# 软件安装

此页面包含AR Sandbox软件的完整，分步安装和设置说明，从带有[Nvidia GeForce](https://en.wikipedia.org/wiki/GeForce" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)图形处理单元（GPU）的空白台式机开始。这些说明基于[Linux Mint](https://en.wikipedia.org/wiki/Linux_Mint" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)操作系统的当前版本。由于最新版本的Mac OS X（从版本10.7开始）越来越怪异，我们不再推荐Mac计算机和Mac OS X来驱动AR Sandbox的安装。

这些说明是以下软件版本的最新信息：

* 具有MATE桌面环境的Linux Mint 19.1（“ Tessa”），64位版本
* Vrui VR开发工具包的4.6-005版本（由Vrui安装脚本自动选择）
* Kinect 3D Video Package的3.7版
* 增强现实沙箱2.6版

### 目录

* [软件安装](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "SoftwareInstallation)
  + [步骤1：安装Linux](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step1)
  + [步骤2：安装Nvidia驱动程序](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step2)
  + [步骤3：安装Vrui VR开发工具包](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step3)
  + [步骤3a：调整屏幕尺寸](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step3a)
  + [步骤4：安装Kinect 3D影片套件](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step4)
  + [步骤5：安装增强现实沙箱](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step5)
* [系统集成，配置和校准](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Configuration)
  + [步骤6：连接和配置3D相机](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step6)
  + [步骤6a（可选）：计算每像素深度校正](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step6a)
  + [步骤7：对准3D相机](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step7)
  + [步骤8：测量沙箱的基本平面方程](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step8)
  + [第9步：测量Sandbox的3D Box角位置](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step9)
  + [步骤10：对准投影机](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step10)
  + [步骤11：投影机/相机校准](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step11)
* [运行增强现实沙箱](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Running)
  + [步骤12：运行AR沙箱](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step12)
* [安装后设置和微调](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Finetuning)
  + [步骤13：创建每个应用程序配置文件目录](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step13)
  + [步骤14：为CalibrateProjector创建配置文件](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step14)
  + [步骤15：为SARndbox创建配置文件](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step15)
  + [步骤16：创建桌面图标以启动AR沙箱](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step16)
  + [步骤17：在登录/启动时启动AR沙盒](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step17)
  + [步骤18：使用多个屏幕](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step18)
  + [步骤19：显示AR沙箱的辅助视图](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step19)

### 软件安装

安装步骤1至5将安装Linux和AR Sandbox软件，包括其基础Vrui和Kinect软件包。还提供了有关这些步骤的[完整演练视频](http://youtu.be/R0UyMeJ2pYc" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)，以及带[插图的逐步指南，介绍如何安装Linux Mint 19（“ Tara”）](http://doc-ok.org/?p=1739" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)。该视频适用于Linux Mint的旧版本以及Vrui，Kinect和AR Sandbox软件包的旧版本；如果视频与这些说明之间有任何（小的）差异，请忽略视频并按照这些说明进行操作。所示指南为最新版本。

#### 步骤1：安装Linux

在空白桌面计算机上安装[具有MATE桌面环境](https://linuxmint.com/edition.php?id=263" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)的[64位版本的Linux Mint 19.1（“ Tessa”）](https://linuxmint.com/edition.php?id=263" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)。**这必须是一台真实的计算机；AR沙箱无法在虚拟机内部运行。**

如果您计划将AR沙箱作为计算设备运行，即这是一个封闭的系统，除了投影仪外，没有互联网连接、键盘、鼠标或显示器，当你在PC上打开电源时，AR沙箱应用程序会自动启动，你应该在安装Linux时尽早做好准备。安装步骤之一是在新操作系统上创建一个用户帐户。此时，请检查自动登录该帐户的选项，不要分配密码。然后，在安装完成之后，执行可选步骤16和步骤17。

Here is an [illustrated step-by-step guide to installing Linux Mint 19 ("Tara")](http://doc-ok.org/?p=1739" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank) on a new computer, including the extra step to enable automatic login to use the AR Sandbox as a computational appliance. There should be no differences between Linux Mint 19 and Linux Mint 19.1.

下面是一个详细说明的步骤指南，介绍如何在新计算机上安装Linux Mint 19(“Tara”)，包括使自动登录能够使用AR沙箱作为计算工具的额外步骤。Linux Mint 19和Linux Mint 19.1之间应该没有区别。

Step 1 starts at 0:00 in the video named ‘1.mp4’.

#### Step 2: 安装Nvidia驱动

打开控制中心，选择“驱动程序管理器”，等待面板显示并填充可用驱动程序列表，然后选择推荐的Nvidia二进制驱动程序并按“应用更改”。然后等待更改完成(可能需要一段时间)，并在提示时重新启动计算机。在安装Linux Mint 19(“Tara”)的分步指南中详细描述了这个过程。

Step 2 starts at [13:30 in the video](https://youtu.be/R0UyMeJ2pYc?t=13m30s" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank) named ‘1.mp4’.

安装驱动程序并重新启动计算机后，通过打开终端窗口并精确输入以下命令来检查驱动程序是否正常运行（如有疑问，请直接从此网页复制并粘贴）：

glxinfo | grep vendor

终端应回复以下内容：

server glx vendor string: NVIDIA Corporation

client glx vendor string: NVIDIA Corporation

OpenGL vendor string: NVIDIA Corporation

如果答复不同，特别是，如果在所有三行中均未打印“ NVIDIA Corporation”，则说明驱动程序安装出现问题。在继续之前，需要更正此问题。

#### 步骤3：安装Vrui VR开发工具包

打开一个终端窗口，然后精确输入以下命令（如有疑问，请直接从此网页复制和粘贴，一次一行）。〜是用户主目录的简写：

cd ~

wget http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/Vrui/Build-Ubuntu.sh

bash Build-Ubuntu.sh

**Protip：**在Linux中复制和粘贴的最快方法是使用鼠标左键突出显示要复制的文本，然后将鼠标移至要复制所选文本的位置，然后单击鼠标中键（通常是鼠标滚轮） 。

最后一个命令中运行的脚本将要求您输入用户的密码来安装必备库，然后构建Vrui VR Toolkit。这将需要一段时间，并产生大量的输出，最后你会看到一个旋转的地球仪在窗口迎接你。

接下来一个熟悉Vrui基本用户界面的好机会。后续安装步骤中使用的几个实用程序，甚至AR沙箱本身，都是Vrui应用程序。UI在Vrui的在线文档中有详细的描述，特别是“使用Vrui应用程序”页面，但这里是最重要的部分:

1. 按住鼠标右键弹出主应用程序菜单。然后将鼠标移动到“旋转地球”菜单项，松开鼠标右键，让地 球停止转动。
2. 按住鼠标左键时，移动鼠标将使窗口中的3D视图围绕窗口中心旋转。
3. 若要在窗口中向左/向右/向上/向下移动地球仪，请按住键盘上的“z”键，然后(不按任何鼠标按钮) 向左/向右/向上/向下移动鼠标。在Vrui应用程序中，以这种方式使用键盘键作为额外的鼠标按 钮是一种常见的方法。
4. 若要放大或缩小窗口中的球体，按住“z”键和鼠标左键，并上下移动鼠标。
5. 当画面的看不见时候，可以通过VruiSystem->View->reset view 找回，也可以通过快捷键 win+home(windows键+Home键)
6. 现在按住键盘上的某个键，比如按键“1”。目前没有为这个键分配函数，因此，Vrui将弹出工具 选择菜单，显示可以动态分配给它的许多不同函数。移动鼠标(不按任何其他键或按钮)打开 “Utility”子菜单，然后移动到“Curve Editor”条目，放开“1”键。这将分配Curve Editor工具 的键，并弹出打开Curve Editor的控制对话框。你可以通过鼠标左键抓取它的蓝色标题栏，然 后用鼠标拖动来移动对话框。你也可以用鼠标左键与对话框进行交互，例如，拖动“线宽”滑块， 或者选择不同的颜色要绘制曲线，将鼠标移回主窗口，按住“1”，然后移动鼠标。动态地将函数 分配给鼠标按钮或键盘键是Vrui应用程序中非常常见的操作。要删除Curve Editor工具，将 鼠标移动到“tool trash can”，窗口左下角的红色矩形，按下并释放“1”键。

探索完成后，请关闭Globe窗口并返回到与**以前相同**的终端窗口以继续。

旋转地球仪出现后，您可以通过在同一终端窗口中运行来删除Vrui安装脚本：

rm ~/Build-Ubuntu.sh

步骤3在[演练视频中的20:40](https://youtu.be/R0UyMeJ2pYc?t=20m40s" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)开始。

#### 步骤3a：调整屏幕尺寸

在[步骤3](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step3)结束时启动的旋转地球仪应用程序中，按住鼠标右键打开应用程序的主菜单，然后检查菜单项的文本大小。菜单可读吗？文字是微小的还是巨大的？

一个潜在的问题是Vrui工具包试图创建一个校准的显示，这意味着如果一个应用程序绘制了一条5英寸的线，那么这条线应该正好在屏幕上显示5英寸长。该特性依赖于连接的显示器向操作系统报告其正确大小。虽然这适用于大多数电脑显示器，但不适用于投影机——投影机不知道它的显示尺寸，因为这取决于抛出距离和缩放系数。结果，放映机经常报出没有或显示尺寸非常不准确，而Vrui则把它们搞砸了。简而言之，Vrui的自动屏幕大小特性可能必须被禁用才能在AR沙箱上下文中工作。

对所有Vrui应用程序禁用此功能的最佳方法是使用xed文本编辑器编辑Vrui的中央配置文件/usr/local/etc/Vrui-4.6/Vrui.cfg。在终端窗口中，运行：

sudo xed /usr/local/etc/Vrui-4.6/Vrui.cfg

并按要求输入密码。然后在“桌面” 部分的“窗口” 部分中找到autoScreenSize true设置。在Vrui-4.6-005的配置文件中，即第154行。然后将autoScreenSize的值从true更改为false。

在关闭了autoScreenSize之后，Vrui将返回到片段屏幕中配置的屏幕大小，在同一配置文件的第105-112行中。在那里的默认值，定义一个20“4:3的宽高比监视器，应该足够工作。如果你的投影仪有一个不同的长宽比，比如16:9，你可能想要改变大小值来反映它，否则图像会被压扁。首先，将宽度和高度设置更改为适当的值，然后调整原点设置，使屏幕的中心位于(0.0,0.0,0.0)位置。例如，如果您将宽度设置为20.92，高度设置为11.77，对于24英寸的对角线16:9监视器，您可以将原点设置为(-10.46,0.0，-5.885)。完成更改后，保存文件并退出文本编辑器。

如果您已经调整了屏幕大小，但仍然希望微调显示文本的大小，可以通过直接更改相同配置文件中的字体大小来实现。在文件的顶部，桌面下方，找到uiSize, uiFontTextHeight和uiSliderWidth设置。首先，完全删除包含uiSize和uiSliderWidth的行，然后根据需要改变uiFontTextHeight的值。文本高度与配置中的其他位置或大小在相同的测量单位中定义;默认情况下，单位是英寸。完成后，保存文件并退出文本编辑器。

#### Step 4: Install the Kinect 3D Video Package

要安装[Kinect 3D Video Package](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/Kinect" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)，请在同一终端窗口中运行：

cd ~/src

wget http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/Kinect/Kinect-3.7.tar.gz

tar xfz Kinect-3.7.tar.gz

cd Kinect-3.7

make

sudo make install

sudo make installudevrules

ls /usr/local/bin

第六个命令可能会要求您再输入一次密码。如果是这样，请输入以继续。检查最后一条命令打印的名称列表是否包含KinectUtil和RawKinectViewer。

步骤4在[演练视频中的25:48](https://youtu.be/R0UyMeJ2pYc?t=25m48s" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)开始。

#### 步骤5：安装增强现实沙箱

要安装[增强现实沙盒](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)软件本身，请在同一终端窗口中运行：

cd ~/src

wget http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SARndbox-2.6.tar.gz

tar xfz SARndbox-2.6.tar.gz

cd SARndbox-2.6

make

ls ./bin

检查最后一条命令打印的名称列表是否包含CalibrateProjector和SARndbox。AR Sandbox校准实用程序和主要应用程序现在位于〜/ src / SARndbox-2.6 / bin中。

步骤5在[演练视频中的27:39](https://youtu.be/R0UyMeJ2pYc?t=27m39s" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)开始。

### 系统集成，配置和校准

安装步骤6到11连接其他系统组件，例如3D相机（Kinect或其他相机）和数字投影仪，将它们与沙盒进行物理对齐以获取最佳图像质量，并相对于投影仪校准相机沙盒中的投影功能正好对齐。

#### 步骤6：连接和配置3D相机

插入3D摄像机，然后直接从其固件下载内部校准参数。在终端窗口中，运行：

sudo /usr/local/bin/KinectUtil getCalib 0

这可能会再次要求您输入密码；如果是这样，请输入以继续。

步骤6在[演练视频中的28:52](https://youtu.be/R0UyMeJ2pYc?t=28m52s" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)开始。

#### 步骤6a（可选）：计算每像素深度校正

第一代Kinect摄像机(Kinect-for- xbox -360)具有一定的非线性深度失真。如果你将这样的相机对准一个平面，3D重建将不是平面的，而是略呈碗状。在步骤10中，这种变形会影响物理沙面与地形图投影的良好对齐。

RawKinectViewer有一个内置的校准工具来校正这种失真。这个步骤对于AR沙箱的操作是不必要的，但是它通常可以提高对齐质量。同样，这个问题只适用于第一代Kinect相机(型号分别为1414、1473和1517)。将Kinect摄像机从AR沙箱中移除是最简单的校准步骤，所以如果你的Kinect在组装后很难移除，最好在安装之前完成这一步。

要执行每像素深度校正，请将您的Kinect相机放置在面对大而平坦的非发光表面（如空墙）的位置。然后以管理员身份启动RawKinectViewer，因为它需要将校准文件写入系统位置/usr/local/etc/Vrui-4.6/Kinect-3.7。在终端窗口中，运行：

sudo /usr/local/bin/RawKinectViewer -compress 0

并在需要时输入密码。

要开始校准，请将相机移向平面，直到RawKinectViewer显示窗口左侧的深度图像流中开始出现黑色斑点，然后向后拉，直到只有小而孤立的黑色斑点。最好是让相机正面对着平面;将相机左右上下旋转，直到显示的深度颜色在左右、顶部和底部边缘之间一致。接下来，为两个任意键分配一个校准工具。按下第一个键，比如说“A”，然后移动鼠标在弹出的工具选择菜单中选中“Calibrate Depth Lens”，然后松开该键。这将关闭工具选择菜单，并打开一个“Creating Calibrate Depth Lens Tool...”对话框，提示您按另一个键来实现工具功能“Calibrate”。选择一个键，比如“S”，按下并释放它。这将关闭对话框，并完成工具分配。要捕获校准连接点，请保持相机静止，并按一次“A”键。这将显示一个“Capturing average depth frame...”的消息。在显示此消息时，请勿触摸或移动相机。在它消失几秒钟后，将相机从平面上移动一段距离，再次按下“A”键来捕捉下一个连接点。

重复这个过程几次，从0.5米到1.5米的距离收集5到10个连接点。完成后，按“S”键。这将计算每个像素的深度校正因子，并将它们写入/usr/local/etc/Vrui-4.6/Kinect-3.7目录下的校准文件。RawKinectViewer将打印“写作深度校正文件/usr/local/etc/Vrui-4.6/Kinect-3.7/DepthCorrection-<相机序列号>。当它完成的时候。如果此时出现任何错误消息，请关闭RawKinectViewer并重新执行整个过程。否则，关闭RawKinectViewer，将摄像机安装在AR沙箱中，然后继续下一步的安装。

#### Step 7: 对准3D相机

对准相机，使其视野覆盖沙箱的内部。使用RawKinectViewer指导您进行对齐。要启动它，请在终端窗口中运行：

cd ~/src/SARndbox-2.6

RawKinectViewer -compress 0

忽略RawKinectViewer显示窗口右侧的彩色视频流，而将注意力放在左侧的深度图像流上（AR Sandbox不使用彩色视频流）。移动和/或旋转相机，直到可以看到沙箱的整个内部。

#### 步骤8：测量沙箱的基本平面方程

回顾一下,您需要绑定一个“Extract Planes”工具从根工具菜单一些未使用的鼠标或键盘键(有关详细信息,请参阅第3步),然后选择“Average Frames”从RawKinectViewer的主菜单,等待深度图像显示冻结,然后在深度图像绘制矩形按下并按住按钮/键被分配到的“Extract Planes”工具。这将打印出一个平面方程，该方程最适合您运行RawKinectViewer时所在的终端窗口。在提取基平面之后，您应该在RawKinectViewer的主菜单中关闭“Average Frames”。你需要在SARndbox源目录下etc/SARndbox-2.6中的BoxLayout.txt文件中输入基本平面方程(以及下一步中的3D沙面扩展)。要使用文本框编辑文件，请在终端窗口中运行:

cd ~/src/SARndbox-2.6

xed etc/SARndbox-2.6/BoxLayout.txt &

第二个命令末尾的＆符将在文本编辑器运行时使终端窗口保持可用状态。现在，如视频中所述输入基本平面方程式。要从终端窗口复制文本，请用鼠标突出显示所需的文本，然后右键单击终端窗口，然后从出现的弹出菜单中选择“复制”，或按Shift-Ctrl-c键。要粘贴到文本编辑器中，请使用“编辑”菜单，或按Ctrl-v。或者，使用鼠标在终端窗口中突出显示所需的文本，然后将鼠标移至文本编辑器窗口中的所需位置，然后按鼠标中键进行复制和粘贴。

提取深度平面时，RawKinectViewer会打印两个平面方程：第一个在深度空间中，第二个在相机空间中。AR沙箱需要第二个相机空间平面方程。复制后，必须重新格式化该方程式。RawKinectViewer将打印：

Camera-space plane equation: x \* <some vector> = <some offset>

其中<some vector>是三分量方向矢量，定义了相机坐标中的“向上”方向，通常接近（0.0，0.0，1.0），而<some offset>是相机下方被测平面的垂直位置，这是厘米和负数。BoxLayout.txt需要采用以下格式的平面方程：

<some vector>, <some offset>

方向向量和偏移量之间用逗号隔开。

**注意：**由于某些原因，第二代Kinect相机（Kinect-for-Xbox-One）报告的深度平面方程可能会被反转。在继续之前，请检查相机空间平面方程式的第四个分量（偏移）实际上是否为负。如果不是，请翻转BoxLayout.txt中平面方程的所有四个分量的符号，例如（--0.01，0.04，-0.9991），105.3变为（0.01，-0.04，0.9991），-105.3。

#### 第9步：测量Sandbox的3D Box角位置

**视频教程从2.mp4的4:10开始。**

测量沙子表面的三维范围。从Kinect 3.2版本开始，这可以在RawKinectViewer内部完成，也可以按照AR沙箱校准视频中的说明，确保按左下角、右下角、左上角、右上角的顺序测量方框角。回顾一下,您需要绑定一个“Measure 3D Positions”工具从根工具菜单一些未使用的鼠标或键盘键(有关详细信息,请参阅步骤3),然后单击沙箱的角落在深度图像被分配使用按钮/关键的“Measure 3D Positions”工具。这将向运行RawKinectViewer的终端窗口打印一系列3D位置。

如视频中所述将框角位置复制到文本编辑器后，保存文件（通过“文件”菜单或按Ctrl-s），然后退出文本编辑器（通过“文件”菜单或通过按Ctrl-q或关闭窗口）。

完成步骤8和9后，BoxLayout.txt的内容应如下所示，并根据您的安装使用不同的数字：

（-0.0076185、0.0271708、0.999902），-98.0000

（-48.6846899089，-36.4482382583，-94.8705084084）

（48.3653058763，-34.3990483954，-89.3884158982）

（-50.674914634，35.8072086558，-97.4082571497）

（48.7936140481，36.4780970044，-91.74159795）

确保此文本从第一行的第一列开始，并且该文件完全不包含其他文本。

#### 步骤10：对准投影机

调整投影仪，使其图像充满沙盒的内部。您可以使用Vrui的XBackground实用程序绘制的校准网格作为指导。在终端窗口中，运行：

XBackground

出现显示校准网格的窗口后，按F11键将其切换到全屏模式。确保该窗口确实覆盖了整个屏幕，即没有标题栏，桌面面板或其他装饰。完成后，按“ Esc”键关闭XBackground的窗口。

确保在校准前禁用投影仪的所有数字图像失真功能，只使用光学功能，即、光学调焦、光学变焦。具体来说，禁用任何类型的数字梯形校正，并检查投影仪映射传入的视频信号1:1到其显示像素。检查1:1匹配的最佳方法是查看XBackground测试图像中的中央单杠。它应该是一个清晰的模式交替的白色和黑色一个像素宽的垂直线，没有涂抹或楼梯台阶。沙盒外的轻微过度投影，以及投影图像的任何剩余楔石畸变，将由以下投影仪校准步骤处理。

#### Step 11: Projector/Camera Calibration

通过运行CalibrateProjector实用程序相对于彼此校准Kinect相机和投影仪：

cd ~/src/SARndbox-2.6

./bin/CalibrateProjector -s <width> <height>

其中<width>和<height>分别是投影仪图像的宽度和高度（以像素为单位）。例如，对于像推荐的BenQ型号这样的XGA投影仪，命令将是：

./bin/CalibrateProjector -s 1024 768

确保给定的图像尺寸与投影机输入视频信号的尺寸完全匹配。

**非常重要：**在继续操作之前，按F11 将CalibrateProjector的窗口设置为全屏模式。然后按照[从10:10开始](https://youtu.be/EW2PtRsQQr0?t=10m10s" \t "/tmp/wps-mint/x/_empty)的[AR Sandbox校准视频中](https://youtu.be/EW2PtRsQQr0?t=10m10s" \t "/tmp/wps-mint/x/_empty)的说明进行操作。

重述一下，您需要将根工具菜单中的“捕获”工具绑定到两个未使用的鼠标按钮或键盘键，以捕获连接点。例如，要将“捕获”工具绑定到“1”和“2”键，首先按住“1”。这将弹出工具选择菜单。按住“1”时，移动鼠标以突出显示“Capture”菜单项。然后放开“1”键。这将关闭工具选择菜单，并打开一个“创建捕获工具…”对话框，提示您按另一个键获取工具功能“捕获背景”。现在按下并释放“2”键。这将关闭对话框，并完成工具分配。然后，按下释放“1”键捕获一个联络点并提前校准，按下释放“2”键重新捕获背景沙土表面，当你对它做了任何改变后，如挖一个洞捕获一个低联络点。校准程序需要一个直径120mm(4.7”)的磁盘，这是一个标准的CD、CD- rom或DVD。创建校准盘的最简单方法是将一张白纸粘在CD/DVD/的数据端……仔细地沿着CD的边缘切割，然后在纸上画一个十字，正好与CD孔的中心相交。

### **注意:如果投影校准图像(黄色背景、黄色或绿色磁盘)与物理沙箱不一致，请不要担心。这个校准步骤将在完成后使图像对齐。**

**运行增强现实沙箱**

#### 此时，增强现实沙箱已经配置、校准并准备运行。

#### Step 12: 运行AR沙箱

要运行主要的AR沙箱应用程序，在一个终端窗口运行:

cd ~/src/SARndbox-2.6

./bin/SARndbox -uhm -fpv

所述-uhm参数告诉SARndbox应用以应用的正视色彩映射到砂表面，并且-fpv参数告诉它使用在收集到的投影仪/摄像机标定[步骤11](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step11)。

**非常重要：**通过按F11 将SARndbox的窗口设置为全屏模式，否则投影仪/相机校准将无法对齐。

### 安装后设置和微调

上面的说明安装并运行了AR Sandbox软件，但仍有很多（可选）改进。以下步骤可自动执行全屏显示和工具绑定，配置多个显示等。

#### 步骤13：创建每个应用程序配置文件目录

Vrui VR工具包支持每个应用程序的配置文件，以设置显示或交互选项，或预绑定常规使用的工具。这些配置文件存储在〜/ .config / Vrui- <version> / Applications目录中，并具有与它们所属的应用程序相同的名称，并带有.cfg扩展名。通过在终端窗口中运行来创建配置文件目录：

mkdir -p ~/.config/Vrui-4.6/Applications

#### 步骤14：为CalibrateProjector创建配置文件

使用固定文本编辑器为CalibrateProjector应用程序创建配置文件：

xed ~/.config/Vrui-4.6/Applications/CalibrateProjector.cfg

在该新文件中，准确粘贴以下文本：

section Vrui

section Desktop

section Window

# Force the application's window to full-screen mode:

windowFullscreen true

endsection

section Tools

section DefaultTools

# Bind a tie point capture tool to the "1" and "2" keys:

section CalibrationTool

toolClass CaptureTool

bindings ((Mouse, 1, 2))

endsection

endsection

endsection

endsection

endsection

然后保存新文件并退出文本编辑器。（提醒：您可以通过以下方式复制并粘贴上述文本：用鼠标左键突出显示文本框的全部内容，然后将鼠标移到空白文本编辑器窗口中，然后按鼠标中键。）

如果现在启动CalibrateProjector，其窗口将覆盖整个屏幕，而没有标题栏或面板。如果按“ 1”键，程序将捕获一个校准联络点，如果按“ 2”键，它将重新捕获背景，屏幕显示红色持续2秒钟。

您可以将“ bindings”标签中的“ 1”和“ 2”键名称替换为您喜欢的任何其他键。

#### 步骤15：为SARndbox创建配置文件

使用固定文本编辑器为SARndbox应用程序创建配置文件：

xed ~/.config/Vrui-4.6/Applications/SARndbox.cfg

在该新文件中，准确粘贴以下文本：

section Vrui

section Desktop

# Disable the screen saver:

inhibitScreenSaver true

section MouseAdapter

# Hide the mouse cursor after 5 seconds of inactivity:

mouseIdleTimeout 5.0

endsection

section Window

# Force the application's window to full-screen mode:

windowFullscreen true

endsection

section Tools

section DefaultTools

# Bind a global rain/dry tool to the "1" and "2" keys:

section WaterTool

toolClass GlobalWaterTool

bindings ((Mouse, 1, 2))

endsection

endsection

endsection

endsection

endsection

然后保存新文件并退出文本编辑器。

#### 与第14步一样，这将迫使SARndbox以全屏模式启动，确保使用calibrate投影仪创建的校准与实际AR沙箱中使用的校准完全匹配。另外，“screensaver”设置可以在没有按下任何键的情况下防止屏幕变黑，而“mouseIdleTimeout 5.0”设置可以在不活动五秒后隐藏鼠标指针。要使光标返回(用于菜单交互等)，只需移动鼠标。最后，“WaterTool”部分通过按下“1”表示下雨，按下“2”表示排水，绑定了一个工具来在整个AR沙箱中添加或移除水。如前所述，将绑定设置为您喜欢的任何键。

#### Step 16: 创建一个桌面图标来启动AR沙箱

启动AR Sandbox可能需要在终端窗口中输入冗长的命令行，这可能会很乏味。为简化起见，您可以通过双击创建桌面图标以启动AR沙箱。最好分两个步骤完成：首先，创建一个Shell脚本以使用所有命令行参数启动SARndbox应用程序；第二，将外壳脚本链接到桌面图标。

要创建外壳脚本，请在终端窗口中运行：

xed ~/src/SARndbox-2.6/RunSARndbox.sh

这将打开一个带有空文件的编辑器窗口。将以下内容准确粘贴到该文件中：

#!/bin/bash

# Enter SARndbox directory:

cd ~/src/SARndbox-2.6

# Run SARndbox with proper command line arguments:

./bin/SARndbox -uhm -fpv

将您通常使用的所有命令行参数添加到最后一行。然后保存文件，退出文本编辑器，并在同一终端上运行：

chmod a+x ~/src/SARndbox-2.6/RunSARndbox.sh

这将告诉操作系统可以执行Shell脚本。

要创建桌面图标，请在终端窗口中运行：

xed ~/Desktop/RunSARndbox.desktop

将以下内容粘贴到空文本文件中：

#!/usr/bin/env xdg-open

[Desktop Entry]

Version=1.0

Type=Application

Terminal=false

Icon=mate-panel-launcher

Icon[en\_US]=

Name[en\_US]=

Exec=/home/<username>/src/SARndbox-2.6/RunSARndbox.sh

Comment[en\_US]=

Name=Start the AR Sandbox

Comment=

将<username>替换为您的实际用户名，以找到在上一步中创建的shell脚本。然后保存文件，退出文本编辑器，并使文件可执行：

chmod a+x ~/Desktop/RunSARndbox.desktop

现在，双击图标将使用所有命令行参数启动AR Sandbox。

#### 步骤17：在登录/启动时启动AR沙盒

要将AR沙箱作为计算机设备运行(在PC启动时自动启动)，您需要在步骤1的Linux安装过程中创建一个自动登录帐户，并创建一个shell脚本来运行步骤16中描述的SARndbox应用程序。然后将该shell脚本添加到用户帐户的启动列表中。在MATE控制中心选择“启动应用程序”小程序，点击“附加启动程序”列表旁边的“添加”按钮。在打开的对话框中，输入一个名称(例如“Start AR Sandbox”)，然后在命令字段中输入shell脚本的全名，即,/home/<用户名> / src / sarndbox - 2.6 / RunSARndbox。用实际用户名替换。

下一次你登录你的账户，或者下一次电脑启动(如果自动登录是启用的)，AR沙箱将自动启动。要退出应用程序，例如运行新的投影仪校准或执行其他维护任务，只需按“Esc”键。

#### Step 18: 使用多个屏幕

如果你正在运行一个基于“增大化现实”技术的沙箱的笔记本电脑,或者如果你的台式电脑有主要监控除了沙箱投影仪,你可以告诉CalibrateProjector SARndbox使用投影仪,并且把主要监控用于其它目的,如启动脚本或显示的辅助视图虚拟地形图从任意的观点。首先，确定沙箱投影仪连接到哪个视频输出端口。在终端窗口中，运行:

xrandr | grep connected

该xrandr实用程序将打印计算机上存在的所有视频输出端口中的关于连接到这些端口的监视器/投影的列表，和信息。一个xrandr报告可能是这样的：

DVI-I-0 disconnected primary (normal left inverted right x axis y axis)

DVI-I-1 connected 2560x1600+0+0 (normal left inverted right x axis y axis) 641mm x 401mm

HDMI-0 disconnected (normal left inverted right x axis y axis)

DP-0 disconnected (normal left inverted right x axis y axis)

DVI-D-0 connected 1600x1200+2560+0 (normal left inverted right x axis y axis) 367mm x 275mm

DP-1 disconnected (normal left inverted right x axis y axis)

该报告显示了两个已连接的显示器：一个显示器的2560x1600像素连接到端口DVI-I-1，第二个显示器的 1600x1200像素和原点+ 2560 + 0，即位于主显示器的右侧，连接到端口DVI-D -0。

在xrandr报告中，例如通过查找投影仪的像素大小（例如1024x768），确定连接到沙盒投影仪的端口名称。如果投影仪通过HDMI电缆连接，则端口名称通常类似于HDMI-0。然后通过编辑各自的配置文件，指示CalibrateProjector和SARndbox在该视频输出端口上打开其显示窗口：

xed ~/.config/Vrui-4.6/Applications/CalibrateProjector.cfg

然后

xed ~/.config/Vrui-4.6/Applications/SARndbox.cfg

在这两个文件中，将以下“ outputName”设置插入到现有的“ Window”部分中：

section Window

...

# Open the window on a specific video output port:

outputName <port name>

...

endsection

其中<port name>替换为xrandr报告中投影仪的实际视频输出端口的名称，例如HDMI-0。

之后，启动CalibrateProjector或SARndbox会将其显示窗口发送到沙箱投影仪，并在其中全屏显示。检查是否没有剩余的窗框或面板等。

所述xrandr实用程序也可用于打开连接的监视器/投影仪开启或关闭。例如，假设您的主显示器连接到端口DVI-I-1，而投影仪连接到端口HDMI-0。然后，您可以通过运行以下命令打开投影仪，并将其放置在主显示器的右侧：

xrandr --output DVI-I-1 --auto --primary --output HDMI-0 --auto --right-of DVI-I-1

要再次关闭投影机，请运行：

xrandr --output DVI-I-1 --auto --primary --output HDMI-0 --off

#### 步骤19：显示AR沙箱的辅助视图

如果您有多台显示器连接到运行AR Sandbox的PC，并已在[步骤18中](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step18)完成了多屏幕设置，则可以显示第二个显示窗口，该窗口不仅复制沙盒本身中显示的投影视图，而且如[本视频](https://www.youtube.com/watch?v=NXD7Dfo7Ngo" \t "/tmp/wps-mint/x/_blank)所述，可以从任意角度以完整3D方式显示捕获的3D地形。

要创建辅助视图，您首先需要编辑SARndbox应用程序的配置文件，并指示它在不同的显示器上打开第二个窗口。在终端窗口中运行：

xed ~/.config/Vrui-4.6/Applications/SARndbox.cfg

在“桌面”部分的开头，插入以下设置：

section Vrui

section Desktop

# Open a second window:

windowNames += (Window2)

...

endsection

endsection

然后，在现有的“ Window”部分之后，使用以下设置插入新的“ Window2”部分：

section Vrui

section Desktop

...

section Window

...

endsection

section Window2

viewerName Viewer

screenName Screen

windowType Mono

# Open the window on a specific video output port:

outputName <port name>

# Open the window to full-screen mode:

windowSize (800, 600)

windowFullscreen true

endsection

...

endsection

endsection

其中，<port name>替换为非沙盒显示器连接到的实际视频输出端口的名称，如[步骤18中](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step18)从xrandr报告中收集的。

完成上述更改后，SARndbox将在辅助显示器上打开第二个窗口，但是它仍将显示与主投影仪相同的固定投影仪视图，这可能是由于辅助显示器上的宽高比不同而导致的。要在辅助显示器上显示独立视图，必须修改SARndbox的命令行。最好的方法是编辑在[步骤16中](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step16)创建的RunSARndbox.sh Shell脚本。在终端窗口中，运行：

xed ~/src/SARndbox-2.6/RunSARndbox.sh

在[步骤16中](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step16)输入的简单命令行只有两个参数：

./bin/SARndbox -uhm -fpv

这些命令指示SARndbox应用默认的高程颜色图，并将显示锁定到在[步骤11中](http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SoftwareInstallation.html" \l "Step11)捕获的投影仪校准矩阵。默认情况下，SARndbox从命令行将显示选项应用于所有打开的窗口，但是可以通过使用-wi <window index>参数来覆盖它，其中<window index>是窗口的从零开始的索引。看到该参数后，SARndbox将以下所有显示选项应用于具有相同或更大索引的所有窗口，并重置-fpv选项。因此，将以下内容附加到SARndbox的命令行中：

./bin/SARndbox -uhm -fpv -wi 1 -rws

（可选）-rws参数会将水绘制为三维表面，而不是将水作为纹理应用于地形，这是默认设置。从倾斜角度看，这将更好地表示水流。

在这些变化之后，AR沙箱将在二次显示中显示三维地形模型的可导航三维视图，包括作为真实三维表面绘制的水。副显示器可以像许多其他3D图形软件一样，通过鼠标按钮和键盘键的组合进行旋转、转换和缩放。最重要的是，按下鼠标左键将视图旋转到窗口的中心，在移动鼠标的同时按下“Z”键将视图平移到窗口的平面上。同时按下鼠标左键和“Z”键，同时上下移动鼠标，将会缩放视图(放大或缩小)，滚动鼠标滚轮也是如此。最后，按下鼠标左键、“Z”键和左Shift键，当鼠标上下移动时，视图将“移动”窗口的平面内或外，按下鼠标左键时滚动鼠标滚轮也将移动窗口的平面内或外。

在启动时，SARndbox将在其辅助窗口中显示3D地形的默认视图。如果你想在启动时显示不同的视图，你可以使用上一段描述的导航技术来创建你想要的完美视图，然后保存它。为此，按住鼠标右键以显示主应用程序菜单。将鼠标移动到最后一个条目“Vrui System”，然后从那里到“View”子菜单，然后到“Save View…”条目，在那里释放鼠标右键。这将打开一个文件选择对话框，您可以在其中为即将写入的视图文件指定文件名和位置。保持默认文件名(“SavedViewpoint0001.view”)和默认位置(AR沙箱的项目目录)不变，然后按“OK”按钮。这将关闭文件选择对话框，并将当前视图保存到选择的文件中。

从SARndbox退出后，再次更改RunSARndbox.sh Shell脚本中的命令行，这次添加一条命令以加载刚刚保存的视图文件。在终端中运行：

xed ~/src/SARndbox-2.6/RunSARndbox.sh

并将命令行更改为：

./bin/SARndbox -uhm -fpv -wi 1 -rws -loadView SavedViewpoint0001.view

如果在保存（或以后重命名）之前更改了视图文件的名称，请在此处使用正确的名称。之后，AR沙箱将在您的首选视图显示在其辅助窗口中启动。