国产操作系统

(基于 openEuler)

第11章：运维管理

阮晓龙

13938213680 / ruanxiaolong@hactcm.edu.cn

https://aitcm.hactcm.edu.cn
http://www.51xueweb.cn

河南中医药大学信息技术学院智能医疗教研室
河南中医药大学医疗健康信息工程技术研究所

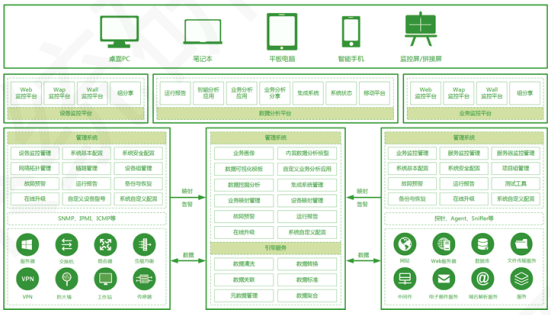
2025.8

提纲

- 了解系统运维管理
- 查看本地主机的信息
  - 查看系统硬件信息
  - 查看系统存储使用情况
  - 查看网络通信情况
- 监控本地主机的性能
  - 使用sysstat工具监控性能
  - 访问PROC获取指标数据
- 实现可视化系统监控
  - Linux-Dash
  - Monitorix

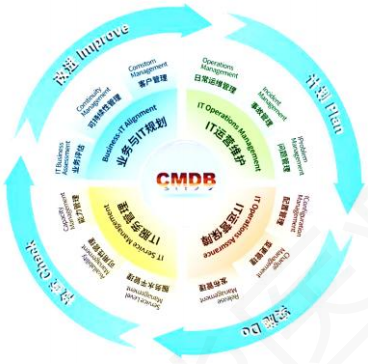
1. 了解系统运维管理

- 运维管理是对系统运行状态进行控制，快速响应并调整业务运行性能等，使之与业务运行的预期目标一致，实现对操作系统未来发展趋势的维护和保障。



1. 了解系统运维管理

- 深入了解系统的运行状况，持续保障业务的稳定运行是运维管理的基本内容。
- 运维管理不是一个技术措施，而是长期持续的系统工作。



1. 了解系统运维管理

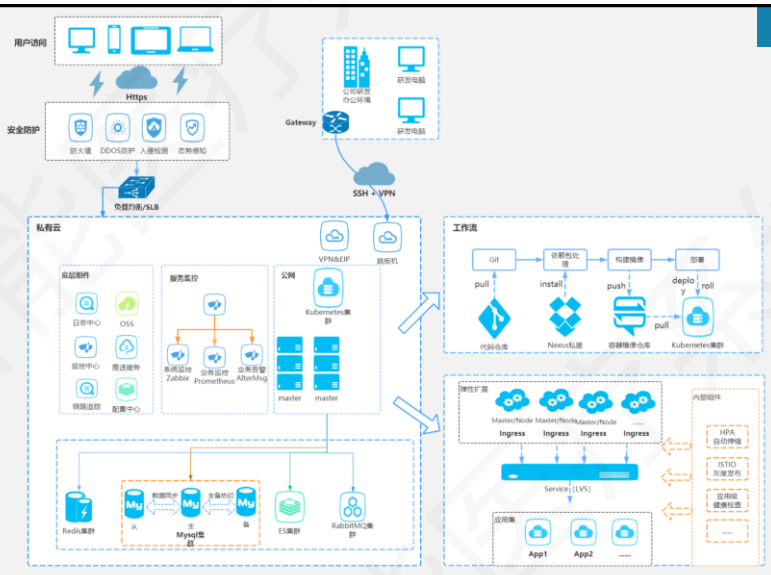
- 操作系统运维管理的基本内容：
  - 系统运行监控。
    - 负责查看服务器硬件信息及运行状态，了解操作系统的基本信息以及所安装部署的业务情况等。
  - 权限管理。
    - 负责了解系统用户的权限设置、为新用户增设账号、将不再活动的用户删除、将近期不再访问的用户禁用等账号处理相关事务，及时更新系统权限配置，保障系统用户权限安全。
  - CPU 管理。
    - 负责监控 CPU 的负载情况，优化资源利用，降低系统负载压力。
  - 内存管理。
    - 负责监控业务系统内存、缓存、交换空间等方面的使用情况，合理调配业务资源，保障业务高性能运转。

1. 了解系统运维管理

- 操作系统运维管理的基本内容：
  - 磁盘管理。
    - 负责检查硬件磁盘的运行状态、及时更换物理磁盘并配置系统能够识别新的磁盘信息，从而使系统使用新增的存储资源。负责查看磁盘的使用情况、了解磁盘的 IO 读写速率、利用率、吞吐量等指标运行情况，保障业务数据的存储效率。
  - 网络管理。
    - 负责了解主机的网络流量，合理规划网络结构，能够及时发现网络故障并做出响应与解决。
  - 进程管理。
    - 负责查看系统的相关进程信息，处理系统无用进程占用系统资源，降低系统运行负载。
  - 日志管理。
    - 合理记录系统日志，便于操作追溯和日志审查分析。

1. 了解系统运维管理

- 系统运维管理的方式可分为命令管理和自动化管理。
  - 命令管理。
    - 通过操作系统的命令实现系统配置管理。
    - 常用的管理命令有 vi（对文件进行编辑管理）、fdisk（对磁盘进行管理）、nmcli（对网络进行管理）、systemctl（对服务进行管理）等。
  - 自动化管理。
    - 通过自动化运维工具实现对批量主机进行配置管理，实现对系统的网络、存储、应用交付等自动化配置，降低运维管理人员的压力，减少或避免重复性工作。



自动化运维：https://www.cnblogs.com/IT-Evan/p/14733181.html

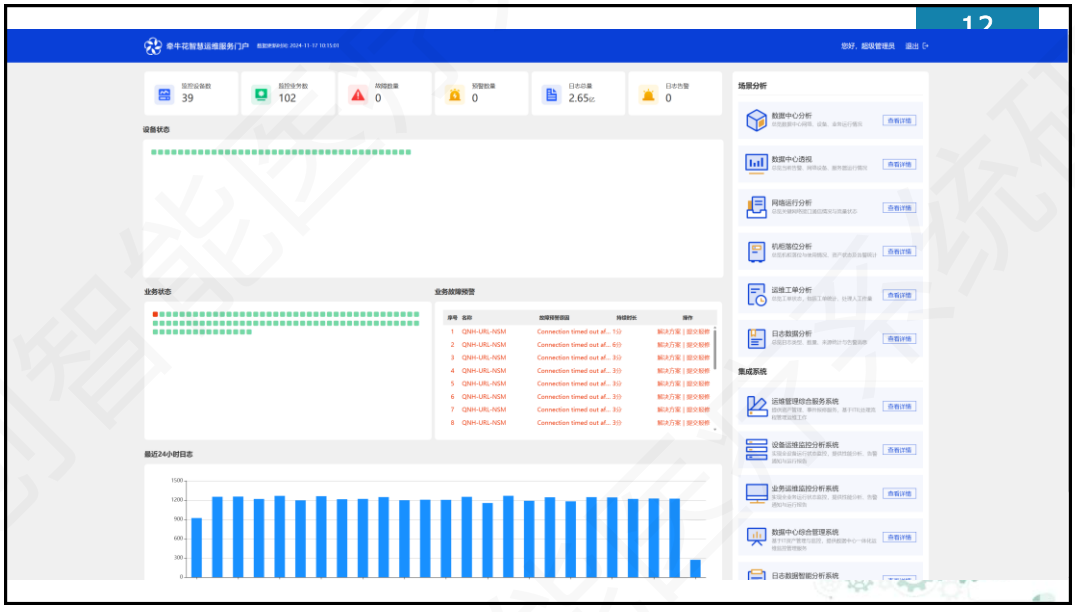
建的成 / 看得见 / 管的住 / 用的好

1. 了解系统运维管理

- 系统监控的产生缘由：
  - 随着信息化建设不断深入，应用系统不断增多，运维人员管理的设备、业务数量也急剧增加，如何直观地查看多个设备、业务的运行情况，并保证出现异常时能及时发现，成为运维人员最关心也需要迫切解决的问题。
- 通过系统监控可以：
  - 实时了解系统状态
  - 快速发现系统异常
  - 及时解决异常问题
  - 保障可靠稳定服务
- 系统监控的内容：
  - 系统监控是对操作系统整体运行情况的监控。
  - 通常监控系统的 CPU、物理内存、虚拟内存、进程、存储、网络等运行状态。

1. 了解系统运维管理

- 按照监控实现方式不同，系统监控可分为命令监控和软件监控两类。
  - 命令监控
    - 通过操作系统的命令实现对系统运行情况的监控。
    - 常用的监控命令有 top（查看所有正在运行且处于活动状态的实时进程）、netstat（查看系统网络性能情况）、iostat查看系统CPU使用情况与磁盘I/O情况）等。
  - 软件监控
    - 通过专用的监控软件，借助简单网络管理协议（Simple Network Management Protocol，SNMP）、Agent、探针等手段，对系统运行情况进行周期性监控，记录监控数据，实现监控历史数据查看及系统运行情况分析，并将系统异常情况通过某种方式（如电子邮件、短信、微信、App 等）通知相关人员。



2. 查看本地主机的信息

操作系统的信息要看什么?

- **计算** Hardware CPU
- **存储** Memory Disk
- **网络** Traffic connectivity

2. 查看本地主机的信息

dmidecode [选项]

功能：

- 查看系统硬件信息。

参数/命令：

主要选项：

空：	输出所有硬件信息
-q：	输出硬件信息，比较简洁
-d：	从设备文件读取信息
-s：	只显示指定 DMI 字符串的信息
-t bios：	查看 BIOS 相关的硬件信息
-t system：	查看系统相关的硬件信息
-t baseboard：	查看主板相关的硬件信息
-t chassis：	查看机箱相关的硬件信息
-t processor：	查看处理器相关的硬件信息
-t memory：	查看内存相关的硬件信息
-t cache：	查看缓存的相关信息
-t connector：	查看端口连接器的相关信息
-t slot：	查看系统槽的相关信息

2. 查看本地主机的信息

lspci [选项]

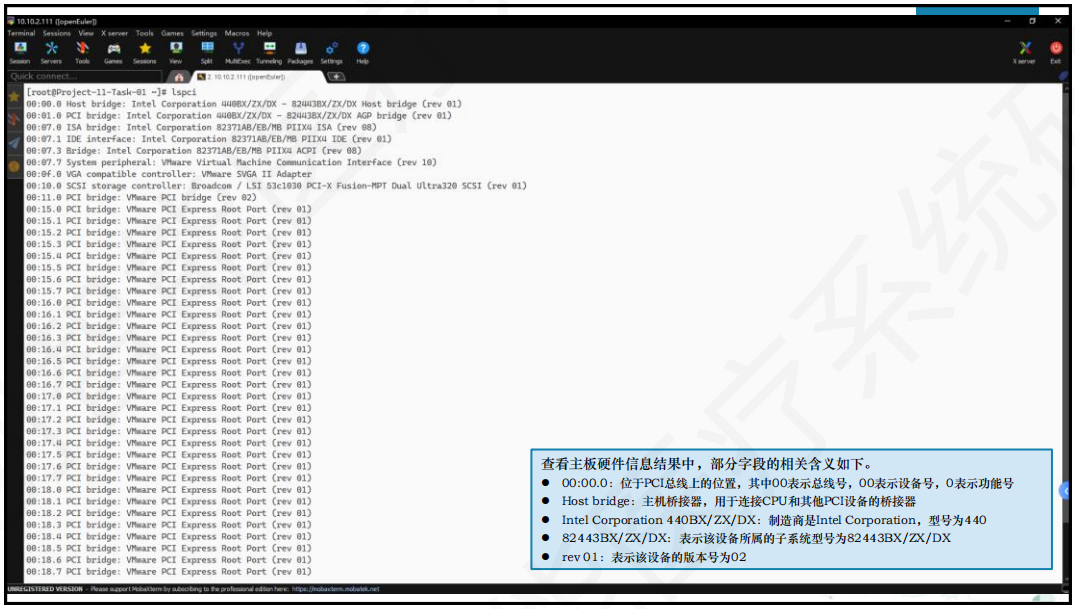
功能：

- 总览主机硬件设备列表信息。

参数/命令：

主要选项：

- 空：　输出所有 PCI 硬件设备信息
- -t：
  - 以树形方式显示所有总线、桥、设备和PCI连接的关系
- -b：　以总线为中心进行查看
- -d [<vendor>]：
  - 只显示指定生产厂商和设备 ID 的设备
- -n：　以数字形式显示 PCI 生产厂商和设备号
- -s [[<bus>]:][<slot>][.[<func>]]：
  - 显示指定总线、插槽上的设备或设备上的功能块信息
- -i <file>：
  - 指定 PCI 编号列表文件
- -m：　以可读的方式显示 PCI 设备信息
- -v：　以冗余模式显示所有设备的详细信息
- -vv：　以更冗余模式显示所有设备的更详细的信息



2. 查看本地主机的信息

lshw [选项]

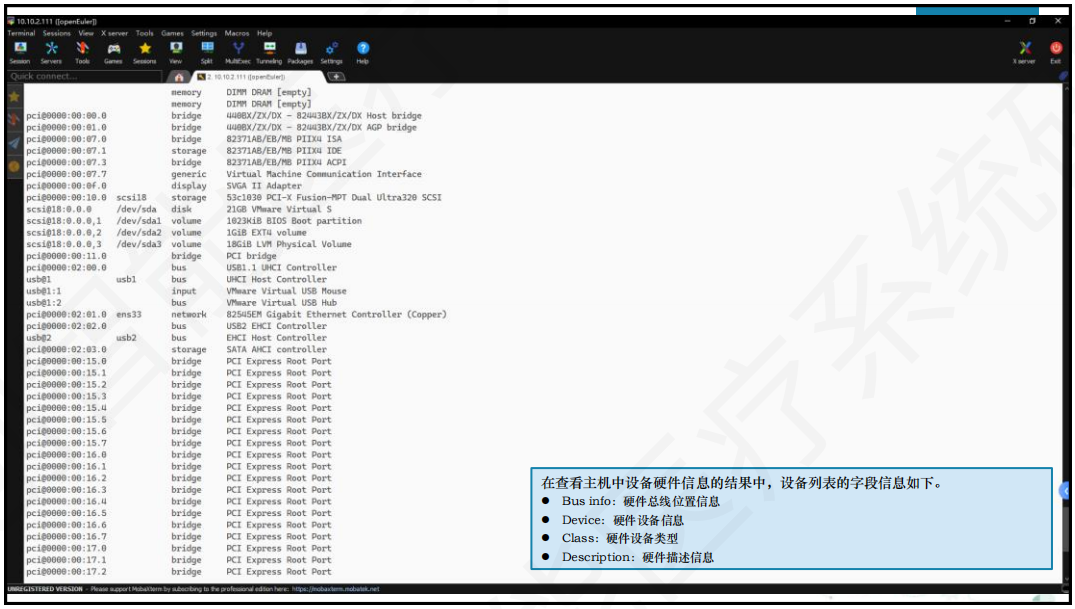
功能：

- 总览主机硬件设备的列表信息。

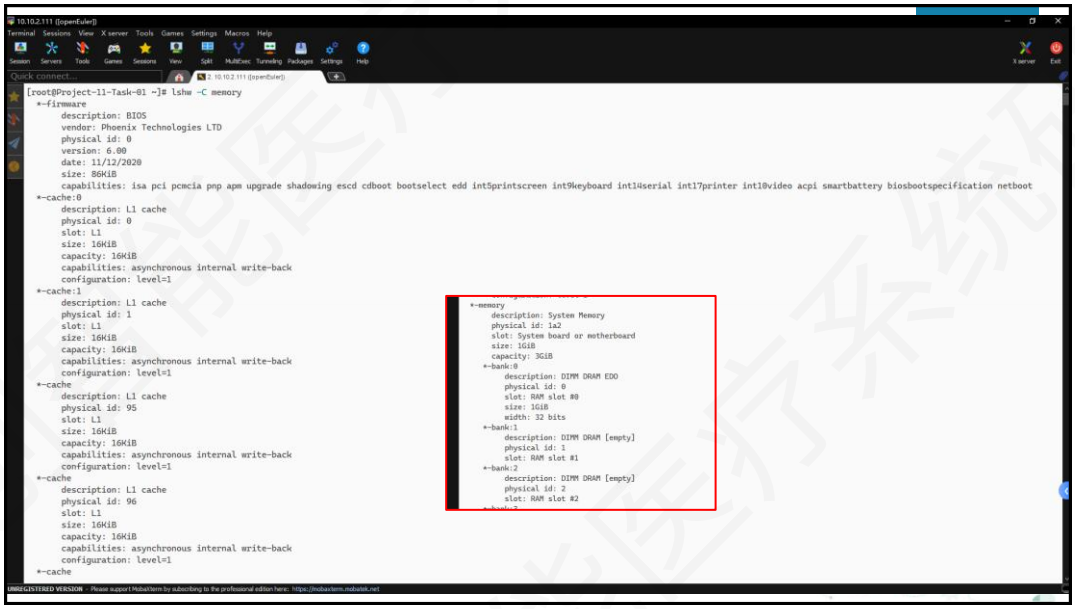
参数/命令：

主要选项：

- 空：　输出所有硬件设备信息
- -short：
  - 显示设备列表，输出包括设备路径(path)、类别(class)以及简单描述
- -businfo：
  - 显示设备列表，输出包括总线信息、SCSI、USB、IDE、PCI 地址等
- -C <Class>：
  - 根据类型查看相应的设备信息




[root@Project-11-Task-01 ~]# lshw -C cpu
*-cpu:0
description: CPU
product: Intel(R) Core(TM) i5-7500 CPU @ 3.40GHz
vendor: Intel Corp.
physical id: 1
bus info: cpu@0
version: Intel(R) Core(TM) i5-7500 CPU @ 3.40GHz
slot: CPU #000
size: 3400MHz
capacity: 4230MHz
width: 64 bits
capabilities: lm fpu fpu_exception wp vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush mmx fxsr sse sse2 ss syscall nx pdpe1gb rdtscp x86-64 constant_tsc arch_perfmon nopl xtopology tsc_reliable nonstop_tsc cpuid tsc_known_freq pni pclmulqdq ssse3 fma cx16 pcid sse4_1 sse4_2 x2apic movbe popcnt tsc_deadline_timer aes xsave avx f16c rdrand hypervisor lahf_lm abm 3dnowprefetch pti ssbd ibrs ibpb stibp fsgsbase tsc_adjust bmi1 avx2 smep bmi2 invpcid rdseed adx smap clflushopt xsaveopt xsavec xgetbv1 xsaves arat md_clear flush_l1d arch_capabilities
configuration: cores=1 enabledcores=1
*-cpu:1 DISABLED
description: CPU
vendor: GenuineIntel
physical id: 2
bus info: cpu@1
version: Intel(R) Core(TM) i5-7500 CPU @ 3.40GHz
slot: CPU #001
size: 3400MHz
capacity: 4230MHz
capabilities: lm
configuration: cores=1 enabledcores=1
*-cpu:2 DISABLED
description: CPU
vendor: GenuineIntel
physical id: 5
bus info: cpu@2
version: Intel(R) Core(TM) i5-7500 CPU @ 3.40GHz
slot: CPU #002
size: 3400MHz
capacity: 4230MHz
capabilities: lm
configuration: cores=1 enabledcores=1
*-cpu:3 DISABLED
description: CPU
vendor: GenuineIntel
physical id: 6


[root@Project-11-Task-01 ~]# lshw -C memory
*-firmware
description: BIOS
vendor: Phoenix Technologies LTD
physical id: 0
version: 6.00
date: 11/12/2020
size: 86KiB
capabilities: isa pci pcmcia pnp apm upgrade shadowing escd cdboot bootselect edd int5printscreen int9keyboard int14serial int17printer int10video acpi smartbattery biosbootspecification netboot
*-cache:0
description: L1 cache
physical id: 0
slot: L1
size: 16KiB
capacity: 16KiB
capabilities: asynchronous internal write-back
configuration: level=1
*-cache:1
description: L1 cache
physical id: 1
slot: L1
size: 16KiB
capacity: 16KiB
capabilities: asynchronous internal write-back
configuration: level=1
*-cache
description: L1 cache
physical id: 95
slot: L1
size: 16KiB
capacity: 16KiB
capabilities: asynchronous internal write-back
configuration: level=1
*-cache
description: L1 cache
physical id: 96
slot: L1
size: 16KiB
capacity: 16KiB
capabilities: asynchronous internal write-back
configuration: level=1
*-cache
*-memory
description: System Memory
physical id: 1a2
slot: System board or motherboard
size: 1GiB
capacity: 3GiB
*-bank:0
description: DIMM DRAM EDO
physical id: 0
slot: RAM slot #0
size: 1GiB
width: 32 bits
*-bank:1
description: DIMM DRAM [empty]
physical id: 1
slot: RAM slot #1
*-bank:2
description: DIMM DRAM [empty]
physical id: 2
slot: RAM slot #2

2. 查看本地主机的信息

lscpu [选项]

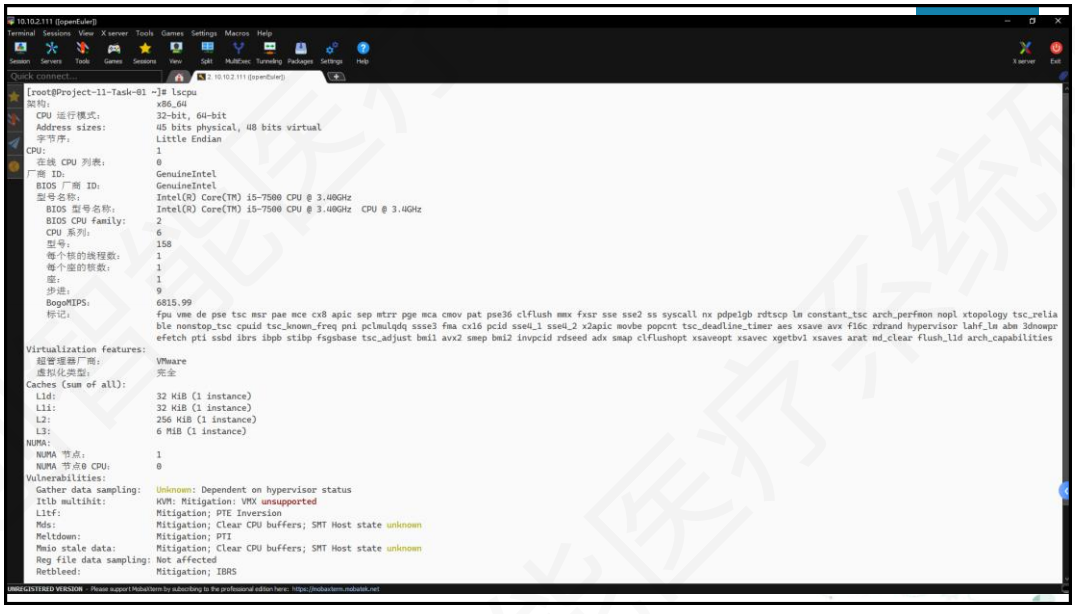
功能：

- 查看 CPU 信息。

主要选项：

- -e：以扩展可读的格式显示
- -p：以可解析的格式显示

参数/命令：



2. 查看本地主机的信息

top [选项]

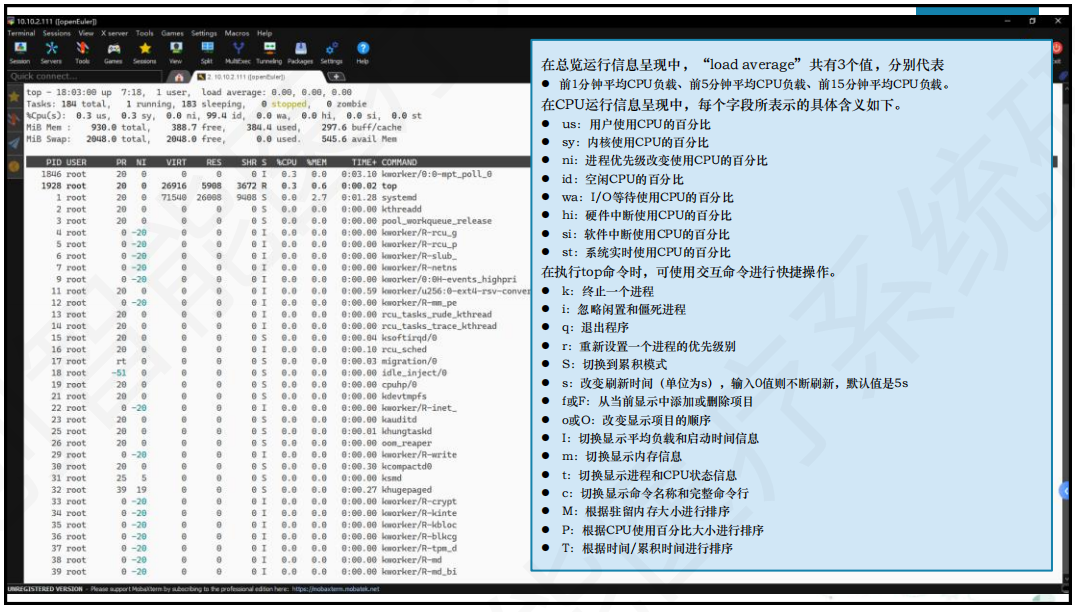
功能：

- 实时监控 CPU 的使用情况。

参数/命令：

主要选项：

- -b: 以批处理模式操作
- -c: 显示整个命令行
- -d: 屏幕刷新间隔时间
- -i: 忽略失效过程
- -s: 保密模式
- -S: 累积模式
- -I <时间>: 设置间隔时间
- -u <用户名>: 指定用户名
- -p <进程号>: 指定进程号
- -n <次数>: 循环次数



2. 查看本地主机的信息

htop [选项]

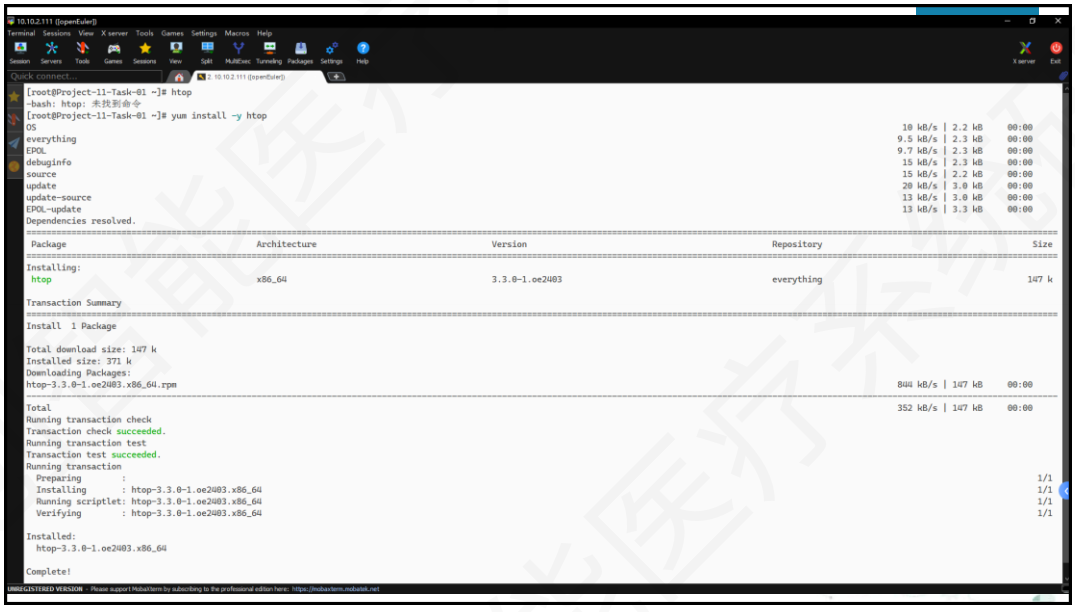
功能：

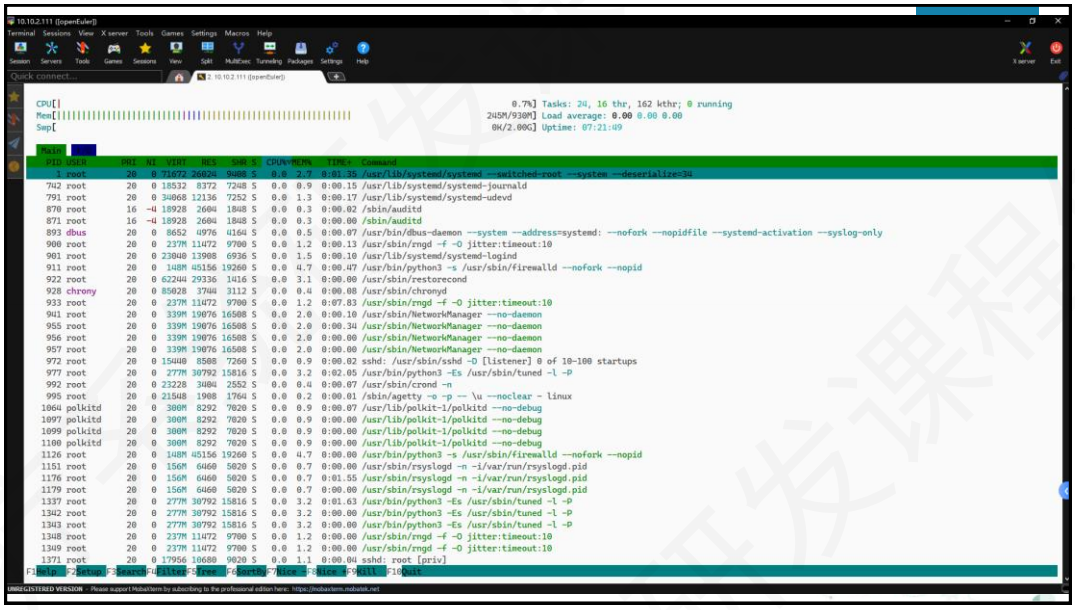
- 实时监控 CPU 的使用情况。
- 是具有操作互动的监控查看器，需要安装。

参数/命令：

主要选项：

- -C 或--no-color：
  - 使用一个单色的配色方案
- -d 或--delay=DELAY：
  - 设置更新时间，单位 s
- -u 或--user=USERNAME：
  - 只显示一个给定的用户的进程
- -p 或--pid= PID,[,PID,PID...]：
  - 只显示给定的 PIDs（进程号组信息）
- -s 或--sort-key COLUMN：
  - 以给定的列进行排序





2. 查看本地主机的信息

- 操作系统中 CPU 相关的概念。

表 11-2-1　CPU 的基本概念及其含义

概念	说明
物理 CPU	主板上实际接入的 CPU 个数
CPU 核数	每个物理 CPU 上实际接入的芯片组数量，如双核、四核等
逻辑 CPU	一般情况下，逻辑 CPU 数=物理 CPU 数量×CPU 核数，如果逻辑 CPU 多于物理 CPU，说明该 CPU 支持超线程技术

2. 查看本地主机的信息

- CPU 的缓存分为 3 个级别：
  - L1、L2、L3，级别越小越接近 CPU 处理器，速度越快，容量越小。

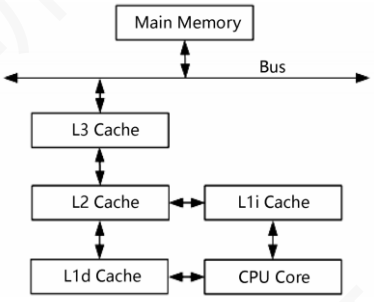


图 11-2-2　CPU 缓存结构

2. 查看本地主机的信息

- CPU负载表示系统上正在运行或等待运行的任务数量。
  - 负载可以使用负载平均值来衡量，通常是一段时间内的平均值，如 1min、5min、15min 的负载平均值。
  - 负载平均值是运行队列中的平均任务数量，包括正在执行和等待执行的任务。

2. 查看本地主机的信息

- CPU 监控工具
  - top
    - 能够实时显示系统中各个进程的资源占用状况（比如 CPU、内存以及进程的使用），默认 5s 刷新一下进程列表，类似于 Windows 的任务管理器。该工具集成在 openEuler 操作系统安装软件中，随系统一并安装。
  - mpstat
    - mpstat（全称为 multiprocessor state）可以查看所有 CPU 的平均负载，也可以查看指定 CPU 的负载，是一款常用的多核 CPU 性能分析工具，用来实时监控 CPU 的性能指标。该工具集成在 sysstat 软件中，可使用 yum 工具安装。
  - vmstat
    - vmstat 是最常见的 Linux/Unix 监控工具，可以呈现一定时间间隔的服务器状态值，包括服务器的 CPU 使用率、内存的使用情况、虚拟内存的交换情况、IO 读写情况等。该工具集成在 sysstat 软件中，可使用 yum 工具安装。

2. 查看本地主机的信息

- CPU 监控工具
  - pidstat
    - pidstat 工具可用来监控 Linux 内核管理的独立进程，可查看每个进程的 CPU 使用情况。该工具集成在 sysstat 软件中，可使用 yum 工具安装。
  - dstat
    - dstat 是一个全能系统信息统计工具，支持即时刷新，也可以收集指定的性能资源（如 dstat -c 即显示 CPU 的使用情况）。该工具为单独软件，可使用 yum 工具安装。
  - nmon
    - nmon 工具能够动态地展示 openEuler 的多项性能，也可手动输入命令单项查看CPU 性能。其支持获取 openEuler 性能数据，并通过 nmon_analyser 图形化工具进行分析后呈现其运行状态。该工具为单独软件，可使用 yum 工具安装。

2. 查看本地主机的信息

free [选项]

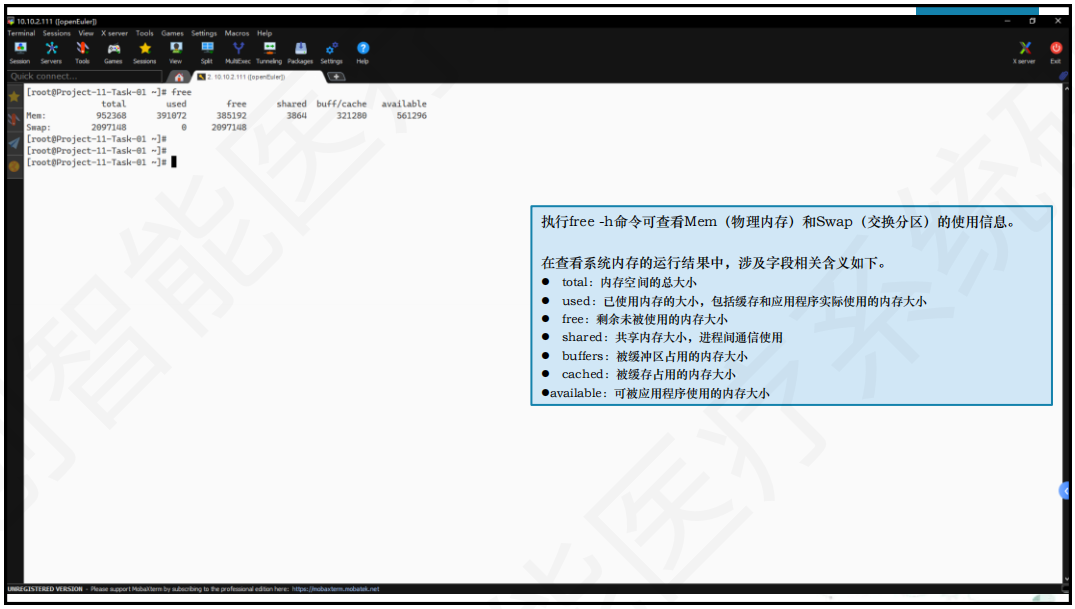
功能：

- 查看系统内存。

参数/命令：

主要选项：

- -b：
  - 以 Byte 为单位显示内存的使用情况
- -k：
  - 以 KB 为单位显示内存的使用情况
- -m：
  - 以 MB 为单位显示内存的使用情况
- -o：
  - 不显示缓冲区调节列
- -s <间隔秒数>：
  - 持续观察内存使用状况，按照指定时间刷新数据
- -t：
  - 显示内存总和列



2. 查看本地主机的信息

lsblk [选项] [设备]

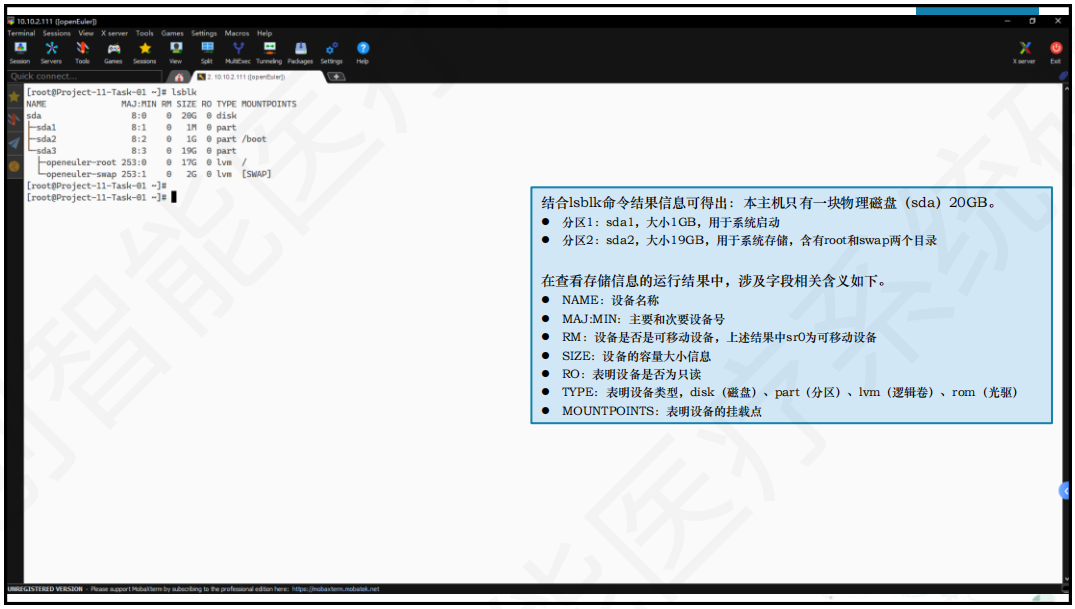
功能：

- 查看磁盘的相关信息以及磁盘分区分布情况等信息。

参数/命令：

主要选项：

- -a: 打印所有设备
- -b: 以字节的形式输出
- -m: 输出磁盘分区的存储权限信息
- -S: 输出有关 SCSI 设备的信息
- -n: 不输出标题信息
- -l: 使用列表格式输出
- -d: 不输出从属关系的分区信息



2. 查看本地主机的信息

iotop [选项]

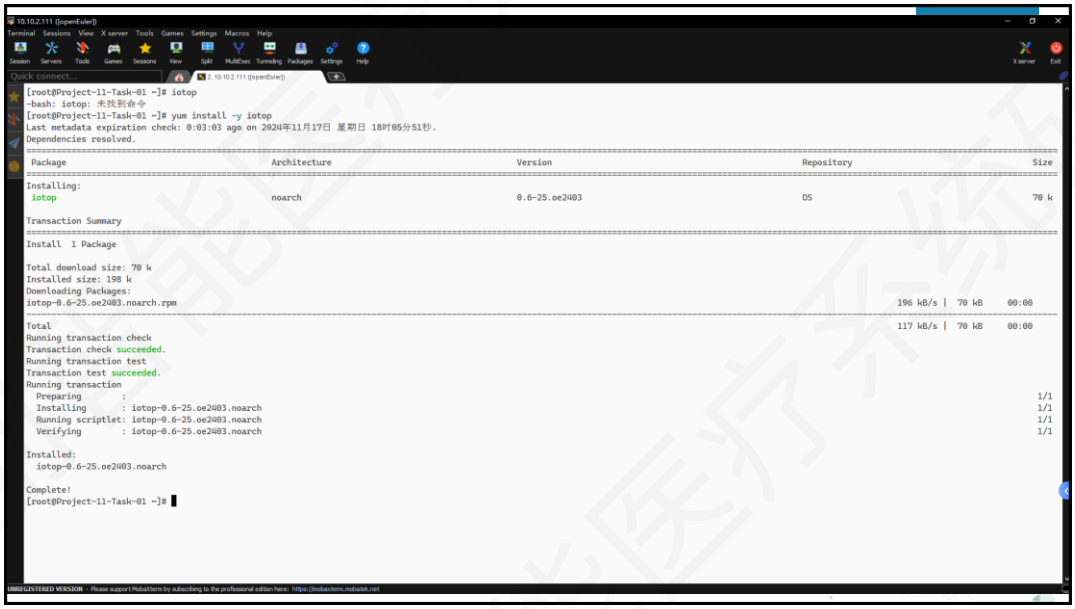
功能：

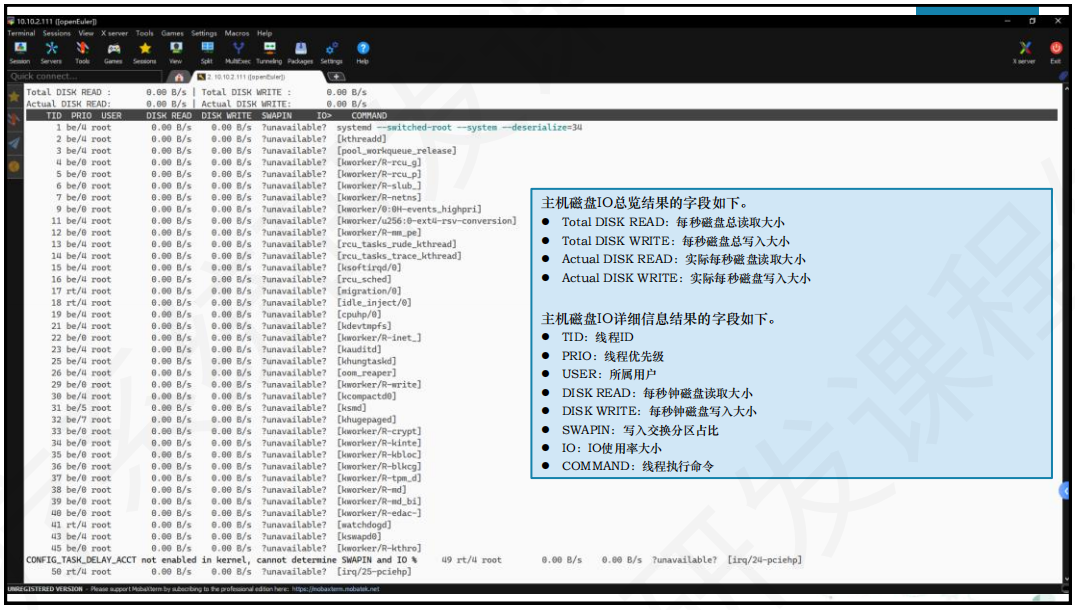
- 可监控磁盘 IO 的使用状况，并将关联的进程、用户等相关信息也一并输出，相当于从进程层面监控磁盘 IO。

参数/命令：

主要选项：

- -o：　只显示有 IO 操作的进程
- -b：　批量显示，无交互，主要用作记录到文件
- -n NUM：
  - 显示 NUM 次，主要用于非交互式模式
- -d SEC：
  - 间隔 SEC 秒显示一次
- -p PID：
  - 针对进程进行输出
- -u USER：
  - 根据进程执行用户进行输出





2. 查看本地主机的信息

- 系统内存分为物理内存和虚拟内存两类。
- 物理内存。
  - 物理内存由半导体器件制成，是 CPU 能直接寻址的存储空间，具有存取速度快的特点。物理内存的作用。
    1. 暂时存放 CPU 的运算数据。
    2. 存储硬盘等外部存储器交换的数据。
    3. 保障 CPU 计算的稳定性和高性能。
- 虚拟内存。
  - 虚拟内存是操作系统为了解决物理内存不足而提出的策略，其利用磁盘空间虚拟出一块逻辑内存，用作虚拟内存的磁盘空间被称为交换空间（Swap Space）。
  - 作为物理内存的扩展，Linux 操作系统会在物理内存不足时，将暂时不用的内存块信息写到交换空间，从而释放部分物理内存，方便其他进程使用。当需要使用存储的内存信息时，内核将信息重新从交换空间读入物理内存中进行操作。

2. 查看本地主机的信息

- 系统内存分为物理内存和虚拟内存两类。
- 虚拟内存。
  - 使用虚拟内存的主要优势。
    1. 获取更多的内存空间，且空间地址是连续的。
    2. 程序隔离。不同进程的虚拟地址之间没有关系，单个进程操作不会对其他进程造成影响。
    3. 数据保护。每块虚拟内存都有相应的读写属性，保护程序的代码段不被修改，数据块不能被执行等，增加了系统的安全性。
    4. 内存映射。可直接映射磁盘上的文件到虚拟地址空间，从而做到物理内存长时间分配，只需要在读取相应文件的时候，从虚拟内存加载到物理内存中。
    5. 共享内存。进程间的内存共享可通过映射同一块物理内存到不同虚拟内存空间来实现共享。
    6. 使用虚拟内存后，可方便使用交换空间和复制写入（copy on write，COW）等功能。

2. 查看本地主机的信息

- 内存工作机制。
  - 在 Linux 操作系统中，以应用程序读写文件数据为例介绍内存的执行过程。
    1. 操作系统分配内存，将读取的数据从磁盘读入到内存中。
    2. 从内存中将数据分发给应用程序。
    3. 向文件中写数据时，操作系统分配内存接收用户数据。
    4. 接收完成后，内存将数据写入磁盘。
  - 如果有大量数据需要从磁盘读取到内存或者由内存写入磁盘时，系统的读写性能就变得非常低下，因为无论是从磁盘读数据，还是写数据到磁盘，都是很消耗时间和资源的过程。

2. 查看本地主机的信息

- 文件系统
  - 文件和目录的操作命令、存储、组织和控制的总体结构统称为文件系统。
  - 文件系统是指格式化后用于存储文件的设备。
  - 文件系统对存储空间进行组织和分配，并对文件的访问进行保护和控制。
  - 不同的操作系统对文件的组织方式会有所区别，其所支持的文件系统类型也不一样。在Linux操作系统中，文件系统的组织方式是树状的层次式目录结构，在这个结构中处于最顶层的是根目录，用“/”代表，往下延伸是其各级子目录。

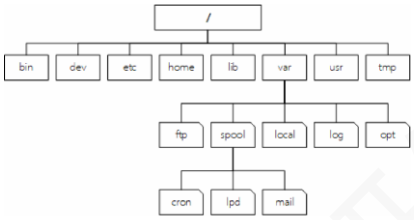


图 11-3-1　Linux 操作系统的文件系统结构示例

2. 查看本地主机的信息

- 磁盘 IO
  - 磁盘 IO 是一种文件操作，用户进程产生的数据 IO 请求将通过 VFS、文件系统交给调度层进行排序和合并处理，再发送给块设备驱动进行最终数据读取和写入。

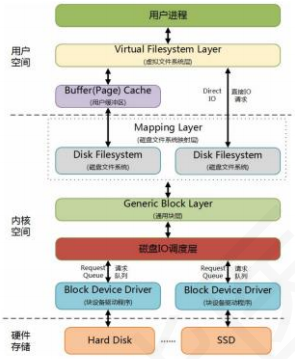


图 11-3-2　磁盘 IO 的工作模式

2. 查看本地主机的信息

- 磁盘IO的性能指标
  - 利用率
    - 磁盘处理 IO 的时间百分比，磁盘 IO 利用率=(磁盘读取速度+磁盘写入速度)/(磁盘最大读取速度+磁盘最大写入速度)。如果过度使用通常意味着磁盘 IO 存在性能瓶颈。
  - 饱和度
    - 磁盘处理 IO 的繁忙程度。过度饱和意味着磁盘存在严重的性能瓶颈。当饱和度为 100%时，磁盘无法接收新的 IO 请求。
  - IOPS：
    - 每秒 IO 请求的数量，也可以理解为每秒钟磁盘进行多少次 IO 读写。
  - 吞吐量：
    - 每秒磁盘 IO 请求数量的大小，也可以理解为每秒读写数据的总大小了。
    - 吞吐量=IOPS*IO 大小。
  - 响应时间：
    - 发送磁盘 IO 请求和接收响应之间的时间间隔。

2. 查看本地主机的信息

ip neigh [选项] [参数]

功能：

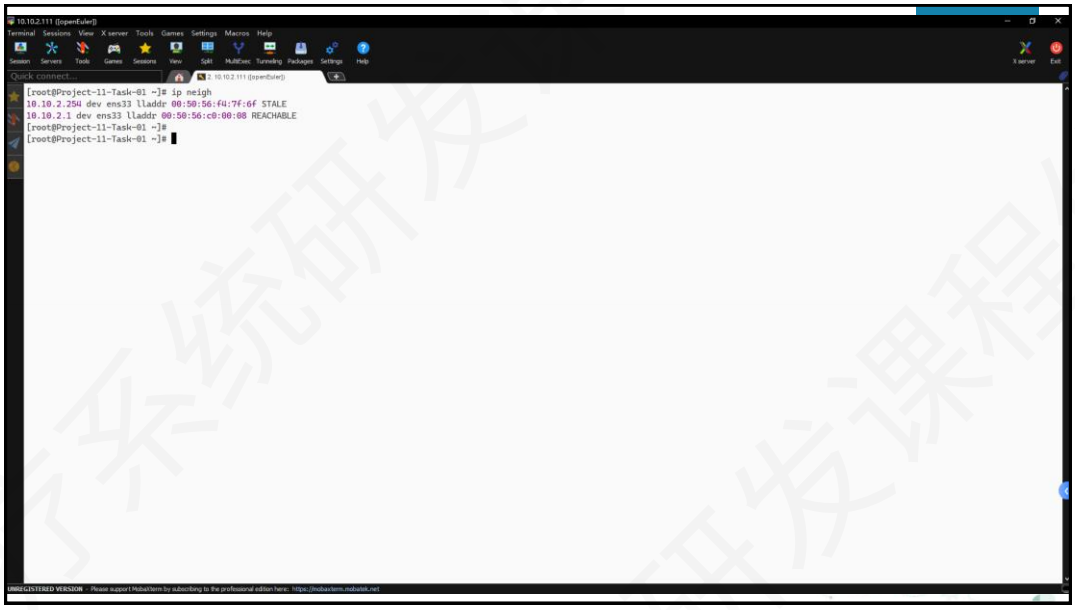
- 查看 MAC 地址表。

参数/命令：

- <ADDRESS(default)>
  - 记录目标主机的 IP 地址，可以是 IPv4 或 IPv6
- dev <NAME>
  - 对应连接的网卡设备接口
- lladdr <LLADDRESS>
  - 目标主机的链路地址（MAC 地址）
- nud <NUD_STATE>
  - MAC 地址表状态
  - nud 是 Neighbour Unreachability Detection 的缩写

主要选项：

- add（a）：
  - 添加新的 MAC 地址表信息
- change（chg）：
  - 更改 MAC 地址表信息
- replace（repl）：
  - 替换 MAC 地址表信息
- delete（del/d）：
  - 删除 MAC 地址表信息
- fulsh（f）：
  - 刷新 MAC 地址表信息，无需具体参数
- show/list（sh/ls）：
  - 查看 MAC 地址表信息，可根据添加时的参数进行指定筛选查找



2. 查看本地主机的信息

ss [选项]

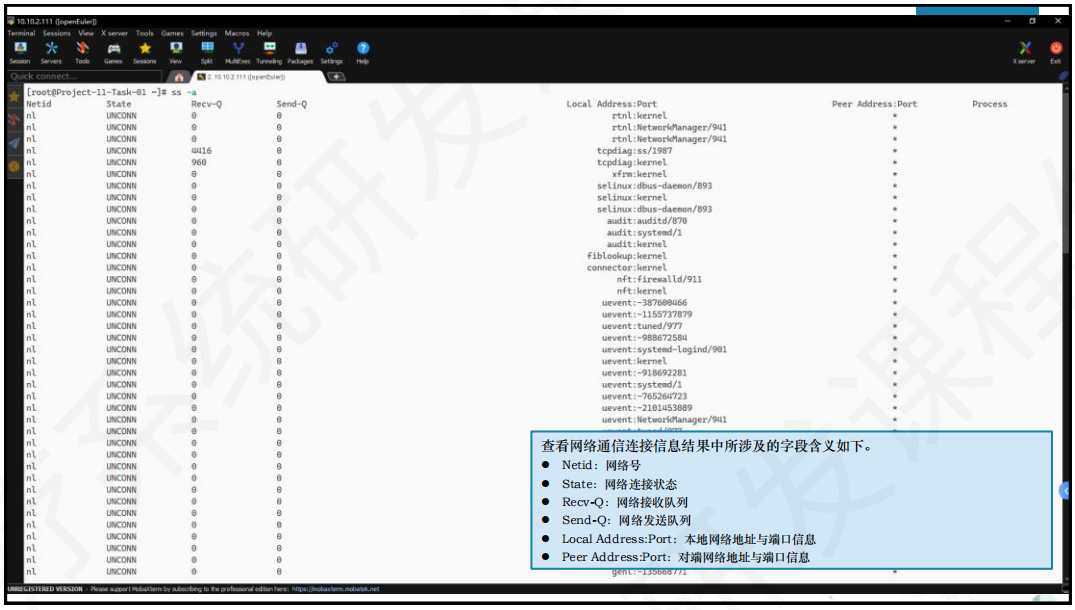
功能：

- 显示处于活动状态的套接字信息，能够显示详细的网络会话连接状态信息。

参数/命令：

主要选项：

- -n: 不解析服务名称，以数字方式显示
- -a: 显示所有的套接字
- -l: 显示处于监听状态的套接字
- -o: 显示计时器信息
- -m: 显示套接字的内存使用情况
- -p: 显示使用套接字的进程信息
- -i: 显示内部的 TCP 信息
- -4: 显示 IPv4 套接字
- -6: 显示 IPv6 套接字
- -t: 显示 TCP 套接字
- -u: 显示 UDP 套接字
- -d: 显示 DCCP 套接字
- -w: 显示 RAW 套接字
- -x: 显示 UNIX 域套接字



2. 查看本地主机的信息

iftop [选项]

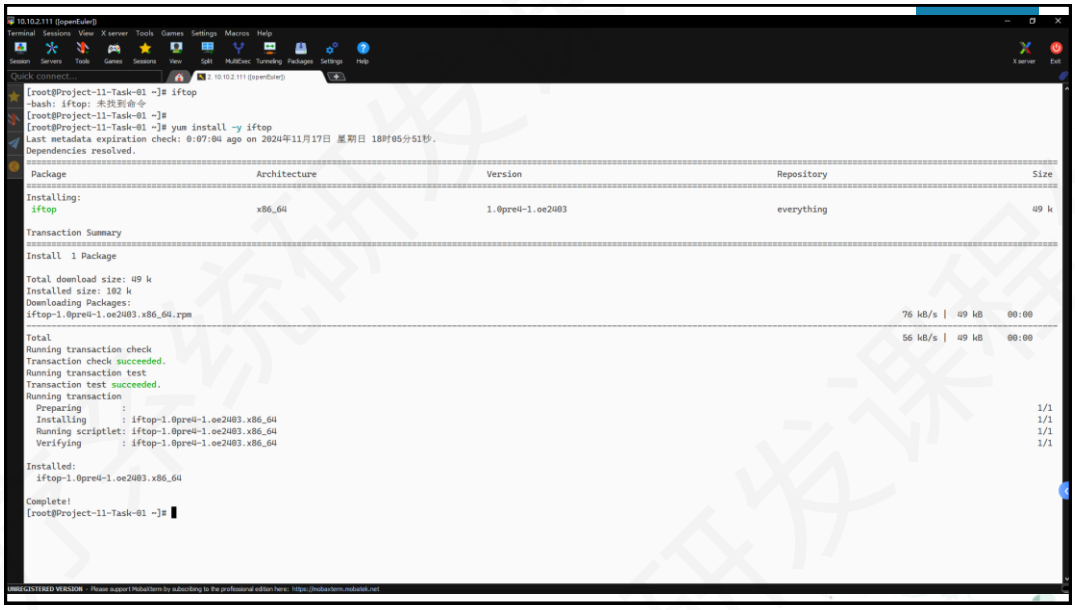
功能：

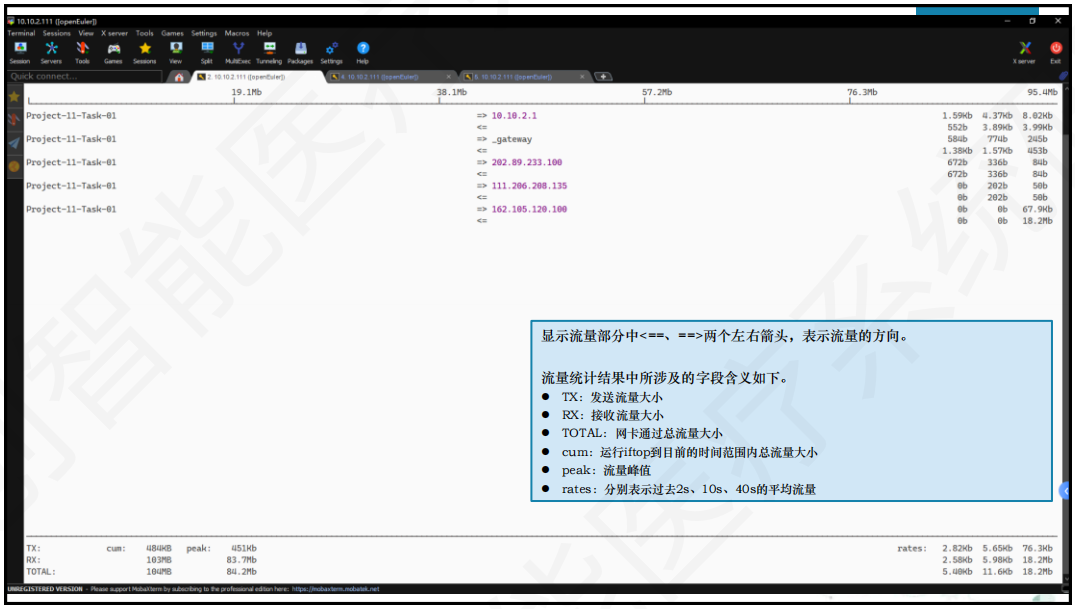
- 查看主机实时网络流量。

参数/命令：

主要选项：

- -i: 设定检测的网卡
- -B: 以 bytes 为单位显示流量（默认是 bits）
- -n: 使 host 信息默认显示 IP
- -N: 使端口信息默认显示端口号
- -F: 显示特定网段的流入/流出流量大小
- -p: 运行混杂模式（显示同一网段上其他主机的通信）
- -b: 显示流量图形条，默认显示
- -f: 用于计算过滤包信息
- -P: 使 host 信息及端口信息默认均显示
- -m:
  - 设置界面最上边的刻度的最大值，刻度分为 5 个大段显示





显示流量部分中<==、==>两个左右箭头，表示流量的方向。

流量统计结果中所涉及的字段含义如下。

- TX：发送流量大小
- RX：接收流量大小
- TOTAL：网卡通过总流量大小
- cum：运行iftop到目前的时间范围内总流量大小
- peak：流量峰值
- rates：分别表示过去2s、10s、40s的平均流量

2. 查看本地主机的信息

ping [选项] [参数]

功能：

- 查看网络的连通性。

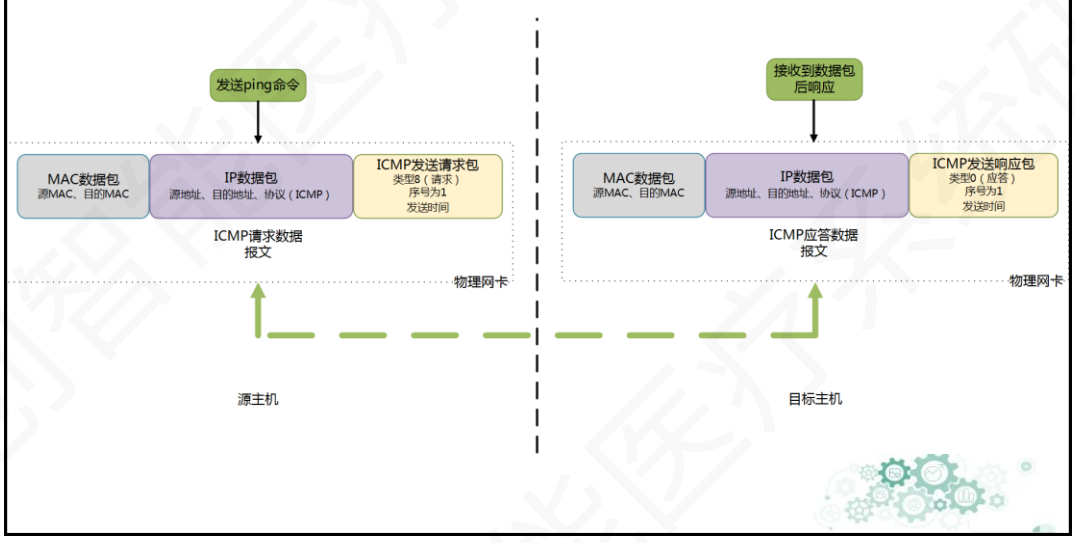
参数/命令：

- hostname：
  - 指定检测的主机 IP 地址、主机名、域名

主要选项：

- -c <次数>：
  - 指定 ping 命令请求的次数
- -i <时间>：
  - 指定每个 ping 命令请求之间的时间间隔（以 s 为单位）
- -s <数据包大小>：
  - 指定发送的数据包大小（以 B 为单位），默认值为 56B
- -t <生存时间>：
  - 指定 ping 请求的生存周期最大时间，在 Linux 操作系统中默认最大为 128
- -q：
  - 只显示结果，不显示每个 ping 请求的详细信息
- -v：
  - 显示每个 ping 请求的详细信息

Ping命令的工作原理



2. 查看本地主机的信息

traceroute [选项] [参数]

功能：

- 用于追踪数据包在网络上传输的全部节点及路径信息，能够及时追踪网络故障断点。

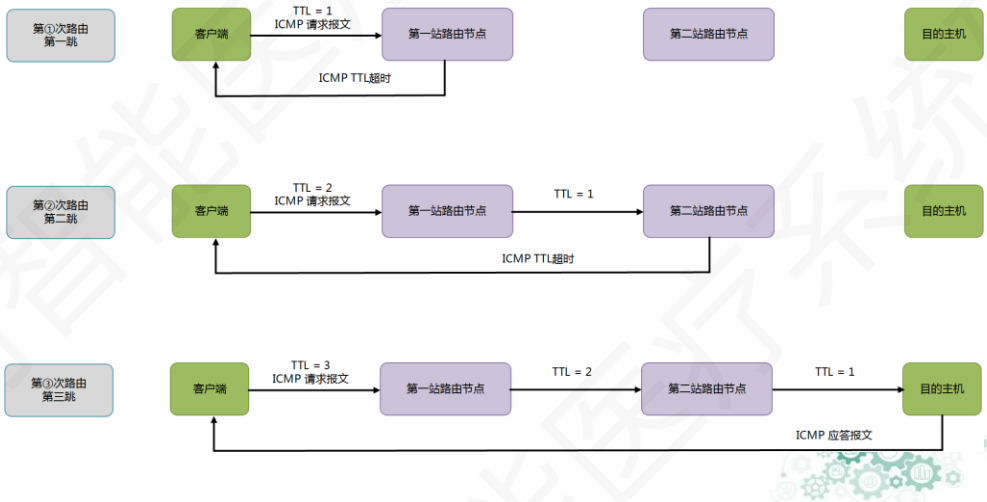
参数/命令：

- hostname:
  - 指定检测的主机 IP 地址、主机名、域名

主要选项：

- -f <存活数值>:
  - 设置第一个检测数据包的存活数值 TTL 的大小
- -F: 不使用碎片数据报文
- -g <网关>: 设置来源路由网关，最多可设置 8 个
- -i <设备接口>: 使用指定的设备接口发送数据包
- -I: 使用 ICMP 取代 UDP 响应报文
- -m <存活数值>:
  - 设置检测数据包的最大存活数值 TTL 的大小
- -n: 直接使用 IP 地址而非主机名称
- -p <通信端口>: 指定传输协议的通信端口
- -r: 忽略普通路由表，直接将数据包送到远端主机上
- -s <来源地址>: 设置本地主机送出数据包的 IP 地址
- -t <服务类型>: 设置检测数据包的 TOS 数值
- -w <超时秒数>: 设置等待远端主机响应的时间
- -x: 开启或关闭数据包的正确性检验

Traceroute命令的工作原理



2. 查看本地主机的信息

mtr [选项] [参数]

功能：

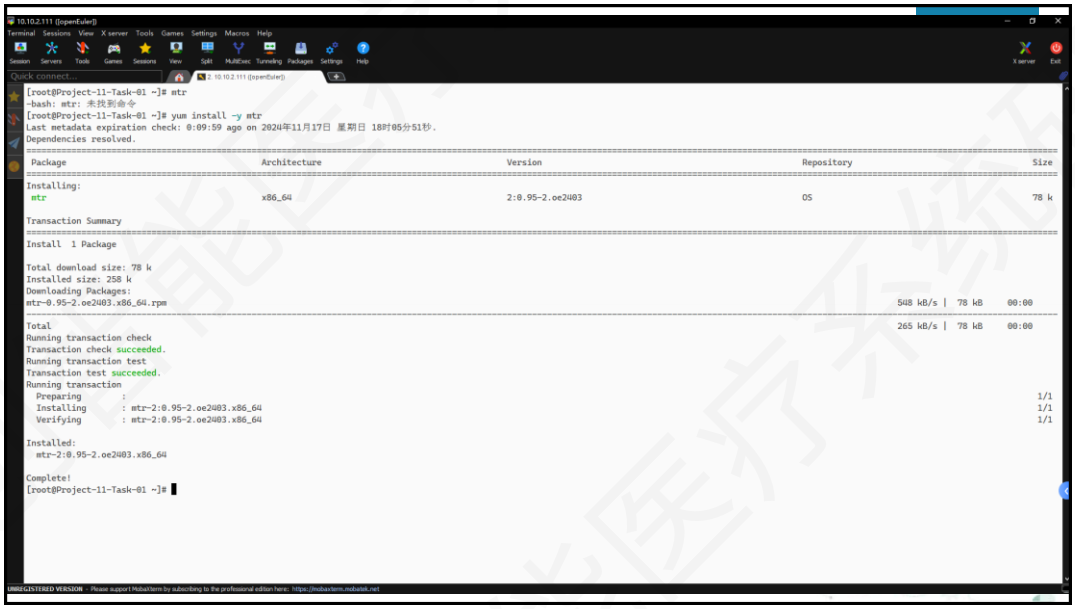
- 用于主机网络的诊断与网络连通性的判断。

参数/命令：

- hostname：
  - 指定检测的主机 IP 地址、主机名、域名

主要选项：

- -r：　以报告模式显示
- -s：　指定 ping 数据包的大小
- --no-dns：
  - 不对 IP 地址做域名解析操作
- -a：
  - 设置发送数据包的 IP 地址（主机中设置多个 IP 地址）
- -i：　设置 ICMP 返回之间的时间，默认是 1s
- -4：　指定检测 IPv4 地址
- -6：　指定检测 IPv6 地址
- -c：　指定每秒发送数据包的数量



使用mtr命令检测网络稳定性结果中涉及的字段含义如下。

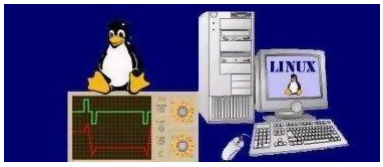
- Host：IP地址和域名，按N键可以切换IP地址和域名
- Loss%：检测数据包的丢包率
- Snt：设置每秒发送数据包的数量，默认值是10
- Last：最近一次请求的时延
- Avg：平均时延
- Best：时延最短值
- Wrst：时延最长值
- StDev：时延标准偏差

2. 查看本地主机的信息

- mtr（My Traceroute）是一种网络故障排查工具，可同时显示出traceroute 和 ping 工具的检测结果，从而更加全面地分析网络故障。
  - mtr工具利用 ICMP 协议进行网络故障排查，其操作过程主要实现以下几个方面。
    - 发送 ICMP 数据包
      - mtr工具向目标主机发送一系列的 ICMP 数据包，这些数据包会在网络中跳跃，每经过一个路由节点就会返回一个响应信息。
    - 统计网络数据包的传输信息
      - mtr工具会记录数据包的丢失情况以及数据包的响应时间，从而可以分析网络延迟的情况。如果某个路由节点的响应时间过长，就说明这个路由节点可能存在故障。
    - 显示路由路径
      - mtr工具会显示数据包经过的路由路径，能帮助网络运维人员快速定位故障节点的位置。

3. 监控本地主机的性能

- The sysstat utilities are a collection of performance monitoring tools for Linux.
- Sysstat is Open Source / Free Software, and is freely available under the GNU General Public License, version 2.



3. 监控本地主机的性能

- sysstat监控的指标
  - Input / Output and transfer rate statistics (global, per device, per partition, per network filesystem and per Linux task / PID).
  - CPU statistics (global, per CPU, per NUMA nodes and per Linux task / PID), including support for virtualization architectures.
  - Memory, hugepages and swap space utilization statistics.
  - Virtual memory, paging and fault statistics.
  - Per-task (per-PID) memory and page fault statistics.
  - Global CPU and page fault statistics for tasks and all their children.
  - Process creation activity.
  - Interrupt statistics (global, per CPU and per interrupt, including potential APIC interrupt sources, hardware and software interrupts).
  - Extensive network statistics: network interface activity (number of packets and kB received and transmitted per second, etc.) including failures from network devices; network traffic statistics for IP, TCP, ICMP and UDP protocols based on SNMPv2 standards; support for IPv6-related protocols.
  - Fibre Channel traffic statistics.
  - Software-based network processing (softnet) statistics.
  - NFS server and client activity.
  - Sockets statistics.
  - Run queue and system load statistics.
  - Kernel internal tables utilization statistics.
  - System and per Linux task switching activity.
  - Swapping statistics.
  - TTY devices activity.
  - Power management statistics
  - USB devices plugged into the system.
  - Filesystems utilization (inodes and blocks).
  - Tape drives statistics.
  - Pressure-Stall Information statistics.

四组监控工具 { sar / sadc / sadf
iostat / tapestat / cifsiostat
mpstat
pidstat

3. 监控本地主机的性能

mpstat [选项] [参数]

功能：

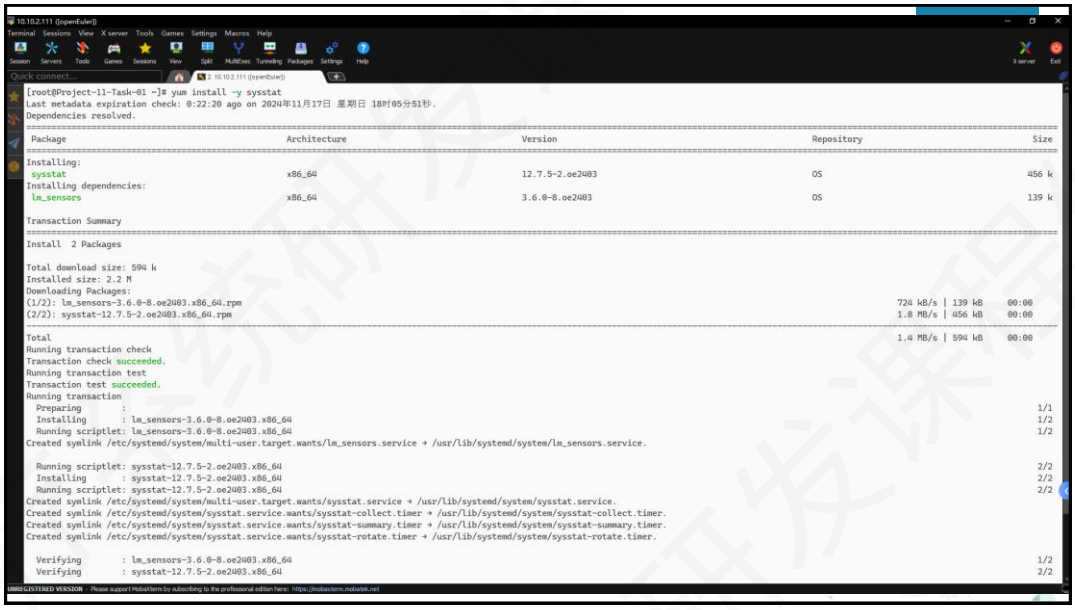
- 监控系统 CPU。

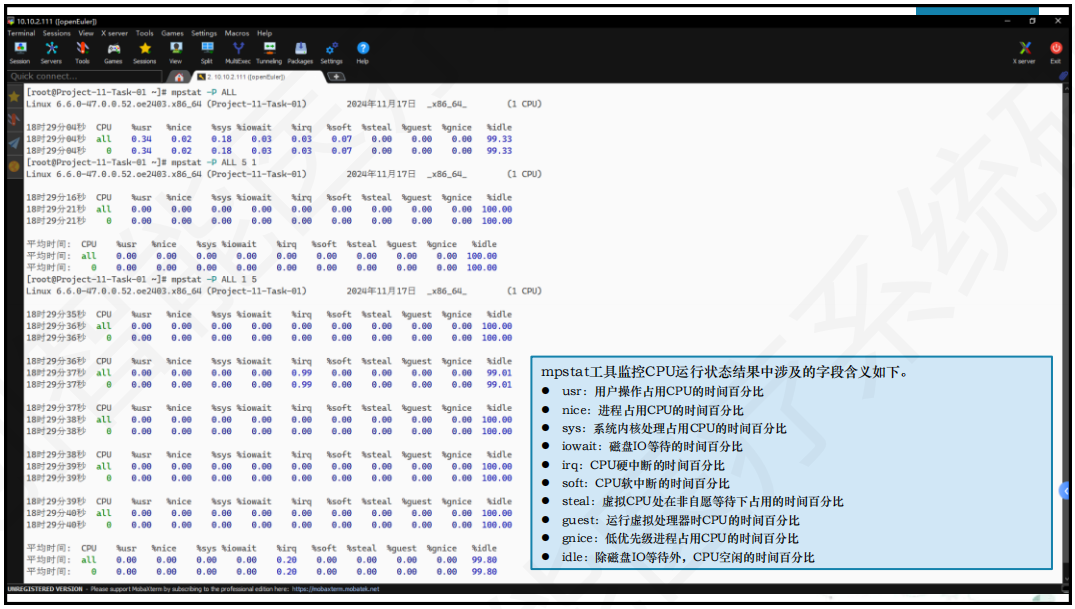
参数/命令：

- 时间间隔：
  - 指定监控报告执行输出的时间间隔（s）
- 次数：
  - 显示系统 CPU 检测的执行次数

主要选项：

- -P：
  - 指定 CPU 编号[0~n-1，物理 CPU 编号从 0 开始]，
  - 或者输入 ALL 表示监控所有 CPU





mpstat工具监控CPU运行状态结果中涉及的字段含义如下。

- usr：用户操作占用CPU的时间百分比
- nice：进程占用CPU的时间百分比
- sys：系统内核处理占用CPU的时间百分比
- iowait：磁盘IO等待的时间百分比
- irq：CPU硬中断的时间百分比
- soft：CPU软中断的时间百分比
- steal：虚拟CPU处在非自愿等待下占用的时间百分比
- guest：运行虚拟处理器时CPU的时间百分比
- gnice：低优先级进程占用CPU的时间百分比
- idle：除磁盘IO等待外，CPU空闲的时间百分比

3. 监控本地主机的性能

vmstat [选项] [参数]

功能：

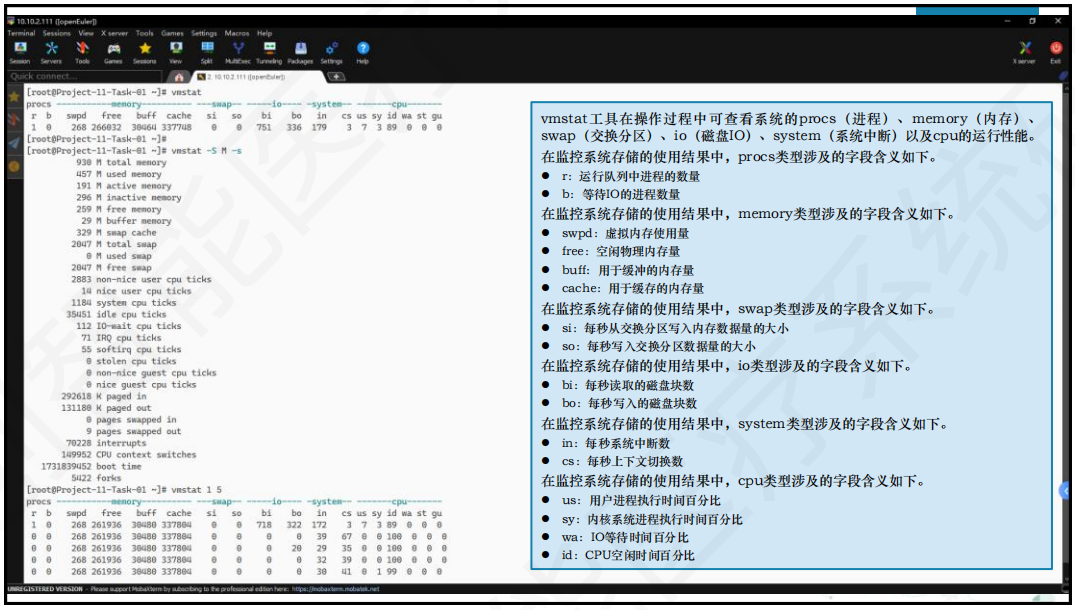
- 统计系统整体的存储情况，包括内核进程、内存使用、虚拟内存、磁盘 IO 和 CPU状态等信息。

参数/命令：

- 时间间隔：
  - 状态信息刷新的时间间隔（单位：s）
- 次数：
  - 显示报告的次数

主要选项：

- -a: 显示活动和非活动内存
- -f: 显示启动后创建的进程总数
- -m: 显示 slab 信息（内存分配机制）
- -n: 只在开始时显示一次各字段头信息
- -s: 以表格方式显示事件计数器和内存状态
- -d: 显示磁盘相关统计信息
- -p: 显示指定磁盘分区统计信息
- -S: 使用指定单位显示，可使用 k、K、m、M



3. 监控本地主机的性能

pidstat [选项] [参数]

功能：

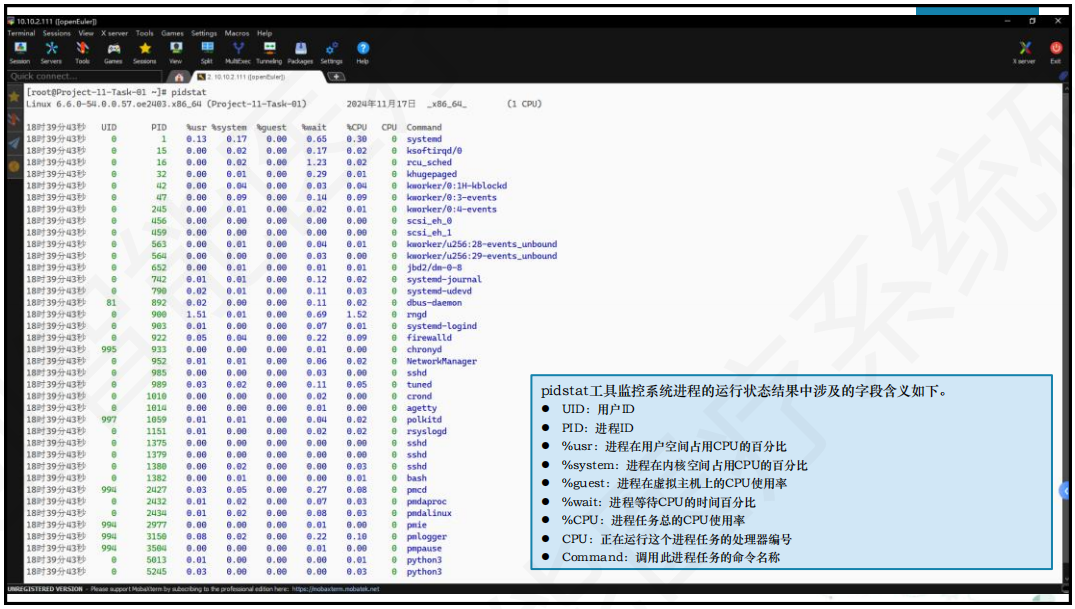
- 监控全部或单独指定某个进程，查看其资源占用情况，掌握系统进程的运行性能。

参数/命令：

- 时间间隔：
  - 指定监控报告执行输出的时间间隔（s）
- 次数：
  - 显示系统进程检测的执行次数

主要选项：

- -u: 默认的参数，显示各个进程的 CPU 使用统计
- -r: 显示各个进程的内存使用统计
- -d: 显示各个进程的 IO 使用情况
- -p: 指定进程号
- -w: 显示每个进程的上下文切换情况
- -t: 显示选择任务的线程的统计信息外的额外信息



3. 监控本地主机的性能

iostat [选项] [参数]

功能：

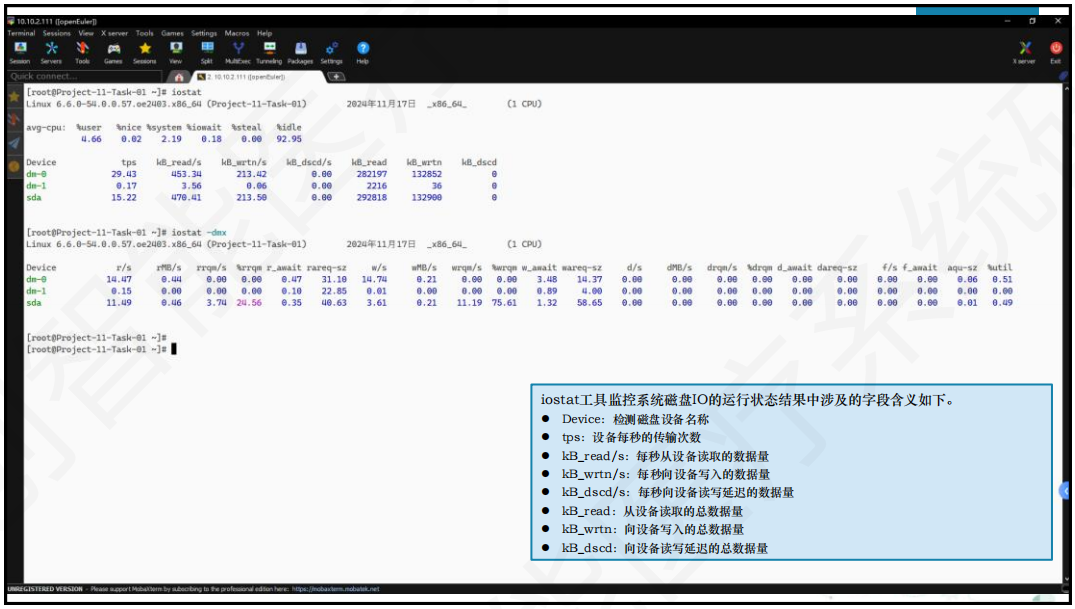
- 监控主机磁盘 IO 的运行情况，查看存储设备的性能。

参数/命令：

- 时间间隔：
  - 每次报告产生的间隔时间（s）
- 次数：
  - 显示报告的次数

主要选项：

- -c: 仅显示 CPU 使用情况
- -d: 仅显示磁盘设备 IO 情况
- -k: 显示状态以千字节每秒为单位，而不使用块每秒
- -m: 显示状态以兆字节每秒为单位
- -p: 仅显示块设备和所有被使用的其他分区状态
- -t: 显示每个报告产生的时间
- -x: 显示扩展状态信息



iostat工具监控系统磁盘IO的运行状态结果中涉及的字段含义如下。

- Device：检测磁盘设备名称
- tps：设备每秒的传输次数
- kB_read/s：每秒从设备读取的数据量
- kB_wrtn/s：每秒向设备写入的数据量
- kB_dscd/s：每秒向设备读写延迟的数据量
- kB_read：从设备读取的总数据量
- kB_wrtn：向设备写入的总数据量
- kB_dscd：向设备读写延迟的总数据量

3. 监控本地主机的性能

- proc是伪文件系统（即虚拟文件系统）
  - 只存在内存中，是存储当前内核运行状态的一系列特殊文件，用户可通过该类型文件查看主机以及当前正在运行进程的信息，甚至可以通过更改其中某些文件来改变内核的运行状态。
  - proc目录下的文件也常被称为虚拟文件，通常文件的时间及日期属性为当前系统的时间和日期，虚拟文件是随时刷新的。
  - proc目录下的文件通常是只读属性。
  - 与proc下其他文件的只读属性不同，管理员可对/proc/sys 子目录中的许多文件内容进行修改，通过此更改可以调整内核的运行特性。

表 12-6-1 /proc 下常见的目录

目录	描述
/proc/apm	高级电源管理（APM）版本信息及电池相关状态信息，通常由 apm 命令使用
/proc/buddyinfo	用于诊断内存碎片问题的相关信息
/proc/cmdline	在启动时传递至内核的相关参数信息，这些信息通常由 lilo（Linux 加载程序）或 grub（Linux 引导管理程序）等工具进行传递
/proc/cpuinfo	处理器的相关信息文件
/proc/crypto	系统上已安装内核使用的密码算法及每个算法的详细信息列表
/proc/devices	系统已经加载的所有块设备和字符设备的信息，包含主设备号和设备组（与主设备号对应的设备类型）名
/proc/diskstats	每块磁盘设备的 I/O 统计信息列表（内核 2.5.69 以后的版本支持此功能）
/proc/dma	每个正在使用且注册的 ISA DMA 通道信息列表
/proc/execdomains	内核当前支持的执行域信息列表
/proc/fb	帧缓冲设备列表文件，包含帧缓冲设备的设备号和相关驱动信息
/proc/filesystems	当前被内核支持的文件系统类型列表文件，被标示为 nodev 的文件系统表示不需要该块设备的支持；通常“mount”设备时，如果没有指定文件系统类型，将通过此文件来决定其所需文件系统的类型
/proc/interrupts	X86 或 X86_64 体系架构系统上每个 IRQ（Interrupt Request，中断请求）相关的中断信息列表
/proc/iomem	每个物理设备上的记忆体（RAM 或者 ROM）在系统内存中的映射信息
/proc/ioports	当前正在使用且已经被注册过的与物理设备进行通讯的输入-输出端口范围信息列表
/proc/kallsyms	模块管理工具，用来动态链接或绑定可装载模块的符号定义，由内核输出（内核 2.5.71 以后的版本支持此功能），通常这个文件中的信息量较大

77

表 12-6-1 /proc 下常见的目录

目录	描述
/proc/kcore	系统使用的物理内存以 ELF 核心文件（core file）格式存储，其文件大小为已使用物理内存加上 4KB；此文件用来检查内核数据结构的当前状态，通常由 GBD 调试工具使用，但不能使用文件查看命令打开此文件
/proc/kmsg	此文件用来保存由内核输出的信息，通常由/sbin/klogd 或/bin/dmsg 等程序使用，不能使用文件查看命令打开此文件
/proc/loadavg	保存关于 CPU 和磁盘 I/O 的负载平均值，其前三列分别表示每 1 分钟、每 5 分钟及每 15 分钟的负载平均值，类似于 uptime 命令输出的相关信息；第四列是由斜线隔开的两个数值，前者表示当前正由内核调度的实体（进程和线程）的数目，后者表示系统当前存活的内核调度实体的数目；第五列表示此文件被查看前最近一个由内核创建的进程 PID
/proc/locks	保存当前由内核锁定的文件相关信息，包含内核内部的调试数据；每个锁定占据一行，且具有一个唯一的编号；输出信息中每行的第二列表示当前锁定使用的锁定类别，POSIX 表示目前较新类型的文件锁，有 lockf 系统调用产生，FLOCK 是传统的 UNIX 文件锁，由 flock 系统调用产生；第三列也通常由两种类型，ADVISORY 表示不允许其他用户锁定此文件，但允许读取，MDNDATORY 表示此文件锁定期间不允许其他用户以任何形式的访问
/proc/mdstat	保存 RAID 相关的多块磁盘的当前状态信息，在没有使用 RAID 机器上，其显示为<none>
/proc/meminfo	系统中关于当前内存的利用状况等的信息，常由 free 命令使用；可以使用文件查看命令直接读取，其内容显示为两列，前者为统计属性，后者为对应的值
/proc/mounts	在内核 2.4.29 版本以前，此文件的内容为系统当前挂载的所有文件系统，在 2.4.29 以后的内核中引进了每个进程使用独立挂载名称空间的方式，此文件则随之变成了指向/proc/self/mounts（每个进程自身挂载名称空间中的所有挂载点列表）文件的符号链接。

表 12-6-1 /proc 下常见的目录

目录	描述
/proc/partitions	块设备每个分区的主设备号（major）和次设备号（minor）等信息，同时包括每个分区所包含的块（block）数目
/proc/pci	内核初始化时发现的所有 PCI 设备及其配置信息列表，其配置信息多为某 PCI 设备相关 IRQ 信息，可读性不高，可以用“/sbin/lspci -vb”命令获得较易理解的相关信息。在内核 2.6 版本以后，此文件已为/proc/bus/pci 目录及其下的文件代替
/proc/slabinfo	在内核中频繁使用的对象（如 inode、dentry 等）都有相应的 cache，即 slab pool，而/proc/slabinfo 文件列出了这些对象相关 slap 信息
/proc/stat	实时追踪自系统上次启动以来的多种统计信息，其中具体每行含义如表 12-6-2 所示
/proc/swaps	当前系统上的交换分区及其空间利用信息，如果有多个交换分区的话，则会将每个交换分区的信息分别存储于/proc/swap 目录中的单独文件中，而其优先级数字越低，被使用到的可能性越大
/proc/uptime	系统上次启动以来的运行时间，其第一个数字表示系统运行时间，第二个数字表示系统空闲时间，单位是秒
/proc/version	当前系统运行的内核版本号
/proc/vmstat	当前系统虚拟内存的统计数据，可读性较好（内核 2.6 版本以后支持此文件）
/proc/zoneinfo	内存区域（zone）的详细信息列表

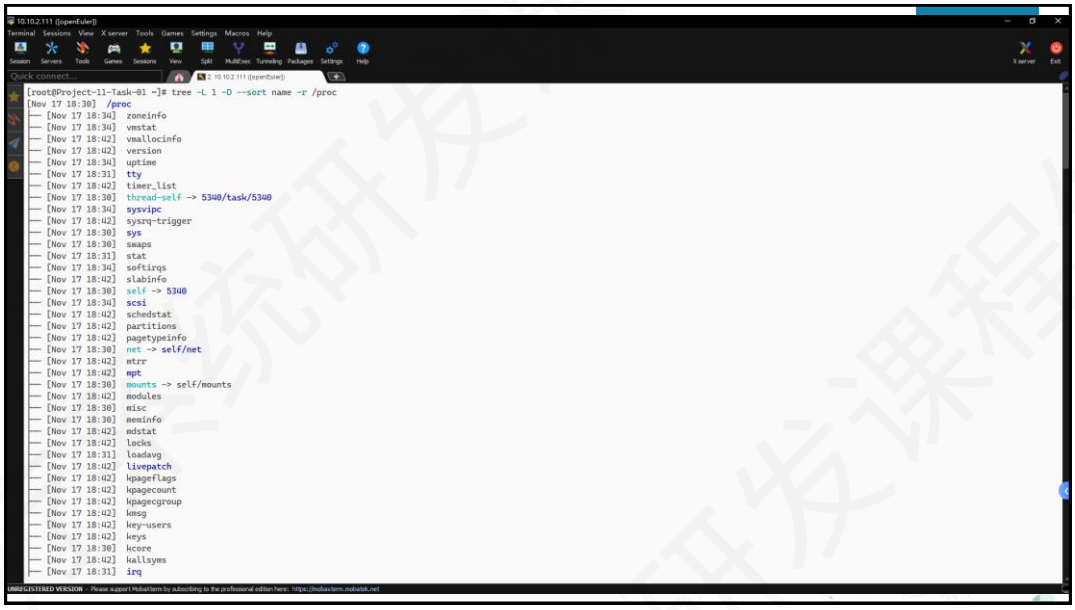
78

表 12-6-2 /proc/stat 信息内容

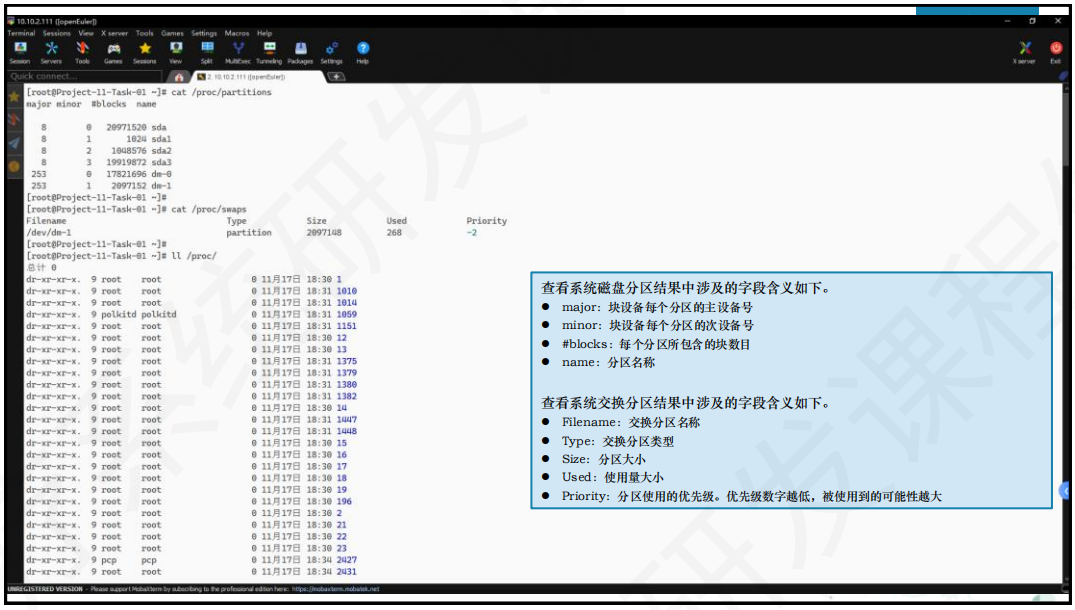
行名	描述
cpu	该行后的八个值分别表示以 1/100（jiffies）秒为单位的统计值（包括系统运行于用户模式、低优先级用户模式，运系统模式、空闲模式、I/O 等待模式的时间等）
intr	该行给出中断的信息，第一个为自系统启动以来，发生的所有的中断的次数；然后每个数对应一个特定的中断自系统启动以来所发生的次数
ctxt	该行展示从系统启动以来 CPU 发生的上下文交换的次数
btime	该行展示从系统启动到现在为止的时间，单位为秒
processes (total_forks)	该行展示从系统启动以来所创建的任务的个数目
procs_running	该行展示当前运行队列的任务数目
procs_blocked	该行展示当前被阻塞的任务数目

表 12-6-3 /proc/sys 系统目录内容

目录	描述
/proc/sys/abi	此目录主要记录应用程序二进制接口，涉及了程序的多个方面，如目标文件格式、数据类型、函数调用以及函数传递参数等信息
/proc/sys/crypto	此目录主要记录系统中已经安装的相关服务使用的信息加密处理配置
/proc/sys/debug	此目录主要记录系统运行中的调试信息，此目录通常是一空目录
/proc/sys/dev	为系统上特殊设备提供参数信息文件的目录，其不同设备的信息文件分别存储于不同的子目录中，如大多数系统上都会具有的/proc/sys/dev/cdrom 和/proc/sys/dev/raid（如果内核编译时开启了支持 raid 的功能）目录，其内存储的通常是系统上 cdrom 和 raid 的相关参数信息文件
/proc/sys/fs	该目录包含一系列选项以及有关文件系统的各个方面信息，包括配额、文件句柄、索引以及系统登录信息
/proc/sys/kernel	此目录文件可用于监视和调整 Linux 操作中的内核相关参数
/proc/sys/net	主要包括了许多网络相关的操作，如 appletalk/、ethernet/、ipv4/、ipx/及 ipv6/等，通过改变这些目录中文件，能够在系统运行时调整相关网络参数
/proc/sys/vm	该目录下文件主要用来优化系统中的虚拟内存


[root@Project-11-Task-01 ~]# tree -L 1 -D --sort name -r /proc
[Nov 17 18:30] /proc
├── [Nov 17 18:34] zoneinfo
├── [Nov 17 18:34] vmstat
├── [Nov 17 18:42] vmallocinfo
├── [Nov 17 18:42] version
├── [Nov 17 18:34] uptime
├── [Nov 17 18:31] tty
├── [Nov 17 18:42] timer_list
├── [Nov 17 18:30] thread-self -> 5340/task/5340
├── [Nov 17 18:34] sysvipc
├── [Nov 17 18:42] sysrq-trigger
├── [Nov 17 18:30] sys
├── [Nov 17 18:30] swaps
├── [Nov 17 18:31] stat
├── [Nov 17 18:34] softirqs
├── [Nov 17 18:42] slabinfo
├── [Nov 17 18:30] self -> 5340
├── [Nov 17 18:34] scsi
├── [Nov 17 18:42] schedstat
├── [Nov 17 18:42] partitions
├── [Nov 17 18:42] pagetypeinfo
├── [Nov 17 18:30] net -> self/net
├── [Nov 17 18:42] mtrr
├── [Nov 17 18:42] mpt
├── [Nov 17 18:30] mounts -> self/mounts
├── [Nov 17 18:42] modules
├── [Nov 17 18:30] misc
├── [Nov 17 18:30] meminfo
├── [Nov 17 18:42] mdstat
├── [Nov 17 18:42] locks
├── [Nov 17 18:31] loadavg
├── [Nov 17 18:42] livepatch
├── [Nov 17 18:42] kpageflags
├── [Nov 17 18:42] kpagecount
├── [Nov 17 18:42] kpagecgroup
├── [Nov 17 18:42] kmsg
├── [Nov 17 18:42] key-users
├── [Nov 17 18:42] keys
├── [Nov 17 18:30] kcore
├── [Nov 17 18:42] kallsyms
└── [Nov 17 18:31] irq


[root@Project-11-Task-01 ~]# cat /proc/loadavg
0.00 0.03 0.05 1/215 5349
[root@Project-11-Task-01 ~]#
[root@Project-11-Task-01 ~]# cat /proc/cpuinfo
processor : 0
vendor_id : GenuineIntel
cpu family : 6
model : 158
model name : Intel(R) Core(TM) i5-7500 CPU @ 3.40GHz
stepping : 9
microcode : 0xb4
cpu MHz : 3407.995
cache size : 6144 KB
physical id : 0
siblings : 1
core id : 0
cpu cores : 1
apicid : 0
initial apicid : 0
fpu : yes
fpu_exception : yes
cpuid level : 22
wp : yes
flags : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush mmx fxsr sse sse2 ss syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant_tsc arch_perfmon nopl xtopology tsc_reliable nons
top_tsc cpuid tsc_known_freq pni pclmulqdq ssse3 fma cx16 pcid sse4_1 sse4_2 x2apic movbe popcnt tsc_deadline_timer aes xsave avx f16c rdrand hypervisor lahf_lm abm 3dnowprefetch pti ssbd ibrs ibpb stibp fs
gsbase tsc_adjust bmi1 avx2 smep bmi2 invpcid rdseed adx smap clflushopt xsaveopt xsavec xgetbv1 xsaves arat md_clear flush_l1d arch_capabilities
bugs : cpu_meltdown spectre_v1 spectre_v2 spec_store_bypass l1tf mds swapgs itlb_multihit srbds mmio_stale_data retbleed gds bhi
bogomips : 6815.99
clflush size : 64
cache_alignment : 64
address sizes : 45 bits physical, 48 bits virtual
power management:
[root@Project-11-Task-01 ~]# cat /proc/meminfo
MemTotal: 952360 kB
MemFree: 264040 kB
MemAvailable: 489952 kB
Buffers: 30940 kB
Cached: 302616 kB
SwapCached: 36 kB
Active: 201520 kB
Inactive: 300936 kB
监控CPU运行性能结果中总共显示5列数据，每列数据所包含的含义如下。
第1列：表示CPU在1min内CPU负载平均值
第2列：表示CPU在5min内CPU负载平均值
第3列：表示CPU在15min内CPU负载平均值
第4列：由斜线隔开的两个数值，前者表示当前内核调度的实体（进程和线程）的数目，后者表示系统当前存活的内核调度实体的数目
第5列：最近一个由内核创建的进程ID

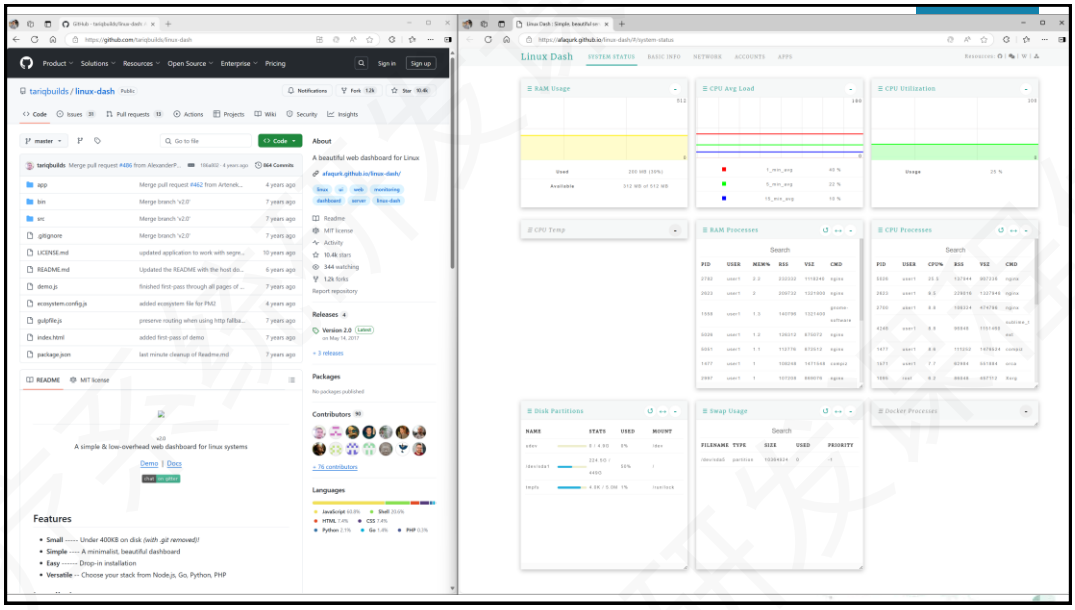


4. 实现可视化系统监控

- Linux-Dash是一个监控Linux服务器的Web化开源工具，可监控主机CPU、内存、负载、网络、磁盘、用户等系统的运行状况。
- Linux-Dash的主要特性。
  - 具有基于Web的美观、简单易读的Linux服务器监控面板。
  - 工具文件较小，通过GitHub下载不到1MB。
  - 支持添加新的监控模块与实时数据可视化更新。
  - 支持在PHP、Node.js、Python和Go环境下安装。
- Linux-Dash：
  - A simple & low-overhead web dashboard for linux systems。

基于Web的仪表盘

Linux Dash – 轻量级但功能强大的 Linux 系统监控工具：https://www.linuxmi.com/linux-dash-system-monitoring-tool.html



4. 实现可视化系统监控

使用Linux-Dash实现可视化实时监控

任务目标：

- 实现Linux-Dash软件的部署。
- 实现对主机系统运行情况的监控。

操作演示：

操作步骤：

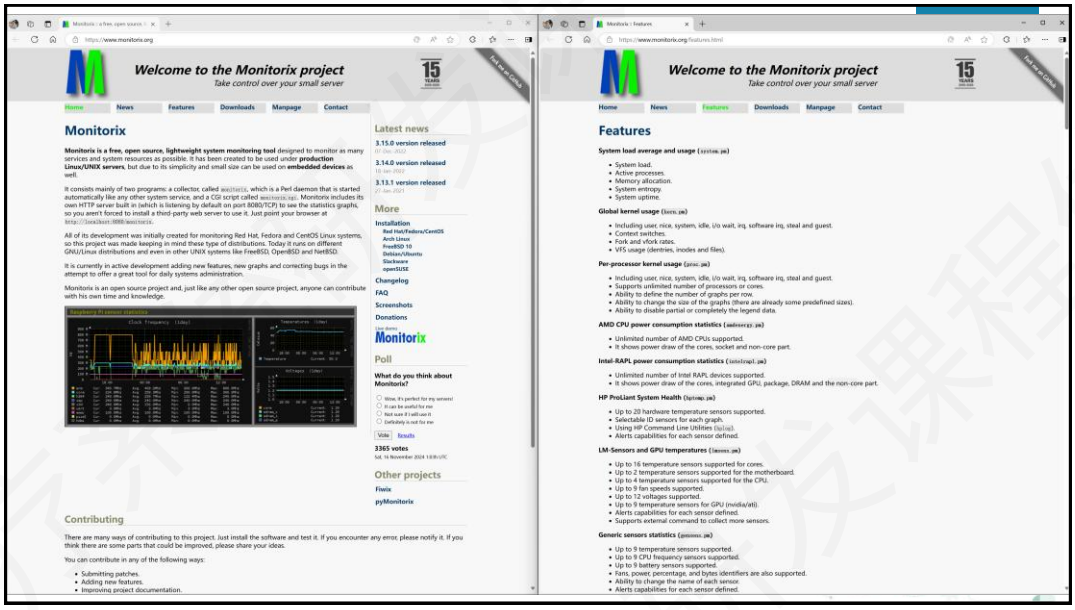
- 基于PHP环境进行部署
  - 实现Linux+Apache Http Server+PHP环境
  - 部署Linux-Dash程序
  - 发布并验证
- 基于Go环境进行部署
  - 实现Go环境
  - 部署Linux-Dash程序
  - 发布并验证

4. 实现可视化系统监控

- Monitorix is a free, open source, lightweight system monitoring tool designed to monitor as many services and system resources as possible.
  - It has been created to be used under production Linux/UNIX servers,
  - but due to its simplicity and small size can be used on embedded devices as well.
- Monitorix 是一个开源免费、轻量级的系统监视工具。
  - 该工具主要包括两个程序：
    - 一个是自动收集Perl服务程序为monitorix；
    - 另一个为CGI脚本程序为monitorix.cgi。从Monitorix 3.0版本以后，该工具已经内置HTTP服务器（占用端口为TCP 8080），安装后可自动发布程序进行访问。

4. 实现可视化系统监控

- Monitorix 在系统运行的过程中会有规律地收集系统和网络的信息并以图形化的形式展示出来。
  - 主要特性如下所示。
  - 能够监测系统多种类型的运行状态，如CPU负载、内存使用、磁盘驱动器的温度和健康情况、网络流量、Web服务器、数据库以及系统多种服务等（如SSH、FTP、SMTP、POP3、IMAP、POP3 等）。
  - 能够按照每天、每周、每月或每年，通过图形或明文表格查看统计数字。
  - 能够缩放图形，以便更清楚地查看数据信息。
  - 内置的HTTP服务器，程序安装运行后通过Web方式访问。



4. 实现可视化系统监控

使用Monitorix实现可视化系统监控

任务目标：

- 实现Monitorix软件的部署。
- 实现对主机系统运行情况的监控。

操作步骤：

- 部署基本环境
- 安装Monitorix
- 配置监控指标
- 验证并交付
- 阅读监控数据

操作演示：

89

监控数据查看方式

- CLI工具查看数据
- 可视化监控：客户端
- 可视化监控：Web

监控数据存储方式

- 实时监控（秒级呈现）
- 系统监控（长期存储）

90

信创智能医疗系统研发课程体系

河南中医药大学信息技术学院（智能医疗行业学院）

河南中医药大学信息技术学院（智能医疗行业学院）智能医疗教研室

河南中医药大学医疗健康信息工程技术研究所