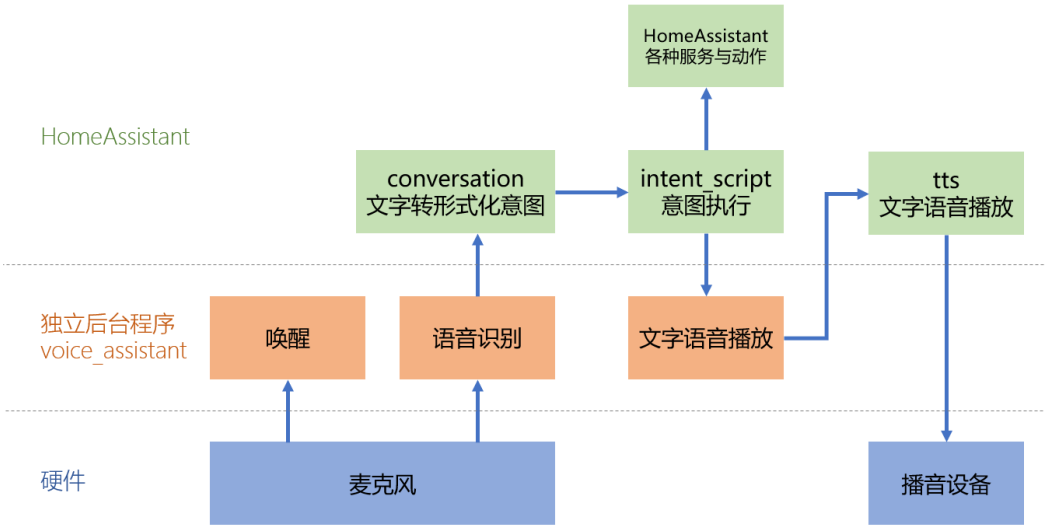
DIY 智能音箱（1）——整体架构、硬件安装

【操作步骤】

1. 项目目标
2. 整体架构讲解
3. 拾音与播音设备安装
4. 设置缺省音频输入与输出，并进行测试

【参考】

- 项目目标
  - 具有一般智能音箱的功能
  - 尽量使用成熟的开源的开放的项目
  - 架构模块化，保持组装与配置的自由度
- 架构图



- seeed 双麦克树莓派扩展板
  http://wiki.seeedstudio.com/ReSpeaker_2_Mics_Pi_HAT/

驱动安装：

```
git clone https://github.com/respeaker/seeed-voicecard
cd seeed-voicecard
sudo ./install.sh
sudo reboot
```

- 播放与录音命令

```
arecord -l                          #列出所有录音设备
arecord -f cd -d 6 -Dhw:1,0 test.wav #以 cd 音质录制 6 秒钟音频，保存到 test.wav 文件，hw:1,0 为录音设备
aplay -l                            #列出所有播放设备
aplay test.wav                      #播放 test.wav
```

- 注：如果大家不使用本地麦克风，直接使用远程麦克风，可以参见后续的视频《音乐灯带》与《远程麦克风》

DIY 智能音箱（2）——snowboy、speech_recognition

【操作步骤】

1. 安装需要的基础库
2. 下载与测试唤醒词服务 snowboy
3. 安装与测试 SpeechRecognition

【参考】

- 安装必须的基础库

```
sudo apt-get install python-pyaudio python3-pyaudio flac libpcre3 libpcre3-dev libatlas-base-dev swig
```

- 下载 snowboy 唤醒服务

```
git clone https://github.com/Kitt-AI/snowboy

cd snowboy/swig/Python3

make
```

- snowboy 测试

```
cd ../../examples/Python3
```

修改 snowboydecoder.py 中

```
from . import snowboydetect 变为 import snowboydetect

python3 demo.py ../../resources/models/snowboy.umdl
```

注：一些 usb 麦克风不支持 16000 的采样率，可能无法通过测试——这种情况并不影响后续的使用；可以参见后面的注

- 安装 SpeechRecognition 并修正

```
sudo pip3 install SpeechRecognition

cd /usr/local/lib/python3.5/dist-packages/speech_recognition/    #若 Speech_Recognition 库在其它位置，修改此处目录

sudo mv __init__.py __init__.py.bak

sudo wget https://github.com/zhujisheng/Home-Assistant-DIY/raw/master/__init__.py
```

- 测试 SpeechRecognition

创建文件~/voice_assistant/voice_assistant.py，权限 755，内容为：

```
#!/usr/bin/env python3

import speech_recognition as sr

# 从麦克风获得音频
r = sr.Recognizer()
with sr.Microphone(sample_rate=16000) as source:
    print("开始监听……")
    audio = r.listen(source, phrase_time_limit=6)

    # 使用 Google Speech Recognition CN 进行语音文字识别
    print("开始识别……")
    result = r.recognize_google_cn(audio, language='zh-CN')
    print("识别结果：" + result )
```

注：一些 usb 麦克风不支持 16000 的采样率，可以将程序中 sample_rate=16000 去除

- SpeechRecognition 项目
  https://github.com/Uberi/speech_recognition
- SnowBoy 项目
  https://snowboy.kitt.ai/

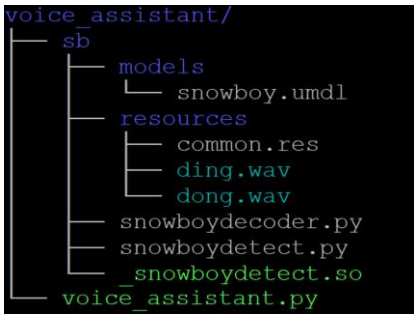
DIY 智能音箱（3）——完成主程序架构

【操作步骤】

1. 调整文件结构
2. 唤醒后再进行语音识别
3. 增加唤醒后提示音
4. 唤醒-识别，无限循环

【参考】

- 构建合理的文件结构




```
mkdir -p ~/voice_assistant/sb/resources
cp ~/voice_assistant/snowboy/resources/common.res ~/voice_assistant/sb/resources/
cp ~/voice_assistant/snowboy/resources/d*.wav ~/voice_assistant/sb/resources/
mkdir -p ~/voice_assistant/sb/models
cp ~/voice_assistant/snowboy/resources/models/snowboy.umdl ~/voice_assistant/sb/models/
cp ~/voice_assistant/snowboy/swig/Python3/_snowboydetect.so ~/voice_assistant/sb/
cp ~/voice_assistant/snowboy/swig/Python3/snowboydetect.py ~/voice_assistant/sb/
cp ~/voice_assistant/snowboy/examples/Python3/snowboydecoder.py ~/voice_assistant/sb/
```

- 样例程序

```
#!/usr/bin/env python3

import speech_recognition as sr

snowboy_location = '/home/pi/voice_assistant/sb/'
snowboy_models = ['/home/pi/voice_assistant/sb/models/snowboy.umdl']
snowboy_config = (snowboy_location, snowboy_models)

import sys
sys.path.append(snowboy_location)
import snowboydecoder
sys.path.pop()

r = sr.Recognizer()

with sr.Microphone(sample_rate=16000) as source:
    while True:
        try:
            print("开始监听……")
            audio = r.listen(source,
                             phrase_time_limit=6,
                             snowboy_configuration=snowboy_config,
                             hot_word_callback=snowboydecoder.play_audio_file
                             )
            print("开始识别……")
            snowboydecoder.play_audio_file(fname=snowboy_location+'resources/dong.wav')
            result = r.recognize_google_cn(audio, language='zh-CN')
        except sr.UnknownValueError:
            result = ''
        except Exception as e:
            print("识别错误：{0}".format(e))
            continue
        print("识别结果：" + result )
```

DIY 智能音箱（4）——与 HomeAssistant 交互

【操作步骤】

1. conversation 与 intent_script 组件配置
2. 修改主程序
   a) 引入 ha_cli 库
   b) 获得 HA 的访问 token
   c) 增加命令文本处理、播放反馈文本
3. 调整未定义命令的处理

【参考】

- 配置样例

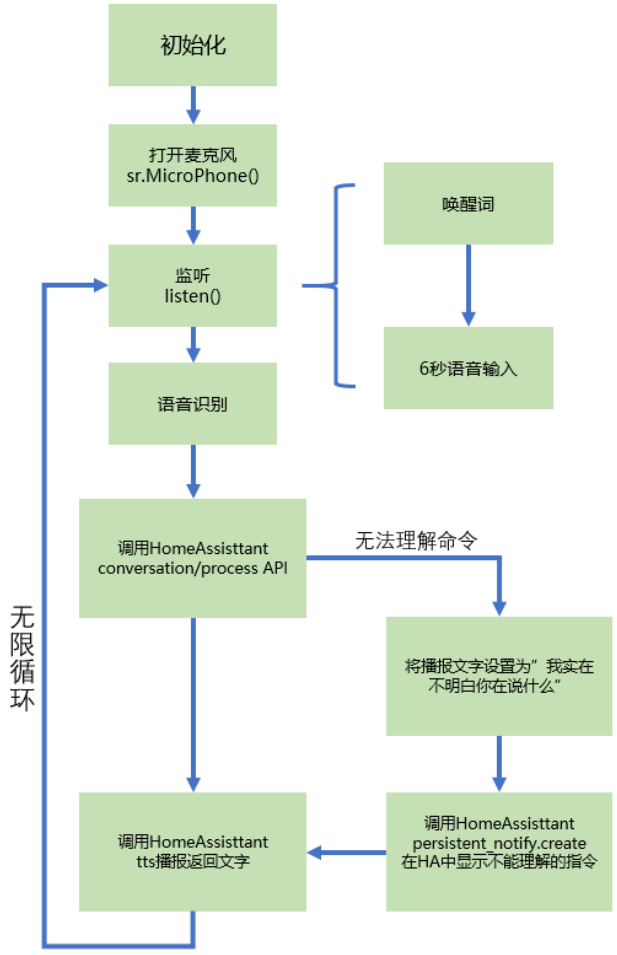
```
conversation:
  intents:
    AboutEat:
      - ".*(?:吃|饿|饱).*"

intent_script:
  AboutEat:
    speech:
      text: 饿了就吃点，吃饱了就歇歇
```

- 获得 ha_cli.py

```
wget https://github.com/zhujisheng/Home-Assistant-DIY/raw/master/ha_cli.py
```

- 程序架构



- 样例程序

```
#!/usr/bin/env python3

import speech_recognition as sr
from ha_cli import ha_cli

#此处替换为你的 HomeAssistant 的 token
ha_token='eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpc3MiOiJhNWI2OTZhNGI4NjM0ZjU3YTlhMmExOTYzNjBjNmEwNSIsImV4cCI
6MTg2NTY2NTYxMiwiaWF0IjoxNTUwMzA1NjEyfQ.H_4vjF-Ta0HbNVw7bNe8pWh9n9BwQb1lfFR67XeX_pI'
snowboy_location = '/home/pi/voice_assistant/sb/'
snowboy_models = ['/home/pi/voice_assistant/sb/models/snowboy.umdl']
snowboy_config = (snowboy_location, snowboy_models)

import sys
sys.path.append(snowboy_location)
import snowboydecoder
sys.path.pop()

r = sr.Recognizer()
ha = ha_cli(token=ha_token)

with sr.Microphone(sample_rate=16000) as source:
    while True:
        try:
            print("开始监听……")
            audio = r.listen(source,
                             phrase_time_limit=6,
                             snowboy_configuration=snowboy_config,
                             hot_word_callback=snowboydecoder.play_audio_file
                             )

            print("开始识别……")
            result = r.recognize_google_cn(audio, language='zh-CN')
        except sr.UnknownValueError:
            result = ''
        except Exception as e:
            print("识别错误：{0}".format(e))
            continue
        print("识别结果：" + result)

        try:
            speech = ha.process(result)
            if speech == "Sorry, I didn't understand that":
                speech = result + "？我实在不明白你在说什么"
                ha.note(message=result)
            # 如果 HA 中使用其它的 tts 组件，此处改为对应的服务名（缺省为 tts.google_translate_say）
            ha.speak(speech, tts=' google_translate_say')
        except Exception as e:
            print("与 HomeAssistant 通讯失败：{0}".format(e))
            continue
```

完善（1）——更好的音色、更多的指令

【操作步骤】

1. 使用 tts.baidu 组件
2. 赋予智能音箱更多的命令执行能力
   a) 定义查询温度意图的命令文本与执行内容
   b) 定义开关灯意图的命令文本与执行内容

【参考】

- tts.baidu 组件

  https://www.home-assistant.io/components/tts.baidu/

  配置：

```
tts:
  - platform: baidu
    app_id: 9931748
    api_key: YaEF9KGD6WvoXpvGMZxtX3Qj
    secret_key: 70e71c2425ddccb67439dafdcf9b999f
    person: 4
```

- 正则表达式参考

  http://tool.oschina.net/uploads/apidocs/jquery/regexp.html

- conversation 组件

  https://www.home-assistant.io/components/conversation/

- 视频中的意图配置

```
conversation:
  intents:
    RoomTemperature:
      - "现在多热"
      - "现在[室内]几度"
      - "[需][要]开空调吗"
      - ".*(?:温度|冷).*"
    OpenLight:
      - "打开(?:小米|小米网关|过道)?灯"
      - "把(?:小米|小米网关|过道)?灯打开"
    CloseLight:
      - "关闭(?:小米|小米网关|过道)?灯"
      - "把(?:小米|小米网关|过道)?灯关闭"

intent_script:
  RoomTemperature:
    speech:
      text: 当前室内{{states.sensor.entity_id.state}}度
  OpenLight:
    speech:
      text: 正在打开小米灯
    action:
      service: light.turn_on
      data:
        entity_id: light.entity_id
  CloseLight:
    async_action: true
    speech:
      text: 正在关闭小米灯
    action:
      service: light.turn_off
      data:
        entity_id: light.entity_id
```

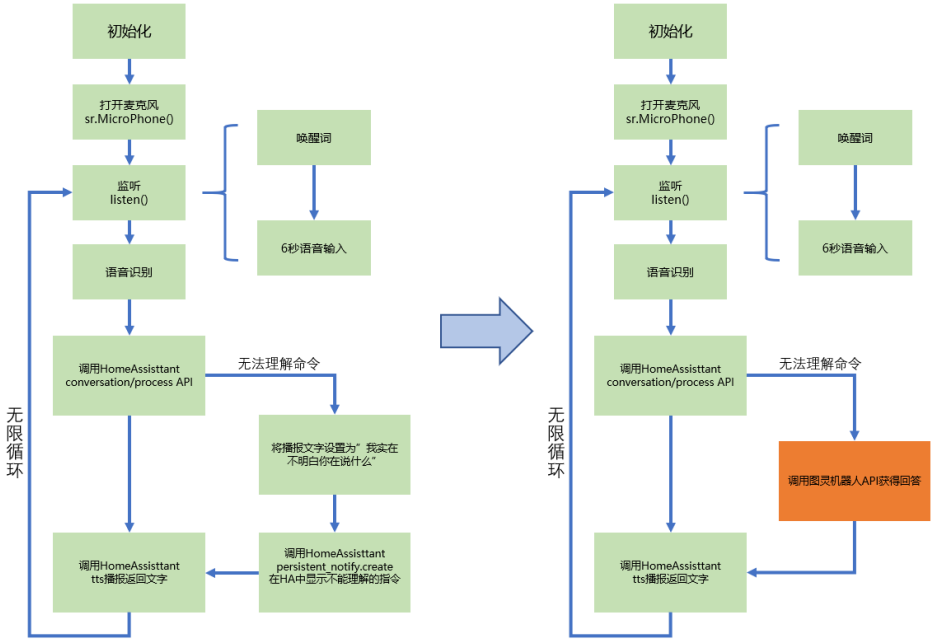
完善（2）——准确回答任意问题

【操作步骤】

1. 创建属于你的图灵机器人
2. 获得 ais_cli.py 文件
3. 修改 voice_assistant.py 访问图灵机器人

【参考】

- 修改程序



- 图灵机器人
  http://www.turingapi.com/
- 获得图灵 API 访问 python 代码

```
wget https://github.com/zhujisheng/Home-Assistant-DIY/raw/master/ais_cli.py
```

- 程序代码

```
#!/usr/bin/env python3

import speech_recognition as sr
from ha_cli import ha_cli
from ais_cli import tuling123

tuling_user_id = '403981'
tuling_api_key = 'ddb64bbf5f47466eae4f3ccb5fab9410'
ha_token='eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpc3MiOiJhNWI2OTZhNGI4NjM0ZjU3YTlhMmExOTYzNjBjNmEwNSIsImV
4cCI6MTg2NTY2NTYxMiwiaWF0IjoxNTUwMzA1NjEyfQ.H_4vjF-Ta0HbNVw7bNe8pWh9n9BwQb1lfFR67XeX_pI'
snowboy_location = '/home/pi/voice_assistant/sb/'
snowboy_models = ['/home/pi/voice_assistant/sb/models/snowboy.umdl']
snowboy_config = (snowboy_location, snowboy_models)

import sys
sys.path.append(snowboy_location)
import snowboydecoder
sys.path.pop()

r = sr.Recognizer()
ha = ha_cli(token=ha_token)
tuling = tuling123(user_id=tuling_user_id, api_key=tuling_api_key)
```

```
with sr.Microphone(sample_rate=16000) as source:
    while True:
        try:
            print("开始监听……")
            audio = r.listen(source,
                             phrase_time_limit=6,
                             snowboy_configuration=snowboy_config,
                             hot_word_callback=snowboydecoder.play_audio_file
                             )

            print("开始识别……")
            snowboydecoder.play_audio_file(fname=snowboy_location+'resources/dong.wav')
            result = r.recognize_google_cn(audio, language='zh-CN')
        except sr.UnknownValueError:
            result = ''
        except Exception as e:
            print("识别错误：{0}".format(e))
            continue
        print("识别结果：" + result)

        try:
            speech = ha.process(result)
            if speech == "Sorry, I didn't understand that":
                speech = tuling.command(result)
                ha.note(message=result)
            ha.speak(speech, tts='baidu_say')
        except Exception as e:
            print("与 HomeAssistant 通讯失败：{0}".format(e))
        continue
```

完善（3）——自定义唤醒词与敏感度

【操作步骤】

1. 在程序中设置多个唤醒词
2. 制作自己的唤醒词模型文件
   a) 安装 sox
   b) 录制三个 wav 音频文件
   c) 下载并修改制作程序，制作模型文件
   d) 将模型文件放置在对应位置，并修改主程序
3. 修订 speech_recognition 中唤醒词敏感度
4. 实验你的唤醒词

【参考】

- 复制 snowboy 项目中的唤醒词模型文件

  ```
  cp ~/voice_assistant/snowboy/resources/models/*.umdl ~/voice_assistant/sb/models/
  ```

- snowboy 自定义唤醒词 API

  http://docs.kitt.ai/snowboy/#restful-api-calls

- 安装 sox

  ```
  sudo apt-get install sox
  ```

- 录音命令

  ```
  rec -r 16000 -c 1 -b 16 -e signed-integer 1.wav
  ```

- 制作唤醒词命令

  ```
  python2 training_service.py 1.wav 2.wav 3.wav saved_model.pmdl
  ```

- 修订 speech_recognition 中唤醒词敏感度

  在/usr/local/lib/python3.5/dist-packages/speech_recognition/__init__.py 文件中设置敏感度

  ```
  detector.SetSensitivity(",".join(["0.45"] * len(snowboy_hot_word_files)).encode())
  ```

- 关于唤醒词的敏感度
  - ✓ 如果仅是非常有限样本生成的唤醒词模型，建议将敏感度设置在 0.5 以下，防止误识别
  - ✓ 如果使用 snowboy 项目中带的唤醒词模型，可以将敏感度设置在 0.8 以上，防止漏识别
  - ✓ 所以，不是很建议两者混用
  - ✓ 如果要降低自己生成模型的误识别率和漏识别率，可以在登录 https://snowboy.kitt.ai/dashboard 后使用更多样本进行训练。
  - ✓ 敏感度参数目前是作为常数写在程序中的，你如果有兴趣，可以调整 /usr/local/lib/python3.5/dist-packages/speech_recognition/__init__.py，让它作为一个传入 listen 函数的参数。
  - ✓ 你还可以调整程序，让设置的多个唤醒词模型具有不同的敏感度（也是调整 /usr/local/lib/python3.5/dist-packages/speech_recognition/__init__.py）

完善（4）——使用微软语音识别服务

【操作步骤】

1. 申请微软 azure 云/认知服务/语音 API 的密钥
2. 在主程序中，使用微软语音识别服务
3. 使用 logging 库

【参考】

- SpeechRecognition 项目
  https://github.com/Uberi/speech_recognition
- 微软 azure 云
  https://azure.microsoft.com/
- 微软语音识别服务的调用

```
result = r.recognize_azure(audio, language='zh-CN', key='17940a7f7d99461b858bf5cd39fe0ced', location='westus')
import re
result = re.sub(r'[^\w\s]','',result)
```

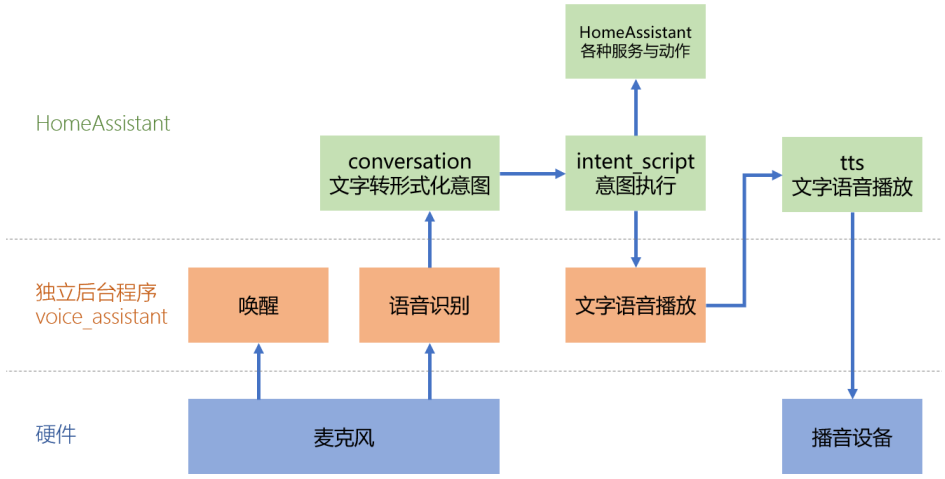
- 使用 logging 替代 print

```
import logging
logging.basicConfig(format='[%(levelname)s] %(asctime)s %(message)s', level=logging.INFO)
# 使用 logging.info(或者 warning、error 等，详见 logging 库的说明)替代 print
```

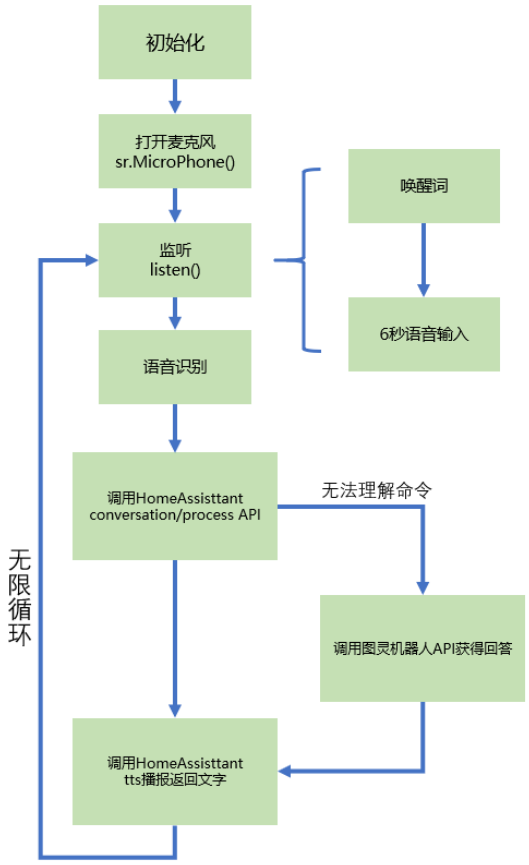
最后一课——积木构建智慧空间

【参考】

- 系统结构



- 程序逻辑



- 完整带注释的 voice_assistant.py 程序（你需要修改其中着色部分）

```
#!/usr/bin/env python3

# speech_recognition 库: https://github.com/Uberi/speech_recognition
import speech_recognition as sr

# 这两个 python 程序简单封装了访问 HA 和图灵机器人的 API
from ha_cli import ha_cli
```

```
    from ais_cli import tuling123

    # 标准的 python 记录日志的库
    import logging

    # 设置日志格式为“[日志级别] 日志时间 日志内容”
    logging.basicConfig(format='[%(levelname)s] %(asctime)s %(message)s', level=logging.INFO)

    # 访问图灵机器人的 user_id 和 api_key，你需要自己申请获得（免费）
    tuling_user_id = '407535'
    tuling_api_key = '0bee51f9bca64295a5c7f34b2eeb81ed'

    # 访问 HomeAssistant 的 token，你需要在你的 HomeAssitant 的 WEB 前端生成
    ha_token='eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOjE1NTA1ODY4MDIsImlzcyI6IjRlODRjNjJiYTI3NzQxNzA5ZjgyYWMzYWYzMjgzNzJmIiwiZXhwIjoxODY1OTQ2ODAyfQ.YK5X47ucA5Ug2NlRNa0VE7Z6bZruwthIdPzFAVT7eYA'

    # snowboy 项目的位置，以及你所使用的唤醒词模型文件。
    # 模型文件可以设置一个或多个，你也可以生成自己的唤醒词
    snowboy_location = '/home/pi/voice_assistant/sb/'
    snowboy_models = ['/home/pi/voice_assistant/sb/models/snowboy.umdl',
                  '/home/pi/voice_assistant/sb/models/smart_mirror.umdl']
    snowboy_config = (snowboy_location, snowboy_models)

    # import snowboy 库
    # 如此引入，是因为 snowboydecoder.py 并不在当前目录，也不在系统目录中
    import sys
    sys.path.append(snowboy_location)
    import snowboydecoder
    sys.path.pop()

    # 构建 speech_recognition 的 Recognizer 类
    r = sr.Recognizer()

    # 构建访问 HomeAssistant 和图灵机器人的客户端类
    ha = ha_cli(token=ha_token)
    tuling = tuling123(user_id=tuling_user_id, api_key=tuling_api_key)

    # 打开麦克风，采样率 16000
    with sr.Microphone(sample_rate=16000) as source:
        # 无限循环不退出，不断进行唤醒、识别、动作……
        while True:
            # try 防止碰到异常整个程序退出
            try:
                logging.info("开始监听……")

                # 监听，使用 snowboy 唤醒后，监听 6 秒，获得指令的语音
                audio = r.listen(source,
                                 phrase_time_limit=6,
                                 snowboy_configuration=snowboy_config,
                                 hot_word_callback=snowboydecoder.play_audio_file
                                 )

                logging.info("开始识别……")

                # 播放监听结束提示音
                snowboydecoder.play_audio_file(fname=snowboy_location+'resources/dong.wav')

                # 使用 google 的语音识别服务
                result = r.recognize_google_cn(audio, language='zh-CN')
                # 你也可以选择使用微软的语音识别服务
                #result = r.recognize_azure(audio, language='zh-CN', key='7a393a3b7954490dab750a490b264f27', location='westus')
                #import re
                #result = re.sub(r'[^\w\s]', '', result)
            except sr.UnknownValueError:
                result = ''
            except Exception as e:
                logging.warning("识别错误：{0}".format(e))
                continue
```

```
        logging.info("识别结果：" + result)

        # 防止 HomeAssistant 连接不上或其它错误时，整个程序退出
        try:
            # 通过 HomeAssistant 的 API，将语音识别结果发送给 conversation 组件
            speech = ha.process(result)

            # 如果 conversation 未定义对应指令
            if speech == "Sorry, I didn't understand that":
                # 将语音识别结果发送给图灵机器人，获得回答
                speech = tuling.command(result)

                # 调用 HomeAssistant 的 persistent_notification.create 服务，在 HA 前端显示通知消息
                ha.note(message=result)

            # 调用 HomeAssistant 的 baidu_say，播放指令应答信息
            # 如果没有配置 tts.baidu，可以使用'google_translate_say'
            ha.speak(speech, tts='baidu_say')

        except Exception as e:
            logging.error("与 HomeAssistant 通讯失败：{0}".format(e))
            continue
```

- 加入服务

  生成文件（需 root 权限）：/etc/systemd/system/voice_assistant.service

  内容为：

```
[Unit]
Description=Voice Assistant
After=network.target

[Service]
Type=simple
User=pi
ExecStart=/home/pi/voice_assistant/voice_assistant.py

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

- 设置快捷命令

```
echo sudo systemctl enable voice_assistant > ~/bin/va-autostart
echo sudo systemctl disable voice_assistant > ~/bin/va-deautostart
echo sudo systemctl restart voice_assistant > ~/bin/va-restart
echo sudo systemctl start voice_assistant > ~/bin/va-start
echo sudo systemctl stop voice_assistant > ~/bin/va-stop
echo sudo journalctl -fu voice_assistant > ~/bin/va-log
chmod +x ~/bin/va-*
```