



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105635734 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 01

(21) 申请号 201410609593. 1

HO4N 19/164(2014. 01)

(22) 申请日 2014. 11. 03

(71) 申请人 掌赢信息科技(上海)有限公司
地址 200063 上海市普陀区谈家渡路 28 号
一楼

(72) 发明人 焦华龙 朱华智 邓志国 王磊
陈翔宇

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237
代理人 胡建华

(51) Int. Cl.
HO4N 19/146(2014. 01)
HO4N 19/30(2014. 01)
HO4N 19/196(2014. 01)

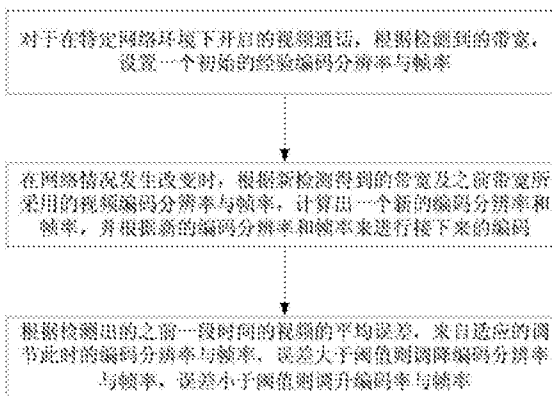
权利要求书6页 说明书30页 附图3页

(54) 发明名称

基于视频通话场景的自适应视频编码方法及装置

(57) 摘要

公开一种基于视频通话场景的自适应视频编码方法,包括:在建立视频通话时,检测当前网络环境下的初始网络带宽,并设置与检测到的网络带宽相匹配的初始编码分辨率和帧率进行视频编码;当检测到网络环境变化时,进一步检测变化后的网络环境下的更新后的网络带宽,根据更新后的网络带宽、更新前的网络带宽以及更新前正在编码的分辨率和帧率来确定更新后的编码分辨率与帧率,根据更新后的编码分辨率与帧率进行随后的视频编码;根据检测出的之前一段时间的视频的平均误差,来自适应的调节此时的编码分辨率与帧率。本发明的自适应视频编码方法,能够在不断变化的网络环境及视频画面内容情况下进行自适应视频编码,并实现较好的视频清晰度与流畅度。



1. 一种基于视频通话场景的自适应视频编码方法,其特征在于,包括:

步骤 101,在建立视频通话时,检测当前网络环境下的初始网络带宽,并设置与检测到的网络带宽相匹配的初始编码分辨率和帧率进行视频编码;

步骤 102,当检测到网络环境变化时,进一步检测变化后的网络环境下的更新后的网络带宽,根据更新后的网络带宽、更新前的网络带宽以及更新前正在编码的分辨率和帧率来确定更新后的编码分辨率与帧率,根据更新后的编码分辨率与帧率进行随后的视频编码;

步骤 103,根据检测出的之前一段时间的視頻的平均误差,来自适应的调节此时的编码分辨率与帧率,其中:

所述之前一段时间的視頻的平均误差是根据在基于当前分辨率与帧率进行编码时,对应的网络带宽得到的一定时间间隔内的量化步长的均值;

所述自适应的调节此时的编码分辨率与帧率是通过误差大于阈值则调降编码分辨率与帧率,误差小于阈值则调升编码率与帧率。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述步骤 101 进一步包括:

步骤 201,根据移动设备的 CPU 能力及所使用的编码器来设定视频通话编码的分类等级层次,其中:所述 CPU 能力包括主频及核数;

步骤 202,在启动视频通话时检测网络带宽与对端画面的宽高比,根据所获得的信息设置适应于编码器的初始编码分辨率与帧率,其中:所获得的信息包括网络带宽和 CPU 能力,并且所述 CPU 能力取各通讯端中能力最小者的值 V_{min} ;

步骤 203,根据得到的推荐分辨率以及对端屏幕的宽高比,裁剪出和对端宽高比接近的分辨率进行编码。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述步骤 201 进一步包括:

将运行苹果 IOS 操作系统的智能终端的 CPU 能力及所使用的经过优化的 H. 264 编码器的分类层次按表一方式进行设置,

将运行谷歌 Android 操作系统的智能终端的 CPU 能力按表一方式映射到对应型号的运行苹果 IOS 操作系统的智能终端的 CPU 能力,

表一

苹果 IOS 操作系统的 CPU 能力	谷歌 Android 操作系统的 CPU 能力	编码分辨率	帧率	像素的运动估计和编码块结构
大于或等于 IPHONE_5S	大于或等于 4 核且主频大于 1.2G	640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	所有分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计和 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
等于 IPHONE_5	大于或等于 4 核且主频小于或等于 1.2G	640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	对于 640x480 分辨率且帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构
				除了 640x480 分辨率且帧率为 15 以外的其它分类层次, 均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
等于 IPHONE_4S	大于或等于 2 核且小于 4 核且主频大于 1.2G	480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	对于 480x320 分辨率且帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构
				除了 480x320 分辨率且帧率为 15 以外的其它分类层次, 均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所

				有编码块结构
小于或等于 IPHONE_4	小于 2 核或主频小于或等于 1.2G	240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	所有分类层次均只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构

4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 202 进一步包括:

按表二方式设置网络带宽及智能终端的 CPU 能力与推荐分辨率与帧率之间的对应关系:

表二

带宽	CPU 能力	编码分辨率	帧率	编码层级
大于或等于 128kbps	大于或等于 IPHONE_4S	320x240	15	8
大于或等于 128kbps	小于 IPHONE_4S	240x160	15	7
大于或等于 64kbps 且小于 128kbps	所有类型的 CPU	240x160	15	7
大于或等于 32kbps 且小于 64kbps	所有类型的 CPU	160x120	5	4
小于 32kbps	所有类型的 CPU	80x60	3	1

5. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 203 进一步包括: 设各项参数如表三所示:

表三

参数	含义
target_aspect	对端画面的宽高比
recomm_width	推荐的分辨率中的宽
recomm_height	推荐的分辨率中的高
new_width	新的编码宽

new_height	新的编码高
=	表示等于的逻辑判断
>	表示大于的逻辑判断
*	表示乘积的数学运算

确定宽高比的方法如下：

如果, $\text{recomm_width} > \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

则, $\text{new_width} = \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

$\text{new_height} = \text{recomm_height}$

否则, $\text{new_width} = \text{recomm_width}$

$\text{new_height} = \text{recomm_width} / \text{target_aspect}$

如果上述计算得到的宽高不是 16 的整数倍, 则裁剪为 16 的倍数。

6. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 102 进一步包括：

步骤 204, 当检测到网络带宽发生改变并超过阈值范围时, 对编码的分辨率以及相关的编码层级进行更新, 以适应新的网络状况。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 204 进一步包括：

按表四对编码层级进行分类

表四

分辨率	帧率	层级
640x480	15	10
480x320	15	9
320x240	15	8
240x160	15	7
160x120	15	6
160x120	9	5
160x120	5	4
160x120	3	3
120x80	3	2
80x60	3	1
80x60	1	0

设各项参数如表五所示：

表五

参数	含义
curr_bitrate	当前的带宽
prev_bitrate	之前的带宽
bitrate_change_level	带宽的变化层级
prev_encoding_level	之前的编码层级
curr_encoding_level	新的编码层级
log	表示取对数的数学运算
=	表示等于的逻辑判断
>	表示大于的逻辑判断
/	表示除以的数学运算
*	表示乘积的数学运算
+	表示求和的数学运算

确定带宽的变化层级的方法如下：

$$\text{bitrate_change_level} = \log(\text{curr_bitrate}/\text{prev_bitrate})/\log(2.0)$$

如果, $\text{bitrate_change_level} > 0$

则, $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 0.8$

否则, $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 2.0$

确定新的编码层级的方法如下：

$$\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} + \text{bitrate_change_level}$$

在得到新的编码层级后, 根据新得到的编码层级所对应的分辨率和帧率来进行编码。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 103 进一步包括：

步骤 205, 在网络状况没有变化, 或者变化较小时, 视频编码的层级仍根据视频画面的情况不断自适应调节：

计算视频编码在当前带宽所编码的分辨率与帧率时前 3 秒的量化值 QP 的平均值, 并进行如下判断：

当平均值小于 24 时, 编码层级 $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} + 1$ ；

当平均值大于 32 时, 编码层级 $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} - 1$ ；

其中, 当计算得到的编码层级 $\text{curr_encoding_level}$ 大于 10 时, 最大设置 $\text{curr_encoding_level}$ 为 10；

当计算得到的编码层级 $\text{curr_encoding_level}$ 小于 0 时, 最小设置 $\text{curr_encoding_level}$

level 为 0。

9. 一种基于视频通话场景的自适应视频编码装置,其特征在于,包括:

检测模块、控制模块和编码模块,其中:

所述检测模块,用于对网络情况及画面情况进行检测;

所述控制模块,用于根据检测模块检测到的网络情况及画面情况对编码分辨率与帧率进行计算;

所述编码模块,根据控制模块计算出的编码分辨率与帧率对视频进行编码;

其中:

对于在特定网络环境下开启的视频通话,所述检测模块检测初始的带宽,所述控制模块根据检测到的网络带宽设置一个初始的经验编码分辨率与帧率,

当所述检测模块检测到网络情况发生改变时,所述控制模块根据所述检测模块新检测得到的带宽及之前带宽所采用的视频编码分辨率与帧率,计算出一个新的编码分辨率和帧率,所述编码模块根据新的编码分辨率和帧率来进行接下来的编码,

所述检测模块检测出的之前一段时间的视频的平均误差,所述控制模块根据该平均误差来自适应的调节此时的编码分辨率与帧率,误差大于阈值则调降编码分辨率与帧率,误差小于阈值则调升编码率与帧率。

10. 根据权利要求 9 所述的装置,其特征在于,包括:

所述控制模块进一步根据移动设备的 CPU 能力及所使用的编码器来设定视频通话编码的分类等级层次;

在启动视频通话时,所述检测模块检测网络带宽与对端画面的宽高比,所述控制模块根据所获得的信息设置适应于编码器的初始编码分辨率与帧率,其中:所获得的信息包括网络带宽和 CPU 能力,并且所述 CPU 能力取各通讯端中能力最小者的值 V_{min} ;

所述控制模块根据得到的推荐分辨率以及对端的终端屏幕的宽高比,裁剪出和对端宽高比接近的分辨率,编码模块根据该分辨率进行编码;

当所述检测模块检测到网络带宽发生改变并超过阈值范围时,所述控制模块对编码的分辨率以及相关的编码层级进行更新,以适应新的网络状况,在网络状况没有变化,或者变化较小时,所述控制模块根据视频画面的情况对视频编码的层级不断自适应调节。

基于视频通话场景的自适应视频编码方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及视频编码技术领域,特别涉及一种基于视频通话场景的自适应视频编码方法及装置。

背景技术

[0002] 随着终端等智能移动通讯设备的普及和无线通讯网络的升级,利用终端进行视频通话也成为了智能移动设备的较常见的应用。

[0003] 无线网络的信号和带宽是随着用户所处的环境的变化而不断变化的,同时用户自身运动状态的变化也会造成无线网络的信号和带宽的相应变化,例如,用户在进行行走时或者坐在颠簸的汽车里与较平静坐在座位上,智能移动设备的视频画面的变化情况也是不同的。

[0004] 帧率 (Frames Per Second) 概念:一帧就是一副静止的画面,连续的帧就形成动画,如电视图象等。视频序列由连续的帧图像组成,帧率是指每秒中包含的图像帧数,也可以理解为图形处理器每秒钟进行刷新的次数,通常用 fps 表示。每一帧都是静止的图象,快速连续地显示帧便形成了运动的假象。帧率越高,每秒的帧图像数 (fps) 越多,可以得到更流畅、更逼真的动画,人眼感觉视频序列越流畅,视觉效果也越好。但是,帧率的提高会大大增加需要传输的视频数据量,从而提高对网络信道带宽的要求,同时也要求用户终端设备具有较强的处理能力和显示能力。

[0005] 码流 (Data Rate) 概念:是指视频文件在单位时间内使用的数据流量,也叫码率,是他是视频编码中画面质量控制中最重要的部分。同样分辨率下,视频文件的码流越大,压缩比就越小,画面质量就越高。

[0006] 视频分辨率概念:是指视频成像产品所成图像的大小或尺寸,在成像的两组数字中,前者为图片长度,后者为图片的宽度,两者相乘得出的是图片的像素。

[0007] 最新的视频压缩编码标准是 ISO/IEC 的 MPEG 组织和 ITU-T 的 VCEG 组织共同开发的,比早期研发的 MPEG 和 H. 263 标准编码性能更好,命名为 AVC,也被称为 ITU-T H. 264 建议和 MPEG-4 的第 10 部分的标准,通常简称 H. 264/AVC 或 H. 264。H. 264 视频压缩编码标准的算法具有很高的编码效率,这是因为 H. 264 标准包括如下技术特点:

[0008] 1、分层设计,视频编码层具有高效的视频内容表示功能,网络提取层将网络中所需的数据进行打包和传送;

[0009] 2、高精度、多模式运动估计,支持 1/4 或 1/8 像素精度的运动矢量,多模式的灵活和细致的划分,大提高了运动估计的精确程度,多帧参考技术;

[0010] 3、帧内预测功能,在空间域进行预测编码算法,以便取得更有效的压缩;

[0011] 4、 4×4 块的整数变换,由于用二变换块的尺寸缩小,运动物体的划分更精确,这样不但变换计算量比较小,而且在运动物体边缘处的衔接误差也大为减小,为了提高码率控制的能力,量化步长的变化的幅度控制在 125% 左右,而不是以不变的增幅变化。为了强调彩色的逼真性,对色度系数采用了较小量化步长;

[0012] 5、统一的 VLC,为快速再同步而经过优化的,可以有效防止误码。

[0013] 视频通话质量的高低取决于在这些网络环境及画面情况不断变化的情景下能否实现自适应地切换。目前,现有技术中的自适应切换方式通常仅单独依靠检测网络带宽的变化来改变相应编码的帧率而实现,而无法根据网络环境和、视频画面的变化情况以及移动状态下的抖动情况等多种因素来改变相应编码的分辨率及帧率。

[0014] 有鉴于此,针对现有技术中存在的不足,本领域亟需一种基于视频通话场景的自适应视频编码方法及装置,能够针对不断变化的网络环境和视频画面内容,进行自适应视频编码,从而实现较好的视频清晰度与流畅度。

发明内容

[0015] 本发明要解决的技术问题是针对不断变化的网络环境和视频画面内容,需要进行自适应视频编码,以实现较好的视频清晰度与流畅度,提出一种基于视频通话场景的自适应视频编码方法及装置。

[0016] 为了解决上述技术问题,本发明公开了一种基于视频通话场景的自适应视频编码方法,包括:

[0017] 步骤 101,在建立视频通话时,检测当前网络环境下的初始网络带宽,并设置与检测到的网络带宽相匹配的初始编码分辨率和帧率进行视频编码;

[0018] 步骤 102,当检测到网络环境变化时,进一步检测变化后的网络环境下的更新后的网络带宽,根据更新后的网络带宽、更新前的网络带宽以及更新前正在编码的分辨率和帧率来确定更新后的编码分辨率与帧率,根据更新后的编码分辨率与帧率进行随后的视频编码;

[0019] 步骤 103,根据检测出的之前一段时间的視頻的平均误差,来自适应的调节此时的编码分辨率与帧率,其中:

[0020] 所述之前一段时间的視頻的平均误差是根据在基于当前分辨率与帧率进行编码时,对应的网络带宽得到的一定时间间隔内的量化步长的均值;

[0021] 所述自适应的调节此时的编码分辨率与帧率是通过误差大于阈值则调降编码分辨率与帧率,误差小于阈值则调升编码率与帧率。

[0022] 优选地,一定时间间隔内一般为 3-6 秒。

[0023] 进一步地,所述步骤 101 包括:

[0024] 步骤 201,根据移动设备的 CPU 能力 CPU_capacity 及所使用的编码器来设定视频通话编码的分类等级层次,其中:所述 CPU_capacity 包括主频及核数;

[0025] 步骤 202,在启动视频通话时检测网络带宽与对端画面的宽高比,根据所获得的信息设置适应于编码器的初始编码分辨率与帧率,其中:所获得的信息包括网络带宽和 CPU 能力,并且所述 CPU 能力取各通讯端中能力最小者的值 Vmin;

[0026] 步骤 203,根据得到的推荐分辨率以及对端屏幕的宽高比,裁剪出和对端宽高比接近的分辨率进行编码。

[0027] 进一步地,所述步骤 201 包括:

[0028] 将运行苹果 IOS 操作系统的智能终端的 CPU 能力及所使用的经过优化的 H.264 编码器的分类层次按表一方式进行设置,

[0029] 将运行谷歌 Android 操作系统的智能终端的 CPU 能力按表一方式映射到对应型号的运行苹果 IOS 操作系统的智能终端的 CPU 能力，

[0030] 表一

[0031]

苹果 IOS 操作系 统的 CPU 能力	谷歌 Android 操作 系统的 CPU 能力	编码分 辨率	帧率	像素的运动估计和编码块结构
-------------------------	-----------------------------	-----------	----	---------------

[0032]

大于或等于 IPHONE_5S	大于或等于 4 核 且主频大于 1.2G	640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	所有分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计和 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
等于 IPHONE_5	大于或等于 4 核 且主频小于或等于 1.2G	640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	对于 640x480 分辨率且帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构 除了 640x480 分辨率且帧率为 15 以外的其它分类层次, 均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
等于 IPHONE_4S	大于或等于 2 核 且小于 4 核且主 频大于 1.2G	480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	对于 480x320 分辨率且帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构 除了 480x320 分辨率且帧率为 15 以外的其它分类层次, 均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
小于或等于 IPHONE_4	小于 2 核或主频 小于或等于 1.2G	240x160, 160x120, 120x80,	15, 9, 5,	所有分类层次均只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及

[0033]

		80x60	3, 1	8x4、4x8 与 4x4 编码块结构
--	--	-------	---------	---------------------

[0034] 进一步地,所述步骤 202 包括:

[0035] 按表二方式设置网络带宽及智能终端的 CPU 能力与推荐分辨率与帧率之间的对应关系:

[0036] 表二

[0037]

带宽	CPU 能力	编码分辨率	帧率	编码层级
大于或等于 128kbps	大于或等于 IPHONE 4S	320x240	15	8
大于或等于 128kbps	小于 IPHONE 4S	240x160	15	7
大于或等于 64kbps 且小于 128kbps	所有类型的 CPU	240x160	15	7
大于或等于 32kbps 且小于 64kbps	所有类型的 CPU	160x120	5	4
小于 32kbps	所有类型的 CPU	80x60	3	1

[0038] 进一步地,所述步骤 203 包括:

[0039] 设各项参数如表三所示:

[0040] 表三

[0041]

参数	含义
target_aspect	对端画面的宽高比
recomm_width	推荐的分辨率中的宽
recomm_height	推荐的分辨率中的高
new_width	新的编码宽
new_height	新的编码高
=	表示等于的逻辑判断
>	表示大于的逻辑判断
*	表示乘积的数学运算

[0042] 确定宽高比的方法如下：

[0043] 如果, $\text{recomm_width} > \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

[0044] 则, $\text{new_width} = \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

[0045] $\text{new_height} = \text{recomm_height}$

[0046] 否则, $\text{new_width} = \text{recomm_width}$

[0047] $\text{new_height} = \text{recomm_width} / \text{target_aspect}$

[0048] 如果上述计算得到的宽高不是 16 的整数倍, 则裁剪为 16 的倍数。

[0049] 进一步地, 所述步骤 102 包括：

[0050] 步骤 204, 当检测到网络带宽发生改变并超过阈值范围时, 对编码的分辨率以及相关的编码层级进行更新, 以适应新的网络状况。

[0051] 进一步地, 所述步骤 204 包括：

[0052] 按表四对编码层级进行分类

[0053] 表四

[0054]

分辨率	帧率	层级
640x480	15	10
480x320	15	9
320x240	15	8
240x160	15	7
160x120	15	6
160x120	9	5
160x120	5	4
160x120	3	3
120x80	3	2
80x60	3	1
80x60	1	0

[0055] 设各项参数如表五所示：

[0056] 表五

[0057]

参数	含义

curr_bitrate	当前的带宽
prev_bitrate	之前的带宽
bitrate_change_level	带宽的变化层级
prev_encoding_level	之前的编码层级
curr_encoding_level	新的编码层级
log	表示取对数的数学运算
=	表示等于的逻辑判断
>	表示大于的逻辑判断
/	表示除以的数学运算
*	表示乘积的数学运算
+	表示求和的数学运算

[0058]

[0059] 确定带宽的变化层级的方法如下：

[0060] $\text{bitrate_change_level} = \log(\text{curr_bitrate}/\text{prev_bitrate})/\log(2.0)$

[0061] 如果, $\text{bitrate_change_level} > 0$

[0062] 则, $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 0.8$

[0063] 否则, $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 2.0$

[0064] 确定新的编码层级的方法如下：

[0065] $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} + \text{bitrate_change_level}$

[0066] 在得到新的编码层级后, 根据新得到的编码层级所对应的分辨率和帧率来进行编码。

[0067] 进一步地, 所述步骤 103 包括：

[0068] 步骤 205, 在网络状况没有变化, 或者变化较小时, 视频编码的层级仍根据视频画面的情况不断自适应调节：

[0069] 计算视频编码在当前带宽所编码的分辨率与帧率时前 3 秒的量化值 QP 的平均值, 并进行如下判断：

[0070] 当平均值小于 24 时, 编码层级 $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} + 1$ ；

[0071] 当平均值大于 32 时, 编码层级 $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} - 1$ ；

[0072] 其中, 当计算得到的编码层级 $\text{curr_encoding_level}$ 大于 10 时, 设置 $\text{curr_encoding_level}$ 为 10；

[0073] 当计算得到的编码层级 curr_encoding_level 小于 0 时, 最小设置 curr_encoding_level 为 0。

[0074] 优选地, 网络状况变化较小一般是指网络带宽相对于当前值的变化在 10% 以下。

[0075] 为了解决上述技术问题, 本发明还公开了一种基于视频通话场景的自适应视频编码装置, 包括:

[0076] 检测模块、控制模块和编码模块, 其中:

[0077] 所述检测模块, 用于对网络情况及画面情况进行检测;

[0078] 所述控制模块, 用于根据检测模块检测到的网络情况及画面情况对编码分辨率与帧率进行计算;

[0079] 所述编码模块, 根据控制模块计算出的编码分辨率与帧率对视频进行编码;

[0080] 其中:

[0081] 对于在特定网络环境下开启的视频通话, 所述检测模块检测初始的带宽, 所述控制模块根据检测到的网络带宽设置一个初始的经验编码分辨率与帧率,

[0082] 当所述检测模块检测到网络情况发生改变时, 所述控制模块根据所述检测模块新检测得到的带宽及之前带宽所采用的视频编码分辨率与帧率, 计算出一个新的编码分辨率和帧率, 所述编码模块根据新的编码分辨率和帧率来进行接下来的编码,

[0083] 所述检测模块检测出的之前一段时间的视频的平均误差, 所述控制模块根据该平均误差来自适应的调节此时的编码分辨率与帧率, 误差大于阈值则调降编码分辨率与帧率, 误差小于阈值则调升编码率与帧率。

[0084] 进一步地, 所述控制模块进一步根据移动设备的 CPU 能力及所使用的编码器来设定视频通话编码的分类等级层次; 在启动视频通话时, 所述检测模块检测网络带宽与对端画面的宽高比, 所述控制模块根据所获得的信息设置适应于编码器的初始编码分辨率与帧率, 其中: 所获得的信息包括网络带宽和 CPU 能力, 并且所述 CPU 能力取各通讯端中能力最小者的值 V_{min} ; 所述控制模块根据得到的推荐分辨率以及对端的终端屏幕的宽高比, 裁剪出和对端宽高比接近的分辨率, 编码模块根据该分辨率进行编码; 当所述检测模块检测到网络带宽发生改变并超过阈值范围时, 所述控制模块对编码的分辨率以及相关的编码层级进行更新, 以适应新的网络状况, 在网络状况没有变化, 或者变化较小时, 所述控制模块根据视频画面的情况对视频编码的层级不断自适应调节。

[0085] 进一步地, 所述控制模块包括: 如表一所示的配置参数, 并根据表一的配置参数进行如下操作:

[0086] 将运行苹果 IOS 操作系统的智能终端的 CPU 能力及所使用的经过优化的 H. 264 编码器的分类层次按表一方式进行设置,

[0087] 将运行谷歌 Android 操作系统的智能终端的 CPU 能力按表一方式映射到对应型号的运行苹果 IOS 操作系统的智能终端的 CPU 能力,

[0088] 表一

[0089]

苹果 IOS 操作系统的 CPU 能力	谷歌 Android 操作系统的 CPU 能力	编码分辨率	帧率	像素的运动估计和编码块结构
大于或等于 IPHONE_5S	大于或等于 4 核且主频大于 1.2G	640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	所有分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计和 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
等于 IPHONE_5	大于或等于 4 核且主频小于或等于 1.2G	640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	对于 640x480 分辨率且帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构 除了 640x480 分辨率且帧率为 15 以外的其它分类层次, 均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
等于 IPHONE_4S	大于或等于 2 核且小于 4 核且主频大于 1.2G	480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	对于 480x320 分辨率且帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构 除了 480x320 分辨率且帧率为 15 以外的其它分类层次, 均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
小于或等于	小于 2 核或主频	240x160,	15,	所有分类层次均只开启 1/2 像素的

[0090]

IPHONE 4	小于或等于 1.2G	160x120,	9,	运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构
		120x80,	5,	
		80x60	3,	
			1	

[0091] 进一步地,所述控制模块包括:如表二所示的配置参数,并根据表二的配置参数进行如下操作:

[0092] 按表二方式设置网络带宽及智能终端的 CPU 能力与推荐分辨率与帧率之间的对应关系:

[0093] 表二

[0094]

带宽	CPU 能力	编码分辨率	帧率	编码层级
大于或等于 128kbps	大于或等于 IPHONE 4S	320x240	15	8
大于或等于 128kbps	小于 IPHONE 4S	240x160	15	7
大于或等于 64kbps 且小于 128kbps	所有类型的 CPU	240x160	15	7
大于或等于 32kbps 且小于 64kbps	所有类型的 CPU	160x120	5	4
小于 32kbps	所有类型的 CPU	80x60	3	1

[0095] 进一步地,所述编码模块包括:如表三所示的配置参数,并根据表三的配置参数进行如下操作:

[0096] 设各项参数如表三所示:

[0097] 表三

[0098]

参数	含义
target_aspect	对端画面的宽高比
recomm_width	推荐的分辨率中的宽
recomm_height	推荐的分辨率中的高
new_width	新的编码宽
new_height	新的编码高

=	表示等于的逻辑判断
>	表示大于的逻辑判断
*	表示乘积的数学运算

[0099]

[0100] 确定宽高比的操作如下：

[0101] 如果, $\text{recomm_width} > \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

[0102] 则, $\text{new_width} = \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

[0103] $\text{new_height} = \text{recomm_height}$

[0104] 否则, $\text{new_width} = \text{recomm_width}$

[0105] $\text{new_height} = \text{recomm_width} / \text{target_aspect}$

[0106] 如果上述计算得到的宽高不是 16 的整数倍, 则裁剪为 16 的倍数。

[0107] 进一步地, 所述控制模块进一步用于：

[0108] 当检测到网络带宽发生改变并超过阈值范围时, 对编码的分辨率以及相关的编码层级进行更新, 以适应新的网络状况。

[0109] 进一步地, 所述编码模块包括：如表四、表五所示的配置参数, 并根据表四、表五的配置参数进行如下操作：

[0110] 按表四对编码层级进行分类

[0111] 表四

[0112]

分辨率	帧率	层级
640x480	15	10
480x320	15	9
320x240	15	8
240x160	15	7
160x120	15	6
160x120	9	5
160x120	5	4
160x120	3	3
120x80	3	2
80x60	3	1

80x60	1	0
-------	---	---

[0113] 设各项参数如表五所示：

[0114] 表五

[0115]

参数	含义
curr_bitrate	当前的带宽
prev_bitrate	之前的带宽
bitrate_change_level	带宽的变化层级
prev_encoding_level	之前的编码层级
curr_encoding_level	新的编码层级
log	表示取对数的数学运算
=	表示等于的逻辑判断
>	表示大于的逻辑判断
/	表示除以的数学运算
*	表示乘积的数学运算
+	表示求和的数学运算

[0116]

[0117] 确定带宽的变化层级的操作如下：

[0118] $\text{bitrate_change_level} = \log(\text{curr_bitrate}/\text{prev_bitrate})/\log(2.0)$

[0119] 如果, $\text{bitrate_change_level} > 0$

[0120] 则, $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 0.8$

[0121] 否则, $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 2.0$

[0122] 确定新的编码层级的操作如下：

[0123] $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} + \text{bitrate_change_level}$

[0124] 在得到新的编码层级后,根据新得到的编码层级所对应的分辨率和帧率来进行编码。

[0125] 进一步地,所述控制模块进一步用于：

[0126] 在网络状况没有变化,或者变化较小时,视频编码的层级仍根据视频画面的情况不断自适应调节：

[0127] 计算视频编码在当前带宽所编码的分辨率与帧率时前3秒的量化值QP的平均值,并进行如下判断：

[0128] 当平均值小于 24 时, 编码层级 $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} + 1$;

[0129] 当平均值大于 32 时, 编码层级 $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} - 1$;

[0130] 其中, 当计算得到的编码层级 $\text{curr_encoding_level}$ 大于 10 时, 最大设置 $\text{curr_encoding_level}$ 为 10;

[0131] 当计算得到的编码层级 $\text{curr_encoding_level}$ 小于 0 时, 最小设置 $\text{curr_encoding_level}$ 为 0。

[0132] 本发明提供的基于视频通话场景的自适应视频编码方法及装置, 能够在不断变化的网络环境及视频画面内容情况下进行自适应视频编码, 并实现较好的视频清晰度与流畅度。

[0133] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出, 这些将从下面的描述中变得明显, 或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0134] 图 1 示出本发明的基于视频通话场景的自适应视频编码方法的流程示意图;

[0135] 图 2 示出本发明的基于视频通话场景的自适应视频编码方法的详细流程示意图;

[0136] 图 3 示出本发明的基于视频通话场景的自适应视频编码装置的模块示意图。

具体实施方式

[0137] 下面详细描述本发明的实施方式, 所述实施方式的示例在附图中示出, 其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的, 仅用于解释本发明, 而不能解释为对本发明的限制。

[0138] 本技术领域技术人员可以理解, 除非特意声明, 这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是, 本发明的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和 / 或组件, 但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和 / 或它们的组。应该理解, 当我们称元件被“连接”或“耦接”到另一元件时, 它可以直接连接或耦接到其他元件, 或者也可以存在中间元件。此外, 这里使用的“连接”或“耦接”可以包括无线连接或耦接。这里使用的措辞“和 / 或”包括一个或更多个相关联的列出项的任一单元和全部组合。

[0139] 本技术领域技术人员可以理解, 除非另外定义, 这里使用的所有术语 (包括技术术语和科学术语) 具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是, 诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义, 并且除非像这里一样定义, 不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0140] 图 1 示出本发明的一种基于 IPv6 的 IPSec 安全联盟硬件查找装置的总体结构示意图。如图 1 所示, 本发明公开了一种基于视频通话场景的自适应视频编码方法, 包括: 步骤 101, 在建立视频通话时, 检测当前网络环境下的初始网络带宽, 并设置与检测到的网络带宽相匹配的初始编码分辨率和帧率进行视频编码; 步骤 102, 当检测到网络环境变化时, 进一步检测变化后的网络环境下的更新后的网络带宽, 根据更新后的网络带宽、更新前的

网络带宽以及更新前正在编码的分辨率和帧率来确定更新后的编码分辨率与帧率,接着根据更新后的编码分辨率与帧率进行随后的视频编码;步骤 103,根据检测出的之前一段时间的视频的平均误差,来自适应的调节此时的编码分辨率与帧率。其中,所述之前一段时间的视频的平均误差是根据在基于当前分辨率与帧率进行编码时,对应的网络带宽得到的一定时间间隔内的量化步长的均值。其中,所述自适应的调节此时的编码分辨率与帧率是通过误差大于阈值则调降编码分辨率与帧率,误差小于阈值则调升编码率与帧率。作为一种实施方式,网络带宽的检测是通过最近一次视频的一个“关键帧”从开始接收数据到完成接收数据需要的时间及接收的数据大小计算得到的。其中,所述之前一段时间是根据不同需求来定的,当需要较快适应网络变化时,可以设置较短的时间,但是画面质量变化会非常剧烈,不稳定;当认为画面稳定较为重要时,需要稍长一定的时间;一般设为 3-6 秒间隔。其中,所述视频的平均误差是根据在基于当前分辨率与帧率编码时,对应的网络带宽得到的一定时间间隔内的“量化步长”的均值。其中,所述阈值是根据对画质的可接受度设置的一个经验值。“量化步长”是指在视频压缩时,为实现目标压缩码率来对视频的数据来进行控制的一个数值;一般地,该数值越大,视频压缩的越严重,同原始视频误差越大。

[0141] 进一步地,所述步骤 101 包括:步骤 201,根据移动设备的 CPU 能力 CPU_capacity 及所使用的编码器来设定视频通话编码的分类等级层次,其中:所述 CPU_capacity 包括主频及核数;步骤 202,在启动视频通话时检测网络带宽与对端画面的宽高比,根据所获得的信息设置适应于编码器的初始编码分辨率与帧率,其中:所获得的信息包括网络带宽和 CPU 能力,并且所述 CPU 能力取各通讯端中能力最小者的值 Vmin;步骤 203,根据得到的推荐分辨率以及对端屏幕的宽高比,裁剪出和对端宽高比接近的分辨率进行编码。

[0142] 作为一种实施方式,所述根据移动设备的 CPU 能力 CPU_capacity 及所使用的编码器来设定视频通话编码的分类等级层次(步骤 201),可以包括:将运行苹果 IOS 操作系统的智能终端的 CPU 能力及所使用的经过优化的 H.264 编码器的分类层次按表一方式进行设置。

[0143] 表一

[0144]

苹果 IOS 操作系统的 CPU 能力	谷歌 Android 操作系统的 CPU 能力	编码分辨率	帧率	像素的运动估计和编码块结构
大于或等于 IPHONE_5S	大于或等于 4 核且主频大于 1.2G	640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	所有分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计和 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
等于 IPHONE_5	大于或等于 4 核且主频小于或等于 1.2G	640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	对于 640x480 分辨率且帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构 除了 640x480 分辨率且帧率为 15 以外的其它分类层次, 均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
等于 IPHONE_4S	大于或等于 2 核且小于 4 核且主频大于 1.2G	480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80,	15, 9, 5, 3, 1	对于 480x320 分辨率且帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构

[0145]

		80x60		除了 480x320 分辨率且帧率为 15 以外的其它分类层次, 均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构
小于或等于 IPHONE_4	小于 2 核或主频 小于或等于 1.2G	240x160, 160x120, 120x80, 80x60	15, 9, 5, 3, 1	所有分类层次均只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4、4x8 与 4x4 编码块结构

[0146] 作为另一种实施方式, 将运行谷歌 Android 操作系统的智能终端的 CPU 能力按表一方式映射到对应型号的运行苹果 IOS 操作系统的智能终端的 CPU 能力。

[0147] 步骤 201, 根据移动设备的 CPU 能力 (主频及核数) 及所使用的编码器来设定视频通话编码的分类等级层次;

[0148] 例如, 对于苹果 IOS 系统的不同型号终端的 CPU 能力及所使用的经过优化的 H. 264 编码器, 分类层次如下:

[0149] CPU_Capacity >= IPHONE_5S

[0150] 分辨率分类层次 : 640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60

[0151] 帧率分类层次 : 15, 9, 5, 3, 1

[0152] 所有分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构。

[0153] CPU_Capacity == IPHONE_5

[0154] 分辨率分类层次 : 640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60

[0155] 帧率分类层次 : 15, 9, 5, 3, 1

[0156] 对于 640x480 分辨率, 帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 1/4 像素及 8x4, 4x8 与 4x4 编码块结构不开启;

[0157] 其它分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构。

[0158] CPU_Capacity == IPHONE_4S

[0159] 分辨率分类层次 : 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60

[0160] 帧率分类层次 : 15, 9, 5, 3, 1

[0161] 对于 480x320 分辨率, 帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 1/4 像素及 8x4, 4x8 与 4x4 编码块结构不开启;

[0162] 其它分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构。

[0163] CPU_Capacity <= IPHONE_4

[0164] 分辨率分类层次 : 240x160, 160x120, 120x80, 80x60

[0165] 帧率分类层次 :15,9,5,3,1

[0166] 所有分类层次均只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构,1/4 像素及 8x4,4x8 与 4x4 编码块结构不开启。

[0167] 对于每一个运行谷歌安卓系统的不同型号终端,根据获取的 CPU 主频及核数映射到相应的 IOS 系统的对应型号,映射关系如下 :

[0168] 安卓 CPU > = 4 核且主频 >1.2G 《————》 IPHONE_5S

[0169] 安卓 CPU > = 4 核且主频 < = 1.2G 《————》 IPHONE_5

[0170] 安卓 CPU > = 2 核 , <4 核且主频 >1.2G 《————》 IPHONE_4S

[0171] 安卓 CPU <2 核或主频 < = 1.2G 《————》 IPHONE_4

[0172] 步骤 202,在启动视频通话时检测网络带宽与对端画面的宽高比,根据所获得的信息设置适应于编码器的初始编码分辨率与帧率,其中,所获得的信息包括网络带宽和 CPU 能力,并且所述 CPU 能力取各通讯端中能力最小者的值 Vmin。

[0173] 进一步地,所述根据所获得的信息设置适应于编码器的初始编码分辨率与帧率(步骤 202),可以包括:按表二方式设置网络带宽及智能终端的 CPU 能力与推荐分辨率与帧率之间的对应关系。

[0174] 表二

[0175]

带宽	CPU 能力	编码分辨率	帧率	编码层级
大于或等于 128kbps	大于或等于 IPHONE_4S	320x240	15	8
大于或等于 128kbps	小于 IPHONE_4S	240x160	15	7
大于或等于 64kbps 且小于 128kbps	所有类型的 CPU	240x160	15	7
大于或等于 32kbps 且小于 64kbps	所有类型的 CPU	160x120	5	4
小于 32kbps	所有类型的 CPU	80x60	3	1

[0176] 例如,网络带宽及终端 CPU 能力与推荐分辨率与帧率之间的对应关系为:

[0177] 带宽 > = 128kbps, CPU_Capacity > = IPHONE_4S, 编码分辨率为 320x240, 帧率为 15, 编码层级为 8;

[0178] 带宽 > = 128kbps, CPU_Capacity < IPHONE_4S, 编码分辨率为 240x160, 帧率为 15, 编码层级为 7;

[0179] 128kbps > 带宽 > = 64kbps, 对所有终端, 编码分辨率为 240x160, 帧率为 15, 编码层级为 7;

[0180] 64kbps > 带宽 > = 32kbps, 对所有终端, 编码分辨率为 160x120, 帧率为 5, 编码层级为 4;

[0181] 带宽 < 32kbps, 对所有终端, 编码分辨率为 80x60, 帧率为 3, 编码层级为 1。

[0182] 进一步地,所述根据得到的推荐分辨率以及对端屏幕的宽高比,裁剪出和对端宽高比接近的分辨率进行编码(步骤 203),可以包括:

[0183] 设各项参数如表三所示：

[0184] 表三

[0185]

参数	含义
target_aspect	对端画面的宽高比
recomm_width	推荐的分辨率中的宽
recomm_height	推荐的分辨率中的高
new_width	新的编码宽
new_height	新的编码高
=	表示等于的逻辑判断
>	表示大于的逻辑判断
*	表示乘积的数学运算

[0186] 确定宽高比的方法如下：

[0187] 如果, $\text{recomm_width} > \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

[0188] 则, $\text{new_width} = \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

[0189] $\text{new_height} = \text{recomm_height}$

[0190] 否则, $\text{new_width} = \text{recomm_width}$

[0191] $\text{new_height} = \text{recomm_width} / \text{target_aspect}$

[0192] 如果上述计算得到的宽高不是 16 的整数倍, 则裁剪为 16 的倍数。

[0193] 进一步地, 所述根据更新后的编码分辨率与帧率进行随后的视频编码 (步骤 102), 还可以包括: 步骤 204, 当检测到网络带宽发生改变并超过阈值范围时, 对编码的分辨率以及相关的编码层级进行更新, 以适应新的网络状况。

[0194] 作为一种实施方式, 所述步骤 204 包括:

[0195] 按表四对编码层级进行分类

[0196] 表四

[0197]

分辨率	帧率	层级
640x480	15	10
480x320	15	9
320x240	15	8

240x160	15	7
160x120	15	6
160x120	9	5
160x120	5	4
160x120	3	3
120x80	3	2
80x60	3	1
80x60	1	0

[0198] 设各项参数如表五所示：

[0199] 表五

[0200]

参数	含义
curr_bitrate	当前的带宽
prev_bitrate	之前的带宽
bitrate_change_level	带宽的变化层级
prev_encoding_level	之前的编码层级
curr_encoding_level	新的编码层级
log	表示取对数的数学运算
=	表示等于的逻辑判断
>	表示大于的逻辑判断
/	表示除以的数学运算
*	表示乘积的数学运算
+	表示求和的数学运算

[0201] 确定带宽的变化层级的方法如下：

[0202] $\text{bitrate_change_level} = \log(\text{curr_bitrate}/\text{prev_bitrate})/\log(2.0)$

[0203] 如果, $\text{bitrate_change_level} > 0$

[0204] 则, $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 0.8$

[0205] 否则, $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 2.0$

[0206] 确定新的编码层级的方法如下:

[0207] $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} + \text{bitrate_change_level}$

[0208] 在得到新的编码层级后,根据新得到的编码层级所对应的分辨率和帧率来进行编码。

[0209] 进一步地,所述根据检测出的之前一段时间的視頻的平均误差,来自适应的调节此时的编码分辨率与帧率(步骤103),可以包括:步骤205,在网络状况没有变化,或者变化较小时,视频编码的层级仍根据视频画面的情况不断自适应调节:

[0210] 计算视频编码在当前带宽所编码的分辨率与帧率时前3秒的量化值QP的平均值,并进行如下判断:

[0211] 当平均值小于24时,编码层级 $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} + 1$;

[0212] 当平均值大于32时,编码层级 $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} - 1$;

[0213] 其中,当计算得到的编码层级 $\text{curr_encoding_level}$ 大于10时,设置 $\text{curr_encoding_level}$ 为10;

[0214] 当计算得到的编码层级 $\text{curr_encoding_level}$ 小于0时,最小设置 $\text{curr_encoding_level}$ 为0。

[0215] 优选地,网络状况变化较小一般是指网络带宽相对于当前值的变化在10%以下。例如,用户可以自定义网络状况变化的区间范围。又例如,系统可以根据网络状况按照自定义方式设置网络状况变化的区间范围。

[0216] 本发明公开的基于视频通话场景的自适应视频编码方法能够在不断变化的网络环境及视频画面内容情况下进行视频编码并实现较好的视频清晰度与流畅度。

[0217] 为了解决上述技术问题,本发明还公开了一种基于视频通话场景的自适应视频编码装置,包括:

[0218] 检测模块、控制模块和编码模块,其中:

[0219] 所述检测模块,用于对网络情况及画面情况进行检测;

[0220] 所述控制模块,用于根据检测模块检测到的网络情况及画面情况对编码分辨率与帧率进行计算;

[0221] 所述编码模块,根据控制模块计算出的编码分辨率与帧率对视频进行编码;

[0222] 其中:

[0223] 对于在特定网络环境下开启的视频通话,所述检测模块检测初始的带宽,所述控制模块根据检测到的网络带宽设置一个初始的经验编码分辨率与帧率,

[0224] 当所述检测模块检测到网络情况发生改变时,所述控制模块根据所述检测模块新检测得到的带宽及之前带宽所采用的视频编码分辨率与帧率,计算出一个新的编码分辨率和帧率,所述编码模块根据新的编码分辨率和帧率来进行接下来的编码,

[0225] 所述检测模块检测出的之前一段时间的視頻的平均误差,所述控制模块根据该平均误差来自适应的调节此时的编码分辨率与帧率,误差大于阈值则调降编码分辨率与帧率,误差小于阈值则调升编码率与帧率。

[0226] 进一步地,所述控制模块进一步根据移动设备的 CPU 能力及所使用的编码器来设定视频通话编码的分类等级层次;在启动视频通话时,所述检测模块检测网络带宽与对端画面的宽高比,所述控制模块根据所获得的信息设置适应于编码器的初始编码分辨率与帧率,其中:所获得的信息包括网络带宽和 CPU 能力,并且所述 CPU 能力取各通讯端中能力最小者的值 V_{min} ;所述控制模块根据得到的推荐分辨率以及对端的终端屏幕的宽高比,裁剪出和对端宽高比接近的分辨率,编码模块根据该分辨率进行编码;当所述检测模块检测到网络带宽发生改变并超过阈值范围时,所述控制模块对编码的分辨率以及相关的编码层级进行更新,以适应新的网络状况,在网络状况没有变化,或者变化较小时,所述控制模块根据视频画面的情况对视频编码的层级不断自适应调节。

[0227] 进一步地,所述控制模块包括:如表一所示的配置参数,并根据表一的配置参数进行如下操作:

[0228] 将运行苹果 IOS 操作系统的智能终端的 CPU 能力及所使用的经过优化的 H.264 编码器的分类层次按表一方式进行设置,

[0229] 将运行谷歌 Android 操作系统的智能终端的 CPU 能力按表一方式映射到对应型号的运行苹果 IOS 操作系统的智能终端的 CPU 能力,

[0230] 表一

[0231]

苹果 IOS 操作系统的 CPU 能力	谷歌 Android 操作系统的 CPU 能力	编码分辨率	帧率	像素的运动估计和编码块结构
---------------------	-------------------------	-------	----	---------------

[0232]

<p>大于或等于 IPHONE_5S</p>	<p>大于或等于 4 核 且主频大于 1.2G</p>	<p>640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60</p>	<p>15, 9, 5, 3, 1</p>	<p>所有分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计和 16x16 到 4x4 的所有编码块结构</p>
<p>等于 IPHONE_5</p>	<p>大于或等于 4 核 且主频小于或等于 1.2G</p>	<p>640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60</p>	<p>15, 9, 5, 3, 1</p>	<p>对于 640x480 分辨率且帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4, 4x8 与 4x4 编码块结构</p> <p>除了 640x480 分辨率且帧率为 15 以外的其它分类层次, 均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构</p>
<p>等于 IPHONE_4S</p>	<p>大于或等于 2 核 且小于 4 核且主 频大于 1.2G</p>	<p>480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60</p>	<p>15, 9, 5, 3, 1</p>	<p>对于 480x320 分辨率且帧率为 15 时, 只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及 8x4, 4x8 与 4x4 编码块结构</p> <p>除了 480x320 分辨率且帧率为 15 以外的其它分类层次, 均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构</p>
<p>小于或等于 IPHONE_4</p>	<p>小于 2 核或主频 小于或等于 1.2G</p>	<p>240x160, 160x120, 120x80,</p>	<p>15, 9, 5,</p>	<p>所有分类层次均只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构, 而不开启 1/4 像素的运动估计及</p>

[0233]

		80x60	3, 1	8x4、4x8 与 4x4 编码块结构
--	--	-------	---------	---------------------

[0234] 。作为一种实施方式,控制模块根据移动设备的 CPU 能力及所使用的编码器来设定视频通话编码的分类等级层次;

[0235] 例如,对于苹果 IOS 系统的不同型号终端的 CPU 能力及所使用的经过优化的 H. 264 编码器,分类层次如下:

[0236] CPU_Capacity >= IPHONE_5S

[0237] 分辨率分类层次 :640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60

[0238] 帧率分类层次 :15, 9, 5, 3, 1

[0239] 所有分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构。

[0240] CPU_Capacity == IPHONE_5

[0241] 分辨率分类层次 :640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60

[0242] 帧率分类层次 :15, 9, 5, 3, 1

[0243] 对于 640x480 分辨率,帧率为 15 时,只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构,1/4 像素及 8x4, 4x8 与 4x4 编码块结构不开启;

[0244] 其它分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构。

[0245] CPU_Capacity == IPHONE_4S

[0246] 分辨率分类层次 :480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60

[0247] 帧率分类层次 :15, 9, 5, 3, 1

[0248] 对于 480x320 分辨率,帧率为 15 时,只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构,1/4 像素及 8x4, 4x8 与 4x4 编码块结构不开启;

[0249] 其它分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构。

[0250] CPU_Capacity <= IPHONE_4

[0251] 分辨率分类层次 :240x160, 160x120, 120x80, 80x60

[0252] 帧率分类层次 :15, 9, 5, 3, 1

[0253] 所有分类层次均只开启 1/2 像素的运动估计及 16x16 到 8x8 的编码块结构,1/4 像素及 8x4, 4x8 与 4x4 编码块结构不开启。

[0254] 对于每一个运行谷歌安卓系统的不同型号终端,根据获取的 CPU 主频及核数映射到相应的 IOS 系统的对应型号,映射关系如下:

[0255] 安卓 CPU >= 4 核且主频 > 1.2G 《————》 IPHONE_5S

[0256] 安卓 CPU >= 4 核且主频 <= 1.2G 《————》 IPHONE_5

[0257] 安卓 CPU >= 2 核, < 4 核且主频 > 1.2G 《————》 IPHONE_4S

[0258] 安卓 CPU < 2 核或主频 <= 1.2G 《————》 IPHONE_4

[0259] 进一步地,所述控制模块包括:如表二所示的配置参数,并根据表二的配置参数进行如下操作:

[0260] 按表二方式设置网络带宽及智能终端的 CPU 能力与推荐分辨率与帧率之间的对应关系：

[0261] 表二

[0262]

带宽	CPU 能力	编码分辨率	帧率	编码层级
大于或等于 128kbps	大于或等于 IPHONE 4S	320x240	15	8
大于或等于 128kbps	小于 IPHONE 4S	240x160	15	7
大于或等于 64kbps 且小于 128kbps	所有类型的 CPU	240x160	15	7
大于或等于 32kbps 且小于 64kbps	所有类型的 CPU	160x120	5	4
小于 32kbps	所有类型的 CPU	80x60	3	1

[0263] 作为一种实施方式，在启动视频通话时检测模块检测网络带宽与对端画面的宽高比，控制模块根据所获得的信息设置适应于编码器的初始编码分辨率与帧率，其中，所获得的信息包括网络带宽和 CPU 能力，并且所述 CPU 能力取各通讯端中能力最小者的值 V_{min} 。

[0264] 其中，网络带宽及终端 CPU 能力与推荐分辨率与帧率之间的对应关系为：

[0265] 带宽 $\geq 128\text{kbps}$, CPU_Capacity \geq IPHONE_4S, 编码分辨率为 320x240, 帧率为 15, 编码层级为 8；

[0266] 带宽 $\geq 128\text{kbps}$, CPU_Capacity $<$ IPHONE_4S, 编码分辨率为 240x160, 帧率为 15, 编码层级为 7；

[0267] $128\text{kbps} >$ 带宽 $\geq 64\text{kbps}$, 对所有终端, 编码分辨率为 240x160, 帧率为 15, 编码层级为 7；

[0268] $64\text{kbps} >$ 带宽 $\geq 32\text{kbps}$, 对所有终端, 编码分辨率为 160x120, 帧率为 5, 编码层级为 4；

[0269] 带宽 $< 32\text{kbps}$, 对所有终端, 编码分辨率为 80x60, 帧率为 3, 编码层级为 1。

[0270] 进一步地，所述编码模块包括：如表三所示的配置参数，并根据表三的配置参数进行如下操作：

[0271] 设各项参数如表三所示：

[0272] 表三

[0273]

参数	含义
target_aspect	对端画面的宽高比
recomm_width	推荐的分辨率中的宽
recomm_height	推荐的分辨率中的高

new_width	新的编码宽
new_height	新的编码高
=	表示等于的逻辑判断
>	表示大于的逻辑判断
*	表示乘积的数学运算

[0274] 确定宽高比的操作如下：

[0275] 如果, $\text{recomm_width} > \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

[0276] 则, $\text{new_width} = \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

[0277] $\text{new_height} = \text{recomm_height}$

[0278] 否则, $\text{new_width} = \text{recomm_width}$

[0279] $\text{new_height} = \text{recomm_width} / \text{target_aspect}$

[0280] 如果上述计算得到的宽高不是 16 的整数倍, 则裁剪为 16 的倍数。

[0281] 作为一种实施方式, 控制模块根据得到的推荐分辨率以及对端的终端屏幕的宽高比, 裁剪出和对端宽高比接近的分辨率, 编码模块根据该分辨率进行编码。

[0282] 其中, 确定宽高比的方法如下：

[0283] 设对端画面的宽高比为 target_aspect , 推荐的分辨率中的宽高分别为 recomm_width , recomm_height , 新的编码宽与高为 new_width , new_height ,

[0284] 如果, $\text{recomm_width} > \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

[0285] 则, $\text{new_width} = \text{recomm_height} * \text{target_aspect}$

[0286] $\text{new_height} = \text{recomm_height}$

[0287] 否则,

[0288] $\text{new_width} = \text{recomm_width}$

[0289] $\text{new_height} = \text{recomm_width} / \text{target_aspect}$

[0290] 如果上述计算得到的宽高不是 16 的整数倍, 则裁剪为 16 的倍数。

[0291] 进一步地, 所述控制模块进一步用于：

[0292] 当检测到网络带宽发生改变并超过阈值范围时, 对编码的分辨率以及相关的编码层级进行更新, 以适应新的网络状况。

[0293] 进一步地, 所述编码模块包括：如表四、表五所示的配置参数, 并根据表四、表五的配置参数进行如下操作：

[0294] 按表四对编码层级进行分类

[0295] 表四

[0296]

分辨率	帧率	层级
640x480	15	10

480x320	15	9
320x240	15	8
240x160	15	7
160x120	15	6
160x120	9	5
160x120	5	4
160x120	3	3
120x80	3	2
80x60	3	1
80x60	1	0

[0297] 设各项参数如表五所示：

[0298] 表五

[0299]

参数	含义
curr_bitrate	当前的带宽
prev_bitrate	之前的带宽
bitrate_change_level	带宽的变化层级
prev_encoding_level	之前的编码层级
curr_encoding_level	新的编码层级
log	表示取对数的数学运算
=	表示等于的逻辑判断
>	表示大于的逻辑判断
/	表示除以的数学运算
*	表示乘积的数学运算
+	表示求和的数学运算

[0300]

[0301] 确定带宽的变化层级的操作如下：

[0302] $\text{bitrate_change_level} = \log(\text{curr_bitrate}/\text{prev_bitrate})/\log(2.0)$

[0303] 如果, $\text{bitrate_change_level} > 0$

[0304] 则, $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 0.8$

[0305] 否则, $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 2.0$

[0306] 确定新的编码层级的操作如下：

[0307] $\text{curr_encoding_level} = \text{prev_encoding_level} + \text{bitrate_change_level}$

[0308] 在得到新的编码层级后,根据新得到的编码层级所对应的分辨率和帧率来进行编码。作为一种实施方式,当检测模块检测到网络带宽发生改变并超过阈值范围时,控制模块对编码的分辨率以及相关的编码层级进行更新,以适应新的网络状况；

[0309] 其中,编码层级分类为：

[0310]

分辨率	帧率	层级
640x480	15	10
480x320	15	9
320x240	15	8
240x160	15	7
160x120	15	6
160x120	9	5
160x120	5	4
160x120	3	3
120x80	3	2
80x60	3	1
80x60	1	0

[0311] 设当前带宽为 curr_bitrate , 之前的带宽为 prev_bitrate , 则计算带宽的变化层级的公式为：

[0312] $\text{bitrate_change_level} = \log(\text{curr_bitrate}/\text{prev_bitrate})/\log(2.0)$

[0313] $\text{if}(\text{bitrate_change_level} > 0)$

[0314] $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 0.8$

[0315] else

[0316] $\text{bitrate_change_level} = \text{bitrate_change_level} * 2.0$

- [0317] 设之前的编码层级为 $prev_encoding_level$, 新的编码层级为 :
- [0318] $curr_encoding_level = prev_encoding_level + bitrate_change_level$
- [0319] 在得到新的编码层级后, 编码模块根据新得到的编码层级所对应的分辨率和帧率来进行编码。
- [0320] 进一步地, 所述控制模块进一步用于 :
- [0321] 在网络状况没有变化, 或者变化较小时, 视频编码的层级仍根据视频画面的情况不断自适应调节 :
- [0322] 计算视频编码在当前带宽所编码的分辨率与帧率时前 3 秒的量化值 QP 的平均值, 并进行如下判断 :
- [0323] 当平均值小于 24 时, 编码层级 $curr_encoding_level = prev_encoding_level + 1$;
- [0324] 当平均值大于 32 时, 编码层级 $curr_encoding_level = prev_encoding_level - 1$;
- [0325] 其中, 当计算得到的编码层级 $curr_encoding_level$ 大于 10 时, 最大设置 $curr_encoding_level$ 为 10 ;
- [0326] 当计算得到的编码层级 $curr_encoding_level$ 小于 0 时, 最小设置 $curr_encoding_level$ 为 0。
- [0327] 作为一种实施方式, 在网络状况没有变化, 或者变化较小时, 控制模块根据视频画面的情况对视频编码的层级不断自适应调节 : 计算 H. 264 视频编码在当前带宽所编码的分辨率与帧率时, 前 3 秒的量化值 QP 的平均值, 当平均值小于 24 时, 编码层级 $curr_encoding_level = prev_encoding_level + 1$; 当平均值大于 32 时, 编码层级 $curr_encoding_level = prev_encoding_level - 1$ 。
- [0328] 其中, 当计算得到的编码层级 $curr_encoding_level$ 大于 10 时, 设置 $curr_encoding_level$ 为 10 ; 当计算得到的编码层级 $curr_encoding_level$ 小于 0 时, 最小设置 $curr_encoding_level$ 为 0。
- [0329] 本发明公开的基于视频通话场景的自适应视频编码装置能够在不断变化的网络环境及视频画面内容情况下进行视频编码并实现较好的视频清晰度与流畅度。
- [0330] 具体实施例 1 :
- [0331] 假定进行视频通话的两部终端分别为 IPHONE5S (屏幕宽高比是 16:9) 与华为 P7 (CPU 为 4 核 1.8G 主频, 屏幕宽高比为 16:9), 他们都在稳定的 512kbps 上传与下载的 WIFI 网络环境下进行视频通话的, 编码器用 H. 264 进行编码。
- [0332] 第一步, 根据 CPU 能力及所使用的编码器的对应关系, 这两部终端的参数设置为 :
- [0333] 分辨率分类层次 : 640x480, 480x320, 320x240, 240x160, 160x120, 120x80, 80x60
- [0334] 帧率分类层次 : 15, 9, 5, 3, 1
- [0335] 所有分类层次均开启 1/4 分数像素的运动估计及 16x16 到 4x4 的所有编码块结构, 同时两边视频的宽高比均为 16:9。
- [0336] 第二步, 根据网络带宽及终端 CPU 能力的对应关系, 这两部终端视频通话的起始推荐分辨率为 320x240, 帧率为 15 ; 由于 320x240 的宽高比不是 16:9, 经过裁剪后确定用 320x180 来实际编码, 编码层级 $curr_encoding_level = 8$ 。

[0337] 第三步,由于用户通话时坐在室内,画面比较稳定;在3秒后,统计得到H.264编码的平均QP小于24,分辨率被自动调整为480x272,编码层级curr_encoding_level = 9;再过3秒,发现统计得到H.264编码的平均QP仍然小于24,于是再次调整分辨率到640x360,编码层级curr_encoding_level = 10;之后一直稳定到通话结束。

[0338] 具体实施例2:

[0339] 假定进行视频通话的两部终端分别为IPHONE4S(屏幕宽高比是3:2)与小米4(CPU为4核2.5G主频,屏幕宽高比为16:9),他们都在网络环境下不断变化的3G条件下进行视频通话的,编码器用H.264进行编码。

[0340] 第一步,根据CPU能力及所使用的编码器的对应关系,取这两部终端能力的较小者,所以参数设置为:分辨率分类层次:480x320,320x240,240x160,160x120,120x80,80x60,帧率分类层次:15,9,5,3,1。

[0341] 对于480x320分辨率,帧率为15时,只开启1/2像素的运动估计及16x16到8x8的编码块结构,1/4像素及8x4,4x8与4x4编码块结构不开启。

[0342] 其它分类层次均开启1/4分数像素的运动估计及16x16到4x4的所有编码块结构。同时IPHONE4S按照小米4的16:9宽高比来编码,小米4按照IPHONE4S的3:2来编码。

[0343] 第二步,刚开始IPHONE4S的网络是上传与下载带宽分别为64kbps/128kbps,小米4上传与下载带宽分别为32kbps/64kbps;那么IPHONE4S的编码带宽不能超过64kbps(IPHONE4S上传带宽与小米4下载带宽的较小者),小米4的编码带宽不能超过32kbps(IPHONE4S下载带宽与小米4上传带宽的较小者);根据网络带宽及终端CPU能力的对应关系,IPHONE4S的起始推荐分辨率为240x160,帧率为15,编码层级curr_encoding_level = 7;小米4的起始推荐分辨率为160x120,帧率为5,编码层级curr_encoding_level = 4;由于IPHONE4S要按照16:9编码,所以实际起始编码分辨率为240x144;小米4要按照3:2编码,实际起始编码分辨率为160x108。

[0344] 第三步,由于在通话过程中,外部网络环境的变化,IPHONE4S的网络是上传与下载带宽分别变为156kbps/208kbps,小米4上传与下载带宽分别变为96kbps/120kbps;那么IPHONE4S的编码带宽也变为不能超过120kbps(IPHONE4S上传带宽与小米4下载带宽的较小者),小米4的编码带宽变为不能超过96kbps(IPHONE4S下载带宽与小米4上传带宽的较小者);

[0345] 根据计算带宽的变化层级的公式计算IPHONE4S的bitrate_change_level = $0.8 * \log(120/64) / \log(2.0) = 0.73 < 1$,计算小米4的bitrate_change_level = $0.8 * \log(96/32) / \log(2.0) = 1.27 < 2$;所以IPHONE4S不需要提升编码的层级,不改变分辨率与帧率;而小米4编码层级需要提升一个档次,curr_encoding_level = 5,分辨率变为160x108,帧率变为9。

[0346] 第四步,由于视频通话中的小米4用户都从行走的状态变为稳定的坐在座位上,虽然网络情况没有变化,但是画面变得稳定;在3秒后,统计得到小米4用户的H.264编码的平均QP小于24,编码层级提升一档curr_encoding_level = 5,分辨率被自动调整为160x108,帧率变为9;再过3秒,发现小米4用户统计得到H.264编码的平均QP仍然小于24,编码层级再提升一档curr_encoding_level = 6,于是再次调整分辨率到240x160;之后一直稳定到通话结束。

[0347] 本技术领域技术人员可以理解,本发明可以涉及用于执行本申请中所述操作中的一项或多项操作的设备。所述设备可以为所需的目的而专门设计和制造,或者也可以包括通用计算机中的已知设备,所述通用计算机有存储在其内的程序选择性地激活或重构。这样的计算机程序可以被存储在设备(例如,计算机)可读介质中或者存储在适于存储电子指令并分别耦联到总线的任何类型的介质中,所述计算机可读介质包括但不限于任何类型的盘(包括软盘、硬盘、光盘、CD-ROM、和磁光盘)、随即存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)、闪存、磁性卡片或光线卡片。可读介质包括用于以由设备(例如,计算机)可读的形式存储或传输信息的任何机构。例如,可读介质包括随即存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、磁盘存储介质、光学存储介质、闪存装置、以电的、光的、声的或其他的形式传播的信号(例如载波、红外信号、数字信号)等。

[0348] 本技术领域技术人员可以理解,可以用计算机程序指令来实现这些结构图和/或框图和/或流程图中的每个框以及这些结构图和/或框图和/或流程图中的框的组合。可以将这些计算机程序指令提供给通用计算机、专业计算机或其他可编程数据处理方法的处理器来生成机器,从而通过计算机或其他可编程数据处理方法的处理器来执行的指令创建了用于实现结构图和/或框图和/或流程图的框或多个框中指定的方法。

[0349] 本技术领域技术人员可以理解,本发明中已经讨论过的各种操作、方法、流程中的步骤、措施、方案可以被交替、更改、组合或删除。进一步地,具有本发明中已经讨论过的各种操作、方法、流程中的其他步骤、措施、方案也可以被交替、更改、重排、分解、组合或删除。进一步地,现有技术中的具有与本发明中公开的各种操作、方法、流程中的步骤、措施、方案也可以被交替、更改、重排、分解、组合或删除。

[0350] 以上所述仅是本发明的部分实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

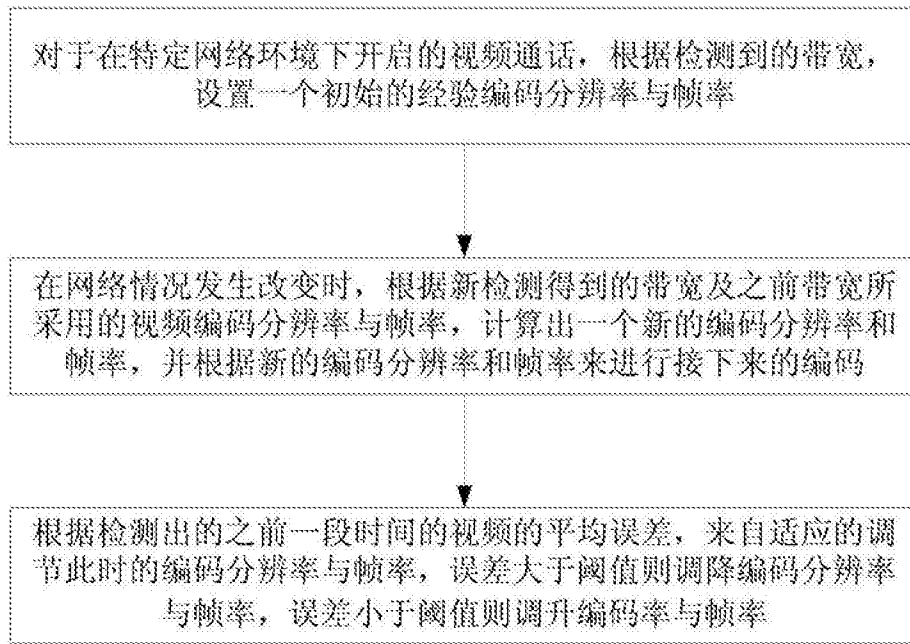


图 1

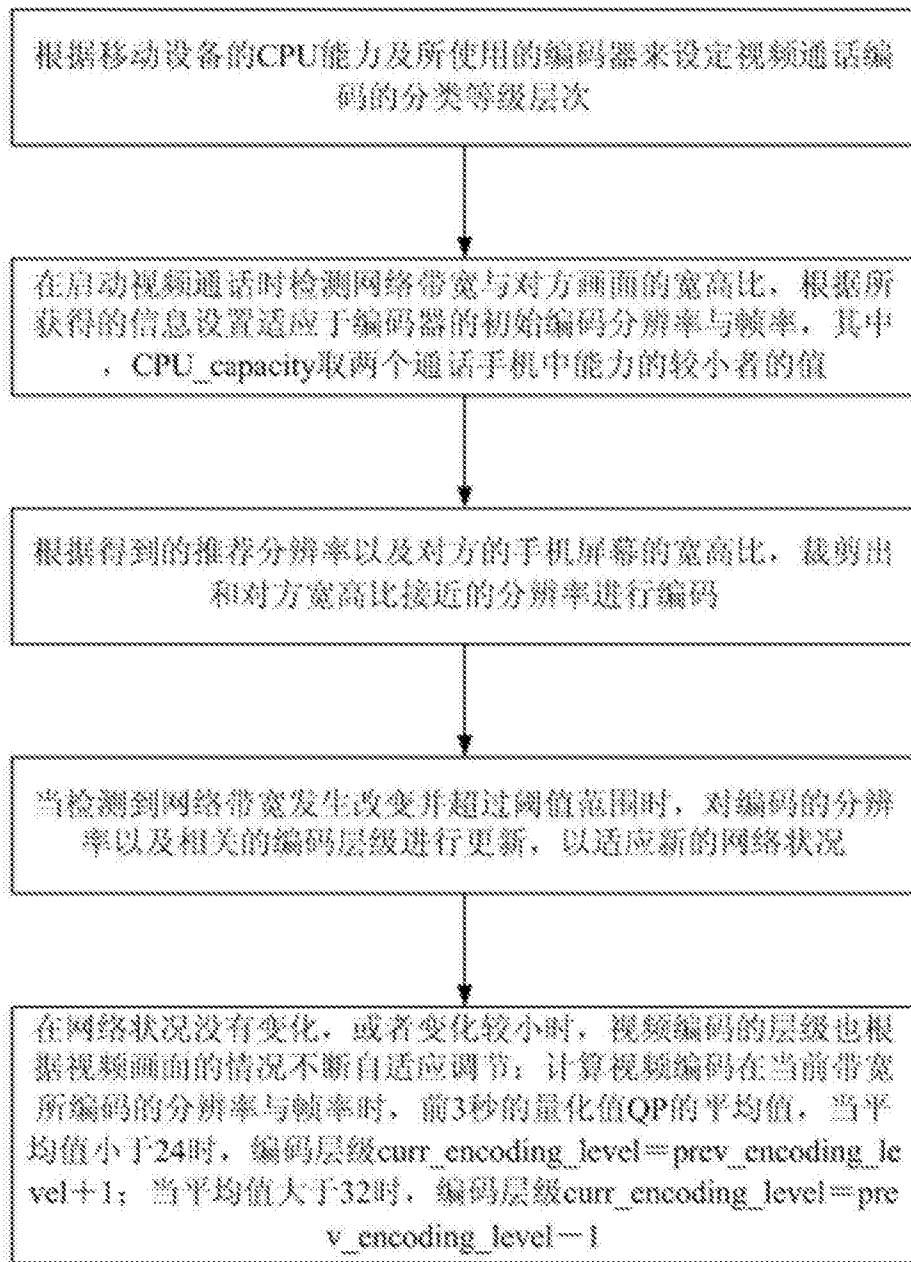


图 2

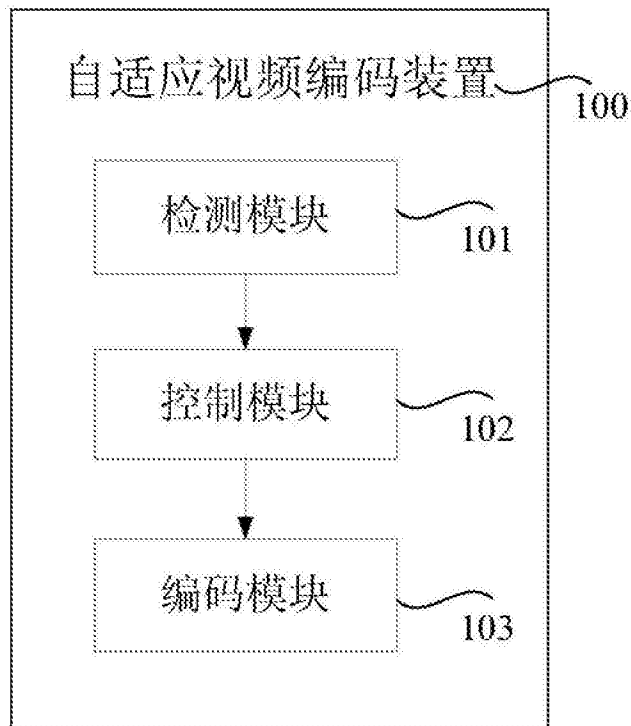


图 3