

DM368 视频前端信号采集详解

孟海燕

TI 通用数字信号处理系统技术支持

摘要

本文详细介绍了 DM368 视频前端支持的输入数字信号格式。并以 MT9D131 和 PC VGA 信号为例，将两者的时序和 DM368 视频前端配置参数一一匹配。同时介绍了如何合理配置和使用 VD 中断，为 DM368 用户正确采集数据提供了参考。本文内容也可以给 DM8127、DM385 芯片的用户在使用视频摄像并行输入采集时提供帮助。

内容

1	前言	2
2	DM368 的前端信号输入	2
2.1	输入信号的物理连接	3
2.2	DM368 视频前端对输入信号的解析.....	3
2.2.1	ISIF 对信号的解析	3
2.2.2	IPIPE 和 Resizer 对信号的解析和处理	4
2.2.3	RAW 数据和 YUV 数据的匹配	5
2.3	DM368 接入传感器输出	5
2.3.1	MT9D131 同步信号极性	5
2.3.2	MT9D131 的一帧数据分析.....	6
2.4	DM368 接入 PC VGA 信号	8
3	VD 中断的配置和使用	9
4	结束语	10
	参考文献	10

图

图 1.	视频处理前端 ^[1]	2
图 2.	帧图像格式 ^[1]	3
图 3.	MT9D131 时序图 ^[3]	5
图 4.	MT9D131 像素阵列描述 ^[3]	6
图 5.	PC VGA 输出时序简图.....	8
图 6.	VD 中断重定位 ^[1]	9

表

表 1.	MT9D131 时序和 DM368 的 ISIF 参数对应表.....	6
表 1.	MT9D131 时序和 DM368 的 ISIF 参数对应表 (续)	7
表 2.	MT9D131 采集 1600x1200 时 DM368 的 ISIF 参数对应表	7
表 3.	VGA 时序和 DM368 的 ISIF 参数对应表.....	8

1 前言

DM368 是 TI 达芬奇系列芯片中的一颗，被广泛的使用在 IPNC（IP net camera 网络摄像机）的应用领域里。对于 IPNC 应用，首先就需要将视频信号送入 DM368 里面，这就需要使用到 DM368 的视频前端（VPFE - Video Processing Front End）。DM368 的视频前端主要包含了 IPIPEIF（Image Pipe Interface 图像管道接口），ISIF（Image Signal Interface 图像信号接口），IPIPE（Image Pipe 图像管道），Resizer（缩放器）四个部分。IPIPEIF 功能是数据通路连接，以及把数据整合成后端模块接口可以接入的格式/大小。ISIF 是视频信号的输入口，可以支持 Bayer 格式的 RAW 数据（原始数据）或者是 YUV 的数据的输入。IPIPE 主要是做 ISP 的处理。Resizer 起到了对图像缩放和图像存储格式转换的作用。本文是基于 IPIPEIF 将外部并口输入数据送入 ISIF 处理的基础上展开讨论。

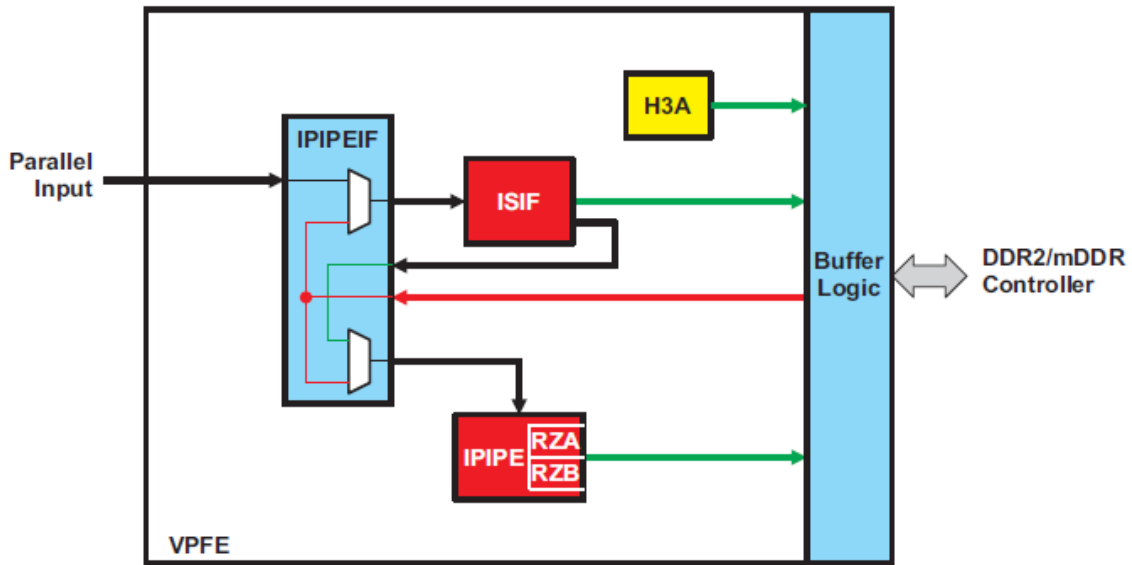


图 1. 视频处理前端^[1]

如何将输入信号和 DM368 视频前端参数一一对应？如何获取外部的 RAW 数据以及 RAW 转换成的对应的 YUV 数据？如何只采集或者处理图像中的一部分区域？如何配置 VD 中断触发的时机？在 VD 中断里面我们应该处理什么？希望在阅读完本文后，你可以找到相应的答案。

2 DM368 的前端信号输入

如果用户外接传感器（sensor）输出 RAW 数据或者 YUV 数据到 DM368，为了采集到正确的数据，我们需要了解 DM368 的视频前端是如何解读信号，以获得正确的数据。如果用户使用的是 FPGA 输出信号到 DM368，那就更需要了解 DM368 视频前端支持的信号格式，正确输出 DM368 可以接收的信号。

2.1 输入信号的物理连接

DM368 视频前端支持并口的信号输入，包括 PCLK（像素时钟），8 到 16 位数据线，HD（行同步）信号，VD（场同步）信号。可以支持最多 16 位的 Bayer 格式的 RAW 数据输入。也可以支持内嵌同步或者外部信号同步的 8 位或者 16 位的 YUV422 信号输入。如果是内嵌同步，则不需要接入 HD 信号和 VD 信号。对于输入内嵌同步的信号，DM368 硬件可以自动解析出数据上嵌入的同步信息给芯片内部使用。DM368 的 PCLK 最高可支持 120MHz，可以支持 720p60、1080p30 等分辨率的输入，也可以支持较大分辨率，例如五百万、八百万等分辨率，但帧率是非实时（小于 30 帧）的。

DM368 的视频前端 ISIF 可以支持 master（主）模式或者 slave（从）模式。所谓 master 模式就是 PCLK、VD 和 HD 由 DM368 向外发出。而 slave 模式是外部设备提供 PCLK、VD 和 HD 信号给 DM368。在实际的应用里面绝大部分的情况都使用 slave 模式。

2.2 DM368 视频前端对输入信号的解析

2.2.1 ISIF 对信号的解析

无论是 master 模式还是 slave 模式，DM368 的视频前端接口 ISIF 对于信号的处理是一样的。

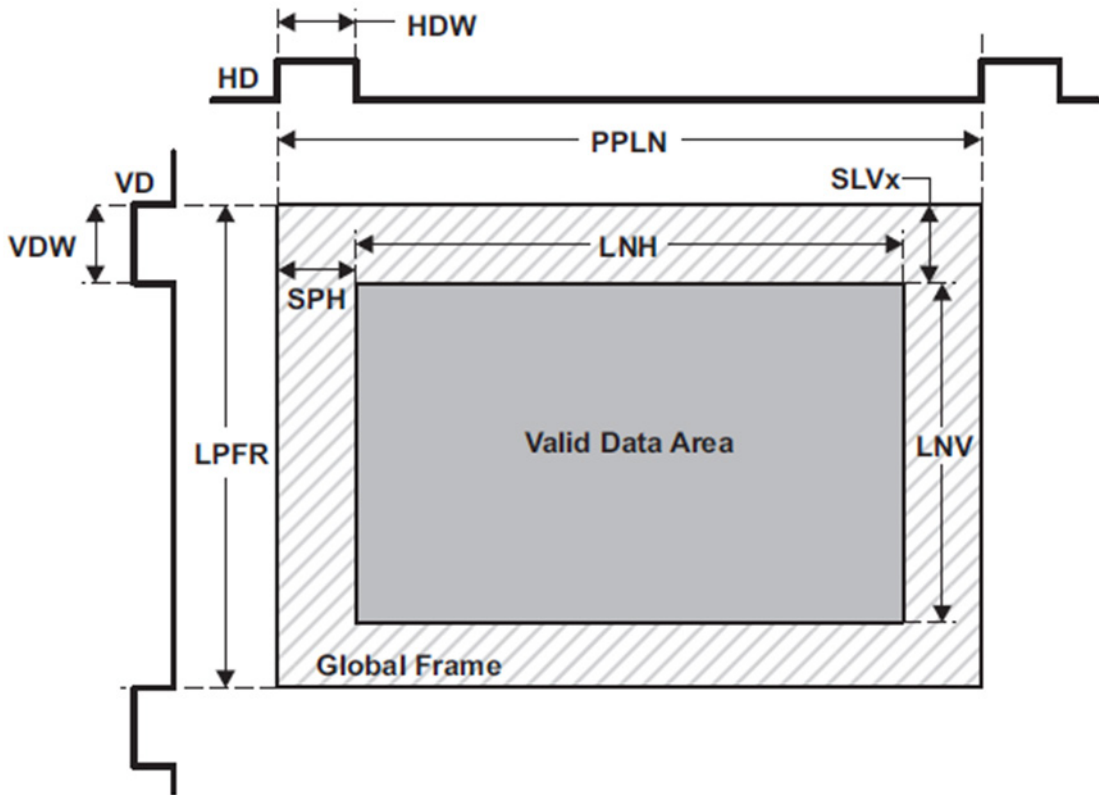


图 2. 帧图像格式^[1]

图 2 的时序通常认为水平同步和垂直同步信号都为高电平有效，需要配置 ISIF 的 MODESET. $HDPOL=MODESET.VDPOL=0$ 。在这种情况下，水平同步信号宽度为 HDW (HD pulse width)，以像素为单位。垂直同步信号宽度为 VDW (VD pulse width)，以行数为单位。PLLN (Pixels per line) 是每行的像素个数，也就是相邻两个行同步信号间的像素个数。LPFR 是 Lines per frame 的缩写，表示每帧数据有多少行，也是相邻两个场同步信号之间的行数。在 slave 模式下，PCLK/HD/VD 都是外部输入的，ISIF 寄存器 HDW/VDW/PLLN 是不需要配置的。图 2 中的灰色区域我们叫做有效数据区域，也就是用户希望获得的有效数据。而斜线阴影区域就是消隐区域。消隐区域在视频前端处理中也是必不可少的部分，关于这点我们会在第 3 节详细介绍。

如果你使用的是单次 (one shot) 模式，或者在连续 (continuous) 模式下，你需要保存 RAW 数据，那你就需要配置 SPH (Start pixel horizontal 水平方向起始像素)，SLV0/1 (Start line vertical - field 0/1 垂直方向奇偶场起始行)，LNH (Number of pixels in line 每行像素个数)，LNV (Number of lines vertical 垂直方向行数)。这是为了告诉 DM368 你需要把输入的图像的哪部分写到 DDR。也就是说你可以选择只输出有效数据里面的某一部分到 DDR。

SPH 告诉硬件在同步信号有效以后从哪个像素开始写入 DDR。请注意这里的 HD 信号有效起始点是指同步信号有效的沿，不是从同步信号脉冲结束后作为计数像素的起点。例如，如果 HD 信号高电平有效，就是 HD 上升沿后开始计数，LNH 个 PCLK (也就是像素) 后将接收到的数据写入 DDR。同样 SLV0/1 告诉硬件从哪行数据开始需要写入 DDR，LNV 决定了写多少行数据到 DDR。所以调整 ISIF 的 SPH, SLV0/1, LNH 和 LNV 就可以调整保存到 DDR 上的 RAW 数据在原图中的位置，以及 RAW 数据段大小 (长宽)。如果不需要写入 RAW 到 DDR，那就不需要配置 SPH, SLV0/1, LNH 和 LNV。

图 2 的时序如果配置为同步信号低电平有效也是可以的。但是如果配置为低电平有效，相关的参数就发生了变化。例如水平同步信号宽度就变为 $PPLN-HDW$ ，垂直同步信号宽度为 $LPFR-VDW$ 。SPH 和 SLV0/1 都变成了 0。所以在配置 ISIF 相关寄存器前首先需要把同步信号的极性确定下来。

要采集到正确的数据，DM368 采样数据时机必须和传感器输出数据的时机匹配。在 DM368 上默认是 PCLK 的下降沿采样数据。用户可以通过修改 SYSTEM module 寄存器 VPSS_CLK_CTRL 的 PCLK_INV[2] 位来改变 PCLK 采样沿。

2.2.2 IPIPE 和 Resizer 对信号的解析和处理

如果 ISIF 直接通过 IPIPEIF 连接到 IPIPE，那所有的图像数据，也就是图 2 里的 global frame 都会传输到 IPIPE。在 IPIPE 里面用户需要配置 SRC_HPS (Horizontal Start Position)，SRC_VPS (Vertical Start Position)，SRC_HSZ (Horizontal Processing Size) 和 SRC_VSZ (Vertical Processing Size)，来确认 global frame 里面的哪一部分需要 IPIPE 来处理。

在 resizer 的模块里面，也有 SRC_HPS, SRC_VPS, SRC_HSZ 和 SRC_VSZ 可以配置 resizer 处理的图像的区域。如果 IPIPE 的输出到 resizer 已经是需要处理的区域，那 SRC_HPS, SRC_VPS 就可以配置为 0，而 resizer 的 SRC_HSZ, SRC_VSZ 等于 IPIPE 的 SRC_HSZ, SRC_VSZ。如果 ISIF 的输出是通过 IPIPEIF 直接到 resizer (没有经过 IPIPE)，resizer 的 SRC_HPS, SRC_VPS 就不能配置为 0 了，需要用户根据需要处理的图像合理的配置 resizer 的 SRC_HPS, SRC_VPS 寄存器。

2.2.3 RAW 数据和 YUV 数据的匹配

在连续模式下，用户同时获得 resizer 输出的 YUV 和 ISIF 输出的 RAW，时常有用户发现自己保存的 RAW 数据和 Resizer 输出的 YUV 数据不匹配，有一定的偏移。这种问题的原因是 IPIPE，Resizer 里面的 SRC_HPS, SRC_VPS, SRC_HSZ 和 SRC_VSZ 和 ISIF 里面的写入 DDR 时候配置的偏移和大小不匹配。IPIPE/Resizer 和 ISIF 的寄存器本身是没有直接关系的，这就需要用户将它们一一对应，匹配起来。例如 ISIF 输出的数据输入给 IPIPE，为了让 RAW 和 YUV 匹配，需要 ISIF 的 SPH 等于 IPIPE 的 SRC_HPS，ISIF 的 SLV0/1 等于 IPIPE 的 SRC_VPS，ISIF 的 LNH 等于 IPIPE 的 SRC_HSZ，ISIF 的 LNV 等于 IPIPE 的 SRC_VSZ。而 Resizer 的 SRC_HPS, SRC_VPS 需要配置为 0，而 resizer 的 SRC_HSZ, SRC_VSZ 要等于 IPIPE 的 SRC_HSZ, SRC_VSZ。

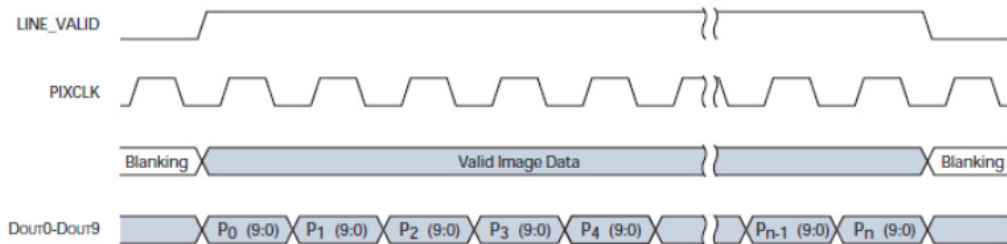
在单次模式下，也就是数据通路 ISIF->DDR->IPIPEIF->IPIPE (Resizer)，由于 IPIPE 的输入是 DDR 上的 RAW 数据，有效数据的获取已经在 ISIF 输出到 DDR 配置里面实现了，IPIPE 里面的处理数据的起始位置就可以是 (0, 0) 了。

这样无论是在连续模式还是在单次模式下，RAW 数据和 RAW 输出转换出的 YUV 数据就可以完全匹配了。

2.3 DM368 接入传感器输出

2.3.1 MT9D131 同步信号极性

Pixel Data Timing Example



Row Timing and FRAME_VALID/LINE_VALID Signals

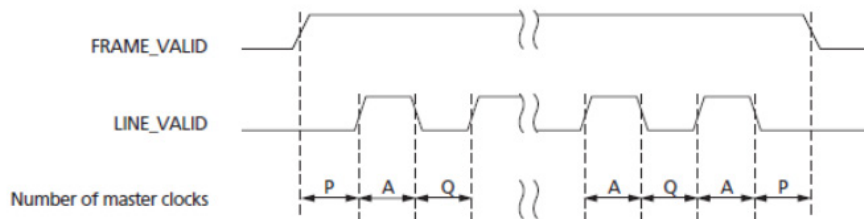


图 3. MT9D131 时序图^[3]

图 3 是美光的 MT9D131 传感器的时序图。图 3 中 FRAME_VALID 表示 VD（垂直同步），LINE_VALID 表示 HD（水平同步）。

在 DM368 IPNC v3.1 的软件（av_capture/framework/drv/usermod/src/imgs_mt9d131_2mp\drv_imgslsifCfg_MT9D131_2MP.c）里面对于同步信号的极性有如下的配置，设定同步信号都是高有效。

```
.hdPolarity    = CSL_CCDC_SIGNAL_POLARITY_POSITIVE,
.vdPolarity    = CSL_CCDC_SIGNAL_POLARITY_POSITIVE,
```

图 3 中的 HD 信号宽度是比较宽的，不是个脉冲，而是一行数据的个数。所以 HD 信号的宽度可长可短，可以是几个像素（如图 2），或者是一行数据的个数（如图 3）。VD 信号的宽度也是同理。无论同步信号是宽是窄，最重要的是先定义好同步型号的极性，因为 ISIF 参数的配置都要以这点为基础。

2.3.2 MT9D131 的一帧数据分析

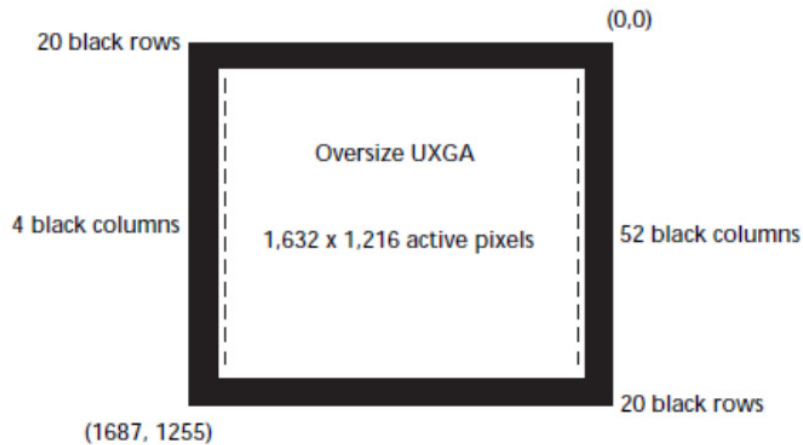


图 4. MT9D131 像素阵列描述^[3]

MT9D131 最大可以输出两百万像素的图像。从图 4 可以看出 MT9D131 的 sensor 输出实际上是 1688x1256 个像素（起始像素是 0, 0），是大于两百万的。原因是其中包含了黑色区域和无效区域，有效的图像大小是 1632x1216，一般使用的两百万分辨率为 1600x1200。

表 1. MT9D131 时序和 DM368 的 ISIF 参数对应表

MT9D131 时序术语	对应 DM368 的 ISIF 参数	对应值
右侧 black column 列数	SPH	52
左侧 black column 列数	PPLN – LNH – SPH	4
上部 black row 行数	SLVx	20
下部上部 black row 行数	LPFR – LNV – SLVx	20

表 1. MT9D131 时序和 DM368 的 ISIF 参数对应表 (续)

MT9D131 时序术语	对应 DM368 的 ISIF 参数	对应值
水平方向有效像素点	LNH+1	1632
垂直方向有效像素点	LNV+1	1216

所以, 根据表 1 可以得到对于 MT9D131 的输出的 RAW 数据:

PPLN = 右侧 black column 列数+水平方向有效像素点+左侧 black column 列数=52+1632+4=1688

LPFR=上部 black row 行数+垂直方向有效像素点+下部上部 black row 行数=20+1216+20=1256

但由于 MT9D131 对外输出 VD/HD, 这两个参数在 ISIF 里面无需配置。

如果需要采集图像正中间的 1600x1200 数据, ISIF 需要如表 2 的配置:

表 2. MT9D131 采集 1600x1200 时 DM368 的 ISIF 参数对应表

DM368 的 ISIF 参数	MT9D131 参数	对应值
SPH	右侧 black column 列数+16 列 16 列= (1632-1600) /2	52+16=68
SLVx	上部 black row 行数+8 行 8 行= (1216-1200) /2	20+8=28
LNH	水平方向有效像素点-1	1600-1=1599
LNV	垂直方向有效像素点-1	1200-1=1199

如果数据通路是 ISIF->IPIPEIF->IPIPE->Resizer, 要得到匹配的 YUV 数据就需要配置:

IPIPE 相关寄存器:

SRC_HPS=SPH=68

SRC_VPS=SLVx=28

SRC_HSZ=LNH=1599

SRC_VSZ=LNV=1199

Resizer 相关寄存器:

SRC_HPS=0

SRC_VPS=0

SRC_HSZ=LNH=1599

SRC_VSZ=LVN=1199

MT9D131 上电后默认会禁止 dark 区域输出，也就是 Show Dark Rows 和 Show Dark Columns 寄存器位默认值为 0，右侧 black column 列数=0，上部 black row 行数=0，这样传感器在同步信号有效后会立即输出有效数据，也就是图 3 中 MT9D131 时序图显示的情况。这种情况下如果要获取中心 1600x1200 的数据，就需要修改配置 ISIF.SPH=16，ISIF.SLV0/1=8，IPIPE.SRC_HPS=16，IPIPE.SRC_VPS=8，其他参数配置不变。

2.4 DM368 接入 PC VGA 信号

DM368 的视频前端是数字接口，无法直接接入 PC 的 VGA 信号的，因为 PC 的 VGA 信号是模拟信号。这需要有像 TVP7002 的视频 AD 芯片将 PC 的 VGA 信号转换为 YUV 的数字信号，再输入到 DM368。

参考 VESA 的标准，用户会看到一些术语，如 Addr Time, front porch, back porch 等，下面我们把这些术语和 DM368 的视频前端的输入时序来对应一下。

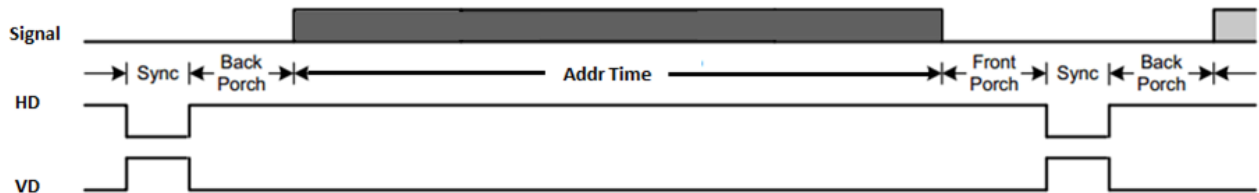


图 5. PC VGA 输出时序简图

对于图 5，假设 top/left border 和 bottom/right border 为 0（关于 top/left border 和 bottom/right border 请参考 VESA 时序标准），设定 HD 低有效，VD 高有效。

表 3. VGA 时序和 DM368 的 ISIF 参数对应表

VGA 时序术语	对应 DM368 的 ISIF 参数	解释
Hor Total Time	PPLN	表示一行所有的像素点，包括有效数据和消隐期的数据。
Hor Addr Time	LNH+1	表示的就是每行有效数据的个数。
Hor Sync Time	HDW	表示水平同步信号宽度。VGA 里面的同步信号是一个脉冲。
H Front Porch	SPH	表示水平同步信号前的消隐期像素个数。
H Back Porch	PPLN - LNH - SPH	表示水平同步信号后的消隐期像素个数。请注意，这里的水平同步信号后指的是 HD 脉冲结束后开始。

表 3. VGA 时序和 DM368 的 ISIF 参数对应表 (续)

VGA 时序术语	对应 DM368 的 ISIF 参数	解释
Ver Total Time	LPFR	表示一场所有行，包括有效数据和消隐期的数据。
Ver Addr Time	LNV+1	表示的就是每帧有效数据行数。
Ver Sync Time	VDW	表示垂直同步信号宽度（多少行）。
V Front Porch	SLVx	表示垂直同步信号前的消隐期行数。
V Back Porch	LPFR – LNV – SLVx	表示垂直同步信号后的消隐期行数。请注意，这里所的水平同步信号后指的是 VD 脉冲结束后开始

有了表 3 的对应，用户就可以很方便的根据 VESA 标准，配置好 ISIF 相关的寄存器了。

3 VD 中断的配置和使用

在讨论这个问题前，用户需要分清楚外部 VD 信号（或者由内嵌同步解析出来的 VD 信号）和 ISIF 内部的 VD 中断的关系。

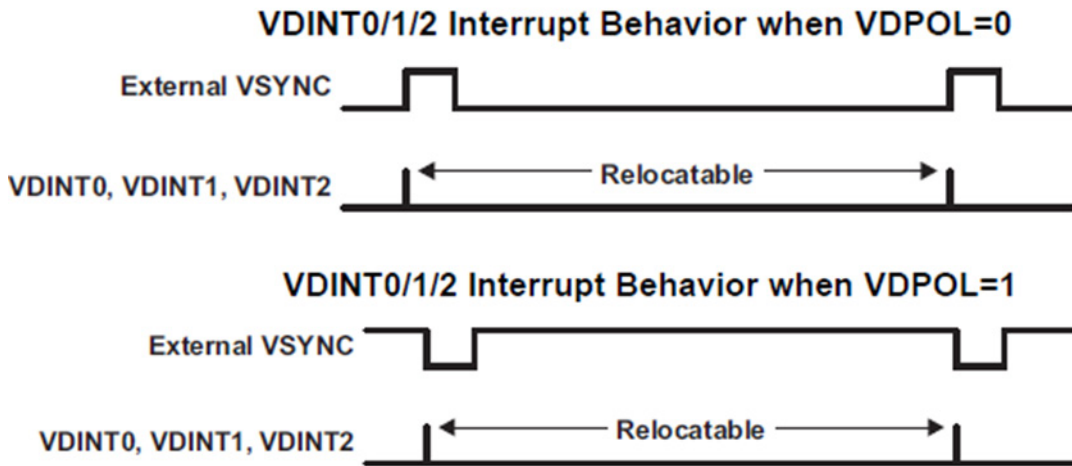


图 6. VD 中断重定位^[1]

在 DM368 中 VD 中断和外部的 VD 信号不一定是一致的。一般来说软件会根据外部的 VD 信号，对内部使用的 VD 中断进行重定位。下面的代码可以在 DM36x IPNCV3.1 的软件（`av_capture\framework\drv\usermod\src\Drv_isif.c`）里面找到。以 DM368 采集 RAW 数据为例，VD 中断重定位到传感器输出图像高度（包括有效数据和消隐期高度）减去 64 行。也即是当 VD 中断产生的时候，认为当前帧的数据已经经 Resizer 写入到 DDR，目前处于消隐期，可以更新下一帧数据需要修改的寄存器例如 IPIPE 寄存器，Resizer 输出和地址寄存器值等，这样在下一个外部 VD 信号到来的时候，这些寄存器就可以真正更新到硬件里面，使得下一帧输出的数据正确，而用户也可以采集到正确的数据。这就是 VD 中断需要处理的内容和触发的时机。

```
#ifndef YUV_MODE
    vdInt = ((Uint32)gDRV_isifObj.imgsModeInfo.sensorDataHeight-32);
#else
    vdInt = ((Uint32)gDRV_isifObj.imgsModeInfo.sensorDataHeight-64);
#endif
```

通常来说如果有效数据后（无论是每一行后面，或者是一帧数据结束后面）有较多的消隐期区域，这对于 DM368 的 ISP 处理和输出是有利的。这点对于设计 FPGA 输出时序给 DM368 的时候需要特别注意。

由于不同的传感器或者是 FPGA 的输出时序有所不同，该值是需要根据实际应用来调整的。即使是同样的传感器，如果由于系统负荷的问题，使得 DDR 占有率增加，导致 Resizer 输出 DDR 变慢，这时候就需要增大 VDINT 的值，以保证当前帧数据完全写入。使能 Resizer 输出的 flip 功能，会增加 DDR 的访问量，在垂直和水平方向 flip 同时开启的时候就有可能导致图像右侧输出不正常而需要增大 VDINT 的值。

4 结束语

了解输入 DM368 的信号的时序格式同时了解 DM368 如何解析输入的数据并且合理使用 VD 中断，就可以正确采集到需要的数据。由于 DM8127、DM385 的并口和 DM368 的类似，本文的内容可以作为参考。

参考文献

1. *TMS320DM36x Digital Media System-on-Chip (DMSoC) Video Processing Front End (VPFE) (SPRUFG8B)*
2. *TMS320DM36x Digital Media System-on-Chip (DMSoC) ARM Subsystem User's Guide (SPRUFGA)*
3. *MT9D131 Data Sheet (www.aplana.com/products/soc/mt9d131c12stc/)*
4. *DM36x IPNC SW v3.1*

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

产品	应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio 通信与电信 www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers 计算机及周边 www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters 消费电子 www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com 能源 www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp 工业应用 www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers 医疗电子 www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface 安防应用 www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic 汽车电子 www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power 视频和影像 www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity 德州仪器在线技术支持社区 www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道1568号, 中建大厦32楼邮政编码: 200122
Copyright © 2014, 德州仪器半导体技术(上海)有限公司