Android 的 Audio 系统

Android 的 Audio 系统

- 第一部分　Audio 系统综述
- 第二部分　Audio 系统和上层接口
- 第三部分　Audio 的硬件抽象层

第一部分 Audio 系统综述

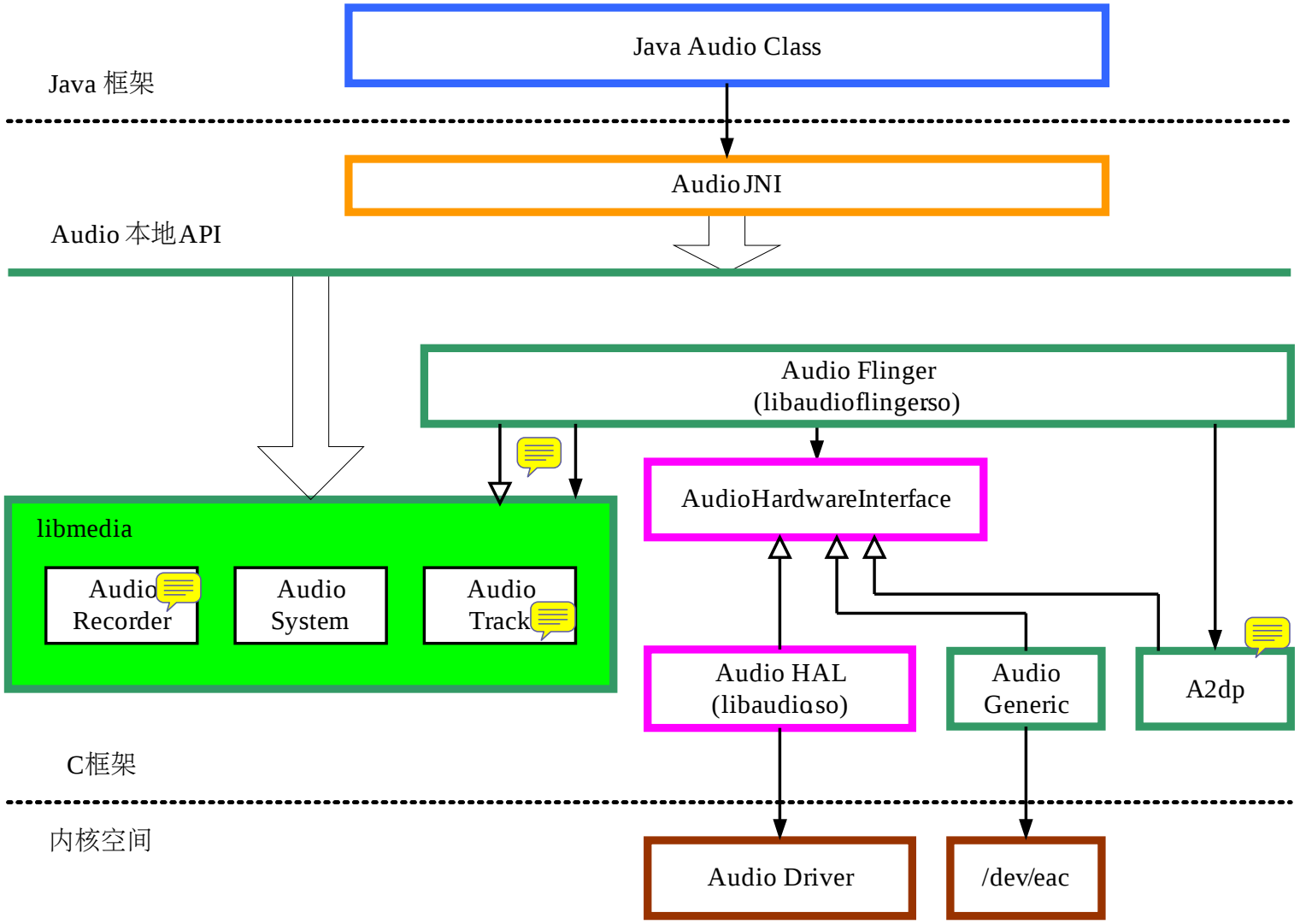
Audio 系统在 Android 中负责音频方面的数据流传输和控制功能，也负责音频设备的管理。

Audio 系统主要的分成几个层次：

1. media 中库提供的 Audio 系统的上层接口
2. AudioFlinger 作为 Audio 系统的中枢
3. Audio 库的硬件抽象层提供底层的支持
4. Audio 接口通过 JNI 和 Java 框架提供给上层

Audio 系统的上层接口主要提供了两方面的功能：放音（Track）和录音（Recorder）。

第一部分 Audio 系统综述



第一部分 Audio 系统综述

Media 库（libmedia.so）的 Audio 部分的目录中：
frameworks/base/include/media/
frameworks/base/media/libmedia/

这部分的内容被编译成库 libmedia.so，提供 Audio 部分的接口。

Audio Flinger (libaudioflinger.so)：
frameworks/base/libs/audioflinger

这部分内容被编译成库 libaudioflinger.so。

第一部分 Audio 系统综述

Audio 的 JNI 部分：
frameworks/base/core/jni

Audio 的 JAVA 部分：
frameworks/base/media/java/android/media
主要包含 AudioManager 和 Audio 系统的几个类。

Audio 硬件抽象层的接口：
hardware/libhardware_legacy/include/hardware/

第二部分 Audio 系统和上层接口

2.1 Audio 系统的各个层次

2.2 media 库中的 Audio 框架部分

2.3 AudioFlinger 本地代码

2.4 Audio 系统的 JNI 代码

2.5 Audio 系统的 Java 代码

2.1 Audio 系统的各个层次

Audio 系统的结构：

- libmedia.so 提供 Audio 接口，这些 Audio 接口既像上层开放，也向本地代码开发。
- libaudiofilnger.so 提供 Audio 接口实现。
- Audio 硬件抽象层提供到硬件的接口，供 AudioFlinger 调用。
- Audio 使用 JNI 和 JAVA 对上层提供接口。

2.1 Audio 系统的各个层次

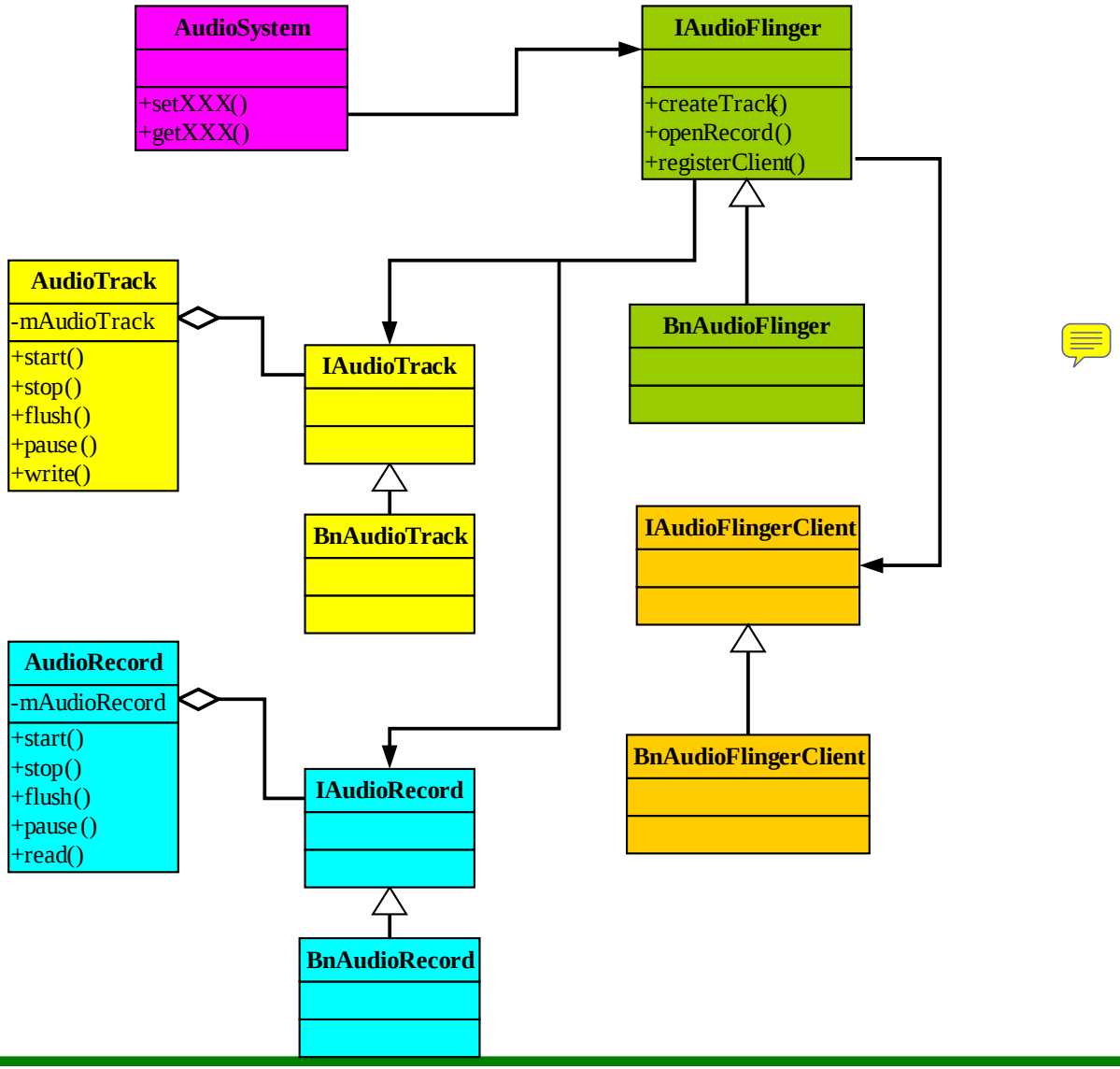
	Audio 管理环节	Audio 输出	Audio 输入
Java 层	AudioSystem	AudioTrack	AudioRecorder
本地框架层	AudioSystem	AudioTrack	AudioRecorder
AudioFlinger	IAudioFlinger	IAudioTrack	IAudioRecorder
硬件抽象层	AudioHardwareInterface	AudioStreamOut	AudioStreamIn

2.2 media 库中的 Audio 框架部分

Android 的 Audio 的核心框架在 media 库中提供，其中对上面主要实现 AudioSystem 、 AudioTrack 和 AudioRecorder 三个类。

提供了 IAudioFlinger 类接口，在这个类中，可以获得 IAudioTrack 和 IAudioRecorder 两个接口，分别用于声音的播放和录制。 AudioTrack 和 AudioRecorder 分别通过调用 IAudioTrack 和 IAudioRecorder 来实现。

2.2 media 库中的 Audio 框架部分



2.2 media 库中的 Audio 框架部分

Audio 系统的头文件
（路径为： frameworks/base/include/media/）：

AudioSystem.h
IAudioFlinger.h
AudioTrack.h
IAudioTrack.h
AudioRecorder.h
IAudioRecorder.h

Ixxx 的接口通过 AudioFlinger 来实现，其他接口通过 JNI 向上层提供接口。

2.2 media 库中的 Audio 框架部分

Audio 系统的头文件在 frameworks/base/include/media/ 目录中，主要的头文件如下：

AudioSystem.h： media 库的 Audio 部分对上层的总管接口；

- IAudioFlinger.h： 需要下层实现的总管接口；
- AudioTrack.h： 放音部分对上接口；
- IAudioTrack.h： 放音部分需要下层实现的接口；
- AudioRecorder.h： 录音部分对上接口；
- IAudioRecorder.h： 录音部分需要下层实现的接口。

IAudioFlinger.h 、 IAudioTrack.h 和 IAudioRecorder.h 这三个接口通过下层的继承来实现（即 AudioFlinger ）。

AudioFlinger.h， AudioTrack.h 和 AudioRecorder.h 是对上层提供的接口，它们既供本地程序调用（例如声音的播放器、录制器等），也可以通过 JNI 向 Java 层提供接口。

2.2 media 库中的 Audio 框架部分

AudioTrack 和 AudioRecorder 都具有 start， stop 和 pause 等接口。前者具有 write 接口，用于声音的播放，后者具有 read 接口，用于声音的录制。

AudioSystem 用于 Audio 系统的控制工作，主要包含一些 set 和 get 接口，是一个对上层的类。

2.2 media 库中的 Audio 框架部分

AudioSystem.h：

```
class AudioSystem
{
public:
    enum stream_type {           // Audio  流的类型
        SYSTEM          = 1,
        RING            = 2,
        MUSIC           = 3,
        ALARM           = 4,
        NOTIFICATION    = 5,
        BLUETOOTH_SCO   = 6,
        ENFORCED_AUDIBLE = 7,
        NUM_STREAM_TYPES
    };
    enum audio_output_type {   // Audio 数据输出类型
        // ……  省略部分内容    };
    enum audio_format {         // Audio 数据格式
        FORMAT_DEFAULT = 0,
        PCM_16_BIT,
        PCM_8_BIT,
        INVALID_FORMAT
    };
```

2.2 media 库中的 Audio 框架部分

```
enum audio_mode {                       // Audio 模式
    // ……  省略部分内容      };
  enum audio_routes {                   // Audio  路径类型
    ROUTE_EARPIECE              = (1 << 0),
    ROUTE_SPEAKER               = (1 << 1),
    ROUTE_BLUETOOTH_SCO   = (1 << 2),
    ROUTE_HEADSET               = (1 << 3),
    ROUTE_BLUETOOTH_A2DP  = (1 << 4),
    ROUTE_ALL                   = -1UL,
  };
  static status_t setMasterVolume(float value);
  static status_t setMasterMute(bool mute);
  static status_t getMasterVolume(float* volume);
  static status_t getMasterMute(bool* mute);
  static status_t setStreamVolume(int stream, float value);
  static status_t setStreamMute(int stream, bool mute);
  static status_t getStreamVolume(int stream, float* volume);
  static status_t getStreamMute(int stream, bool* mute);
  static status_t setMode(int mode);
  static status_t getMode(int* mode);
  static status_t setRouting(int mode, uint32_t routes, uint32_t mask);
  static status_t getRouting(int mode, uint32_t* routes);
  // ……  省略部分内容
};
```

2.3 AudioFlinger 本地代码

Audio 是 AudioFlinger 系统的中间层，其代码的路径为：
frameworks/base/libs/audioflinger

AudioFlinger 的核心文件是 AudioFlinger.h 和 AudioFlinger.cpp，提供了类 AudioFlinger，这个类是一个 IAudioFlinger 的实现。

2.3 AudioFlinger 本地代码

AudioFlinger 的实现:

```
class AudioFlinger : public BnAudioFlinger, public IBinder::DeathRecipient
{
public:       // …… 省略部分内容
    virtual sp<IAudioTrack> createTrack(         //  获得音频输出接口（Track）
                    pid_t pid, int streamType,uint32_t sampleRate,
                    int format,int channelCount, int frameCount,
                    uint32_t flags, const sp<IMemory>& sharedBuffer,
                    status_t *status);
    // …… 省略部分内容
    virtual status_t setMasterVolume(float value);
    virtual status_t setMasterMute(bool muted);
    virtual status_t setStreamVolume(int stream, float value);
    virtual status_t setStreamMute(int stream, bool muted);
    virtual status_t setRouting(int mode, uint32_t routes, uint32_t mask);
    virtual uint32_t getRouting(int mode) const;
    virtual status_t setMode(int mode);
    virtual int      getMode() const;
    virtual sp<IAudioRecord> openRecord(    //  获得音频输出接口（Record）
                        pid_t pid,int streamType,  uint32_t sampleRate,
                        int format, int channelCount,int frameCount,
                        uint32_t flags,status_t *status);
}
```

2.4 Audio 系统的 JNI 代码

Audio 的 JNI 部分的代码的路径为：
frameworks/base/core/jni
实现的几个文件为：
android_media_AudioSystem.cpp
android_media_AudioTrack.cpp
android_media_AudioRecord.cpp

主要提供三个类的支持：
android.media.AudioSystem
android.media.AudioTrack
android.media.AudioRecorder

2.5 Audio 系统的 JAVA 代码

Audio 的 JAVA 部分的代码的路径为：
frameworks/base/media/java/android/media

实现了以下的几个类：
android.media.AudioSystem
android.media.AudioTrack
android.media.AudioRecorder
android.media.AudioFormat
android.media.AudioManager

第三部分　Audio 的硬件抽象层

Audio 的硬件抽象层可以是 AudioFlinger 和 Audio 硬件的接口。可以基于 Linux 标准的 Alsa 或 OSS 实现，也可以基于私有的 Audio 驱动接口来实现。

Audio 的硬件抽象层的代码路径为：
hardware/libhardware_legacy/include/hardware/
其中主要的文件为：
AudioHardwareBase.h
AudioHardwareInterface.h

第三部分　Audio 的硬件抽象层

在 AudioHardwareInterface.h 中定义了类：
AudioStreamOut
AudioStreamIn
AudioHardwareInterface

在 AudioHardwareInterface.h 中定义了类：
AudioHardwareBase，它继承 AudioHardwareInterface，这是实现 Audio 硬件抽象层的主要接口。

第三部分　Audio 的硬件抽象层

Audio 的硬件抽象层 AudioStreamOut 和 AudioStreamIn 接口 ：

```
class AudioStreamOut {
public:
    virtual             ~AudioStreamOut() = 0;
    virtual status_t    setVolume(float volume) = 0;
    virtual ssize_t     write(const void* buffer, size_t bytes) = 0;
    /*... ... */
};
class AudioStreamIn {
public:
    virtual             ~AudioStreamIn() = 0;
    virtual status_t    setGain(float gain) = 0;
    virtual ssize_t     read(void* buffer, ssize_t bytes) = 0;
    /*... ... */
};
```

第三部分　Audio 的硬件抽象层

Audio 的硬件抽象层 AudioHardwareInterface 类 ：

```
class AudioHardwareInterface
{
public:
    virtual status_t    initCheck() = 0;
    virtual status_t    setVoiceVolume(float volume) = 0;
    virtual status_t    setMasterVolume(float volume) = 0;
    virtual status_t    setRouting(int mode, uint32_t routes) = 0;
    virtual status_t    getRouting(int mode, uint32_t* routes) = 0;
    virtual status_t    setMode(int mode) = 0;
    virtual status_t    getMode(int* mode) = 0;
    /*... ... */
    virtual AudioStreamOut* openOutputStream(
                                int format=0,
                                int channelCount=0,
                                uint32_t sampleRate=0,
                                status_t *status=0) = 0;
    virtual AudioStreamIn* openInputStream(
                                int format,
                                int channelCount,
                                uint32_t sampleRate,
                                status_t *status,
                                AudioSystem::audio_in_acoustics acoustics) = 0;
    static AudioHardwareInterface* create();
};
```

第三部分　Audio 的硬件抽象层

在 AudioFlinger 的实现中，以下几个文件提供了 Audio 系统的通用实现：

- AudioHardwareGeneric.cpp
- AudioHardwareStub.cpp
- AudioDumpInterface.cpp

这些代码将编译成静态库 libaudiointerface.so，这作为 Audio 系统的通用实现来完成。

第三部分　Audio 的硬件抽象层

实际的 Audio 硬件抽象层，通常可以基于 Linux 中的 OSS 驱动程序和 ALSA 驱动程序来实现。

基于 OSS 的硬件抽象层的实现类似 Audio Generic 的实现，但是增加了控制接口。

基于 ALSA 的硬件抽象层的实现需要构建于用户空间的 ALSA 库上，目前在 Android 已经有了成熟的应用

谢谢！