# Windows安全原理——自启动项的查看和分析 研究与开发报告

## 1.开发环境

`OS: Microsoft Windows 10 (10.0.18362.836)`

`IDE: Microsoft Visual Studio 2017(.NET Framework 4.6.1)`

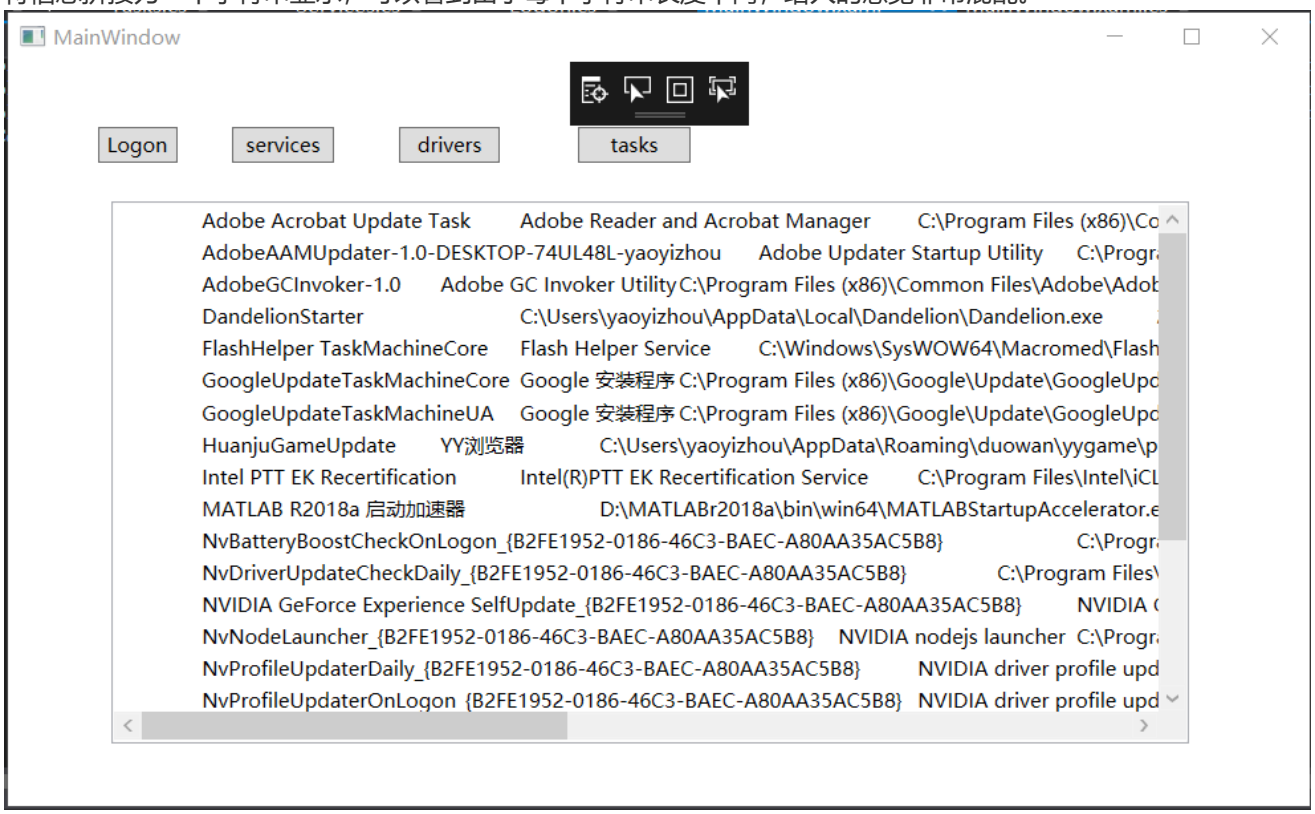
## 2.界面设计

由于编程语言限定在`C/C++/C#`，并且需要开发友好的图形化操作界面，然而我先前并没有这几门语言开发用户界面的经验，在开发初期技术路线的选择上陷入了迷茫。在和同学之间的交流中，了解到由`Microsoft`公司设计的`C#`语言基于`.NET Framework`，对于`Windows`系统编程具有良好的支持；此外，由微软推出的同样基于`.NET Framework`的`WPF`框架，能够完美契合我用户界面的设计需求，且用户友好程度明显要由于`QT`。微软的`Visual Studio`编译器对`WPF`框架有着良好的支持，用户可以通过拖动控件的方式来开发图形化界面。最终我决定采用VS创建WPF项目来完成本次大作业的开发部分。

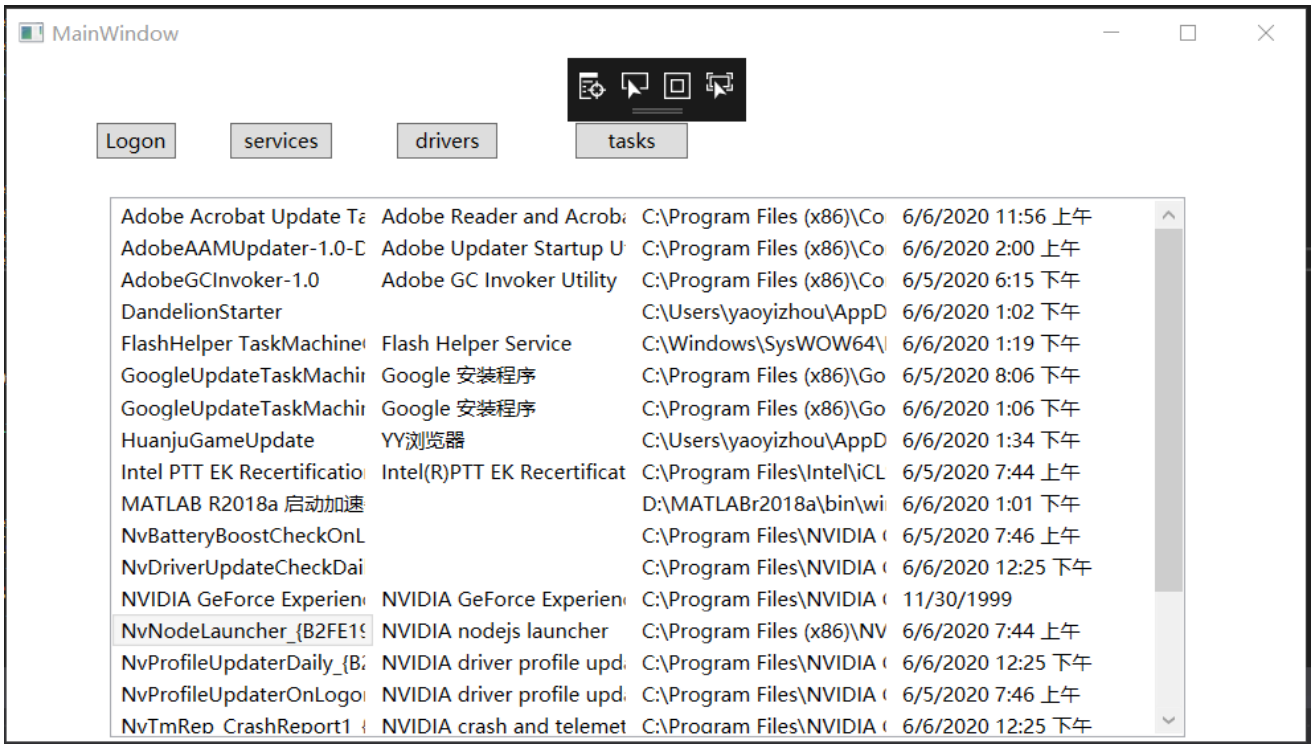
`C#`的语法和`C++`基本一致，我很快就熟悉了`C#`的编程，并且花了一定的时间来熟悉它的`System`命名空间。在查看自启动项的过程中，我主要使用到了`System`下的通用类型`Object`、`string`，`System.Collections`下的集合类型`ArrayList`，以及打开注册表所必须的`Microsoft.Win32`下的键类型`RegistryKey`等。

界面的设计我采用`button`+`listbox`控件的方式，并参考`Autoruns`显示5类信息，分别是：自启动项项目名称、项目描述、发布者、程序路径以及上一次修改时间。

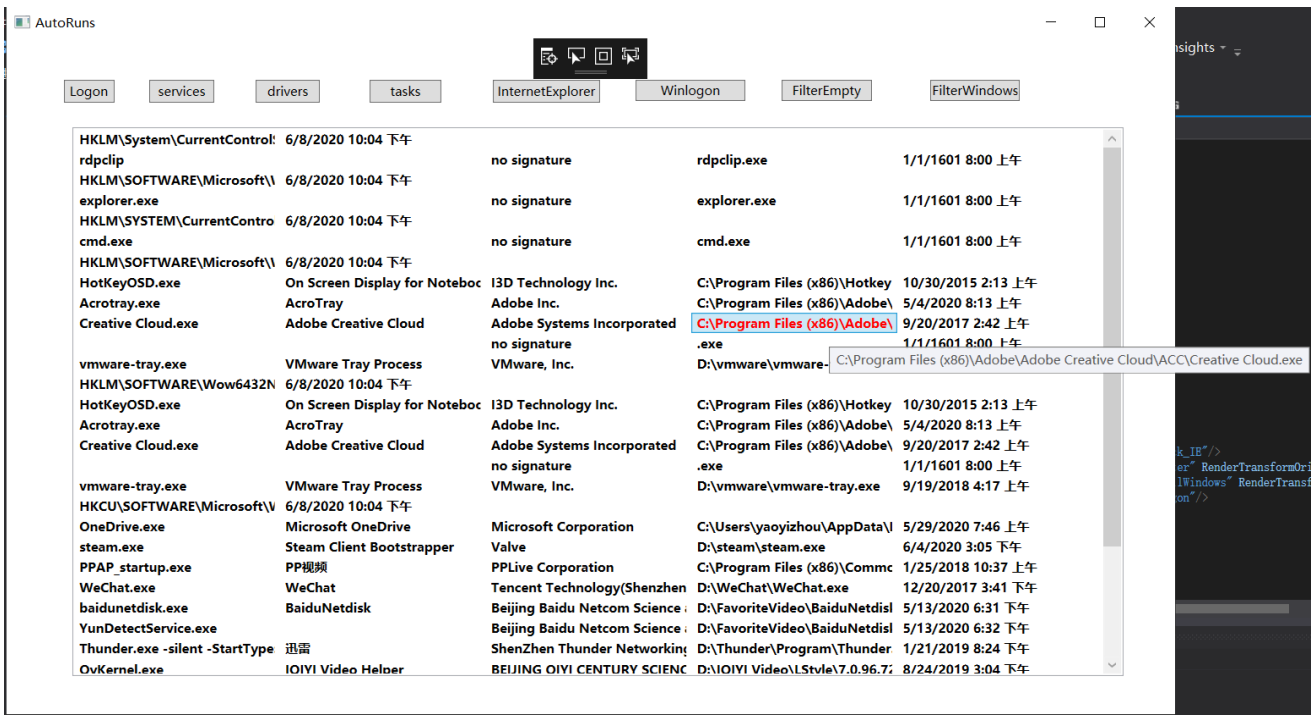
我遇到的第一个问题是如何分列显示每一条记录的内容，下图是我刚完成`Logon`的查询时的界面效果，只是简单地将信息拼接为一个字符串显示，可以看到由于每个字符串长度不同，给人的感觉非常混乱。



`WPF`实现了将页面开发人员和程序员的分离，在简单地了解了`XAML`格式之后，我成功实现了分列显示，效果图如下，给人的感觉就清爽了很多。但是又出现了新的问题，字符串的长度超过了既定显示的范围，就看不到完整的查询内容了。




通过查阅资料，我又了解到可以通过添加`tooltip`控件，在鼠标位于某一项内容上时，提示这一项的完整内容。但是，我又面临了后台如何判断鼠标位于哪一项的问题，我花了很多时间，试了很多网上的方法，效果都不好，最后通过在后台生成`tooltip`控件，并通过查阅`MSDN`上的文档设置其`IsEnabled`和`Content`成员达到了我的目的。此外，我又添加了点击某一项，使其变成红色的逻辑。最终的效果如下：




我还试图尝试类似`Autoruns`的方式将键名那一行的背景设置为别的颜色，以便和查询结果进行区分，但是囿于对`XAML`并不熟悉，在尝试一些方法无果后，最终我放弃了这个尝试。

# 3.自启动项查询

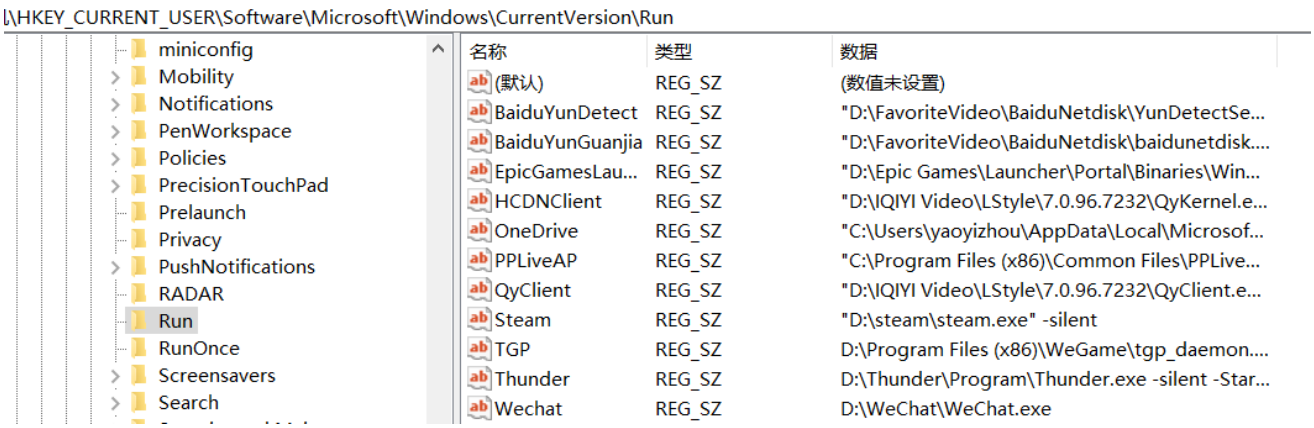
## 3.1 Logon

将`Autoruns`的`Hide Empty Locations`和`Hide Windows Entries`选项关闭后，我看到了`Autoruns`所查询的所有注册表键名以及目录。`Logon`下显示了3个目录，分别是`C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Start Menu\Programs\Startup`、`%USERPROFILE%\AppData\Roaming\Microsoft\Windows\Start Menu\Programs\Startup`和`C:\Users\yaoyizhou\AppData\Roaming\Microsoft\Windows\Start Menu\Programs\Startup`，前两者和课上所说的一致，而后者则是`%USERPROFILE%`重定向后的结果。

通过`Autoruns`的查询我发现我所使用的主机上的自启动项集中在`HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run`、`HKLM\SOFTWARE\Wow6432Node\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run`和`HKCU\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run`这几个键下，和课上所介绍的一致。

注册表键的打开和查询可以通过`RegistryKey`类下的`OpenSubKey` `GetSubKeyNames` `GetValue`等成员函数实现。

典型的`Logon`下的键格式如下




可以看到键的value存放的便是自启动项的名称，而value的数据部分则是路径。还剩下发布者、项目描述以及最后一次修改的时间无法得到。查阅资料可以知道，`System.Diagnostics`下的`FileVersionInfo`类提供了根据可执行文件的路径获取描述信息的方法，而value的数据部分并不完全都是路径，有些还带有引号，甚至是参数，所以，读取到value的数据部分后还需要将其解析成标准的路径格式。`System.IO`下的`FileInfo`类提供了根据可执行文件的路径获取上一次修改时间的方法。`System.Security.Cryptography.X509Certificates`类提供了根据可执行文件路径获取证书内容的方法，而证书的格式通常以`CN=company_name`开头，只需要提取证书中CN字段后的内容就可以了。至此，已经能够实现`Logon`注册表内容的读取。

下面是我在实现过程遇到的问题与困难记录。

**(1)无法打开HKLM下的键**

一开始，考虑到注册表的重定向问题，设置所有的键打开方式都是可写，这时即使程序在运行时拥有管理员权限，也无法打开`HKLM`下的键。因此只能将键的打开方式设置为只读。不过，经过测试比对发现，我的查询结果和`Autoruns`的查询结果一致，所以我之后都是以只读方式打开键了。

**(2)添加过滤功能**

没有过滤功能的话，直接查询各个键得到的结果非常多，并且含有大量的空键。为了用户友好性，必须要提供过滤功能。我采用的方法是在存放查询结果的类中指定一个标志`IsEntry`来区分键和查询结果，再指定一个标志`IsEmpty`来指示键查询结果是否为空；在应用程序后台，设置一个`FilterFlag`变量指示是否过滤空键，一个`FilWinFlag`变量指示是否过滤掉发布者为`Microsoft window`的查询记录，这两个变量由用户决定，默认是都生

效。

**(3)验证签名**

还没有解决

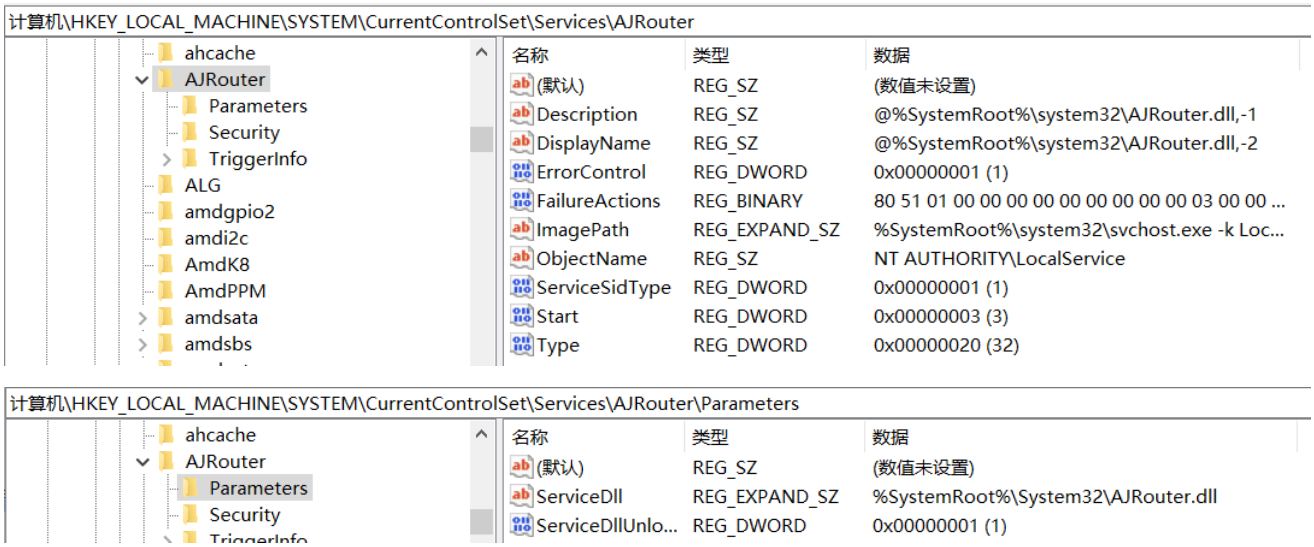
## 3.2 Services

在完成`Logon`查询的基础上，进行`Services`的查询就容易多了，只需要查询`HKLM\System\CurrentControlSet\Services`这一键下的内容就可以了。在通过注册表查看该键下的内容时，我发现了一些不同的情况。

有一些键没有子键，这些键的信息可以通过两个个value，`ImagePath` `DisplayName`中分别找到路径和描述

有一些键有子键，并含有`Parameter`子键，而`Parameter`子键下无有用信息，这些键的`ImagePath`的内容通常是`.sys`驱动程序。

有一些键有子键，并含有`Parameter`子键，而`Parameter`子键下`ServiceDll`的内容是路径，而该键`ImagePath`的内容通常是`svchost.exe`接参数的形式，这时就不能使用`ImagePath`的内容了。下面是一个典型的例子




另外还发现了一些键，在这些键下看上去没有任何有用信息，因此不再考虑。

根据以上的情况分类，并过滤掉路径中以`.sys`结尾的(视为系统驱动程序)，最终得到了和采用`Autoruns`查询基本一致的结果。

下面是我在实现过程遇到的问题与困难记录。

**(1)解析环境变量**

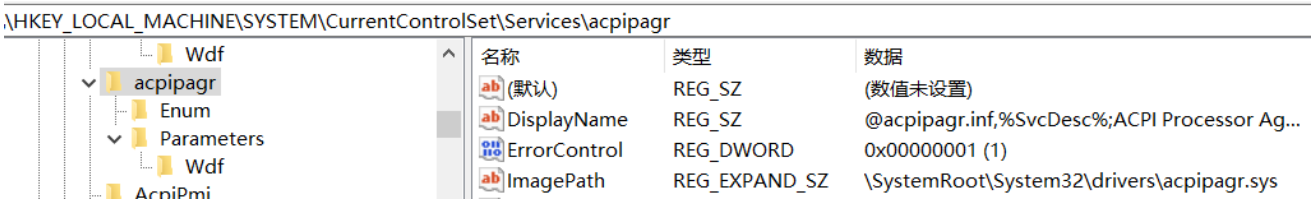
`DisplayName`中的内容是`dll`路径，而不是描述，并且还带有环境`SystemRoot`。这个困扰了我很久，直到后来参考同学的方法才得以解决，具体来说是将`advapi.dll`中的函数封装到`C#`内，而这个函数能自动解析环境变量，并找到指定的文件，从而提取中该服务`dll`的描述。

**(2) 过滤问题**

查到的服务信息同样需要过滤，并且我发现使用`Logon`中的方法并不能得到绝大部分服务的发布者信息，而当我将这些不能得到发布者信息的服务全部过滤掉时，我发现查询结果和`Autoruns`中的查询结果一致，这说明这些查不到发布者信息的服务其实是由`Microsoft Windows`所签名的。和前面的问题一样，由于我未能实现验证签名，并且已经能得到不错的效果，所以我就没有再深入了。

## 3.3 Drivers

系统驱动程序和系统服务的查询在同一个键下，因此可以采用相同的查询方式，并通过路径后缀名是否为`.sys`来判断。但是当我完全套用`Services`的代码时，我发现得到的查询结果远少于`Autoruns`的查询结果，仔细分析注册表中驱动服务的`ImagePath`内容，我发现大致可以分为如下几类：


还有一种是`ImagePath`就是标准路径，这种不需要解析。由于系统驱动全部都位于`C:\windows\System32`下，所以解析路径非常方便。

下面是我在实现过程遇到的问题与困难记录。

**(1)直接查services，根据sys结尾判断**

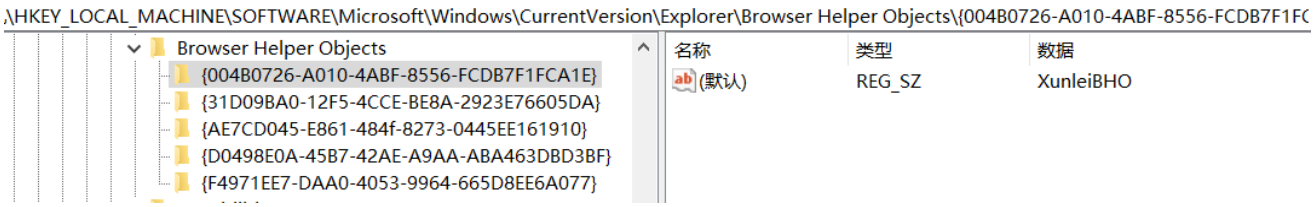
比autoruns查到的少很多，驱动程序能查到描述的也比较少，并且用`Service`和`Logon`中查描述和查发布者的方法都失败了。几乎所有的记录都没有正确查到发布者。

## 3.4 Scheduled Tasks

计划任务以`XML`文件格式保存在`C:\Windows\System32\Tasks`文件夹中，而打开这个文件夹需要提供管理员权限。`Autoruns`查询计划任务似乎不是通过查询注册表的。网上找了一些资料，发现可以在VS中通过添加`.COM`程序集中的`TaskScheduler`引用，来实现计划任务的查询。具体来说，通过调用`TaskScheduler`命名空间下的`TaskSchedulerClass`类及其成员函数就可以获得所有的计划任务。在读取路径的过程中发现不能简单地通过`IRegisteredTaskCollection`类的`Path`成员变量来获得路径，而是需要解析其`Xml`成员变量。最终我查询到的结合和`Autoruns`一致。

## 3.5 Internet Explorer

在做完4个基本功能的查询之后，我打算再看看别的自启动方式的查询。基于`Internet Explorer`的自启动主要是通过操作`Browser Helper Objects(BHO)`来实现的。通过`Autoruns`提供的注册表键名，我首先查看了该键下的内容，如下图所示




和之前的查询不同的是，这些键下乍一眼看上去并没有任何有价值的信息。

通过查阅网上的资料得知这些子键名是16字节的CLSID字符串，当IE加载BHO时，会读取16字节的CLSID，而这个CLSID所包含的信息其实在另一个注册表键`HKLM\SOFTWARE\Classes\CLSID\`下，

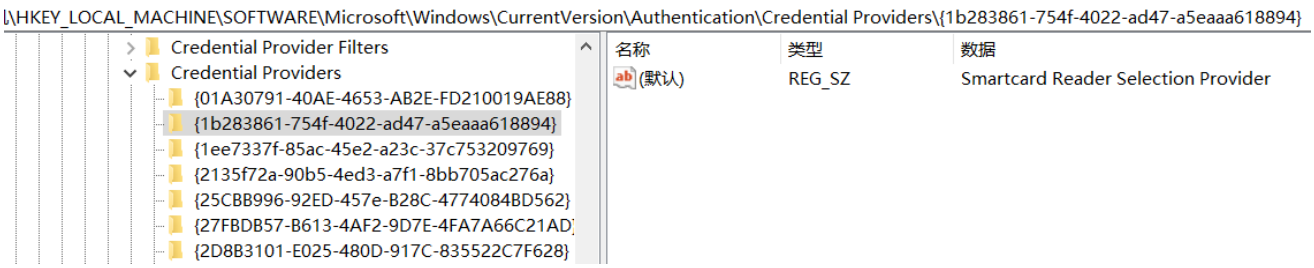

发现`HKLM\SOFTWARE\Classes\CLSID\***\InprocServer32\`下的默认值的内容便是IE会加载的`dll`路径。至此，查看基于`Internet Explorer`的自启动的思路便明晰了，并且可以通过`Logon`中用到的方法由路径得到描述、发布者、最近一次修改时间，而自启动项名可以采用BHO下的默认值中的内容。最终得到的查询结果和`Autoruns`一致。

另外由于**重定向**问题，每个`dll`出现重复的。 由于`Autoruns`也是这样的，所以没有改。

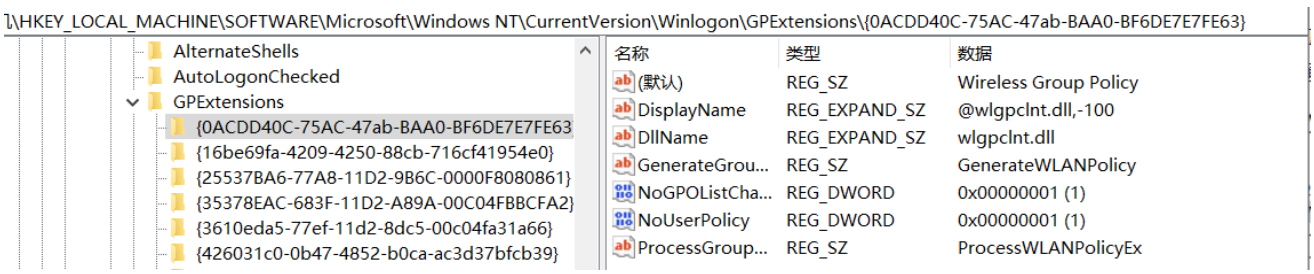
值得一提的是，在查阅相关资料的时候得知，一般的安全软件会读取整个CLSID进行`dll`匹配，而IE在工作时只会读取16字节的CLSID(如果长于16字节，则读前16字节)，这就使恶意代码有了**可乘之机**，所以我在编写代码的时候，对CLSID的长度进行了检查，如果长于16字节，就会提示警告信息。幸运的是，我的主机上没有查到恶意的CLSID。

## 3.6 Winlogon

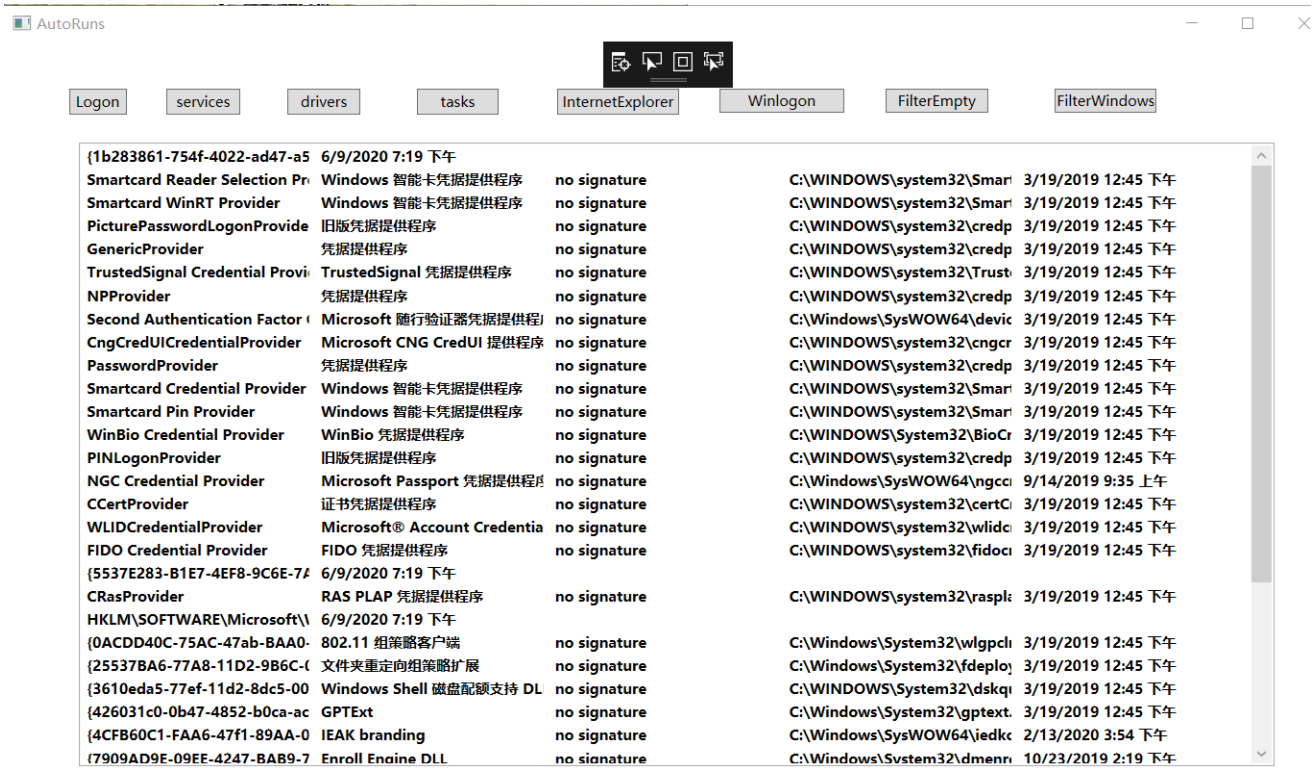
`Autoruns`查基于`Winlogon`的自启动项，正常情况下是没有内容的，将`Hide Empty Locations`和`Hide Windows Entries`选项关闭后，可以得到需要查询的注册表键，查看其中的某个键，结果如下




发现其格式和IE的BHO下的键差不多，尝试通过直接照搬查询BHO的方法，发现取得了不错的效果，其中大部分的键都获取了正确的结果。然而有一个键`HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\Winlogon\GpExtensions`下的内容没有被正确解析，查看该键下的内容，结果如下




这就不需要再从`HKLM\SOFTWARE\Classes\CLSID\***\InprocServer32\`中查找了，直接读取子键的`DllName`的内容即可，并且根据`Autoruns`的查询可知，这些`dll`都在`C:\Windows\System32\`下，所以尽管大部分`DllName`只给出了`dll`的名字而没有路径，对查询也没有 太大的影响。最终我得到的查询结果和`Autoruns`一致。




# 4.自启动技术的研究

## 4.1 Logon

一个简单的方式是直接在两个自启动目录`C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Start Menu\Programs\Startup`、`C:\Users\yaoyizhou\AppData\Roaming\Microsoft\Windows\Start Menu\Programs\Startup`中放入想要自启动的程序的快捷方式即可。前者是系统的启动文件夹路径，在任何用户的每次登录时，应用程序都将启动；而后者是用户的启动文件夹路径，只对安装该应用程序的用户可用。在实践中，发现前者放入快捷方式需要提供管理员权限，而删除其中的快捷方式没有提示我提供管理员权限；后者则都不需要提供管理员权限。

在注册表自启动键下添加记录也可以实现用户登录时自启动，常见的几个键是：

```
"HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run",
"HKCU\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run",
"HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Policies\Explorer\Run",
"HKCU\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Policies\Explorer\Run",
```

`HKCU`下的键不需要提供管理员权限就可以写入，`HKLM`下的键则需要提供管理员权限才能写入。那么如何在不提供管理权限的情况下写入`HKLM`下的键呢？我查阅了一些资料，大概有如下几种方式：禁用UAC，这样可以获得整个系统的权限，然而这对于恶意代码来说比直接写入`HKLM`更困难，并且大部分人都不会蠢到主动禁用UAC；使用后台服务写入`HKLM`，后台服务具有对`HKLM`键的写访问权限，因此这是一个可行的方案，恶意代码可以伪装成正常的后台服务，以骗取管理员权限；还有一种方式是管理员编辑注册表相关表项上的权限来允许写访问。

基于`Logon`的自启动在注册表和自启动目录都能直接找到，故隐蔽性较差。

参考资料：https://social.msdn.microsoft.com/Forums/vstudio/en-US/46b8d4a8-a99c-4796-9b94-4d493aac6674/how-we-can-get-write-access-in-hklm-hkeylocalmachine-without-admin-account?forum=vcgeneral

## 4.2 Services & Drivers

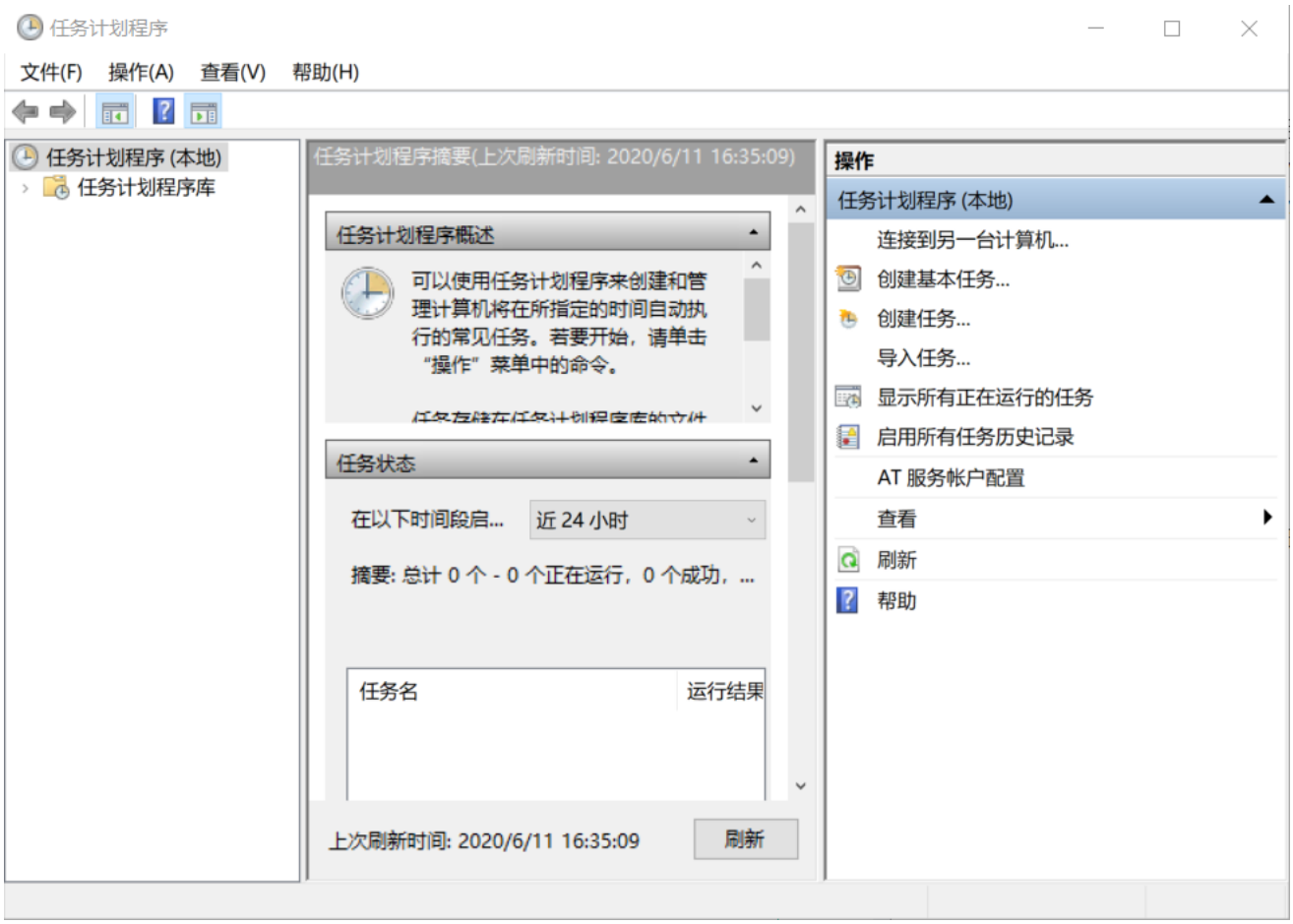
服务程序是后台运行的进程，常用来执行特定的任务，不需要和用户进行交互。服务程序的加载有两种方式，通过`svchost.exe`启动和`Windows`直接启动，两者在不同时刻加载服务。这两种方式也恰好分别对应了查询时的查`ImagePath`或`ServiceDll`两种情况。而驱动程序可以理解为是始终运行在内核态的服务程序。恶意代码可以通过上述`$4.1`中提到的方法或利用系统中的一些漏洞提升UAC，以写入`HKLM\System\CurrentControlSet\Services`这个键下，并设置`Start`的内容来决定在什么时刻自启动。

`Services`和`Drivers`数目较多，并且是基于`dll`和`sys`加载的，普通用户难以辨别并且手动删除服务也比较危险，所以其隐蔽性要好于计划任务和`Logon`。

参考资料：https://www.bleepingcomputer.com/tutorials/how-malware-hides-as-a-service/

## 4.3 Scheduled Tasks

使用计划任务可以在用户登录时完成应用的自启动，`Windows 10`提供了相应的应用任务计划程序，用户可以创建任务，添加想要实现自启动的应用。虽然添加计划任务并不需要提供管理员权限，但是使计划任务以管理员权限运行是需要管理员权限的。那么该如何绕过管理员权限？在网上找了许多资料，并没有找到相关的方法或实现思路。由于计划任务都位于同一目录下，其隐蔽性也不是很好。




## 4.4 Internet Explorer

`Browser Helper Object`是`DLL`模块，旨在作为`IE`浏览器的附加组件来提供附加功能。当系统上安装`BHO`后，每次启动`IE`浏览器时，这些`DLL`都会被自动加载。而攻击者可以通过安装恶意的`BHO`来利用此功能以窃取用户的密码或进行其他的恶意活动。当`BHO`注册到系统时，会在`HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Explorer\Browser Helper Objects`等注册表位置注册一个子键，这个子键的key是`CLSID`，其默认长度是16字节，`IE`浏览器启动时根据它来查找需要加载的`DLL`模块。而恶意的`BHO`可以设置长于16字节的`CLSID`，浏览器在加载时，只会读取前16字节，这个“部分”的`CLSID`可以指向

一个恶意的`DLL`，而使用`IE`浏览器的管理加载项或`Autoruns`查看`BHO`时，这两个工具都不会显示已安装的恶意`BHO`，因为它们会读取整个CLSID字符串，这个`CLSID`可以指向一个非恶意的`DLL`。由于能躲过`Autoruns`的检查，这种方法的隐蔽性较好，因此，我实现的查看基于`BHO`的自启动，改进了`Autoruns`的缺点。

参考资料: https://www.greyhathacker.net/?p=106

### 4.5 Winlogon

当用户登录时，攻击者可能会滥用`Winlogon`的功能来加载并执行恶意`DLL`或恶意的可执行文件。我在https://attack.mitre.org/beta/techniques/T1547/004/中找到了一些通过修改`Winlogon`下的子键来完成自启动的恶意代码的例子，但是奇怪的是在我主机的注册表相应位置下并没有对应的子键。不过根据`Autoruns`查询的方法和我自己实验的结果，可以推断出基于`Winlogon`的自启动和基于浏览器`BHO`的自启动是类似的，`Winlogon`在启动时会加载一些提供附加功能的`DLL`，而这些`DLL`是通过`CLSID`来指示的，通过构造特殊的`CLSID`可以让`Winlogon`加载恶意的`DLL`而不会被类似`Autoruns`的软件发现，因此拥有较好的隐蔽性。同样的，我实现的查看基于`Winlogon`的自启动程序会检查`CLSID`的长度，并做出相应的警告。

## 5.总结与体会

本次自启动项的查看大作业查阅了很多网上的资料和微软的官方文档，并使用了`C#`和`WPF`完成了一个简易的自启动项查看软件，在实现的过程中遇到了很多困难，其中大部分通过网络和同学的交流得以解决，但是还有一些问题并没有得到很好的解决。总而言之，从本次作业中收获到了很多，提升了coding能力和查阅资料的能力。