

SACC 第八届中国系统架构师大会
2016 SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2016

架构创新之路

VR技术与未来

小米探索实验室

马坤



一. VR现状

二. VR技术

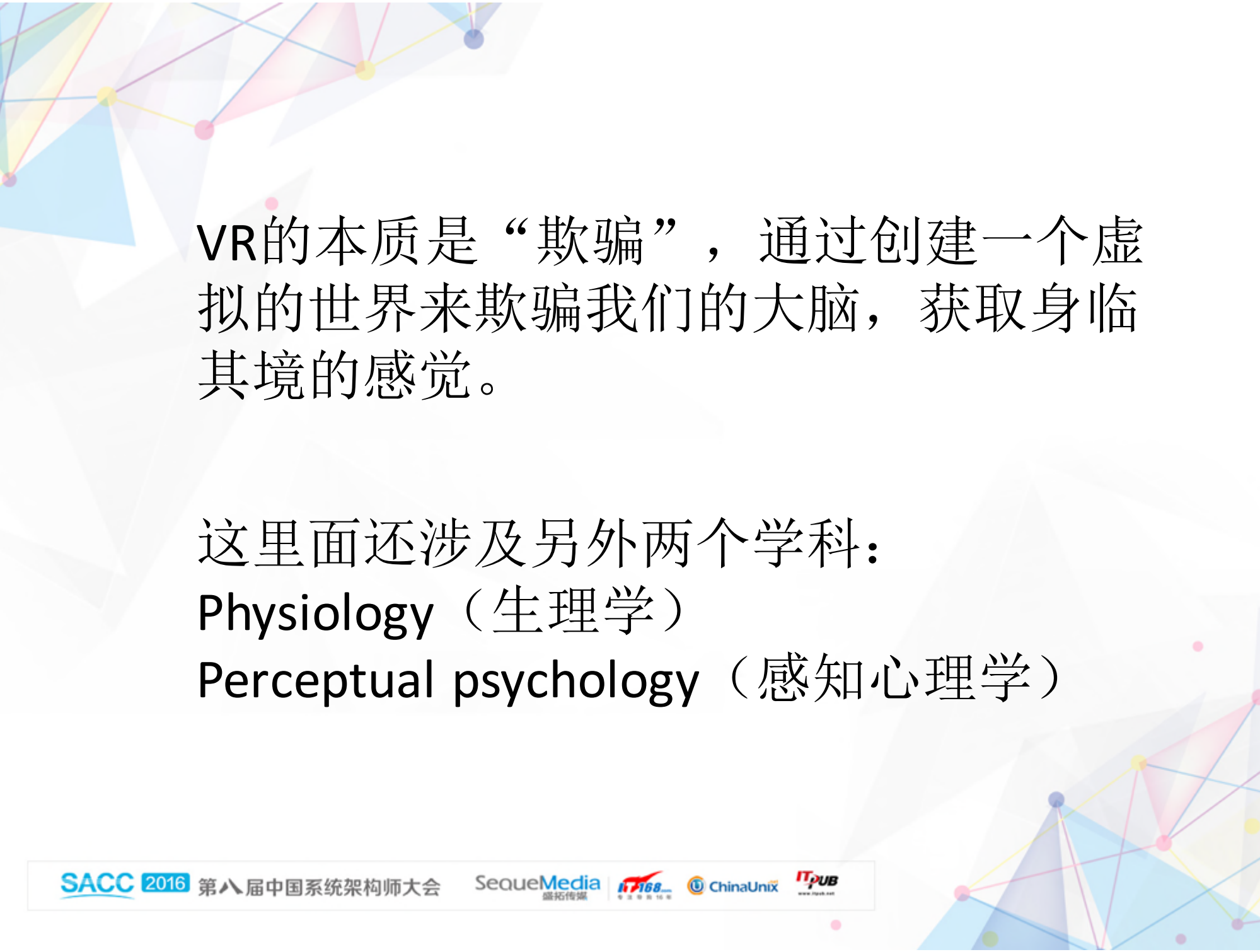
三. VR未来

一. VR现状

1. 什么是VR？

是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统。

通过相应的硬件和软件，为用户提供关于视觉，听觉，触觉等感官的模拟，让用户如同身临其境。



VR的本质是“欺骗”，通过创建一个虚拟的世界来欺骗我们的大脑，获取身临其境的感觉。

这里面还涉及另外两个学科：

Physiology（生理学）

Perceptual psychology（感知心理学）



VR最重要的关键字：Immersion（沉浸感）

问题来了：哪些因素影响VR的沉浸感？

2. 为什么在这两年爆发了？

1935年，斯坦利·温鲍姆（Stanley G. Weinbaum），首次在自己小说中提出了“虚拟现实”的概念。

1957年，莫顿·海利希（Morton Heilig）研发了第一台VR原型机，名为Sensorama。



图1-1：Sensorama设备原貌



到八十年代，VR理论和概念基本形成，组成VR的各种组件在技术上已十分成熟，都可以在市面上买到。

九十年代，VR的理论已经非常成熟。任天堂1995年推出的Virtual Boy游戏主机，被《时代周刊》评为“史上最差的50个发明”之一。



之后，沉寂了将近20年。没有公司将VR带入商业领域。

直到，2012年，刚成立的公司Oculus在KickStarter为其产品Rift众筹。

2014年3月，Facebook以20亿美元收购Oculus。彻底引爆VR行业。

3. 已上市的VR设备

目前市场上VR设备大概可以分为三大类：

- 基于PC的头戴式VR
- 基于手机的移动VR
- VR一体机



➤ 基于PC的头戴式VR

代表产品有：

Oculus的Rift，HTC的Vive，以及Sony的PlayStation VR。



图1-2：Oculus Rift



图1-3：HTCvive



图1-4 : Sony PS VR



➤ 基于PC的头戴式VR

优点：沉浸式体验较好

缺点：不方便，贵



	HTC vive	Oculus Rift	PSVR
价格	\$799 ¥6888	\$599	\$399（不含camera和move） ¥2999

表1-1：三个设备价格



还有一个不好的消息

根据市场研究机构Gartner统计，2016年全球使用中的电脑总数为14.3亿台，其中支持高端VR设备的电脑不足1%。



图1-5：配套的PC主机



➤ 基于手机的移动VR

代表产品有：

Google的cardboard（目前最廉价的VR眼睛），三星的Gear VR。





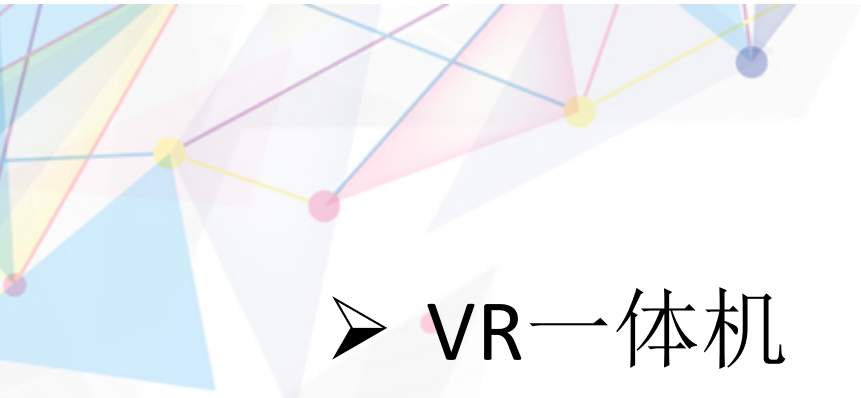
图1-6：Google的Cardboard



图1-7：小米VR的APP截图



图1-8：三星的Gear VR



➤ VR一体机

具有独立运算能力的VR设备，不依赖手机和PC等。

主要分为集成式和分离式。

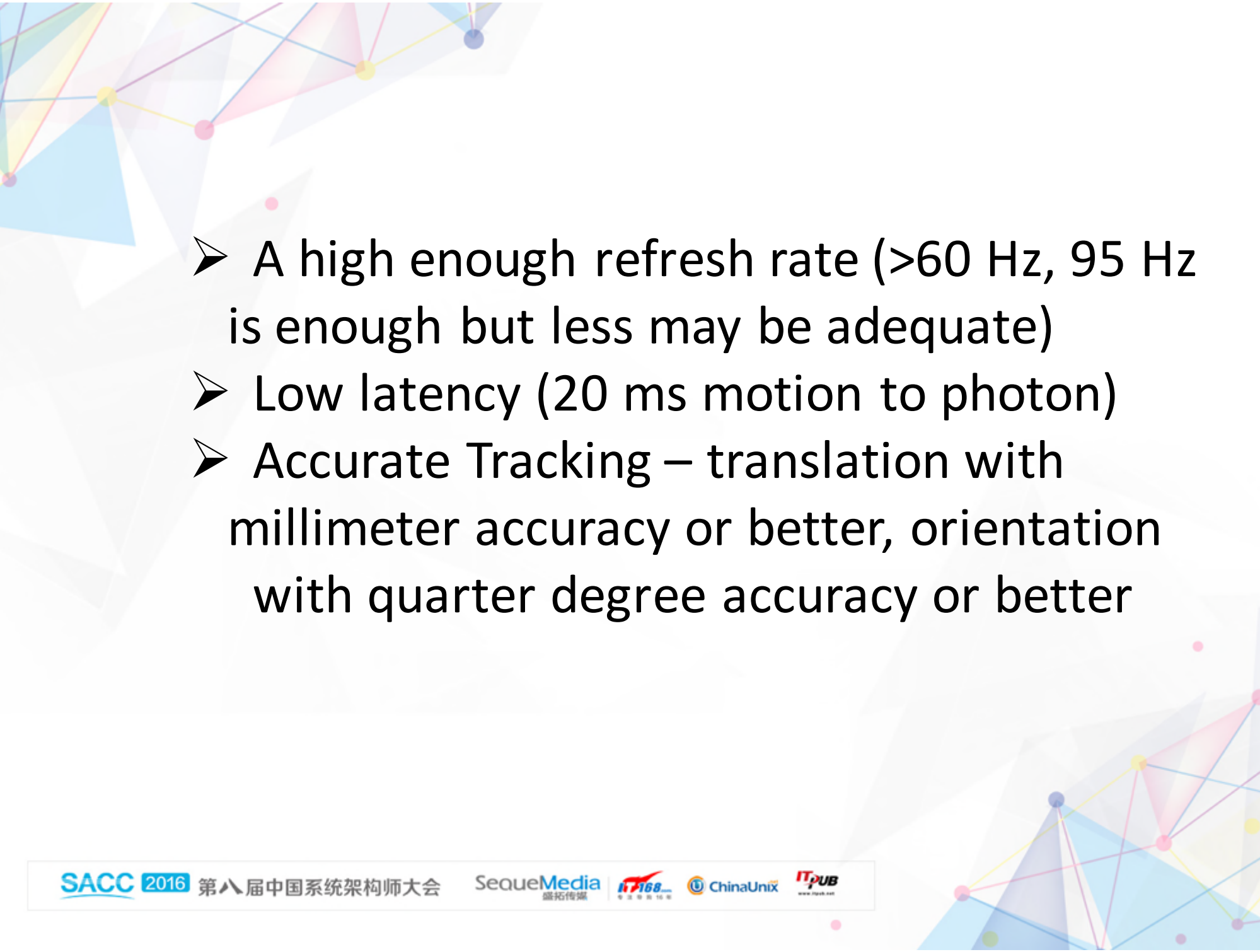
国内的不少公司已经发布多款一体机产品。

二. VR技术

1. 哪些因素影响VR的沉浸感？

换句话说，真实强烈的沉浸感需要具备什么条件：

- A wide FOV (100 degrees or better)
- High resolution (1080p or better)
-> (2k or better)
- Low persistence (3 ms or less)

- 
- A high enough refresh rate (>60 Hz, 95 Hz is enough but less may be adequate)
 - Low latency (20 ms motion to photon)
 - Accurate Tracking – translation with millimeter accuracy or better, orientation with quarter degree accuracy or better

➤ Field of View (FOV, 视场角)

FOV是显示设备边缘与观察点(眼睛)连线的夹角。

沉浸感的关键，则是全景，FOV就代表着你所看到的全景角度。

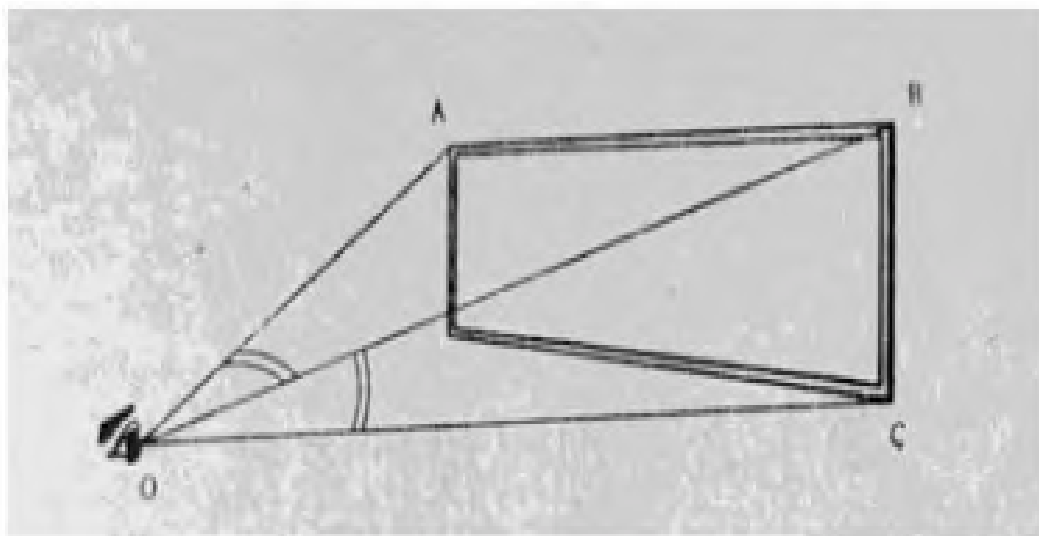


图2-1：角AOB为水平视场角，角BOC为垂直视场角

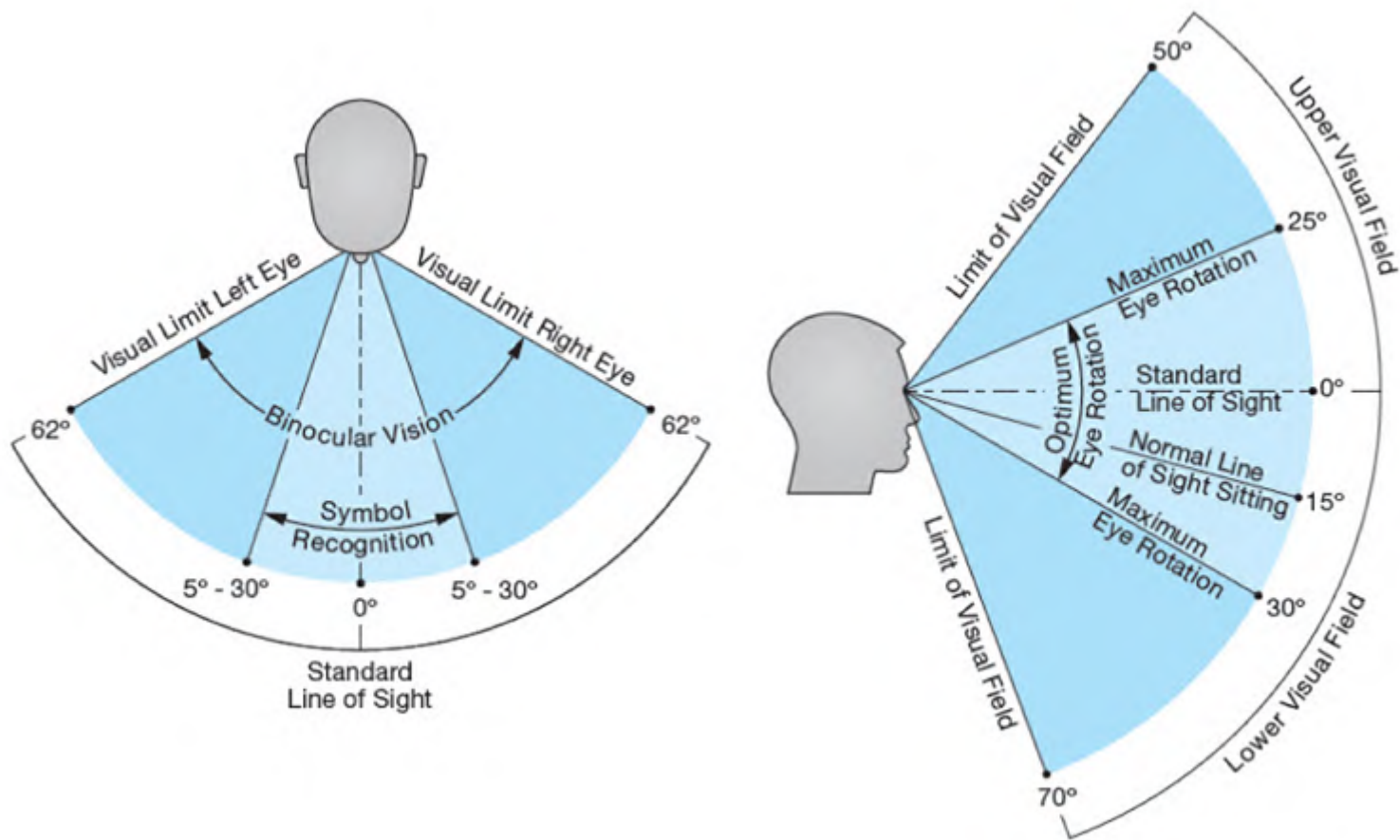


图2-2：单眼水平和垂直FOV



人眼的特点是横向扫描活动比较多而且也比较轻松，大部分浏览行为，都是横向扫描，常人的双眼横向总视野角要接近 $200^{\circ}\sim 220^{\circ}$ ，但其中双眼可成像的清晰视角约为 120° 。

即在正常状态下，人眼最轻松的成像横向视野角为 120°



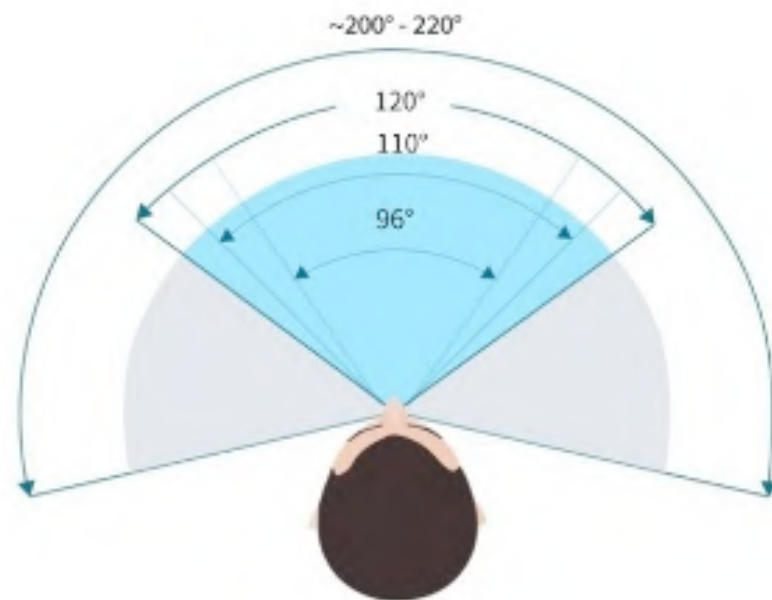


图2-3：双眼的FOV

	HTC vive	Oculus Rift	PSVR	Gear VR	Cardboard
FOV	约110度	约100-110度	约100度	96度	90度

表2-1：主流设备的FOV

➤ High resolution （高分辨率）

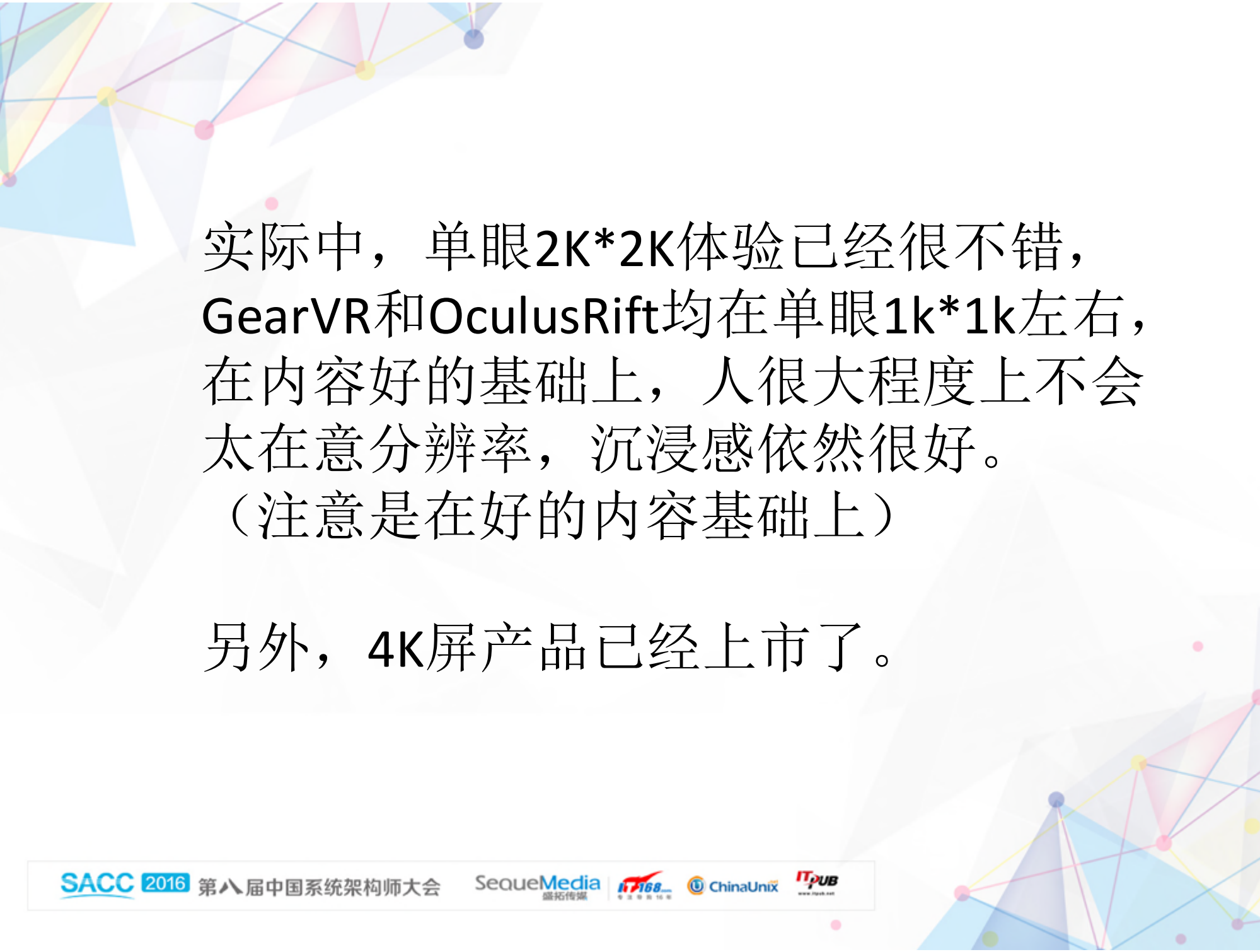
分辨率太低会产生纱门效应。

纱门效应是由像素不足的情况下，
实时渲染引发的细线条舞动、高对
比度边缘出现分离式闪烁。



场角中的 1° 会能看到60个像素，才会分辨不出像素感。即PPD (pixel per degree 像素每度) ≥ 60 才能达到视网膜级别的体验。

如果按照水平FOV210度和垂直FOV100度，理想的情况下我们需要 $12,600 \times 6,000$ 的画面。显然，目前是不可能的。



实际中，单眼2K*2K体验已经很不错，
GearVR和OculusRift均在单眼1k*1k左右，
在内容好的基础上，人很大程度上不会
太在意分辨率，沉浸感依然很好。
(注意是在好的内容基础上)

另外，4K屏产品已经上市了。

	HTC vive	Oculus Rift	PSVR	Gear VR	Cardboard
分辨率	两块屏 单眼： 1080x1200	两块屏 单眼： 1080x1200	一块屏 1920x1080	无（手机）	无（手机）

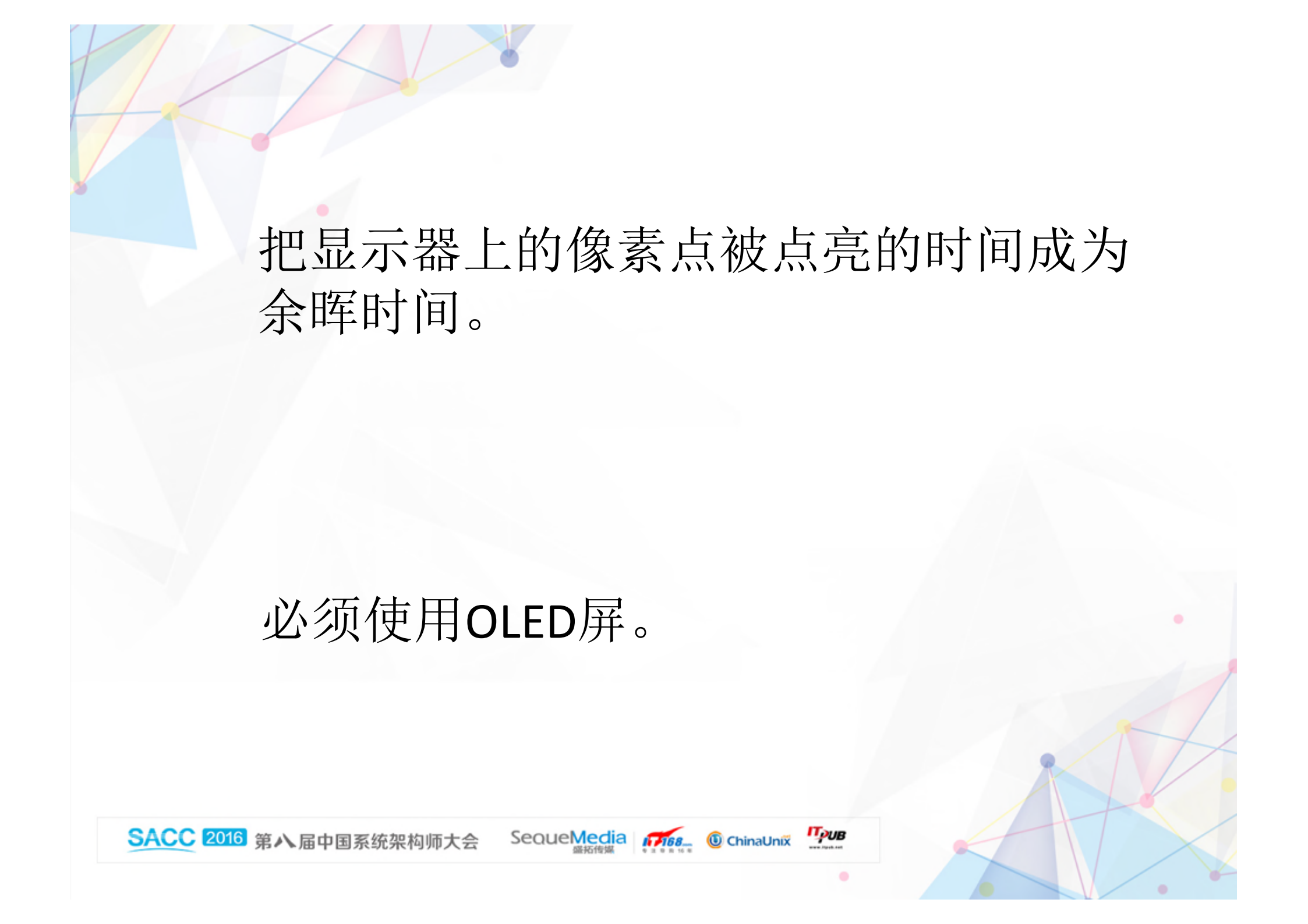
表2-2：主流设备的分辨率

➤ Low persistence （低余晖）

余晖效应就是视觉暂留现象，是指人眼在观察事物时，光信号传入大脑神经需要一段短暂的时间，光信号消失后，视觉形象并没有立刻消失。

余晖效应会导致晕动症（Motion Sickness）。





把显示器上的像素点被点亮的时间成为
余晖时间。

必须使用OLED屏。

	HTC vive	Oculus Rift	PSVR	Gear VR	Cardboard
屏幕	OLED	OLED	OLED	AMOLED	无

表2-3：主流设备的屏幕类型

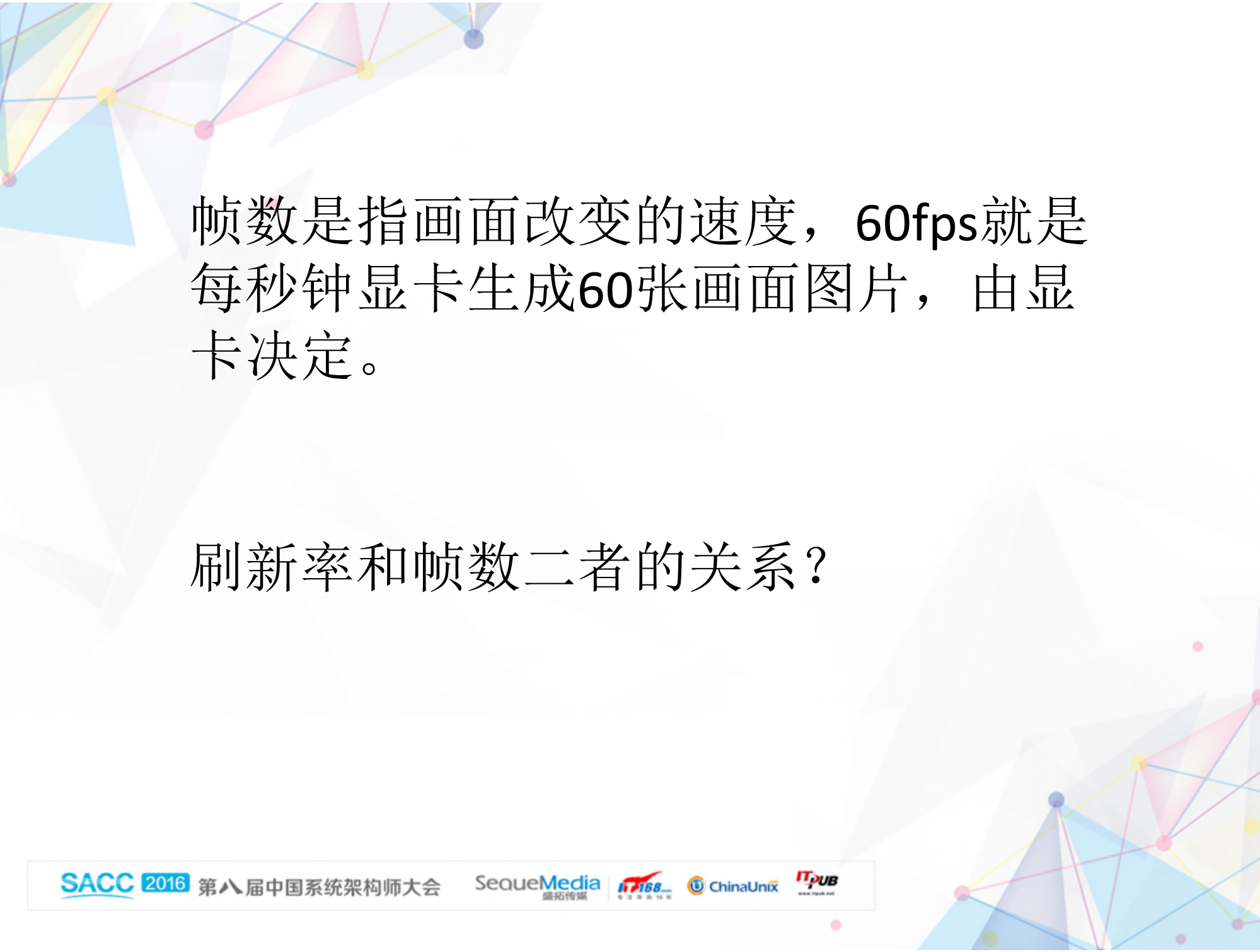


➤ High Refresh Rate （高刷新率）

刷新率是指屏幕刷新的速度，比如60 Hz就是每秒钟显卡向显示器输出60次信号，由屏幕决定。

业界认为90Hz以上的刷新率才能保证有效降低眩晕感。





帧数是指画面改变的速度，60fps就是每秒钟显卡生成60张画面图片，由显卡决定。

刷新率和帧数二者的关系？



假设帧数是刷新率的 $1/2$ ，那就意味着显卡每两次向屏幕输出的画面是同一幅画面。

相反，如果帧数是刷新率的2倍，那么画面每改变两次，其中只有1次是被显卡发送到屏幕显示。即高于刷新率的帧数都是无效帧数，对画面效果没有任何提升。所以刷新率和帧数必须匹配。

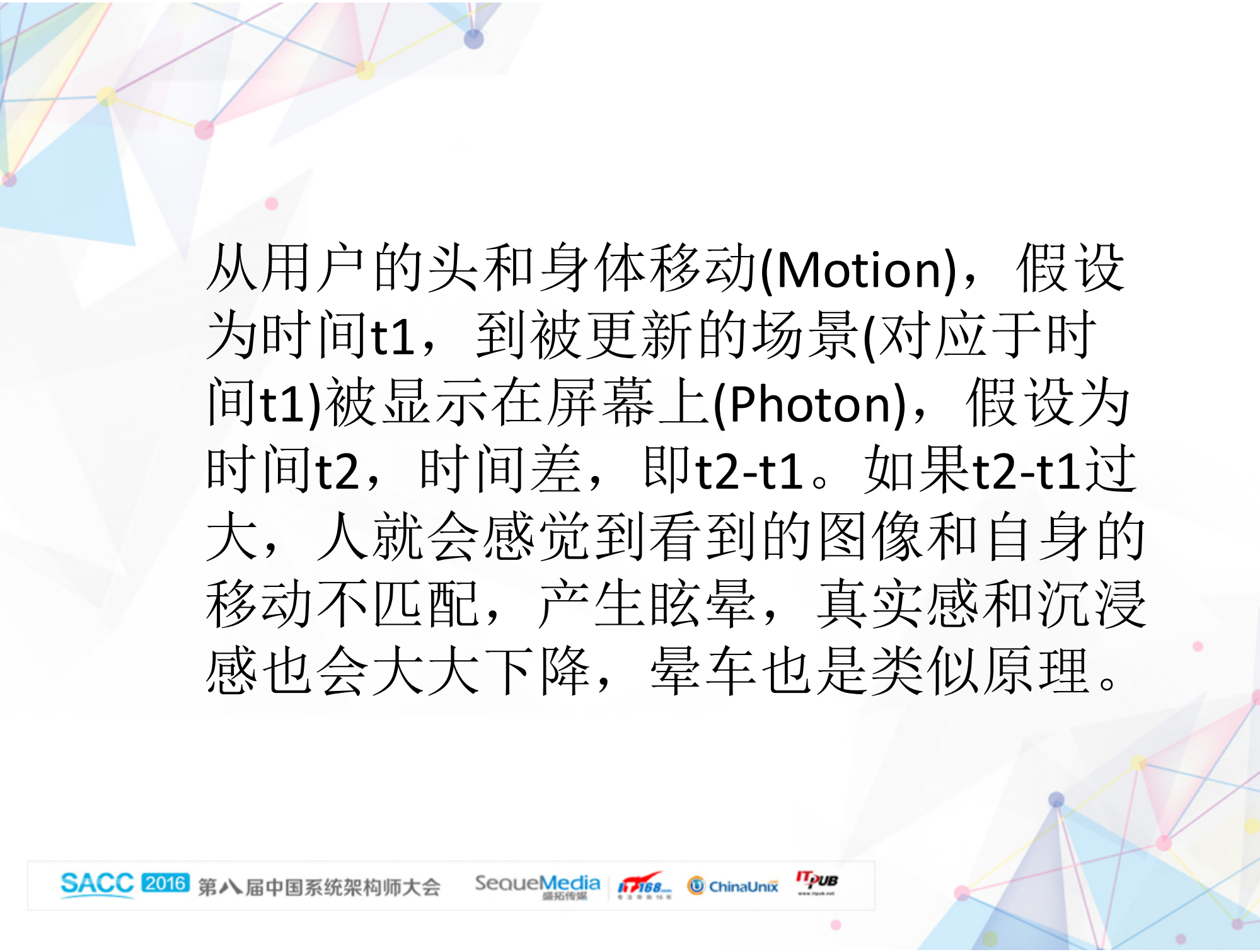
	HTC vive	Oculus Rift	PSVR	Gear VR	Cardboard
刷新率	90HZ	90HZ	90-120HZ	60HZ	60HZ

表2-4：主流设备的刷新率

➤ Low latency（低延时）

延时，特指Motion To Photon Latency，
即从用户运动开始到相应画面显示到屏幕
上所花的时间。





从用户的头和身体移动(Motion), 假设为时间 t_1 , 到被更新的场景(对应于时间 t_1)被显示在屏幕上(Photon), 假设为时间 t_2 , 时间差, 即 $t_2 - t_1$ 。如果 $t_2 - t_1$ 过大, 人就会感觉到看到的图像和自身的移动不匹配, 产生眩晕, 真实感和沉浸感也会大大下降, 晕车也是类似原理。



低延时？

整个系统的延时控制在50ms已经相对不错，但还是能感觉到。

低于20ms，人就无法感知。

➤ Accurate Tracking （精确的追踪）

Tracking包括位置追踪，手势追踪，眼球追踪等方向。

其中，位置追踪是为了在虚拟空间中
获得和现实中一样的空间定位信息。



2. 延时

如何做到20ms以下的延时？

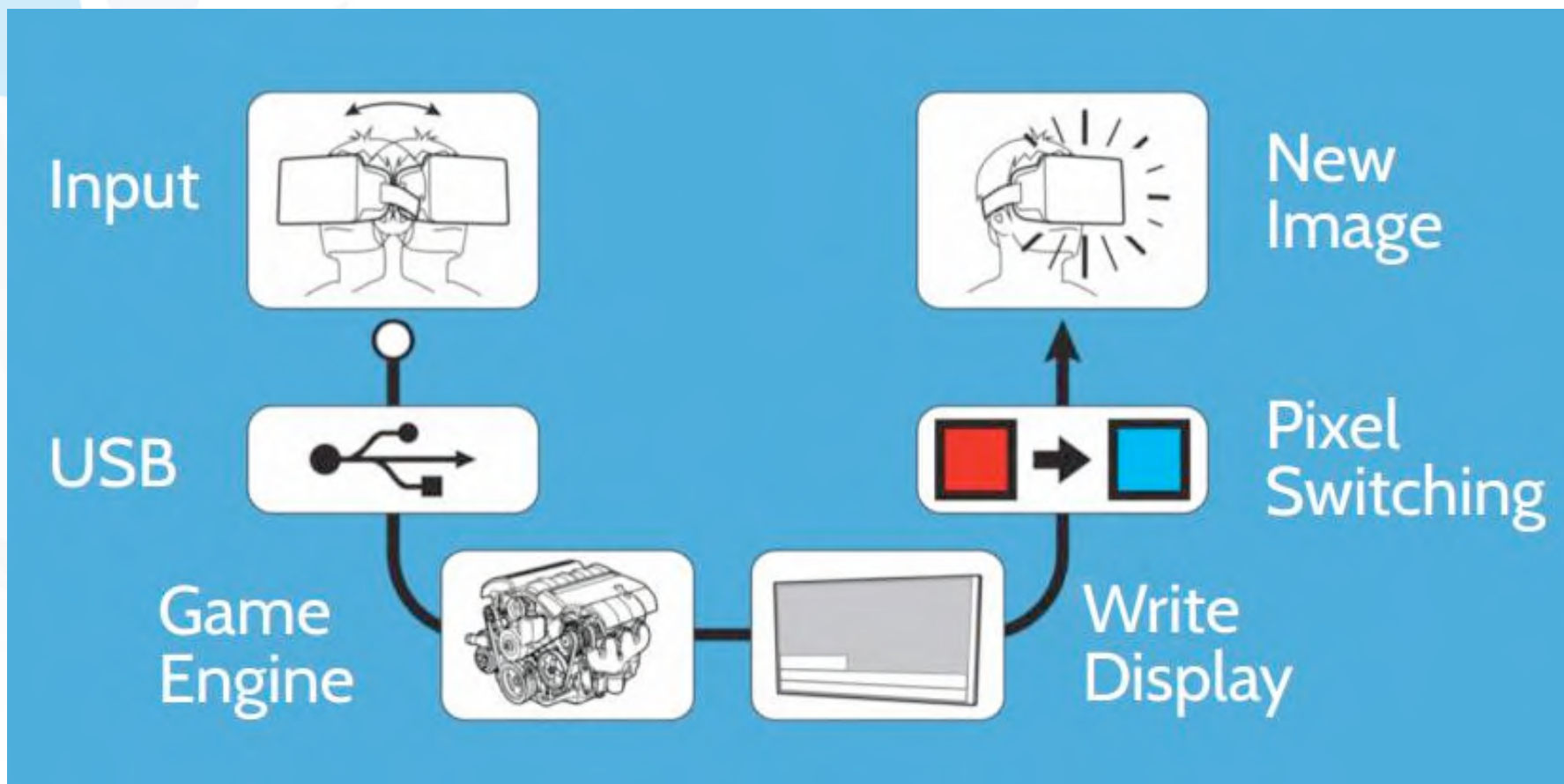
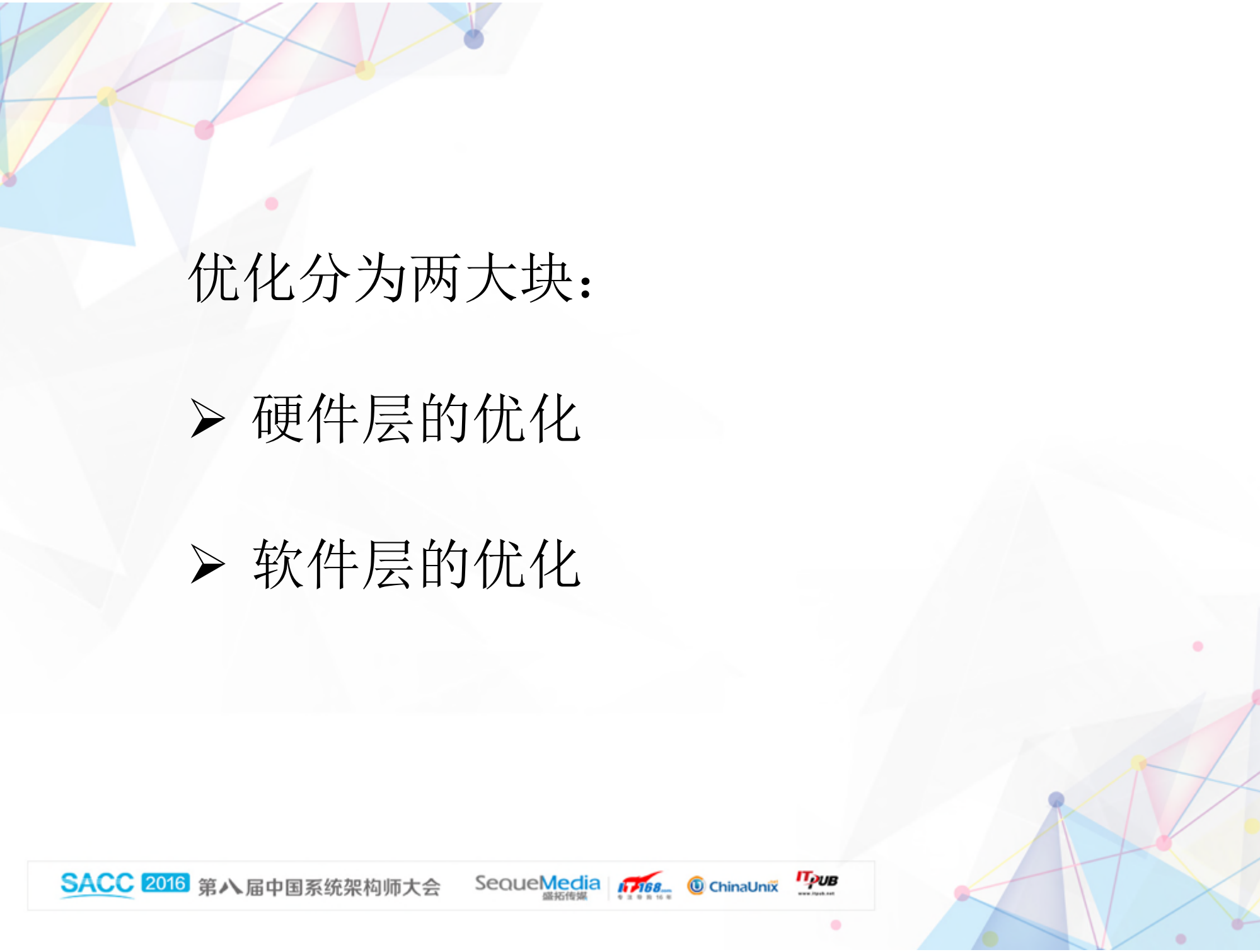


图2-4：移动VR显示一帧图像的过程



优化分为两大块：

- 硬件层的优化
- 软件层的优化



➤ 硬件层的优化

使用的外置的IMU，提高采样频率和精度，减少采样数据的延迟。

屏幕采用OLED，减少颜色切换的延迟。

提升屏幕刷新率。

采用有线传输数据。



➤ 软件层的优化

渲染时直接使用front buffer，跳过back buffer（双缓冲机制）。

侧重点渲染，重点渲染FOV中的画面，之外的可以降低。

ATW, Asynchronous Timewarp





ATW（异步时间扭曲）

ATW是一种生成中间帧的技术，当渲染不能保持足够帧率的时候，ATW能产生中间帧，从而有效减少画面的抖动。

VSYNC(Vertical Synchronization)

VSYNC，即垂直同步，使得显卡生成帧的速度和屏幕刷新的速度的保持一致。

Drawing without VSync

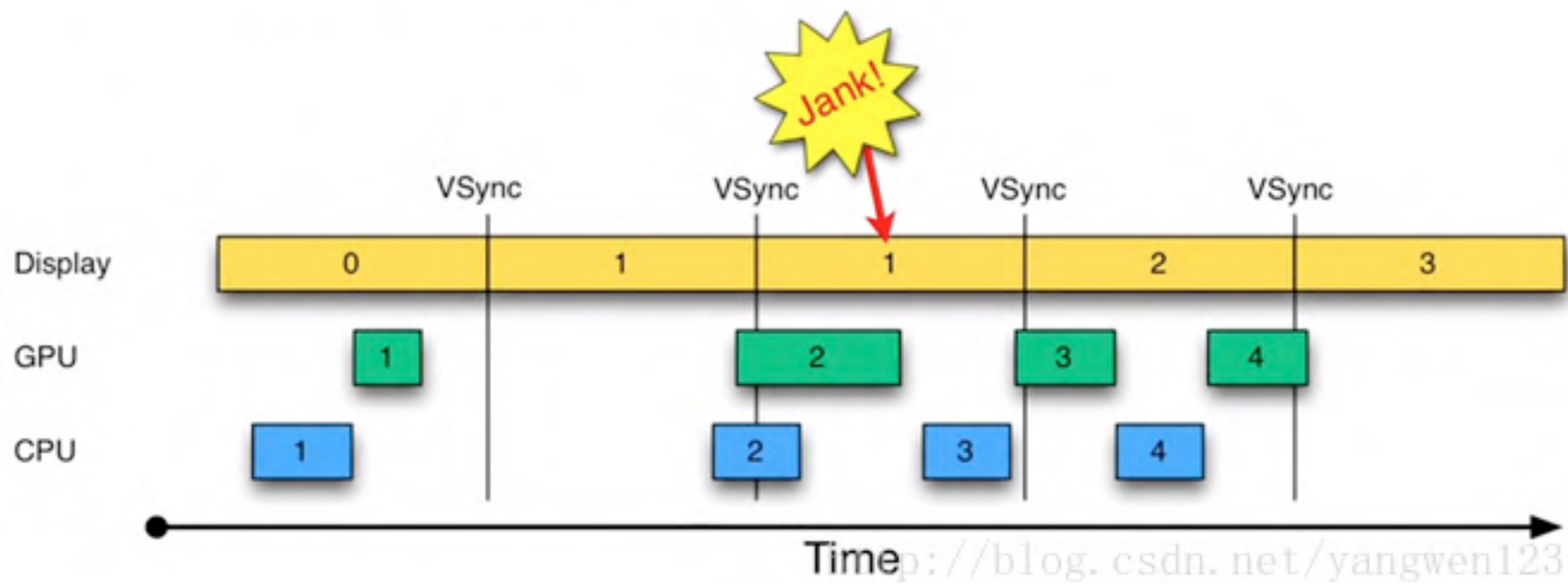
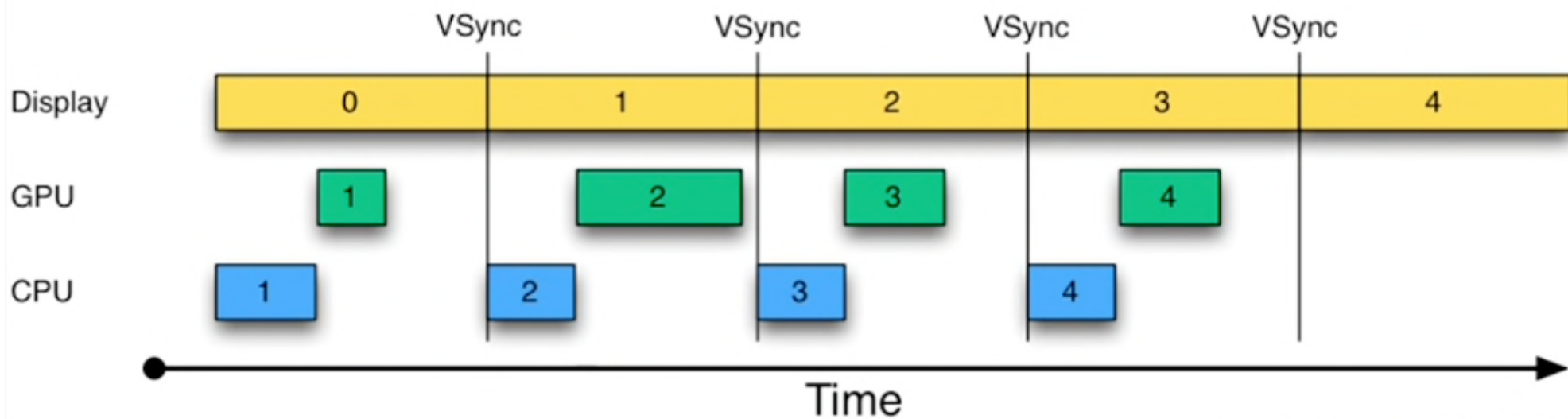


图2-5：没有VSYNC的渲染过程



Drawing with VSync

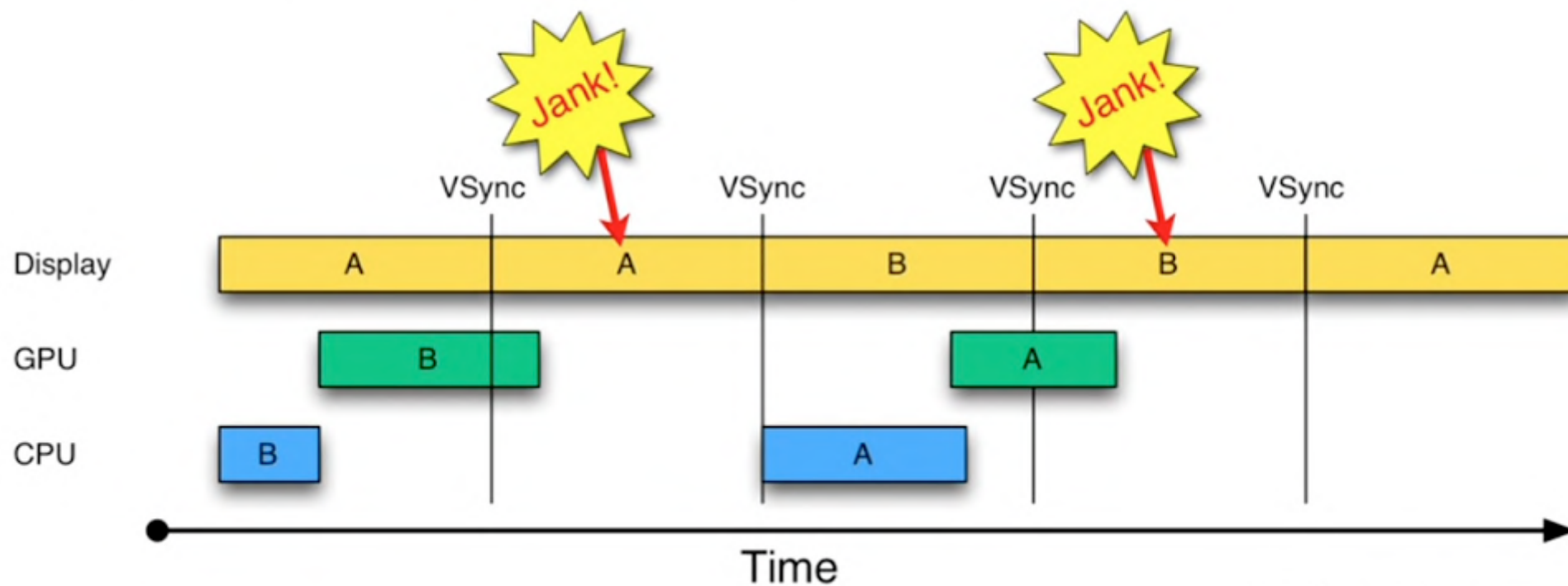


<http://blog.csdn.net/yangwen123>

图2-6：有VSYNC的渲染过程（FPS大于刷新频率）



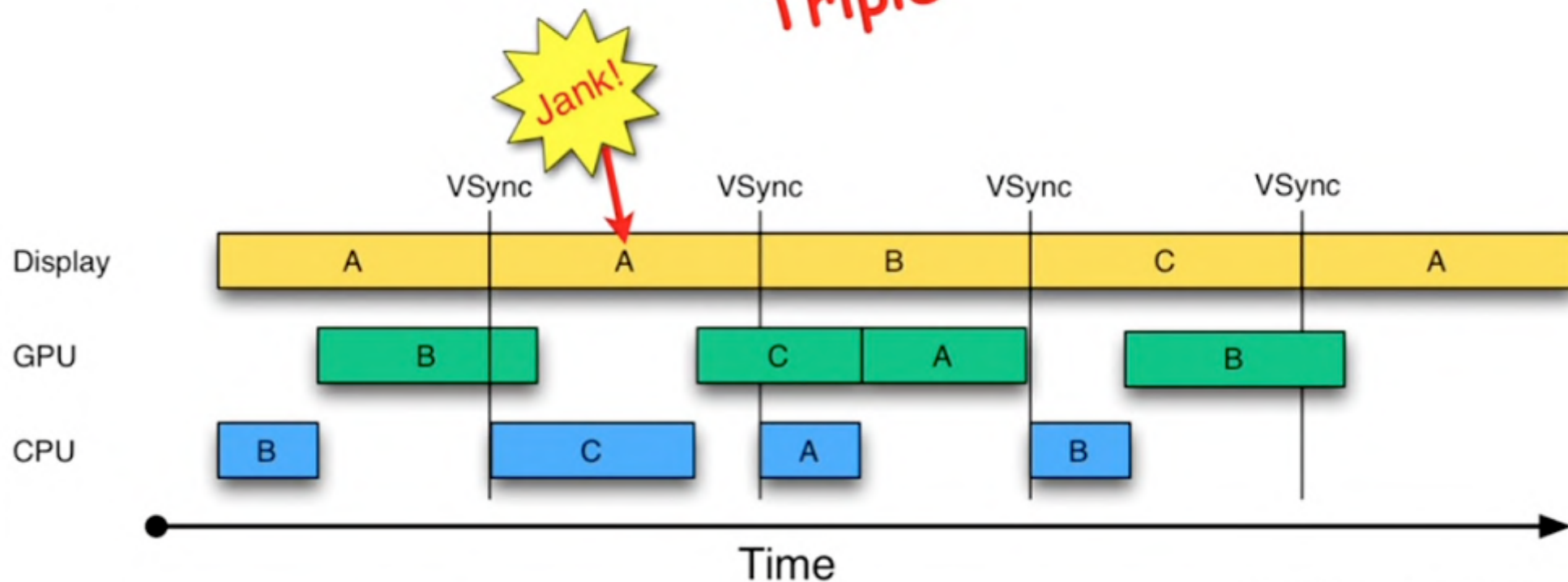
Parallel Processing and Double Buffering



<http://blog.csdn.net/yangwen123>

图2-7：有VSYNC的渲染过程（FPS小于刷新频率）

Parallel Processing and ~~Double~~ Triple Buffering



<http://blog.csdn.net/yangwen123>

图2-8：有VSYNC的渲染过程（三缓冲机制）

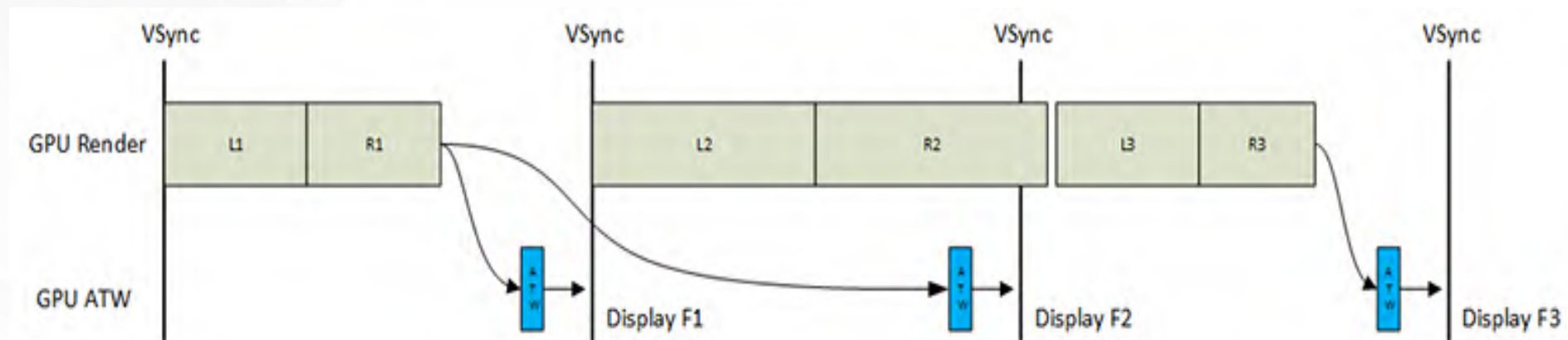
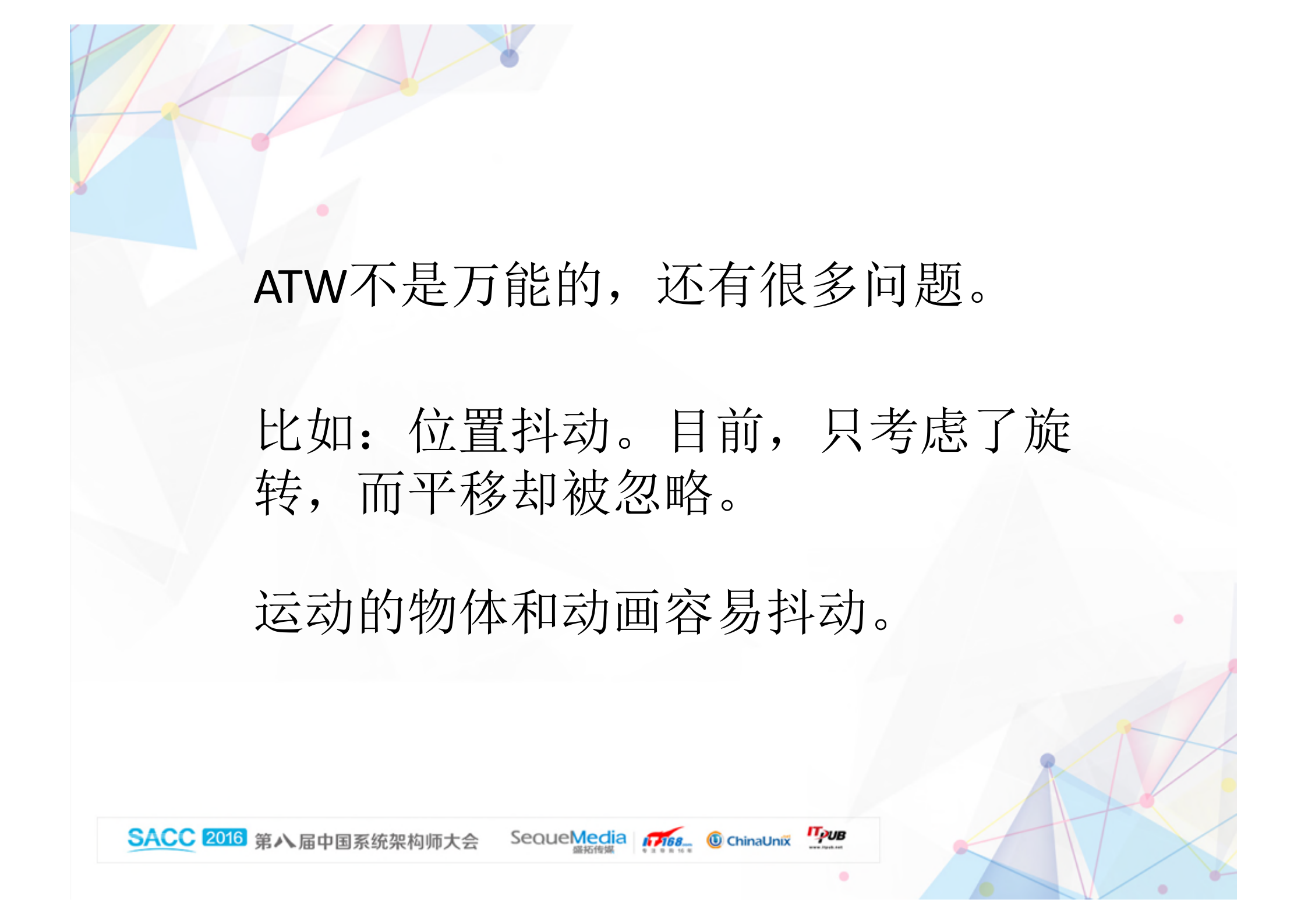


图2-9：ATW过程



ATW不是万能的，还有很多问题。

比如：位置抖动。目前，只考虑了旋转，而平移却被忽略。

运动的物体和动画容易抖动。



ATW需要注意的问题：

它需要**GPU**硬件支持合理的抢占粒度。

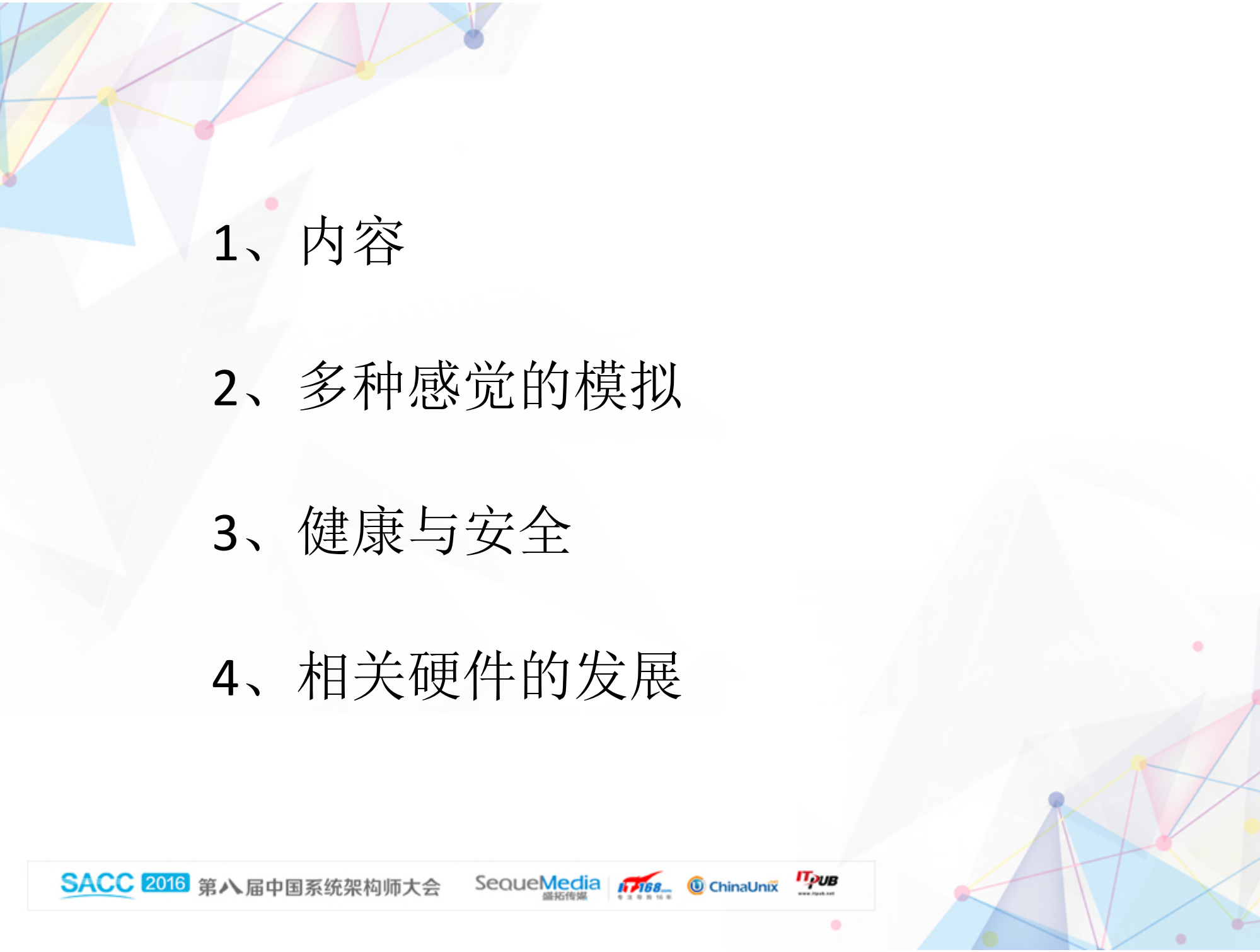
它要求操作系统和驱动程序支持使**GPU**抢占。

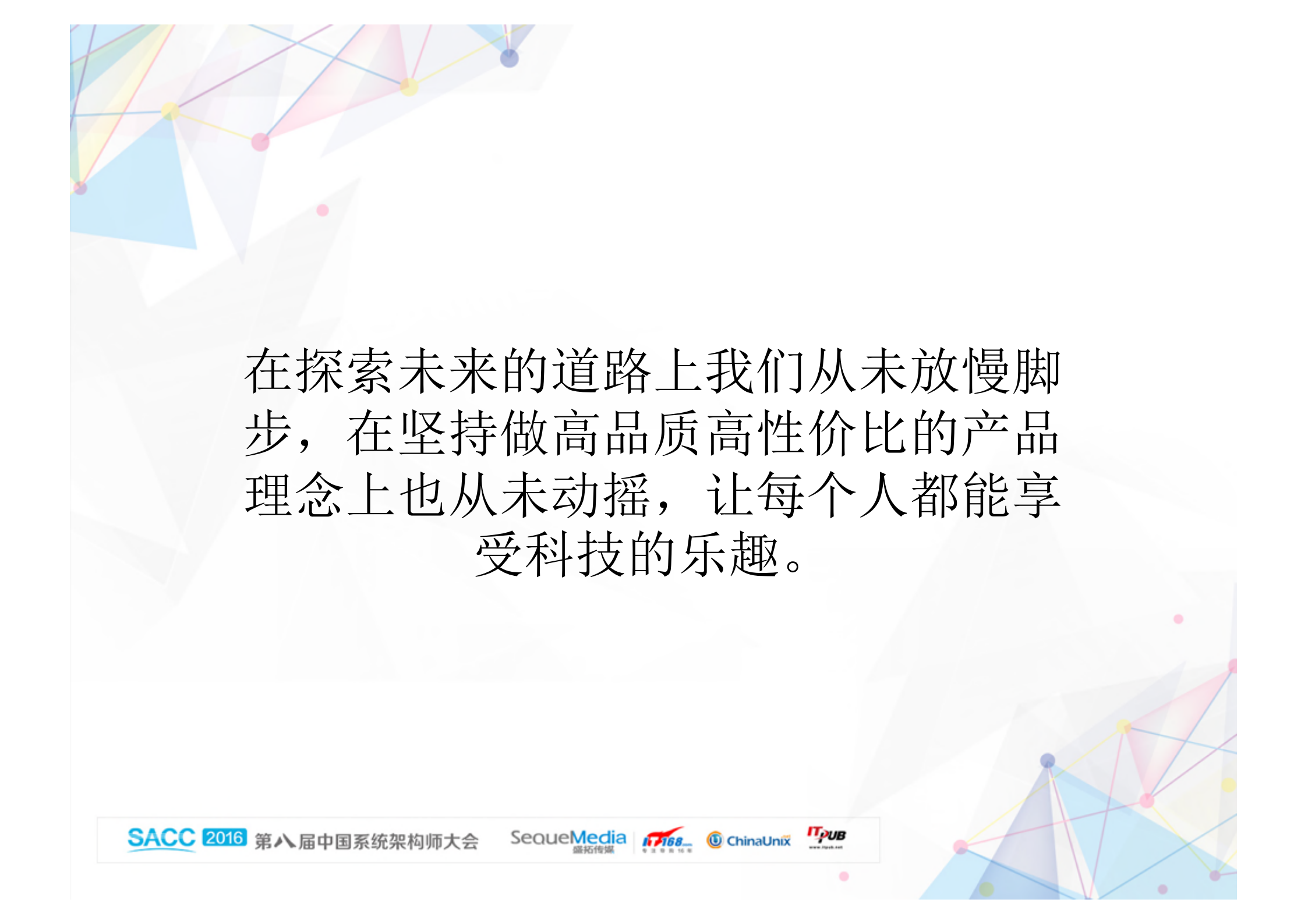
三、VR未来



VR未来是光明的，但是道路也很曲折。

VR未来甚至是无限的(Infinite)。

- 
- 1、内容
 - 2、多种感觉的模拟
 - 3、健康与安全
 - 4、相关硬件的发展



在探索未来的道路上我们从未放慢脚步，在坚持做高品质高性价比的产品理念上也从未动摇，让每个人都能享受科技的乐趣。

THANKS

SequeMedia
盛拓传媒

IT168.com
专注 移动 10 年

ChinaUnix

ITPUB
www.itpub.net