

利用ADV8005和ADV7625/ADV7626/ADV7627实现HDMI 2.0

作者：Paul Slattery和Witold Kaczurba

简介

本应用笔记概述了如何利用ADV8005和ADV7625/ADV7626/ADV7627系列器件实现HDMI® 2.0的新4:2:0功能。通过实现HDMI 4:2:0功能，可以使用3 GHz带宽收发刷新率为60 Hz (4k × 2k, 60 Hz)的超高清视频。

在HDMI 2.0之前，数字视频以4:4:4或4:2:2格式传输。前者可以不经色度二次采样而传输RGB或YCrCb。后者只能传输经过色度二次采样的YCrCb数据，这意味着，像素只含有部分色度信息。有关更多信息，请参阅“参考文献”部分列出的视频揭秘手册。与4:2:2相比，新引入的4:2:0格式进一步减少了YCrCb的色度信息，但会增加亮度带宽。

表1. 亮度/色度组成

| 组成比例 | 4:4:4 | 4:2:2 | 4:2:0 |
|------|-------|-------|-------|
| 亮度 | 33% | 50% | 66% |
| 色度 | 66% | 50% | 33% |

在4:4:4视频格式下，以每秒60视频帧的速率传输超高清视频需要6 Gbps的带宽。在4:2:0格式下，对于一个色度样本，会发送两个亮度样本。因此，每行视频发送的视频像素数有所减少。在4:2:0视频格式下，以每秒60视频帧的速率传输超高清视频只需要3 Gbps的带宽。

目录

| | | | |
|-------------------|---|-------------------------|----|
| 简介..... | 1 | 设置AVI InfoFrames | 3 |
| 修订历史..... | 2 | ADV7625/ADV8005脚本..... | 4 |
| VSP和HDMI 2.0..... | 3 | 脚本1：HDMI 4:2:0视频处理..... | 5 |
| 发送器工作模式..... | 3 | 参考文献..... | 11 |

修订历史

2014年7月—修订版0：初始版

VSP和HDMI 2.0

ADV8005是一款视频信号处理器(VSP)，集成串行和TTL视频输入，可对输入视频进行去隔行处理并加以调节。ADV7625/ADV7626/ADV7627均为集成交叉点和分频器功能的高性能HDMI收发器。ADV8005和ADV7625/ADV7626/ADV7627系列产品搭载了3 Gbps HDMI发送器(Tx)。

所有这些器件原来都是为了支持HDMI 1.4规范；但是，也可通过这些器件传输HDMI 2.0规范的4:2:0格式视频。不过，无法以4:2:0格式执行色彩转换。

为了在这些器件上实现4:2:0功能，必须满足以下两个条件：

- 4:2:0数据必须使用与4:4:4数据相似的配置。
- 必须从发送器发送正确的InfoFrame内容。

HDMI 2.0只规定对CEA-861-F规范的视频识别码(VIC) 96、97、101、102、106和107使用4:2:0格式。这些都是超高清格式，帧速率为50 Hz或60 Hz。

这些设置取决于发送器的工作模式。

发送器工作模式

共有两种不同的工作模式：通过模式和非通过模式。

直通模式

ADV7625系列器件可以采用直通模式(称为复用模式)工作。在该模式下，来自HDMI接收器的原始TMDS数据流将直接馈入发送器。这种情况下，HDMI流(TMDS流)从输入到输出一直保持不变。音频、视频和数据包内容不会在发送器中重组。

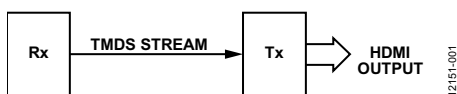


图1. 通过模式下数据馈入Tx的功能框图

当数据绕过ADV7625中的CP内核时，该模式启用。

为了处理4:2:0模式，无需额外配置。4:2:0输入流直接传至输出端。接收器收到的所有4:2:0相关信息都保持不变，并通过Tx输出到与发送器相连的下游HDMI接收端。

非直通模式

重构HDMI数据流并插入InfoFrames时，HDMI发送器中将

启用非直通模式。正常情况下，像素数据通过CP内核提供，该内核能够使用标准4:4:4路径传送4:2:0流。

在下列情况下，可使用该模式

- 当ADV7625配置为启用CP内核或执行音频插入时。
- 用于ADV8005。ADV8005 HDMI Tx从TTL输入或TMDS接收器接收视频数据。

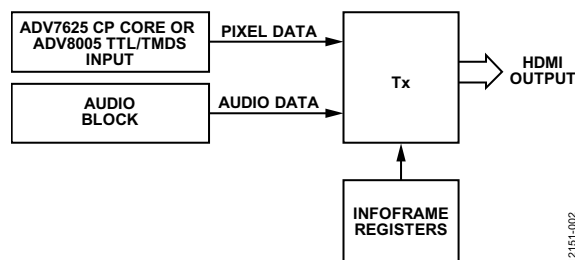


图2. 非通过模式下数据馈入Tx的功能框图

在非直通模式下，发送器必须配置为嵌入辅助视频信息(AVI) InfoFrames，后者反映4:2:0流。

设置AVI INFOFRAMES

3840 × 2160 像素/60 Hz (4k × 2k/60 Hz)等新视频格式的出现导致AVI InfoFrame的视频识别码从64扩展到128。ADV8005和ADV7625/ADV7626/ADV7627 HDMI发送器中的标准AVI InfoFrame用6位来支持VIC。不过，灵活的发送器设计允许用户将一个备用HDMI数据包用作AVI InfoFrame，并禁用标准AVI InfoFrame。这就提供了极大的自由，可以对AVI InfoFrame中的任何域进行编程，同时还允许使用7位VIC。

HDMI 2.0规范的另一个重要变化是增加了一个额外位(Y2)，用于设置AVI InfoFrame中的色彩格式。AVI InfoFrame中的Y2、Y1和Y0值用于区分YCrCb 4:2:2、YCrCb 4:4:4、RGB和YCrCb 4:2:0。为了使能4:2:0模式，同时还必须将AVI InfoFrame中的Y2、Y1和Y0值分别正确设为二进制值011。在传输4:2:0视频格式时，不必发送特定供应商InfoFrame。

ADV8005和ADV7625/ADV7626/ADV7627产品均使用4k × 2k/60 Hz 4:2:0格式化视频进行过测试和验证。本应用笔记提供了用于测试的脚本。

ADV7625/ADV8005脚本

图3所示为用于评估ADV8005 HDMI 4:2:0功能的测试设置。以一个视频发生器作为4:2:0格式的数据源。以ADV7619作为HDMI接收器，将视频输出到ADV8005数字像素输入端。

ADV8005中绕过VSP处理，4:2:0数据直接路由到其HDMI Tx器件中。脚本中详细列出了本测试设置中对ADV7619和ADV8005执行的所有I²C写操作。

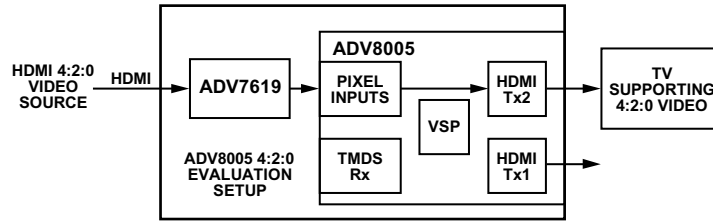


图3. ADV8005 HDMI 4:2:0测试设置

脚本1：HDMI 4:2:0视频处理

```
//*****ADV7619 Writes*****
```

```
98 FF 80
98 F4 80
98 F5 7C
98 F8 4C
98 F9 64
98 FA 6C
98 FB 6A
98 FD 44
50 20 00
6A C0 03
98 01 06
98 02 F2
98 03 54
98 05 28
98 06 A0
98 0C 42
98 15 80
98 19 83
98 33 40
98 DD A0
4C B5 01
4C C3 80
4C CF 03
6A 3E 69
6A 3F 46
6A 4E 7E
6A 4F 42
6A 02 03
6A 57 A3
6A 58 07
6A 83 FC
6A 84 03
6A 85 10
6A 86 9B
6A 89 03
6A 9B 03
```

AN-1299

//***** ADV8005 Initialization *****

1A 1A5B 42
1A 1A5F 00
1A 1A61 06
1A 1AA0 13
1A 1AA1 01
1A 1AA2 25
1A 1AA3 1D
1A 1AA4 81
1A 1AA5 81
1A 1AA7 10
1A 1AA8 B4
1A 1AFE 08
1A E0C0 C4
1A E889 03
1A E88A 46
1A E88B 7A
1A E88C 00
1A E600 03
1A E601 C5
1A E602 0A
1A E603 00
1A E604 03
1A E605 D8
1A E606 06
1A E607 00
1A E608 03
1A E609 EB
1A E60A 02
1A E60B 00
1A E60C 03
1A E60D FD
1A E60E FE
1A E60F 00
1A E664 04
1A E665 10
1A E666 FA
1A E667 00
1A E668 04
1A E669 23
1A E66A F6
1A E66B 00
1A E66C 04
1A E66D 36
1A E66E F2
1A E66F 00
1A 1A45 00

```
1A 1A46 A8
1A 1A47 00
1A 1A48 FB
1A 1A4E 08
1A 1A4F 08
1A E93B 40
1A E949 F0
1A 1A44 88
1A 1A39 0A
1A E662 81
1A 1A9D FF
1A 1A9E 55
1A 1BC8 FF
1A 1BC9 FF
1A 1BCA FF
1A 1BCB FF
1A 1BCC FF
1A 1BCD FF
1A 1BCE FF
1A 1BCF FF
1A 1BD0 FF
1A 1BD1 FF
1A 1BD2 FF
1A 1BD3 FF
1A 1BD4 FF
//***** ADV8005 4k x 2k TTL Input Mode ****
1A 1A07 26
1A 1B48 0D
1A 1B4B 80
1A E401 10
1A E430 58
//***** CPLD Writes ****
EA 07 00
EA 03 0D
EA 03 2D
EA 03 45
EA 03 60
EA 03 80
EA 03 A0
EA 03 CE
EA 03 E0
```

AN-1299

//***** ADV8005 Tx - 32 kHz PCM I²S Multichannel Audio Mode

1A F441 10
1A F401 00
1A F402 10
1A F403 00
1A F413 FF
1A F415 30
1A F416 61
1A F440 80
1A F44C 06
1A F455 40
1A F456 08
1A F473 07
1A F476 1F
1A F496 20
1A F4AF 96
1A F4BA 70
1A F4D0 44
1A F4D1 3C
1A F4D3 07
1A F4D6 02
1A F4DB 0B
1A F4E0 90
1A F4E1 FC
1A F4E3 D0
1A F4E8 F0
1A F4EA 1D
1A F4ED 40
1A F4EE 40
1A F4EF 41
1A F4F3 01
1A F4F5 CC
1A F4F6 08
1A F4F7 F0
1A F4DA 40
1A F4F5 D4
1A F480 7F
1A F481 88
1A F482 88
1A F483 81
1A F484 81
1A F485 81
1A F486 81
1A F4FC 55
1A F441 30
1A F441 10
1A FB24 40

//*****ADV8005 Tx Source Termination On*****

- 1A F480 7F
- 1A F483 03
- 1A F484 03
- 1A F485 03
- 1A F486 03
- 1A F4EA BD
- 1A F4ED B8
- 1A F4EE B8
- 1A F4EF B9

//*****ADV8005 Tx Enabling Spare Packets*****

- 1A F44C 04
- 1A F440 83
- 1A F444 69
- 1A FAC0 81
- 1A FAC1 01
- 1A FAC2 04
- 1A FAC3 6B
- 1A FAC4 03
- 1A FAC5 0C
- 1A FAC6 00
- 1A FAC7 00
- 1A FAC8 00
- 1A FAC9 00
- 1A FACA 00
- 1A FACB 00
- 1A FACC 00
- 1A FACD 00
- 1A FACE 00
- 1A FACF 00
- 1A FAD0 00
- 1A FAD1 00
- 1A FAD2 00
- 1A FAD3 00
- 1A FAD4 00
- 1A FAD5 00
- 1A FAD6 00
- 1A FAD7 00
- 1A FAD8 00
- 1A FAD9 00
- 1A FADA 00
- 1A FADB 00
- 1A FADC 00
- 1A FADD 00
- 1A FADE 00
- 1A FADF 00
- 1A FADF 80

AN-1299

1A FADF 00
1A FAE0 82
1A FAE1 02
1A FAE2 0D
1A FAE3 7D
1A FAE4 60
1A FAE5 A8
1A FAE6 00
1A FAE7 61
1A FAE8 00
1A FAE9 00
1A FAEA 00
1A FAEB 71
1A FAEC 08
1A FAED 00
1A FAEE 00
1A FAEF 01
1A FAF0 0F
1A FAF1 00
1A FAF2 00
1A FAF3 00
1A FAF4 00
1A FAF5 00
1A FAF6 00
1A FAF7 00
1A FAF8 00
1A FAF9 00
1A FAFA 00
1A FAFB 00
1A FAFC 00
1A FAFD 00
1A FAFE 00
1A FAFF 00
1A FAFF 80
1A FAFF 00

参考文献

CEA-861F Specification. Consumer Electronics Organization, 2013.

HDMI 2.0 Specification. (Note that the specification is available to HDMI 2.0 adopters after paying licensing fee via the HDMI 2.0 online forum.)

Jack, Keith. *Video Demystified*. Newnes, 2007.

Kaczurba, Witold. [AN-1283 Application Note. *Receiving the 4:2:0 Stream with the ADV7619*](#). Analog Devices, Inc., 2014.

注释

HDMI、HDMI 商标和 High-Definition Multimedia Interface 是 HDMI Licensing LLC 公司在美国及其他国家的商标或注册商标。

I²C 指最初由 Philips Semiconductors (现为 NXP Semiconductors) 开发的一种通信协议。