

学习笔记

Java



目录

I	Java 基础知识	1
1	基本概念	2
1.1	基础知识	2
1.1.1	常用术语	2
1.1.2	Java 版本	3
1.1.3	JDK 安装	3
1.2	Java Tools	3
2	基本语法	7
2.1	基本规范	7
2.2	数据类型	7
2.2.1	整型	7
2.2.2	浮点数	8
3	控制流程	10
3.1	switch	10
4	字符串	12
4.1	字符串对象	12
4.2	字符串连接操作符 +	13
4.3	字符串常量池	14
4.4	StringBuilder	14
5	对象	15
5.1	初始化	15
5.1.1	对象拷贝	15
6	范型	17

6.1	基本概念	17
6.2	范型类	17
6.3	范型方法	17
6.4	通配符类型	17
7	线程	19
7.1	线程基础知识	19
7.1.1	线程状态	19
7.1.2	常用函数	21
7.2	Synchronized	21
8	Java Tools	22
8.1	javac 命令	23
8.2	javap 命令	24
8.2.1	Java 字节码	24
8.3	java 命令	26
8.3.1	选项	26
8.4	jps 命令	27
8.4.1	选项	27
8.5	jcmd 命令	29
9	内存模型	31
9.1	Java 内存模型与线程	31
9.1.1	Gustafson's law 古斯塔夫森定律	35
9.1.2	JAVA 内存模型 JMM	35
10	Linux	36
10.1	uptime	39
10.2	top	40
10.2.1	交互式命令	40
10.2.2	OPTIONS	40
10.2.3	列字段含义	43

10.2.4 示例	46
10.3 free	47
10.4 meminfo	48
10.5 slabinfo	49
10.6 vmstat	50
11 IPv6	51
11.1 基础知识	51
11.1.1 IPv6 格式	51
11.1.2 问题	51

Part I

Java 基础知识

第1章 基本概念

1.1 基础知识

官方文档

[Java Documentation](#)

1.1.1 常用术语

JDK: Java Development Kit

编写 java 程序的程序员使用的软件

JRE: Java Runtime Environment

运行 java 程序的用户使用的软件

Server JRE:

在服务器上运行 java 程序的软件

SE: Standard Edition

用于桌面或者简单服务器应用的 java 平台

EE: Enterprise Edition

用于复杂服务器应用的 java 平台

ME: Micro Edition

用于手机和其他小型设备的 java 平台

Java FX:

用于图形化用户界面的一个替代工具包在 Oracle 的 Java SE 发布版本中提供

OpenJDK:

Java SE 的一个免费开源实现，不包含浏览器集成或者 JavaFX

JCP: Java Community Process

Java 社区进程

JSR: Java Specification Requests

Java 规范请求由 JCP 成员向委员会提交的 Java 发展议案，经过一系列流程后，如果通过最终会体现在未来的 Java 中

TCK: Technology Compatibility Kit

技术兼容性测试

1.1.2 Java 版本

Java SE 是相对于 Java EE 和 Java ME，它是 Java 的标准版。

Java SE8 对应“内部”版本号是 1.8.0。

版本号命名规则示例：

Java SE 8u31

Java SE 8 的第 31 次更新，内部版本号为 1.8.0_31

1.1.3 JDK 安装

Mac 可以通过 dmg 文件包安装

安装后相关路径

```
/Library/Java/JavaVirtualMachines/jdk-*.jdk/Contents/Home/  
  
/usr/libexec/java_home  
  
/Library/Java/JavaVirtualMachines/jdk-11.0.2.jdk/Contents/Home/  
  
# 执行目录  
/usr/bin/java  
  
# 库源文件为压缩文件src.zip  
/Library/Java/JavaVirtualMachines/jdk-*.jdk/Contents/Home/lib/src.zip
```

src.zip 文件包含了所有的公共类的源代码。

设置环境变量

设置 JAVA_HOME

```
export JAVA_HOME="$(/usr/libexec/java_home -v 1.8.0_201)" # 以版本1.8.0_201为例  
export PATH=$JAVA_HOME/bin:$PATH
```

1.2 Java Tools

Create and Build Applications

* **javac**

You can use the javac tool and its options to read Java class and interface definitions and compile them into bytecode and class files.

您可以使用 `javac` 工具及其选项来读取 Java 类和接口定义，并将它们编译成字节码和类文件。

具体使用可参照 [8.1 javac](#) 章节

* **javap**

You use the `javap` command to disassemble one or more class files.

您可以使用 `javap` 命令来反汇编一个或多个类文件。

具体使用可参照 [8.2 javap](#) 章节

* **java**

You can use the `java` command to launch a Java application.

您可以使用 `java` 命令启动 `java` 应用程序。

具体使用可参照 [8.3 java](#) 章节

* **jar**

You can use the `jar` command to create an archive for classes and resources, and to manipulate or restore individual classes or resources from an archive.

您可以使用 `jar` 命令为类和资源创建存档，并从存档中操作或还原单个类或资源。

* **jdeps**

You use the `jdeps` command to launch the Java class dependency analyzer.

使用 `jdeps` 命令启动 Java 类依赖关系分析器。

* **javadoc**

You use the `javadoc` tool and its options to generate HTML pages of API documentation from Java source files.

您可以使用 `javadoc` 工具及其选项从 Java 源文件生成 API 文档的 HTML 页面。

Monitor Java Applications

* **jconsole**

You use the `jconsole` command to start a graphical console to monitor and manage Java applications.

您可以使用 `jconsole` 命令启动图形化控制台来监视和管理 Java 应用程序。

* **jvisualvm**

Monitor the JVM

* **jps**

Experimental You use the `jps` command to list the instrumented JVMs on the

target system.

实验性。您可以使用 `jps` 命令列出目标系统上已检测的 `jvm`。

具体使用可参照 [8.4 jps](#) 章节

* **jstat**

Experimental You use the `jstat` command to monitor JVM statistics.

实验性。使用 `jstat` 命令监视 JVM 统计数据。此命令是实验性的，不受支持。

* **jstatd**

Experimental You use the `jstatd` command to monitor the creation and termination of instrumented Java HotSpot VMs.

实验性。您可以使用 `jstatd` 命令监视仪表化 Java HotSpot vm 的创建和终止。

* **jmc**

You use the `jmc` command and its options to launch Java Mission Control. Java Mission Control is a profiling, monitoring, and diagnostics tools suite.

使用 `jmc` 命令及其选项启动 Java 任务控制。Java 任务控制是一个分析、监视和诊断工具套件。

Troubleshooting Tools

* **jcmd**

You use the `jcmd` utility to send diagnostic command requests to a running Java Virtual Machine (JVM).

* **jdb**

You use the `jdb` command and its options to find and fix bugs in Java platform programs.

* **jinfo**

Experimental You use the `jinfo` command to generate Java configuration information for a specified Java process.

* **jmap**

Experimental You use the `jmap` command to print details of a specified process.

实验性。您可以使用 `jmap` 命令打印指定进程的详细信息。

* **jstack**

Experimental You use the `jstack` command to print Java stack traces of Java threads for a specified Java process.

实验性。您可以使用 `jstack` 命令为指定的 Java 进程打印 Java 线程的 Java 堆栈跟踪。

Others

* **jlink**

You can use the `jlink` tool to assemble and optimize a set of modules and their dependencies into a custom runtime image.

您可以使用 `jlink` 工具将一组模块及其依赖项组装并优化到自定义运行时映像中。

* **jmod**

You use the `jmod` tool to create JMOD files and list the content of existing JMOD files.

使用 `jmod` 工具创建 JMOD 文件并列出现有 JMOD 文件的内容。

* **jdeprscan**

You use the `jdeprscan` tool as a static analysis tool that scans a jar file (or some other aggregation of class files) for uses of deprecated API elements.

您可以使用 `jdeprscan` 工具作为静态分析工具，它扫描一个 `jar` 文件（或一些其他类文件的聚合），以便使用废弃的 API 元素。

* **jshell**

You use the `jshell` tool to interactively evaluate declarations, statements, and expressions of the Java programming language in a read-eval-print loop (REPL).

您可以使用 `jshell` 工具在 read-eval-print 循环（REPL）中交互式地计算 Java 编程语言的声明、语句和表达式。



更详细的内容请参考

[tools-and-command-reference](#)

第2章 基本语法

2.1 基本规范

Java 区分大小写

Java 采用骆驼命名法，CamelCase。

2.2 数据类型

Java 包含 8 种基本类型。

- 4 种整型
- 2 种浮点类型
- 1 种表示 Unicode 编码的字符单元的字符类型 char
- 1 种表示真值的 boolean 类型

2.2.1 整型

类型	存储需求	取值范围
byte	1 字节	-128 ~ 127
short	2 字节	-32768 ~ 32767
int	4 字节	-2147483648 ~ 2147483647
long	8 字节	-9223372036854775808 ~ 9223372036854775807



Java 没有任何无符号（unsigned）形式的整型。

长整型值有一个后缀 `l` 或者 `L`。

```
long number = 123L;           // number值为: 123
```

- 二进制带前缀 `0b` 或者 `0B` （从 java 7 开始）
- 八进制带前缀 `0`
- 十六进制带前缀 `0x` 或者 `0X`

```
int binaryNumber      = 0B101;           // 二进制表示   5
int hexadecimalNumber = 0x123;           // 十六进制表示 291
int octonaryNumber    = 0123;            // 八进制表示   83
```

同样从 Java7 开始为数字加下划线，Java 编译器会去除这些下划线

```
Sytem.out.println(0_1_0);           // 010表示八进制，输出8
```

toBinaryString



注意 JS INT 类型的值范围：

- [Integers in JavaScript](#)
- [Safe Integers](#)

2.2.2 浮点数

类型	存储需求	取值范围
float	4 字节	有效位数为 6-7 位
double	8 字节	有效位数为 15 位

float 类型的值要有后缀 f 或者 F。没有后缀默认为 double 类型。

double 类型也可以添加 d 或者 D 后缀。

用于表示溢出或者出错情况的三个特殊浮点值：

- 正无穷大
- 负无穷大
- NaN （不是一个数字）

例如：一个正整数除以 0 的结果为正无穷大；计算 0/0 或者负数的平方根结果为 NaN。

对应常量为：

```
// float
Float.POSITIVE_INFINITY;
Float.NEGATIVE_INFINITY;
Float.NaN;
// double
Double.POSITIVE_INFINITY;
```

```
Double.NEGATIVE_INFINITY;  
Double.NaN;
```

所有“非数值”的值都认为是不相同的。

```
if(Double.isNaN(x))    // check whether x is "not a number"
```

char 类型

第3章 控制流程

3.1 switch

Java

只支持基本类型 (byte, short, char, int)、Enum 类型以及 String, Character, Byte, Short 和 Integer 类。

只支持常量表达式, case 会进行整数范围验证。

```
/*
 * 枚举类型
 */
public enum Day {
    SUNDAY, MONDAY, TUESDAY, WEDNESDAY,
    THURSDAY, FRIDAY, SATURDAY
}

/*
 * 星期判断
 * @param day
 */
public static void switchTestWithEnum(Day day) {
    switch (day) {
        case MONDAY:
            System.out.println("Today is Mondays.");
            break;
        default:
            System.out.println("Today is ...");
            break;
    }
}

public static void switchTestWithCharacter(Character character) {
    switch (character) {
        case 'a':
            System.out.println("character is a");
            break;
        case 'b':
            System.out.println("character is b");
            break;
        default:
            System.out.println("nothing...");
    }
}

//调用
switchTestWithEnum(Day.SUNDAY);
switchTestWithCharacter(new Character('a'));
```

code snippet 3.1: swtich

PHP

case 表达式可以是任何求值为简单类型的表达式，即整型或浮点数以及字符串。不能用数组或对象，除非它们被解除引用成为简单类型。

允许使用分号代替 **case** 语句后的冒号

case 比较执行的是松散比较 `==`

```
$beer = 'caseC';  
$a = 'caseA';  
  
switch($beer)  
{  
    case $a;  
        echo "this is caseA";  
        break;  
    case 'caseB';  
        echo "this is caseB";  
        break;  
    case 'case'. 'C':  
        echo "this is caseC";  
        break;  
    default;  
        echo 'Please make a new selection...';  
        break;  
}
```

code snippet 3.2: php-switch

第4章 字符串

Strings are constant; their values cannot be changed after they are created.

4.1 字符串对象

String 对象是不可改变的，具有恒定性。

每个 String 对象都有常量值。

字符串字面常量是对 String 类的示例的引用。

在 Java 中 String 对象可以认为是 char 数组的延伸和进一步的封装。



这里所说的 char 数组不是 C 语言意义上的字符型数组，而是大致类似于 C 语言中的 char* 指针。

```
String str = "Java学习笔记";
```

```
char* str = "Java学习笔记";
```

```
public final class String implements java.io.Serializable, Comparable<String>, CharSequence {

    /** The value is used for character storage. */
    private final char value[];

    /**
     * @param value      Array that is the source of characters
     * @param offset     The initial offset
     * @param count      The length
     *
     * @throws IndexOutOfBoundsException
     *         If the {@code offset} and {@code count} arguments index
     *         characters outside the bounds of the {@code value} array
     */
    public String(char value[], int offset, int count) {
        if (offset < 0) {
            throw new StringIndexOutOfBoundsException(offset);
        }
        if (count <= 0) {
            if (count < 0) {
                throw new StringIndexOutOfBoundsException(count);
            }
            if (offset <= value.length) {
                this.value = value;
            }
        }
    }
}
```



```

        return;
    }
}
// Note: offset or count might be near -1>>>1.
if (offset > value.length - count) {
    throw new StringIndexOutOfBoundsException(offset + count);
}
this.value = Arrays.copyOfRange(value, offset, offset+count);
}
}

```

通过上面 `String` 类的实现代码可以发现 `String` 类和 `value` 数组都是 `final` 类型，这就保证了 `String` 对象的不变性。这种不变性可以带来极大的好处。

- 保证对 `String` 对象的任意操作都不会改变原字符串
- 意味着操作字符串不会出现线程同步问题
- 成就了字符串驻留以及共享（常量池）

4.2 字符串连接操作符 +

如果字符串连接操作符运算的结果不是编译时的常量表达式，那么该操作符会隐式地创建新的 `String` 对象。

如果只有一个操作数表达式是 `String` 类型，那么就会在另一个操作数上执行字符串转换以在运行时产生字符串。对于简单类型 `Java` 还可以通过直接将简单类型转换为字符串而优化掉包装器对象的创建。

+操作符在语法上是左结合。

例如：

```

String first = 1 + 2 + "Java";
String second = "Java" + 1 + 2;
String three = "Java" + null;
System.out.println(first);
System.out.println(second);
System.out.println(three);

/**
 * Output:
 *
 * 3Java
 * Java12
 * Javanull
 *
 */

```

在字符串转换方面要特别注意引用类型转行。

如果该引用是 `null`，那么它转换为字符串"`null`"。

如果其他引用类型，则调用其对象上的 `toString()` 方法；如果调用 `toString()` 方法的结果是 `null`，那么就用字符串"`null`" 代替。

4.3 字符串常量池

4.4 `StringBuilder`

`String.format` 和 `MessageFormat.format` 区别

`MessageFormat.format` 中传入 `long` 类型时间问题

<https://tech.meituan.com/2014/03/06/in-depth-understanding-string-intern.html>

第5章 对象

5.1 初始化

静态初始化只有在对象被创建或者第一次访问静态数据时才会被初始化。

初始化的顺序是先静态对象（如果他们尚未因前面的对象创建过程而被初始化），而后才是“非静态”对象。

以 Dog 类为示例总结一下对象的创建过程：

1. 当首次创建类型为 Dog 的对象或者 Dog 类的静态方法/静态域首次被访问时，java 解释器必须查找类路径，以定位 Dog.class 文件
2. 然后载入 Dog.class，有关静态初始化的所有动作都会执行。因此，静态初始化只在 Class 对象首次加载的时候进行一次。按照顺序。
3. 当用 new Dog() 创建对象的时候，首先将在堆上为 Dog 对象分配足够的存储空间。
4. 这块存储空间会被清零，这就自动将 Dog 对象中的所有基本类型数据都设置成了默认值（数字为 0，boolean 为 false），而引用则被设置成 null（例如 String）
5. 执行所有出现于字段定义处的初始化动作
6. 执行构造器（会涉及到继承的问题）

总结

基类静态代码块、基类静态成员字段并列优先级，按照代码中出现先后顺序执行（只有第一次加载类时执行）

派生类静态代码块、派生类静态成员字段并列优先级，按照代码中出现先后顺序执行（只有第一次加载类时执行）

基类普通代码块、基类普通成员字段并列优先级，按照代码中出现先后顺序执行

基类构造函数

派生类普通代码块、派生类普通成员字段并列优先级，按照代码中出现顺序执行

派生类构造函数

5.1.1 对象拷贝

对象的拷贝分为 shallow copy 和 deep copy。

shallow copy 既浅拷贝。

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/26964202>

clone

clone

PHP 与 Java 一样，对象的对象属性都只是引用拷贝。

php 的拷贝是通过 `clone` 关键字实现。

第 6 章 范型

6.1 基本概念

范型实现了参数化类型的概念。

6.2 范型类

6.3 范型方法

6.4 通配符类型

函数式接口

关于函数式接口

如果一个接口只有一个抽象方法，那么该接口就是一个函数式接口

如果我们在某个接口上声明了 `FunctionalInterface` 注解，那么编译器就会按照函数式接口的定义来要求该接口

如果某个接口只有一个抽象方法，但我们并没有给该接口声明 `FunctionalInterface` 注解，那么编译器依旧会将该接口看作是函数式接口

```
List<Integer> list = Arrays.asList(1,2,3,4,5);

list.forEach(new Consumer<Integer>(){
    @Override
    public void accept(Integer integer){
        System.out.println(integer);
    }
});
```

在 java 中 Lambda 表达式是对象，他们必须依附与一类特别的对象类型-函数式接口（functional interface）

That instances of functional interfaces can be created with lambda expressions, method references, or constructor references.

函数式接口的实例可以通过 lambda 表达式，方法引用和构造函数引用创建。

外部迭代和内部迭代

Java lambda 表达式是一种匿名函数；它是没有声明的方法，即没有访问修饰符，返回值声明和名字。

lambda 操作符：-> lambda 左边：接口中抽象方法的形参列表 lambda 右边：重写抽象方法的方法体

当只有一个参数，并且类型可推导时，圆括号 () 可省略。例如：a-> return a*a

lambda 表达式的主体可包含零条或多条语句

如果 lambda 表达式的主体只有一条语句，花括号 可省略。匿名函数的返回类型与该主体表达式一致

如果 Lambda 表达式的主体包含一条以上语句，则表达式必须包含在花括号中。匿名函数的返回类型与代码块的返回类型一致，若没有返回值则为空

`Function<T, R>`

`BiFunction<T, U, R>`

第7章 线程

7.1 线程基础知识

7.1.1 线程状态

JVM 线程的状态定义在 `Thread.State` 枚举中。包括：

- `NEW`
- `RUNNABLE`
- `BLOCKED`
- `WAITING`
- `TIMED_WAITING`
- `TERMINATED`

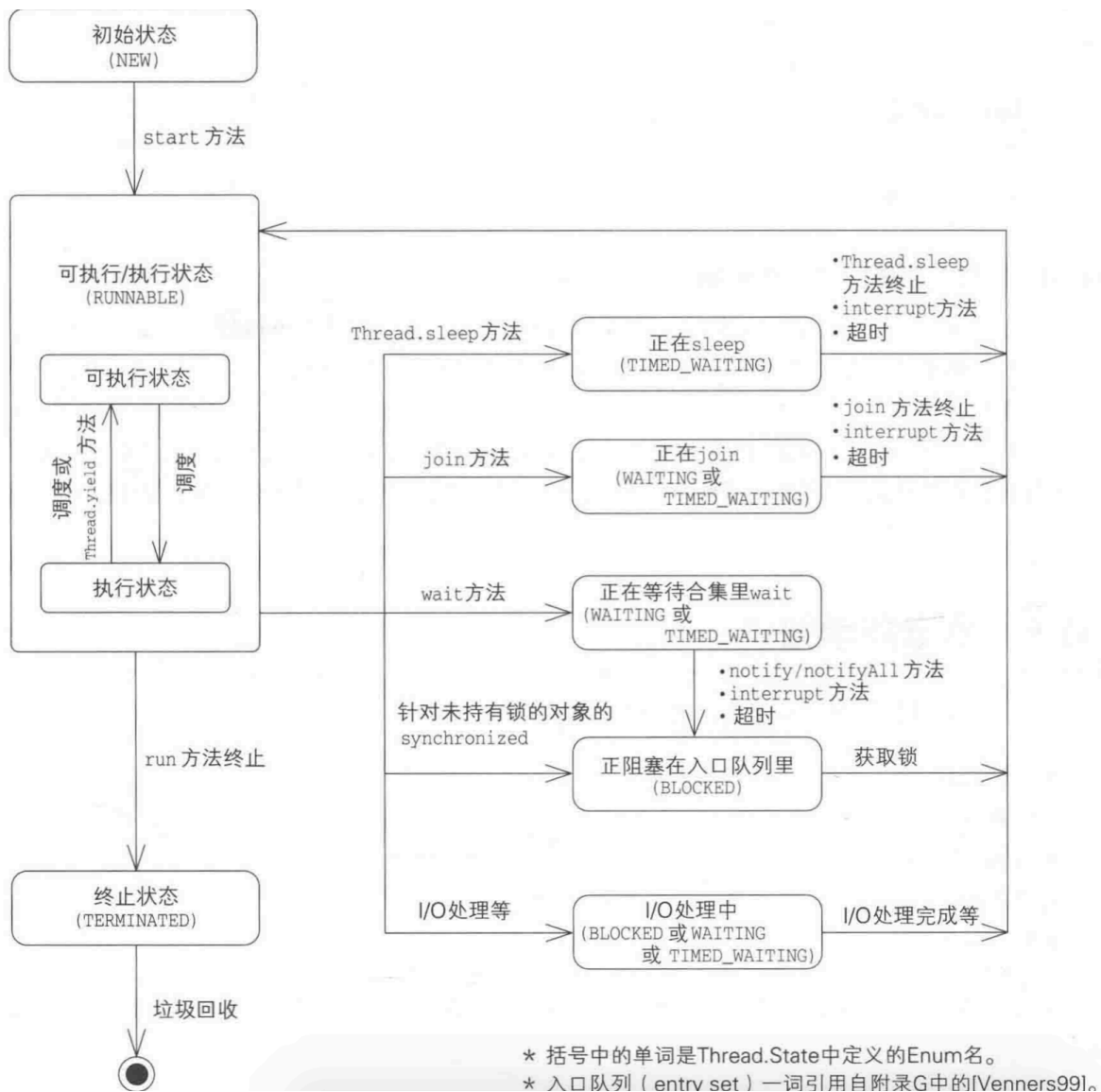


图 7.1: 线程状态迁移图 (摘自《图解 Java 多线程设计模式》)

下面为 State 枚举

```
public enum State {
    /**
     * 尚未启动的线程的线程状态
     */
    NEW,

    /**
     * 可运行线程的线程状态。处于可运行状态的线程正在Java虚拟机中执行，
     * 但是它可能正在等待来自操作系统（例如处理器）的其他资源。
     */
    RUNNABLE,

    /**
     * 线程的阻塞状态，等待监视器锁定。
     * 处于阻塞状态的线程正在等待一个监视器锁进入一个同步块/方法，
     * 或者在调用Object.wait()后重新进入一个同步块/方法。
     */
}
```



```
BLOCKED,  
  
/**  
 * 等待线程状态  
 * 一个线程由于调用下列方法之一而处于等待状态：  
 *  
 *   Object.wait() 未超时  
 *   Thread.join() 未超时  
 *   LockSupport.park()  
 *  
 * <p>处于等待状态的线程正在等待另一个线程执行特定的操作。  
 * 例如：一个线程在一个对象上已经调用了 Object.wait() ，并正在等待在另一个线程在另一对象上调用  
 * Object.notify() or Object.notifyAll()。  
 * 调用 thread.join() 的线程正在等待指定的线程终止。  
 */  
WAITING,  
  
/**  
 * 具有指定等待时间的等待线程的线程状态。  
 * 线程处于定时等待状态，因为调用以下方法之一与指定的正等待时间：  
 *  
 *   Thread.sleep()  
 *   Object.wait(long)带超时参数  
 *   Thread.join(long)带超时参数  
 *   LockSupport.parkNanos  
 *   LockSupport.parkUntil  
 *  
 */  
TIMED_WAITING,  
  
/**  
 * 终止状态。线程已经完成执行。  
 */  
TERMINATED;  
}
```

7.1.2 常用函数

7.2 Synchronized

第 8 章 **Java Tools**

8.1 **javac** 命令

Reads Java class and interface definitions and compiles them into bytecode and class files.

8.2 javap 命令

use the javap command to disassemble one or more class files.

用法: **javap** <options> <classes>

-version	版本信息
-v -verbose	输出附加信息
-l	输出行号和本地变量表
-public	仅显示公共类和成员
-protected	显示受保护的/公共类和成员
-package	显示程序包/受保护的/公共类和成员 (默认)
-p -private	显示所有类和成员
-c	对代码进行反汇编
-s	输出内部类型签名
-sysinfo	显示正在处理的类的系统信息 (路径, 大小, 日期, MD5 散列)
-constants	显示最终常量
-classpath <path>	指定查找用户类文件的位置
-cp <path>	指定查找用户类文件的位置
-bootclasspath <path>	覆盖引导类文件的位置

示例:

```
javap -c Main.class
```

8.2.1 Java 字节码

Instruction set

instructions fall into a number of broad groups:

- 加载和存储指令 (Load and store) (e.g. `aload_0`, `istore`)
- 算术与逻辑指令 (Arithmetic and logic) (e.g. `ladd`, `fcmpl`)
- 类型转换指令 (Type conversion) (e.g. `i2b`, `d2i`)
- 对象创建与操作指令 (Object creation and manipulation) (`new`, `putfield`)
- 堆栈操作指令 (Operand stack management) (e.g. `swap`, `dup2`)
- 控制转移指令 (Control transfer) (e.g. `ifeq`, `goto`)
- 方法调用与返回指令 (Method invocation and return) (e.g. `invokespecial`, `areturn`)

大多数的指令有前缀和 (或) 后缀来表明其操作数的类型。如下表:

Many instructions have prefixes and/or suffixes referring to the types of operands they operate on.

表 8.1: 前缀/后缀类型对照表

Prefix/suffix	Operand type
i	integer
l	long
s	short
b	byte
c	character
f	float
d	double
a	reference

Java bytecode

表 8.2: Java 字节码

mnemonic	stack [before]->[after]	description
aload_0	objectref	load a reference onto the stack from local variable 0

bytecode

code

jvms

8.3 java 命令

Launches a Java application.

```
java [options] classname [args]
java [options] -jar filename [args]
```

通过启动 JRE 来调用指定的类，调用此类的 `main()` 方法。

```
public static void main(String[] args)
```

8.3.1 选项

- 标准选项
- 非标准选项
- 高级运行时选项 (Advanced Runtime Options)
- 高级 JIT 编译器选项 (Advanced JIT Compiler Options)
- 高级可维护性选项 (Advanced Serviceability Options)
- 高级垃圾收集选项 (Advanced Garbage Collection Options)

标准选项

Java 虚拟机 (JVM) 的所有实现都保证支持的标准选项。

* `-agentlib:libname[=options]`

加载指定的本机代理库。在库名之后，可以使用特定于库的以逗号分隔的选项列表。

如果指定 `-agentlib:foo` 选项，则 JVM 尝试加载位于由系统环境变量名为 `LD_LIBRARY_PATH` (在 OS X 系统下变量名为 `DYLD_LIBRARY_PATH`) 指定位置下的 `libfoo.so` 的库。

下面的示例将展示如何加载堆分析工具 (HPROF) 库，并且获取堆栈深度为 3，每 20msCPU 的简单采样信息：

```
-agentlib:hprof=cpu=samples,interval=20,depth=3
```

下面这个示例将展示如何加载 Java 调试线协议库并且监听 8000 端口的套接字连接，在主类加载之前挂起 JVM：

```
-agentlib:jdwp=transport=dt_socket,server=y,address=8000
```

XX:+PrintStringTableStatistics

8.4 jps 命令

Lists the instrumented Java Virtual Machines (JVMs) on the target system.

只适用于 HotSpot 虚拟机。

```
jps [ options ] [ hostid ]
```

hostid 可以是进程的标识符或者类似于 URL 的 [protocol:][[/]]hostname[:port][/servername] 地址

如果 jps 命令没有指定 hostid 参数，那么工具只搜索本机运行的 JVM。如果指定了 hostid，那么他将通过指定的地址来搜索 JVM。使用指定 hostid 的主机必须运行着 jstatd 进程。

8.4.1 选项

-q

只输出 JVM 标识符的列表，不输出类名、JAR 文件名以及传递给 main 方法的参数。

-m

输出传递给 main 方法的参数。嵌入式 JVMs 可能输出为空。

-l

输出应用程序主类的完整包名或应用程序 JAR 文件的完整路径名。

-v

输出传递给 JVM 的参数。

-V

只输出本地 JVM 标识符，不输出类名、JAR 文件以及传递给 main 方法的参数。

-Joption

将选项传递给 JVM，其中的选项是 Java 应用程序启动程序参考页面中描述的选项之一。例如，-J-Xms48m 将启动内存设置为 48 MB。

输出格式：

```
lvmid [ [ classname | JARfilename | "Unknown" ] [ arg* ] [ jvmarg* ] ]
```

示例：

```
jps
```

```
18027 Java2Demo.JAR
18032 jps
```

```
18005 jstat
```

```
jps -m remote.domain:2002
```

```
3002 /opt/jdk1.7.0/demo/jfc/Java2D/Java2Demo.JAR
```

```
3102 sun.tools.jstatd.jstatd -p 2002
```


8.5 jcmd 命令

Sends diagnostic command requests to a running Java Virtual Machine (JVM).

```
jcmd [-ll-hl-help]
jcmd pid|main-class PerfCounter.print
jcmd pid|main-class -f filename
jcmd pid|main-class command[ arguments]
```

jcmd 工具向 JVM 发送诊断命令请求。必须在当前运行着 JVM 机器上执行，并且具有与 JVM 具有相同的 user 和 group 标识。

运行 jcmd 不带参数或者使用 l 选项时，相当于 jps (8.4)，会输出 java 进程标识符。

如果将进程标识符 (pid) 或主类 (main-class) 作为第一个参数，则 jcmd 将诊断命令请求发送给具有指定标识符或发具有指定 main-class 名称的 Java 进程。

如果使用 0 作为进程标识符，则会将诊断命令请求发送给所有可用的 Java 进程。

* Perfcounter.print

打印指定 Java 进程可用的性能计数器。性能计数器的列表可能因 Java 进程而异。

* -f filename

从文件中读取诊断命令。文件中每个命令必须单独一行。以 # 开头的命令会被忽略。如果命令行中包含 stop 关键字则结束命令行读取。

* command [arguments]

要发送到指定 Java 进程的命令。可以通过向该进程发送 help 命令来获得给定进程的可用诊断命令列表。

如果参数中包含空格，则必须使用单引号或者双引号扩起来。注意使用转义字符 (\) 转义单/双引号。

```
jcmd 15 help      # 15为java进程id

#### output ####

15:
The following commands are available:
JFR.stop
JFR.start
JFR.dump
JFR.check
VM.native_memory
VM.check_commercial_features
VM.unlock_commercial_features
ManagementAgent.stop
ManagementAgent.start_local
ManagementAgent.start
VM.classloader_stats
```

```
GC.rotate_log  
Thread.print  
GC.class_stats  
GC.class_histogram  
GC.heap_dump  
GC.finalizer_info  
GC.heap_info  
GC.run_finalization  
GC.run  
VM.uptime  
VM.dynlibs  
VM.flags  
VM.system_properties  
VM.command_line  
VM.version  
help
```

```
jcmd 15 help GC.heap_info
```

第9章 内存模型

9.1 Java 内存模型与线程

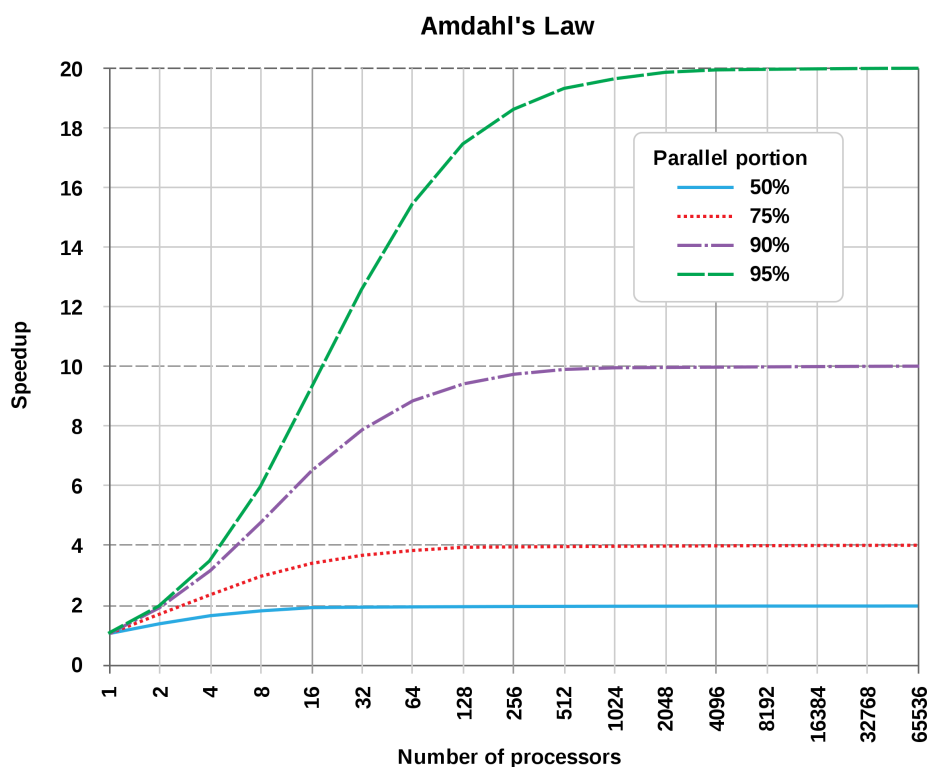


图 9.1: Amdahl's Law 阿姆达尔定律

并发不得不知的阿姆达定律。

一个程序（或者一个算法）可以按照是否可以被并行化分为下面两个部分：

- 可以被并行化的部分
- 不可以被并行化的部分

程序串行执行的总时间我们记为 T 。

时间 T 包括：不可以被并行和可以被并行部分的时间。不可以并行的部分记为 B ，可以被并行的部分就是 $T - B$ 。即 $T = B + (T - B)$

定义如下：

T = 串行执行的总时间

B = 不可以并行的总时间

$T - B$ = 并行部分的总时间

$T - B$ 是可并行化的部分，以并行的方式执行可以提高程序的执行速度。可以提速多少取决于有多少线程或者多少个 CPU 来执行。线程或者 CPU 的个数我们记为 N 。可并行化部分被执行的最快时间可以通过下面的公式计算出来：

$$(T - B) / N \text{ 或 } (1/N) * (T - B)$$

根据阿姆达定律，当可并行部分使用 N 个线程或 CPU 执行时，程序的总执行时间为：

$$T(N) = B + (T - B) / N$$



$T(N)$ 表示并行因子为 N 的总执行时间。 $T(1)$ 就是并行因子为 1 时的总执行时间。 $T(N) = B + (T(1) - B) / N$

示例

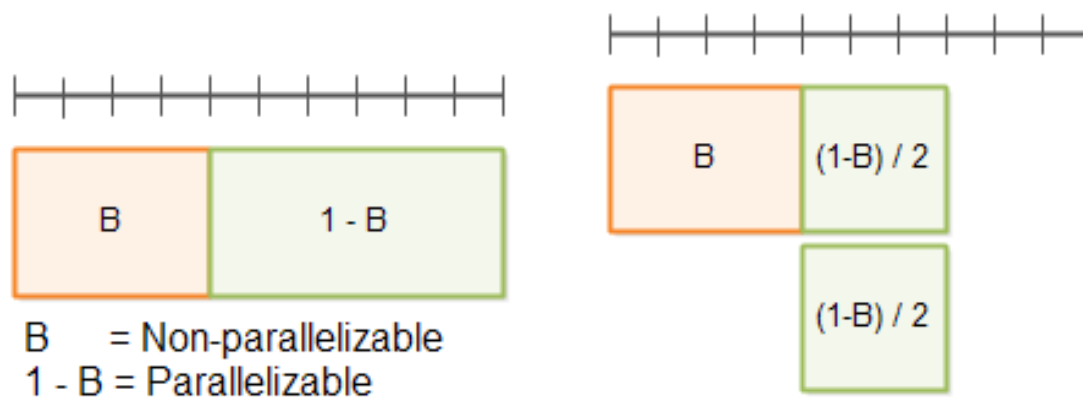
```
/*
 * 总时间为1。串行时间为0.4，那么并行时间为0.6。
 */

// 并行因子为2时
T(2) = 0.4 + (1 - 0.4) / 2
      = 0.4 + 0.6 / 2
      = 0.4 + 0.3
      = 0.7

// 并行因子为5时
T(5) = 0.4 + (1 - 0.4) / 5
      = 0.4 + 0.6 / 5
      = 0.4 + 0.12
      = 0.52
```

图示

并行因子分别为 1, 2, 3 时。



(a) 并行因子=1

(b) 并行因子=2

图 9.2: 并行因子分别为 1, 2 时

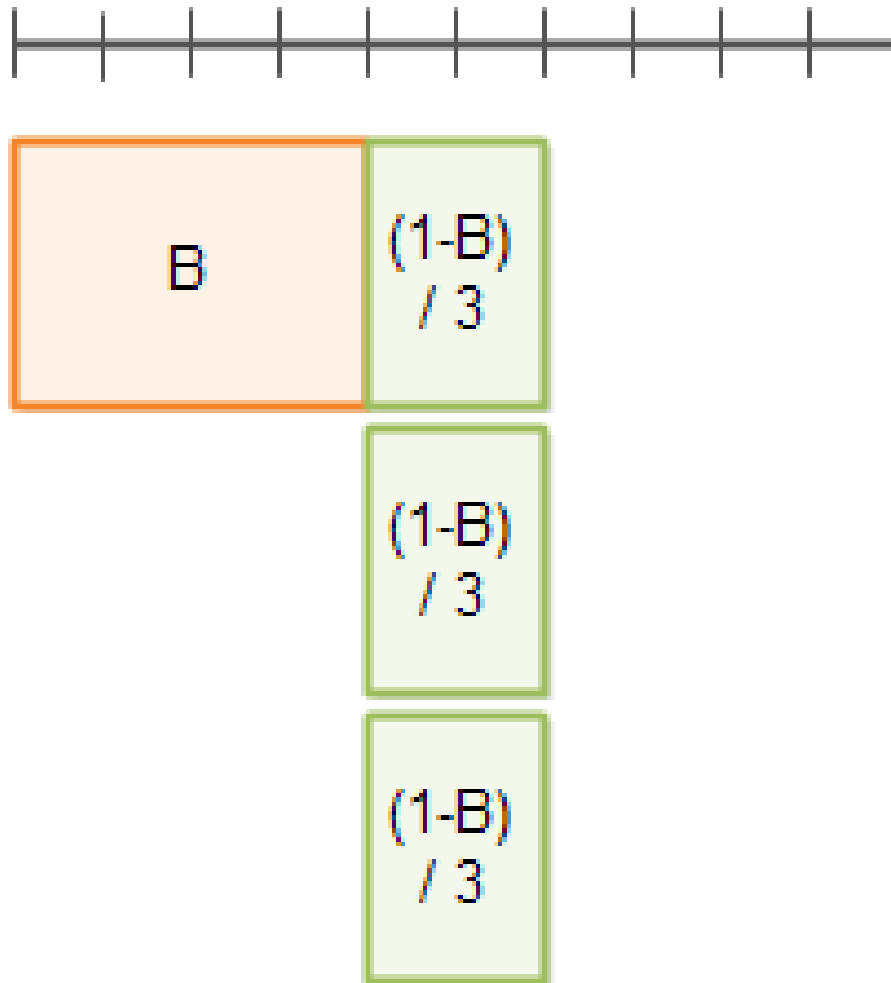


图 9.3: 并行因子 =3

定义

并行计算中的加速比是用并行前的执行速度和并行后的执行速度之比来表示的，它表示了并行化之后的效率提升情况。

$$S_{\text{latency}}(s) = \frac{1}{(1 - p) + \frac{p}{s}}$$

图 9.4: 阿姆达尔定律

$S(\text{latency})$ 代表理论上的加速比

s 为并行处理结点数

p 为并行计算部分所占比例

$1-p$ 为串行计算部分所占比例

这样：

当 $p = 1$ 时，最大加速比 $p = s$,

当 $p = 0$ 时，最小加速比 $S = 1$,

当 $s \rightarrow \infty$ 时，极限加速比 $S \rightarrow 1 / (1-p)$ ，这也就是加速比的上限。

例如，若加速前并行代码执行时间占整个代码的执行时间的 75 % ($p=0.75$)，则加速后并行处理的总体性能的提升不可能超过原先的 4 倍。

因此可以推断出：

$$\begin{cases} S_{\text{latency}}(s) \leq \frac{1}{1-p} \\ \lim_{s \rightarrow \infty} S_{\text{latency}}(s) = \frac{1}{1-p} \end{cases}$$

图 9.5: 阿姆达尔定律

阿姆达尔定律强调：当串行换比例一定时，加速比是有上限的，不管你堆叠多少个 CPU 参与计算，都不能突破这个上限。

9.1.1 Gustafson's law 古斯塔夫森定律

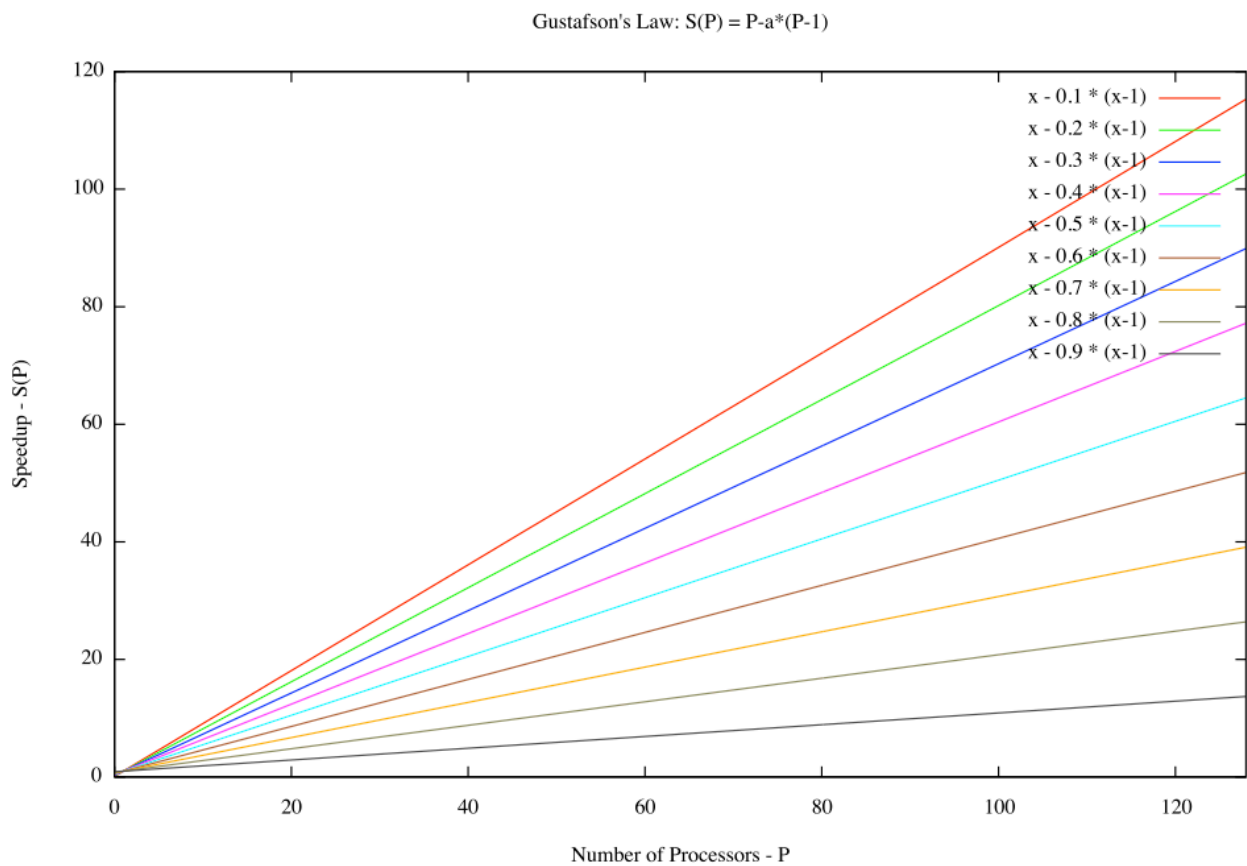


图 9.6: 古斯塔夫森定律

$$S_{\text{latency}}(s) = 1 - p + sp$$

图 9.7: 古斯塔夫森定律定义

古斯塔夫森定律强调的是：如果可被并行化的代码所占比例足够大，那么加速比就能随着 CPU 的数量线性增长。

9.1.2 JAVA 内存模型 JMM

JAVA 内存模型 Java Memory Model JMM

第10章 Linux

Linux Static Performance Tools

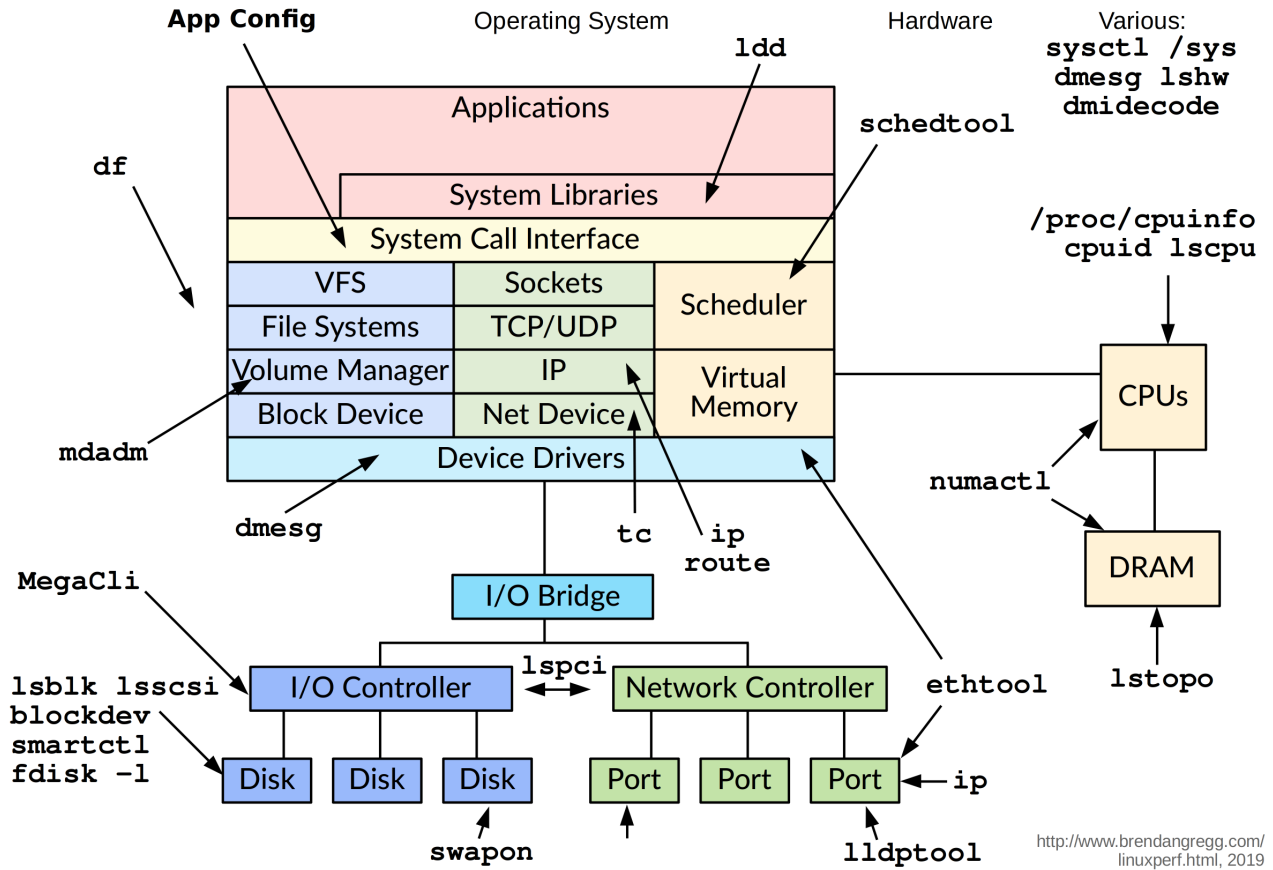


图 10.1: linux statis tools

Linux Performance Observability Tools

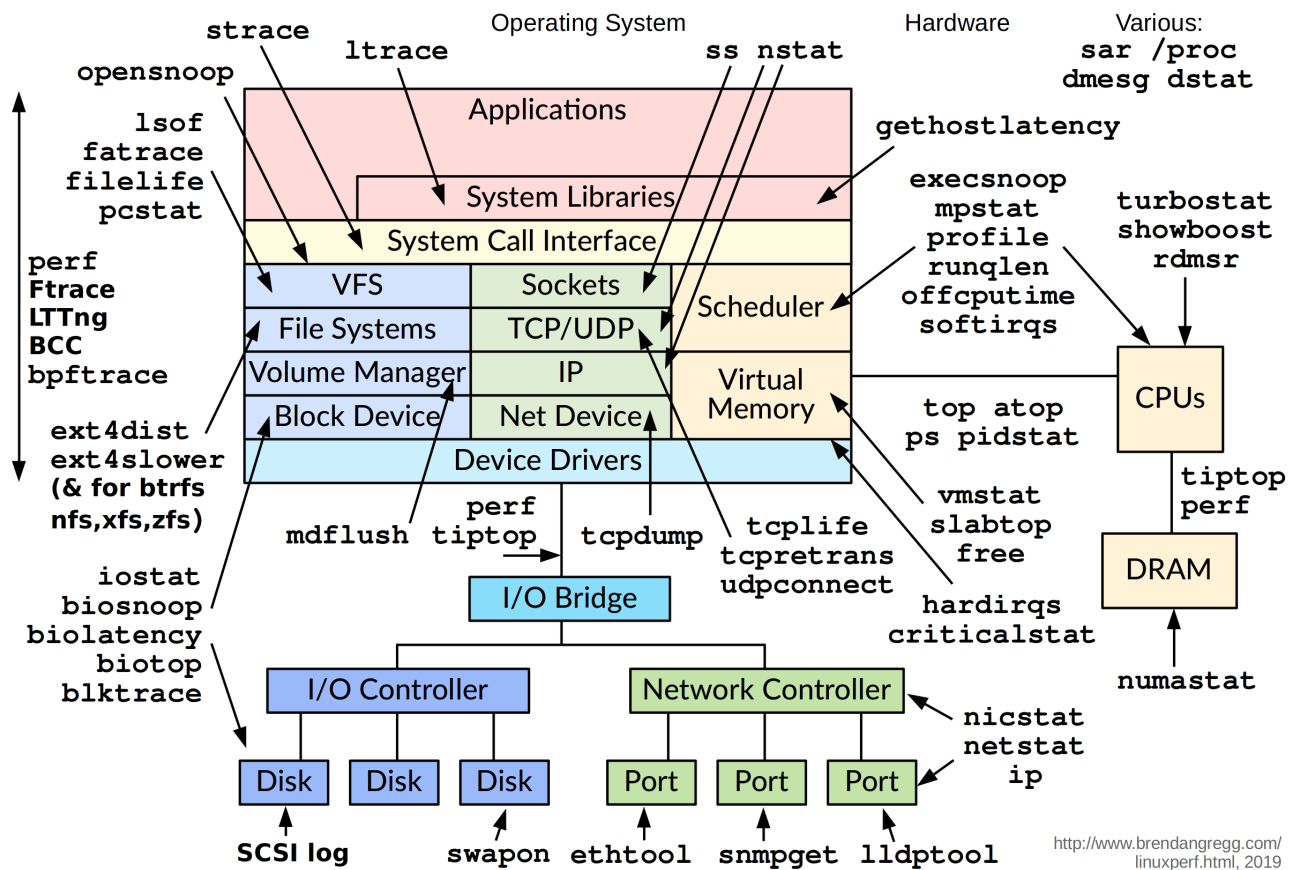


图 10.2: linux observability tools

Linux Performance Tools

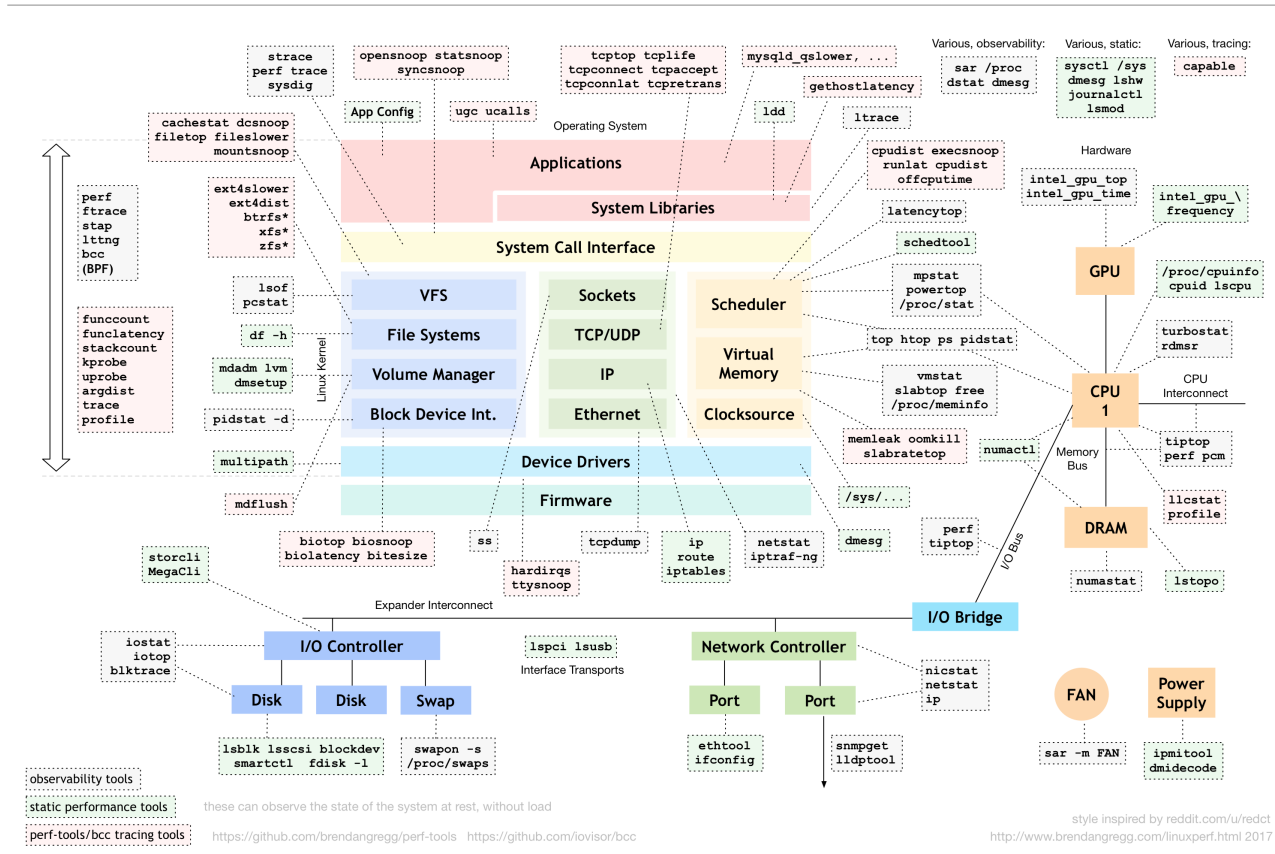


图 10.3: linux performance tools

10.1 uptime

uptime

当前时间系统运行了多长时间、多少用户登陆；以及过去 1 分钟、5 分钟、15 分钟的系统平均负载。

```
$ uptime
# 20:08:43 up 11 days, 6:06, 0 users, load average: 21.76, 21.24, 19.93

# 20:08:43      系统当前时间
# up 11 days, 6:06      系统运行时间
# 0 users      当前登陆用户数
# load average: 21.76, 21.24, 19.93      过去1分钟、5分钟、15分钟的系统平均负载
```

系统负载

系统负载是处于可运行（runnable）或不可中断（uninterruptable）状态的进程的平均数。

可运行（runnable）状态的进程要么正在使用 CPU，要么在等待使用 CPU。不可中断状态的进程则正在等待某些 I/O 访问，例如等待磁盘 I/O。

负载均值的意义根据系统中 CPU 的数量不同而不同，负载为 1 对于一个只有单 CPU 的系统来说意味着负载满了，而对于一个拥有 4 CPU 的系统来说则意味着 75% 的时间里都是空闲的。

OPTIONS

-p, --pretty

以漂亮的格式显示正常运行时间

```
uptime -p
# up 17 weeks, 1 day, 11 hours, 37 minutes
```

-s, --since

以 yyyy-mm-dd HH:MM:SS 格式显示系统启动时间

```
uptime -s
# 2019-11-18 23:30:43
```

10.2 top

显示 Linux 进程信息

top 提供了运行系统的动态实时视图。它可以显示系统摘要信息以及当前由 Linux 内核管理的进程或线程的列表。所显示的系统摘要信息的类型以及为流程显示的信息的类型、顺序和大小都是用户可配置的该配置可以在重启时保持不变。

下文以 3.3.10 版本为例。

10.2.1 交互式命令

进入 **top** 命令页面后输入的命令

- l 切换是否显示系统平均负载
- c 切换程序名或命令行的显示
- d 修改屏幕刷新时间
- i 切换显示所以线程或任务
- H 切换为线程模式
- t 切换 Task/Cpu 显示状态
- m 切换内存模式显示状态
- f 增加/删除/排序字段
- 1/2/3 切换展示所有 CPU/numa/node 使用情况
- L 查找
- E/e 概括/线程内存预览
- S 切换累积模式

10.2.2 OPTIONS

-b

批处理模式操作，可用于将 **top** 输出内容发送到其他程序或者文件中

-c

显示完整命令行或者程序名

-d :Delay-time interval as: **-d ss.t (secs.tenths)**

指定屏幕更新时间间隔；也可以使用交互命令 **d** 或者 **s**。可以填写分数秒。

-H :Threads-mode operation

指定显示各个线程，如果没有此选项，则显示每个进程中所有线程的总和。也可以使用交互命令 **H**。

-i :Idle-process toggle

使 `top` 不显示任何闲置或者僵死进程。

-n :Number-of-iterations limit as: -n number

循环显示的次数

-o :Override-sort-field as: -o fieldname

指定将对那些任务字段进行排序。可以在字段名前加上 `+` 或者 `-` 用来覆盖排序方向。前置 `+` 将强制从高到低排序，而 `-` 是从低到高排序。可用字段名可以参选下面的 `-O` 选项。

-O :Output-field-names

打印可用的字段名

-p :Monitor-PIDs mode as: -pN1 -pN2 ... or -pN1,N2,N3 ...

仅监视具有指定进程 `id` 的进程。此选项最多可以使用 `20` 次，或者您可以提供最多 `20` 个 `pid` 的逗号分隔列表。如果需要恢复，可以使用 `=,u` 或 `U`。

-S :Cumulative-time toggle

当启用累积时间模式时，每个进程都会列出它和它死去的子进程所使用的 `cpu` 时间。

-u | -U :User-filter-mode as: -u | -U number or name

只显示与给定的用户 `id` 或用户名匹配的进程。`-u` 选项匹配有效用户，而 `-U` 选项匹配任何用户（实际的、有效的、已保存的或文件系统）。在用户 `id` 或名称前面加上感叹号（`!`），指示 `top` 只显示与提供的用户不匹配的进程。

输出内容解释

```
top - 15:44:32 up 120 days, 16:13, 2 users, load average: 0.00, 0.01, 0.05
Tasks: 83 total, 1 running, 82 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
%Cpu(s): 0.5 us, 0.5 sy, 0.0 ni, 99.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
KiB Mem : 3881072 total, 252396 free, 575456 used, 3053220 buff/cache
KiB Swap: 0 total, 0 free, 0 used. 3017932 avail Mem
```

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
9280	mysql	20	0	1844228	399192	16648	S	1.0	10.3	975:57.07	mysqld
1490	root	20	0	609124	13968	2336	S	0.7	0.4	793:26.93	barad_agent
1	root	20	0	125416	3796	2436	S	0.0	0.1	11:01.11	systemd
2	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.90	kthreadd
3	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:25.91	ksoftirqd/0
5	root	0	-20	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	kworker/0:0H
7	root	rt	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:33.92	migration/0
8	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	rcu_bh
9	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	27:12.99	rcu_sched

图 10.4: `top`

第一行输出任务为 `UPTIME` and `LOAD Averages`

```
# top - 15:52:24 up 120 days, 16:21, 2 users, load average: 0.14, 0.10, 0.07
```

第二行为任务（进程）或者线程信息；进程或者线程的切换可以通过交互命令 H。分为：运行；休眠；停止；僵尸

```
# Tasks: 86 total, 1 running, 85 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
```

```
# Threads: 149 total, 1 running, 148 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
```

第三行为 CPU 状态信息

```
# %Cpu(s): 0.7 us, 0.7 sy, 0.0 ni, 98.7 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
#          a  b      c  d
# %Cpu(s): 0.3/0.5  1|
```

us, user : 用户空间占用 CPU 百分比 (time running un-niced user processes)

sy, system : 内核空间占用 CPU 百分比 (time running kernel processes)

ni, nice : 用户进程空间内改变过优先级的进程占用 CPU 百分比 (time running niced user processes)

id, idle : 空闲 CPU 百分比 (time spent in the kernel idle handler)

wa, I/O-wait : 等待输入输出的 CPU 时间百分比 (time waiting for I/O completion)

hi : 硬中断 (Hardware IRQ) 占用 CPU 的百分比 (time spent servicing hardware interrupts)

si : 软中断 (Software Interrupts) 占用 CPU 的百分比 (time spent servicing software interrupts)

st : hypervisor vm 占用的 CPU 时间的百分比 (time stolen from this vm by the hypervisor)

在使用交互命令 t 切换到 cpu 状态模式时，还会额外显示一行 CPU 摘要信息，如上面展示第二行

a) 是 us 和 ni 之和

b) 是 sy 百分比

c) 是总和

d) 是可视化图像

内存使用情况

默认情况下，第 1 行反映物理内存，分类为：

total(物理内存总量)，free(空闲内存总量)，used(使用的物理内存总量) and buff/cache(用作内核缓存的内存量)

第 2 行反映的主要是虚拟内存，分为以下几类：

total(交换区总量)，**free**(闲交换区总量)，**used**(使用的交换区总量) and **avail**(可用物理内存)

此行的 **avail** 指启动新应用程序时可用的物理内存的估计值不包含 **swapping**。与 **free** 命令不同的是，**free** 试图分析易于回收的页面缓存和内存片。

可以通过交互命令 **E** 切换单位

```
# MiB Mem : 3790.1 total, 228.7 free, 568.1 used, 2993.2 buff/cache
# MiB Swap: 0.0 total, 0.0 free, 0.0 used. 2941.0 avail Mem
```

在内存模式（使用交互命令 **m**）下，会显示两行简短的简要：

```
      a      b      c
MiB Mem : 23.2/3790.1 [||||| ]
MiB Swap: 0.0/0.0    [      ]
```

a) 使用百分比

b) 总物理内存

c) 图形化展示

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
9280	mysql	20	0	1844228	399192	16648	S	0.7	10.3	990:08.75	mysqld
1490	root	20	0	609124	13968	2336	S	0.3	0.4	803:34.96	barad_agent

10.2.3 列字段含义

1. %CPU -- CPU 使用率

CPU 使用时间占比；

2. %MEM -- 内存使用 (RES)

进程当前使用的可用物理内存占比

3. CGROUPS -- Control Groups

4. CODE -- Code Size (KiB)

可执行代码占用物理内存大小，也称为文本常驻集 (Text Resident Set) 大小或 TRS。

5. COMMAND -- 命令名/命令行

6. DATA -- Data + Stack Size (KiB) 数据段 + 栈

可执行代码以外的物理内存的大小，也称为数据常驻集大小或 DRS。

7. ENVIRON -- 环境变量

8. Flags -- Task Flags

This column represents the task's current scheduling flags which are expressed in

hexadecimal notation and with zeros suppressed. These flags are officially documented in `<linux/sched.h>`.

9. GID -- 有效组 ID

10. GROUP -- 有效组名

11. NI -- Nice Value 进程的 nice 值。nice 值越小优先级越高。0 表示不调整优先级。

12. P -- Last used CPU (SMP)

A number representing the last used processor. In a true SMP environment this will likely change frequently since the kernel intentionally uses weak affinity. Also, the very act of running top may break this weak affinity and cause more processes to change CPUs more often (because of the extra demand for cpu time).

13. PGRP -- 进程组 ID

14. PID -- 进程 ID

15. PPID -- 父进程 ID

16. PR -- 优先级

可以使用 `chrt` 命令查看进程调度

进程调度分为 Normal Scheduling 和 Real-time Scheduling

Normal Scheduling: SCHED_OTHER SCHED_IDLE SCHED_BATCH

Real-time Scheduling: SCHED_FIFO SCHED_RR

Priority value: [1,99] 值越低优先级越高

Normal Scheduling priority 默认值为 0

SCHED_OTHER: 对应 time-sharing policy (RR)

PR 值和 NICE 仅对 Normal Scheduling 进程有效; $PR = 20 + NICE(\text{友好值 } [-20, 19]) = [0, 39]$ PR 值越高优先级越低

SCHED_FIFO 和 SCHED_RR real-time process/thread

priority = [1,99] $PR = -1 - \text{priority} = [-100, -2]$

进程调度优先级。如果在字段中看到 `rt`，则说明该线程是 Real-time Scheduling。

17. RES -- 进程占用内存大小 (KiB)

进程使用的未被 swap 物理内存大小 (The non-swapped physical memory a task is using.)

18. RUID -- 真实用户 id

19. RUSER -- 真实用户名

20. S -- 进程状态 (Process Status)

- D = 不可中断睡眠状态 (uninterruptible sleep)
- R = 运行状态 (running)
- S = 睡眠状态 (sleeping)
- T = stopped by job control signal
- t = stopped by debugger during trace
- Z = 僵尸状态 (zombie)

D 状态一般为等待 IO，例如磁盘 IO、网络 IO 等。

21. SHR -- 共享内存大小 (Shared Memory Size) (KiB)

进程可用的共享内存大小，通常不是所有的都驻留。它只能反应可能与其他进程共享的内存。

22. SID -- 会话 ID

23. SUID -- Saved User Id

24. SUPGIDS -- 附属组 ID

25. SUPGRPS -- 附属组名

26. SUSER -- Saved User Name

27. SWAP -- Swapped Size (KiB) 线程地址空间的非驻留部分

28. TGID -- 线程组 ID (Thread Group Id)

任务所属的线程组的 ID。它是线程组领导的 PID。在内核术语中，它表示那些共享 `mm_struct` 的任务。

29. TIME -- CPU Time

线程启动后使用的总 CPU 时间。当启用累积模式时，将列出每个进程以及其死去的子进程所使用的 CPU 时间。可以使用交互命令 `S` 来切换累积模式。

30. TIME+ -- CPU Time, hundredths

与 `TIME` 相同，但通过百分之一秒反映出更细的粒度。

31. TPGID -- Tty Process Group Id

32. TTY -- Controlling Tty

33. UID -- 用户 ID; 进程所有者的真实用户 ID

34. USED -- Memory in Use (KiB)

此字段表示线程使用的非 `swapped` 物理内存 (`RES`) 及其地址空间的非驻留部分 (`SWAP`)。

35. USER -- 用户名; 进程所有者的真实用户名

36. VIRT -- 虚拟内存大小 (Virtual Memory Size)(KiB)

进程使用的虚拟内存大小。包括代码，数据以及共享库以及已换出的页和已映射但未使用的页。

37. WCHAN -- Sleeping in Function

若该进程在睡眠，则显示睡眠中的系统函数名。

38. nDRT -- 脏页数量 (Dirty Pages Count)

The number of pages that have been modified since they were last written to auxiliary storage. Dirty pages must be written to auxiliary storage before the corresponding physical memory location can be used for some other virtual page.

39. nMaj -- Major Page Fault Count

The number of major page faults that have occurred for a task. A page fault occurs when a process attempts to read from or write to a virtual page that is not currently present in its address space. A major page fault is when auxiliary storage access is involved in making that page available.

40. nMin -- Minor Page Fault count

The number of minor page faults that have occurred for a task. A page fault occurs when a process attempts to read from or write to a virtual page that is not currently present in its address space. A minor page fault does not involve auxiliary storage

access in making that page available.

41. nTH -- 线程数量

42. nsIPC -- IPC namespace

The Inode of the namespace used to isolate interprocess communication (IPC) resources such as System V IPC objects and POSIX message queues.

43. nsMNT -- MNT namespace

The Inode of the namespace used to isolate filesystem mount points thus offering different views of the filesystem hierarchy.

44. nsNET -- NET namespace

The Inode of the namespace used to isolate resources such as network devices, IP addresses, IP routing, port numbers, etc.

45. nsPID -- PID namespace

The Inode of the namespace used to isolate process ID numbers meaning they need not remain unique. Thus, each such namespace could have its own `init` (PID #1) to manage various initialization tasks and reap orphaned child processes.

46. nsUSER -- USER namespace

The Inode of the namespace used to isolate the user and group ID numbers. Thus, a process could have a normal unprivileged user ID outside a user namespace while having a user ID of 0, with full root privileges, inside that namespace.

47. nsUTS -- UTS namespace

The Inode of the namespace used to isolate hostname and NIS domain name. UTS simply means "UNIX Time-sharing System".

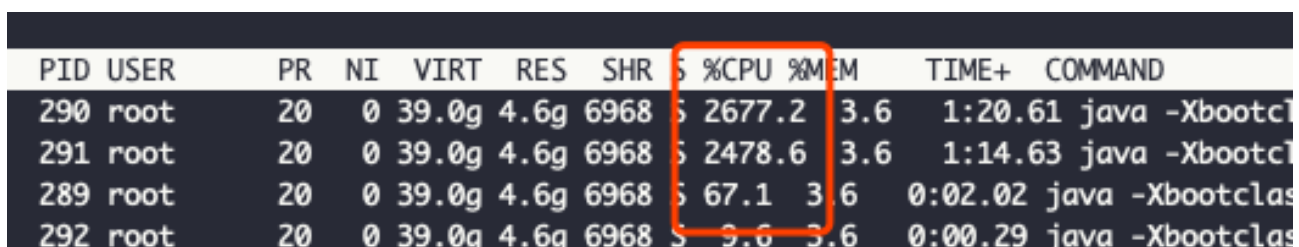
48. vMj -- Major Page Fault Count Delta

The number of major page faults that have occurred since the last update (see nMaj).

49. vMn -- Minor Page Fault Count Delta

The number of minor page faults that have occurred since the last update (see nMin).

10.2.4 示例



PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
290	root	20	0	39.0g	4.6g	6968	2677.2	3.6	1:20.61	java -Xbootcl
291	root	20	0	39.0g	4.6g	6968	2478.6	3.6	1:14.63	java -Xbootcl
289	root	20	0	39.0g	4.6g	6968	67.1	3.6	0:02.02	java -Xbootclas
292	root	20	0	39.0g	4.6g	6968	3.6	3.6	0:00.29	java -Xbootclas

图 10.5: top cpu 利用率超过 100%

如上图所示：CPU 使用率超过 100%

这里 CPU 使用率是所有 CPU 的总和。即你的 CPU 是多核处理器。可以使用交互式命令 1 来查看所有 CPU 的使用情况。

10.3 free

显示系统中空闲和使用的物理内存以及 swap 内存量。还有内核使用的缓冲区和缓存。这些信息来源于 `/proc/meminfo`。

total

总内存大小 (MemTotal and SwapTotal in `/proc/meminfo`)

used

已使用的内存大小 (calculated as total - free - buffers - cache) free

未使用的内存 (MemFree and SwapFree in `/proc/meminfo`)

shared

(主要) 由 tmpfs 使用的内存

buffers

内核缓冲区使用的内存 (Buffers in `/proc/meminfo`)

cache

page cache and slabs (Cached and SReclaimable in `/proc/meminfo`)

buff/cache

buffers and cache 总和

available

Estimation of how much memory is available for starting new applications, without swapping. Unlike the data provided by the cache or free fields, this field takes into account page cache and also that not all reclaimable memory slabs will be reclaimed due to items being in use (MemAvailable in `/proc/meminfo`, available on kernels 3.14, emulated on kernels 2.6.27+, otherwise the same as free)



linux 系统内核为文件设置了一个缓存，对文件读写的数据内容都缓存在这里。这个缓存称为 page cache(页缓存)。

10.4 meminfo

10.5 slabinfo

10.6 vmstat

第 11 章 IPv6

11.1 基础知识

11.1.1 IPv6 格式

IPv6 二进制制下为 128 位长度。

11.1.2 问题

1. IP 地址转为 int 实现
2. DNS 域名解析中 A、AAAA、CNAME、MX、NS、TXT、SRV、SOA、PTR 各项记录的作用

<https://blog.hackroad.com/operations-engineer/basics/13255.html>

	standard font size		
command	10pt	11pt	12pt
<code>\tiny</code>	5pt	6pt	6pt
<code>\scriptsize</code>	7pt	8pt	8pt
<code>\footnotesize</code>	8pt	9pt	10pt
<code>\small</code>	9pt	10pt	11pt
<code>\normalsize</code>	10pt	11pt	12pt
<code>\large</code>	12pt	12pt	14pt
<code>\Large</code>	14pt	14pt	17pt
<code>\LARGE</code>	17pt	17pt	20pt
<code>\huge</code>	20pt	20pt	25pt
<code>\Huge</code>	25pt	25pt	25pt

article, report, book und letter standard font size