



UHD World Association
世界超高清视频产业联盟

HDR Vivid常见问题解答

2023年3月15日

UWA联盟秘书处



前言

本文档由 UWA 联盟秘书处组织制订，并负责解释。

本文档最新发布日期：2023 年 3 月 15 日。

(最新版本请打开 UWA 官网链接 http://theuwa.com/tech/FAQ_HDR_Vivid.pdf 下载)

免责声明：

- 1, 本文档免费使用，仅供参考，不对使用本文档的产品负责。
- 2, 本文档刷新后上传联盟官网，不另行通知。

说明:本文档主要是通过问答(Q&A)形式对 HDR Vivid 及相关参考代码做简要的介绍和回答，阅读对象为需要对 HDR Vivid 有个初步了解的各类人员，包括非技术开发和技术开发人员都能获得相关基本信息



目录

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. 关于 UWA/CUVA/HDR Vivid..... | 4 |
| 2. HDR Vivid 参考代码..... | 6 |
| 3. HDR Vivid 标准开发中常见问题..... | 7 |
| 4. 支持 HDR Vivid 的设备信息..... | 10 |
| 5. 其他技术支持信息 | 10 |



缩略语

| | |
|------------|---|
| CUVA | 中国超高清视频产业联盟(China UHD Video Industry Alliance) (已停止运营) |
| CUVA 官网 | http://www.cuva.org.cn (已停止维护) |
| UWA | 世界超高清产业联盟(UHD World Association) |
| UWA 官网 | http://www.theUWA.org (目前暂时为 http://www.theuwa.com) |
| HDR | 高动态范围 (High Dynamic Range) |
| HDR Vivid | CUVA 推出的 HDR 技术的品牌名称, 包括基于标准 CUVA 005.1 规定的 HDR 技术规范, 及配套衍生技术,目前全部由 UWA 继承并拥有 |
| EOTF | 电光转换函数 (Electro-Optical Transfer Function) |
| PQ | 基于人眼特性的感知量化方法 (Perceptual Quantizer) |
| HLG | 基于混合对数伽马量化方法 (Hybrid Log-Gamma) |
| SDR | 标准动态范围 (Standard Dynamic Range) |
| TM | 色调映射(Tone Mapping) |
| Vivid 标准文档 | 指 UWA 标准号为 CUVA 005.1-2021 的文档, 规定了 HDR Vivid 动态元数据格式及相应的标准处理算法,目前 UWA 标准文档已经全部改为 T/UWA xxxx 标号, 如文档 CUVA 005.1-2021 相应改为 T/UWA 005.1-2022,等等均可以从 UWA 官网下载专区。 |

1. 关于 UWA/CUVA/HDR Vivid

1. 什么是 CUVA?

答:中国超高清视频产业联盟(CUVA)是由工信部倡导成立、中国电子信息产业发展研究院组建的国家级产业联盟,于2018年3月28日正式启动运营。这一产业联盟由中国移动、中国联通、中国电信、华为、腾讯、爱奇艺、网宿科技等42家企业参与筹建。详情请见 CUVA 官方网站。

2. 什么是 UWA?

UWA 是世界超高清视频产业联盟(UHDWorld Association)是基于中国超高清视频产业联盟(CUVA)升级创建的国际性联盟组织, 总部位于中国北京, 于2022年1月26日注册成立,。截止到2023年1月, 共有264家会员单位, 包含13家常务理事单位, 46家理事单位, 205家标准会员单位。详情请见 UWA 官网。

3. 什么是 HDR

答:高动态范围 (High Dynamic Range)是视频技术的一种规范。包含视频亮度级别和/或阴影细节超出了传统 SDR 成像系统的限制。高动态范围 (HDR) 成像为内容创作者提供了从图像中最暗的区域到最亮的区域更广阔的空间色调范围。HDR 能被用于描绘具有更高对比度、更暗颜色和更明亮的图像。

4. 什么是 HDR Vivid

HDR Vivid 是由 CUVA/UWA 会员研发并经 CUVA/UWA 推出的 HDR 标准的品牌名称, 包括基于标准 CUVA 005.1 规定的 HDR 技术规范, 及配套衍生技术, 目前全部由 UWA 继承并拥有。

5. UWA 发布的 HDR Vivid 相关的最新标准和技术规范文档共有多少?

答:截止到 2022 年 3 月 18 日, 共有下表中的 7 个标准和规范文档发布

| 序号 | 标准号 | 标准名称 | 最新版本号 | 最新版本发布日期 |
|----|---|--|-------|------------|
| 1 | T/UWA 005.1-2022 (原 CUVA 005.1-2021) | 高动态范围(HDR)视频技术第 1 部分: 元数据及适配 | V1.1 | 2021.06.07 |
| 2 | T/UWA 005.2-1-2022 (原 CUVA 005.2-2021) | 高动态范围(HDR)视频技术第 2-1 部分: 应用指南系统集成 | V1.1 | 2021.08.18 |
| 3 | T/UWA 005-2-2-2022 (原 CUVA 005.2-2-2021) | 高动态范围(HDR)视频技术第 2-2 部分: 应用指南后期制作 | V1.0 | 2021.09.10 |
| 4 | T/UWA 005-3-1-2022 (原 CUVA 005.3-2021) | 高动态范围(HDR)视频技术第 3-1 部分: 技术要求和测量方法显示设备 | V1.0 | 2021.03.10 |
| 5 | T/UWA 005-3-2-2022 (原 CUVA 005.4-2021) | 高动态范围(HDR)视频技术第 3-2 部分: 技术要求和测量方法便携式显示设备 | V1.0 | 2021.05.31 |
| 6 | T/UWA 005.3-3-2022 (原 CUVA 005.3-3-2021) | 高动态范围 (HDR) 视频技术第 3-3 部分: 技术要求和测量方法播放设备 | V1.0 | 2021.10.29 |
| 7 | T/UWA 005-3-4-2022 (原 CUVA 005.3-4-2021) | 高动态范围 (HDR) 视频技术第 3-4 部分: 技术要求和测量方法播放软件 | V1.0 | 2021.10.29 |

说明: 3-1 部分主要是针对电视机, 3-2 部分主要是针对手机和平板电脑, 3-3 主要是针对机顶盒等播放设备后续还会有其他相关的标准和规范文档发布, 请及时从 UWA 官网获取最新信息。

6. 最新版本的技术标准和技术规范文档在哪里可以下载?

答:见 <http://www.theUWA.com/> → (页面左边的)“下载专区” → “联盟标准”

7. HDR Vivid 目前是行标吗?

答:2022 年 1 月 30 日, 国家广播电视总局发布《高动态范围电视系统显示适配元数据技术要求》(GY/T 358—2022) 行业标准。详细信息见 https://mp.weixin.qq.com/s/UZf6ufvePFGy3CkqjN_Evw

目前工信部也在评估 HDR Vivid 标准, UWA 对 HDR Vivid 将来也会成为工信部行标充满信心。

2. HDR Vivid 参考代码

8. HDR Vivid 参考代码是什么？

答:为了方便会员开发使用 HDR Vivid 技术, 更快更好的建立 HDR Vivid 技术产业生态, UWA 开发实现了基于 HDR Vivid 标准 CUVA 005.1-2021 文档中的标准算法。参考代码是基于 C++,UWA 联盟会员在完成代码申请手续后均可以免费获得参考代码。

9. 目前 UWA 提供的哪些 HDR Vivid 参考代码分为哪几种？

答:两种: 1. HDR Vivid **解码侧**参考代码; 2.HDR Vivid **编码侧**参考代码

解码侧参考代码实现的算法处理是指设备或软件在接收到 HDR Vivid 码流的情况下, 解码后的图像数据需要按照 HDR Vivid 标准中规定的算法, 使用图像中相关的该帧的动态元数据进行色调映射(Tone Mapping)等算法处理。

对于解码侧算法处理, 给定 HDR 图像数据和相应的动态元数据后, 按照标准, 处理算法是固定的, 也就是处理结果是唯一的。

编码侧参考代码实现的算法处理是指设备或软件工具在输入一个 HDR 图像数据(可以是一帧图像, 也可以是多帧连续图像)后, 通过特定的算法, 计算并获得 HDR Vivid 动态元数据。

10. HDR Vivid 有专门的标准规定编码侧(提取 HDR Vivid 动态元数据)的算法吗？

答:获得 HDR Vivid 动态元数据的算法在标准文档中并没有强制规定。也就是说对于同样的 HDR 图像输入, HDR Vivid 动态元数据是可以不同的, 不同的动态元数据可以为都符合 HDR Vivid 标准, 但是有画质效果的差别。在标准 T/UWA 005.1-2022 文档的附录 A 中有个资料性的动态元数据提取算法, 标准文档中 HDR Vivid Phoenix 映射曲线是基于人眼最佳感知设计的, 总体看分为暗区、中间亮度区、高亮区三个部分。目前, UWA 提供的编码侧参考代码中的算法和附录 A 中的算法并不完全一致, UWA 的 HDR Vivid 动态元数据生成是一个开放标准, UWA 鼓励 HDR Vivid 开发者研究开发更优的 HDR Vivid 编码侧代码, 在 Tone Mapping 可以增加私有实现, 为达到最优效果小范围调整参数值, 同时映射的动态元数据需要避免过暗、过曝、闪烁等问题, 以便获得更好的画质体验。

11. 编码侧的参考代码和标准文档中 T/UWA 005.1-2022 附录 A “动态元数据提取方法”是一致的吗？

答:不一致。附录 A 中的动态元数据提取方法是资料性的, 仅供参考。UWA 提供的编码侧的参考代码和附录 A 中给出的算法并不完全一致, 也是仅供开发参考使用。

12. 参考视频其中 HDR Vivid 动态元数据 metadata 和使用示例代码生成的 metadata 有出入, 应该以哪一版为准？

答复: 参考视频是人工通过调色软件操作生成的 HDR Vivid 动态元数据, 参考代码是通过算法映射计算, 对目标视频自动生成的动态元数据。

一般情况下对参考视频, 通过人工调整生成的 HDR Vivid 动态元数据, 其画质效果要好于参考代码自动生成的动态元数据画质效果。HDR Vivid 编码侧算法是一个开放的标准, 对于动态元数据的生成具体值没有限定, 各开发者自动化生成动态元数据算法可以不断调优、不断迭代, 以达到最佳的 HDR Vivid 画质效果。



13. 视频画质增强，如去噪、亮度/对比度调整等，是在 HDR Vivid 动态元数据生成前还是生成后进行？

答：画质增强、与 HDR Vivid 动态元数据生成是视频处理的两个不同层面，画质增强建议在 HDR Vivid 动态元数据生成之前进行，即先完成视频的画质增强，再进行 HDR Vivid 动态元数据的生成，实现针对不同亮度屏幕的观看一致性等最佳效果。

3. HDR Vivid 标准开发中常见问题

14. HDR Vivid 动态元数据占有带宽大吗？

答：根据标准文档中表 10 “动态元数据语法”，码流压缩前每帧图像对应的最大动态元数据大小为 440bits(55bytes)，压缩后码率大约为 $55 \times 60 \text{fps} / 150(\text{compression ratio}) = 22 \text{B/s}$

15. HDR Vivid 动态元数据表中的 num_windows 代表什么意思？

答：目前标准中此值固定为 1，代表将整个屏幕视为一个 windows。后续版本中会将整个屏幕分为不同大小的 sub-screen 来处理，到时 num_windows 可以是大于 1 的整数。

16. HDR Vivid 编码的参考代码中有大量的位数转换操作，比如小数经过 CUVAHDR_METADATA_BASE_S 和 CUVAHDR_METADATA_BASE_B 移位成整数进行运算，具体作用是什么？

答：UWA 的 HDR Vivid 编码是一个开放的标准，参考代码用于方便开发者参考实现，各开发者可以依据需要做最佳实现。正常浮点数运算不需要转为整形，参考代码中对浮点数移位为整数来运算有两个原因：

- 1) 部分转码器的接口参数为整形，参考代码采用整数来运算便于对转码器传递参数；
- 2) 最早参考代码是提供给硬件伙伴，方便芯片厂商的实现和集成的，移位为整形运算是此适配的算法痕迹。

17. 参考代码中屏幕最高亮度和最低的缺省值以及其他重要的参数在哪里设定？

答：

1). 设备屏幕最高亮度在 Defines.h 中设定：MAX_DISPLAY_LUMINANCE(针对 HDR 设备)和 MAX_DISPLAY_LUMINANCE_SDR(针对 SDR 设备)

2). 设备屏幕最低亮度在 CUVAHDR_ToneMappingYUV.cpp 的

bool CUVAHDR_ToneMappingYUV::InitCUVAParams()函数中，参数名为 double MinDisplay。

3). 片源显示设备最大亮度 MasterDisplayMaximumLuminance, 在参考代码中参数为 CUVAHDR.cpp 中的 main()函数中的参数 double MasterDisplaySet. 这里的值为 none Linear PQ value, e.g, for 923/1023.0, after PQForward(), it is 4000 nits, for 769/1023.0, after PQForward(), it is 1000 nits.

4). 对于参考代码中的参数，这些参数的定义、及含义可以参考联盟技术标准《TUWA 005.3-5—2022 高动态范围 (HDR) 视频技术第 3-5 部分：技术要求和测试方法实时编码设备》第 5.3.6.5 章节，其中共有基础统计参数、色调映射、基础曲线参数、三次样条参数、颜色校正参数等 29 个参数。

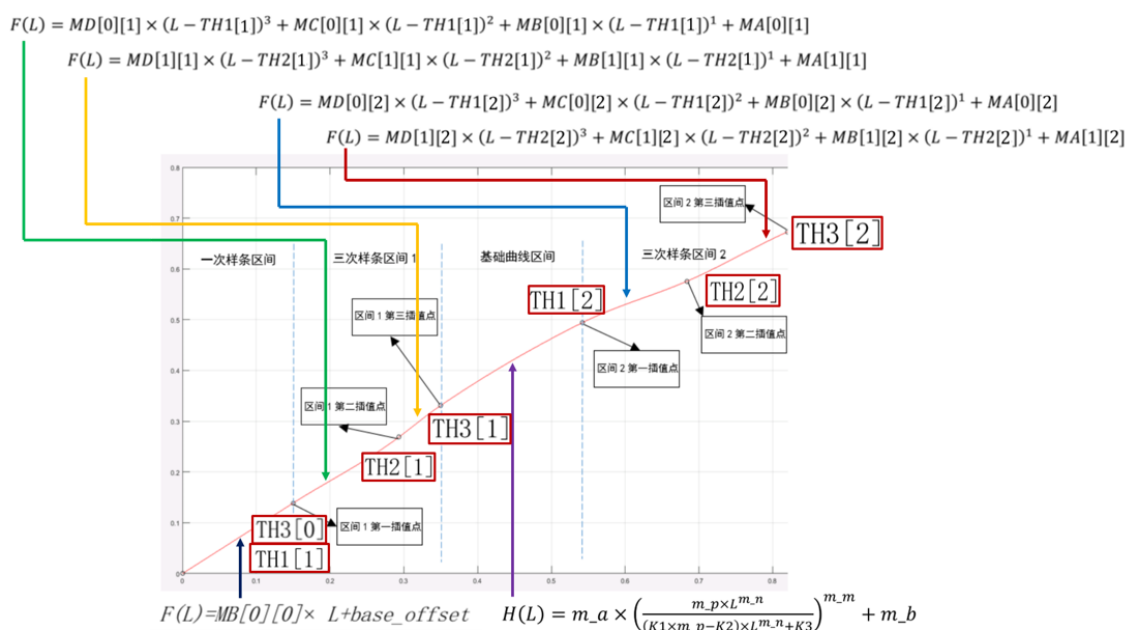
18. HDR Vivid 动态元数据调色曲线(TM Curve)有哪两种曲线模式？

答：两种分别为 1.统计模式 2.曲线参数模式

统计模式是指动态元数据中 tone_mapping_enable_mode_flag=0 (见 7.4.6)的情况下, 此种模式下, 调色曲线完全使用动态元数据中的 4 个统计值, 按照标准规定生成;**曲线参数模式**是指 tone_mapping_enable_mode_flag=1 的情况下, 动态元数据提供了除上面 4 个统计值以外的其他曲线参数, 调色曲线使用所有这些元数据按照标准算法生成。

19. HDR Vivid 调色曲线分为哪几段, 它们分别对应的函数及参数是怎么样的?

答:HDR Vivid 调色曲线主要分为 4 段, 包括 1 条低亮区的一次样条曲线, 2 条 3 次样条曲线和中见的基础曲线。见下面的示意图:



20. 9.3.1 概述中下面红框内的条件里“未出现 3Spline_TH_mode 为 0”的描述, 是否等价于“3Spline_TH_mode 不等于 0”? 如两者等价, 则下图中上下两个红框中的条件相同。如不等价, 请问“未出现 3Spline_TH_mode 为 0”具体是什么意思?

b) 根据 3Spline_num, 遍历各个三次样条区间, 获得三次样条映射曲线参数 $P_{3spline}$

- 1) 若 tone_mapping_mode_flag 为 0 或 tone_mapping_mode_flag 为 1 且 3Spline_flag 为 0 且 3Spline_TH_mode 为 0, 或者若 tone_mapping_mode_flag 为 1 且 3Spline_flag 为 1 且未出现 3Spline_TH_mode 为 0, 则调用 9.3.2.1 的一次样条曲线参数获得过程 0 以及 9.3.2.3 的一次样条曲线参数调整过程 0 和 9.3.3.1 的三次样条区间参数获得过程 0 获得参数, 参数值为默认值;
若 tone_mapping_mode_flag 为 1 且 3Spline_flag 为 1 且 3Spline_TH_mode 为 0, 则调用 9.3.2.2 的一次样条曲线参数获得过程 1 以及 9.3.2.3 的一次样条曲线参数调整过程 0 和 9.3.3.2 的三次样条区间参数获得过程 1 获得参数, 参数值为从码流中获取。
- 2) 若 tone_mapping_mode_flag 为 1 且 3Spline_flag 为 1 且 3Spline_TH_mode 为 1 或者 2 或者 3, 则调用 9.3.3.3 的三次样条区间参数获得过程 2 获得参数, 参数值为从码流中获取;
当 3spline_num 为 1 时, 将 3Spline_num 设为 2, 3Spline_TH_mode[1]=3Spline_TH_mode[0], 并退出遍历 b。

答:首先“未出现 3Spline_TH_mode 为 0”的描述, 等价于“3Spline_TH_mode 不等于 0”

其次, 上面两个红框中的条件是相同的, 但并不表明有矛盾。

原因是标准规定在红框中条件满足下, (此时表明曲线参数只传送了高亮区的 3 次样条, 没有低亮区 3 次样条) 那么先按 1) 生成低亮区的 3 次样条,

然后必须按照 2) 生成高亮区的 3 次样条。也就是说此种条件下, 1)和 2)都需要被执行。

这里最重要的有以下几点:

1.3Spline_TH_mode 为 0, 表明传送的是低亮区的 3 次样条, 3Spline_TH_mode 不为 0, 表明传送的不是低亮区的 3 次样条, 而是高亮区的 3 次样条。

2.对于 tone_mapping_mode_flag/3Spline_flag/3Spline_TH_mode/3Spline_num 这 4 个参数, 我们可以有以下几种 cases:

(1). tone_mapping_mode_flag ==0,那么需要根据 1) 获得低亮区 3 次样条, 高亮区没有 3 次样条。

(2). tone_mapping_mode_flag ==1 && 3Spline_flag ==0 && 3Spline_TH_mode==0 (此时根据标准 9.3.1 a 中步骤 3Spline_TH_mode 应设为 0)

此种情况对应也是也是没有传 3 次样条参数, 但有可能传了 color_saturation_map 参数, 处理方法同(1),也就是只需执行 1) 中相应的步骤。

(3).tone_mapping_mode_flag ==1 && 3Spline_flag ==1

3.1 如果 3Spline_num == 1&&3Spline_TH_mode==0, 则根据 1) 中相应步骤获得低亮区三次样条;

3.2 如果 3spline_num==1&&3Spline_TH_mode!=0, 则说明只传送了高亮区三次样条参数, 根据 2) 中相应步骤生成高亮区三次样条, 在这种情况下,

根据标准必须同时根据 1) 中步骤生成低亮区三次样条, 此时 3Spline_num 实际应该为 2;

3.3 如果 3Spline_num==2, 则说明一共传了两组三次样条参数, 分别根据 1) 和 2) 中步骤生成低亮区和高亮区三次样条即可

21. 7.4.7 节中, 提到色调映射参数组的数目为 1 或 2, 按照 7.3 节动态元数据语法的定义, 几乎所有动态元数据都含有系数 i, 用来遍历色调映射参数组的数目。那么如果色调映射参数组的数目为 2, 是否意味着我们将拥有两套 CUVA 色调映射参数组 (每个参数组都包含自己的一次样条, 三次区间 1, 基础曲线, 三次区间 2)? 如果是这样, 我们应如何选择使用第一套还是第二套色调映射参数组对当前帧进行色调映射? 还是说第二套色调映射参数组一定对应着 SDR 信号 (例如 CUVA“技术要求与测试方法”A.2 中所示)?

答:是的, 有可能拥有两套 CUVA 色调映射参数组。有可能一组是 HDR,另一组是 SDR 的。按照标准 7.4.8, SDR 参数情况是指 targeted_system_display_maximum_luminance_pq[1][w]为 2080, 也就是对应 pq 值为 100nits。

标准中没有规定哪组参数是 HDR, 哪组参数是 SDR.需要设备根据自己的显示设备最高亮度值来确定选 HDR 参数还是 SDR 参数。

22. 是否 CUVA 动态元数据色调映射参数曲线一定包括: 一次样条区间, 三次样条区间 1, 基础曲线区间?

而三次样条区间 2 仅当 7.4.21 中 3Spline_num 的数量为 2 时才会出现, 并按照 9.3.3.3 三次样条区间获得过程 2 计算其参数?

答:是的。只不过一次样条区间, 三次样条区间 1, 基础曲线区间都有可能退化为 1 个点。但这三个样条区间的计算步骤是不可能没有的。

23. 参考代码中有关于 HLG 码流的处理吗?

答:有的。在 CUVAHDR.cpp 中的 main()函数中, bool pq;为 false 的时候就是处理 hlg 码流。

24. 有关 HLG 码流的处理对应于参考代码中哪些部分?

答:两种 HLG 码流分别按下面的方式进行处理:

1.带 HDR Vivid metadata 的 HLG 码流的处理, 先转换为 PQ, 然后按 005.1 中第 9 章和第 10 章的算法进行处理。参考代码对应的情况为 HLGtoSDRStatic = 0。(此时不会处理 HLGHDRStaticAdaptToSDR(), HLG_STATIC_BT2020toBT709 也没有起任何作用。)并且在 main()中变量 pq=false (i.e dealing with hlg stream with HDR Vivid metadata);

2.不带 CUVA metadata 的 HLG 码流的处理,(这种情况下联盟一般称之为静态 HLG, i.e HLG Static stream, 有两种 cases:

1). 要从 HLG HDR 转为 PQ HDR 的显示设备上显示

这种情况一般就是 HDR 的电视机需要做的处理, 见 11.1. 参考代码没有这方面的代码。

2).要从 HLG HDR 转为 SDR 显示设备的显示

这种情况一般是指机顶盒的情况, 因为机顶盒后面接的电视机有比较大的概率为 SDR TV 显示. 参考代码中是指 HLGtoSDRStatic = 1, 此时处理流程为 HLGHDRStaticAdaptToSDR(), 也就是 11.2 的内容。如果要出色域从 BT2020 转为 BT709 的话, 则定义 HLG_STATIC_BT2020toBT709 =1 即可。

4. 支持 HDR Vivid 的设备信息

25. HDR Vivid 设备认证是怎么回事?

答:只有经过 UWA 官方认证的设备和软件才能被认为是正式支持 HDR Vivid 技术。UWA 官方认证的过程是: 待认证的设备和软件由 UWA 认可的测试检测机构(如电子四院)基于相对应的高动态范围(HDR)视频技术第 3-x 部分: 技术要求和测量方法进行严格的测试和检测, 只有完全符合相应的技术要求和测量方法的设备或软件才能由该测试检测机构出具正式测试通过文件, 设备或软件厂家拿到测试通过文件后交给 UWA 评审, 通过后由 UWA 颁发 HDR Vivid 认证证书并在 UWA 官网发布相应设备认证信息。

26. 目前已经经过认证的设备信息在哪里可以查到?

答:见 <http://www.theUWA.com> →(点击页面左边的)“关于认证”

5. 其他技术支持信息

27. UWA 联盟除了提供 HDR Vivid 标准相关文档和参考代码, 还提供哪些技术相关资源?

答:UWA 联盟目前有提供一些其他工具和码流:

如提取 HDR Vivid 码流中的动态元数据的工具和自测码流等, 详细信息请见 theuwa.com/tech/faq.html



28. HDR Vivid 的 UWA 联盟有官方正式技术支持接口人吗？

答:UWA 作为 HDR Vivid 技术标准发布和持有者，提供广泛的技术支持。有关 HDR Vivid 的统一技术支持接口为 hdr_vivid_support@theuwa.com,技术支持服务范围包括 HDR Vivid 标准解答和咨询，代码发布,更新和相应问题解答，HDR Vivid 工具和测试码流等资源发布，以及其他 HDR 和超高清音视频其他方面的技术支持。

29. 如何反映本文档中的问题？

答:如果发现本文档中提供的信息存在问题和有任何其他建议，[请发邮件至 hdr_vivid_support@theuwa.com](mailto:hdr_vivid_support@theuwa.com)





UHD World Association
世界超高清视频产业联盟

联系我们：
UWA联盟邮箱：support@theUWA.org
UWA联盟官网：www.theUWA.org