据传输、动态定价特征(例如,用于传输服务应用)和广告更新特征。每个特征的操作标签215可以指示应用程序管理器140对该特征执行指定的内存减少操作。在所示示例中,内存减少操作215包括语音命令的停用、菜单列表的减少(例如,消除低优先级项目)、地图内容的降级(例如,减少20%)、GPS数据传输率的降级(例如,从每四秒一次减少到每八秒一次)、动态定价更新的降级(例如,降低50%)和广告更新的降级(例如,降低50%)。

[0046] 响应于第二更关键的内存压力触发222,应用程序管理器140可以执行查找第二层应用程序特征220,并执行与每个第二层应用程序特征220相关联的相应内存减少操作。需要注意的是,一些第一层级应用程序特征210也被列在第二层220中,但是与不同的、更积极的内存减少操作相关联。此外,可以预期,应用程序管理器140不需要沿着特征层级结构245依次向下进行。相反,内存监视器120可以在任何给定时间发出对应于层级表200的任何层的任何内存压力水平警告212、222,并且应用程序管理器140可以对任何较低层的应用程序特性执行每个内存减少操作(例如,停用动作),然后对当前内存压力水平警告对应的应用程序特性执行内存减少操作。

[0047] 例如,内存监视器120可以发出与App1的第三层应用程序特征230相对应的高度关键的第三层内存压力警告。作为响应,应用程序管理器140可以停用来自第一层级210的语音命令,然后从第二层220停用广告更新、菜单列表、动态定价特征和兴趣点选择特征,然后最后对第三层应用程序特征230执行内存减少操作(例如,将轨迹线降低到10%,停用内容流,并将地图内容降低到60%)。如在此所述,如图2所示,特征层级结构240可包括任意数量的层,每一层对应于特定的内存压力阈值或内存压力水平触发212、22。可以预期,指定应用程序的这种分层内存减少处理在给定计算设备100的当前内存条件的情况下优化应用程序的同时可以防止内存不足崩溃。

[0048] 方法论

[0049] 图3和4是图示根据本文描述的示例的管理计算设备上正在执行的应用程序的内存使用的示例方法的框图。在下面图3和图4的描述中,可以参考表示如图1和图2所示和描述的相似特征的参考字符。此外,结合图3和图4描述的过程可以由如图1所示出和描述的示例计算设备100来执行。参考图3,计算设备100可以监视计算设备100(300)的一组内存使用度量。如这里所描述的,内存使用度量可以包括正在执行的应用程序当前使用的内存的大小、计算设备100的总系统空闲内存和/或系统空闲内存与总系统大小的比率。

[0050] 在各种实施方式中,计算设备100可以分析计算设备100的历史内存使用数据134(305)。具体地,计算设备100可以分析正在执行的应用程序的历史内存使用数据(307)。在某些方面,历史数据134可以包括用户之前的应用使用会话,或者可以包括当前之前的设定时间量(例如,过去N秒)(309)。基于该组内存使用度量和历史数据134,计算设备100可以确定或预测是否将(例如,在接下来的二十秒内)超过临界内存阈值(310)。例如,计算设备100可以利用历史内存使用数据134、当前使用数据132可以利用当前内存度量来预测在未来某个时刻是否会超过临界内存阈值。可以预期,这样的确定可以包括概率计算,并且“是”可以包括高于某个阈值(例如,90%)的概率,而“否”可以是低于阈值的任何情况。

[0051] 如果计算设备确定将不会超过临界内存阈值(312),则计算设备100可以相应地继续监视该组内存使用度量(300)。然而,如果计算设备确定将超过临界内存阈值(314),则计算设备100可以降级和/或停用正在执行的应用程序的某些特征(315)。例如,计算设备100可以降低应用程序的内容呈现速率(316)、关闭一个或多个内存密集型特征(317)和/或降低显示器160上的内容的分辨率(318)。

[0052] 图4是描述根据各种示例的在给定当前和/或历史内存使用数据的情况下管理正在执行的应用程序的内存使用的另一示例方法的流程图。参考图4,计算设备100可以确定计算设备100的系统空闲内存(400)。计算设备100还可以周期性地或连续地确定计算设备100的系统空闲内存与总内存的比率(405)。计算设备100可以基于一组层级内存压力水平阈值来监视该比率(410)。在一个示例中,计算设备100可以监视正在执行的应用程序使用的内存量与计算设备100上可用的系统空闲内存的比率。另外或替代地,计算设备100可以包括OS内存使用警告系统,其可用于预测是否会超过一个或多个内存压力阈值。至少部分地基于内存使用比率,计算设备100可以确定或预测是否将在未来某个时刻超过第一内存压力阈值(415)。如果不是(417),则计算设备100可以相应地继续监视比率和/或其他内存度量(410)。

[0053] 然而,如果预测将超过第一内存压力阈值(419),则计算设备100可以降低和/或停用第一层级应用程序特征组,如本文所述(430)。计算设备100然后可以继续监视内存度量和/或内存使用比率(410)。计算设备100可以确定在未来实例是否将超过下一个内存压力阈值(415)。如果不是(417),则计算设备100将继续监视(410)。然而,如果是(429),则计算设备100可以降级和/或停用下一层级的应用程序特征(435)。然后,计算设备100可以相应地继续监视(410)。

[0054] 可以预期,来自过程步骤(435)、(410)和(415)的循环可以继续直到内存不足崩溃的威胁被减轻,或者直到计算设备100返回到标称内存条件。如在此描述的,还可以预期,内存压力阈值不需要按顺序被超过,而是预测可以指示在未来实例将超过任何内存压力阈

值,并且可以对所有相应的分层地层应用程序特征执行内存减少操作。

[0055] 硬件图

[0056] 图5是示出了可以在其上实现这里描述的示例的计算设备的框图。在各种实施方式中,计算设备500可以包括诸如智能电话、平板计算机、膝上型计算机、VR或AR耳机设备之类的移动计算设备。因此,计算设备500可以包括电话特征,例如麦克风545、摄像头550和通信接口510,以使用任意数量的无线通信协议与外部实体进行通信。计算设备500还可包括定位模块560(例如,GPS接收器)和惯性测量单元564,惯性测量单元564包括一个或多个加速度计、陀螺仪或磁力计。

[0057] 在某些方面,计算设备500可以将服务应用程序532和应用程序管理器534存储在本地存储器530中。在变型中,存储器530可以存储可由计算设备500的一个或多个处理器540执行的附加应用程序允许通过一个或多个网络580访问一个或多个主机服务器并与之交互。在某些示例中,应用程序管理器534可以包括如本公开通篇所述的内存监视和应用管理功能。此外,应用程序管理器534可以是服务应用程序532本身的组件,或者被集成为服务应用程序532的内存管理特征。在这样的示例中,应用程序管理器534可以接收来自计算设备500的操作系统低内存警告系统以及服务应用程序532的内存使用度量(例如,历史内存使用数据和当前内存使用数据),作为输入。

[0058] 在变型中,应用程序管理器534可以包括计算设备500的操作系统的组件。因此,可以预期,应用程序管理器534可以用于监视计算设备500上的所有正在执行的应用程序,可以针对每个正在执行的应用程序实施此处描述的内存管理技术。

[0059] 响应于用户的用户输入518(例如,选择代表指定应用程序532的图标),服务应用程序532可以由处理器540执行,其可以使得在计算设备500的显示屏520上生成显示界面522。在各种实施方式中,显示界面522可以使用户能够查看和/或与显示界面522上的显示内容交互。此外,可以基于正在启动服务应用程序532初始化应用程序管理器534。

[0060] 在各种示例中,定位模块560可以向远程计算系统590(例如,服务应用程序532的主机服务器)提供指示用户当前位置的位置数据,以例如使得计算系统590向显示界面522提供服务应用程序532的内容。在进一步的实施方式中,计算设备500还可以向计算系统590传输附加的传感器数据,例如来自摄像头550的图像数据、来自麦克风545的音频数据、和来自IMU564的IMU数据(例如,连续地或周期性地)。

[0061] 在此描述的示例与使用计算设备500实现在此描述的技术的有关。根据一个示例,这些技术响应于处理器540执行包含在主存储器530中的一个或多个指令的一个或多个序列而由计算设备500执行。此类指令可从另一机器读入主存储器530-可读介质,例如存储设备。包含在主存储器530中的指令序列的执行使处理器510执行这里描述的处理步骤。在替代实施方式中,硬连线电路可以代替软件指令或与软件指令结合使用以实现这里描述的示例。因此,所描述的示例不限于硬件电路和软件的任何特定组合。

[0062] 可以预期本文描述的示例独立于其他概念、想法或系统而扩展到本文描述的各个元件和概念,以及包括本申请中任何地方列举的元件的组合作为示例。尽管这里参考附图详细描述了示例,但是应当理解,这些概念不限于那些精确示例。因此,许多修改和变化对于本领域技术人员来说将是显而易见的。因此,这些概念的范围旨在由以下权利要求及其等同物来定义。此外,可以预期单独描述或作为示例的一部分描述的特定特征可以与其他单

独描述的特征或其他示例的部分组合,即使其他特征和示例未提及该特定特征。因此,不应排除对没有描述的组合要求保护的权利。

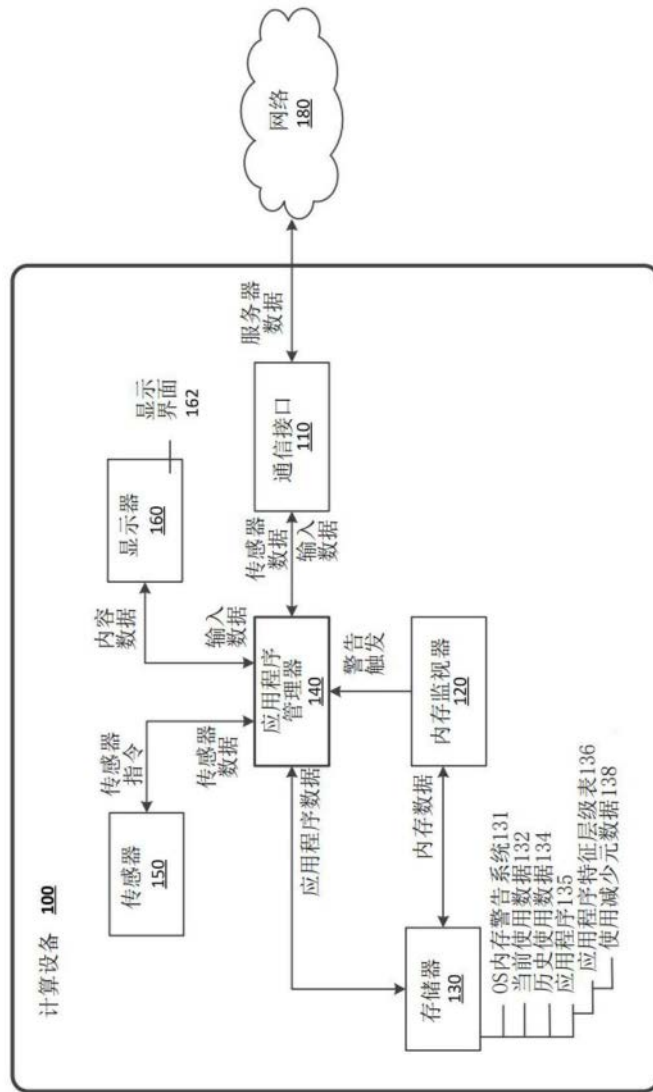


图1

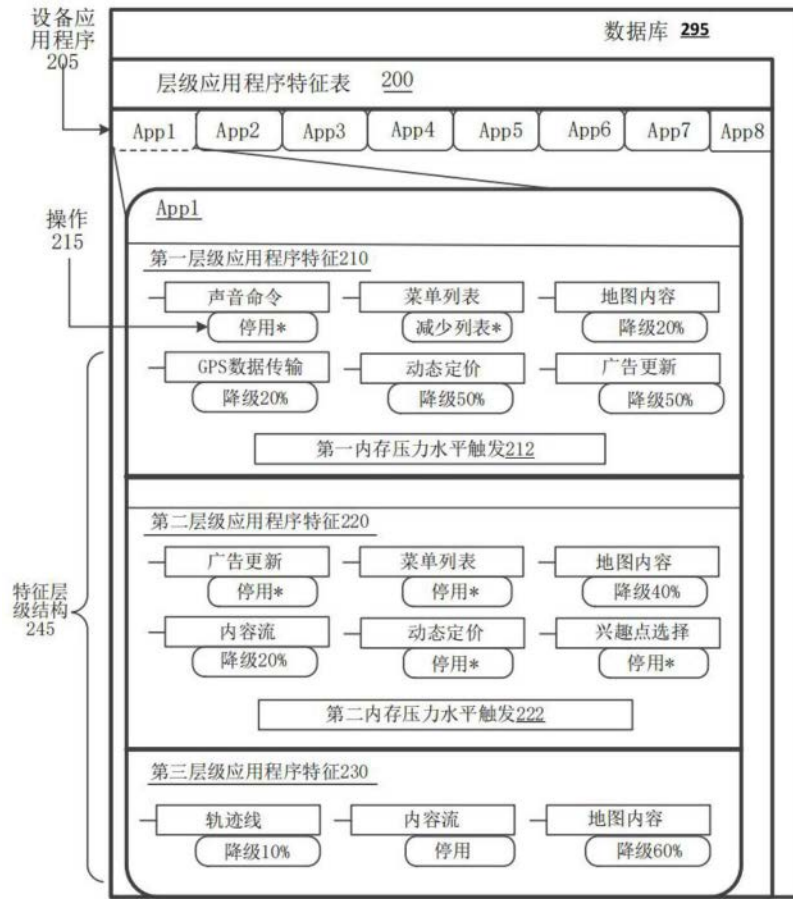


图2

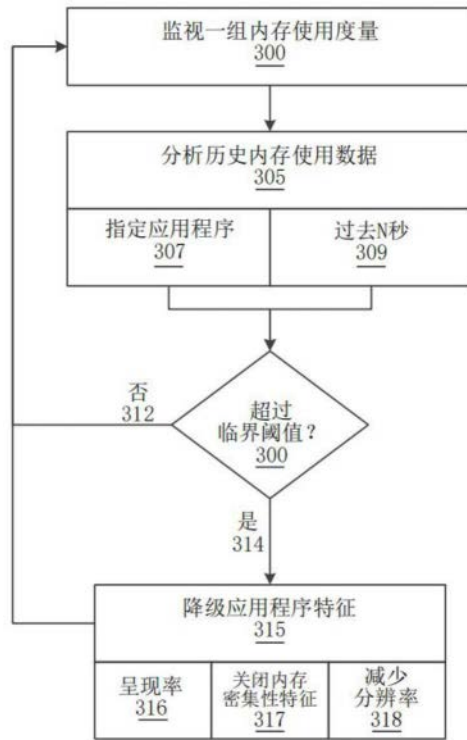


图3

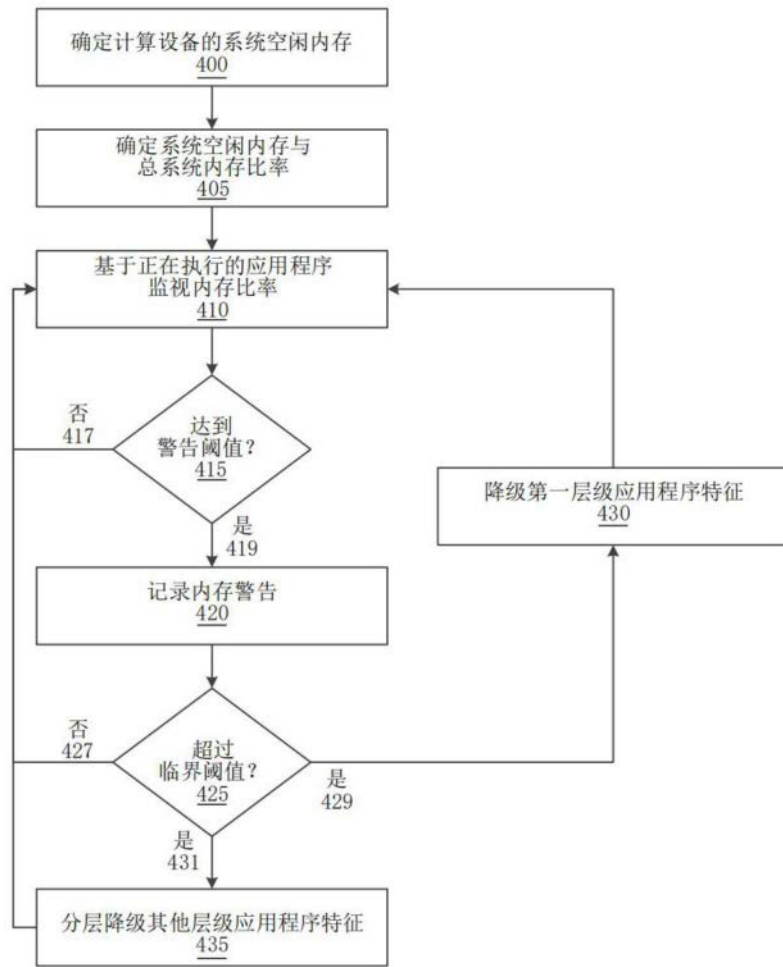


图4

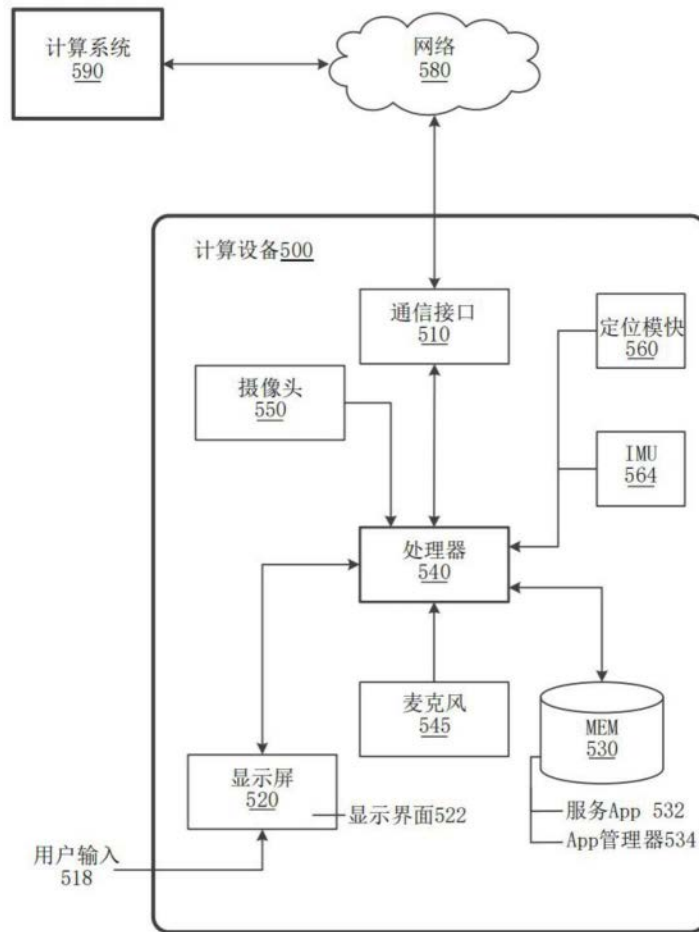


图5