

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 3 月 17 日 (17.03.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/052897 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 3/06 (2006.01) **G06F 9/50** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/116838

(22) 国际申请日: 2021 年 9 月 7 日 (07.09.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

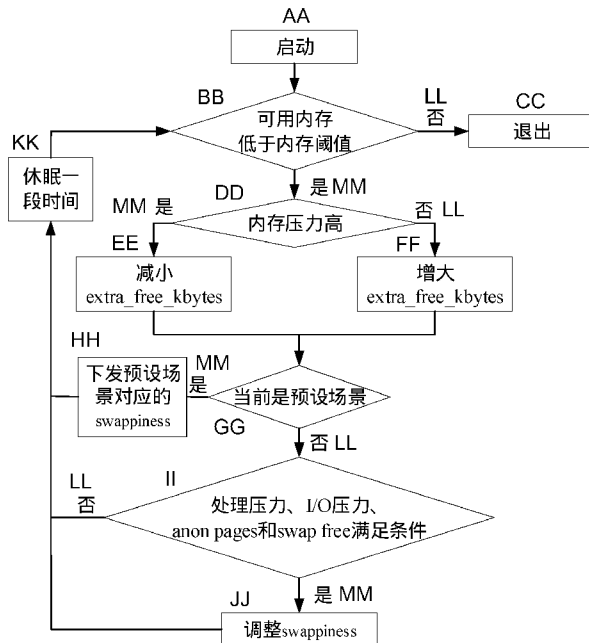
(30) 优先权:
202010949797.5 2020年9月10日 (10.09.2020) CN
202011574300.2 2020年12月25日 (25.12.2020) CN

(71) 申请人: 荣耀终端有限公司(HONOR DEVICE CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。

(72) 发明人: 胡扬(HU, Yang); 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。 袁晓峰(YUAN, Xiaofeng); 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。 罗翔(LUO, Xiang); 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。 李志卫(LI, Zhiwei); 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。 窦泽飞(DOU, Zefei); 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路8089号深业中城6号楼A单元3401, Guangdong 518040 (CN)。

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ADJUSTING MEMORY CONFIGURATION PARAMETER

(54) 发明名称: 调整内存配置参数的方法和装置



AA Start
BB Whether available memory is lower than a memory threshold
CC Exit
DD High memory pressure
EE Reduction
FF Increase
GG Whether a current scene is a preset scene
HH Issue swappiness corresponding to the preset scene
II Whether the processing pressure, the I/O pressure, anon pages and swap free meet the conditions
JJ Adjust swappiness
KK Perform dormancy for a period of time
LL No
MM Yes

图8

(57) Abstract: The present application provides a method and device for adjusting memory configuration parameters. The method comprises: acquiring a plurality of resource pressures which are used for indicating a plurality of demands for memory compression; and adjusting memory configuration parameters according to the plurality of resource pressures. There is a preset corresponding relationship between the memory configuration parameters and the plurality of resource pressures. The resource pressures are, for example, processor pressure, I/O pressure, memory recovery pressure or memory exchange space pressure, and different types of the resource pressures correspond to different memory compression demands. The memory adjusting method provided in the present application

(74) 代理人：深圳中一联合知识产权代理有限公司 (SHENZHEN ZHONGYI UNION INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO.,LTD.); 中国广东省深圳市福田区莲花街道紫荆社区深南大道6008号深圳特区报业大厦33层, Guangdong 518034 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权要求在先申请的优先权 (细则4.17(iii))

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

comprehensively takes various information into consideration, so that the optimal system performance can be realized and memory management effect is improved.

(57) 摘要: 本申请提供了一种调整内存配置参数的方法和装置。该方法包括: 获取多个资源压力, 所述多个资源压力用于指示对内存压缩的多种需求; 根据所述多个资源压力调整内存配置参数, 所述内存配置参数与所述多个资源压力之间存在预设的对应关系。资源压力例如是处理器压力、I/O压力、内存回收压力或内存交换空间压力, 不同类型的资源压力对应的内存压缩需求不同, 申请提供的调整内存的方法综合考虑多种信息, 能够实现系统性能最优, 提高管理内存的效果。

调整内存配置参数的方法和装置

5 本申请要求于 2020 年 09 月 10 日提交国家知识产权局、申请号为 202010949797.5、申请名称为“一种内存调节的方法”的中国专利申请的优先权，以及，于 2020 年 12 月 25 日提交国家知识产权局、申请号为 202011574300.2、申请名称为“调整内存配置参数的方法和装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

10 技术领域

本申请涉及存储领域，具体涉及一种调整内存配置参数的方法和装置。

背景技术

内存 (memory) 是计算机的组成部分，当计算机运行程序时，与程序运行相关的数据可以暂时存放在内存中，等待处理器调用。若内存资源不足，则处理器可能需要等待一段时间才能获取程序运行所需的数据，因此，内存资源的使用情况与程序运行情况 (如启动速率) 存在关联关系。

为了提高内存资源利用率，需要对内存资源的使用情况进行管理。一种管理内存资源的方法是基于可用内存的大小调整内存，例如，当可用内存小于预设值时，可以提高额外空闲内存配置参数 (extra_free_kbytes) 的数值，以促使内存管理模块更积极地回收内存来满足程序对内存资源的需求。但是，应用该方法管理内存的效果仍有待提高。

发明内容

本申请提供了一种调整内存配置参数的方法、装置、计算机程序产品和计算机可读存储介质，能够提高内存管理的效果。

25 第一方面，提供了一种调整内存的方法，包括：获取多个资源压力，所述多个资源压力用于指示对内存压缩的多种需求；根据所述多个资源压力调整内存配置参数，所述内存配置参数与所述多个资源压力之间存在预设的对应关系。

资源压力例如是处理器压力、输入输出 (input/output, I/O) 压力、内存回收压力或内存交换空间压力，其中，处理器压力、I/O 压力和内存回收压力可以分别由处理器压力失速信息 (pressure stall information, PSI)、I/O PSI 和内存回收 PSI 确定，内存交换空间压力可以由可用交换空间 (swap free) 和/或匿名页数量 (anon pages) 确定。不同类型的资源压力对应的内存压缩需求不同，基于一种类型的资源压力调整内存配置参数难以实现系统性能最优，例如，当 swap free 较低并且 anon pages 较低时，说明 zRAM (内存压缩技术的一个示例) 的使用收益不大，此时应当减小内存交换参数 (swappiness) 的值，以减小 zRAM 的使用频率；但是，若 I/O 压力较大，则应当增大 swappiness 的值，较大的 swappiness 能够提高 zRAM 的使用频率，从而回收更多的 anon pages，避免内存不足时文件页 (file page) 被过量回收导致的 I/O 压力持续增大，其中，I/O 压力持续增大原因是：file page 过量回收会导致缓存 (cache) 命中率下降，file

page 需要再次从磁盘读入 cache, 重读入(refault) I/O 现象增多, refault I/O 会导致 I/O 压力持续增大; 综合考虑上述两种信息, swappiness 需要设置一个合适的值以平衡内存交换空间压力和 I/O 压力, 使得系统性能最优。相比于基于一种信息调整内存, 本申请提供的调整内存的方法综合考虑多种信息, 能够实现系统性能最优, 提高管理内存的效果。

可选地, 所述内存配置参数包括 swappiness, 所述多个资源压力包括 I/O 压力和内存交换空间压力, 所述根据所述多个资源压力调整内存配置参数, 包括: 当所述 I/O 压力减小时, 并且, 当所述内存交换空间压力减小时, 减小所述内存交换参数; 或者, 当所述 I/O 压力增大时, 并且, 当所述内存交换空间压力减小时, 将所述内存交换参数调整为预设值。

swap free 反映了 zRAM 设备的剩余容量, anon pages 反映了能够输入 zRAM 设备的数据的数据量, 当 swap free 较低和/或 anon pages 较低(即, 内存交换空间压力较小)时, zRAM 的使用收益不大, 可以减小 zRAM 的使用频率。当 I/O 压力较小时, 可以减小 zRAM 的使用频率以节约运算资源。综合考虑内存交换空间压力和 I/O 压力, 可以减小 swappiness 的值, 从而实现系统性能最优, 提高管理内存的效果。

当 swap free 较低和/或 anon pages 较低(即, 内存交换空间压力较小)时, zRAM 的使用收益不大, 可以减小 zRAM 的使用频率。当 I/O 压力较大时, 应当增大 swappiness 的值, 较大的 swappiness 能够提高 zRAM 的使用频率, 从而回收更多的 anon pages, 避免内存不足时 file page 过量回收导致 I/O 压力持续增大。可以将 swappiness 设置一个合适的值(如, 预设值)以平衡内存交换空间压力和 I/O 压力, 从而实现系统性能最优, 提高管理内存的效果。

可选地, 所述内存配置参数包括 swappiness, 所述多个资源压力包括处理器压力和内存交换空间压力, 所述根据所述多个资源压力调整内存配置参数, 包括: 当所述处理器压力减小时, 并且, 当所述内存交换空间压力增大时, 增大所述 swappiness。

处理器压力较小时, 增大 swappiness 可以减小内存不足时缓存颠簸发生的概率, 同时不会影响其他任务的运算资源需求; 内存交换空间压力较大时, 说明使用 zRAM 的使用收益较大, 应当增大 swappiness。综合考虑处理器压力和内存交换空间压力, 可以增大 swappiness 的值以提高 zRAM 的使用频率, 从而实现系统性能最优, 提高管理内存的效果。

可选地, 所述内存配置参数包括 swappiness, 所述多个资源压力包括处理器压力和 I/O 压力, 所述根据所述多个资源压力调整内存配置参数, 包括: 当所述 I/O 压力减小时, 并且, 当所述处理器压力增大时, 减小所述内存交换参数; 或者, 当所述 I/O 压力增大时, 并且, 当所述处理器压力增大时, 将所述内存交换参数调整为预设值。

当 I/O 压力较小时, 可以减小 zRAM 的使用频率以节约运算资源; 当处理器压力较大时, 说明当前运算压力较大, 应当减小 swappiness 以节约运算资源; 综合考虑 I/O 压力和处理器压力, 可以减小 swappiness 以节约运算资源, 从而实现系统性能最优, 提高管理内存的效果。

当 I/O 压力较大时, 应当增大 swappiness 的值, 较大的 swappiness 能够提高 zRAM 的使用频率, 从而回收更多的 anon pages, 避免内存不足时 file page 过量回收导致 I/O

压力持续增大；当处理器压力较大时，应当减小 swappiness 以节约运算资源；可以将 swappiness 设置一个合适的值（如，预设值）以平衡 I/O 压力和处理器压力，从而实现系统性能最优，提高管理内存的效果。

5 可选地，所述根据所述多个资源压力调整内存配置参数，包括：当场景信息指示的当前应用运行场景不符合预设场景时，根据所述多个资源压力调整所述内存配置参数。

10 场景信息例如是指示应用启动或应用切换的信息。当预设场景是应用启动场景时，应用启动场景的各种资源需求比较固定，按照预设的 swappiness 调整内存即可实现系统性能最优，无需再收集 PSI 和内存交换空间压力信息进行运算，从而减小了内存调整的复杂度。

可选地，所述方法还包括：当内存回收压力增大时，减小额外空闲内存配置参数（extra_free_kbytes）；或者，当内存回收压力减小时，增大 extra_free_kbytes。

15 extra_free_kbytes 的值与内核保留的内存大小正相关，即，extra_free_kbytes 的值越大，内核保留的内存越大。当内存回收压力增大时，说明当前内存回收任务较多，第三方 APP 对内存的需求较大，可以减小 extra_free_kbytes 以便于为第三方 APP 保留更多的内存；当内存回收压力减小时，说明当前内存回收任务较少，第三方 APP 对内存的需求较小，可以增大 extra_free_kbytes 以便于为内核保留更多的内存。

可选地，所述根据所述多个资源压力调整内存配置参数，包括：当可用内存小于内存阈值时，根据所述多个资源压力调整所述内存配置参数。

20 调整内存配置参数会消耗运算资源，因此，当可用内存较大时，无需调整内存配置参数；当可用内存较小时，可以根据所述多个资源压力调整内存配置参数，从而可以在不影响应用运行的前提下节省运算资源。

可选地，所述内存阈值与物理内存的比值与所述物理内存的大小负相关。

25 可以根据物理内存的大小设置内存阈值的大小。终端设备的物理内存较大时，可以将内存阈值设置为一个占比较低的数值；终端设备的物理内存较小时，可以将内存阈值设置为一个占比较高的数值。

30 例如，终端设备 A 的物理内存为 12GB，终端设备 B 的物理内存为 6GB，终端设备 A 的 memavailable 水线可以设置为物理内存的三分之一，即 4GB；终端设备 B 的 memavailable 水线可以设置为物理内存的二分之一，即 3GB。这样，物理内存较大的终端设备（终端设备 A）在保证充足的可用内存的同时，可以减少内存调整对运算资源的消耗；物理内存较小的终端设备（终端设备 B）可以提前调整内存，减小内存不足等问题发生的概率。

35 第二方面，提供了一种调整内存的装置，包括用于执行第一方面中任一种方法的单元。该装置可以是终端设备，也可以是终端设备内的芯片。该装置可以包括输入单元和处理单元。

当该装置是终端设备时，该处理单元可以是处理器，该输入单元可以是触控屏、键盘、鼠标、摄像头、麦克风或其他输入设备；该终端设备还可以包括存储器，该存储器用于存储计算机程序代码，当该处理器执行该存储器所存储的计算机程序代码时，使得该终端设备执行第一方面中的任一种方法。

当该装置是终端设备内的芯片时，该处理单元可以是芯片内部的处理单元，该输入单元可以是输入/输出接口、管脚或电路等；该芯片还可以包括存储器，该存储器可以是该芯片内的存储器（例如，寄存器、缓存等），也可以是位于该芯片外部的存储器（例如，只读存储器、随机存取存储器等）；该存储器用于存储计算机程序代码，当该处理器执行该存储器所存储的计算机程序代码时，使得该芯片执行第一方面中的任一种方法。

第三方面，提供了一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括：计算机程序代码，当所述计算机程序代码被调整内存的装置运行时，使得该装置执行第一方面中的任一种方法。

第四方面，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计算机程序代码，当所述计算机程序代码被调整内存的装置运行时，使得该装置执行第一方面中的任一种方法。

附图说明

图 1 是本申请提供的一种终端设备的硬件系统的示意图；

图 2 是本申请提供的一种终端设备的软件系统的示意图；

图 3 是本申请提供的一种调整内存的系统的示意图；

图 4 是本申请提供的 PSI 压力注册采集模块的一种工作流程的示意图；

图 5 是本申请提供的内存信息采集模块的一种工作流程的示意图；

图 6 是本申请提供的应用场景监控模块的一种工作流程的示意图；

图 7 是本申请提供的系统压力决策模块的一种工作流程的示意图；

图 8 是本申请提供的系统压力决策模块的另一种工作流程的示意图；

图 9 是本申请提供的一种调整内存的装置的示意图；

图 10 是本申请提供的一种调整内存的电子设备的示意图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请实施例中的技术方案进行描述。

图 1 示出了一种适用于本申请的装置的硬件结构。

装置 100 可以是手机、智慧屏、平板电脑、可穿戴电子设备、车载电子设备、增强现实（augmented reality，AR）设备、虚拟现实（virtual reality，VR）设备、笔记本电脑、超级移动个人计算机（ultra-mobile personal computer，UMPC）、上网本、个人数字助理（personal digital assistant，PDA）、投影仪等等，本申请实施例对装置 100 的具体类型不作任何限制。

装置 100 可以包括处理器 110，外部存储器接口 120，内部存储器 121，通用串行总线（universal serial bus，USB）接口 130，充电管理模块 140，电源管理模块 141，电池 142，天线 1，天线 2，移动通信模块 150，无线通信模块 160，音频模块 170，扬声器 170A，受话器 170B，麦克风 170C，耳机接口 170D，传感器模块 180，按键 190，马达 191，指示器 192，摄像头 193，显示屏 194，以及用户标识模块（subscriber identification module，SIM）卡接口 195 等。其中传感器模块 180 可以包括压力传感器 180A，陀螺仪传感器 180B，气压传感器 180C，磁传感器 180D，加速度传感器 180E，距离传感器 180F，接近光传感器 180G，指纹传感器 180H，温度传感器 180J，触摸传

传感器 180K，环境光传感器 180L，骨传导传感器 180M 等。

需要说明的是，图 1 所示的结构并不构成对装置 100 的具体限定。在本申请另一些实施例中，装置 100 可以包括比图 1 所示的部件更多或更少的部件，或者，装置 100 可以包括图 1 所示的部件中某些部件的组合，或者，装置 100 可以包括图 1 所示的部件中某些部件的子部件。图 1 示的部件可以以硬件、软件、或软件和硬件的组合实现。

处理器 110 可以包括一个或多个处理单元。例如，处理器 110 可以包括以下处理单元中的至少一个：应用处理器（application processor，AP）、调制解调处理器、图形处理器（graphics processing unit，GPU）、图像信号处理器（image signal processor，ISP）、控制器、视频编解码器、数字信号处理器（digital signal processor，DSP）、基带处理器、神经网络处理器（neural-network processing unit，NPU）。其中，不同的处理单元可以是独立的器件，也可以是集成的器件。

控制器可以根据指令操作码和时序信号，产生操作控制信号，完成取指令和执行指令的控制。

处理器 110 中还可以设置存储器，用于存储指令和数据。在一些实施例中，处理器 110 中的存储器为高速缓冲存储器。该存储器可以保存处理器 110 刚用过或循环使用的指令或数据。如果处理器 110 需要再次使用该指令或数据，可从所述存储器中直接调用。避免了重复存取，减少了处理器 110 的等待时间，因而提高了系统的效率。

在一些实施例中，处理器 110 可以包括一个或多个接口。例如，处理器 110 可以包括以下接口中的至少一个：内部集成电路（inter-integrated circuit，I2C）接口、内部集成电路音频（inter-integrated circuit sound，I2S）接口、脉冲编码调制（pulse code modulation，PCM）接口、通用异步接收传输器（universal asynchronous receiver/transmitter，UART）接口、移动产业处理器接口（mobile industry processor interface，MIPI）、通用输入输出（general-purpose input/output，GPIO）接口、SIM 接口、USB 接口。

I2C 接口是一种双向同步串行总线，包括一根串行数据线（serial data line，SDA）和一根串行时钟线（serial clock line，SCL）。在一些实施例中，处理器 110 可以包含多组 I2C 总线。处理器 110 可以通过不同的 I2C 总线接口分别耦合触摸传感器 180K、充电器、闪光灯、摄像头 193 等。例如：处理器 110 可以通过 I2C 接口耦合触摸传感器 180K，使处理器 110 与触摸传感器 180K 通过 I2C 总线接口通信，实现装置 100 的触摸功能。

I2S 接口可以用于音频通信。在一些实施例中，处理器 110 可以包含多组 I2S 总线。处理器 110 可以通过 I2S 总线与音频模块 170 耦合，实现处理器 110 与音频模块 170 之间的通信。在一些实施例中，音频模块 170 可以通过 I2S 接口向无线通信模块 160 传递音频信号，实现通过蓝牙耳机接听电话的功能。

PCM 接口也可以用于音频通信，将模拟信号抽样、量化和编码。在一些实施例中，音频模块 170 与无线通信模块 160 可以通过 PCM 接口耦合。在一些实施例中，音频模块 170 也可以通过 PCM 接口向无线通信模块 160 传递音频信号，实现通过蓝牙耳机接听电话的功能。所述 I2S 接口和所述 PCM 接口都可以用于音频通信。

UART 接口是一种通用串行数据总线，用于异步通信。该总线可以为双向通信总

线。它将要传输的数据在串行通信与并行通信之间转换。在一些实施例中，UART 接口通常被用于连接处理器 110 与无线通信模块 160。例如：处理器 110 通过 UART 接口与无线通信模块 160 中的蓝牙模块通信，实现蓝牙功能。在一些实施例中，音频模块 170 可以通过 UART 接口向无线通信模块 160 传递音频信号，实现通过蓝牙耳机播放音乐的功能。

MIPI 接口可以被用于连接处理器 110 与显示屏 194 和摄像头 193 等外围器件。MIPI 接口包括摄像头串行接口(camera serial interface ,CSI)、显示屏串行接口(display serial interface , DSI) 等。在一些实施例中，处理器 110 和摄像头 193 通过 CSI 接口通信，实现装置 100 的拍摄功能。处理器 110 和显示屏 194 通过 DSI 接口通信，实现装置 100 的显示功能。

GPIO 接口可以通过软件配置。GPIO 接口可以被配置为控制信号接口，也可被配置为数据信号接口。在一些实施例中，GPIO 接口可以用于连接处理器 110 与摄像头 193，显示屏 194、无线通信模块 160、音频模块 170 和传感器模块 180。GPIO 接口还可以被配置为 I2C 接口、I2S 接口、UART 接口或 MIPI 接口。

USB 接口 130 是符合 USB 标准规范的接口，例如可以是迷你(Mini)USB 接口、微型(Micro) USB 接口或 C 型 USB (USB Type C) 接口。USB 接口 130 可以用于连接充电器为装置 100 充电，也可以用于装置 100 与外围设备之间传输数据，还可以用于连接耳机以通过耳机播放音频。USB 接口 130 还可以用于连接其他装置 100，例如 AR 设备。

图 1 所示的各模块间的连接关系只是示意性说明，并不构成对装置 100 的各模块间的连接关系的限定。可选地，装置 100 的各模块也可以采用上述实施例中多种连接方式的组合。

充电管理模块 140 用于从充电器接收电力。其中，充电器可以是无线充电器，也可以是有线充电器。在一些有线充电的实施例中，充电管理模块 140 可以通过 USB 接口 130 接收有线充电器的电流。在一些无线充电的实施例中，充电管理模块 140 可以通过装置 100 的无线充电线圈接收电磁波(电流路径如虚线所示)。充电管理模块 140 为电池 142 充电的同时，还可以通过电源管理模块 141 为装置 100 供电。

电源管理模块 141 用于连接电池 142，充电管理模块 140 与处理器 110。电源管理模块 141 接收电池 142 和/或充电管理模块 140 的输入，为处理器 110，内部存储器 121，显示屏 194，摄像头 193，和无线通信模块 160 等供电。电源管理模块 141 还可以用于监测电池容量、电池循环次数和电池健康状态(例如，漏电、阻抗) 等参数。可选地，电源管理模块 141 可以设置于处理器 110 中，或者，电源管理模块 141 和充电管理模块 140 可以设置于同一个器件中。

装置 100 的无线通信功能可以通过天线 1、天线 2、移动通信模块 150、无线通信模块 160、调制解调处理器以及基带处理器等器件实现。

天线 1 和天线 2 用于发射和接收电磁波信号。装置 100 中的每个天线可用于覆盖单个或多个通信频带。不同的天线还可以复用，以提高天线的利用率。例如：可以将天线 1 复用为无线局域网的分集天线。在另外一些实施例中，天线可以和调谐开关结合使用。

移动通信模块 150 可以提供应用在装置 100 上的无线通信的解决方案，例如下列方案中的至少一个：第二代（2th generation, 2G）移动通信解决方案、第三代（3th generation, 3G）移动通信解决方案、第四代（4th generation, 4G）移动通信解决方案、第五代（5th generation, 5G）移动通信解决方案。移动通信模块 150 可以包括至少一个滤波器，开关，功率放大器，低噪声放大器（low noise amplifier, LNA）等。移动通信模块 150 可以由天线 1 接收电磁波，并对接收的电磁波进行滤波和放大等处理，随后传送至调制解调处理器进行解调。移动通信模块 150 还可以放大经调制解调处理器调制后的信号，放大后的该信号经天线 1 转变为电磁波辐射出去。在一些实施例中，移动通信模块 150 的至少部分功能模块可以被设置于处理器 110 中。在一些实施例中，移动通信模块 150 的至少部分功能模块可以与处理器 110 的至少部分模块被设置在同一个器件中。

调制解调处理器可以包括调制器和解调器。其中，调制器用于将待发送的低频基带信号调制为中高频信号。解调器用于将接收的电磁波信号解调为低频基带信号。随后解调器将解调得到的低频基带信号传送至基带处理器处理。低频基带信号经基带处理器处理后，被传递给应用处理器。应用处理器通过音频设备（例如，扬声器 170A、受话器 170B）输出声音信号，或通过显示屏 194 显示图像或视频。在一些实施例中，调制解调处理器可以是独立的器件。在另一些实施例中，调制解调处理器可以独立于处理器 110，与移动通信模块 150 或其他功能模块设置在同一个器件中。

与移动通信模块 150 类似，无线通信模块 160 也可以提供应用在装置 100 上的无线通信解决方案，例如下列方案中的至少一个：无线局域网（wireless local area networks, WLAN）、蓝牙（bluetooth, BT）、全球导航卫星系统（global navigation satellite system, GNSS）、调频（frequency modulation, FM）、近场通信（near field communication, NFC）、红外（infrared, IR）。无线通信模块 160 可以是集成至少一个通信处理模块的一个或多个器件。无线通信模块 160 经由天线 2 接收电磁波，将电磁波信号调频以及滤波处理，并将处理后的信号发送到处理器 110。无线通信模块 160 还可以从处理器 110 接收待发送的信号，对其进行调频和放大，该信号经天线 2 转变为电磁波辐射出去。

在一些实施例中，装置 100 的天线 1 和移动通信模块 150 耦合，装置 100 的天线 2 和无线通信模块 160 耦合。

装置 100 可以通过 GPU、显示屏 194 以及应用处理器实现显示功能。GPU 为图像处理的微处理器，连接显示屏 194 和应用处理器。GPU 用于执行数学和几何计算，用于图形渲染。处理器 110 可包括一个或多个 GPU，其执行程序指令以生成或改变显示信息。

显示屏 194 可以用于显示图像或视频。显示屏 194 包括显示面板。显示面板可以采用液晶显示屏（liquid crystal display, LCD）、有机发光二极管（organic light-emitting diode, OLED）、有源矩阵有机发光二极体（active-matrix organic light-emitting diode, AMOLED）、柔性发光二极管（flex light-emitting diode, FLED）、迷你发光二极管（mini light-emitting diode, Mini LED）、微型发光二极管（micro light-emitting diode, Micro LED）、微型 OLED（Micro OLED）或量子点发光二极管（quantum dot light emitting diodes, QLED）。在一些实施例

中，装置 100 可以包括 1 个或 N 个显示屏 194，N 为大于 1 的正整数。

装置 100 可以通过 ISP、摄像头 193、视频编解码器、GPU、显示屏 194 以及应用处理器等实现拍摄功能。

5 ISP 用于处理摄像头 193 反馈的数据。例如，拍照时，打开快门，光线通过镜头被传递到摄像头感光元件上，光信号转换为电信号，摄像头感光元件将所述电信号传递给 ISP 处理，转化为肉眼可见的图像。ISP 可以对图像的噪点、亮度和色彩进行算法优化，ISP 还可以优化拍摄场景的曝光和色温等参数。在一些实施例中，ISP 可以设置在摄像头 193 中。

10 摄像头 193 用于捕获静态图像或视频。物体通过镜头生成光学图像投射到感光元件。感光元件可以是电荷耦合器件（charge coupled device，CCD）或互补金属氧化物半导体（complementary metal-oxide-semiconductor，CMOS）光电晶体管。感光元件把光信号转换成电信号，之后将电信号传递给 ISP 转换成数字图像信号。ISP 将数字图像信号输出到 DSP 加工处理。DSP 将数字图像信号转换成标准的红绿蓝（red green blue，RGB），YUV 等格式的图像信号。在一些实施例中，装置 100 可以包括 1 个或 N 个
15 摄像头 193，N 为大于 1 的正整数。

 数字信号处理器用于处理数字信号，除了可以处理数字图像信号，还可以处理其他数字信号。例如，当装置 100 在频点选择时，数字信号处理器用于对频点能量进行傅里叶变换等。

20 视频编解码器用于对数字视频压缩或解压缩。装置 100 可以支持一种或多种视频编解码器。这样，装置 100 可以播放或录制多种编码格式的视频，例如：动态图像专家组（moving picture experts group，MPEG）1、MPEG2、MPEG3 和 MPEG4。

 NPU 是一种借鉴生物神经网络结构的处理器，例如借鉴人脑神经元之间传递模式对输入信息快速处理，还可以不断地自学习。通过 NPU 可以实现装置 100 的智能认知等功能，例如：图像识别、人脸识别、语音识别和文本理解。

25 外部存储器接口 120 可以用于连接外部存储卡，例如安全数码（secure digital，SD）卡，实现扩展装置 100 的存储能力。外部存储卡通过外部存储器接口 120 与处理器 110 通信，实现数据存储功能。例如将音乐，视频等文件保存在外部存储卡中。

 内部存储器 121 可以用于存储计算机可执行程序代码，所述可执行程序代码包括指令。内部存储器 121 可以包括存储程序区和存储数据区。其中，存储程序区可存储操作系统，至少一个功能（例如，声音播放功能和图像播放功能）所需的应用程序。
30 存储数据区可存储装置 100 使用过程中所创建的数据（例如，音频数据和电话本）。此外，内部存储器 121 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如：至少一个磁盘存储器件、闪存器件和通用闪存存储器（universal flash storage，UFS）等。处理器 110 通过运行存储在内部存储器 121 的指令和/或存储在设置于处理
35 器中的存储器的指令，执行装置 100 的各种处理方法。

 装置 100 可以通过音频模块 170、扬声器 170A、受话器 170B、麦克风 170C、耳机接口 170D 以及应用处理器等实现音频功能，例如，音乐播放和录音。

 音频模块 170 用于将数字音频信息转换成模拟音频信号输出，也可以用于将模拟音频输入转换为数字音频信号。音频模块 170 还可以用于对音频信号编码和解码。在

一些实施例中,音频模块 170 或者音频模块 170 的部分功能模块可以设置于处理器 110 中。

扬声器 170A,也称为喇叭,用于将音频电信号转换为声音信号。装置 100 可以通过扬声器 170A 收听音乐或免提通话。

5 受话器 170B,也称为听筒,用于将音频电信号转换成声音信号。当用户使用装置 100 接听电话或语音信息时,可以通过将受话器 170B 靠近耳朵接听语音。

10 麦克风 170C,也称为话筒或传声器,用于将声音信号转换为电信号。当用户拨打电话或发送语音信息时,可以通过靠近麦克风 170C 发声将声音信号输入麦克风 170C。装置 100 可以设置至少一个麦克风 170C。在另一些实施例中,装置 100 可以设置两个
10 麦克风 170C,以实现降噪功能。在另一些实施例中,装置 100 还可以设置三个、四个或更多麦克风 170C,以实现识别声音来源和定向录音等功能。处理器 110 可以对麦克风 170C 输出的电信号进行处理,例如,音频模块 170 与无线通信模块 160 可以通过 PCM 接口耦合,麦克风 170C 将环境声音转换为电信号(如 PCM 信号)后,通过 PCM 接口将该电信号传输至处理器 110;从处理器 110 对该电信号进行音量分析和频率分析,
15 确定环境声音的音量和频率。

耳机接口 170D 用于连接有线耳机。耳机接口 170D 可以是 USB 接口 130,也可以是 3.5mm 的开放移动装置 100 平台(open mobile terminal platform,OMTP)标准接口,美国蜂窝电信工业协会(cellular telecommunications industry association of the USA, CTIA)标准接口。

20 压力传感器 180A 用于感受压力信号,可以将压力信号转换成电信号。在一些实施例中,压力传感器 180A 可以设置于显示屏 194。压力传感器 180A 的种类很多,例如可以是电阻式压力传感器、电感式压力传感器或电容式压力传感器。电容式压力传感器可以是包括至少两个具有导电材料的平行板,当力作用于压力传感器 180A,电极之间的电容改变,装置 100 根据电容的变化确定压力的强度。当触摸操作作用于显示屏 194 时,装置 100 根据压力传感器 180A 检测所述触摸操作。装置 100 也可以根据
25 压力传感器 180A 的检测信号计算触摸的位置。在一些实施例中,作用于相同触摸位置,但不同触摸操作强度的触摸操作,可以对应不同的操作指令。例如:当触摸操作强度小于第一压力阈值的触摸操作作用于短消息应用图标时,执行查看短消息的指令;当触摸操作强度大于或等于第一压力阈值的触摸操作作用于短消息应用图标时,执行
30 新建短消息的指令。

陀螺仪传感器 180B 可以用于确定装置 100 的运动姿态。在一些实施例中,可以通过陀螺仪传感器 180B 确定装置 100 围绕三个轴(即,x 轴、y 轴和 z 轴)的角速度。陀螺仪传感器 180B 可以用于拍摄防抖。例如,当快门被按下时,陀螺仪传感器 180B 检测装置 100 抖动的角度,根据角度计算出镜头模组需要补偿的距离,让镜头通过反
35 向运动抵消装置 100 的抖动,实现防抖。陀螺仪传感器 180B 还可以用于导航和体感游戏等场景。

气压传感器 180C 用于测量气压。在一些实施例中,装置 100 通过气压传感器 180C 测得的气压值计算海拔高度,辅助定位和导航。

磁传感器 180D 包括霍尔传感器。装置 100 可以利用磁传感器 180D 检测翻盖皮套

的开合。在一些实施例中，当装置 100 是翻盖机时，装置 100 可以根据磁传感器 180D 检测翻盖的开合。装置 100 可以根据检测到的皮套的开合状态或翻盖的开合状态，设置翻盖自动解锁等特性。

5 加速度传感器 180E 可检测装置 100 在各个方向上（一般为 x 轴、y 轴和 z 轴）加速度的大小。当装置 100 静止时可检测出重力的大小及方向。加速度传感器 180E 还可以用于识别装置 100 的姿态，作为横竖屏切换和计步器等应用程序的输入参数。

距离传感器 180F 用于测量距离。装置 100 可以通过红外或激光测量距离。在一些实施例中，例如在拍摄场景中，装置 100 可以利用距离传感器 180F 测距以实现快速对焦。

10 接近光传感器 180G 可以包括例如发光二极管（light-emitting diode，LED）和光检测器，例如，光电二极管。LED 可以是红外 LED。装置 100 通过 LED 向外发射红外光。装置 100 使用光电二极管检测来自附近物体的红外反射光。当检测到反射光时，装置 100 可以确定附近存在物体。当检测不到反射光时，装置 100 可以确定附近没有物体。装置 100 可以利用接近光传感器 180G 检测用户是否手持装置 100 贴近耳朵通
15 话，以便自动熄灭屏幕达到省电的目的。接近光传感器 180G 也可用于皮套模式或口袋模式的自动解锁与自动锁屏。

环境光传感器 180L 用于感知环境光亮度。装置 100 可以根据感知的环境光亮度自适应调节显示屏 194 亮度。环境光传感器 180L 也可用于拍照时自动调节白平衡。环境光传感器 180L 还可以与接近光传感器 180G 配合，检测装置 100 是否在口袋里，以防
20 误触。

指纹传感器 180H 用于采集指纹。装置 100 可以利用采集的指纹特性实现解锁、访问应用锁、拍照和接听来电等功能。

温度传感器 180J 用于检测温度。在一些实施例中，装置 100 利用温度传感器 180J 检测的温度，执行温度处理策略。例如，当温度传感器 180J 上报的温度超过阈值，装置 100 执行降低位于温度传感器 180J 附近的处理器的性能，以便降低功耗实施热保护。
25 在另一些实施例中，当温度低于另一阈值时，装置 100 对电池 142 加热，以避免低温导致装置 100 异常关机。在其他一些实施例中，当温度低于又一阈值时，装置 100 对电池 142 的输出电压执行升压，以避免低温导致的异常关机。

触摸传感器 180K，也称为触控器件。触摸传感器 180K 可以设置于显示屏 194，
30 由触摸传感器 180K 与显示屏 194 组成触摸屏，触摸屏也称为触控屏。触摸传感器 180K 用于检测作用于其上或其附近的触摸操作。触摸传感器 180K 可以将检测到的触摸操作传递给应用处理器，以确定触摸事件类型。可以通过显示屏 194 提供与触摸操作相关的视觉输出。在另一些实施例中，触摸传感器 180K 也可以设置于装置 100 的表面，并且与显示屏 194 设置于不同的位置。

35 骨传导传感器 180M 可以获取振动信号。在一些实施例中，骨传导传感器 180M 可以获取人体声部振动骨块的振动信号。骨传导传感器 180M 也可以接触人体脉搏，接收血压跳动信号。在一些实施例中，骨传导传感器 180M 也可以设置于耳机中，结合成骨传导耳机。音频模块 170 可以基于所述骨传导传感器 180M 获取的声部振动骨块的振动信号，解析出语音信号，实现语音功能。应用处理器可以基于所述骨传导传

传感器 180M 获取的血压跳动信号解析心率信息，实现心率检测功能。

按键 190 包括开机键和音量键。按键 190 可以是机械按键，也可以是触摸式按键。装置 100 可以接收按键输入信号，实现于案件输入信号相关的功能。

5 马达 191 可以产生振动。马达 191 可以用于来电提示，也可以用于触摸反馈。马达 191 可以对作用于不同应用程序的触摸操作产生不同的振动反馈效果。对于作用于显示屏 194 的不同区域的触摸操作，马达 191 也可产生不同的振动反馈效果。不同的应用场景（例如，时间提醒、接收信息、闹钟和游戏）可以对应不同的振动反馈效果。触摸振动反馈效果还可以支持自定义。

10 指示器 192 可以是指示灯，可以用于指示充电状态和电量变化，也可以用于指示消息、未接来电和通知。

SIM 卡接口 195 用于连接 SIM 卡。SIM 卡可以插入 SIM 卡接口 195 实现与装置 100 的接触，也可以从 SIM 卡接口 195 拔出实现与装置 100 的分离。装置 100 可以支持 1 个或 N 个 SIM 卡接口，N 为大于 1 的正整数。同一个 SIM 卡接口 195 可以同时插入多张卡，所述多张卡的类型可以相同，也可以不同。SIM 卡接口 195 也可以兼容
15 外部存储卡。装置 100 通过 SIM 卡和网络交互，实现通话以及数据通信等功能。在一些实施例中，装置 100 采用嵌入式 SIM（embedded-SIM，eSIM）卡，eSIM 卡可以嵌在装置 100 中，不能和装置 100 分离。

上文详细描述了装置 100 的硬件系统，下面介绍装置 100 的软件系统。软件系统可以采用分层架构、事件驱动架构、微核架构、微服务架构或云架构，本申请实施例
20 以分层架构为例，示例性地描述装置 100 的软件系统。

如图 2 所示，采用分层架构的软件系统分成若干个层，每一层都有清晰的角色和分工。层与层之间通过软件接口通信。在一些实施例中，软件系统可以分为四层，从上至下分别为应用程序层、应用程序框架层、安卓运行时（Android Runtime）和系统库、以及内核层。

25 应用程序层可以包括相机、图库、日历、通话、地图、导航、WLAN、蓝牙、音乐、视频、短信息等应用程序。

应用程序框架层为应用程序层的应用程序提供应用程序编程接口（application programming interface，API）和编程框架。应用程序框架层可以包括一些预定义的函数。

30 例如，应用程序框架层包括窗口管理器、内容提供者、视图系统、电话管理器、资源管理器、通知管理器、PSI 压力注册采集模块、内存信息采集模块、应用场景监控模块和系统压力决策模块。

窗口管理器用于管理窗口程序。窗口管理器可以获取显示屏大小，判断是否有状态栏、锁定屏幕和截取屏幕。

35 内容提供者用来存放和获取数据，并使这些数据可以被应用程序访问。所述数据可以包括视频、图像、音频、拨打和接听的电话、浏览历史和书签、以及电话簿。

视图系统包括可视控件，例如显示文字的控件和显示图片的控件。视图系统可用于构建应用程序。显示界面可以由一个或多个视图组成，例如，包括短信通知图标的显示界面，可以包括显示文字的视图以及显示图片的视图。

电话管理器用于提供装置 100 的通信功能，例如通话状态（接通或挂断）的管理。

资源管理器为应用程序提供各种资源，比如本地化字符串、图标、图片、布局文件和视频文件。

通知管理器使应用程序可以在状态栏中显示通知信息，可以用于传达告知类型的消息，可以短暂停留后自动消失，无需用户交互。比如通知管理器被用于下载完成告知和消息提醒。通知管理器还可以管理以图表或者滚动条文本形式出现在系统顶部状态栏的通知，例如后台运行的应用程序的通知。通知管理器还可以管理以对话框形式出现在屏幕上的通知，例如在状态栏提示文本信息、发出提示音、电子设备振动以及指示灯闪烁。

PSI 压力注册采集模块用于采集各种类型的 PSI，如中央处理器（central processing unit，CPU）运行时间、内存回收时间和 I/O 等待时间；内存信息采集模块用于采集可用内存、swap free 和 anon pages 等内存相关的信息；应用场景监控模块用于采集 APP 启动和 APP 切换等场景信息。

系统压力决策模块用于根据 PSI 压力注册采集模块、内存信息采集模块和应用场景监控模块采集的信息做出内存调整决策。

Android Runtime 包括核心库和虚拟机。Android runtime 负责安卓系统的调度和管理。

核心库包含两部分：一部分是 java 语言需要调用的功能函数，另一部分是安卓的核心库。

应用程序层和应用程序框架层运行在虚拟机中。虚拟机将应用程序层和应用程序框架层的 java 文件执行为二进制文件。虚拟机用于执行对象生命周期的管理、堆栈管理、线程管理、安全和异常的管理、以及垃圾回收等功能。

系统库可以包括多个功能模块，例如：表面管理器（surface manager），媒体库（Media Libraries），三维图形处理库（例如：OpenGL ES）和 2D 图形引擎（例如：SGL）。

表面管理器用于对显示子系统进行管理，并且为多个应用程序提供了 2D 图层和 3D 图层的融合。

媒体库支持多种音频格式的回放和录制、多种视频格式回放和录制以及静态图像文件。媒体库可以支持多种音视频编码格式，例如：MPEG4，H.264，MP3，AAC，AMR，JPG 和 PNG。

三维图形处理库可以用于实现三维图形绘图、图像渲染、合成和图层处理。

2D 图形引擎是 2D 绘图的绘图引擎。

内核层是硬件和软件之间的层。内核层至少包含显示驱动，摄像头驱动，音频驱动，传感器驱动。

下面结合显示拍照场景，示例性说明装置 100 的软件系统以及硬件系统的工作流程。

当用户在触摸传感器 180K 上进行触摸操作时，相应的硬件中断被发送至操作系统层，操作系统层将触摸操作加工成原始输入事件，原始输入事件例如包括触摸坐标和触摸操作的时间戳等信息；随后，操作系统层识别出原始输入事件对应的控件，并通知该控件对应的应用程序（application，APP）。例如，上述触摸操作为单击操作，上述控件对应的 APP

为相机 APP，则相机 APP 可以通过 API 调用后台服务，将控制指令传输至逻辑端口管理模块，通过逻辑端口管理模块控制摄像头 193 进行拍摄。

相机 APP 在运行时，与相机 APP 相关的数据可以暂时存放在内存中，等待处理器调用。若内存资源不足，则处理器可能需要等待一段时间才能获取相机 APP 的数据，因此，内存资源的使用情况与相机 APP 运行情况（如启动速率）存在关联关系。

为了提高内存资源利用率，需要对内存资源的使用情况进行管理。可以通过调节内存配置参数来管理内存资源，下面介绍适用于本申请的两种内存配置参数。

1、额外空闲内存配置参数（extra_free_kbytes）

extra_free_kbytes 的配置方式可以是/proc/sys/vm/extra_free_kbytes，其意义是在不改变最小水线（min watermark）的前提下，提高低水线（low watermark）和高水线（high watermark）的数值。

extra_free_kbytes 的值与内核保留的内存大小正相关，即，extra_free_kbytes 的值越大，内核保留的内存越大，相应地，第三方 APP（如相机 APP）可以使用的内存越小。当 extra_free_kbytes 的值较大时，内存整理功能 kswapd/kcompactd 会被更频繁的触发，内存回收功能 lowmemorykiller 也会被更频繁的触发，为内核保留更多的内存。当 extra_free_kbytes 的值较小时，第三方 APP 能够使用更多的内存，但是内存分配时出现直接回收（direct reclaim）或者 I/O 阻塞的概率会增大。

2、内存交换参数（swappiness）。

swappiness 的配置方式可以是/proc/sys/vm/swappiness。内核在运行时会尝试把运行时内存交换到 zRAM，或者通过删除系统缓存中的内存页来获得更多内存，swappiness 用于平衡这两种方式的使用频率。swappiness 的值越大，内核就会更积极的把运行时内存交换到 zRAM；swappiness 的值越小，内核就更偏向于删除系统缓存中的内存页。

通过设置内存配置参数的值，可以控制内核管理内存的方式。若内存配置参数的值设置不合适，则会导致系统性能下降，例如，当 swappiness 的值较小时，若当前存在大量的文件读入任务，则系统会陷入缓存颠簸状态（即，内存不足导致文件页频繁重复读入释放的状态），即使当前 zRAM 有大量的剩余空间也无法利用，从而导致系统 I/O 高负载。

下面，将详细介绍本申请提供的调节内存的方法。

本申请提供的调节内存的方法能够应用于图 3 所示的系统。该系统包括 PSI 压力注册采集模块、内存信息采集模块、应用场景监控模块和系统压力决策模块。

PSI 压力注册采集模块用于从 PSI 群组时间采集器（PSI group time collector）采集各种类型的 PSI，PSI 群组时间采集器用于统计各个分组的任务所处状态的累计时间，如 CPU 运行时间（CPU running time）、内存回收时间（memory reclaim time）和 I/O 等待时间（I/O waiting time），其中，CPU 运行时间即 CPU PSI，反映了系统的运算压力；内存回收时间即内存回收 PSI，反映了系统的内存回收压力；I/O 等待时间即 I/O PSI，反映了系统的 I/O 压力。

例如，CPU 可以处理多个任务，该多个任务包括内存回收任务，该 CPU 完成该多个任务所耗费的时间即 CPU 运行时间，其中，CPU 完成内存回收任务的时间即内存回

收时间。此外,上述多个任务从磁盘(disk)读出和写入所耗费的时间即 I/O 等待时间。

内存信息采集模块用于通过 `proc fs` 文件系统读取 `/proc/meminfo`, `/proc/meminfo` 例如是可用内存(memory available)、可用交换空间(swap free)和匿名页数量(anon pages)。

5 swap free 反映了 zRAM 的剩余容量,anon pages 反映了能够输入 zRAM 的数据的数据量,当 swap free 较低并且 anon pages 较低时,zRAM 的使用收益不大,可以减小 zRAM 的使用频率;当 swap free 较高并且 anon pages 较高时,zRAM 的使用收益较大,可以提高 zRAM 的使用频率。调整内存配置参数会消耗运算资源,因此,当可用内存(物理内存)较大时,无需调整内存配置参数;当可用内存较小时,可以对内存配置参数进行调整。

10 应用场景监控模块用于采集 APP 启动和 APP 切换等场景信息,例如,可以通过系统服务中的活动管理器服务(activity manager service,AMS)获取场景信息。

系统压力决策模块可以获取压力阈值和调整参数,其中,压力阈值可以是统计 PSI 的时间窗口大小、不同压力的上报阈值、zRAM 空间剩余量的阈值、anon page 大小的阈值等;调整参数可以是 swappiness 调整的上限、下限、预设值等。系统压力决策模
15 块还可以根据压力阈值、调整参数、PSI 压力注册采集模块、内存信息采集模块和应用场景监控模块采集的信息做出内存调整决策。例如,可以通过 `proc fs` 文件系统调整 swappiness 和 `extra_free_kbytes`。

下面将详细介绍 PSI 压力注册采集模块、内存信息采集模块、应用场景监控模块和系统压力决策模块的工作流程。

20 PSI 压力注册采集模块可以采集多种类型的 PSI,例如,CPU PSI、内存回收 PSI 和 I/O PSI。每种类型的 PSI 可以分为多个等级,例如,CPU PSI 按照不同的值可以对应高压事件、中压事件和低压事件。

图 4 是一种单类型 PSI 的采集流程。

PSI 压力注册采集模块开始工作后,可以注册内存压力监听,并设置初始压力状
25 态为无压力。随后,PSI 压力注册采集模块基于 `epoll_wait` 机制等待内核上报压力事件。

若当前压力状态为无压力,则 PSI 压力注册采集模块在阻塞模式中等待压力上报。随后,若等待压力上报期间收到压力事件,则 PSI 压力注册采集模块基于压力事件设置压力;若等待压力上报期间未收到压力事件,则 PSI 压力注册采集模块继续等待压力事件上报。

30 若当前压力状态为有压力,则 PSI 压力注册采集模块可以基于压力上报周期设置超时时间,并判断超时前是否有压力上报。

若超时前有压力上报,则 PSI 压力注册采集模块可以基于压力事件设置压力;若超时前没有压力上报,则 PSI 压力注册采集模块可以设置压力状态为无压力。

需要说明的是,S401 中的“当前无压力”指的是 PSI 压力注册采集模块基于上个压
35 力上报周期收集的信息做出的判断,S403 和 S404 则是 PSI 压力注册采集模块基于当前压力上报周期收集的信息做出的判断。

执行 S403 或 S404 后,PSI 压力注册采集模块可以重复执行 S401。

对于同一类型的压力,PSI 压力注册采集模块只向外暴露语义最大的那个。例如,当内核向 PSI 压力注册采集模块上报了高压事件和低压事件时,PSI 压力注册采

集模块只向系统压力决策模块展示高压压力事件。

若 PSI 压力注册采集模块注册了多种类型的压力监听，则内核独立上报每种压力的事件。例如，PSI 压力注册采集模块可以注册 CPU 压力监听、内存回收压力监听和 I/O 压力监听；随后，内核向 PSI 压力注册采集模块分别上报 CPU 压力事件、内存回收压力事件和 I/O 压力事件。

下面介绍一个 PSI 压力注册采集模块工作的具体示例。

设置一个 1s 的时间窗口，在该时间窗口内，内核会不停地统计 CPU 处理各个任务的时间、内存回收时间和 I/O 等待时间。

以多核 CPU 的处理时间为例，内核收集到多核 CPU 的处理时间后，可以通过加权平均算法将多个 CPU 核的处理时间折算为单核 CPU 的处理时间。

可以预设处理时间达到 400ms 时 CPU 压力为低压力，处理时间达到 500ms 时 CPU 压力为中压力，处理时间达到 600ms 时 CPU 压力为高压压力。当内核统计的 CPU 处理时间小于 400ms 时，内核不上报 CPU 压力事件；当内核统计的 CPU 处理事件大于等于 400ms 且小于 500ms 时，内核上报 CPU 低压力事件；当内核统计的 CPU 处理事件大于等于 500ms 且小于 600ms 时，内核上报 CPU 中压力事件；当内核统计的 CPU 处理事件大于等于 600ms 时，内核上报 CPU 高压压力事件。

上述 CPU 压力事件上报过程中，各个压力事件是独立上报的，即，PSI 压力注册采集模块在一个时间窗口内可能收到多个压力事件。多个压力事件的语义大小排序为：高压压力事件>中压力事件>低压力事件>无压力事件，若 PSI 压力注册采集模块在一个时间窗口内收到多个压力事件，只需向系统压力决策模块展示语义最大的那个事件。

需要说明的是，无压力事件不是内核上报的事件，而是 PSI 压力注册采集模块生成的事件。当内核在一个时间窗口内未上报任何压力事件时，PSI 压力注册采集模块生成无压力事件。

在处理时间统计过程中，由于时间窗口是持续滑动的，那么到了下一个时间窗口，所有的信息都要重新统计，内核可以按照下述方法统计下一个时间窗口的处理时间，以提高统计效率。

例如，时间窗口 1 和时间窗口 2 是两个相邻的时间窗口，时长均为 1s；时间窗口 1 中 CPU 处理时间是 800ms，时间窗口 2 到达 300ms 时内核统计的 CPU 处理时间为 50ms，则内核可以根据公式（1）预测时间窗口 2 的 CPU 处理时间为 610ms。

$$T_2 = (T_1/T) * T_n + T_m \quad (1)$$

公式（1）中， T_2 为预测的当前时间窗口内的 CPU 处理时间， T_1 为上一个时间窗口内的 CPU 处理时间， T 为时间窗口的时长， T_n 为当前时间窗口的剩余时长， T_m 为当前时间窗口实际统计的 CPU 处理时间。

在上述示例中， $T_1=800\text{ms}$ ， $T=1\text{s}$ ， $T_n=700\text{ms}$ ， $T_m=50\text{ms}$ ，将这些数字代入公式（1）可得 $T_2=610\text{ms}$ 。

图 5 是本申请提供的一种内存信息采集模块的工作流程的示意图。

内存信息采集模块开始工作后，可以通过 `prof fs` 文件系统读取 `/prof/meminfo`，`/prof/meminfo` 即内存信息，`/prof/meminfo` 可以包括 `memory available`、`swap free` 和 `anon pages`，其中，`swap free` 和 `anon pages` 是指示 zRAM 使用频率的内存信息。

由于调整内存配置参数会消耗运算资源，记录当前读取的内存信息后，内存信息采集模块可以根据 memory available 判断是否启动系统压力决策模块。当 memory available 低于内存阈值时，说明可用内存较少，此时启动系统压力决策模块能够取得较大的收益，可以启动启动系统压力决策模块，下文会详述系统压力决策模块根据 swap free 和 anon pages 等信息调整内存配置参数的方法；memory available 高于内存阈值时，说明可用内存较多，此时启动系统压力决策模块不能取得较大的收益，内存信息采集模块可以休眠一段时间（例如 2s），随后再读取 /proc/meminfo。

可选地，内存信息采集模块可以在开始工作由注册启动场景监听，休眠后可以由应用场景（如，应用冷启动）触发进入苏醒状态，随后再读取 /proc/meminfo。

图 6 是本申请提供的一种应用场景监控模块的工作流程的示意图。

Activity 启动后，应用场景监控模块可以在 AMS 应用生命周期核心回调函数前插桩，监控应用场景。上述 AMS 应用生命周期核心回调函数可以包括图 6 所示的创建函数（onCreate）、开始函数（onStart）、恢复函数（onResume）、暂停函数（onPause）、停止函数（onStop）、关闭函数（onDestroy）和重启函数（onRestart）。每种函数对应一种应用场景，通过这些函数前插桩，应用场景监控模块能够获取各种场景信息。

上文详细描述了 PSI 压力注册采集模块、内存信息采集模块和应用场景监控模块的工作流程，下面，将详细介绍系统压力决策模块的工作流程。

如图 7 所示，系统压力决策模块初始化后加载图 3 所示的压力阈值和调整参数，随后注册 PSI 压力注册采集模块、内存信息采集模块和应用场景监控模块，从这三个模块分别获取 PSI、内存信息和场景信息。

当 memavailable 的值低于 memavailable 水线（图 7 中的虚线）时，可用内存已处于紧张状态，系统压力决策模块启动内存调整功能能够获得较大的系统收益；当 memavailable 的值高于 memavailable 水线时，可用内存处于宽松状态，系统压力决策模块继续调整内存的系统收益已不大，可以退出内存调整功能。

可选地，可以根据物理内存的大小设置内存阈值的大小。终端设备的物理内存较大时，可以将内存阈值设置为一个占比较低的数值；终端设备的物理内存较小时，可以将内存阈值设置为一个占比较高的数值。

例如，终端设备 A 的物理内存为 12GB，终端设备 B 的物理内存为 6GB，终端设备 A 的 memavailable 水线可以设置为物理内存的三分之一，即 4GB；终端设备 B 的 memavailable 水线可以设置为物理内存的二分之一，即 3GB。这样，物理内存较大的终端设备（终端设备 A）在保证充足的可用内存的同时，可以减少内存调整对运算资源的消耗；物理内存较小的终端设备（终端设备 B）可以提前调整内存，减小内存不足等问题发生的概率。

图 8 是系统压力决策模块的工作流程的示意图。

系统压力决策模块开始工作（即，初始化）后，若可用内存低于内存阈值（即，memavailable 的值低于 memavailable 水线），则判断内存压力是否较高。

例如，内存回收任务所需时间（即，内存 PSI 指示的时间）指示内存需求压力，当内存回收任务所需时间大于第三时间阈值时，说明当前内存回收任务较多，第三方 APP 对内存的需求较大，系统压力决策模块可以减小 extra_free_kbytes 以便于为第三

方 APP 保留更多的内存；当内存回收任务所需时间小于第三时间阈值时，说明当前内存回收任务较少，第三方 APP 对内存的需求较小，系统压力决策模块可以增大 extra_free_kbytes 以便于为内核保留更多的内存。

调整 extra_free_kbytes 之后，系统压力决策模块可以调整 swappiness。

- 5 系统压力决策模块首先判断当前 APP 运行场景是否符合预设场景，若当前 APP 运行场景符合预设场景，则系统压力决策模块可以下发预设场景对应的 swappiness。例如，预设场景是应用启动场景，当前 APP 运行场景也是应用启动场景，则系统压力决策模块可以判断当前 APP 运行场景是否符合预设场景；应用启动场景的各种资源需求比较固定，按照预设的 swappiness 调整内存即可实现系统性能最优，无需再收集 PSI、
- 10 swap free 和 anon pages 等信息进行运算，从而减小了内存调整的复杂度。

若当前 APP 运行场景不符合预设场景，则系统压力决策模块可以基于 PSI、swap free 和 anon pages 等信息调整 swappiness，调整方式如表 1 所示。

表 1

I/O PSI	CPU PSI	swap free & anon pages	swappiness
N/A	低	高	↑
低	高	N/A	↓
低	N/A	低	↓
高	高	N/A	平衡值
高	N/A	低	平衡值

- 表 1 中，N/A 表示该参数当前不适用。I/O PSI 与 I/O 压力正相关，I/O PSI 越大，
- 15 I/O 压力越大；CPU PSI 与运算压力正相关，CPU PSI 越大，运算压力越大。

- 对于表 1 中第一行的判断方式，当处理时间（CPU PSI 指示的时间）小于第二时间阈值时，说明运算压力较小，可以提高 zRAM 的使用频率来换取更大的可用内存。当 swap free 较高并且 anon pages 较高时，zRAM 的使用收益较大，可以提高 zRAM 的使用频率。综合考虑 CPU PSI、anon pages 和 swap free，可以增大 swappiness 的值以
- 20 提高 zRAM 的使用频率，从而实现系统性能最优，提高管理内存的效果。

- 对于表 1 中第二行的判断方式，当处理时间（CPU PSI 指示的时间）大于第二时间阈值时，说明运算压力较大，可以减小 zRAM 的使用频率以减小运算资源需求。当 I/O 时间（I/O PSI 指示的时间）小于第一时间阈值时，说明当前 I/O 压力较小，对内存的需求较小，可以减小 zRAM 的使用频率，综合考虑 I/O PSI 和 CPU PSI，可以减小
- 25 swappiness 的值以降低 zRAM 的使用频率，从而实现系统性能最优，提高管理内存的效果。

- 对于表 1 中第三行的判断方式，当 I/O 时间（I/O PSI 指示的时间）小于第一时间阈值时，说明当前 I/O 压力较小，对内存的需求较小，可以减小 zRAM 的使用频率。当 swap free 较低并且 anon pages 较低时，zRAM 的使用收益较小，可以减小 zRAM 的
- 30 使用频率。综合考虑 I/O PSI、anon pages 和 swap free，可以减小 swappiness 的值以降低 zRAM 的使用频率，从而实现系统性能最优，提高管理内存的效果。

对于表 1 中第四行的判断方式，当处理时间（CPU PSI 指示的时间）大于第二时间阈值时，说明运算压力较大，可以减小 zRAM 的使用频率以减小运算资源需求。

当 I/O 时间 (I/O PSI 指示的时间) 大于第一时间阈值时, 说明当前 I/O 压力较大, 对内存的需求较大, 应当增大 zRAM 的使用频率来换取更大的可用内存。综合考虑 I/O PSI 和 CPU PSI, 可以将 swappiness 设置一个合适的值 (如, 预设的平衡值) 以平衡运算资源需求与内存需求, 从而实现系统性能最优, 提高管理内存的效果。

对于表 1 中第五行的判断方式, 当 I/O 时间 (I/O PSI 指示的时间) 大于第一时间阈值时, 说明当前 I/O 压力较大, 对内存的需求较大, 应当增大 zRAM 的使用频率。当 swap free 较低并且 anon pages 较低时, zRAM 的使用收益较小, 应当减小 zRAM 的使用频率。综合考虑 I/O PSI、swap free 和 anon pages, 可以将 swappiness 设置一个合适的值 (如, 预设的平衡值) 以平衡内存需求与 zRAM 的使用收益, 从而实现系统性能最优, 提高管理内存的效果。

上述五种调整 swappiness 的方式是本申请提供的一些实施例, 基于上述调整思想, 还可以扩展出更多的调整方式, 本申请不再一一列举。此外, 上述第一时间阈值、第二时间阈值可以是预设的值, 如图 3 中系统压力决策模块获取的阈值所示。

若系统压力决策模块获取的 PSI、swap free 和 anon pages 不满足表 1 所示的条件, 则系统压力决策模块可以不调整 swappiness。无论 swappiness 是否被调整, 系统压力决策模块在根据表 1 做出判断处理之后均可以休眠一段时间, 以减小运算资源和内存资源的消耗。

在内存为 2GB、系统为 EMUI11.0 lite 的华为手机上应用上述方法后, 相机 APP 在系统高负载的情况 (如, 连续启动 30 个 APP) 下的启动时间相比于未应用上述方法的启动时间减少了 50ms, 可用内存提升了 80MB。

上述实施例中, 系统压力决策模块首先调整了 extra_free_kbytes, 随后又调整了 swappiness; 在调整 swappiness 的过程中, 系统压力决策模块首先基于应用场景调整 swappiness, 又基于 PSI、swap free 和 anon pages 调整 swappiness。需要说明的是, 这些调整步骤的先后顺序是可以交换的, 本申请对此不做限定。

例如, 系统压力决策模块可以先调整 swappiness 再调整 extra_free_kbytes; 在调整 swappiness 的过程中, 系统压力决策模块可以先基于 PSI、swap free 和 anon pages 调整 swappiness, 再基于应用场景调整 swappiness。

上文详细介绍了本申请提供的调整内存的方法的示例。可以理解的是, 相应的装置为了实现上述功能, 其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到, 结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤, 本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行, 取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能, 但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

本申请可以根据上述方法示例对调整内存的装置进行功能单元的划分, 例如, 可以将各个功能划分为各个功能单元, 也可以将两个或两个以上的功能集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现, 也可以采用软件功能单元的形式实现。需要说明的是, 本申请中对单元的划分是示意性的, 仅仅为一种逻辑功能划分, 实际实现时可以有另外的划分方式。

图 9 是本申请提供的一种调整内存的装置的结构示意图。该装置 900 包括处理单元 910 和输入单元 920，其中，输入单元 920 能够在处理单元 910 的控制下执行获取步骤。例如：

5 所述输入单元 920 用于：获取多个资源压力，所述多个资源压力用于指示对内存压缩的多种需求；

所述处理单元 910 用于：根据所述多个资源压力调整内存配置参数，所述内存配置参数与所述多个资源压力之间存在预设的对应关系。

10 可选地，所述内存配置参数包括内存交换参数，所述多个资源压力包括输入/输出压力和内存交换空间压力，所述处理单元 910 具体用于：当所述输入/输出压力减小时，并且，当所述内存交换空间压力减小时，减小所述内存交换参数；或者，当所述输入/输出压力增大时，并且，当所述内存交换空间压力减小时，将所述内存交换参数调整为预设值。

15 可选地，所述内存配置参数包括内存交换参数，所述多个资源压力包括处理器压力和内存交换空间压力，所述处理单元 910 具体用于，包括：当所述处理器压力减小时，并且，当所述内存交换空间压力增大时，增大所述内存交换参数。

可选地，所述内存交换空间压力的大小与匿名页数量正相关。

可选地，所述内存交换空间压力的大小与可用交换空间的大小正相关。

20 可选地，所述内存配置参数包括内存交换参数，所述多个资源压力包括处理器压力和输入/输出压力，所述处理单元 910 具体用于：当所述输入/输出压力减小时，并且，当所述处理器压力增大时，减小所述内存交换参数；或者，当所述输入/输出压力增大时，并且，当所述处理器压力增大时，将所述内存交换参数调整为预设值。

可选地，所述处理单元 910 具体用于：当场景信息指示的当前应用运行场景不符合预设场景时，根据所述多个资源压力调整所述内存配置参数。

25 可选地，所述处理单元 910 还用于：当内存回收压力增大时，减小额外空闲内存配置参数；或者，当内存回收压力减小时，增大额外空闲内存配置参数。

可选地，所述处理单元 910 具体用于：当可用内存小于内存阈值时，根据所述多个资源压力调整所述内存配置参数。

装置 900 执行调整内存的方法的具体方式以及产生的有益效果可以参见方法实施例中的相关描述。

30 图 10 示出了本申请提供的一种电子设备的结构示意图。图 10 中的虚线表示该单元或该模块为可选的。设备 1000 可用于实现上述方法实施例中描述的方法。设备 1000 可以是终端设备或服务器或芯片。

35 设备 1000 包括一个或多个处理器 1001，该一个或多个处理器 1001 可支持设备 1000 实现方法实施例中的方法。处理器 1001 可以是通用处理器或者专用处理器。例如，处理器 1001 可以是中央处理器（central processing unit，CPU）、数字信号处理器（digital signal processor，DSP）、专用集成电路（application specific integrated circuit，ASIC）、现场可编程门阵列（field programmable gate array，FPGA）或者其他可编程逻辑器件，如分立门、晶体管逻辑器件或分立硬件组件。

处理器 1001 可以用于对设备 1000 进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数

据。设备 1000 还可以包括通信单元 1005，用以实现信号的输入（接收）和输出（发送）。

例如，设备 1000 可以是芯片，通信单元 1005 可以是该芯片的输入和/或输出电路，或者，通信单元 1005 可以是该芯片的通信接口，该芯片可以作为终端设备或服务器或其他电子设备的组成部分。

又例如，设备 1000 可以是终端设备或服务器，通信单元 1005 可以是该终端设备或该服务器的收发器，或者，通信单元 1005 可以是该终端设备或该服务器的收发电路。

设备 1000 中可以包括一个或多个存储器 1002，其上存有程序 1004，程序 1004 可被处理器 1001 运行，生成指令 1003，使得处理器 1001 根据指令 1003 执行上述方法实施例中描述的方法。可选地，存储器 1002 中还可以存储有数据。可选地，处理器 1001 还可以读取存储器 1002 中存储的数据（如表 1），该数据可以与程序 1004 存储在相同的存储地址，该数据也可以与程序 1004 存储在不同的存储地址。

处理器 1001 和存储器 1002 可以单独设置，也可以集成在一起，例如，集成在终端设备的系统级芯片（system on chip，SOC）上。

设备 1000 还可以包括天线 1006。通信单元 1005 用于通过天线 1006 实现设备 1000 的收发功能。

本申请还提供了一种计算机程序产品，该计算机程序产品被处理器 1001 执行时实现本申请中任一方法实施例所述的方法。

该计算机程序产品可以存储在存储器 1002 中，例如是程序 1004，程序 1004 经过预处理、编译、汇编和链接等处理过程最终被转换为能够被处理器 1001 执行的可执行目标文件。

本申请还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被计算机执行时实现本申请中任一方法实施例所述的方法。该计算机程序可以是高级语言程序，也可以是可执行目标程序。

该计算机可读存储介质例如是存储器 1002。存储器 1002 可以是易失性存储器或非易失性存储器，或者，存储器 1002 可以同时包括易失性存储器和非易失性存储器。其中，非易失性存储器可以是只读存储器（read-only memory，ROM）、可编程只读存储器（programmable ROM，PROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable PROM，EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically EPROM，EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器（random access memory，RAM），其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明，许多形式的 RAM 可用，例如静态随机存取存储器（static RAM，SRAM）、动态随机存取存储器（dynamic RAM，DRAM）、同步动态随机存取存储器（synchronous DRAM，SDRAM）、双倍数据速率同步动态随机存取存储器（double data rate SDRAM，DDR SDRAM）、增强型同步动态随机存取存储器（enhanced SDRAM，ESDRAM）、同步连接动态随机存取存储器（synchlink DRAM，SLDRAM）和直接内存总线随机存取存储器（direct rambus RAM，DR RAM）。

本领域的技术人员可以清楚地了解到，为了描述的方便和简洁，上述描述的装置和设备的具体工作过程以及产生的技术效果，可以参考前述方法实施例中对应的过程和技术效果，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其他方式实现。例如，以上所描述的方法实施例的一些特征可以忽略，或不执行。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统。另外，各单元之间的耦合或各个组件之间的耦合可以是直接耦合，也可以是间接耦合，上述耦合包括电的、机械的或其他形式的连接。

应理解，在本申请的各种实施例中，各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不对本申请的实施例的实施过程构成任何限定。

另外，本文中术语“系统”和“网络”在本文中常被可互换使用。本文中的术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

总之，以上所述仅为本申请技术方案的较佳实施例而已，并非用于限定本申请的保护范围。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

1.一种调整内存配置参数的方法，其特征在于，包括：

获取多个资源压力，所述多个资源压力用于指示对内存压缩的多种需求；

5 根据所述多个资源压力调整内存配置参数，所述内存配置参数与所述多个资源压力之间存在预设的对应关系。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述内存配置参数包括内存交换参数，所述多个资源压力包括输入/输出压力和内存交换空间压力，

所述根据所述多个资源压力调整内存配置参数，包括：

10 当所述输入/输出压力减小时，并且，当所述内存交换空间压力减小时，减小所述内存交换参数；或者，

当所述输入/输出压力增大时，并且，当所述内存交换空间压力减小时，将所述内存交换参数调整为预设值。

3.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述内存配置参数包括内存交换参数，所述多个资源压力包括处理器压力和内存交换空间压力，

15 所述根据所述多个资源压力调整内存配置参数，包括：

当所述处理器压力减小时，并且，当所述内存交换空间压力增大时，增大所述内存交换参数。

4.根据权利要求2或3所述的方法，其特征在于，所述内存交换空间压力的大小与匿名页数量正相关。

20 5.根据权利要求2至4中任一项所述的方法，其特征在于，所述内存交换空间压力的大小与可用交换空间的大小正相关。

6.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述内存配置参数包括内存交换参数，所述多个资源压力包括处理器压力和输入/输出压力，

所述根据所述多个资源压力调整内存配置参数，包括：

25 当所述输入/输出压力减小时，并且，当所述处理器压力增大时，减小所述内存交换参数；或者，

当所述输入/输出压力增大时，并且，当所述处理器压力增大时，将所述内存交换参数调整为预设值。

30 7.根据权利要求1至6中任一项所述的方法，其特征在于，所述根据所述多个资源压力调整内存配置参数，包括：

当场景信息指示的当前应用运行场景不符合预设场景时，根据所述多个资源压力调整所述内存配置参数。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的方法，其特征在于，还包括：

当内存回收压力增大时，减小额外空闲内存配置参数；或者，

35 当内存回收压力减小时，增大额外空闲内存配置参数。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的方法，其特征在于，所述根据所述多个资源压力调整内存配置参数，包括：

当可用内存小于内存阈值时，根据所述多个资源压力调整所述内存配置参数。

10.根据权利要求9所述的方法，其特征在于，所述内存阈值与物理内存的比值与

所述物理内存的大小负相关。

11.一种调整内存配置参数的装置，其特征在于，包括处理器和存储器，所述处理器和存储器耦合，所述存储器用于存储计算机程序，当所述计算机程序被所述处理器执行时，使得所述装置执行权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法。

- 5 12.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，当所述计算机程序被处理器执行时，使得所述处理器执行权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法。

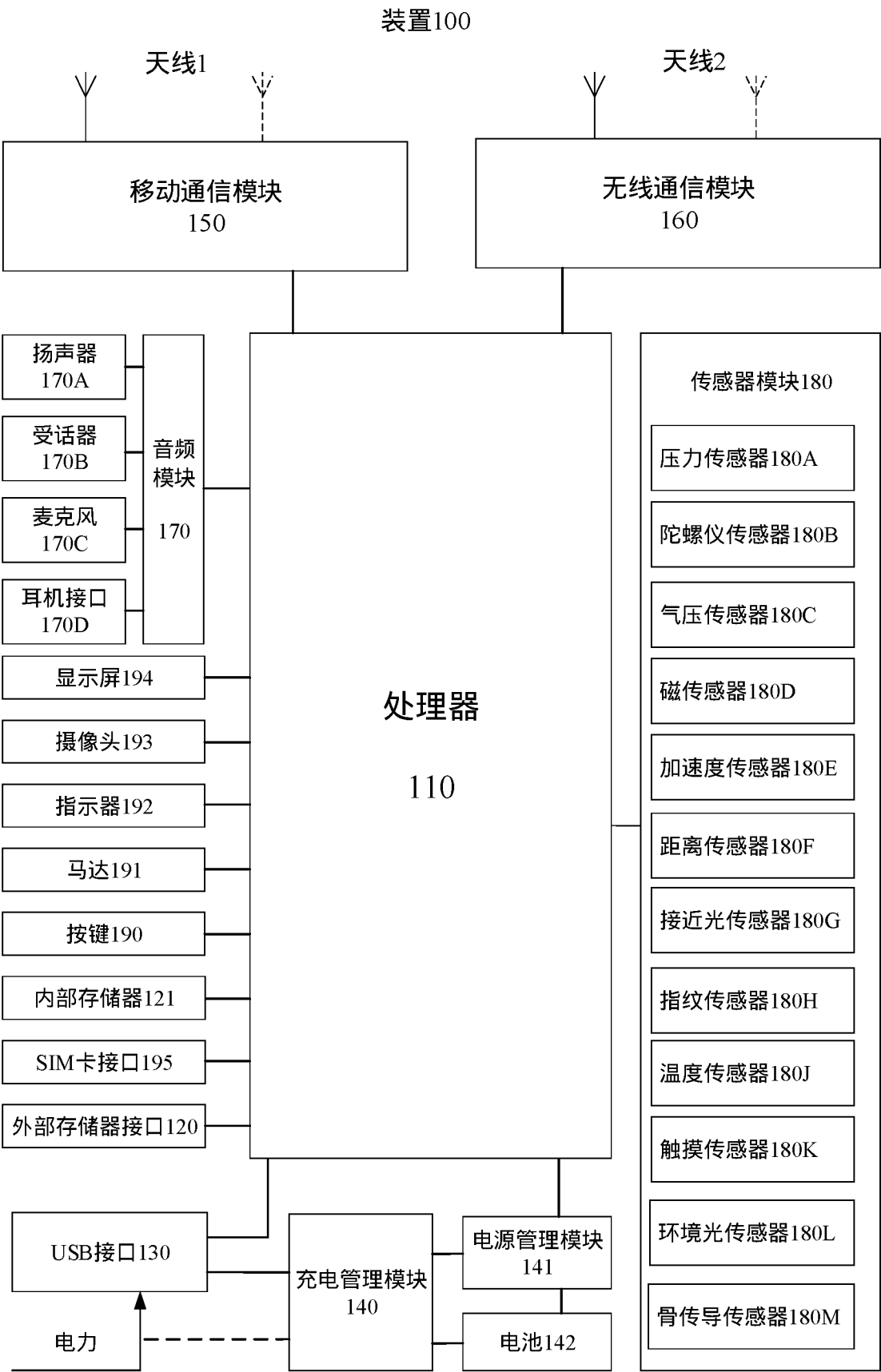


图1

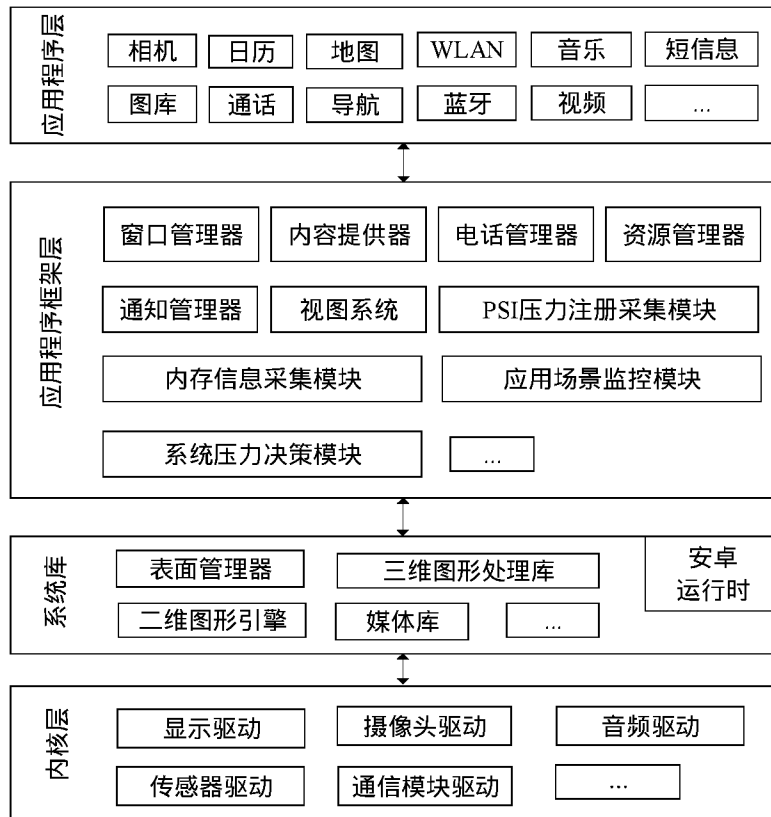


图2

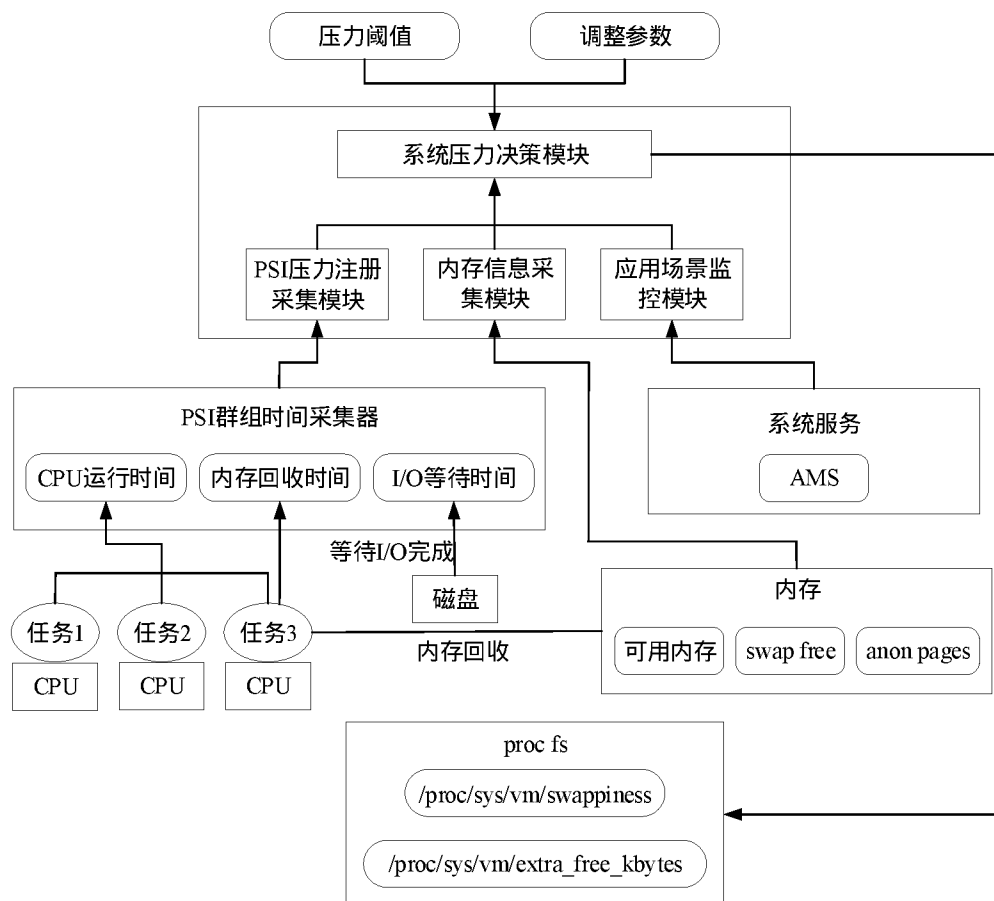
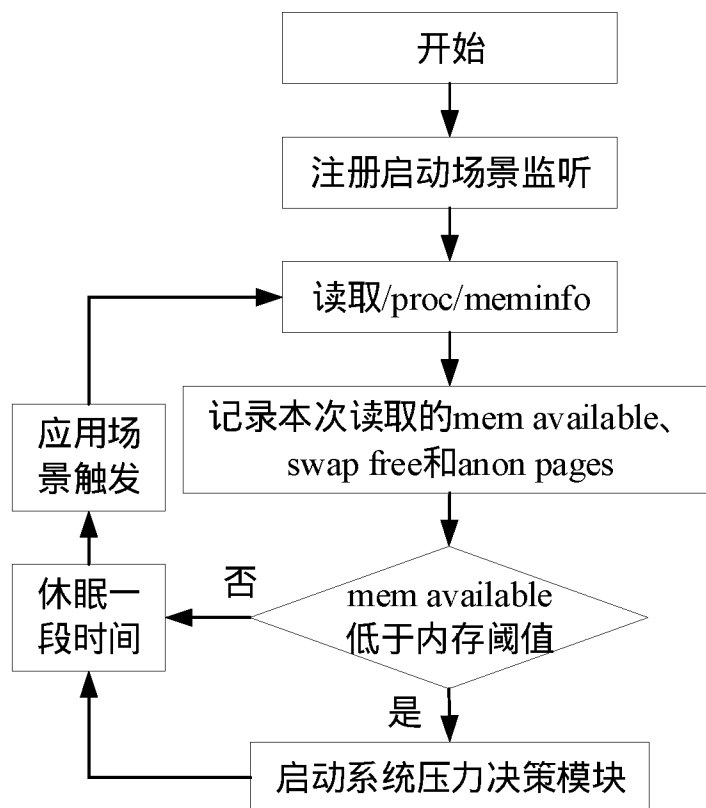
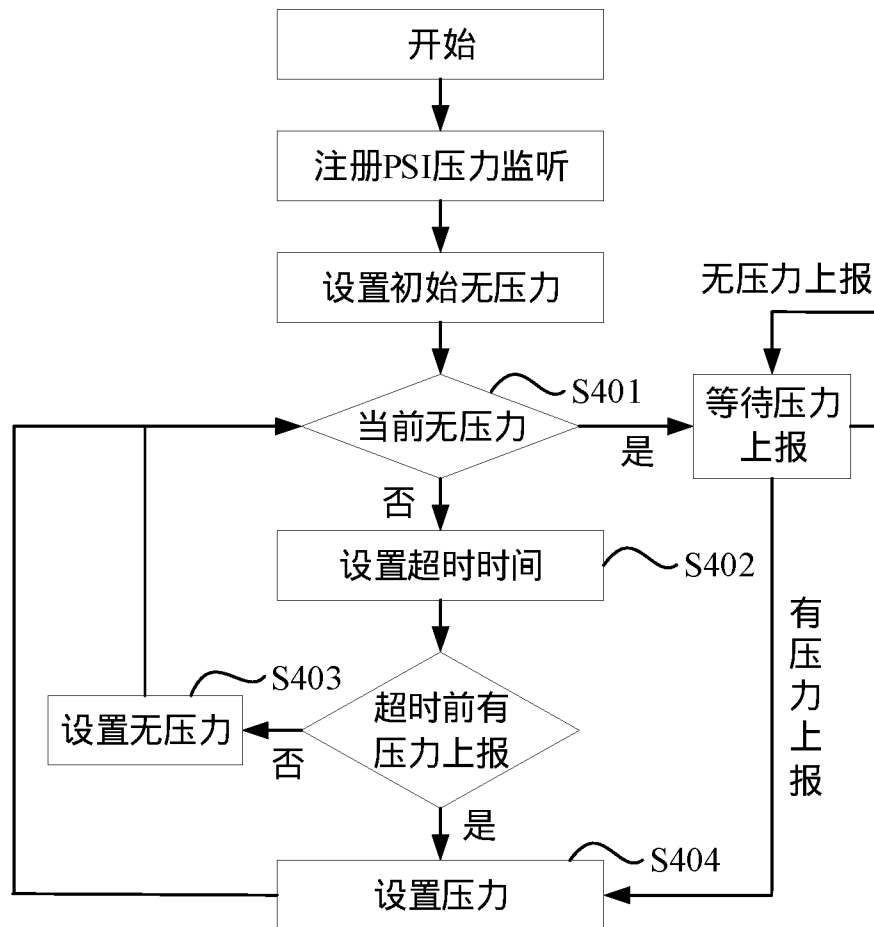


图3



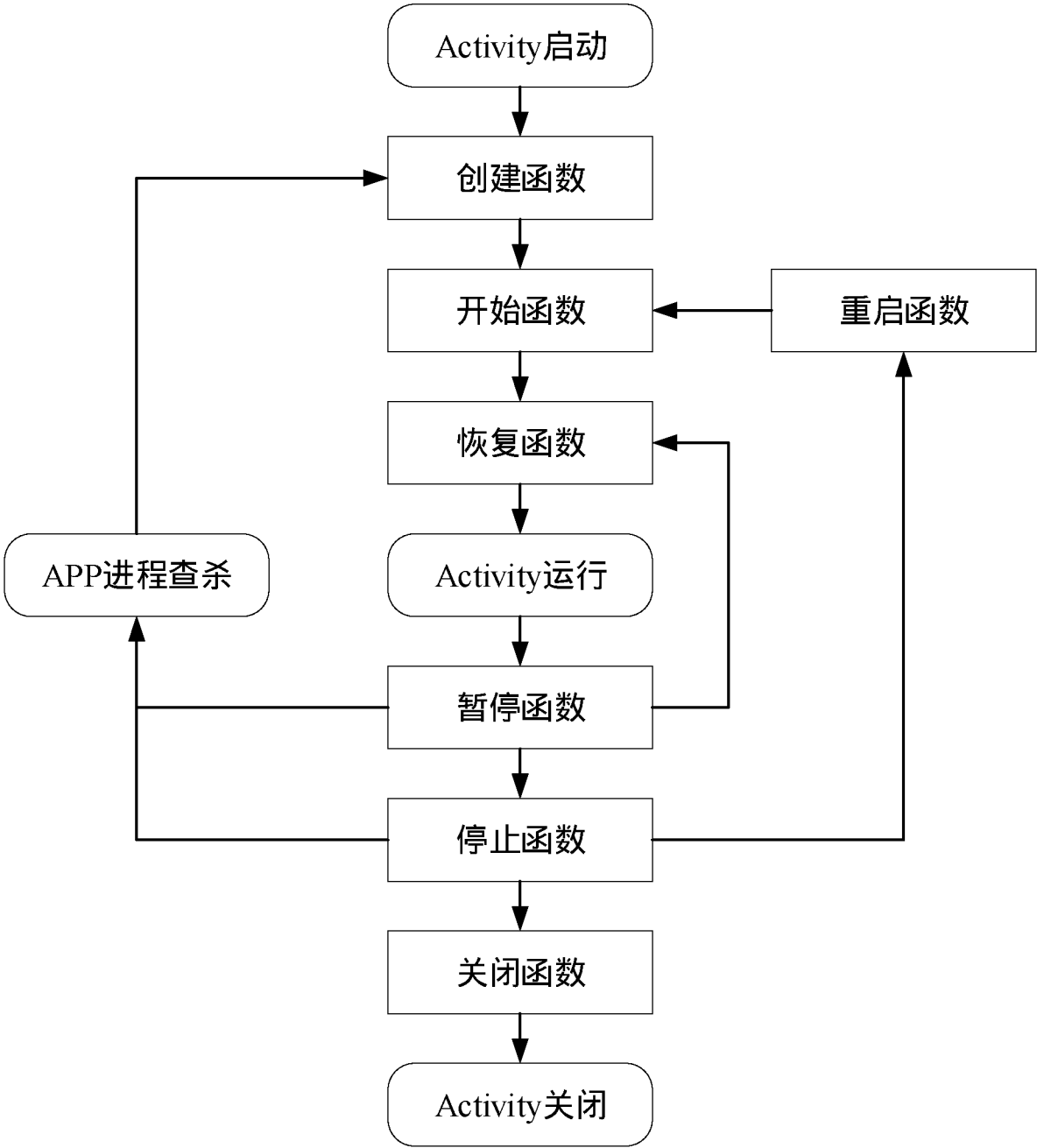


图6

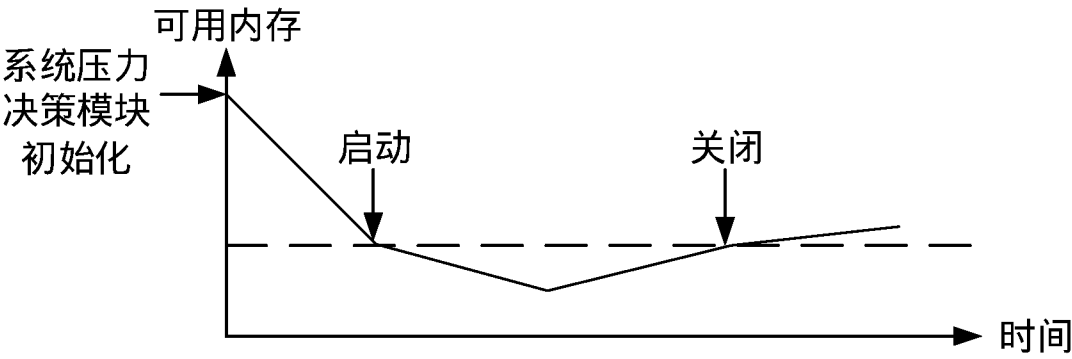


图7

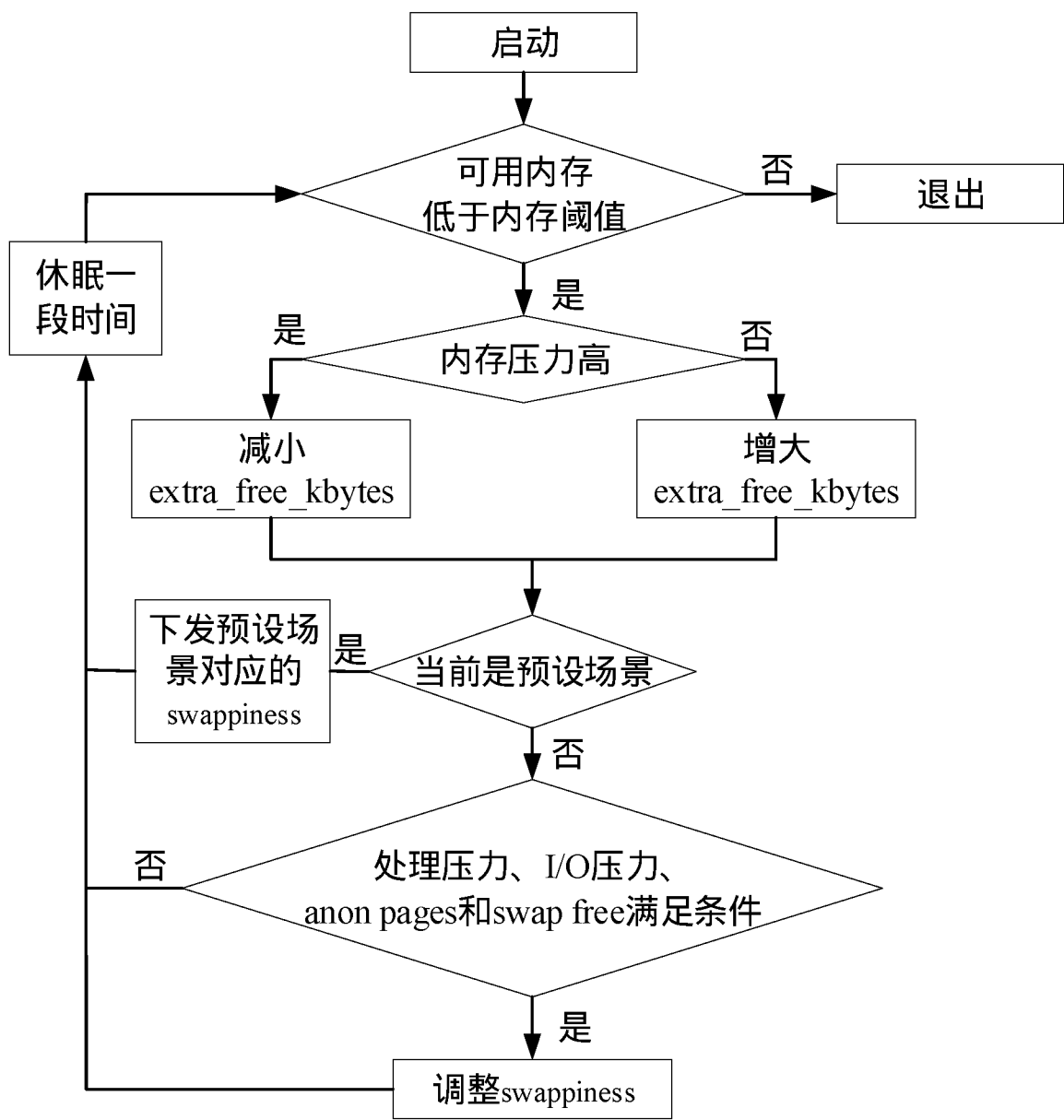


图8

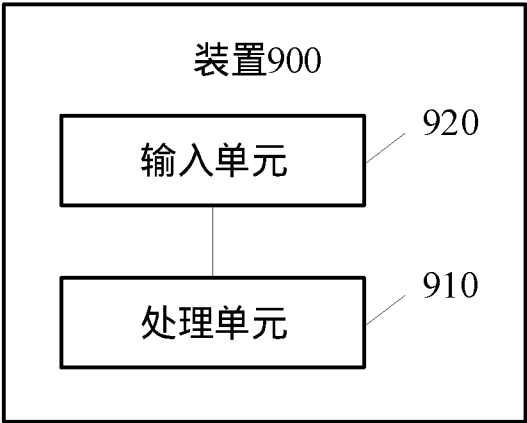


图9

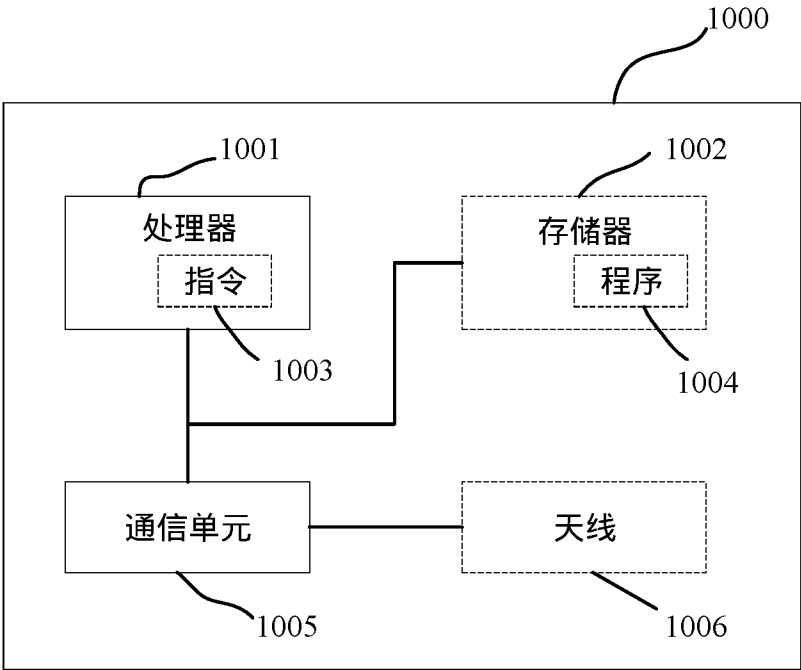


图10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/116838

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 3/06(2006.01)i; G06F 9/50(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; SIPOABS; DWPI; USTXT; WOTXT; EPTXT: 内存, 交换, 回收, 空闲, 参数, 比例, 调整, 匿名页, 文件页, 压力, 时间, 处理器, 输入, 输出, memory, swap, parameter, scale, adjust, anon page, file page, pressure, time, cpu, input, output

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109313604 A (INTEL CORPORATION) 05 February 2019 (2019-02-05) description, paragraphs [0011]-[0058]	1-12
X	CN 107704290 A (ZHENGZHOU YUNHAI INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 16 February 2018 (2018-02-16) description, paragraphs [0033]-[0058]	1-12
X	US 2018109469 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 19 April 2018 (2018-04-19) description, paragraphs [0032]-[0057]	1-12
A	CN 111581119 A (OPPO (CHONGQING) INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 August 2020 (2020-08-25) entire document	1-12
A	CN 110704189 A (OPPO (CHONGQING) INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 January 2020 (2020-01-17) entire document	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 November 2021

Date of mailing of the international search report

25 November 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/116838

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 110727606 A (OPPO (CHONGQING) INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 January 2020 (2020-01-24) entire document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/116838

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109313604	A	05 February 2019	WO	2018000128	A1	04 January 2018
				EP	3475829	A1	01 May 2019
				EP	3475829	A4	26 February 2020
				US	2019146699	A1	16 May 2019
				US	10635337	B2	28 April 2020
CN	107704290	A	16 February 2018	None			
US	2018109469	A1	19 April 2018	None			
CN	111581119	A	25 August 2020	None			
CN	110704189	A	17 January 2020	WO	2021057623	A1	01 April 2021
CN	110727606	A	24 January 2020	WO	2021057619	A1	01 April 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/116838

A. 主题的分类

G06F 3/06 (2006.01) i; G06F 9/50 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G06F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNABS; CNTXT; CNKI; SIPOABS; DWPI; USTXT; WOTXT; EPTXT; 内存, 交换, 回收, 空闲, 参数, 比例, 调整, 匿名页, 文件页, 压力, 时间, 处理器, 输入, 输出, memory, swap, parameter, scale, adjust, anon page, file page, pressure, time, cpu, input, output

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 109313604 A (英特尔公司) 2019年 2月 5日 (2019 - 02 - 05) 说明书第[0011]-[0058]段	1-12
X	CN 107704290 A (郑州云海信息技术有限公司) 2018年 2月 16日 (2018 - 02 - 16) 说明书第[0033]-[0058]段	1-12
X	US 2018109469 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 2018年 4月 19日 (2018 - 04 - 19) 说明书第[0032]-[0057]段	1-12
A	CN 111581119 A (OPPO重庆智能科技有限公司) 2020年 8月 25日 (2020 - 08 - 25) 全文	1-12
A	CN 110704189 A (OPPO重庆智能科技有限公司) 2020年 1月 17日 (2020 - 01 - 17) 全文	1-12
A	CN 110727606 A (OPPO重庆智能科技有限公司) 2020年 1月 24日 (2020 - 01 - 24) 全文	1-12

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 11月 11日

国际检索报告邮寄日期

2021年 11月 25日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

黄旭光

电话号码 (86-512) 88995885

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/116838

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109313604	A	2019年 2月 5日	WO	2018000128	A1	2018年 1月 4日
				EP	3475829	A1	2019年 5月 1日
				EP	3475829	A4	2020年 2月 26日
				US	2019146699	A1	2019年 5月 16日
				US	10635337	B2	2020年 4月 28日
CN	107704290	A	2018年 2月 16日	无			
US	2018109469	A1	2018年 4月 19日	无			
CN	111581119	A	2020年 8月 25日	无			
CN	110704189	A	2020年 1月 17日	WO	2021057623	A1	2021年 4月 1日
CN	110727606	A	2020年 1月 24日	WO	2021057619	A1	2021年 4月 1日