

# 用户手册

## 基于 Xylo-Audio v2 的”哭声检测”模型

SynSense Technology Co., Ltd.

2022.10

文档版本 V0.1

[www.synsense.ai](http://www.synsense.ai)

版权所有 © 时识科技有限公司 2020-2022。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

## 商标声明



时识和其他时识商标均为南京时识科技有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

## 注意

您购买的产品、服务或特性等应受时识科技商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，时识科技对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

## 联系我们

[sales@synsense.ai](mailto:sales@synsense.ai)

[fae@synsense.ai](mailto:fae@synsense.ai)

## 目录

1. Xylo-Audio v2 芯片简介 .....	1
1.1 芯片功能框图 .....	2
1.2 关键特征 .....	2
1.3 Xylo 卷积核 (Xylo SNN Core) .....	3
1.4 内置 AFE .....	4
1.5 电气特征 (及推荐工作条件) .....	5
1.6 芯片管脚示意图 .....	6
2. Xylo-Audio v2 开发板使用 .....	8
2.1 开发板 .....	8
2.2 软件环境安装 .....	10
3. Demo 演示及概述 .....	15
4. 附件 .....	16

## 1. Xylo-Audio v2 芯片简介

Xylo-Audio v2 是一款基于第三代人工神经网络（脉冲神经网络，即 SNN 和储存池计算，即 reservoir computing）技术的超低功耗、永远在线（always-on）工作的混合信号 AI 芯片，主要用于音频信号处理。Xylo-Audio v2 芯片内集成了模拟前端（AFE）作为可配置的动态音频感受器，可将音频输入信号转换为脉冲信号。Xylo-Audio v2 能很好的兼容不同类型的 mems 麦克风，其 AI 核（Xylo core）支持多达 16 个输入神经元（IN0IN15）、1000 个可配置输入扩展神经元（IEN0 ~ IEN999）和/或循环神经元（RN0 ~ RN999）及多达 8 个读出（readout）神经元（ON0 ~ ON7）用于分类输出。Xylo-Audio v2 芯片的接口，由一个用于访问寄存器 reg/内存 ram 的 SPI 接口、一个用于从外部输入脉冲数据的专用串行 AER 接口和一个用于显示有输出分类/检测结果的中断信号（Interrupt）组成。通过适当的网络和适当的训练，Xylo-Audio v2 可以支持多种应用，包括使用电池供电的应用，如关键词（kws）识别，心电图（ECG）异常检测，震动异常检测，环境音检测等：

- 关键词识别，如玩具或家居中的互动与操控
- 震动异常检测，如工厂机器异常工况检测
- 环境音检测，如鼾声，或婴儿在嘈杂环境中的哭闹
- 可穿戴设备做健康监测或设备控制
- 语音激活的智能个人助理
- 农业监测以检测害虫或降水
- 智能安防，检测环境及识别入侵等

## 1.1 芯片功能框图

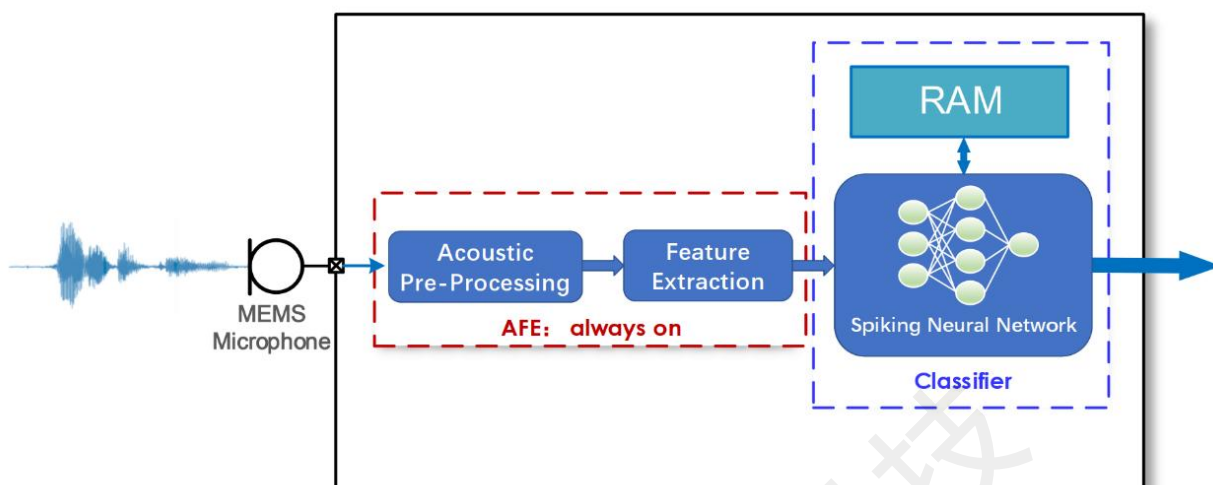


图 1: Xylo-Audio v2 功能框图

## 1.2 关键特征

- 内置 AFE，直接与各种 MEMS 麦克风配合使用
- 支持单端和差动 MEMS 麦克风输入
- 使用神经技术进行基于事件的模拟特征提取（事件驱动），以实现节能
- 通过可编程 AFE 增益，从输入信号中提取的信息量可以扩展复杂度，从而支持大范围的输入声音强度
- 4 线 SPI 从接口用于寄存器和 RAM 配置，支持单模式和突发模式访问
- 支持多达 1000 个储层神经元和多达 8 个分类输出
- 1 位可配置中断信号指示分类/检测完成
- 4 位监控管脚 MON【0:2】可用于抓取从 AFE 产生的脉冲事件
- 高达 100MHz 的内部工作频率
- 极低的内存占用（~150 KB），内存功率控制粒度低至 2 KB

- 超低平均工作功耗 (<300 uW)
- (ES) 封装 QFN-52, 6 mmx6 mm

### 1.3 Xylo 卷积核 (Xylo SNN Core)

Xylo 卷积核实现了一个实时或加速时间模拟 LIF 的脉冲神经元群，用于推理任务。Xylo SNN Core 是一个可重构的、能够实现具有多达 1000 个隐藏神经元和多达 8 个输出的神经网络（图 2）。每个神经元是一个数字二进制 LIF 神经元，支持最多 2 个 16 位突触状态和 16 位膜状态（电压/电流）且带整形逻辑。

Logical network architecture of Xylo digital SNN core

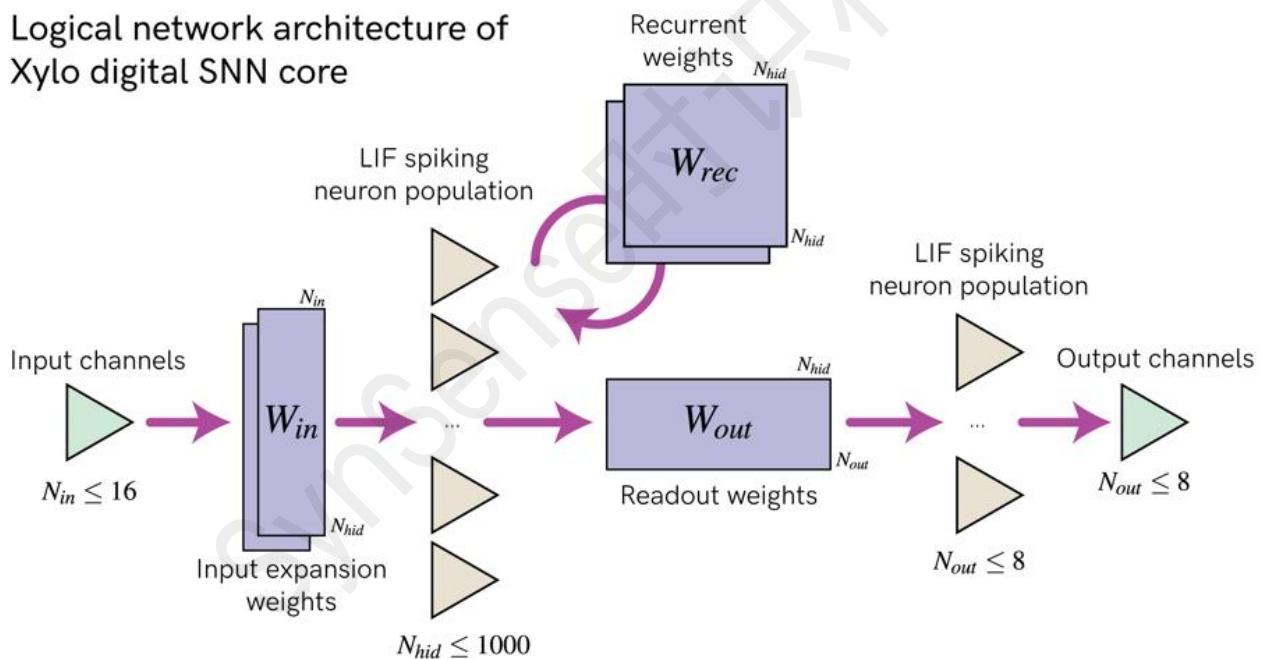


图 2: Xylo SNN Core 的逻辑架构

Xylo 支持多达 16 个异步事件输入通道和多达 8 个二进制事件输出通道，它提供了多达 1000 次重复 LIF 加标的配置神经元，以灵活地实现前馈和循环网络架构。

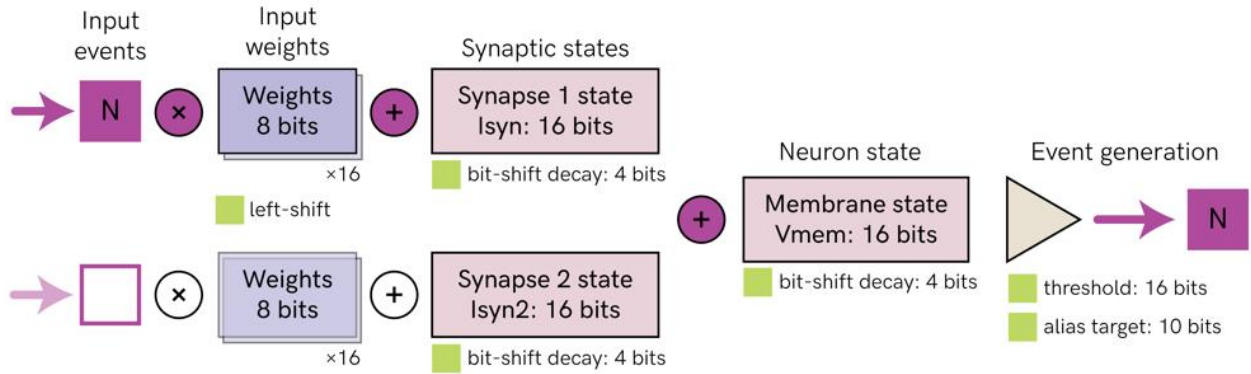


图 3: Xylo 上的数字二进制 LIF 脉冲神经模型实现 (每个神经元支持多达 2 个突触状态和 1 种膜状态)

每个神经元突触和膜时间常数, 及每个神经元的单个脉冲阈值, 都是可配的。

## 1.4 内置 AFE

音频前端预处理模块 (AFE) 是一个模拟功能模块, 可将单通道模拟音频信号转换进 16 个事件编码通道, 示意图如下 (图 4) :

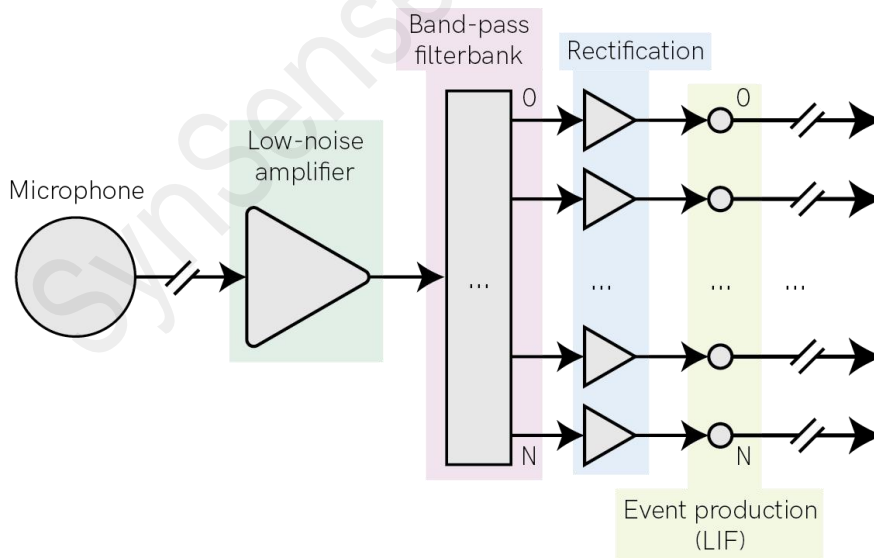


图 4: Xylo 内置 AFE 模块的逻辑框架

基于可配置的带通滤波器组, 芯片内置的 AFE 模块通过将单通道音频信号分到 16 个频域通道; 然后 AFE 模块分析每个频段的瞬时功率, 对瞬时功率进行编码成一系列异步事件。因此, AFE 模块将

输出 16 个通道的异步事件，并传送到 Xylo SNN Core 进行处理。一个可配置的带通滤波器组及其后的整流和事件发生器，把单通道模拟信号转进 16 个异步事件通道。每个输出通道在每个频段滤波器组内编码瞬时功率。

## 1.5 电气特征（及推荐工作条件）

Parameter	Description	Min	Typ	Max	Unit
VDD_IO	IO Supply Voltage	1.8		3.3	V
VDD (internal LDO supply)	Core and AFE Digital Supply Voltage		1.1		V
VDDA (internal LDO supply)	AFE analog Supply Voltage		1.1		V
VDDH	Internal LDO Input Source Supply	1.8		3.3	V
MIC Input Common mode Voltage	/	0		1.1	V
Input Signal Bandwidth	Taking audio as reference	20		20k	Hz
Max input Amplitude (RMS)	/	/	100	150	mV
Max Clock Frequency	for AFE / core	/	12.5/25	/	MHz
Power Consumption	/		0.3		mW
Ta (TBD)	Ambient Temperature	0		70	°C

表 1： 电气特性



## 1.6 芯片管脚示意图

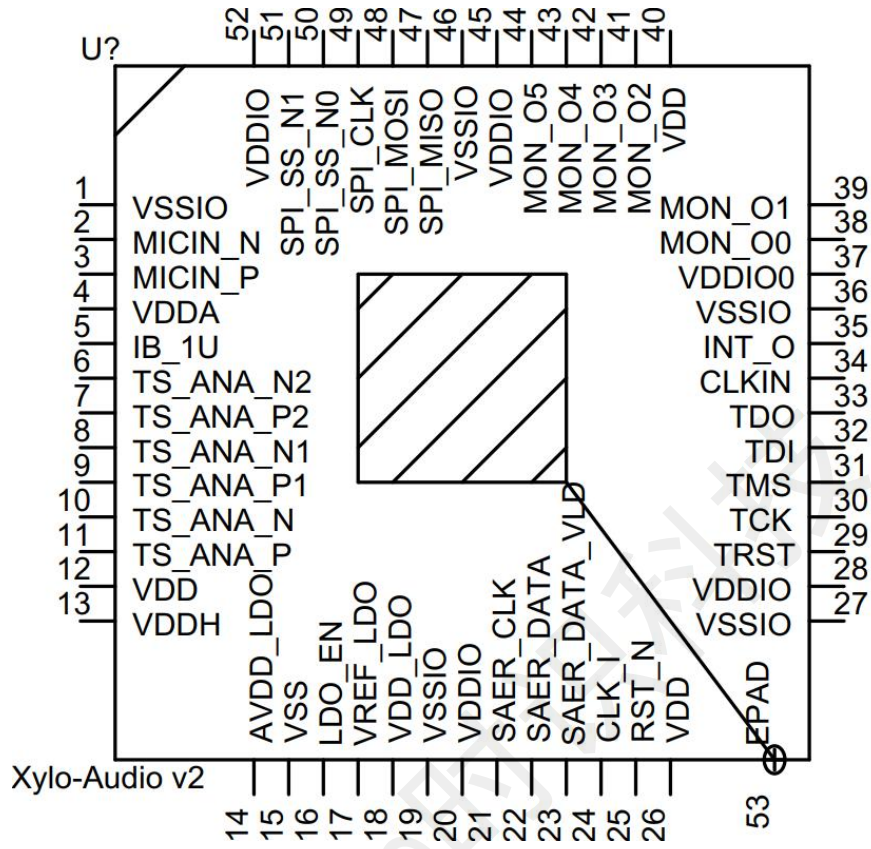


图 5: Xylo-Audio v2 芯片管脚示意图

## 1.7 芯片主要管脚用法

Port	PIN	USAGE	NOTE
SPI	SPI_SS_N0, SPI_SS_N1, SPI_CLK, SPI_MOSI, SPI_MISO	to access all registers	NEEDED
SAER	SAER_CLK, SAER_DATA, SAER_DATA_VLD	to shift out generated spikes for debug purpose	NC
MON	MON_O[0:5]	to monitor	NC
JTAG	TDO, TDI, TCK, TRST, TMS	For ATE test	RSV
CLK	CLKIN/CLK_I	Core clock (25M) and Xylo AFE clk (12.5M)	NEEDED
RST	RST_N	General reset input, active low	NEEDED
INT	INT_O	Interrupt output	NEEDED
TEST	TST_ANAP*, TST_ANAN*	to debug analog input	NC
MIC	MICNN,MICNP	MIC input	NEEDED
LDO_IN	AVDD_LDO, LDO_EN, VREF_LDO, VDD_LDO	Internal LDO enable and supply	TBD
Hw_cfg	IB_1U	To fix the chip hardware configure for test	Optional
POWER	VDD*, VSS*	Power supply for core and I/O	NEEDED

表 2: 管脚用法

## 2. Xylo-Audio v2 开发板使用

### 2.1 开发板

SynSense 时识科技提供 [Rockpool](#) 和 [Samna](#) 来帮助用户在 Xylo-Audio v2 开发套件上进行开发，这些软件工具链作为开源项目，在[官方](#)一直保持更新发布。



图 6: 开发板图片 (仅供参考, 以实物为准)

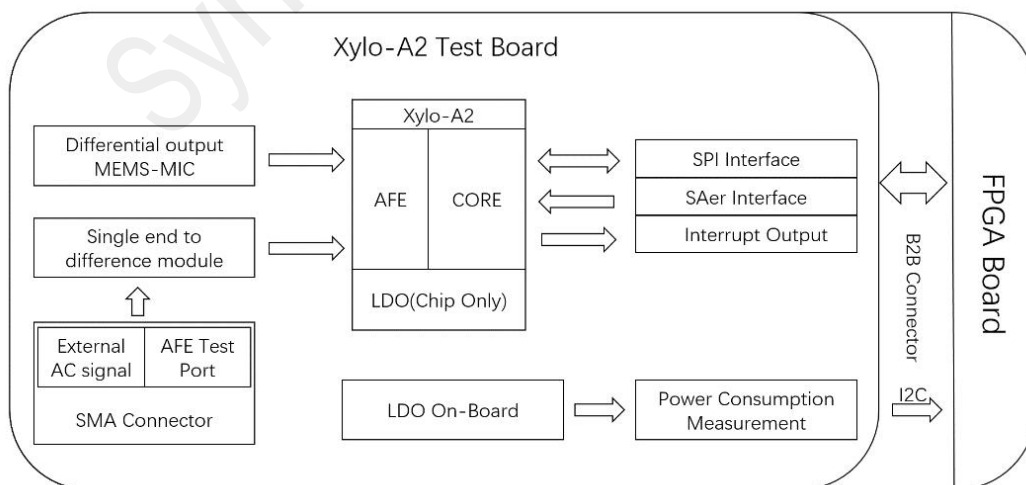


图 7: 开发板硬件顶层示意图

Rockpool 是一个开源 Python 开发包，用于使用脉冲神经网络开发信号处理应用，Rockpool 允许您构建网络、模拟、训练之及测试它们和部署到模拟器或事件驱动的种类脑计算硬件中。Rockpool 为 layer 提供了一系列模拟后端，包括 Brian2，NEST，Torch，JAX，Numba 和 raw numpy。Rockpool 旨在简化基于脉冲神经网络（SNN）的机器学习，而不是转为生物网络的详细模拟而设计。

Samna 是 SynSense 时识科技的工具链和实时运行环境的开发者接口，用于与所有时识硬件器件进行交互。朝向效率性和用户友好性，Samna 的内核基于 C++ 搭建，它提供了一套 Python API，以便用户可以通过它，以专业和优雅的方式工作于类脑芯片。Samna 还具有一个基于事件的流过滤器系统，该系统允许对进出设备器件的、基于事件的数据流，进行实时的、多分支的处理。通过在 Samna 中集成实时编译器，该过滤器的灵活度可提升到更高维度，以支撑在运行时添加用户自定义的过滤函数，来满足任何不同场景中的需求。

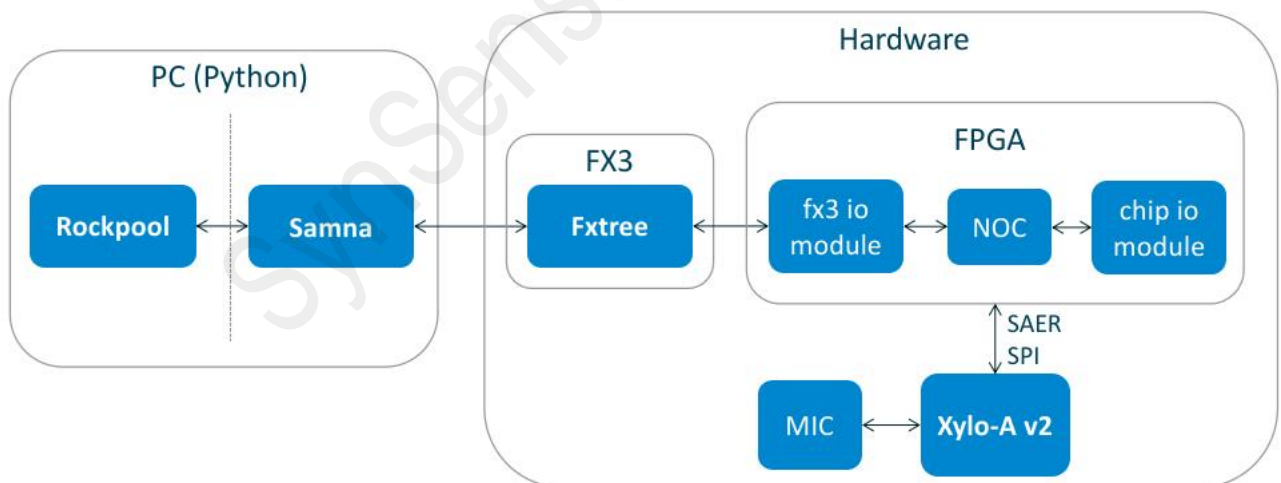


图 8：基于 Xylo-Adudio v2 应用开发的系统级流程图

## 2.2 软件环境安装

SynSense 时识科技为每个开发套件用户提供工具链安装脚本和演示，只需几行命令，即可完成软件安装和算法模型部署；用户应首先确认设备与 PC 正确连接。

### 2.2.1 电脑系统要求

硬件要求：

- 至少 1 个 USB 3.0 接口
- CPU 核心数 $\geq$ 4
- 可用内存 $\geq$ 4GB
- 可用硬盘空间 > 8GB
- 一根 USB 3.0 type-c 接口的线缆

系统及软件要求：

- Ubuntu ( $\geq$ 18.04, 推荐 20.04, Python3.6 或更高版本)
- MacOS ( $\geq$  10.15, Python 3.6~3.10)

### 2.2.2 虚拟环境安装

请为 Xylo-Audio v2 开发包板套件（HDK 板）搭建独立的 python 运行虚拟环境，使 HDK 板运行环境与其他项目互不影响。检查您的 pip 版本：

```
synsense@ubuntu:~$ pip -V
```

```
pip 22.0.4 from /home/weege/.local/lib/python3.8/site-packages/pip (python 3.8)
```

如果版本太低，输入以下命令升级：

```
synsense@ubuntu:~$ python -m pip install --upgrade pip
```

Collecting pip

Downloading pip-22.0.4-py3-none-any.whl (2.1 MB)

 2.1 MB 25 kB/s

Installing collected packages: pip

Successfully installed pip-22.0.4

如果出现以上文字且没有报其他错误，则版本更新成功。安装创建虚拟 python 环境：

```
synsense@ubuntu:~$ pip install virtualenv
```

Collecting virtualenv

Downloading virtualenv-20.14.0-py2.py3-none-any.whl (8.8 MB)

 8.8 MB 35 kB/s

Installing collected packages: distlib, platformdirs, filelock, virtualenv

Collecting filelock<4,>=3.2

Downloading filelock-3.6.0-py3-none-any.whl (10.0 kB)

Requirement already satisfied: six<2,>=1.9.0 in /usr/lib/python3/dist-packages (from virtualenv) (1.14.0)

Collecting distlib<1,>=0.3.1

Downloading distlib-0.3.4-py2.py3-none-any.whl (461 kB)

 461 kB 24 kB/s

Collecting platformdirs<3,>=2

```
Downloading platformdirs-2.5.1-py3-none-any.whl (14 kB)
```

```
Installing collected packages: filelock, distlib, platformdirs, virtualenv
```

```
Successfully installed distlib-0.3.4 filelock-3.6.0 platformdirs-2.5.1 virtualenv-20.14.0
```

如果出现以上文字且没有报其他错误，则安装完成。创建虚拟环境：（这里设虚拟环境名称是“cry”）。

```
synsense@ubuntu:~$ virtualenv cry
```

```
created virtual environment CPython3.8.10.final.0-64 in 99ms
```

```
creator
```

```
CPython3Posix(dest=/home/syn/PycharmProjects/to_others/crying_detection/cry,  
clear=False, global=False)
```

```
seeder FromAppData(download=False, pip=latest, setuptools=latest, wheel=latest,  
pkg_resources=latest, via=copy,
```

```
app_data_dir=/home/syn/.local/share/virtualenv/seed-app-data/v1.0.1.debian.1)
```

```
activators
```

```
BashActivator,CShellActivator,FishActivator,PowerShellActivator,PythonActivator,XonshAc  
ticator
```

激活刚刚创建的虚拟环境，输入以下命令：（source ./[virtual\_environment\_name]/bin/activate）

```
synsense@ubuntu:~$ source ./cry/bin/activate
```

```
(cry) synsense@ubuntu:~$
```

### 2.2.3 安装软件包

完成虚拟环境的安装和激活后，需要安装在虚拟环境中运行 Xylo-Audio v2 开发板套件所需的所有软件包。将 SynSense 提供的工具链安装脚本包 XYLO.zip 复制到本地，解压得到 XYLO 文件夹（注意：存放路径不能包含中文）。解压后的文件夹如图：

```
((cry) synsense@ubuntu:~/synsense-modelzoo$ pip install -r requirements.txt
..... (Omitted here)

Successfully installed CFFI-1.15.1 PyQt5-5.15.7 PyQt5-Qt5-5.15.2 PyQt5-sip-12.11.0
appdirs-1.4.4 audioread-3.0.0 certifi-2022.9.24 charset-normalizer-2.1.1 decorator-5.1.1
h5py-3.7.0 idna-3.4 importRosbag-1.0.3 importlib-metadata-5.0.0 joblib-1.2.0
llvmlite-0.39.1 numba-0.56.3 numpy-1.21.6 packaging-21.3 pbr-5.11.0 pooch-1.6.0
pyparser-2.21 pyparsing-3.0.9 pyqtgraph-0.12.4 requests-2.28.1 resampy-0.4.2
rockpool-2.4.2 samna-0.14.35.1 scikit-learn-1.1.3 scipy-1.9.3 threadpoolctl-3.1.0
tqdm-4.64.1 typing-extensions-4.4.0 urllib3-1.26.12 zipp-3.10.0
```

安装运行所需软件包的文件 requirements.txt:

只有出现“Successfully installed”等文字且没有报其他错误，才能认定安装完成。

注：中国大陆用户可使用阿里云 pypi 源码：

```
pip install -r requirements.txt -i https://mirrors.aliyun.com/pypi/simple/
```



如果出现上述字样并且没有报其他错误说明 numpy 安装完成，然后依次安装 pyqtgraph、numpy、PyQt5、torch、samna、setuptools。同样可以使用 aliyun pypi 源码。

```
(cry)synsense@ubuntu:~/synsense-modelzoo$ pip install numpy -i
```

<https://mirrors.aliyun.com/pypi/simple>

..... (Omitted here)

Collecting numpy

Downloading

[https://mirrors.aliyun.com/pypi/packages/7a/88/8404f6e4f6472e4e54106a8faacae1279a244422bc88f5ee3e33ba2dd72b/numpy-1.21.0-cp310-cp310-manylinux\\_2\\_17\\_x86\\_64\\_manylinux2014\\_x86\\_64.whl](https://mirrors.aliyun.com/pypi/packages/7a/88/8404f6e4f6472e4e54106a8faacae1279a244422bc88f5ee3e33ba2dd72b/numpy-1.21.0-cp310-cp310-manylinux_2_17_x86_64_manylinux2014_x86_64.whl) (17.0 MB)

---

17.0/17.0 MB 254.1 kB/s eta 0:00:00

Installing collected packages: numpy

Successfully installed numpy-1.21.0

进入虚拟环境中的 rockpool 文件夹，安装 rockpool:

```
(cry) synsense@ubuntu:~/synsense-modelzoo/rockpool$ pip install -e .[all]
```

运行上述命令无误即表示验证成功（更多 samna 验证信息请参考文档:

<https://synsense-sys-int.gitlab.io/samna/install.html> )

## 2.2.4 查找 USB 设备

(以哭声检测 DEMO 为例)，将 Xylo-Audio v2 开发板套件通过带 type-c 接口的 usb 3.0 线缆，连接到电脑的 USB3.0 接口，在终端输入 USB 设备枚举命令。如果检测到设备 ID=04b4，则说明开发板设备和 PC 已经正常连接：

```
synsense@ubuntu:~$ lsusb
```

```
Bus 002 Device 065: ID 04b4:5bc2 Cypress Semiconductor Corp.
```

注意：如果使用的是 VMware 虚拟机，需要在虚拟机设置中将 usb 控制器的连接兼容性设置为 3.0 或 3.1（默认设置为 2.0）（如下图），否则连接失败：



图 9：虚拟机中的 USB 控制器设置方法

## 3. Demo 演示及概述

如上文所述，SynSense 提供了一个工具链安装脚本和一个 demo。这里我们以哭声检测为例，脚本请从链接中获得：

<https://spinystellate.office.synsense.ai/chengduae/crying-detection-demo-v2>。

激活虚拟环境并进入 crying\_detection 文件夹，然后进入并运行命令行：

```
(cry)synsense@ubuntu:~/crying_detection$ python main_ui.py
```

脚本开始运行时，芯片的前处理器 AFE 部分会进行自动校准，时间约为 45 秒，请在安静的环境中进行，否则可能会影响模型效果（只要不断电，芯片 AFE 无需再次校准）。当终端显示“Configured AFE”时，代表自动校准完成，同时屏幕上会出现如下图所示的界面：

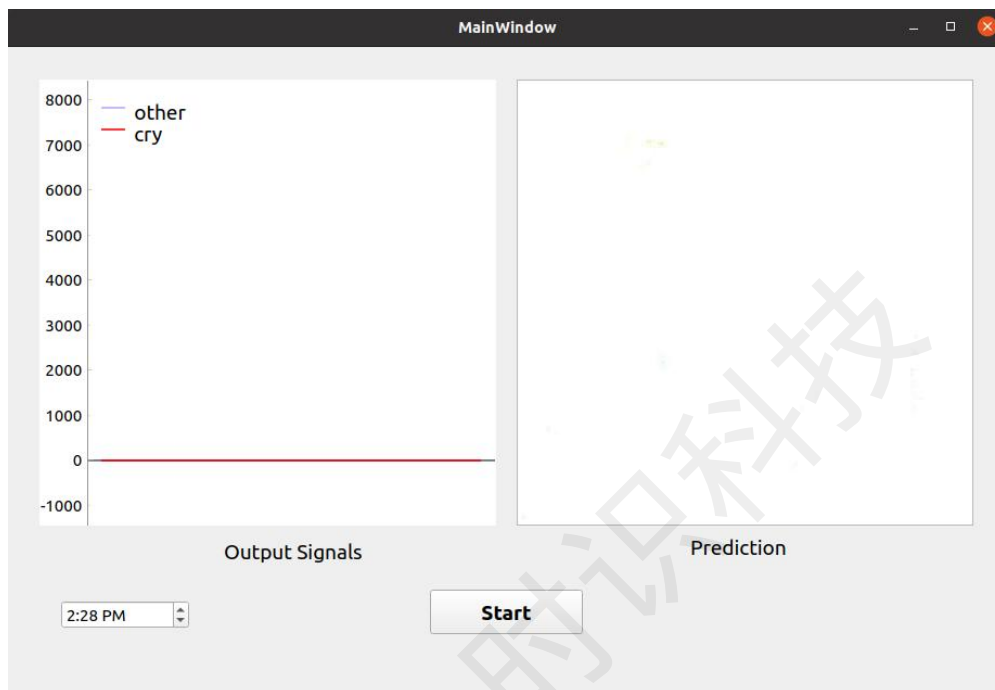


图 10: demo 的 UI 显示

点击“Start”按钮，即可对芯片上的麦克风发出声音，左图 Output Signals 会显示出两条曲线，分别代表哭声 cry 和其他 other；右图 Prediction 中会根据模型预测结果出现两种不同的图片，检测为哭声会出现小孩哭的画面，检测为其他则出现白色图片。

## 4. 附件

Baby-Crying-Detection Demo 视频：

<https://www.dropbox.com/s/01yjurf8rfr49wl/1da66e21081deda47d508749255ca795.mp4?dl=0>



SynSense 科技

