一、

任何程序都是有生命的，是生命就需要呼吸。例如普通的windows程序，当运行完main()函数后，就需要进入消息循环，来监听用户的各种操作，以便做出及时的回应。这样的每次循环就像生命的每次呼吸，来维持生命体征。

osg的程序不仅仅需要消息循环来监听用户的鼠标、键盘等操作，同时也得具备了渲染循环。当然随着我们的对osg的深入了解会发现，osg的事件监听和渲染循环是串行的。但是当我们把osg与MFC（QT）等结合时，相应UI上的鼠标，键盘事件的同时也要兼顾可能发生在osg中的效果，所以一般的osg程序起码需要两个并行的线程（例如osg与qt结合使用，为了保持足够灵敏的相应速度就需要把QTUI和osg渲染看成两种生命，分为两个线程）来维持它的正常运行。我们今天就是要解读osg程序赖以生存的每次呼吸。

首先我们得找到osg是用什么呼吸的，就想地球上的一般生物都是用鼻子呼吸，我们又大概得知道鼻子长在生物的那个位置。这样我们才可以开始我们的研究。当然我们肯定得有osg的源码，就像我们研究生物的呼吸先得有这种生物的身体。有了身体我们还得持续的观察一个有生命的生物，所以我们最先得到osg的可运行的程序就是example中的各种程序。其中大部分的程序main()函数的最后部分都是调用一下viewer.run()。所以我们可以有一个模糊的判断这一类的通过调用viewer类的run函数的程序，他的呼吸系统可能是通过run完成的。但是run()函数是一个单独的一行，按说他执行完毕以后程序就会结束了，所以我们有了新的判断osg的每一帧的调用的入口是在run()函数中的。这是osg程序存在的一种形式（或者叫独立运行模式）。Osg还有另一种存在形式，就是和各种UI混合使用，例如qt与osg结合使用，MFC与osg结合使用等等。我们可以从examples/osgviewerQt 的例子，可以根据上一个的思路，呼吸不是一次性的动作，是只要存活就会一直存在的。所以从osgviewerQt.cpp中根据以前的经验定位到timer (计时器),他每次timeout触发时调用的函数update()中一定包含了osg的每一帧的调用的入口。

根据上面两种osg的存活形式，可以进行进一步的确认，究竟哪里才是维持osg生命体征的位置。Viewer.run()函数(OSG Core/osgViewer/Viewer.cpp)最后会继续调用ViewerBase::run()函数(OSG Core/osgViewer/ViewerBase.cpp)，我们在ViewerBase::run()中继续耐心的寻找就会发现有一个特殊的函数frame()，为什么特殊呢？因为frame的英文的意思就是’帧’，而我们学渲染都知道’帧’代表屏幕上一幅画，这和osg库的本质就联系在了一起。Osg就是一个库，一个在计算机屏幕上作画的库。所以ViewerBase::frame()就是我们要找的osg中会呼吸的地方。同样我们在examples/osgviewerQt中也会发现，timer每到设定事件就会调用update()函数，而qt的update()函数在内部就会调用paintEvent()函数，我们在osgviewerQt.cpp的paintEvent()函数中也会发现osg::CompositeViewer的update函数，而osg::CompositeViewer继承自ViewerBase，所以最后也会定位到ViewerBase::frame()。这样我们就可以确定osg这类生物的呼吸的入口是ViewerBase::frame()函数。终于我们打开了通往新世界的大门，下一步就是经历轮回，看看osg这类生物是怎么生存的。

二

我们把ViewerBase::frame()比作osg这类生物的肺，首先我们先来大概的看一下‘肺’长什么样子，有哪几部分组成。在这之前得对一些固定的零件进行说明，例如\_done代表osg的viewer是否被删除释放内存；\_firstFrame代表是否是第一次进入frame函数。那么接下来我们会发现frame函数表面上组成结构非常简单，逻辑上也非常的清晰---先判断当前的viewer是否被删除，也就是判断是否died，如果已经died，那么肺的功能就不会进行。然后判断这个osg小孩是否刚刚出生，是的话就要执行一些初始化工作---嚎啕大哭。最后剩下的四个函数就是一个正常的osg生物的肺周而复始进行的工作。

我们一步步来，首先看看刚刚生下来的osg宝宝为什么会哭，对osg整体产生了什么样的影响。进入第一个函数viewerInit(),ViewerBase::ViewerInit是纯虚函数，代表他的实现由他的子类完成，上一节我们研究了osg生物两种存在形式时，就已经定义了目前正在进行工作的viewer是哪一个，所以我们直接到osgViewer::Viewer（是ViewerBase的子类）下看看他的ViewerInit函数。经过复杂的拆解工作，终于发现ViewerInit是在osgViewer::Viewer的头文件中定义并且实现的。并且它的功能非常简单就是简单的调用init()方法。而这个init方法又是在那个类里面定义的呢。Viewer类分别继承了osgViewer::ViewerBase以及osgViewer::View。Init既然在osgViewer::ViewerBase和osgViewer::Viewer中都没有记录，那么肯定是在osgViewer::View中定义和实现的。我们这里就有一个疑问Viewer和View到底有什么区别。从名字上我们有一个大概的区分Viewer视景器，View视图风景。简单的理解Viewer就是View的操作器，osgViewer::View就是持有场景中的一张景色。仔细的你们一定会发现osgViewer::View继承自osg::View以及osgGA::GUIActionAdapter. osgGA::GUIActionAdapter我们先不进行详解要不就跑偏太远了，先介绍osg::View. osg::View我们看作是场景中一系列相机的掌管者。好了。我们这些就先说到这里，赶紧趁着刚刚打开的osg的肺还有失去动力之前回去继续看看。

进入osgViewer::View::init()函数，这是一个新的身体零件，和研究frame()函数的思路一样，我们先认识它内部的固定零件:\_eventQueue代表空的osg内的事件队列—这个我们以后再介绍，\_cameraManipulator代表相机的操作方式—这个我们都会在进入frame()函数之前进行单独的指定。所以我们大体上也就大体了解了osgViewer::View初始化工作，就是创建一个名叫osgGA::GUIEventAdapter::FRAME的事件并放到\_eventQueue中，以及对\_cameraManipulator相机操作方式的初始化。不同的摄像机操作模式就会有不同的init函数，我们就对CameraManipulator::init()函数不进行介绍了--- 很简单。

这样我们就完成了对ViewerBase::frame()函数中第一个功能介绍完毕，总结一下。Viewer::viewerInit()函数就是完成了osg中事件队列的初始化以及相机操作器的初始化工作。当然这些工作之前，也就是进入frame函数之前必须先完成viewer以及相机的定义。但是osg库非常强大，即是你没有定义viewer以及camera他就会默认的按照约定的模式创建一组他们出来。

三、

那我们回到ViewerBase::frame函数中来，继续看看为什么osg生命刚刚出生的时候会大哭，除了初始化了eventQuene和cameraManipulator之外还对那些器官进行了初始化。在这之前我们先介绍一下上一节说到的osg的肢体或者器官但是没有展开介绍的。

osgGA::GUIEventAdapter，GUI事件适配器。它就是对所有平台windows linux mac平台上的鼠标、键盘、以及其他的窗口事件进行了封装，目的是使接口统一，用户在使用osg库的时候不用再自己区分平台，直接调用GUIEventAdapter就可以得到平台发过来的事件信息。特别是我们处理自定义的EventHandler事件处理器的时候重写handler (const osgGA::GUIActionAdapter &ea ,osgGA::GUIActionAdapter &aa)的时候一定会用到。

osgGA::GUIActionAdapter，这个内脏器官的用处比较多。我们慢慢的说。作用：定义GUIEventHandlers可以请求使用GUI操作系统的动作的抽象接口类。这些动作请求应该遵守用户所使用平台的GUI工具包的规范。例如当一个GUIEventHandler处理一个鼠标事件的时候，它希望去请求GUI,例如当一个模型被’抛出’---（使用TrackballManipulator，按住鼠标右键快速移动，然后松开右键类似抛出物体的动作）时，这个TrackballManipulator可能希望启动计时器，并重复调用，以持续刷新摄像机的位置和方向。但是，它无法做到这一点，因为它对它运行的窗口系统一无所知。得不到任何支持。相反，GUIEventHandler可以通过GUIActionAdapter发出自己的请求，然后使用这个GUI系统的viewer应该遵循这些请求。当然GUIActionAdapter的功能不只是这些，再例如我们上一节也看到了osg::Viewer::View的其中一个基类就是GUIActionAdapter，而osgViewer::View又是osgViewer::Viewer的基类，所以我们可以GUIActionAdapter强转成osgViewer::Viewer.这种使用方式一般也是在处理自定义的EventHandler事件处理器的时候重写handler (const osgGA::GUIActionAdapter &ea ,osgGA::GUIActionAdapter &aa)的时候会用到。

说了两个概念性的东西，有可能比较枯燥，但是技术类工作就是这样，每每在学习一种新的技术或者了解他背后的原理的时候，我们要耐下性子，一步一步来。只有把每一步都搞清楚弄明白我们在能继续前进不至于迷失了方向。

我们再此回到我们的解剖课中继续探究osg类物种，osgViewer::ViewerBase::frame()中的下一步就是判读viewer是否已经被实现了，如果没有那么就要实现这个viewer。所以我们要到osgViewer::Viewer::isRealized（）函数。主要功能就是这个从这个viewer中得到渲染的上下文，并且判断他们是否被实现。渲染上下文我们应该都很了解，如果您用过qt+osg一定会有这么一个过程，创建一个camera的过程需要指定操作系统的窗口属性，这个渲染的上下文就在这里指定。那我们就去osgViewer::Viewer::getContexts()下看看怎么来得到所有的GraphicsContext()。

osgViewer::Viewer::getContexts()。我们还是老规矩，看看这个新的动作中涉及到那些新的内脏，osg::GraphicsContext。就是图形设备对应的载体，或者说GraphicsContext是任意图形子系统的抽象接口，它提供了统一的图形设备处理函数，用来实现渲染结果和底层设备的交互。图形设备对象的主要工作是提供场景渲染结果的载体，这个载体可以显示缓存，进而绘制到一个图像窗口中，也可以是其他特殊的缓存对象，从而实现复杂的渲染和图像多次曝光等功能，创建一个图像设备不能简单地使用new运算符，因为GraphicContext类是一个不能被实例化的抽象类（这个体现在valid()等一大批纯虚函数上）；通常应当使用createContext()静态函数，自动根据当前的用户环境和特性参数traits，构建一个平台相关的图形设备对象。然后绑定到摄相应的像机上。

osg::ref\_ptr<osg::GraphicsContext> gc = osg::GraphicsContext::creteGraphicsContext(traits)

camera-> setGraphicContext(gc);

所以在osgViewer::Viewer::getContexts()中通过\_camera->getGraphicsContext()来得到图形设备对象。

osgViewer::Viewer::getContexts()。我们又遇到了新的不认识的小零件，osg::Slave代表了主相机下的一个跟随相机，以及视图矩阵。我们在前面已经介绍过了osg::View中定义了所有的相机，当场景中只有一个主相机时，那么它即是主导也是场景的渲染器，但是有了从相机，那么主相机将视图控制到场景，而从属相机负责实现场景的渲染。所以osg::Slave中也会包含osg::GraphicsContext，也要中所有的从相机getSlaves()中得到所有的GraphicsContext。并判断他们是否可用GraphicsContexts->vaild()。这样就介绍完了viewer->getContexts().

回到Viewer::isRealized()函数中，再往下就是确定这些得到的所有的图形设备是否已经初始化完成准备被使用。Osg::GraphicsContext::isRealized() const { return isRealizedImplementation();};也就继承自Osg::GraphicsContext的类或者说Osg::GraphicsContext封装的底层的设备接口类中，这些类一般都在osg::Viewer::api下定义。这些类的仔细介绍我们会稍后进行讲解。这样我们就完成了ViewerBase::frame()一呼一吸动作中的第二个拆解动作isReallized()介绍。

四、

当判断到viewer中没有一个graphicContext可用时，osg就会默认的进行一次对viewer的实现操作，这样可以保证osg以后可以安心的在屏幕上进行作画。那我们就来看看这个osgViewer::Viewer::realize()函数到底具备什么样神奇的功能。

osgViewer::Viewer::realize()的最要作用可以总结为激活设置窗口以及初始化关联线程。Viewer::getContexts()上一节以及进行了详细的介绍，就是得到所有相机上关联的图形设备器。当contexts为空时就代表不存在一个窗口set up，所以osg开启默认一个的视图。读取环境变量OSG\_CONFIG\_FILE，如果设置了OSG\_CONFIG\_FILE指向一个.view后缀的文件，可以创建该文件描述的窗口，格式如下：（在openscenegraph-data目录中的configuration目录下有.view类型的文件）

osgViewer::Viewer

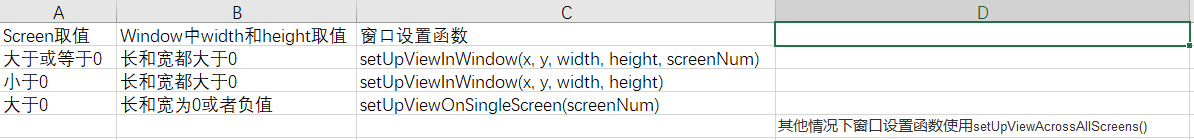
{

setUpViewInWindow 100 200 600 400 0

}

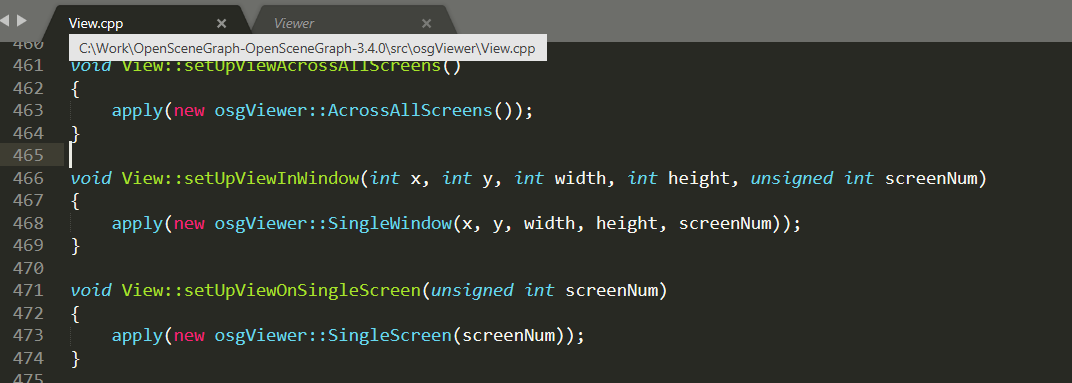
如果设置了OSG\_CONFIG\_FILE环境变量，但是环境变量所对应的文件解析有错，那么整个程序就会退出。

如果没有设置OSG\_CONFIG\_FILE环境变量，那么程序会检查 OSG\_SCREEN和OSG\_WINDOW这两个环境变量的值，OSG\_SCREEN对应窗口的个数（值是一个整型数）OSG\_WINDOW对应窗口的大小和位置，格式是（x, y, w, h) 分别是窗口左上角点坐标(x, y)以及窗口的长和宽(w, h)，具体来说是以下情况：

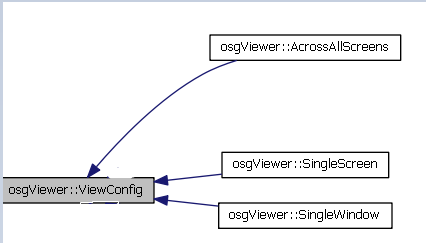


当窗口设置完成之后，osg会再次调用getContexts(contexts) 搜集目前可用的设备渲染上下文，如果这时候还没有窗口产生，也就是说设置窗口的各种方式都失败了，那么程序就会退出，如果成功，那么会针对已经常见的窗口进行一些设置，完成后续的操作

接下来我们先简单的介绍一个表格中三个函数



这些函数调用了osgViewer命名空间中的三个窗口配置类，它们的关系如下图所示：



基类osgViewer::ViewConfig提供了一个虚函数 virtual void configure (osgViewer::View &) const，在子类中通过实现该函数来配置渲染的窗口大小和位置。

这里我们只对一个类的configure函数进行讲解，其他两个请大家自行了解。

AcrossAllScreens::configure(osgViewer::View& view)函数，首先调用osg::GraphicsContext的静态函数getWindowSystemInterface用于获得系统的api接口，至于这个api接口是怎么被创建的，我们需要在src/osg/GraphicsContext.cpp中找到setWindowSytemInterface函数，这里就是进行系统api的设置，他的作用是指定操作平台所使用的视窗 API 接口,也就是在特定的系统平台上创建图形窗口的时候,将会使用到哪些本地 API 函数。当然,Windows 系统要使用 Win32 API,而Linux 系统要使用 X11 API,Apple 系统则使用 Carbon。由于现在实在ubuntu16.04系统上，所以cmake只会把GraphicsWindowX11.cpp进行编译，所以想知道怎么指定的系统api接口在GraphicsContext中，我们需要进入GraphicsWindowX11.cpp的2136行的WindowingSystemInterface 结构体，这个结构体在初始化的时候就会调用。用于设置系统api接口。还 有 注 意 那 个 紧 跟 着 结 构 体 的 全 局 变 量(GraphicsWindowX11.cpp,2159 行),这就是osg设置系统api的基本流程，如果想深入了解，请自行查看。

回到AcrossAllScreens::configure(osgViewer::View& view)函数

我们得到了系统api的指针，然后将尝试获取osg::DisplaySettings的指针，它保存了 OSG 目前用到的,与图形显示,尤其是立体显示有关的所有信息,

主要包括:

\_displayType:显示器类型,默认为 MONITOR(监视器),此外还支持 POWERWALL(威力墙),REALITY\_CENTER(虚拟实境中心)和 HEAD\_MOUNTED\_DISPLAY(头盔显示器)。

\_stereoMode : 立 体 显 示 模 式 , 默 认 为 ANAGLYPHIC ( 互 补 色 ), 此 外 还 支 持QUAD\_BUFFER (四方体缓冲), HORIZONTAL\_SPLIT (水平分割), VERTICAL\_SPLIT (垂直分割),LEFT\_EYE(左眼用),RIGHT\_EYE(右眼用),HORIZONTAL\_INTERLACE(水平交错),VERTICAL\_INTERLACE(垂直交错),CHECKERBOARD(棋盘式交错,用于DLP 显示器)。

\_eyeSeparation:双眼的物理距离,默认为 0.05。

\_screenWidth,\_screenHeight:屏幕的实际宽度和高度,分别默认设置为 0.325 和 0.26,

目前它们影响的仅仅是视图采用透视投影时的宽高比。

\_screenDistance:人眼到屏幕的距离,默认为 0.5。

\_splitStereoHorizontalEyeMapping:默认为 LEFT\_EYE\_LEFT\_VIEWPORT(左眼渲染左视口),也可设为 LEFT\_EYE\_RIGHT\_VIEWPORT(左眼渲染右视口)。

\_splitStereoHorizontalSeparation:左视口和右视口之间的距离(像素数),默认为 0。

\_splitStereoVerticalEyeMapping:默认为 LEFT\_EYE\_TOP\_VIEWPORT(左眼渲染顶视口),也可设为 LEFT\_EYE\_BOTTOM\_VIEWPORT(左眼渲染底视口)。

\_splitStereoVerticalSeparation:顶视口和底视口之间的距离(像素数),默认为 0。

\_splitStereoAutoAdjustAspectRatio:默认为 true,用于屏幕分割之后对其宽高比进行补偿。

\_maxNumOfGraphicsContexts:用户程序中最多可用的 GraphicsContext(图形设备上下文)数目,默认为 32 个。

\_numMultiSamples:多重采样的子像素样本数,默认为 0。如果显示卡支持的话,打开多重采样可以大幅改善反走样(anti-aliasing)的效果。此外还有很多可以设置的类变量,如\_minimumNumberStencilBits(模板缓存的最小位数)等,其默认设置均在 osg::DisplaySettings::setDefaults 函数中完成,其中有些变量可能还没有作用。要注意的是,DisplaySettings 的作用仅仅是保存所有可能在系统显示中用到的数据,这个类本身并不会据此改变任何系统设置和渲染方式。

五

再此回到AcrossAllScreens::configure(osgViewer::View& view)函数，我们刚刚总结了一下osg::DisplaySettings的作用，接下来通过相机得到一些参数