SpringBoot 是如何通过jar包启动的

得益于SpringBoot的封装，我们可以只通过jar -jar一行命令便启动一个web项目。再也不用操心搭建tomcat等相关web容器。那么，你是否探究过SpringBoot是如何达到这一操作的呢？只有了解了底层实现原理，才能更好的掌握该项技术带来的好处以及性能调优。本篇文章带大家聊一探究竟。

java -jar做了什么

先要弄清楚java -jar命令做了什么，在oracle官网找到了该命令的描述：

> If the -jar option is specified, its argument is the name of the JAR file containing class and resource files for the application. The startup class must be indicated by the Main-Class manifest header in its source code.

再次秀出我蹩脚的英文翻译：

使用-jar参数时，后面的参数是的jar文件名(本例中是springbootstarterdemo-0.0.1-SNAPSHOT.jar)；
该jar文件中包含的是class和资源文件；
在manifest文件中有Main-Class的定义；
Main-Class的源码中指定了整个应用的启动类；(in its source code)

小结一下：
java -jar会去找jar中的manifest文件，在那里面找到真正的启动类；

疑惑出现

在MANIFEST.MF文件中有这么一行内容：

```
Start-Class: com.tulingxueyuan.Application
```

前面的java官方文档中，只提到过Main-Class ，并没有提到Start-Class；
Start-Class的值是com.tulingxueyuan.Application，这是我们的java代码中的唯一类，也只真正的应用启动类；
所以问题就来了：理论上看，执行java -jar命令时JarLauncher类会被执行，但实际上是com.tulingxueyuan.Application被执行了，这其中发生了什么呢？为什么要这么做呢？

- Java没有提供任何标准的方式来加载嵌套的jar文件（即，它们本身包含在jar中的jar文件）。

Jar包的打包插件及核心方法

Spring Boot项目的pom.xml文件中默认使用如下插件进行打包：

```
<build>
 <plugins>
```

```
  <plugin>
  <groupId>org.springframework.boot</groupId>
  <artifactId>spring-boot-maven-plugin</artifactId>
  </plugin>
  </plugins>
</build>
```

执行maven clean package之后，会生成两个文件：

```
spring-learn-0.0.1-SNAPSHOT.jar
spring-learn-0.0.1-SNAPSHOT.jar.original
```

spring-boot-maven-plugin项目存在于spring-boot-tools目录中。spring-boot-maven-plugin默认有5个goals：repackage、run、start、stop、build-info。在打包的时候默认使用的是repackage。

spring-boot-maven-plugin的repackage能够将mvn package生成的软件包，再次打包为可执行的软件包，并将mvn package生成的软件包重命名为*.original。

spring-boot-maven-plugin的repackage在代码层面调用了RepackageMojo的execute方法，而在该方法中又调用了repackage方法。repackage方法代码及操作解析如下：

```
private void repackage() throws MojoExecutionException {
 // maven生成的jar，最终的命名将加上.original后缀
 Artifact source = getSourceArtifact();
 // 最终为可执行jar，即fat jar
 File target = getTargetFile();
 // 获取重新打包器，将maven生成的jar重新打包成可执行jar
 Repackager repackager = getRepackager(source.getFile());
 // 查找并过滤项目运行时依赖的jar
 Set<Artifact> artifacts = filterDependencies(this.project.getArtifacts(),
  getFilters(getAdditionalFilters()));
  // 将artifacts转换成libraries
  Libraries libraries = new ArtifactsLibraries(artifacts, this.requiresUnpack,
  getLog());
  try {
  // 获得Spring Boot启动脚本
  LaunchScript launchScript = getLaunchScript();
  // 执行重新打包，生成fat jar
  repackager.repackage(target, libraries, launchScript);
  }catch (IOException ex) {
  throw new MojoExecutionException(ex.getMessage(), ex);
  }
  // 将maven生成的jar更新成.original文件
  updateArtifact(source, target, repackager.getBackupFile());
}
```

执行以上命令之后，便生成了打包结果对应的两个文件。下面针对文件的内容和结构进行一探究竟。

jar包目录结构

首先来看看jar的目录结构，都包含哪些目录和文件，解压jar包可以看到如下结构：

```
spring-boot-learn-0.0.1-SNAPSHOT
├── META-INF
│   └── MANIFEST.MF
├── BOOT-INF
│   ├── classes
│   │   └── 应用程序类
│   └── lib
│   └── 第三方依赖jar
└── org
    └── springframework
    └── boot
```

```
└── loader
└── springboot启动程序
```

META-INF内容

在上述目录结构中，META-INF记录了相关jar包的基础信息，包括入口程序等。

```
Manifest-Version: 1.0
Implementation-Title: spring-learn
Implementation-Version: 0.0.1-SNAPSHOT
Start-Class: com.tulingxueyuan.Application
Spring-Boot-Classes: BOOT-INF/classes/
Spring-Boot-Lib: BOOT-INF/lib/
Build-Jdk-Spec: 1.8
Spring-Boot-Version: 2.1.5.RELEASE
Created-By: Maven Archiver 3.4.0
Main-Class: org.springframework.boot.loader.JarLauncher
```

可以看到有Main-Class是org.springframework.boot.loader.JarLauncher，这个是jar启动的Main函数。

还有一个Start-Class是com.tulingxueyuan.Application，这个是我们应用自己的Main函数。

Archive的概念

在继续了解底层概念和原理之前，我们先来了解一下Archive的概念：

- archive即归档文件，这个概念在linux下比较常见。
- 通常就是一个tar/zip格式的压缩包。
- jar是zip格式。

SpringBoot抽象了Archive的概念，一个Archive可以是jar（JarFileArchive），可以是一个文件目录（ExplodedArchive），可以抽象为统一访问资源的逻辑层。关于Spring Boot中Archive的源码如下：

```
public interface Archive extends Iterable<Archive.Entry> {
 // 获取该归档的url
 URL getUrl() throws MalformedURLException;
 // 获取jar!/META-INF/MANIFEST.MF或[ArchiveDir]/META-INF/MANIFEST.MF
 Manifest getManifest() throws IOException;
 // 获取jar!/BOOT-INF/lib/*.jar或[ArchiveDir]/BOOT-INF/lib/*.jar
 List<Archive> getNestedArchives(EntryFilter filter) throws IOException;
}
```

SpringBoot定义了一个接口用于描述资源，也就是org.springframework.boot.loader.archive.Archive。该接口有两个实现，分别是org.springframework.boot.loader.archive.ExplodedArchive和org.springframework.boot.loader.archive.JarFileArchive。前者用于在文件夹目录下寻找资源，后者用于在jar包环境下寻找资源。而在SpringBoot打包的fatJar中，则是使用后者。

JarFile：对jar包的封装，每个JarFileArchive都会对应一个JarFile。JarFile被构造的时候会解析内部结构，去获取jar包里的各个文件或文件夹，这些文件或文件夹会被封装到Entry中，也存储在JarFileArchive中。如果Entry是个jar，会解析成JarFileArchive。

比如一个JarFileArchive对应的URL为：

```
jar:file:/Users/format/Develop/gitrepository/springboot-analysis/springboot-executable-jar/target/executable-jar-1.0-SNAPSHOT.jar!/
```

它对应的JarFile为：

```
/Users/format/Develop/gitrepository/springboot-analysis/springboot-executable-jar/target/executable-jar-1.0-SNAPSHOT.jar
```

这个JarFile有很多Entry，比如：

```
META-INF/
META-INF/MANIFEST.MF
spring/
spring/study/
....
spring/study/executablejar/ExecutableJarApplication.class
```

```
lib/spring-boot-starter-1.3.5.RELEASE.jar
lib/spring-boot-1.3.5.RELEASE.jar
...
```

JarFileArchive内部的一些依赖jar对应的URL(SpringBoot使用org.springframework.boot.loader.jar.Handler处理器来处理这些URL)：

```
jar:file:/Users/Format/Develop/gitrepository/springboot-analysis/springboot-executable-jar/target/executable-jar-1.0-SNAPSHOT.jar!/lib/spring-boot-starter-web-1.3.5.RELEASE.jar!/
```

```
jar:file:/Users/Format/Develop/gitrepository/springboot-analysis/springboot-executable-jar/target/executable-jar-1.0-SNAPSHOT.jar!/lib/spring-boot-loader-1.3.5.RELEASE.jar!/org/springframework/boot/loader/JarLauncher.class
```

我们看到如果有jar包中包含jar，或者jar包中包含jar包里面的class文件，那么会使用 !/ 分隔开，这种方式只有org.springframework.boot.loader.jar.Handler能处理，它是SpringBoot内部扩展出来的一种URL协议。

JarLauncher

从MANIFEST.MF可以看到Main函数是JarLauncher，下面来分析它的工作流程。JarLauncher类的继承结构是：

```
class JarLauncher extends ExecutableArchiveLauncher
class ExecutableArchiveLauncher extends Launcher
```

> Launcher for JAR based archives. This launcher assumes that dependency jars are included inside a /BOOT-INF/lib directory and that application classes are included inside a /BOOT-INF/classes directory.

按照定义，JarLauncher可以加载内部/BOOT-INF/lib下的jar及/BOOT-INF/classes下的应用class，其实JarLauncher实现很简单：

```
public class JarLauncher extends ExecutableArchiveLauncher {
 public JarLauncher() {}
 public static void main(String[] args) throws Exception {
 new JarLauncher().launch(args);
 }
}
```

其主入口新建了JarLauncher并调用父类Launcher中的launch方法启动程序。在创建JarLauncher时，父类ExecutableArchiveLauncher找到自己所在的jar，并创建archive。

JarLauncher继承于org.springframework.boot.loader.ExecutableArchiveLauncher。该类的无参构造方法最主要的功能就是构建了当前main方法所在的FatJar的JarFileArchive对象。下面来看launch方法。该方法主要是做了2个事情：

（1）以FatJar为file作为入参，构造JarFileArchive对象。获取其中所有的资源目标，取得其Url，将这些URL作为参数，构建了一个URLClassLoader。

（2）以第一步构建的ClassLoader加载MANIFEST.MF文件中Start-Class指向的业务类，并且执行静态方法main。进而启动整个程序。

```
public abstract class ExecutableArchiveLauncher extends Launcher {
 private final Archive archive;
 public ExecutableArchiveLauncher() {
 try {
 // 找到自己所在的jar，并创建Archive
 this.archive = createArchive();
 }
 catch (Exception ex) {
 throw new IllegalStateException(ex);
 }
 }
}


public abstract class Launcher {
 protected final Archive createArchive() throws Exception {
```

```
17  ProtectionDomain protectionDomain = getClass().getProtectionDomain();
18  CodeSource codeSource = protectionDomain.getCodeSource();
19  URI location = (codeSource == null ? null : codeSource.getLocation().toURI());
20  String path = (location == null ? null : location.getSchemeSpecificPart());
21  if (path == null) {
22  throw new IllegalStateException("Unable to determine code source archive");
23  }
24  File root = new File(path);
25  if (!root.exists()) {
26  throw new IllegalStateException(
27  "Unable to determine code source archive from " + root);
28  }
29  return (root.isDirectory() ? new ExplodedArchive(root)
30  : new JarFileArchive(root));
31  }
32 }
```

在Launcher的launch方法中，通过以上archive的getNestedArchives方法找到/BOOT-INF/lib下所有jar及/BOOT-INF/classes目录所对应的archive，通过这些archives的url生成LaunchedURLClassLoader，并将其设置为线程上下文类加载器，启动应用。

至此，才执行我们应用程序主入口类的main方法，所有应用程序类文件均可通过/BOOT-INF/classes加载，所有依赖的第三方jar均可通过/BOOT-INF/lib加载。

URLStreamHandler

java中描述资源常使用URL。而URL有一个方法用于打开链接java.net.URL#openConnection()。由于URL用于表达各种各样的资源，打开资源的具体动作由java.net.URLStreamHandler这个类的子类来完成。根据不同的协议，会有不同的handler实现。而JDK内置了相当多的handler实现用于应对不同的协议。比如jar、file、http等等。URL内部有一个静态HashTable属性，用于保存已经被发现的协议和handler实例的映射。

获得URLStreamHandler有三种方法：

（1）实现URLStreamHandlerFactory接口，通过方法URL.setURLStreamHandlerFactory设置。该属性是一个静态属性，且只能被设置一次。

（2）直接提供URLStreamHandler的子类，作为URL的构造方法的入参之一。但是在JVM中有固定的规范要求：

子类的类名必须是Handler，同时最后一级的包名必须是协议的名称。比如自定义了Http的协议实现，则类名必然为xx.http.Handler；

JVM启动的时候，需要设置java.protocol.handler.pkgs系统属性，如果有多个实现类，那么中间用|隔开。因为JVM在尝试寻找Handler时，会从这个属性中获取包名前缀，最终使用包名前缀.协议名.Handler，使用Class.forName方法尝试初始化类，如果初始化成功，则会使用该类的实现作为协议实现。

为了实现这个目标，SpringBoot首先从支持jar in jar中内容读取做了定制，也就是支持多个!/分隔符的url路径。SpringBoot定制了以下两个方面：

（1）实现了一个java.net.URLStreamHandler的子类org.springframework.boot.loader.jar.Handler。该Handler支持识别多个!/分隔符，并且正确的打开URLConnection。打开的Connection是SpringBoot定制的org.springframework.boot.loader.jar.JarURLConnection实现。

（2）实现了一个java.net.JarURLConnection的子类org.springframework.boot.loader.jar.JarURLConnection。该链接支持多个!/分隔符，并且自己实现了在这种情况下获取InputStream的方法。而为了能够在org.springframework.boot.loader.jar.JarURLConnection正确获取输入流，SpringBoot自定义了一套读取ZipFile的工具类和方法。这部分和ZIP压缩算法规范紧密相连，就不拓展了。

Spring Boot的Jar应用启动流程总结

总结一下Spring Boot应用的启动流程：

（1）Spring Boot应用打包之后，生成一个Fat jar，包含了应用依赖的jar包和Spring Boot loader相关的类。

（2）Fat jar的启动Main函数是JarLauncher，它负责创建一个LaunchedURLClassLoader来加载/lib下面的jar，并以一个新线程启动应用的Main函数。

那么，ClassLoader是如何读取到Resource，它又需要哪些能力？查找资源和读取资源的能力。对应的API：

```
public URL findResource(String name)
public InputStream getResourceAsStream(String name)
```

SpringBoot构造LaunchedURLClassLoader时，传递了一个URL[]数组。数组里是lib目录下面的jar的URL。

对于一个URL，JDK或者ClassLoader如何知道怎么读取到里面的内容的？流程如下：

- LaunchedURLClassLoader.loadClass
- URL.getContent()
- URL.openConnection()
- Handler.openConnection(URL)

最终调用的是JarURLConnection的getInputStream()函数。

```
//org.springframework.boot.loader.jar.JarURLConnection
 @Override
public InputStream getInputStream() throws IOException {
 connect();
 if (this.jarEntryName.isEmpty()) {
 throw new IOException("no entry name specified");
 }
 return this.jarEntryData.getInputStream();
 }
```

从一个URL，到最终读取到URL里的内容，整个过程是比较复杂的，总结下：

- Spring boot注册了一个Handler来处理”jar:”这种协议的URL。
- Spring boot扩展了JarFile和JarURLConnection，内部处理jar in jar的情况。
- 在处理多重jar in jar的URL时，Spring Boot会循环处理，并缓存已经加载到的JarFile。
- 对于多重jar in jar，实际上是解压到了临时目录来处理，可以参考JarFileArchive里的代码。
- 在获取URL的InputStream时，最终获取到的是JarFile里的JarEntryData。

细节很多，上面只列出比较重要的步骤。最后，URLClassLoader是如何getResource的呢？URLClassLoader在构造时，有URL[]数组参数，它内部会用这个数组来构造一个URLClassPath:

URLClassPath ucp = new URLClassPath(urls);

在URLClassPath内部会为这些URLS都构造一个Loader，然后在getResource时，会从这些Loader里一个个去尝试获取。如果获取成功的话，就像下面那样包装为一个Resource。

```
Resource getResource(final String name, boolean check) {
 final URL url;
 try {
 url = new URL(base, ParseUtil.encodePath(name, false));
 } catch (MalformedURLException e) {
 throw new IllegalArgumentException("name");
 }
 final URLConnection uc;
 try {
 if (check) {
 URLClassPath.check(url);
 }
 uc = url.openConnection();
 InputStream in = uc.getInputStream();
 if (uc instanceof JarURLConnection) {
 /* Need to remember the jar file so it can be closed
 * in a hurry.
 */
 JarURLConnection juc = (JarURLConnection)uc;
 jarfile = JarLoader.checkJar(juc.getJarFile());
 }
```

```
 } catch (Exception e) {
 return null;
 }
 return new Resource() {
 public String getName() { return name; }
 public URL getURL() { return url; }
 public URL getCodeSourceURL() { return base; }
 public InputStream getInputStream() throws IOException {
 return uc.getInputStream();
 }
 public int getContentLength() throws IOException {
 return uc.getContentLength();
 }
 };
}
 JarURLConnection juc = (JarURLConnection)uc;

```

从代码里可以看到，实际上是调用了url.openConnection()。这样完整的链条就可以连接起来了。

在IDE/开放目录启动Spring boot应用

在上面只提到在一个fat jar里启动SpringBoot应用的过程，那么IDE里Spring boot是如何启动的呢?
在IDE里，直接运行的Main函数是应用的Main函数:

```
@SpringBootApplication
public class SpringBootDemoApplication {

 public static void main(String[] args) {
 SpringApplication.run(SpringBootDemoApplication.class, args);
 }
}
```

其实在IDE里启动SpringBoot应用是最简单的一种情况，因为依赖的Jar都让IDE放到classpath里了，所以Spring boot直接启动就完事了。
还有一种情况是在一个开放目录下启动SpringBoot启动。所谓的开放目录就是把fat jar解压，然后直接启动应用。
这时，Spring boot会判断当前是否在一个目录里，如果是的，则构造一个ExplodedArchive（前面在jar里时是JarFileArchive），后面的启动流程类似fat jar的。

总结

JarLauncher通过加载BOOT-INF/classes目录及BOOT-INF/lib目录下jar文件，实现了fat jar的启动。
SpringBoot通过扩展JarFile、JarURLConnection及URLStreamHandler，实现了jar in jar中资源的加载。
SpringBoot通过扩展URLClassLoader–LauncherURLClassLoader，实现了jar in jar中class文件的加载。
WarLauncher通过加载WEB-INF/classes目录及WEB-INF/lib和WEB-INF/lib-provided目录下的jar文件，实现了war文件的直接启动及web容器中的启动。

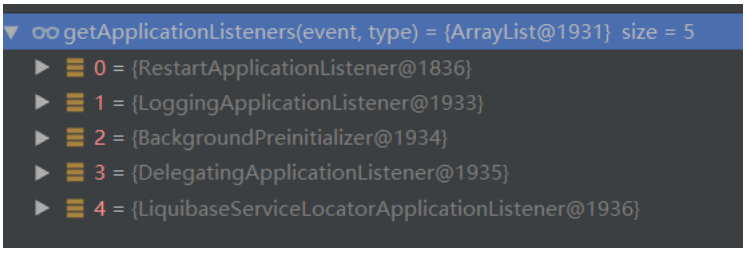
SpringBoot是如何启动Spring容器源码：

SpringBoot 事假监听器发布顺序：

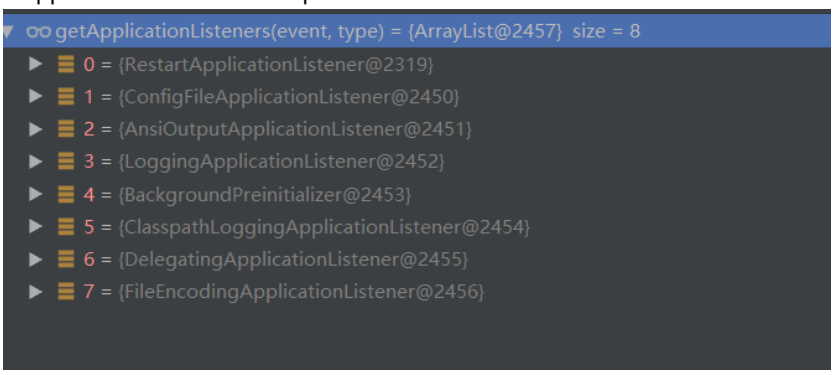
```
1.ApplicationStartingEvent在运行开始时发送，但在进行任何处理之前（侦听器和初始化程序的注册除外）发送。
2.在创建上下文之前，将发送ApplicationEnvironmentPreparedEvent。
3.准备ApplicationContext并调用ApplicationContextInitializers之后，将发送ApplicationContextInitializedEve
nt。
4.读取完配置类后发送ApplicationPreparedEvent。
```

```
5.在刷新上下文之后但在调用任何应用程序和命令行运行程序之前，将发送ApplicationStartedEvent。
6.紧随其后发送带有LivenessState.CORRECT的AvailabilityChangeEvent，以指示该应用程序被视为处于活动状态。
7.在调用任何应用程序和命令行运行程序之后，将发送ApplicationReadyEvent。
8.紧随其后发送ReadabilityState.ACCEPTING_TRAFFIC的AvailabilityChangeEvent，以指示应用程序已准备就绪，可以处理请求。
如果启动时发生异常，则发送ApplicationFailedEvent。
```

1.ApplicationStartingEvent



2.ApplicationEnvironmentPreparedEvent



1 调用SpringApplication.run启动springboot应用

```
SpringApplication.run(Application.class, args);
```

2. 使用自定义SpringApplication进行启动

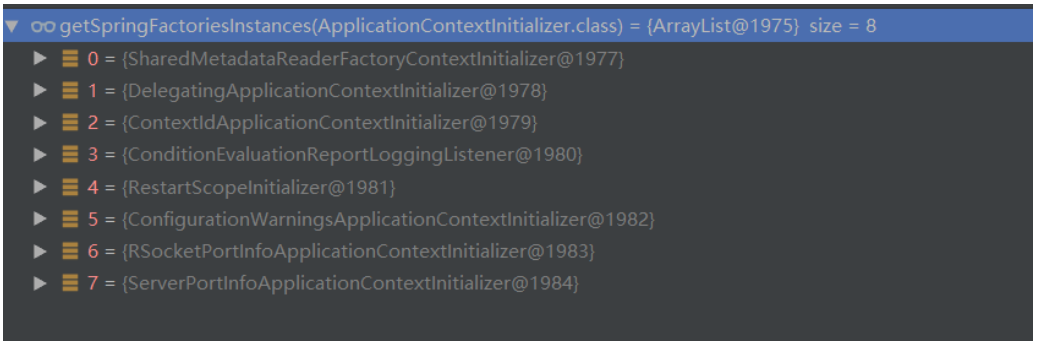
```
public static ConfigurableApplicationContext run(Class<?>[] primarySources, String[] args) {
 return new SpringApplication(primarySources).run(args);
}
```

1. 创建SpringApplication

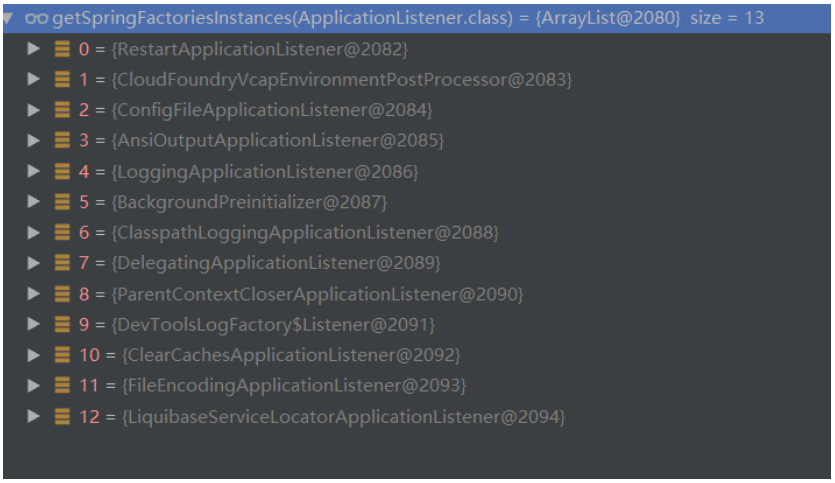
- new SpringApplication(primarySources)

```
public SpringApplication(ResourceLoader resourceLoader, Class<?>... primarySources) {
 this.resourceLoader = resourceLoader;
 Assert.notNull(primarySources, "PrimarySources must not be null");
 // 将启动类放入primarySources
 this.primarySources = new LinkedHashSet<>(Arrays.asList(primarySources));
 // 根据classpath 下的类，推算当前web应用类型(webFlux, servlet)
 this.webApplicationType = WebApplicationType.deduceFromClasspath();
 // 就是去spring.factories 中去获取所有key:org.springframework.context.ApplicationContextInitializer
 setInitializers((Collection) getSpringFactoriesInstances(ApplicationContextInitializer.class));
 //就是去spring.factories 中去获取所有key: org.springframework.context.ApplicationListener
 setListeners((Collection) getSpringFactoriesInstances(ApplicationListener.class));
 // 根据main方法推算出mainApplicationClass
 this.mainApplicationClass = deduceMainApplicationClass();
}
```

- org.springframework.context.ApplicationContextInitializer



- org.springframework.context.ApplicationListener



总结：

1. 获取启动类

2.获取web应用类型

3.读取了对外扩展的ApplicationContextInitializer ,ApplicationListener

4. 根据main推算出所在的类

就是去初始化了一些信息

2. 启动

- run
  - 启动springboot最核心的逻辑

```
public ConfigurableApplicationContext run(String... args) {
 // 用来记录当前springboot启动耗时
 StopWatch stopWatch = new StopWatch();
 // 就是记录了启动开始时间
 stopWatch.start();
 // 它是任何spring上下文的接口， 所以可以接收任何ApplicationContext实现
 ConfigurableApplicationContext context = null;
 Collection<SpringBootExceptionReporter> exceptionReporters = new ArrayList<>();
 // 开启了Headless模式：
 configureHeadlessProperty();
 // 去spring.factroies中读取了SpringApplicationRunListener 的组件， 就是用来发布事件或者运行监听器
 SpringApplicationRunListeners listeners = getRunListeners(args);
 // 发布1.ApplicationStartingEvent事件，在运行开始时发送
 listeners.starting();
 try {
 // 根据命令行参数 实例化一个ApplicationArguments
 ApplicationArguments applicationArguments = new DefaultApplicationArguments(args);
 // 预初始化环境： 读取环境变量，读取配置文件信息（基于监听器）
```

```
19  ConfigurableEnvironment environment = prepareEnvironment(listeners, applicationArguments);
20  // 忽略beaninfo的bean
21  configureIgnoreBeanInfo(environment);
22  // 打印Banner 横幅
23  Banner printedBanner = printBanner(environment);
24  // 根据webApplicationType创建Spring上下文
25  context = createApplicationContext();
26  exceptionReporters = getSpringFactoriesInstances(SpringBootExceptionReporter.class,
27  new Class[] { ConfigurableApplicationContext.class }, context);
28  //预初始化spring上下文
29  prepareContext(context, environment, listeners, applicationArguments, printedBanner);
30  // 加载spring ioc 容器 **相当重要 由于是使用AnnotationConfigServletWebServerApplicationContext 启动的sp
ring容器所以springboot对它做了扩展:
31  // 加载自动配置类: invokeBeanFactoryPostProcessors ， 创建servlet容器onRefresh
32  refreshContext(context);
33  afterRefresh(context, applicationArguments);
34  stopWatch.stop();
35  if (this.logStartupInfo) {
36  new StartupInfoLogger(this.mainApplicationClass).logStarted(getApplicationLog(), stopWatch);
37  }
38  listeners.started(context);
39  callRunners(context, applicationArguments);
40  }
41  catch (Throwable ex) {
42  handleRunFailure(context, ex, exceptionReporters, listeners);
43  throw new IllegalStateException(ex);
44  }
45
46  try {
47  listeners.running(context);
48  }
49  catch (Throwable ex) {
50  handleRunFailure(context, ex, exceptionReporters, null);
51  throw new IllegalStateException(ex);
52  }
53  return context;
54 }
```

- prepareEnvironment

```
1  private ConfigurableEnvironment prepareEnvironment(SpringApplicationRunListeners listeners,
2   ApplicationArguments applicationArguments) {
3   // 根据webApplicationType 创建Environment 创建就会读取： java环境变量和系统环境变量
4   ConfigurableEnvironment environment = getOrCreateEnvironment();
5   // 将命令行参数读取环境变量中
6   configureEnvironment(environment, applicationArguments.getSourceArgs());
7   // 将@PropertieSource的配置信息 放在第一位， 因为读取配置文件@PropertieSource优先级是最低的
8   ConfigurationPropertySources.attach(environment);
9   // 发布了ApplicationEnvironmentPreparedEvent 的监听器 读取了全局配置文件
10   listeners.environmentPrepared(environment);
11   // 将所有spring.main 开头的配置信息绑定SpringApplication
12   bindToSpringApplication(environment);
13   if (!this.isCustomEnvironment) {
14   environment = new EnvironmentConverter(getClassLoader()).convertEnvironmentIfNecessary(environment,
```

```
        deduceEnvironmentClass());
    }
    //更新PropertySources
    ConfigurationPropertySources.attach(environment);
    return environment;
}
```

- prepareContext
  - 预初始化上下文

```
private void prepareContext(ConfigurableApplicationContext context, ConfigurableEnvironment environment,
      SpringApplicationRunListeners listeners, ApplicationArguments applicationArguments, Banner printedBanner) {
    context.setEnvironment(environment);
    postProcessApplicationContext(context);
    // 拿到之前读取到所有ApplicationContextInitializer的组件， 循环调用initialize方法
    applyInitializers(context);
    // 发布了ApplicationContextInitializedEvent
    listeners.contextPrepared(context);
    if (this.logStartupInfo) {
        logStartupInfo(context.getParent() == null);
        logStartupProfileInfo(context);
    }
    // 获取当前spring上下文beanFactory (负责创建bean)
    ConfigurableListableBeanFactory beanFactory = context.getBeanFactory();
    beanFactory.registerSingleton("springApplicationArguments", applicationArguments);
    if (printedBanner != null) {
        beanFactory.registerSingleton("springBootBanner", printedBanner);
    }
    // 在Spring下 如果出现2个重名的bean, 则后读取到的会覆盖前面
    // 在SpringBoot 在这里设置了不允许覆盖， 当出现2个重名的bean 会抛出异常
    if (beanFactory instanceof DefaultListableBeanFactory) {
        ((DefaultListableBeanFactory) beanFactory)
                .setAllowBeanDefinitionOverriding(this.allowBeanDefinitionOverriding);
    }
    // 设置当前spring容器是不是要将所有的bean设置为懒加载
    if (this.lazyInitialization) {
        context.addBeanFactoryPostProcessor(new LazyInitializationBeanFactoryPostProcessor());
    }
    // Load the sources
    Set<Object> sources = getAllSources();
    Assert.notEmpty(sources, "Sources must not be empty");
    // 读取主启动类 （因为后续要根据配置类解析配置的所有bean）
    load(context, sources.toArray(new Object[0]));
    //4.读取完配置类后发送ApplicationPreparedEvent。
    listeners.contextLoaded(context);
}
```

总结：

1. 初始化SpringApplication 从spring.factories 读取 listener ApplicationContextInitializer 。

2.运行run方法

3.读取 环境变量　配置信息.....

4. 创建springApplication上下文:**ServletWebServerApplicationContext**

5. 预初始化上下文： 读取启动类

6.调用refresh 加载ioc容器

　　加载所有的自动配置类

　　创建servlet容器

7.在这个过程中springboot会调用很多监听器对外进行

使用外部Servlet容器

- 外部servlet容器
  - 服务器、本机 安装tomcat 环境变量...
  - 部署： war---运维--->tomcat webapp startup.sh 启动
  - 开发： 将开发绑定本地tomcat
  - 开发 、 运维 服务器配置 war
- 内嵌servlet容器：
  - 部署： jar---> 运维---java -jar 启动

使用：

1. 下载tomcat服务

2.设置当前maven项目的打包方式

```

<!--打包方式 默认是jar-->
<packaging>war</packaging>
```

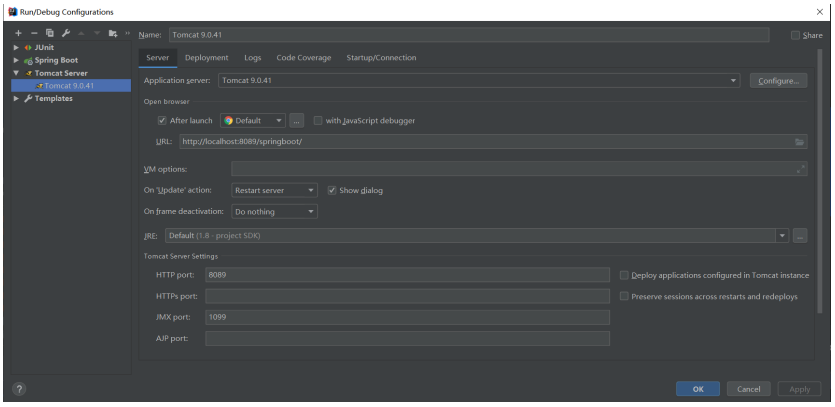
3.让tomcat相关的依赖不参与打包部署 ， 因为外置tomcat服务器已经有这些jar包

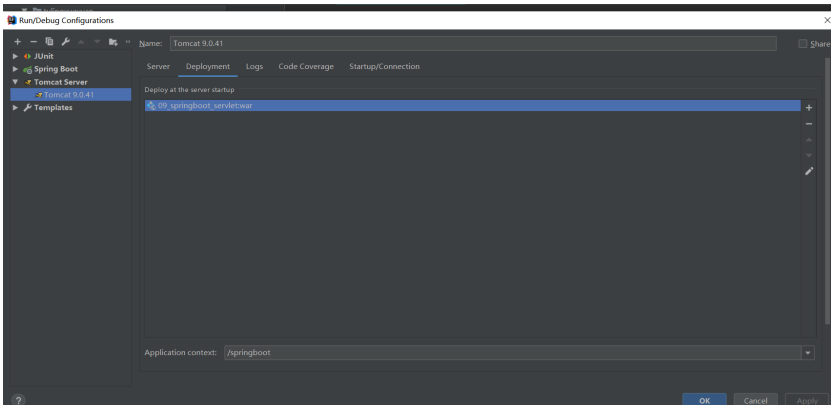
```
<!--让它不参与打包部署-->
<dependency>
 <artifactId>spring-boot-starter-tomcat</artifactId>
 <groupId>org.springframework.boot</groupId>
 <scope>provided</scope>
</dependency>
```

4. 为了让它支持springboot需要加上： 才能启动springboot应用

```
public class TomcatStartSpringBoot extends SpringBootServletInitializer {
 @Override
 protected SpringApplicationBuilder configure(SpringApplicationBuilder builder) {
 return builder.sources(Application.class);
 }
}
```

5. 在idea中运行





外部Servlet容器启动SpringBoot应用原理

tomcat---> web.xml--filter servlet listener 3.0+

tomcat不会主动去启动springboot应用，， 所以tomcat启动的时候肯定调用了`SpringBootServletInitializer`的SpringApplicationBuilder， 就会启动springboot

```
public class TomcatStartSpringBoot extends SpringBootServletInitializer {
 @Override
 protected SpringApplicationBuilder (SpringApplicationBuilder builder) {
 return builder.sources(Application.class);
 }
}
```

servlet3.0 规范官方文档： 8.2.4

The ServletContainerInitializer class is looked up via the jar s
For each application, an instance of the ServletContainerInitiali
created by the container at application startup time. The framework pr
implementation of the ServletContainerInitializer MUST bund
META-INF/services directory of the jar file a file called
javax.servlet.ServletContainerInitializer, as per the jar se
that points to the implementation class of the ServletContainerIni

什么是SPI

SPI ，全称为 Service Provider Interface(服务提供者接口)，是一种服务发现机制。它通过在ClassPath路径下的META-INF/services文件夹查找文件，自动加载文件里所定义的类。

代码示例：

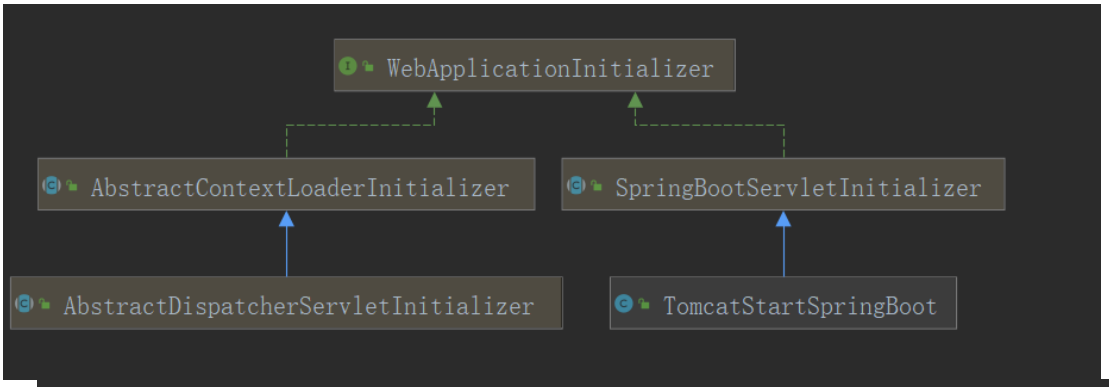
spi-示例.rar
18.56KB

大概： 当servlet容器启动时候 就会去META-INF/services 文件夹中找到javax.servlet.ServletContainerInitializer， 这个文件里面肯定绑定一个ServletContainerInitializer. 当servlet容器启动时候就会去该文件中找到ServletContainerInitializer的实现类，从而创建它的实例调用onstartUp

- @HandlesTypes(WebApplicationInitializer.class).
  - @HandlesTypes传入的类为ServletContainerInitializer感兴趣的
  - 容器会自动在classpath中找到 WebApplicationInitializer 会传入到onStartup方法的webAppInitializerClasses中
  - Set<Class<?>> webAppInitializerClasses 这里面也包括之前定义的TomcatStartSpringBoot

```
1
2 @HandlesTypes(WebApplicationInitializer.class)
3 public class SpringServletContainerInitializer implements ServletContainerInitializer {
```

```
1 @Override
2 public void onStartup(@Nullable Set<Class<?>> webAppInitializerClasses, ServletContext servletContext)
3  throws ServletException {
4
5  List<WebApplicationInitializer> initializers = new LinkedList<>();
6
7  if (webAppInitializerClasses != null) {
8  for (Class<?> waiClass : webAppInitializerClasses) {
9  // 如果不是接口 不是抽象 跟WebApplicationInitializer有关系 就会实例化
10  if (!waiClass.isInterface() && !Modifier.isAbstract(waiClass.getModifiers()) &&
11  WebApplicationInitializer.class.isAssignableFrom(waiClass)) {
12  try {
13  initializers.add((WebApplicationInitializer)
14  ReflectionUtils.accessibleConstructor(waiClass).newInstance());
15  }
16  catch (Throwable ex) {
17  throw new ServletException("Failed to instantiate WebApplicationInitializer class", ex);
18  }
19  }
20  }
21  }
22
23  if (initializers.isEmpty()) {
24  servletContext.log("No Spring WebApplicationInitializer types detected on classpath");
25  return;
26  }
27
28  servletContext.log(initializers.size() + " Spring WebApplicationInitializers detected on
classpath");
29  // 排序
30  AnnotationAwareOrderComparator.sort(initializers);
31  for (WebApplicationInitializer initializer : initializers) {
32  initializer.onStartup(servletContext);
33  }
34 }
```




```
@Override
public void onStartup(ServletContext servletContext) throws ServletException {
 // Logger initialization is deferred in case an ordered
 // LogServletContextInitializer is being used
 this.logger = LogFactory.getLog(getClass());
 WebApplicationContext rootApplicationContext = createRootApplicationContext(servletContext);
 if (rootApplicationContext != null) {
 servletContext.addListener(new SpringBootContextLoaderListener(rootApplicationContext,
servletContext));
 }
  else {
  this.logger.debug("No ContextLoaderListener registered, as createRootApplicationContext() did not "
  + "return an application context");
  }
}
```

- SpringBootServletInitializer
  - 之前定义的TomcatStartSpringBoot 就是继承它

```
protected WebApplicationContext createRootApplicationContext(ServletContext servletContext) {
 SpringApplicationBuilder builder = createSpringApplicationBuilder();
 builder.main(getClass());
 ApplicationContext parent = getExistingRootWebApplicationContext(servletContext);
 if (parent != null) {
 this.logger.info("Root context already created (using as parent).");
 servletContext.setAttribute(WebApplicationContext.ROOT_WEB_APPLICATION_CONTEXT_ATTRIBUTE, null);
 builder.initializers(new ParentContextApplicationContextInitializer(parent));
 }
  builder.initializers(new ServletContextApplicationContextInitializer(servletContext));
  builder.contextClass(AnnotationConfigServletWebServerApplicationContext.class);
  // 调用configure
  builder = configure(builder);
  builder.listeners(new WebEnvironmentPropertySourceInitializer(servletContext));
  SpringApplication application = builder.build();
  if (application.getAllSources().isEmpty()
  && MergedAnnotations.from(getClass(), SearchStrategy.TYPE_HIERARCHY).isPresent(Configuration.class))
{
  application.addPrimarySources(Collections.singleton(getClass()));
  }
  Assert.state(!application.getAllSources().isEmpty(),
  "No SpringApplication sources have been defined. Either override the "
  + "configure method or add an @Configuration annotation");
  // Ensure error pages are registered
  if (this.registerErrorPageFilter) {
```

```
25   application.addPrimarySources(Collections.singleton(ErrorPageFilterConfiguration.class));
26   }
27   application.setRegisterShutdownHook(false);
28   return run(application);
29  }
```

- 当调用configure就会来到TomcatStartSpringBoot .configure
  - 将Springboot启动类传入到builder.source

```
1 @Override
2 protected SpringApplicationBuilder configure(SpringApplicationBuilder builder) {
3  return builder.sources(Application.class);
4 }
```

// 调用SpringApplication application = builder.build(); 就会根据传入的Springboot启动类来构建一个SpringApplication

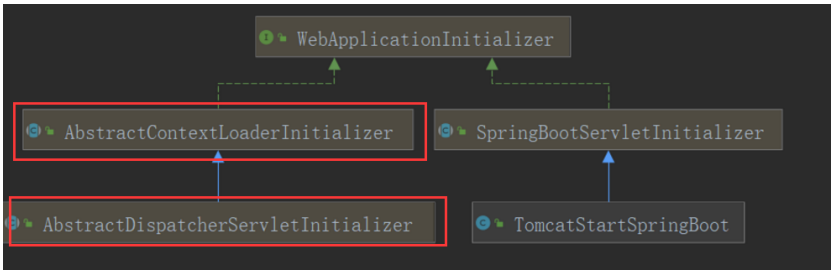
```
1 public SpringApplication build(String... args) {
2  configureAsChildIfNecessary(args);
3  this.application.addPrimarySources(this.sources);
4  return this.application;
5 }
```

// 调用 return run(application); 就会帮我启动springboot应用

```
1 protected WebApplicationContext run(SpringApplication application) {
2  return (WebApplicationContext) application.run();
3 }
```

它就相当于我们的

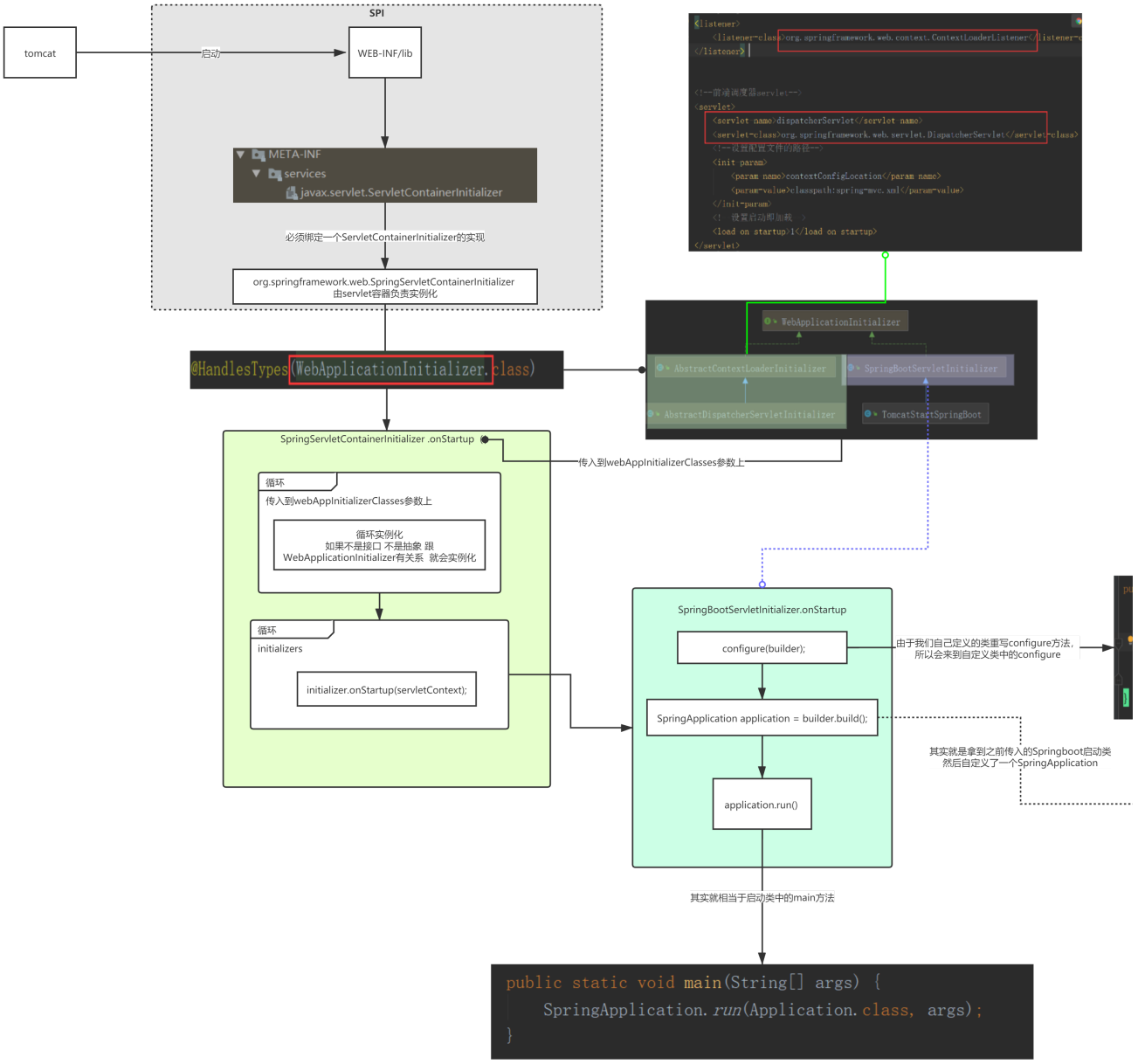
```
1 public static void main(String[] args) {
2  SpringApplication.run(Application.class, args);
3 }
```



其实这2个实现类就是帮我创建ContextLoaderListener 和DispatcherServlet

```
1 <listener>
2  <listener-class>org.springframework.web.context.ContextLoaderListener</listener-class>
3 </listener>
4 <!--全局参数：spring配置文件-->
5 <context-param>
6  <param-name>contextConfigLocation</param-name>
7  <param-value>classpath:spring-core.xml</param-value>
8 </context-param>
9
10
11 <!--前端调度器servlet-->
12 <servlet>
13  <servlet-name>dispatcherServlet</servlet-name>
```

```
  <servlet-class>org.springframework.web.servlet.DispatcherServlet</servlet-class>
  <!--设置配置文件的路径-->
  <init-param>
  <param-name>contextConfigLocation</param-name>
  <param-value>classpath:spring-mvc.xml</param-value>
  </init-param>
  <!--设置启动即加载-->
  <load-on-startup>1</load-on-startup>
</servlet>
<servlet-mapping>
  <servlet-name>dispatcherServlet</servlet-name>
  <url-pattern>/</url-pattern>
</servlet-mapping>
```



文档：02.SpringBoot启动原理.note

链接：http://note.youdao.com/noteshare?id=7e4ee7e1134e588f97bde3bd27249fe8&sub=CF56E41315444F10AC400199D85AA