DIGITS DevBox 深度学习服务器

Dai Jialun

August 27, 2015

1. 硬件配置

显卡 4 个 ASUS（华硕）GTX 980Ti-6GD5

芯片厂商: NVIDIA

显卡芯片: GeForce GTX 980Ti

显示芯片系列: NVIDIA GTX 900 系列

核心代号: GM200

显存类型: GDDR5

显存容量: 6144MB

显存位宽: 384bit

最大分辨率: 4096×2160

接口类型: PCI Express 3.0 16X

I/O 接口: HDMI 接口/DVI 接口/3 个 DisplayPort 接口

电源接口: 8pin+6pin

产品尺寸：266.7×111.2×38.1mm

参考报价：5999*4=23996

CPU 1 个 Intel（英特尔）Core i7-5960X

CPU 主频：3GHz

最高睿频：3.5GHz

总线类型：QPI 总线

总线频率：8GT/s

插槽：LGA 2011-v3

CPU 架构：Haswell

核心：八核心十六线程

制作工艺：22 纳米

功耗：140W

三级缓存：20MB

最大支持内存：64G

指令集：SSE4.2，AVX 2.0，AES

内存控制器：四通道：DDR4 1333/1600/2133

参考报价：7699 RMB

主板 1 个 ASUS（华硕）X99-E WS

主芯片组：Intel X99

CPU 插槽：LGA 2011-3

支持 CPU 数量：1 颗

内存类型：DDR4

内存插槽：8*DDR4 DIMM

最大内存容量: 128GB

内存描述：支持四通道 DDR4 3000(超频)/3200(O.C.)/2800(超频)/2666(超频)/2400(超频)/2133MHz 内存

显卡插槽：PCI-E 3.0 标准

PCI-E 插槽：7×PCI-E X16 显卡插槽

SATA 接口：8×SATA III 接口；1×SATA Express 接口；1×M.2 接口（10Gb/s）

USB 接口：12×USB3.0 接口（10 背板 +2 内置）；4×USB2.0 接口（2 背板 +2 内置）

版型：E-ATX 板型

外形尺寸：30.5×26.7cm

多显卡技术：支持 NVIDIA 4-Way SLI 四路交火技术

RAID 功能：支持 RAID 0，1，5，10

尺寸：30.5 厘米 x 26.7 厘米

参考报价：4799 RMB

内存 2 个 CORSAIR（海盗船）VENGERNCE（复仇者)LPX 32GB（4 × 8GB）DDR4 2400MHz CMK32GX4M4A2400C14R

内存容量：套装（4×8GB）

内存类型：DDR4

内存主频：2400MHz

参考报价：5000*2=10000 RMB

硬盘 3 个 WesternDigital（西部数码）4TB 7200 转

硬盘容量：4000G

缓存：64M

转速：7200rpm

接口类型：SATA3.0

接口速率：6Gb/s

参考报机：1799*3=5397 RMB

固态硬盘 1 个 Samsung（三星）SSD 850pro 512GB

接口类型：SATA3

硬盘尺寸：2.5 英寸

参考报价：2999 RMB

固态硬盘 1 个 Samsung SSD 512GB SM951 cache for RAID

参考报价：3450 RMB

机箱 1 个 CORSAIR（海盗船）900D

机箱样式：台式机箱（全塔）

适用主板：**EATX 板型 **，ATX 板型，MATX 板型

电源类型：标准 ATX PS2 电源（选配）

电源设计：下置电源

显卡限长：400mm

5.25 英寸仓位：4 个

3.5 英寸仓位：9 个

2.5 英寸仓位：9 个

扩展插槽：10

前置接口：4*USB 2.0；2*USB 3.0

散热性能：前：3×120mm 风扇（标配），顶：4×120mm 或 3*140mm 风扇（选配），后：1×140mm 风扇（标配），底：8×120mm 或 6*140mm 风扇（选配）

尺寸：649.6×252×691.6mm

参考报价：2499 RMB

电源 1 个 CORSAIR（海盗船）AX1500i 1500W

功率：1500W

风扇描述：14cm 风扇

电源尺寸：150x86x225mm

参考报价：3599 RMB

散热器 1 个 CORSAIR（海盗船）H110 水冷 CPU 散热器

参考报价：999 RMB

风扇 6 个 CORSAIR（海盗船）AF120 静音版双包装

参考报价：89*12=1068 RMB

光驱 1 个 AUSU（华硕）DRW-24D1ST

参考报价：120 RMB

配件 1 个 Thermaltake Commander FT 触控式面板风扇控制器，Deepcool FAN HUB（九州风神风扇集线器）

参考报价：299 RMB

显示器

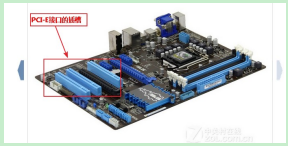
键盘鼠标

2. 名词解释

DVI Digital Visual Interface，数字视频接口

DislayPort 高清数字显示借口标准

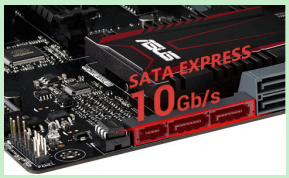
PCI-E PCI Express，新的总线接口

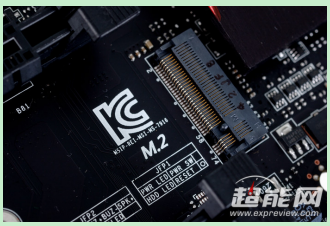


SATA Revision 3.0 Serial Advanced Technology Attachment，串行 ATA 规格第三版,6Gbps

SATA EXpress SATA 3.0 下一代的 SATA 接口，10Gbps

M.2 一种替代 MSATA 新的接口规范，优势体现在速度和体积。支持 Socket2 和 Socket3 两种接口类型

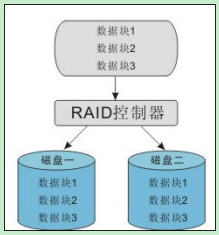




(a) (b)

Figure 1:

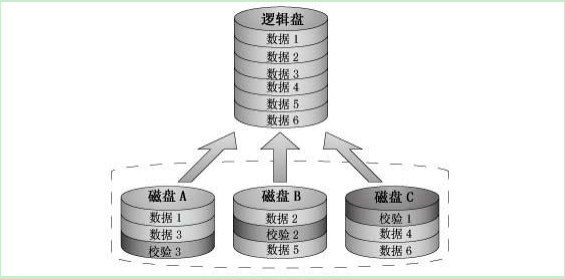
RAID Redundant Arrays of Independent Disks，磁盘阵列。磁盘阵列是由很多价格较便宜的磁盘，组合成一个容量巨大的磁盘组，利用个别磁盘提供数据所产生加成效果提升整个磁盘系统效能。利用这项技术，将数据切割成许多区段，分别存放在各个硬盘上。



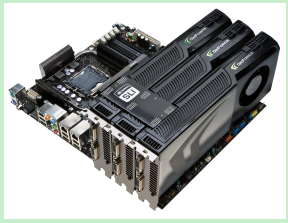
(a) (b)

Figure 2:

RAID5 一种存储性能、数据安全和存储成本兼顾的存储解决方案。为系统提供数据安全保障，但保障程度要比 Mirror 低而磁盘空间利用率要比 Mirror 高。数据以块为单位分布到各个硬盘上。RAID 5 不对数据进行备份，而是把数据和与其相对应的奇偶校验信息存储到组成 RAID5 的各个磁盘上，并且奇偶校验信息和相对应的数据分别存储于不同的磁盘上。当 RAID5 的一个磁盘数据损坏后，利用剩下的数据和相应的奇偶校验信息去恢复被损坏的数据。



SLI Scalable Link Interface，可灵活伸缩的连接接口（支持多显卡技术)。这是一种可把两张或以上的显卡连在一起，作单一输出使用的技术，从而达至绘图处理效能加强的效果。



DDR4 Dual Data Rate SDRAM，是一种高速 CMOS 动态随即访问的内存。DDR4 支持 2133MHz，32GB DDR4-2133 达到 48.4GB/s。

GDDR5 Graphics Double Data Rate SDRAM version5，是一种高性能显卡用内存，需搭配支持 PCI-E 以上规格的显卡，高频率达 4GHZ，低功耗。

UEFI Unified Extensible Firmware Interface，统一的可扩展固件接口，是一种详细描述类型接口的标准。这种接口用于操作系统自动从预启动的操作环境，加载到一种操作系统上。

BIOS Basic Input/Output System，基本输入/输出系统。

固件 Firmware，固定软件（自己理解)，写入 EROM 或 EEPROM 中的程序。固件担任着一个系统最基础最底层工作的软件。初期，这些硬件内所保存的程序是无法被用户直接读出或修改的，如今这些是可以重复刷写的，让固件得以修改和升级。

MRB 分区 MRB 分区表是将磁盘的分区信息保存到磁盘的第一个扇区（MRB 扇区）的 64 个字节中，每个分区项（文件系统、起始柱面号、磁头号等信息）占有 16 个字节，因此总共只能记录 4 个主分区，由于在一个分区项中用 4 个字节存储分区的总扇区数 (2^{32})，每扇区 512 字节 (2^9B)，因此每个分区不能超过 2TB ($2^{32} \times 2^9B = 2^{41}B = 2TB$)。磁盘容量超过 2TB 以后，分区的起始位置也就无法表示了。

GPT 分区 GPT 分区表是基于可扩展固件借口（EFI）使用的磁盘分区架构，支持每个磁盘可达到 128 个分区，且最大容量可达 18EB。

3. RAID5

3.1 RAID 的优点

- 可高效恢复磁盘

- 增强了速度
- 扩容了存储能力

3.2 实现 RAID 方法

硬 RAID Hardware RAID，通过用硬件（RAID 卡或者磁盘阵列）来实现 RAID 功能。硬件 RAID 具备了自身的 RAID 控制/处理与 I/O 处理芯片，甚至还有阵列缓冲（Array Buffer），对 CPU 的占用率以及整体性能都是最优势的，但设备成本也是三最高的。Hardware RAID 自成一个单元，由自身硬件和软件管理 RAID，与主板和操作系统无关，即 Ubuntu 不需要额外的程序来管理。

软 RAID Software RAID，通过用操作系统的软件程序（Linux 系统下的 mdadm 命令）来完成 RAID 功能。软件 RAID 的所有功能都是操作系统与 CPU 来完成，没有第三方的控制/处理与 I/O 芯片，与主板 BIOS 程序无关，其效率与稳定性较低。例如在 Ubuntu 系统下的软 RAID，其格式化、挂载、写入与重建全部由 mdadm 负责。

伪 RAID Fake RAID，又称 BIOS RAID。通过主板的集成芯片，内建 RAID 控制器来创建阵列，由操作系统驱动识别（主要表现在 Intel Desktop 的主板上表现的比较明显）。由于缺乏独立的 I/O 处理芯片，所以这方面的工作仍要由 CPU 与驱动程序来完成。另外，Fake RAID 所采用的 RAID 控制/处理芯片的能力一般都比较弱，不能支持高的 RAID 等级。在 Intel 集成芯片的主板，主要使用 Intel Rapid Storage Technology 来管理，该技术主要支持 Window 系统，不支持 Linux 系统。在 Linux 系统下，Intel 主要使用 dmraid 和 mdadm 来管理 RAID，推荐使用 mdadm。

3.3 主板集成 RAID 与外插 RAID 卡区别

性能 主板集成的 RAID，它的性能以及速度是通过主板的 CPU 与内存来实现的，它会占有主板一定的带宽，会影响整机的性能；外插 RAID 卡，有自己的 CPU 和内存，所以数据处理大部分都会独立处理，不会影响主板上的 CPU 与内存速度。总体看来，外插的 RAID 卡的 RAID 要比主板集成的 RAID 快得多。

安全性 主板集成的 RAID，其安全性不能够得到保证，因为是通过更改主板的 BIOS 选项做成的，所以一旦主板损坏、主板的 CMOS 电池掉电或无意更改了主板 BIOS 的设置都会带来 RAID 的丢失。通过主板做成的 RAID，一旦丢失，将会不能恢复，后果是非常严重的；而外插的 RAID 卡所做成的 RAID，不会因为主板损坏、主板的 CMOS 电池掉电等现象对数据造成影响，所以外插的 RAID 卡，其安全性远远大于主板集成的。另外，Raid 完全由 Ubuntu 的 mdadm 命令管理。

3.4 实现 RAID 方法比较

在这台 DIGITS DevBox 的 RAID 主要是 Fake RAID 和 Software RAID, 对别对应的软件是 dmraid 和 mdadm。Intel 同时支持 dmraid 和 mdadm，但是更推荐使用 mdadm。

3.4.1 dmraid

- dmraid 主要是属于 Fake RAID 来创建、管理 RAIDd 的。在启动时候，由主板上的芯片驱动 RAID，当载入 Linux 内核之后，由 Linux 接手管理，消耗 cpu 和内存等资源[1]。在 Ubuntu 系统中，dmraid 主要是将硬件的 RAID 映射成系统中/dev/mapper/目录下的设备，例如/dev/mapper/isw_dfadcda_Volume1，其中 isw 为 intel 的硬件名字，Volume1 为 RAID 名称[2]。

- 在 BIOS 创建的 RAID，在 Ubuntu 系统中，可能会出现大容量硬盘识别不正确的问题。例如，在 BIOS 中创建的 3 个 3.6TB 的硬盘组成的 RAID5，理论上应该为 7.2TB，但是 Ubuntu 系统只能识别为 3.6TB，容量偏小，而 Ubuntu Server 和 Debian 甚至都无法识别，不显示。

- 不推荐使用 dmraid 命令。首先，dmraid 从 2011 年已经不提供更新了，而 mdadm 仍然不测试和更新；其实，dmraid 对于大容量硬盘的识别容易出错，如今的硬盘都是 1TB 以上的，对于 dmraid 很容易造成错误；最后，dmraid 是将 RAID 映射成 mapper，无法真正实现 RAID 数据恢复等高级功能。

3.4.2 mdadm

- 在 linux 系统中目前以 MD(Multiple Devices) 虚拟块设备的方式实现软件 RAID，利用多个底层的块设备虚拟出一个新的虚拟设备，即使用 mdadm 命令[3]。

- Fake RAID 只提供廉价的控制器，RAID 处理开销仍由 CPU 和内存负责，因此性能与效率基本与 Software RAID 基本一直。对于 Linux 系统，使用 Software RAID 一般比 Fake RAID 更稳定和安全[4]。

- Ubuntu 的软 RAID 相关命令为 mdadm，其配置、测试、删除参考[5]。

- **在没有 Hardware RAID 的条件下，推荐使用 mdadm 实现 RAID。**

[1] http://www.cnblogs.com/linuxer/archive/2012/03/07/2441224.html
[2] http://book.51cto.com/art/200902/110754.htm
[3] http://blog.csdn.net/yuesichiu/article/details/8502680
[4] http://blog.163.com/jiangh_1982/blog/static/12195052014252131760/
[5] http://blog.itpub.net/27771627/viewspace-1246416/

3.5 创建 RAID5 步骤（Ubuntu 下 Software RAID，推荐!!!）

在 Ubuntu 系统中，通常使用 mdadm，即 Software RAID 方法来创建 RAID5[6]

1. **安装 mdadm，查看实际磁盘情况**。

```
sudo apt-get install mdadm
sudo fdisk -l
```

2. **初始化**。。对各个磁盘删除分区（fdisk 命令），且进行格式化（mkfs 命令）。小容量硬盘（不到 2TB）使用 MRB 分区表，大容量硬盘（2TB 以上）使用 GPT 分区[7]。

```
sudo fdisk -l           #查看磁盘空间以及分区
sudo fdisk /dev/sdX   #用fdisk对某块硬盘处理，/dev/sdX中X表示磁盘号，例如/dev/sdb
sudo mkfs.ext4 /dev/sdX     #用mkfs将/dev/sdX格式化为ext4格式
sudo parted /dev/sdX     #用parted工具对大容量硬盘分区，为GPT分区
```

3. **创建 RAID5**

```
sudo fdisk -l           #查看磁盘空间以及分区
sudo fdisk /dev/sdX   #用fdisk对某块硬盘处理，/dev/sdX中X表示磁盘号，例如/dev/sdb
sudo mdadm -C /dev/md0 -l5 -n3 /dev/sdb1 /dev/sdb /dev/sdc /dev/sdd    #sdb，sdc
    和sdd为磁盘，md0为创建好的RAID盘
sudo parted /dev/sdX     #用parted工具对大容量硬盘分区，为GPT分区
```

4. **格式化**

```
cat /proc/mdstat     #查看RAID恢复进度
sudo mdadm -D /dev/md0   #查看RAID详细情况
```

5. **挂载**

[6]http://blog.itpub.net/27771627/viewspace-1246416/
[7]http://wangheng.org/shi-yong-parted-chuang-jian-gpt-fen-qu.html

```
sudo mkdir /deep          #在/目录下创建/deep
sudo mount /dev/md0 /deep    #将md0挂载到/deep下
```

6. **自动挂载**。将/dev/md0 /deep ext4 defaults 1 2，写入/etc/fstab。建议重启后再查看 RAID 的磁盘号，可能我们创建的盘号为 md0，但是重启后显示为 md127，如果将之前的/dev/md0 直接写入/etc/fstab，如果出错，可能导致重启出现问题。

```
sudo vim /etc/fstab
```

4. 其他工作

4.1 显卡驱动安装

4.1.1 驱动来源

- 开源驱动 nouveau（livecd 安装时用的驱动）
- 源（受限制驱动列表）
- PPA 源（一般是私人建的，方便群众用）
- 自己下载编译的驱动（我们使用的方法）

4.2 安装 NVIDIA 显卡驱动

1. 受限制驱动列表（源）sudo apt-get install nvidia-current nvidia-settings
2. 编译驱动
   (a) 下载驱动 Nvidia 中文官网是 http://www.nvidia.cn/page/home.html
   (b) 将下载的 NVIDIA-Linux-x86-185.18.14-pkg1.run 驱动文件, 放到 /home/用户名/ 目录下面。
   (c) 编译依赖，sudo apt-get install build-essential pkg-config xserver-xorg-dev linux-headers-‘uname -r‘
3. 屏蔽开源驱动 nouveau

- blacklist（推荐）
  (a) 打开终端，输入 sudo vim /etc/modprobe.d/blacklist.conf
  (b) 添加 blacklist nouveau
- grub2
  (a) 打开终端，输入 sudo vim /etc/modprobe.d/blacklist.conf
  (b) 修改 GRUB_CMDLINE_LINUX="" 为 GRUB_CMDLINE_LINUX="nomodeset"
  (c) 输入 sudo update-grub

4. 安装装备
   (a) 清除之前与 nvidia 相关的驱动程序，sudo apt-get –purge remove nvidia-*
   (b) 编译依赖，sudo apt-get install build-essential pkg-config xserver-xorg-dev linux-headers-‘uname -r‘
   (c) 切换到虚拟终端 tty1，ctl+alt+F1（如果不屏蔽 nouveau，可能会出现黑屏现象）；黑屏则 sudo reboot，然后重启后，按下 Ese 或者选择 low-quality，进入 tty1，进行驱动的安装
5. 注销系统，关闭图形环境 sudo stop lightdm（Ubuntu15.04 下，运行 sudo systemtctl stop lightdm）
6. 安装过程
   (a) 在驱动文件目录下，sudo ./NVIDIA*.run
7. 启动图形环境，sudo start lightdm

4.3 创建 RAID5 步骤（Fake RAID，在 BISO 界面）

1. **确认主板芯片组是否支持 RAID 功能**。
2. **初始化**。对各个磁盘删除分区（fdisk 命令），且进行格式化（mkfs 命令）。小容量硬盘（不到 2TB）使用 MRB 分区表，大容量硬盘（2TB 以上）使用 GPT 分区[8]。

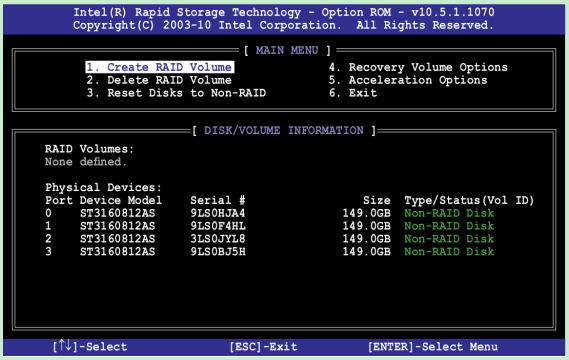
```
1 sudo fdisk -l           #查看磁盘空间以及分区
2 sudo fdisk /dev/sdX   #用fdisk对某块硬盘处理，/dev/sdX中X表示磁盘号，例如/dev/sdb
3 sudo mkfs.ext4 /dev/sdX     #用mkfs将/dev/sdX格式化为ext4格式
```

[8]http://wangheng.org/shi-yong-parted-chuang-jian-gpt-fen-qu.html

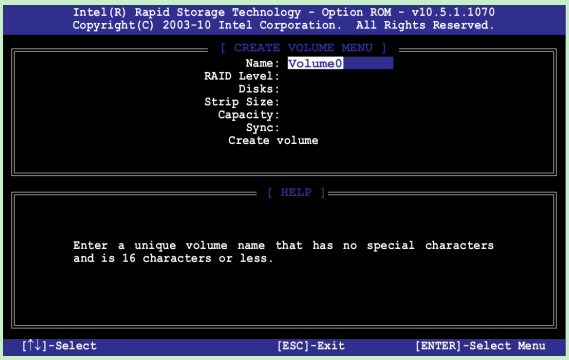
```
4 sudo parted /dev/sdX      #用parted工具对大容量硬盘分区，为GPT分区
```

3. **在 BIOS 程序中设置 RAID**。在 Advanced Mode 下，在状态栏中点击 Advanced，选择 PCH Storage Configuration，将 SATA Controller 1 Mode Seletion 设置为 RAID。（只有 Controller 1 支持 RAID 模式）

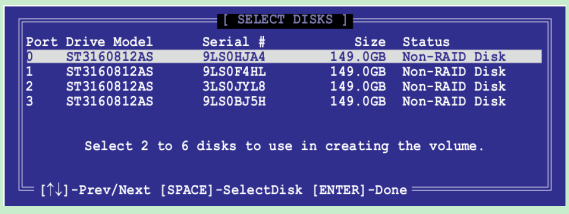
4. **进入 Intel Rapid Storage Technology（Intel RST）**。如果系统运行开机自检（POST）时，按下 <Ctrl>+<I> 进入程序界面进行管理。否则，在 BIOS 界面中，选择 Intel Rapid Storage Technology 为 On 后，重启再进入 BIOS，在 Advanced Mode 选项中，在状态栏中点击 Advanced，在底部可看到 Intel Rapid Storage Technology 的选项，点击进入设置。



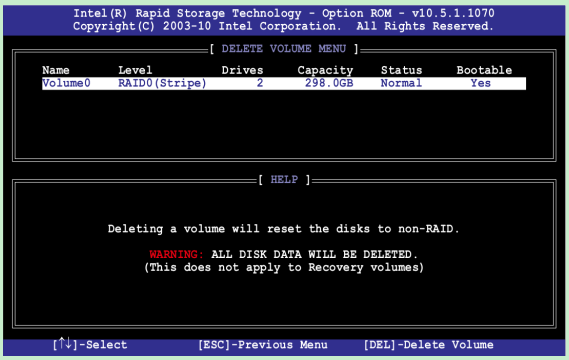
5. **创建 RAID**。选择 Create RAID Volume。



6. **设置 RAID**。选中上图的选项中的 Disks，显示下图。选择硬盘创建 RAID。



7. 创建成功的 RAID，如图。RAID 的 status 比较重要，应为 Normal，如果出现 Rebuild、Degrade、Failed 等，请重新创建。



8. **格式化**。进入 Ubuntu 系统后，在/dev/mapper/下可看到 RAID5 被映射成为 isw_dfafd_Volume1。将其格式化为 Ext4 文件系统。（对于大容量的硬盘的识别会出现问题，会显得比理论容量小；在 Window 系统下，不会出现这中情况。）

```
sudo mkfs.ext4 /dev/mapper/isw\_dfafd\_Volume1
```

9. **挂载**。将格式化好的映射硬盘，挂载到/deep 目录下。

```
sudo mkdir /deep
sudo /dev/mapper/isw\_dfafd\_Volume1 /deep
```

10. **自动挂载**。为了重启后，直接使用映射硬盘，让其自动挂载。按照格式进入/etc/fstab

```
sudo vim /etc/fstab
```

4.4 RAID5 实验情况

DIGITS 的 RAID5 在各种环境下的测试，目前主板集成的 RAID 功能，即 Intel Rapid Storage Technology，在 linux 下主要使用的是 DM RAID 和 MD RAID，也就是 dmraid 和 mdadm 命令。DM RAID (dmraid)，但是 mdadm 是比较新的应用。但是 dmraid 已经几年没更新了，而 mdadm 经过几年的测试，在工业界更受欢迎。mdadm 在 Window 下有 UI 界面，在 Linux 下只有命令行，其产生的中间数据支持两个系统下，可用在双系统环境下。在单 Linux 系统下，使用 mdadm 比较合适。

只有 dmraid 的情况下，BIOS 已创建 RAID5

- Ubuntu 识别/dev/mapper/isw_dafadfadsf_Volume1，只有 3.6TB
- Ubuntu server 无法用 dmraid 激活 mapper，所以无法显示
- Debian 不识别

有 mdadm 的情况下，BIOS 已创建 RAID5，ubuntu 系统下 mdadm 不创建 RAID

- Ubuntu 识别/dev/mapper/isw_dafadfadsf_Volume1，只有 3.6TB
- Ubuntu server 无法用 dmraid 激活 mapper，所以无法显示
- Debian 不识别

有 mdadm，BIOS 不创建 RAID5，Ubuntu 系统下 mdadm 创建 RAID

- Ubuntu 不识别 8TB 的 RAID5
- Ubuntu server 识别 RAID5 为 8TB
- Debian 识别 RAID5 为 8TB

因此，在现在 Ubuntu14.04 的系统下，决定使用 mdadm 创建软 RAID