

JL 通话调试手册

版本：v2.4

目录

| | |
|----------------------------|----|
| 一、版本说明和适用 SDK 列表..... | 3 |
| 二、清晰语音处理概述..... | 4 |
| 三、算法模式选择..... | 5 |
| 四、回音消除 AEC..... | 5 |
| 五、非线性压制 NLP..... | 5 |
| 六、自动增益控制 AGC..... | 6 |
| 1、AGC 参数配置说明..... | 6 |
| 2、AGC 实现单工通话..... | 7 |
| 七、传统经典降噪 ANS..... | 8 |
| 八、神经网络降噪 DNS..... | 9 |
| 九、音质调节 EQ..... | 10 |
| 十、常见问题 FAQ..... | 10 |
| 1、有噪声或者电流声..... | 10 |
| 2、声音忽大忽小，不均匀..... | 10 |
| 3、回音消不掉..... | 11 |
| 4、远端听到的声音比较不清晰..... | 11 |
| 5、远端听到的声音有尾音..... | 11 |
| 6、使用 advance 反而回音更加明显..... | 11 |

一、版本说明和适用 SDK 列表

版本更新说明

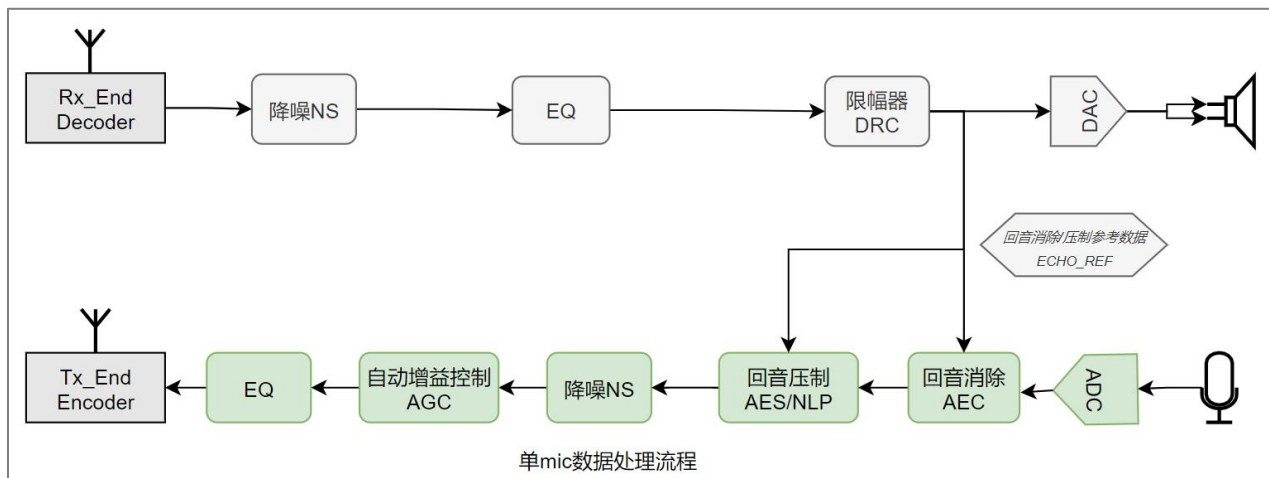
| 版本 | 更新说明 |
|------|-----------------------------------|
| v2.4 | 1、文档整理更新；2、增加神经网络降噪说明 3、增加算法处理流程图 |
| | |
| | |

适用 SDK 列表

| 芯片系列 | SDK 类型 | 备注 |
|--------|--------------|----|
| AC695N | Soundbox sdk | |
| AC696N | Soundbox sdk | |
| AC697N | 通用 | |
| AC700N | 通用 | |

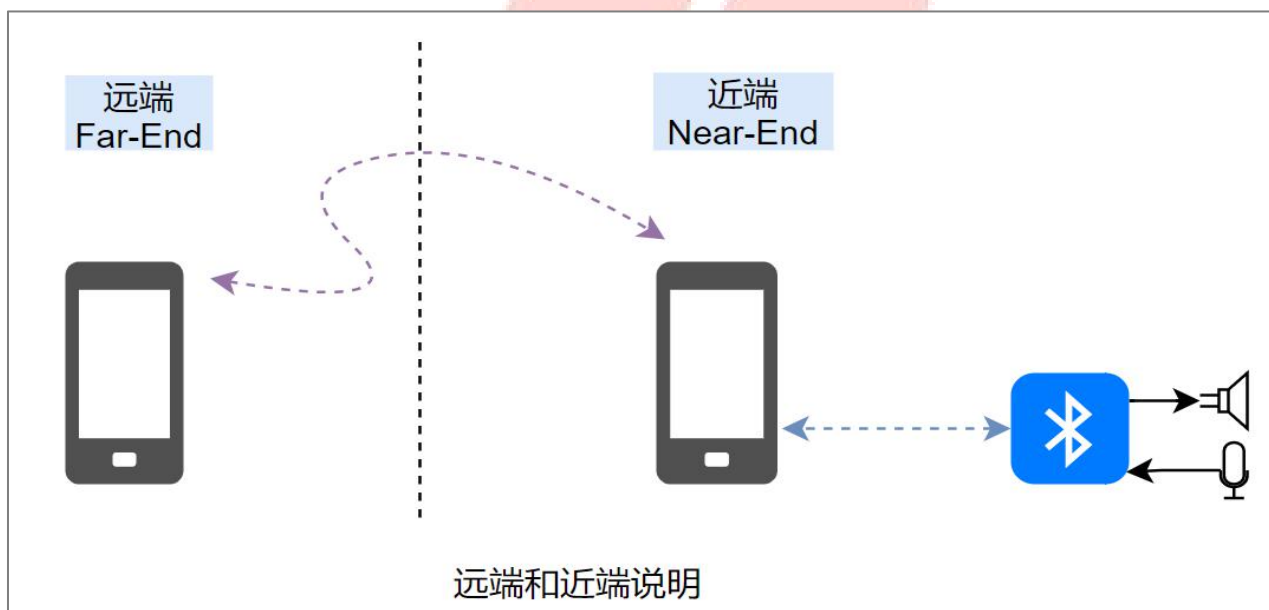
二、清晰语音处理概述

1、单 mic 清晰语音处理流程如下：



注：降噪 NS 模块，可以选择传统降噪 ANS，也可以选择神经网络降噪 DNS，二选一。

2、以下是对于端对端通话过程远端和近端的定义，本手册涉及的远端近端概念，遵照以下框图：



我们讨论的回音，是指远端手机讲话，发送到连接蓝牙设备的近端手机，然后声音从蓝牙设备的 speaker 发出来，又被蓝牙设备的 microphone 采集到，通过近端手机发送回远端手机，远端可以延时听到自己讲话的声音。

三、算法模式选择

AEC_MODE: (AEC 模式, 默认值: advance)

根据样机的 mic 能采集到的回声大小, 决定使用 AEC_MODE_ADVANCE (AEC+NLP) 还是 AEC_MODE_REDUCE (NLP)。关闭算法, 通话的时候, 远端听到的回音大小, 来判定回音大小。严谨的操作, 可以通过远端录音, 然后用音频分析软件看人声信号和回音的比例, 即信回比 SER, 当 SER 小于 20dB 时, 再考虑使用 AEC_MODE_ADVANCE。

一般来说, 音箱都需要使用 AEC_MODE_ADVANCE, 耳机方案的话优先使用 AEC_MODE_REDUCE。AEC_MODE_REDUCE 模式配合 NLP 模块参数的调试如果不能消除回声, 再使用 AEC_MODE_ADVANCE, advance 模需要更多的内存和运算量。

四、回音消除 AEC

AEC 主要用来消除回音中的线性部分。参数设置如下:

AEC_DT_AGGRES: (原音回音追踪等级, 设置范围: 1.0 ~ 5.0, 默认值: 1.0)
AEC_REFENGTHR: (进入回音消除参考值, 设置范围: -90.0 ~ -60.0 dB, 默认值: -70.0 dB)

AEC 模块的参数基本不用调试, 这里是为了兼容性考虑, 所以放到配置工具。如有需要, 由原开发人员指导修改。

五、非线性压制 NLP

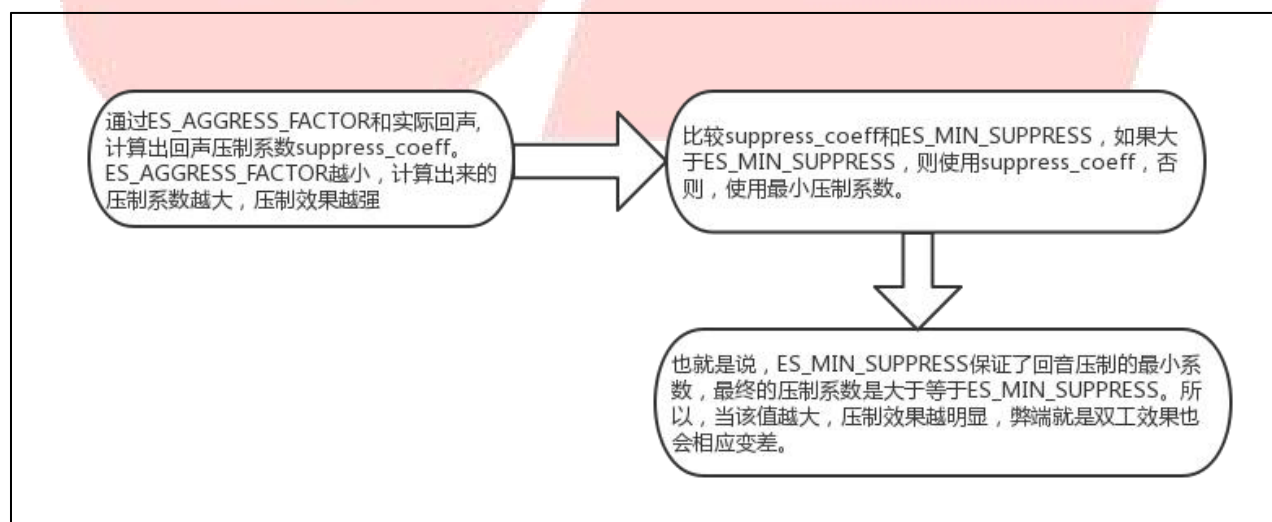
NLP 主要用来消除回音中的非线性部分, 参数设置如下:

ES_AGGRESS_FACTOR: (回音前级动态压制, 越小越强, 设置范围: -5.0 ~ -1.0, 默认值: -3.0)
ES_MIN_SUPPRESS: (回音后级静态压制, 越大越强, 设置范围: 0 ~ 10.0, 默认值: 4.0)

NLP 模块根据回声的大小, 进行相应的压制。

ES_AGGRESS_FACTOR: 回声侵略系数, 该参数会根据回声大小进行动态自适应压制。

ES_MIN_SUPPRESS: 回声压制最小压制阈值, 偏向静态。



调整步骤:

1. 减小 ES_AGGRESS_FACTOR, 直到回声没有, 或者有部分小回声泄露。
2. 调整 ES_MIN_SUPPRESS, 直到没有回声, 该值影响双工效果。
3. 测双工效果, 如果双工效果不满意, 则需要减少回声路径增益(减小 ADC 增益, 或者减小 DAC 增益), 并且恢复 NLP_AGGRESS_FACTOR 与 NLP_SUPPRESS_FACTOR 到默认系数, 并回到步骤 1

调试 Tips:

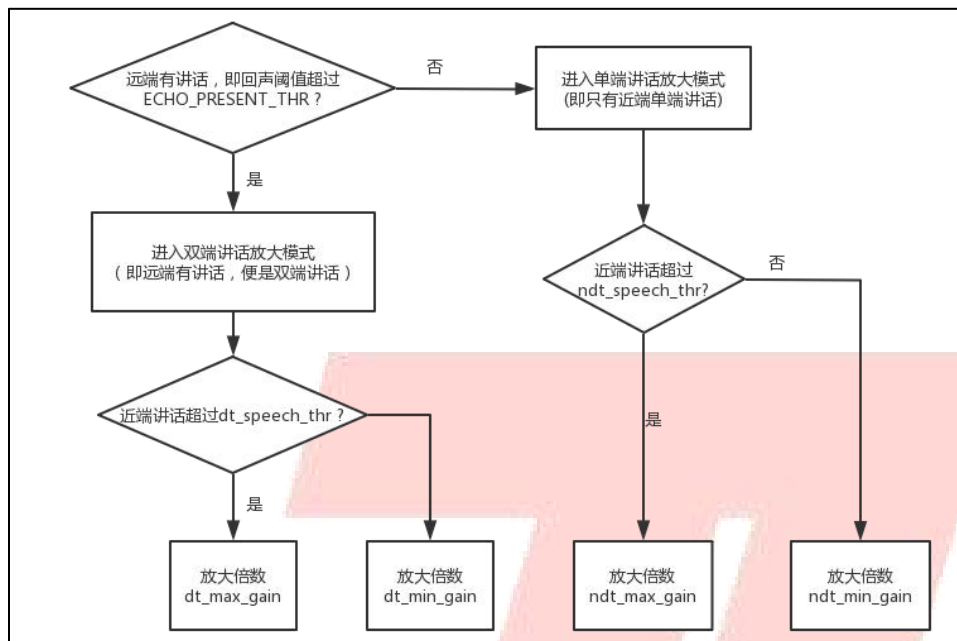
ES_AGGRESS_FACTOR 参数是让算法自动调整, 那如果在 ES_AGGRESS_FACTOR 比较小的情况下, 还有小小的回声, 这个时候建议调整 ES_MIN_SUPPRESS, 即以上步骤 2。ES_MIN_SUPPRESS 这个参数的副作用是越大, 压制效果越明显, 相应的, 双工效果越差, 甚至没有双工。具体数值根据实际样机的回声大小而定。

六、自动增益控制 AGC

1、AGC 参数配置说明

| | | |
|-------------------|-------|---|
| NDT_FADE_IN: | 1.3 | dB (单端讲话淡入步进, 设置范围: 0.1 ~ 5 dB, 默认值: 1.3 dB) |
| NDT_FADE_OUT: | 0.7 | dB (单端讲话淡出步进, 设置范围: 0.1 ~ 5 dB, 默认值: 0.7 dB) |
| DT_FADE_IN: | 1.3 | dB (双端讲话淡入步进, 设置范围: 0.1 ~ 5 dB, 默认值: 1.3 dB) |
| DT_FADE_OUT: | 0.7 | dB (双端讲话淡出步进, 设置范围: 0.1 ~ 5 dB, 默认值: 0.7 dB) |
| NDT_MAX_GAIN: | 12.0 | (单端讲话放大上限, 设置范围: 0 ~ 24 dB, 默认值: 12.0 dB) |
| NDT_MIN_GAIN: | 0.0 | (单端讲话放大下限, 设置范围: -20.0 ~ 24.0 dB, 默认值: 0 dB) |
| NDT_SPEECH_THR: | -50.0 | (单端讲话放大阈值, 设置范围: -70.0 ~ -40.0 dB, 默认值: -50.0 dB) |
| DT_MAX_GAIN: | 12.0 | (双端讲话放大上限, 设置范围: 0 ~ 24.0 dB, 默认值: 12.0 dB) |
| DT_MIN_GAIN: | 0.0 | (双端讲话放大下限, 设置范围: -20.0 ~ 24.0 dB, 默认值: 0 dB) |
| DT_SPEECH_THR: | -40.0 | (双端讲话放大阈值, 设置范围: -70.0 ~ -40.0 dB, 默认值: -40.0 dB) |
| ECHO_PRESENT_THR: | -70.0 | (单端双端讲话阈值, 设置范围: -70.0 ~ -40.0 dB, 默认值: -70.0 dB) |

AGC 调试的是远端听到的声音。该模块是后级数字模块, 即在一定的 mic 模拟增益的情况下, 做完回音消除处理后, 准备送到远端之前做的一个数字放大 AGC。流程如下:



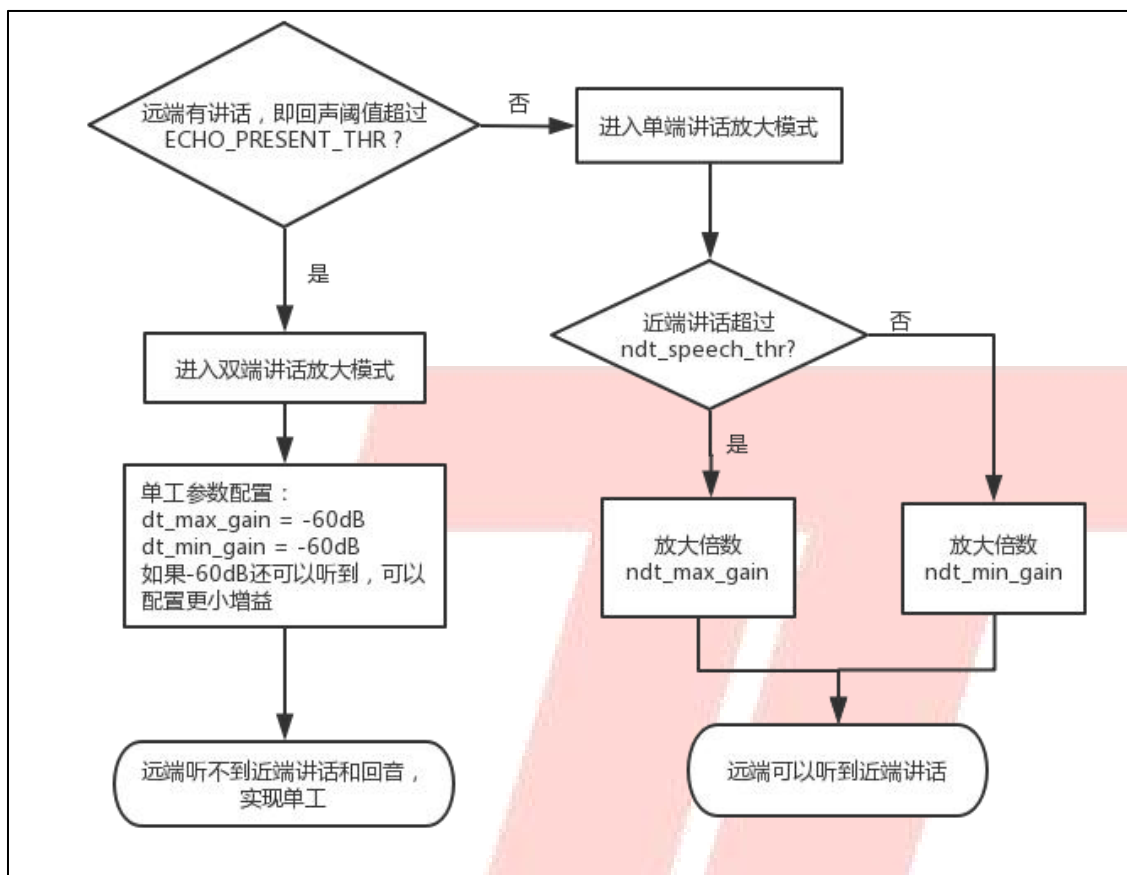
调试 Tips:

- (1) 增益单位是 dB
- (2) 当 mic 采集到的数据人声大于 **speech_thr** (近端声音放大的阈值) 时放大 **MAX_GAIN**
- (3) 当 mic 采集到的数据人声小于等于 **speech_thr** (近端声音放大的阈值) 时放大 **MIN_GAIN**
- (4) 最大放大倍数和最小放大倍数之间, 是通过 **fade_in** 和 **fade_out** 来淡入淡出的。比如单端讲话, 这个时候淡入的步进就是: **ndt_fade_in**, 淡出的步进就是: **ndt_fade_out**。讲话的时候淡入, 没说话的时候淡出。双端讲话则用 **dt_fade_in** 和 **dt_fade_out**, 用法一样。
- (5) **speech_thr** (近端声音放大的阈值) 这个值根据 mic 采到的声音大小而定, 如果太大, 声音得不到均匀放大, 即一会 放大 **max_gain**, 一会放大 **min_gain**, 听起来有可能忽大忽小。太小则有可能环境声也会一并放大。

2、AGC 实现单工通话

在某些情况下, 整个通话回路产生了严重失真, 导致算法无法处理好回音, 这个时候, 就只能选择单工的通话方式。

所谓单工, 即远端讲话的时候, 听不到近端的声音, 远端不讲话, 可以听到近端的声音。而近端, 什么时候都可以听到远端的声音。所以可以在检测到远端有说话, 就开始将近端声音淡出, 远端没说话, 再自行淡入, 就可以实现单工功能。



【注意】ECHO_PRESENT_THR 的值，决定什么时候进入单工处理。考虑到远端讲话的声音一般是比较大的，所以可以适当将该值设置高一点，避免远端环境声或者其他非目标声音稍微一大，就听不到近端声音。比如：远端过来的目标人声集中在-20dB 到-40dB 之间，则可以把 ECHO_PRESENT_THR 设置成-45dB。但是也要注意不能设置太大，太大会导致远端说话有些字达不到设定阈值，从而进入不了双端讲话模式，实现不了单工，出现漏回音的情况。

七、传统经典降噪 ANS

1、通用参数说明

ANS_AGGRESS: 1.25 (噪声前级动态压制, 越大越强, 设置范围: 1 ~ 2.0, 默认值: 1.25)
ANS_SUPPRESS: 0.09 (噪声后级静态压制, 越小越强, 设置范围: 0 ~ 1.0, 默认值: 0.09)

注：降噪参数，推荐使用默认配置。如由需要调整，建议不要只调一个值，建议：

(1) 如果要加强降噪效果，先调大一点动态压制 ANS_AGGRESS，还不够，可以尝试调小一点静态压制 ANS_SUPPRESS;

(2) 如果要减弱降噪效果，先调大一点静态压制 ANS_SUPPRESS，还不够，可以尝试调小一点动态压制 ANS_AGGRESS;

2、扩展参数说明（参数没在配置，便需要在程序里面修改）：

ANS_NoiseLevel 初始噪声水平，用来加速降噪收敛，跟 mic 信号的信噪比有关。Mic 信号信噪比高，该值可以小一点，反之则需要稍微大一点。如果初始噪声设置过高，则可能导致一开始声音比较小声，如果过小，可能降噪收敛加速不明显。所以这个值需要具体方案如果出现以上可能问题时，适当修改。

八、神经网络降噪 DNS

神经网络降噪：收集大规模的干净语音和噪声数据集，提取干净语音特征和带噪声语音特征，采用深度神经网络技术进行降噪模型的训练。训练出的降噪模型对输入信号实时进行噪声和语音的分类和回归，根据分类和回归的结果对语音信号进行噪声抑制，语音增强，提升信噪比。

对比传统降噪算法，采用深度神经网络进行语音降噪和增强，噪声估计更准确，语音失真更小，同时也能适应非平稳噪声的降噪处理。

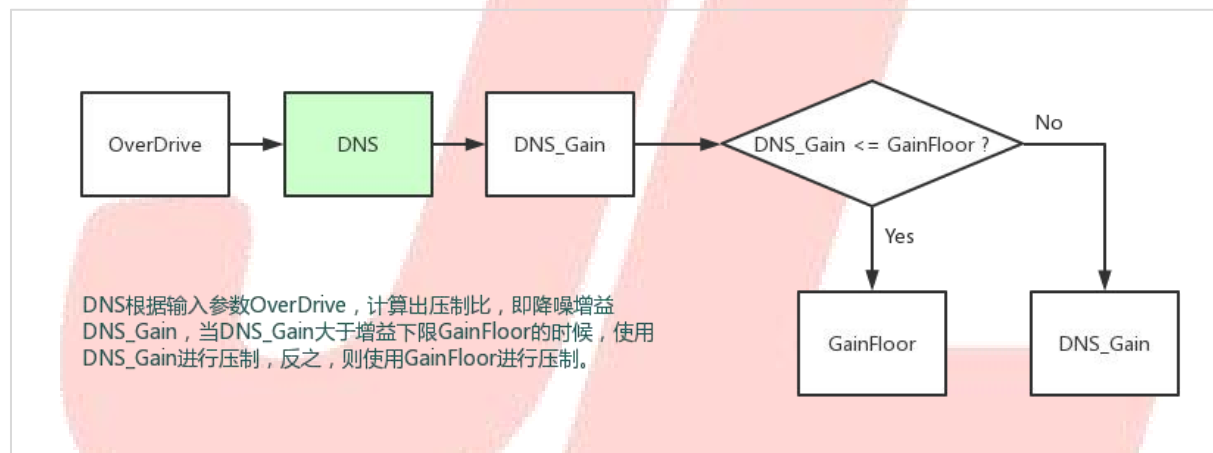
| | 优点 | 缺点 |
|-----|-----------------------------|------------------|
| ANS | 对平稳噪声处理效果好，对 ram 和 mips 要求低 | 适应性差，对动态噪声处理效果欠佳 |
| DNS | 噪声估计准确，语音保真度高，适应性好 | 对 ram 和 mips 要求高 |

1、通用参数说明

DNS
DNS_GainFloor: (增益最小值控制, 越小降噪越强, 范围: 0 ~ 1.0, 默认值: 0.1)
DNS_OverDrive: (降噪强度, 越大降噪越强, 范围: 0 ~ 6.0, 默认值: 1.0)

(1) **DNS_GainFloor** 增益平滑系数，该系数主要用于控制降噪增益最小值。如果降噪后底噪较大，可以适当减小该值；如果出现吃音问题，可以适当提高该值，建议设定范围：0.05 ~ 0.3。

(2) **DNS_OverDrive** 降噪强度控制，DNS_OverDrive=1 为降噪中间值，即算法评估出来的降噪强度。大于 1 的时候，即为加强降噪强度，小于 1 的时候，即为降低降噪强度，建议调节范围：0.2 ~ 3。



2、常见问题调试指引

(1) 出现吃音或者一句话某个字某个字变得很小声问题

出现该问题时，首先要确认所处环境是不是信噪比很低(如小于-5db)，即噪声比人声大很多，这种情况下，优化空间有限，调试步骤如下：

步骤 1：通过调节 mic 的增益来缓解：如果 mic 的增益比较小(小于 10db)，可以适当提高 mic 增益来缓解吃音问题，建议调节范围不要超过 15db；提高 mic 增益可能会导致噪声增大，根据实际情况调节。

步骤 2：调节 DNS_GainFloor 和 DNS_OverDrive 参数：适当提高 DNS_GainFloor 或 适当减小 DNS_OverDrive，可以通过配合 gain_floor 和 over_drive 适度调节。

(2) 远端听到声音不均匀，忽大忽小

如果后处理开启了 AGC 模块，出现该问题时，请参照“章节十：常见问题 FAQ”第二个问题进行确认调整。

九、音质调节 EQ

考虑到有些 MIC 物理特性，或者腔体声学设计缺陷，导致 MIC 采集到的声音比较低沉，这种情况可以对声音做 EQ 处理。通话的 EQ 通常最多 3 段，就可以基本满足需求。具体什么 EQ 参数合适，根据实际情景进行配置。场景情景如下：

情景 1：声音低沉，闷，不够透亮

- (1) 适当提高 MIC 的模拟增益
- (2) 使用 high-pass 的滤波器做简单的处理，低频适当衰减。

情景 2：声音听起来有唇齿音

如果使用 msbc，有些 mic 灵敏度比较高，MIC 可以采到 6.8k 左右的唇齿音，如果介意，这个时候可以做一个 high-shelf 的滤波器处理。

十、常见问题 FAQ

1、有噪声或者电流声

关闭回音消除，听 mic 的原始声音是否有噪声或者电流声，如果有，则**优先处理源头的噪声,因为干扰声会严重影响通话效果**。可以做以下尝试：

- (1) 通话的时候切换成 LDO
- (2) 降低发射功率

如果以上操作无效，再检查 pcb 是否合理

2、声音忽大忽小，不均匀

- (1) AGC 放大参数是否合理（详细参考本文档“自动增益控制 AGC”章节）

由于 mic 灵敏度差异，这里可以讲 max_gain 和 min_gain 设置成一样，确认是否是 AGC 原因：

| | | |
|-----------------|-------|---|
| NDT_MAX_GAIN: | 12.0 | 单端讲话放大上限，设置范围: 0 ~ 24 dB，默认值: 12.0 dB) |
| NDT_MIN_GAIN: | 12.0 | (单端讲话放大下限，设置范围: -20.0 ~ 24.0 dB，默认值: 0 dB) |
| NDT_SPEECH_THR: | -50.0 | (单端讲话放大阈值，设置范围: -70.0 ~ -40.0 dB，默认值: -50.0 dB) |
| DT_MAX_GAIN: | 12.0 | (双端讲话放大上限，设置范围: 0 ~ 24.0 dB，默认值: 12.0 dB) |
| DT_MIN_GAIN: | 12.0 | (双端讲话放大下限，设置范围: -20.0 ~ 24.0 dB，默认值: 0 dB) |
| DT_SPEECH_THR: | -40.0 | (双端讲话放大阈值，设置范围: -70.0 ~ -40.0 dB，默认值: -40.0 dB) |

改完如果正常，则逐步加小相应的阈值 SPEECH_THR，小于该阈值的当成噪声不放大。

改完依旧不正常可能是“ANS 参数设置不合理”。

- (2) ANS 参数是否合理

如果 mic 本身（或者由于电路干扰）采到的声音信噪比较低，经过降噪模块，则可能会损耗比较多的人声部分，说话小声的部分会变得比较小声。这个时候可以参数减弱 ANS 的强度，优先调 ANS_Suppress，步进不要超过 0.1。注意不要调太弱，降噪太弱，声音听起来也会不那么干净。

如果当前没有回音问题，也可以尝试提高一些 mic 的增益，提高声音信噪比，提高 ANS 的降噪空间，再尝试通话，根据文档解决剩下的问题。

3、回音消不掉

- (1) 使用 aec 高级模式

AEC_MODE: advance (模式)

- (2) 硬件检查

- A. 查看各个电源配置电压差是否满足要求，
- B. 排查是不是硬件干扰过去的回音:可以将喇叭 or 麦换成等效电阻，AEC_MODE 选择 disable，如果这时候还存在回声，可能回音有部分来自于硬件的电路干扰，严重程度听回音大小。如果暂时无法修改硬件环境，可通过降低 DAC 增益或者 MIC 增益，减小回音程度。

4、远端听到的声音比较不清晰

- (1) 稍微靠近 mic 说话，看是否有改善。如果有，则考虑是 mic 的增益不够，加大 mic 增益试试
- (2) 如果 mic 增益够大，声音也够大，就是有点不清晰，则考虑打开 eq 模块

UL_EQ_EN: enable (上行 EQ 使能)

- (3) 拆开样机外壳，看看通话效果，确认是否是模具影响了 mic 的拾音效果

5、远端听到的声音有尾音

- (1) 可能 mic 本身（或者由于电路干扰）采到的声音信噪比较低，目前的 ANS 参数无法压制 mic 的噪声，可以调整 ANS 参数，（详细参考本文档“ANS 参数”章节）
- (2) 如果调节 ANS 参数会带来忽大忽小问题，那么还原 ANS 参数。降低 AGC 的效果，逐步减小相应的放大上限 MAX_GAIN，至声音比较干净，再轻微提高 MIC 的增益，对声音的大小进行补偿。

| | | |
|-----------------|-------|--|
| NDT_MAX_GAIN: | 12.0 | (单端讲话放大上限，设置范围: 0 ~ 24 dB, 默认值: 12.0 dB) |
| NDT_MIN_GAIN: | 0.0 | (单端讲话放大下限，设置范围: -20.0 ~ 24.0 dB, 默认值: 0 dB) |
| NDT_SPEECH_THR: | -50.0 | (单端讲话放大阈值，设置范围: -70.0 ~ -40.0 dB, 默认值: -50.0 dB) |
| DT_MAX_GAIN: | 12.0 | (双端讲话放大上限，设置范围: 0 ~ 24.0 dB, 默认值: 12.0 dB) |
| DT_MIN_GAIN: | 0.0 | (双端讲话放大下限，设置范围: -20.0 ~ 24.0 dB, 默认值: 0 dB) |
| DT_SPEECH_THR: | -40.0 | (双端讲话放大阈值，设置范围: -70.0 ~ -40.0 dB, 默认值: -40.0 dB) |

6、使用 advance 反而回音更加明显

当回音本来就很小的时候，如果打开了 advance，即使能了 AEC_EN，有可能近端说话的时候，干扰到回音处理，导致回音非但没有消除，反而变大的情况。这种可以先把算法直接 disable，判断回音大小。如果回音不明显，就使用 reduce，即 NLP_EN + ANS_EN，再优化参数即可。