

# Instruções para operação da *Sandbox*

Marcos Vinicius Obino Cunha Júnior

CPRM

marcos.obino@cprm.gov.br

6 de agosto de 2019

## 1 Instalação

### 1.1 Instalar o *Linux Mint*

Instale o *Linux Mint 19.1* (versão 64 bits) em um computador desktop. O Arquivo ISO para instalação pode ser encontrado em <https://linuxmint.com/download.php>

A instalação precisa ser feita em uma máquina física. A *Sandbox* não funciona se for instalada em uma máquina virtual.

Um guia de instalação do *Linux Mint* pode ser encontrado em [https://linuxmint-installation-guide.readthedocs.io/pt\\_BR/latest/install.html](https://linuxmint-installation-guide.readthedocs.io/pt_BR/latest/install.html).

### 1.2 Instalar drivers da Nvidia

Após a instalação do *Linux Mint* é necessário instalar os drivers da placa de vídeo Nvidia. No menu, vá em *Administração* e depois clique em *Gerenciador de drivers* (figura 1).

No gerenciador de drivers, escolha a opção marcada como *recomendada*. Clique no botão *Aplicar mudanças* e aguarde alguns instantes até a instalação ser concluída e reinicie o computador.

### 1.3 Abrir o terminal

Na área de trabalho do Linux Mint, digite **Ctrl+Alt+T** ou abra o menu e digite **terminal**.



Figura 1: Menu do *Linux Mint*.



Figura 2: Gerenciador de drivers.

## 1.4 Instalar o *Vrui VR Development Toolkit*

Abra uma janela de terminal, se uma já não estiver aberta, e digite os seguintes comandos<sup>1</sup>, uma linha de cada vez. Pressione **Enter** depois de cada linha<sup>2</sup>.

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

A instalação produzirá uma grande quantidade de texto no terminal e, após alguns instantes, aparecerá na tela um globo em uma janela. Isso é sinal de que a instalação foi bem-sucedida. Feche essa janela e remova os arquivos de instalação com o seguinte comando:

```
rm ~/Build-Ubuntu.sh
```

## 1.5 Instalar o *Kinect 3D Video Package*

Para instalar o *Kinect 3D Video Package*, digite os seguintes comandos no terminal:

```
cd ~/src
wget http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/Kinect/
↪ Kinect-3.7.tar.gz
tar xzf Kinect-3.7.tar.gz
cd Kinect-3.7
make
sudo make install
sudo make installudevrules
ls /usr/local/bin
```

Verifique se a lista exibida pelo último comando contém `KinectUtil` e `RawKinectViewer`.

---

<sup>1</sup>O `~` é um atalho para a pasta *home* do usuário

<sup>2</sup>O símbolo `↪` significa que o texto é uma continuação da linha anterior. É importante que tudo seja digitado em uma só linha no terminal.

## 1.6 Instalar o *Augmented Reality Sandbox*

Para instalar o *Augmented Reality Sandbox*, digite os seguintes comandos no terminal:

```
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
```

Verifique se a lista exibida pelo último comando contém `CalibrateProjector` e `SARndbox`. O utilitário de calibragem e o aplicativo principal da *Sandbox* estão agora na pasta `~/src/SARndbox-2.6/bin`.

## 2 Calibragem

Na primeira instalação ou logo após mover a *Sandbox*, é necessário calibrá-la. Para fazer isso, é importante que a areia esteja distribuída o mais uniformemente possível, com uma superfície plana. Uma alternativa é colocar uma superfície plana — como um papelão ou uma tábua — sobre a caixa de areia.

### 2.1 Abrir o *RawKinectViewer*

Abra o aplicativo *RawKinectViewer* para iniciar a calibragem.

```
RawKinectViewer -compress 0
```

A interface do aplicativo mostrará duas imagens: à esquerda uma imagem gerada pelo sensor e à direita uma imagem da câmera (figura 3).

Posicione o mouse no centro da imagem verde e então pressione e segure a tecla Z. Mova a imagem verde para o centro da tela e use o botão de rolagem do mouse para dar zoom.

Clique com o botão direito do mouse na imagem verde e selecione a opção *Average Frames*. Aguarde alguns segundos e a imagem deve estabilizar.

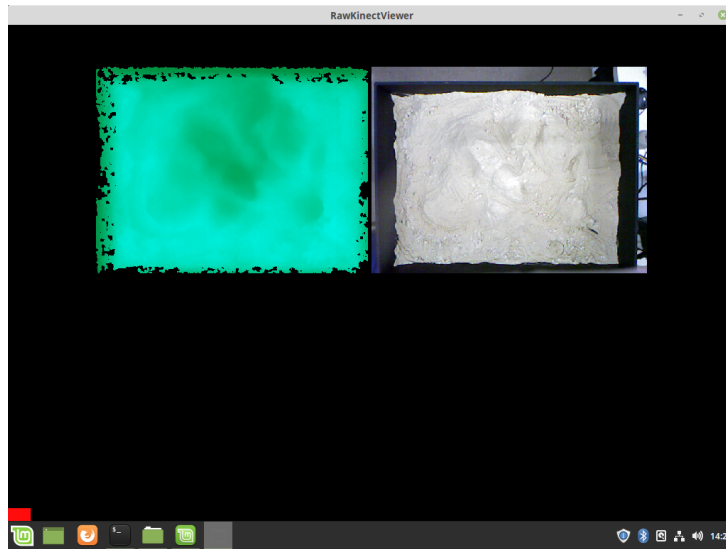


Figura 3: Interface da ferramenta *RawKinectViewer*.

### 2.1.1 Ferramenta *Extract Planes*

Pressione e segure uma tecla qualquer — por exemplo, 1. Um menu aparecerá. Ainda segurando a tecla, mova o mouse para a opção *Extract Planes* e então a solte.

Feito isso, pressione e segure a tecla 1 (ou qualquer outra que tenha sido escolhida) e desenhe um retângulo na parte verde da imagem, como na figura 4. Note que os quatro vértices do retângulo devem estar na parte verde, não na parte preta.

### 2.1.2 Ferramenta *Map 3D Positions*

Nesse passo será medida a extensão da superfície 3D da areia. Como no passo anterior, pressione e segure uma tecla qualquer — por exemplo, 2. No menu, posicione o mouse sobre o item *Measure 3D Positions*. Os quatro cantos da caixa deverão ser mapeados, na seguinte ordem:

1. inferior esquerdo
2. inferior direito
3. superior esquerdo
4. superior direito

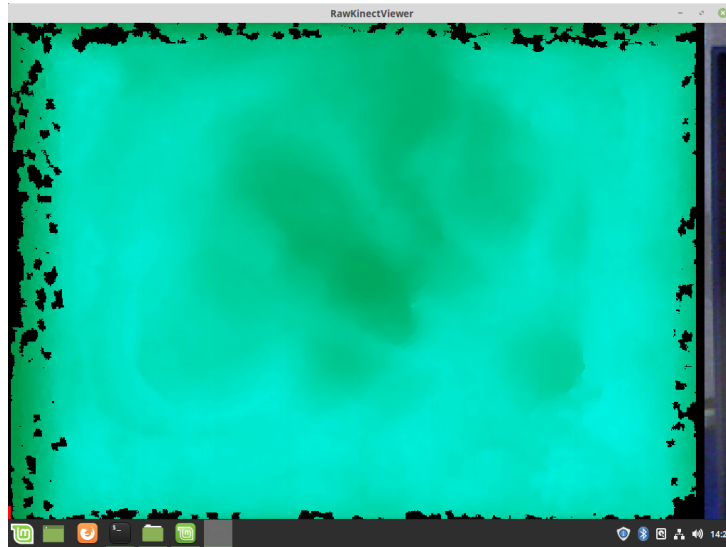


Figura 4: *Extract Planes* define a área correspondente à superfície da areia.

Se no passo anterior foi utilizada uma superfície sobre a caixa, remova-a e desmarque a opção *Average frames*. Espere a imagem mostrar um tom de verde ligeiramente diferente (que será a areia) e marque novamente a opção *Average frames* antes de continuar.

Em cada um desses cantos, na ordem correta, posicione o ponteiro do mouse e pressione a tecla assinalada (2, nesse exemplo). Nenhum *feedback* será dado no momento do clique.

Depois de ter efetuado os quatro cliques, pressione a tecla **ESC** para sair do aplicativo. O terminal deverá mostrar cinco linhas, tal como na figura 5. Caso estejam faltando linhas, o processo precisa ser refeito.

Use o mouse para selecionar o texto do terminal, começando pelo parêntese da segunda linha e indo até o fim da sexta linha (figura 6). Clique na seleção com o botão direito do mouse e então em *Copiar*.

Abra o arquivo `BoxLayout.txt`<sup>3</sup>:

```
cd ~/src/SARndbox-2.6
xed etc/SARndbox-2.6/BoxLayout.txt
```

No editor de texto, apague todo o conteúdo do arquivo e substitua pelos valores copiados. Na primeira linha, substitua o sinal de igual (=) por uma vírgula (,). Se você usou uma superfície plana sobre a caixa no passo 2.1.1,

<sup>3</sup>No exemplo, é utilizado o editor de texto padrão do Linux Mint, o `xed`. Caso utilize alguma outra distribuição, troque para o editor de texto apropriado: `gedit`, `nano` etc.

```

cprm@sarndbox: ~/src/SARndbox-2.6
Arquivo Editar Ver Pesquisar Terminal Ajuda
d HandExtractor.cpp SurfaceRenderer.h
DEM.cpp HandExtractor.h Types.h
DEM.h HISTORY VERSION
DEMTTool.cpp LocalWaterTool.cpp WaterRenderer.cpp
DEMTTool.h LocalWaterTool.h WaterRenderer.h
DepthImageRenderer.cpp makefile WaterTable2.cpp
DepthImageRenderer.h o WaterTable2.h
ElevationColorMap.cpp RainMaker.cpp
ElevationColorMap.h RainMaker.h
cprm@sarndbox:~/src/SARndbox-2.6$ ./bin/CalibrateProjector
CalibrateProjector: Capturing 120 background frames... done
cprm@sarndbox:~/src/SARndbox-2.6$ ./bin/CalibrateProjector
CalibrateProjector: Capturing 120 background frames... done
cprm@sarndbox:~/src/SARndbox-2.6$ RawKinectViewer -compress 0
RawKinectViewer: Connected to 3D camera with serial number A00362802101050A
Approximation residual: 9.79345
Depth-space plane equation: x * (0.00231384, 0.0299177, 0.99955) = 757.6
Camera-space approximation RMS: -nan
Camera-space plane equation: x * (-0.00392238, -0.0507158, 0.998705) = -101.665
(
  -47.5149, -37.4098, -102.276)
(
  49.5365, -37.8264, -103.104)
(
  -46.5416, 32.6105, -99.4726)
(
  49.1112, 32.4326, -98.5982)
cprm@sarndbox:~/src/SARndbox-2.6$

```

Figura 5: Terminal após a execução do *Map 3D Positions* no *RawKinectViewer*.

```

cprm@sarndbox: ~/src/SARndbox-2.6
Arquivo Editar Ver Pesquisar Terminal Ajuda
d HandExtractor.cpp SurfaceRenderer.h
DEM.cpp HandExtractor.h Types.h
DEM.h HISTORY VERSION
DEMTTool.cpp LocalWaterTool.cpp WaterRenderer.cpp
DEMTTool.h LocalWaterTool.h WaterRenderer.h
DepthImageRenderer.cpp makefile WaterTable2.cpp
DepthImageRenderer.h o WaterTable2.h
ElevationColorMap.cpp RainMaker.cpp
ElevationColorMap.h RainMaker.h
cprm@sarndbox:~/src/SARndbox-2.6$ ./bin/CalibrateProjector
CalibrateProjector: Capturing 120 background frames... done
cprm@sarndbox:~/src/SARndbox-2.6$ ./bin/CalibrateProjector
CalibrateProjector: Capturing 120 background frames... done
cprm@sarndbox:~/src/SARndbox-2.6$ RawKinectViewer -compress 0
RawKinectViewer: Connected to 3D camera with serial number A00362802101050A
Approximation residual: 9.79345
Depth-space plane equation: x * (0.00231384, 0.0299177, 0.99955) = 757.6
Camera-space approximation RMS: -nan
Camera-space plane equation: x * (-0.00392238, -0.0507158, 0.998705) = -101.665
(
  -47.5149, -37.4098, -102.276)
(
  49.5365, -37.8264, -103.104)
(
  -46.5416, 32.6105, -99.4726)
(
  49.1112, 32.4326, -98.5982)
cprm@sarndbox:~/src/SARndbox-2.6$

```

Figura 6: Texto que deve ser copiado do terminal.



Figura 7: CD coberto de papel branco que será usado como “alvo”, preso em uma haste.

é importante alterar a primeira linha do arquivo para que o último valor fique abaixo do menor valor dentre os da última coluna. No exemplo abaixo, o menor valor da última coluna é  $-97.408$ , por isso colocamos o valor da primeira linha em  $-98.0$ . O conteúdo do arquivo deve ficar semelhante a esse exemplo:

```
(-0.0076185, 0.0271708, 0.999602), -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)
```

Salve o arquivo e feche o editor.

### 2.1.3 Calibragem do projetor

Para essa próxima etapa, será utilizado um “alvo”, que será detectado pelo *Kinect*. Recomenda-se o uso de um CD ou DVD forrado com papel branco e com uma cruz desenhada nele, marcando seu centro. Fixe o CD em uma haste fina, como um arame ou uma chave de fenda, como na figura 7.

No terminal, execute os comandos<sup>4</sup>:

<sup>4</sup>Para utilizar esse comando é necessário fornecer a senha de administrador do sistema.



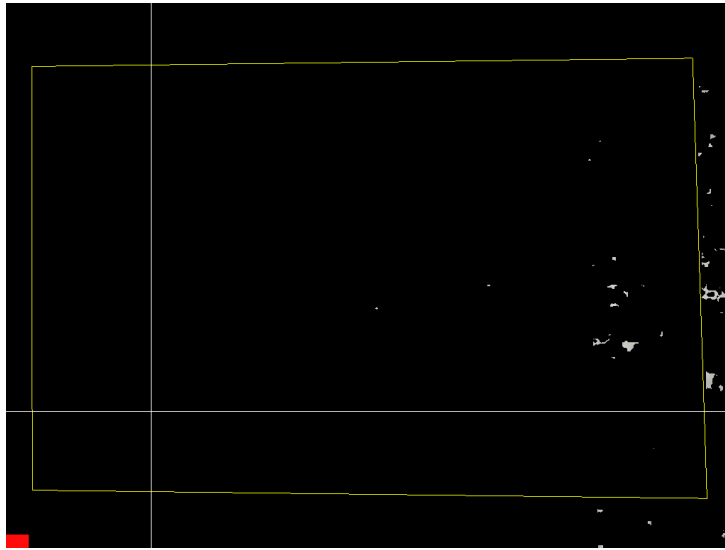


Figura 8: Tela do *CalibrateProjector* antes de ser mapeado o primeiro ponto.

```
cd ~/src/SARndbox-2.6
sudo ./bin/CalibrateProjector
```

A tela inicial do aplicativo *CalibrateProjector* será mostrada. Pressione F11 para colocá-la em tela cheia.

Pressione e segure um botão qualquer no teclado (por exemplo, 3) e mova o mouse até a opção *Capture* no menu. Solte a tecla para assinalá-la a esse comando. Será solicitado que uma outra tecla seja assinalada. Pressione a tecla 4, por exemplo.

Com a imagem projetada na areia, segure o alvo a uma certa altura de modo que o centro da cruz coincida exatamente com a intersecção das linhas projetadas. Uma vez que o alvo esteja posicionado corretamente, um círculo verde será projetado na areia (figura 9), ainda que não necessariamente no local do alvo. Isso significa que o ponto está pronto para ser capturado. Pressione a tecla de captura (nesse exemplo, 3).

O aplicativo passará automaticamente para o próximo ponto. O processo será repetido 12 vezes. Use alturas diferentes cada vez para que a calibragem fique mais precisa.

Ao fim do processo, se tudo tiver ocorrido normalmente, será possível mover o alvo e duas linhas vermelhas serão projetadas na areia surgirão marcando sua posição.

Uma vez que a calibragem tenha sido feita, não é necessário fazê-la nova-

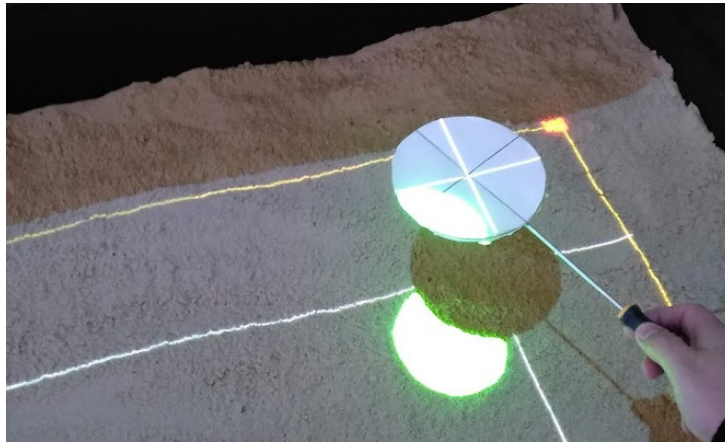


Figura 9: Alvo posicionado no ponto correto.

mente a menos que o equipamento seja movido ou que se percebam distorções na projeção.

### 3 Utilização

Para iniciar o aplicativo da *Sandbox*, abra o terminal (ver item 1.3) e digite os seguintes comandos:

```
cd ~/src/SARndbox-2.6
./bin/SARndbox
```

As curvas de nível serão exibidas na tela (pressione F11 para tela cheia). A imagem projetada sobre a areia deve coincidir com o relevo.

#### 3.1 Parâmetros

Existem vários parâmetros que podem ser usados para modificar a aparência e o funcionamento da *Sandbox*. A tabela 1 na página 12 lista alguns deles. Para utilizar um parâmetro ao executar a *Sandbox*, use:

```
./bin/SARndbox -<nome_parametro> <valor_parametro>
```

Por exemplo, um recomendado do aplicativo seria o seguinte:

```
./bin/SARndbox -uhm HeightColorMap-Marcos.cpt -rer 20 60 -rs 2
↪ -evr -0.005 -fpv
```

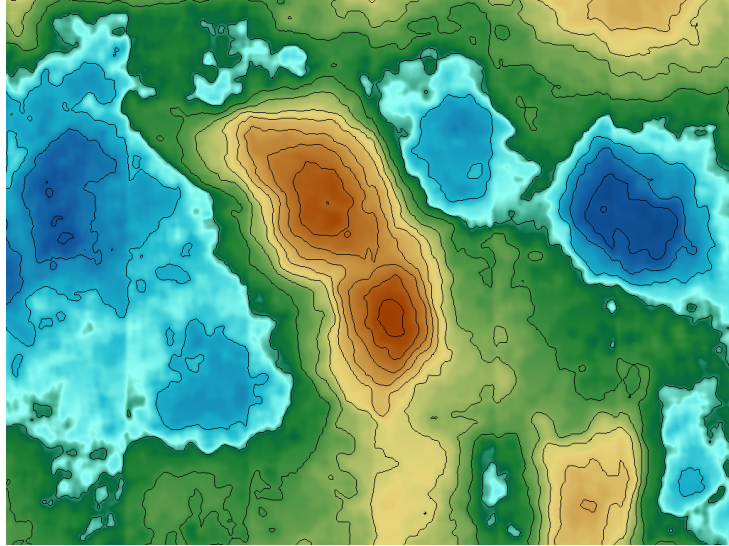


Figura 10: Tela do aplicativo *Sandbox*.

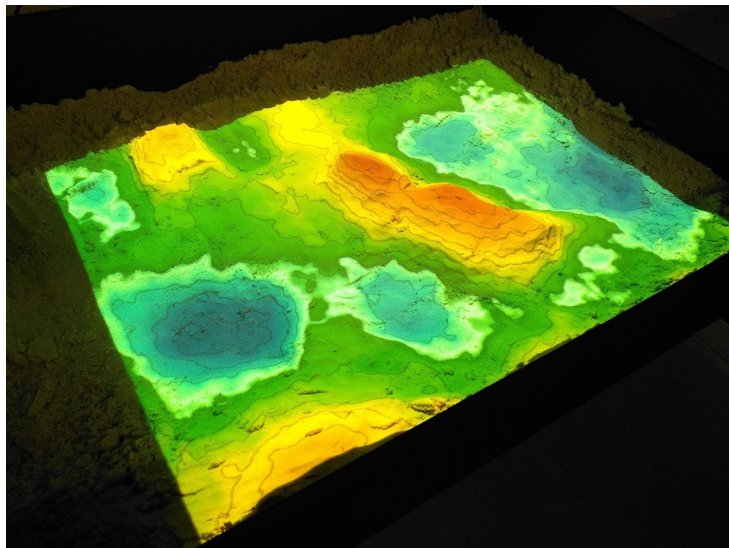


Figura 11: Imagem projetada na areia.

Tabela 1: Parâmetros do aplicativo *Sandbox*

Parâmetro	Valores	Descrição	Valor padrão
-h		Exibe uma mensagem de ajuda que mostra todos os parâmetros disponíveis.	
-rer	⟨elevação mínima⟩ ⟨elevação máxima⟩	Define a faixa de elevação do nível da nuvem de chuva em relação ao plano da areia em centímetros.	Uma distância acima do mapa de cores de elevação.
-rs	⟨força da chuva⟩	Define a intensidade da chuva global ou local em cm/s.	0.25
-evr	⟨taxa de evaporação⟩	Taxa de evaporação da água em cm/s.	0.0
-rws		Renderiza a superfície da água como superfície geométrica	
-uhm	⟨arquivo.cpt⟩	Habilita o mapeamento de cores por elevação	HeightColorMap.cpt
-fpv		Usa o arquivo de calibragem do projetor.	