2. 浅拷贝

拷贝对象和原始对象的引用类型引用同一个对象。

```
public class ShallowCloneExample implements Cloneable {

    private int[] arr;

    public ShallowCloneExample() {
        arr = new int[10];
        for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
            arr[i] = i;
        }
    }

    public void set(int index, int value) {
        arr[index] = value;
    }

    public int get(int index) {
        return arr[index];
    }

    @Override
    protected ShallowCloneExample clone() throws CloneNotSupportedException
{
        return (ShallowCloneExample) super.clone();
    }
}
```

```
ShallowCloneExample e1 = new ShallowCloneExample();
ShallowCloneExample e2 = null;
try {
    e2 = e1.clone();
} catch (CloneNotSupportedException e) {
    e.printStackTrace();
}
e1.set(2, 222);
System.out.println(e2.get(2)); // 222
```

3. 深拷贝

拷贝对象和原始对象的引用类型引用不同对象。

```
public class DeepCloneExample implements Cloneable {

    private int[] arr;

    public DeepCloneExample() {
        arr = new int[10];
        for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
            arr[i] = i;
        }
    }

    public void set(int index, int value) {
        arr[index] = value;
    }

    public int get(int index) {
        return arr[index];
    }

    @Override
    protected DeepCloneExample clone() throws CloneNotSupportedException {
        DeepCloneExample result = (DeepCloneExample) super.clone();
        result.arr = new int[arr.length];
        for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
            result.arr[i] = arr[i];
        }
        return result;
    }
}
```

```
DeepCloneExample e1 = new DeepCloneExample();
DeepCloneExample e2 = null;
try {
    e2 = e1.clone();
} catch (CloneNotSupportedException e) {
    e.printStackTrace();
}
e1.set(2, 222);
System.out.println(e2.get(2)); // 2
```

4. clone() 的替代方案

使用 clone() 方法来拷贝一个对象即复杂又有风险，它会抛出异常，并且还需要类型转换。Effective Java 书上讲到，最好不要去使用 clone()，可以使用拷贝构造函数或者拷贝工厂来拷贝一个对象。

```
public class CloneConstructorExample {

    private int[] arr;

    public CloneConstructorExample() {
        arr = new int[10];
        for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
            arr[i] = i;
        }
    }

    public CloneConstructorExample(CloneConstructorExample original) {
        arr = new int[original.arr.length];
        for (int i = 0; i < original.arr.length; i++) {
            arr[i] = original.arr[i];
        }
    }

    public void set(int index, int value) {
        arr[index] = value;
    }

    public int get(int index) {
        return arr[index];
    }
}
```

```
CloneConstructorExample e1 = new CloneConstructorExample();
CloneConstructorExample e2 = new CloneConstructorExample(e1);
e1.set(2, 222);
System.out.println(e2.get(2)); // 2
```

六、继承

访问权限

Java 中有三个访问权限修饰符：private、protected 以及 public，如果不加访问修饰符，表示包级可见。

可以对类或类中的成员（字段和方法）加上访问修饰符。

- 类可见表示其它类可以用这个类创建实例对象。
- 成员可见表示其它类可以用这个类的实例对象访问到该成员；

protected 用于修饰成员，表示在继承体系中成员对于子类可见，但是这个访问修饰符对于类没有意义。

设计良好的模块会隐藏所有的实现细节，把它的 API 与它的实现清晰地隔离开来。模块之间只通过它们的 API 进行通信，一个模块不需要知道其他模块的内部工作情况，这个概念被称为信息隐藏或封装。因此访问权限应当尽可能地使每个类或者成员不被外界访问。

如果子类的方法重写了父类的方法，那么子类中该方法的访问级别不允许低于父类的访问级别。这是为了确保可以使用父类实例的地方都可以使用子类实例去代替，也就是确保满足里氏替换原则。

字段决不能是公有的，因为这么做的话就失去了对这个字段修改行为的控制，客户端可以对其随意修改。例如下面的例子中，AccessExample 拥有 id 公有字段，如果在某个时刻，我们想要使用 int 存储 id 字段，那么就需要修改所有的客户端代码。

```
public class AccessExample {
    public String id;
}
```

可以使用公有的 getter 和 setter 方法来替换公有字段，这样的话就可以控制对字段的修改行为。

```
public class AccessExample {

    private int id;

    public String getId() {
        return id + "";
    }

    public void setId(String id) {
        this.id = Integer.valueOf(id);
    }
}
```

但是也有例外，如果是包级私有的类或者私有的嵌套类，那么直接暴露成员不会有特别大的影响。

```
public class AccessWithInnerClassExample {

    private class InnerClass {
        int x;
    }
```

```
    private InnerClass innerClass;

    public AccessWithInnerClassExample() {
        innerClass = new InnerClass();
    }

    public int getValue() {
        return innerClass.x;  // 直接访问
    }
}
```

抽象类与接口

1. 抽象类

抽象类和抽象方法都使用 abstract 关键字进行声明。如果一个类中包含抽象方法，那么这个类必须声明为抽象类。

抽象类和普通类最大的区别是，抽象类不能被实例化，只能被继承。

```
public abstract class AbstractClassExample {

    protected int x;
    private int y;

    public abstract void func1();

    public void func2() {
        System.out.println("func2");
    }
}
```

```
public class AbstractExtendClassExample extends AbstractClassExample {
    @Override
    public void func1() {
        System.out.println("func1");
    }
}
```

```
// AbstractClassExample ac1 = new AbstractClassExample(); //
'AbstractClassExample' is abstract; cannot be instantiated
AbstractClassExample ac2 = new AbstractExtendClassExample();
ac2.func1();
```

2. 接口

接口是抽象类的延伸，在 Java 8 之前，它可以看成是一个完全抽象的类，也就是说它不能有任何的方法实现。

从 Java 8 开始，接口也可以拥有默认的方法实现，这是因为不支持默认方法的接口的维护成本太高了。在 Java 8 之前，如果一个接口想要添加新的方法，那么要修改所有实现了该接口的类，让它们都实现新增的方法。

接口的成员（字段 + 方法）默认都是 public 的，并且不允许定义为 private 或者 protected。从 Java 9 开始，允许将方法定义为 private，这样就能定义某些复用的代码又不会把方法暴露出去。

接口的字段默认都是 static 和 final 的。

```
public interface InterfaceExample {

    void func1();

    default void func2(){
        System.out.println("func2");
    }

    int x = 123;
    // int y;               // Variable 'y' might not have been initialized
    public int z = 0;       // Modifier 'public' is redundant for interface
fields
    // private int k = 0;   // Modifier 'private' not allowed here
    // protected int l = 0; // Modifier 'protected' not allowed here
    // private void fun3(); // Modifier 'private' not allowed here
}
```

```
public class InterfaceImplementExample implements InterfaceExample {
    @Override
    public void func1() {
        System.out.println("func1");
    }
}
```

```
// InterfaceExample ie1 = new InterfaceExample(); // 'InterfaceExample' is
abstract; cannot be instantiated
InterfaceExample ie2 = new InterfaceImplementExample();
ie2.func1();
System.out.println(InterfaceExample.x);
```

3. 比较

- 从设计层面上看，抽象类提供了一种 IS-A 关系，需要满足里式替换原则，即子类对象必须能够替换掉所有父类对象。而接口更像是一种 LIKE-A 关系，它只是提供一种方法实现契约，并不要求接口和实现接口的类具有 IS-A 关系。
- 从使用上来看，一个类可以实现多个接口，但是不能继承多个抽象类。
- 接口的字段只能是 static 和 final 类型的，而抽象类的字段没有这种限制。
- 接口的成员只能是 public 的，而抽象类的成员可以有多种访问权限。

4. 使用选择

使用接口：

- 需要让不相关的类都实现一个方法，例如不相关的类都可以实现 Comparable 接口中的 compareTo() 方法；
- 需要使用多重继承。

使用抽象类：

- 需要在几个相关的类中共享代码。
- 需要能控制继承来的成员的访问权限，而不是都为 public。
- 需要继承非静态和非常量字段。

在很多情况下，接口优先于抽象类。因为接口没有抽象类严格的类层次结构要求，可以灵活地为一个类添加行为。并且从 Java 8 开始，接口也可以有默认的方法实现，使得修改接口的成本也变的很低。

- Abstract Methods and Classes
- 深入理解 abstract class 和 interface
- When to Use Abstract Class and Interface
- Java 9 Private Methods in Interfaces

super

- 访问父类的构造函数：可以使用 super() 函数访问父类的构造函数，从而委托父类完成一些初始化的工作。应该注意到，子类一定会调用父类的构造函数来完成初始化工作，一般是调用父类的默认构造函数，如果子类需要调用父类其它构造函数，那么就可以使用 super() 函数。
- 访问父类的成员：如果子类重写了父类的某个方法，可以通过使用 super 关键字来引用父类的方法实现。

```
public class SuperExample {

    protected int x;
    protected int y;

    public SuperExample(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    public void func() {
        System.out.println("SuperExample.func()");
    }
}
```

```
public class SuperExtendExample extends SuperExample {

    private int z;

    public SuperExtendExample(int x, int y, int z) {
        super(x, y);
        this.z = z;
    }

    @Override
    public void func() {
        super.func();
        System.out.println("SuperExtendExample.func()");
    }
}
```

```
SuperExample e = new SuperExtendExample(1, 2, 3);
e.func();
```

```
SuperExample.func()
SuperExtendExample.func()
```

Using the Keyword super

重写与重载

1. 重写（Override）

存在于继承体系中，指子类实现了一个与父类在方法声明上完全相同的一个方法。

为了满足里式替换原则，重写有以下三个限制：

- 子类方法的访问权限必须大于等于父类方法；
- 子类方法的返回类型必须是父类方法返回类型或为其子类型。
- 子类方法抛出的异常类型必须是父类抛出异常类型或为其子类型。

使用 @Override 注解，可以让编译器帮忙检查是否满足上面的三个限制条件。

下面的示例中，SubClass 为 SuperClass 的子类，SubClass 重写了 SuperClass 的 func() 方法。其中：

- 子类方法访问权限为 public，大于父类的 protected。
- 子类的返回类型为 ArrayList<Integer>，是父类返回类型 List<Integer> 的子类。
- 子类抛出的异常类型为 Exception，是父类抛出异常 Throwable 的子类。
- 子类重写方法使用 @Override 注解，从而让编译器自动检查是否满足限制条件。

```
class SuperClass {
    protected List<Integer> func() throws Throwable {
        return new ArrayList<>();
    }
}

class SubClass extends SuperClass {
    @Override
    public ArrayList<Integer> func() throws Exception {
        return new ArrayList<>();
    }
}
```

在调用一个方法时，先从本类中查找看是否有对应的方法，如果没有再到父类中查看，看是否从父类继承来。否则就要对参数进行转型，转成父类之后看是否有对应的方法。总的来说，方法调用的优先级为：

- this.func(this)
- super.func(this)
- this.func(super)
- super.func(super)

```
/*
    A
```

```
    |
    B
    |
    C
    |
    D
 */


class A {

    public void show(A obj) {
        System.out.println("A.show(A)");
    }

    public void show(C obj) {
        System.out.println("A.show(C)");
    }
}

class B extends A {

    @Override
    public void show(A obj) {
        System.out.println("B.show(A)");
    }
}

class C extends B {
}

class D extends C {
}
```

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

    A a = new A();
    B b = new B();
    C c = new C();
    D d = new D();

    // 在 A 中存在 show(A obj)，直接调用
    a.show(a); // A.show(A)
    // 在 A 中不存在 show(B obj)，将 B 转型成其父类 A
```

```
        a.show(b); // A.show(A)
        // 在 B 中存在从 A 继承来的 show(C obj)，直接调用
        b.show(c); // A.show(C)
        // 在 B 中不存在 show(D obj)，但是存在从 A 继承来的 show(C obj)，将 D 转型成其父类 C
        b.show(d); // A.show(C)

        // 引用的还是 B 对象，所以 ba 和 b 的调用结果一样
        A ba = new B();
        ba.show(c); // A.show(C)
        ba.show(d); // A.show(C)
    }
```

2. 重载（Overload）

存在于同一个类中，指一个方法与已经存在的方法名称上相同，但是参数类型、个数、顺序至少有一个不同。

应该注意的是，返回值不同，其它都相同不算是重载。

```
class OverloadingExample {
    public void show(int x) {
        System.out.println(x);
    }

    public void show(int x, String y) {
        System.out.println(x + " " + y);
    }
}
```

```
public static void main(String[] args) {
    OverloadingExample example = new OverloadingExample();
    example.show(1);
    example.show(1, "2");
}
```

七、反射

每个类都有一个 **Class** 对象，包含了与类有关的信息。当编译一个新类时，会产生一个同名的 .class 文件，该文件内容保存着 Class 对象。

类加载相当于 Class 对象的加载，类在第一次使用时才动态加载到 JVM 中。也可以使用 `Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver")` 这种方式来控制类的加载，该方法会返回一个 Class 对象。

反射可以提供运行时的类信息，并且这个类可以在运行时才加载进来，甚至在编译时期该类的 .class 不存在也可以加载进来。

Class 和 java.lang.reflect 一起对反射提供了支持，java.lang.reflect 类库主要包含了以下三个类：

- **Field** ： 可以使用 get() 和 set() 方法读取和修改 Field 对象关联的字段；
- **Method** ： 可以使用 invoke() 方法调用与 Method 对象关联的方法；
- **Constructor** ： 可以用 Constructor 的 newInstance() 创建新的对象。

反射的优点：

- **可扩展性** ： 应用程序可以利用全限定名创建可扩展对象的实例，来使用来自外部的用户自定义类。
- **类浏览器和可视化开发环境** ： 一个类浏览器需要可以枚举类的成员。可视化开发环境（如 IDE）可以从利用反射中可用的类型信息中受益，以帮助程序员编写正确的代码。
- **调试器和测试工具** ： 调试器需要能够检查一个类里的私有成员。测试工具可以利用反射来自动地调用类里定义的可被发现的 API 定义，以确保一组测试中有较高的代码覆盖率。

反射的缺点：

尽管反射非常强大，但也不能滥用。如果一个功能可以不用反射完成，那么最好就不用。在我们使用反射技术时，下面几条内容应该牢记于心。

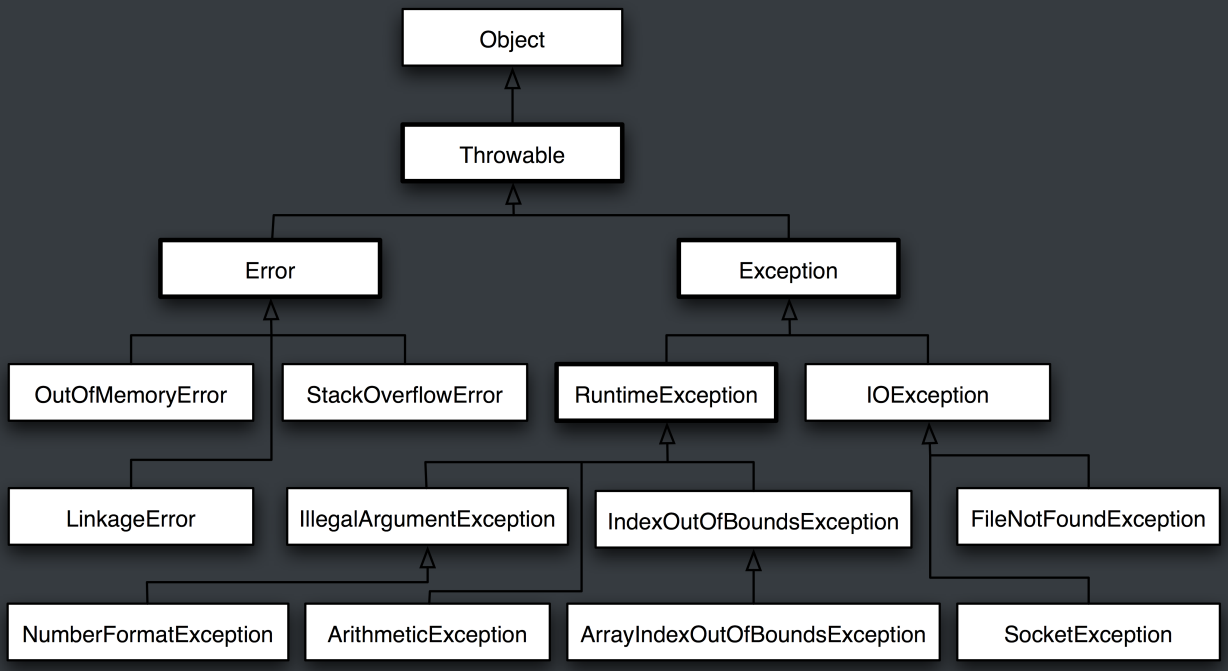
- **性能开销** ： 反射涉及了动态类型的解析，所以 JVM 无法对这些代码进行优化。因此，反射操作的效率要比那些非反射操作低得多。我们应该避免在经常被执行的代码或对性能要求很高的程序中使用反射。
- **安全限制** ： 使用反射技术要求程序必须在一个没有安全限制的环境中运行。如果一个程序必须在有安全限制的环境中运行，如 Applet，那么这就是个问题了。
- **内部暴露** ： 由于反射允许代码执行一些在正常情况下不被允许的操作（比如访问私有的属性和方法），所以使用反射可能会导致意料之外的副作用，这可能导致代码功能失调并破坏可移植性。反射代码破坏了抽象性，因此当平台发生改变的时候，代码的行为就有可能也随着变化。
- Trail: The Reflection API
- 深入解析 Java 反射（1）- 基础

八、异常

Throwable 可以用来表示任何可以作为异常抛出的类，分为两种： **Error** 和 **Exception**。其中 Error 用来表示 JVM 无法处理的错误，Exception 分为两种：

- **受检异常** ： 需要用 try...catch... 语句捕获并进行处理，并且可以从异常中恢复；
- **非受检异常** ： 是程序运行时错误，例如除 0 会引发 Arithmetic Exception，此时程序崩溃并且无法

恢复。



- Java 入门之异常处理
- Java Exception Interview Questions and Answers

九、泛型

```
public class Box<T> {
    // T stands for "Type"
    private T t;
    public void set(T t) { this.t = t; }
    public T get() { return t; }
}
```

- Java 泛型详解
- 10 道 Java 泛型面试题

十、注解

Java 注解是附加在代码中的一些元信息，用于一些工具在编译、运行时进行解析和使用，起到说明、配置的功能。注解不会也不能影响代码的实际逻辑，仅仅起到辅助性的作用。

注解 Annotation 实现原理与自定义注解例子

十一、特性

Java 各版本的新特性

New highlights in Java SE 8

1. Lambda Expressions
2. Pipelines and Streams
3. Date and Time API
4. Default Methods
5. Type Annotations
6. Nashhorn JavaScript Engine
7. Concurrent Accumulators
8. Parallel operations
9. PermGen Error Removed

New highlights in Java SE 7

1. Strings in Switch Statement
2. Type Inference for Generic Instance Creation
3. Multiple Exception Handling
4. Support for Dynamic Languages
5. Try with Resources
6. Java nio Package
7. Binary Literals, Underscore in literals
8. Diamond Syntax

- Difference between Java 1.8 and Java 1.7?
- Java 8 特性

Java 与 C++ 的区别

- Java 是纯粹的面向对象语言，所有的对象都继承自 java.lang.Object，C++ 为了兼容 C 即支持面向对象也支持面向过程。
- Java 通过虚拟机从而实现跨平台特性，但是 C++ 依赖于特定的平台。
- Java 没有指针，它的引用可以理解为安全指针，而 C++ 具有和 C 一样的指针。
- Java 支持自动垃圾回收，而 C++ 需要手动回收。
- Java 不支持多重继承，只能通过实现多个接口来达到相同目的，而 C++ 支持多重继承。
- Java 不支持操作符重载，虽然可以对两个 String 对象执行加法运算，但是这是语言内置支持的操作，不属于操作符重载，而 C++ 可以。
- Java 的 goto 是保留字，但是不可用，C++ 可以使用 goto。

What are the main differences between Java and C++?

JRE or JDK

- JRE：Java Runtime Environment，Java 运行环境的简称，为 Java 的运行提供了所需的环境。它是一个 JVM 程序，主要包括了 JVM 的标准实现和一些 Java 基本类库。
- JDK：Java Development Kit，Java 开发工具包，提供了 Java 的开发及运行环境。JDK 是 Java 开

发的核心，集成了 JRE 以及一些其它的工具，比如编译 Java 源码的编译器 javac 等。

参考资料

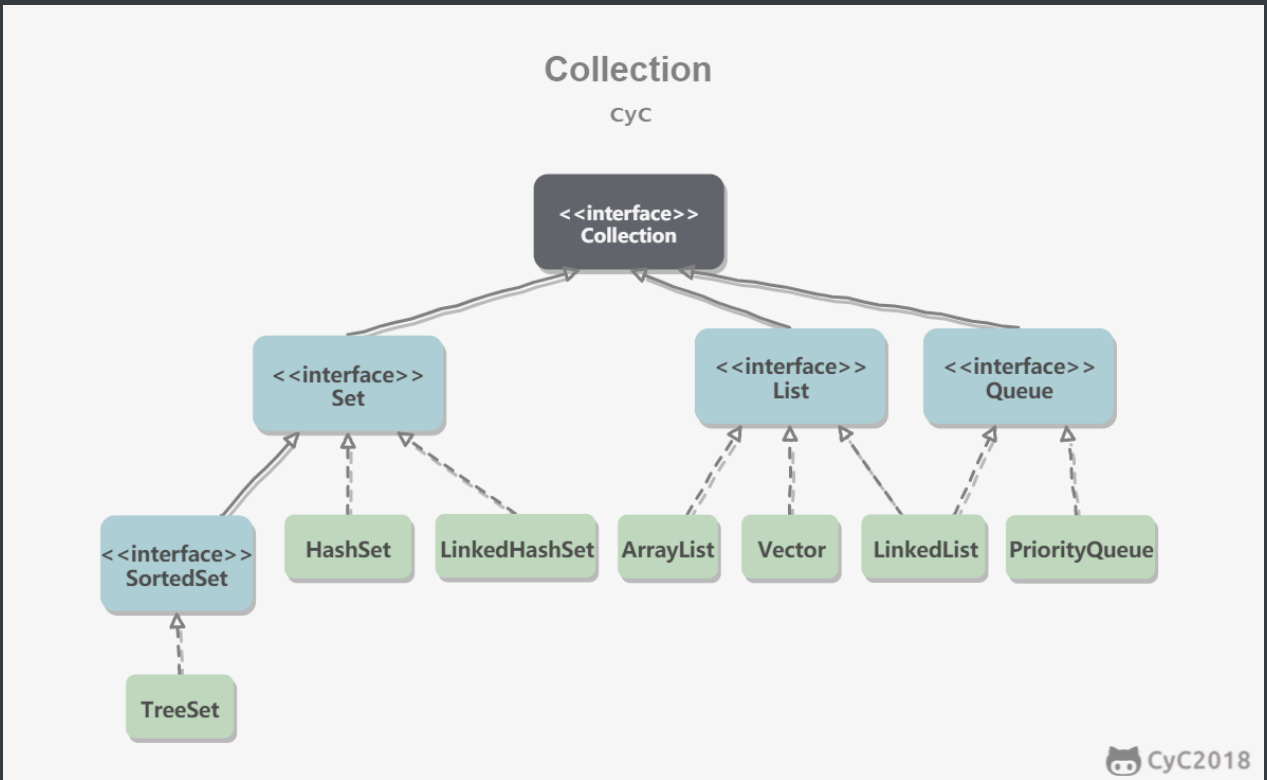
- Eckel B. Java 编程思想[M]. 机械工业出版社, 2002.
- Bloch J. Effective java[M]. Addison-Wesley Professional, 2017.

Java 容器

一、概览

容器主要包括 Collection 和 Map 两种，Collection 存储着对象的集合，而 Map 存储着键值对（两个对象）的映射表。

Collection



1. Set

- TreeSet：基于红黑树实现，支持有序性操作，例如根据一个范围查找元素的操作。但是查找效率不如 HashSet，HashSet 查找的时间复杂度为 O(1)，TreeSet 则为 O(logN)。
- HashSet：基于哈希表实现，支持快速查找，但不支持有序性操作。并且失去了元素的插入顺序信息，也就是说使用 Iterator 遍历 HashSet 得到的结果是不确定的。
- LinkedHashSet：具有 HashSet 的查找效率，并且内部使用双向链表维护元素的插入顺序。

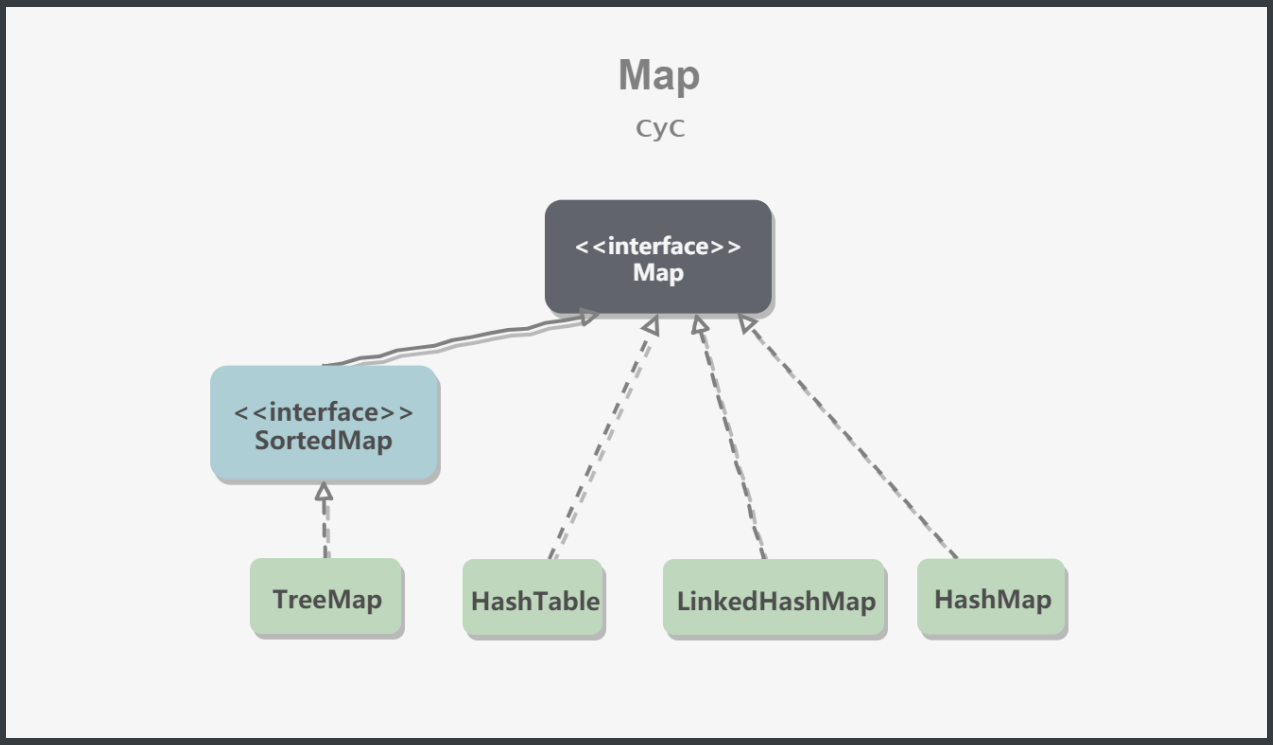
2. List

- ArrayList：基于动态数组实现，支持随机访问。
- Vector：和 ArrayList 类似，但它是线程安全的。
- LinkedList：基于双向链表实现，只能顺序访问，但是可以快速地在链表中间插入和删除元素。不仅如此，LinkedList 还可以用作栈、队列和双向队列。

3. Queue

- LinkedList：可以用它来实现双向队列。
- PriorityQueue：基于堆结构实现，可以用它来实现优先队列。

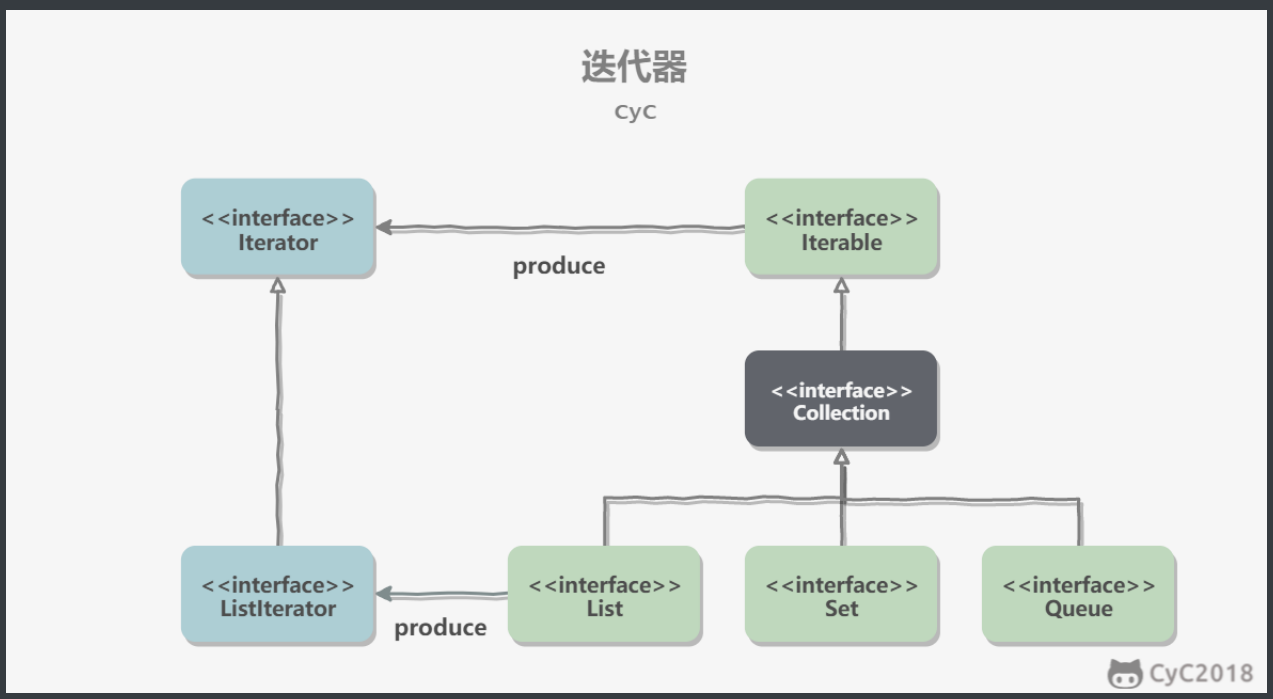
Map



- TreeMap：基于红黑树实现。
- HashMap：基于哈希表实现。
- HashTable：和 HashMap 类似，但它是线程安全的，这意味着同一时刻多个线程同时写入 HashTable 不会导致数据不一致。它是遗留类，不应该去使用它，而是使用 ConcurrentHashMap 来支持线程安全，ConcurrentHashMap 的效率会更高，因为 ConcurrentHashMap 引入了分段锁。
- LinkedHashMap：使用双向链表来维护元素的顺序，顺序为插入顺序或者最近最少使用（LRU）顺序。

二、容器中的设计模式

迭代器模式



Collection 继承了 Iterable 接口，其中的 iterator() 方法能够产生一个 Iterator 对象，通过这个对象就可以迭代遍历 Collection 中的元素。

从 JDK 1.5 之后可以使用 foreach 方法来遍历实现了 Iterable 接口的聚合对象。

```
List<String> list = new ArrayList<>();
list.add("a");
list.add("b");
for (String item : list) {
    System.out.println(item);
}
```

适配器模式

java.util.Arrays#asList() 可以把数组类型转换为 List 类型。

```
@SafeVarargs
public static <T> List<T> asList(T... a)
```

应该注意的是 asList() 的参数为泛型的变长参数，不能使用基本类型数组作为参数，只能使用相应的包装类型数组。

```
Integer[] arr = {1, 2, 3};
List list = Arrays.asList(arr);
```

也可以使用以下方式调用 asList()：

```
List list = Arrays.asList(1, 2, 3);
```

三、源码分析

如果没有特别说明，以下源码分析基于 JDK 1.8。

在 IDEA 中 double shift 调出 Search EveryWhere，查找源码文件，找到之后就可以阅读源码。

ArrayList

1. 概览

因为 ArrayList 是基于数组实现的，所以支持快速随机访问。RandomAccess 接口标识着该类支持快速随机访问。

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

数组的默认大小为 10。

```
private static final int DEFAULT_CAPACITY = 10;
```

2. 扩容

添加元素时使用 ensureCapacityInternal() 方法来保证容量足够，如果不够时，需要使用 grow() 方法进行扩容，新容量的大小为 `oldCapacity + (oldCapacity >> 1)`，即 oldCapacity+oldCapacity/2。其中 oldCapacity >> 1 需要取整，所以新容量大约是旧容量的 1.5 倍左右。（oldCapacity 为偶数就是 1.5 倍，为奇数就是 1.5 倍-0.5）

扩容操作需要调用 `Arrays.copyOf()` 把原数组整个复制到新数组中，这个操作代价很高，因此最好在创建 ArrayList 对象时就指定大概的容量大小，减少扩容操作的次数。

```
public boolean add(E e) {
    ensureCapacityInternal(size + 1);  // Increments modCount!!
    elementData[size++] = e;
    return true;
}

private void ensureCapacityInternal(int minCapacity) {
    if (elementData == DEFAULTCAPACITY_EMPTY_ELEMENTDATA) {
        minCapacity = Math.max(DEFAULT_CAPACITY, minCapacity);
    }
    ensureExplicitCapacity(minCapacity);
}

private void ensureExplicitCapacity(int minCapacity) {
    modCount++;
    // overflow-conscious code
    if (minCapacity - elementData.length > 0)
```

```
            grow(minCapacity);
    }

    private void grow(int minCapacity) {
        // overflow-conscious code
        int oldCapacity = elementData.length;
        int newCapacity = oldCapacity + (oldCapacity >> 1);
        if (newCapacity - minCapacity < 0)
            newCapacity = minCapacity;
        if (newCapacity - MAX_ARRAY_SIZE > 0)
            newCapacity = hugeCapacity(minCapacity);
        // minCapacity is usually close to size, so this is a win:
        elementData = Arrays.copyOf(elementData, newCapacity);
    }
```

3. 删除元素

需要调用 System.arraycopy() 将 index+1 后面的元素都复制到 index 位置上，该操作的时间复杂度为 O(N)，可以看到 ArrayList 删除元素的代价是非常高的。

```
    public E remove(int index) {
        rangeCheck(index);
        modCount++;
        E oldValue = elementData(index);
        int numMoved = size - index - 1;
        if (numMoved > 0)
            System.arraycopy(elementData, index+1, elementData, index,
    numMoved);
        elementData[--size] = null; // clear to let GC do its work
        return oldValue;
    }
```

4. 序列化

ArrayList 基于数组实现，并且具有动态扩容特性，因此保存元素的数组不一定都会被使用，那么就没必要全部进行序列化。

保存元素的数组 elementData 使用 transient 修饰，该关键字声明数组默认不会被序列化。

```
    transient Object[] elementData; // non-private to simplify nested class
    access
```

ArrayList 实现了 writeObject() 和 readObject() 来控制只序列化数组中有元素填充那部分内容。