全志科技
Allwinner Technology

A64

A64 dev tree&sysconfig 使用文档

全志科技 Allwinner Technology

文档履历

版本号	日期	制/修订人	制/修订记录
V1.0	2015.03.12	HSR	初始化版本
V1.1	2015.09.25	Superm	修复笔误错误。

全志科技 Allwinner Technology

目　　录

全 志 科 技
Allwinner Technology

1. 引言

1.1. 编写目的

介绍 devicetree 配置、设备驱动如何获取 devicetree 配置信息等内容，让用户明确掌握 devicetree 配置与使用方法。

1.2. 适用范围

适用于 aw1689 芯片相关平台.

1.3. 相关人员

linux 项目组同事, linux 内核和驱动开发人员。

1.4. 术语与缩略语

术语/缩略语	解释说明
DTS	Device Tree Source File，设备树源码文件。
DTB	Device Tree Blob File，设备树二进制文件。
Sys_config.fex	Allwinner 配置文件

2. 模块介绍

Device Tree 是一种描述硬件的数据结构，可以把嵌入式系统资源抽象成一颗树形结构，可以直观查看系统资源分布；内核可以识别这棵树，并根据它展开出 Linux 内核中的 platform_device 等

2.1.模块功能介绍

Device Tree 改变了原来用 hardcode 方式将 HW 配置信息嵌入到内核代码的方法，消除了 arch/arm64 下大量的冗余编码。使得各个厂商可以更专注于 driver 开发，开发流程遵从 mainline kernel 的规范。

2.2.相关术语介绍

FDT: 嵌入式 PowerPC 中，为了适应内核发展&&嵌入式 PowerPC 平台的千变万化，推出了 Standard for Embedded Power Architecture Platform Requirements（ePAPR）标准，吸收了 Open Firmware 的优点，在 U-boot 引入了扁平设备树 FDT 接口，使用一个单独的 FDT blob 对象将系统硬件信息传递给内核。

DTS：device tree 源文件，包含用户配置信息。

对于 32bit Arm 架构， dts 文件存放在 arch/arm/boot/dts 路径下。

对于 64bit Arm 架构， dts 文件存放在 arch/arm64/boot/dts 路径下。

DTB: DTB 是 DTS 被 DTC 编译后二进制格式的 Device Tree 描述，可由 Linux 内核解析，并为设备驱动提供硬件配置信息。

3. 如何配置

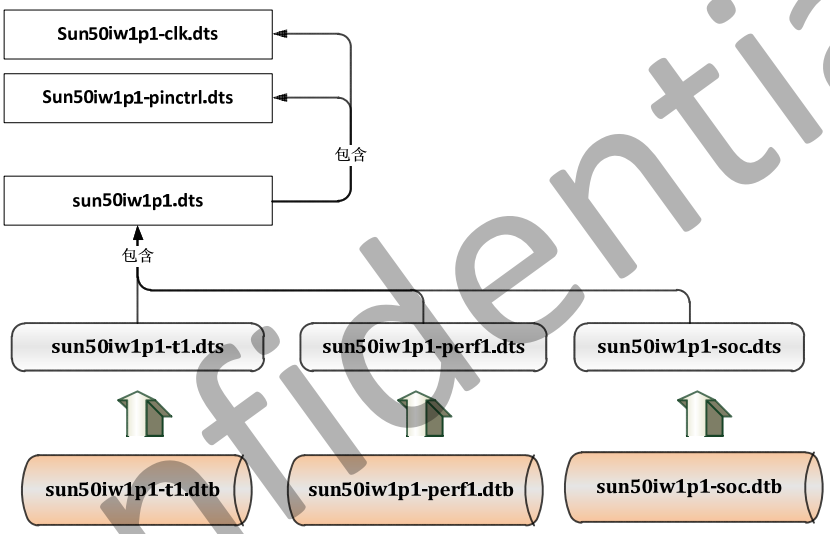
3.1. 配置文件关系

3.1.1. 不存在 sys_config.fex 配置情况

当不存在 sys_config.fex 时，一份完整的配置可以包括两个部分：

a. soc 级配置文件：定义了 SOC 级配置，如设备时钟、中断等资源，如图 sun50iw1p1.dtsi。

b. board 级配置文件：定义了板级配置，包含一些板级差异信息，如图 sun50iw1p1-t1.dtsi。



上图显示了三个方案的设备树配置信息，其中：

1) 每个方案 dtb 文件，依赖于 sun50iw1p1-${board}.dts，而 sun50iw1p1-${board}.dtsi 又包含 sun50iw1p1.dtsi，**当 board 级配置文件跟 soc 级配置文件出现相同节点属性时，Board 级配置文件的属性值会去覆盖 soc 级的相同属性值。**

2) 图示中 sun50iw1p1-soc.dts 文件跟 sun50iw1p1-t1.dts 与 sun50iw1p1-perf1.dts 一样，都属于 board 配置文件。该配置文件定义为一种通用的 board 配置文件，主要为了防止客户移植新的方案时，没有在内核 linux-3.10/arch/arm64/boot/dts/目录下定义客户方案的 board 级配置文件。如果出现这样的情况，内核编译的时候，就会采用 sun50iw1p1-soc.dts，作为该客户方案的 board 级配置文件。

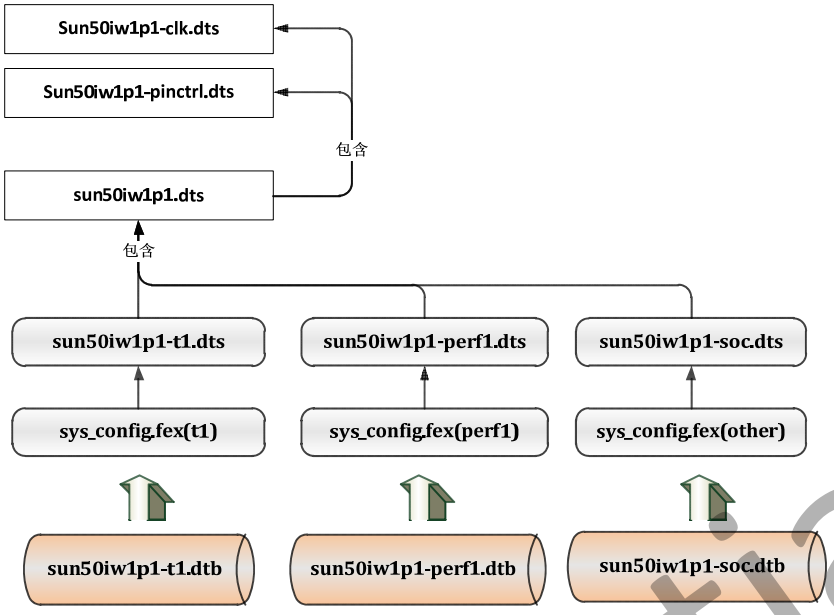
3.1.2. 存在 sys_config.fex 配置情况

当不存在 sys_config.fex 时，一份完整的配置可以包括三个部分：

c. soc 级配置文件：定义了 SOC 级配置，如设备时钟、中断等资源，如图 sun50iw1p1.dtsi。

d. board 级配置文件：定义了板级配置，包含一些板级差异信息，如图 sun50iw1p1-t1.dtsi。

e. sys_config.fex 配置文件，为方便客户使用而定义，优先级比 board 级配置、soc 级配置都高。

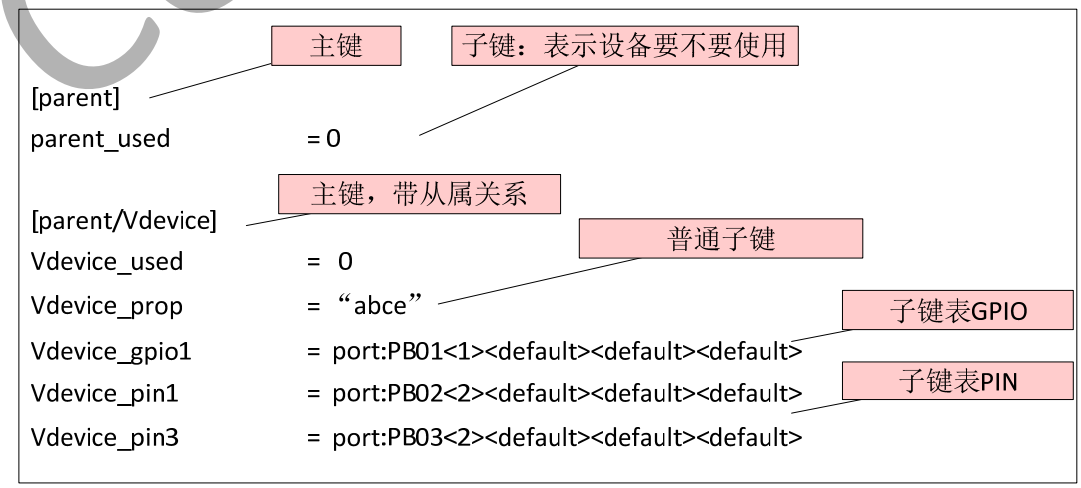


上图显示了三个方案的设备树配置信息，其中：

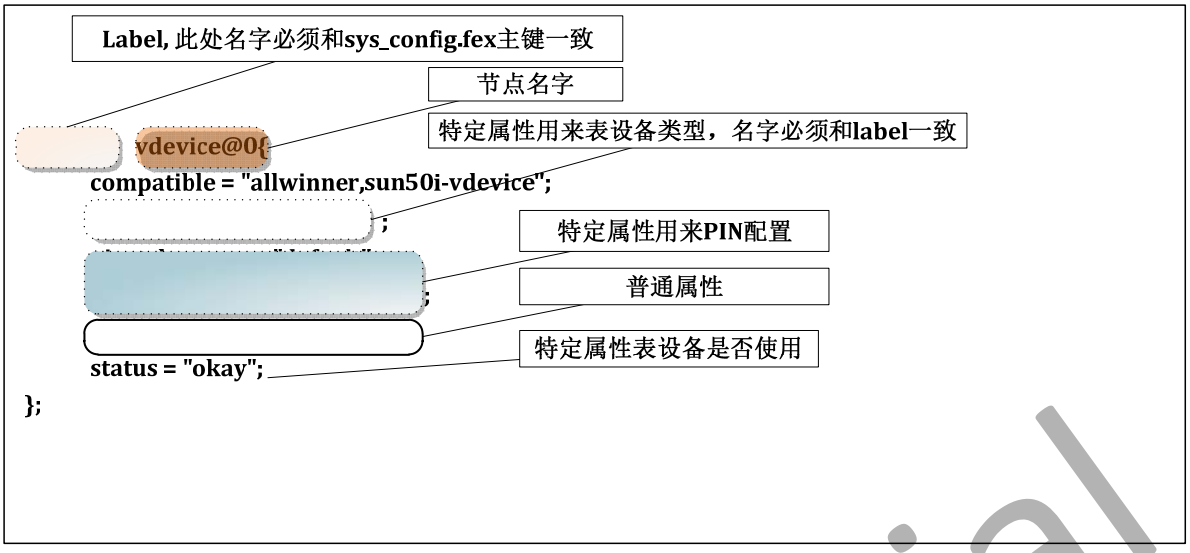
3) 每个方案 dtb 文件，既包含 sys_config.fex 配置信息，同时又依赖于 sun50iw1p1-${board}.dts，而 sun50iw1p1-${board}.dtsi 又包含 sun50iw1p1.dtsi，**sys_config.fex 配置文件的优先级别最高，sys_config.fex 跟 devicetree 文件都存在配置项时，sys_config.fex 的配置项内容会更新到 board 级配置文件或者 soc 级配置文件对应的配置项上去。**

4) 图示中 sun50iw1p1-soc.dts 文件跟 sun50iw1p1-t1.dts 与 sun50iw1p1-perf1.dts 一样，都属于 board 配置文件。该配置文件定义为一种通用的 board 配置文件，主要为了防止客户移植新的方案时，没有在内核 linux-3.10/arch/arm64/boot/dts/ 目录下定义客户方案的 board 级配置文件。如果出现这样的情况，内核编译的时候，就会采用 sun50iw1p1-soc.dts，作为该客户方案的 board 级配置文件。

3.2. 配置 sys_config.fex



3.3. 配置 devicetree



详细命名规范，参考《AW_1689_DEVICE_TREE&SYS_CONFIG 配置规范》。

3.4. 系统最终生效配置查看

Sysconfig.fex 和各级 devtree 最终在 pack 完成后，会生成二进制文件 lichee/out/sun50iw1p1/linux/common/sunxi.dtb ，如果需要查看最终配置，可以使用以下命令，将二进制文件转换为 dts 文件（device tree）：

xxx/linux-3.10/scripts/dtc/dtc -I dtb -O dts -o 输出文件名 xx/lichee/out/sun50iw1p1/linux/common/sunxi.dtb

4. 接口描述

Linux 系统为 device tree 提供了标准的 API 接口。

4.1. 常用外部接口

使用内核提供的 device tree 接口，必须引用 Linux 系统提供的 device tree 接口头文件,包含且不限于以下头文件：

```
#include <linux/of.h>
#include<linux/of_address.h>
#include<linux/of_irq.h>
#include<linux/of_gpio.h>
```

Device tree 常用接口如下介绍。

4.1.1. irq_of_parse_and_map

- **PROTOTYPE**

```
unsigned int irq_of_parse_and_map(struct device_node *dev, int index)
```

- **ARGUMENTS**

dev　　要解析中断号的设备；
index　dts 源文件中节点 interrupt 属性值索引；

- **RETURNS**

如果解析成功，返回中断号，否则返回 0。

- **DEMO**

```
以 timer 节点为例子:
Dts 配置:
/{
    timer0: timer@1c20c00 {
        ...
        interrupts = <GIC_SPI 18 IRQ_TYPE_EDGE_RISING>;
        ...
    };
};

驱动代码片段:
static void __init sunxi_timer_init(struct device_node *node){
    int irq;
    ....
    irq = irq_of_parse_and_map(node, 0);
    if (irq <= 0)
        panic("Can't parse IRQ");
}
```

4.1.2. of_iomap

- **PROTOTYPE**

```
void __iomem *of_iomap(struct device_node *np, int index);
```

- **ARGUMENTS**

np　　要映射内存的设备节点，
index　dts 源文件中节点 reg 属性值索引；

- **RETURNS**

如果映射成功，返回 IO memory 的虚拟地址，否则返回 NULL。

- **DEMO**

```
以 timer 节点为例子，dts 配置：
/{
    timer0: timer@1c20c00 {
        ...
        reg = <0x0 0x01c20c00 0x0 0x90>;
        ...
    };
};

以 timer 为例子，驱动代码片段：
static void __init sunxi_timer_init(struct device_node *node){
    ...
    timer_base = of_iomap(node, 0);
}
```

4.1.3. *of_property_read_u32*

- **PROTOTYPE**

```
static inline int of_property_read_u32(const struct device_node *np,
                                       const char *propname,
                                       u32 *out_value)
```

- **ARGUMENTS**

np　　想要获取属性值的节点
Propname　属性名称
Out_value 属性值

- **RETURNS**

如果取值成功，返回 0。

- **DESCRIPTION**

该函数用于获取节点中的属性值。

- **DEMO**

```
//以 timer 节点为例子，dts 配置例子：
/{
    soc_timer0: timer@1c20c00 {
        clock-frequency = <24000000>;
        timer-prescale = <16>;
    };
};
//以 timer 节点为例子，驱动中获取 clock-frequency 属性值的例子：
int rate=0;
 if (of_property_read_u32(node, "clock-frequency", &rate)) {
    pr_err("<%s> must have a clock-frequency property\n",node->name);
    return;
 }
```

4.1.4. of_property_read_string

- **PROTOTYPE**

```
static inline int of_property_read_string_index(struct device_node *np,
                                const char *propname,
                                const char **output)
```

- **ARGUMENTS**

np　　想要获取属性值的节点
Propname　属性名称
Output　　用来存放返回字符串

- **RETURNS**

如果取值成功，返回 0。

- **DESCRIPTION**

该函数用于获取节点中属性值。（针对属性值为字符串）

- **DEMO**

```
//例如获取 string-prop 的属性值，  Dts 配置：
/{
    soc@01c20800{
        vdevice: vdevice@0{
            ...
            string_prop = "abcd";
        };
    };
};
例示代码：
test{
    const char *name;
```

```
    ....
    err = of_property_read_string_index(np, "string_prop", &name);
    if (WARN_ON(err))
        return;
}
```

4.1.5. of_property_read_string_index

- **PROTOTYPE**

```
static inline int of_property_read_string_index(struct device_node *np,
                                const char *propname,
                                int index, const char **output)
```

- **ARGUMENTS**

np　　想要获取属性值的节点
Propname　属性名称
Index　　用来索引配置在 dts 中属性为 propname 的值。
Output　　用来存放返回字符串

- **RETURNS**

如果取值成功，返回 0。

- **DESCRIPTION**

该函数用于获取节点中属性值。（针对属性值为字符串）

- **DEMO**

```
//例如获取 string-prop 的属性值， Dts 配置:
/{
    soc@01c20800{
        vdevice: vdevice@0{
                ...
                string_prop = "abcd";
        };
    };
};
例示代码:
test{
    const char *name;
    ....
    err = of_property_read_string_index(np, "string_prop", 0, &name);
    if (WARN_ON(err))
        return;
}
```

4.1.6. of_find_node_by_name

- **PROTOTYPE**

```
extern struct device_node *of_find_node_by_name(struct device_node *from,
                                const char *name);
```

- **ARGUMENTS**

From:　从哪个节点开始找起

Name:　想要查找节点的名字

- **RETURNS**

如果成功，返回节点结构体，失败返回 null.

- **DESCRIPTION**

该函数用于获取指定名称的节点。

- **DEMO**

```
//获取名字为 vdeivce 的节点，  dts 配置
/{
    soc@01c20800{
     vdevice: vdevice@0{
            ...
        string_prop = "abcd";
     };
    };
};

例示代码片段:
test{
     struct device_node *node;
     ....
     node = of_find_node_by_name(NULL, "vdevice");
     if (!node){
          pr_warn("can not get node.\n");
     };
    of_node_put(node);
}
```

4.1.7. of_find_node_by_type

- **PROTOTYPE**

```
extern struct device_node *of_find_node_by_type(struct device_node *from,
                                const char *type);
```

- **ARGUMENTS**

From:　从哪个节点开始找起

type:　　想要查找节点中 device_type 包含的字符串

- **RETURNS**

如果成功，返回节点结构体，失败返回 null.

- **DESCRIPTION**

该函数用于获取指定 device_type 的节点。

- **DEMO**

```
//获取名字为 vdeivce 的节点，  dts 配置
/{
    soc@01c20800{
     vdevice: vdevice@0{
            ...
         device_type = "vdevice";
        string_prop = "abcd";
     };
    };
};

例示代码片段:
test{
     struct device_node *node;
     ....
     node = of_find_node_by_type(NULL, "vdevice");
     if (!node){
          pr_warn("can not get node.\n");
    };
    of_node_put(node);
}
```

4.1.8. of_find_node_by_path

- **PROTOTYPE**

```
extern struct device_node *of_find_node_by_path(const char *path);
```

- **ARGUMENTS**

path　　通过指定路径查找节点;

- **RETURNS**

如果成功，返回节点结构体，失败返回 null.

- **DESCRIPTION**

该函数用于获取指定路径的节点。

- **DEMO**

```
//获取名字为 vdeivce 的节点，  dts 配置
/{
    soc@01c20800{
```

```
        vdevice: vdevice@0{
                ...
            device_type = "vdevice";
            string_prop = "abcd";
        };
        };
    };

    例示代码片段:
    test{
        struct device_node *node;
        ....
        node = of_find_node_by_path("/soc@01c2000/vdevice@0");
        if (!node){
            pr_warn("can not get node.\n");
        };
        of_node_put(node);
    }
```

4.1.9. of_get_named_gpio_flags

- **PROTOTYPE**

```
int of_get_named_gpio_flags(struct device_node *np, const char *propname,
                int index, enum of_gpio_flags *flags)
```

- **ARGUMENTS**

np 包含所需要查找 GPIO 的节点
propname 包含 GPIO 信息的属性
Index 属性 propname 中属性值的索引
Flags 用来存放 gpio 的 flags.

- **RETURNS**

如果成功，返回 gpio 编号，flags 存放 gpio 配置信息，失败返回 null.

- **DESCRIPTION**

该函数用于获取指定名称的 gpio 信息。

- **DEMO**

```
    //获取名字为 vdeivce 的节点， dts 配置
    //获取名字为 vdeivce 的节点， dts 配置
    /{
        soc@01c20800{
        vdevice: vdevice@0{
                ...
            device_type = "vdevice";
            string_prop = "abcd";
```

```
        };
      };
};

例示代码片段:
test{
      struct device_node *node;
      ....
      node = of_find_node_by_path("/soc@01c2000/vdevice@0");
      if (!node){
            pr_warn("can not get node.\n");
      };
      of_node_put(node);
}

/{
        soc@01c20800{
              vdevice: vdevice@0{
                    ...
                    test-gpios=<&pio PA 1 1 1 1 0>;
              };
        };
 };

static int gpio_test(struct platform_device *pdev)
{
      struct gpio_config config;
      ....
      node=of_find_node_by_type(NULL, "vdevice");
      if(!node){
              printk(" can not find node\n");
      }
      ret = of_get_named_gpio_flags(node, "test-gpios", 0, (enum of_gpio_flags *)&config);
      if (!gpio_is_valid(ret)) {
            return -EINVAL;
      }
};
```

4.2. Sys_config 接口&&dts 接口映射

4.2.1. 获取子键内容

Script API: 作用：通过主键名和子键名字，获取子键内容（该接口可以自己识别子键的类型） 原型： script_item_value_type_e script_get_item(char *main_key, char *sub_key, script_item_u *item);
Dts API: 说明：dts 标准接口支持通过节点和属性名，获取属性值（用户需要知道属性值得类型）： 作用：获取属性值，使用于属性值为整型数据： 原型： int of_property_read_u32(const struct device_node *np, const char *propname, u32 *out_value) 作用：获取属性值，使用于属性值为字符串： 原型： int of_property_read_string(struct device_node *np, const char *propname, const char **out_string) 作用：获取 GPIO 信息. 原型： int of_get_named_gpio_flags(struct device_node *np, const char *list_name, int index, enum of_gpio_flags *flags)

4.2.2. 获取主键下 GPIO 列表

Script API: 作用：获取主键下 GPIO 列表 int script_get_pio_list(char *main_key, script_item_u **list);
Dts API: 无对应接口.

4.2.3. 获取主键数量

Script API: 作用：获取主键数量 unsigned int script_get_main_key_count(void);
Dts API:

无对应接口.

4.2.4. 获取主键名称

Script API: 作用：通过主键索引号，获取主键名字 char *script_get_main_key_name(unsigned int main_key_index);
Dts API: 无对应接口.

4.2.5. 判断主键是否存在

Script API: 作用：判断主键是否存在 bool script_is_main_key_exist(char *main_key);
Dts API: 说明：dts 标准接口支持四种方式判断节点是否存在: a. 通过节点名字： struct device_node *of_find_node_by_name(struct device_node *from, const char *name) b. 通过节点路径： struct device_node *of_find_node_by_path(const char *path) c. 通过节点 phandle 属性： struct device_node *of_find_node_by_phandle(phandle handle) d. 通过节点 device_type 属性： struct device_node *of_find_node_by_type(struct device_node *from, const char *type)

5. 接口使用例子

5.1. 配置比较

下表展示了设备 vdevice 在 sys_config.fex 与 dts 中的配置，两种配置形式不一样，但实现的功能是等价的。

```
/*
device config in dts:
/{
        soc@01c20000{
                vdevice@0{
                        compatible = "allwinner,sun50i-vdevice";
                        device_type= "vdevice";
                        vdevice_0=<&pio 1 1 1 1 1 0>;
                        vdevice_1=<&pio 1 2 1 1 1 0>;
                        vdevice-prop-1=<0x1234>;
                        vdevice-prop-3="device-string";
                        status = "okay";
                };
        };
};
device config in sys_config.fex
[vdevice]
compatible          = "allwinner,sun50i-vdevice";
vdevice_used        = 1
vdevice_0           = port:PB01<1><1><2><default>
vdevice_1           = port:PB02<1><1><2><default>
vdevice-prop-1       = 0x1234
vdevice-prop-3       = "device-string"
*/
```

说明：GPIO_IN/GPIO_OUT/EINT 采用下边的配置方式,PIN 采用另外配置，参考 pinctrl 使用说明文档。

```
vdevice_0=<&pio PB 1 1 1 1 0>;
  |          |    |   | | | | |------------------电平
  |          |    |   | | | |---------------------上下拉
  |          |    |   | | |-------------------------驱动力
  |          |    |   | |---------------------------复用类型，0-GPIOIN 1-GPIOOUT..
  |          |    |   |-----------------------------pin bank 内偏移.
  |          |    |-------------------------------哪个 bank，PA=0, PB=1...以此类推
  |          |-------------------------------------指向哪个 pio，属于 cpus 要用&r_pio
  |-----------------------------------------------------属性名字，相当 sys_config 子键名
```

5.2. 获取整形属性值

```
通过 script 接口：
#include <linux/sys_config.h>
int get_subkey_value_int(void)
{
        script_item_u script_val;
        script_item_value_type_e type;

        type = script_get_item("vdevice", "vdevice-prop-1", &script_val);
        if (SCIRPT_ITEM_VALUE_TYPE_INT != type) {
                return -EINVAL;
        }
        return 0;

}
通过 dts 接口：
#include <linux/of.h>
int get_subkey_value_int(void)
{
        int ret;
        u32 value;
        struct device_node *node;

        node = of_find_node_by_type(NULL,"vdevice");
        if(!node){
                return -EINVAL;
        }
        ret = of_property_read_u32(node, "vdevice-prop-1", &value);
        if(ret){
                return -EINVAL;
        }
        printk("prop-value=%x\n", value);

        return 0;

}
```

5.3. 获取字符型属性值

```
通过 script 接口：
#include <linux/sys_config.h>
```

```
int get_subkey_value_string(void)
{
        script_item_u script_val;
        script_item_value_type_e type;

        type = script_get_item("vdevice", "vdevice-prop-3", &script_val);
        if (SCIRPT_ITEM_VALUE_TYPE_STR!= type) {
                return -EINVAL;
        }
        return 0;

}
```

通过 dts 接口：

```
#include <linux/of.h>
int get_subkey_value_string(void)
{
        int ret;
        const char *string;
        struct device_node *node;

        node = of_find_node_by_type(NULL,"vdevice");
        if(!node){
                return -EINVAL;
        }
        ret = of_property_read_string(node, "vdevice-prop-3", &string);
        if(ret){
                return -EINVAL;
        }
        printk("prop-vlalue=%s\n", string);

        return 0;

}
```

5.4. 获取 gpio 属性值

通过 script 接口：

```
#include <linux/sys_config.h>
int get_gpio_info(void)
{
        script_item_u script_val;
        script_item_value_type_e type;
```

```
        type = script_get_item("vdevice", "vdevice_0", &script_val);
        if (SCIRPT_ITEM_VALUE_TYPE_PIO!= type) {
                return -EINVAL;
        }
        return 0;

}
```

通过 dts 接口：

```
#include <linux/sys_config.h>
#include <linux/of.h>
#include <linux/of_gpio.h>
int get_gpio_info(void)
{
        unsigned int gpio;
        struct gpio_config config;
        struct device_node *node;

        node = of_find_node_by_name(NULL,"vdevice");
        if(!node){
                return -EINVAL;
        }
        gpio = of_get_named_gpio_flags(node, "vdevice_0", 0, (enum of_gpio_flags *)&config);
        if (!gpio_is_valid(gpio)) {
                return -EINVAL;
        }
        printk("pin=%d    mul-sel=%d    drive=%d    pull=%d    data=%d gpio=%d\n",
                        config.gpio,
                        config.mul_sel,
                        config.drv_level,
                        config.pull,
                        config.data,
                        gpio);
        return 0;
}
```

5.5. 获取节点

通过 scritp 接口：

```
#include <linux/sys_config.h>
int check_mainkey_exist(void)
{
        int ret;
        ret = script_is_main_key_exist("vdevice");
```

```
        if(!ret){
                return -EINVAL;
        }
}

通过 dts 接口：
int check_mainkey_exist(void)
{
        struct device_node *node_1, *node_2;
        /* mode 1*/
        node_1 = of_find_node_by_name(NULL,"vdevice");
        if(!node_1){
                printk("can not find node in dts\n");
                return -EINVAL;
        }
        /*mode 2 */
        node_2 =    of_find_node_by_type(NULL,"vdevice");
If(!node_2){
                return -EINVAL;
        }
        return 0;

}
```

6. 总结