北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

OTT设备的多媒体系统架构设计与体验优化

峰米科技 张晖

出品: LiveVideoStack 音视频技术社区 CSDN

关于峰米

成立于2016年，是光峰光电和小米科技联合成立的小米生态链公司
主要产品为激光电视和微投

1.OTT设备的特点

2.OTT平台的播放架构设计

3.OTT平台的播放体验优化

OTT设备的特点-OTT设备商的角色

OTT设备商

Android Framework

OTT设备的特点-OTT设备工程师的一天

OTT平台的多媒体架构设计-关键点

需要能替代Android系统播放器

完全由我们自己来维护

尽量减少芯片厂商的依赖

升级不依赖rom

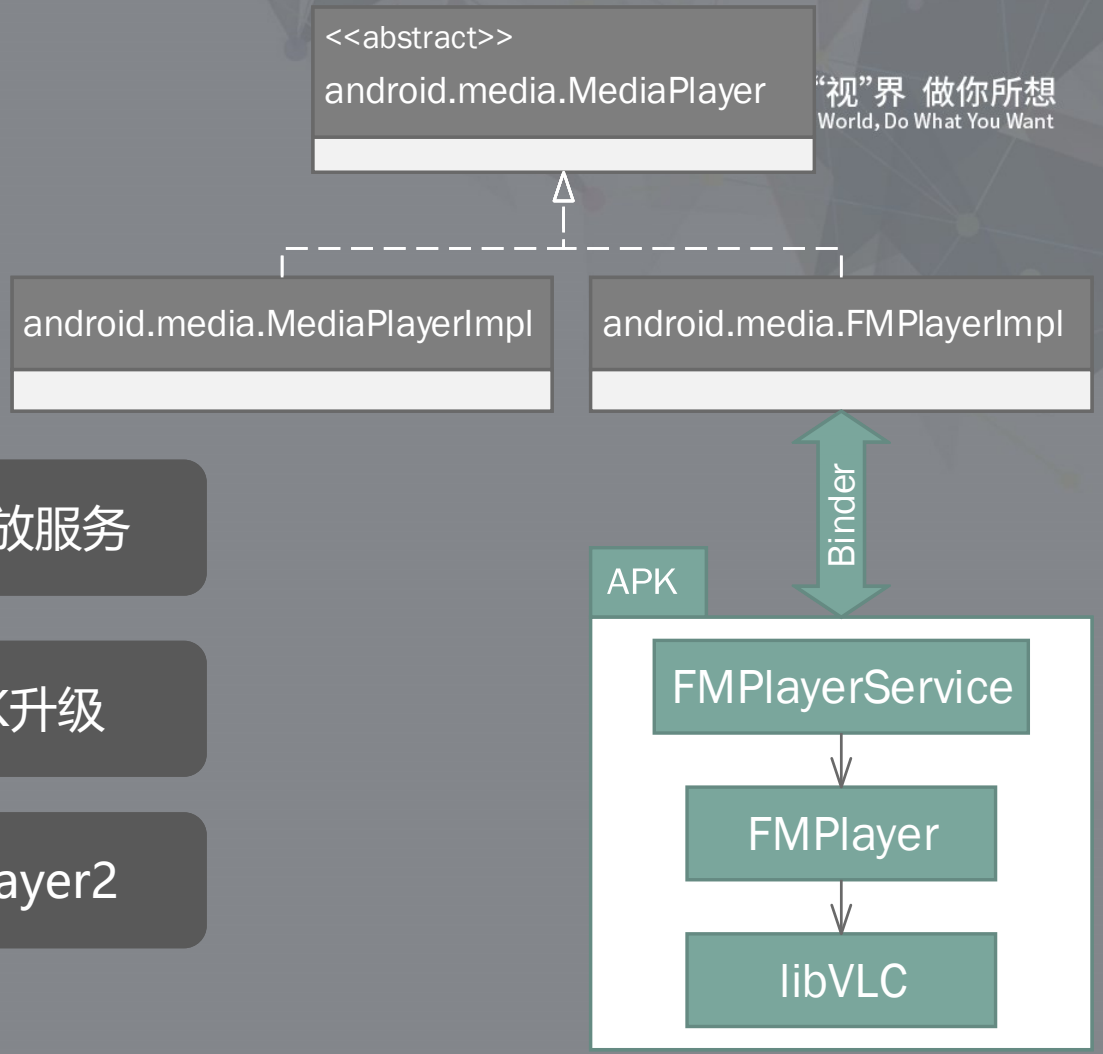
OTT平台的多媒体架构设计-需要提供的多媒体功能

在线播放	• 支持常见流媒体协议：HLS，DASH，RTMP
本地播放	• 各种封装格式与编码格式，甚至蓝光格式 • 各种字幕格式，内置的、外挂的、多轨道的。字幕样式和时间偏移都可以修改 • 各种外接设备（功放、蓝牙音箱），支持多声道输出、RAW格式输出、根据输出设备不同、音频格式不同调节音画同步
其他	• 无线投屏 • 音效：Dolby，DTS • 图像：HDMI、PQ

OTT平台的多媒体架构设计-开源播放框架对比

ExoPlayer	ijkplayer	VLC
完全基于java实现 开发集成迅速	学习成本低 上手快	跨平台 社区活跃
流媒体协议支持完善	流媒体协议支持完善	本地播放支持 非常完善
本地播放支持很差	本地播放支持偏少	学习成本高，上手慢
纯java实现 存在性能问题	架构略混乱 社区不活跃	有自己的一套demux可 靠性待检验

OTT平台的多媒体架构设计



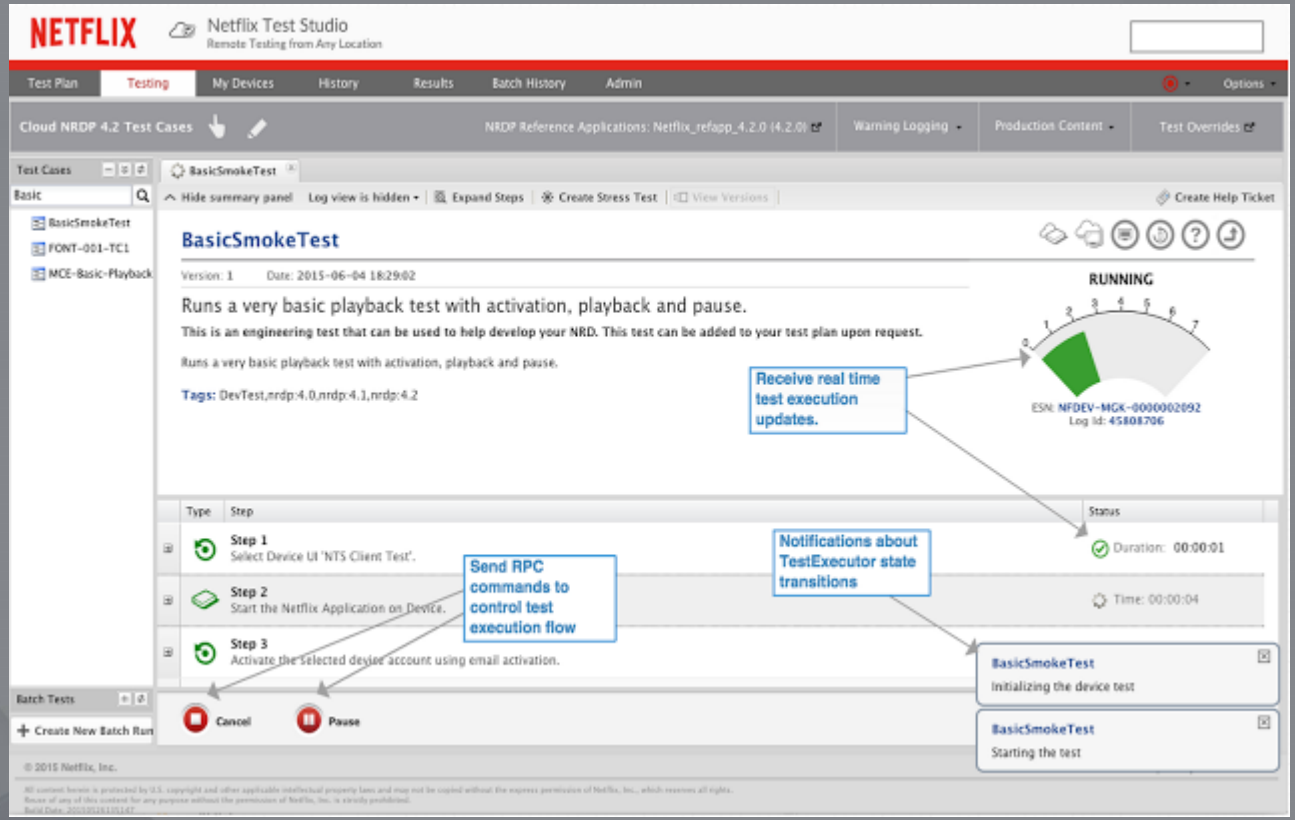
- 封装播放功能接口
- 系统级播放服务
- 切换原生播放实现
- 独立APK升级
- 内容商SDK插件化
- MediaPlayer2

OTT平台的播放体验优化

1. 多媒体功能自动化测试框架
2. 播放器色觉辅助功能开发
3. 从零开始的AV同步之旅

体验优化-多媒体功能的自动化测试

Netflix Test Studio



体验优化-色觉辅助-色盲/色弱的成因

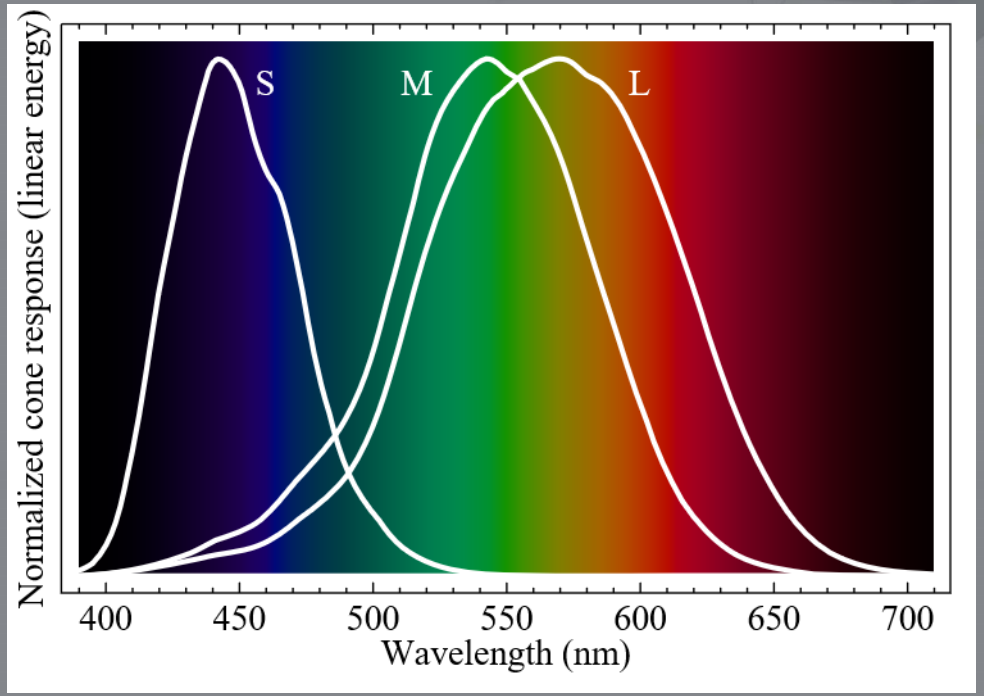
在人眼中，有3种对不同的光谱敏感的视锥细胞，造就了三色视觉。

视锥细胞按照它们的光谱敏感度峰值波长的顺序被标记为：短（S）、中（M）、和长 （L）的视锥细胞类型。

三种锥细胞的缺失或功能缺陷导致色盲与色弱！

约6%人口为色弱，约2%人口色盲

视锥类型	范围	峰值波长
S	400–500 nm	420–440 nm
M	450–630 nm	534–555 nm
L	500–700 nm	564–580 nm



体验优化-色觉辅助-色盲/色弱看到的画面

正常视觉

红绿色盲/色弱

体验优化-色觉辅助-色盲/色弱看到的画面

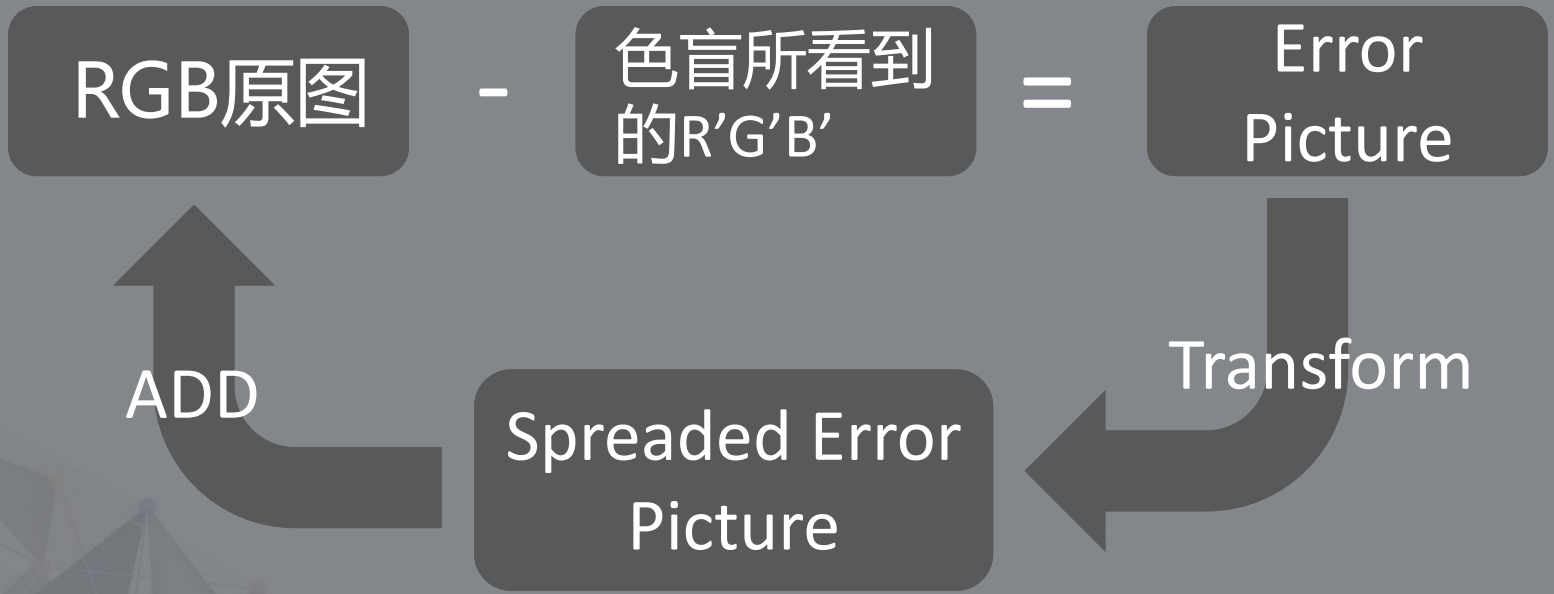
正常视觉

红绿色盲/色弱

体验优化-色觉辅助-总体思路

首先明确一点：色盲/色弱是生理原因导致的，所以我们不可能让一个红色盲患者重新看到红色。

我们能做的色觉辅助是：恢复出色觉障碍患者看不到的图像信息。
如分辨球赛中的两队队员，股票k线图的涨跌等。



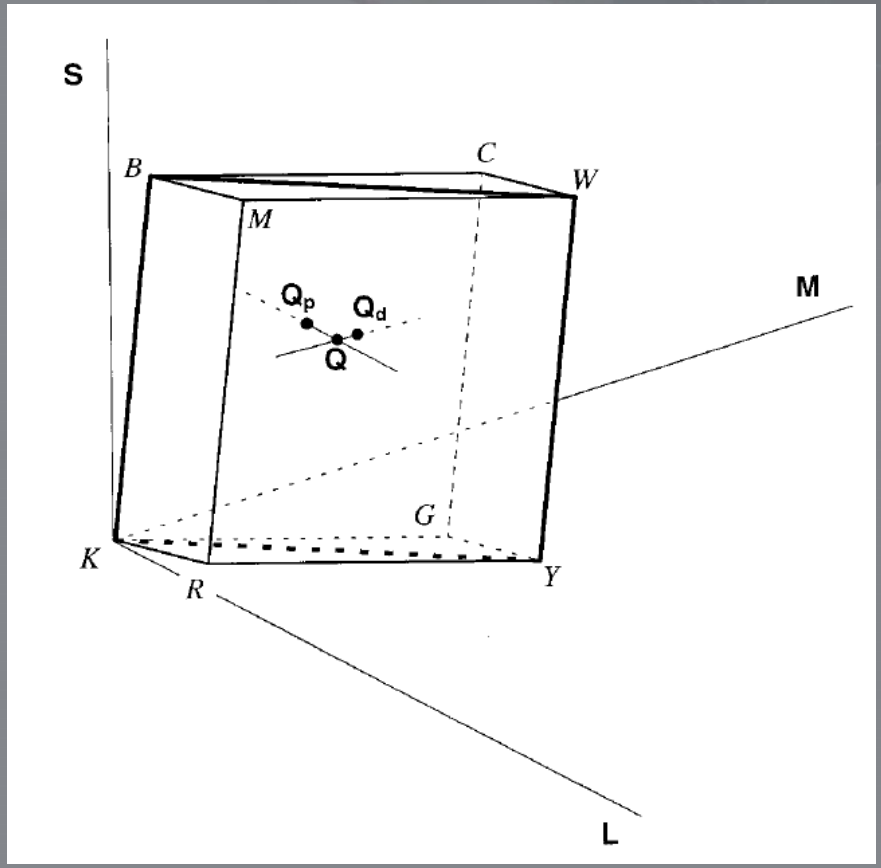
把色盲看不到的信息映射到他们能看到的色域中去

体验优化-色觉辅助-色盲模拟

正常视觉能看到的颜色在一个三维空间中
色觉障碍人群看到的颜色则在二维平面上

对于某一颜色Q
红色盲看到的颜色相当于Q点沿L方向投射到对应的平面上，即图中Qp点
绿色盲看到的颜色相当于Q点沿M方向投射到对应的平面上，即图中Qd点。

现在我们来求Q和Q’之间的关系
即可得到色盲模拟的转换矩阵



体验优化-色觉辅助-色盲模拟

最后得到的RGB到R’G’B’之间的转换矩阵如下

对于红色盲，$T' = \begin{Bmatrix} 0.0685 & 0.9315 & 0.0000 \\ 0.0685 & 0.9315 & 0.0000 \\ 0.0136 & -0.0136 & 1.0000 \end{Bmatrix}$

对于绿色盲，$T' = \begin{Bmatrix} 0.4156 & 0.5844 & 0.0000 \\ 0.4156 & 0.5844 & 0.0000 \\ -0.0424 & 0.0424 & 1.0000 \end{Bmatrix}$

对于蓝色盲，$T' = \begin{Bmatrix} 1.0000 & -0.0233 & 0.0233 \\ 0.0000 & 1.0003 & -0.0003 \\ 0.0000 & 1.0003 & -0.0003 \end{Bmatrix}$

对于红色盲，相当于把RGB空间的颜色沿着L轴投射到R=G的颜色面
对于绿色盲，相当于把RGB空间的颜色沿着M轴投射到R=G的颜色面
对于蓝色盲，相当于把RGB空间的颜色沿着S轴投射到B=G的颜色面

体验优化-色觉辅助-色盲优化

核心问题：如何将色盲人群看不到的颜色信息映射到他们能看到的色域中去

法一：
直接在RGB空间中操作，把色盲感知不到的颜色全都转换为其他的颜色

以红色盲为例，得到error picture后，乘上如下的Transform矩阵

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0.7 & 1 & 0 \\ 0.7 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

，相当于把红色分别分散到绿色和蓝色通道中

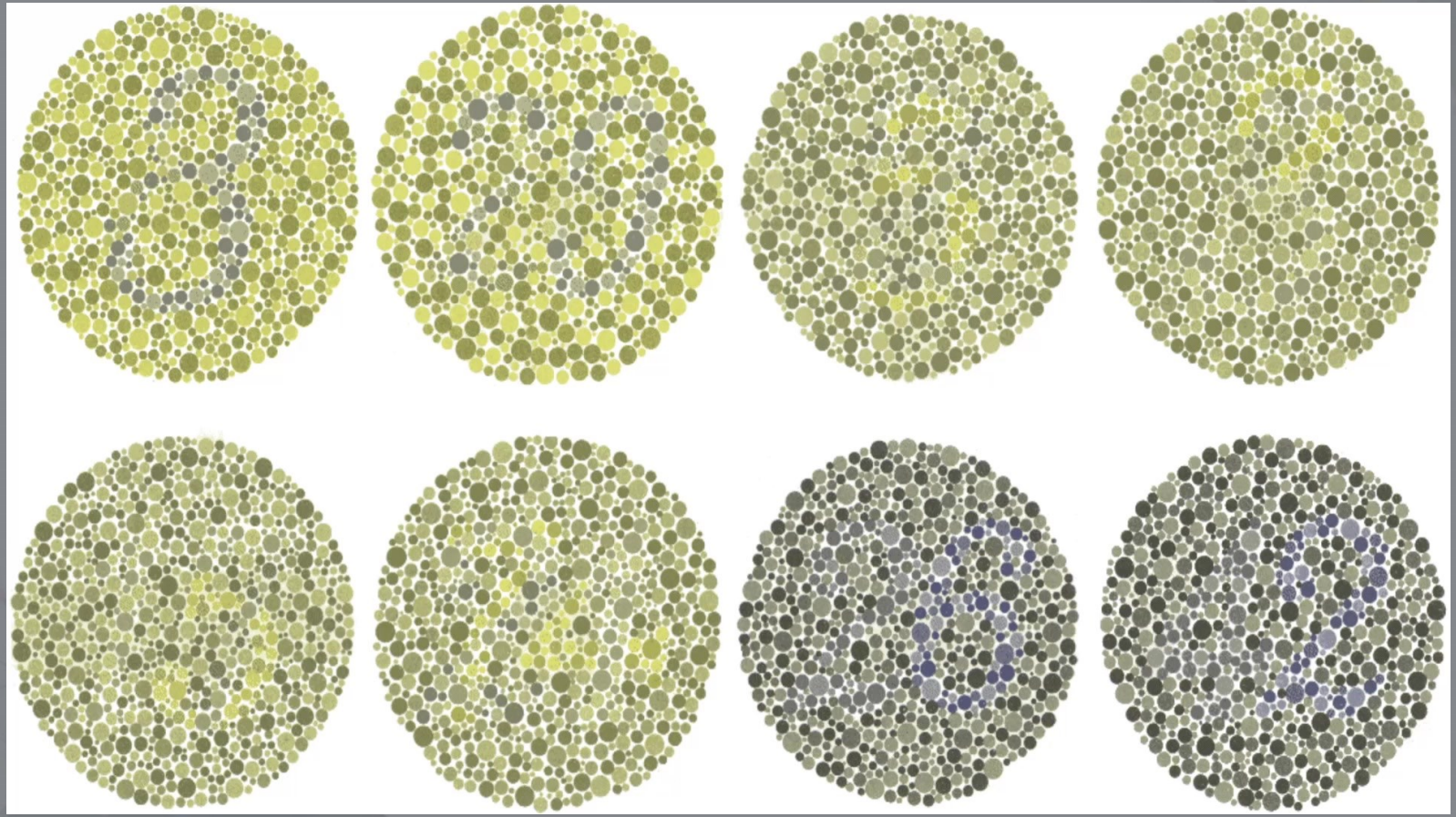
法二：
在LAB色彩空间中操作，LAB中的L代表亮度通道，A代表红绿通道，B代表蓝黄通道

以红色盲为例，得到error picture后，先转换为LAB色彩空间，再乘上如下的Transform矩阵

$$\begin{pmatrix} 1 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

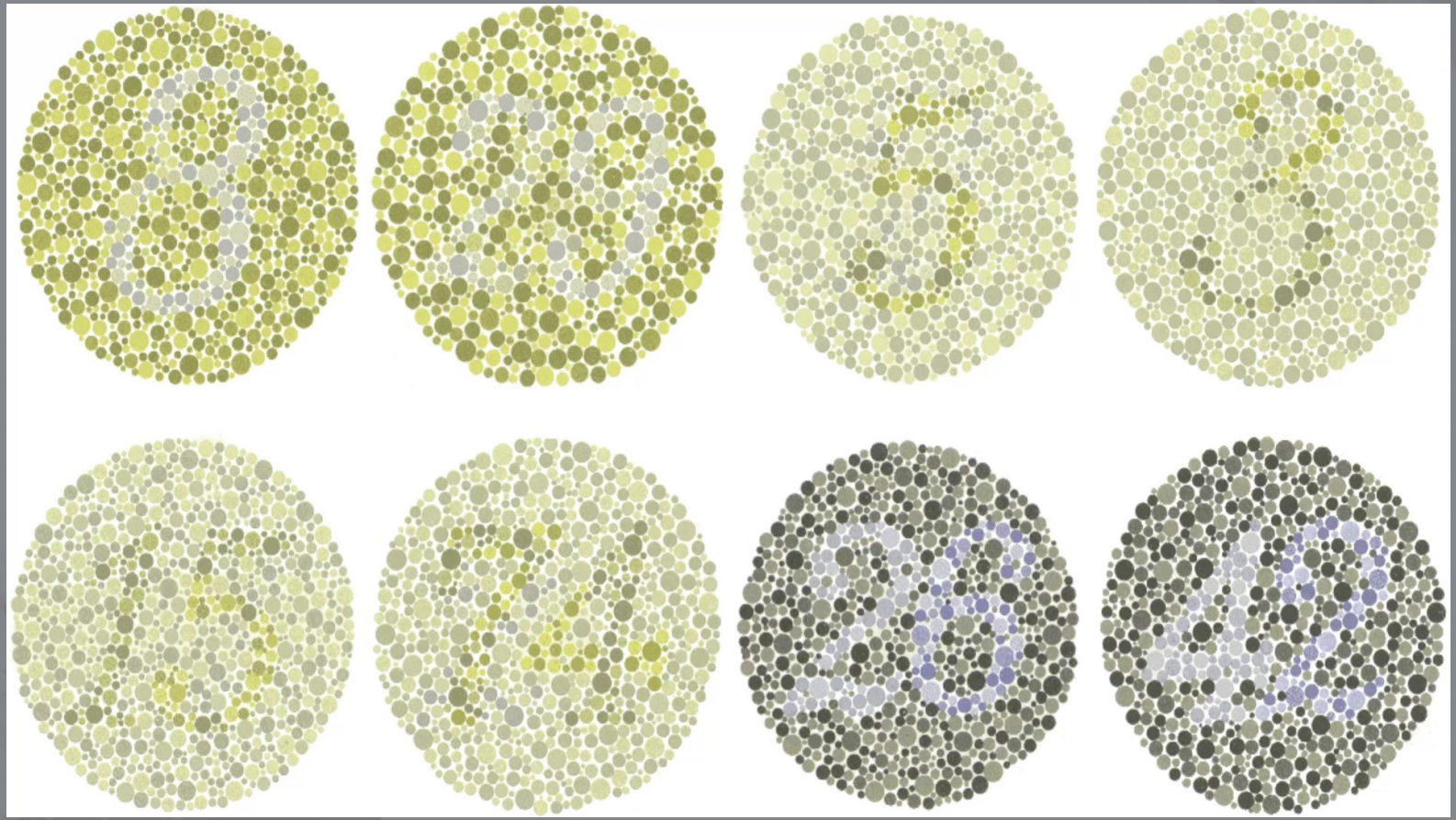
，相当于把红绿通道色分散到亮度通道和蓝黄通道中

体验优化-色觉辅助-优化效果



红色盲

体验优化-色觉辅助-优化效果



红色盲
优化后

体验优化-色觉辅助-优化效果

红绿色盲

红绿色盲优化后

体验优化-色觉辅助-实现方案

1.在Android framework中实现
frameworks/native/services/surfaceflinger/Effects/Daltonizer.cpp

2.在播放器应用层加入后处理功能
如MediaCodec + GLSurfaceView的方式

体验优化-音画同步

1. 测试方法与同步标准
2. Android的音画同步策略
3. 从零开始的AV同步之旅

体验优化-音画同步-测试方法

体验优化-音画同步-同步标准

1.通过主观评价实验来统计出一个合理的区间范围
2.参考杜比\ATSC等权威机构给出的区间范围
3.不同的输出设备需要给不同的区间范围

speaker输出时的音视频同步区间是[-60, +30]ms
蓝牙音箱输出时的音视频同步区间是[-160, +60]ms
功放设备输出时的音视频同步区间是[-140, +40]ms

负值代表音频落后于视频，正值代表音频领先于视频。

体验优化-音画同步-ExoPlayer和NuPlayer的同步逻辑

视频方面，我们关注同步逻辑对视频码流的pts做了哪些调整。

1、利用pts和系统时间计算预计送显时间（视频帧应该在这个时间点显示）
2、利用vsync对预计送显时间进行调整
3、计算实际送显时间与当前系统时间之间的时间差，决定是要丢帧还是送显

音频方面，我们关注同步逻辑中是如何获取“Audio当前播放的时间”的。

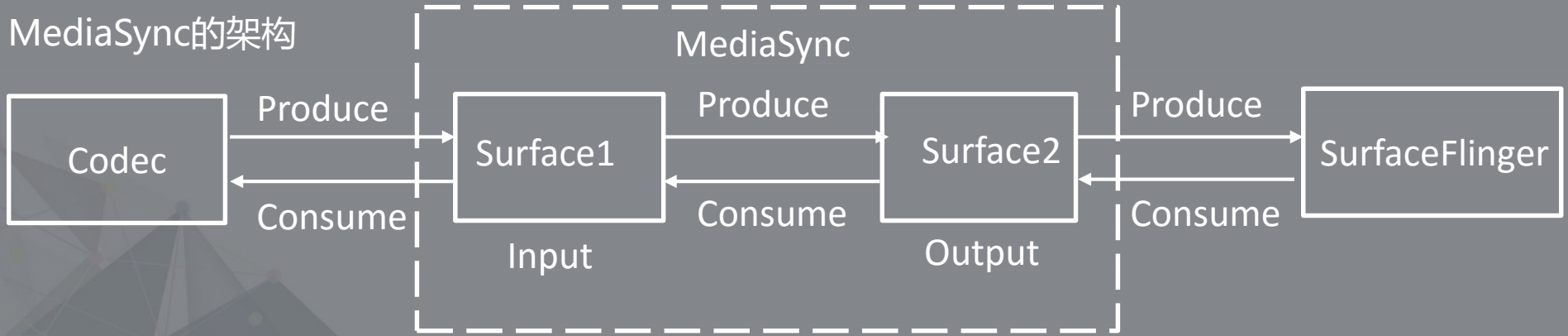
1、在设备支持的前提下，优先使用AudioTrack的getTimeStamp方法获取
2、其次选择AudioTrack的getPlayheadPositionUs，此时需要做平滑以及考虑后端延迟

体验优化-音画同步-MediaSync

MedaiSync是Android M新加入的API，可以帮助应用实现视音频的同步播放

普通的MediaCodec架构

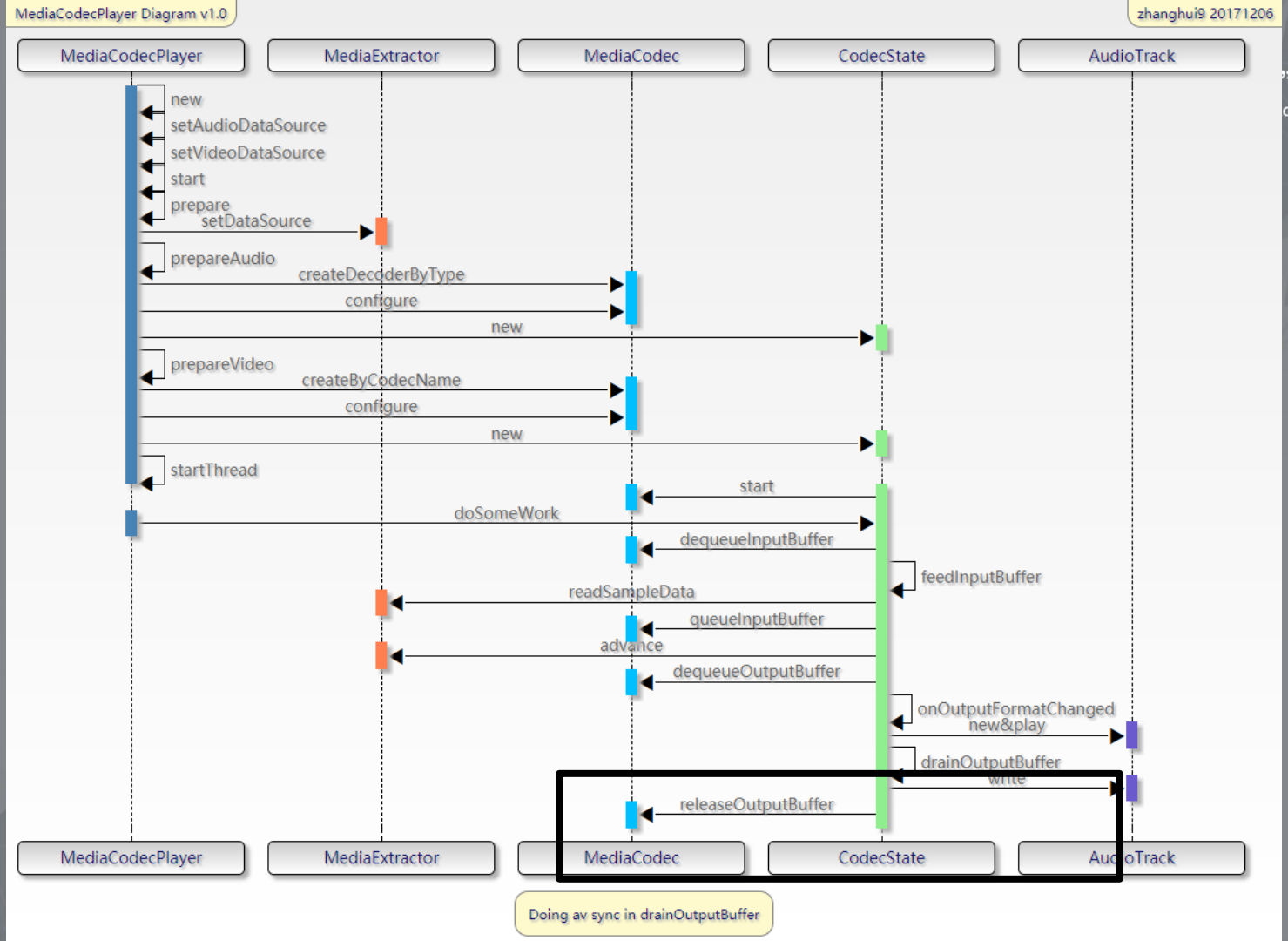
MediaSync的架构



体验优化-音画同步-从零开始的同步之旅

核心问题：
1. 究竟哪种方法可以达到最好的avsync结果？
2. 哪些逻辑是必要的？
3. 如果我们想用Android原生API从零开始写一个av同步的播放器，都需要做哪些工作？

播放器	1st	2nd	3rd	Avg(ms)
ExoPlayer	-26	-18	-31	-25
MediaSync	+23	+32	+33	+29
ijkplayer	-77	-63	-75	-71


MediaCodecPlayer Diagram v1.0
zhanghui9 20171206
MediaCodecPlayer
MediaExtractor
MediaCodec
CodecState
AudioTrack
new
setAudioDataSource
setVideoDataSource
start
prepare
setDataSource
prepareAudio
createDecoderByType
configure
new
prepareVideo
createByCodecName
configure
new
startThread
start
doSomeWork
dequeueInputBuffer
feedInputBuffer
readSampleData
queueInputBuffer
advance
dequeueOutputBuffer
onOutputFormatChanged
new&play
drainOutputBuffer
write
releaseOutputBuffer
MediaCodecPlayer
MediaExtractor
MediaCodec
CodecState
AudioTrack
Doing av sync in drainOutputBuffer

体验优化-从零开始的同步之旅-最朴素简单的同步逻辑

用video的pts与audio的播放时间进行对比，然后直接调用releaseOutputBuffer方法进行显示

Audio部分
利用AudioTrack的getPlaybackHeadPosition方法返回audio的播放时间

```
int numFramesPlayed = mAudioTrack.getPlaybackHeadPosition();
return (numFramesPlayed * 1000000L) / mSampleRate;
```

Video部分
调用的是没有timestamp参数的releaseOutputBuffer方法

```
mCodec.releaseOutputBuffer(index, render);
```

测试结果：-173ms　　惨不忍睹

体验优化-从零开始的同步之旅-第一步改造

改造audio播放时间的获取，加上latency

```
public long getAudioTimeUs() {
  int numFramesPlayed = mAudioTrack.getPlaybackHeadPosition();
  if (getLatencyMethod != null) {
     try {
        latencyUs = (Integer) getLatencyMethod.invoke(mAudioTrack, (Object[]) null) * 1000L /2;
        latencyUs = Math.max(latencyUs, 0);
     } catch (Exception e){
        getLatencyMethod = null;
     }
  }
  return (numFramesPlayed * 1000000L) / mSampleRate - latencyUs;
}
```

测试结果：-128ms

体验优化-从零开始的同步之旅-第二步改造

用上getTimeStamp方法

```
public long getAudioTimeUs() {
  long systemClockUs = System.nanoTime() / 1000;
  int numFramesPlayed = mAudioTrack.getPlaybackHeadPosition();
  if (systemClockUs - lastTimestampSampleTimeUs >= MIN_SAMPLE_INTERVAL_US) {
     audioTimestampSet = mAudioTrack.getTimestamp(audioTimestamp);
     if (getLatencyMethod != null) {
        ...
     }
     lastTimestampSampleTimeUs = systemClockUs;
  }
```

测试结果：-87.5ms

体验优化-从零开始的同步之旅-第三步改造

基于vsync调整送显时间，使用带时间戳参数的releaseOutputBuffer方法

```
public long getRealTimeUsForMediaTime(long mediaTimeUs) {
  ...
  long unadjustedFrameReleaseTimeNs = System.nanoTime() + (earlyUs * 1000);
  long adjustedReleaseTimeNs = frameReleaseTimeHelper.adjustReleaseTime(
        mediaTimeUs, unadjustedFrameReleaseTimeNs);
  return adjustedReleaseTimeNs / 1000;
}

mCodec.releaseOutputBuffer(index, realTimeUs*1000);
```

测试结果：-76ms

体验优化-从零开始的同步之旅-第四步改造

提前两倍vsync时间调用releaseOutputBuffer

```
long lateUs = System.nanoTime()/1000 - realTimeUs;
 //如果video比预期release时间来的早了2*vsyncduration时间以上，
 //则跳过并且进入下次循环，否则予以显示
long twiceVsyncDurationUs = 2 * mMediaTimeProvider.getVsyncDurationNs()/1000;
if (lateUs < -twiceVsyncDurationUs) {
    // too early;
    return false;
else {
    mCodec.releaseOutputBuffer(index, realTimeUs*1000);
}
```

测试结果：-66ms

体验优化-从零开始的同步之旅-改造成果

播放器	测试结果
v1.0 最简单朴素的同步逻辑	-173ms
v2.0 考虑latency	-128ms
v3.0 使用getTimestamp	-87.5ms
v4.0 基于vsync调整releasetime,并且使用带时间戳参数的releaseOutputBuffer接口	-76ms
v5.0 提前两倍vsync duration时间调用releaseOutputBuffer接口	-66ms
v6.0 其他小优化	-56ms
ExoPlayer	-25ms
ijkplayer	-71ms
MediaSync	+29ms

总结与展望

1. 真正的“最后一公里”
2. 玩家越多，机会越多
3. 融合新技术

Thank you