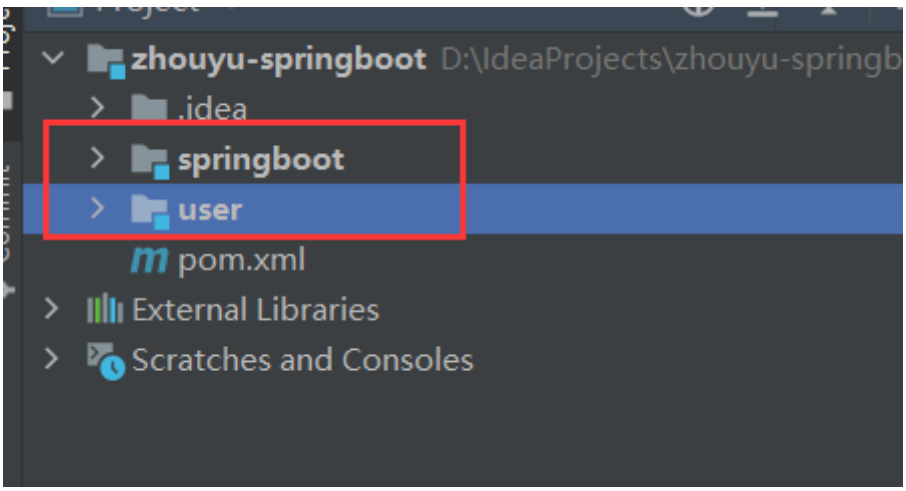
课程内容：
1、手写模拟SpringBoot启动过程
2、手写模拟SpringBoot条件注解功能
3、手写模拟SpringBoot自动配置功能
4、SpringBoot整合Tomcat底层源码分析
5、spring.factories文件解析源码分析
6、SpringBoot自动配置类加载过程源码分析

通过手写模拟实现一个Spring Boot，让大家能以非常简单的方式就能知道Spring Boot大概是如何工作的。

完整的代码地址：https://gitee.com/archguide/zhouyu-springboot
有道云链接：https://note.youdao.com/s/KxbQ8Y3p

依赖

建一个工程，两个Module:



1. springboot模块，表示springboot框架的源码实现
2. user包，表示用户业务系统，用来写业务代码来测试我们所模拟出来的SpringBoot

首先，SpringBoot是基于的Spring，所以我们要依赖Spring，然后我希望我们模拟出来的SpringBoot也支持Spring MVC的那一套功能，所以也要依赖Spring MVC，包括Tomcat等，所以在SpringBoot模块中要添加以下依赖：

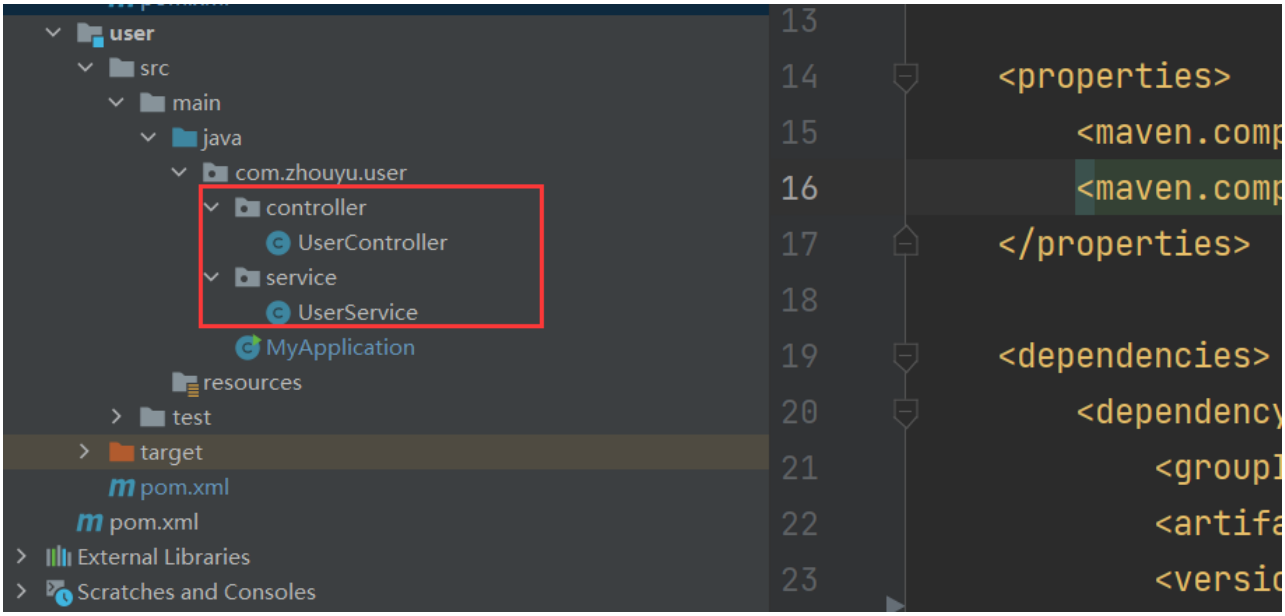
```
<dependencies>
 <dependency>
            <groupId>org.springframework</groupId>
```

```
            <artifactId>spring-context</artifactId>
            <version>5.3.18</version>
        </dependency>
        <dependency>
            <groupId>org.springframework</groupId>
            <artifactId>spring-web</artifactId>
            <version>5.3.18</version>
        </dependency>
        <dependency>
            <groupId>org.springframework</groupId>
            <artifactId>spring-webmvc</artifactId>
            <version>5.3.18</version>
        </dependency>

        <dependency>
            <groupId>javax.servlet</groupId>
            <artifactId>javax.servlet-api</artifactId>
            <version>4.0.1</version>
        </dependency>

        <dependency>
            <groupId>org.apache.tomcat.embed</groupId>
            <artifactId>tomcat-embed-core</artifactId>
            <version>9.0.60</version>
        </dependency>
</dependencies>
```

在User模块下我们进行正常的开发就行了，比如先添加SpringBoot依赖：

```
<dependencies>
 <dependency>
                <groupId>org.example</groupId>
                <artifactId>springboot</artifactId>
                <version>1.0-SNAPSHOT</version>
 </dependency>
</dependencies>
```

然后定义相关的Controller和Service:




```java
@RestController
public class UserController {

    @Autowired
    private UserService userService;

    @GetMapping("test")
    public String test(){
        return userService.test();
    }
}
```

因为我们模拟实现的是SpringBoot，而不是SpringMVC，所以我直接在user包下定义了UserController和UserService，最终我希望能运行MyApplication中的main方法，就直接启动了项目，并能在浏览器中正常的访问到UserController中的某个方法。

核心注解和核心类

我们在真正使用SpringBoot时，核心会用到SpringBoot一个类和注解：

1. @SpringBootApplication，这个注解是加在应用启动类上的，也就是main方法所在的类
2. SpringApplication，这个类中有个run()方法，用来启动SpringBoot应用的

所以我们也来模拟实现他们。

一个@ZhouyuSpringBootApplication注解：

```
@Target(ElementType.TYPE)
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Configuration
@ComponentScan
public @interface ZhouyuSpringBootApplication {
}
```

一个用来实现启动逻辑的ZhouyuSpringApplication类。

```
public class ZhouyuSpringApplication {

    public static void run(Class clazz){

    }

}
```

注意run方法需要接收一个Class类型的参数，这个class是用来干嘛的，等会就知道了。

有了以上两者，我们就可以在MyApplication中来使用了，比如：

```
@ZhouyuSpringBootApplication
public class MyApplication {

    public static void main(String[] args) {
        ZhouyuSpringApplication.run(MyApplication.class);
    }
}
```

现在用来是有模有样了，但中看不中用，所以我们要来好好实现以下run方法中的逻辑了。

run方法

run方法中需要实现什么具体的逻辑呢？

首先，我们希望run方法一旦执行完，我们就能在浏览器中访问到UserController，那势必在run方法中要启动Tomcat，通过Tomcat就能接收到请求了。

大家如果学过Spring MVC的底层原理就会知道，在SpringMVC中有一个Servlet非常核心，那就是DispatcherServlet，这个DispatcherServlet需要绑定一个Spring容器，因为DispatcherServlet接收到请求后，就会从所绑定的Spring容器中找到所匹配的Controller，并执行所匹配的方法。

所以，在run方法中，我们要实现的逻辑如下：

1. 创建一个Spring容器
2. 创建Tomcat对象
3. 生成DispatcherServlet对象，并且和前面创建出来的Spring容器进行绑定
4. 将DispatcherServlet添加到Tomcat中
5. 启动Tomcat

创建Spring容器

这个步骤比较简单，代码如下：

```
public class ZhouyuSpringApplication {

    public static void run(Class clazz){
        AnnotationConfigWebApplicationContext applicationContext = new AnnotationConfigWebApplicationContext();
        applicationContext.register(clazz);
        applicationContext.refresh();


    }
}
```

我们创建的是一个AnnotationConfigWebApplicationContext容器，并且把run方法传入进来的class作为容器的配置类，比如在MyApplication的run方法中，我们就是把**MyApplication.class**传入到了run方法中，最终MyApplication就是所创建出来的Spring容器的配置类，并且由于MyApplication类上有@ZhouyuSpringBootApplication注解，而@ZhouyuSpringBootApplication注解的定义上又存在@ComponentScan注解，所以AnnotationConfigWebApplicationContext容器在执行refresh

时，就会解析MyApplication这个配置类，从而发现定义了@ComponentScan注解，也就知道了要**进行扫描**，只不过扫描路径为空，而AnnotationConfigWebApplicationContext容器会处理这种情况，**如果扫描路径会空，则会将MyApplication所在的包路径做为扫描路径**，从而就会扫描到UserService和UserController。

所以Spring容器创建完之后，容器内部就拥有了UserService和UserController这两个Bean。

启动Tomcat

图灵课堂：周瑜

我们用的是Embed-Tomcat，也就是内嵌的Tomcat，真正的SpringBoot中也用的是内嵌的Tomcat，而对于启动内嵌的Tomcat，也并不麻烦，代码如下：

```
public static void startTomcat(WebApplicationContext applicationContext){

 Tomcat tomcat = new Tomcat();

 Server server = tomcat.getServer();
 Service service = server.findService("Tomcat");

 Connector connector = new Connector();
        connector.setPort(8081);

 Engine engine = new StandardEngine();
        engine.setDefaultHost("localhost");

 Host host = new StandardHost();
        host.setName("localhost");

 String contextPath = "";
 Context context = new StandardContext();
        context.setPath(contextPath);
        context.addLifecycleListener(new Tomcat.FixContextListener());

        host.addChild(context);
        engine.addChild(host);
```

```
24
25          service.setContainer(engine);
26          service.addConnector(connector);
27
28          tomcat.addServlet(contextPath, "dispatcher", new
    DispatcherServlet(applicationContext));
29          context.addServletMappingDecoded("/*", "dispatcher");
30
31      try {
32                  tomcat.start();
33      } catch (LifecycleException e) {
34                  e.printStackTrace();
35      }
36
37  }
```

代码虽然看上去比较多，但是逻辑并不复杂，比如配置了Tomcat绑定的端口为8081，后面向当前Tomcat中添加了DispatcherServlet，并设置了一个Mapping关系，最后启动，其他代码则不用太过关心。

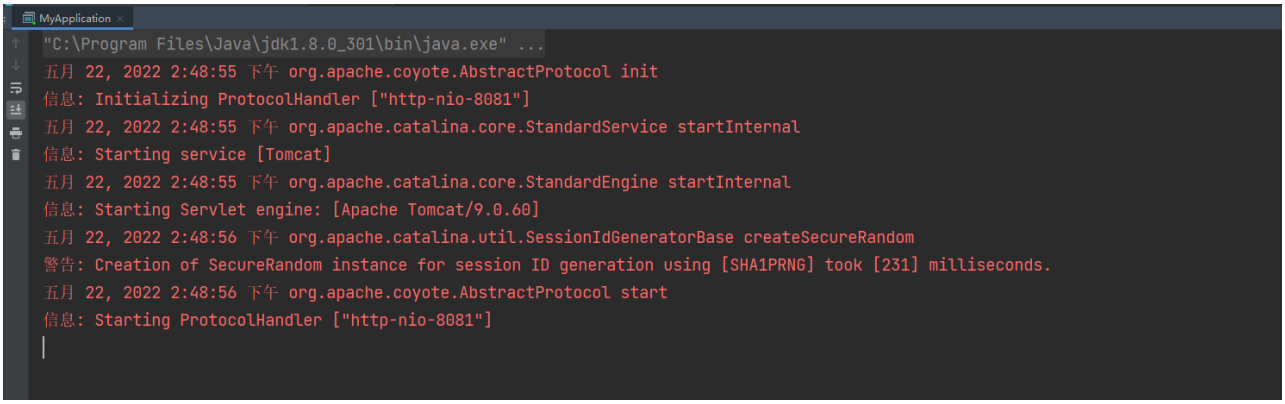
而且在构造DispatcherServlet对象时，传入了一个ApplicationContext对象，也就是一个Spring容器，就是我们前文说的，DispatcherServlet对象和一个Spring容器进行绑定。

接下来，我们只需要在run方法中，调用startTomcat即可：

```
1  public static void run(Class clazz){
2      AnnotationConfigWebApplicationContext applicationContext = new
    AnnotationConfigWebApplicationContext();
3          applicationContext.register(clazz);
4          applicationContext.refresh();
5
6      startTomcat(applicationContext);
7
8  }
```

实际上代码写到这，一个极度精简版的SpringBoot就写出来了，比如现在运行MyApplication，就能正常的启动项目，并能接收请求。

启动能看到Tomcat的启动日志：



然后在浏览器上访问：http://localhost:8081/test

也能正常的看到结果：

此时，你可以继续去写其他的Controller和Service了，照样能正常访问到，而我们的业务代码中仍然只用到了ZhouyuSpringApplication类和@ZhouyuSpringBootApplication注解。

实现Tomcat和Jetty的切换

虽然我们前面已经实现了一个比较简单的SpringBoot，不过我们可以继续来扩充它的功能，比如现在我有这么一个需求，这个需求就是我现在不想使用Tomcat了，而是想要用Jetty，那该怎么办？

我们前面代码中默认启动的是Tomcat，那我现在想改成这样子：

1. 如果项目中有Tomcat的依赖，那就启动Tomcat
2. 如果项目中有Jetty的依赖就启动Jetty
3. 如果两者都没有则报错

4. 如果两者都有也报错

这个逻辑希望SpringBoot自动帮我实现，对于程序员用户而言，只要在Pom文件中添加相关依赖就可以了，想用Tomcat就加Tomcat依赖，想用Jetty就加Jetty依赖。

那SpringBoot该如何实现呢?

我们知道，不管是Tomcat还是Jetty，它们都是应用服务器，或者是Servlet容器，所以我们可以定义接口来表示它们，这个接口叫做WebServer（别问我为什么叫这个，因为真正的SpringBoot源码中也叫这个）。

并且在这个接口中定义一个start方法:

```
public interface WebServer {

    public void start();

}
```

有了WebServer接口之后，就针对Tomcat和Jetty提供两个实现类:

```
public class TomcatWebServer implements WebServer{

    @Override
    public void start() {
        System.out.println("启动Jetty");
    }
}
```

```
public class JettyWebServer implements WebServer{

    @Override
    public void start() {
       System.out.println("启动Tomcat");
```

```
    }
}
```

而在ZhouyuSpringApplication中的run方法中，我们就要去获取对应的WebServer，然后启动对应的webServer，代码为：

```
public static void run(Class clazz){
 AnnotationConfigWebApplicationContext applicationContext = new AnnotationConfigWebApplicationContext();
        applicationContext.register(clazz);
        applicationContext.refresh();

 WebServer webServer = getWebServer(applicationContext);
        webServer.start();

}

public static WebServer getWebServer(ApplicationContext applicationContext){
 return null;
}
```

这样，我们就只需要在getWebServer方法中去判断到底该返回TomcatWebServer还是JettyWebServer。

前面提到过，我们希望根据项目中的依赖情况，来决定到底用哪个WebServer，我就直接用SpringBoot中的源码实现方式来模拟了。

模拟实现条件注解

图灵课堂：周瑜

首先我们得实现一个条件注解@ZhouyuConditionalOnClass，对应代码如下：

```
@Target({ ElementType.TYPE, ElementType.METHOD })
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Conditional(ZhouyuOnClassCondition.class)
```

```
public @interface ZhouyuConditionalOnClass {
    String value() default "";
}
```

注意核心为@Conditional(ZhouyuOnClassCondition.class)中的ZhouyuOnClassCondition，因为它才是真正得条件逻辑:

```
public class ZhouyuOnClassCondition implements Condition {

    @Override
    public boolean matches(ConditionContext context, AnnotatedTypeMetadata metadata) {
        Map<String, Object> annotationAttributes =
metadata.getAnnotationAttributes(ZhouyuConditionalOnClass.class.getName());

        String className = (String) annotationAttributes.get("value");

        try {
            context.getClassLoader().loadClass(className);
            return true;
        } catch (ClassNotFoundException e) {
            return false;
        }
    }
}
```

具体逻辑为，拿到@ZhouyuConditionalOnClass中的value属性，然后用类加载器进行加载，如果加载到了所指定的这个类，那就表示符合条件，如果加载不到，则表示不符合条件。

模拟实现自动配置类

有了条件注解，我们就可以来使用它了，那如何实现呢?

这里就要用到自动配置类的概念，我们先看代码:

```
@Configuration
```

```
public class WebServiceAutoConfiguration {

    @Bean
    @ZhouyuConditionalOnClass("org.apache.catalina.startup.Tomcat")
    public TomcatWebServer tomcatWebServer(){
        return new TomcatWebServer();
    }

    @Bean
    @ZhouyuConditionalOnClass("org.eclipse.jetty.server.Server")
    public JettyWebServer jettyWebServer(){
        return new JettyWebServer();
    }
}
```

这个代码还是比较简单的，通过一个WebServiceAutoConfiguration的Spring配置类，在里面定义了两个Bean，一个TomcatWebServer，一个JettyWebServer，不过这两个要生效的前提是符合当前所指定的条件，比如：

1. 只有存在"org.apache.catalina.startup.Tomcat"类，那么才有TomcatWebServer这个Bean
2. 只有存在"org.eclipse.jetty.server.Server"类，那么才有TomcatWebServer这个Bean

并且我们只需要在ZhouyuSpringApplication中getWebServer方法，如此实现：

```
public static WebServer getWebServer(ApplicationContext applicationContext){
 // key为beanName, value为Bean对象
        Map<String, WebServer> webServers =
applicationContext.getBeansOfType(WebServer.class);

 if (webServers.isEmpty()) {
                throw new NullPointerException();
 }
 if (webServers.size() > 1) {
                throw new IllegalStateException();
 }

 // 返回唯一的一个
 return webServers.values().stream().findFirst().get();
}
```

这样整体SpringBoot启动逻辑就是这样的：

1. 创建一个AnnotationConfigWebApplicationContext容器
2. 解析MyApplication类，然后进行扫描
3. 通过getWebServer方法从Spring容器中获取WebServer类型的Bean
4. 调用WebServer对象的start方法

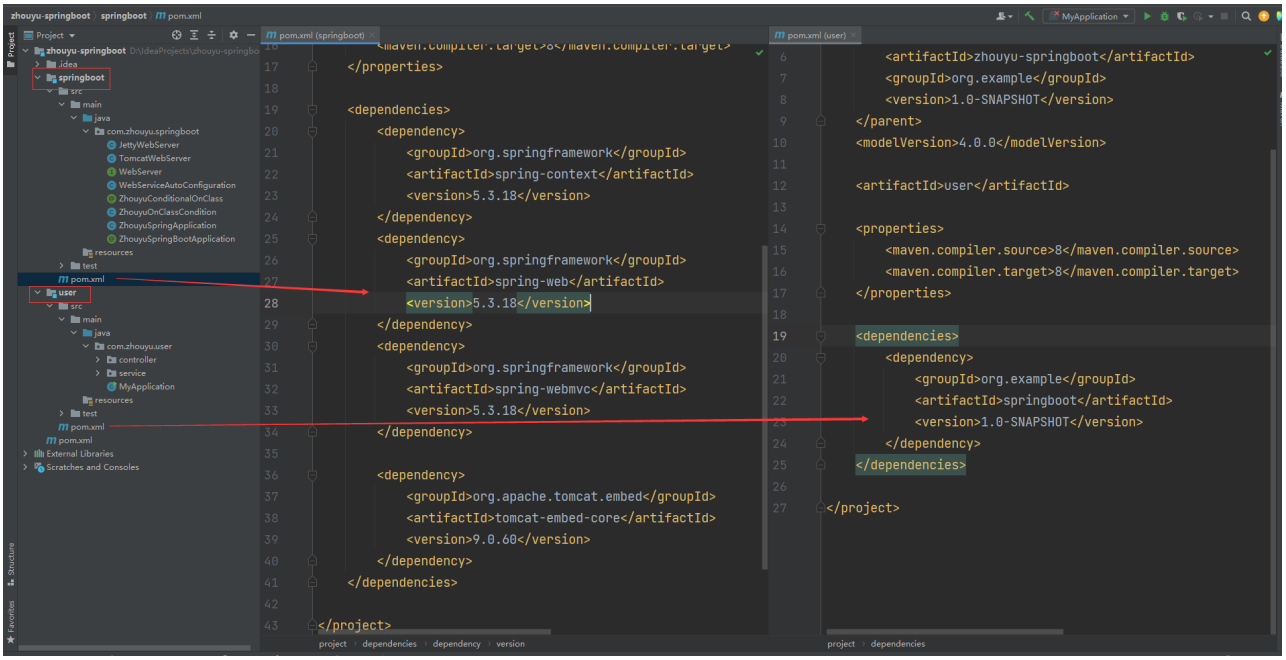
有了以上步骤，我们还差了一个关键步骤，就是Spring要能解析到WebServiceAutoConfiguration这个自动配置类，因为不管这个类里写了什么代码，Spring不去解析它，那都是没用的，此时我们需要SpringBoot在run方法中，能找到WebServiceAutoConfiguration这个配置类并添加到Spring容器中。

MyApplication是Spring的一个配置类，但是MyApplication是我们传递给SpringBoot，从而添加到Spring容器中去的，而WebServiceAutoConfiguration就需要SpringBoot去自动发现，而不需要程序员做任何配置才能把它添加到Spring容器中去，而且要注意的是，Spring容器扫描也是扫描不到WebServiceAutoConfiguration这个类的，因为我们的扫描路径是"com.zhouyu.user"，而WebServiceAutoConfiguration所在的包路径为"com.zhouyu.springboot"。

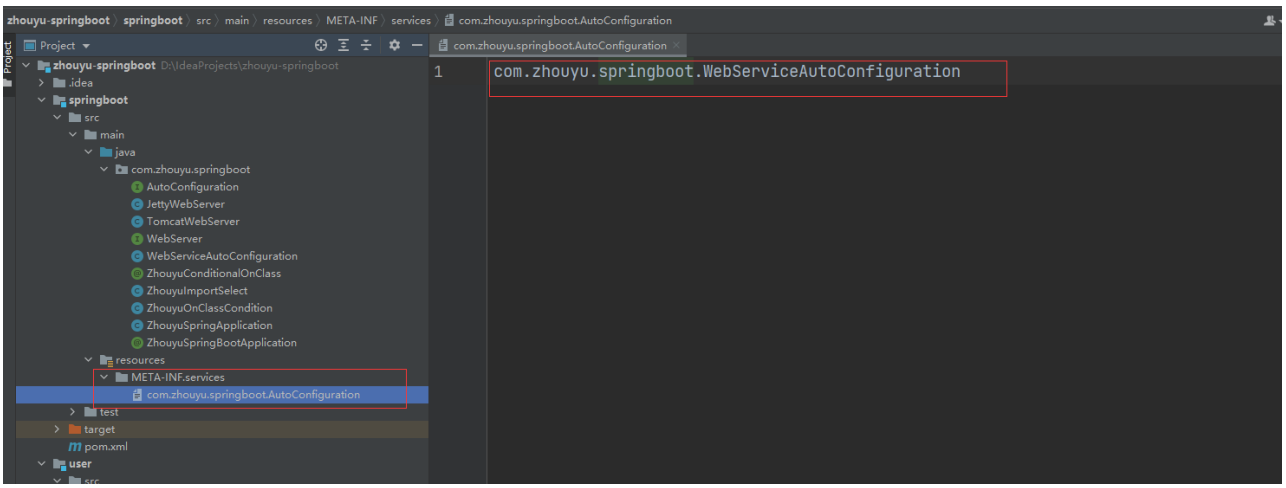
那SpringBoot中是如何实现的呢？通过SPI，当然SpringBoot中自己实现了一套SPI机制，也就是我们熟知的spring.factories文件，那么我们模拟就不搞复杂了，就直接用JDK自带的SPI机制。

发现自动配置类

为了实现这个功能，以及为了最后的效果演示，我们需要把springboot源码和业务代码源码拆分两个maven模块，也就相当于两个项目，最后的源码结构为：



现在我们只需要在springboot项目中的resources目录下添加如下目录（META-INF/services）和文件：



SPI的配置就完成了，相当于通过com.zhouyu.springboot.AutoConfiguration文件配置了springboot中所提供的配置类。

并且提供一个接口：

```
public interface AutoConfiguration {
}
```

并且WebServiceAutoConfiguration实现该接口：

```
@Configuration
public class WebServiceAutoConfiguration implements AutoConfiguration {

    @Bean
    @ZhouyuConditionalOnClass("org.apache.catalina.startup.Tomcat")
    public TomcatWebServer tomcatWebServer(){
        return new TomcatWebServer();
    }

    @Bean
    @ZhouyuConditionalOnClass("org.eclipse.jetty.server.Server")
    public JettyWebServer jettyWebServer(){
        return new JettyWebServer();
    }
}
```

然后我们再利用spring中的@Import技术来导入这些配置类，我们在@ZhouyuSpringBootApplication的定义上增加如下代码:

```
@Target(ElementType.TYPE)
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Configuration
@ComponentScan
@Import(ZhouyuImportSelect.class)
public @interface ZhouyuSpringBootApplication {
}
```

ZhouyuImportSelect类为:

```
public class ZhouyuImportSelect implements DeferredImportSelector {
    @Override
    public String[] selectImports(AnnotationMetadata importingClassMetadata) {
        ServiceLoader<AutoConfiguration> serviceLoader =
ServiceLoader.load(AutoConfiguration.class);

        List<String> list = new ArrayList<>();
        for (AutoConfiguration autoConfiguration : serviceLoader) {
```

```
            list.add(autoConfiguration.getClass().getName());
        }

        return list.toArray(new String[0]);
    }
}
```

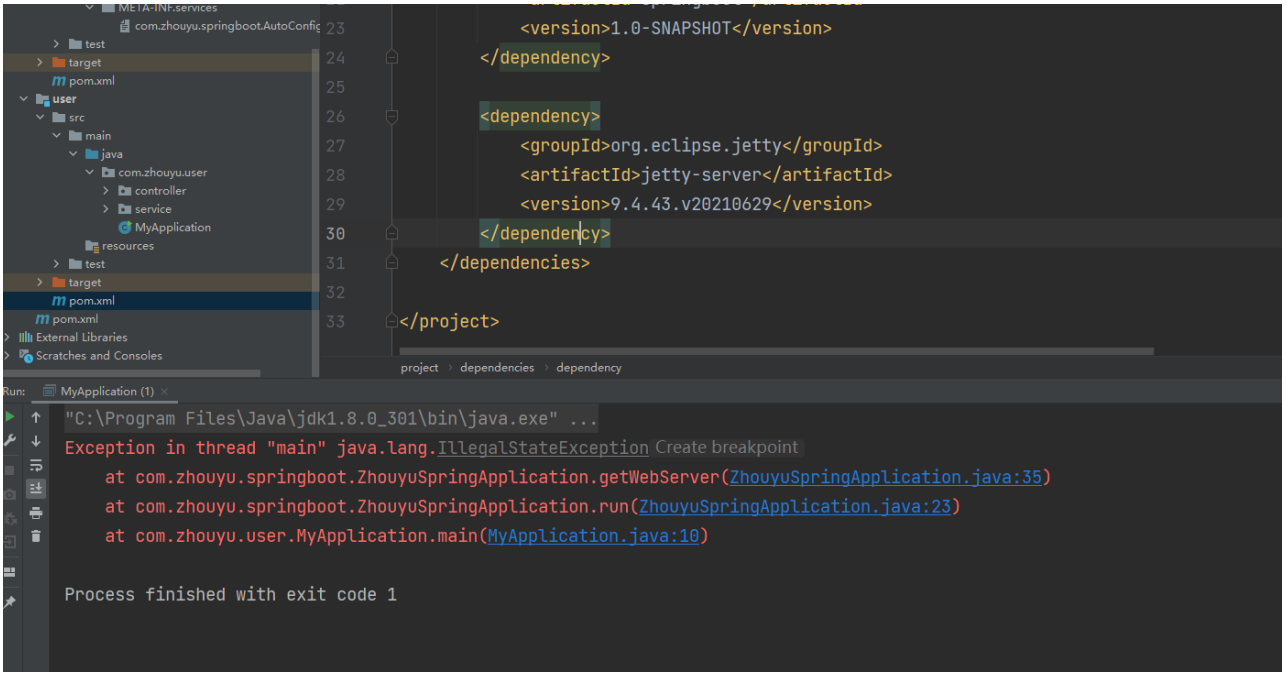
这就完成了从com.zhouyu.springboot.AutoConfiguration文件中获取自动配置类的名字，并导入到Spring容器中，从而Spring容器就知道了这些配置类的存在，而对于user项目而言，是不需要修改代码的。

此时运行MyApplication，就能看到启动了Tomcat：

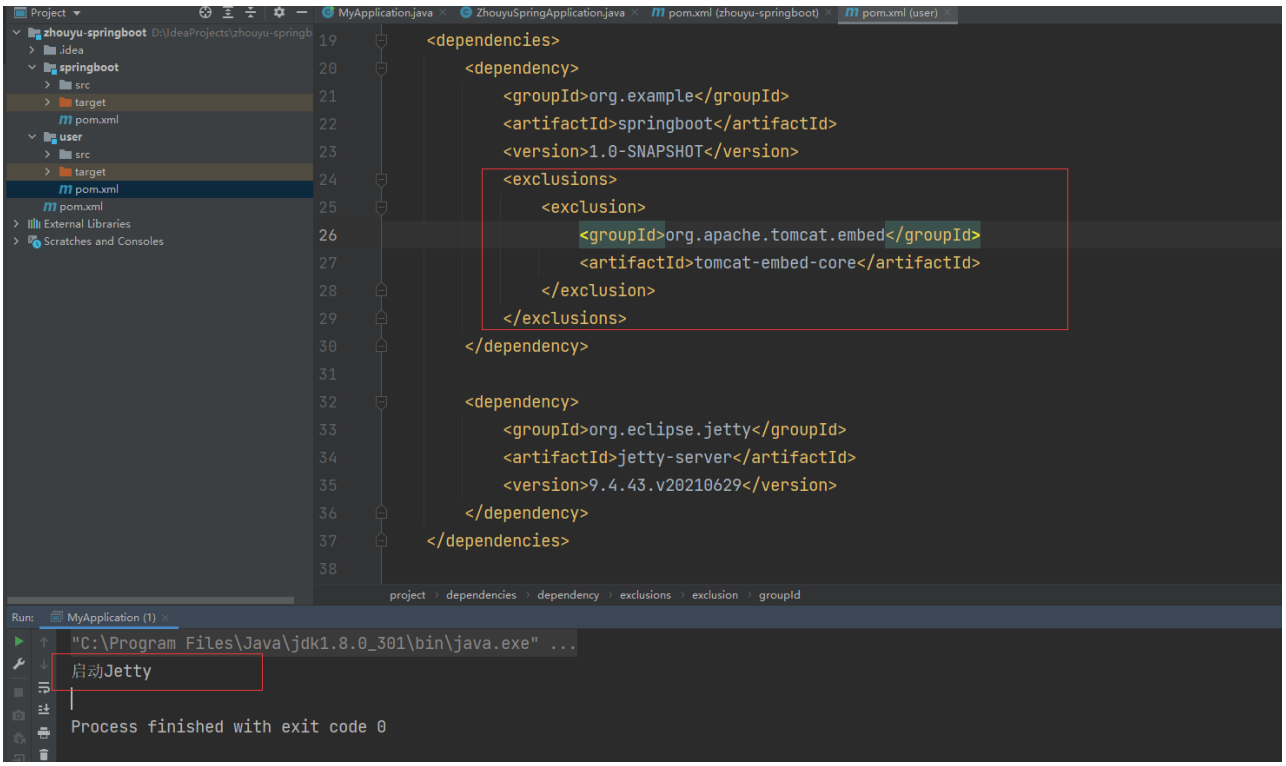
因为SpringBoot默认在依赖中添加了Tomcat依赖，而如果在User模块中再添加jetty的依赖：

```
<dependencies>
 <dependency>
                <groupId>org.example</groupId>
                <artifactId>springboot</artifactId>
                <version>1.0-SNAPSHOT</version>
 </dependency>

 <dependency>
                <groupId>org.eclipse.jetty</groupId>
                <artifactId>jetty-server</artifactId>
                <version>9.4.43.v20210629</version>
 </dependency>
</dependencies>
```

那么启动MyApplication就会报错：



只有先排除到Tomcat的依赖，再添加Jetty的依赖才能启动Jetty：



注意：由于没有了Tomcat的依赖，记得把最开始写的startTomcat方法给注释掉，并删除掉相关依赖。

总结

到此，我们实现了一个简单版本的SpringBoot，因为SpringBoot首先是基于Spring的，而且提供的功能也更加强大，随着后续内容的展开，相信大家会对本文中的各个功能会有更加深刻的理解，也希望大家都自己去实现一边，完整的代码地址：https://gitee.com/archguide/zhouyu-springboot