

RZ/A1

R01AN3126CC0100

Rev. 1.00

2015.10.16

CMOS 摄像头的应用

概要

本文档描述的是怎么利用 RZ/A1H 芯片的 Capture Engine Unit 模块去抓取外置 CMOS 摄像头的图像数据，并把该数据转换成可以显示的格式，然后在 LCD 屏显示出来。该功能可以在 RSK+RZ/A1 板上实现。

对象主板

RSK+RZA1, YR0K77210C000BE

对象 MCU

RZ/A1H, R7S721001VCBG。

在把本应用说明应用在其他 MCU 上时，需要再评估是否适合。

目录

1. CEU 模块	3
1.1 功能概述	3
1.1.1. 图像抓取功能	3
1.1.2. 过滤处理	3
1.1.3. 格式转换功能	3
1.2 CEU 的引脚配置	3
1.3 输入图像数据格式设置	3
1.4 CEU 驱动参考	3
2. CMOS 摄像头应用设计	4
2.1 概述	4
2.2 开发板图片	4
2.3 资源配置	4
2.4 功能框图	5
2.5 接口配置	5
2.6 软件流程	5
3. 摄像头模组	7
3.1 功能介绍	7
3.2 模组电路	7
3.3 通信方式	7
3.4 图像格式描述	7
3.5 图像格式转换参考代码: BAYER → RGB	8

1. CEU 模块

1.1 功能概述

捕获引擎单元 (CEU) 是 RZ/A1 芯片内部的一个模块，它通过总线桥连接到 RZ/A1 的系统总线上，可以自动抓取外部输入的图像数据到指定的 SRAM 区域。CEU 单元有如下特征：

1.1.1. 图像抓取功能

- 1) CEU 能够抓取外部 YCbCr 图像数据到 RAM 区，并且可以把 Y 数据和 CbCr 数据分开存储；
- 2) 能够抓取非 YCbCr 格式的图像，如 JPEG，RGB565 等，并按顺序写入 RAM 区。
- 3) 能够抓取隔行扫描的图像到 RAM 区，如果是隔行的两场图像都被传输入，CEU 能够把两幅隔行图像组合成一帧完整的图像。

1.1.2. 过滤处理

使用内置的过滤器功能，能完成图像缩放和滤除图像水平方向的高频分量，但是图像缩小不能超过 VGA。且该功能只能应用于 YCbCr 格式的图像。

1.1.3. 格式转换功能

CEU 模块能把 YCbCr422 格式的输入图像转换成 YCbCr420 格式，并存到 RAM 区。

1.2 CEU 的引脚配置

引脚名称	I/O	功能
VIO_D15 to VIO_D0	输入	数据总线
VIO_CLK	输入	像素时钟
VIO_VD	输入	垂直方向同步信号
VIO_HD	输入	水平方向同步信号
VIO_FLD	输入	场同步信号

1.3 输入图像数据格式设置

在 CEU 的 CAMCR（捕捉接口控制寄存器）的 B5-4 位是 JPG 设置，该寄存器用于设置输入数据类型。

JPG[1:0]=00：表示图像捕捉模式，当输入图像格式为 YCbCr 格式时，且有需要把 Y 数据和 CbCr 数据分开存储的时候，可以选中该值。

JPG[1:0]=01：表示数据同步捕捉模式，根据同步信号来捕捉数据，并把数据顺序保存到 RAM。一般图像数据抓取使用该模式。

JPG[1:0]=10：表示数据使能捕捉模式，该模式下使用 VIO_HD 输入作为数据有效信号，来捕捉数据到 RAM。当一次只抓取一行图像数据或者非图像数据时使用该模式。

1.4 CEU 驱动参考

具体 CEU 模块的驱动，请参考瑞萨官网如下链接，有 RZ/A1H Group Capture Engine Unit Sample Program.

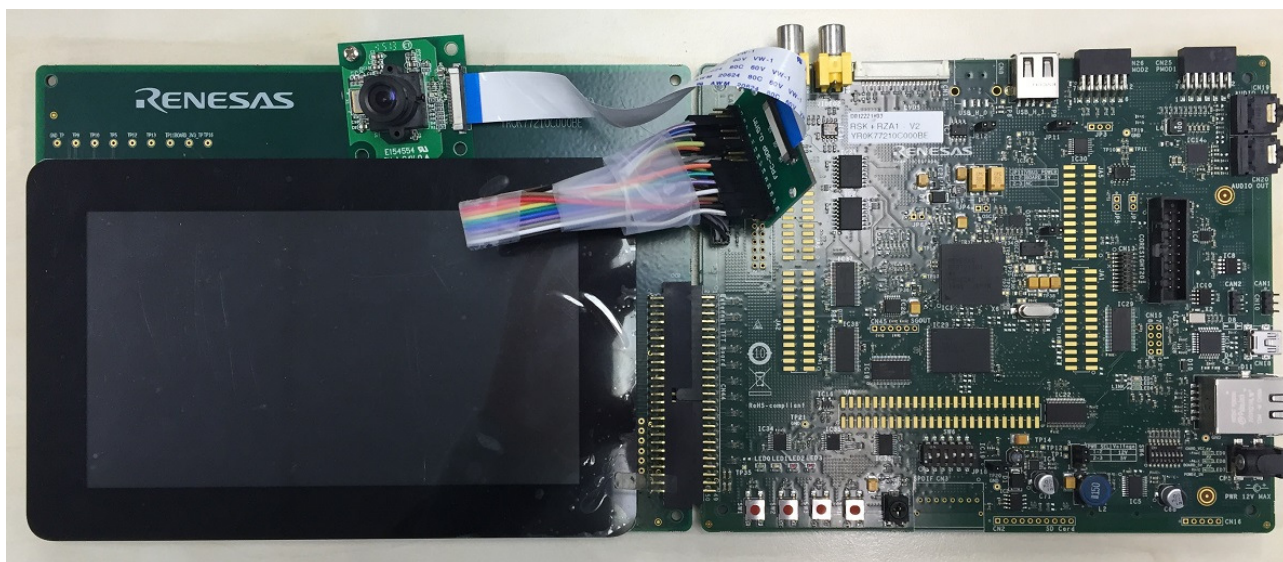
http://cn.renesas.com/support/downloads/download_results/C1000000-C9999999/mpumcu/rz/an_r01an1824ej_rza1h_other.jsp

2. CMOS 摄像头应用设计

2.1 概述

本文档描述的是怎么利用 RZ/A1H 芯片的 Capture Image unit 功能去抓取外置 CMOS 摄像头的图像数据，并把该数据转换成可以显示的格式，然后在 LCD 屏显示出来。该功能可以在 RSK+RZ/A1 板上实现。

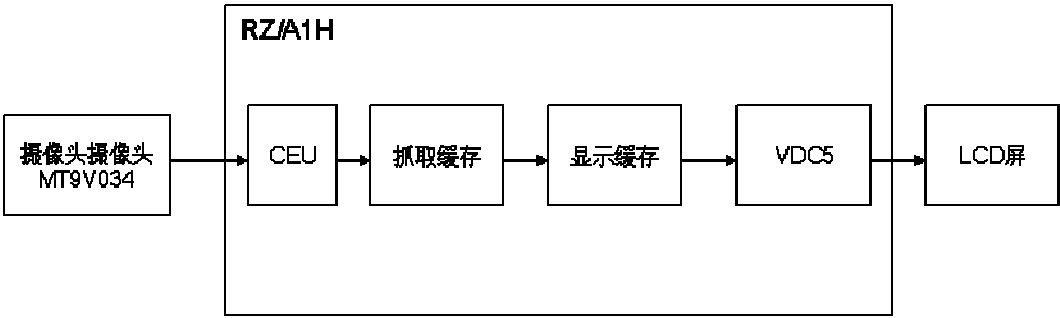
2.2 开发板图片



2.3 资源配置

项目	内容
MCU 型号	RZ/A1H (R7S721001)
时钟信息	CPU 时钟(I_{ϕ}): 400MHz, 图像处理时钟(G_{ϕ}): 266.67MHz, 内部总线时钟(B_{ϕ}): 133.33MHz, 外围总线时钟($P1_{\phi}$): 66.67MHz, 外围总线时钟($P0_{\phi}$): 33.33MHz
开发环境	ARM Development Studio 5 (DS-5 TM) Version 5.17
编译器	KPIT GNUARM-RZv13.01-EABI
使用电路板	RSK+RZ/A1
摄像头	MT9V034C12STC(Color)
LCD 屏信息	800*480 24Bit RGB

2.4 功能框图



2.5 接口配置

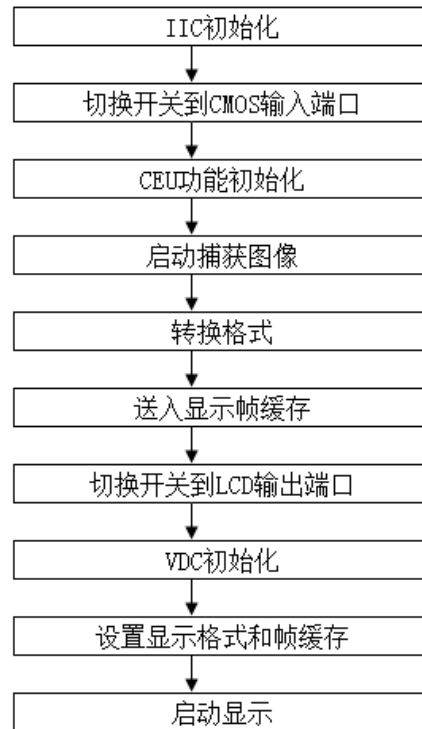
摄像头模组连接到 RSK+RZ/A1 板的 CN40，连接方法如下：

CN40/RSK		MT9V034模组	
1	VIO2	24	VP_DIN2
2	VIO3	23	VP_DIN3
3	VIO4	22	VP_DIN4
4	VIO5	21	VP_DIN5
5	VIO6	20	VP_DIN6
6	VIO7	19	VP_DIN7
7	VIO8	18	VP_DIN8
8	VIO9	17	VP_DIN9
9	VIO0	26	VP_DIN0
10	VIO1	25	VP_DIN1
11	GND		
12	GND		
13	VIOHD	12	VP_DIN14
14	NC		
15	NC		
16	VIOFLD		
17	VIOVD	11	VP_DIN15
18	SDA0	5	IIC0_SDA
19	SCL0	6	IIC0_SCL
20	NC		
21	BOARD 5V		
22	BOARD VC	30	VDD33
23	VIOCLK	8	VP_CLKIN1
24	GND		
25	GND	28	GND
26	CAM CLK		

2.6 软件流程

要实现上述的功能，软件流程如下图所示。

在 RSK+RZ/A1 板上，CN40 对应的 CEU 模块的输入引脚正在使用端口：P11-0~3 和 P10-0~15。而这些端口也同时被连接显示屏的 LCD 数据端口使用。为了分别能使用这两个模块的功能，RSK 板上使用了 IC37，IC38 两个切换开关，该切换开关控制脚 PX1_EN0 由端口扩展芯片 IC35 控制，而 IC35 由 IIC-Ch3 控制。因此在下面的流程中需要首先对 IIC 初始化，而且下面的切换开关操作也是通过 IIC 操作实现的。

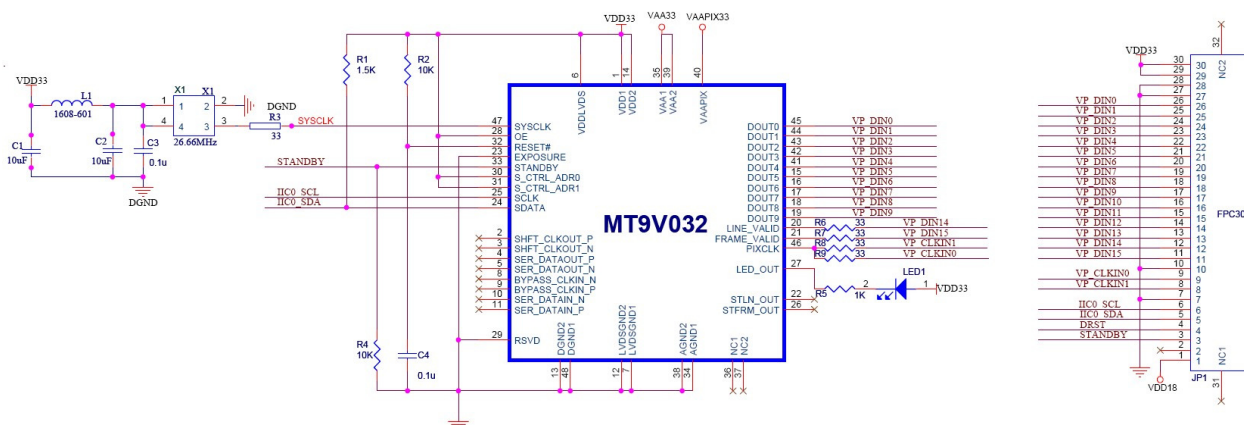


3. 摄像头模组

3.1 功能介绍

本应用笔记使用的是 MT9V034 摄像头模组，最大有效输出分辨率为 752H x 480V。该模组已经带有 26.66MHz 的晶振，在不设置 MT9V034 的寄存器的情况下，该摄像头模组可以默认输出 60Hz 的 Bayer 格式视频（分辨率为 752H x 480V）。该摄像头模组的详细资料可以参考 MT9V034 的手册。

3.2 模组电路

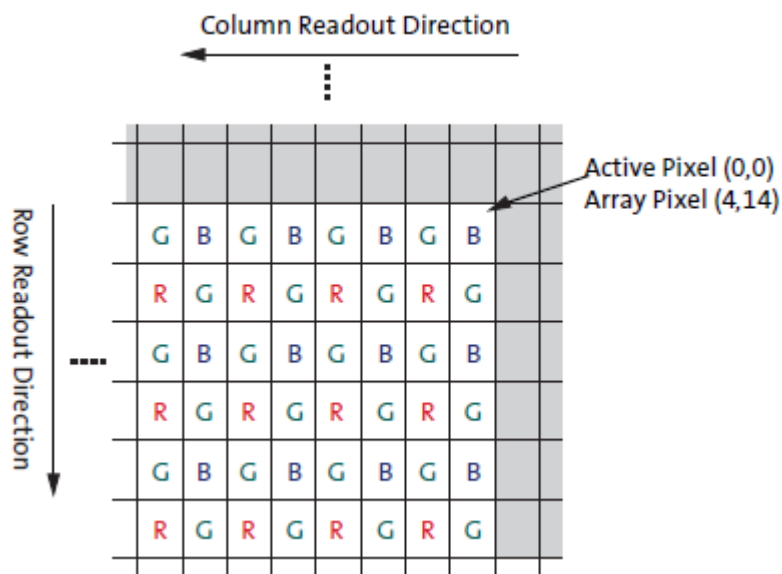


3.3 通信方式

外部的 MCU（RZ/A1H）可以通过 IIC 读写 MT9V034 的寄存器，它的 IIC 地址支持 0x90, 0x98, 0xB0, 0xB8。由它的引脚 S_CTRL_ADR0 和 S_CTRL_ADR1 决定，这里使用的模组已经把地址固定在了 0xB8。

3.4 图像格式描述

摄像头输出的格式为 RGB BAYER 格式，每个像素实际输出只有 RGB 中的一个颜色，如下图所示，每一个小网格表示一个像素，奇数行第一个像素输出 B 分量，第二个像素输出 G 分量，第三个像素输出 B 分量，依次输出。偶数行第一个像素输出 G 分量，第二个像素输出 R 分量，依次输出。



3.5 图像格式转换参考代码：BAYER → RGB

如果要把 Bayer 图像还原到 RGB 彩色图像，每个像素需要有三个颜色分量才行，而 Bayer 一个像素实际输出只有一个颜色，因此，一个像素除了自己的颜色分量，还需要借助这个像素周围的像素插值计算出另外两种颜色分量。

对于只有 G 颜色的像素，需要计算出 R 和 B 颜色。R 和 B 颜色可以取上边和下边的平均值，或者左边和右边的平均值。

对于只有 B 颜色的像素，计算 G 颜色时，可以取上下左右四个颜色的 G 分量的平均值，计算 R 颜色时，可以取四个角的 R 分量的平均值。

对于只有 R 颜色的像素，计算方法类似 B 颜色像素，具体可以参考下面的源代码。

下面源代码主要有三个公有函数，分别为：

```
void PutCaptureData2FrameBuff( uint32_t* CaptureDt, int CapWidth, int CapHeight, uint32_t* fb, int
fbWidth)
    // 把捕获缓存的数据复制到显示缓存中

void bayer_bit10_8(uint16_t* input_ram_10bit, uint8_t* input_ram_8bit, int width, int height)
    // 转换捕获缓存数据的格式，从 10 位转换成 8 位。

void bayer_to_rgb24(unsigned char *pBay, unsigned long *pRGB24, int width, int height, int pix_order)
    // 格式转换，从 Bayer 格式转换成 RGB 格式。
```

```
#include "r_typedefs.h"

#define FALSE 0
#define TRUE 1

#define RGB888_TO_RGB565(a,b,c) (((a&0xf8)<<8)|((b&0xfc)<<3)|((c&0xf8)>>3));
#define RGB888_TO_LONG(b,g,r) ((r<<16) | (g<<8) | (b));

/* inspired by OpenCV's Bayer decoding */
void static v4lconvert_border_bayer_line_to_bgr24( unsigned char* bayer,
    unsigned char* adjacent_bayer, unsigned long *bgr, int
width,
    int start_with_green, int blue_line)
{
    int t0, t1;

    if (start_with_green)
    {
        /* First pixel */
        if (blue_line)//grgr--bgbg
        {
            *bgr++=RGB888_TO_LONG(bayer[1],bayer[0],adjacent_bayer[0]);
        }
        else//gbgb--rgrg
        {
            *bgr++=RGB888_TO_LONG(adjacent_bayer[0],bayer[0],bayer[1]);
        }

        /* Second pixel */
        t0 = (bayer[0] + bayer[2] + adjacent_bayer[1] + 1) / 3;//g
        t1 = (adjacent_bayer[0] + adjacent_bayer[2] + 1) >> 1;//r
        if (blue_line)
        {
            *bgr++=RGB888_TO_LONG(bayer[1],t0,t1);
        }
        else //gbgb--rgrg
        {
            *bgr++=RGB888_TO_LONG(t1,t0,bayer[1]);
        }
    }
}
```

```

    }
    bayer++;
    adjacent_bayer++;
    width -= 2;
}
else
{
    /* First pixel */
    t0 = (bayer[1] + adjacent_bayer[0] + 1) >> 1;
    if (blue_line)
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(bayer[0],t0,adjacent_bayer[1]);
    }
    else
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(adjacent_bayer[1],t0,bayer[0]);
    }
    width--;
}

if (blue_line)
{
    for ( ; width > 2; width -= 2) {
        t0 = (bayer[0] + bayer[2] + 1) >> 1;

        *bgr++=RGB888_TO_LONG(t0,bayer[1],adjacent_bayer[1]);
        bayer++;
        adjacent_bayer++;

        t0 = (bayer[0] + bayer[2] + adjacent_bayer[1] + 1) / 3;
        t1 = (adjacent_bayer[0] + adjacent_bayer[2] + 1) >> 1;

        *bgr++=RGB888_TO_LONG(bayer[1],t0,t1);
        bayer++;
        adjacent_bayer++;
    }
}
else
{
    for ( ; width > 2; width -= 2)
    {
        t0 = (bayer[0] + bayer[2] + 1) >> 1;

        *bgr++=RGB888_TO_LONG(adjacent_bayer[1],bayer[1],t0);

        bayer++;
        adjacent_bayer++;

        t0 = (bayer[0] + bayer[2] + adjacent_bayer[1] + 1) / 3;
        t1 = (adjacent_bayer[0] + adjacent_bayer[2] + 1) >> 1;

        *bgr++=RGB888_TO_LONG(t1,t0,bayer[1]);
        bayer++;
        adjacent_bayer++;
    }
}

if (width == 2)
{
    /* Second to last pixel */
    t0 = (bayer[0] + bayer[2] + 1) >> 1;
    if (blue_line) {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(t0,bayer[1],adjacent_bayer[1]);
    }
    else
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(adjacent_bayer[1],bayer[1],t0);
    }
}

```

```

    /* Last pixel */
    t0 = (bayer[1] + adjacent_bayer[2] + 1) >> 1;
    if (blue_line)
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(bayer[2],t0,adjacent_bayer[1]);
    }
    else
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(adjacent_bayer[1],t0,bayer[2]);
    }
}
else
{
    /* Last pixel */
    if (blue_line)
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(bayer[0],bayer[1],adjacent_bayer[1]);
    }
    else
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(adjacent_bayer[1],bayer[1],bayer[0]);
    }
}
}

/* From libdc1394, which on turn was based on OpenCV's Bayer decoding */
void static bayer_to_rgbbgr24(unsigned char *bayer, unsigned long *bgr,
                             int width, int height, int start_with_green, int
blue_line)
{
    int t0, t1;
    /* (width - 2) because of the border */
    unsigned char *bayerEnd;

    /* render the first line */
    v4lconvert_border_bayer_line_to_bgr24(bayer, bayer + width, bgr, width,
                                         start_with_green, blue_line);

    /* reduce height by 2 because of the special case top/bottom line */
    for (height -= 2; height; height--)
    {
        bayerEnd = bayer + (width - 2);

        if (start_with_green)
        {
            t0 = (bayer[1] + bayer[width * 2 + 1] + 1) >> 1;
            /* Write first pixel */
            t1 = (bayer[0] + bayer[width * 2] + bayer[width + 1] + 1) / 3;
            if (blue_line)
            {
                *bgr++=RGB888_TO_LONG(t0,t1,bayer[width]);
            }
            else
            {
                *bgr++=RGB888_TO_LONG(bayer[width],t1,t0);
            }

            /* Write second pixel */
            t1 = (bayer[width] + bayer[width + 2] + 1) >> 1;
            if (blue_line)
            {
                *bgr++=RGB888_TO_LONG(t0,bayer[width],t1);
            }
            else
            {
                *bgr++=RGB888_TO_LONG(t1,bayer[width + 1],t0);
            }
        }
    }
}

```

```

        bayer++;
    }
    else
    {
        /* Write first pixel */
        t0 = (bayer[0] + bayer[width * 2] + 1) >> 1;
        if (blue_line)
        {
            *bgr++=RGB888_TO_LONG(t0,bayer[width],bayer[width + 1]);
        }
        else
        {
            *bgr++=RGB888_TO_LONG(bayer[width + 1],bayer[width],t0);
        }
    }

    if (blue_line)
    {
        for (; bayer <= bayerEnd - 2; bayer += 2)
        {
            t0 = (bayer[0] + bayer[2] + bayer[width * 2] +
                bayer[width * 2 + 2] + 2) >> 2;
            t1 = (bayer[1] + bayer[width] +
                bayer[width + 2] + bayer[width * 2 + 1] +
                2) >> 2;

            *bgr++=RGB888_TO_LONG(t0,t1, bayer[width + 1]);

            t0 = (bayer[2] + bayer[width * 2 + 2] + 1) >> 1;
            t1 = (bayer[width + 1] + bayer[width + 3] +
                1) >> 1;

            *bgr++=RGB888_TO_LONG(t0,bayer[width + 2],t1);
        }
    }
    else
    {
        for (; bayer <= bayerEnd - 2; bayer += 2)
        {
            t0 = (bayer[0] + bayer[2] + bayer[width * 2] +
                bayer[width * 2 + 2] + 2) >> 2;
            t1 = (bayer[1] + bayer[width] +
                bayer[width + 2] + bayer[width * 2 + 1] +
                2) >> 2;
            *bgr++=RGB888_TO_LONG(bayer[width + 1],t1,t0);

            t0 = (bayer[2] + bayer[width * 2 + 2] + 1) >> 1;
            t1 = (bayer[width + 1] + bayer[width + 3] +
                1) >> 1;
            *bgr++=RGB888_TO_LONG(t1,bayer[width + 2],t0);
        }
    }

    if (bayer < bayerEnd)
    {
        /* write second to last pixel */
        t0 = (bayer[0] + bayer[2] + bayer[width * 2] +
            bayer[width * 2 + 2] + 2) >> 2;
        t1 = (bayer[1] + bayer[width] +
            bayer[width + 2] + bayer[width * 2 + 1] +
            2) >> 2;
        if (blue_line)
        {
            *bgr++=RGB888_TO_LONG(t0,t1,bayer[width + 1]);
        }
        else
        {

```

```

        *bgr++=RGB888_TO_LONG( bayer[width + 1],t1,t0);
    }
    /* write last pixel */
    t0 = (bayer[2] + bayer[width * 2 + 2] + 1) >> 1;
    if (blue_line)
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(t0,bayer[width + 2],bayer[width + 1]);
    }
    else
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG( bayer[width + 1],bayer[width + 2],t0);
    }
    bayer++;
}
else
{
    /* write last pixel */
    t0 = (bayer[0] + bayer[width * 2] + 1) >> 1;
    t1 = (bayer[1] + bayer[width * 2 + 1] + bayer[width] + 1) / 3;
    if (blue_line)
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(t0,t1,bayer[width + 1]);
    }
    else
    {
        *bgr++=RGB888_TO_LONG(bayer[width + 1],t1,t0);
    }
}

/* skip 2 border pixels */
bayer += 2;

blue_line = !blue_line;
start_with_green = !start_with_green;
}

/* render the last line */
v4lconvert_border_bayer_line_to_bgr24(bayer + width, bayer, bgr,
width,!start_with_green, !blue_line);
}

/*convert bayer raw data to rgb24
* args:
*   pBay: pointer to buffer containing Raw bayer data data
*   pRGB24: pointer to buffer containing rgb24 data
*   width: picture width
*   height: picture height
*   pix_order: bayer pixel order (0=gb/gr 1=gr/bg 2=bg/gr 3=rg/bg)
*/
void bayer_to_rgb24(unsigned char *pBay, unsigned long *pRGB24,
                    int width, int height, int pix_order)
{
    switch (pix_order)
    {
        /*conversion functions are build for bgr, by switching b and r lines we
        get rgb*/
        case 0: /* gbggbg... | rgrgrg... (V4L2_PIX_FMT_SGBRG8)*/
            bayer_to_rgbbgr24(pBay, pRGB24, width, height, TRUE, FALSE);
            break;

        case 1: /* grgrgr... | bgbgbg... (V4L2_PIX_FMT_SGRBG8)*/
            bayer_to_rgbbgr24(pBay, pRGB24, width, height, TRUE, TRUE);
            break;

        case 2: /* bgbgbg... | grgrgr... (V4L2_PIX_FMT_SBGGR8)*/
            bayer_to_rgbbgr24(pBay, pRGB24, width, height, FALSE, FALSE);
            break;
    }
}

```

```

        case 3: /* rgrgrg... ! gbgbgb... (V4L2_PIX_FMT_SRGBB8)*/
            bayer_to_rgbbgr24(pBay, pRGB24, width, height, FALSE, TRUE);
            break;

        default: /* default is 0*/
            bayer_to_rgbbgr24(pBay, pRGB24, width, height, TRUE, FALSE);
            break;
    }
}

void bayer_bit10_8(uint16_t* input_ram_10bit, uint8_t* input_ram_8bit, int
width, int height )
{
    int raw, col;
    uint16_t* input = input_ram_10bit;
    uint8_t* output = input_ram_8bit;

    for( raw=0; raw<height; raw++ )
    {
        for( col=0; col<width; col++ )
        {
            *output = (*input >> 2);
            output++;
            input++;
        }
    }
}

void PutCaptureData2FrameBuff( uint32_t* CaptureDt, int CapWidth, int CapHeight,
uint32_t* fb, int fbWidth )
{
    int raw, col;
    uint32_t* input = CaptureDt;
    uint32_t* output = fb;

    for( raw=0; raw<CapHeight; raw++ )
    {
        for( col=0; col<CapWidth; col++ )
        {
            output[raw*fbWidth+col] = *input++;
        }
    }
}

```

公司主页和咨询窗口

瑞萨电子主页

<http://cn.renesas.com/>

RZ/A1H LSI URL:

<http://cn.renesas.com/products/mpumcu/rz/rza/index.jsp>

咨询

<http://www.renesas.com/inquiry>

contact.china@renesas.com

所有商标及注册商标均归其各自拥有者所有。

版本更新历史

版本	日期	描述	
		页码	内容
1.00	Oct.09.2015	—	初始版本

产品使用时的注意事项

本文对适用于单片机所有产品的“使用时的注意事项”进行说明。有关个别的使用时的注意事项请参照本文档以及Technical Update.

1. 未使用的引脚的处理

【注意】将未使用的引脚按照正文的“未使用引脚的处理”进行处理。

CMOS产品的输入引脚的阻抗一般为高阻抗。如果在开路的状态下运行未使用的引脚，由于感应现象，外加LSI周围的噪声，在LSI内部产生穿透电流，有可能被误认为是输入信号而引起误动作。

未使用的引脚，请按照正文的“未使用引脚的处理”中的指示进行处理。

2. 通电时的处理

【注意】通电时产品处于不定状态。

通电时，LSI内部电路处于不确定状态，寄存器的设定和各引脚的状态不定。通过外部复位引脚对产品进行复位时，从通电到复位有效之前的期间，不能保证引脚的状态。

同样，使用内部上电复位功能对产品进行复位时，从通电到达到复位产生的一定电压的期间，不能保证引脚的状态。

3. 禁止存取保留地址（保留区）

【注意】禁止存取保留地址（保留区）

在地址区域中，有被分配将来用作功能扩展的保留地址（保留区）。因为无法保证存取这些地址时的运行，所以不能对保留地址（保留区）进行存取。

4. 关于时钟

【注意】复位时，请在时钟稳定后解除复位。

在程序运行中切换时钟时，请在要切换成的时钟稳定之后进行。复位时，在通过使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟开始运行的系统中，必须在时钟充分稳定后解除复位。另外，在程序运行中，切换成使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟时，在要切换成的时钟充分稳定后再进行切换。

5. 关于产品间的差异

【注意】在变更不同型号的产品时，请对每一个产品型号进行系统评价测试。

即使是同一个群的单片机，如果产品型号不同，由于内部ROM、版本模式等不同，在电特性范围内有时特性值、动作容限、噪声耐量、噪声辐射量等不同。因此，在变更不认同型号的产品时，请对每一个型号的产品进行系统评价测试。

Notice

- Descriptions of circuits, software and other related information in this document are provided only to illustrate the operation of semiconductor products and application examples. You are fully responsible for the incorporation of these circuits, software, and information in the design of your equipment. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from the use of these circuits, software, or information.
- Renesas Electronics has used reasonable care in preparing the information included in this document, but Renesas Electronics does not warrant that such information is error free. Renesas Electronics assumes no liability whatsoever for any damages incurred by you resulting from errors in or omissions from the information included herein.
- Renesas Electronics does not assume any liability for infringement of patents, copyrights, or other intellectual property rights of third parties by or arising from the use of Renesas Electronics products or technical information described in this document. No license, express, implied or otherwise, is granted hereby under any patents, copyrights or other intellectual property rights of Renesas Electronics or others.
- You should not alter, modify, copy, or otherwise misappropriate any Renesas Electronics product, whether in whole or in part. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from such alteration, modification, copy or otherwise misappropriation of Renesas Electronics product.
- Renesas Electronics products are classified according to the following two quality grades: "Standard" and "High Quality". The recommended applications for each Renesas Electronics product depends on the product's quality grade, as indicated below.
"Standard": Computers; office equipment; communications equipment; test and measurement equipment; audio and visual equipment; home electronic appliances; machine tools; personal electronic equipment; and industrial robots etc.
"High Quality": Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.); traffic control systems; anti-disaster systems; anti-crime systems; and safety equipment etc. Renesas Electronics products are neither intended nor authorized for use in products or systems that may pose a direct threat to human life or bodily injury (artificial life support devices or systems, surgical implantations etc.), or may cause serious property damages (nuclear reactor control systems, military equipment etc.). You must check the quality grade of each Renesas Electronics product before using it in a particular application. You may not use any Renesas Electronics product for any application for which it is not intended. Renesas Electronics shall not be in any way liable for any damages or losses incurred by you or third parties arising from the use of any Renesas Electronics product for which the product is not intended by Renesas Electronics.
- You should use the Renesas Electronics products described in this document within the range specified by Renesas Electronics, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Renesas Electronics shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Renesas Electronics products beyond such specified ranges.
- Although Renesas Electronics endeavors to improve the quality and reliability of its products, semiconductor products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Further, Renesas Electronics products are not subject to radiation resistance design. Please be sure to implement safety measures to guard them against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Renesas Electronics product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other appropriate measures. Because the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or systems manufactured by you.
- Please contact a Renesas Electronics sales office for details as to environmental matters such as the environmental compatibility of each Renesas Electronics product. Please use Renesas Electronics products in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. Renesas Electronics assumes no liability for damages or losses occurring as a result of your noncompliance with applicable laws and regulations.
- Renesas Electronics products and technology may not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable domestic or foreign laws or regulations. You should not use Renesas Electronics products or technology described in this document for any purpose relating to military applications or use by the military, including but not limited to the development of weapons of mass destruction. When exporting the Renesas Electronics products or technology described in this document, you should comply with the applicable export control laws and regulations and follow the procedures required by such laws and regulations.
- It is the responsibility of the buyer or distributor of Renesas Electronics products, who distributes, disposes of, or otherwise places the product with a third party, to notify such third party in advance of the contents and conditions set forth in this document, Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties as a result of unauthorized use of Renesas Electronics products.
- This document may not be reproduced or duplicated in any form, in whole or in part, without prior written consent of Renesas Electronics.
- Please contact a Renesas Electronics sales office if you have any questions regarding the information contained in this document or Renesas Electronics products, or if you have any other inquiries.
(Note 1) "Renesas Electronics" as used in this document means Renesas Electronics Corporation and also includes its majority-owned subsidiaries.
(Note 2) "Renesas Electronics product(s)" means any product developed or manufactured by or for Renesas Electronics.

以下"注意事项"为从英语原稿翻译的中文译文, 仅作参考译文, 英文版的"Notice"具有正式效力。

注意事项

- 本文档中所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例。用户如在设备设计中应用本文档中的电路、软件 and 相关信息, 请自行负责。对于用户或第三方因使用上述电路、软件或信息而遭受的任何损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
- 在准备本文档所记载的信息的过程中, 瑞萨电子已尽量做到合理注意, 但是, 瑞萨电子并不保证这些信息都是准确无误的。用户因本文档中所记载的信息的错误或遗漏而遭受的任何损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
- 对于因使用本文档中的瑞萨电子产品或技术信息而造成的侵权行为或因此而侵犯第三方的专利、版权或其他知识产权的行为, 瑞萨电子不承担任何责任。本文档所记载的内容不应视为对瑞萨电子或其他人所有的专利、版权或其他知识产权作出任何明示、默示或其它方式的许可及授权。
- 用户不得更改、修改、复制或者以其他方式部分或全部地非法使用瑞萨电子的任何产品。对于用户或第三方因上述更改、修改、复制或以其他方式非法使用瑞萨电子产品的行为而遭受的任何损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
- 瑞萨电子产品根据其质量等级分为两个等级: "标准等级"和"高质量等级"。每种瑞萨电子产品的推荐用途均取决于产品的质量等级。如下所示:
标准等级: 计算机、办公设备、通讯设备、测试和测量设备、视听设备、家用电器、机械工具、个人电子设备以及工业机器人等。
高质量等级: 运输设备 (汽车、火车、轮船等)、交通控制系统、防灾系统、预防犯罪系统以及安全设备等。
瑞萨电子产品无意用于且未被授权用于可能对人类生命造成直接威胁的产品或系统及可能造成人身伤害的产品或系统 (人工生命维持装置或系统、植于体内的装置等) 中, 或者可能造成重大财产损失的产品或系统 (核反应堆控制系统、军用设备等) 中。在将每种瑞萨电子产品用于某种特定应用之前, 用户应先确认其质量等级。不得将瑞萨电子产品用于超出其设计用途之外的任何应用。对于用户或第三方因将瑞萨电子产品用于其设计用途之外而遭受的任何损害或损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
- 使用本文档中记载的瑞萨电子产品时, 应在瑞萨电子指定的范围内, 特别是在最大额定值、电源工作电压范围、移动电源电压范围、热辐射特性、安装条件以及其他产品特性的范围内使用。对于在上述指定范围之外使用瑞萨电子产品而产生的故障或损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
- 虽然瑞萨电子一直致力于提高瑞萨电子产品的质量和可靠性, 但是, 半导体产品有其自身的具体特性, 如一定的故障发生率以及在某些使用条件下会发生故障等。此外, 瑞萨电子产品均未进行防辐射设计, 所以请采取安全防护措施, 以避免当瑞萨电子产品在发生故障而造成火灾时导致人身事故、伤害或损害的事故。例如进行软硬件安全设计 (包括但不限于冗余设计、防火控制以及故障预防等)、适当的老化处理或其他适当的措施等。由于难于对微机软件单独进行评估, 所以请用户自行对是最终产品或系统进行安全评估。
- 关于环境保护方面的详细内容, 例如每种瑞萨电子产品的环境兼容性等, 请与瑞萨电子的营业部门联系。使用瑞萨电子产品时, 请遵守对管制物质的使用或含量进行管理的所有相应法律法规 (包括但不限于《欧盟ROHS指令》)。对于因用户未遵守相应法律法规而导致的损害或损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
- 不可将瑞萨电子产品和技术用于或者嵌入日本国内或海外相应的法律法规所禁止生产、使用及销售的任何产品或系统中。也可将本文档中记载的瑞萨电子产品或技术用于与军事应用或者军事用途有关的任何目的 (如大规模杀伤性武器的开发等)。在将本文档中记载的瑞萨电子产品或技术进行出口时, 应当遵守相应的出口管制法律法规, 并按照上述法律法规所规定的程序进行。
- 向第三方分销或处分产品或者以其他方式将产品置于第三方控制之下的瑞萨电子产品买方或分销商, 有责任事先向上述第三方通知本文档规定的内容和条件, 对于用户或第三方因非法使用瑞萨电子产品而遭受的任何损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
- 在事先未得到瑞萨电子的书面认可的情况下, 不得以任何形式部分或全部转载或复制本文档。
- 如果对本文档所记载的信息或瑞萨电子产品有任何疑问, 或者用户有任何其他疑问, 请向瑞萨电子的营业部门咨询。
(注1) 瑞萨电子: 在本文档中指瑞萨电子株式会社及其控股子公司。
(注2) 瑞萨电子产品: 指瑞萨电子开发或生产的任何产品。



SALES OFFICES

Renesas Electronics Corporation

<http://www.renesas.com>

Refer to "http://www.renesas.com/" for the latest and detailed information.

Renesas Electronics America Inc.
2801 Scott Boulevard Santa Clara, CA 95050-2549, U.S.A.
Tel: +1-408-588-6000, Fax: +1-408-588-6130

Renesas Electronics Canada Limited
1101 Nicholson Road, Newmarket, Ontario L9Y 3C3, Canada
Tel: +1-905-898-5441, Fax: +1-905-898-3220

Renesas Electronics Europe Limited
Dukes Meadow, Millboard Road, Bourne End, Buckinghamshire, SL8 5FH, U.K
Tel: +44-1628-585-100, Fax: +44-1628-585-900

Renesas Electronics Europe GmbH
Arcadisstrasse 10, 40472 Düsseldorf, Germany
Tel: +49-211-6503-0, Fax: +49-211-6503-1327

Renesas Electronics (China) Co., Ltd.
Room 1709, Quantum Plaza, No.27 ZhichunLu Haidian District, Beijing 100191, P.R.China
Tel: +86-10-8235-1155, Fax: +86-10-8235-7679

Renesas Electronics (Shanghai) Co., Ltd.
Unit 301, Tower A, Central Towers, 555 Langao Road, Putuo District, Shanghai, P. R. China 200333
Tel: +86-21-2226-0888, Fax: +86-21-2226-0999

Renesas Electronics Hong Kong Limited
Unit 1601-1611, 16/F., Tower 2, Grand Century Place, 193 Prince Edward Road West, Mongkok, Kowloon, Hong Kong
Tel: +852-2265-6688, Fax: +852-2886-9022/9044

Renesas Electronics Taiwan Co., Ltd.
13F, No. 363, Fu Shing North Road, Taipei 10543, Taiwan
Tel: +886-2-8175-9600, Fax: +886-2-8175-9670

Renesas Electronics Singapore Pte. Ltd.
80 Bendemeer Road, Unit #06-02 Hyflux Innovation Centre, Singapore 339949
Tel: +65-6213-0200, Fax: +65-6213-0300

Renesas Electronics Malaysia Sdn.Bhd.
Unit 906, Block B, Menara Amcorp, Amcorp Trade Centre, No. 18, Jin Persiaran Barat, 46050 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
Tel: +60-3-7855-9390, Fax: +60-3-7855-9510

Renesas Electronics Korea Co., Ltd.
12F., 234 Teheran-ro, Gangnam-Ku, Seoul, 135-920, Korea
Tel: +82-2-558-3737, Fax: +82-2-558-5141