存储大实验报告

计 23
鲁逸沁
2012011314

1 Detours 的学习经历

1.1 使用 detours.h 编写工程的失败经历

我下载的版本是 Detours Express 3.0。

根据网上的资料，在 VC 目录下对 Detours 进行编译，生成 detours.lib，以便在 Visual Studio 2012 中使用。其间发生各种错误，详见遇到的问题。

接下来编写 dll 工程 myHook32。首先我 hook 了 CreateFileW 这个函数，并对它进行重新编写 Mine_CreateFileW。

然后我又新建了一个 Win32 工程 DetourCreateWithDllEx，用来把 myHook32.dll 注入可执行文件（我使用 notepad.exe 作为例子）当中，使用 DetourCreateProcessWithDllEx 函数进行注入。

可是在我给 Mine_CreateFileW 函数添加更多功能的时候，却发生了问题：可执行文件一直跑在后台，进程里能发现，但是图形界面没有任何现象。在经过无数次调试和修改后，我放弃了这一方法。

1.2 使用 samples 里的工具进行开发

然后我重新阅读了 Detours.chm 中重要信息，并且学习了 samples 里的工具的用法。

将 samples 里的代码编译成可使用的工具这一步我花费了非常大的经历，曾经一度我以为是 32 位和 64 位的关系，使用虚拟机装了一个 32 位的 Windows 来跑，均无法编译成功，详见遇到的问题。

成功以后，我主要使用了里面的三个工具：

- syelogd.exe
- trcapi32.dll
- withdll.exe

syelogd.exe 和 trcapi32.dll 是配套使用的。在 samples\traceapi_win32.cpp 下，已经有将所有 API 函数 hook 住并且重新定义为 Mine_...的新函数。因此我需要做的工作就

是将_win32.cpp 中的某些新函数重新编写，实现文件虚拟化的目标。而在_win32.cpp 中，有函数_PrintEnter 会将 hook 信息输出，但是输出到了一个非正常 cmd 的地方，因此需要使用 syelogd.exe 来查看这些信息。

withdll.exe 的用途就是将一个 dll 注入可执行文件中，这里我当然注入 trcapi32.dll。

2 具体实现

2.1 注入目标游戏

这个实验中我选择的游戏是“A Slower Speed of Light”。这款游戏是 MIT 游戏实验室的研究人员开发了的一款免费游戏，精确模拟爱因斯坦的相对论效应。在游戏中，随着分数的累计，光速会变得越来越慢，游戏者是主要体验这种感觉。

这个游戏的文件主要集中在与 exe 同目录下的 A Slower Speed of Light_Data 文件夹下。同时使用了一些系统的文件。

我的目标是虚拟化其所有调用的 dll 和一般游戏文件，让其访问我 L 盘下的文件夹 as，而不是继续在其 E 盘源目录下工作。

2.2 确定需要 hook 的 API

这里我使用了 dumpbin 工具，观察 A Slower Speed of Light.exe 中的系统 API 调用。大部分与文件无关，我通过一下步骤确定需要修改哪些函数：

- 与文件相关（参考网上资料）
- 系统调用参数涉及路径

- 在_win32.cpp 中将其输出，其他函数不输出，运行游戏观察是否存在调用以及文件操作

通过以上步骤，我挑选出了若干需要 hook 的函数：

88	CreateFileA
8F	CreateFileW
D6	DeleteFileW
133	FindFirstFileExA
139	FindFirstFileW
33C	LoadLibraryA
33F	LoadLibraryW

但是这些函数新的代码并不是完全不同，有些函数几乎使用完全一样的修改即可。

2.3 流程

- 将其余输出注释，只剩需要 hook 的函数的输出，运行游戏，观察输出的规律（或文件的规律），指定修改策略
- 修改_win32.cpp 中对应的函数
- 在 detours 的根目录下 nmake，编译出 trcapi32.dll
- 打开 syelogd.exe 观察输出
- 使用 withdll.exe，将 trcapi32.dll 注入 A Slower Speed of Light.exe
- 观察输出，检验是否出现问题

2.4 hook 函数 LoadLibrary

LoadLibrary 函数是用来加载库函数的，通过输出我发现该游戏一般添加的都是 C:\Windows\system32 下的 dll 文件（也有例外）。

因此我使用的方法是，在新函数内使用 CopyFile 函数，将需要的 dll 的文件从相应路径复制到我指定的位置 L:\as\lib 下。

但是有些函数的路径是不完整的，因为其目录在环境变量下有定义，直接使用了其名字即可调用。我发现这些 dll 不超过 10 个，因此手工枚举了环境变量所在的文件夹，把这些 dll 手动复制了出来。

接下来 L:\as\lib 下就是全部我需要 LoadLibrary 的文件。所以我只需在函数中将其路径字符串进行修改，修改为我指定的路径，再调用原版的 LoadLibrary，将其修改后的路径作为参数传入即可。

LoadLibrary 代码如下：

```
HMODULE __stdcall Mine_LoadLibraryA(LPCSTR a0)
{
    //  将 a0 复制
    char a0Buff[999];
    memset(a0Buff, 0, sizeof(a0Buff));
    sprintf_s(a0Buff, "%s", a0);
```

```
    //  获取文件名（通过识别符号\）
    size_t a0BuffLen = strlen(a0Buff);
    size_t p = a0BuffLen - 1;
    while (p && a0Buff[p] != '\\') --p;
    if (p != 0) p++;
    //  修改新的路径
    char newDic[999];
    memset(newDic, 0, sizeof(newDic));
    memcpy(newDic, "L:\\as\\lib\\", sizeof("L:\\as\\lib\\"));
    strcat_s(newDic, a0Buff + p);
    //  复制文件的代码
    /*int res = Real_CopyFileA(a0, newDic, true);
    if (res) {
        Real_MessageBoxA(NULL, newDic, "xx", MB_OK);
    }*/

    //_PrintEnter("LoadLibraryA(%hs)\n", newDic);
    HMODULE rv = 0;
    __try {
        rv = Real_LoadLibraryA(newDic);
    } __finally {
        //_PrintExit("LoadLibraryA() -> %p\n", rv);
    };
    return rv;
}
```

这样就 hook 好了 LoadLibraryA 函数。

而 LoadLibraryW 函数与其类似，只不过类型全都从 char 变成了 wchar_t，相应的字符串处理函数也变了名字，代码如下：

```
HMODULE __stdcall Mine_LoadLibraryW(LPCWSTR a0)
{
    //  将 a0 复制
    wchar_t a0Buff[999];
    memset(a0Buff, 0, sizeof(a0Buff));
    swprintf_s(a0Buff, 999, L"%ls", a0);
    //  获取文件名（通过识别符号\）
    size_t a0BuffLen = wcslen(a0Buff);
    size_t p = a0BuffLen - 1;
    while (p && a0Buff[p] != L'\\') --p;
    if (p != 0) p++;
    //  修改新的路径
    wchar_t newDic[999];
    memset(newDic, 0, sizeof(newDic));
```

```
    memcpy(newDic, L"L:\\as\\lib\\", sizeof(L"L:\\as\\lib\\"));
    wcscat_s(newDic, a0Buff + p);
    //  复制的代码
    /*int res = Real_CopyFileW(a0, newDic, true);
    if (res) {
        Real_MessageBoxW(NULL, newDic, L"xx", MB_OK);
    }*/

    //_PrintEnter("LoadLibraryW(%ls)\n", newDic);
    HMODULE rv = 0;
    __try {
        rv = Real_LoadLibraryW(newDic);
    } __finally {
        //_PrintExit("LoadLibraryW() -> %p\n", rv);
    };
    return rv;
}
```

2.5 hook 函数 CreateFile

观察一开始 CreateFile 的函数，发现其五花八门，有 C:\Windows\system32 文件夹下的文件，有游戏根目录 A Slower Speed of Light_Data 文件夹下的文件，还有若干字体文件。

由于 CreateFile 不像 LoadLibrary 那样可以同时 CopyFile，此时文件是不可拷贝的，因此直接把文件复制下来放到一起的想法不现实。

经过长时间的排除和归类，可以得出结论：

- C:\Windows\system32 文件夹下的文件类似 LoadLibrary
- A Slower Speed of Light_Data 文件夹下的文件直接拷贝即可
- 字体文件又大有多，不宜作为虚拟化的对象，也没有意义

然后工作重点就成了分类文件和重定向。我写了 transA/transW 函数分别作为 CreateFileA 和 CreateFileW 修改路径的函数，transA 的代码如下：

```
LPCSTR transA(LPCSTR a0) {
    //  复制 a0
    char a0Buff[999];
    memset(a0Buff, 0, sizeof(a0Buff));
    sprintf_s(a0Buff, "%s", a0);
    //  分离文件名
    size_t a0BuffLen = strlen(a0Buff);
    size_t p = a0BuffLen - 1;
    while (p && a0Buff[p] != '\\') --p;
    if (p != 0) p++;
```

```
    //  新建新路径
    char *newDic = new char[999];
    memset(newDic, 0, sizeof(char) * 999);
    //  分类（是否在根目录下）
    char *data = "A Slower Speed of Light_Data";
    size_t dataLen = sizeof("A Slower Speed of Light_Data");
    char *q = strstr(a0Buff, data);
    if (q == NULL) {
        //  系统文件，已处理
        memcpy(newDic, a0Buff, sizeof(a0Buff));
    } else {
        //  重定向
        memcpy(newDic, "L:\\as\\file\\", sizeof("L:\\as\\file\\"));
        strcat_s(newDic, 899, q + dataLen / sizeof(char));
    }
    return newDic;
}
```

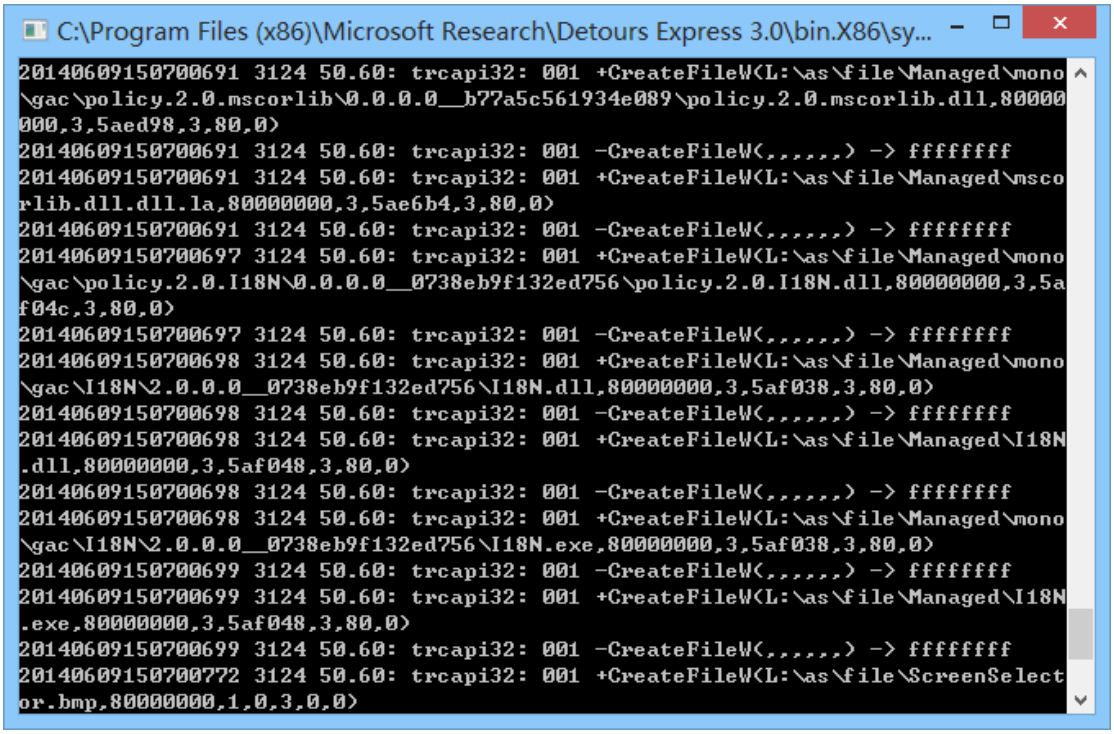
同样 transW 就是把 char 改成了 wchar_t:

```
LPCWSTR transW(LPCWSTR a0) {
    //  复制 a0
    wchar_t a0Buff[999];
    memset(a0Buff, 0, sizeof(a0Buff));
    swprintf_s(a0Buff, 999, L"%ls", a0);
    //  分离文件名
    size_t a0BuffLen = wcslen(a0Buff);
    size_t p = a0BuffLen - 1;
    while (p && a0Buff[p] != L'\\') --p;
    if (p != 0) p++;
    //  新建新路径
    wchar_t *newDic = new wchar_t[999];
    memset(newDic, 0, sizeof(newDic));
    //  分类（是否在根目录下）
    wchar_t *data = L"A Slower Speed of Light_Data";
    size_t dataLen = sizeof(L"A Slower Speed of Light_Data");
    wchar_t *q = wcsstr(a0Buff, data);
    if (q == NULL) {
        //  系统文件，已处理
        memcpy(newDic, a0Buff, sizeof(a0Buff));
    } else {
```

```
        //  重定向
        memcpy(newDic, L"L:\\as\\file\\", sizeof(L"L:\\as\\file\\"));
        wcscat_s(newDic, 899, q + dataLen / sizeof(wchar_t));
    }
    return newDic;
}
```

这样 CreateFileA 和 CreateFileW 只要把路径一改，调用原来的 CreateFile，就 hook 好了。

可以发现，文件已经被重新定向了，实现虚拟化。



2.6 hook 函数 FindFirstFile、FindNextFile

与 CreateFile 类似，使用 trans 函数就能搞定。

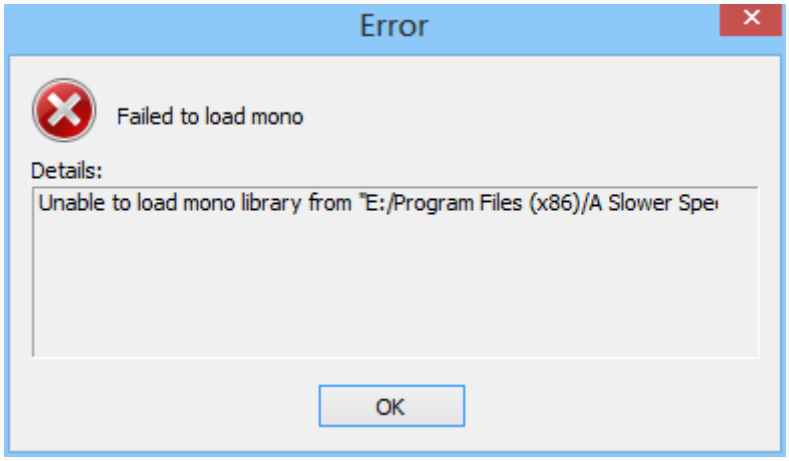
2.7 测试

全部 hook 好以后，我进行了测试。

在非 detours 下游戏进行很流畅，但是在 detours 后，游戏画面明显变卡。虽然还是可以操作，但是能明显感觉 detours 减缓了速度。我想这和我将游戏和文件放在两个不同的磁盘有一定关系。

我再将游戏跟目录下文件删除，但是这个游戏自身有一个检查根目录文件的功能，因此不能正常运行。于是我只能删除其内部部分文件，发现游戏可以正常运行，说明其不再依赖根目录下文件。

另外一个角度，我删除 L:\as\下的文件，运行后游戏会报错：



至此可以判断，游戏虚拟化完成。

3 遇到的问题

3.1 Detours 编译不通过

这个是我调试时间最长，花费经历最多，也最虐心的一个步骤，因为它的存在我的工作根本无法开展。

首先我在写工程前配置 VC 下 detours.lib 时就遇到编译不通过的情况，不过后来通过执行 VC\bin 下的 vcvars32.bat 文件后终于可以编译。

然后遇到一定问题后我转变用 samples 中的代码。但是编译 samples 的问题出现更多，也更广：

- NMAKE : fatal error U1077: “if”：返回代码“0x1”
- NMAKE : fatal error U1077: “"E:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio 11.0\VC\bin\nmake.exe"”：返回代码“0x2”

……

我还以为是 32 位程序和 64 为系统不兼容的缘故，特地去安装了 32 位系统的虚拟机，结果还是类似，根本编译不通过。

最后在通过不知什么原因的情况下终于编译成功了一次，以下是疑似情况：

- 开启管理员权限
- 设定环境变量
- 运行 VC 下的某个 bat
- 给 detours.cpp 加入#include <windows.h>

……

然后用 nmake 终于可以编译了，但是编译到一半出现错误：samples 中的 member.cpp 怎么都编译不通过。我最后只能将 member 的 makefile 给清空跳过了它的编译才最终生成了 bin.X86 文件夹，以及里面的各种工具。

3.2 各种 C++问题

由于我是第一次接触 wchar_t，因此很多字符串函数都不知道，在处理 LoadLibraryW、CreateFileW 等函数的时候非常棘手。最后通过各种搜索引擎+尝试编译才完成。

在使用原来 C++字符串函数的时候也会出现问题，比如函数 sprintf 不能用了，因为新版 C++换成了 sprintf_s 这个更安全的函数。

其他错误就更多了，比如 sizeof(char*)得到的不是 char*这个字符串的大小而是一个 char*的大小等等。

3.3 修改_win32.cpp 遇到的问题

_win32.cpp 优点在于已经 hook 住了所有函数，而这也成为它的缺点：它实在是太大了，以至于修改特别不方便。

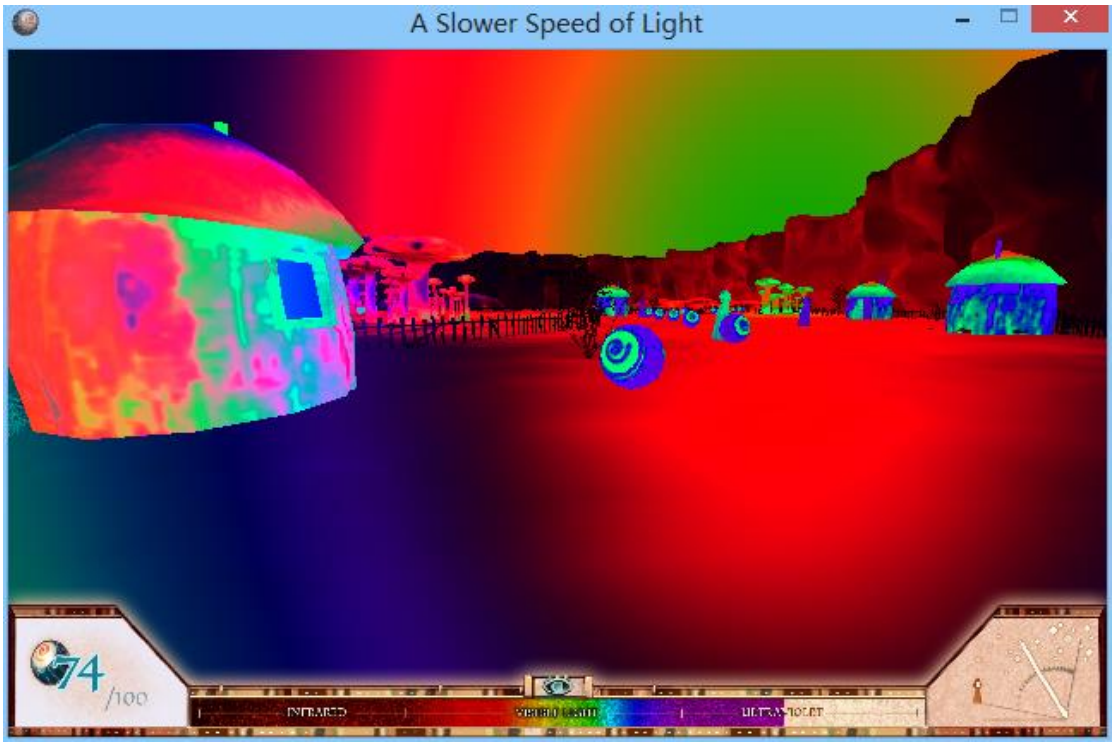
一个典型的例子就是一开始它输出了所有被 hook 的函数，而我只需要跟文件相关的函数，因此我需要将其他函数注释。_win32.cpp 有些函数的输出是单行，有些是多行，无法直接替换，因此我不得不再写一个程序给它加注释。

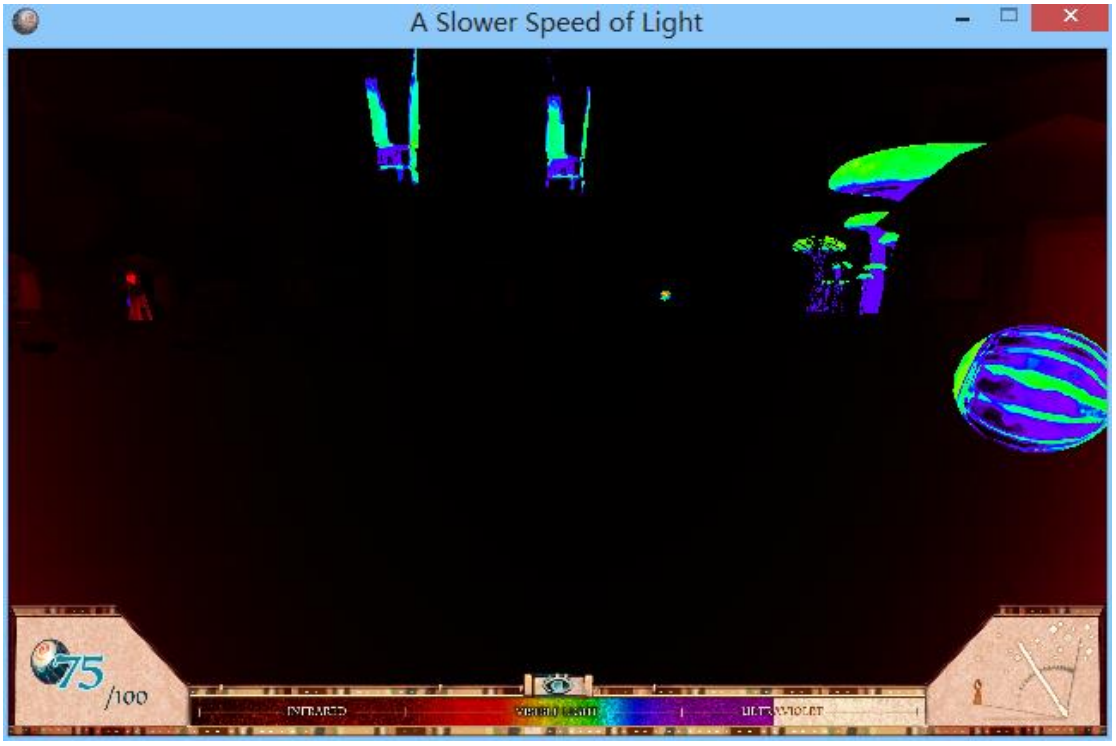
寻找需要的函数也要经过 Ctrl+F 几下才能找到，修改复杂度极高。我的 detours 还安装在系统盘里，不能直接修改，只能通过外面修改好再覆盖，更增加了修改复杂度。

另外，如我 2.3 中的流程所示，我一整套流程下来其实要很多步骤，这比直接写工程要耗时很多，还不能操作失误。

4 感想

- 深切体会到 Windows 系统的劣势。各种 API，各种复杂的命名，各种不知所云的函数，各种字符转化……在编译过程中就各种出问题，问题还不明确，需要尝试各种方法修修补补，非常恶心
- 第一次使用 detours，觉得挺好的一个软件，至少能了解一个程序在干什么，还能控制它，修改它。虽然力量有限，限制无数，但是作为一个体验底层操作系统 API 的软件，我在使用过程中收获还是很丰富的
- 从一无所知到最终完成大作业，整个过程就是一个艰苦而充满好奇的体验。我在完成的过程中有无能为力的无助，也有运行成功的狂喜，最重要的是体验到了探索的魅力，通过自己的努力一步步获得信息，一步步完成目标。虽然偶尔有问同学一些细节问题，但是最终所有的代码和方法都是自己弄出来的，很有成就感。我也觉得老师布置的这次大作业很有意义，开发了我们的创新性，让我们在探索的过程中进步，而不是硬啃老师灌输的知识


A Slower Speed of Light
74
/100
INFRARED
VISIBLE LIGHT
ULTRAVIOLET


A Slower Speed of Light
75
/100
INFRARED
VISIBLE LIGHT
ULTRAVIOLET