**32 反射机制**

* 32.1 初识反射机制

Java最大的特征就是**反射机制**(Reflection)，反射机制是Java的精髓。

所有技术实现的目标就是为了重用性。

正向操作：1) 导包；2) 类实例化对象；3) 调用对象方法。

反向操作：根据对象获取类的信息。

Object类的getClass()方法可以获得Class类对象

|  |
| --- |
| public final *Class*<?> getClass() |

|  |
| --- |
| Person p1 = **new** Person();  Person p2 = **new** Person("hikari", 25);  Class<? **extends** Person> cls = p1.getClass();  System.***out***.println(cls); // class hikari.Person  System.***out***.println(cls == p2.getClass()); // true  Object obj = **new** Person();  // 向上转型,getClass()返回还是Person类  System.***out***.println(cls == obj.getClass()); // true |

也就是getClass()可以获取对象的根源。

* 32.2 Class类对象的三种实例化模式

java.lang.Class类定义：

|  |
| --- |
| public final class Class<*T*> implements java.io.*Serializable*, *GenericDeclaration*, *Type*, *AnnotatedElement* |

Class类是反射机制的核心。Class类实例化，可以采用三种方法。

① Object类支持

Object类可以根据实例化对象的getClass()方法获取Class对象

|  |
| --- |
| Person p = **new** Person();  Class<? **extends** Person> cls = p.getClass();  System.***out***.println(cls); // class hikari.Person  System.***out***.println(cls.getName()); // hikari.Person |

这种方式有个不是缺点的缺点：如果只想得到Class类对象，需要先实例化指定类对象才行。

② JVM直接支持：类.class形式实例化

|  |
| --- |
| Class<? **extends** Person> cls = Person.**class**;  System.***out***.println(cls.getName()); // hikari.Person |

此种方式必须导入包。

③ Class类支持：Class类的静态方法forName()

|  |
| --- |
| public static *Class*<*?*> forName(*String* *className*)  throws ClassNotFoundException |

|  |
| --- |
| **try** {  Class<?> cls = Class.*forName*("hikari.Person");  System.***out***.println(cls.getName()); // hikari.Person  } **catch** (ClassNotFoundException e) {  } |

此方式最大特点的直接接收字符串为参数，而且不需要import。

如果类不存在，抛出ClassNotFoundException异常。

* 32.3 反射实例化对象

Class类提供一个反射实例化方法(代替关键字new)：

|  |
| --- |
| *@Deprecated*(since="9")  public *T* newInstance()  throws InstantiationException, IllegalAccessException |

|  |
| --- |
| Class<?> cls = Class.*forName*("hikari.Person");  @SuppressWarnings("deprecation")  Object obj = cls.~~newInstance~~(); // 已过时  System.***out***.println(obj); // name: 匿名, age: 0 |

调用类的无参构造，隐含了关键字new，直接使用字符串代替。

JDK1.9后不建议使用，因为其只能调用无参构造，建议不使用clazz.newInstance()而是改为：clazz.getDeclaredConstructor().newInstance()

|  |
| --- |
| Object obj = cls.getDeclaredConstructor(String.**class**, **int**.**class**).newInstance("hikari", 25); // 指定具体参数类型的构造方法  System.***out***.println(obj); // name: hikari, age: 25 |

* 32.4 反射与工厂设计模式

工厂设计模式最大特点是：客户端的程序类不直接对象实例化，只和接口发生关联，通过工程类获取接口实例化对象。

之前的工厂模式属于静态工厂模式，如果接口新增了一个子类，需要修改工程类，添加一个分支判断实例化新子类对象。

之前的代码：

|  |
| --- |
| **public** **class** Factory {  **private** Factory() {}  **public** **static** IMessage getInstance(String className) {  **if** ("netmessage".equalsIgnoreCase(className)) {  **return** **new** NetMessage();  }  **if** ("cloudmessage".equalsIgnoreCase(className)) {  **return** **new** CloudMessage();  }  // 如果接口的子类越来越多, 就需要不断地添加if语句...  **return** **null**;  }  }  IMessage msg=Factory.*getInstance*("cloudmessage");  msg.send(); // 来自云端的消息... |

工厂模式有效地解决了子类与客户端耦合的问题。但是其核心是提供一个工厂类作为过渡；随着项目进行，接口的子类越来越多，工程类需要不断地修改。

最好的解决方法就不使用关键字new，因为new一个对象需要一个明确的类存在。而反射只需要一个类明确的名称字符串。

使用反射指定为某个接口服务的工厂类：

|  |
| --- |
| **public** **class** Factory {  **private** Factory() {}  **public** **static** IMessage getInstance(String className) {  IMessage instance = **null**;  **try** {  instance = (IMessage) Class.*forName*(className).getDeclaredConstructor().newInstance();  } **catch** (Exception e) {  e.printStackTrace();  }  **return** instance;  }  }  IMessage msg=Factory.*getInstance*("hikari.NetMessage");  msg.send(); // 来自网络的消息... |

利用反射机制实现工厂模式最大优势是：接口子类的扩充不影响工厂类的定义。

实际项目开发可能存在大量接口，而且都需要通过工厂类进行实例化，所以一个工厂类不应该只为一个接口服务，而是为所有接口服务。

因为客户端一定知道要使用的接口，而工程类不关心具体的接口，此时可以使用**泛型**工厂类。

基础工厂模式终极版本：

|  |
| --- |
| **public** **class** Factory {  **private** Factory() {}  /\*\*  \* 获取接口实例化对象  \* **@param** className 接口的子类, 字符串形式  \* **@param** clazz 接口类型  \* **@return** 返回指定接口实例化对象  \*/  @SuppressWarnings("unchecked")  **public** **static** <T> T getInstance(String className, Class<T> clazz) {  T instance = **null**;  **try** {  // 类型转换会警告, 此警告不重要,压制一下吧...  instance = (T) Class.*forName*(className).getDeclaredConstructor().newInstance();  } **catch** (Exception e) {  e.printStackTrace();  }  **return** instance;  }  }  IMessage msg = Factory.*getInstance*("hikari.NetMessage", IMessage.**class**);  msg.send(); // 来自网络的消息...  IService ser = Factory.*getInstance*("hikari.HouseService", IService.**class**);  ser.service(); // 为您打扫房间, 顺便拿走沙发底下的私房钱! |

* 32.5 反射与单例设计模式

单例模式核心：构造方法私有化，内部产生实例，通过静态方法获取实例对象，调用实例对象的方法。饿汉式定义时就实例化，没有线程同步问题；懒汉式因为定义和实例化分开，可能会造成线程不安全。

懒汉式单例的问题：

|  |
| --- |
| **public** **class** Singleton {  **private** **static** Singleton *instance* = **null**;  **private** Singleton() {  System.***out***.println("【" + Thread.*currentThread*().getName() + "】\*\*\*\*\*实例化Singleton对象\*\*\*\*\*");  }  **public** **static** Singleton getInstance() {  **if** (*instance* == **null**) {  *instance* = **new** Singleton();  }  **return** *instance*;  }  **public** **void** show() {  System.***out***.println("hello, hiakri!");  }  }  **for** (**int** i = 0; i < 3; i++) {  **new** Thread(() -> {  Singleton.*getInstance*().show();  }, "线程" + (i + 1)).start();  } |

结果：

|  |
| --- |
| 【线程2】\*\*\*\*\*实例化Singleton对象\*\*\*\*\*  hello, hiakri!  【线程1】\*\*\*\*\*实例化Singleton对象\*\*\*\*\*  hello, hiakri!  【线程3】\*\*\*\*\*实例化Singleton对象\*\*\*\*\*  hello, hiakri! |

3个线程，Singleton对象实例化了3次，也就不是单例模式了。造成问题的原因是代码不同步。最先想到的应该是使用**synchronized**关键字。

将getInstance()方法设为同步：

|  |
| --- |
| **public** **static** **synchronized** Singleton getInstance() {  **if** (*instance* == **null**) {  *instance* = **new** Singleton();  }  **return** *instance*;  } |

但是这样效率会下降，因为实际上只有instance实例化部分需要同步。

|  |
| --- |
| **public** **class** Singleton {  // 对象实例化时应该立刻与主内存对象同步, 使用volatile  **private** **static** **volatile** Singleton *instance* = **null**;  **private** Singleton() { // ... }  **public** **static** Singleton getInstance() {  // 如果instance为null, 所有线程通过第一层判断, 有一个线程先实例化, 剩余线程需要进行第2层判断, 防止再次实例化  **if** (*instance* == **null**) {  // 同步锁使用Class对象  **synchronized** (Singleton.**class**) {  **if** (*instance* == **null**) {  *instance* = **new** Singleton();  }  }  }  **return** *instance*;  }  } |

面试题：请编写单例设计模式

1) [100%] 直接编写饿汉式单例设计模式，构造方法私有化；

2) [120%] Java中哪里使用到单例设计模式：Runtime、Pattern、Spring框架等；

3) [200%] 懒汉式单例模式的问题

* 32.6 反射获取类结构信息

一个类的结构信息包括类所在包名、父类的定义、父接口的定义。

|  |
| --- |
| public *Package* getPackage() // 获取包  public *Class*<? super T> getSuperclass() // 获取直接父类Class对象  public *Class*<?>[] getInterfaces() // 获取直接实现的父接口Class对象数组 |

示例：Test类继承于AbsClass抽象类，实现接口A和B

|  |
| --- |
| Class<?> cls = Test.**class**;  Package pac = cls.getPackage();  System.***out***.println(pac.getName()); // hikari  Class<?> parent = cls.getSuperclass(); // 直接父类  System.***out***.println(parent.getName()); // hikari.AbsClass  Class<?>[] inters = cls.getInterfaces();  **for** (Class<?> i : inters) { // 直接父接口  System.***out***.println(i.getName()); // hikari.A, hikari.B  } |

当获取了一个类Class对象后，就能得到其所有继承结构信息。

接口、抽象类、类都属于Class对象。一个Class对象就是一个字节码文件(\*.class)对象。

* 32.7 反射获取构造方法 (Constructor)

获取构造方法：

|  |
| --- |
| public *Constructor*<*?*>[] getDeclaredConstructors() throws SecurityException  public *Constructor*<*T*> getDeclaredConstructor(*Class*<*?*>... *parameterTypes*)  throws NoSuchMethodException, SecurityException  public *Constructor*<*?*>[] getConstructors() throws SecurityException  public *Constructor*<*T*> getConstructor(*Class*<*?*>... *parameterTypes*)  throws NoSuchMethodException, SecurityException |

没有Declared表示获取public的构造方法(包括继承来的)；

有Declared表示获取所有声明的构造方法(不包括继承来的)。

Constructor<T>类继承关系：

|  |
| --- |
| java.lang.Object  java.lang.reflect.AccessibleObject - JDK 1.2  java.lang.reflect.Executable - JDK 1.8  java.lang.reflect.Constructor<T> - JDK 1.1 |

newInstance()是Constructor重要的方法，此方法可以使用Constructor对象对应构造方法创建并初始化新的实例对象。

|  |
| --- |
| public *T* newInstance(*Object* ... *initargs*)  throws InstantiationException, IllegalAccessException,  IllegalArgumentException, InvocationTargetException |

示例：

Student.class：

|  |
| --- |
| **public** **class** Student **extends** Person {  **private** **static** **final** **long** ***serialVersionUID*** = 1L;  **private** String major;  **public** Student() {  **this**("砖院");  }  **public** Student(String major) {  **this**.major = major;  }  **public** Student(String name, **int** age, String major) {  **super**(name, age);  **this**.major = major;  }  **public** String getMajor() {  **return** major;  }  **public** **void** setMajor(String major) {  **this**.major = major;  }  **private** **void** show() { // 私有方法 }  **void** print() { // default方法 }  @Override  **public** String toString() {  **return** **super**.toString() + ", major: " + **this**.major;  }  } |

测试：反射获取Student类指定构造方法，实例化对象

|  |
| --- |
| Class<?> cls = Student.**class**;  // 有参构造  Constructor<?> constructor = cls.getDeclaredConstructor(String.**class**, **int**.**class**, String.**class**);  Object obj = constructor.newInstance("张三", 20, "计院");  System.***out***.println(obj); // name: 张三, age: 20, major: 计院  // 无参构造  Constructor<?> con1 = cls.getDeclaredConstructor();  Object obj1 = con1.newInstance();  System.***out***.println(obj1); // name: 匿名, age: 0, major: 砖院 |

虽然可以调用有参构造，但实际开发，所有使用反射的类最好提供无参构造，如此，实例化可以达到统一性。

**20180616**

* 32.8 反射获取普通方法 (Method)

如果想通过反射调用方法，类中要提高实例化对象。

获取方法：

|  |
| --- |
| public *Method* getDeclaredMethod(*String* *name*, *Class*<*?*>... *parameterTypes*)  throws NoSuchMethodException, SecurityException  public *Method*[] getDeclaredMethods() throws SecurityException  public *Method* getMethod(*String* *name*, *Class*<*?*>... *parameterTypes*)  throws NoSuchMethodException, SecurityException  public *Method*[] getMethods() throws SecurityException |

Declared表示类中所有声明的方法(包括private，不包括继承来的)；

没有Declared表示所有public的方法(包括继承来的)。

Method和Constructor都是Executable的直接子类

|  |
| --- |
| public final class Method extends *Executable* |

|  |
| --- |
| Class<?> cls = Student.**class**;  Method[] methods = cls.getMethods();  **for** (Method m : methods) {  System.***out***.println(m);  }  System.***out***.println("-------------------------------");  Method[] methodDeclared = cls.getDeclaredMethods();  **for** (Method m : methodDeclared) {  System.***out***.println(m);  } |

Method类的一些非重要方法：

|  |
| --- |
| public *String* getName()  public *Class*<?> getReturnType() // 返回值类型  public *Class*<?>[] getParameterTypes() // 参数类型  public *Class*<?>[] getExceptionTypes() // 异常类型  public *int* getModifiers() // 修饰符,返回int类型 |

java.lang.reflect.Modifier类中定义了很多修饰符的常量。

Modifier类的静态方法toString()可以根据int返回修饰符的字符串形式

|  |
| --- |
| public static *String* toString(*int* *mod*) |

示例：获取Student类私有方法show()

|  |
| --- |
| Method me = cls.getDeclaredMethod("show");  **int** mod = me.getModifiers(); // 修饰符int类型  // 根据int值返回修饰符字符串形式  System.***out***.println(Modifier.*toString*(mod)); // private |

上面的一些方法可以根据反射获取Method对象的结构。

Method类最重要的一个方法是**invoke**()

|  |
| --- |
| public *Object* invoke(*Object* *obj*, *Object*... *args*)  throws IllegalAccessException, IllegalArgumentException,  InvocationTargetException |

Method对象对应一个类的某个方法，调用该方法(非static)需要有实例化对象obj，args是该方法参数，invoke()相当于调用obj对象的该方法。

|  |
| --- |
| Class<?> cls = Class.*forName*("hikari.Student");  String value = "砖院";  // 要保存属性或调用方法都需要有实例化对象, 使用反射实例化  Object obj = cls.getDeclaredConstructor().newInstance();  String methodName = "setMajor";  Method method = cls.getDeclaredMethod(methodName, String.**class**);  // 等价于: Student对象.setMajor(value);  method.invoke(obj, value);  System.***out***.println(obj); // name: 匿名, age: 0, major: 砖院 |

* 32.9 反射获取成员属性 (Field)

同样有4个方法：

|  |
| --- |
| public *Field* getDeclaredField(*String* *name*)  throws NoSuchFieldException, SecurityException  public *Field*[] getDeclaredFields() throws SecurityException  public *Field* getField(*String* *name*)  throws NoSuchFieldException, SecurityException  public *Field*[] getFields() throws SecurityException |

示例：

Person类定义常量：

|  |
| --- |
| **public** **static** **final** String ***COUNTRY***="China"; |

测试：

|  |
| --- |
| Class<?> cls = Class.*forName*("hikari.Student");  Field[] decFields = cls.getDeclaredFields();  **for** (Field f : decFields) {  System.***out***.println(f.getName()); // serialVersionUID, major  }  System.***out***.println("--------------------");  Field[] fields = cls.getFields();  **for** (Field f : fields) {  System.***out***.println(f.getName()); // COUNTRY  } |

Field类定义：

|  |
| --- |
| public final class Field extends *AccessibleObject* implements *Member* |

Filed类重要的3个方法：

|  |
| --- |
| public *void* set(*Object* *obj*, *Object* *value*) // 设置属性值  throws IllegalArgumentException, IllegalAccessException  public *Object* get(*Object* *obj*) // 获取属性值  throws IllegalArgumentException, IllegalAccessException  public *void* setAccessible(*boolean* *flag*) // 解除封装 (设置可以访问) |

Field覆写了AccessibleObject类的setAccessible()方法。

Constructor、Method、Field都有setAccessible()方法。

|  |
| --- |
| // 获取指定类的Class对象  Class<?> cls = Class.*forName*("hikari.Student");  // 获取Constructor对象, 实例化指定类对象  Object obj = cls.getDeclaredConstructor().newInstance();  // 获取成员对象,major为私有属性  Field majorField = cls.getDeclaredField("major");  majorField.setAccessible(**true**); // 设置属性可访问  majorField.set(obj, "码农");  System.***out***.println(majorField.get(obj)); // 码农 |

实际开发很少直接操作Filed，一般还是通过setter和getter完成。不建议使用setAccessible()打破封装机制。

Field类在实际开发只有一个最常用方法**getType**()：

|  |
| --- |
| public *Class*<*?*> getType() // 获取属性类型 |

|  |
| --- |
| // 获取完整类名称, 包.类名  System.***out***.println(majorField.getType().getName()); // java.lang.String  // 获取类名称  System.***out***.println(majorField.getType().getSimpleName()); // String |

实际开发使用反射时，往往使用Field和Method实现setter方法调用。

* 32.10 Unsafe工具类

sun.misc.Unsafe类利用反射获取对象，直接使用底层C++代替JVM执行，绕开JVM的对象管理机制，无法使用JVM内存管理和垃圾回收。

|  |
| --- |
| private Unsafe() {} // 构造方法私有化  private static final *Unsafe* theUnsafe = new Unsafe(); // 私有静态常量Unsafe实例 |

虽然Unsafe提供静态方法getUnsafe()返回Unsafe实例，但是调用会抛出异常SecurityException，需要通过反射机制获取。

示例：Unsafe绕过JVM直接实例化对象

|  |
| --- |
| **class** Singleton {  // 构造方法私有化, 没有提供静态方法获取实例化对象  **private** Singleton() {  System.***out***.println("Singleton构造方法");  }  **public** **void** show() {  System.***out***.println("hello, hikari!");  }  }  Field field = Unsafe.**class**.getDeclaredField("theUnsafe");  field.setAccessible(**true**);  Unsafe unsafe = (Unsafe) field.get(**null**); // 获取static属性不需要传入实例  // 利用Unsafe绕过JVM管理机制, 可以在没有实例化情况获取Singleton对象  Singleton s = (Singleton) unsafe.allocateInstance(Singleton.**class**);  s.show(); // hello, hikari! (没有调用构造方法) |

Unsafe不受JVM管理，如果不是必须的话不建议使用。

* 32.11 综合案例：反射与简单Java类

简单Java类主要由属性组成，并提供相应的setter和getter方法，最大特点是通过对象保存属性。

对于简单Java类实例化并设置属性过程中，设置数据部分(setter)是最麻烦的，如果一个类有50个属性，需要调用50次setter方法。如果此时使用构造方法，需要按照顺序填写50个属性值，也容易混淆。实际开发，简单Java类个数很多，这样的话，属性赋值的时候代码重复性会非常高。

此时需要使用反射机制。反射机制最大的特征是可以使用Object类直接操作，还可以操作属性和方法，这样可以实现相同功能类的重复操作。

① 单级属性设置

假设Employee类只有两个字符串类型属性name和job：

|  |
| --- |
| **public class** Employee {  **private** String name;  **private** String job;  **public** String getName() {  **return** name;  }  **public** **void** setName(String name) {  **this**.name = name;  }  **public** String getJob() {  **return** job;  }  **public** **void** setJob(String job) {  **this**.job = job;  }  @Override  **public** String toString() {  **return** "name: " + **this**.name + ", job: " + **this**.job;  }  } |

可以使用结构化字符串形式描述一个对象，如"属性:值|属性:值"的格式，此时需要有一个类(如InstanceFactory类)接收字符串和指定Class对象，经过处理后返回设置好属性的指定类型的实例化对象。

InstanceFactory.class：

|  |
| --- |
| **public class** InstanceFactory {  **private** InstanceFactory() {}  /\*\*  \* 根据传入字符串结构"属性:值|属性:值"和Class对象实例化该类对象  \* **@param** cls 进行反射实例化的Class对象  \* **@param** value 属性和值的结构化字符串  \* **@return** 设置好属性的指定类对象  \*/  @SuppressWarnings("unchecked")  **public** **static** <T> T create(Class<?> cls, String value) {  **try** {  // 实例化对象, 需要有无参构造  Object obj = cls.getDeclaredConstructor().newInstance();  BeanUtil.*setValue*(obj, value); // 通过反射设置对象属性  **return** (T) obj; // 类型转换  } **catch** (Exception e) {  e.printStackTrace();  **return** **null**;  }  }  } |

给obj对象通过字符串设置属性的操作交给BeanUtil工具类完成。

BeanUtil.class：

|  |
| --- |
| **public class** BeanUtil {  **private** BeanUtil() {}  **public** **static** **void** setValue(Object obj, String value) {  String[] ret = value.split("\\|"); // 按照|进行每组属性的拆分  **for** (String i : ret) {  String[] tmp = i.split(":"); // 按照:进行属性名和值的拆分  String attr = tmp[0];  String val = tmp[1];  // 拼接setter方法的名字  String methodName = "set" + StringUtil.*title*(attr);  **try** {  // 根据属性名获取Field对象  Field field = obj.getClass().getDeclaredField(attr);  // 根据方法名和参数类型获取Method对象  Method method = obj.getClass().getDeclaredMethod(methodName, field.getType());  // 调用setter方法设置内容  method.invoke(obj, val);  } **catch** (Exception e) {} // 没有对应属性,什么也不做  }  }  } |

因为setter方法的格式是set+属性名首字母大写，所以定义工具类StringUtil实现首字母大写的方法。

StringUtil.class：

|  |
| --- |
| **public class** StringUtil {  **private** StringUtil() {}  **public** **static** String title(String s) {  // 字符串首字母大写, 后面不管大小写,  **if** (s == **null** || "".equals(s)) { // null或空字符串不处理直接返回  **return** s;  }  **if** (s.length() == 1) {  **return** s.toUpperCase();  }  **return** s.substring(0, 1).toUpperCase() + s.substring(1);  }  } |

测试：

|  |
| --- |
| String value = "id:5|name:hikari|job:搬砖";  Employee e = InstanceFactory.*create*(Employee.**class**, value);  System.***out***.println(e); // name: hikari, job: 搬砖 |

此处字符串有id字段，但是Employee类没有此属性，直接被忽略了。

② 设置多种数据类型

上面实现了只有字符串类型的属性设置。实际开发简单Java类属性类型一般有：long、int、double、String、Date。

Employee类添加int id和Date hiredDate字段：

|  |
| --- |
| **public class** Employee {  // ...  **private** **int** id;  **private** Date hiredDate;  // setter和getter略...  **private** String parseHiredDate() { // Date对象转为字符串  **return** **new** SimpleDateFormat("yyyy-MM-dd").format(**this**.hiredDate);  }  @Override  **public** String toString() {  **return** "id: " + **this**.id + ", name: " + **this**.name + ", job: " + **this**.job + ", hired date: " + **this**.parseHiredDate();  }  } |

因为传入的字符串经拆分后得到的每个键值对attr和val都是字符串，此时需要先通过filed.getType()获取属性类型，再将属性值val转换成指定类型。

BeanUtil类添加一个属性类型转换操作：

|  |
| --- |
| /\*\*  \* 实现属性类型转换  \* **@param** type 属性类型, 通过Field获取  \* **@param** value 属性值, 传入字符串, 需要转为指定类型  \* **@return** 转换后的数据  \*/  **private** **static** Object convertAttrValue(String type, String value) {  **if** ("int".equals(type) || "java.lang.int".equals(type)) {  **return** Integer.*parseInt*(value);  }  **if** ("long".equals(type) || "java.lang.long".equals(type)) {  **return** Long.*parseLong*(value);  }  **if** ("double".equals(type) || "java.lang.double".equals(type)) {  **return** Double.*parseDouble*(value);  }  **if** ("java.util.Date".equals(type)) {  // 日期判断非严格...  String re = "(19\\d\\d|20\\d\\d)-(0?\\d|11|12)-(0?\\d|[12]\\d|30|31)";  **if** (value.matches(re)) {  SimpleDateFormat sdf = **new** SimpleDateFormat("yyyy-MM-dd");  **try** {  **return** sdf.parse(value);  } **catch** (ParseException e) {  **return** **new** Date(); // 转换失败或不匹配都设置当前时间  }  } **else** {  **return** **new** Date();  }  }  // 字符串或其他类型什么也不做, 直接返回  **return** value;  } |

修改BeanUtil类的setValue()方法

|  |
| --- |
| **public** **static** **void** setValue(Object obj, String value) {  String[] ret = value.split("\\|"); // 按照|进行每组属性的拆分  **for** (String i : ret) {  String[] tmp = i.split(":"); // 按照:进行属性名和值的拆分  String attr = StringUtil.*lowerCamel*(tmp[0]); // 改为小驼峰式  String val = tmp[1];  // 拼接setter方法的名字  String methodName = "set" + StringUtil.*title*(attr);  **try** {  // 根据属性名获取Field对象  Field field = obj.getClass().getDeclaredField(attr);  // 根据方法名和参数类型获取Method对象  Method method = obj.getClass().getDeclaredMethod(methodName, field.getType());  // 将属性值转为指定类型  Object conertVal = *convertAttrValue*(field.getType().getName(), val);  // 调用setter方法设置内容  method.invoke(obj, conertVal);  } **catch** (Exception e) {} // 没有对应属性,什么也不做  }  } |

StringUtil.class的lowerCamel()方法

|  |
| --- |
| **public** **class** StringUtil {  // ...  **public** **static** String lowerCamel(String s) {  // 将几个单词变为小驼峰式,如a secret base-->aSecretBase  **if** (s == **null** || "".equals(s) || !s.contains(" ")) {  **return** s;  }  String[] tmp = s.split(" ");  StringBuffer sb = **new** StringBuffer(tmp[0]);  **for** (**int** i = 1; i < tmp.length; i++) {  sb.append(*title*(tmp[i]));  }  **return** sb.toString();  }  } |

测试：

|  |
| --- |
| String value = "name:hikari|job:搬砖|hired date:2018-03-15|id:5|salary:1234.56";  Employee e = InstanceFactory.*create*(Employee.**class**, value);  System.***out***.println(e); // id: 5, name: hikari, job: 搬砖, hired date: 2018-03-15 |

**20180617**

③ 级联对象实例化

比如有Employee、Department、Company三个类，一个员工属于一个部门，一个部分属于一个公司。

|  |
| --- |
| **public class** Company {  **private** String name;  **private** Date createDate;  }  **public class** Department {  **private** String name;  **private** Company company;  }  **public class** Employee {  **private** **int** id;  **private** String name;  **private** String job;  **private** Date hiredDate;  **private** Department dept;  } |

此时希望通过Employee操作，使用.作为级联关系操作：

如：dept.name: abc 相当于Employee对象.getDept().setName("abc")

dept.company:xyz相当于Employee对象.getDept().getCompany().setName("xyz")

要实现此功能，需要通过级联的配置自动实现类中属性实例化。

BeanUtil.class修改：

|  |
| --- |
| **public class** BeanUtil {  **private** **static** **final** String ***KEYSEP*** = "\\|";  **private** **static** **final** String ***KEYVALSEP*** = ":";  **private** BeanUtil() {}  **public** **static** **void** setValue(Object obj, String value) {  String[] ret = value.split(***KEYSEP***); // 按照|进行每组属性的拆分  **for** (String i : ret) {  String[] tmp = i.split(***KEYVALSEP***); // 按照:进行属性名和值的拆分  String attr = StringUtil.*lowerCamel*(tmp[0].trim());  String val = tmp[1].trim(); // 去除空格  **try** {  **if** (attr.contains(".")) { // 多级配置  *setCascade*(obj, attr, val);  } **else** {  *setAttrVal*(obj, attr, val);  }  } **catch** (Exception e) {} // 没有对应属性,什么也不做  }  }  **private** **static** **void** setCascade(Object obj, String attr, String val) **throws** Exception { // 级联对象实例化  String[] tmp = attr.split("\\.");  Object cur = obj;  // 最后一个是属性名称, 不在实例化处理范围  **for** (**int** x = 0; x < tmp.length - 1; x++) {  // 获取getter方法  Method getMethod = cur.getClass().getDeclaredMethod("get" + StringUtil.*title*(tmp[x]));  // 获取下一级对象  Object tmpObj = getMethod.invoke(cur);  **if** (tmpObj == **null**) { // 该对象没有实例化  Field field = cur.getClass().getDeclaredField(tmp[x]);  // 获取setter方法  Method method = cur.getClass().getDeclaredMethod("set" + StringUtil.*title*(tmp[x]), field.getType());  // 下一级的实例化对象  Object nextObj = field.getType().getDeclaredConstructor().newInstance();  // 设置属性为新实例化对象  method.invoke(cur, nextObj);  cur = nextObj; // 相当于链表工作指针后移  } **else** {  cur = tmpObj;  }  }  // 最后一个是属性, 设置方法与之前一样  *setAttrVal*(cur, tmp[tmp.length - 1], val);  }  **private** **static** **void** setAttrVal(Object obj, String attr, String val) **throws** Exception {  // 根据属性名获取Field对象  Field field = obj.getClass().getDeclaredField(attr);  // 拼接setter方法的名字  String methodName = "set" + StringUtil.*title*(attr);  // 根据方法名和参数类型获取Method对象  Method method = obj.getClass().getDeclaredMethod(methodName, field.getType());  // 将属性值转为指定类型  Object conertVal = *convertAttrValue*(field.getType().getName(), val);  // 调用setter方法设置内容  method.invoke(obj, conertVal);  } |

测试：

|  |
| --- |
| String value = "name : hikari | job : 搬砖 | hired date : 2018-03-15 | id : 5 | salary : 1234.56 | dept.name : 搬砖部 | dept.company.name : 皇家搬砖株式会社";  Employee e = InstanceFactory.*create*(Employee.**class**, value);  System.***out***.println(e); // id: 5, name: hikari, job: 搬砖, hired date: 2018-03-15  System.***out***.println(e.getDept().getName()); // 搬砖部  System.***out***.println(e.getDept().getCompany().getName()); //皇家搬砖株式会社 |

* 32.12 ClassLoader类加载器

CLASSPATH属性作用是定义JVM进程启动时类加载的路径。JVM根据ClassLoader加载指定路径的类。

Class类的getClassLoader()方法可以获取ClassLoader对象

|  |
| --- |
| public *ClassLoader* getClassLoader() |

抽象类ClassLoader的getParent()方法可以获取父类的ClassLoader对象

|  |
| --- |
| public final *ClassLoader* getParent() |

|  |
| --- |
| Class<Person> cls = Person.**class**;  System.***out***.println(cls.getClassLoader());  // jdk.internal.loader.ClassLoaders$AppClassLoader@6659c656  System.***out***.println(cls.getClassLoader().getParent());  // jdk.internal.loader.ClassLoaders$PlatformClassLoader@299a06ac  System.***out***.println(cls.getClassLoader().getParent().getParent()); // null |

JDK 1.9后提供PlatformClassLoader类加载器。JDK1.8及之前提供的加载器为ExtClassLoader，JDK安装目录提供一个ext目录，可以将.jar文件复制到此目录，就可以直接执行，但是这样不安全，JDK1.9后废除了。为了与系统类加载器和应用类加载器之间保持设计平衡，提供平台类加载器。

可以自定义类加载器，其加载顺序是在所有系统类加载器的最后。系统类加载器是根据CLASSPATH路径进行加载，自定义类加载器可以由开发者任意指派类的加载位置。利用类加载器可以实现类的反射加载处理。

示例：

1) 将hikari.Person.java在D:/a/目录编译，并且不打包：

|  |
| --- |
| javac -encoding utf-8 Person.java |

所以这个类无法通过CLASSPATH正常加载。

2) 自定义类加载器，继承于ClassLoader

ClassLoader类的**defineClass**()方法可以根据读取的.class文件的字节数组和类名称获取该字节码文件的Class对象。

|  |
| --- |
| protected final *Class*<*?*> defineClass(*String* *name*, *byte*[] *b*, *int* *off*, *int* *len*)  throws ClassFormatError |

|  |
| --- |
| **public** **class** MyClassLoader **extends** ClassLoader {  **private** **static** **final** String ***CLASS\_PATH*** = "D:/a/Person.class";  /\*\*  \* 进行制定类的加载  \* **@param** className 类的完整名称: 包.类名  \* **@return** 返回指定类的Class对象  \* **@throws** Exception 如果.class文件不存在, 无法加载  \*/  **public** Class<?> loadData(String className) **throws** Exception {  // 通过文件进行类的加载  InputStream in = **new** FileInputStream(***CLASS\_PATH***);  // 读取全部数据到字节数组(偷个懒, 此方法慎用)  **byte**[] data = in.readAllBytes();  **try** {  **return** **super**.defineClass(className, data, 0, data.length);  } **finally** {  in.close();  }  }  } |

3) 测试

|  |
| --- |
| MyClassLoader clsloader = **new** MyClassLoader();  Class<?> cls = clsloader.loadData("hikari.Person");  Object obj = cls.getDeclaredConstructor().newInstance();  Method method = cls.getDeclaredMethod("setName", String.**class**);  method.invoke(obj, "张三");  method = cls.getDeclaredMethod("setAge", **int**.**class**);  method.invoke(obj, 30);  System.***out***.println(obj); // name: 张三, age: 30 |

在网络程序开发时，可以通过一个远程服务器确定类的功能。

比如每当服务端的程序类更改，网络类加载器都可以将改变及时更新到客户端。

如果自定义类java.lang.String，并使用自定义类加载器加载处理，这个类不会被加载。Java对类加载器提供双亲加载机制，如果开发者定义的类与系统类名称相同，为了保证系统安全，不会被加载。

* 32.13 反射与代理设计模式

代理设计模式的核心是有真实业务类和代理业务类，且代理类完成操作更多。

① 传统代理模式

传统代理模式的弊端是必须基于接口设计，首先要定义核心接口。

之前的代理设计模式客户端与子类产生耦合问题，需要引入工厂模式。

而且这种代理属于静态代理设计，一个代理类只为一个接口服务。如果有3000个业务接口，需要有3000个代理类，而且结构相似，代码重复性高。

② 动态代理设计模式

java.lang.reflect.InvocationHandler接口规定了代理方法的执行。

InvocationHandler接口定义

|  |
| --- |
| public interface InvocationHandler {      /\*\*       \* 代理方法调用, 代理主题类最终执行方法       \* @param *proxy* 要代理的对象       \* @param *method* 要执行的接口方法Method对象       \* @param *args* 方法参数       \* @return 方法的返回值       \* @throws Throwable 方法调用出现的错误继续向上抛出       \*/  public *Object* invoke(*Object* *proxy*, *Method* *method*, *Object*[] *args*)  throws Throwable;  } |

自定义代理类实现InvocationHandler接口，需要覆写invoke()方法。

动态代理设计时的动态对象是由JVM底层创建，主要依靠java.lang.reflect.Proxy类，此类有一个核心方法**newProxyInstance**()：

|  |
| --- |
| /\*\*  \* @param *loader* 获取当前真实主题类的ClassLoader  \* @param *interfaces* 真实主题类的接口，因为代理是围绕接口进行的  \* @param *h* 代理处理的方法  \* @return 代理实例  \*/  public static *Object* newProxyInstance(*ClassLoader* *loader*, *Class*<?>[] *interfaces*, *InvocationHandler* *h*) |

该方法大量使用底层机制进行代理对象的动态创建。

IMessage.class

|  |
| --- |
| **public** **interface** IMessage {  **void** send();  } |

Message.class：真实业务

|  |
| --- |
| **public** **class** Message **implements** IMessage {  @Override  **public** **void** send() {  System.***out***.println("hello, hikari!");  }  } |

MyProxy.class：自定义动态代理类

|  |
| --- |
| **public** **class** MyProxy **implements** InvocationHandler {  **private** Object target; // 保存真实业务对象  **public** Object bind(Object target) {  **this**.target = target;  // 获取类加载器和接口对象数组  ClassLoader loader = target.getClass().getClassLoader();  Class<?>[] inters = target.getClass().getInterfaces();  // 代理类不代表具体接口, 需要依赖于类加载器与接口进行代理对象的伪造  **return** Proxy.*newProxyInstance*(loader, inters, **this**);  }  **public** **boolean** connect() {  System.***out***.println("【正在连接】");  **return** **true**;  }  **public** **void** close() {  System.***out***.println("【已关闭】");  }  @Override  **public** Object invoke(Object proxy, Method method, Object[] args) **throws** Throwable { // 代理不依赖具体接口  Object obj = **null**;  **if** (**this**.connect()) {  obj = method.invoke(**this**.target, args); // 调用方法  **this**.close();  }  **return** obj;  }  } |

MyProxyFactory.class：代理工厂类

|  |
| --- |
| **public** **class** MyProxyFactory {  **private** MyProxyFactory() {}  @SuppressWarnings("unchecked")  **public** **static** <T> T create(Class<?> cls) {  **try** {  // 反射实例化对象  Object obj = cls.getDeclaredConstructor().newInstance();  // 返回代理对象  **return** (T) **new** MyProxy().bind(obj);  } **catch** (Exception e) {  e.printStackTrace();  **return** **null**;  }  }  } |

测试：

|  |
| --- |
| IMessage msg = MyProxyFactory.*create*(Message.**class**);  msg.send(); |

结果：

|  |
| --- |
| 【正在连接】  hello, hikari!  【已关闭】 |

接口代理对象msg是Proxy的子类，实现了IMessage接口。调用msg.func()相当于调用MyProxy对象的invoke()方法，此时invoke()参数proxy指向代理对象msg，method指向func()方法Method对象，args为func()方法参数。在invoke()方法中调用了真实业务对象this.target.func()。

如果在MyProxy类的invoke()方法试图调用proxy对象的方法，会出现栈溢出的错误，因为调用proxy对象的方法，还会继续调用MyProxy类的invoke()方法，如此形成无限递归。

**20180618**

* 32.14 CGLIB实现动态代理设计

Java官方需要基于接口实现代理设计。但是利用第三方程序包CGLIB可以实现基于类的代理设计模式。

1) Eclispe安装第三方开发包

项目右击→Properties→Java Build Path→Libraries→Classpath→Add External JARs

找到cglib-nodep-3.2.6.jar并添加

2) 编写程序类，不实现任何接口

|  |
| --- |
| **public** **class** Message {  **public** **void** send() {  System.***out***.println("hello, hikari!");  }  } |

3) 使用CGLIB编写代理类，需要通过CGLIB生成代理对象

|  |
| --- |
| **public** **class** MyProxy **implements** MethodInterceptor { // 拦截器  **private** Object target; // 保存真实业务对象  **public** MyProxy(Object target) {  **this**.target = target;  }  @Override  **public** Object intercept(Object proxy, Method method, Object[] args, MethodProxy mp) **throws** Throwable {  Object obj = **null**;  **if** (**this**.connect()) {  obj = method.invoke(**this**.target, args);  **this**.close();  }  **return** obj;  }  **public** **boolean** connect() {  System.***out***.println("【正在连接】");  **return** **true**;  }  **public** **void** close() {  System.***out***.println("【已关闭】");  }  } |

4) 需要进行一系列CGLIB处理才能创建代理类对象

|  |
| --- |
| Message msg = **new** Message(); // 真实主体对象  Enhancer enhancer = **new** Enhancer(); // 负责代理操作的类, 类似于Proxy类  enhancer.setSuperclass(msg.getClass()); // 假定一个父类  enhancer.setCallback(**new** MyProxy(msg));  Message msgProxy = (Message) enhancer.create();// 创建代理对象  msgProxy.send(); |

结果：警告非法反射访问操作

|  |
| --- |
| WARNING: An illegal reflective access operation has occurred...  【正在连接】  hello, hikari!  【已关闭】 |

从正常设计角度来说，还是基于接口的代理模式较为合理。

* 32.15 反射与Annotation

① 获取Annotation信息

java.lang.reflect.AccessibleObject类提供获取Annotation的方法，AccessibleObject是Constructor、Method、Field三巨头的父类。

方法：

|  |
| --- |
| public <*A* extends *Annotation*> *A* getAnnotation(*Class*<*A*> *annotationClass*)  public *Annotation*[] getAnnotations() |

|  |
| --- |
| @FunctionalInterface  @Deprecated(since = "1.8")  **public** **interface** ~~IMessage~~ {  **void** send();  }  @SuppressWarnings("serial")  **public** **class** Message **implements** ~~IMessage~~, Serializable {  @Override  **public** **void** send() {  System.***out***.println("hello, hikari!");  }  } |

测试：

|  |
| --- |
| // 获取接口的Annotations  *printAnnotations*(~~IMessage~~.**class**.getAnnotations());  // 获取Message类的Annotations  *printAnnotations*(Message.**class**.getAnnotations());  // 获取Message类send()方法的Annotations  Method method = Message.**class**.getDeclaredMethod("send");  *printAnnotations*(method.getAnnotations());  **private** **static** <T> **void** printAnnotations(Annotation[] annos) {  **for** (Annotation a : annos) {  System.***out***.println(a);  }  System.***out***.println("--------------------");  } |

结果：

|  |
| --- |
| @java.lang.FunctionalInterface()  @java.lang.Deprecated(forRemoval=false, since="1.8")  --------------------  --------------------  -------------------- |

@SuppressWarnings和@Override无法在程序执行时获取。不同的Annotation有各自存在范围。

比较Override和FunctionalInterface：

|  |
| --- |
| *@Target*(ElementType.METHOD)  *@Retention*(RetentionPolicy.SOURCE)  public @interface *Override* {} |
|  |
| *@Documented*  *@Retention*(RetentionPolicy.RUNTIME)  *@Target*(ElementType.TYPE)  public @interface *FunctionalInterface* {} |

java.lang.annotation.RetentionPolicy枚举类定义三个枚举常量用来表示Annotation保留策略。

|  |
| --- |
| 1) **SOURCE**：源代码时有效，编译将被丢弃；  2) **CLASS**：注解被编译器记录到.class文件，但运行时JVM不保留；  3) **RUNTIME**：注解被编译器记录到.class文件，运行时JVM保留，可以通过反射读取。 |

② 自定义Annotation

使用**@interface**定义Annotation。

1) 自定义Annotation：

|  |
| --- |
| @Retention(RetentionPolicy.***RUNTIME***) // 定义Annotation保留策略  **public** **@interface** HikariAnnotation { // 自定义Annotation  **public** String title();  **public** String url() **default** "hikari.example.com"; // 默认值  } |

2) 使用自定义的Annotation：

|  |
| --- |
| **public** **class** Message {  @HikariAnnotation(title = "hello")  **public** **void** send(String s) {  System.***out***.println("【消息发送】" + s);  }  } |

3) 获取Annotation：

|  |
| --- |
| // 获取Message类的send()方法  Method method = Message.**class**.getDeclaredMethod("send", String.**class**);  // 获取自定义的Annotation对象  HikariAnnotation a = method.getAnnotation(HikariAnnotation.**class**);  String msg = a.title() + " (" + a.url() + ")";  method.invoke(Message.**class**.getDeclaredConstructor().newInstance(), msg);  // 【消息发送】hello (hikari.example.com) |

使用Annotation最大特点是可以结合反射机制实现程序的处理。

③ 工厂模式与Annotation结合

拿之前的动态代理类和工厂类为例：

1) 自定义Annotation

|  |
| --- |
| @Retention(RetentionPolicy.***RUNTIME***) // Annotation实现类的使用  **public** **@interface** UseMessage {  **public** Class<?> cls();  } |

2) 消息发送服务类，使用Annotation传入要实例化对象类型

|  |
| --- |
| @UseMessage(cls = Message.**class**) // 这样看起来更像Python的装饰器了...  **public** **class** MessageService {  **private** IMessage msg;  **public** MessageService() {  // 通过Annotation获取类  UseMessage use = MessageService.**class**.getAnnotation(UseMessage.**class**);  **this**.msg = MyProxyFactory.create(use.cls());  }  **public** **void** send() {  **this**.msg.send();  }  } |

3) 测试

|  |
| --- |
| **new** MessageService().send(); |

面向接口的编程的配置可以使用Annotation的属性控制，使代码变得简洁。

**33 Java集合框架**

* 33.1 Java集合简介

传统数组最大的缺点是长度固定，最初只能依靠一些数据结构实现动态数组，如链表和树。但是数据结构代码实现困难，对于一般开发者无法使用；链表和树更新处理维护麻烦，且不能保证性能。

JDK 1.2引入集合，主要对常见的数据结构进行完整实现包装。其中一系列接口与实现子类可以帮助用户减少数据结构带来的开发困难。

JDK 1.5引入泛型后，集合可以使用泛型保存相同类型的数据。

Java集合框架核心接口：Collection、List、Set、Map、Iterator、Enumeration、Queue、ListIterator。

* 33.2 Collection接口

java.util.Collection是单值集合最大的父接口，其中定义了所有单值数据操作。

Collection接口常用方法：

|  |
| --- |
| *boolean* **add**(*E* *e*) // 向集合添加元素  *boolean* addAll(*Collection*<*?* extends *E*> *c*) // 向集合添加一组元素  *void* clear() // 清空集合元素  *boolean* contains(*Object* *o*) // 是否包含某个元素，需要覆写equals()  *boolean* isEmpty() // 判断集合是否为空  *E* remove(*int* *index*) // 删除指定位置的元素  *boolean* remove(*Object* *o*) // 删除第一个指定元素，需要覆写equals()  *int* size() // 获取集合元素个数  *Object*[] toArray() // 转为对象数组  *Iterator*<*E*> **iterator**() // 转为迭代器 |

Collection继承于Iterable父接口；Collection常用子接口是List和Set

* 33.3 List接口

List接口最大特点是允许保存重复数据。

List子接口对Collection接口进行了方法扩充：

|  |
| --- |
| *E* **get**(*int* *index*) // 根据索引获取元素  *E* set(*int* *index*, *E* *element*) // 指定索引设置数据  *ListIterator*<*E*> listIterator() // 转为ListIterator对象 |

List接口常用子类：**ArrayList**、LinkedList、Vector。

JDK 1.9开始List接口提供一系列重载的static的of()方法，其返回一个不可修改的列表。

|  |
| --- |
| List<Integer> arr = List.*of*(54, 21, 64, 15, 34);  System.***out***.println(arr); //[54, 21, 64, 15, 34]  arr.add(12); // 不能修改, 抛出java.lang.UnsupportedOperationException |

① ArrayList类

ArrayList类是List接口最常用的子类。

|  |
| --- |
| public class ArrayList<*E*> extends *AbstractList*<*E*>  implements *List*<*E*>, *RandomAccess*, *Cloneable*, java.io.*Serializable* |

|  |
| --- |
| String[] arr = **new** String[] { "rin", "maki", "nozomi" };  ArrayList<String> al = **new** ArrayList<>();  **for** (String s : arr) {  al.add(s);  }  System.***out***.println(al); // [rin, maki, nozomi] |

以上直接使用提供的toString()方法输出。JDK 1.8后Iterable父接口提供了forEach()方法遍历可迭代对象：

|  |
| --- |
| default *void* forEach(*Consumer*<*?* super *T*> *action*) |

|  |
| --- |
| al.forEach((s) -> {  System.***out***.print(s + ", "); // rin, maki, nozomi,  }); |

但forEach()方法不是开发中标准的输出。

ArrayList构造方法部分源码：

|  |
| --- |
| private static final *int* DEFAULT\_CAPACITY = 10; // 默认容量10  private static final *Object*[] EMPTY\_ELEMENTDATA = {};  private static final *Object*[] DEFAULTCAPACITY\_EMPTY\_ELEMENTDATA = {};  // ArrayList内部维护的数组  transient *Object*[] elementData; // 非私有, 简化嵌套类的访问  private *int* size; // ArrayList元素个数  // 构造方法, 创建空数组, 初始容量为指定值  public ArrayList(*int* *initialCapacity*) {  if (initialCapacity > 0) {  this.elementData = new *Object*[initialCapacity];  } else if (initialCapacity == 0) {  this.elementData = EMPTY\_ELEMENTDATA;  } else {  throw new IllegalArgumentException("Illegal Capacity: "+  initialCapacity);  }  }  // 无参构造, 创建空数组, 初始化容量为10  public ArrayList() {  this.elementData = DEFAULTCAPACITY\_EMPTY\_ELEMENTDATA;  } |

ArrayList里封装的就是一个对象数组。

JDK 1.9之前，ArrayList无参构造默认开辟大小为10的数组

JDK 1.9之后，ArrayList无参构造默认使用空数组，使用时才会开辟数组，默认开辟大小为10。

add(E e)方法源码：

|  |
| --- |
| public *boolean* add(*E* *e*) {  modCount++; // 修改次数递增  add(e, elementData, size);  return true;  }  private *void* add(*E* *e*, *Object*[] *elementData*, *int* *s*) {  if (s == elementData.length)  elementData = grow();  elementData[s] = e;  size = s + 1;  }  private *Object*[] grow() {  return grow(size + 1);  }  private *Object*[] grow(*int* *minCapacity*) { // 扩容保证当前元素能全部保存  return elementData = Arrays.copyOf(elementData, newCapacity(minCapacity));  }  private *int* newCapacity(*int* *minCapacity*) { // 计算扩容后最少需要的容量  *int* oldCapacity = elementData.length;  *int* newCapacity = oldCapacity + (oldCapacity >> 1); // 原来容量的1.5倍  if (newCapacity - minCapacity <= 0) { // 新容量不大于最小需要容量(新容量不够)  if (elementData == DEFAULTCAPACITY\_EMPTY\_ELEMENTDATA)  // 如果当前数组为空,返回默认容量10与最小需要容量的最大值  return Math.max(DEFAULT\_CAPACITY, minCapacity);  if (minCapacity < 0) // 超过最大整数, 溢出变为负数, 报错  throw new OutOfMemoryError();  return minCapacity; // 返回最小需要容量  }  // 新容量满足最小需要容量, 如果不超过MAX\_ARRAY\_SIZE, 直接返回新容量; 如果超过通过hugeCapacity()获取  return (newCapacity - *MAX\_ARRAY\_SIZE* <= 0)  ? newCapacity  : hugeCapacity(minCapacity);  }  private static *int* hugeCapacity(*int* *minCapacity*) {  if (minCapacity < 0) // 超过最大整数, 溢出变为负数, 报错  throw new OutOfMemoryError();  // 超过MAX\_ARRAY\_SIZE, 则设为最大整数, 否则设为MAX\_ARRAY\_SIZE  return (minCapacity > MAX\_ARRAY\_SIZE)  ? Integer.MAX\_VALUE  : MAX\_ARRAY\_SIZE;  }  private static final *int* MAX\_ARRAY\_SIZE = Integer.MAX\_VALUE - 8; |

如果添加元素时ArrayList长度不够，会创建新数组，采用1.5倍增长，并将原来数组内容复制到新数组。

如果估算数据量大于10，采用有参构造创建，可以避免垃圾数组空间产生。

② LinkedList类

封装链表的实现。

|  |
| --- |
| public class LinkedList<*E*>  extends *AbstractSequentialList*<*E*>  implements *List*<*E*>, *Deque*<*E*>, *Cloneable*, java.io.*Serializable* |

Deque是双端队列，是Queue的子接口。

|  |
| --- |
| String[] arr = **new** String[] { "rin", "maki", "nozomi" };  List<String> ll = **new** LinkedList<>();  **for** (String s : arr) {  ll.add(s);  }  ll.forEach(System.***out***::println); |

如果只看功能LinkedList和ArrayList几乎一样，但是其内部实现完全不同。

LinkedList初始化不能指定初始容量，因为链表理论上可以无限添加。

add(E e)方法源码：

|  |
| --- |
| public *boolean* add(*E* *e*) { // 所有数据都可以保存, null也可以  linkLast(e); // 在最后一个结点之后添加  return true;  }  *void* linkLast(*E* *e*) {  final *Node*<*E*> l = last;  final *Node*<*E*> newNode = new *Node*<>(l, e, null);  last = newNode;  if (l == null) // 最后结点为空, 链表也是空, 设为头结点  first = newNode;  else // 否则直接添加到最后结点后面  l.next = newNode;  size++; // 元素个数递增  modCount++; // 修改次数递增, 为什么要有修改次数?  } |

面试题：ArrayList和LinkedList的区别

|  |
| --- |
| 1) ArrayList基于数组实现；LinkedList基于链表实现；  2) 使用get()获取指定索引数据时，ArrayList时间复杂度为O(1)；LinkedList时间复杂度为O(*n*)；  3) ArrayList默认初始化对象数组大小为10，如果空间不足，采用1.5倍扩充，如果保存大数据量可能造成垃圾产生和性能下降，此时可以使用LinkedList。 |

③ Vector类

JDK 1.0提供的老古董。JDK 1.2时许多开发者已经习惯了Vector，并且许多系统类也是基于Vector实现，所以集合框架将其保留了下来。

|  |
| --- |
| public class Vector<*E*>  extends *AbstractList*<*E*>  implements *List*<*E*>, *RandomAccess*, *Cloneable*, java.io.*Serializable* |

继承结构与ArrayList相同。

Vector构造方法：

|  |
| --- |
| protected *Object*[] elementData;  protected *int* elementCount;  protected *int* capacityIncrement;  public Vector(*int* *initialCapacity*, *int* *capacityIncrement*) {  super();  if (initialCapacity < 0)  throw new IllegalArgumentException("Illegal Capacity: "+  initialCapacity);  this.elementData = new *Object*[initialCapacity];  this.capacityIncrement = capacityIncrement;  }  public Vector(*int* *initialCapacity*) {  this(initialCapacity, 0);  }  public Vector() {  this(10);  } |

Vector无参构造默认开辟一个长度为10的数组，后面实现与ArrayList相似。

Vector类的add(E e)方法：

|  |
| --- |
| public synchronized *boolean* add(*E* *e*) {  modCount++;  add(e, elementData, elementCount);  return true;  } |

Vector类操作方法都是synchronized同步处理，而ArrayList并没有同步。所以Vector是线程安全的，但是性能不如ArrayList。

**20180619**

* 33.4 Set接口

Set集合最大特点是不允许保存重复元素，其也是Collection子接口。

Set集合没有get()方法，不能通过索引获取元素。

JDK 1.9后Set接口也提供了类似List接口的一系列of()静态方法。

|  |
| --- |
| Set s = Set.*of*("a", "b", "a");  // java.lang.IllegalArgumentException: duplicate element: a |

当设置了相同元素则直接抛出异常，这与Set不保存重复元素的特点相一致。

Set接口常用子类是**HashSet**和TreeSet。

① HashSet

HashSet的Set接口最常用的子类，最大特点是保存数据是无序的。

|  |
| --- |
| public class HashSet<*E*>  extends *AbstractSet*<*E*>  implements *Set*<*E*>, *Cloneable*, java.io.*Serializable* |

继承关系与ArrayList十分相似。

HashSet基于哈希表(散列表)实现，其内部使用了维护了一个HashMap对象。

|  |
| --- |
| private transient *HashMap*<*E*,*Object*> map;  // 全局常量, 作为value的虚拟值  private static final *Object* PRESENT = new Object();  // 创建一个新的空HashMap对象, 默认初始容量16, 负载因子0.75  public HashSet() {  map = new *HashMap*<>();  }  // 往HashMap添加键值对, key就是HashSet元素, value是全局常量  public *boolean* add(*E* *e*) {  return map.put(e, PRESENT)==null;  } |

可以说，HashSet是功能受限的HashMap。

|  |
| --- |
| String[] arr = **new** String[] { "rin", "maki", "nozomi", "kotori", "rin", "umi", "nico" };  HashSet<String> hs = **new** HashSet<>();  **for** (String s : arr) {  hs.add(s);  }  System.***out***.println(hs); // [umi, maki, nico, rin, nozomi, kotori] |

哈希表根据**hashCode**()和**equals**()判断两个对象是否相同：

1) 如果hashCode()返回值不同，则不需判断equals()，肯定是不同对象；

2) 如果hashCode()相同，再通过equals()判断两个对象是否相同。

hashCode()是根据对象的**地址**或者字符串或者数字算出来的int类型的数值

添加元素时，计算其hashCode()，如果该位置没有元素，说明要添加的元素不存在集合，则添加；如果hashCode()对应位置已经有元素，再比较equals()，相同说明重复，不添加。

示例：Person类没有覆写hashCode()和equals()

|  |
| --- |
| Person[] arr = **new** Person[] {  **new** Person("rin", 15), **new** Person("maki", 15),  **new** Person("nozomi", 17), **new** Person("rin", 15),  **new** Person("kotori", 16), **new** Person("maki", 15), };  HashSet<Person> hs = **new** HashSet<>();  **for** (Person p : arr) {  hs.add(p);  }  System.***out***.println(hs); |

结果：

|  |
| --- |
| [<name: maki, age: 15>, <name: maki, age: 15>, <name: nozomi, age: 17>, <name: rin, age: 15>, <name: rin, age: 15>, <name: kotori, age: 16>] |

因为new创建的两个对象地址肯定不同，没有覆写hashCode()和equals()，就算name和age相同，也会认为是不同对象。

Eclipse使用Source→Generate hashCode() and equals()可以快速创建：

|  |
| --- |
| @Override  **public** **int** hashCode() {  **final** **int** prime = 31;  **int** result = 1;  result = prime \* result + age;  result = prime \* result + ((name == **null**) ? 0 : name.hashCode());  **return** result;  }  @Override  **public** **boolean** equals(Object obj) {  **if** (**this** == obj)  **return** **true**;  **if** (obj == **null**)  **return** **false**;  **if** (getClass() != obj.getClass())  **return** **false**;  Person other = (Person) obj;  **if** (age != other.age)  **return** **false**;  **if** (name == **null**) {  **if** (other.name != **null**)  **return** **false**;  } **else** **if** (!name.equals(other.name))  **return** **false**;  **return** **true**;  } |

如此再打印结果：

|  |
| --- |
| [<name: maki, age: 15>, <name: rin, age: 15>, <name: nozomi, age: 17>, <name: kotori, age: 16>] |

说明此时的确根据定义的hashCode()和equals()去重了。

② TreeSet

TreeSet和HashSet最大区别是TreeSet保存的数据是有序的。

TreeSet基于二叉树实现。

|  |
| --- |
| public class TreeSet<*E*> extends *AbstractSet*<*E*>  implements *NavigableSet*<*E*>, *Cloneable*, java.io.*Serializable* |

TreeSet实现了NavigableSet接口，NavigableSet继承于SortedSet接口，SortedSet继承于Set接口。

|  |
| --- |
| String[] arr = **new** String[] { "rin", "maki", "nozomi", "kotori", "rin", "umi", "nico" };  TreeSet<String> ts = **new** TreeSet<>();  **for** (String s : arr) {  ts.add(s);  }  System.***out***.println(ts); // [kotori, maki, nico, nozomi, rin, umi] |

TreeSet保存数据按照升序进行自动排序。

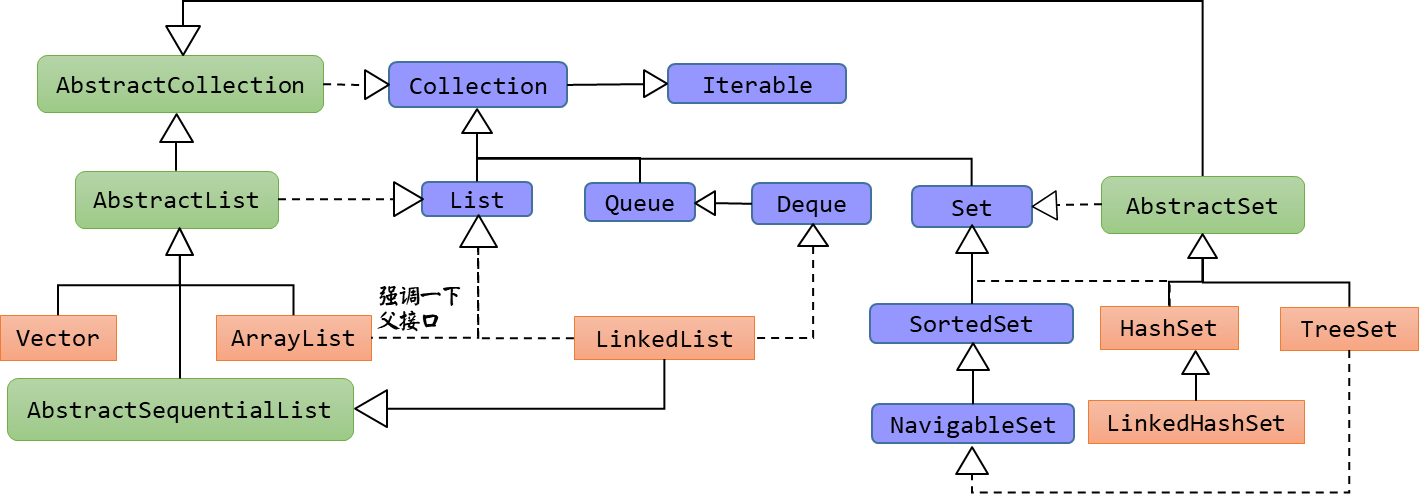
TreeSet存储自定义类时需要实现Comparable接口。TreeSet本质利用TreeMap实现数据存储，TreeMap根据Comparable确定大小关系。

TreeSet根据compareTo()方法返回值是否为0确认数据是否重复。

TreeSet存储自定义Person类：

|  |
| --- |
| **public** **class** Person **implements** Comparable<Person> {  **private** String name;  **private** **int** age;  **public** Person(String name, **int** age) {  **this**.name = name;  **this**.age = age > 0 ? age % 150 : 0;  }  // ...  @Override  **public** **int** compareTo(Person o) {  **int** tmp = **this**.age - o.age;  **return** tmp == 0 ? **this**.name.compareTo(o.name) : tmp;  }  }  TreeSet<Person> ts = **new** TreeSet<>();  ts.add(**new** Person("rin", 15));  ts.add(**new** Person("maki", 15));  ts.add(**new** Person("nozomi", 17));  ts.add(**new** Person("kotori", 16));  System.***out***.println(ts); [<name: maki, age: 15>, <name: rin, age: 15>, <name: kotori, age: 16>, <name: nozomi, age: 17>] |

一图流：Collection集合继承关系



* 33.5 集合输出

① Iterator迭代输出

Iterable接口的iterator()方法可以获取Iterator接口对象

|  |
| --- |
| *Iterator*<*E*> **iterator**() // 获取Iterator接口对象(迭代器?) |

Iterator接口主要方法：

|  |
| --- |
| *boolean* hasNext() // 判断是否有下一个元素  *E* next() // 获取下一个元素  default *void* remove() // 删除当前元素 |

|  |
| --- |
| String[] arr = **new** String[] { "rin", "hikari", "maki", "nozomi" };  ArrayList<String> al = **new** ArrayList<>();  **for** (String s : arr) {  al.add(s);  }  Iterator<String> iter = al.iterator();  **while** (iter.hasNext()) {  System.***out***.println(iter.next());  } |

hasNext()和next()与之前java.util.Scanner类很相似，因为Scanner类就是Iterator接口的子类。

在迭代时使用Collection的remove()方法会导致迭代失败：

|  |
| --- |
| **while** (iter.hasNext()) {  String s = iter.next();  **if** (s.equals("hikari"))  al.remove(s);  **else**  System.***out***.println(s);  } |

抛出异常：java.util.ConcurrentModificationException (并发修改异常)

此时需要使用Iterator的remove()方法删除：

|  |
| --- |
| **while** (iter.hasNext()) {  String s = iter.next();  **if** (s.equals("hikari"))  iter.remove();  **else**  System.***out***.println(s);  }  System.***out***.println(al); // [rin, maki, nozomi] |

此时没有报错，而且原来ArrayList集合元素的确被删除了。

不是必须情况，不要在迭代时删除元素。

② ListIterator双向迭代输出

ListIterator是Iterator子接口。Iterator迭代只能从前往后，而ListIterator可以实现双向输出。

List接口的listIterator()方法可以获取ListIterator接口对象：

|  |
| --- |
| *ListIterator*<*E*> listIterator() // 转为ListIterator对象 |

ListIterator接口主要方法：

|  |
| --- |
| *boolean* hasNext() // 判断是下一个元素  *E* next() // 获取下一个元素  *boolean* hasPrevious() // 判断是前一个元素  *E* previous() // 获取前一个元素 |

|  |
| --- |
| ListIterator<String> iter = al.listIterator();  System.***out***.print("从前向后输出：");  **while** (iter.hasNext())  System.***out***.print(iter.next() + ", ");  System.***out***.print("\n从后向前输出：");  **while** (iter.hasPrevious()) {  System.***out***.print(iter.previous() + ", ");  } |

结果：

|  |
| --- |
| 从前向后输出：rin, hikari, maki, nozomi,  从后向前输出：nozomi, maki, hikari, rin, |

③ Enumeration枚举输出

Enumeration是JDK 1.0就使用的输出接口，主要为Vector类提供服务。

Vector类的elements()方法可以获取Enumeration接口对象：

|  |
| --- |
| public *Enumeration*<*E*> elements() |

Enumeration接口主要方法：

|  |
| --- |
| *boolean* hasMoreElements() // 判断是否有更多的元素  *E* nextElement() // 获取下一个元素 |

|  |
| --- |
| String[] arr = **new** String[] { "rin", "hikari", "maki", "nozomi" };  Vector<String> vec = **new** Vector<>();  **for** (String s : arr)  vec.add(s);  Enumeration<String> enu = vec.elements();  **while** (enu.hasMoreElements())  System.***out***.print(enu.nextElement() + ", "); |

由于Enumeration只为Vector服务，而且太长难记，用得很少。

④ for-each输出

for-each是JDK 1.5提供的加强型for循环。

* 33.6 Map接口

Map接口实现键值对(key=value)的存储，其目的是为了进行key的查找。

Map接口定义：

|  |
| --- |
| public interface Map<*K*, *V*> |

Map接口常用方法：

|  |
| --- |
| *V* **put**(*K* *key*, *V* *value*) // 添加键值对, 如果键值对已经存在, 新值覆盖旧值并返回旧值  *V* **get**(*Object* *key*) // 根据key获取value  *Set*<*Map*.*Entry*<*K*, *V*>> **entrySet**() // 获取Map.Entry接口对象组成的Set集合  *boolean* containsKey(*Object* *key*) // 是否含有某个key  *boolean* containsValue(*Object* *value*) // 是否含有某个value  *Set*<*K*> keySet() // 返回所有key组成的Set  *V* remove(*Object* *key*) // 根据key删除键值对, 返回value |

Map接口常用子类：**HashMap**、Hashtable、TreeMap、LinkedHashMap。

① HashMap

HashMap是Map接口最常用的子类，基于哈希表实现，特点是无序存储。

|  |
| --- |
| public class HashMap<*K*,*V*> extends *AbstractMap*<*K*,*V*>  implements *Map*<*K*,*V*>, *Cloneable*, *Serializable* |

|  |
| --- |
| HashMap<Integer, String> dct = **new** HashMap<>();  dct.put(5, "rin");  dct.put(6, "hikari");  String old = dct.put(6, "maki"); // 设置相同key的值,覆盖原来内容并返回旧值  System.***out***.println(old); // hikari  dct.put(7, "nozomi");  dct.put(0, **null**); // 允许值为null  dct.put(**null**, old); // 允许一个key为null  System.***out***.println(dct); // {0=null, null=hikari, 5=rin, 6=maki, 7=nozomi}  System.***out***.println(dct.get(10)); // null |

HashMap部分源码：

|  |
| --- |
| static final *int* DEFAULT\_INITIAL\_CAPACITY = 1 << 4; // 初始容量16  static final *int* MAXIMUM\_CAPACITY = 1 << 30; // 最大容量2^30  static final *float* DEFAULT\_LOAD\_FACTOR = 0.75f; // 装填因子  public HashMap() { // 无参构造  this.loadFactor = DEFAULT\_LOAD\_FACTOR; // all other fields defaulted  }  public *V* put(*K* *key*, *V* *value*) {  return putVal(hash(key), key, value, false, true);  } |

hash(key)是使用key计算哈希值，putVal()方法提供一个Node结点内部类进行数据的保存。如果添加时容量不够，会调用resize()方法扩容。

面试题：HashMap的put()操作时，如何实现容量扩充?

|  |
| --- |
| 1) HashMap提供一个DEFAULT\_INITIAL\_CAPACITY常量作为初始容量，默认为16；  2) 当保存数据超过了阈值(装填因子)，相当于保存了16\*0.75=12个元素时，就会扩容；  3) 在扩容时HashMap采用2倍扩充模式(newThr = oldThr << 1;)。 |

面试题：解释HashMap工作原理(JDK 1.8开始)

|  |
| --- |
| 1) HashMap存储数据依靠Node内部类完成，可以使用的数据结构只能是链表和二叉树，时间复杂度分别为O(*n*)和O(log*n*)；  2) JDK 1.8开始HashMap的实现发生了改变，因为要适应大数据时代海量数据的问题，所以存储发生了变化；HashMap内部提供了一个重要的常量：  **static** **final** **int** ***TREEIFY\_THRESHOLD*** = 8;  也就是数据个数小于8采用链表形式存储；超过将链表转为红黑树实现树的平衡，保证数据查询性能。 |

② LinkedHashMap

LinkedHashMap是HashMap的子类，其数据保存顺序为数据添加时的顺序。

LinkedHashMap定义：

|  |
| --- |
| public class LinkedHashMap<*K*,*V*> extends *HashMap*<*K*,*V*> implements *Map*<*K*,*V*> |

LinkedHashMap基于链表保存，理论可以无限添加，但是如果数据量大的话，查询的时间复杂度为O(*n*)，效率远不如红黑树的O(log*n*)。

|  |
| --- |
| LinkedHashMap<Integer, String> dct = **new** LinkedHashMap<>();  dct.put(5, "rin");  dct.put(7, "nozomi");  dct.put(6, "maki");  System.***out***.println(dct); // {5=rin, 7=nozomi, 6=maki} |

③ Hashtable

与Vector一样，JDK 1.0就提供了Hashtable。

|  |
| --- |
| public class Hashtable<*K*,*V*> extends *Dictionary*<*K*,*V*>  implements *Map*<*K*,*V*>, *Cloneable*, *Serializable* |

|  |
| --- |
| Hashtable<Integer, String> dct = **new** Hashtable<>();  dct.put(5, "rin");  dct.put(7, "nozomi");  dct.put(6, "maki");  System.***out***.println(dct); // {7=nozomi, 6=maki, 5=rin} |

面试题：HashMap和Hashtable的区别

|  |
| --- |
| 1) Hashtable的方法采用同步，线程安全，但效率低；HashMap非线程安全，但效率高；  2) HashMap的key和value允许保存null；Hashtable的key和value都**不允许**为null，否则抛出NullPointerException异常。 |

④ TreeMap

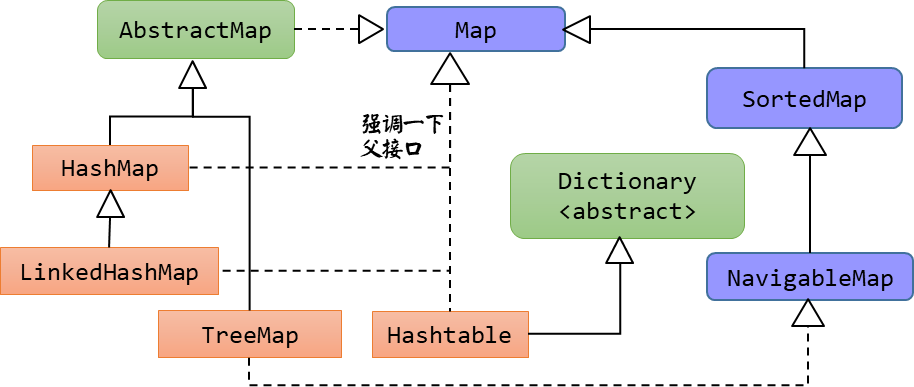
TreeMap为有序的Map集合，按照key进行排序，需要配合Comparable使用。

TreeMap继承结构于TreeSet类似。

因为按照key实现排序，需要调用compareTo()方法，所以key不允许为null，否则会抛出NullPointerException；但value允许为null。

|  |
| --- |
| TreeMap<Integer, String> dct = **new** TreeMap<>();  dct.put(5, "rin");  dct.put(7, "nozomi");  dct.put(6, "maki");  System.***out***.println(dct); // {5=rin, 6=maki, 7=nozomi} |

一图流：Map集合的继承关系



* 33.7 Map.Entry内部接口

HashMap定义了静态内部类Node：

|  |
| --- |
| static class Node<*K*,*V*> implements *Map.Entry*<*K*,*V*> |

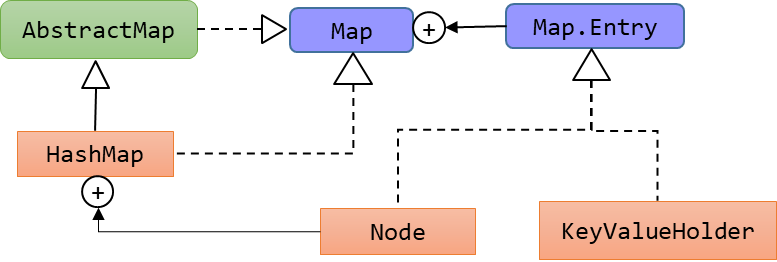
Node内部类继承于Map类的内部接口Map.Entry：

|  |
| --- |
| interface Entry<*K*, *V*> {  *K* getKey();  *V* getValue();  // ...  } |

实际上使用者不需要关心如何创建Map.Entry对象；JDK 1.9后Map接口追加的静态方法entry()可以获取Map.Entry对象：

|  |
| --- |
| static <*K*, *V*> *Entry*<*K*, *V*> entry(*K* *k*, *V* *v*) {  // KeyValueHolder checks for nulls  return new *KeyValueHolder*<>(k, v);  } |

|  |
| --- |
| Map.Entry<Integer, String> e = Map.*entry*(5, "rin");  System.***out***.println("key: " + e.getKey() + ", value: " + e.getValue()); // key: 5, value: rin  System.***out***.println(e.getClass().getName()); // java.util.KeyValueHolder |



Map集合中，Map.Entry的主要作用是作为key和value的包装类型。

* 33.8 使用Iterator输出Map集合

Map集合没有一个方法可以直接返回Iterator接口对象。

Map接口的entrySet()方法可以转为Set集合：

|  |
| --- |
| *Set*<*Map*.*Entry*<*K*, *V*>> entrySet() // 转为Map.Entry接口对象组成的Set集合 |

使用Set接口的iterator()方法获取Iterator接口对象，然后再遍历。

|  |
| --- |
| HashMap<Integer, String> dct = **new** HashMap<>();  dct.put(5, "rin");  dct.put(6, "maki");  dct.put(7, "nozomi");  // 1. Iterator对象遍历  Set<Map.Entry<Integer, String>> set = dct.entrySet();  Iterator<Map.Entry<Integer, String>> iter = set.iterator();  **while** (iter.hasNext()) {  Map.Entry<Integer, String> e = iter.next();  System.***out***.println(e.getKey() + "=" + e.getValue());  }  System.***out***.println("-----------------------");  // 2. for-each遍历  **for** (Map.Entry<Integer, String> e : dct.entrySet()) {  System.***out***.println(e.getKey() + "=" + e.getValue());  } |

// 嵌套泛型看得蛋疼...

Map虽然支持迭代，但用处不大，因为Map主要实现key的查找操作。

* 33.9 使用自定义类型作为key

因为HashSet内部维护一个HashMap，也就是上面HashSet的分析也同样适用于HashMap。

HashMap的put()和get()方法部分源码：

|  |
| --- |
| public *V* put(*K* *key*, *V* *value*) {  return putVal(hash(key), key, value, false, true);  }  static final *int* hash(*Object* *key*) {  *int* h;  return (key == null) ? 0 : (h = key.hashCode()) ^ (h >>> 16);  }  public *V* get(*Object* *key*) {  *Node*<*K*,*V*> e;  return (e = getNode(hash(key), key)) == null ? null : e.value;  } |

put()保存数据时，根据hash(key)存入到相应地址，如果冲突则覆盖；get()取数据时，计算传入key的hash(key)，传入getNode()方法获取元素，如果该地址有数据，再调用equal()方法，如果相等返回value；否则返回null。

hash()函数就是调用key.hashCode()方法，而getNode()调用了key.equals()方法，所以使用自定义类型作为key时，需要覆写hashCode()和equals()方法，否则可能会出现存入有重复，而获取却得不到数据的情况。

示例：Person类已经覆写了hashCode()和equals()方法

|  |
| --- |
| HashMap<Person, String> dct = **new** HashMap<>();  dct.put(**new** Person("rin", 15), "rin");  dct.put(**new** Person("maki", 15), "maki");  dct.put(**new** Person("nozomi", 17), "nozomi");  System.***out***.println(dct.get(**new** Person("maki", 15))); // maki |

实际开发Map集合的key一般使用String、Integer、Long，尽量使用系统类。

面试题：如果HashMap出现Hash冲突，HashMap是如何解决的?

|  |
| --- |
| 在冲突的位置将所有Hash冲突的内容转为链表保存。  /\* 数据结构书上一般有4种散列冲突的解决方法：开放定址法、再散列函数法、链地址法、公共溢出区法；HashMap使用链地址法。\*/ |

* 33.10 Stack

Stack类基于栈实现，其特点是后进先出(LIFO)。

|  |
| --- |
| public class Stack<*E*> extends *Vector*<*E*> |

Stack类继承于Verctor，说明此处的栈基于线性表实现。

Stack常用方法：

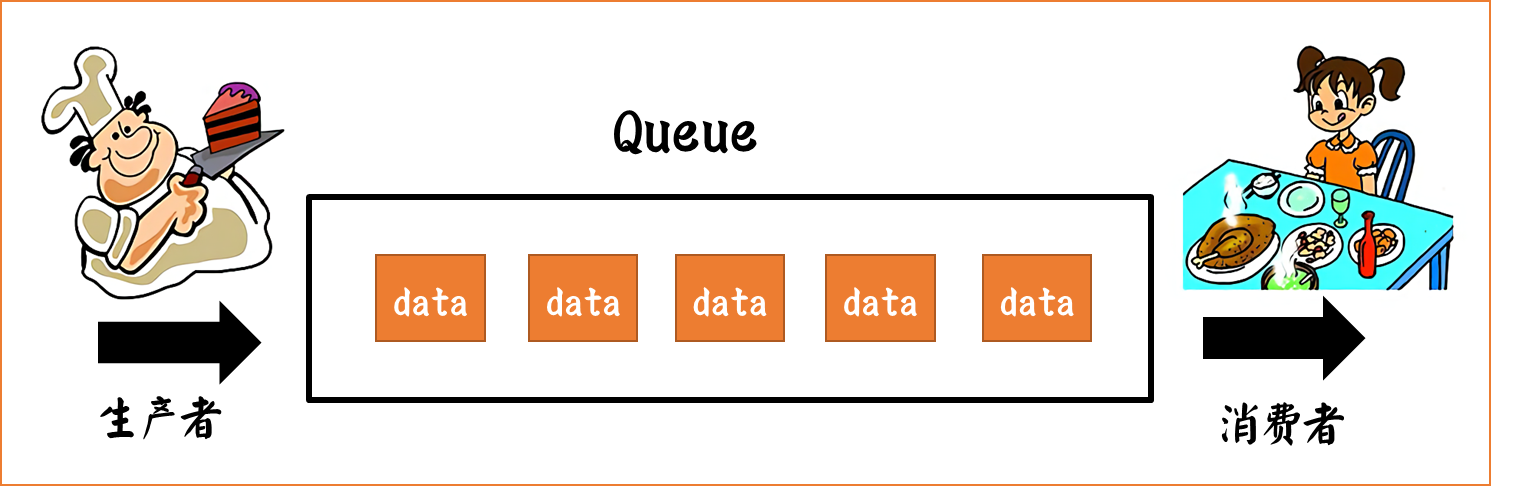
|  |
| --- |
| public *E* peek() // 获取栈顶元素  public *E* pop() // 弹出栈顶元素  public *E* push(*E* *item*) // 将元素入栈  public *boolean* empty() // 判断栈是否为空 |

示例：使用栈将数组元素逆序

|  |
| --- |
| **int**[] arr = **new** **int**[] { 1, 2, 3, 4, 5 };  Stack<Integer> stack = **new** Stack<Integer>();  **for** (**int** i : arr) {  stack.push(i);  }  **int** cnt = 0;  **while** (!stack.isEmpty()) {  arr[cnt++] = stack.pop();  }  System.***out***.println(Arrays.*toString*(arr)); // [5, 4, 3, 2, 1] |

* 33.11 Queue

基于队列实现，其特点是先进先出(FIFO)。



如果将队列应用到多线程的生产者与消费者模式，对于生产过快的情况，生产者就没必要等待消费者获取数据，可以将生产的内容全部保存到队列。

java.util.Queue是一个接口。之前的LinkedList实现Deque接口，而Deque是Queue的子接口。所以可以使用LinkedList实现队列操作。

Queue接口主要方法：

|  |
| --- |
| *boolean* add(*E* *e*) // 添加元素, 空间不足添加失败抛出异常  *boolean* **offer**(*E* *e*) // 添加元素, 添加失败返回false  *E* remove() // 删除并返回队头元素, 队列为空抛出异常  *E* **poll**() // 删除并返回队头元素, 队列为空返回null  *E* element() // 获取队头元素, 队列为空抛出异常  *E* **peek**() // 获取队头元素, 队列为空返回null |

使用offer()、poll()、peek()不会抛出异常，而是返回特定值。

|  |
| --- |
| **int**[] arr = **new** **int**[] { 1, 2, 3, 4, 5 };  Queue<Integer> queue = **new** LinkedList<>();  **for** (**int** i : arr) {  queue.offer(i);  }  **while** (!queue.isEmpty()) {  System.***out***.println(queue.poll()); // 1, 2, 3, 4, 5; 弹出顺序与加入顺序一致  } |

Queue还有一个常用子类PriorityQueue，优先队列。优先级涉及比较，自定义对象需要实现Comparable接口。

优先队列基于堆实现，堆是特殊的完全二叉树，完全二叉树可以基于数组实现，所以PriorityQueue类内部维护的是一个对象数组。

示例：使用优先队列给数组排序

|  |
| --- |
| **int**[] arr = **new** **int**[] { 43, 56, 12, 78, 65, 32 };  Queue<Integer> queue = **new** PriorityQueue<>();  **for** (**int** i : arr) {  queue.offer(i);  }  **int** cnt = 0;  **while** (!queue.isEmpty()) {  arr[cnt++] = queue.poll();  }  System.***out***.println(Arrays.*toString*(arr)); // [12, 32, 43, 56, 65, 78] |

* 33.12 Properties类

资源配置文件\*.properties按照key=value的形式保存到文件，形式与Map集合很像，但是保存的内容只能是字符串。

为了方便描述属性，java.util包提供Properties类，它是Hashtable的子类。

|  |
| --- |
| public class Properties extends *Hashtable*<*Object*,*Object*> |

继承时定义的泛型是Object，实际上Properties不需要泛型，其操作的类型只能是字符串。

常用方法：

|  |
| --- |
| public *Object* setProperty(*String* *key*, *String* *value*) // 设置属性  public *String* getProperty(*String* *key*) // 获取属性, 不存在返回null  public *String* getProperty(*String* *key*, *String* *defaultValue*) // 获取属性, 不存在返回默认值  public *void* store(*OutputStream* *out*, *String* *comments*) // 通过输出流输出属性  throws IOException  public *void* load(*InputStream* *inStream*) // 通过输入流读取属性  throws IOException |

|  |
| --- |
| Properties prop = **new** Properties();  prop.setProperty("5", "rin");  prop.setProperty("6", "maki");  prop.setProperty("7", "nozomi");  System.***out***.println(prop.getProperty("5")); // rin  System.***out***.println(prop.getProperty("10", "hikari")); // hikari |

Properties最重要的功能是通过IO流输出或读取属性。

|  |
| --- |
| prop.store(**new** FileOutputStream(**new** File("D:/a/info.properties")), "注释信息"); |

输出的中文自动转为Unicode编码。

使用PropertiesEditor打开，显示正常：

|  |
| --- |
| #注释信息  #Wed Jun 20 00:35:02 JST 2018  5=rin  6=maki  7=nozomi |

读取配制文件：

|  |
| --- |
| Properties prop = **new** Properties();  prop.load(**new** FileInputStream(**new** File("D:/a/info.properties")));  System.***out***.println(prop); // {5=rin, 6=maki, 7=nozomi} |

Properties最大特点是可以进行资源的输入与输出的操作。实际开发，Properties一般用于读取配置资源的信息。

* 33.13 Collections工具类

Collections是java提供的一组集合数据操作的工具类。

Collections类构造方法私有化，方法全部是静态方法。

主要方法：

|  |
| --- |
| public static <*T*> *boolean* addAll(*Collection*<*?* super *T*> *c*, *T*... *elements*)  public static <*T*> *int* binarySearch(*List*<*?* extends *Comparable*<*?* super *T*>> *list*, *T* *key*) // 二分查找, 需要排序  public static <*T*> *void* fill(*List*<*?* super *T*> *list*, *T* *obj*) // 使用指定对象填充全部  public static *void* reverse(*List*<*?*> *list*) // 反转  public static *void* shuffle(*List*<*?*> *list*) // 随机打乱  public static <*T* extends *Comparable*<*?* super *T*>> *void* sort(*List*<*T*> *list*) // 排序  public static *void* swap(*List*<*?*> *list*, *int* *i*, *int* *j*) // 交换索引i和j的元素 |

|  |
| --- |
| ArrayList<Integer> al = **new** ArrayList<>();  Collections.*addAll*(al, 43, 56, 12, 78, 65, 32); // 批量添加元素  System.***out***.println(al); // [43, 56, 12, 78, 65, 32]  Collections.*shuffle*(al); // 随机打乱  System.***out***.println(al); // [56, 65, 12, 78, 32, 43], 随机  **int** max = Collections.*max*(al); // 获取集合最大值  System.***out***.println("最大值: " + max); // 最大值: 78  Collections.*sort*(al); // 排序  System.***out***.println(al); // [12, 32, 43, 56, 65, 78]  Collections.*swap*(al, 0, al.size() - 1);  System.***out***.println(al); // [78, 32, 43, 56, 65, 12] |

实际开发，对于集合的使用并不需要特别复杂的操作，多数情况集合只用于数据的保存，涉及操作只是输出或查询。

**20180620**

* 33.14 Stream数据流

JDK 1.8开始，由于大数据时代的来临，提供Stream接口，支持数据的流式分析处理。Collection接口提供default的方法获取Stream接口对象。

|  |
| --- |
| default *Stream*<*E*> stream()  default *Stream*<*E*> parallelStream() // 并行 |

Stream主要针对集合中的数据分析操作：

|  |
| --- |
| ArrayList<String> langs = **new** ArrayList<>();  Collections.*addAll*(langs, "Java", "Python", "JavaScript", "C", "C++", "GO");  Stream<String> stream = langs.stream();  // 过滤数据并统计个数, 统计含有"a"的字符串个数, count()返回long类型  System.***out***.println(stream.filter(s -> s.contains("a")).count()); // 2 |

更多情况是需要获取满足条件的数据，也就是数据的采集。

|  |
| --- |
| ArrayList<String> langs = **new** ArrayList<>();  Collections.*addAll*(langs, "Java", "Python", "JavaScript", "C", "C++", "GO");  Stream<String> stream = langs.stream();  // 将含有"c"或"C"的字符串收集到List集合  List<String> lst = stream.filter(s -> s.toLowerCase().contains("c"))  .collect(Collectors.*toList*());  System.***out***.println(lst); // [JavaScript, C, C++] |

注意：一个Stream只能使用一次。否则会抛出异常：

Exception in thread "main" java.lang.IllegalStateException: stream has already been operated upon or closed

数据分页操作(相当于subStream)，skip()和limit()方法配合使用：

|  |
| --- |
| *Stream*<*T*> limit(*long* *maxSize*) // 设置获取子流的最大长度  *Stream*<*T*> skip(*long* *n*) // 返回丢弃前n个元素的子流 |

|  |
| --- |
| ArrayList<String> langs = **new** ArrayList<>();  Collections.*addAll*(langs, "Java", "Python", "JavaScript", "C", "C++", "GO");  Stream<String> stream = langs.stream();  // 跳过前2个, 获取后面2个元素  List<String> lst = stream.skip(2).limit(2).collect(Collectors.*toList*());  System.***out***.println(lst); // [JavaScript, C] |

**MapReduce模型**

MapReduce是数据分析处理中最重要的基础模型。Map是处理部分，Reduce是分析部分。必须先对数据进行合理的处理后，才可以做统计分析。

示例：

|  |
| --- |
| **class** Order {  **private** String name;  **private** **int** price;  **private** **int** amount;  **public** Order(String name, **int** price, **int** amount) {  **this**.name = name;  **this**.price = price;  **this**.amount = amount;  }  // setter和getter略...  }  List<Order> al = **new** ArrayList<>();  al.add(**new** Order("Java从入门到弃坑", 123, 2));  al.add(**new** Order("笔记本电脑", 4999, 1));  al.add(**new** Order("可口可乐2.5L", 7, 100));  al.add(**new** Order("4T移动硬盘", 900, 3));  IntSummaryStatistics stat = al.stream()  .filter(o -> o.getPrice() > 100)  .mapToInt(o -> o.getPrice() \* o.getAmount())  .summaryStatistics();  System.***out***.println(String.*format*("单价超过100的商品\n购买种类数量: %d\n总价:%d\n平均:%.2f\n最高花费:%d\n最低花费:%d", stat.getCount(),stat.getSum(), stat.getAverage(), stat.getMax(), stat.getMin())); |

结果：

|  |
| --- |
| 单价超过100的商品  购买种类数量: 3  总价:7945  平均:2648.33  最高花费:4999  最低花费:246 |

这些分析操作只是JDK提供的支持，实际不会这么用。因为对于大数据，不可能将所有数据都保存到内存里。

**34 网络编程**

* 34.1 网络编程简介

网络连接的目的主要是为了彼此间的数据通讯。在通讯的实现上就产生了一系列网络协议。网络编程实现的就是数据的通讯，不过需要分为客户端和服务端。

针对网络程序开发有两种模型：

① C/S (Client/Server)：需要为客户端和服务端分别开发一套程序，服务端发生改变后，客户端也需要更新；这种开发可以由开发者自定义传输协议，并且使用一些比较私密的端口，安全性比较高，但开发成本也高；

② B/S (Browser/Server)：只开发一套服务端程序，浏览器作为客户端访问；这种开发和维护的成本比较低，但是由于使用的是公共的HTTP协议和公共的80端口，所以安全性相对较差；现在的开发基本以B/S结构为主。

然而此处的网络编程主要是C/S模型，分为TCP和UDP开发。

* 34.2 TCP程序基本实现

TCP程序开发是网络程序最基本的开发模型，核心特点是使用ServerSocket (服务端)和Socket (客户端)实现数据的交互处理。

ServerSocket主要目的是设置服务端监听端口，Socket需要指明服务端的ip地址和端口。

示例：实现Echo程序

TCP服务端EchoServer.java：

|  |
| --- |
| **public** **class** EchoServer {  **public** **static** **void** main(String[] args) **throws** IOException {  // 创建ServerSocket对象, 指定服务器监听端口  ServerSocket server = **new** ServerSocket(8000);  System.***out***.println("等待客户端连接...");  Socket socket = server.accept(); // 阻塞方法, 等待客户端连接  // 获取客户端的ip地址  String ip = socket.getInetAddress().getHostAddress();  System.***out***.println(ip + " 已经连接...");  Scanner in = **new** Scanner(socket.getInputStream());  // PrintWriter构造方法autoFlush参数设为true, 自动刷新流  PrintWriter pw = **new** PrintWriter(socket.getOutputStream(), **true**);  **boolean** flag = **true**; // 循环标记  **while** (flag) {  **if** (in.hasNextLine()) {  String s = in.nextLine(); // 读取客户端发送的数据  System.***out***.println(s);  **if** ("over".equalsIgnoreCase(s)) {  pw.println("byebye ~~");  flag = **false**; // 读取到用户输入over, 返回bye, 循环结束  } **else** {  // 给客户端回复  pw.println("【echo】" + s.toUpperCase());  }  }  }  in.close();  socket.close();  server.close();  }  } |

TCP客户端EchoClient.java：

|  |
| --- |
| **public** **class** EchoClient {  **public** **static** **void** main(String[] args) **throws** IOException {  // 指定要连接服务器的主机ip和端口号  Socket socket = **new** Socket("localhost", 8000);  Scanner in = **new** Scanner(System.***in***); // 读取输入流  Scanner sc = **new** Scanner(socket.getInputStream()); // 读取服务端发送的数据  // 输出数据给服务端  PrintWriter pw = **new** PrintWriter(socket.getOutputStream(), **true**);  **boolean** flag = **true**; // 循环标记  **while** (flag) {  System.***out***.print("请输入要发送的内容：");  String content = in.nextLine(); // 读取键盘输入  pw.println(content); // 输出给服务端  **if** ("over".equalsIgnoreCase(content)) {  flag = **false**;  }  **if** (sc.hasNextLine()) { // 打印读取到的数据  System.***out***.println(sc.nextLine());  }  }  socket.close();  in.close();  sc.close();  }  } |

结果：



这只是最基础的客户端与服务端之间数据通讯操作。

Socket对象常用方法：

|  |
| --- |
| public *OutputStream* getOutputStream() throws IOException // 获取socket的输出流  public *InputStream* getInputStream() throws IOException // 获取socket的输入流  public *InetAddress* getInetAddress() // 获取此socket连接的地址信息  public *int* getPort() // 获取此socket连接的远程端口号 |

* 34.3 TCP与多线程

上面的EchoServer只能为一个客户端服务，其他客户端访问将一直处于等待状态；如果想为多个客户端服务，单线程的服务器开发不合理，需要使用多线程，每个线程单独为每个客户端服务。

修改服务端程序：

|  |
| --- |
| **public** **class** EchoServer {  **private** **static** **class** ClientThread **implements** Runnable {  **private** Socket socket = **null**; // 每个客户端不同的socket  **private** Scanner in = **null**;  **private** PrintWriter pw;  **private** **boolean** flag = **true**; // 循环标记  **private** String client = **null**; // ip地址+端口描述客户端  **public** ClientThread(Socket socket) **throws** IOException {  **this**.socket = socket;  // 获取客户端的ip地址  String ip = socket.getInetAddress().getHostAddress();  **this**.client = "[" + ip + ":" + socket.getPort() + "]";  System.***out***.println(**this**.client + " 已经连接...");  **this**.in = **new** Scanner(socket.getInputStream());  // PrintWriter构造方法autoFlush参数设为true, 自动刷新流  **this**.pw = **new** PrintWriter(socket.getOutputStream(), **true**);  }  @Override  **public** **void** run() {  **while** (**this**.flag) {  **if** (**this**.in.hasNextLine()) {  String s = **this**.in.nextLine(); // 读取客户端发送的数据  **if** ("over".equalsIgnoreCase(s)) {  System.***out***.println(**this**.client + " " + "已经下线...");  **this**.pw.println("byebye ~~");  **this**.flag = **false**;  } **else** {  System.***out***.println(**this**.client + " " + s);  **this**.pw.println("【echo】" + s.toUpperCase());  }  }  }  **try** {  **this**.in.close();  **this**.socket.close();  } **catch** (IOException e) {  e.printStackTrace();  }  }  }  **public** **static** **void** main(String[] args) **throws** IOException {  // 创建ServerSocket对象, 指定服务器监听端口  ServerSocket server = **new** ServerSocket(8000);  System.***out***.println("等待客户端连接...");  **boolean** flag = **true**; // 循环标记  **while** (flag) { // 服务器一直监听,如果有客户端连接,创建子线程并交给子线程处理  Socket socket = server.accept(); // 阻塞方法, 等待客户端连接  **new** Thread(**new** ClientThread(socket)).start();  }  server.close(); // 所以说服务端还是不要close了  }  } |

* 34.4 UDP程序

基于用户数据报的网络编程。使用DatagramPacket(数据内容)、DatagramSocket(发送与接收)。数据报如同发送信件或短信，客户端是否接收到与发送者无关。

UDP客户端发送消息：

|  |
| --- |
| **public** **class** UDPClient {  **public** **static** **void** main(String[] args) **throws** IOException {  // 1. 建立UDP的Socket服务, 用DatagramSocket对象  DatagramSocket socket = **new** DatagramSocket(8000); // 发送端口8000  String s = "UDP传输演示：hello, hikari!";  **byte**[] buf = s.getBytes();  // 2. 使用DatagramPacket将要发送的字节数据封装到数据包  DatagramPacket packet = **new** DatagramPacket(buf, 0, buf.length, InetAddress.*getByName*("localhost"), 10000); // 指定发送的ip地址和端口号  // 3. 发送数据包  socket.send(packet);  System.***out***.println("消息发送完毕...");  // 4. 关闭Socket服务  socket.close();  }  } |

UDP服务端接收消息：

|  |
| --- |
| **public** **class** UDPServer {  **public** **static** **void** main(String[] args) **throws** IOException {  // 1. 建立UDP的Socket服务  DatagramSocket socket = **new** DatagramSocket(10000); // 接收端口10000  // 2. 创建数据包, 用于存储接收的数据  **byte**[] buf = **new** **byte**[1024];  DatagramPacket packet = **new** DatagramPacket(buf, buf.length);  System.***out***.println("等待客户端发送消息...");  // 3. receive()方法接收数据包  socket.receive(packet); // 阻塞方法  // 4. 通过数据包方法解析数据包数据，比如：地址、端口、数据内容  String ip = packet.getAddress().getHostAddress();  **int** port = packet.getPort();  String text = **new** String(buf, 0, packet.getLength());  System.***out***.println("[" + ip + ":" + port + "] : " + text);  // 5. 关闭服务  socket.close();  }  } |

结果：

开启服务端，服务端receive()方法等待消息的到来，处于阻塞状态；客户端发送信息就结束，服务端接收到信息，打印后也结束。

|  |
| --- |
| 等待客户端发送消息...  [127.0.0.1:8000] : UDP传输演示：hello, hikari! |

**20180621**

**35 Java数据库基础编程**

* 35.1 JDBC简介

现代开发几乎所有项目都围绕数据库展开，任何一门编程语言，如果要想发展，必须对数据库开发有所支持。Java数据库开发标准是JDBC (Java DataBase Connectivity，Java数据库连接)。JDBC本质不属于技术，而属于服务，必须按照指定套路进行操作。

Java专门为JDBC提供一个模块java.sql，其中核心开发包也叫java.sql。JDBC核心组成是DriverManager类和若干接口(Connection、Statement、PreparedStatement、ResultSet)。

JDBC的程序数据库访问分为4种：

|  |
| --- |
| 1) JDBC-ODBC桥连接：利用微软的ODBC进行数据库连接，再利用JDBC访问ODBC，进行数据库开发，性能差，基本没人用。Java默认支持，不需要额外配置。  程序→JDBC→ODBC→数据库  2) JDBC连接：直接使用JDBC进行数据库的连接。  程序→JDBC→数据库  一般只连接本地数据库服务器。  3) **JDBC 网络连接**：通过特定的网络协议连接指定数据库。  程序→JDBC→网络数据库 (ip+port)  4) JDBC协议连接：自己通过编写指定的协议实现数据库的访问。 |

* 35.2 JDBC与数据库连接

JDBC与数据库连接，需要保证已经配置了驱动程序：

1) 如果使用记事本编写程序，需要手动配置到CLASSPATH；

2) 如果使用Eclipse开发，需要在Java Build Path配置驱动程序：

下载对应的jar文件，项目右击Properties→Java Build Path→Add External JARs

连接数据库步骤：

1) 通过反射机制加载数据库驱动程序类；

2) 数据库的连接需要有一个网络连接地址；

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **数据库** | **驱动类名** | **URL** |
| Oracle | oracle.jdbc.driver.OracleDriver | jdbc:oracle:thin:@host:1521:db |
| MySQL | com.mysql.cj.jdbc.Driver | jdbc:mysql://host:3306/db |

3) 建立连接

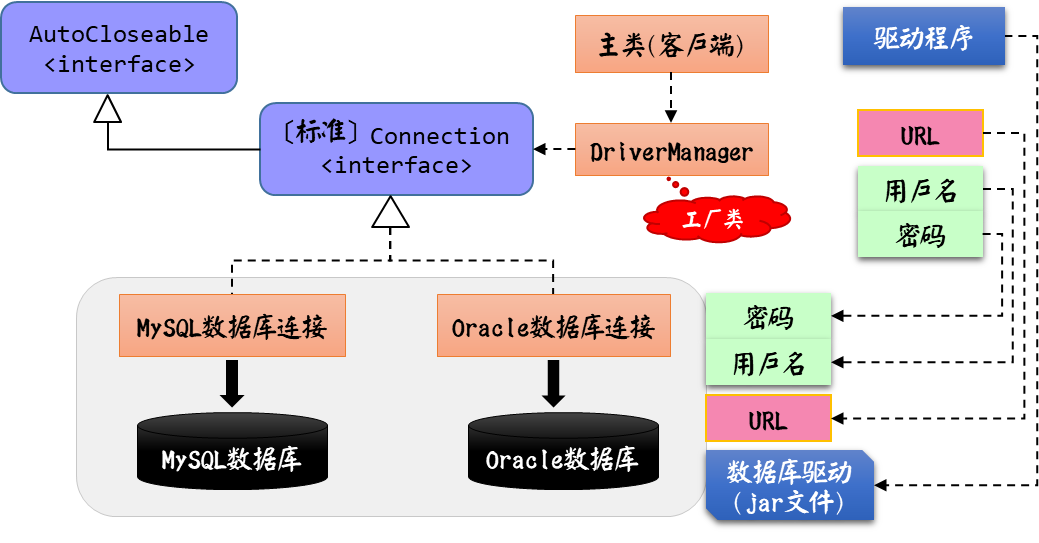
使用DriverManager类的静态方法getConnection()获取Connection对象

public static Connection getConnection​(String url, String user, String password)

throws SQLException

参数为：数据库的URL、用户名和密码。

不同数据库使用不同的驱动，而JDBC只是规定标准，具体实现由各大数据库厂商实现。



JDBC设计使用工厂设计模式，DriverManager是工厂类，不同数据库的厂商利用JDBC提供的标准(接口)实现各自的数据库操作。

此处使用MySQL版本为 5.7.19；驱动为mysql-connector-java-8.0.11，下载的是zip格式，在下将其解压把jar文件，再在Java Build Path配置。

注：URL需要在查询字符串中指明时区，否则报错，一般中国就设为上海：

jdbc:mysql://localhost:3306/db?serverTimezone=Asia/Shanghai&useUnicode=true&characterEncoding=utf8&useSSL=false

useSSL需要明确指定为false或true，否则有警告。

|  |
| --- |
| **class** MySQLHelper {  **private** **static** **final** String ***DB\_DRIVER*** = "com.mysql.cj.jdbc.Driver";  **private** **static** **final** String ***URL*** = "jdbc:mysql://localhost:3306/ll?serverTimezone=Asia/Shanghai&useUnicode=true&characterEncoding=utf8&useSSL=false";  **private** **static** **final** String ***USER*** = "root";  **private** **static** **final** String ***PASSWORD*** = "mysql";  **private** Connection conn;  **public** **void** test() {  **this**.connect();  // do something  System.***out***.println(**this**.conn);  **this**.close();  }  **private** **void** connect() {  **try** {  Class.*forName*(***DB\_DRIVER***); // 向容器中加载数据库驱动程序  **this**.conn = DriverManager.*getConnection*(***URL***, ***USER***, ***PASSWORD***);  } **catch** (Exception e) {}  }  **private** **void** close() {  **try** {  **this**.conn.close();  } **catch** (SQLException e) {}  }  }  **new** MySQLHelper().test(); // com.mysql.cj.jdbc.ConnectionImpl@475e586c |

能打印说明已经正常连接。

* 35.3 Statement接口

获取Connection接口对象是为了进行数据库操作，进行数据库开发操作要使用标准SQL语句完成。

java.sql.Statement是JDBC提供的数据库操作接口，用来执行标准SQL语句，实现数据更新和查询。

public interface Statement extends Wrapper, AutoCloseable

Statement是AutoCloseable子接口，每进行一次数据库操作都要关闭Statement，一条SQL操作对应一个Statement对象。

Connection接口的createStatement()方法可以获取Statement对象：

Statement createStatement() throws SQLException

SQLException是JDBC数据库开发中抛出的最大异常。

Statement对象主要方法：

数据更新(insert、update、delete)

int executeUpdate​(String sql) throws SQLException // 返回修改的行数

数据查询(select)

ResultSet executeQuery​(String sql) throws SQLException

测试使用表：

|  |
| --- |
| mysql> select\*from lovelive;  +----+------------+------------+-------------+  | id | name | cv | groupname |  +----+------------+------------+-------------+  | 1 | 高坂穂乃果 | 新田恵海 | Printemps |  | 2 | 絢瀬絵里 | 南條愛乃 | BiBi |  | 3 | 南ことり | 内田彩 | Printemps |  | .. | ... | ... | ... |  | 19 | hikari | hikari | no group |  +----+------------+------------+-------------+ |

① 更新

|  |
| --- |
| **class** MySQLHelper {  // ...  **public** **void** execute(String sql) {  // 数据更新操作, insert、update、delete  **this**.connect();  **try** {  Statement stmt = **this**.conn.createStatement();  **long** rowcnt = stmt.executeLargeUpdate(sql);  System.***out***.println("本次操作影响行数：" + rowcnt);  } **catch** (SQLException e) {  e.printStackTrace();  } **finally** {  **this**.close();  }  }  }  MySQLHelper mysql = **new** MySQLHelper();  // 插入一行, 主键id自动增长,随便设一个值就可以  String sql = "INSERT INTO `lovelive` VALUES (0, 'maki', 'pile', 'BiBi')";  mysql.execute(sql);  // 修改一行  sql = "UPDATE `lovelive` SET `name`='nishikino maki' WHERE `name`='maki'";  mysql.execute(sql);  // 删除, 使用模糊查询  sql = "DELETE FROM `lovelive` WHERE `name` LIKE '%maki'";  mysql.execute(sql); |

② 查询

Statement接口对象的executeQuery​()方法返回结果是ResultSet接口对象。

ResultSet接口的next()每次将cursor向后移，如果有效返回true：

boolean next()

throws SQLException

ResultSet接口有一系列gtXXX()方法获取查询数据：

|  |
| --- |
| **class** MySQLHelper {  // ...  **public** **void** query(String sql) { // 查询  **this**.connect();  **try** {  Statement stmt = **this**.conn.createStatement();  ResultSet rs = stmt.executeQuery(sql);  **int** col = rs.getMetaData().getColumnCount(); // 获取列数  **while** (rs.next()) { // cursor向后移  **for** (**int** i = 1; i <= col; i++) {  // 获取指定列的字符串值, 从第1列开始  System.***out***.print(rs.getString(i) + " ");  }  System.***out***.println();  }  } **catch** (SQLException e) {  } **finally** {  **this**.close();  }  }  }  MySQLHelper mysql = **new** MySQLHelper();  String sql = "SELECT `id`,`name`,`groupname` FROM `lovelive` WHERE `groupname`='AZALEA'";  mysql.query(sql); |

结果：

|  |
| --- |
| 12 松浦果南 AZALEA  13 黒澤ダイヤ AZALEA  16 国木田花丸 AZALEA |