

ICS 号: ICS 33.160.25

中国标准文献分类号: M74

世界超高清视频产业联盟标准

T/UWA xxx.x-202x

高动态范围（HDR）静态图像 第 1 部分：双层格式

High Dynamic Range Still Images Part 1: Multi-layer Format

（征求意见稿 V1.0）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2022-xx-xx 发布

2022-xx-xx 实施

世界超高清视频产业联盟

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 缩略语	2
5 符号与运算	3
6 端到端系统要求	9
7 元数据	9
8 元数据封装	15
8.1 多层分发格式（动态扩展的关联图像）元数据封装	15
9 文件格式	19
10 获取高动态图像	28
11 获取 SDR 图像	35
附 录 A（资料性）生成高动态图像	36
A.1 概述	36
A.2 以标准动态图像为基础图像的动态扩展的关联图像	36
A.3 以标准动态图像为基础图像的动态扩展的关联图像	37
附 录 B（资料性）ICC_profile 建议	39
B.1 概述	39
B.2 标准动态图像 ICC_profile	39
B.3 高动态图像 ICC_profile	39
参考性文献	40

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由世界超高清视频产业联盟提出并归口。

本文件主要起草单位：中国电子技术标准化研究院、华为技术有限公司、荣耀终端有限公司、维沃移动通信有限公司、深圳市腾讯计算机系统有限公司、行吟信息科技(上海)有限公司、微梦创科网络科技(中国)有限公司、杭州微帧信息科技有限公司、北京百度网讯科技有限公司(百度智能云)、北京数码视讯软件技术发展有限公司、深圳创维-RGB电子有限公司、北京数字电视国家工程实验室有限公司、广东图盛超高清创新中心有限公司、北京小米电子产品有限公司、上海数字电视国家工程研究中心有限公司、北京牡丹电子集团有限责任公司、咪咕文化科技有限公司、OPPO广东移动通信有限公司、北京奕斯伟计算技术股份有限公司

本文件主要起草人：李婧欣、赵晓莺、徐巍炜、丁岳、赵志杰、潘榕、余全合、王弋川、游泓杰、张秀峰、陈靖、陈秋伯、刘鸿达、魏巍、马程钟、刘进、汪立民、邢怀飞、周骋、佟欣、徐遥令、沈思宽、毛珂、李思远、于路、李维、于磊、林川、谢立允、陈国乔、殷惠清、徐晖、郭佩佩、李康敬、许海滨、胡伟、杨周、茆文艺、付剑、

引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能使用以下涉及的相关专利：

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构保证，其愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案，相关信息可以通过以下联系方式获得：

联 系 人：

通讯地址：

邮政编码：

电子邮件：

电 话：

传 真：

网 址：

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

高动态范围（HDR）静态图像 第1部分：双层格式

1 范围

本文件规定了高动态范围（HDR）静态图像双层分发格式的要求，以及高动态范围（HDR）静态图像的基本要求。

本文件适用于网络通信、数字摄像、数字存储等图像应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 17235.1-1998 信息技术 连续色调静态图像的数字压缩及编码 第1部分:要求和指南

GB/T 33475.2-2016 信息技术 高效多媒体编码 第2部分：视频

GY/T 315-2018 高动态范围电视制作和交换图像参数值（Image parameter values for high dynamic range television for use in production and programme exchange）

IEC 61966-2-1:1999 多媒体系统和装置-颜色测量和管理-第2-1部分：颜色管理-默认红绿蓝颜色空间-sRGB（Multimedia systems and equipment - Colour measurement and management - Part 2-1: Colour management - Default RGB colour space – sRGB）

ISO 21496-1 数字图像-图像转换的增益图元数据-第一部分：动态范围转换（Digital photography — Gain map metadata for image conversion — Part 1: Dynamic range conversion）

ISO 15076-1 图像技术色彩管理.结构,文件格式与数据格式.第1部分:基于标准ICC.1:2010（Image technology colour management - Architecture, profile format and data structure - Part 1: Based on ICC.1:2010）

ISO 15076-2 图像技术色彩管理.结构,文件格式与数据格式.第1部分:基于标准ICC.1:2022（Image technology colour management Architecture, profile format and data structure Part 2: Based on ICC.1:2022）

ISO/IEC 14496-12 信息技术—视听对象编码第12部分：ISO基本媒体文件格式（Information technology — Coding of audio-visual objects — Part 12: ISO base media file format）

ISO/IEC 23008-12 信息技术—异构环境中的高效编码和媒体传送—第12部分：图像文件格式（Information technology — High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments — Part 12: Image File Format）

ISO/IEC 60559:2020 信息技术 微处理器系统 浮点算法（Information technology Microprocessor Systems Floating-Point arithmetic）

ITU-T T.35 对于非标准化设备ITU-T代码分配程序（Procedure for the allocation of ITU-T defined codes for non-standard facilities）

ITU-T BT.709-6 (06/2015) 节目制作及国际间节目交换用HDTV标准的参数值（Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange）

ITU-R BT.2020-1 (2000) 数字环境下的客观质量评价技术（Objective quality assessment technology in a digital environment）

ITU-R BT.2100-2 (07/2018)高动态范围电视节目制作和交换图像参数值（Image parameter values for high dynamic range television for use in production and international programme exchange）

ITU-R BT.2407 ITU-R BT.2020转ITU-R BT.709转换（Colour gamut conversion from Recommendation ITU-R BT.2020 to Recommendation ITU-R BT.709）

ITU-T H.273 | ISO/IEC 23091-2 用于视频信号类型识别的独立编码点（Coding-independent code

points for video signal type identification)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

元数据 metadata

描述视频或者图像处理过程中需要的关键信息、属性和特征的数据。

3.2

动态扩展的关联图像 dynamic range extending associated image group

描述多图像数据结构包含相关联的多个图像数据结构,其中包含基本图像(3.3)以及增强图像(3.4)。可通过操作从相关联的多个的图像数据结构,获取不同动态范围的提取的可选择图像(3.5)。

3.3

基本图像 base image / baseline image

描述独立的图像数据结构,包含像素和图像相关的元数据(3.1)。

3.4

增强图像 enhancement image / gain map image

描述增强的图像数据结构,包含像素和图像相关的元数据(3.1)。

3.5

提取的可选择图像 derived alternate image

描述从动态扩展的关联图像获取的图像数据结构,包含像素和图像的元数据(3.1)。

3.6

适配 processing

适配是一种将一组颜色映射到另一组颜色,以在动态范围更有限的介质中近似呈现高动态范围图像的处理。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APP 应用标记段(application marker segments)

CICP 独立编码点(Coding-independent code points)

CIE 1931 CIE 1931 XYZ 色彩空间(CIE 1931 XYZ color space)

Display-P3 显示协议3(Display Protocol 3)

DCI-P3 数字电影倡议协议3(Digital Cinema Initiatives Protocol 3)

EOTF 电光转换函数(Electro-Optical Transfer Function)

EXIF 可交换图片文件格式(Exchangeable Image File format)

HDR 高动态范围(High Dynamic Range)

HEIF 高效图像文件格式(High Efficiency Image File Format)

HEVC 高效视频编码(High Efficiency Video Coding)

HLG 混合对数伽马(Hybrid Log-Gamma)

ICC 国际色彩联盟(International Color Consortium)

- ICC_profile 色彩特性文件 (International Colour Consortium profile)
- JPEG 联合图像专家组 (Joint Photographic Experts Group)
- MPF 多图像格式 (Multi-Picture Format)
- MSB 最高有效位 (Most Significant Bit)
- OETF 光电转换函数 (Optical-Electro Transfer Function)
- PQ 感知量化 (Perceptual Quantizer)
- SDR 标准动态范围 (Standard Dynamic Range)
- sRGB 标准红绿蓝 (standard Red Green Blue)
- VVC 多样性视频编码 (Versatile Video Coding)

5 符号与运算

5.1 总体要求

本文件中使用的数学运算符和优先级参照C语言。但对整型除法和算术移位操作进行了特定定义。除特别说明外，约定编号和计数从0开始。

5.2 算术运算符

算术运算符定义见表1。

表 1 算术运算符定义

算术运算符	定义
+	加法运算
-	减法运算 (二元运算符) 或取反 (一元前缀运算符)
×	乘法运算
a^b	幂运算, 表示 a 的 b 次幂。也可表示上标
/	整除运算, 沿向0的取值方向截断。例如, $7/4$ 和 $-7/4$ 截断至1, $-7/4$ 和 $7/-4$ 截断至-1
÷	除法运算, 不做截断或四舍五入
$\frac{a}{b}$	除法运算, 不做截断或四舍五入
$\sum_{i=a}^b f(i)$	自变量 i 取由 a 到 b (含 b) 的所有整数值时, 函数 $f(i)$ 的累加和
$a \% b$	模运算, a 除以 b 的余数, 其中 a 与 b 都是正整数
[.]	下取整

5.3 逻辑运算符

逻辑运算符定义见表2。

表 2 逻辑运算符定义

逻辑运算符	定义
$a \ \&\& \ b$	a 和 b 之间的与逻辑运算
$a \ \ \ b$	a 和 b 之间的或逻辑运算

!	逻辑非运算
---	-------

5.4 关系运算符

关系运算符定义见表3。

表3 关系运算符定义

关系运算符	定义
>	大于
>=	大于或等于
<	小于
<=	小于或等于
==	等于
!=	不等于

5.5 位运算符

位运算符定义见表4。

表4 位运算符定义

位运算符	定义
&	与运算
	或运算
~	取反运算
$a \gg b$	将 a 以2的补码整数表示的形式向右移 b 位。仅当 b 取正数时定义此运算
$a \ll b$	将 a 以2的补码整数表示的形式向左移 b 位。仅当 b 取正数时定义此运算

5.6 赋值

赋值运算定义见表5。

表5 赋值运算定义

赋值运算	定义
=	赋值运算符
++	递增, $x++$ 相当于 $x = x + 1$ 。当用于数组下标时, 在自加运算前先求变量值
--	递减, $x--$ 相当于 $x = x - 1$ 。当用于数组下标时, 在自减运算前先求变量值
+=	自加指定值, 例如 $x += 3$ 相当于 $x = x + 3$, $x += (-3)$ 相当于 $x = x + (-3)$
-=	自减指定值, 例如 $x -= 3$ 相当于 $x = x - 3$, $x -= (-3)$ 相当于 $x = x - (-3)$

5.7 数学函数

数学函数定义见公式(1)至公式(10)。

$$\text{Abs}(x) = \begin{cases} x, & x \geq 0 \\ -x, & x < 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中:

x ——自变量。

$$\text{Floor}(x) = [x] \tag{2}$$

式中:

x ——自变量。

$$\text{Clip3}(i, j, x) = \begin{cases} i, & x < i \\ j, & x > j \\ x, & \text{其他} \end{cases} \tag{3}$$

式中:

x ——自变量;

i ——下界;

j ——上界。

$$\text{Median}(x, y, z) = x + y + z - \text{Min}(x, \text{Min}(y, z)) - \text{Max}(x, \text{Max}(y, z)) \tag{4}$$

式中:

x ——自变量;

y ——自变量;

z ——自变量。

$$\text{Min}(x, y) = \begin{cases} x, & x \leq y \\ y, & x > y \end{cases} \dots\dots\dots \tag{5}$$

式中:

x ——自变量;

y ——自变量。

$$\text{Max}(x, y) = \begin{cases} x, & x \geq y \\ y, & x < y \end{cases} \dots\dots\dots \tag{6}$$

式中:

x ——自变量;

y ——自变量。

$$\text{Sign}(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases} \dots\dots\dots \tag{7}$$

式中:

x ——自变量。

$$\text{Log}(x) = \log_2 x \dots\dots\dots \tag{8}$$

式中:

x ——自变量。

$$\text{Ln}(x) = \log_e x \dots\dots\dots \tag{9}$$

式中:

x ——自变量;

e ——自然对数的底, 其值为2.718281828...。

$$\text{pow}(x, y) = x^y \dots\dots\dots \tag{10}$$

式中:

x ——自变量;

y ——自变量。

5.8 转换函数

转换函数定义见式(11)~式(14)。

$$PQ_{EOTF}^{-1}(L) = \left(\frac{c_1 + c_2 L^{m_1}}{1 + c_3 L^{m_1}} \right)^{m_2} \dots\dots\dots (11)$$

$$PQ_{EOTF}(L) = \left(\frac{\max\left[\left(L^{1/m_2} - c_1 \right), 0 \right]}{c_2 - c_3 L^{1/m_2}} \right)^{1/m_1} \dots\dots\dots (12)$$

式中：
L ——自变量L。

$$m_1 = \frac{2610}{4096} \times \frac{1}{4} = 0.1593017578125$$

$$m_2 = \frac{2523}{4096} \times 128 = 78.84375$$

$$c_1 = c_3 - c_2 + 1 = \frac{3424}{4096} = 0.8359375$$

$$c_2 = \frac{2413}{4096} \times 32 = 18.8515625$$

$$c_3 = \frac{2392}{4096} \times 32 = 18.6875$$

$$HLG_{OETF}(L) = \begin{cases} \sqrt{3} \times L & 0 < L \leq 1.0/12 \\ a * \ln(12 \times L - b) + c & 1.0/12 < L \leq 1 \end{cases} \dots\dots\dots (13)$$

$$HLG_{OETF}^{-1}(L) = \begin{cases} \frac{L^2}{3} & 0 \leq L \leq 0.5 \\ \frac{\left(\exp\left(\frac{L-c}{a} \right) + b \right)}{12} & 0.5 < L \leq 1 \end{cases} \dots\dots\dots (14)$$

式中：
L ——自变量。
a = 0.17883277
b = 1-4×a
c = 0.5-a×ln(4×a)

5.9 结构关系符

结构关系符定义见表6。

表 6 结构关系符

结构关系符	定义
->	例如：a->b表示a是一个结构，b是a的一个成员变量

5.10 位流语法的描述方法

位流语法描述方法参考C语言。位流的语法元素使用粗体字表示，每个语法元素通过名字（用下划线分割的英文字母组，所有字母都是小写）、语法和语义来描述。语法表和正文中语法元素的值用常规字体表示。

某些情况下，可在语法表中应用从语法元素导出的其他变量值，这样的变量在语法表或正文中用带

下划线的小写字母命名，或者用小写字母和大写字母混合命名。大写字母开头的变量用于解码当前以及相关的语法结构，也可用于解码后续的语法结构。小写字母开头的变量只在它们所在的小节内使用。

语法元素值的助记符和变量值的助记符与它们的值之间的关系在正文中说明。在某些情况下，二者等同使用。

位串的长度是4的整数倍时，可使用十六进制符号表示。十六进制的前缀是“0x”，例如“0x1a”表示位串“0001 1010”。

条件语句中0表示FALSE，非0表示TRUE。

语法表描述了所有符合本文件的位流语法的超集，附加的语法限制在相关条中说明。

表7给出了描述语法的伪代码例子。当语法元素出现时，表示从位流中读一个数据单元。

表 7 语法描述的伪代码

伪代码	描述符
/*语句是一个语法元素的描述符，或者说明语法元素的存在、类型和数值，下面给出两个例子。*/	
syntax_element	
conditioning statement	
/*花括号括起来的语句组是复合语句，在功能上视作单个语句。*/	
{	
statement	
...	
}	
/*“while”语句测试condition是否为TRUE，如果为TRUE，则重复执行循环体，直到condition不为TRUE。*/	
while (condition)	
statement	
/*“do ... while”语句先执行循环体一次，然后测试condition是否为TRUE，如果为TRUE，则重复执行循环体，直到condition不为TRUE。*/	
do	
statement	
while (condition)	
/*“if ... else”语句首先测试condition，如果为TRUE，则执行primary语句，否则执行alternative语句。如果alternative语句不需要执行，结构的“else”部分和相关的alternative语句可忽略。*/	
if (condition)	
primary statement	
else	
alternative statement	
/*“for”语句首先执行initial语句，然后测试condition，如果condition为TRUE，则重复执行primary语句和subsequent语句直到condition不为TRUE。*/	
for (initial statement; condition; subsequent statement)	
primary statement	

解析过程和解码过程用文字和参考C语言的伪代码描述。

T/UWA xxxx-xxxx

5.11 函数

5.11.1 byte_aligned()

如果位流的当前位置是字节对齐的，返回TRUE，否则返回FALSE。

5.11.2 next_start_code()

在位流中寻找下一个起始码，将位流指针指向起始码前缀的第一个二进制位。函数定义应符合表8的规定。

表 8 next_start_code 函数的定义

函数定义	描述符
next_start_code() {	
stuffing_bit	'1'
while (! byte_aligned())	
stuffing_bit	'0'
while (next_bits(24) != '0000 0000 0000 0000 0000 0001')	
stuffing_byte	'00000000'
}	

stuffing_byte应出现图像头之后和第一个片起始码之前。

5.11.3 read_bits(n)

返回位流的随后n个二进制位，MSB在前，同时位流指针前移n个二进制位。如果n等于0，则返回0，位流指针不前移。

函数也用于解析过程和解码过程的描述。

5.12 描述符

描述符表示不同语法元素的解析过程，见表9。

表 9 描述符

描述符	说明
<i>b(8)</i>	一个任意取值的字节。解析过程由函数read_bits(8)的返回值规定
<i>f(n)</i>	取特定值的连续n个二进制位。解析过程由函数read_bits(n)的返回值规定
<i>r(n)</i>	连续n个'0'。解析过程由函数read_bits(n)的返回值规定
<i>u(n)</i>	n位无符号整数。在语法表中，如果n是“v”，其位数由其他语法元素值确定。解析过程由函数read_bits(n)的返回值规定，该返回值用高位在前的二进制表示
<i>i(n)</i>	n位有符号整数
<i>st(n)</i>	n个UTF-8格式字符，符合ISO/IEC 10646的规定。
<i>fp32</i>	32位浮点数，符合ISO/IEC 60559:2020的规定。

5.13 保留、禁止和标记位

本文件定义的位流语法中，某些语法元素的值被标注为“保留”（reserved）或“禁止”（forbidden）。“保留”定义了一些特定语法元素值用于将来对本文件的扩展。这些值不应出现在符合本文件的位流

中。

“禁止”定义了一些特定语法元素值，这些值不应出现在符合本文件的位流中。

“标记位”（marker_bit）指该位的值应为‘1’。

位流中的“保留位”（reserved_bits）表明保留了一些语法单元用于将来对本文件的扩展，解码处理应忽略这些位。

6 端到端系统要求

本节包含高动态范围（HDR）静态图像的双层分发格式的端到端系统。

高动态范围（HDR）静态图像的多双层分发端到端系统见图1：

在生成端，通过附录A.3的动态扩展的关联图像的生成过程，从源高动态范围图像数据以及标准动态范围图像数据（本标准后续标准动态范围图像数据包含低动态范围图像数据），获取动态扩展的关联图像数据（包含基本图像和增强图像以及元数据）；接着，编码生成基本图像像素码流、增强图像像素码流以及元数据码流；然后，根据9节图像分发格式文件封装，封装元数据和像素码流，生成最终的高动态范围静态图像多层分发格式文件。

在接收端，接收到高动态范围静态图像多层分发格式文件后，根据第9章图像文件格式封装，提取基本图像像素码流、增强图像像素码流以及元数据码流；接着，对于基本图像像素码流和增强图像像素码流分别进行解码，获取解码基础图像、解码增强图像以及元数据；然后，调用第10.2节获取提取的可选择高动态范围图像，或者调用第11.2节获取提取的可选择标准动态范围图像，并根据附录B进行显示适配处理。

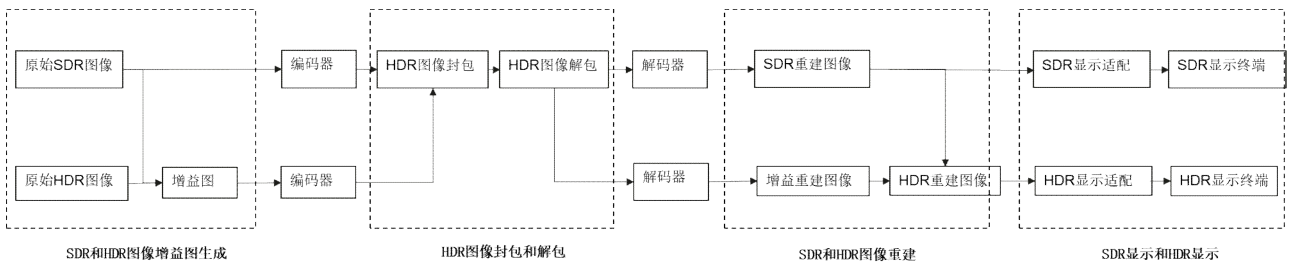


图 1 高动态范围静态图像多（双）层分发系统框图

7 元数据

7.1 高动态图像元数据语法语义

7.1.1 高动态图像属性 PicInfo

7.1.1.1 色域信息 ColourPrimaries

表示内容的色域信息。ColourPrimaries的取值主要包含ITU-R BT.2020，符合ITU-T H.273中的规定，见表10。

表 10 色域信息

取值	色域信息	备注
9	primary x y green 0.170 0.797 blue 0.131 0.046 red 0.708 0.292	ITU-R BT.2020-2 ITU-R BT.2100-2

	white D65 0.3127 0.3290	
--	-------------------------	--

7.1.1.2 传递函数信息 TransferCharacteristics

表示内容的OETF或者EOTF信息。TransferCharacteristics的取值主要包含PQ、HLG,符合ITU/T H.273的规定,见表11。

表 11 传递函数信息

取值	传递函数信息	I备注
16	$V = ((c1 + c2 * Lo^n) \div (1 + c3 * Lo^n))^m$ $c1 = c3 - c2 + 1 = 107 \div 128 = 0.8359375$ $c2 = 2413 \div 128 = 18.8515625$ $c3 = 2392 \div 128 = 18.6875$ $m = 2523 \div 32 = 78.84375$ $n = 653 \div 4096 = 0.1593017578125$ for all values of Lo for which Lo equal to 1 for peak white is ordinarily intended to correspond to a reference output luminance level of 10 000 candelas per square metre	SMPTE ST 2084 (2014) for 10-, 12-, 14- and 16-bit systems ITU-R BT.2100-2 perceptual quantization (PQ) system
18	$V = a * Ln(12 * Lc - b) + c,$ for $1 \geq Lc > 1 \div 12$ $V = \text{Sqrt}(3) * Lc^{0.5},$ for $1 \div 12 \geq Lc \geq 0$ $a = 0.17883277 \quad b = 0.28466892 \quad c = 0.55991073$	ARIB STD-B67 (2015) ITU-R BT.2100-2 hybrid log-gamma (HLG) system

7.1.1.3 转换矩阵信息 MatrixCoefficients

表示内容的转换矩阵信息。MatrixCoefficients的取值主要包含BT.2020方式,符合ITU/T H.273中的规定,见表12。

表 12 转换矩阵信息

取值	转换矩阵信息	备注
9	KR = 0.2627; KB = 0.0593	BT.2020-2 (non-constant luminance) ITU-R BT.2100-2 Y'CbCr
4	KR = 0.2627; KB = 0.0593	ITU-R BT.2020-2 (constant luminance)

7.1.1.4 范围信息 FullRangeFlag

表示内容的定点数范围信息。FullRangeFlag的取值主要包含full、limited，符合ITU/T H.273的规定。

7.1.1.5 色度格式 ChromaFormat

表示内容的色彩信息。ChromaFormat的取值主要包含444、422、420等。

7.1.1.6 位宽 BitDepth

表示内容的位宽信息。BitDepth的取值主要包含10、12、16等。

7.1.2 静态元数据 StaticMetadata

7.1.2.1 显示设备三基色 X 坐标，显示设备三基色 Y 坐标 display primaries_x[c]，display primaries_y[c]

表示显示设备三基色X坐标，显示设备三基色Y坐标。分别表示归一化后的显示设备三基色的色度x坐标和y坐标。该坐标符合CIE 1931。

7.1.2.2 图像主监视器标准白光 X 坐标, 图像主监视器标准白光 Y 坐标 white_point_x, white_point_y

表示归一化后的图像主监视器标准白光的色度x坐标和y坐标。该坐标符合CIE 1931。

7.1.2.3 图像主监视器最大亮度 max_display_mastering_luminance

表示图像主监视器最大亮度。表示显示设备的最大显示亮度。

7.1.2.4 图像主监视器最小亮度 min_display_mastering_luminance

表示图像主监视器最小亮度。表示显示设备的最小显示亮度。

7.1.2.5 显示内容最大亮度 max_content_light_level

表示显示内容最大亮度。表示显示内容的最大亮度。

7.1.3 动态元数据 DynamicMetadata

图像元数据包含的动态元数据,符合T/UWA 005.1-2022。

7.2 多层分发格式（动态扩展的关联图像）元数据语法语义

7.2.1 动态扩展标识元数据语义 ExtendFlagInfo

7.2.1.1 图像数量 ExtendedFrameNumber

表示当前文件中包含的总的图像数目。取值主要包含1、2等。

7.2.1.2 图像类型 ExtendedType

表示当前文件的图像类型。取值主要包含基本图像、增强图像等等。

7.2.1.3 图像偏移 1[] Extendedoffset1[]

表示当前图像文件的从文件开头开始的偏移量。

7.2.1.4 图像偏移 2[] Extendedoffset2[]

表示当前图像文件的从文件开头开始必备的偏移量。

7.2.2 动态扩展处理元数据 ExtendInfo

7.2.2.1 增强数据的色彩通道数量信息 CombineColorNumber

包含进行动态扩展时的色彩通道数CombineColorNumber，取值主要包含1、3等，符合ISO 21496-1中的Number of components。

7.2.2.2 增强数据的变化信息 EnhanceClippedThreshold

包含增强数据变换的信息。

7.2.2.2.1 增强数据的最小值 minGainMapValue

备用图亮度值除以基本图亮度值的最小值。符合ISO 21496-1中的Per-component min gain map values。

7.2.2.2.2 增强数据的最大值 maxGainMapValue

备用图亮度值除以基本图亮度值的最大值，符合ISO 21496-1中的Per-component max gain map values。

7.2.2.2.3 伽马参数 Gamma

增强数据的伽马参数，符合ISO 21496-1中的Per-component gamma values，本标准建议使用gamma = 1.0。

7.2.2.3 动态扩展的映射参数 EnhanceMapping[]

7.2.2.3.1 基础图像偏移量常数 BaselineImageOffset

基础图像增强数据计算偏移量常数。该常数是为了避免计算和应用增强数据时出现异常数值计算问题，符合ISO 21496-1中的Per Component Baseline Offset。

7.2.2.3.2 中间图像偏移量常数 AlternateImageOffset

中间图像增强数据计算偏移量常数。该常数是为了避免计算和应用增强数据时出现异常数值计算问题，符合ISO 21496-1中的Per Component Baseline Offset。

7.2.2.4 基本图像的属性信息 BaseInfo

7.2.2.4.1 基本图像的色彩信息 Baseline image colorimetry Info

包含基本图像的属性。符合ISO 21496-1中Baseline image colorimetry metadata。

7.2.2.5 增强数据的属性信息 EnhanceDataInfo

包含增强数据本身的属性信息，通过CICP信息或者是ICC信息获得。具体有：增强数据的色域空间 EnhanceDataColorPrimary，不出现或者默认sRGB。增强数据的传递函数 EnhanceDataTransFunction，不出现或者默认无格式则不进行非线性转线性操作。增强数据的色彩模型 EnhanceDataColorModel，取值主要包含YUV、RGB等，不出现本元数据则默认从码流的CICP中或者编码标准的信息中获取。可包含增强数据的色度格式 EnhanceDataChromaFormat，取值主要包含444、420以及色度相对亮度的偏移0像素、半像素，不出现本元数据则从码流的CICP中或者编码标准的信息中获取。

7.2.2.6 提取的可选择图像的属性信息 EnhanceInfo

7.2.2.6.1 总体要求

提取的可选择图像的属性信息，通过CICP或ICC获得，具体有：提取的可选择图像的色域空间 EnhanceColorPrimary，取值主要包含BT.2020、Display-P3、sRGB、BT.709等。提取的可选择图像的传递函数 EnhanceTransFunction，取值主要包含PQ、HLG、gamma。提取的可选择图像的色彩模型

EnhanceColorModel, 取值主要包含YUV、RGB、Y, 不出现本元数据则默认从码流的CICP中或者编码标准的信息中获取。可包含提取的可选择图像的色度格式EnhanceChromaFormat, 取值主要包含444、420以及色度相对亮度的偏移0像素、半像素。

7.2.2.6.2 可选择图像的色彩信息 Alternate image colorimetry Info

包含提取的可选择图像的属性信息。符合ISO 21496-1中Alternate image colorimetry metadata。

7.2.2.7 动态扩展的色彩信息 CombineColorInfo

7.2.2.7.1 总体要求

基本图像和增强数据如何进行动态扩展色彩相关的信息, 具体有: 动态扩展的色彩空间信息 CombineColorMode, 取值主要包含RGB、YUV等, 符合ISO 21496-1应选择RGB。动态扩展的色域空间信息 CombineColorPrimary, 取值主要包含BT.2020、DCI-P3等。动态扩展的传递函数信息 CombineTransFunction, 取值主要包含PQ、HLG、线性等, 符合ISO 21496-1应选择线性。

7.2.2.7.2 增强数据应用的色彩信息 Gain map Application color space

包含基本图像和增强数据如何进行动态扩展色彩相关的信息。符合ISO 21496-1中Gain map application space metadata。

7.2.2.8 动态扩展的色彩通道扩展信息 ColorCombineInfo

包含进行动态扩展时的色彩通道如何扩展的信息, 取值主要包含1to1、1to3、2to3、3to3等。在基本数据3个颜色通道同时增强数据1个或者3个通道时, 应使用1to3以及3to3, 符合ISO 21496-1。

7.2.2.9 基本图像数据的额外变换信息 BaseAddtionalMappingInfo

7.2.2.9.1 总体要求

基本图像数据Base的额外变换信息, 其他变换见7.2.2.4, 可在色域映射前后进行。

注: 7.2.2.4和7.2.2.9中的变换信息可使用符合ICC标准的方式, 也可使用CICP加额外变化信息的方式, 但是这两种方式的变换信息应一致。

7.2.2.9.2 基本图像数据的额外变换/映射标识 BaseAddtionalMappingFlag

包含基本数据是否额外变换的标识信息。

7.2.2.9.3 基本图像数据的额外变换/映射参数 BaseAddtionalMapping[]

包含基本数据额外变换的参数信息, 以查找表形式传递。

7.2.2.10 动态扩展的额外变换信息 CombinedAddtionalMappingInfo

7.2.2.10.1 总体要求

提取的可选择图像的额外动态扩展信息, 其他变换见7.2.2.6, 可在色域映射前后进行。

注: 7.2.2.6和7.2.2.10中的变换信息可使用符合ICC标准的方式, 也可使用CICP加额外变化信息的方式, 但是这两种方式的变换信息应一致。

7.2.2.10.2 动态扩展的额外变换/映射标识 CombinedAddtionalMappingFlag

包含提取的可选择图像的是否额外动态扩展的标识信息。

7.2.2.10.3 动态扩展的变换/映射参数 CombinedAddtionalMapping

包含提取的可选择图像的额外动态扩展的参数信息，以查找表形式传递。

7.2.3 静态元数据语义 StaticMetadata

关联图像元数据包含的静态元数据语义，见7.1.2。

7.2.4 动态元数据语义 DynamicMetadata

关联图像元数据包含的动态元数据语义，见7.1.3。

7.3 标准动态图像元数据语法语义

7.3.1 标准动态图像属性 PicInfo

7.3.1.1 色域信息 ColourPrimaries

表示内容的色域信息。ColourPrimaries的取值主要包含BT.709(sRGB)、DCI-P3、Display-P3等，符合ITU-T H.273中的规定，见表13。

表 13 色域信息

取值	色域信息	备注
1	primary x y green 0.300 0.600 blue 0.150 0.060 red 0.640 0.330 white D65 0.3127 0.3290	ITU-R BT.709-6 ITU-R BT.1361-0 conventional colour gamut system and extended colour gamut system (historical) IEC 61966-2-1 sRGB or sYCC
11	primary x y green 0.265 0.690 blue 0.150 0.060 red 0.680 0.320 white 0.314 0.351	SMPTE RP 431-2 (2011)
12	primary x y green 0.265 0.690 blue 0.150 0.060 red 0.680 0.320 white D65 0.3127 0.3290	SMPTE EG 432-1 (2010)

7.3.1.2 传递函数信息 TransferCharacteristics

表示内容的OETF或者EOTF信息。TransferCharacteristics的取值主要是Gamma等，符合ITU/T H.273的规定，见表14。

表 14 传递函数信息

取值	传递函数信息	备注
1	$V = Lc^{0.45} - (-1)$ $V = 4.500 * Lc$ for $1 \geq Lc \geq$	ITU-R BT.709-6

	for $L_c \geq 0$	
4	Assumed display gamma 2.2	ITU-R BT.470-6 System M
6	$V = \dots * L_c^{0.45} - (\dots - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ for $L_c \geq 1$ for $L_c \geq 0$	ITU-R BT.601-7 525 or 625

7.3.1.3 转换矩阵信息 MatrixCoefficients

表示内容的转换矩阵信息。MatrixCoefficients的取值主要包含BT.709、BT.601等方式，符合ITU-T H.273的规定，见表15。

表 15 传递函数信息

取值	转换矩阵信息	备注
1	KR = 0.2126; KB = 0.0722	ITU-R BT.709-6
5	KR = 0.299; KB = 0.114	ITU-R BT.601-7 625

7.3.1.4 范围信息 FullRangeFlag

表示内容的定点数范围信息。FullRangeFlag的取值主要包含full、limited，符合ITU/T H.273的规定。

7.3.1.5 色度格式 ChromaFormat

表示内容的色彩信息。ChromaFormat的取值主要包含444、422、420等。

7.3.1.6 位宽 BitDepth

表示内容的位宽信息。BitDepth的取值主要包含8、10等。

8 元数据封装

8.1 多层分发格式（动态扩展的关联图像）元数据封装

8.1.1 动态扩展标识 extend_flag_info

动态扩展标识extend_flag_info表示ExtendFlagInfo元数据信息，在不同文件格式中：

extended_type: 8位或者32位无符号数，表示ExtendedType;

extended_frame_number: 8位或者32位无符号数，表示ExtendedFrameNumber;

extended_offset1[]: 32位无符号数，表示Extendedoffset1[];

extended_offset2[]: 32位无符号数，表示Extendedoffset1[]。

8.1.2 动态扩展处理 extend_info

8.1.2.1 总体要求

Extend_info包含动态扩展处理ExtendInfo元数据，见表16。

表 16 动态扩展处理

属性定义	描述符
------	-----

属性定义	描述符
extend_info(){	
reserved	u(24)
combine_color_number	u(8)
for(i=0; i< combine_color_number-1; i++){	
extend_info_main()[i]	
}	
extend_info_extention()	
}	

其中，

combine_color_number: 8位无符号数，表示元数据CombineColorNumber (Number of components)；

extend_info_main: 表示动态扩展的处理信息主体；

extend_info_extention: 表示动态扩展的处理信息扩展。

8.1.2.2 动态扩展的处理信息主体 extend_info_main

动态扩展的处理信息主体 extend_info_main 包含增强数据的变化信息元数据 EnhanceClippedThreshold、动态扩展的映射参数元数据 EnhanceMapping[]，见表17。

表 17 动态扩展处理的信息处理主体

属性定义	描述符
extend_info_main(){	
per_component_min_gain_map	fp32
per_component_max_gain_map	fp32
gamma	fp32
baseline_image_offset	fp32
alternate_HDR_image_offset	fp32
}	

其中，

per_component_min_gain_map: 32位浮点数，表示元数据 EnhanceClippedThreshold[] 中的元数据 Per-component min gain map values；

per_component_max_gain_map: 32位浮点数，表示元数据 EnhanceClippedThreshold[] 中的元数据 Per-component max gain map values；

gamma: 32位浮点数，表示元数据 EnhanceMapping[] 中的元数据 Gamma；

baseline_image_offset: 32位浮点数，表示元数据 EnhanceMapping[] 中的元数据 Baseline SDR image offset；

alternate_HDR_image_offset: 32位浮点数，表示元数据 EnhanceMapping[] 中的元数据 Alternate HDR image offset。

8.1.2.3 动态扩展的处理信息扩展 extend_info_extention

扩展信息 extend_info_extention 包含基本图像的属性信息 base_info、增强数据的属性信息 enhance_data_info、提取的可选择图像的属性信息 enhance_info、动态扩展的色彩信息 combine_color_info，见表18。

表 18 动态扩展的处理信息扩展

属性定义	描述符
extend_info_extention(){	
base_info_size	u(4)
enhance_data_info_size	u(4)
enhance_info_size	u(4)
combine_color_info_size	u(4)
base_info()	
enhance_data_info()	
enhance_info()	
combine_color_info()	
base_transform_info_size	u(8)
base_transform_info()	
enhance_transform_info_size	u(8)
enhance_transform_info()	
}	

其中，

base_info_size: 8位无符号数，表示base_info的长度；

base_info: 表示基本图像的属性信息元数据BaseInfo；

enhance_data_info_size: 8位无符号数，表示enhance_data_info的长度；

enhance_data_info: 表示增强数据的属性信息元数据EnhanceDataInfo；

enhance_info_size: 8位无符号数，表示enhance_info的长度；

enhance_info: 表示提取的可选择图像的属性信息元数据EnhanceInfo；

combine_color_info_size: 8位无符号数，表示combine_color_info的长度；

combine_color_info: 表示动态扩展的色彩信息元数据CombineColorInfo；

base_transform_info_size: 8位无符号数，(base_transform_info_size × 16)表示base_transform_info的长度；

base_transform_info: 表示基本图像数据的额外变换信息元数据BaseTransformInfo

enhance_transform_info_size : 8位无符号数，(enhance_transform_info_size × 16)表示enhance_transform_info的长度；

enhance_transform_info: 表示动态扩展的额外变换信息元数据EnhanceTransformInfo。

a) 基本图像的属性信息base_info

base_info 表示基本图像的属性信息 BaseInfo 元数据（基本图像的色彩信息 Baseline image colorimetry Info），符合 ITU/T H.273 的规定，见表 19。

表 19 基本图像的属性信息

属性定义	描述符
base_info (){	
base_color_primary	u(8)
base_trans_function	u(8)
base_color_model	u(8)
reserved	u(8)
}	

其中，

base_colour_primaries: 8位无符号数，表示BaseColorPrimary元数据；

base_transfer_characteristics: 8位无符号数，表示BaseTransFunction元数据；

base_matrix_coefficients: 8位无符号数，表示BaseColorModel元数据，符合ITU/T H.273的规定。

b) 增强数据的属性信息enhance_data_info

enhance_data_info表示增强数据的属性信息EnhanceDataInfo元数据，符合ITU/T H.273的规定，见表20。

表 20 增强数据的属性信息

属性定义	描述符
enhance_data_info(){	
enhance_data_color_primary	u(8)
enhance_data_transfer_characteristics	u(8)
enhance_data_matrix_coefficients	u(8)
reserved	u(8)
}	

其中，

enhance_data_color_primary: 8位无符号数，表示EnhanceDataColorPrimary元数据；

enhance_data_transfer_characteristics: 8位无符号数，表示EnhanceDataTransFunction元数据；

enhance_data_matrix_coefficients: 8位无符号数，表示EnhanceDataColorModel元数据，符合ITU/T H.273的规定。

c) 提取的可选择图像的属性信息enhance_info

enhance_info表示提取的可选择图像的属性信息 EnhanceInfo 元数据（可选择图像的色彩信息 Alternate image colorimetry），符合 ITU/T H.273 的规定，见表 21。

表 21 提取的可选择图像的属性信息

属性定义	描述符
enhance_info(){	
enhance_color_primary	u(8)
enhance_transfer_characteristics	u(8)
enhance_matrix_coefficients	u(8)
reserved	u(8)
}	

其中，

enhance_color_primary: 8位无符号数，表示 EnhanceColorPrimary 元数据；

enhance_transfer_characteristics: 8位无符号数，表示 EnhanceTransFunction 元数据；

enhance_matrix_coefficients: 8位无符号数，表示 EnhanceColorModel 元数据，符合 ITU/T H.273 的规定。

d) 动态扩展的色彩信息combine_color_info

combine_color_info表示提取的动态扩展的色彩信息 CombineColorInfo（增强数据应用的色彩信息 Gain map Application color space），符合 ITU/T H.273 的规定，见表 22。

表 22 动态扩展的色彩信息

属性定义	描述符
combine_color_info(){	
combine_color_primary	u(8)
combine_transfer_characteristics	u(8)
combine_matrix_coefficients	u(8)
reserved	u(8)
}	

其中，

combine_color_primary: 8 位无符号数，表示 CombineColorPrimary 元数据；

combine_transfer_characteristics: 8 位无符号数，表示 CombineTransFunction 元数据；

combine_matrix_coefficients: 8 位无符号数，表示 CombineColorModel 元数据，符合 ITU/T H.273 的规定。

e) 基本图像数据的额外变换信息base_addtional_mapping_info

表示基本图像数据的额外变换信息元数据 BaseAddtionalMappingInfo，见表 23。

表 23 基本图像数据的额外变换信息

属性定义	描述符
base_addtional_mapping_info(){	
base_addtional_mapping_flag	u(8)
base_addtional_mapping[]	u(8)*N
}	

其中，

base_addtional_mapping_flag: 8 位无符号数，表示 BaseAddtionalMappingFlag 元数据；

base_addtional_mapping: 表示 BaseAddtionalMapping 元数据。

f) 动态扩展的额外变换信息combined_addtional_mapping_info

表示动态扩展的额外变换信息元数据 CombinedAddtionalMappingInfo，见表 24。

表 24 动态扩展的额外变换信息

属性定义	描述符
combined_addtional_mapping_info(){	
combined_addtional_mapping_flag	u(8)
combined_addtional_mapping[]	u(8)*N
}	

其中，

combined_addtional_mapping_flag: 8 位无符号数，表示 CombinedAddtionalMappingFlag 元数据；

combined_addtional_mapping: 表示 CombinedAddtionalMapping 元数据。

9 文件格式

9.1 概述

本章描述了使用不同文件结构如何封装高动态范围静态图像元数据和图像数据的推荐方法。如下：

a) 使用JPEG-1 (JFIF) 文件结构如何封装高动态范围静态图像双层（动态扩展的关联图像）格式元数据和图像数据的推荐方法；

- b) 使用HEIF如何封装高动态范围静态图像双层（动态扩展的关联图像）格式元数据和图像数据的推荐方法；

9.2 JPEG（JFIF）双层分发（动态扩展的关联图像）格式文件格式

9.2.1 概述

基本图像和增强图像均采用独立的JFIF封装格式，在每个JFIF中携带相关的APP段，封装为基本图像文件数据和增强图像文件数据，并存放在同一文件中。整体结构如下图：

关联图像文件文件结构	S01	start of Image	基本图像子格式
	APP0	JFIF	
	APP1	EXIF APP1	
	APP2	MPF APP2	
	APP2	ICC APP2	
	APP2	ISO APP2	
	APP8	UWA info APP8	
	DQT	Quantization Table	
	DHT	Huffman Table	
	DRI	Restart interval	
	SOF	Frame Header	
	SOS	Scan Header	
		Compression Data	
	E01	End of Image	
	S01	start of Image	增强图像子格式
	APP2	ICC APP2	
	APP2	ISO APP2	
	APP8	UWA info APP8	
	DQT	Quantization Table	
	DHT	Huffman Table	
DRI	Restart interval		
SOF	Frame Header		
SOS	Scan Header		
	Compression Data		
E01	End of Image		

9.2.2 基本图像子格式

基本图像数据部分包含APPN元数据部分以及其余的图像码流部分，其中：
 其余的图像码流部分包含完整的JFIF JPEG文件结构，为可独立解码的JPEG文件；
 APPN元数据部分应包含UWA Info APP8，还包含EXIF APP1、MPF APP2、ISOMetadata APP2、

ICC_profile APP2。EXIF、MPF、ISOMetadata和ICC这些APP的使用方式应符合ISO 21496-1的要求。

a) 基本图像中的UWA Info APP8

包含基本图像需要的元数据部分baseInfo、ExtendedFlagInfo等，见表25。

表 25 基本图像中的 UWA Info APP8

定义	描述符
UWA Info APPn() {	
app_start_code	f(16)
app_length	u(16)
itut35_tag	st(6)
itu_t_t35_country_code	f(8)
terminal_provide_code	f(8)
terminal_provide_oriented_code	f(8)
extended_frame_number	u(8)
extended_type	f(32)
if(File_type==1){	
for(i=0; i < ExtendedFrameNumber-1; i++){	
extended_offset1[i]	u(32)
extended_offset2[i]	u(32)
}	
}	
}	

其中，app_start_code: 16位无符号数，APP标记，取值等于0xE8FF；
 app_length: 16位无符号数，APP长度；
 itut35_tag: 6个UTF-8字符，APP标记，取值等于‘ITUT35’；
 itu_t_t35_country_code: 8位无符号数，it35标准相关，取值等于0x26；
 terminal_provide_code: 8位无符号数，it35标准相关，取值等于0x04；
 terminal_provide_oriented_code: 8位无符号数，it35标准相关，取值等于0x07；
 extended_frame_number: 8位无符号数，表示总的图像数目ExtendedFrameNumber；
 extended_type: 32位无符号数，表示当前文件的图像类型ExtendedType，取值等于0x00000001，
 File_type等于(extended_type&0xFF)，meta_type等于((extended_type>>8)&0xFF)，Enhance_type等于
 ((extended_type>>16)&0xFF)，HDR_type等于((extended_type>>24)&0xFF)；
 extended_offset1: 32位无符号数，表示图像偏移1Extendedoffset1；
 extended_offset2: 32位无符号数，表示图像偏移2Extendedoffset2。

b) 基本图像中的EXIF APP1和MPF APP2

MPF包含ExtendFlagInfo()的部分语法元素:ExtendedFrameNumber、Extendedoffset1[]等，该信息需要与9.2.3.a)中相关元数据值一致。

使用MPF的MP type、Number of Images、Individual Image Size/Data offset来分别封装ExtendedType、ExtendedFrameNumber、Extendedoffset，MP type、Number of Images、Individual Image Size/Data offset的具体取值符合ISO 21496-1。

c) 基本图像中的ISOMetadata APP2

ISOMetadata APP2字段储存增强图像数据是否存在，tag为“urn:iso:std:iso:ts:21496:-1”，包含27个字节的标签以及一个字节的空格，见表26。

表 26 基本图像中的 ISOMetadata APP2

定义	描述符
ISOMetadata APP(){	
app_start_code	f(16)
app_length	u(16)
iso_gainmap_tag	st(28)
payload	f(32)
}	

其中，app_start_code: 16位无符号数，APP标记，取值等于0xE2FF；

app_length: 16位无符号数，APP长度；

iso_gainmap_tag: 28个UTF-8字符，APP标记，取值等于‘urn:iso:std:iso:ts:21496:-1’；

payload: 32位无符号数，版本号，取值等于0x0，符合ISO 21496-1的要求。

d) 基本图像中的ICC APP2

包含BaseInfo()的部分语法元素，包含ColorPrimary等。ICC包含的CICP信息中包含了这些信息，ICC APP2的使用符合ISO 21496-1的要求，对于高动态范围的基本图像在ICC_profile中应添加CICP tag信息。该信息应与9.2.3.a)中相关元数据值一致。

e) 基本图像码流格式

包含基本图像使用JPEG 1编码，编码参数推荐使用YUV三通道配置。

9.2.3 增强图像子格式

增强图像数据部分包含APPN元数据部分以及其余的图像数据部分，其中：

其余的图像数据部分包含完整的JFIF JPEG文件结构，为可独立解码的JPEG文件；

APPN元数据部分应包含UWA Info APP8()，还包含ISOMetadata APP2、ICC_profile APP2。ISOMetadata和ICC_profile APP组合符合ISO 21496-1的要求。

a) 增强图像中的UWA Info APP8

包含增强图像需要的元数据部分ExtendInfo、StaticMetadata、DynamicMetadata等，见表27。

表 27 基本图像中的 UWA Info APP8

定义	描述符
UWA Info APPn() {	
app_start_code	f(16)
app_length	u(16)
itut35_tag	st(6)
itu_t_t35_country_code	f(8)
terminal_provide_code	f(16)
terminal_provide_oriented_code	f(16)
extended_frame_number	f(8)
extended_type	f(32)
if(meta_type>0){	
metedata_size	u(16)
static_metedata_size	u(16)
static_metadata()	u(8)*N
dynamic_metedata_size	u(16)

dynamic_metedata()	u(8)*N
}	
if(enhance_type==1){	
extend_info_size	u(16)
extend_info()	u(8)*N
}	
}	

其中, app_start_code: 16位无符号数, APP标记, 取值等于0xE8FF;
app_length: 16位无符号数, APP长度;
itut35_tag: 6个UTF-8字符, APP标记, 取值等于‘ITUT35’;
itu_t_t35_country_code: 8位无符号数, it35标准相关, 取值等于0x26;
terminal_provide_code: 16位无符号数, it35标准相关, 取值等于0x04;
terminal_provide_oriented_code: 16位无符号数, it35标准相关, 取值等于0x07;
extended_frame_number: 8位无符号数, 表示总的图像数目ExtendedFrameNumber;
extended_type: 32位无符号数, 表示当前文件的图像类型ExtendedType, 取值等于0x00010102,
file_type 等于 (extended_type&0xFF), meta_type 等于 ((extended_type>>8)&0xFF), enhance_type 等于
((extended_type>>16)&0xFF), HDR_type等于((extended_type>>24)&0xFF);
metedata_size: 32位无符号数, 表示动态和静态元数据总长度;
static_metedata_size: 32位无符号数, 表示静态元数据长度;
static_metedata: 表示静态元数据StaticMetedata;
dynamic_metedata_size: 32位无符号数, 表示动态元数据长度;
dynamic_metedata: 表示动态元数据DynamicMetedata;
extend_info_size: 32位无符号数, 表示动态扩展处理元数据长度;
extend_info: 8位无符号数队列, 表示动态扩展处理元数据ExtendInfo。

b) 增强图像中的ISO APP2

包含增强图像的元数据ExtendInfo等, 符合ISO 21496-1中相关定义, 并且该信息应与9.2.3.a)中相关元数据值一致。总体APP结构见表28。

表 28 增强图像中的 ISO APP2

定义	描述符
app_start_code	f(16)
app_length	u(16)
iso_gainmap_tag	st(28)
version	u(32)
if(minimum_version==0){	
flag	u(8)
base_headroom_numerator	u(32)
base_headroom_denominator	u(32)
alternate_headroom_numerator	u(32)
alternate_headroom_denominator	u(32)
for(i=0; i < number_of_components-1; i++){	
extend_info_main()[i]	
}	

其中, app_start_code: 16位无符号数, APP标记, 取值等于0xE2FF;

app_length: 16位无符号数, APP长度;

iso_gainmap_tag: 28个UTF-8字符, APP标记, 取值等于‘urn:iso:std:iso:ts:21496:-1’;

version: 32位无符号数, 版本号, minimum_version等于(version&0xFF);

flag: 8位无符号数, 标识, 其中number_of_components等于(flag&0x01)×2+1, use_base_colour_space等于((flag>>1)&0x01), 当use_base_colour_space为1, 则将动态扩展的色彩信息CombineColorInfo(增强数据应用的色彩信息 Gain map Application color space) 的 CombineColorPrimary 设为等于 BaseColorPrimary, 否则设为等于 EnhanceColorPrimary;

base_headroom_numerator和base_headroom_denominator, 16位无符号数, 如果基本图像是标准动态图像, 则设为0和1;

alternate_headroom_numerator和alternate_headroom_denominator, 16位无符号数, 如果基本图像是标准动态图像, 则设为0和1;

extend_Info_Main: 表示每个通道的EnhanceClippedThreshold (minGainMapValue、maxGainMapValue、Gamma) 和EnhanceMapping (BaselineSDRImageOffset、AlternateHDRImageOffset), 相应元数据可根据7.2.7动态扩展处理元数据语义ExtendInfo以及7.2.7.3动态扩展的变换信息CombinedTransformInfo。Extend_Info_Main见表29。

表 29 extend_Info_Main

定义	描述符
extend_Info_Main(){	
per_component_min_gain_map_numerator	i(32)
per_component_min_gain_map_denominator	u(32)
per_component_max_gain_map_numerator	i(32)
per_component_max_gain_map_denominator	u(32)
gamma_numerator	u(32)
gamma_denominator	u(32)
baseline_image_offset_numerator	i(32)
baseline_image_offset_denominator	u(32)
alternate_image_offset_numerator	i(32)
alternate_image_offset_denominator	u(32)
}	

其中, per_component_min_gain_map_numerator: 32位有符号数, per_component_min_gain_map_denominator: 32位无符号数, 表示EnhanceClippedThreshold[]中的Per-component min gain map, 取值等于(per_component_min_gain_map_numerator÷per_component_min_gain_map_denominator);

per_component_max_gain_map_numerator: 32位有符号数, per_component_max_gain_map_denominator: 32位无符号数, 表示EnhanceClippedThreshold[]中的Per-component max gain map, 取值等于(per_component_max_gain_map_numerator ÷ per_component_max_gain_map_denominator);

gamma_numerator和gamma_denominator: 32位无符号数, 表示EnhanceMapping[]中的Gamma, 取值等于(gamma_numerator ÷ gamma_denominator);

baseline_image_offset_numerator: 32位有符号数, baseline_image_offset_denominator: 32位无符号数, 表示EnhanceMapping[]中的Baseline SDR image offset, 取值等于(baseline_image_offset_numerator ÷ baseline_image_offset_denominator);

alternate_image_offset_numerator: 32位有符号数, alternate_image_offset_denominator: 32位无符号数, 表示EnhanceMapping[]中的Alternate HDR image offset, 取值等于(alternate_image_offset_numerator ÷ alternate_image_offset_denominator)。

c) 增强图像中的ICC APP2

包含 BaseInfo()的部分语法元素, 包含 ColorPrimary 等。ICC 包含的 CICC 信息中包含了这些信息, ICC APP2 的使用符合 ISO 21496-1 的要求, 对于高动态范围的基本图像在 ICC profile 中应添加 CICC tag 信息。该信息应与 9.2.3.a)中相关元数据值一致。

d) 增强图像码流格式

包含基本图像使用 JPEG 1 编码, 编码参数可使用 YUV 三通道编码配置。

9.3 HEIF 双层分发 (动态扩展的关联图像) 格式文件格式

9.3.1 概述

基于 HEIF 的双层分发格式包含: 基本图像子格式、增强图像子格式、动态扩展元数据子格式、静态元数据子格式、动态扩展处理子格式。使用基本图像属性 (colr), 增强数据属性 (colr), 静态元数据 (mdcv、clli), 动态元数据 (it35), 动态扩展元数据的动态扩展标识 (iref, ipma, tmap, iloc), 动态扩展元数据的动态扩展信息的基本图像变换信息、增强数据变换信息、以及动态扩展处理信息 (tmap, idat, colr), 动态扩展的关联图像元数据以及动态元数据 (it35)、基本图像文件数据和增强图像数据 (mdat), 符合 ISO/IEC 23008-12 标准、ISO/IEC 14496-12 标准。

9.3.2 基本图像子格式

- 通过 'pitm' 来标识项号 (item_ID) 为特定值的项为基本图像。
- 添加 'iinf' 并在 'iinf' 中添加基本图像对应的 infe item, 该 infe item 包含标识项号 (item_ID)、项类型 (item_type)、项名称 (item_name), 其中项类型 (item_type) 为 hvcl、项名称 (item_name) 包含 "base"。容纳 ExtendFlagInfo() 的部分信息。
- 添加 'iloc' 并在 'iloc' 添加项 (包含 item_ID, extent_count, extent_offset, extent_length), 来指示基本图像文件存储的偏移 (extent_offset) 和长度 (extent_length), item_ID 同 b) 中。容纳 ExtendFlagInfo() 的部分信息。
- 在 'Iprp' 的 'ipco' 中添加项目属性, 包含的项目属性有 'ispe'、'hvcC'、'colr', 每个属性项有隐式的序号。'colr' 有 'nclx' 和 'rICC' 类型, 按照实际情况选取合适的类型。容纳 ExtendInfo () 中的 BaseInfo() 以及 BaseTransformInfo() 部分信息。
- 添加 'ipma' 并在 'ipma' 中添加项目属性关联项, association_count 存储关联的属性项数目, 用 property_index 来列举关联的属性项的序号, 应包含 9.3.2.d 的三个属性项。容纳 ExtendInfo () 中的 BaseInfo() 以及 BaseTransformInfo() 部分信息。
- 在 'mdat' 中添加基本图像的码流, 并按照该码流的起始位置和长度修改 'iloc' 中的 item_ID 同 b) 的项的 extent_offset, extent_length。

9.3.3 增强图像子格式

- 在 'iinf' 中添加增强图像对应的 infe item, 该 infe item 包含标识项号 (item_ID)、项类型 (item_type)、项名称 (item_name), 其中项类型 (item_type) 为 hvcl、项名称 (item_name) 包含 "gain map image", 应设为隐藏类型 (hidden)。容纳 ExtendFlagInfo() 的部分信息。
- 在 'iloc' 添加项来指示增强图像文件存储的偏移 (extent_offset) 和长度 (extent_length), item_ID 同 a) 中。容纳 ExtendFlagInfo() 的部分信息。
- 在 'Iprp' 的 'ipco' 中添加项目属性, 包含的项目属性有 'ispe'、'hvcC'、'colr', 每个属性项有隐式的序号。'colr' 应使用 'nclx' 类型。容纳 ExtendInfo () 中的 EnhanceDataInfo() 部分信息。
- 添加 'ipma' 并在 'ipma' 中添加项目属性关联项, association_count 存储关联的属性项数目, 用

property_index来列举关联的属性项的序号，应包含9.3.3.c的三个属性项。容纳ExtendInfo()中的EnhanceDataInfo()以及EnhanceTransformInfo()部分信息。

- e) 在‘mdat’中添加增强图像的码流，并按照该码流的起始位置和长度修改‘iloc’中的item_ID同a)的项的extent_offset, extent_length。

9.3.4 动态扩展元数据子格式

- a) 在‘iinf’中添加增强图像对应的infe item，该infe item包含标识项号（item_ID）、项类型（item_type）、项名称（item_name），其中项类型（item_type）为‘tmap’、项名称（item_name）包含“Tone-mapped representation”。容纳动态扩展元数据的标识元数据。容纳ExtendFlagInfo()的部分信息。
- b) 在‘iloc’添加项来指示增强图像文件存储的偏移（extent_offset）和长度（extent_length），item_ID同a)中。容纳动态扩展元数据的标识元数据。容纳ExtendFlagInfo()的部分信息。
- c) 在‘Iprp’的‘ipco’中添加项目属性，包含的项目属性有‘colr’。容纳7.2.2.6 增强数据扩展后的属性信息元数据。容纳ExtendInfo()中的EnhanceInfo()以及EnhanceTransformInfo()部分信息。
- d) 在‘iref’中添加项，属性为‘dimg’的SingleItemTypeReferenceBox，内容包含From_item_id（等于9.3.4.a对应的item_ID），reference_count（等于2），To_item_id（9.3.2.b对应的item_ID，指示基本图像），To_item_id（9.3.3.a对应的item_ID，指示增强图像）。容纳动态扩展元数据的标识元数据。容纳ExtendFlagInfo()的部分信息。
- e) 添加‘ipma’并在‘ipma’中添加项目属性关联项，association_count存储关联的属性项数目，用property_index来列举关联的属性项的序号，应包含9.3.4.c的属性项。容纳动态扩展元数据的动态扩展的处理信息元数据。容纳ExtendInfo()中的CombineColorInfo()部分信息。
- f) 添加‘idat’，容纳动态扩展元数据的增强数据变化信息。容纳ExtendInfo()的部分信息，总体结构见表30。

表 30 ExtendInfo()

定义	描述符
version	u(32)
if(minimum_version==0){	
flag	u(8)
base_headroom_numerator	u(32)
base_headroom_denominator	u(32)
alternate_headroom_numerator	u(32)
alternate_headroom_denominator	u(32)
for(i=0; i < number_of_components-1; i++){	
extend_info_main()[i]	
}	

其中数据参考9.2.3 b)。

- a) 可添加‘altr’。具有唯一性id(item_id也是唯一性id)。

9.3.5 静态元数据子格式

应使用‘mdcv’和‘clli’box封装静态元数据，具体定义见ISO/IEC 14496-12。

静态元数据也可封装在HEVC码流的SEI message中，见ISO/IEC 23008-2以及T/UWA 005.1-2022。

9.3.6 动态扩展处理元数据子格式

- a) 在‘iinƒ’中添加增强图像对应的infe item，该infe item包含标识项号（item_ID）、项类型（item_type）、项名称（item_name），其中项类型（item_type）为‘it35’。
- b) 添加‘idat’，容纳ExtendInfo()，总体结构为见表31。

表 31 ExtendInfo()

定义	描述符
UWA Info () {	
itu_t_t35_country_code	f(8)
terminal_provide_code	f(16)
terminal_provide_oriented_code	f(16)
extended_frame_number	f(8)
extended_type	f(32)
if(meta_type>0){	
metedata_size	u(16)
static_metedata_size	u(16)
static_metadadata()	u(8)*N
dynamic_metedata_size	u(16)
dynamic_metedadata()	u(8)*N
}	
if(enhance_type==1){	
extend_info_size	u(16)
extend_info()	u(8)*N
}	
}	

其中数据参考9.2.3.a)。

9.3.7 总体格式样例

FileTypeBox 'ftyp': major-brand='heic', compatible-brands='heic'

MetaBox 'meta':(container)

 HandlerBox 'hdlr':'pict'

 PrimaryItemBox 'pitm': item_ID=1;

 ItemInfoBox 'iinƒ': entry_count=4

 1)'infe': item_ID=1, item_type='hvc1';

 2)'infe': item_ID=2(Hidden), item_type='hvc1';

 3)'infe': item_ID=3, item_type='tmap';

 3)'infe': item_ID=4, item_type='it35';

 ItemLocationBox 'iloc': item_count=3

 item_ID=1, extent_count=1, extent_offset=X, extent_length=Y;

 item_ID=2, extent_count=1, extent_offset=P, extent_length=Q;

 item_ID=3, extent_count=1, extent_offset=M, extent_length=N;

 item_ID=4, extent_count=1, extent_offset=K, extent_length=L;

 ItemReferenceBox 'iref':

 referenceType='dimg', from_item_ID=3, ref_count=2, to_item_ID=1, to_item_ID=2;

 ItemPropertiesBox 'iprp':

ItemPropertyContainerBox 'ipco':

'ispe'
'pixi'
'hvcC'
'colr'
'cli'
'ispe'
'hvcC'
'colr'
'colr'

ItemPropertyAssociation 'ipma': entry_count=1

1)item_ID=1, association_count=4
essential=0, property_index=1;
essential=0, property_index=3;
essential=1, property_index=4;
essential=1, property_index=5;
2)item_ID=2, association_count=3
essential=1, property_index=6;
essential=0, property_index=7;
essential=0, property_index=9;
3)item_ID=3, association_count=4
essential=1, property_index=1;
essential=0, property_index=2;
essential=0, property_index=5;
essential=0, property_index=8;

ItemDataBox 'idat':

tmap data block (at file offset M, with length N)

MediaDataBox 'mdat' :

HEVC Image (at file offset X, with length Y)
HEVC Image (at file offset P, with length Q)
it35 data block (at file offset K, with length L)

10 获取高动态图像

10.1 从高动态图像数据获取显示的高动态图像的过程

10.1.1 概述

本条描述了高动态图像的获取过程。

过程如下：

1. 调用10.1.2节获取元数据；
2. 调用10.1.2节获取高动态图像数据及其元数据；
3. 进行高动态范围显示适配。

10.1.2 获取高动态图像数据及其元数据

输入：元数据信息metadata，图像数据pic[]；

输出：高动态图像数据HDRPic[]，图像属性语义PicInfo，静态元数据StaticMetadata，动态元数据DynamicMetadata；

过程如下：

1. 高动态图像校验

- a) 若色域信息ColourPrimaries不是BT.2020/BT.2100，则认定为非本标准高动态图像；
- b) 如果传递函数信息 TransferCharacteristics 不是 HLG 或者 PQ，则认定为非本标准高动态图像；
- c) 如果静态元数据未赋值，则认定为非本标准完整高动态图像，也可根据图像属性语义赋予默认取值：
若满足 BT.2100 规格，为 HLG 传递函数时，max_display_mastering_luminance 默认赋予 1000nit，白点默认使用 D65；
若满足 BT.2100 规格，为 PQ 传递函数时，max_display_mastering_luminance 默认赋予 10000nit，白点默认使用 D65；
- d) 如果动态元数据未赋值，则认定为非本标准完整高动态图像。

2. 高动态图像赋值

- a) 图像属性语义 PicInfo = 符合 7.1 的元数据信息 metadata 中的 PicInfo；
- b) 静态元数据 StaticMetadata = 符合 7.1 的元数据信息 metadata 中的 StaticMetadata；
- c) 动态元数据 DynamicMetadata = 符合 7.1 的元数据信息 metadata 中的 DynamicMetadata；
- d) 高动态图像数据 HDRpic[] = pic[]。

10.1.3 进行高动态范围显示适配

输入：高动态图像数据HDRPic[]，图像属性语义PicInfo，静态元数据StaticMetadata，动态元数据DynamicMetadata；

输出：用于显示的高动态图像数据recHDRAfter[]；

过程如下：

- a) 如果元数据信息 metadata 中存在动态元数据 DynamicMetadata，则根据动态元数据 DynamicMetadata 指示的过程，应按照 T/UWA 005.1-2022 对于 HDRPic[]进行 HDR 显示适配处理。
- b) 如果元数据信息 metadata 中不存在动态元数据 DynamicMetadata，则按照 T/UWA 005.1-2022 附录 A，先生成动态元数据，再按照 T/UWA 005.1-2022 对于 HDRPic[]进行 HDR 显示适配处理。

10.2 从双层分发格式获取高动态图像的过程

10.2.1 概述

从动态扩展的关联图像获取高动态图像的过程见图2。

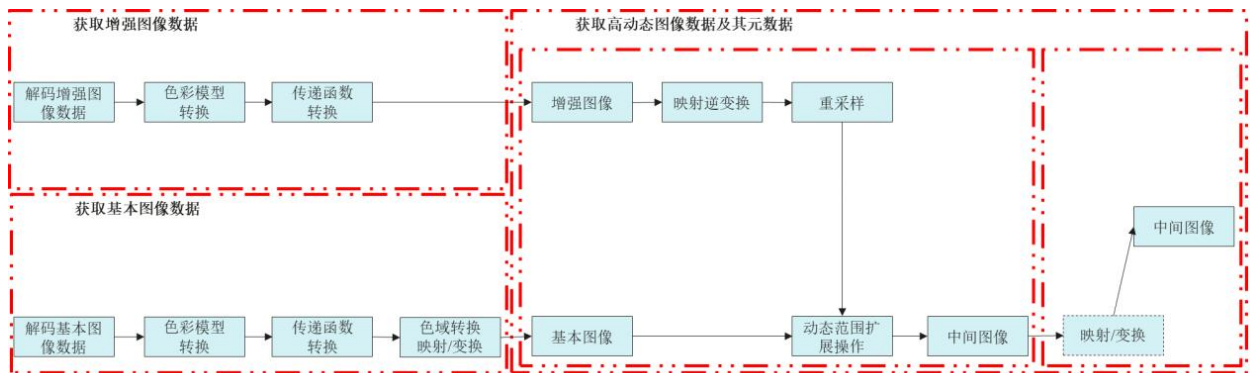


图 2 动态扩展的关联图像获取高动态图像的过程

过程如下：

1. 调用10.2.2节获取元数据；
2. 调用10.2.3节获取基本图像数据；
3. 调用10.2.4节获取增强图像数据；
4. 调用10.2.5节获取提取的可选择图像数据及其元数据；
5. 根据附录B.1的显示适配过程进行高动态范围显示适配。

10.2.2 获取元数据

输入：符合第9节中文件结构封装的元数据子格式；

输出：符合7.1中的元数据信息metadata；

过程如下：

1. 获取动态扩展标识元数据ExtendFlagInfo，并根据ExtendFlagInfo的信息获取基本图像子格式部分文件和增强图像子格式部分文件等；
如果是JPEG文件格式，则：
 - a) 应使用9.2.2.a获取ExtendFlagInfo。
 - b) 若有MPF APP，且MPF标识的扩展图像类型为5，则指示当前是动态扩展的关联图像，也可使用9.2.2.b从MPF中获取ExtendFlagInfo。
 - c) 文件起始的JPEG子格式为基本图像子格式部分；根据ExtendFlagInfo获取增强数据文件的偏移，进而获取增强图像子格式部分。
 如果是HEIF文件格式，则：
 - a) 应获取‘it35’，如存在‘it35’且其中数据符合9.3.6，则ExtendFlagInfo存在，并从‘iloc’获取ExtendFlagInfo。
 - b) 可使用9.3.4.获取tmap。如果有tmap，则ExtendFlagInfo存在，并从‘iloc’中获取ExtendFlagInfo。当文件中存在首要图像项（item）以及隐藏（hidden）类型的图像项（item），并且存在第三项（item）为tmap，并且存在‘dimg’标识三项之间的依赖关系，则指示当前是动态扩展的关联图像。
 - c) 根据 ExtendFlagInfo 的偏移信息，从‘mdat’获取基本图像子格式部分、增强图像子格式部分、动态扩展元数据子格式部分、静态元数据子格式部分以及动态扩展处理元数据子格式部分。
2. 如果ExtendFlagInfo的信息存在且指示当前是动态扩展的关联图像，则进行后续处理，否则不进行后续处理。
3. 获取基本图像数据的属性信息BaseInfo；
如果是JPEG文件格式，则：

- a) 根据9.2.3.a从增强图像子格式部分获取。
- b) 也可根据9.2.2.d从基本图像子格式部分的ICC APP中获取。若ICC中有CICP tag，则同时获取CICP信息。

如果是HEIF文件结构，则：

- c) 根据9.3.2.d从基本图像子格式部分的colr包中获取信息。若colr是‘nclx’类型则获取CICP信息，如果是其余类型则获取的是ICC信息。如果ICC中有CICP tag，则同时获取CICP信息。

4. 获取增强数据的属性信息EnhanceDataInfo;

如果是JPEG文件格式，则

- a) 根据 9.2.3.a 从增强图像子格式部分获取。
- b) 也可使用默认的属性信息，其中 BaseColorPrimary 为不做任何色域变换处理的格式，BaseTransFunction 为线性或者不做任何非线性转线性的处理的格式，BaseColorModel 使用 sRGB 的 YUV 格式。

注：符合ISO 21496-1的要求，应保证A和B使用相同参数。

如果是HEIF文件格式，则：

使用9.3.3.c从增强图像子格式部分的colr获取信息。

5. 获取增强数据扩展后的属性信息EnhanceInfo

如果是JPEG文件，则：

- a) 根据 9.2.3.a 从增强图像子格式部分获取。
- b) 也可根据 9.2.3.c 从增强图像子格式部分的 ICC APP 中获取信息，如果 ICC 中有 CICP tag，则同时获取 CICP 信息。

如果是 HEIF 文件，则：

使用 9.3.4.c 从动态扩展元数据子格式部分的‘tmap’项（item）关联的 colr 获取信息。

6. 获取动态扩展的色彩信息CombineColorInfo

如果是 JPEG 文件，则：

- a) 根据 9.2.3.a 从增强图像子格式部分获取。
- b) 也可根据 9.2.3.b 从增强图像子格式部分的 ISO APP2 中获取信息。

如果是HEIF文件，则：

使用9.3.4.c从动态扩展元数据子格式部分的‘tmap’项（item）关联的‘idat’中获取信息。

7. 动态扩展处理元数据ExtendInfo中的其他信息

如果是JPEG文件，则：

- a) 根据 9.2.3.a 从增强图像子格式部分获取。
- b) 也可根据 9.2.3.b 从基本图像子格式部分、以及增强图像子格式部分的 ICC APP2 中获取信息。

如果是 HEIF 文件，则：

- a) 使用 9.3.6 从动态扩展处理元数据子格式部分获取‘it35’封装的 ExtendInfo。
- b) 也可使用 9.3.4.c 从‘tmap’项（item）关联的‘idat’以及基本图像子格式部分、以及动态扩展元数据子格式部分的 colr 中获取信息。

10.2.3 获取基本图像数据

输入：从基本图像子格式部分获得的解码基本图像数据PicBaseDecoder[]，基本图像数据的属性信息元数据BaseInfo，动态扩展处理元数据ExtendInfo;

输出：基本图像数据picBaseAfter[];

主要包含的处理过程如下：

1. 若ExtendInfo中包含的BaseInfo和动态扩展的色彩信息CombineColorInfo信息均为CICP类型的信息：

a) 色彩模型转换

若BaseInfo和动态扩展的色彩信息CombineColorInfo的色彩模型ColorModel不同，则需转换色彩模型。

根据BaseInfo的MatrixCoefficients的指示，先转换PicBaseDecoder[]至RGB空间。

b) 传递函数转换

若BaseInfo和动态扩展的色彩信息CombineColorInfo的传递函数TransFunction信息不同，则需转换传递函数格式。

根据BaseInfo的TransFunction的指示，先转换PicBaseDecoder[]至线性空间。

c) 色域转换

若BaseInfo和动态扩展的色彩信息CombineColorInfo的色域空间ColorPrimary信息不同，则需要转换到CombineColorPrimary对应的色域空间。

若BaseMappingFlag为真，则根据BaseMapping获取的映射关系base_TMB1()对于PicBaseDecoder[]进行处理；

再根据BaseColorPrimary和CombineColorPrimary，先按照BaseColorPrimary从RGB转换PicBaseDecoder[]至CIE XYZ空间，再按照CombineColorPrimary从XYZ转换PicBaseDecoder[]至RGB。

注：同样的方式可以参照ITU-R BT.2087中的3x3矩阵。

d) 传递函数转换

如果动态扩展的色彩信息CombineColorInfo的传递函数CombineTransFunction信息和线性域格式不同，则需转换到CombineTransFunction对应的传递函数格式。

注：符合ISO 21496-1的要求，CombineTransFunction应指示线性，则不进行当前步骤。

e) 色彩模型转换

如果动态扩展的色彩信息CombineColorInfo的色彩模型ColorModel和RGB色彩模型不同，则需转换到CombineColorMode对应的色彩模型。

注释：符合ISO 21496-1的要求，CombineColorMode应指示RGB，则不进行当前步骤。

2. 若ExtendInfo中包含的信息BaseInfo仅包含ICC（不含CICP）的信息：

a) 根据ICCprofile信息，将基本图像数据转换到ICC PCS（nCIE XYZ）空间。

b) 根据CombineColorInfo的ColorModel、TransFunction、ColorPrimary将基本图像数据从ICC PCS空间转换到相应格式。

c) 色彩模型转换1

从ICC PCS（nCIE XYZ）空间转到线性RGB。

d) 传递函数转换

如果动态扩展的色彩信息CombineColorInfo的传递函数CombineTransFunction信息和线性域格式不同，则需转换到CombineTransFunction对应的传递函数格式。

注：符合ISO 21496-1的要求，CombineTransFunction应指示线性，则不进行当前步骤。

e) 色彩模型转换2

如果动态扩展的色彩信息CombineColorInfo的色彩模型ColorModel和RGB色彩模型不同，则需转换到CombineColorMode对应的色彩模型。

注：符合ISO 21496-1的要求，CombineColorMode应指示RGB，则不进行当前步骤。

10.2.4 获取增强图像数据

输入：从增强数据文件获得的解码增强图像数据PicEnhanceDecoder[]，增强数据的属性信息EnhanceInfo，动态扩展处理元数据ExtendInfo；

输出：增强图像数据picEnhanceAfter[]；

主要包含的处理过程如下：

若ExtendInfo中包含的EnhanceDataInfo信息存在，则：

a) 色彩模型转换

如果 PicEnhanceDecoder[]和 CombineColorInfo 的色彩模型 MatrixCoefficients 信息不同，则需转换到 CombineColorMode 对应的色彩模型。

注：符合 ISO 21496-1 的要求，CombineColorMode 应指示 RGB。

注：若 PicEnhanceDecoder[]为灰度图 Y，则将 RGB 三个通道都设为 Y 的值。

10.2.5 获取提取的可选择图像数据及其元数据

输入：基本图像数据picBaseAfter[]，增强图像数据picEnhanceAfter[]，动态扩展处理元数据ExtendInfo；

输出：高动态图像数据HDRPic[]，图像属性语义PicInfo，静态元数据StaticMetadata，动态元数据

DynamicMetadata；

要包含的处理过程如下：

1. 根据基本图像和增强数据获取中间图像，

注：本过程符合ISO 21496-1的Gain map application过程：

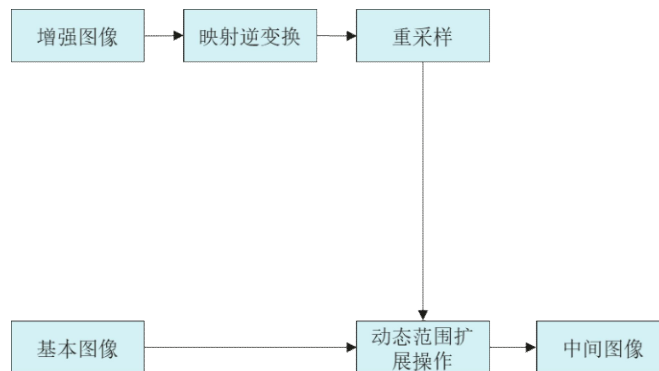


图 3 基本图像和增强图像数据结合的过程

a) 逆映射/逆归一化

根据 EnhanceClippedThreshold[]，获取映射关系 TMB1()，对于 PicEnhanceDecoder[]进行处理，获取 picEnhanceAfter[]=TMB1 (PicEnhanceDecoder[])，如下式：

$$\text{picEnhanceAfter}[] = (\text{maxGainMapValue} - \text{minGainMapValue}) * \text{PicEnhanceDecoder}[]^{(1/\text{Gamma})} + \text{minGainMapValue}$$

b) 变采样

如果基本图像数据的宽度或者高度与增强图像数据的宽度或者高度不同，需要对于增强数据进行变采样操作。

注：变采样操作应保证基本图像数据和增强图像数据的相位关系为共位（co-sited），符合 GB/T 33475.2-2016 中色度位置类型 2（ChromaLoc type 2）。

c) 转换

如果 PicEnhanceDecoder[]和 CombineColorInfo 的传递函数 CombineTransFunction 不同，则需转换到 CombineTransFunction 对应的传递函数。

注：符合 ISO 21496-1 的要求，CombineTransFunction 应为线性，应

$$\text{picEnhanceAfter}[] = 2^{\text{picEnhanceAfter}[]}$$

d) 动态范围扩展操作

根据 EnhanceMapping[]，对于 picBaseAfter[]和 picEnhanceAfter[]进行处理，获取 recHDRMid[]，如下式：

$\text{recHDRMid}[] = (\text{picBaseAfter}[] + \text{Baseline image offset}) * \text{picEnhanceAfter}[]$,可参考 ISO 21496-1 的 Applying the gain map 过程。

若 CombineColorNumber 为 1, 则:

$\text{recHDRMid}[0][] = (\text{picBaseAfter}[0][] + \text{BaselineSDRImageOffset}[0]) \times \text{picEnhanceAfter}[0][]$

$\text{recHDRMid}[1][] = (\text{picBaseAfter}[1][] + \text{BaselineSDRImageOffset}[0]) \times \text{picEnhanceAfter}[0][]$

$\text{recHDRMid}[2][] = (\text{picBaseAfter}[2][] + \text{BaselineSDRImageOffset}[0]) \times \text{picEnhanceAfter}[0][]$

若 CombineColorNumber 为 3, 则:

$\text{recHDRMid}[0][] = (\text{picBaseAfter}[0][] + \text{BaselineSDRImageOffset}[0]) \times \text{picEnhanceAfter}[0][]$

$\text{recHDRMid}[1][] = (\text{picBaseAfter}[1][] + \text{BaselineSDRImageOffset}[1]) \times \text{picEnhanceAfter}[1][]$

$\text{recHDRMid}[2][] = (\text{picBaseAfter}[2][] + \text{BaselineSDRImageOffset}[2]) \times \text{picEnhanceAfter}[2][]$

2. 根据中间图像获取提取的可选择图像

a) 映射/变换

根据 EnhanceMapping[], 获得 recHDRMid[]:

$\text{recHDRMid}[] = \text{recHDRMid}[] - \text{AlternateHDRImageOffset}[]$ 。

b) 获取图像

$\text{HDRPic}[] = \text{recHDRMid}[]$

并从 ExtendInfo 获取图像属性语义 PicInfo、静态元数据 StaticMetadata、动态元数据 DynamicMetadata。

10.2.6 进行高动态范围显示适配

输入: 高动态图像数据 HDRPic[], 图像属性语义 PicInfo, 静态元数据 StaticMetadata, 动态元数据 DynamicMetadata;

输出: 用于显示的高动态图像数据 recHDRAfter[];

1. 图像格式转换

a) 色彩模型转换

转换 HDRPic[] 至 RGB 空间。

注: 符合 ISO 21496-1 的要求, CombineColorMode 为 RGB, 则不进行当前步骤。

b) 传递函数转换

转换 HDRPic[] 至线性空间。

注: 符合 ISO 21496-1 的要求, CombineTransFunction 为线性, 则不进行当前步骤。

c) 色域转换

若 EnhanceColorPrimary 和 CombineColorPrimary 的色域空间 ColorPrimary 信息不同, 则需要转换到 EnhanceColorPrimary 对应的色域空间。

若 CombineMappingFlag 为真, 则根据 CombineMapping 获取的映射关系 recHDRmid() 对于 HDRPic[] 进行处理;

再根据 EnhanceColorPrimary 和 CombineColorPrimary, 先按照 CombineColorPrimary 从 RGB 转换 HDRPic[] 至 CIE XYZ 空间, 再按照 EnhanceColorPrimary 从 XYZ 转换 HDRPic[] 至 RGB。

d) 传递函数转换

若 EnhanceTransFunction 和 CombineTransFunction 不同, 则应转换到 EnhanceTransFunction 对应的格式。

注: 可包含从 RGB 到 EnhanceColorMode 格式的转换。

2. 显示适配

应根据 T/UWA 005.1-2022 对于 HDRPic[] 进行 HDR 显示适配处理。

11 获取 SDR 图像

11.1 从高动态图像获取标准动态图像的过程

11.1.1 概述

过程如下：

1. 调用10.1.2节获取高动态图像数据及其元数据；
2. 调用11.1.2节获取标准图像数据；

11.1.2 获取标准动态图像数据

输入：元数据信息`metadata`，图像数据`pic[]`；

输出：标准动态图像数据`SDRpic[]`，图像属性语义`PicInfo`；

获得过程如下：

1. 如果元数据信息 `metadata` 中存在动态元数据 `DynamicMetadata`，则根据动态元数据 `DynamicMetadata` 指示的过程，按照 T/UWA 005.1-2022 将图像数据转为标准动态图像数据。
2. 如果元数据信息 `metadata` 中不存在动态元数据 `DynamicMetadata`，则按照 T/UWA 005.1-2022 附录 A，先生成动态元数据，再参考 T/UWA 005.1-2022 将图像数据转为标准动态图像数据。

11.2 从双层分发格式获取提取的可选择标准动态图像的过程

11.2.1 概述

过程如下：

1. 调用 10.2.2 节获取元数据；
2. 调用 11.2.2 节获取基本图像数据；
3. 调用 11.2.3 节获取提取的可选择标准动态图像；

11.2.2 获取基本图像数据

输入：从基本图像文件获得的图像数据 `PicBaseDecoder[]`，基本图像数据的属性信息 `BaseInfo`；

输出：基本图像数据 `picBaseAfter[]`；

获得过程如下：

1. 获取 `picBaseAfter[]`
`picBaseAfter[] = PicBaseDecoder[]`

11.2.3 获取提取的可选择标准动态图像

输入：基本图像数据 `picBaseAfter[]`，基本图像数据的属性信息 `BaseInfo`；

输出：提取的可选择标准动态图像 `SDRPic`（标准动态图像数据 `recSDR[]`，可选图像属性语义 `PicInfo`）；

获得过程如下：

1. 获取标准动态图像数据 `recSDR[]`：
若 `BaseInfo` 符合标准动态图像数据格式，则：
`recSDR[] = picBaseAfter[]`；
2. 可获取图像属性信息 `PicInfo`：
若 `BaseInfo` 符合标准动态图像数据格式，则：
`PicInfo = BaseInfo`。

附录 A

附录 B (资料性)

生成高动态图像

B.1 概述

本附录描述了如何生成高动态静态图像的推荐方法，包含

1. 生成以标准动态图像为基础图像的动态扩展的关联图像；
2. 生成以高动态图像为基础图像的动态扩展的关联图像；

B.2 以标准动态图像为基础图像的动态扩展的关联图像

主要流程如图A.1所示：

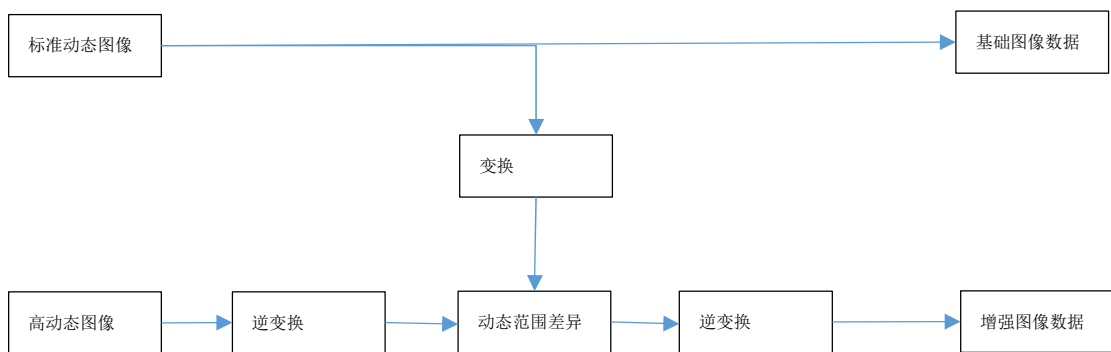


图 A.1 动态扩展的关联图像的生成过程

输入：高动态图像HDRPic[]，高动态图像属性信息HDRPicInfo，静态元数据staticMetadata，动态元数据dynamicMetadata，标准动态图像SDRPic[]，标准动态图像属性信息SDRPicInfo

输出：基本图像baselineImage，增强图像gainmapImage，动态扩展处理元数据ExtendInfo

1. 动态扩展的映射参数EnhanceMapping[]生成：
 - a) 设置 BaselineImageOffset 为 0.0001；
 - b) 设置 AlternateImageOffset 为 0.0；
2. 设置EnhanceInfo为HDRPicInfo；
3. 生成处理后的高动态图像HDRPicAfter[]；
 - a) 将 HDRPic[]转换到 RGB；
 - b) 将 HDRPic[]转换到线性空间；
 - c) $HDRPicAfter[] = HDRPic[]$
4. 设置BaseInfo为SDRPicInfo；
5. 生成处理后的标准动态图像SDRPicAfter[]；
 - a) 将 SDRPic[]转换到 RGB；
 - b) 将 SDRPic[]转换到线性空间；
 - c) (可选) 计算 HDRPic[]与 SDRPic[]的映射关系，包含 BaseAddtionalMappingInfo 以及色

域映射信息；

- d) 对于 SDRPic[]进行色域变换,过程中可利用 BaseAddtionalMappingInfo 对于 SDRPic[]进行映射,也可不使用 BaseAddtionalMappingInfo 信息;
- e) 对于 SDRPic[]进行再次变换,获得:
$$\text{SDRPicAfter[]} = \text{SDRPic[]} + \text{BaselineImageOffset}$$
6. 生成增强图像数据EnhancedPic[]:
$$\text{EnhancedPic[]} = (\text{HDRPic[]} + \text{AlternateImageOffset}) / (\text{SDRPic[]} + \text{BaselineImageOffset})$$
7. 增强图像数据EnhancedPic[]转换:
$$\text{EnhancedPic[]} = \log_2(\text{EnhancedPic}[])$$
8. 对于增强图像数据EnhancedPic[]进行下采样;
9. 获取增强图像数据EnhancedPic[]最大值maxGainMapValue;
10. 获取增强图像数据EnhancedPic[]最小值minGainMapValue;
11. 对于增强图像数据EnhancedPic[]进行处理:
$$\text{EnhancedPic[]} = (\text{EnhancedPic[]} - \text{minGainMapValue}) / (\text{maxGainMapValue} - \text{minGainMapValue})$$
12. 设置CombineColorPrimary为与EnhanceColorPrimary相同;
13. 设置Gamma为1.0;
14. 将相关的数据赋值给ExtendInfo;
15. 将SDRPic[]设为基础图像,将EnhancedPic[]设为增强图像。

B.3 以动态图像为基础图像的动态扩展的关联图像

输入: 高动态图像HDRPic[], 高动态图像属性信息HDRPicInfo, 静态元数据staticMetadata, 动态元数据dynamicMetadata, 标准动态图像SDRPic[], 标准动态图像属性信息SDRPicInfo

输出: 基本图像baselineImage, 增强图像gainmapImage, 动态扩展处理元数据ExtendInfo

1. 动态扩展的映射参数EnhanceMapping[]生成:
 - a) 设置 BaselineImageOffset 为 0.0001;
 - b) 设置 AlternateImageOffset 为 0.0;
2. 设置BaseInfo为HDRPicInfo;
3. 生成处理后的高动态图像HDRPicAfter[]:
 - a) 将 HDRPic[]转换到 RGB;
 - b) 将 HDRPic[]转换到线性空间;
 - c) $\text{HDRPicAfter[]} = \text{HDRPic[]} + \text{BaselineImageOffset}$
4. 设置EnhanceInfo为SDRPicInfo;
5. 生成处理后的标准动态图像SDRPicAfter[] ;
 - a) 将 SDRPic[]转换到 RGB;
 - b) 将 SDRPic[]转换到线性空间;
 - c) (可选) 计算 HDRPic[]与 SDRPic[]的映射关系,包含 BaseAddtionalMappingInfo 以及色域映射信息;
 - d) 对于 SDRPic[]进行色域变换,过程中可利用 BaseAddtionalMappingInfo 对于 SDRPic[]进行映射,也可不使用 BaseAddtionalMappingInfo 信息;
 - e) 对于 SDRPic[]进行再次变换,获得:
$$\text{SDRPicAfter[]} = \text{SDRPic[]} + \text{AlternateImageOffset}$$
6. 生成增强图像数据EnhancedPic[]:
$$\text{EnhancedPic[]} = (\text{SDRPicAfter[]})/ (\text{HDRPicAfter}[])$$
7. 增强图像数据EnhancedPic[]转换;

EnhancedPic[] = log2(EnhancedPic[])

8. 对于增强图像数据EnhancedPic[]进行下采样;
9. 获取增强图像数据EnhancedPic[]最大值maxGainMapValue;
10. 获取增强图像数据EnhancedPic[]最小值minGainMapValue;
11. 对于增强图像数据EnhancedPic[]进行处理:
 1. $\text{EnhancedPic}[] = (\text{EnhancedPic}[] - \text{minGainMapValue}) / (\text{maxGainMapValue} - \text{minGainMapValue})$
 12. 设置CombineColorPrimary为与BaseColorPrimary相同;
 13. 设置Gamma为1.0;
 14. 将相关的数据赋值给ExtendInfo;
 15. 将HDRPic[]设为基础图像, 将EnhancedPic[]设为增强图像。

附录 C

附录 D (资料性)

ICC_profile 建议

D.1 概述

本附录描述了如何使用ICC_profile的推荐方法,应使用ICC V4.4以上版本。

D.2 标准动态图像ICC_profile

标准动态图像可使用sRGB_profile[1], 可包含CICP tag:

Table 32 — cicpType encoding

Byte position	Field length bytes	Content	Encoded as
0 to 3	4	'cicp' (636696370h) type signature	
4 to 7	4	Reserved, shall be set to 0	
8	1	ColourPrimaries	uint8Number
9	1	TransferCharacteristics	uint8Number
10	1	MatrixCoefficients	uint8Number
11	1	VideoFullRangeFlag	uint8Number

图 5 CICP type[2]

其中:

ColourPrimary取值为2, 标识使用BT.709的三基色坐标和白点;

transferCharacteristics取值为4, 标识使用gamma2.2;

MatrixCoefficients取值为1, 标识使用BT.709的转换矩阵。

D.3 高动态图像ICC_profile

高动态图像应使用包含CICP tag的ICC_profile, CICP tag参考图5, 其中:

ColourPrimary取值为9, 标识使用BT.2020/BT.2100的三基色坐标和白点;

transferCharacteristics取值为16或者18, 标识使用PQ或者HLG;

MatrixCoefficients取值为9, 标识使用BT.2020/BT.2100的转换矩阵。

参考文献

- [1] sRGB_v4_ICC_preference_displayclass.icc, <https://www.color.org/srgbprofiles.xalter>
- [2] ICC.1, 2022, international color consortium
- [3] SMPTE ST 2086 Mastering Display Color Volume Metadata Supporting High Luminance And Wide Color Gamut Images