程序员指南

Coaxlink

Coaxlink 11.2.1

使用条款

本文档随Coaxlink11.2.1(doc build) 提供。

目录

1. 简介

Coaxlink卡的*应用编程接口*(API) 是基于GenICam的。

GenICam 的目标是提供一个标准化、统一的编程接口，用于基于不同物理接口(CoaXPress, GigE Vision等) 或来自不同供应商的相机和帧捕获器。

GenICam 是一组EMVA标准(GenApi和GenTL) ，以及命名事物的相关约定(标准特征的SFNC，像素格式的PFNC) 。

- GenApi是关于描述的。GenApi的核心是*寄存器描述*的概念。寄存器描述以XML文件的形式提供。它们将低级硬件寄存器映射到高级*功能*。
  GenApi 允许应用程序以统一且一致的方式检测、配置和使用相机和帧捕获器的功能。
- Gentl是关于数据传输的。TL后缀表示*传输层*。
  GenTL 标准定义了一组C函数和数据类型，用于枚举、配置，以及从相机和帧捕获器中获取图像。此API由C头文件定义。
  帧捕获器供应商提供实现此API的库(即导出标准头文件中声明的函数的库) 。这些库被称为 *GenTL 发生器*，或 *公共传输接口* (CTI)，并使用 `cti` file extension. The GenTL producer for Coaxlink cards is `coaxlink.cti`。

本文件应从头到尾进行阅读。每一章和节都是建立在前面的章节的基础上的。如果跳过部分文本，某些解释和示例可能会显得晦涩难懂。如果出现这种情况，您应该返回并阅读跳过的部分。

2. GenApi

Genapi解决了配置相机的问题。实现的方式是通用的，并且适用于不同类型的设备，包括帧捕获器。在本章中，我们对相机的论述，同样也适用于帧捕获器。

GenApi需要两件事情来工作：一个*寄存器描述*，一个是*GenApi实现*。

寄存器描述

寄存器描述，是一个XML文件，可以看作是相机的计算机可读数据表。它定义相机设置（例如 `PixelFormat` and `TriggerSource`), and instructions on how to configure them (e.g., to set `ExposureMode` to `Timed`, write value `0x12` to register `0xE0140`）。它还可以包含相机文档。

GenApi 实现

*GenApi 实现*是一个可以读取和解释寄存器描述文件的软件模块。

EMVA提供了一个参考实现，但使用起来相当困难，而且日志记录也很差。取而代之，我们建议使用与Coaxlink软件包捆绑在一起的Euresys实现。此实现还允许编写功能强大的配置脚本。

功能

用户从GenApi中获得的是一系列（按类别组织的）命名*功能*。

设置/获取功能

设置/获取功能是简单的设置（称为*参数*-在MultiCam中），可以是不同的类型：

- 整数（例如`Width`）
- 浮点（例如`AcquisitionFrameRate`）
- 枚举（例如`PixelFormat`）
- 布尔值（`LUTEnable`例如）
- 字符串（`DeviceVendorName`例如）

可以使用*get/set*函数，以检索/修改功能值。有些功能是只读的，有些是只写的，但大多数都允许读/写访问。

命令

还有另一种功能：*命令*(例如`AcquisitionStart`)。命令是特殊的：它们没有任何相关联的值；它们有副作用。命令功能是要被*执行*。执行命令时，相机中会发生一些动作(例如，生成软件触发)。显然*get/set*函数对命令没有意义，不能使用。

3. GenTL

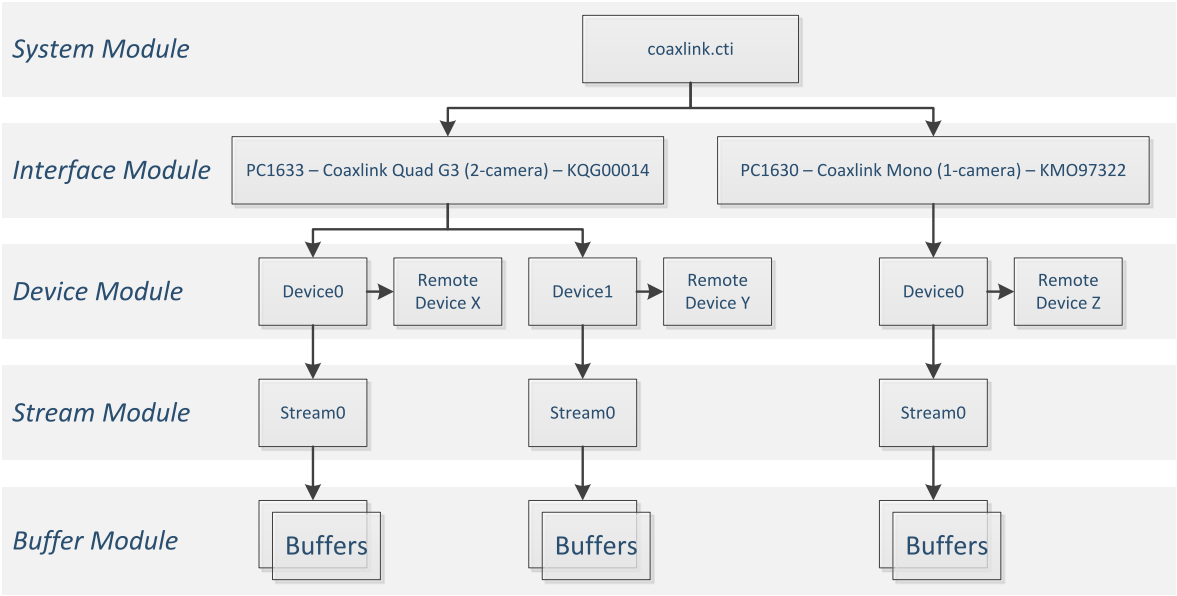
Gentl定义了5种对象类型，按父/子关系组织：

1. *系统*模块
2. *接口*模块
3. *设备*模块
4. *数据流*模块
5. *缓冲*模块

每个模块：

- 对应于系统的特定元件；
- 定义可以查询的相关信息(*信息命令*)(使用*get info*函数)；
- 允许行使该模块的功能(使用特定功能)。

此外，除缓冲模块外的所有模块，都充当允许读/写操作的*端口*。GenApi使用这些端口函数加载该模块的描述文件，并使用其GenApi功能。



Gentl模块层次结构

3.1. 系统模块

系统模块(也称为*TLSystem*)代表Gentl发生器(`coaxlink.cti`库)。此模块位于父/子树的顶部。

系统模块提供关于Gentl发生器的基本信息:例如完整的`coaxlink.cti`路径和供应商名称(Euresys)。

系统模块的真正目的,是列出系统中存在的*接口*(或帧捕获器)。系统模块最重要的功能是 `TLGetNumInterfaces` (to retrieve the number of frame grabbers in the system) and `TLOpenInterface`(访问远程帧捕获器)。

3.2. 接口模块

GenTL标准调用帧抓取器*接口*。系统模块为每个帧捕获器提供一个子接口:如果计算机中有两个Coaxlink卡,系统模块将提供两个子接口。

每个接口代表一个帧捕获器。接口模块中有全局帧捕获功能,如数字I/O线。这意味着控制I/O线的GenApi功能连接到接口。

每个接口还充当一个或多个*设备*的父接口。接口模块最重要的功能是 `IFGetNumDevices` (to retrieve the number of cameras that can be connected to the interface) and `IFOpenDevice`(访问远程设备)。

3.3. 设备模块

GenTL标准使用术语*设备*和*远程设备*来表示两个相关但不同的概念。*远程设备*是一个真正的相机,实际地连接到一个帧捕获器。这与我们在这里描述的设备模块不同。

设备模块是包含与相机相关的帧捕获器设置的模块。这包括触发器和频闪器之类的东西。

设备模块还充当一个*数据流*的父级,并且可以被视为远程设备的*同级*。设备模块最重要的功能是 `DevOpenDataStream` (to get access to the data stream) and `DevGetPort`(访问远程设备)。

3.4. 数据流模块

数据流模块处理*缓冲区*。在采集运行期间,图像从相机发送到帧捕获器,然后将其传输到主机上分配的内存缓冲区。数据流模块是图像采集发生的地方。这是大多数功能所在的地方。

缓冲处理非常灵活。可以使用任意数量的缓冲区。缓冲区要么在输入队列中，要么在输出队列中，要么暂时取消。应用程序决定空缓冲区何时排队(到输入FIFO)，以及填充的缓冲区何时弹出(从输出FIFO)。

3.5. 缓冲模块

缓冲模块简单地表示给父数据流的存储器缓冲区。有用的元数据与缓冲区关联。这包括图像宽度、高度、像素格式、时间戳...这些是通过*info*命令检索的(请参见`BUFFER_INFO_CMD_LIST`，在标准GenTL 头文件中) 。

缓冲模块是唯一没有读/写端口功能的模块；它没有GenApi功能。

3.6. GenTL API

GenTL可以检测、控制和使用所有相机和图像捕获器功能，但其使用非常繁琐:

- `cti` 文件必须动态加载，并且必须通过指针访问它们导出的函数。
- 函数返回必须由应用程序检查的错误代码。
- 大多数函数从非类型缓冲区读取/向非类型缓冲区写入:应用程序必须确定所需的缓冲区大小，分配临时缓冲区，将数据转换到此缓冲区/从此缓冲区转换数据，最后释放缓冲区内存。

我们不建议直接使用GenTL API，而是建议使用以下两种方法之一:

- 处理这些复杂问题的`Euresys::EGenTL`库，以便用户不必这样做；
- 或者提供高级、易用界面的`Euresys::EGrabber`库。

4. Euresys::EGenTL

`Euresys::EGenTL` is a library of C++ classes that provide the same functionality as standard GenICam GenTL, but with a more user-friendly interface. For example, it uses `std::string` instead of raw `char` pointers, and error codes are transformed into exceptions. `Euresys::EGenTL`还负责定位GenTL发生器，并加载其导出的功能。

这个库完全在C++头文件中实现。因此，您只需包括相关的头文件：

```
#include <EGenTL.h>
```

与GenTL定义的原始、低级C函数不同，我们得到一个表示Gentl发生器的`Euresys::EGenTL`对象：

- 每个GenTL函数都可用作 `Euresys::EGenTL`. GenTL function names start with an upper-case prefix. In `Euresys::EGenTL`, method names start with the same prefix, but written in lower-case. For example, the `GCReadPort` function is exposed as the `gcReadPort` method, and the `TLOpenInterface` function as the `tlOpenInterface` 方法的成员方法。
- 所有gentl函数都返回一个 `GC_ERROR` code indicating success or failure. When a function returns a code other than `GC_ERR_SUCCESS`，引发异常。这消除了在每次函数调用后，人工检查错误代码的负担。
- 因为gentl函数返回一个 `GC_ERROR`, output values are returned through pointers passed as arguments. `Euresys::EGenTL` 方法，它提供了一个更自然的接口；它们直接返回输出值：

```
GC_API TLGetNumInterfaces(TL_HANDLE hTL, uint32_t *piNumIfaces);
```

```
uint32_t tlGetNumInterfaces(TL_HANDLE tlh);
```

> **备注** 用调用约定和dll导入/导出属性修饰的`GC_API` is defined as `GC_IMPORT_EXPORT GC_ERROR GC_CALLTYPE`. It is simply a `GC_ERROR` 。

- 对于处理文本的GenTL函数，相应的`Euresys::EGenTL` methods convert from `char *` to `std::string`，反之亦然：

```
GC_API TLGetInterfaceID(TL_HANDLE hTL, uint32_t iIndex,
                        char *sID, size_t *piSize);
```

```
std::string tlGetInterfaceID(TL_HANDLE tlh, uint32_t index);
```

- 一些GenTL函数检索有关相机或帧捕获器的信息。这些函数填充了 `void *` buffer with a value, and indicate in an `INFO_DATATYPE` the actual type of the value. `Euresys::EGenTL` 使用C++模板使这些函数易于使用：

```
GC_API GCGetInfo(TL_INFO_CMD iInfoCmd, INFO_DATATYPE *piType,
                 void *pBuffer, size_t *piSize);
```

```
template<typename T> T gcGetInfo(TL_INFO_CMD cmd);
```

4.1. 第一个例子

此程序使用`Euresys::EGenTL`来迭代系统中存在的Coaxlink卡，并显示它们的id：

```
#include <iostream>
#include <EGenTL.h>                                          // 1

void listCards() {
    Euresys::EGenTL gentl;                                   // 2
    GenTL::TL_HANDLE tl = gentl.tlOpen();                    // 3
    uint32_t numCards = gentl.tlGetNumInterfaces(tl);        // 4
    for (uint32_t n = 0; n < numCards; ++n) {
        std::string id = gentl.tlGetInterfaceID(tl, n);      // 5
        std::cout << "[" << n << "] " << id << std::endl;
    }
}

int main() {
    try {                                                    // 6
        listCards();
    } catch (const std::exception &e) {                      // 6
        std::cout << "error: " << e.what() << std::endl;
    }
}
```

1. 包括 `EGenTL.h`, which contains the definition of the `Euresys::EGenTL` 类。
2. 创建一个`Euresys::EGenTL`对象。这涉及以下操作：
   - 定位并动态加载Coaxlink GenTL 生成器()；`coaxlink.cti`
   - 检索指向由 `coaxlink.cti`, and make them available via `Euresys::EGenTL` 方法导出的函数的指针；
   - 初始化 `coaxlink.cti` (this is done by calling the GenTL initialization function `GCInitLib`)。
3. 打开Gentl生成器。这将在步骤1中返回类型为 `GenTL::TL_HANDLE`. The `GenTL` namespace is defined in the standard GenTL header file, which has been automatically included by `EGenTL.h` 的句柄。
4. 找出系统中有多少张卡。
5. 检索第N张卡的ID。
6. `Euresys::EGenTL` uses exceptions to report errors, so we wrap our code inside a `try ... catch` 块。

程序输出示例

```
[0] PC1633 - Coaxlink Quad G3 (1-camera, line-scan) - KQG00014
[1] PC1632 - Coaxlink Quad (1-camera) - KQU00031
```

4.2. 相关文件

`include/EGenTL.h`	主标题。包括所有其他标题。定义

	`Euresys::EGenTL`
`include/GenTL_v1_5.h`	标准GenTL标题。定义标准类型、函数和常量。
`include/GenTL_v1_5_EuresysCustom.h`	定义特定Coaxlink常量

5. Euresys::EGrabber

`Euresys::EGrabber` is a library of C++ classes that provide a high-level interface. It is built on top of the `Euresys::EGenTL` 库，建议大多数用户使用。

还提供了在`Euresys::EGrabber`C++类之上构建的.NET程序集。在本文中，我们主要关注C++ API。C++和.NET接口之间的细微差别在专章中列出。

要使用这里描述的类，需要包含主`Euresys::EGrabber`文件：

```
#include <EGrabber.h>
```

`Euresys::EGrabber` is a header-only library (it isn't provided as a `lib` or `dll` file). It comprises several classes, the most important of which is also named `Euresys::EGrabber`:

```
namespace Euresys {
    class EGrabber;
}
```

在本文中，我们将这个类称为*捕获器*。捕获器封装一组相关的GenTL模块：

- 接口：表示全局(共享)帧捕获器设置和功能的模块。包括数字I/O控制、PCIe和固件状态...
- 设备(或*本地*设备，而不是*远程*设备)：包含与相机相关的帧捕获器设置和功能的模块。这主要包括相机和照明控制功能：闪光灯，触发器...
- 数据流：处理图像缓冲区的模块。
- 一个远程设备：CoaXPress 相机。
- 若干缓冲区。

如果对这些概念不清楚，请回到关于GenTL模块的章节。

5.1. 第一个例子

此示例创建一个捕获器，并显示其包含的接口、设备和远程设备模块的基本信息：

```
#include <iostream>
#include <EGrabber.h>                                                          // 1

static const uint32_t CARD_IX = 0;
static const uint32_t DEVICE_IX = 0;

void showInfo() {
    Euresys::EGenTL gentl;                                                     // 2
    Euresys::EGrabber<> grabber(gentl, CARD_IX, DEVICE_IX);                    // 3

    std::string card = grabber.getString<Euresys::InterfaceModule>("InterfaceID");      // 4
    std::string dev = grabber.getString<Euresys::DeviceModule>("DeviceID");             // 5
    int64_t width = grabber.getInteger<Euresys::RemoteModule>("Width");                 // 6
    int64_t height = grabber.getInteger<Euresys::RemoteModule>("Height");               // 6

    std::cout << "Interface:    " << card << std::endl;
    std::cout << "Device:       " << dev  << std::endl;
    std::cout << "Resolution:   " << width << "x" << height << std::endl;
}

int main() {
    try {                                                                      // 7
        showInfo();
    } catch (const std::exception &e) {                                        // 7
        std::cout << "error: " << e.what() << std::endl;
    }
}
```

1. 包括 `EGrabber.h`, which defines the `Euresys::EGrabber` class, and includes the other header files we need (such as `EGenTL.h` 和标准的 GenTL 头文件）。
2. 创建一个`Euresys::EGenTL`对象。这包含以下操作：
   - 定位并动态加载Coaxlink GenTL 生成器（`coaxlink.cti`）；
   - 检索指向由 `coaxlink.cti`, and make them available via `Euresys::EGenTL` 方法导出的函数的指针；
   - 初始化 `coaxlink.cti` (this is done by calling the GenTL initialization function `GCInitLib`)。
3. 创建一个 `Euresys::EGrabber` object. The constructor needs the `gentl` object created in step 2. It also takes as optional arguments the indices of the interface and device to use. The purpose of the angle brackets (<>) that come after `EGrabber` 稍后将变得清晰。就目前而言，可以忽略它们。
4. 使用"GenApi" 于页面6来查找Coaxlink卡的ID。`Euresys::InterfaceModule`指示我们需要来自接口模块的答复。

- 同样地，找出设备的ID。这一次，我们使用`Euresys::DeviceModule`瞄准设备模块。
- 最后，读取相机分辨率。`Euresys::RemoteModule`指示必须从相机中检索该值。
- `Euresys::EGrabber` uses exceptions to report errors, so we wrap our code inside a `try ... catch` 块。

程序输出示例

```
Interface:    PC1633 - Coaxlink Quad G3 (2-camera) - KQG00014
Device:       Device0
Resolution:   4096x4096
```

5.2. 获取图像

此程序使用`Euresys::EGrabber`从连接到Coaxlink卡的相机获取图像：

```
#include <iostream>
#include <EGrabber.h>

void grab() {
    Euresys::EGenTL gentl;
    Euresys::EGrabber<> grabber(gentl);                                    // 1

    grabber.reallocBuffers(3);                                             // 2
    grabber.start(10);                                                     // 3
    for (size_t i = 0; i < 10; ++i) {
        Euresys::ScopedBuffer buf(grabber);                                // 4
        void *ptr = buf.getInfo<void *>(GenTL::BUFFER_INFO_BASE);          // 5
        uint64_t ts = buf.getInfo<uint64_t>(GenTL::BUFFER_INFO_TIMESTAMP); // 6
        std::cout << "buffer address: " << ptr << ", timestamp: "
                  << ts << " us" << std::endl;
    }                                                                      // 7
}

int main() {
    try {
        grab();
    } catch (const std::exception &e) {
        std::cout << "error: " << e.what() << std::endl;
    }
}
```

1. 创建一个`Euresys::EGrabber`对象。这里省略了构造函数的第二个和第三个参数。捕获器将使用系统中存在的第一接口的第一设备。
2. 分配3个缓冲区。捕获器自动确定所需的缓冲区大小。
3. 启动捕获器。在这里，我们要求捕获器填充10个缓冲区。如果我们不希望捕获器在特定数量的缓冲区之后停止，我们可以执行调用 `grabber.start(GenTL::GENTL_INFINITE)`, or simply `grabber.start()`.
   Starting the grabber involves the following operations:
   - the `AcquisitionStart` command is executed on the camera;
   - the `DSStartAcquisition` 函数来启动数据流。

   在本例中，我们假设相机和帧捕获器正确配置。对于实际的应用程序，在开始采集之前(以及为此分配缓冲区之前)运行配置脚本会更安全。这将在另一个例子中显示。
4. 等待捕获器填满缓冲区。结果是`Euresys::ScopedBuffer`。术语*scoped*用于指示缓冲器的寿命，是当前作用域(即当前块)。

5. 检索缓冲区地址。可通过调用 `getInfo` method of the buffer. This method takes as argument a `BUFFER_INFO_CMD`. In this case, we request the `BUFFER_INFO_BASE`, which is defined in the standard GenTL header file:

```
enum BUFFER_INFO_CMD_LIST
{
  BUFFER_INFO_BASE      = 0, /* PTR    Base address of the buffer memory. */
  BUFFER_INFO_SIZE      = 1, /* SIZET  Size of the buffer in bytes. */
  BUFFER_INFO_USER_PTR  = 2, /* PTR    Private data pointer of the GenTL Consumer. */
  BUFFER_INFO_TIMESTAMP = 3, /* UINT64 Timestamp the buffer was acquired. */
  // ...
  // other BUFFER_INFO definitions omitted
  // ...
  BUFFER_INFO_CUSTOM_ID = 1000 /* Starting value for GenTL Producer custom IDs. */
};
typedef int32_t BUFFER_INFO_CMD;
```

Notice that `getInfo` is a template method, and when we call it we must specify the type of value we expect. `BUFFER_INFO_BASE` returns a pointer; this is why we use `getInfo<void *>`来完成。

6. 执行相同操作以检索缓冲区的时间戳。这次，我们使用 `uint64_t` version of `getInfo` to match the type of `BUFFER_INFO_TIMESTAMP`.

> **备注** 对于Coaxlink，时间戳总是64位的，并表示为计算机启动后流逝的微秒数。

7. 我们到达 `for` block. The local variable `buf` gets out of scope and is destroyed: the `ScopedBuffer` destructor is called. This causes the GenTL buffer contained in `buf` 的末尾，重新排队(返回)到捕获器的数据流。

程序输出示例

```
buffer address: 0x7f3c32c54010, timestamp: 11247531003686 us
buffer address: 0x7f3c2c4bf010, timestamp: 11247531058080 us
buffer address: 0x7f3c2c37e010, timestamp: 11247531085003 us
buffer address: 0x7f3c32c54010, timestamp: 11247531111944 us
buffer address: 0x7f3c2c4bf010, timestamp: 11247531137956 us
buffer address: 0x7f3c2c37e010, timestamp: 11247531163306 us
buffer address: 0x7f3c32c54010, timestamp: 11247531188600 us
buffer address: 0x7f3c2c4bf010, timestamp: 11247531213807 us
buffer address: 0x7f3c2c37e010, timestamp: 11247531239158 us
buffer address: 0x7f3c32c54010, timestamp: 11247531265053 us
```

我们可以看到,分配的三个缓冲区(A在 `0x7f3c32c54010`, B at `0x7f3c2c4bf010`, and C at `0x7f3c2c37e010`)以循环方式使用：a→b→c→a→b→c→...这是由于：

- 输入和输出缓冲队列的FIFO性质：
  - Coaxlink 驱动程序从输入队列的前面，弹出一个缓冲区，并将其提供给Coaxlink卡进行DMA传输；
  - 传输完成后，将缓冲区推送到输出队列的后面；
- `ScopedBuffer`的使用：
  - `ScopedBuffer`构造器从输出队列的前面弹出一个缓冲区(即，它占用最早的缓冲区)；

- ScopedBuffer析构函数将缓冲区推到输入队列后面(因此，在输入队列中已经有所有缓冲区之后，这个缓冲区将用于新的传输)。

5.3. 配置捕获器

配置是任何图像采集程序的一个非常重要的方面。

- 相机和帧捕获器都必须根据应用要求进行配置。
- 相机配置必须与帧捕获器配置兼容，反之亦然。

配置，基本上归结为，在捕获器模块上执行的一系列设置/获取操作：远程设备(即相机)接口，设备、或数据流模模块。

该程序将捕获器配置为所谓的*RG*控制模式(异步复位相机控制、帧捕获器控制的曝光)。

```
#include <iostream>
#include <EGrabber.h>

const double FPS = 150;

void configure() {
    Euresys::EGenTL gentl;
    Euresys::EGrabber<> grabber(gentl);
    // camera configuration
    grabber.setString<Euresys::RemoteModule>("TriggerMode", "On");                    // 1
    grabber.setString<Euresys::RemoteModule>("TriggerSource", "CXPin");               // 2
    grabber.setString<Euresys::RemoteModule>("ExposureMode", "TriggerWidth");         // 3
    // frame grabber configuration
    grabber.setString<Euresys::DeviceModule>("CameraControlMethod", "RG");            // 4
    grabber.setString<Euresys::DeviceModule>("CycleTriggerSource", "Immediate");      // 5
    grabber.setFloat<Euresys::DeviceModule>("CycleMinimumPeriod", 1e6 / FPS);         // 6
}

int main() {
    try {
        configure();
    } catch (const std::exception &e) {
        std::cout << "error: " << e.what() << std::endl;
    }
}
```

1. 在相机上启用触发。
2. 告诉相机在CoaXPress链路上查找触发。
3. 将相机配置为使用TriggerWidth曝光模式。
4. 将帧捕获器相机控制方法设置为RG。在此模式下，相机循环由帧捕获器启动，曝光的持续时间也由帧捕获器控制。
5. 告诉帧捕获器在不等待硬件或软件触发的情况下自行启动(以由CycleMinimumPeriod定义的速率)相机循环。
6. 配置帧速率。

但是有一种更好的方法来配置捕获器。使用脚本文件，程序变成：

```
#include <iostream>
#include <EGrabber.h>

void configure() {
    Euresys::EGenTL gentl;
    Euresys::EGrabber<> grabber(gentl);
    grabber.runScript("config.js");
}

int main() {
    try {
        configure();
    } catch (const std::exception &e) {
        std::cout << "error: " << e.what() << std::endl;
    }
}
```

配置脚本是：

```
var grabber = grabbers[0];
var FPS = 150;
// camera configuration
grabber.RemotePort.set("TriggerMode", "On");
grabber.RemotePort.set("TriggerSource", "CXPin");
grabber.RemotePort.set("ExposureMode", "TriggerWidth");
// frame grabber configuration
grabber.DevicePort.set("CameraControlMethod", "RG");
grabber.DevicePort.set("CycleTriggerSource", "Immediate");
grabber.DevicePort.set("CycleMinimumPeriod", 1e6 / FPS);
```

使用脚本文件有几个优点：

- 无需重新编译应用程序即可更改配置。这样可以缩短开发周期，并可以在实验室或现场更新配置。
- 配置脚本可以由GenICam 浏览器和命令行`gentl`工具加载。这使得在用户应用程序之外验证配置成为可能。
- 配置脚本可以很容易地被用不同编程语言编写的几个应用程序共享: C++、C语言、VB.NET...
- Euresys Genapi脚本的全部功能可用。

5.4. 活动

背景

CoaxLink卡生成不同类型的事件：

- *新缓冲区*事件：指示缓冲区已被数据流填充的事件。
- *数据流*事件：与数据流及其帧存储相关的事件。
- *相机和照明控制器*事件：与相机及其照明设备的实时控制(由设备执行)相关的事件。
- *I/O工具箱*事件：与数字I/O线和其他I/O工具相关的事件(来自接口)。
- *CoaXPress 接口*事件：与CoaXPress接口相关的事件(来自接口)。

*新缓冲区*事件在GenTL中是标准的。当帧捕获器填充缓冲区时，会发生这种情况。附加到*新缓冲区*事件的信息，包括缓冲区的句柄和时间戳。

其他类型的事件仅限于Coaxlink，可以视为特定事件的类别。例如，在*CIC*事件类别中，我们有：

- `CameraTriggerRisingEdge`（相机触发启动）
- `CameraTriggerFallingEdge`（相机触发结束）
- `StrobeRisingEdge`（闪光灯启动）
- `StrobeFallingEdge`（闪光灯结束）
- `AllowNextCycle`（CIC已为下一个相机循环做好准备）
- ...

在事件的*I/O工具箱*类别中，我们有：

- `LIN1`（线路输入工具1）
- `LIN2`（线路输入工具2）
- `MDV1`（乘数器/除法器工具1）
- ...

计数器

Coaxlink固件统计每个事件（*新缓冲区事件*除外）的每次发生，并使这个计数器在名为`EventCount`. Each event has its own counter, and the value of `EventCount` 的GenApi功能中可用，具体取决于所选事件：

```
// select the CameraTriggerRisingEdge event
grabber.setString<DeviceModule>("EventSelector", "CameraTriggerRisingEdge");
// read the value of the counter
int64_t counter = grabber.getInteger<DeviceModule>("EventCount");
```

或者，使用*选定功能*符号：

```
// read the value of the CameraTriggerRisingEdge counter
int64_t counter = grabber.getInteger<DeviceModule>("EventCount[CameraTriggerRisingEdge]");
```

通知

正如我们刚才看到的，当一个事件发生时，一个专用的计数器就会递增。Coaxlink还可以通过`Euresys::EGrabber`执行用户定义的回调函数来通知应用程序此事件。但首先，需要启用一个或多个事件的通知：

```
grabber.setString<DeviceModule>("EventSelector", "CameraTriggerRisingEdge");
grabber.setInteger<DeviceModule>("EventNotification", true);
grabber.setString<DeviceModule>("EventSelector", "CameraTriggerFallingEdge");
grabber.setInteger<DeviceModule>("EventNotification", true);
...
```

或：

```
grabber.setInteger<DeviceModule>("EventNotification[CameraTriggerRisingEdge]", true);
grabber.setInteger<DeviceModule>("EventNotification[CameraTriggerFallingEdge]", true);
...
```

使用配置脚本，这很容易为所有事件启用通知：

```
function enableAllEvents(p) {                           // 1
    var events = p.$ee('EventSelector');                // 2
    for (var e of events) {
        p.set('EventNotification[' + e + ']', true);    // 3
    }
}

var grabber = grabbers[0];
enableAllEvents(grabber.InterfacePort);                 // 4
enableAllEvents(grabber.DevicePort);                    // 5
enableAllEvents(grabber.StreamPort);                    // 6
```

1. 定义一个名为 `enableAllEvents` and taking as argument a module (or port) `p`helper 函数。
2. 使用 `$ee` function to retrieve the list of values `EventSelector` can take. This is the list of events generated by module `p`. (`ee` 表示 *枚举项*。)
3. 对于每个事件，启用通知。(该 `+` operator concatenates strings, so if `e` is `'LIN1'`, the expression `'EventNotification[' + e + ']'` evaluates to `'EventNotification[LIN1]'`。)
4. 调用步骤1中为接口模块定义的`enableAllEvents`函数。这将启用*I/O工具箱*和*CoaXPress接口*类别中所有事件的通知。
5. 同样，启用来自设备模块的所有事件的通知(*CIC*事件)。
6. 最后，启用所有*数据流*事件的通知。

回调函数

当一个事件发生且为该事件启用了事件通知时，`Euresys::EGrabber`会执行几个回调函数中的一个。

这些回调函数是在重写的虚拟方法中定义的:

```
class MyGrabber : public Euresys::EGrabber<>
{
    public:
        ...

    private:
        // callback function for new buffer events
        virtual void onNewBufferEvent(const NewBufferData& data) {
            ...
        }

        // callback function for data stream events
        virtual void onDataStreamEvent(const DataStreamData &data) {
            ...
        }

        // callback function for CIC events
        virtual void onCicEvent(const CicData &data) {
            ...
        }

        // callback function for I/O toolbox events
        virtual void onIoToolboxEvent(const IoToolboxData &data) {
```

```
            ...
        }

        // callback function for CoaXPress interface events
        virtual void onCxpInterfaceEvent(const CxpInterfaceData &data) {
            ...
        }
};
```

正如你所看到的，可以为每一类事件定义不同的回调函数。

在.NET中，回调函数是通过创建委托(而不是重写虚拟方法)来定义的。在有关.NET程序集的章节中，将给出一个示例。

事件识别

当向应用程序通知事件时，执行的回调函数指示该事件的类别。实际发生的事件由一个数字ID标识，称为 numid, and defined in include/GenTL_v1_5_EuresysCustom.h:

```
enum EVENT_DATA_NUMID_CUSTOM_LIST
{
    // EVENT_CUSTOM_IO_TOOLBOX
    EVENT_DATA_NUMID_IO_TOOLBOX_LIN1                    = ...  /* Line Input Tool 1 */
    EVENT_DATA_NUMID_IO_TOOLBOX_LIN2                    = ...  /* Line Input Tool 2 */
    EVENT_DATA_NUMID_IO_TOOLBOX_MDV1                    = ...  /* Multiplier/Divider Tool 1 */
    ...
    // EVENT_CUSTOM_CXP_INTERFACE
    ...
    // EVENT_CUSTOM_CIC
    EVENT_DATA_NUMID_CIC_CAMERA_TRIGGER_RISING_EDGE     = ...  /* Start of camera trigger */
    EVENT_DATA_NUMID_CIC_CAMERA_TRIGGER_FALLING_EDGE    = ...  /* End of camera trigger */
    EVENT_DATA_NUMID_CIC_STROBE_RISING_EDGE             = ...  /* Start of light strobe */
    EVENT_DATA_NUMID_CIC_STROBE_FALLING_EDGE            = ...  /* End of light strobe */
    ...
    // EVENT_CUSTOM_DATASTREAM
    EVENT_DATA_NUMID_DATASTREAM_START_OF_CAMERA_READOUT = ...  /* Start of camera readout */
    EVENT_DATA_NUMID_DATASTREAM_END_OF_CAMERA_READOUT   = ...  /* End of camera readout */
    ...
};
```

作为参考，下表列出了(每个生成事件的模块和每个事件类别)与它们的关系：

- 回调函数的名称
- 传递给回调函数的数据类型
- 共同numid前缀

> **备注** 下面是一个简单的命名方案：一个名为*某个类别*的事件类别，有一个名为on**SomeCategory**Event which takes as argument a **SomeCategory**Data structure, and uses EVENT_DATA_NUMID_**SOME_CATEGORY_** as common numid前缀。

数据流模块-新缓冲区类别

回调函数	数据类型	numid 前缀
onNewBufferEvent	NewBufferData	-

> **备注** 在*新的缓冲区*事件类别中，只有一个事件，所以我们不需要 numid。

数据流模块-数据流类别

回调函数	数据类型	numid 前缀
onDataStreamEvent	DataStreamData	EVENT_DATA_NUMID_DATASTREAM_

设备模块-CIC类别

回调函数	数据类型	numid 前缀
onCicEvent	CicData	EVENT_DATA_NUMID_CIC_

接口模块-I/O工具箱类别

回调函数	数据类型	numid 前缀
onIoToolboxEvent	IoToolboxData	EVENT_DATA_NUMID_IO_TOOLBOX_

接口模块-CXP 接口类别

回调函数	数据类型	numid 前缀
onCxpInterfaceEvent	CxpInterfaceData	EVENT_DATA_NUMID_CXP_INTERFACE_

示例

我们很快就会展示一些完整的示例程序，说明事件和回调，但在此之前，还有一件事需要解释：执行回调函数的上下文。这是下一节的主题。

5.5. Egraber特点

什么时候应该调用回调函数？ 从哪个上下文(即，哪个线程)？ 考虑到这些问题，可以定义几个*回调模型*：

- 应用程序询问捕获器：*“您有缓冲区或事件给我吗？ 如果是，现在执行回调函数。”*这是一种轮询、同步操作模式，当应用程序请求回调时将执行回调(在应用程序线程中)。
  我们将此回调模型称为*按需*。
- 应用程序要求捕获器创建一个单独的专用线程，并在该线程中等待事件。当事件发生时，捕获器执行相应的回调函数，也在这个回调线程中。
  我们将这个回调模型称为*单线程*。

- 应用程序要求捕获器为每个回调函数创建一个专用线程。在每个线程中，捕获器都会等待特定类别的事件。当事件发生时，在该线程中执行相应的回调函数。
  我们将这个回调模型称为*多线程*。

这三种回调模型都有意义，每一种都最适合某些应用程序。

- *按需*模型是最简单的。虽然它的实现可能会使用工作线程，但是从用户的角度来看，它不添加任何线程。这意味着应用程序不需要担心线程同步、互斥等问题。
- 如果用户想要一个专用的回调线程，那么*单线程*模型会为他创建回调线程。当我们只有一个线程时，事情就很简单了。在这个模型中，抓取器用于(至少)两个线程，所以我们需要开始担心同步和共享数据。
- 在*多线程*模型中，每一类事件都有自己的线程。这样做的好处是一种类型的事件(及其回调函数的执行)不会延迟其他类型事件的通知。例如，在 `onNewBufferEvent` will not delay the notification of CIC events by `onCicEvent` 中执行大量图像处理的线程(例如，指示曝光完成事件以及对象或相机可以移动的事件)。
  在该模型中，捕获器用于多个线程，因此同步的需求就像在*单线程*模型中一样。
  当然，应用程序还须知道，它可能会收到*X*类型事件的通知，这些通知比*Y*类型事件的通知要早，而Y类型的事件已经被接收和处理。毕竟，这是*单线程*和*多线程*模型之间的区别因素。

为了提供给用户最大的灵活性，我们支持所有三个回调模型。这就是为什么 `Euresys::EGrabber` exists in different flavors. So far, we have eluded the meaning of the angle brackets in `EGrabber<>`. The `EGrabber` 类实际上是一个 *模板类*，即由另一种类型参数化的类：

- 在这种情况下，模板参数是要使用的回调模型：即 `CallbackOnDemand`, `CallbackSingleThread` or `CallbackMultiThread`之一。
- 该空的 `<>` are used to select the default template parameter, which is `CallbackOnDemand`。
- 可实例化的捕获器类型有：
  - `EGrabber<CallbackOnDemand>`
  - `EGrabber<CallbackSingleThread>`
  - `EGrabber<CallbackMultiThread>`
  - `EGrabber<>` which is equivalent to `EGrabber<CallbackOnDemand>`
- 该 `EGrabber` header file also defines the following type aliases (synonyms):

```
typedef EGrabber<CallbackOnDemand>     EGrabberCallbackOnDemand;
typedef EGrabber<CallbackSingleThread> EGrabberCallbackSingleThread;
typedef EGrabber<CallbackMultiThread>  EGrabberCallbackMultiThread;
```

- .NET泛型与C++模板不太匹配，所以在.NET模板 `EGrabber` class does not exist and we must use one of `EGrabberCallbackOnDemand`, `EGrabberCallbackSingleThread` or `EGrabberCallbackMultiThread`中。

5.6. 事件和回调示例

按需回调

此程序显示捕获器生成的CIC事件的基本信息：

```
#include <iostream>
#include <EGrabber.h>

using namespace Euresys;                                                    // 1

class MyGrabber : public EGrabber<CallbackOnDemand> {                       // 2
    public:
        MyGrabber(EGenTL &gentl) : EGrabber<CallbackOnDemand>(gentl) {      // 3
            runScript("config.js");                                         // 4
            enableEvent<CicData>();                                         // 5
            reallocBuffers(3);
            start();
        }

    private:
        virtual void onCicEvent(const CicData &data) {
            std::cout << "timestamp: " << std::dec << data.timestamp << " us, " // 6
                      << "numid: 0x" << std::hex << data.numid                  // 6
                      << " (" << getEventDescription(data.numid) << ")"
                      << std::endl;
        }
};

int main() {
    try {
        EGenTL gentl;
        MyGrabber grabber(gentl);
        while (true) {
            grabber.processEvent<CicData>(1000);                            // 7
        }
    } catch (const std::exception &e) {
        std::cout << "error: " << e.what() << std::endl;
    }
}
```

1. 该 *using* 指令允许写入 `Xyz` instead of `Euresys::Xyz`。这有助于保持线路相对较短
2. 定义一个新的类 `MyGrabber` which is derived from `EGrabber<CallbackOnDemand>`。
3. `MyGrabber`'s constructor initializes its base class by calling `EGrabber<CallbackOnDemand>` 的构造函数。
4. 运行一个`config.js`脚本，该脚本应：
   - 正确配置相机和帧捕获器；
   - 为CIC事件启用通知。
5. 启用`onCicEvent`回调。
6. `onCicEvent` callback function receives a `const CicData &`. This structure is defined in `include/EGrabberTypes.h`. It contains a few pieces of information about the event that occurred. Here, we display the `timestamp` and `numid` of each event. The `numid`指示发生的CIC事件。

7. 调用 `processEvent<CicData>(1000)`:
   - the grabber starts waiting for a CIC event;
   - if an event occurs within `1000` ms, the grabber executes the `onCicEvent` 回调函数；
   - 否则，将引发*超时*异常。

程序输出示例：

```
timestamp: 1502091779 us, numid: 0x8041 (Start of camera trigger)
timestamp: 1502091784 us, numid: 0x8048 (Received acknowledgement for previous CXP trigger message)
timestamp: 1502091879 us, numid: 0x8043 (Start of light strobe)
timestamp: 1502092879 us, numid: 0x8044 (End of light strobe)
timestamp: 1502097279 us, numid: 0x8042 (End of camera trigger)
timestamp: 1502097284 us, numid: 0x8048 (Received acknowledgement for previous CXP trigger message)
timestamp: 1502191783 us, numid: 0x8041 (Start of camera trigger)
timestamp: 1502191783 us, numid: 0x8045 (CIC is ready for next camera cycle)
timestamp: 1502191788 us, numid: 0x8048 (Received acknowledgement for previous CXP trigger message)
timestamp: 1502191883 us, numid: 0x8043 (Start of light strobe)
timestamp: 1502192883 us, numid: 0x8044 (End of light strobe)
timestamp: 1502197283 us, numid: 0x8042 (End of camera trigger)
timestamp: 1502197288 us, numid: 0x8048 (Received acknowledgement for previous CXP trigger message)
timestamp: 1502291788 us, numid: 0x8041 (Start of camera trigger)
timestamp: 1502291788 us, numid: 0x8045 (CIC is ready for next camera cycle)
...
```

单线程和多线程回调

这个程序显示关于捕获器生成的CIC事件的基本信息，这次使用`CallbackSingleThread`模型。

```
#include <iostream>
#include <EGrabber.h>

using namespace Euresys;

class MyGrabber : public EGrabber<CallbackSingleThread> {                        // 1
    public:
        MyGrabber(EGenTL &gentl) : EGrabber<CallbackSingleThread>(gentl) {       // 2
            runScript("config.js");
            enableEvent<CicData>();
            reallocBuffers(3);
            start();
        }

    private:
        virtual void onCicEvent(const CicData &data) {
            std::cout << "timestamp: " << std::dec << data.timestamp << " us, "
                      << "numid: 0x" << std::hex << data.numid
                      << " (" << getEventDescription(data.numid) << ")"
                      << std::endl;
        }
};

int main() {
    try {
        EGenTL gentl;
        MyGrabber grabber(gentl);
        while (true) {                                                           // 3
        }
    } catch (const std::exception &e) {
        std::cout << "error: " << e.what() << std::endl;
    }
}
```

此程序与`CallbackOnDemand`版本之间的差异非常小：

1. `MyGrabber` is derived from `EGrabber<CallbackSingleThread>` instead of `EGrabber<CallbackOnDemand>`.
2. 因此，`MyGrabber`'s constructor initializes its base class by calling `EGrabber<CallbackSingleThread>`的构造函数。
3. `EGrabber` creates a callback thread in which it calls `processEvent`, 所以我们不需要。这里，我们只需进入一个无限循环。

如您所见，从 `CallbackOnDemand` to `CallbackSingleThread` is very simple. If instead you want the `CallbackMultiThread` variant, simply change the base class of `MyGrabber` to `EGrabber<CallbackMultiThread>` 开始(并调用适当的构造函数)。

新缓冲区回调

这个程序演示了如何访问与*新缓冲区*事件相关的信息。它可使用 `CallbackMultiThread`，但也可以使用另一个回调方法。

```
#include <iostream>
#include <EGrabber.h>

using namespace Euresys;

class MyGrabber : public EGrabber<CallbackMultiThread> {
    public:
        MyGrabber(EGenTL &gentl) : EGrabber<CallbackMultiThread>(gentl) {
            runScript("config.js");
            enableEvent<NewBufferData>();
            reallocBuffers(3);
            start();
        }

    private:
        virtual void onNewBufferEvent(const NewBufferData &data) {
            ScopedBuffer buf(*this, data);                                  // 1
            uint64_t ts = buf.getInfo<uint64_t>(GenTL::BUFFER_INFO_TIMESTAMP);  // 2
            std::cout << "event timestamp: " << data.timestamp << " us, "       // 3
                      << "buffer timestamp: " << ts << " us" << std::endl;
        }                                                                   // 4
};

int main() {
    try {
        EGenTL gentl;
        MyGrabber grabber(gentl);
        while (true) {
        }
    } catch (const std::exception &e) {
        std::cout << "error: " << e.what() << std::endl;
    }
}
```

1. 在 `onNewBufferEvent`, create a temporary `ScopedBuffer` object `buf`. The `ScopedBuffer` constructor takes two arguments:
   - the grabber owning the buffer: since we are in a class derived from `EGrabber`, we simply pass `*this`;
   - information about the buffer: this is provided in `data`中
2. 检索缓冲区的时间戳，该时间戳被定义为*相机开始向帧捕获器发送数据*的时间。

3. 正如在有关 事件识别章节中所解释，*新的缓冲区* 事件与其他类型的事件略有不同：它们是标准的(根据GenTL)，并且没有相关字段 `numid`.
   As a consequence, the `NewBufferData` structure passed to `onNewBufferEvent` doesn't have a `numid` field. It does, however, have a `timestamp` 指明 *驱动程序获知数据传输到缓冲区已完成的时间*。此*事件时间戳*不可避免地大于步骤2中检索到的*缓冲区时间戳*。
4. 我们到达块的末尾，在这里局部变量 `buf` has been created. It gets out of scope and is destroyed: the `ScopedBuffer` destructor is called. This causes the GenTL buffer contained in `buf` 将重新排队(返回)到抓取器的数据流。

程序输出示例

```
event timestamp: 77185931621 us, buffer timestamp: 77185919807 us
event timestamp: 77185951618 us, buffer timestamp: 77185939809 us
event timestamp: 77185971625 us, buffer timestamp: 77185959810 us
event timestamp: 77185991611 us, buffer timestamp: 77185979812 us
event timestamp: 77186011605 us, buffer timestamp: 77185999808 us
event timestamp: 77186031622 us, buffer timestamp: 77186019809 us
event timestamp: 77186051614 us, buffer timestamp: 77186039810 us
event timestamp: 77186071611 us, buffer timestamp: 77186059811 us
event timestamp: 77186091602 us, buffer timestamp: 77186079812 us
event timestamp: 77186111607 us, buffer timestamp: 77186099814 us
```

5.7. 相关文件

`include/EGrabber.h`	主标题。包括除 `include/RGBConverter.h`. Defines `Euresys::EGrabber`, `Euresys::Buffer`, `Euresys::ScopedBuffer`之外的所有其他标头
`include/EGrabberTypes.h`	定义与 `Euresys::EGrabber`相关的数据类型
`include/EGenTL.h`	定义 `Euresys::EGenTL`
`include/GenTL_v1_5.h`	标准GenTL标题。定义标准类型、函数和常量
`include/GenTL_v1_5_EuresysCustom.h`	定义特定Coaxlink常量
`include/RGBConverter.h`	定义`Euresys::RGBConverter`帮助程序类

6. Euresys GenApi 脚本

Euresys GenApi脚本语言记录在几个GenApi脚本中。为了方便起见，此处包括了它们。

6.1. doc/BasICS

```
// Euresys GenApi Script uses a syntax inspired by JavaScript, but is not
// exactly JavaScript. Using the extension .js for scripts is just a way to get
// proper syntax highlighting in text editors.
//
// This file describes the basics of Euresys GenApi Script. It can be executed
// by running 'gentl script <path-to-coaxlink-scripts-dir>/doc/basics.js', or
// more simply 'gentl script coaxlink://doc/basics.js'.


// Euresys GenApi Script is case-sensitive.

// Statements are always separated by semicolons (JavaScript is more
// permissive).

// Single-line comment

/* Multi-line comment
   (cannot be nested)
*/

// Function declaration
function multiply(a, b) {
    return a * b;
}

// Functions can be nested
function sumOfSquares(a, b) {
    function square(x) {
        return x * x;
    }
    return square(a) + square(b);
}

// Variable declaration
function Variables() {
    var x = 1;      // 1
    var y = 2 * x;  // 2
    var z;          // undefined
}

// Data types
function DataTypes() {
    // Primitive types: Boolean, Number, String, undefined
    function Booleans() {
        var x = true;
        var y = false;
    }
    function Numbers() {
        var x = 3.14159;
        var y = -1;
```

```
        var z = 6.022e23;
    }
    function Strings() {
        var empty = "";
        var x = "euresys";
        var y = 'coaxlink';
    }
    function Undefined() {
        // undefined is the type of variables without a value
        // undefined is also a special value
        var x; // undefined
        x = 1; // x has a value
        x = undefined; // x is now again undefined
    }
    // Objects: Object (unordered set of key/value pairs), Array (ordered list
    // of values), RegExp (regular expression)
    function Objects() {
        // Construction
        var empty = {};
        var x = { a: 1, b: 2, c: 3 };
        var y = { other: x };
        // Access to object properties
        var sum1 = x.a + x.b + x.c; // dot notation
        var sum2 = x['a'] + x['b'] + x['c']; // bracket notation
        // Adding properties
        x.d = 4;    // x: { a: 1, b: 2, c: 3, d: 4 }
        x["e"] = 5; // x: { a: 1, b: 2, c: 3, d: 4, e: 5 }
    }
    function Arrays() {
        // Construction
        var empty = [];
        var x = [3.14159, 2.71828];
        var mix = [1, false, "abc", {}];
        // Access to array elements
        var sum = x[0] + x[1]; // bracket notation
        // Adding elements
        x[2] = 1.61803; // x: [3.14159, 2.71828, 1.61803]
        x[4] = 1.41421; // x: [3.14159, 2.71828, 1.61803, undefined, 1.41421];
    }
    function RegularExpressions() {
        var x = /CXP[36]_X[124]/;
    }
}

// Like JavaScript, Euresys GenApi Script is a dynamically typed language. The
// type of a variable is defined by the value it holds, which can change.
function DynamicVariables() {
    var x = 1; // Number
    x = "x is now a string";
}

// Object types are accessed by reference.
function References() {
    var x = [3.14159, 2.71828]; // x is a reference to an array
    var y = x;                  // y is a reference to the same array
    assertEqual(x.length, y.length);
    assertEqual(x[0], y[0]);
    assertEqual(x[1], y[1]);
    y[2] = 1.61803;             // the array can be modified via any reference
    assertEqual(x[2], y[2]);

    function update(obj) {
        // objects (including arrays) are passed by reference
        obj.updated = true;
        obj.added = true;
    }
    var z = { initialized: true, updated: false };
    assertEqual(true, z.initialized);
    assertEqual(false, z.updated);
    assertEqual(undefined, z.added);
```

```
    update(z);
    assertEqual(true, z.initialized);
    assertEqual(true, z.updated);
    assertEqual(true, z.added);
}

// Supported operators
function Operators() {
    // From lowest to highest precedence:
    // Assignment operators: = += -= *= /=
    var x = 3;
    x += 2;
    x -= 1;
    x *= 3;
    x /= 5;
    assertEqual(2.4, x);
    // Logical OR: ||
    assertEqual(true, false || true);
    assertEqual('ok', false || 'ok');
    assertEqual('ok', 'ok' || 'ignored');
    // Logical AND: &&
    assertEqual(false, true && false);
    assertEqual(true, true && true);
    assertEqual('ok', true && 'ok');
    // Identity (strict equality) and non-identity (strict inequality): === !==
    assertEqual(true, 1 === 2 / 2);
    assertEqual(true, 1 !== 2);
    // Equality (==) and inequality (!=) JavaScript operators lead to confusing
    // and inconsistent conversions of their operands. They are not implemented
    // in Euresys GenApi Script.
    // Relational operators: < <= > >=
    assert(1 < 2);
    assert(1 <= 1);
    assert(2 > 1);
    assert(2 >= 2);
    // Addition and subtraction: + -
    assertEqual(1, 3 - 2);
    assertEqual(5, 2 + 3);
    assertEqual("abcdef", "abc" + "def"); // if one of the operands is of type
    assertEqual("abc123", "abc" + 123);   // string, all operands are converted
    assertEqual("123456", 123 + "456");   // to string, and concatenated
    // Multiplication and division: * /
    assertEqual(4.5, 3 * 3 / 2);
    // Prefix operators: ++ -- ! typeof
    var x = 0;
    assertEqual(1, ++x);
    assertEqual(1, x);
    assertEqual(0, --x);
    assertEqual(0, x);
    assertEqual(true, !false);
    assertEqual('boolean', typeof false);
    assertEqual('number', typeof 0);
    assertEqual('string', typeof '');
    assertEqual('undefined', typeof undefined);
    assertEqual('function', typeof function () {});
    assertEqual('object', typeof {});
    assertEqual('object', typeof []);
    assertEqual('object', typeof /re/);
    assertEqual('object', typeof null);
    // Postfix operators: ++ --
    var x = 0;
    assertEqual(0, x++);
    assertEqual(1, x);
    assertEqual(1, x--);
    assertEqual(0, x);
    // Function call: ()
    assertEqual(6, multiply(3, 2));
    // Member access: . []
    var obj = { a: 1 };
    assertEqual(1, obj.a);
```

```
    obj['4'] = 'four';
    assertEqual('four', obj[2*2]);
}

// Scope of variables
function OuterFunction() {
    var x = 'outer x';
    function Shadowing() {
        assertEqual(undefined, x);
        var x = 'inner x';
        assertEqual('inner x', x);
    }
    function Nested() {
        assertEqual('outer x', x);
        var y = 'not accessible outside Nested';
        x += ' changed in Nested';
    }
    function NoBlockScope() {
        var x = 1;
        assertEqual(1, x);
        if (true) {
            // The scope of variables is the function.
            // This variable x is the same as the one outside the if block.
            var x = 2;
        }
        assertEqual(2, x);
    }
    assertEqual('outer x', x);
    Shadowing();
    assertEqual('outer x', x);
    Nested();
    assertEqual('outer x changed in Nested', x);
    NoBlockScope();
}

// Loops
function Loops() {
    // for loops
    function ForLoops() {
        var i;
        var sum = 0;
        for (i = 0; i < 6; ++i) {
            sum += i;
        }
        assertEqual(15, sum);
    }
    // for..in loops: iterating over indices
    function ForInLoops() {
        var xs = [1, 10, 100, 1000];
        var sum = 0;
        for (var i in xs) {
            sum += xs[i];
        }
        assertEqual(1111, sum);
        var obj = { one: 1, two: 2 };
        var sum = 0;
        for (var p in obj) {
            sum += obj[p];
        }
        assertEqual(3, sum);
        var str = "Coaxlink";
        var sum = "";
        for (var i in str) {
            sum += str[i];
        }
        assertEqual("Coaxlink", sum);
    }
    // for..of loops: iterating over values
    function ForOfLoops() {
        var xs = [1, 10, 100, 1000];
```

```
        var sum = 0;
        for (var x of xs) {
            sum += x;
        }
        assertEqual(1111, sum);
        var obj = { one: 1, two: 2 };
        var sum = 0;
        for (var x of obj) {
            sum += x;
        }
        assertEqual(3, sum);
        var str = "Coaxlink";
        var sum = "";
        for (var c of str) {
            sum += c;
        }
        assertEqual("Coaxlink", sum);
    }
    function ContinueAndBreak() {
        var i;
        var sum = 0;
        for (i = 0; i < 100; ++i) {
            if (i === 3) {
                continue;
            } else if (i === 6) {
                break;
            } else {
                sum += i;
            }
        }
        assertEqual(0 + 1 + 2 + 4 + 5, sum);
    }
    ForLoops();
    ForInLoops();
    ForOfLoops();
    ContinueAndBreak();
}

function Exceptions() {
    var x;
    var caught;
    var finallyDone;
    function f(action) {
        x = 0;
        caught = undefined;
        finallyDone = false;
        try {
            x = 1;
            if (action === 'fail') {
                throw action;
            } else if (action === 'return') {
                return;
            }
            x = 2;
        } catch (e) {
            // Executed if a throw statement is executed.
            assertEqual(1, x);
            caught = e;
        } finally {
            // Executed regardless of whether or not a throw statement is
            // executed. Also executed if a return statement causes the
            // function to exit before the end of the try block.
            finallyDone = true;
        }
    }
    f('fail');
    assertEqual(1, x);
    assertEqual('fail', caught);
    assert(finallyDone);
    f('return');
```

```
    assertEqual(1, x);
    assert(!caught);
    assert(finallyDone);
    f();
    assertEqual(2, x);
    assert(!caught);
    assert(finallyDone);
}



// Run tests
References();
Operators();
OuterFunction();
Loops();
Exceptions();

function assertEqual(expected, actual) {
    if (expected !== actual) {
        throw 'expected: ' + expected + ', actual: ' + actual;
    }
}

function assert(condition) {
    if (!condition) {
        throw 'failed assertion';
    }
}
```

6.2. doc/BufftIsj.js

```
// This file describes the builtins (functions or objects) of Euresys GenApi
// Script. It can be executed by running 'gentl script
// coaxlink://doc/builtins.js'.

// The builtin object 'console' contains a single function, log, which can be
// used to output text to the standard output.
console.log('Hello from ' + module.filename);
console.log('If several arguments are passed,', 'they are joined with spaces');

// The builtin object 'memento' contains the following functions: error,
// warning, notice, info, debug, verbose (each corresponding to a different
// verbosity level in Memento). They are similar to console.log, except that
// the text is sent to Memento.
memento.error('error description');
memento.warning('warning description');
memento.notice('important notification');
memento.info('message');
memento.debug('debug information');
memento.verbose('more debug information');

// Explicit type conversion/information functions:
console.log('Boolean(0) = ' + Boolean(0));               // false
console.log('Boolean(3) = ' + Boolean(3));               // true
console.log('Number(false) = ' + Number(false));         // 0
console.log('Number(true) = ' + Number(true));           // 1
console.log('Number("3.14") = ' + Number("3.14"));       // 3.14
console.log('Number("0x16") = ' + Number("0x16"));       // 22
console.log('Number("1e-9") = ' + Number("1e-9"));       // 1e-9
console.log('String(false) = ' + String(false));         // "false"
console.log('String(true) = ' + String(true));           // "true"
console.log('String(3.14) = ' + String(3.14));           // "3.14"
console.log('String([1, 2]) = ' + String([1, 2]));       // "1,2"
console.log('isNaN(0/0) = ' + isNaN(0/0));               // true
console.log('isNaN(Infinity) = ' + isNaN(Infinity));     // false
console.log('isRegExp(/re/) = ' + isRegExp(/re/));       // true
console.log('isRegExp("/re/") = ' + isRegExp("/re/"));   // false
console.log('Array.isArray({}) = ' + Array.isArray({})); // false
console.log('Array.isArray([]) = ' + Array.isArray([])); // true

// The builtin object 'Math' contains a few functions:
console.log('floor(3.14) = ' + Math.floor(3.14));
console.log('abs(-1.5) = ' + Math.abs(1.5));
console.log('pow(2, 5) = ' + Math.pow(2, 5));
console.log('log2(2048) = ' + Math.log2(2048));

// String manipulation
console.log('"Duo & Duo".replace(/Duo/,  "Quad") = "' +
            "Duo & Duo".replace(/Duo/,  "Quad") + '"'); // "Quad & Duo"
console.log('"Duo & Duo".replace(/Duo/g, "Quad") = "' +
            "Duo & Duo".replace(/Duo/g, "Quad") + '"'); // "Quad & Quad"
console.log('"Hello, Coaxlink".toLowerCase() = "' +
            "Hello, Coaxlink".toLowerCase() + '"');     // "hello, coaxlink"
console.log('"Coaxlink Quad G3".includes("Quad") = ' +
            "Coaxlink Quad G3".includes("Quad"));       // true
console.log('"Coaxlink Quad".includes("G3") = ' +
            "Coaxlink Quad".includes("G3"));            // false
console.log('"Coaxlink Quad G3".split(" ") = [' +
            "Coaxlink Quad G3".split(" ") + ']');       // [Coaxlink,Quad,G3]
console.log('"Coaxlink Quad G3".split("Quad") = [' +
            "Coaxlink Quad G3".split("Quad") + ']');    // [Coaxlink , G3]
console.log('["Mono", "Duo", "Quad"].join() = "' +
            ["Mono", "Duo", "Quad"].join() + '"');      // "Mono,Duo,Quad"
console.log('["Mono", "Duo", "Quad"].join(" & ") = "' +
            ["Mono", "Duo", "Quad"].join(" & ") + '"'); // "Mono & Duo & Quad"
```

```
// Utility functions
console.log('random(0,1): ' + random(0,1)); // random number between 0 and 1
sleep(0.5); // pause execution of script for 0.5 second

// The builtin function 'require' loads a script, executes it, and returns
// the value of the special 'module.exports' from that module.
var mod1 = require('./module1.js');
console.log('mod1.description: ' + mod1.description);
console.log('mod1.plus2(3): ' + mod1.plus2(3));
console.log('calling mod1.hello()...');
mod1.hello();

// 'require' can deal with:
// - absolute paths
//   var mod = require('C:\\absolute\\path\\some-module.js');
// - relative paths (paths relative to the current script)
//   var mod = require('./utils/helper.js');
// - coaxlink:// paths (paths relative to the directory where coaxlink scripts
//   are installed)
//   var mod = require(coaxlink://doc/builtins.js);
```

6.3. doc/grabbers.js

```
// This file describes the 'grabbers' object of Euresys GenApi Script. It can
// be executed by running 'gentl script coaxlink://doc/grabbers.js'.

// The builtin object 'grabbers' is a list of objects giving access to the
// available GenTL modules/ports.

// In most cases, 'grabbers' contains exactly one element. However, when using
// the 'gentl script' command, 'grabbers' contains the list of all devices.
// This makes it possible to configure several cameras and/or cards.

console.log("grabbers.length:", grabbers.length);

// Each item in 'grabbers' encapsulates all the ports related to one data
// stream:
//  TLPort          | GenTL producer
//  InterfacePort   | Coaxlink card
//  DevicePort      | local device
//  StreamPort      | data stream
//  RemotePort      | camera (if available)

var PortNames = ['TLPort', 'InterfacePort', 'DevicePort', 'StreamPort',
                 'RemotePort'];

// Ports are objects which provide the following textual information:
//  name            | one of PortNames
//  tag             | port handle type and value (as shown in memento traces)

for (var i in grabbers) {
    var g = grabbers[i];
    console.log('- grabbers[' + i + ']');
    for (var pn of PortNames) {
        var port = g[pn];
        console.log('  - ' + port.name + ' (' + port.tag + ')');
    }
}

// Ports also have the following functions to work on GenICam features:
//  get(f)          | get value of f
//  set(f,v)        | set value v to f
//  execute(f)      | execute f
//  features([re])  | get list of features [matching regular expression re]
//  $features([re]) | strict* variant of features([re])
//  ee(f,[re])      | get list of enum entries [matching regular expression re]
```

```
//                  | of enumeration f
//  $ee(f,[re])     | strict* variant of ee(f,[re])
//  has(f)          | test if f exists
//  has(f,v)        | test if f has an enum entry v
//  available(f)    | test if f is available
//  available(f,v)  | test if f has an enum entry v which is available
//  selectors(f)    | get list of features that act as selectors of f
//  attributes(...) | extract information from the XML file describing the port
//
// * by strict we mean that the returned list contains only nodes/values
//   that are available (as dictated by 'pIsAvailable' GenICam node elements)

if (grabbers.length) {
    var port = grabbers[0].InterfacePort;
    console.log('Playing with', port.tag);
    // get(f)
    console.log('- InterfaceID: ' + port.get('InterfaceID'));
    // set(f,v)
    port.set('LineSelector', 'TTLIO11');
    // execute(f)
    port.execute('DeviceUpdateList');
    // features(re)
    console.log('- Features matching \'PCIe\':');
    for (var f of port.features('PCIe')) {
        console.log('  - ' + f);
    }
    // $ee(f)
    console.log('- Available enum entries for LineSource:');
    for (var ee of port.$ee('LineSource')) {
        console.log('  - ' + ee);
    }
    for (var ix of [0, 1, 2, 3, 9]) {
        var ee = 'Device' + ix + 'Strobe';
        // has(f, v)
        if (port.has('LineSource', ee)) {
            console.log('- ' + ee + ' exists');
        } else {
            console.log('- ' + ee + ' does not exist');
        }
        // available(f, v)
        if (port.available('LineSource', ee)) {
            console.log('- ' + ee + ' is available');
        } else {
            console.log('- ' + ee + ' is not available');
        }
    }
    // selectors(f)
    console.log('- LineSource feature is selected by',
                port.selectors('LineSource'));
    // attributes()
    console.log('- attributes()');
    var attrs = port.attributes();
    for (var n in attrs) {
        console.log('  - ' + n + ': ' + attrs[n]);
    }
    // attributes(f)
    console.log('- attributes(\'LineFormat\')');
    var attrs = port.attributes('LineFormat');
    for (var n in attrs) {
        console.log('  - ' + n + ': ' + attrs[n]);
    }
    // attributes(f)
    var fmt = port.get('LineFormat');
    console.log('- attributes(\'LineFormat\', \'' + fmt + '\')');
    var attrs = port.attributes('LineFormat', fmt);
    for (var n in attrs) {
        console.log('  - ' + n + ': ' + attrs[n]);
    }
    // optional suffixes to integer or float feature names
    if (port.available('DividerToolSelector') &&
```

```
        port.available('DividerToolSelector', 'DIV1')) {
        var feature = 'DividerToolDivisionFactor[DIV1]';
        var suffixes = ['.Min', '.Max', '.Inc', '.Value'];
        console.log('- Accessing ' + suffixes + ' of ' + feature);
        for (var suffix of suffixes) {
            console.log( '  - ' + suffix + ': ' + port.get(feature + suffix));
        }
    }
}

// Camera ports (RemotePort) also have the following functions:
//  brRead(addr)    | read bootstrap register (32-bit big endian)
//  brWrite(addr,v) | write value to bootstrap register (32-bit big endian)

if (grabbers.length) {
    var port = grabbers[0].RemotePort;
    if (port) {
        console.log('Playing with', port.tag);
        var brStandard = 0x00000000;
        var brRevision = 0x00000004;
        var standard = port.brRead(brStandard);
        var revision = port.brRead(brRevision);
        if (0xc0a79ae5 === standard) {
            console.log('Bootstrap register "Standard" is OK (0xc0a79ae5)');
        } else {
            console.log('Bootstrap register "Standard" is ' + standard);
        }
        console.log('Bootstrap register "Revision" is ' + revision);
    }
}
```

6.4. DOC/MODEL1.JS

```
// This file describes the special 'module' variable of Euresys GenApi Script.
// It can be executed by running 'gentl script coaxlink://doc/module1.js'. It
// is also dynamically loaded by the coaxlink://doc/builtins.js script.

// 'module' is a special per-module variable. It cannot be declared with var.
// It always exists, and contains a few items:
console.log('Started execution of "' + module.filename + '"');
console.log('This script is located in directory "' + module.curdir + '"');

// Modules can export values via module.exports (which is initialized as an
// empty object):
module.exports = { description: 'Example of Euresys GenApi Script module'
                 , plus2: function(x) {
                     return x + 2;
                   }
                 , hello: function() {
                     console.log('Hello from ' + module.filename);
                   }
                 };

console.log('module.exports contains: ');
for (var e in module.exports) {
    console.log('- ' + e + ' (' + typeof module.exports[e] + ')');
}

console.log('Completed execution of ' + module.filename);
```

7. 适用于MultiCam用户的EGrabber

概念

MultiCam	EGrabber
板	界面
信道	设备+数据流
表面	缓冲区
表面簇(MC_Cluster)	向数据流通告的缓冲区
-	远程设备(相机)
MultiCam参数	GenApi设置/获取功能
-	GenApi命令
CAM文件	Euresys GenApi 脚本
-	CallbackOnDemand
回调函数	CallbackSingleThread
-	CallbackMultiThread

初始化

```
// MultiCam
MCSTATUS status = McOpenDriver(NULL);
if (status != MC_OK) {
    ...
}
```

```
//EGrabber
Euresys::EGenTL gentl;
```

信道创建

```
//MultiCam
MCSTATUS status;
MCHANDLE channel;

status = McCreate(MC_CHANNEL, &handle);
if (status != MC_OK) {
    ...
}
```

```
status = McSetParamInt(channel, MC_DriverIndex, CARD_INDEX);
if (status != MC_OK) {
    ...
}
status = McSetParamInt(channel, MC_Connector, CONNECTOR);
if (status != MC_OK) {
    ...
}
```

```
//EGrabber
Euresys::EGrabber<> grabber(gentl, CARD_INDEX, DEVICE_INDEX);
```

曲面创建(自动)

```
//MultiCam
status = McSetParamInt(channel, MC_SurfaceCount, BUFFER_COUNT);
if (status != MC_OK) {
    ...
}
```

```
//EGrabber
grabber.reallocBuffers(BUFFER_COUNT);
```

曲面创建(手动)

```
//MultiCam
for (size_t i = 0; i < BUFFER_COUNT; ++i) {
    MCHANDLE surface;
    MCSTATUS status;
    void *mem = malloc(BUFFER_SIZE);
    if (!mem) {
        ...
    }
    status = McCreate(MC_DEFAULT_SURFACE_HANDLE, &surface);
    if (status != MC_OK) {
        ...
    }
    status = McSetParamInt(surface, MC_SurfaceSize, BUFFER_SIZE);
    if (status != MC_OK) {
        ...
    }
    status = McSetParamPtr(surface, MC_SurfaceAddr, mem);
    if (status != MC_OK) {
        ...
    }
    status = McSetParamPtr(surface, MC_SurfaceContext, USER_PTR[i]);
    if (status != MC_OK) {
        ...
    }
    status = McSetParamInst(channel, MC_Cluster + i, surface);
    if (status != MC_OK) {
        ...
    }
}
```

```
//EGrabber
for (size_t i = 0; i < BUFFER_COUNT; ++i) {
    void *mem = malloc(BUFFER_SIZE);
    if (!mem) {
        ...
    }
    grabber.announceAndQueue(Euresys::UserMemory(mem, BUFFER_SIZE, USER_PTR[i]));
}
```

表面群集重置

```
//MultiCam
MCSTATUS status;
for (size_t i = 0; i < BUFFER_COUNT; ++i) {
    MCHANDLE surface;
    status = McGetParamInst(channel, MC_Cluster + i, &surface);
    if (status != MC_OK) {
        ...
    }
    status = McSetParamInt(surface, MC_SurfaceState, MC_SurfaceState_FREE);
    if (status != MC_OK) {
        ...
    }
}
status = McSetParamInt(channel, MC_SurfaceIndex, 0);
if (status != MC_OK) {
    ...
}
```

```
//EGrabber
grabber.resetBufferQueue();
```

帧捕获器配置

MultiCam	EGrabber
`McSetParamStr(H, MC_CamFile, filepath)`	`grabber.runScript(filepath)`
-	`grabber.runScript(script)`
`McSetParamInt(H, id, value)` or `McSetParamNmInt(H, name, value)`	`grabber.setInteger<M>(name, value)`
`McSetParamFloat(H, id, value)` or `McSetParamNmFloat(H, name, value)`	`grabber.setFloat<M>(name, value)`
`McSetParamStr(H, id, value)` or `McSetParamNmStr(H, name, value)`	`grabber.setString<M>(name, value)`

当 `H` is a `MC_HANDLE` (the global `MC_CONFIGURATION` handle, a board handle, or a channel handle), and `M` specifies the target module (either `SystemModule`, `InterfaceModule`, `DeviceModule`, or `StreamModule`)。

相机配置

MultiCam	EGrabber
-	`grabber.runScript(filepath)`
-	`grabber.runScript(script)`
-	`grabber.setInteger<RemoteModule>(name, value)`, `grabber.setFloat<RemoteModule>`

MultiCam	EGrabber
	(name, value), or grabber.setString<RemoteModule> (name, value)

脚本文件

```
//MultiCam
; CAM file
ChannelParam1 = Value1;
ChannelParam2 = Value2;
```

```
//EGrabber
// Euresys GenApi Script
var grabber = grabbers[0];
grabber.DevicePort.set('DeviceFeature1', Value1);
grabber.DevicePort.set('DeviceFeature2', Value2);
grabber.RemotePort.set('CameraFeatureA', ValueA);
```

采集开始/停止

```
//MultiCam
// start "live"
McSetParamInt(channel, MC_GrabCount, MC_INFINITE);
McSetParamInt(channel, MC_ChannelState, MC_ChannelState_ACTIVE);
// stop
McSetParamInt(channel, MC_ChannelState, MC_ChannelState_IDLE);
// grab 10 images
McSetParamInt(channel, MC_GrabCount, 10);
McSetParamInt(channel, MC_ChannelState, MC_ChannelState_ACTIVE);
```

```
//EGrabber
// start "live"
grabber.start();
// stop
grabber.stop();
// grab 10 images
grabber.start(10);
```

同步(阻塞)缓冲接收

```
//MultiCam
MCSTATUS status;
MCSIGNALINFO info;
// wait for a surface
status = McWaitSignal(channel, MC_SIG_SURFACE_PROCESSING, timeout, &info);
if (status != MC_OK) {
    ...
}
MCHANDLE surface = info.SignalInfo;
// process surface
...
// make surface available for new images
status = McSetParamInt(surface, MC_SurfaceState, MC_SurfaceState_FREE);
if (status != MC_OK) {
    ...
}
```

```
//EGrabber
// wait for a buffer
```

```
Buffer buffer = grabber.pop(timeout);
// process buffer
...
// make buffer available for new images
buffer.push(grabber);
```

```
//EGrabber
{
    // wait for a buffer
    ScopedBuffer buffer(grabber, timeout);
    // process buffer
    ...
    // ScopedBuffer destructor takes care of making buffer available for new images
}
```

回调

```
//MultiCam
class MyChannel {
    public:
        MyChannel() {
            // create and configure channel
            ...
            // enable "SURFACE_PROCESSING" events
            status = McSetParamInt(channel, MC_SignalEnable + MC_SIG_SURFACE_PROCESSING,
                                            MC_SignalEnable_ON);
            if (status != MC_OK) {
                ...
            }
            // enable "END_EXPOSURE" events
            status = McSetParamInt(channel, MC_SignalEnable + MC_SIG_END_EXPOSURE,
                                            MC_SignalEnable_ON);
            if (status != MC_OK) {
                ...
            }
            // register "extern C" callback function
            MCSTATUS status = McRegisterCallback(channel, GlobalCallbackFunction, this);
            if (status != MC_OK) {
                ...
            }
        }

        void onEvent(MCSIGNALINFO *info) {
            switch (info->Signal) {
                case MC_SIG_SURFACE_PROCESSING:
                    MCHANDLE surface = info.SignalInfo;
                    // process surface
                    ...
                    break;
                case MC_SIG_END_EXPOSURE:
                    // handle "END_EXPOSURE" event
                    ...
                    break;
            }
        }

    private:
        MCHANDLE channel;
};

void MCAPI GlobalCallbackFunction(MCSIGNALINFO *info) {
    if (info && info->Context) {
        MyGrabber *grabber = (MyGrabber *)info->Context;
        grabber->onEvent(info);
    }
};
```

```
//EGrabber
class MyGrabber : public EGrabber<CallbackSingleThread> {
    public:
        MyGrabber(EGenTL &gentl) : EGrabber<CallbackSingleThread>(gentl) {
            // configure grabber
            ...
            // enable "NewBuffer" events
            enableEvent<NewBufferData>();
            // enable "Cic" events
            enableEvent<CicData>();
        }

    private:
        virtual void onNewBufferEvent(const NewBufferData& data) {
            ScopedBuffer buffer(*this, data);
            // process buffer
            ...
        }
        virtual void onCicEvent(const CicData &data) {
            // handle "Cic" event
            ...
        }
};
```

同步(阻塞)事件处理

```
//MultiCam
class MyChannel {
    public:
        MyChannel() {
            // create and configure channel
            ...
            // enable "END_EXPOSURE" events
            status = McSetParamInt(channel, MC_SignalEnable + MC_SIG_END_EXPOSURE,
                                           MC_SignalEnable_ON);
            if (status != MC_OK) {
                ...
            }
        }

        void waitForEvent(uint32_t timeout) {
            // wait for an event
            MCSTATUS status = McWaitSignal(channel, MC_SIG_END_EXPOSURE, timeout, &info);
            if (status != MC_OK) {
                ...
            }
            // handle "END_EXPOSURE" event
            ...
        }

    private:
        ...
};
```

```
//EGrabber
class MyGrabber : public EGrabber<CallbackOnDemand> {
    public:
        MyGrabber(EGenTL &gentl) : EGrabber<CallbackOnDemand>(gentl) {
            // configure grabber
            ...
            // enable "Cic" events
            enableEvent<CicData>();
        }

        void waitForEvent(uint64_t timeout) {
            // wait for an event
            processEvent<CicData>(timeout);
```

```
        }

    private:
        // onCicEvent is called by processEvent when a "Cic" event occurs
        virtual void onCicEvent(const CicData &data) {
            // handle "Cic" event
            ...
        }
};
```

8. .NET程序集

`EGrabber` can be used in .NET languages (C#, VB.NET, etc.) via a .NET assembly named `Coaxlink_NetApi.dll`

8.1. 第一个例子

此示例创建一个捕获器，并显示其包含的接口、设备和远程设备模块的基本信息。这是第一个C++`EGrabber`示例的C#版本。

```
using System;
namespace FirstExample {
    class ShowInfo {
        const int CARD_IX = 0;
        const int DEVICE_IX = 0;

        static void showInfo() {
            using (Euresys.EGenTL gentl = new Euresys.EGenTL()) {                          // 1
                using (Euresys.EGrabberCallbackOnDemand grabber =
                       new Euresys.EGrabberCallbackOnDemand(gentl, CARD_IX, DEVICE_IX)) {   // 2
                    String card = grabber.getStringInterfaceModule("InterfaceID");          // 3
                    String dev = grabber.getStringDeviceModule("DeviceID");                 // 4
                    long width = grabber.getIntegerRemoteModule("Width");                   // 5
                    long height = grabber.getIntegerRemoteModule("Height");                 // 5

                    System.Console.WriteLine("Interface:    {0}", card);
                    System.Console.WriteLine("Device:       {0}", dev);
                    System.Console.WriteLine("Resolution:   {0}x{1}", width, height);
                }
            }
        }

        static void Main() {
            try {                                                                          // 6
                showInfo();
            } catch (System.Exception e) {                                                 // 6
                System.Console.WriteLine("error: {0}", e.Message);
            }
        }
    }
}
```

1. 创建一个 `Euresys.EGenTL` object. This involves the following operations:
   - locate and dynamically load the Coaxlink GenTL producer (`coaxlink.cti`);
   - retrieve pointers to the functions exported by `coaxlink.cti`;
   - initialize `coaxlink.cti`。
2. 创建一个我们刚刚创建的 `Euresys.EGrabberCallbackOnDemand` object. The constructor needs the `gentl` 对象。并把要使用的接口和设备的索引，作为可选参数。

3. 使用"GenApi" 于页面6来查找Coaxlink卡的ID。注意 `InterfaceModule` suffix in `getString`**`InterfaceModule`**。这指示我们需要来自接口模块的答复。
4. 同样地，找出设备的ID。这一次，我们使用`getString`**`DeviceModule`**瞄准设备模块。
5. 最后，读取相机分辨率。这次，我们使用`getInteger`**`RemoteModule`**，因为必须从相机读取值。
6. `EGrabber` uses exceptions to report errors, so we wrap our code inside a `try ... catch` 块。

程序输出示例

```
Interface:    PC1633 - Coaxlink Quad G3 (2-camera) - KQG00014
Device:       Device0
Resolution:   4096x4096
```

8.2. C++与 .NET EGrabber的区别

*ITALIC*中的术语是占位符：

- *MODULE* can be replaced by `InterfaceModule`, `DeviceModule`...
- *EVENT_DATA* can be replaced by `NewBufferData`, `CicData`...

Egraber类

C++	.NET
`EGrabber<>`	-
`EGrabber<CallbackOnDemand>`	`EGrabberCallbackOnDemand`
`EGrabber<CallbackSingleThread>`	`EGrabberCallbackSingleThread`
`EGrabber<CallbackMultiThread>`	`EGrabberCallbackMultiThread`

Egraber方法

C++	.NET
`getInfo<`*MODULE*`,`*TYPE*`>(cmd)`	`getInfo`*MODULE*`(cmd, out ...)`
`getInteger<`*MODULE*`>(f)`	`getInteger`*MODULE*`(f)`
`getFloat<`*MODULE*`>(f)`	`getFloat`*MODULE*`(f)`
`getString<`*MODULE*`>(f)`	`getString`*MODULE*`(f)`
`getStringList<`*MODULE*`>(f)`	`getStringList`*MODULE*`(f)`
`setInteger<`*MODULE*`>(f, v)`	`setInteger`*MODULE*`(f, v)`

C++	.NET
setFloat<*MODULE*>(f, v)	setFloat*MODULE*(f, v)
setString<*MODULE*>(f, v)	setString*MODULE*(f, v)
execute<*MODULE*>(f)	execute*MODULE*(f)
enableEvent<*EVENT_DATA*>()	enable*EVENT_DATA*Event(f)
disableEvent<*EVENT_DATA*>()	disable*EVENT_DATA*Event(f)

回调

在.NET中，回调定义为委托：

```
grabber.onNewBufferEvent = delegate ...
grabber.onDataStreamEvent = delegate ...
grabber.onCicEvent = delegate ...
grabber.onIoToolboxEvent = delegate ...
grabber.onCxpInterfaceEvent = delegate ...
```

下一节将给出一个完整的示例。

8.3. 单线程回调

该程序显示捕获器生成的CIC事件的基本信息，使用 `CallbackSingleThread` model. This is the C# version of the C++ `CallbackSingleThread` 示例:

```
using System;

namespace Callbacks {
    class CallbackExample {
        static void showEvents(Euresys.EGrabberCallbackSingleThread grabber) {
            grabber.runScript("config.js");                                    // 1

            grabber.onCicEvent = delegate(Euresys.EGrabberCallbackSingleThread g,   // 2
                                          Euresys.CicData data) {
                System.Console.WriteLine("timestamp: {0} us, {1}",             // 3
                                         data.timestamp, data.numid);
            };                                                                 // 4

            grabber.enableCicDataEvent();                                      // 5

            grabber.reallocBuffers(3);                                         // 6
            grabber.start();                                                   // 6
            while (true) {                                                     // 6
            }
        }

        static void Main() {
            try {
                using (Euresys.EGenTL gentl = new Euresys.EGenTL()) {
                    using (Euresys.EGrabberCallbackSingleThread grabber =
                            new Euresys.EGrabberCallbackSingleThread(gentl)) {
                        showEvents(grabber);
                    }
                }
            } catch (System.Exception e) {
                System.Console.WriteLine("error: {0}", e.Message);
            }
        }
```

```
    }
}
```

1. 运行一个`config.js`脚本，该脚本应：
   - 正确配置相机和帧捕获器；
   - 为CIC事件启用通知。
2. 为*CIC*事件注册回调函数：
   - 创建一个 `delegate` that will be called by `EGrabber` when a *CIC* event occurs; this delegate will be called with two arguments: the grabber and the `CicData` containing information about the event;
   - set the grabber's `onDataStreamEvent` to this `delegate` 函数。
3. 在回调函数的主体中，只需显示事件的基本信息。
4. 这将结束`onCicEvent`回调函数的定义。
5. 启用`onCicEvent`回调。
6. 启动捕获器，进入无限循环。*CIC*事件将在专用线程中通知。

程序输出示例

```
timestamp: 2790824897 us, EVENT_DATA_NUMID_CIC_CAMERA_TRIGGER_RISING_EDGE
timestamp: 2790824897 us, EVENT_DATA_NUMID_CIC_STROBE_RISING_EDGE
timestamp: 2790824902 us, EVENT_DATA_NUMID_CIC_CXP_TRIGGER_ACK
timestamp: 2790825897 us, EVENT_DATA_NUMID_CIC_STROBE_FALLING_EDGE
timestamp: 2790830397 us, EVENT_DATA_NUMID_CIC_CAMERA_TRIGGER_FALLING_EDGE
timestamp: 2790830401 us, EVENT_DATA_NUMID_CIC_CXP_TRIGGER_ACK
timestamp: 2790842190 us, EVENT_DATA_NUMID_CIC_ALLOW_NEXT_CYCLE
timestamp: 2790842190 us, EVENT_DATA_NUMID_CIC_CAMERA_TRIGGER_RISING_EDGE
timestamp: 2790842191 us, EVENT_DATA_NUMID_CIC_STROBE_RISING_EDGE
timestamp: 2790842195 us, EVENT_DATA_NUMID_CIC_CXP_TRIGGER_ACK
```

9. 定义

首字母缩略词

CIC

相机和照明控制器

CTI

公共传输接口

CXP

CoaXPress

EMVA

欧洲机器视觉协会

PFNC

像素格式命名约定

SFNC

标准功能命名约定

术语表

缓冲模块

表示内存缓冲区的GenTL模块。必须向数据流通告缓冲区，以便用图像数据填充它们。

回调模型

定义何时何地(在哪个线程中)执行回调函数。

`CallbackOnDemand`, `CallbackSingleThread`, `CallbackMultiThread`之一。

相机和照明控制器

Coaxlink卡的一部分，用于控制相机及其相关照明设备。

托管在设备模块中。

CoaXPress

高速数字接口标准，允许通过一条或多条Coaxial电缆将数据从设备(如照相机)传输到主机(如计算机内的帧捕获器)。

公共传输接口

GenTL 发生器

数据流模块

处理缓冲区的GenTL模块。

设备模块

包含与相机相关的帧抓取器设置的Gentl模块。

数据流模块的父级。

*远程设备*的同级。

GenApi

处理相机和帧捕获器配置的GenICam标准。

GenApi功能

相机或帧捕获器功能，在寄存器描述中定义。

*设置/获取*参数，或带有副作用的命令。

GenICam

EMVA标准集。它由Genapi、Gentl、SFNC和PFNC组成。

GenTL

处理数据传输的GenICam标准。TL代表传输层。

GenTL发生器

实现GenTL API的软件库。

带有 `cti` extension (e.g., `coaxlink.cti`的文件)。

信息命令

用于从GenTL模块查询特定信息的数字标识符。信息命令既可以在标准GenTL头文件中定义，也可以在特定于供应商的头文件中定义(例如，在`include/GenTL_v1_5_EuresysCustom.h`中定义了特定于Coaxlink的信息命令)。

接口模块

表示帧捕获器的GenTL模块。

设备模块的父级。

I/O工具箱

Coaxlink卡的一部分，用于控制数字I/O线，并实现诸如速率转换器、延迟线等工具。

托管在接口模块中。

寄存器描述

将低级硬件寄存器映射到相机或帧捕获器功能的XML文件。

远程设备

连接到帧捕获器的照相机。

术语*远程*用于将其与GenTL设备模块区分开来。

系统

代表GenTL发生器的GenTL模块。

也称为TLSystem。

接口模块的父级。

时间戳

事件发生的时间。

对于Coaxlink，时间戳始终是64位整数，并以计算机启动后经过的微秒数表示。