DroidPhone的专栏

欢迎各位大虾交流，本人联系方式：droid.phx@gmail.com

个人资料

DroidPhone

访问： 382342次

积分： 3434分

排名： 第2116名

原创： 46篇 转载： 0篇

译文： 4篇 评论： 356条

Linux ALSA声卡驱动之一：ALSA架构简介

分类： Linux音频子系统 2011-03-23 15:19 24106人阅读 评论(11) 收藏 举报

linux audio codec timer playback 嵌入式

目录(?) [-]

一. 概述

ALSA是Advanced Linux Sound Architecture 的缩写，目前已经成为了linux的主流音频体系结构，想了解更多的关于ALSA的这一开源项目的信息和知识，请查看以下网址：http://www.alsa-project.org/。

在内核设备驱动层，ALSA提供了alsa-driver，同时在应用层，ALSA为我们提供了alsa-lib，应用程序只要调用alsa-lib提供的API，即可以完成对底层音频硬件的控制。

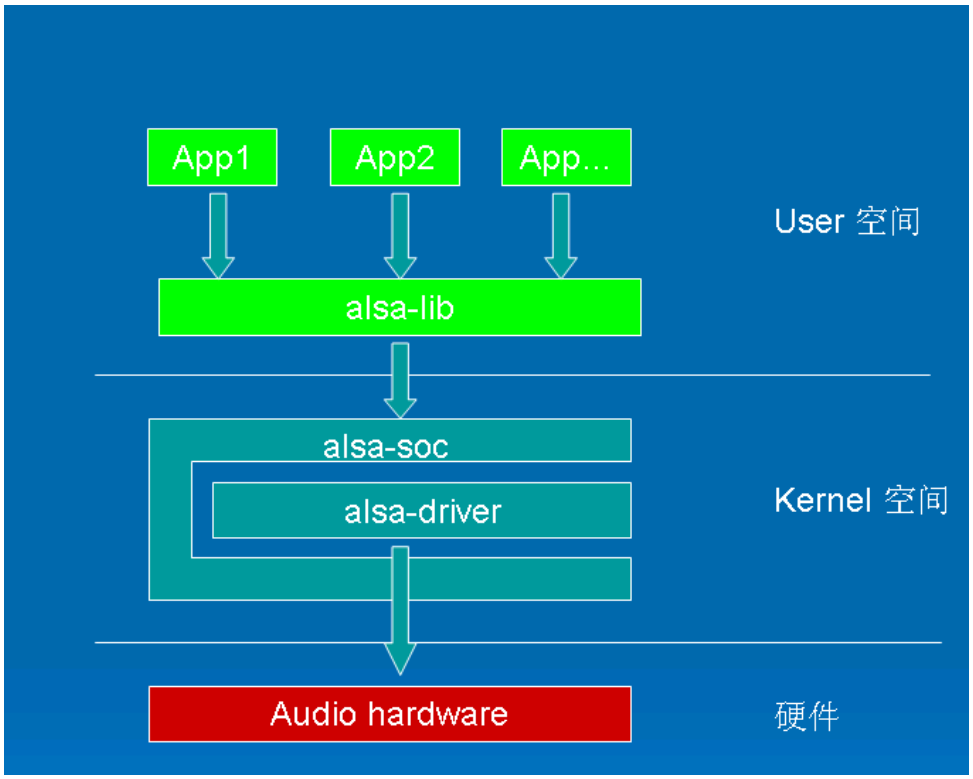


图 1.1 alsa的软件体系结构

由图1.1可以看出，用户空间的alsa-lib对应用程序提供统一的API接口，这样可以隐藏了驱动层的实现细节，简化

(18248)
Linux ALSA声卡驱动之三
(17112)
Android中的sp和wp指针
(13786)
Linux ALSA声卡驱动之七
(13061)
Android SurfaceFlinger中
(12550)

评论排行

Android Audio System 之 (49)
Linux ALSA声卡驱动之八 (30)
Android SurfaceFlinger中 (21)
Linux ALSA声卡驱动之二 (18)
Linux ALSA声卡驱动之三 (16)
Android Audio System 之 (16)
Linux中断（interrupt）子 (15)
Android中的sp和wp指针 (13)
Linux中断（interrupt）子 (12)
Android SurfaceFlinger中 (11)

推荐文章

* SharePoint 2010/2013 使用Javascript来判断权限的三种方法
* 坚持前进的方向：总结2013，规划2014
* 创业者那些鲜为人知的事情
* ListView具有多种item布局——实现微信对话列
* 实现自己的类加载时，重写方法loadClass与findClass的区别
* GDAL影像投影转换

最新评论

Linux输入子系统：多点触控协议
gocy123: 很有用，多谢分享
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
wsc_168: 楼主,您好： 现在正在移植wm8962的驱动，遇到了一些问题，请教一下您。串口信息显示已经扫描...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: @DroidPhone:感谢您的回复，我是新手，想问下这个配置的具体位置在哪里？
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
DroidPhone: @u013222557:这种情况通常是你的codec中的音频路径把Mic至HP的路径被打开了，请仔细...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: 您好： 我是一名在读研究生，最近在ALSA架构下搞嵌入式音频程序开发，遇到了一个棘手的问...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:和电源管理和音频路径相关的control需要定义为dapm control（...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: 大侠，你好！ 这两天把您的文章1-7 看了一遍，关于control这个概念在您的文章中有提到过多次...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: @DroidPhone:因为这个是wm8962的machine上的现有代码，但如果我要porting...

了应用程序的实现难度。内核空间中，alsa-soc其实是对alsa-driver的进一步封装，他针对嵌入式设备提供了一些列增强的功能。本系列博文仅对嵌入式系统中的alsa-driver和alsa-soc进行讨论。

二．ALSA设备文件结构

我们从alsa在linux中的设备文件结构开始我们的alsa之旅. 看看我的电脑中的alsa驱动的设备文件结构:

```
$ cd /dev/snd
$ ls -l

crw-rw----+ 1 root audio 116, 8 2011-02-23 21:38 controlC0
crw-rw----+ 1 root audio 116, 4 2011-02-23 21:38 midiC0D0
crw-rw----+ 1 root audio 116, 7 2011-02-23 21:39 pcmC0D0c
crw-rw----+ 1 root audio 116, 6 2011-02-23 21:56 pcmC0D0p
crw-rw----+ 1 root audio 116, 5 2011-02-23 21:38 pcmC0D1p
crw-rw----+ 1 root audio 116, 3 2011-02-23 21:38 seq
crw-rw----+ 1 root audio 116, 2 2011-02-23 21:38 timer
$
```

我们可以看到以下设备文件:

- controlC0 --> 用于声卡的控制，例如通道选择，混音，麦克风的控制等
- midiC0D0 --> 用于播放midi音频
- pcmC0D0c --〉 用于录音的pcm设备
- pcmC0D0p --〉 用于播放的pcm设备
- seq --〉 音序器
- timer --〉 定时器

其中，C0D0代表的是声卡0中的设备0，pcmC0D0c最后一个c代表capture，pcmC0D0p最后一个p代表playback，这些都是alsa-driver中的命名规则。从上面的列表可以看出，我的声卡下挂了6个设备，根据声卡的实际能力，驱动实际上可以挂上更多种类的设备，在include/sound/core.h中，定义了以下设备类型：

```c-sharp
#define SNDRV_DEV_TOPLEVEL  ((__force snd_device_type_t) 0)
#define SNDRV_DEV_CONTROL   ((__force snd_device_type_t) 1)
#define SNDRV_DEV_LOWLEVEL_PRE  ((__force snd_device_type_t) 2)
#define SNDRV_DEV_LOWLEVEL_NORMAL ((__force snd_device_type_t) 0x1000)
#define SNDRV_DEV_PCM       ((__force snd_device_type_t) 0x1001)
#define SNDRV_DEV_RAWMIDI   ((__force snd_device_type_t) 0x1002)
#define SNDRV_DEV_TIMER     ((__force snd_device_type_t) 0x1003)
#define SNDRV_DEV_SEQUENCER ((__force snd_device_type_t) 0x1004)
#define SNDRV_DEV_HWDEP     ((__force snd_device_type_t) 0x1005)
#define SNDRV_DEV_INFO      ((__force snd_device_type_t) 0x1006)
#define SNDRV_DEV_BUS       ((__force snd_device_type_t) 0x1007)
#define SNDRV_DEV_CODEC     ((__force snd_device_type_t) 0x1008)
#define SNDRV_DEV_JACK          ((__force snd_device_type_t) 0x1009)
#define SNDRV_DEV_LOWLEVEL  ((__force snd_device_type_t) 0x2000)
```

通常，我们更关心的是pcm和control这两种设备。

三．驱动的代码文件结构

在Linux2.6代码树中，Alsa的代码文件结构如下：

```
sound
    /core
        /oss
        /seq
    /ioctl32
    /include
    /drivers
```

Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC
elliepfsang: @DroidPhone:关于snd_soc_dai_link结构中的代码注释中struct snd_...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:这种名字根据实际的意义自己定义就好了，只要符合常识即可。不过通常还是会和co...

```
/i2c
/synth
    /emux
/pci
    /(cards)
/isa
    /(cards)
/arm
/ppc
/sparc
/usb
/pcmcia /(cards)
/oss
/soc
    /codecs
```

- core 该目录包含了ALSA驱动的中间层，它是整个ALSA驱动的核心部分
- core/oss 包含模拟旧的OSS架构的PCM和Mixer模块
- core/seq 有关音序器相关的代码
- include ALSA驱动的公共头文件目录，该目录的头文件需要导出给用户空间的应用程序使用，通常，驱动模块私有的头文件不应放置在这里
- drivers 放置一些与CPU、BUS架构无关的公用代码
- i2c ALSA自己的I2C控制代码
- pci pci声卡的顶层目录，子目录包含各种pci声卡的代码
- isa isa声卡的顶层目录，子目录包含各种isa声卡的代码
- soc 针对system-on-chip体系的中间层代码
- soc/codecs 针对soc体系的各种codec的代码，与平台无关

更多 1

上一篇：Android SurfaceFlinger中的Layer,LayerDim,LayerBlur,LayerBuffer

下一篇：Linux ALSA声卡驱动之二：声卡的创建

查看评论

9楼 littlethunder 2013-06-28 15:57发表

很强大~不过我在/usr/include/sound 目录下只找到如下头文件：
asequencer.h asound.h hdsp.h sb16_csp.h
asound_fm.h emu10k1.h hdspm.h sfnt_info.h
是alsa更新后发生变化还是我目录找错了？

Re: DroidPhone 2013-06-29 19:22发表

回复littlethunder：呵呵，你没有下载内核的源代码！www.kernel.org

Re: littlethunder 2013-06-29 19:30发表

回复DroidPhone：原来是这样啊~ 不过我是想通过alsa驱动函数取得电脑（ubuntu12.04）扬声器的音频数据流，这个，下载内核源码后只用sound部分就可以做到吗？还是需要安装什么东西？谢谢~:-)

8楼 vito_coleone 2013-06-06 14:05发表

写的很好

7楼 david10000 2012-12-20 18:26发表

整个看了一遍，感觉很不错。楼主能否研究下 蓝牙语音输入设备 在alsa中的应用，我目前在做这一块，资料很少。

6楼 shenghuafenxiyi 2012-09-11 18:14发表

DroidPhone的专栏

欢迎各位大虾交流，本人联系方式：droid.phx@gmail.com

个人资料

DroidPhone

访问： 382336次
积分： 3434分
排名： 第2116名

原创： 46篇 转载： 0篇
译文： 4篇 评论： 356条

Linux ALSA声卡驱动之二：声卡的创建

分类： Linux设备驱动 Linux音频子系统 2011-03-30 19:15 18451人阅读 评论(18) 收藏 举报

linux struct module structure list

1. struct snd_card

1.1. snd_card是什么

snd_card可以说是整个ALSA音频驱动最顶层的一个结构，整个声卡的软件逻辑结构开始于该结构，几乎所有与声音相关的逻辑设备都是在snd_card的管理之下，声卡驱动的第一个动作通常就是创建一个snd_card结构体。正因为如此，本节中，我们也从 struct cnd_card开始吧。

1.2. snd_card的定义

snd_card的定义位于改头文件中：include/sound/core.h

```
[c-sharp]

/* main structure for soundcard */

struct snd_card {
    int number;         /* number of soundcard (index to
                           snd_cards) */

    char id[16];            /* id string of this card */
    char driver[16];        /* driver name */
    char shortname[32];     /* short name of this soundcard */
    char longname[80];      /* name of this soundcard */
    char mixername[80];     /* mixer name */
    char components[128];       /* card components delimited with
                           space */
    struct module *module;      /* top-level module */

    void *private_data;     /* private data for soundcard */
    void (*private_free) (struct snd_card *card); /* callback for freeing of
                           private data */
    struct list_head devices;   /* devices */
```

(18248)
Linux ALSA声卡驱动之三
(17112)
Android中的sp和wp指针
(13786)
Linux ALSA声卡驱动之七
(13061)
Android SurfaceFlinger中
(12550)

评论排行

Android Audio System 之 (49)
Linux ALSA声卡驱动之八 (30)
Android SurfaceFlinger中 (21)
Linux ALSA声卡驱动之二 (18)
Linux ALSA声卡驱动之三 (16)
Android Audio System 之 (16)
Linux中断（interrupt）子 (15)
Android中的sp和wp指针 (13)
Linux中断（interrupt）子 (12)
Android SurfaceFlinger中 (11)

推荐文章

* SharePoint 2010/2013 使用Javascript来判断权限的三种方法
* 坚持前进的方向：总结2013，规划2014
* 创业者那些鲜为人知的事情
* ListView具有多种item布局——实现微信对话列
* 实现自己的类加载时，重写方法loadClass与findClass的区别
* GDAL影像投影转换

最新评论

Linux输入子系统：多点触控协议
gocy123: 很有用，多谢分享
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
wsc_168: 楼主,您好： 现在正在移植wm8962的驱动，遇到了一些问题，请教一下您。串口信息显示已经扫描...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: @DroidPhone:感谢您的回复，我是新手，想问下这个配置的具体位置在哪里？
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
DroidPhone: @u013222557:这种情况通常是你的codec中的音频路径把Mic至HP的路径被打开了，请仔细...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: 您好： 我是一名在读研究生，最近在ALSA架构下搞嵌入式音频程序开发，遇到了一个棘手的问...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:和电源管理和音频路径相关的control需要定义为dapm control（...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: 大侠，你好！ 这两天把您的文章1-7 看了一遍，关于control这个概念在您的文章中有提到过多次...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: @DroidPhone:因为这个是wm8962的machine上的现有代码，但如果我要porting...

```
20.
21.     unsigned int last_numid;    /* last used numeric ID */
22.     struct rw_semaphore controls_rwsem; /* controls list lock */
23.     rwlock_t ctl_files_rwlock;  /* ctl_files list lock */
24.     int controls_count;     /* count of all controls */
25.     int user_ctl_count;     /* count of all user controls */
26.     struct list_head controls;  /* all controls for this card */
27.     struct list_head ctl_files; /* active control files */
28.
29.     struct snd_info_entry *proc_root;   /* root for soundcard specific files */
30.     struct snd_info_entry *proc_id; /* the card id */
31.     struct proc_dir_entry *proc_root_link;  /* number link to real id */
32.
33.     struct list_head files_list;    /* all files associated to this card */
34.     struct snd_shutdown_f_ops *s_f_ops; /* file operations in the shutdown
35.                                state */
36.     spinlock_t files_lock;      /* lock the files for this card */
37.     int shutdown;           /* this card is going down */
38.     int free_on_last_close;     /* free in context of file_release */
39.     wait_queue_head_t shutdown_sleep;
40.     struct device *dev;     /* device assigned to this card */
41. #ifndef CONFIG_SYSFS_DEPRECATED
42.     struct device *card_dev;    /* cardX object for sysfs */
43. #endif
44.
45. #ifdef CONFIG_PM
46.     unsigned int power_state;   /* power state */
47.     struct mutex power_lock;    /* power lock */
48.     wait_queue_head_t power_sleep;
49. #endif
50.
51. #if defined(CONFIG_SND_MIXER_OSS) || defined(CONFIG_SND_MIXER_OSS_MODULE)
52.     struct snd_mixer_oss *mixer_oss;
53.     int mixer_oss_change_count;
54. #endif
55. };
```

- struct list_head devices　记录该声卡下所有逻辑设备的链表
- struct list_head controls　记录该声卡下所有的控制单元的链表
- void *private_data　声卡的私有数据，可以在创建声卡时通过参数指定数据的大小

2. 声卡的建立流程

2.1.1. 第一步，创建snd_card的一个实例

```
[c-sharp]

01. struct snd_card *card;
02. int err;
03. ....
04. err = snd_card_create(index, id, THIS_MODULE, 0, &card);
```

- index　一个整数值，该声卡的编号
- id　字符串，声卡的标识符
- 第四个参数　该参数决定在创建snd_card实例时，需要同时额外分配的私有数据的大小，该数据的指针最终会赋值给snd_card的private_data数据成员
- card　返回所创建的snd_card实例的指针

2.1.2. 第二步，创建声卡的芯片专用数据

声卡的专用数据主要用于存放该声卡的一些资源信息，例如中断资源、io资源、dma资源等。可以有两种创建方法：

- 通过上一步中snd_card_create()中的第四个参数，让snd_card_create自己创建

```
[c-sharp]

01. // struct mychip 用于保存专用数据
```

Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC
elliepfsang: @DroidPhone:关于snd_soc_dai_link结构中的代码注释中struct snd_...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:这种名字根据实际的意义自己定义就好了，只要符合常识即可。不过通常还是会和co...

```
02.  err = snd_card_create(index, id, THIS_MODULE,
03.                        sizeof(struct mychip), &card);
04.  // 从private_data中取出
05.  struct mychip *chip = card->private_data;
```

- 自己创建：

```
[c-sharp]

01.  struct mychip {
02.      struct snd_card *card;
03.      ....
04.  };
05.  struct snd_card *card;
06.  struct mychip *chip;
07.
08.  chip = kzalloc(sizeof(*chip), GFP_KERNEL);
09.  ......
10.  err = snd_card_create(index[dev], id[dev], THIS_MODULE, 0, &card);
11.  // 专用数据记录snd_card实例
12.  chip->card = card;
13.  .....
```

然后，把芯片的专有数据注册为声卡的一个低阶设备：

```
[c-sharp]

01.  static int snd_mychip_dev_free(struct snd_device *device)
02.  {
03.      return snd_mychip_free(device->device_data);
04.  }
05.
06.  static struct snd_device_ops ops = {
07.      .dev_free = snd_mychip_dev_free,
08.  };
09.  ....
10.  snd_device_new(card, SNDRV_DEV_LOWLEVEL, chip, &ops);
```

注册为低阶设备主要是为了当声卡被注销时，芯片专用数据所占用的内存可以被自动地释放。

2.1.3. 第三步，设置Driver的ID和名字

```
[c-sharp]

01.  strcpy(card->driver, "My Chip");
02.  strcpy(card->shortname, "My Own Chip 123");
03.  sprintf(card->longname, "%s at 0x%lx irq %i",
04.              card->shortname, chip->ioport, chip->irq);
```

snd_card的driver字段保存着芯片的ID字符串，user空间的alsa-lib会使用到该字符串，所以必须要保证该ID的唯一性。shortname字段更多地用于打印信息，longname字段则会出现在/proc/asound/cards中。

2.1.4. 第四步，创建声卡的功能部件（逻辑设备），例如PCM，Mixer，MIDI等

这时候可以创建声卡的各种功能部件了，还记得开头的snd_card结构体的devices字段吗？每一种部件的创建最终会调用snd_device_new()来生成一个snd_device实例，并把该实例链接到snd_card的devices链表中。

通常，alsa-driver的已经提供了一些常用的部件的创建函数，而不必直接调用snd_device_new()，比如：

PCM ---- snd_pcm_new()

RAWMIDI -- snd_rawmidi_new()

CONTROL -- snd_ctl_create()

TIMER -- snd_timer_new()

INFO -- snd_card_proc_new()

JACK -- snd_jack_new()

2.1.5. 第五步，注册声卡

```c-sharp
err = snd_card_register(card);
if (err < 0) {
    snd_card_free(card);
    return err;
}
```

2.2. 一个实际的例子

我把/sound/arm/pxa2xx-ac97.c的部分代码贴上来：

```cpp
static int __devinit pxa2xx_ac97_probe(struct platform_device *dev)
{
    struct snd_card *card;
    struct snd_ac97_bus *ac97_bus;
    struct snd_ac97_template ac97_template;
    int ret;
    pxa2xx_audio_ops_t *pdata = dev->dev.platform_data;

    if (dev->id >= 0) {
        dev_err(&dev->dev, "PXA2xx has only one AC97 port./n");
        ret = -ENXIO;
        goto err_dev;
    }
////(1)////
    ret = snd_card_create(SNDRV_DEFAULT_IDX1, SNDRV_DEFAULT_STR1,
                  THIS_MODULE, 0, &card);
    if (ret < 0)
        goto err;

    card->dev = &dev->dev;
////(3)////
    strncpy(card->driver, dev->dev.driver->name, sizeof(card->driver));

////(4)////
    ret = pxa2xx_pcm_new(card, &pxa2xx_ac97_pcm_client, &pxa2xx_ac97_pcm);
    if (ret)
        goto err;
////(2)////
    ret = pxa2xx_ac97_hw_probe(dev);
    if (ret)
        goto err;

////(4)////
    ret = snd_ac97_bus(card, 0, &pxa2xx_ac97_ops, NULL, &ac97_bus);
    if (ret)
        goto err_remove;
    memset(&ac97_template, 0, sizeof(ac97_template));
    ret = snd_ac97_mixer(ac97_bus, &ac97_template, &pxa2xx_ac97_ac97);
    if (ret)
        goto err_remove;
////(3)////
    snprintf(card->shortname, sizeof(card->shortname),
         "%s", snd_ac97_get_short_name(pxa2xx_ac97_ac97));
    snprintf(card->longname, sizeof(card->longname),
         "%s (%s)", dev->dev.driver->name, card->mixername);

    if (pdata && pdata->codec_pdata[0])
        snd_ac97_dev_add_pdata(ac97_bus->codec[0], pdata->codec_pdata[0]);
    snd_card_set_dev(card, &dev->dev);
////(5)////
    ret = snd_card_register(card);
    if (ret == 0) {
        platform_set_drvdata(dev, card);
        return 0;
    }

```

```
57.  err_remove:
58.      pxa2xx_ac97_hw_remove(dev);
59.  err:
60.      if (card)
61.          snd_card_free(card);
62.  err_dev:
63.      return ret;
64.  }
65.
66.  static int __devexit pxa2xx_ac97_remove(struct platform_device *dev)
67.  {
68.      struct snd_card *card = platform_get_drvdata(dev);
69.
70.      if (card) {
71.          snd_card_free(card);
72.          platform_set_drvdata(dev, NULL);
73.          pxa2xx_ac97_hw_remove(dev);
74.      }
75.
76.      return 0;
77.  }
78.
79.  static struct platform_driver pxa2xx_ac97_driver = {
80.      .probe      = pxa2xx_ac97_probe,
81.      .remove     = __devexit_p(pxa2xx_ac97_remove),
82.      .driver     = {
83.          .name   = "pxa2xx-ac97",
84.          .owner  = THIS_MODULE,
85.  #ifdef CONFIG_PM
86.          .pm = &pxa2xx_ac97_pm_ops,
87.  #endif
88.      },
89.  };
90.
91.  static int __init pxa2xx_ac97_init(void)
92.  {
93.      return platform_driver_register(&pxa2xx_ac97_driver);
94.  }
95.
96.  static void __exit pxa2xx_ac97_exit(void)
97.  {
98.      platform_driver_unregister(&pxa2xx_ac97_driver);
99.  }
100.
101. module_init(pxa2xx_ac97_init);
102. module_exit(pxa2xx_ac97_exit);
103.
104. MODULE_AUTHOR("Nicolas Pitre");
105. MODULE_DESCRIPTION("AC97 driver for the Intel PXA2xx chip");
```

驱动程序通常由probe回调函数开始，对一下2.1中的步骤，是否有相似之处？

经过以上的创建步骤之后，声卡的逻辑结构如下图所示：

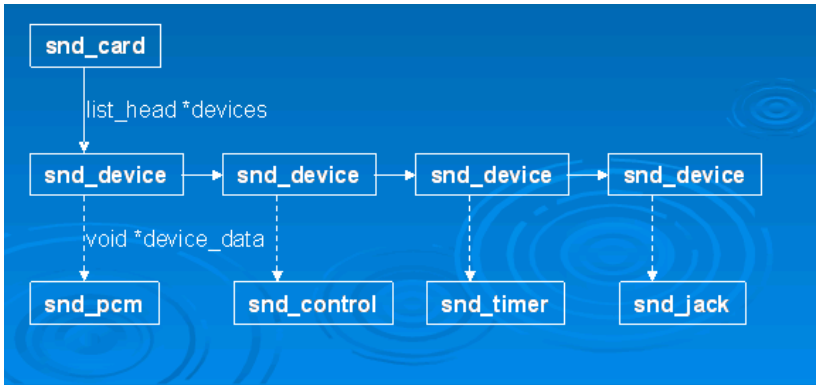


图 2.2.1 声卡的软件逻辑结构

下面的章节里我们分别讨论一下snd_card_create()和snd_card_register()这两个函数。

3. snd_card_create()

snd_card_create()在/sound/core/init.c中定义。

```cpp
/**
 *  snd_card_create - create and initialize a soundcard structure
 *  @idx: card index (address) [0 ... (SNDRV_CARDS-1)]
 *  @xid: card identification (ASCII string)
 *  @module: top level module for locking
 *  @extra_size: allocate this extra size after the main soundcard structure
 *  @card_ret: the pointer to store the created card instance
 *
 *  Creates and initializes a soundcard structure.
 *
 *  The function allocates snd_card instance via kzalloc with the given
 *  space for the driver to use freely.  The allocated struct is stored
 *  in the given card_ret pointer.
 *
 *  Returns zero if successful or a negative error code.
 */
int snd_card_create(int idx, const char *xid,
            struct module *module, int extra_size,
            struct snd_card **card_ret)
```

首先，根据extra_size参数的大小分配内存，该内存区可以作为芯片的专有数据使用（见前面的介绍）：

```c-sharp
card = kzalloc(sizeof(*card) + extra_size, GFP_KERNEL);
if (!card)
    return -ENOMEM;
```

拷贝声卡的ID字符串：

```c-sharp
if (xid)
    strlcpy(card->id, xid, sizeof(card->id));
```

如果传入的声卡编号为-1，自动分配一个索引编号：

```c-sharp
if (idx < 0) {
    for (idx2 = 0; idx2 < SNDRV_CARDS; idx2++)
        /* idx == -1 == 0xffff means: take any free slot */
        if (~snd_cards_lock & idx & 1<<idx2) {
            if (module_slot_match(module, idx2)) {
                idx = idx2;
                break;
            }
        }
}
if (idx < 0) {
    for (idx2 = 0; idx2 < SNDRV_CARDS; idx2++)
        /* idx == -1 == 0xffff means: take any free slot */
        if (~snd_cards_lock & idx & 1<<idx2) {
            if (!slots[idx2] || !*slots[idx2]) {
                idx = idx2;
                break;
            }
        }
}
```

初始化snd_card结构中必要的字段：

```c-sharp
    card->number = idx;
```

```
    card->module = module;
    INIT_LIST_HEAD(&card->devices);
    init_rwsem(&card->controls_rwsem);
    rwlock_init(&card->ctl_files_rwlock);
    INIT_LIST_HEAD(&card->controls);
    INIT_LIST_HEAD(&card->ctl_files);
    spin_lock_init(&card->files_lock);
    INIT_LIST_HEAD(&card->files_list);
    init_waitqueue_head(&card->shutdown_sleep);
#ifdef CONFIG_PM
    mutex_init(&card->power_lock);
    init_waitqueue_head(&card->power_sleep);
#endif
```

建立逻辑设备：Control

```
[c-sharp]

/* the control interface cannot be accessed from the user space until */
/* snd_cards_bitmask and snd_cards are set with snd_card_register */
err = snd_ctl_create(card);
```

建立proc文件中的info节点：通常就是/proc/asound/card0

```
[c-sharp]

err = snd_info_card_create(card);
```

把第一步分配的内存指针放入private_data字段中：

```
[c-sharp]

if (extra_size > 0)
    card->private_data = (char *)card + sizeof(struct snd_card);
```

4. snd_card_register()

snd_card_create()在/sound/core/init.c中定义。

```
[c-sharp]

/**
 *  snd_card_register - register the soundcard
 *  @card: soundcard structure
 *
 *  This function registers all the devices assigned to the soundcard.
 *  Until calling this, the ALSA control interface is blocked from the
 *  external accesses.  Thus, you should call this function at the end
 *  of the initialization of the card.
 *
 *  Returns zero otherwise a negative error code if the registrain failed.
 */
int snd_card_register(struct snd_card *card)
```

首先，创建sysfs下的设备：

```
[c-sharp]

if (!card->card_dev) {
    card->card_dev = device_create(sound_class, card->dev,
                       MKDEV(0, 0), card,
                       "card%i", card->number);
    if (IS_ERR(card->card_dev))
        card->card_dev = NULL;
}
```

其中，sound_class是在/sound/sound_core.c中创建的：

```
[c-sharp]

static char *sound_devnode(struct device *dev, mode_t *mode)
{
    if (MAJOR(dev->devt) == SOUND_MAJOR)
        return NULL;
    return kasprintf(GFP_KERNEL, "snd/%s", dev_name(dev));
}
static int __init init_soundcore(void)
{
```

```
09.     int rc;
10.
11.     rc = init_oss_soundcore();
12.     if (rc)
13.         return rc;
14.
15.     sound_class = class_create(THIS_MODULE, "sound");
16.     if (IS_ERR(sound_class)) {
17.         cleanup_oss_soundcore();
18.         return PTR_ERR(sound_class);
19.     }
20.
21.     sound_class->devnode = sound_devnode;
22.
23.     return 0;
24. }
```

由此可见，声卡的class将会出现在文件系统的/sys/class/sound/下面，并且，sound_devnode()也决定了相应的设备节点也将会出现在/dev/snd/下面。

接下来的步骤，通过snd_device_register_all()注册所有挂在该声卡下的逻辑设备，snd_device_register_all()实际上是通过snd_card的devices链表，遍历所有的snd_device，并且调用snd_device的ops->dev_register()来实现各自设备的注册的。

```
[c-sharp]
01. if ((err = snd_device_register_all(card)) < 0)
02.     return err;
```

最后就是建立一些相应的proc和sysfs下的文件或属性节点，代码就不贴了。

至此，整个声卡完成了建立过程。

更多 1

上一篇：Linux ALSA声卡驱动之一：ALSA架构简介

下一篇：Linux ALSA声卡驱动之三：PCM设备的创建

查看评论

13楼 辉捺天韵 2013-12-10 11:58发表

谢谢！！！

12楼 shallot0000 2013-08-15 11:39发表

真的不错，很希望自己有一天也能写出类似的文章跟大家分享，膜拜中。。。

11楼 ljf10000 2013-08-14 16:03发表

2.1.2 里有个错误（自己创建）

01.struct mychip {
02. struct snd_card *card;
03. ....
04.};
05.struct snd_card *card;
06.struct mychip *chip;
07.err = snd_card_create(index[dev], id[dev], THIS_MODULE, 0, &card);
08.// 专用数据记录snd_card实例
09.chip->card = card; // 这一步chip还没分配内存，
10.....
11.chip = kzalloc(sizeof(*chip), GFP_KERNEL);

Re: DroidPhone 2013-08-14 21:39发表

回复ljf10000：嗯，是的，已修改。
Thanks!

DroidPhone的专栏

欢迎各位大虾交流，本人联系方式：droid.phx@gmail.com

个人资料

DroidPhone

访问： 382342次
积分： 3434分
排名： 第2116名

原创： 46篇 转载： 0篇
译文： 4篇 评论： 356条

Linux ALSA声卡驱动之三：PCM设备的创建

分类： Linux设备驱动 Linux音频子系统 2011-04-07 21:18 17129人阅读 评论(16) 收藏 举报

linux playback struct stream file autoload

1. PCM是什么

PCM是英文Pulse-code modulation的缩写，中文译名是脉冲编码调制。我们知道在现实生活中，人耳听到的声音是模拟信号，PCM就是要把声音从模拟转换成数字信号的一种技术，他的原理简单地说就是利用一个固定的频率对模拟信号进行采样，采样后的信号在波形上看就像一串连续的幅值不一的脉冲，把这些脉冲的幅值按一定的精度进行量化，这些量化后的数值被连续地输出、传输、处理或记录到存储介质中，所有这些组成了数字音频的产生过程。

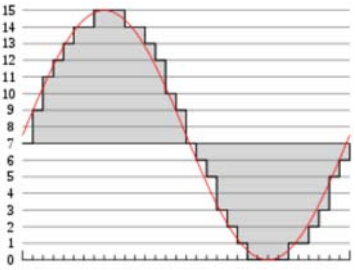


图1.1 模拟音频的采样、量化

PCM信号的两个重要指标是采样频率和量化精度，目前，CD音频的采样频率通常为44100Hz，量化精度是16bit。通常，播放音乐时，应用程序从存储介质中读取音频数据（MP3、WMA、AAC.....），经过解码后，最终送到音频驱动程序中的就是PCM数据，反过来，在录音时，音频驱动不停地把采样所得的PCM数据送回给应用程序，由应用程序完成压缩、存储等任务。所以，音频驱动的两大核心任务就是：

- playback 如何把用户空间的应用程序发过来的PCM数据，转化为人耳可以辨别的模拟音频
- capture 把mic拾取到得模拟信号，经过采样、量化，转换为PCM信号送回给用户空间的应用程序

2. alsa-driver中的PCM中间层

(18248)
Linux ALSA声卡驱动之三
(17112)
Android中的sp和wp指针
(13786)
Linux ALSA声卡驱动之七
(13061)
Android SurfaceFlinger中
(12550)

评论排行

Android Audio System 之 (49)
Linux ALSA声卡驱动之八 (30)
Android SurfaceFlinger中 (21)
Linux ALSA声卡驱动之二 (18)
Linux ALSA声卡驱动之三 (16)
Android Audio System 之 (16)
Linux中断（interrupt）子 (15)
Android中的sp和wp指针 (13)
Linux中断（interrupt）子 (12)
Android SurfaceFlinger中 (11)

推荐文章

* SharePoint 2010/2013 使用Javascript来判断权限的三种方法
* 坚持前进的方向：总结2013，规划2014
* 创业者那些鲜为人知的事情
* ListView具有多种item布局——实现微信对话列
* 实现自己的类加载时，重写方法loadClass与findClass的区别
* GDAL影像投影转换

最新评论

Linux输入子系统：多点触控协议
gocy123: 很有用，多谢分享
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
wsc_168: 楼主,您好： 现在正在移植wm8962的驱动，遇到了一些问题，请教一下您。串口信息显示已经扫描...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: @DroidPhone:感谢您的回复，我是新手，想问下这个配置的具体位置在哪里？
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
DroidPhone: @u013222557:这种情况通常是你的codec中的音频路径把Mic至HP的路径被打开了，请仔细...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: 您好： 我是一名在读研究生，最近在ALSA架构下搞嵌入式音频程序开发，遇到了一个棘手的问...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:和电源管理和音频路径相关的control需要定义为dapm control（...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: 大侠，你好！ 这两天把您的文章1-7 看了一遍，关于control这个概念在您的文章中有提到过多次...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: @DroidPhone:因为这个是wm8962的machine上的现有代码，但如果我要porting...

ALSA已经为我们实现了功能强劲的PCM中间层，自己的驱动中只要实现一些底层的需要访问硬件的函数即可。

要访问PCM的中间层代码，你首先要包含头文件<sound/pcm.h>，另外，如果需要访问一些与 hw_param相关的函数，可能也要包含<sound/pcm_params.h>。

每个声卡最多可以包含4个pcm的实例，每个pcm实例对应一个pcm设备文件。pcm实例数量的这种限制源于linux设备号所占用的位大小，如果以后使用64位的设备号，我们将可以创建更多的pcm实例。不过大多数情况下，在嵌入式设备中，一个pcm实例已经足够了。

一个pcm实例由一个playback stream和一个capture stream组成，这两个stream又分别有一个或多个substreams组成。

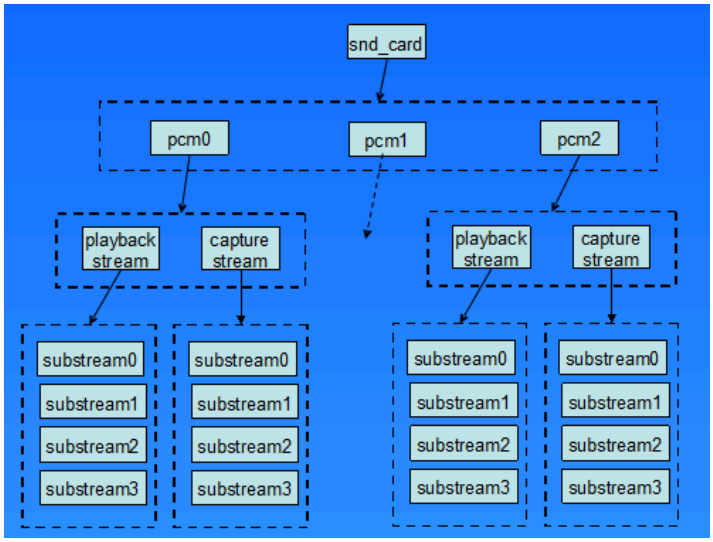


图2.1 声卡中的pcm结构

在嵌入式系统中，通常不会像图2.1中这么复杂，大多数情况下是一个声卡，一个pcm实例，pcm下面有一个playback和capture stream，playback和capture下面各自有一个substream。

下面一张图列出了pcm中间层几个重要的结构，他可以让我们从uml的角度看一看这列结构的关系，理清他们之间的关系，对我们理解pcm中间层的实现方式。

Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC
elliepfsang: @DroidPhone:关于snd_soc_dai_link结构中的代码注释中struct snd_...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:这种名字根据实际的意义自己定义就好了，只要符合常识即可。不过通常还是会和co...

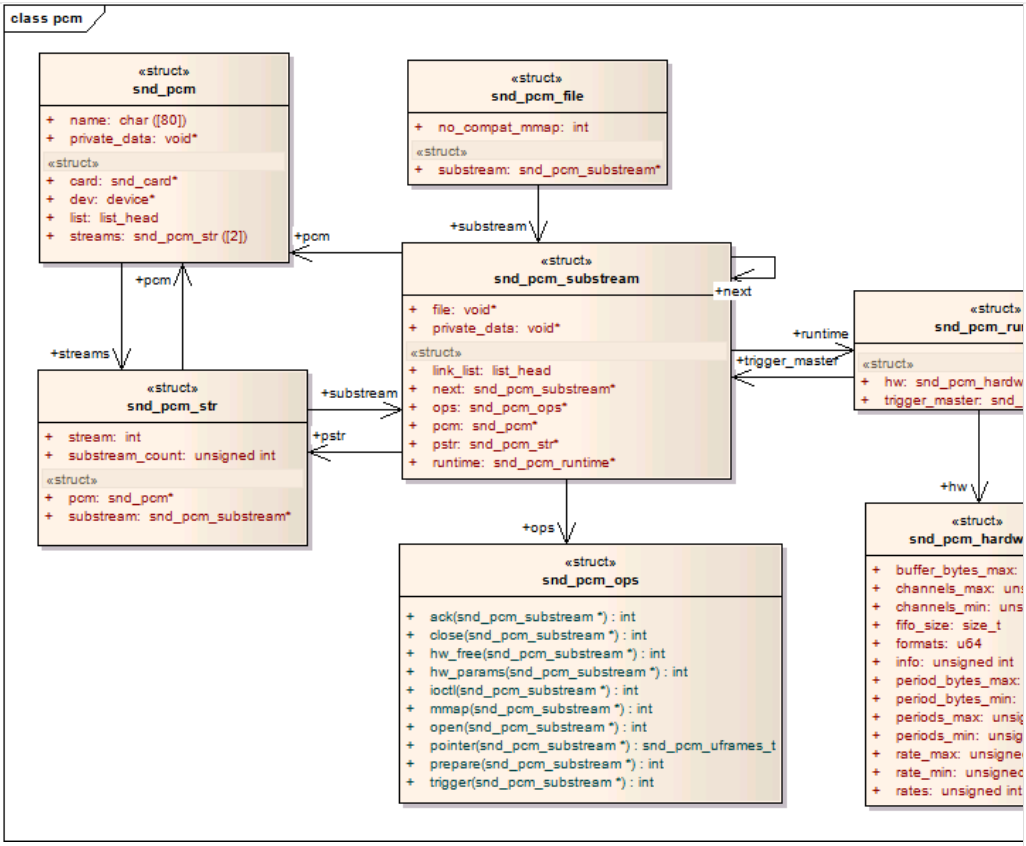


图2.2 pcm中间层的几个重要的结构体的关系图

- snd_pcm是挂在snd_card下面的一个snd_device
- snd_pcm中的字段：streams[2]，该数组中的两个元素指向两个snd_pcm_str结构，分别代表playback stream和capture stream
- snd_pcm_str中的substream字段，指向snd_pcm_substream结构
- snd_pcm_substream是pcm中间层的核心，绝大部分任务都是在substream中处理，尤其是他的ops（snd_pcm_ops）字段，许多user空间的应用程序通过alsa-lib对驱动程序的请求都是由该结构中的函数处理。它的runtime字段则指向snd_pcm_runtime结构，snd_pcm_runtime记录这substream的一些重要的软件和硬件运行环境和参数。

3. 新建一个pcm

alsa-driver的中间层已经为我们提供了新建pcm的api：

```
int snd_pcm_new(struct snd_card *card, const char *id, int device, int playback_count, int capture_count,
                struct snd_pcm ** rpcm);
```

参数device 表示目前创建的是该声卡下的第几个pcm，第一个pcm设备从0开始。

参数playback_count 表示该pcm将会有几个playback substream。

参数capture_count 表示该pcm将会有几个capture substream。

另一个用于设置pcm操作函数接口的api：

void snd_pcm_set_ops(struct snd_pcm *pcm, int direction, struct snd_pcm_ops *ops);

新建一个pcm可以用下面一张新建pcm的调用的序列图进行描述：

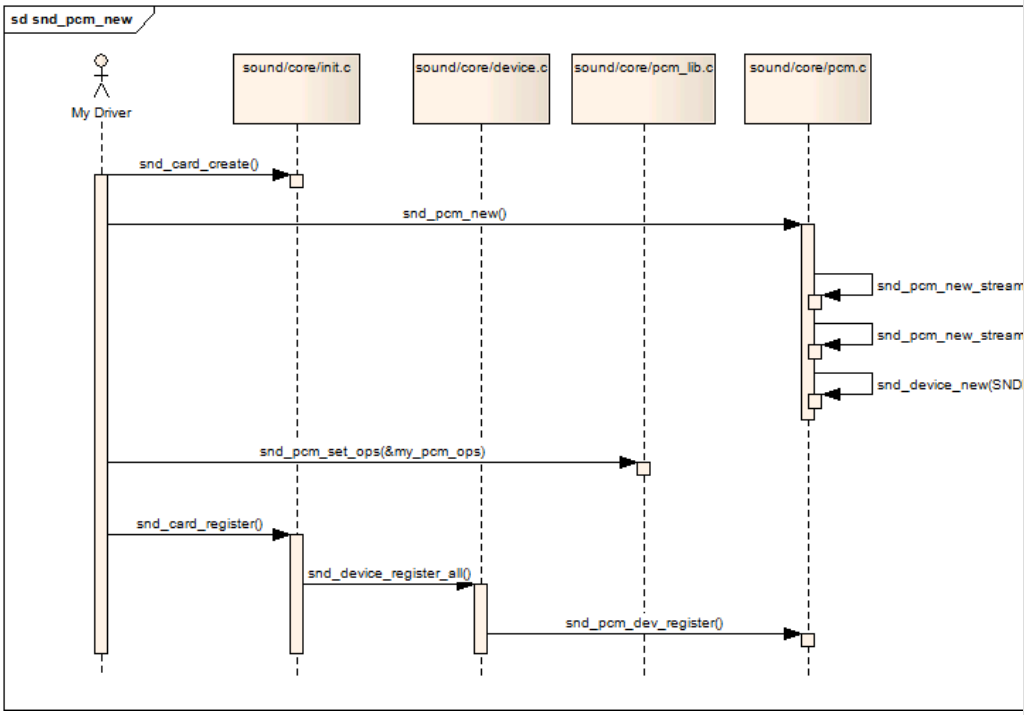


图3.1 新建pcm的序列图

- **snd_card_create**　pcm是声卡下的一个设备（部件），所以第一步是要创建一个声卡
- **snd_pcm_new**　调用该api创建一个pcm，才该api中会做以下事情
  - 如果有，建立playback stream，相应的substream也同时建立
  - 如果有，建立capture stream，相应的substream也同时建立
  - 调用snd_device_new()把该pcm挂到声卡中，参数ops中的dev_register字段指向了函数snd_pcm_dev_register，这个回调函数会在声卡的注册阶段被调用。
- **snd_pcm_set_ops**　设置操作该pcm的控制/操作接口函数，参数中的snd_pcm_ops结构中的函数通常就是我们驱动要实现的函数
- **snd_card_register**　注册声卡，在这个阶段会遍历声卡下的所有逻辑设备，并且调用各设备的注册回调函数，对于pcm，就是第二步提到的snd_pcm_dev_register函数，该回调函数建立了和用户空间应用程序（alsa-lib）通信所用的设备文件节点:/dev/snd/pcmCxxDxxp和/dev/snd/pcmCxxDxxc

4. 设备文件节点的建立（dev/snd/pcmCxxDxxp、pcmCxxDxxc）

4.1 struct snd_minor

每个snd_minor结构体保存了声卡下某个逻辑设备的上下文信息，他在逻辑设备建立阶段被填充，在逻辑设备被使用时就可以从该结构体中得到相应的信息。pcm设备也不例外，也需要使用该结构体。该结构体在include/sound/core.h中定义。

```c-sharp
struct snd_minor {
    int type;           /* SNDRV_DEVICE_TYPE_XXX */
    int card;           /* card number */
    int device;         /* device number */
    const struct file_operations *f_ops;    /* file operations */
    void *private_data;     /* private data for f_ops->open */
```

```
    struct device *dev;     /* device for sysfs */
};
```

在sound/sound.c中定义了一个snd_minor指针的全局数组：

```
[c-sharp]

static struct snd_minor *snd_minors[256];
```

前面说过，在声卡的注册阶段（snd_card_register），会调用pcm的回调函数snd_pcm_dev_register()，这个函数里会调用函数snd_register_device_for_dev()：

```
[c-sharp]

static int snd_pcm_dev_register(struct snd_device *device)
{
    ......

    /* register pcm */
    err = snd_register_device_for_dev(devtype, pcm->card,
                      pcm->device,
                  &snd_pcm_f_ops[cidx],
                  pcm, str, dev);
    ......
}
```

我们再进入snd_register_device_for_dev()：

```
[c-sharp]

int snd_register_device_for_dev(int type, struct snd_card *card, int dev,
                const struct file_operations *f_ops,
                void *private_data,
                const char *name, struct device *device)
{
    int minor;
    struct snd_minor *preg;

    if (snd_BUG_ON(!name))
        return -EINVAL;
    preg = kmalloc(sizeof *preg, GFP_KERNEL);
    if (preg == NULL)
        return -ENOMEM;
    preg->type = type;
    preg->card = card ? card->number : -1;
    preg->device = dev;
    preg->f_ops = f_ops;
    preg->private_data = private_data;
    mutex_lock(&sound_mutex);
#ifdef CONFIG_SND_DYNAMIC_MINORS
    minor = snd_find_free_minor();
#else
    minor = snd_kernel_minor(type, card, dev);
    if (minor >= 0 && snd_minors[minor])
        minor = -EBUSY;
#endif
    if (minor < 0) {
        mutex_unlock(&sound_mutex);
        kfree(preg);
        return minor;
    }
    snd_minors[minor] = preg;
    preg->dev = device_create(sound_class, device, MKDEV(major, minor),
                  private_data, "%s", name);
    if (IS_ERR(preg->dev)) {
        snd_minors[minor] = NULL;
        mutex_unlock(&sound_mutex);
        minor = PTR_ERR(preg->dev);
        kfree(preg);
        return minor;
    }

    mutex_unlock(&sound_mutex);
    return 0;
}
```

- 首先，分配并初始化一个snd_minor结构中的各字段

    - type：SNDRV_DEVICE_TYPE_PCM_PLAYBACK/SNDRV_DEVICE_TYPE_PCM_CAPTURE
    - card: card的编号
    - device：pcm实例的编号，大多数情况为0
    - f_ops：snd_pcm_f_ops
    - private_data：指向该pcm的实例
- 根据type，card和pcm的编号，确定数组的索引值minor，minor也作为pcm设备的此设备号
- 把该snd_minor结构的地址放入全局数组snd_minors[minor]中
- 最后，调用device_create创建设备节点

4.2 设备文件的建立

在4.1节的最后，设备文件已经建立，不过4.1节的重点在于snd_minors数组的赋值过程，在本节中，我们把重点放在设备文件中。

回到pcm的回调函数snd_pcm_dev_register()中：

```
[c-sharp]

static int snd_pcm_dev_register(struct snd_device *device)
{
    int cidx, err;
    char str[16];
    struct snd_pcm *pcm;
    struct device *dev;

    pcm = device->device_data;
         ......
    for (cidx = 0; cidx < 2; cidx++) {
                  ......
        switch (cidx) {
        case SNDRV_PCM_STREAM_PLAYBACK:
            sprintf(str, "pcmC%iD%ip", pcm->card->number, pcm->device);
            devtype = SNDRV_DEVICE_TYPE_PCM_PLAYBACK;
            break;
        case SNDRV_PCM_STREAM_CAPTURE:
            sprintf(str, "pcmC%iD%ic", pcm->card->number, pcm->device);
            devtype = SNDRV_DEVICE_TYPE_PCM_CAPTURE;
            break;
        }
        /* device pointer to use, pcm->dev takes precedence if
         * it is assigned, otherwise fall back to card's device
         * if possible */
        dev = pcm->dev;
        if (!dev)
            dev = snd_card_get_device_link(pcm->card);
        /* register pcm */
        err = snd_register_device_for_dev(devtype, pcm->card,
                                  pcm->device,
                                  &snd_pcm_f_ops[cidx],
                                  pcm, str, dev);
                  ......
    }
         ......
}
```

以上代码我们可以看出，对于一个pcm设备，可以生成两个设备文件，一个用于playback，一个用于capture，代码中也确定了他们的命名规则：

- playback -- pcmCxDxp，通常系统中只有一各声卡和一个pcm，它就是pcmC0D0p
- capture -- pcmCxDxc，通常系统中只有一各声卡和一个pcm，它就是pcmC0D0c

snd_pcm_f_ops

snd_pcm_f_ops是一个标准的文件系统file_operations结构数组，它的定义在sound/core/pcm_native.c中：

```c-sharp
const struct file_operations snd_pcm_f_ops[2] = {
    {
        .owner =        THIS_MODULE,
        .write =        snd_pcm_write,
        .aio_write =        snd_pcm_aio_write,
        .open =         snd_pcm_playback_open,
        .release =      snd_pcm_release,
        .llseek =       no_llseek,
        .poll =         snd_pcm_playback_poll,
        .unlocked_ioctl =   snd_pcm_playback_ioctl,
        .compat_ioctl =     snd_pcm_ioctl_compat,
        .mmap =         snd_pcm_mmap,
        .fasync =       snd_pcm_fasync,
        .get_unmapped_area =    snd_pcm_get_unmapped_area,
    },
    {
        .owner =        THIS_MODULE,
        .read =         snd_pcm_read,
        .aio_read =     snd_pcm_aio_read,
        .open =         snd_pcm_capture_open,
        .release =      snd_pcm_release,
        .llseek =       no_llseek,
        .poll =         snd_pcm_capture_poll,
        .unlocked_ioctl =   snd_pcm_capture_ioctl,
        .compat_ioctl =     snd_pcm_ioctl_compat,
        .mmap =         snd_pcm_mmap,
        .fasync =       snd_pcm_fasync,
        .get_unmapped_area =    snd_pcm_get_unmapped_area,
    }
};
```

snd_pcm_f_ops作为snd_register_device_for_dev的参数被传入，并被记录在snd_minors[minor]中的字段f_ops中。最后，在snd_register_device_for_dev中创建设备节点：

```c-sharp
snd_minors[minor] = preg;
preg->dev = device_create(sound_class, device, MKDEV(major, minor),
              private_data, "%s", name);
```

4.3 层层深入，从应用程序到驱动层pcm

4.3.1 字符设备注册

在sound/core/sound.c中有alsa_sound_init()函数，定义如下：

```c-sharp
static int __init alsa_sound_init(void)
{
    snd_major = major;
    snd_ecards_limit = cards_limit;
    if (register_chrdev(major, "alsa", &snd_fops)) {
        snd_printk(KERN_ERR "unable to register native major device number %d/n", major);
        return -EIO;
    }
    if (snd_info_init() < 0) {
        unregister_chrdev(major, "alsa");
        return -ENOMEM;
    }
    snd_info_minor_register();
    return 0;
}
```

register_chrdev中的参数major与之前创建pcm设备是device_create时的major是同一个，这样的结果是，当应用程序open设备文件/dev/snd/pcmCxDxp时，会进入snd_fops的open回调函数，我们将在下一节中讲述open的过程。

4.3.2 打开pcm设备

从上一节中我们得知，open一个pcm设备时，将会调用snd_fops的open回调函数，我们先看看snd_fops的定义：

```
[c-sharp]

static const struct file_operations snd_fops =
{
    .owner =    THIS_MODULE,
    .open =     snd_open
};
```

跟入snd_open函数，它首先从inode中取出此设备号，然后以次设备号为索引，从snd_minors全局数组中取出当初注册pcm设备时填充的snd_minor结构（参看4.1节的内容），然后从snd_minor结构中取出pcm设备的f_ops，并且把file->f_op替换为pcm设备的f_ops，紧接着直接调用pcm设备的f_ops->open()，然后返回。因为file->f_op已经被替换，以后，应用程序的所有read/write/ioctl调用都会进入pcm设备自己的回调函数中，也就是4.2节中提到的snd_pcm_f_ops结构中定义的回调。

```
[c-sharp]

static int snd_open(struct inode *inode, struct file *file)
{
    unsigned int minor = iminor(inode);
    struct snd_minor *mptr = NULL;
    const struct file_operations *old_fops;
    int err = 0;

    if (minor >= ARRAY_SIZE(snd_minors))
        return -ENODEV;
    mutex_lock(&sound_mutex);
    mptr = snd_minors[minor];
    if (mptr == NULL) {
        mptr = autoload_device(minor);
        if (!mptr) {
            mutex_unlock(&sound_mutex);
            return -ENODEV;
        }
    }
    old_fops = file->f_op;
    file->f_op = fops_get(mptr->f_ops);
    if (file->f_op == NULL) {
        file->f_op = old_fops;
        err = -ENODEV;
    }
    mutex_unlock(&sound_mutex);
    if (err < 0)
        return err;

    if (file->f_op->open) {
        err = file->f_op->open(inode, file);
        if (err) {
            fops_put(file->f_op);
            file->f_op = fops_get(old_fops);
        }
    }
    fops_put(old_fops);
    return err;
}
```

下面的序列图展示了应用程序如何最终调用到snd_pcm_f_ops结构中的回调函数：

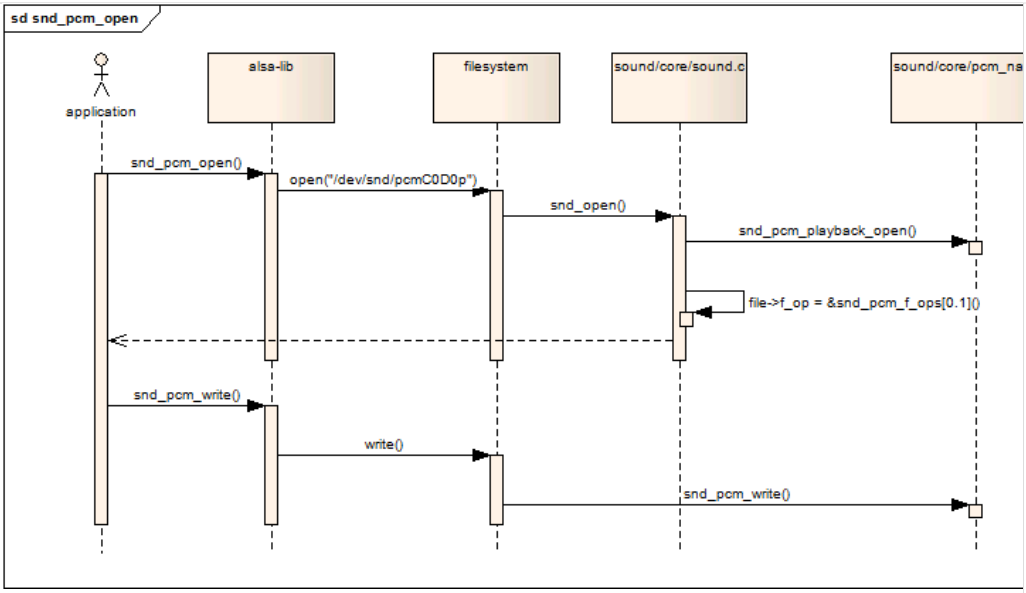


图4.3.2.1　应用程序操作pcm设备

更多　1

上一篇：Linux ALSA声卡驱动之二：声卡的创建

下一篇：Linux ALSA声卡驱动之四：Control设备的创建

查看评论

15楼 hello_xiaowen 2013-11-11 11:45发表

这是我看过的关于ALSA最好的文章

14楼 BBQLOVEYOU 2013-07-02 10:00发表

牛人！

13楼 裂空 2013-06-17 11:54发表

赞一个！

12楼 fjbwinston 2013-06-04 21:37发表

顶一个！！！

11楼 vito_coleone 2013-05-26 20:20发表

真的讲的很好，十分感谢。

10楼 kuangreng 2012-09-21 15:59发表

第二遍阅读，十分感谢！

9楼 dongshengzou95 2012-08-23 17:27发表

看到这里我已经忍不住要说两句了，楼主能把这么复杂的alsa驱动讲解的这么清楚，思路如此清晰，佩服！我之前好几个疑惑，都在这里能找到精确的答案，感激！

8楼 kuangreng 2012-05-24 12:04发表

正在学习，讲得非常好，十分感谢！！！

7楼 A__VS__Z 2012-03-15 16:13发表

的确好，

DroidPhone的专栏

欢迎各位大虾交流，本人联系方式：droid.phx@gmail.com

个人资料

DroidPhone

访问： 382342次

积分： 3434分

排名： 第2116名

原创： 46篇 转载： 0篇

译文： 4篇 评论： 356条

Linux ALSA声卡驱动之四：Control设备的创建

分类： Linux设备驱动 Linux音频子系统 2011-05-10 19:41 12044人阅读 评论(8) 收藏 举报

linux playback struct access codec integer

目录(?) [-]

Control接口

Control接口主要让用户空间的应用程序（alsa-lib）可以访问和控制音频codec芯片中的多路开关，滑动控件等。对于Mixer（混音）来说，Control接口显得尤为重要，从ALSA 0.9.x版本开始，所有的mixer工作都是通过control接口的API来实现的。

ALSA已经为AC97定义了完整的控制接口模型，如果你的Codec芯片只支持AC97接口，你可以不用关心本节的内容。

<sound/control.h>定义了所有的Control API。如果你要为你的codec实现自己的controls，请在代码中包含该头文件。

Controls的定义

要自定义一个Control，我们首先要定义3各回调函数：info，get和put。然后，定义一个snd_kcontrol_new结构：

```c-sharp
static struct snd_kcontrol_new my_control __devinitdata = {
    .iface = SNDRV_CTL_ELEM_IFACE_MIXER,
    .name = "PCM Playback Switch",
    .index = 0,
    .access = SNDRV_CTL_ELEM_ACCESS_READWRITE,
    .private_value = 0xffff,
    .info = my_control_info,
    .get = my_control_get,
    .put = my_control_put
};
```

Linux ALSA声卡驱动之三 (18248)
Android中的sp和wp指针 (17112)
Linux ALSA声卡驱动之七 (13786)
Android SurfaceFlinger中 (13061)
(12550)

评论排行

Android Audio System 之 (49)
Linux ALSA声卡驱动之八 (30)
Android SurfaceFlinger中 (21)
Linux ALSA声卡驱动之二 (18)
Linux ALSA声卡驱动之三 (16)
Android Audio System 之 (16)
Linux中断（interrupt）子 (15)
Android中的sp和wp指针 (13)
Linux中断（interrupt）子 (12)
Android SurfaceFlinger中 (11)

推荐文章

* SharePoint 2010/2013 使用Javascript来判断权限的三种方法
* 坚持前进的方向：总结2013，规划2014
* 创业者那些鲜为人知的事情
* ListView具有多种item布局——实现微信对话列
* 实现自己的类加载时，重写方法loadClass与findClass的区别
* GDAL影像投影转换

最新评论

Linux输入子系统：多点触控协议
gocy123: 很有用，多谢分享
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
wsc_168: 楼主,您好： 现在正在移植wm8962的驱动，遇到了一些问题，请教一下您。串口信息显示已经扫描...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: @DroidPhone:感谢您的回复，我是新手，想问下这个配置的具体位置在哪里？
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
DroidPhone: @u013222557:这种情况通常是你的codec中的音频路径把Mic至HP的路径被打开了，请仔细...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: 您好： 我是一名在读研究生，最近在ALSA架构下搞嵌入式音频程序开发，遇到了一个棘手的问...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:和电源管理和音频路径相关的control需要定义为dapm control（...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: 大侠，你好！ 这两天把您的文章1-7 看了一遍，关于control这个概念在您的文章中有提到过多次...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: @DroidPhone:因为这个是wm8962的machine上的现有代码，但如果我要porting...

iface字段指出了control的类型，alsa定义了几种类型（SNDDRV_CTL_ELEM_IFACE_XXX），常用的类型是MIXER，当然也可以定义属于全局的CARD类型，也可以定义属于某类设备的类型，例如HWDEP，PCMRAWMIDI，TIMER等，这时需要在device和subdevice字段中指出卡的设备逻辑编号。

name字段是该control的名字，从ALSA 0.9.x开始，control的名字是变得比较重要，因为control的作用是按名字来归类的。ALSA已经预定义了一些control的名字，我们再Control Name一节详细讨论。

index字段用于保存该control的在该卡中的编号。如果声卡中有不止一个codec，每个codec中有相同名字的control，这时我们可以通过index来区分这些controls。当index为0时，则可以忽略这种区分策略。

access字段包含了该control的访问类型。每一个bit代表一种访问类型，这些访问类型可以多个“或”运算组合在一起。

private_value字段包含了一个任意的长整数类型值。该值可以通过info，get，put这几个回调函数访问。你可以自己决定如何使用该字段，例如可以把它拆分成多个位域，又或者是一个指针，指向某一个数据结构。

tlv字段为该control提供元数据。

Control的名字

control的名字需要遵循一些标准，通常可以分成3部分来定义control的名字：源--方向--功能。

- 源，可以理解为该control的输入端，alsa已经预定义了一些常用的源，例如：Master，PCM，CD，Line等等。
- 方向，代表该control的数据流向，例如：Playback，Capture，Bypass，Bypass Capture等等，也可以不定义方向，这时表示该Control是双向的（playback和capture）。
- 功能，根据control的功能，可以是以下字符串：Switch，Volume，Route等等。

也有一些命名上的特例：

- **全局的capture和playback** "Capture Source"，"Capture Volume"，"Capture Switch"，它们用于全局的capture source，switch和volume。同理，"Playback Volume"，"Playback Switch"，它们用于全局的输出switch和volume。
- **Tone-controles** 音调控制的开关和音量命名为：Tone Control - XXX，例如，"Tone Control - Switch"，"Tone Control - Bass"，"Tone Control - Center"。
- **3D controls** 3D控件的命名规则：，"3D Control - Switch"，"3D Control - Center"，"3D Control - Space"。
- **Mic boost** 麦克风音量加强控件命名为："Mic Boost"或"Mic Boost(6dB)"。

访问标志（ACCESS Flags）

Access字段是一个bitmask，它保存了改control的访问类型。默认的访问类型是：SNDDRV_CTL_ELEM_ACCESS_READWRITE，表明该control支持读和写操作。如果access字段没有定义（.access==0），此时也认为是READWRITE类型。

如果是一个只读control，access应该设置为：SNDDRV_CTL_ELEM_ACCESS_READ，这时，我们不必定义put回调函数。类似地，如果是只写control，access应该设置为：SNDDRV_CTL_ELEM_ACCESS_WRITE，这时，我们不必定义get回调函数。

Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC
elliepfsang: @DroidPhone:关于snd_soc_dai_link结构中的代码注释中struct snd_...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:这种名字根据实际的意义自己定义就好了，只要符合常识即可。不过通常还是会和co...

如果control的值会频繁地改变（例如：电平表），我们可以使用VOLATILE类型，这意味着该control会在没有通知的情况下改变，应用程序应该定时地查询该control的值。

回调函数

info回调函数

info回调函数用于获取control的详细信息。它的主要工作就是填充通过参数传入的snd_ctl_elem_info对象，以下例子是一个具有单个元素的boolean型control的info回调：

```c-sharp
static int snd_myctl_mono_info(struct snd_kcontrol *kcontrol,
    struct snd_ctl_elem_info *uinfo)
{
    uinfo->type = SNDRV_CTL_ELEM_TYPE_BOOLEAN;
    uinfo->count = 1;
    uinfo->value.integer.min = 0;
    uinfo->value.integer.max = 1;
    return 0;
}
```

type字段指出该control的值类型，值类型可以是BOOLEAN, INTEGER, ENUMERATED, BYTES,IEC958和INTEGER64之一。count字段指出了改control中包含有多少个元素单元，比如，立体声的音量control左右两个声道的音量值，它的count字段等于2。value字段是一个联合体（union），value的内容和control的类型有关。其中，boolean和integer类型是相同的。

ENUMERATED类型有些特殊。它的value需要设定一个字符串和字符串的索引，请看以下例子：

```c-sharp
static int snd_myctl_enum_info(struct snd_kcontrol *kcontrol,
struct snd_ctl_elem_info *uinfo)
{
    static char *texts[4] = {
        "First", "Second", "Third", "Fourth"
    };
    uinfo->type = SNDRV_CTL_ELEM_TYPE_ENUMERATED;
    uinfo->count = 1;
    uinfo->value.enumerated.items = 4;
    if (uinfo->value.enumerated.item > 3)
        uinfo->value.enumerated.item = 3;
    strcpy(uinfo->value.enumerated.name,
        texts[uinfo->value.enumerated.item]);
    return 0;
}
```

alsa已经为我们实现了一些通用的info回调函数，例如：snd_ctl_boolean_mono_info()，snd_ctl_boolean_stereo_info()等等。

get回调函数

该回调函数用于读取control的当前值，并返回给用户空间的应用程序。

```c-sharp
static int snd_myctl_get(struct snd_kcontrol *kcontrol,
    struct snd_ctl_elem_value *ucontrol)
{
    struct mychip *chip = snd_kcontrol_chip(kcontrol);
    ucontrol->value.integer.value[0] = get_some_value(chip);
    return 0;
}
```

value字段的赋值依赖于control的类型（如同info回调）。很多声卡的驱动利用它存储硬件寄存器的地址、bit-shift和bit-mask，这时，private_value字段可以按以下例子进行设置：

```
.private_value = reg | (shift << 16) | (mask << 24);
```

然后，get回调函数可以这样实现：

```
static int snd_sbmixer_get_single(struct snd_kcontrol *kcontrol,
   struct snd_ctl_elem_value *ucontrol)

{
   int reg = kcontrol->private_value & 0xff;
   int shift = (kcontrol->private_value >> 16) & 0xff;
   int mask = (kcontrol->private_value >> 24) & 0xff;
   ....

   //根据以上的值读取相应寄存器的值并填入value中
}
```

如果control的count字段大于1，表示control有多个元素单元，get回调函数也应该为value填充多个数值。

put回调函数

put回调函数用于把应用程序的控制值设置到control中。

```c-sharp
static int snd_myctl_put(struct snd_kcontrol *kcontrol,
    struct snd_ctl_elem_value *ucontrol)
{
    struct mychip *chip = snd_kcontrol_chip(kcontrol);
    int changed = 0;
    if (chip->current_value !=
        ucontrol->value.integer.value[0]) {
        change_current_value(chip,
        ucontrol->value.integer.value[0]);
        changed = 1;
    }
    return changed;
}
```

如上述例子所示，当control的值被改变时，put回调必须要返回1，如果值没有被改变，则返回0。如果发生了错误，则返回一个负数的错误号。

和get回调一样，当control的count大于1时，put回调也要处理多个control中的元素值。

创建Controls

当把以上讨论的内容都准备好了以后，我们就可以创建我们自己的control了。alsa-driver为我们提供了两个用于创建control的API：

- snd_ctl_new1()
- snd_ctl_add()

我们可以用以下最简单的方式创建control：

```c-sharp
err = snd_ctl_add(card, snd_ctl_new1(&my_control, chip));
if (err < 0)
    return err;
```

在这里，my_control是一个之前定义好的snd_kcontrol_new对象，chip对象将会被赋值在kcontrol->private_data字段，该字段可以在回调函数中访问。

snd_ctl_new1()会分配一个新的snd_kcontrol实例，并把my_control中相应的值复制到该实例中，所以，在定义my_control时，通常我们可以加上__devinitdata前缀。snd_ctl_add则把该control绑定到声卡对象card当中。

元数据（Metadata）

很多mixer control需要提供以dB为单位的信息，我们可以使用DECLARE_TLV_xxx宏来定义一些包含这种信息的变量，然后把control的tlv.p字段指向这些变量，最后，在access字段中加上SNDRV_CTL_ELEM_ACCESS_TLV_READ标志，就像这样：

```
static DECLARE_TLV_DB_SCALE(db_scale_my_control, -4050, 150, 0);

static struct snd_kcontrol_new my_control __devinitdata = {
   ...
   .access = SNDRV_CTL_ELEM_ACCESS_READWRITE |
         SNDRV_CTL_ELEM_ACCESS_TLV_READ,
   ...
   .tlv.p = db_scale_my_control,
};
```

DECLARE_TLV_DB_SCALE宏定义的mixer control，它所代表的值按一个固定的dB值的步长变化。该宏的第一个参数是要定义变量的名字，第二个参数是最小值，以0.01dB为单位。第三个参数是变化的步长，也是以0.01dB为单位。如果该control处于最小值时会做出mute时，需要把第四个参数设为1。

DECLARE_TLV_DB_LINEAR宏定义的mixer control，它的输出随值的变化而线性变化。 该宏的第一个参数是要定义变量的名字，第二个参数是最小值，以0.01dB为单位。第二个参数是最大值，以0.01dB为单位。如果该control处于最小值时会做出mute时，需要把第二个参数设为TLV_DB_GAIN_MUTE。

这两个宏实际上就是定义一个整形数组，所谓tlv，就是Type-Lenght-Value的意思，数组的第0各元素代表数据的类型，第1个元素代表数据的长度，第三个元素和之后的元素保存该变量的数据。

Control设备的建立

Control设备和PCM设备一样，都属于声卡下的逻辑设备。用户空间的应用程序通过alsa-lib访问该Control设备，读取或控制control的控制状态，从而达到控制音频Codec进行各种Mixer等控制操作。

Control设备的创建过程大体上和PCM设备的创建过程相同。详细的创建过程可以参考本博的另一篇文章：Linux音频驱动之三：PCM设备的创建。下面我们只讨论有区别的地方。

我们需要在我们的驱动程序初始化时主动调用snd_pcm_new()函数创建pcm设备，而control设备则在

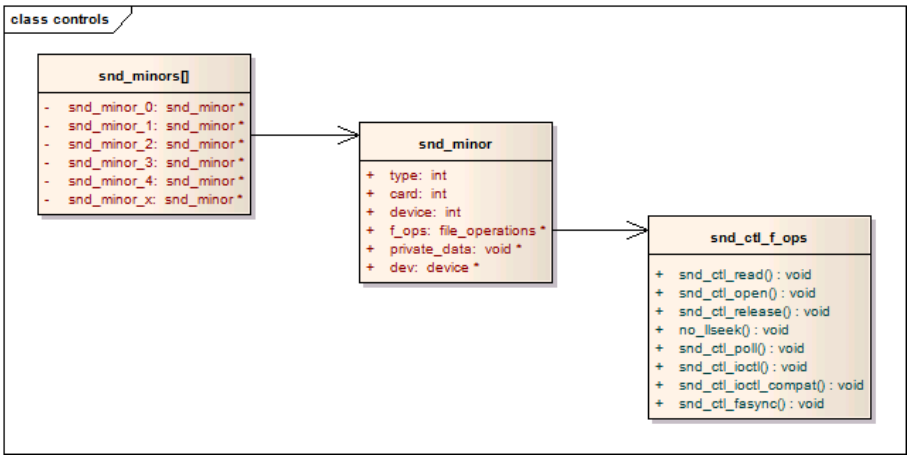
snd_card_create()内被创建，snd_card_create()通过调用snd_ctl_create()函数创建control设备节点。所以我们无需显式地创建control设备，只要建立声卡，control设备被自动地创建。

和pcm设备一样，control设备的名字遵循一定的规则：controlCxx，这里的xx代表声卡的编号。我们也可以通过代码正是这一点，下面的是snd_ctl_dev_register()函数的代码：

```c-sharp
/*
 * registration of the control device
 */
static int snd_ctl_dev_register(struct snd_device *device)
{
    struct snd_card *card = device->device_data;
    int err, cardnum;
    char name[16];

    if (snd_BUG_ON(!card))
        return -ENXIO;
    cardnum = card->number;
    if (snd_BUG_ON(cardnum < 0 || cardnum >= SNDRV_CARDS))
        return -ENXIO;
        /* control设备的名字 */
    sprintf(name, "controlC%i", cardnum);
    if ((err = snd_register_device(SNDRV_DEVICE_TYPE_CONTROL, card, -1,
                        &snd_ctl_f_ops, card, name)) < 0)
        return err;
    return 0;
}
```

snd_ctl_dev_register()函数会在snd_card_register()中，即声卡的注册阶段被调用。注册完成后，control设备的相关信息被保存在snd_minors[]数组中，用control设备的此设备号作索引，即可在snd_minors[]数组中找出相关的信息。注册完成后的数据结构关系可以用下图进行表述：



control设备的操作函数入口

用户程序需要打开control设备时，驱动程序通过snd_minors[]全局数组和此设备号，可以获得snd_ctl_f_ops结构中的各个回调函数，然后通过这些回调函数访问control中的信息和数据（最终会调用control的几个回调函数get，put，info）。详细的代码我就不贴了，大家可以读一下代码：/sound/core/control.c。

更多 2

上一篇：Linux ALSA声卡驱动之三：PCM设备的创建

下一篇：基于Android的Linux内核的电源管理：概述

DroidPhone的专栏

欢迎各位大虾交流，本人联系方式：droid.phx@gmail.com

个人资料

DroidPhone

访问： 382343次

积分： 3434分

排名： 第2116名

原创： 46篇 转载： 0篇

译文： 4篇 评论： 356条

Linux ALSA声卡驱动之五：移动设备中的ALSA（ASoC）

分类： Linux设备驱动 Linux音频子系统 2012-01-17 14:16 10045人阅读 评论(6) 收藏 举报

linux codec 数据结构 嵌入式 工作 平台

目录(?) [-]

1. ASoC的由来

ASoC--ALSA System on Chip，是建立在标准ALSA驱动层上，为了更好地支持嵌入式处理器和移动设备中的音频Codec的一套软件体系。在ASoc出现之前，内核对于SoC中的音频已经有部分的支持，不过会有一些局限性：

- Codec驱动与SoC CPU的底层耦合过于紧密，这种不理想会导致代码的重复，例如，仅是wm8731的驱动，当时Linux中有分别针对4个平台的驱动代码。
- 音频事件没有标准的方法来通知用户，例如耳机、麦克风的插拔和检测，这些事件在移动设备中是非常普通的，而且通常都需要特定于机器的代码进行重新对音频路劲进行配置。
- 当进行播放或录音时，驱动会让整个codec处于上电状态，这对于PC没问题，但对于移动设备来说，这意味着浪费大量的电量。同时也不支持通过改变过取样频率和偏置电流来达到省电的目的。

ASoC正是为了解决上述种种问题而提出的，目前已经被整合至内核的代码树中：sound/soc。ASoC不能单独存在，他只是建立在标准ALSA驱动上的一个它必须和标准的ALSA驱动框架相结合才能工作。

/**/

声明：本博内容均由http://blog.csdn.net/droidphone原创，转载请注明出处，谢谢！

/**/

2. 硬件架构

通常，就像软件领域里的抽象和重用一样，嵌入式设备的音频系统可以被划分为板载硬件（Machine）、Soc（Platform）、Codec三大部分，如下图所示：

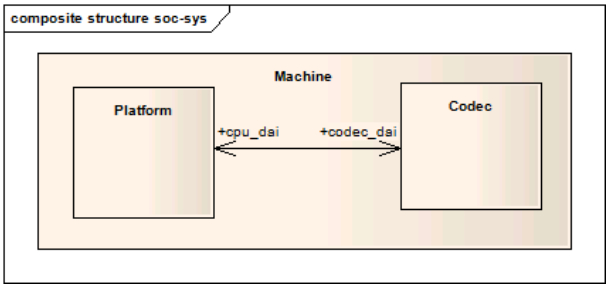


图2.1 音频系统结构

- **Machine** 是指某一款机器，可以是某款设备，某款开发板，又或者是某款智能手机，由此可以看出Machine几乎是不可重用的，每个Machine上的硬件实现可能都不一样，CPU不一样，Codec不一样，音频

Linux ALSA声卡驱动之三 (18248)
Android中的sp和wp指针 (17112)
Linux ALSA声卡驱动之七 (13786)
Android SurfaceFlinger中 (13061)
(12550)

评论排行

Android Audio System 之 (49)
Linux ALSA声卡驱动之八 (30)
Android SurfaceFlinger中 (21)
Linux ALSA声卡驱动之二 (18)
Linux ALSA声卡驱动之三 (16)
Android Audio System 之 (16)
Linux中断（interrupt）子 (15)
Android中的sp和wp指针 (13)
Linux中断（interrupt）子 (12)
Android SurfaceFlinger中 (11)

推荐文章

* SharePoint 2010/2013 使用Javascript来判断权限的三种方法
* 坚持前进的方向：总结2013，规划2014
* 创业者那些鲜为人知的事情
* ListView具有多种item布局——实现微信对话列
* 实现自己的类加载时，重写方法loadClass与findClass的区别
* GDAL影像投影转换

最新评论

Linux输入子系统：多点触控协议
gocy123: 很有用，多谢分享

ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
wsc_168: 楼主,您好： 现在正在移植wm8962的驱动，遇到了一些问题，请教一下您。串口信息显示已经扫描...

Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: @DroidPhone:感谢您的回复，我是新手，想问下这个配置的具体位置在哪里？

Linux ALSA声卡驱动之五：移动
DroidPhone: @u013222557:这种情况通常是你的codec中的音频路径把Mic至HP的路径被打开了，请仔细...

Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: 您好： 我是一名在读研究生，最近在ALSA架构下搞嵌入式音频程序开发，遇到了一个棘手的问...

ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:和电源管理和音频路径相关的control需要定义为dapm control（...

ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: 大侠，你好！ 这两天把您的文章1-7 看了一遍，关于control这个概念在您的文章中有提到过多次...

ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: @DroidPhone:因为这个是wm8962的machine上的现有代码，但如果我要porting...

的输入、输出设备也不一样，Machine为CPU、Codec、输入输出设备提供了一个载体。

- **Platform** 一般是指某一个SoC平台，比如pxaxxx,s3cxxxx,omapxxx等等，与音频相关的通常包含该SoC中的时钟、DMA、I2S、PCM等等，只要指定了SoC，那么我们可以认为它会有一个对应的Platform，它只与SoC相关，与Machine无关，这样我们就可以把Platform抽象出来，使得同一款SoC不用做任何的改动，就可以用在不同的Machine中。实际上，把Platform认为是某个SoC更好理解。
- **Codec** 字面上的意思就是编解码器，Codec里面包含了I2S接口、D/A、A/D、Mixer、PA（功放），通常包含多种输入（Mic、Line-in、I2S、PCM）和多个输出（耳机、喇叭、听筒，Line-out），Codec和Platform一样，是可重用的部件，同一个Codec可以被不同的Machine使用。嵌入式Codec通常通过I2C对内部的寄存器进行控制。

3. 软件架构

在软件层面，ASoC也把嵌入式设备的音频系统同样分为3大部分，Machine，Platform和Codec。

- **Codec驱动** ASoC中的一个重要设计原则就是要求Codec驱动是平台无关的，它包含了一些音频的控件（Controls），音频接口，DAMP（动态音频电源管理）的定义和某些Codec IO功能。为了保证硬件无关性，任何特定于平台和机器的代码都要移到Platform和Machine驱动中。所有的Codec驱动都要提供以下特性：
  - Codec DAI 和 PCM的配置信息；
  - Codec的IO控制方式（I2C，SPI等）；
  - Mixer和其他的音频控件；
  - Codec的ALSA音频操作接口；

  必要时，也可以提供以下功能：

  - DAPM描述信息；
  - DAPM事件处理程序；
  - DAC数字静音控制
- **Platform驱动** 它包含了该SoC平台的音频DMA和音频接口的配置和控制（I2S，PCM，AC97等等）；它也不能包含任何与板子或机器相关的代码。
- **Machine驱动** Machine驱动负责处理机器特有的一些控件和音频事件（例如，当播放音频时，需要先行打开一个放大器）；单独的Platform和Codec驱动是不能工作的，它必须由Machine驱动把它们结合在一起才能完成整个设备的音频处理工作。

4. 数据结构

整个ASoC是由一些列数据结构组成，要搞清楚ASoC的工作机理，必须要理解这一系列数据结构之间的关系和作用，下面的关系图展示了ASoC中重要的数据结构之间的关联方式：

Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC
elliepfsang: @DroidPhone:关于snd_soc_dai_link结构中的代码注释中struct snd_...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:这种名字根据实际的意义自己定义就好了，只要符合常识即可。不过通常还是会和co...

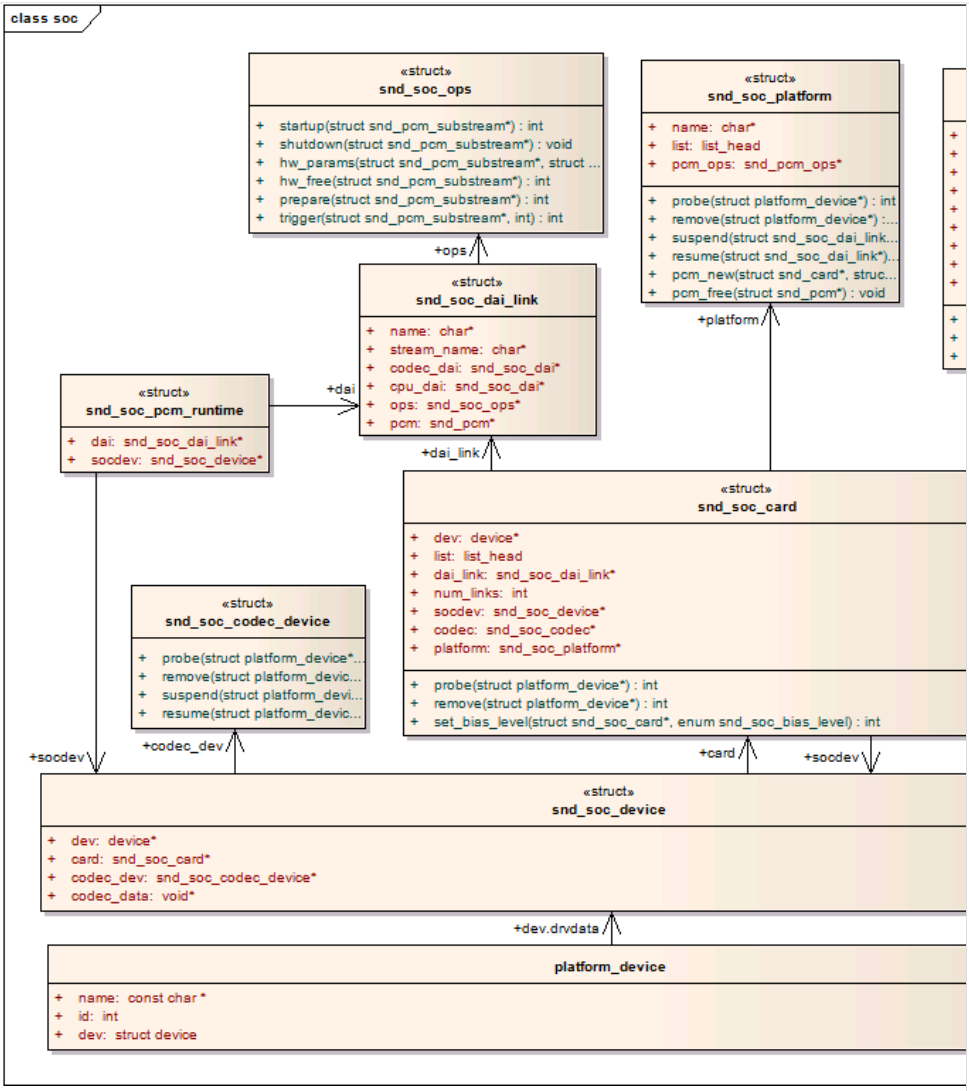


图4.1 Kernel-2.6.35-ASoC中各个结构的静态关系

ASoC把声卡实现为一个Platform Device，然后利用Platform_device结构中的dev字段：dev.drvdata，它实际上指向一个snd_soc_device结构。可以认为snd_soc_device是整个ASoC数据结构的根本，由他开始，引出一系列的数据结构用于表述音频的各种特性和功能。snd_soc_device结构引出了snd_soc_card和soc_codec_device两个结构，然后snd_soc_card又引出了snd_soc_platform、snd_soc_dai_link和snd_soc_codec结构。如上所述，ASoC被划分为Machine、Platform和Codec三大部分，如果从这些数据结构看来，snd_codec_device和snd_soc_card代表着Machine驱动，snd_soc_platform则代表着Platform驱动，snd_soc_codec和soc_codec_device则代表了Codec驱动，而snd_soc_dai_link则负责连接Platform和Codec。

5. 3.0版内核对ASoC的改进

本来写这篇文章的时候参考的内核版本是2.6.35，不过有CSDN的朋友提出在内核版本3.0版本中，ASoC做了较大的变化。故特意下载了3.0的代码，发现确实有所变化，下面先贴出数据结构的静态关系图：

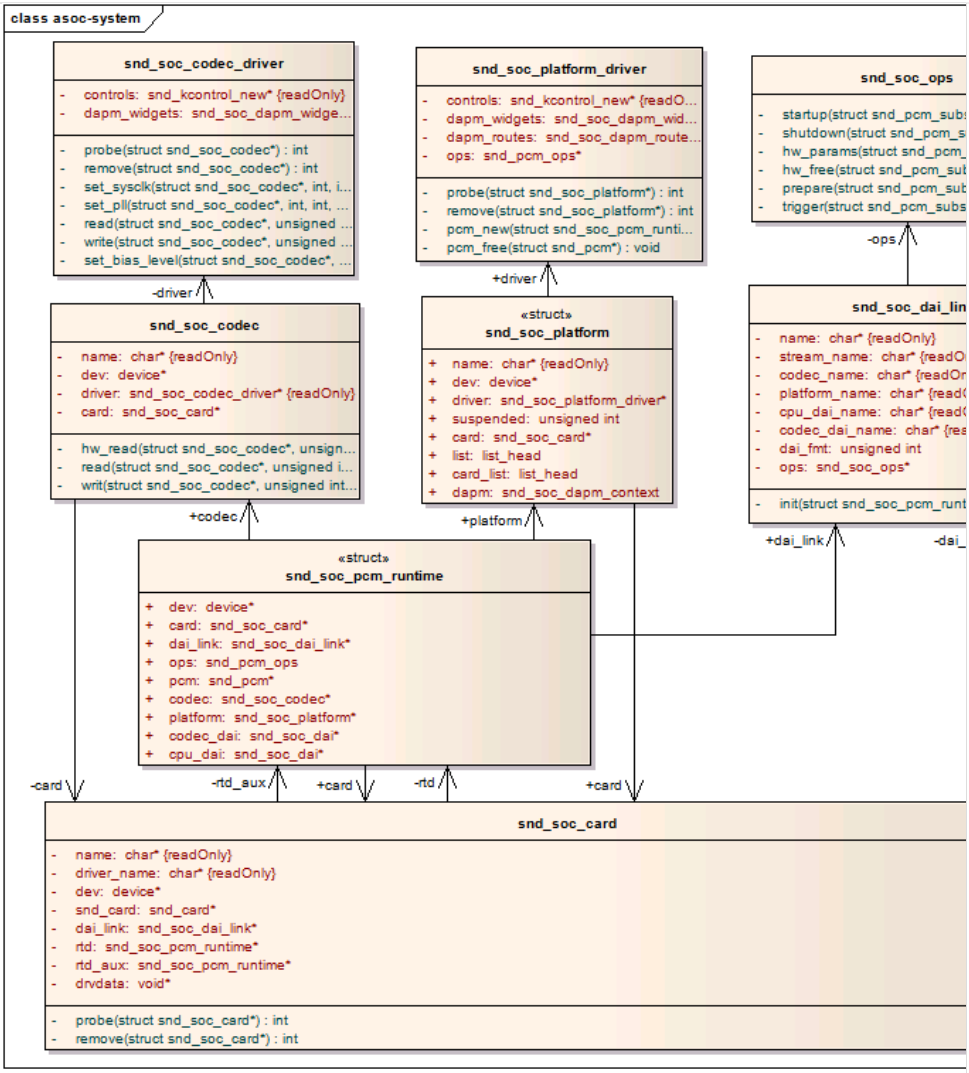


图5.1　Kernel 3.0中的ASoC数据结构

由上图我们可以看出，3.0中的数据结构更为合理和清晰，取消了snd_soc_device结构，直接用snd_soc_card取代了它，并且强化了snd_soc_pcm_runtime的作用，同时还增加了另外两个数据结构snd_soc_codec_driver和snd_soc_platform_driver，用于明确代表Codec驱动和Platform驱动。

后续的章节中将会逐一介绍Machine和Platform以及Codec驱动的工作细节和关联。

更多　1

上一篇：翻译：Linux的电源管理架构

下一篇：Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC架构中的Machine

查看评论

4楼 slcsss 4天前 10:09发表

您好：
我是一名在读研究生，最近在ALSA架构下搞嵌入式音频程序开发，遇到了一个棘手的问题，望您赐教
开发环境是ubuntu11.04，内核是2.6.38，开发板是S3C2440+UDA1341。
程序很简单，实现的功能就是录音和播放，但是在只运行录音程序时，也就是只调用snd_pcm_readi()这个函数时，虽然能够录音（生成wav文件），但同时也能在耳机里听到所录的声音，但是我并没有调用snd_pcm_writei()这个函数。利用lsof -g 命令查看，发现录音程序运行时只调用了pcmC0D0c这个设备，并没有pcmC0D0p这个设备，所以感觉是不是底层DMA通道配置出了问题，但是这个通道应该怎样修改我就不太清楚了。
望您给出一些建议，谢谢了！！！！

Re: DroidPhone 4天前 10:45发表

DroidPhone的专栏

欢迎各位大虾交流，本人联系方式：droid.phx@gmail.com

个人资料

DroidPhone

访问： 382349次
积分： 3434分
排名： 第2116名

原创： 46篇 转载： 0篇
译文： 4篇 评论： 356条

Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC架构中的Machine

分类： Linux设备驱动 Linux音频子系统 2012-02-03 19:09 11924人阅读 评论(10) 收藏 举报

linux codec playback list 数据结构 struct

目录(?) [-]

前面一节的内容我们提到，ASoC被分为Machine、Platform和Codec三大部分，其中的Machine驱动负责Platform和Codec之间的耦合以及部分和设备或板子特定的代码，再次引用上一节的内容：Machine驱动负责处理机器特有的一些控件和音频事件（例如，当播放音频时，需要先行打开一个放大器）；单独的Platform和Codec驱动是不能工作的，它必须由Machine驱动把它们结合在一起才能完成整个设备的音频处理工作。

ASoC的一切都从Machine驱动开始，包括声卡的注册，绑定Platform和Codec驱动等等，下面就让我们从Machine驱动开始讨论吧。

1. 注册Platform Device

ASoC把声卡注册为Platform Device，我们以装配有WM8994的一款Samsung的开发板SMDK为例子做说明，WM8994是一颗Wolfson生产的多功能Codec芯片。

代码的位于：/sound/soc/samsung/smdk_wm8994.c，我们关注模块的初始化函数：

```cpp
static int __init smdk_audio_init(void)
{
    int ret;

    smdk_snd_device = platform_device_alloc("soc-audio", -1);
    if (!smdk_snd_device)
        return -ENOMEM;

    platform_set_drvdata(smdk_snd_device, &smdk);

    ret = platform_device_add(smdk_snd_device);
    if (ret)
        platform_device_put(smdk_snd_device);

    return ret;
}
```

由此可见，模块初始化时，注册了一个名为soc-audio的Platform设备，同时把smdk设到platform_device结构的dev.drvdata字段中，这里引出了第一个数据结构snd_soc_card的实例smdk，他的定义如下：

Linux ALSA声卡驱动之三 (18248)
Android中的sp和wp指针 (17112)
Linux ALSA声卡驱动之七 (13786)
Android SurfaceFlinger中 (13061)
(12550)

评论排行

Android Audio System 之 (49)
Linux ALSA声卡驱动之八 (30)
Android SurfaceFlinger中 (21)
Linux ALSA声卡驱动之二 (18)
Linux ALSA声卡驱动之三 (16)
Android Audio System 之 (16)
Linux中断（interrupt）子 (15)
Android中的sp和wp指针 (13)
Linux中断（interrupt）子 (12)
Android SurfaceFlinger中 (11)

推荐文章

* SharePoint 2010/2013 使用Javascript来判断权限的三种方法
* 坚持前进的方向：总结2013，规划2014
* 创业者那些鲜为人知的事情
* ListView具有多种item布局——实现微信对话列
* 实现自己的类加载时，重写方法loadClass与findClass的区别
* GDAL影像投影转换

最新评论

Linux输入子系统：多点触控协议
gocy123: 很有用，多谢分享
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
wsc_168: 楼主,您好： 现在正在移植wm8962的驱动，遇到了一些问题，请教一下您。串口信息显示已经扫描...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: @DroidPhone:感谢您的回复，我是新手，想问下这个配置的具体位置在哪里？
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
DroidPhone: @u013222557:这种情况通常是你的codec中的音频路径把Mic至HP的路径被打开了，请仔细...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: 您好： 我是一名在读研究生，最近在ALSA架构下搞嵌入式音频程序开发，遇到了一个棘手的问...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:和电源管理和音频路径相关的control需要定义为dapm control（...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: 大侠，你好！ 这两天把您的文章1-7 看了一遍，关于control这个概念在您的文章中有提到过多次...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: @DroidPhone:因为这个是wm8962的machine上的现有代码，但如果我要porting...

```cpp
static struct snd_soc_dai_link smdk_dai[] = {
    { /* Primary DAI i/f */
        .name = "WM8994 AIF1",
        .stream_name = "Pri_Dai",
        .cpu_dai_name = "samsung-i2s.0",
        .codec_dai_name = "wm8994-aif1",
        .platform_name = "samsung-audio",
        .codec_name = "wm8994-codec",
        .init = smdk_wm8994_init_paiftx,
        .ops = &smdk_ops,
    }, { /* Sec_Fifo Playback i/f */
        .name = "Sec_FIFO TX",
        .stream_name = "Sec_Dai",
        .cpu_dai_name = "samsung-i2s.4",
        .codec_dai_name = "wm8994-aif1",
        .platform_name = "samsung-audio",
        .codec_name = "wm8994-codec",
        .ops = &smdk_ops,
    },
};

static struct snd_soc_card smdk = {
    .name = "SMDK-I2S",
    .owner = THIS_MODULE,
    .dai_link = smdk_dai,
    .num_links = ARRAY_SIZE(smdk_dai),
};
```

通过snd_soc_card结构，又引出了Machine驱动的另外两个个数据结构：

- snd_soc_dai_link（实例：smdk_dai[] ）
- snd_soc_ops（实例：smdk_ops ）

其中，snd_soc_dai_link中，指定了Platform、Codec、codec_dai、cpu_dai的名字，稍后Machine驱动将会利用这些名字去匹配已经在系统中注册的platform，codec，dai，这些注册的部件都是在另外相应的Platform驱动和Codec驱动的代码文件中定义的，这样看来，Machine驱动的设备初始化代码无非就是选择合适Platform和Codec以及dai，用他们填充以上几个数据结构，然后注册Platform设备即可。当然还要实现连接Platform和Codec的dai_link对应的ops实现，本例就是smdk_ops，它只实现了hw_params函数：smdk_hw_params。

2. 注册Platform Driver

按照Linux的设备模型，有platform_device，就一定会有platform_driver。ASoC的platform_driver在以下文件中定义：sound/soc/soc-core.c。

还是先从模块的入口看起：

```cpp
static int __init snd_soc_init(void)
{
    ......
    return platform_driver_register(&soc_driver);
}
```

soc_driver的定义如下：

```cpp
/* ASoC platform driver */
static struct platform_driver soc_driver = {
    .driver     = {
        .name       = "soc-audio",
        .owner      = THIS_MODULE,
        .pm     = &soc_pm_ops,
    },
    .probe      = soc_probe,
    .remove     = soc_remove,
};
```

我们看到platform_driver的name字段为soc-audio，正好与platform_device中的名字相同，按照Linux的设备模

Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC
elliepfsang: @DroidPhone:关于snd_soc_dai_link结构中的代码注释中struct snd_...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:这种名字根据实际的意义自己定义就好了，只要符合常识即可。不过通常还是会和co...

型，platform总线会匹配这两个名字相同的device和driver，同时会触发soc_probe的调用，它正是整个ASoC驱动初始化的入口。

3. 初始化入口soc_probe()

soc_probe函数本身很简单，它先从platform_device参数中取出snd_soc_card，然后调用snd_soc_register_card，通过snd_soc_register_card，为snd_soc_pcm_runtime数组申请内存，每一个dai_link对应snd_soc_pcm_runtime数组的一个单元，然后把snd_soc_card中的dai_link配置复制到相应的snd_soc_pcm_runtime中，最后，大部分的工作都在snd_soc_instantiate_card中实现，下面就看看snd_soc_instantiate_card做了些什么：

该函数首先利用card->instantiated来判断该卡是否已经实例化，如果已经实例化则直接返回，否则遍历每一对dai_link，进行codec、platform、dai的绑定工作，下只是代码的部分选节，详细的代码请直接参考完整的代码树。

```cpp
/* bind DAIs */
for (i = 0; i < card->num_links; i++)
    soc_bind_dai_link(card, i);
```

ASoC定义了三个全局的链表头变量：codec_list、dai_list、platform_list，系统中所有的Codec、DAI、Platform都在注册时连接到这三个全局链表上。soc_bind_dai_link函数逐个扫描这三个链表，根据card->dai_link[]中的名称进行匹配，匹配后把相应的codec，dai和platform实例赋值到card->rtd[]中（snd_soc_pcm_runtime）。经过这个过程后，snd_soc_pcm_runtime：（card->rtd）中保存了本Machine中使用的Codec，DAI和Platform驱动的信息。

snd_soc_instantiate_card接着初始化Codec的寄存器缓存，然后调用标准的alsa函数创建声卡实例：

```cpp
/* card bind complete so register a sound card */
ret = snd_card_create(SNDRV_DEFAULT_IDX1, SNDRV_DEFAULT_STR1,
        card->owner, 0, &card->snd_card);
card->snd_card->dev = card->dev;

card->dapm.bias_level = SND_SOC_BIAS_OFF;
card->dapm.dev = card->dev;
card->dapm.card = card;
list_add(&card->dapm.list, &card->dapm_list);
```

然后，依次调用各个子结构的probe函数：

```cpp
/* initialise the sound card only once */
if (card->probe) {
    ret = card->probe(card);
    if (ret < 0)
        goto card_probe_error;
}

/* early DAI link probe */
for (order = SND_SOC_COMP_ORDER_FIRST; order <= SND_SOC_COMP_ORDER_LAST;
        order++) {
    for (i = 0; i < card->num_links; i++) {
        ret = soc_probe_dai_link(card, i, order);
        if (ret < 0) {
            pr_err("asoc: failed to instantiate card %s: %d\n",
                card->name, ret);
            goto probe_dai_err;
        }
    }
}

for (i = 0; i < card->num_aux_devs; i++) {
    ret = soc_probe_aux_dev(card, i);
    if (ret < 0) {
        pr_err("asoc: failed to add auxiliary devices %s: %d\n",
                card->name, ret);
        goto probe_aux_dev_err;
    }
```

```
}
```

在上面的soc_probe_dai_link()函数中做了比较多的事情，把他展开继续讨论：

```
[cpp]

static int soc_probe_dai_link(struct snd_soc_card *card, int num, int order)
{
        ......
    /* set default power off timeout */
    rtd->pmdown_time = pmdown_time;

    /* probe the cpu_dai */
    if (!cpu_dai->probed &&
            cpu_dai->driver->probe_order == order) {

        if (cpu_dai->driver->probe) {
            ret = cpu_dai->driver->probe(cpu_dai);
        }
        cpu_dai->probed = 1;
        /* mark cpu_dai as probed and add to card dai list */
        list_add(&cpu_dai->card_list, &card->dai_dev_list);
    }

    /* probe the CODEC */
    if (!codec->probed &&
            codec->driver->probe_order == order) {
        ret = soc_probe_codec(card, codec);
    }

    /* probe the platform */
    if (!platform->probed &&
            platform->driver->probe_order == order) {
        ret = soc_probe_platform(card, platform);
    }

    /* probe the CODEC DAI */
    if (!codec_dai->probed && codec_dai->driver->probe_order == order) {
        if (codec_dai->driver->probe) {
            ret = codec_dai->driver->probe(codec_dai);
        }

        /* mark codec_dai as probed and add to card dai list */
        codec_dai->probed = 1;
        list_add(&codec_dai->card_list, &card->dai_dev_list);
    }

    /* complete DAI probe during last probe */
    if (order != SND_SOC_COMP_ORDER_LAST)
        return 0;

    ret = soc_post_component_init(card, codec, num, 0);
    if (ret)
        return ret;
        ......
    /* create the pcm */
    ret = soc_new_pcm(rtd, num);
        ........
    return 0;
}
```

该函数出了挨个调用了codec，dai和platform驱动的probe函数外，在最后还调用了soc_new_pcm()函数用于创建标准alsa驱动的pcm逻辑设备。现在把该函数的部分代码也贴出来：

```
[cpp]

/* create a new pcm */
int soc_new_pcm(struct snd_soc_pcm_runtime *rtd, int num)
{
    ......
    struct snd_pcm_ops *soc_pcm_ops = &rtd->ops;

    soc_pcm_ops->open    = soc_pcm_open;
```

```
    soc_pcm_ops->close   = soc_pcm_close;
    soc_pcm_ops->hw_params   = soc_pcm_hw_params;
    soc_pcm_ops->hw_free = soc_pcm_hw_free;
    soc_pcm_ops->prepare = soc_pcm_prepare;
    soc_pcm_ops->trigger = soc_pcm_trigger;
    soc_pcm_ops->pointer = soc_pcm_pointer;

    ret = snd_pcm_new(rtd->card->snd_card, new_name,
            num, playback, capture, &pcm);

    /* DAPM dai link stream work */
    INIT_DELAYED_WORK(&rtd->delayed_work, close_delayed_work);

    rtd->pcm = pcm;
    pcm->private_data = rtd;
    if (platform->driver->ops) {
        soc_pcm_ops->mmap = platform->driver->ops->mmap;
        soc_pcm_ops->pointer = platform->driver->ops->pointer;
        soc_pcm_ops->ioctl = platform->driver->ops->ioctl;
        soc_pcm_ops->copy = platform->driver->ops->copy;
        soc_pcm_ops->silence = platform->driver->ops->silence;
        soc_pcm_ops->ack = platform->driver->ops->ack;
        soc_pcm_ops->page = platform->driver->ops->page;
    }

    if (playback)
        snd_pcm_set_ops(pcm, SNDRV_PCM_STREAM_PLAYBACK, soc_pcm_ops);

    if (capture)
        snd_pcm_set_ops(pcm, SNDRV_PCM_STREAM_CAPTURE, soc_pcm_ops);

    if (platform->driver->pcm_new) {
        ret = platform->driver->pcm_new(rtd);
        if (ret < 0) {
            pr_err("asoc: platform pcm constructor failed\n");
            return ret;
        }
    }

    pcm->private_free = platform->driver->pcm_free;
    return ret;
}
```

该函数首先初始化snd_soc_runtime中的snd_pcm_ops字段，也就是rtd->ops中的部分成员，例如open，close，hw_params等，紧接着调用标准alsa驱动中的创建pcm的函数snd_pcm_new()创建声卡的pcm实例，pcm的private_data字段设置为该runtime变量rtd，然后用platform驱动中的snd_pcm_ops替换部分pcm中的snd_pcm_ops字段，最后，调用platform驱动的pcm_new回调，该回调实现该platform下的dma内存申请和dma初始化等相关工作。到这里，声卡和他的pcm实例创建完成。

回到snd_soc_instantiate_card函数，完成snd_card和snd_pcm的创建后，接着对dapm和dai支持的格式做出一些初始化合设置工作后，调用了 card->late_probe(card)进行一些最后的初始化合设置工作，最后则是调用标准alsa驱动的声卡注册函数对声卡进行注册：

```
[cpp]

if (card->late_probe) {
    ret = card->late_probe(card);
    if (ret < 0) {
        dev_err(card->dev, "%s late_probe() failed: %d\n",
            card->name, ret);
        goto probe_aux_dev_err;
    }
}

snd_soc_dapm_new_widgets(&card->dapm);

if (card->fully_routed)
    list_for_each_entry(codec, &card->codec_dev_list, card_list)
        snd_soc_dapm_auto_nc_codec_pins(codec);

ret = snd_card_register(card->snd_card);
if (ret < 0) {
    printk(KERN_ERR "asoc: failed to register soundcard for %s\n", card->name);
    goto probe_aux_dev_err;
}
```

至此，整个Machine驱动的初始化已经完成，通过各个子结构的probe调用，实际上，也完成了部分Platfrom驱动和Codec驱动的初始化工作，整个过程可以用一下的序列图表示：

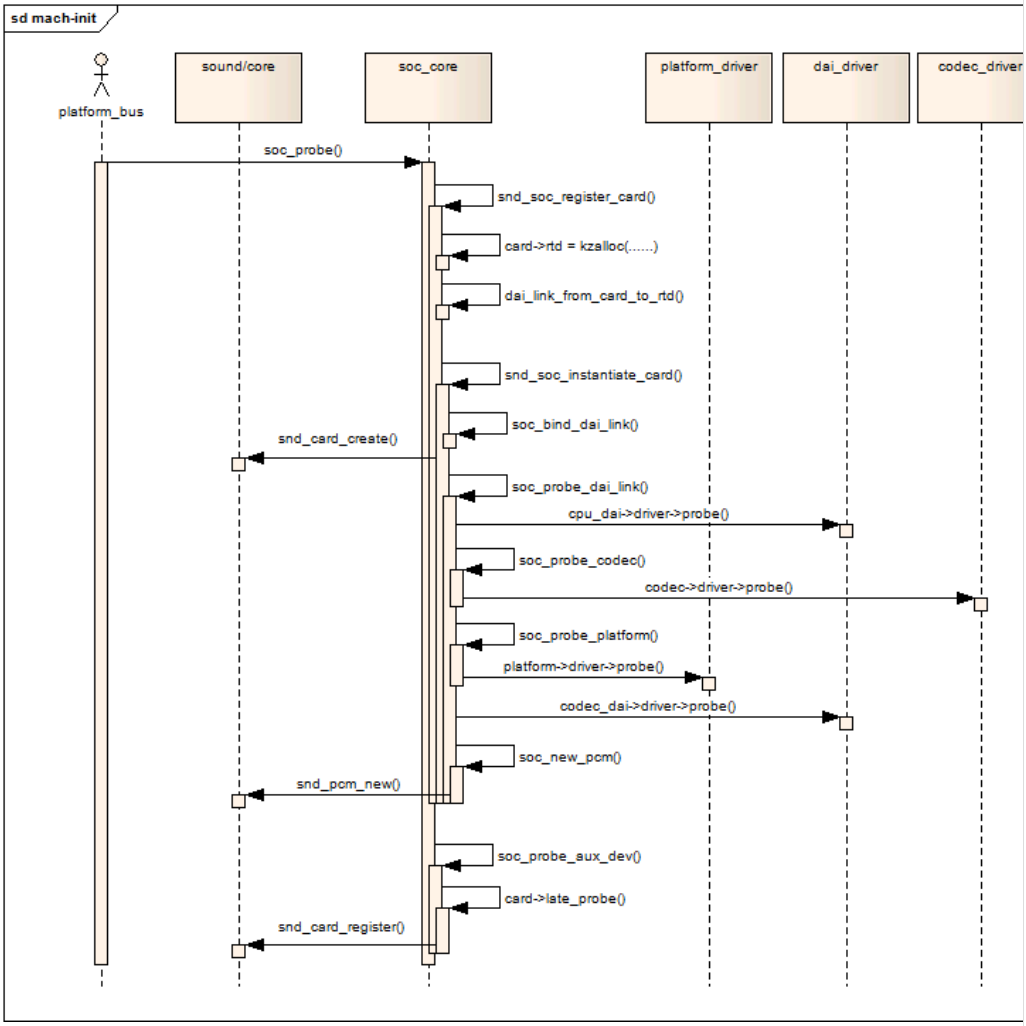


图3.1 基于3.0内核 soc_probe序列图

下面的序列图是本文章第一个版本，基于内核2.6.35，大家也可以参考一下两个版本的差异：

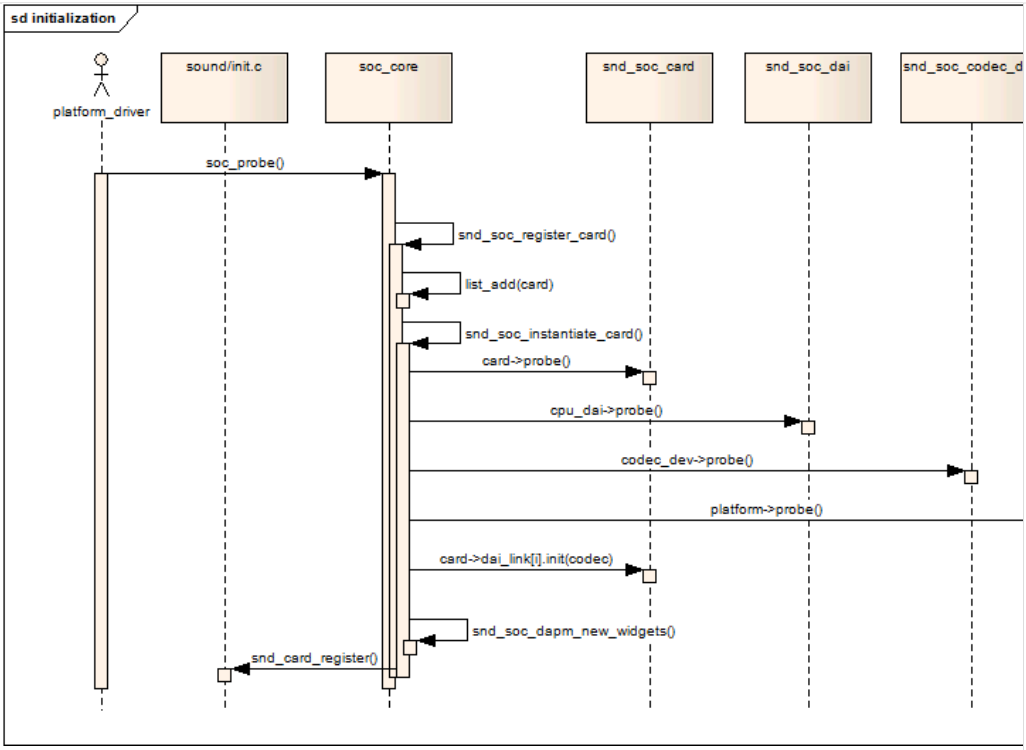


图3.2 基于2.6.35 soc_probe序列图

更多 1

上一篇：Linux ALSA声卡驱动之五：移动设备中的ALSA（ASoC）

下一篇：Linux ALSA声卡驱动之七：ASoC架构中的Codec

查看评论

7楼 jdwwhy 2013-11-11 16:33发表

楼主，首先膜拜下，请问楼主,如果只想把音频芯片如wm8904移植到ARM板上（s5pv210），这个Machine文件怎么写。能不能具体点讲下。

Re: DroidPhone 2013-11-11 18:23发表

回复jdwwhy：参考本章第一节的内容即可，请参考sound/soc/samsung/smdk_wm8994.c。主要是要在snd_soc_dai_link结构中指定正确codec、platform和dai的名字。

Re: elliepfsang 2013-12-16 22:21发表

回复DroidPhone：关于snd_soc_dai_link结构中的代码注释中
struct snd_soc_dai_link {
/* config - must be set by machine driver */
const char *name; /* Codec name */
const char *stream_name; /* Stream name */
const char *codec_name; /* for multi-codec */
const char *platform_name; /* for multi-platform */
const char *cpu_dai_name;
const char *codec_dai_name;
.....
};
其中的stream_name ;codec_name; codec_dai_name可以在wm8994.c中找到
platform_name; cpu_dai_name; ;也可以在soc的samsumg目录中找到相应的， 可是.name = "WM8994 AIF1",却找不到
我在关于wm8962上也是没有看见相关的
static struct snd_soc_dai_link imx_dai[] = {
{
.name = "HiFi",
.stream_name = "HiFi",
.codec_dai_name = "wm8962",
.codec_name = "wm8962.0-001a",

DroidPhone的专栏

欢迎各位大虾交流，本人联系方式：droid.phx@gmail.com

个人资料

DroidPhone

访问： 382342次

积分： 3434分

排名： 第2116名

原创： 46篇 转载： 0篇

译文： 4篇 评论： 356条

Linux ALSA声卡驱动之七：ASoC架构中的Codec

分类： Linux设备驱动 Linux音频子系统 2012-02-23 14:12 13073人阅读 评论(7) 收藏 举报

codec linux struct playback audio stream

目录(?) [-]

1. Codec简介

在移动设备中，Codec的作用可以归结为4种，分别是：

- 对PCM等信号进行D/A转换，把数字的音频信号转换为模拟信号
- 对Mic、Linein或者其他输入源的模拟信号进行A/D转换，把模拟的声音信号转变CPU能够处理的数字信号
- 对音频通路进行控制，比如播放音乐，收听调频收音机，又或者接听电话时，音频信号在codec内的流通路线是不一样的
- 对音频信号做出相应的处理，例如音量控制，功率放大，EQ控制等等

ASoC对Codec的这些功能都定义好了一些列相应的接口，以方便地对Codec进行控制。ASoC对Codec驱动的一个基本要求是：驱动程序的代码必须要做到平台无关性，以方便同一个Codec的代码不经修改即可用在不同的平台上。以下的讨论基于wolfson的Codec芯片WM8994，kernel的版本3.3.x。

/**/

声明：本博内容均由http://blog.csdn.net/droidphone原创，转载请注明出处，谢谢！

/**/

2. ASoC中对Codec的数据抽象

描述Codec的最主要的几个数据结构分别

是：snd_soc_codec，snd_soc_codec_driver，snd_soc_dai，snd_soc_dai_driver，其中的snd_soc_dai和snd_soc_dai_driver在ASoC的Platform驱动中也会使用到，Platform和Codec的DAI通过snd_soc_dai_link结构，在Machine驱动中进行绑定连接。下面我们先看看这几个结构的定义，这里我只贴出我要关注的字段，详细的定义请参照：/include/sound/soc.h。

snd_soc_codec：

```
[html]

/* SoC Audio Codec device */
struct snd_soc_codec {
    const char *name;  /* Codec的名字*/
    struct device *dev; /* 指向Codec设备的指针 */
    const struct snd_soc_codec_driver *driver; /* 指向该codec的驱动的指针 */
    struct snd_soc_card *card;    /* 指向Machine驱动的card实例 */
    int num_dai; /* 该Codec数字接口的个数，目前越来越多的Codec带有多个I2S或者是PCM接口 */
    int (*volatile_register)(...);  /* 用于判定某一寄存器是否是volatile */
    int (*readable_register)(...);  /* 用于判定某一寄存器是否可读 */
```

(18248)
Linux ALSA声卡驱动之三
(17112)
Android中的sp和wp指针
(13786)
Linux ALSA声卡驱动之七
(13061)
Android SurfaceFlinger中
(12550)

评论排行

Android Audio System 之 (49)
Linux ALSA声卡驱动之八 (30)
Android SurfaceFlinger中 (21)
Linux ALSA声卡驱动之二 (18)
Linux ALSA声卡驱动之三 (16)
Android Audio System 之 (16)
Linux中断（interrupt）子 (15)
Android中的sp和wp指针 (13)
Linux中断（interrupt）子 (12)
Android SurfaceFlinger中 (11)

推荐文章

* SharePoint 2010/2013 使用Javascript来判断权限的三种方法
* 坚持前进的方向：总结2013，规划2014
* 创业者那些鲜为人知的事情
* ListView具有多种item布局——实现微信对话列
* 实现自己的类加载时，重写方法loadClass与findClass的区别
* GDAL影像投影转换

最新评论

Linux输入子系统：多点触控协议
gocy123: 很有用，多谢分享
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
wsc_168: 楼主,您好： 现在正在移植wm8962的驱动，遇到了一些问题，请教一下您。串口信息显示已经扫描...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: @DroidPhone:感谢您的回复，我是新手，想问下这个配置的具体位置在哪里？
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
DroidPhone: @u013222557:这种情况通常是你的codec中的音频路径把Mic至HP的路径被打开了，请仔细...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: 您好： 我是一名在读研究生，最近在ALSA架构下搞嵌入式音频程序开发，遇到了一个棘手的问...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:和电源管理和音频路径相关的control需要定义为dapm control（...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: 大侠，你好！ 这两天把您的文章1-7 看了一遍，关于control这个概念在您的文章中有提到过多次...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: @DroidPhone:因为这个是wm8962的machine上的现有代码，但如果我要porting...

```
    int (*writable_register)(...);  /* 用于判定某一寄存器是否可写 */

    /* runtime */
    ......
    /* codec IO */
    void *control_data; /* 该指针指向的结构用于对codec的控制，通常和read，write字段联合使用 */
    enum snd_soc_control_type control_type;/* 可以是SND_SOC_SPI，SND_SOC_I2C，SND_SOC_REGMAP中的一种 */
    unsigned int (*read)(struct snd_soc_codec *, unsigned int);  /* 读取Codec寄存器的函数 */
    int (*write)(struct snd_soc_codec *, unsigned int, unsigned int);  /* 写入Codec寄存器的函数 */
    /* dapm */
    struct snd_soc_dapm_context dapm;  /* 用于DAPM控件 */
};
```

snd_soc_codec_driver:

```
[html]

/* codec driver */
struct snd_soc_codec_driver {
    /* driver ops */
    int (*probe)(struct snd_soc_codec *);  /* codec驱动的probe函数，由snd_soc_instantiate_card回调 */
    int (*remove)(struct snd_soc_codec *);
    int (*suspend)(struct snd_soc_codec *);  /* 电源管理 */
    int (*resume)(struct snd_soc_codec *);  /* 电源管理 */

    /* Default control and setup, added after probe() is run */
    const struct snd_kcontrol_new *controls;  /* 音频控件指针 */
    const struct snd_soc_dapm_widget *dapm_widgets;  /* dapm部件指针 */
    const struct snd_soc_dapm_route *dapm_routes;  /* dapm路由指针 */

    /* codec wide operations */
    int (*set_sysclk)(...);  /* 时钟配置函数 */
    int (*set_pll)(...);  /* 锁相环配置函数 */

    /* codec IO */
    unsigned int (*read)(...);  /* 读取codec寄存器函数 */
    int (*write)(...);  /* 写入codec寄存器函数 */
    int (*volatile_register)(...);  /* 用于判定某一寄存器是否是volatile */
    int (*readable_register)(...);  /* 用于判定某一寄存器是否可读 */
    int (*writable_register)(...);  /* 用于判定某一寄存器是否可写 */

    /* codec bias level */
    int (*set_bias_level)(...);  /* 偏置电压配置函数 */

};
```

snd_soc_dai:

```
[html]

/*
 * Digital Audio Interface runtime data.
 *
 * Holds runtime data for a DAI.
 */
struct snd_soc_dai {
    const char *name;  /* dai的名字 */
    struct device *dev;  /* 设备指针 */

    /* driver ops */
    struct snd_soc_dai_driver *driver;  /* 指向dai驱动结构的指针 */

    /* DAI runtime info */
    unsigned int capture_active:1;      /* stream is in use */
    unsigned int playback_active:1;     /* stream is in use */

    /* DAI DMA data */
    void *playback_dma_data;  /* 用于管理playback dma */
    void *capture_dma_data;  /* 用于管理capture dma */

    /* parent platform/codec */
    union {
        struct snd_soc_platform *platform;  /* 如果是cpu dai，指向所绑定的平台 */
        struct snd_soc_codec *codec;  /* 如果是codec dai指向所绑定的codec */
    };
```

Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC
elliepfsang: @DroidPhone:关于snd_soc_dai_link结构中的代码注释中struct snd_...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:这种名字根据实际的意义自己定义就好了，只要符合常识即可。不过通常还是会和co...

```
    struct snd_soc_card *card;  /* 指向Machine驱动中的crad实例 */
};
```

snd_soc_dai_driver:

```
[html]

/*
 * Digital Audio Interface Driver.
 *
 * Describes the Digital Audio Interface in terms of its ALSA, DAI and AC97
 * operations and capabilities. Codec and platform drivers will register this
 * structure for every DAI they have.
 *
 * This structure covers the clocking, formating and ALSA operations for each
 * interface.
 */
struct snd_soc_dai_driver {
    /* DAI description */
    const char *name;  /* dai驱动名字 */

    /* DAI driver callbacks */
    int (*probe)(struct snd_soc_dai *dai);  /* dai驱动的probe函数，由snd_soc_instantiate_card回调 */
    int (*remove)(struct snd_soc_dai *dai);
    int (*suspend)(struct snd_soc_dai *dai);  /* 电源管理 */
    int (*resume)(struct snd_soc_dai *dai);

    /* ops */
    const struct snd_soc_dai_ops *ops;  /* 指向本dai的snd_soc_dai_ops结构 */

    /* DAI capabilities */
    struct snd_soc_pcm_stream capture;  /* 描述capture的能力 */
    struct snd_soc_pcm_stream playback;  /* 描述playback的能力 */
};
```

snd_soc_dai_ops用于实现该dai的控制盒参数配置：

```
[html]

struct snd_soc_dai_ops {
    /*
     * DAI clocking configuration, all optional.
     * Called by soc_card drivers, normally in their hw_params.
     */
    int (*set_sysclk)(...);
    int (*set_pll)(...);
    int (*set_clkdiv)(...);
    /*
     * DAI format configuration
     * Called by soc_card drivers, normally in their hw_params.
     */
    int (*set_fmt)(...);
    int (*set_tdm_slot)(...);
    int (*set_channel_map)(...);
    int (*set_tristate)(...);
    /*
     * DAI digital mute - optional.
     * Called by soc-core to minimise any pops.
     */
    int (*digital_mute)(...);
    /*
     * ALSA PCM audio operations - all optional.
     * Called by soc-core during audio PCM operations.
     */
    int (*startup)(...);
    void (*shutdown)(...);
    int (*hw_params)(...);
    int (*hw_free)(...);
    int (*prepare)(...);
    int (*trigger)(...);
    /*
     * For hardware based FIFO caused delay reporting.
     * Optional.
     */
    snd_pcm_sframes_t (*delay)(...);
};
```

3. Codec的注册

因为Codec驱动的代码要做到平台无关性，要使得Machine驱动能够使用该Codec，Codec驱动的首要任务就是确定snd_soc_codec和snd_soc_dai的实例，并把它们注册到系统中，注册后的codec和dai才能为Machine驱动所用。以WM8994为例，对应的代码位置：/sound/soc/codecs/wm8994.c，模块的入口函数注册了一个platform driver：

```
[html]

static struct platform_driver wm8994_codec_driver = {
    .driver = {
            .name = "wm8994-codec",
            .owner = THIS_MODULE,
            },
    .probe = wm8994_probe,
    .remove = __devexit_p(wm8994_remove),
};

module_platform_driver(wm8994_codec_driver);
```

有platform driver，必定会有相应的platform device，这个platform device的来源后面再说，显然，platform driver注册后，probe回调将会被调用，这里是wm8994_probe函数：

```
[html]

static int __devinit wm8994_probe(struct platform_device *pdev)
{
    return snd_soc_register_codec(&pdev->dev, &soc_codec_dev_wm8994,
            wm8994_dai, ARRAY_SIZE(wm8994_dai));
}
```

其中，soc_codec_dev_wm8994和wm8994_dai的定义如下（代码中定义了3个dai，这里只列出第一个）：

```
[html]

static struct snd_soc_codec_driver soc_codec_dev_wm8994 = {
    .probe =    wm8994_codec_probe,
    .remove =   wm8994_codec_remove,
    .suspend =  wm8994_suspend,
    .resume =   wm8994_resume,
    .set_bias_level = wm8994_set_bias_level,
    .reg_cache_size = WM8994_MAX_REGISTER,
    .volatile_register = wm8994_soc_volatile,
};
```

```
[html]

static struct snd_soc_dai_driver wm8994_dai[] = {
    {
        .name = "wm8994-aif1",
        .id = 1,
        .playback = {
            .stream_name = "AIF1 Playback",
            .channels_min = 1,
            .channels_max = 2,
            .rates = WM8994_RATES,
            .formats = WM8994_FORMATS,
        },
        .capture = {
            .stream_name = "AIF1 Capture",
            .channels_min = 1,
            .channels_max = 2,
            .rates = WM8994_RATES,
            .formats = WM8994_FORMATS,
         },
        .ops = &wm8994_aif1_dai_ops,
    },
    ......
}
```

可见，Codec驱动的第一个步骤就是定义snd_soc_codec_driver和snd_soc_dai_driver的实例，然后调用snd_soc_register_codec函数对Codec进行注册。进入snd_soc_register_codec函数看看：
首先，它申请了一个snd_soc_codec结构的实例：

```
[html]

codec = kzalloc(sizeof(struct snd_soc_codec), GFP_KERNEL);
```

确定codec的名字，这个名字很重要，Machine驱动定义的snd_soc_dai_link中会指定每个link的codec和dai的名字，进行匹配绑定时就是通过和这里的名字比较，从而找到该Codec的！

```
[html]

/* create CODEC component name */
    codec->name = fmt_single_name(dev, &codec->id);
```

然后初始化它的各个字段，多数字段的值来自上面定义的snd_soc_codec_driver的实例soc_codec_dev_wm8994：

```
[html]

codec->write = codec_drv->write;
codec->read = codec_drv->read;
codec->volatile_register = codec_drv->volatile_register;
codec->readable_register = codec_drv->readable_register;
codec->writable_register = codec_drv->writable_register;
codec->dapm.bias_level = SND_SOC_BIAS_OFF;
codec->dapm.dev = dev;
codec->dapm.codec = codec;
codec->dapm.seq_notifier = codec_drv->seq_notifier;
codec->dapm.stream_event = codec_drv->stream_event;
codec->dev = dev;
codec->driver = codec_drv;
codec->num_dai = num_dai;
```

在做了一些寄存器缓存的初始化和配置工作后，通过snd_soc_register_dais函数对本Codec的dai进行注册：

```
[html]

/* register any DAIs */
if (num_dai) {
    ret = snd_soc_register_dais(dev, dai_drv, num_dai);
    if (ret < 0)
        goto fail;
}
```

最后，它把codec实例链接到全局链表codec_list中，并且调用snd_soc_instantiate_cards是函数触发Machine驱动进行一次匹配绑定操作：

```
[html]

list_add(&codec->list, &codec_list);
snd_soc_instantiate_cards();
```

上面的snd_soc_register_dais函数其实也是和snd_soc_register_codec类似，显示为每个snd_soc_dai实例分配内存，确定dai的名字，用snd_soc_dai_driver实例的字段对它进行必要初始化，最后把该dai链接到全局链表dai_list中，和Codec一样，最后也会调用snd_soc_instantiate_cards函数触发一次匹配绑定的操作。

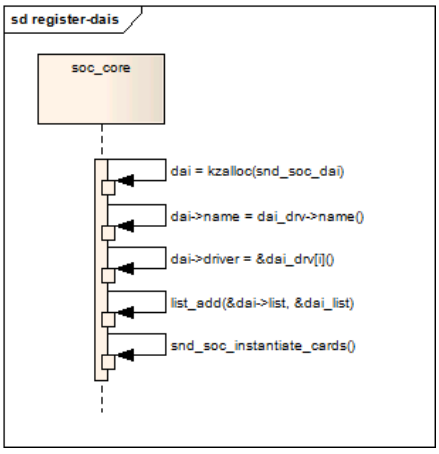


图3.1 dai的注册

关于snd_soc_instantiate_cards函数，请参阅另一篇博文：Linux音频驱动之六：ASoC架构中的Machine。

4. mfd设备

前面已经提到，codec驱动把自己注册为一个platform driver，那对应的platform device在哪里定义？答案是在以下代码文件中：/drivers/mfd/wm8994-core.c。

WM8994本身具备多种功能，除了codec外，它还有作为LDO和GPIO使用，这几种功能共享一些IO和中断资源，linux为这种设备提供了一套标准的实现方法：mfd设备。其基本思想是为这些功能的公共部分实现一个父设备，以便共享某些系统资源和功能，然后每个子功能实现为它的子设备，这样既共享了资源和代码，又能实现合理的设备层次结构，主要利用到的API就
是：mfd_add_devices()，mfd_remove_devices()，mfd_cell_enable()，mfd_cell_disable()，mfd_clone_cell()。

回到wm8994-core.c中，因为WM8994使用I2C进行内部寄存器的存取，它首先注册了一个I2C驱动：

```
[html]

01. static struct i2c_driver wm8994_i2c_driver = {
02.     .driver = {
03.         .name = "wm8994",
04.         .owner = THIS_MODULE,
05.         .pm = &wm8994_pm_ops,
06.         .of_match_table = wm8994_of_match,
07.     },
08.     .probe = wm8994_i2c_probe,
09.     .remove = wm8994_i2c_remove,
10.     .id_table = wm8994_i2c_id,
11. };
12.
13. static int __init wm8994_i2c_init(void)
14. {
15.     int ret;
16.
17.     ret = i2c_add_driver(&wm8994_i2c_driver);
18.     if (ret != 0)
19.         pr_err("Failed to register wm8994 I2C driver: %d\n", ret);
20.
21.     return ret;
22. }
23. module_init(wm8994_i2c_init);
```

进入wm8994_i2c_probe()函数，它先申请了一个wm8994结构的变量，该变量被作为这个I2C设备的driver_data使用，上面已经讲过，codec作为它的子设备，将会取出并使用这个driver_data。接下来，本函数利用regmap_init_i2c()初始化并获得一个regmap结构，该结构主要用于后续基于regmap机制的寄存器I/O，关于regmap我们留在后面再讲。最后，通过wm8994_device_init()来添加mfd子设备：

```
[html]

01. static int wm8994_i2c_probe(struct i2c_client *i2c,
02.                const struct i2c_device_id *id)
03. {
04.     struct wm8994 *wm8994;
05.     int ret;
06.     wm8994 = devm_kzalloc(&i2c->dev, sizeof(struct wm8994), GFP_KERNEL);
07.     i2c_set_clientdata(i2c, wm8994);
08.     wm8994->dev = &i2c->dev;
09.     wm8994->irq = i2c->irq;
10.     wm8994->type = id->driver_data;
11.     wm8994->regmap = regmap_init_i2c(i2c, &wm8994_base_regmap_config);
12.
13.     return wm8994_device_init(wm8994, i2c->irq);
14. }
```

继续进入wm8994_device_init()函数，它首先为两个LDO添加mfd子设备：

```
[html]

01. /* Add the on-chip regulators first for bootstrapping */
02. ret = mfd_add_devices(wm8994->dev, -1,
03.               wm8994_regulator_devs,
04.               ARRAY_SIZE(wm8994_regulator_devs),
05.               NULL, 0);
```

因为WM1811，WM8994，WM8958三个芯片功能类似，因此这三个芯片都使用了WM8994的代码，所以wm8994_device_init()接下来根据不同的芯片型号做了一些初始化动作，这部分的代码就不贴了。接着，从platform_data中获得部分配置信息：

```
[html]

01. if (pdata) {
02.     wm8994->irq_base = pdata->irq_base;
```

```
    wm8994->gpio_base = pdata->gpio_base;

    /* GPIO configuration is only applied if it's non-zero */
    ......
}
```

最后，初始化irq，然后添加codec子设备和gpio子设备：

```
[html]

wm8994_irq_init(wm8994);

ret = mfd_add_devices(wm8994->dev, -1,
              wm8994_devs, ARRAY_SIZE(wm8994_devs),
              NULL, 0);
```

经过以上这些处理后，作为父设备的I2C设备已经准备就绪，它的下面挂着4个子设备：ldo-0，ldo-1，codec，gpio。其中，codec子设备的加入，它将会和前面所讲codec的platform driver匹配，触发probe回调完成下面所说的codec驱动的初始化工作。

5. Codec初始化

Machine驱动的初始化，codec和dai的注册，都会调用snd_soc_instantiate_cards()进行一次声卡和codec，dai，platform的匹配绑定过程，这里所说的绑定，正如Machine驱动一文中所描述，就是通过3个全局链表，按名字进行匹配，把匹配的codec，dai和platform实例赋值给声卡每对dai的snd_soc_pcm_runtime变量中。一旦绑定成功，将会使得codec和dai驱动的probe回调被调用，codec的初始化工作就在该回调中完成。对于WM8994，该回调就是wm8994_codec_probe函数：

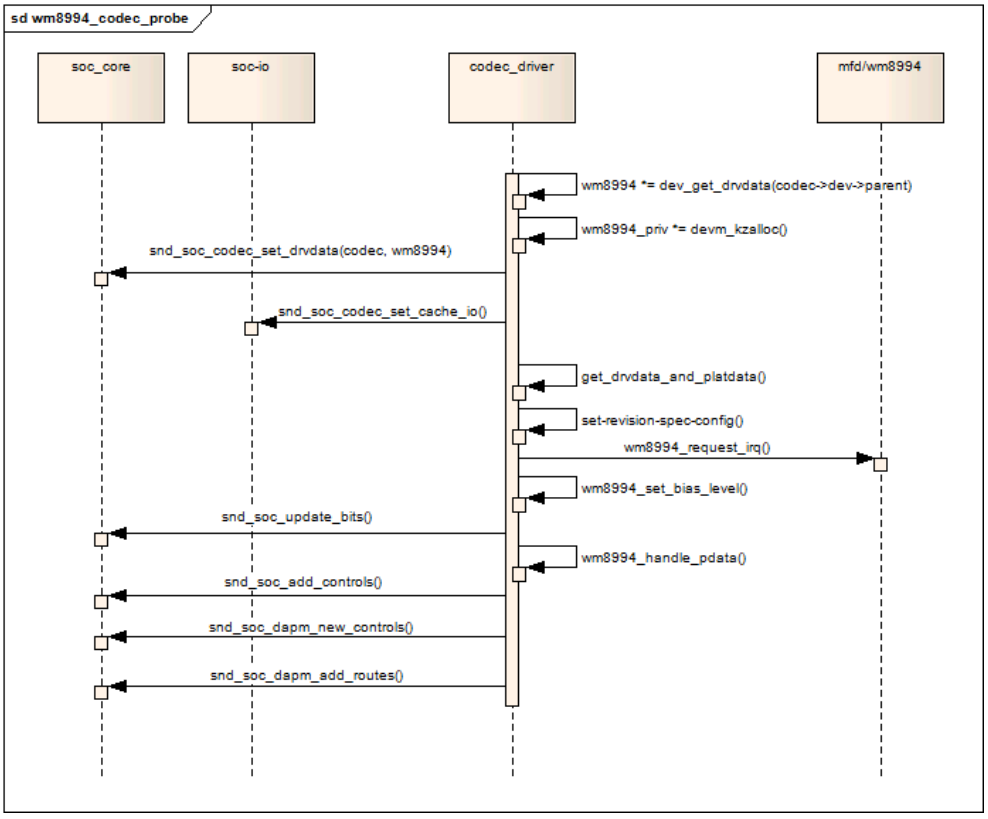


图5.1 wm8994_codec_probe

- 取出父设备的driver_data，其实就是上一节的wm8994结构变量，取出其中的regmap字段，复制到codec的control_data字段中；
- 申请一个wm8994_priv私有数据结构，并把它设为codec设备的driver_data；
- 通过snd_soc_codec_set_cache_io初始化regmap io，完成这一步后，就可以使用API：snd_soc_read()，snd_soc_write()对codec的寄存器进行读写了；
- 把父设备的driver_data（struct wm8994）和platform_data保存到私有结构wm8994_priv中；
- 因为要同时支持3个芯片型号，这里要根据芯片的型号做一些特定的初始化工作；
- 申请必要的几个中断；
- 设置合适的偏置电平；
- 通过snd_soc_update_bits修改某些寄存器；

- 根据父设备的platform_data，完成特定于平台的初始化配置；
- 添加必要的control，dapm部件进而dapm路由信息；

至此，codec驱动的初始化完成。

5. regmap-io

我们知道，要想对codec进行控制，通常都是通过读写它的内部寄存器完成的，读写的接口通常是I2C或者是SPI接口，不过每个codec芯片寄存器的比特位组成都有所不同，寄存器地址的比特位也有所不同。例如WM8753的寄存器地址是7bits，数据是9bits，WM8993的寄存器地址是8bits，数据也是16bits，而WM8994的寄存器地址是16bits，数据也是16bits。在kernel3.1版本，内核引入了一套regmap机制和相关的API，这样就可以用统一的操作来实现对这些多样的寄存器的控制。regmap使用起来也相对简单：

- 为codec定义一个regmap_config结构实例，指定codec寄存器的地址和数据位等信息；
- 根据codec的控制总线类型，调用以下其中一个函数，得到一个指向regmap结构的指针：
  - struct regmap *regmap_init_i2c(struct i2c_client *i2c, const struct regmap_config *config);
  - struct regmap *regmap_init_spi(struct spi_device *dev, const struct regmap_config *config);
- 把获得的regmap结构指针赋值给codec->control_data；
- 调用soc-io的api：snd_soc_codec_set_cache_io使得soc-io和regmap进行关联；

完成以上步骤后，codec驱动就可以使用诸如snd_soc_read、snd_soc_write、snd_soc_update_bits等API对codec的寄存器进行读写了。

更多 1

上一篇：Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC架构中的Machine

下一篇：Linux ALSA声卡驱动之八：ASoC架构中的Platform

查看评论

4楼 saltlight 2013-05-17 00:58发表

楼主你好！我在调试让我的片子wm8580支持24bits播放的时候，出现了underrun的现象，从网上找了些资料说是调整buffer-time就可以。于是我aplay --buffer-time=9000，可执行一会还是会出现underrun。而且声音听到的都是带杂音的(每个一会就有，非常规律)，但基本音轨可以听得到。不知楼主有什么建议么？期待回复 谢谢
软硬件环境(2.6.35.7+iis+wm8580+s5pv210)

3楼 天才2012 2012-06-25 16:25发表

在这里为何Codec和dai都要进行一次调用snd_soc_instantiate_cards函数触发一次匹配绑定的操作，这个函数里面会做probe的调用，那这样是不是会重复呢？

2楼 帅得不敢出门 2012-04-07 17:47发表

kernel是如何进入wm8994_i2c_probe的，光有init是无法自动调用probe的

Re: geekguy 2012-07-01 14:27发表

回复zmlovelx：这个是linux驱动的平台设备的问题。 目前大多数linux驱动都不直接在init中建立设备文件了，而是在probe中。这个函数需要将平台设备应编码到系统内核中，像rtc、lcd都是这么做的。系统检测到由响应的平台设备，就会调用probe函数了，然后就是一些列初始化动作。

Re: DroidPhone 2012-04-07 21:03发表

回复zmlovelx：首先，你的板级代码中要先定义和注册一个wm8994的i2c设备，然后，wm8994_i2c_init(void)调用add_i2c_driver后触发i2c bus设备和驱动的匹配，匹配成功后wm8994_i2c_probe自然会被调用了。

1楼 hainei_ 2012-02-24 09:57发表

你好,我最近做的东西要用到ALSA,看了你的文章很有启发,能否加个QQ:568865992

Re: DroidPhone 2012-02-25 21:59发表

回复hainei_：QQ比较少用，博客的主页面上有我的联系方式，谢谢！

DroidPhone的专栏

欢迎各位大虾交流，本人联系方式：droid.phx@gmail.com

个人资料

DroidPhone

访问： 382343次
积分： 3434分
排名： 第2116名

原创： 46篇 转载： 0篇
译文： 4篇 评论： 356条

Linux ALSA声卡驱动之八：ASoC架构中的Platform

分类： Linux设备驱动 Linux音频子系统 2012-03-13 14:56 10644人阅读 评论(30) 收藏 举报

linux buffer codec playback struct stream

1. Platform驱动在ASoC中的作用

前面几章内容已经说过，ASoC被分为Machine，Platform和Codec三大部件，Platform驱动的主要作用是完成音频数据的管理，最终通过CPU的数字音频接口（DAI）把音频数据传送给Codec进行处理，最终由Codec输出驱动耳机或者是喇叭的音信信号。在具体实现上，ASoC有把Platform驱动分为两个部分：snd_soc_platform_driver和snd_soc_dai_driver。其中，platform_driver负责管理音频数据，把音频数据通过dma或其他操作传送至cpu dai中，dai_driver则主要完成cpu一侧的dai的参数配置，同时也会通过一定的途径把必要的dma等参数与snd_soc_platform_driver进行交互。

/**/

/**/

2. snd_soc_platform_driver的注册

通常，ASoC把snd_soc_platform_driver注册为一个系统的platform_driver，不要被这两个相像的术语所迷惑，前者只是针对ASoC子系统的，后者是来自Linux的设备驱动模型。我们要做的就是：

- 定义一个snd_soc_platform_driver结构的实例；
- 在platform_driver的probe回调中利用ASoC的API：snd_soc_register_platform()注册上面定义的实例；
- 实现snd_soc_platform_driver中的各个回调函数；

以kernel3.3中的/sound/soc/samsung/dma.c为例：

```cpp
static struct snd_soc_platform_driver samsung_asoc_platform = {
    .ops        = &dma_ops,
    .pcm_new    = dma_new,
    .pcm_free   = dma_free_dma_buffers,
};

static int __devinit samsung_asoc_platform_probe(struct platform_device *pdev)
{
    return snd_soc_register_platform(&pdev->dev, &samsung_asoc_platform);
}

static int __devexit samsung_asoc_platform_remove(struct platform_device *pdev)
{
    snd_soc_unregister_platform(&pdev->dev);
    return 0;
```

(18248)
Linux ALSA声卡驱动之三
(17112)
Android中的sp和wp指针
(13786)
Linux ALSA声卡驱动之七
(13061)
Android SurfaceFlinger中
(12550)

评论排行

Android Audio System 之 (49)
Linux ALSA声卡驱动之八 (30)
Android SurfaceFlinger中 (21)
Linux ALSA声卡驱动之二 (18)
Linux ALSA声卡驱动之三 (16)
Android Audio System 之 (16)
Linux中断（interrupt）子 (15)
Android中的sp和wp指针 (13)
Linux中断（interrupt）子 (12)
Android SurfaceFlinger中 (11)

推荐文章

* SharePoint 2010/2013 使用Javascript来判断权限的三种方法
* 坚持前进的方向：总结2013，规划2014
* 创业者那些鲜为人知的事情
* ListView具有多种item布局——实现微信对话列
* 实现自己的类加载时，重写方法loadClass与findClass的区别
* GDAL影像投影转换

最新评论

Linux输入子系统：多点触控协议
gocy123: 很有用，多谢分享
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
wsc_168: 楼主,您好： 现在正在移植wm8962的驱动，遇到了一些问题，请教一下您。串口信息显示已经扫描...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: @DroidPhone:感谢您的回复，我是新手，想问下这个配置的具体位置在哪里？
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
DroidPhone: @u013222557:这种情况通常是你的codec中的音频路径把Mic至HP的路径被打开了，请仔细...
Linux ALSA声卡驱动之五：移动
slcsss: 您好： 我是一名在读研究生，最近在ALSA架构下搞嵌入式音频程序开发，遇到了一个棘手的问...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:和电源管理和音频路径相关的control需要定义为dapm control（...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: 大侠，你好！ 这两天把您的文章1-7 看了一遍，关于control这个概念在您的文章中有提到过多次...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
elliepfsang: @DroidPhone:因为这个是wm8962的machine上的现有代码，但如果我要porting...

```
16. }
17.
18. static struct platform_driver asoc_dma_driver = {
19.     .driver = {
20.         .name = "samsung-audio",
21.         .owner = THIS_MODULE,
22.     },
23.
24.     .probe = samsung_asoc_platform_probe,
25.     .remove = __devexit_p(samsung_asoc_platform_remove),
26. };
27.
28. module_platform_driver(asoc_dma_driver);
```

snd_soc_register_platform() 该函数用于注册一个snd_soc_platform，只有注册以后，它才可以被Machine驱动使用。它的代码已经清晰地表达了它的实现过程：

- 为snd_soc_platform实例申请内存；
- 从platform_device中获得它的名字，用于Machine驱动的匹配工作；
- 初始化snd_soc_platform的字段；
- 把snd_soc_platform实例连接到全局链表platform_list中；
- 调用snd_soc_instantiate_cards，触发声卡的machine、platform、codec、dai等的匹配工作；

3. cpu的snd_soc_dai driver驱动的注册

dai驱动通常对应cpu的一个或几个I2S/PCM接口，与snd_soc_platform一样，dai驱动也是实现为一个platform driver，实现一个dai驱动大致可以分为以下几个步骤：

- 定义一个snd_soc_dai_driver结构的实例；
- 在对应的platform_driver中的probe回调中通过API：snd_soc_register_dai或者snd_soc_register_dais，注册snd_soc_dai实例；
- 实现snd_soc_dai_driver结构中的probe、suspend等回调；
- 实现snd_soc_dai_driver结构中的snd_soc_dai_ops字段中的回调函数；

snd_soc_register_dai 这个函数在上一篇介绍codec驱动的博文中已有介绍，请参考：Linux ALSA声卡驱动之七：ASoC架构中的Codec。

snd_soc_dai 该结构在snd_soc_register_dai函数中通过动态内存申请获得， 简要介绍一下几个重要字段：

- driver 指向关联的snd_soc_dai_driver结构，由注册时通过参数传入；
- playback_dma_data 用于保存该dai播放stream的dma信息，例如dma的目标地址，dma传送单元大小和通道号等；
- capture_dma_data 同上，用于录音stream；
- platform 指向关联的snd_soc_platform结构；

snd_soc_dai_driver 该结构需要自己根据不同的soc芯片进行定义，关键字段介绍如下：

- probe、remove 回调函数，分别在声卡加载和卸载时被调用；
- suspend、resume 电源管理回调函数；
- ops 指向snd_soc_dai_ops结构，用于配置和控制该dai；
- playback snd_soc_pcm_stream结构，用于指出该dai支持的声道数，码率，数据格式等能力；
- capture snd_soc_pcm_stream结构，用于指出该dai支持的声道数，码率，数据格式等能力；

4. snd_soc_dai_driver中的ops字段

ops字段指向一个snd_soc_dai_ops结构，该结构实际上是一组回调函数的集合，dai的配置和控制几乎都是通过这些回调函数来实现的，这些回调函数基本可以分为3大类，驱动程序可以根据实际情况实现其中的一部分：

工作时钟配置函数 通常由machine驱动调用：

- set_sysclk 设置dai的主时钟；
- set_pll 设置PLL参数；
- set_clkdiv 设置分频系数；
- dai的格式配置函数 通常由machine驱动调用：
- set_fmt 设置dai的格式；

Linux ALSA声卡驱动之六：ASoC
elliepfsang: @DroidPhone:关于snd_soc_dai_link结构中的代码注释中struct snd_...
ALSA声卡驱动中的DAPM详解之
DroidPhone: @u012389631:这种名字根据实际的意义自己定义就好了，只要符合常识即可。不过通常还是会和co...

- set_tdm_slot 如果dai支持时分复用，用于设置时分复用的slot；
- set_channel_map 声道的时分复用映射设置；
- set_tristate 设置dai引脚的状态，当与其他dai并联使用同一引脚时需要使用该回调；

标准的snd_soc_ops回调 通常由soc-core在进行PCM操作时调用：

- startup
- shutdown
- hw_params
- hw_free
- prepare
- trigger

抗pop，pop声 由soc-core调用：

- digital_mute

以下这些api通常被machine驱动使用，machine驱动在他的snd_pcm_ops字段中的hw_params回调中使用这些api：

- snd_soc_dai_set_fmt() 实际上会调用snd_soc_dai_ops或者codec driver中的set_fmt回调；
- snd_soc_dai_set_pll() 实际上会调用snd_soc_dai_ops或者codec driver中的set_pll回调；
- snd_soc_dai_set_sysclk() 实际上会调用snd_soc_dai_ops或者codec driver中的set_sysclk回调；
- snd_soc_dai_set_clkdiv() 实际上会调用snd_soc_dai_ops或者codec driver中的set_clkdiv回调；

snd_soc_dai_set_fmt(struct snd_soc_dai *dai, unsigned int fmt)的第二个参数fmt在这里特别说一下，ASoC目前只是用了它的低16位，并且为它专门定义了一些宏来方便我们使用：

bit 0-3 用于设置接口的格式：

```cpp
#define SND_SOC_DAIFMT_I2S      1 /* I2S mode */
#define SND_SOC_DAIFMT_RIGHT_J      2 /* Right Justified mode */
#define SND_SOC_DAIFMT_LEFT_J       3 /* Left Justified mode */
#define SND_SOC_DAIFMT_DSP_A        4 /* L data MSB after FRM LRC */
#define SND_SOC_DAIFMT_DSP_B        5 /* L data MSB during FRM LRC */
#define SND_SOC_DAIFMT_AC97     6 /* AC97 */
#define SND_SOC_DAIFMT_PDM      7 /* Pulse density modulation */
```

bit 4-7 用于设置接口时钟的开关特性：

```cpp
#define SND_SOC_DAIFMT_CONT     (1 << 4) /* continuous clock */
#define SND_SOC_DAIFMT_GATED        (2 << 4) /* clock is gated */
```

bit 8-11 用于设置接口时钟的相位：

```cpp
#define SND_SOC_DAIFMT_NB_NF        (1 << 8) /* normal bit clock + frame */
#define SND_SOC_DAIFMT_NB_IF        (2 << 8) /* normal BCLK + inv FRM */
#define SND_SOC_DAIFMT_IB_NF        (3 << 8) /* invert BCLK + nor FRM */
#define SND_SOC_DAIFMT_IB_IF        (4 << 8) /* invert BCLK + FRM */
```

bit 12-15 用于设置接口主从格式：

```cpp
#define SND_SOC_DAIFMT_CBM_CFM      (1 << 12) /* codec clk & FRM master */
#define SND_SOC_DAIFMT_CBS_CFM      (2 << 12) /* codec clk slave & FRM master */
#define SND_SOC_DAIFMT_CBM_CFS      (3 << 12) /* codec clk master & frame slave */
#define SND_SOC_DAIFMT_CBS_CFS      (4 << 12) /* codec clk & FRM slave */
```

5. snd_soc_platform_driver中的ops字段

该ops字段是一个snd_pcm_ops结构，实现该结构中的各个回调函数是soc platform驱动的主要工作，他们基本都涉及dma操作以及dma buffer的管理等工作。下面介绍几个重要的回调函数：

ops.open

当应用程序打开一个pcm设备时，该函数会被调用，通常，该函数会使用snd_soc_set_runtime_hwparams()设置substream中的snd_pcm_runtime结构里面的hw_params相关字段，然后为snd_pcm_runtime的private_data字段申请一个私有结构，用于保存该平台的dma参数。

ops.hw_params

驱动的hw_params阶段，该函数会被调用。通常，该函数会通过snd_soc_dai_get_dma_data函数获得对应的dai的dma参数，获得的参数一般都会保存在snd_pcm_runtime结构的private_data字段。然后通过snd_pcm_set_runtime_buffer函数设置snd_pcm_runtime结构中的dma buffer的地址和大小等参数。要注意的是，该回调可能会被多次调用，具体实现时要小心处理多次申请资源的问题。

ops.prepare

正式开始数据传送之前会调用该函数，该函数通常会完成dma操作的必要准备工作。

ops.trigger

数据传送的开始，暂停，恢复和停止时，该函数会被调用。

ops.pointer

该函数返回传送数据的当前位置。

6. 音频数据的dma操作

soc-platform驱动的最主要功能就是要完成音频数据的传送，大多数情况下，音频数据都是通过dma来完成的。

6.1. 申请dma buffer

因为dma的特殊性，dma buffer是一块特殊的内存，比如有的平台规定只有某段地址范围的内存才可以进行dma操作，而多数嵌入式平台还要求dma内存的物理地址是连续的，以方便dma控制器对内存的访问。在ASoC架构中，dma buffer的信息保存在snd_pcm_substream结构的snd_dma_buffer *buf字段中，它的定义如下

```cpp
struct snd_dma_buffer {
    struct snd_dma_device dev;  /* device type */
    unsigned char *area;    /* virtual pointer */
    dma_addr_t addr;    /* physical address */
    size_t bytes;       /* buffer size in bytes */
    void *private_data; /* private for allocator; don't touch */
};
```

那么，在哪里完成了snd_dam_buffer结构的初始化赋值操作呢？答案就在snd_soc_platform_driver的pcm_new回调函数中，还是以/sound/soc/samsung/dma.c为例：

```cpp
static struct snd_soc_platform_driver samsung_asoc_platform = {
    .ops        = &dma_ops,
    .pcm_new    = dma_new,
    .pcm_free   = dma_free_dma_buffers,
};

static int __devinit samsung_asoc_platform_probe(struct platform_device *pdev)
{
    return snd_soc_register_platform(&pdev->dev, &samsung_asoc_platform);
}
```

pcm_new字段指向了dma_new函数，dma_new函数进一步为playback和capture分别调用preallocate_dma_buffer函数，我们看看preallocate_dma_buffer函数的实现：

```cpp
static int preallocate_dma_buffer(struct snd_pcm *pcm, int stream)
{
    struct snd_pcm_substream *substream = pcm->streams[stream].substream;
    struct snd_dma_buffer *buf = &substream->dma_buffer;
```

```
    size_t size = dma_hardware.buffer_bytes_max;

    pr_debug("Entered %s\n", __func__);

    buf->dev.type = SNDRV_DMA_TYPE_DEV;
    buf->dev.dev = pcm->card->dev;
    buf->private_data = NULL;
    buf->area = dma_alloc_writecombine(pcm->card->dev, size,
                    &buf->addr, GFP_KERNEL);
    if (!buf->area)
        return -ENOMEM;
    buf->bytes = size;
    return 0;
}
```

该函数先是获得事先定义好的buffer大小，然后通过dma_alloc_weitecombine函数分配dma内存，然后完成substream->dma_buffer的初始化赋值工作。上述的pcm_new回调会在声卡的建立阶段被调用，调用的详细的过程请参考Linux ALSAs声卡驱动之六：ASoC架构中的Machine中的图3.1。

在声卡的hw_params阶段，snd_soc_platform_driver结构的ops->hw_params会被调用，在该回调用，通常会使用api：snd_pcm_set_runtime_buffer()把substream->dma_buffer的数值拷贝到substream->runtime的相关字段中（.dma_area, .dma_addr, .dma_bytes），这样以后就可以通过substream->runtime获得这些地址和大小信息了。

dma buffer获得后，即是获得了dma操作的源地址，那么目的地址在哪里？其实目的地址当然是在dai中，也就是前面介绍的snd_soc_dai结构的playback_dma_data和capture_dma_data字段中，而这两个字段的值也是在hw_params阶段，由snd_soc_dai_driver结构的ops->hw_params回调，利用api：snd_soc_dai_set_dma_data进行设置的。紧随其后，snd_soc_platform_driver结构的ops->hw_params回调利用api：snd_soc_dai_get_dma_data获得这些dai的dma信息，其中就包括了dma的目的地址信息。这些dma信息通常还会被保存在substream->runtime->private_data中，以便在substream的整个生命周期中可以随时获得这些信息，从而完成对dma的配置和操作。

6.2 dma buffer管理

播放时，应用程序把音频数据源源不断地写入dma buffer中，然后相应platform的dma操作则不停地从该buffer中取出数据，经dai送往codec中。录音时则正好相反，codec源源不断地把A/D转换好的音频数据经过dai送入dma buffer中，而应用程序则不断地从该buffer中读走音频数据。

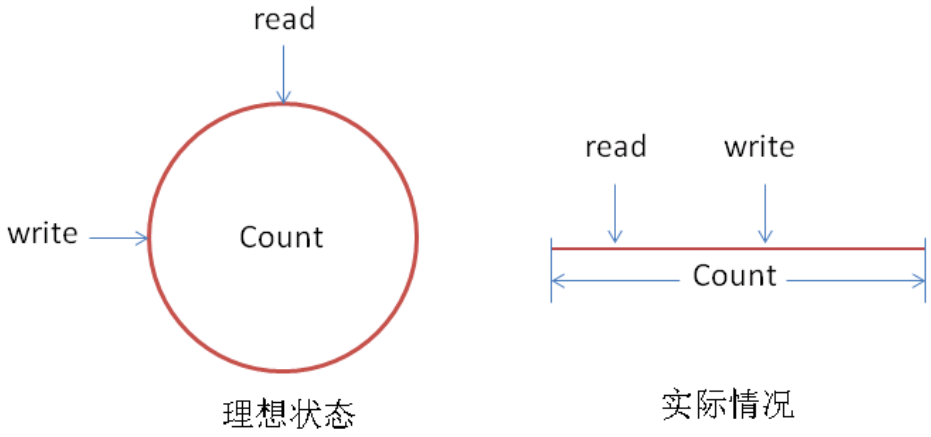


图6.2.1 环形缓冲区

环形缓冲区正好适合用于这种情景的buffer管理，理想情况下，大小为Count的缓冲区具备一个读指针和写指针，我们期望他们都可以闭合地做环形移动，但是实际的情况确实：缓冲区通常都是一段连续的地址，他是有开始和结束两个边界，每次移动之前都必须进行一次判断，当指针移动到末尾时就必须人为地让他回到起始位置。在实际应用中，我们通常都会把这个大小为Count的缓冲区虚拟成一个大小为n*Count的逻辑缓冲区，相当于理想状态下的圆形绕了n圈之后，然后把这段总的距离拉平为一段直线，每一圈对应直线中的一段，因为n比较大，所以大多数情况下不会出现读写指针的换位的情况（如果不对buffer进行扩展，指针到达末端后，回到起始端时，两个指针的前后相对位置会发生互换）。扩展后的逻辑缓冲区在计算剩余空间可条件判断是相对方便。alsa driver也使用了该方法对dma buffer进行管理：

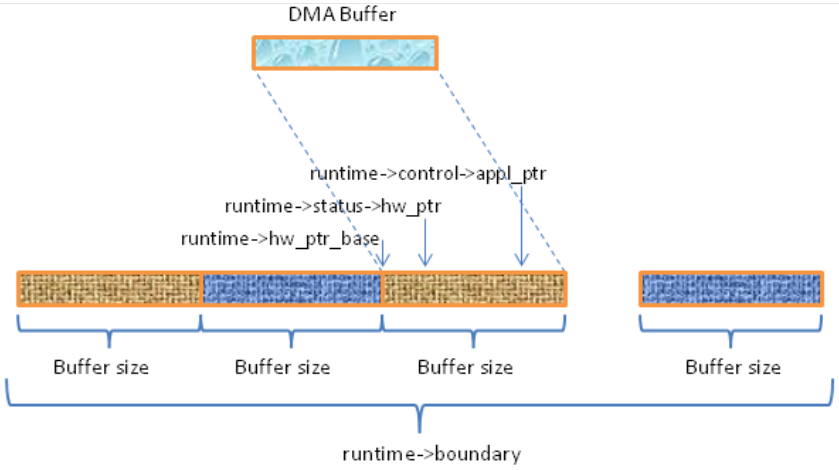


图6.2.2 alsa driver缓冲区管理

snd_pcm_runtime结构中，使用了四个相关的字段来完成这个逻辑缓冲区的管理：

- snd_pcm_runtime.hw_ptr_base 环形缓冲区每一圈的基地址，当读写指针越过一圈后，它按buffer size进行移动；
- snd_pcm_runtime.status->hw_ptr 硬件逻辑位置，播放时相当于读指针，录音时相当于写指针；
- snd_pcm_runtime.control->appl_ptr 应用逻辑位置，播放时相当于写指针，录音时相当于读指针；
- snd_pcm_runtime.boundary 扩展后的逻辑缓冲区大小，通常是(2^n)*size；

通过这几个字段，我们可以很容易地获得缓冲区的有效数据，剩余空间等信息，也可以很容易地把当前逻辑位置映射回真实的dma buffer中。例如，获得播放缓冲区的空闲空间：

```
[csharp]

01. static inline snd_pcm_uframes_t snd_pcm_playback_avail(struct snd_pcm_runtime *runtime)
02. {
03.     snd_pcm_sframes_t avail = runtime->status->hw_ptr + runtime->buffer_size - runtime->contro
04.     if (avail < 0)
05.         avail += runtime->boundary;
06.     else if ((snd_pcm_uframes_t) avail >= runtime->boundary)
07.         avail -= runtime->boundary;
08.     return avail;
09. }
```

要想映射到真正的缓冲区位置，只要减去runtime->hw_ptr_base即可。下面的api用于更新这几个指针的当前位置：

```
[cpp]

01. int snd_pcm_update_hw_ptr(struct snd_pcm_substream *substream)
```

所以要想通过snd_pcm_playback_avail等函数获得正确的信息前，应该先要调用这个api更新指针位置。
以播放(playback)为例，我现在知道至少有3个途径可以完成对dma buffer的写入：

- 应用程序调用alsa-lib的snd_pcm_writei、snd_pcm_writen函数；
- 应用程序使用ioctl：SNDRV_PCM_IOCTL_WRITEI_FRAMES或SNDRV_PCM_IOCTL_WRITEN_FRAMES；
- 应用程序使用alsa-lib的snd_pcm_mmap_begin/snd_pcm_mmap_commit;

以上几种方式最终把数据写入dma buffer中，然后修改runtime->control->appl_ptr的值。
播放过程中，通常会配置成每一个period size生成一个dma中断，中断处理函数最重要的任务就是：

- 更新dma的硬件的当前位置，该数值通常保存在runtime->private_data中；
- 调用snd_pcm_period_elapsed函数，该函数会进一步调用snd_pcm_update_hw_ptr0函数更新上述所说的4个缓冲区管理字段，然后唤醒相应的等待进程；

```
[cpp]

01. <span style="font-family:Arial, Verdana, sans-serif;"><span style="white-space: normal;">
</span>
```

```
</span><pre name="code" class="cpp">void snd_pcm_period_elapsed(struct snd_pcm_substream *subst
{
    struct snd_pcm_runtime *runtime;
    unsigned long flags;

    if (PCM_RUNTIME_CHECK(substream))
        return;
    runtime = substream->runtime;

    if (runtime->transfer_ack_begin)
        runtime->transfer_ack_begin(substream);

    snd_pcm_stream_lock_irqsave(substream, flags);
    if (!snd_pcm_running(substream) ||
        snd_pcm_update_hw_ptr0(substream, 1) < 0)
        goto _end;

    if (substream->timer_running)
        snd_timer_interrupt(substream->timer, 1);
 _end:
    snd_pcm_stream_unlock_irqrestore(substream, flags);
    if (runtime->transfer_ack_end)
        runtime->transfer_ack_end(substream);
    kill_fasync(&runtime->fasync, SIGIO, POLL_IN);
}
</pre>如果设置了transfer_ack_begin和transfer_ack_end回调，snd_pcm_period_elapsed还会调用这两个回调函数。<br>
<br>
<pre></pre>
<pre></pre>
<pre></pre>
```

7. 图说代码

最后，反正图也画了，好与不好都传上来供参考一下，以下这张图表达了 ASoC中Platform驱动的几个重要数据结构之间的关系:

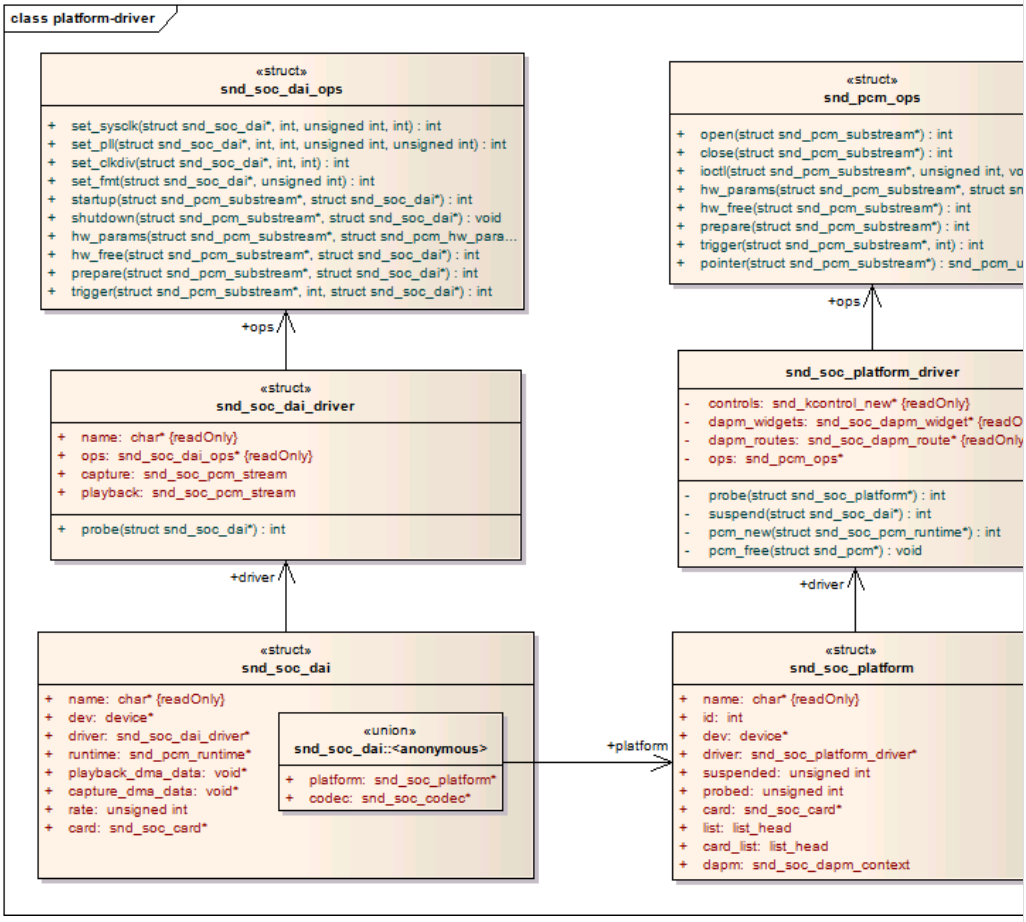


图7.1　ASoC Platform驱动

一堆的private_data，很重要但也很容易搞混，下面的图不知对大家有没有帮助：

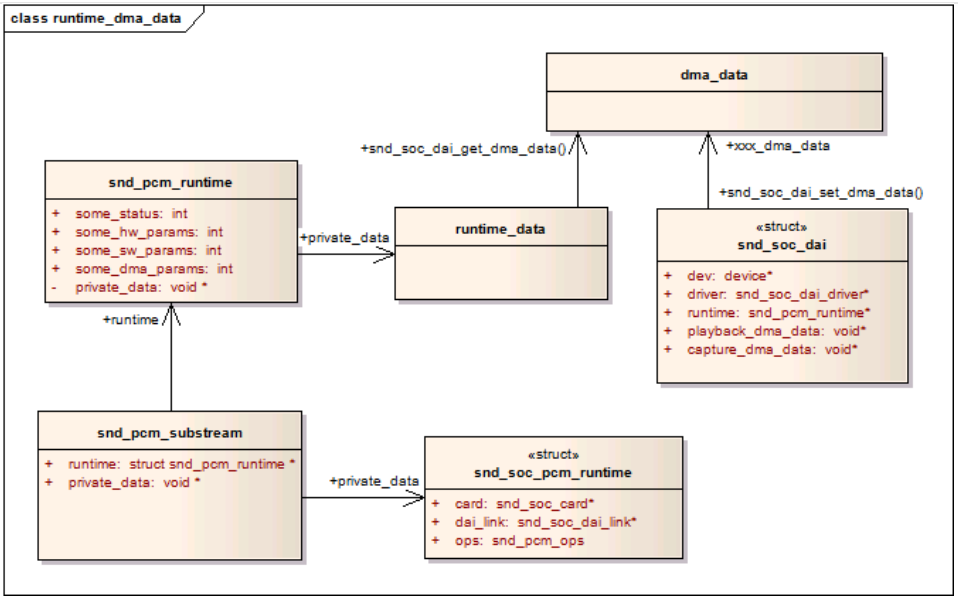


图7.2 private_data

上一篇：Linux ALSA声卡驱动之七：ASoC架构中的Codec

下一篇：自旋锁spin_lock和raw_spin_lock

查看评论

22楼 ljf69 2013-11-21 09:10发表

楼主你好，
我在2416上面移植wm9713驱动，移植后内核都认到声卡了，但是没有声音，不知道怎么回事。http://bbs.csdn.net/topics/390647742
这是具体移植过程。
希望楼主能帮我看下问题出现在哪里？
非常感谢！

21楼 wo2581511 2013-11-11 22:28发表

楼主，你好！请问一下，alsa架构具体的音量控制怎么体现？

Re: DroidPhone 2013-11-12 10:03发表

回复wo2581511：通常codec都会有音量控制器，把控制音量的寄存器定义成一个tlv形式的kcontrol，用户空间控制该kcontrol就可以实现音量控制了。

Re: wo2581511 2013-11-13 10:44发表

回复DroidPhone：谢谢！我定义了这样一个kcontrol:
SOC_DOUBLE_R_SX_TLV("LineOut Analog Playback Volume", CS42L73_LOAAVOL, CS42L73_LOBAVOL, 0, 0x41, 0x4B, hpaloa_tlv),
#define SOC_DOUBLE_R_SX_TLV(xname, xreg, xrreg, xshift, xmin, xmax, tlv_array) \
{ .iface = SNDRV_CTL_ELEM_IFACE_MIXER, .name = (xname), \
.access = SNDRV_CTL_ELEM_ACCESS_TLV_READ | \
SNDRV_CTL_ELEM_ACCESS_READWRITE, \
.tlv.p = (tlv_array), \
.info = snd_soc_info_volsw, \
.get = snd_soc_get_volsw_sx, \
.put = snd_soc_put_volsw_sx, \
.private_value = (unsigned long)&(struct soc_mixer_control) \
{.reg = xreg, .rreg = xrreg, \
.shift = xshift, .rshift = xshift, \
.max = xmax, .min = xmin} }
调节音量大小，比如音量减-1应该进入info或者put函数一次？还是怎么弄的？

20楼 maosuyun2009 2013-09-05 18:19发表

楼主，请问cpu的snd_soc_dai是在哪里添加进了dai_list链表了呢？