



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110012324 A

(43)申请公布日 2019.07.12

(21)申请号 201910244175.X

(22)申请日 2019.03.28

(71)申请人 武汉大学

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山  
武汉大学

(72)发明人 孙世磊 周晓龙 瞿涛

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 42222

代理人 罗飞

(51)Int.Cl.

H04N 21/2662(2011.01)

H04N 21/442(2011.01)

H04L 29/08(2006.01)

H04N 7/18(2006.01)

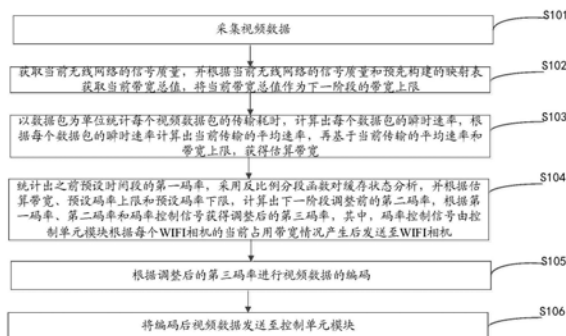
权利要求书3页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法及系统,其中,码率自适应方法首先对信号质量进行统计映射,得到当前带宽上限,利用高斯函数对当前带宽进行估算,再用一个分段反比例函数进行缓存状态分析,得到调整码率,使用一个线性函数对调整码率进行平滑,并利用一种简单的拥塞控制机制实现负载均衡。最终获得的视频时延和缓存状态稳定、波动小;码率调整平滑,因此观看体验良好;带宽利用率高,视频质量好;同时每个相机得到的带宽比较平衡,在新相机加入连接时,可以迅速获得合理带宽,实现快启动。



1. 一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法,其特征在于,应用于WIFI相机,所述方法包括:

采集视频数据;

获取当前无线网络的信号质量,并根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获取当前带宽总值,将当前带宽总值作为下一阶段的带宽上限;

以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平均速率和带宽上限,获得估算带宽;

统计出之前预设时间段的第一码率,采用反比例分段函数对缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的第二码率,根据第一码率、第二码率和码率控制信号获得调整后的第三码率,其中,码率控制信号由控制单元模块根据每个WIFI相机的当前占用带宽情况产生后发送至WIFI相机;

根据调整后的第三码率进行视频数据的编码;

将编码后视频数据发送至控制单元模块。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在采集视频数据时进行自动曝光。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

接收来自控制单元模块发送的心跳控制包,并解析心跳控制包获得码率控制信号。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平均速率和带宽上限,获得估算带宽,具体包括:

以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率,瞬时速率 $s_i$ 的计算方式如下:

$$s_i = \frac{n}{t_{\text{end}} - t_{\text{start}}}$$

其中, $i$ 表示视频数据包的编号, $n$ 表示视频数据包的大小, $t_{\text{start}}$ 表示发送视频数据包的开始时间戳, $t_{\text{end}}$ 表示发送视频数据包的结束的时间戳;

基于每个数据包的瞬时速率,利用高斯函数计算出当前传输的平均速率 $s_{\text{aver}}$ ,平均速率 $s_{\text{aver}}$ 的计算方式如下:

$$s_{\text{aver}} = \frac{\sum_{i=1}^N s_i \times e^{-\frac{i^2}{c^2}}}{\sum_{i=1}^N e^{-\frac{i^2}{c^2}}}$$

其中, $c$ 为控制高斯曲线的胖瘦程度的参数;

根据当前传输的平均速率和带宽上限,获得估算带宽,估算带宽 $r_{\text{band}}$ 的计算方式如下:

$$r_{\text{band}} = f(x) = \begin{cases} s_{\text{aver}}(1-a), & s_{\text{aver}} < s_{\text{max}} \\ s_{\text{max}}(1-a), & s_{\text{aver}} \geq s_{\text{max}} \end{cases}$$

其中, $a$ 表示预设的余量因子,用以调整带宽的余量。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,采用反比例分段函数对缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的第二码率,具体包

括：

设置期望时延 $T$ ，并统计出之前预设时间段的第一码率 $r_{i-1}$ ，获得视频的期望缓存量 $d_t$ ，其中， $d_t = r_{i-1}T$ ；

统计出当前期望视频缓存余量 $d_t$ ，根据如下分段反比例函数，计算下一阶段调整前的第二码率 $r'_i$

$$r'_i = \begin{cases} r_{\min}, & r'_i \leq r_{\min} \\ \frac{d_t}{x} r_{\text{band}}, & r_{\min} < r'_i < r_{\max} \\ r_{\max}, & r'_i \geq r_{\max} \end{cases}$$

其中， $x$ 表示当前实际视频缓存余量， $r_{\min}$ 表示预设码率下限， $r_{\max}$ 表示预设码率上限；

根据第一码率、第二码率和码率控制信号获得调整后的第三码率 $r_i$ ，

$$r_i = bpr'_i + (1-p)r_{i-1}, 0 < p \leq 1$$

其中，所述参数 $p$ 为 $r'_i$ 的权重， $1-p$ 表示平滑因子， $b$ 表示来自控制单元模块的码率调整信号，其中， $b > 1$ 为激励信号， $b < 1$ 则为抑制信号。

6. 一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法，其特征在于，应用于控制单元模块，所述方法包括：

接收来自每个WIFI相机发送的视频数据；

对接收的视频数据进行统计分析，计算出每个WIFI相机的当前占用带宽；

根据每个WIFI相机的当前占用带宽，产生对应的码率控制信号；

将产生的码率控制信号发送至对应的WIFI相机，以使得WIFI相机根据码率控制信号、第一码率、第二码率获得调整后的第三码率，其中，第一码率为WIFI相机统计出的之前预设时间段的码率，第二码率为WIFI相机采用反比例分段函数对缓存状态分析，并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限，计算出下一阶段调整前的码率，估算带宽由WIFI相机以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时，计算出每个数据包的瞬时速率后，根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率，再基于当前传输的平均速率和带宽上限获得，带宽上限为WIFI相机获取当前无线网络的信号质量后，根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获得。

7. 如权利要求6所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

将接收的视频数据进行本地存储或实时显示。

8. 一种WIFI相机，其特征在于，包括：

视频采集单元，用于采集视频数据；

带宽上限获取单元，用于获取当前无线网络的信号质量，并根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获取当前带宽总值，将当前带宽总值作为下一阶段的带宽上限；

带宽估算单元，用于以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时，计算出每个数据包的瞬时速率，根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率，再基于当前传输的平均速率和带宽上限，获得估算带宽；

缓存调整单元，用于统计出之前预设时间段的第一码率，采用反比例分段函数对缓存状态分析，并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限，计算出下一阶段调整前的第二码率，根据第一码率、第二码率和码率控制信号获得调整后的第三码率，其中，码率控制信

号由控制单元模块根据每个WIFI相机的当前占用带宽情况产生后发送至WIFI相机；

视频编码单元,用于根据调整后的第三码率进行视频数据的编码；

视频发送单元,用于将编码后视频数据发送至控制单元模块。

9. 一种控制单元模块,其特征在于,包括:

视频接收单元,接收来自每个WIFI相机发送的视频数据;

带宽计算单元,用于对接收的视频数据进行统计分析,计算出每个WIFI相机的当前占用带宽;

负载均衡单元,用于根据每个WIFI相机的当前占用带宽,产生对应的码率控制信号;

心跳控制单元,用于将产生的码率控制信号发送至对应的WIFI相机,以使得WIFI相机根据码率控制信号、第一码率、第二码率获得调整后的第三码率,其中,第一码率为WIFI相机统计出的之前预设时间段的码率,第二码率为WIFI相机采用反比例分段函数对缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的码率,估算带宽由WIFI相机以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率后,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平均速率和带宽上限获得,带宽上限为WIFI相机获取当前无线网络的信号质量后,根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获得。

10. 一种嵌入式无线视频传输的码率自适应系统,其特征在于,包括如权利要求8所述的WIFI相机、权利要求9所述的控制单元模块,其中,WIFI相机与控制单元模块通过无线网络连接。

## 一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线视频传输技术领域,具体涉及一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法及系统。

### 背景技术

[0002] 随着嵌入式系统不断发展,无线视频传输在嵌入式设备中的应用也越来越多。无线视频传输包括无线传输和视频传输,视频传输需要大量的带宽和稳定的视频质量,而无线传输的弱点是带宽和网络状态不稳定,为调和二者之间的矛盾,现实中更多的采用码率自适应技术来解决这一矛盾。码率自适应的目标就是要在嵌入式平台不断变化的无线网络状态下,获得最高质量的视频。

[0003] 现有技术中的方法仅基于丢包率,缓存状态或者估算带宽来进行码率自适应,已经难以解决嵌入式无线网络下的复杂环境。现有技术中,实现码率自适应调整的方法包括如下几种:

[0004] 申请号201610409956.6,“基于在线学习的视频流业务码率自适应方法”,此方法的思想是首先建立基于QoE的目标优化函数,然后根据每个迭代周期的MOS和丢包率信息来更新一个行动值函数,然后根据这两个函数选择调整后的码率。但是该方法只考虑网络状态中的丢包率,而且丢包率信息相对于当前网络状态,本身就具有一定的时间延迟,因此难以应对嵌入式多通道环境下不断变化的无线网络状态。

[0005] 申请号201410229632.5,“无线视频监控系统中基于客户端数量的码率自适应方法”,此方法的思想就是用当前网络带宽的总值除以客户端数量,即可得到每个客户端的当前调整码率,当有新客户端连入或旧客户端断开时,重新计算并更新码率。但是该方法假设网络带宽总值固定,并简单的平均分配每个客户端的带宽,这或许在ap和客户端固定,网络不受外部干扰的情况下会有一定成效。但想要在大多应用场景下做到稳定适用,该方法并不可用。

[0006] 申请号201610427101.6,“基于DASH的多客户端码率自适应及震荡补偿方法”,此方法的思想是根据缓存状态估算码率,再利用一个平滑模型对码率改变进行平滑,利用一种震荡检测机制在发生震荡时对码率进行补偿。

[0007] 本申请发明人在实施本发明的过程中,发现现有技术的方法,至少存在如下技术问题:

[0008] 传统方法仅基于丢包率,缓存状态或者估算带宽来进行码率自适应,已经难以适用于嵌入式无线网络下的复杂环境。基于DASH的多客户端码率自适应及震荡补偿方法是基于DASH平台,如图1所示,DASH平台的拓扑结构如图1右边所示,其包括一个发送端和多个接收端,该方法的震荡和平滑机制,难以适应嵌入式无线网络状态的动态变化。

[0009] 由此可知,现有技术中的方法存在的码率调整效果不佳的技术问题。

## 发明内容

[0010] 有鉴于此,本发明提供了一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法及系统,用以解决或者至少部分解决现有技术中的方法中存在的码率调整效果不佳的技术问题。

[0011] 本发明第一方面提供了一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法,应用于WIFI相机,所述方法包括:

[0012] 采集视频数据;

[0013] 获取当前无线网络的信号质量,并根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获取当前带宽总值,将当前带宽总值作为下一阶段的带宽上限;

[0014] 以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平均速率和带宽上限,获得估算带宽;

[0015] 统计出之前预设时间段的第一码率,采用反比例分段函数对缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的第二码率,根据第一码率、第二码率和码率控制信号获得调整后的第三码率,其中,码率控制信号由控制单元模块根据每个WIFI相机的当前占用带宽情况产生后发送至WIFI相机;

[0016] 根据调整后的第三码率进行视频数据的编码;

[0017] 将编码后视频数据发送至控制单元模块。

[0018] 基于同样的发明构思,本发明第二方面提供了一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法,应用于控制单元模块,所述方法包括:

[0019] 接收来自每个WIFI相机发送的视频数据;

[0020] 对接收的视频数据进行统计分析,计算出每个WIFI相机的当前占用带宽;

[0021] 根据每个WIFI相机的当前占用带宽,产生对应的码率控制信号;

[0022] 将产生的码率控制信号发送至对应的WIFI相机,以使得WIFI相机根据码率控制信号、第一码率、第二码率获得调整后的第三码率,其中,第一码率为WIFI相机统计出的之前预设时间段的码率,第二码率为WIFI相机采用反比例分段函数对缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的码率,估算带宽由WIFI相机以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率后,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平均速率和带宽上限获得,带宽上限为WIFI相机获取当前无线网络的信号质量后,根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获得。

[0023] 基于同样的发明构思,本发明第三方面提供了一种WIFI相机,包括:

[0024] 视频采集单元,用于采集视频数据;

[0025] 带宽上限获取单元,用于获取当前无线网络的信号质量,并根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获取当前带宽总值,将当前带宽总值作为下一阶段的带宽上限;

[0026] 带宽估算单元,用于以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平均速率和带宽上限,获得估算带宽;

[0027] 缓存调整单元,用于统计出之前预设时间段的第一码率,采用反比例分段函数对

缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的第二码率,根据第一码率、第二码率和码率控制信号获得调整后的第三码率,其中,码率控制信号由控制单元模块根据每个WIFI相机的当前占用带宽情况产生后发送至WIFI相机;

[0028] 视频编码单元,用于根据调整后的第三码率进行视频数据的编码;

[0029] 视频发送单元,用于将编码后视频数据发送至控制单元模块。

[0030] 基于同样的发明构思,本发明第四方面提供了一种控制单元模块,包括:

[0031] 视频接收单元,接收来自每个WIFI相机发送的视频数据;

[0032] 带宽计算单元,用于对接收的视频数据进行统计分析,计算出每个WIFI相机的当前占用带宽;

[0033] 负载均衡单元,用于根据每个WIFI相机的当前占用带宽,产生对应的码率控制信号;

[0034] 心跳控制单元,用于将产生的码率控制信号发送至对应的WIFI相机,以使得WIFI相机根据码率控制信号、第一码率、第二码率获得调整后的第三码率,其中,第一码率为WIFI相机统计出的之前预设时间段的码率,第二码率为WIFI相机采用反比例分段函数对缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的码率,估算带宽由WIFI相机以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率后,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平均速率和带宽上限获得,带宽上限为WIFI相机获取当前无线网络的信号质量后,根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获得。

[0035] 基于同样的发明构思,本发明第五方面提供了一种嵌入式无线视频传输的码率自适应系统,包括第三方面所述的WIFI相机、第四方面所述的控制单元模块,其中,WIFI相机与控制单元模块通过无线网络连接。

[0036] 本申请实施例中的上述一个或多个技术方案,至少具有如下一种或多种技术效果:

[0037] 本发明提供了的一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法,采集视频数据后,对信号质量进行统计映射,得到当前带宽总值,将当前带宽总值作为下一阶段的带宽上限;并基于当前传输的平均速率和带宽上限,获得估算带宽;再采用反比例分段函数对缓存状态分析,根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的第二码率,接着根据第一码率、第二码率和码率控制信号获得调整后的第三码率,然后根据调整后的第三码率进行视频数据的编码;最后将编码后视频数据发送至控制单元模块。

[0038] 并基于上述码率自适应方法提出了对应的WIFI相机、控制单元模块,以及由WIFI相机、控制单元模块构成的码率自适应系统。

[0039] 通过信号质量的统计映射、带宽估算、缓存调整以及拥塞控制,实现了结合多种信息进行码率调整,从而实现嵌入式无线网络状态下的码率自适应,达到提高视频质量,降低传输风险技术效果。最终使得获得的视频时延和缓存状态稳定,波动小、码率调整平滑,具有良好的观看体验;带宽利用率高,视频质量好。

## 附图说明

[0040] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现

有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0041] 图1(a)和图1(b)为本发明的系统的网络拓扑图与现有技术中DASH平台的网络拓扑图的对比示意图;

[0042] 图2为本发明实施例应用于WIFI相机的码率自适应方法的流程图;

[0043] 图3为一种具体示例中WIFI相机的程序流程图;

[0044] 图4为本发明实施例应用于控制单元模块的码率自适应方法的流程图;

[0045] 图5为一种具体示例中控制单元的程序流程图;

[0046] 图6为本发明实施例中WIFI相机的结构框图;

[0047] 图7为一种具体示例中WIFI相机的结构示意图;

[0048] 图8为本发明实施例中控制单元模块的结构框图;

[0049] 图9为一种具体示例中控制单元模块的结构示意图;

[0050] 图10为本发明实施例中码率自适应系统的程序流程图。

## 具体实施方式

[0051] 本发明提供了一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法及系统,采用单接收端对应多发送端的拓扑结构,结合信号质量,带宽和缓存状态进行码率调整,并结合拥塞控制机制,解决多通道竞争带宽情况下的方法的公平性和有效性。本发明的码率自适应方法是一种结合多种信息,进行码率调整,从而实现嵌入式无线网络状态下的码率自适应的方法,达到了提高视频质量,降低传输风险的目的。

[0052] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0053] 实施例一

[0054] 本实施例提供了一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法,应用于WIFI相机,请参见图2,该方法包括:

[0055] 步骤S101:采集视频数据。

[0056] 具体来说,可以通过预设驱动来进行视频数据的采集,例如V4L2。

[0057] 步骤S102:获取当前无线网络的信号质量,并根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获取当前带宽总值,将当前带宽总值作为下一阶段的带宽上限。

[0058] 具体来说,大多数WIFI芯片和驱动都具有获取当前信号质量的接口,本实施的方法可以通过这些接口可以获取当前无线网络的信号质量,具体地,可以以整数值表示。预先构建的映射表即为记录由信号质量值与带宽总值之间对应关系的表。

[0059] 由于每个芯片驱动提供的信号质量的整数值范围不一定会一致,即使范围一致,相同值所表示的信号质量在不同芯片上所得到的带宽也不会一致。具体实施时,本发明需要建立信号质量整数值与带宽的映射表。可以通过改变控制单元与WIFI相机的距离,改变信号质量,测得对应质量整数值的带宽,从而建立映射表。举例来说,映射表的内容如下表



所示：

[0060]

信号等级	信号质量	带宽 (Mb/s)	信号等级	信号质量	带宽 (Mb/s)
1	30	0.1	6	72	4
2	35	0.2	7	80	7
3	45	0.5	8	88	10
4	54	1	9	94	12
5	60	2	10	99	18

[0061] 在获取当前信号质量后,则可以根据质量值查找映射表得到对应带宽,将该带宽作为一个带宽上限 $s_{max}$ 输入到带宽估算阶段。

[0062] 步骤S103:以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平均速率和带宽上限,获得估算带宽。

[0063] 具体地,步骤S103具体包括:

[0064] 步骤S1031:以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率,瞬时速率 $s_i$ 的计算方式如下:

$$[0065] \quad s_i = \frac{n}{t_{end} - t_{start}}$$

[0066] 其中, $i$ 表示视频数据包的编号, $n$ 表示视频数据包的大小, $t_{start}$ 表示发送视频数据包的开始时间戳, $t_{end}$ 表示发送视频数据包的结束的时间戳。

[0067] 具体来说,在发送(或接收)一帧图像的时候,需要将数据分包发送,以统计数据传输的瞬时速率。一个数据包的数据量大小为 $n$ 。然后以数据包为单位统计每个包的传输耗时,当前的瞬时速率会和过去一段预设时间内的所有瞬时速率组成当前瞬时速率队列。

[0068] 步骤S1032:基于每个数据包的瞬时速率,利用高斯函数计算出当前传输的平均速率 $s_{aver}$ ,平均速率 $s_{aver}$ 的计算方式如下:

$$[0069] \quad s_{aver} = \frac{\sum_{i=1}^N s_i \times e^{-\frac{i^2}{c^2}}}{\sum_{i=1}^N e^{-\frac{i^2}{c^2}}}$$

[0070] 其中, $c$ 为控制高斯曲线的胖瘦程度的参数。

[0071] 具体来说,由于瞬时速率会因为多种原因导致波动很大,可信度不高。因而需要计算瞬时速率,具体实施时,通过需要设定一个统计平均速率的窗口 $N$ ,基于瞬时速率队列,利用上述高斯公式则计算当前传输的平均速率 $s_{aver}$ 。 $c$ 也可以视为对最近瞬时速率的关心程度。由于高斯函数具有最近的瞬时速率权重高,最远的瞬时速率权重低的特点,在 $N$ 大小合适的情况下,具有很高的可信度,从而可以提高计算的准确性。(其中,最近和最远是指以当前时间为原点,最近一段时间内发送过的数据包,最远就是较长一段时间之前发送过的数据包,具体可以根据实际情况进行选取)。

[0072] 步骤S1033:根据当前传输的平均速率和带宽上限,获得估算带宽,估算带宽 $r_{band}$ 的计算方式如下:

$$[0073] \quad r_{band} = f(x) = \begin{cases} s_{aver}(1-a), & s_{aver} < s_{max} \\ s_{max}(1-a), & s_{aver} \geq s_{max} \end{cases}$$

[0074] 其中,a表示预设的余量因子,用以调整带宽的余量。

[0075] 具体来说,本发明需要为带宽留有一定的余量,减少缓存上溢风险,即通过上述余量因子a来进行调节,其大小可以根据实际情况设置。

[0076] 步骤S104:统计出之前预设时间段的第一码率,采用反比例分段函数对缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的第二码率,根据第一码率、第二码率和码率控制信号获得调整后的第三码率,其中,码率控制信号由控制单元模块根据每个WIFI相机的当前占用带宽情况产生后发送至WIFI相机。

[0077] 具体地,步骤S104通过下述步骤来实现:

[0078] 步骤S1041:设置期望时延T,并统计出之前预设时间段的第一码率 $r_{i-1}$ ,获得视频的期望缓存量 $d_t$ ,其中, $d_t = r_{i-1}T$ ;

[0079] 具体来说,实际应用过程中,当前希望缓存量越接近 $d_t$ 越好,同时 $d_t$ 的值是随着 $r_{i-1}$ 不断变化的。

[0080] 步骤S1042:统计出当前期望视频缓存余量 $d_t$ ,根据如下分段反比例函数,计算下一阶段调整前的第二码率 $r'_i$

$$[0081] \quad r'_i = \begin{cases} r_{min}, & r'_i \leq r_{min} \\ \frac{d_t}{x} r_{band}, & r_{min} < r'_i < r_{max} \\ r_{max}, & r'_i \geq r_{max} \end{cases}$$

[0082] 其中,x表示当前实际视频缓存余量, $r_{min}$ 表示预设码率下限, $r_{max}$ 表示预设码率上限。

[0083] 具体来说,预设码率下限和预设码率上限的作用是防止码率无限制地上升或下降。

[0084] 步骤S1043:根据第一码率、第二码率和码率控制信号获得调整后的第三码率 $r_i$ ,

$$[0085] \quad r_i = bpr'_i + (1-p)r_{i-1}, 0 < p \leq 1$$

[0086] 其中,所述参数p为 $r'_i$ 的权重,1-p表示平滑因子,b表示来自控制单元模块的码率调整信号,其中,b>1为激励信号,b<1则为抑制信号。

[0087] 具体来说,本步骤的主要作用是对步骤S1042中得到的第二码率进行平滑调整,平滑码率时,将 $r_{i-1}$ 也作为参考,给出下一阶段调整的平滑后的第三码率,即下次调整码率 $r_i$ 。其中,b>1时,为激励信号,b<1则为抑制信号。

[0088] 在一种实施方式中,所述方法还包括:

[0089] 在采集视频数据时进行自动曝光。

[0090] 在一种实施方式中,所述方法还包括:

[0091] 接收来自控制单元模块发送的心跳控制包,并解析心跳控制包获得码率控制信号。

[0092] 为了更清楚地说明实施例一中的方法,下面通过一个具体的示例予以详细说明,请参见图3,为WIFI相机的程序流程图。WIFI相机与WIFI模块建立连接后,则可以发送视频数据,包括带宽估算阶段:统计瞬时速率并记录到瞬时速率队列,然后采用高斯函数做滑窗

计算平均速率,并加入余量因子得到估算带宽,缓存调整阶段:根据当前时延和码率计算期望缓存量,根据估算带宽、计算出的期望缓存量以及通过解析心跳获得的控制信号,利用分段反比例函数计算调整码率,再利用线性函数平滑调整码率。之后则可以按照新的调整码率进行视频编码,接着下一阶段的视频发送。其中,WIFI相机通过接收心跳包,并判断心跳包是否超时,如果超时,则断开与WIFI模块的连接,否则进行心跳包的解析。

[0093] 需要说明的是,本发明中的当前是指当前一个周期、上一阶段(上一次)是指上一个周期、下一阶段(下一次)是指下一个周期,周期的大小可自定义。

[0094] 基于同一发明构思,本申请还提供了另一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法,详见实施例二。

[0095] 实施例二

[0096] 本实施例提供了一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法,请参见图4,该方法包括:

[0097] 步骤S201:接收来自每个WIFI相机发送的视频数据。

[0098] 其中,WIFI相机发送的视频数据在实施例一中已经详细介绍,在此不再赘述。

[0099] 步骤S202:对接收的视频数据进行统计分析,计算出每个WIFI相机的当前占用带宽。

[0100] 具体来说,利用实施例一中带宽估算阶段的方法,实时统计当前所有WIFI相机的当前占用带宽,具体地,是以计算出的视频数据的平均传输速率作为对应WIFI相机的占用带宽。

[0101] 步骤S203:根据每个WIFI相机的当前占用带宽,产生对应的码率控制信号。

[0102] 具体实施时,可以以固定周期发送心跳包,心跳包中可选择包含码率控制信号。

[0103] 具体地,控制单元模块需要均衡各个WIFI相机的占用带宽,因此需要固定周期检查带宽最大的WIFI相机和带宽最小的WIFI相机,并判断最大带宽与最小带宽之比与预设值 $c$ 之间的关系,当上述比值大于预设值 $c$ 时,向最大带宽的发送端(即WIFI相机),发送抑制信号 $b < 1$ ,并向最小带宽的发送端(即WIFI相机)发送激励信号 $b > 1$ 。

[0104] 当最大带宽与最小带宽之比小于预设值 $c$ 时,则向所有已连接的WIFI相机发送心跳控制包,并等待下一个心跳周期。

[0105] 通过发送心跳控制包,将码率控制信号传递给WIFI相机,并且利用心跳机制进行连接状态控制,如超时断开,自动重连等;具体实施时,需要对心跳周期 $T_h$ 和超时时间 $T_o$ 做定制,一般根据底层协议类型和传输方式来确定。

[0106] 由于接入的WIFI相机会实时发生变化,在一种实施方式中,所述方法还包括:检查是否有新的相机加入连接,如果有,则向新加入的相机发送激励信号,向所有旧相机(原来已经加入的相机)发送抑制信号。

[0107] 步骤S204:将产生的码率控制信号发送至对应的WIFI相机,以使得WIFI相机根据码率控制信号、第一码率、第二码率获得调整后的第三码率,其中,第一码率为WIFI相机统计出的之前预设时间段的码率,第二码率为WIFI相机采用反比例分段函数对缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的码率,估算带宽由WIFI相机以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率后,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平

均速率和带宽上限获得,带宽上限为WIFI相机获取当前无线网络的信号质量后,根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获得。

[0108] 具体来说,由于WIFI相机根据码率控制信号、第一码率、第二码率获得调整后的第三码率的具体实施方式在实施例一中已作出详细的介绍,故在此不再赘述。

[0109] 在一种实施方式中,所述方法还包括:

[0110] 将接收的视频数据进行本地存储或实时显示。

[0111] 为了更清楚地说明实施例二中的方法,下面通过一个具体的示例予以详细说明,请参见图5,为控制单元的程序流程图。

[0112] 结合图4和图5所示,本发明实施例的软件程序主要分为四个阶段,分别是信号质量获取阶段、带宽估算阶段,缓存调整阶段和拥塞控制阶段。其中信号质量获取阶段、带宽估算阶段和缓存调整阶段由WIFI相机来完成,拥塞控制阶段由控制单元模块来完成。具体地,信号质量获取包括:接口定义、建立映射表、获取质量和带宽;带宽估算过程包括:获得瞬时速率、建立平均速率、余量调整和上限限制;缓存调整过程包括:获得期望缓存、建立调整码率、平滑码率;拥塞控制过程包括:得到控制信号、建立心跳机制。

[0113] 请参见图5,控制单元主要实现拥塞控制,产生码率控制信号,通过心跳包的形式发送至WIFI相机,码率控制信号用以在缓存调整阶段进行码率调整。

[0114] 当程序启动后,控制单元首先统计当前已经连接的所有WIFI相机的占用带宽,并计算带宽最大WIFI相机与带宽最小WIFI相机的带宽比,然后判断带宽比是否大于预设值,如果大于,则向占用带宽最大的相机发送抑制信号,向占用带宽最小的相机发送激励信号,再发送心跳控制包,否则,向所有已连接的WIFI相机发送心跳控制包。控制单元还检查是否有新相机加入连接,如果有,则向新相机发送激励信号,向原来的旧相机发送抑制信号。

[0115] 基于同一发明构思,本申请还提供了与实施例一中一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法对应的WIFI相机,详见实施例三。

[0116] 实施例三

[0117] 本实施例提供了一种WIFI相机,请参见图6,包括:

[0118] 视频采集单元301,用于采集视频数据;

[0119] 带宽上限获取单元302,用于获取当前无线网络的信号质量,并根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获取当前带宽总值,将当前带宽总值作为下一阶段的带宽上限;

[0120] 带宽估算单元303,用于以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平均速率和带宽上限,获得估算带宽;

[0121] 缓存调整单元304,用于统计出之前预设时间段的第一码率,采用反比例分段函数对缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的第二码率,根据第一码率、第二码率和码率控制信号获得调整后的第三码率,其中,码率控制信号由控制单元模块根据每个WIFI相机的当前占用带宽情况产生后发送至WIFI相机;

[0122] 视频编码单元305,用于根据调整后的第三码率进行视频数据的编码;

[0123] 视频发送单元306,用于将编码后视频数据发送至控制单元模块。

[0124] 具体地,视频编码单元对采集得到的视频进行压缩编码,常用的H264,MPEG等都支

持自定应码率编码。具体实施时,通过从码率控制单元获取当前调整码率,根据该调整码率设定编码参数,进行视频压缩。

[0125] 在一种实施方式中,所述WIFI相机还包括自动曝光单元,用于:

[0126] 在采集视频数据时进行自动曝光。

[0127] 在一种实施方式中,所述WIFI相机还包括接收单元,用于:

[0128] 接收来自控制单元模块发送的心跳控制包,并解析心跳控制包获得码率控制信号。

[0129] 具体来说,视频编码单元,在通过相机采集视频,并根据之前所述缓存调整阶段得到的调整码率,对当前采集得到的视频进行相应码率的编码;码率控制,即通过执行之前所述缓存调整阶段的步骤得到调整码率,带宽估算单元通过使用之前所述带宽估算阶段的步骤,对发送的视频数据量进行统计分析,得到估算带宽;视频发送单元,通过无线网络将视频数据发送至控制单元模块。接收单元,接收来自控制单元模块的心跳控制包,并解析得到码率控制信号,输入码率控制单元进行码率调整,利用心跳机制保持连接控制。

[0130] 为了更清楚地说明WIFI相机的结构,请参见图7,WIFI相机包括CMOS芯片、视频采集驱动V4L2、H264编码单元、自适应控制模块(用于执行调整后的码率)、带宽统计单元(即带宽估算单元,通过使用之前所述WIFI相机的带宽估算阶段的步骤,对发送的视频数据量进行统计分析,得到估算带宽)、数据发送单元(即视频发送单元)、心跳控制单元、WIFI驱动,其中,数据发送单元通过WIFI网络进行视频数据传送。

[0131] 基于同一发明构思,本申请还提供了与实施例二中一种嵌入式无线视频传输的码率自适应方法对应的控制单元模块,详见实施例四。

[0132] 实施例四

[0133] 本实施例提供了一种控制单元模块,请参见图8,该模块包括:

[0134] 视频接收单元401,接收来自每个WIFI相机发送的视频数据;

[0135] 带宽计算单元402,用于对接收的视频数据进行统计分析,计算出每个WIFI相机的当前占用带宽;

[0136] 负载均衡单元403,用于根据每个WIFI相机的当前占用带宽,产生对应的码率控制信号;

[0137] 心跳控制单元404,用于将产生的码率控制信号发送至对应的WIFI相机,以使得WIFI相机根据码率控制信号、第一码率、第二码率获得调整后的第三码率,其中,第一码率为WIFI相机统计出的之前预设时间段的码率,第二码率为WIFI相机采用反比例分段函数对缓存状态分析,并根据估算带宽、预设码率上限和预设码率下限,计算出下一阶段调整前的码率,估算带宽由WIFI相机以数据包为单位统计每个视频数据包的传输耗时,计算出每个数据包的瞬时速率后,根据每个数据包的瞬时速率计算出当前传输的平均速率,再基于当前传输的平均速率和带宽上限获得,带宽上限为WIFI相机获取当前无线网络的信号质量后,根据当前无线网络的信号质量和预先构建的映射表获得。

[0138] 在一种实施方式中,控制单元模块还包括,数据存储单元,用于将接收来的视频进行本地存储,显示单元,将接收来的视频进行显示。

[0139] 具体来说,视频接收单元,通过无线网络接收来自每个WIFI相机模块传来的视频数据。具体实施时,可以通过建立TCP连接,UDP或者其他协议格式进行数据传输;

[0140] 带宽统计单元,具体通过使用之前所述带宽估算阶段的步骤,对接收来的视频数据量进行统计分析,来得到每个WIFI相机模块的估算带宽,具体实施时,需要对WIFI相机模块的数量M做限制,一般是根据热点的负载能力和带宽总值来确定的。

[0141] 负载均衡单元,通过使用之前拥塞控制阶段的步骤,对每个WIFI相机的带宽进行统计分析,采用大端抑制,小端激励,旧相机抑制,新相机激励的方法,得到控制信号;

[0142] 心跳控制单元,通过发送心跳控制包,将码率控制信号传递给相机模块,并且利用心跳机制进行连接状态控制,如超时断开,自动重连等;具体实施时,需要对心跳周期 $T_h$ 和超时时间 $T_o$ 做定制,可以根据底层协议类型和传输方式来确定。

[0143] 数据存储单元,将接收来的视频进行本地存储,显示单元对视频进行实时显示。具体实施时,存储格式和显示方式可自定义;

[0144] 为了更清楚地说明WIFI相机的结构,请参见图9,控制单元模块包括数据接收单元(即视频接收单元401)、带宽统计单元(即带宽计算单元402)、负载均衡单元、心跳控制单元、本地存储单元以及实时显示单元。

[0145] 基于同一发明构思,本申请还提供了一种嵌入式无线视频传输的码率自适应系统,详见实施例五。

[0146] 实施例五

[0147] 本实施例提供了一种嵌入式无线视频传输的码率自适应系统,包括实施例三中的WIFI相机、实施例四所述的控制单元模块,其中,WIFI相机与控制单元模块通过无线网络连接。

[0148] 请参见图1(a)和图1(b),分别为本发明中系统的网络拓扑结构图和DASH平台的网络拓扑结构图,可以看出,本发明中的系统是一个接收端(控制单元模块)对应多个发送端(WIFI相机),而DASH平台则是一个发送端对应多个接收端,两者的结构正好相反。DASH平台的网络拓扑结构不适用于本发明中的码率自适应方法。

[0149] 请参见图10,为本发明实施例中码率自适应系统的程序流程图,其中的WIFI相机程序完成获取信号指令、带宽估计、缓存调整、平滑码率以及按照平滑后的码率进行视频编码的步骤,控制单元程序完成统计带宽占用,根据相机带宽占用是否平衡来进行拥塞控制,并通过无线网络发送控制信息来调整平滑码率。

[0150] 总体来说,本发明的有益效果如下:

[0151] 1、利用高斯函数建立带宽估算模型,估算到的带宽具有更高的可信度;

[0152] 2、利用分段反比例函数建立码率调整模型,加上码率的无等级限制调整(传统方法的视频是按不同码率事先存储好的,码率划分成数个等级,只能调整到对应的数个码率,本发明是在编码时进行码率调整,无等级限制),码率调整更加灵活;

[0153] 3、利用了线性函数和平滑因子,码率调整更加平滑;

[0154] 4、大端抑制,小端激励的方法,实现多相机端竞争带宽时的负载均衡;

[0155] 5、旧相机抑制,新相机激励的方法,实现相机快启动(迅速获得合理带宽);

[0156] 6、方法简单有效,适用于嵌入式环境。

[0157] 本领域内的技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机

可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0158] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0159] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0160] 显然,本领域的技术人员可以对本发明实施例进行各种改动和变型而不脱离本发明实施例的精神和范围。这样,倘若本发明实施例的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

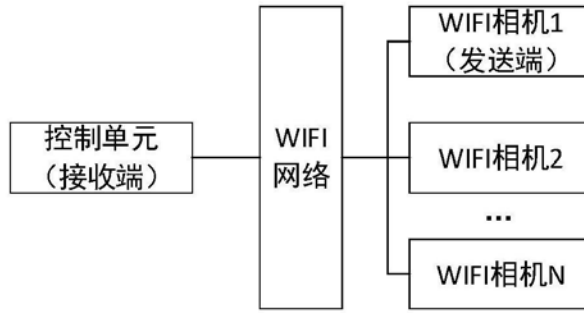


图1 (a)

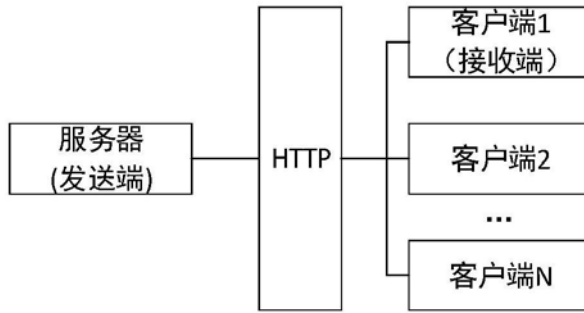


图1 (b)

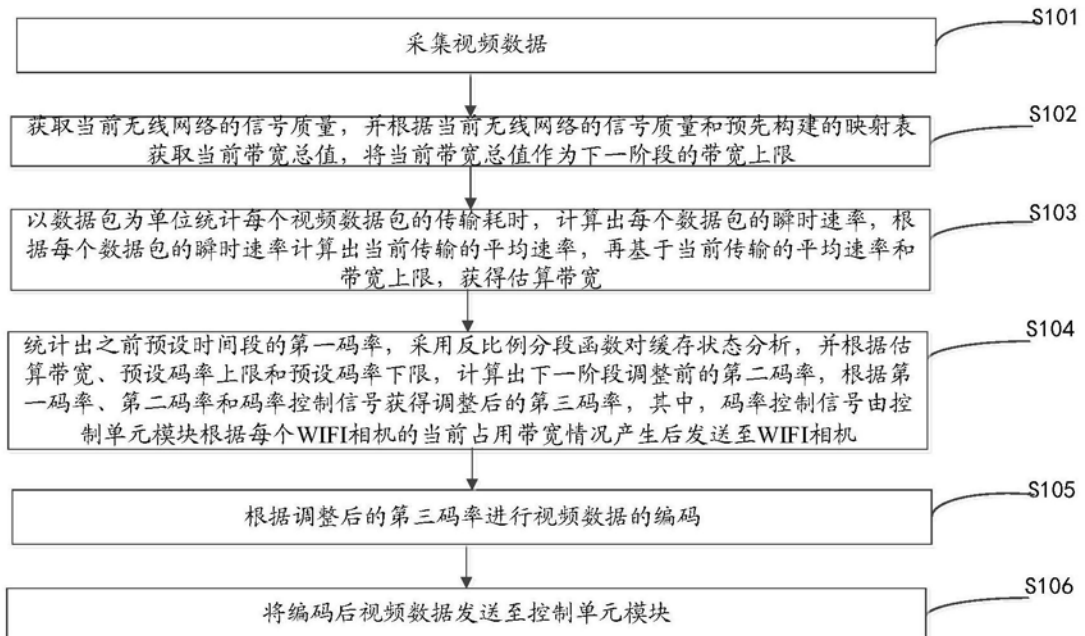


图2



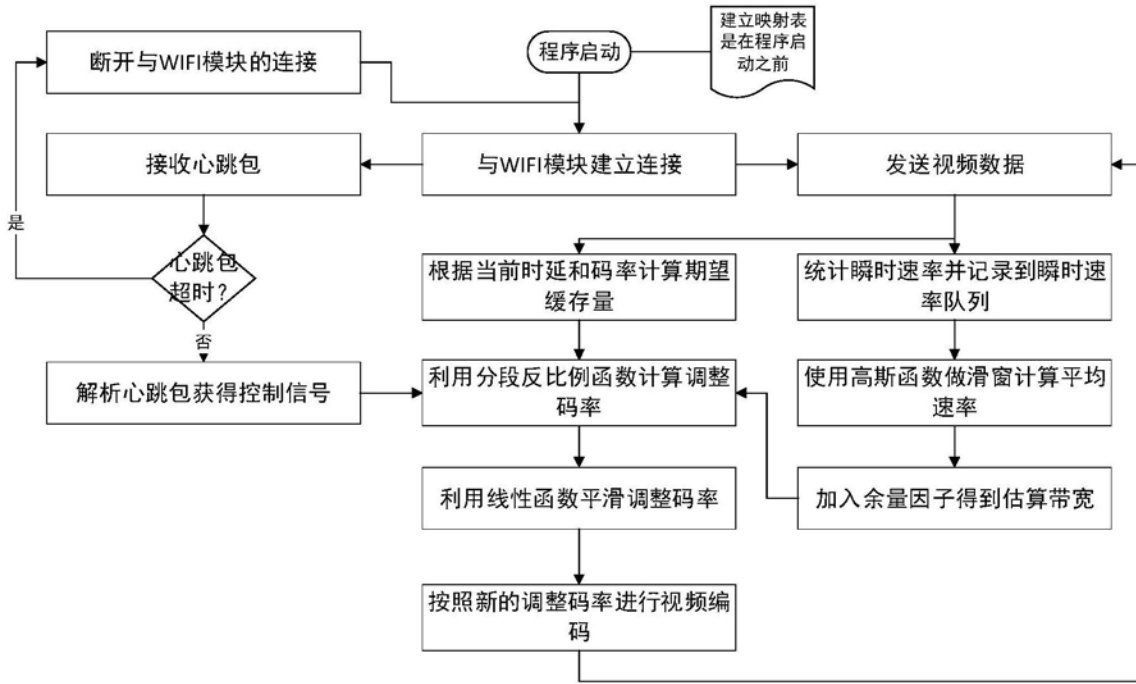


图3

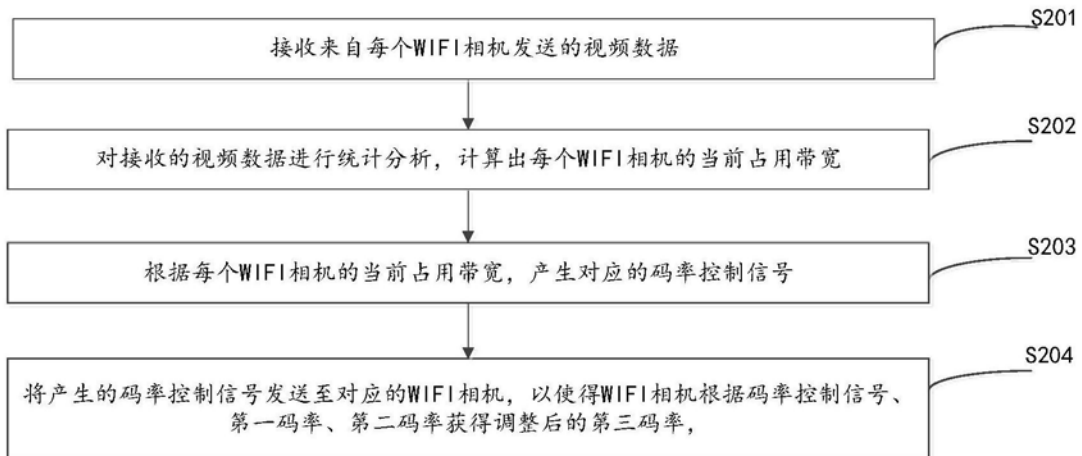


图4

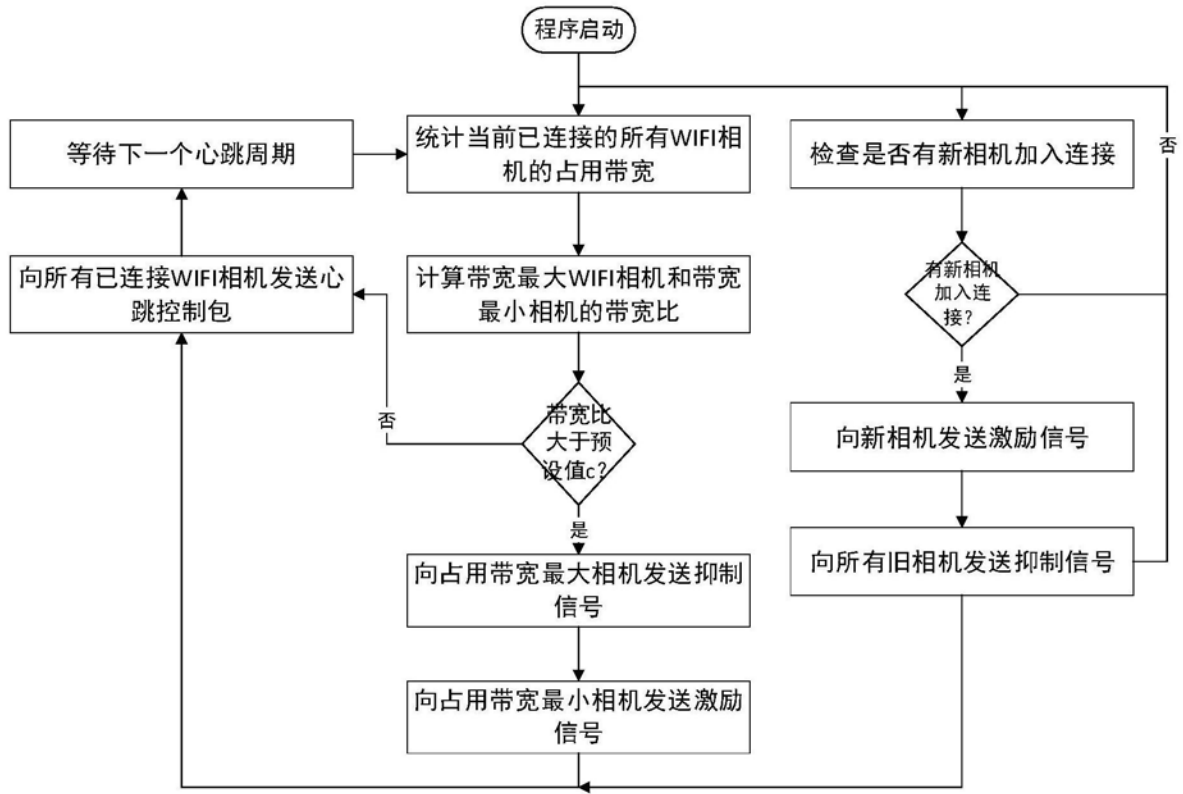


图5

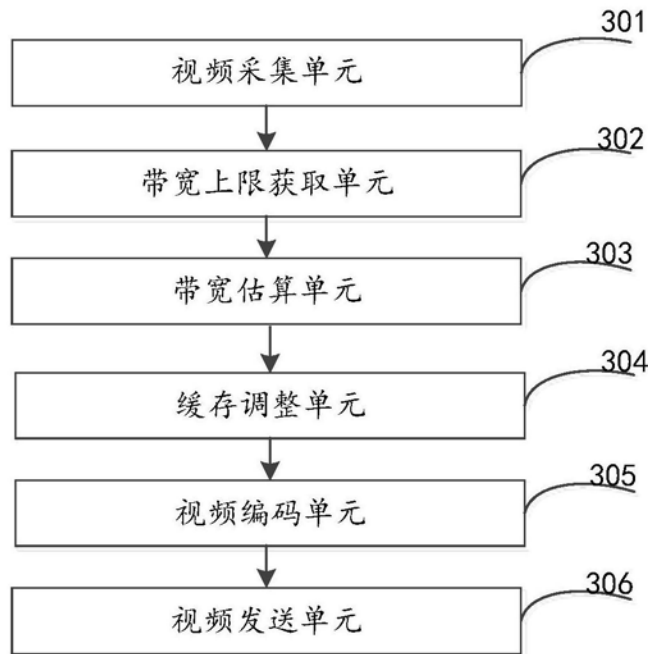


图6

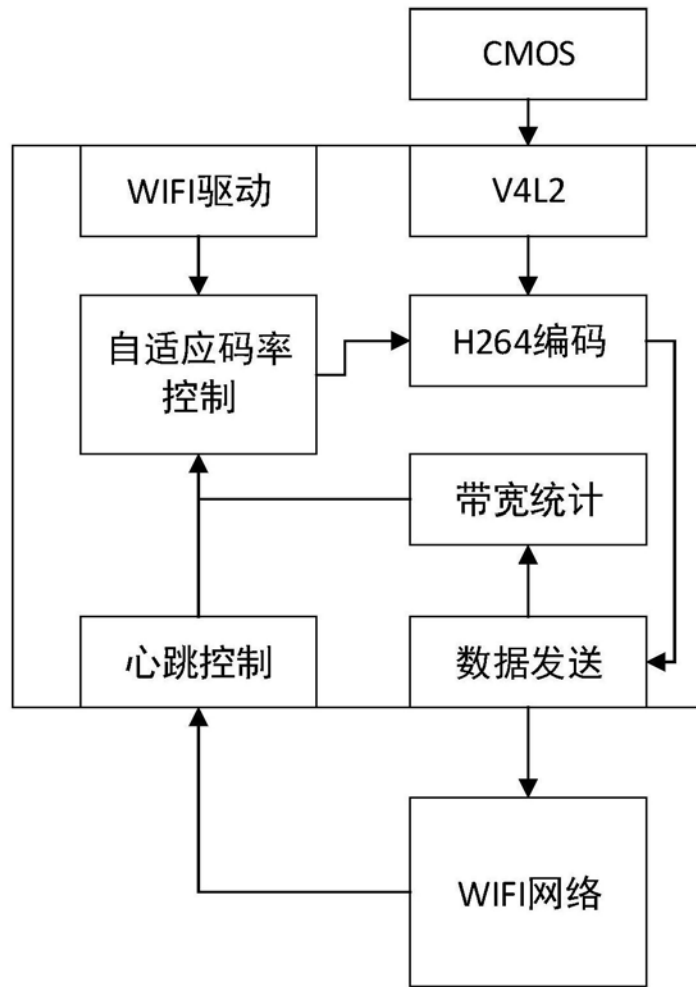


图7

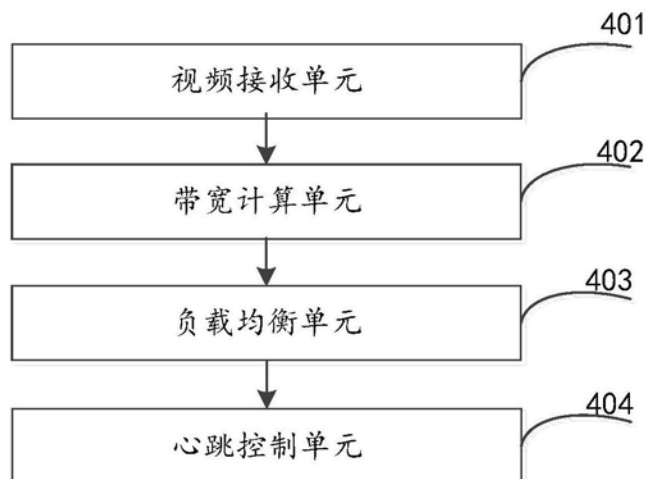


图8

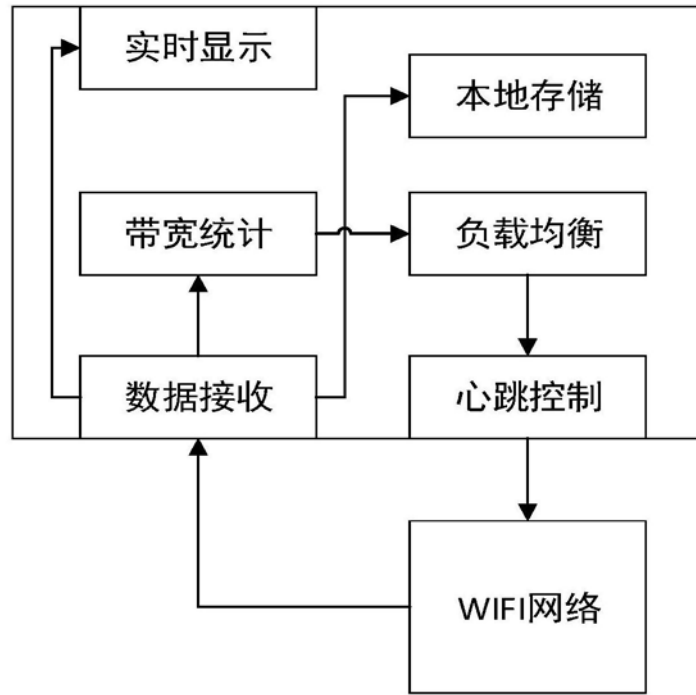


图9

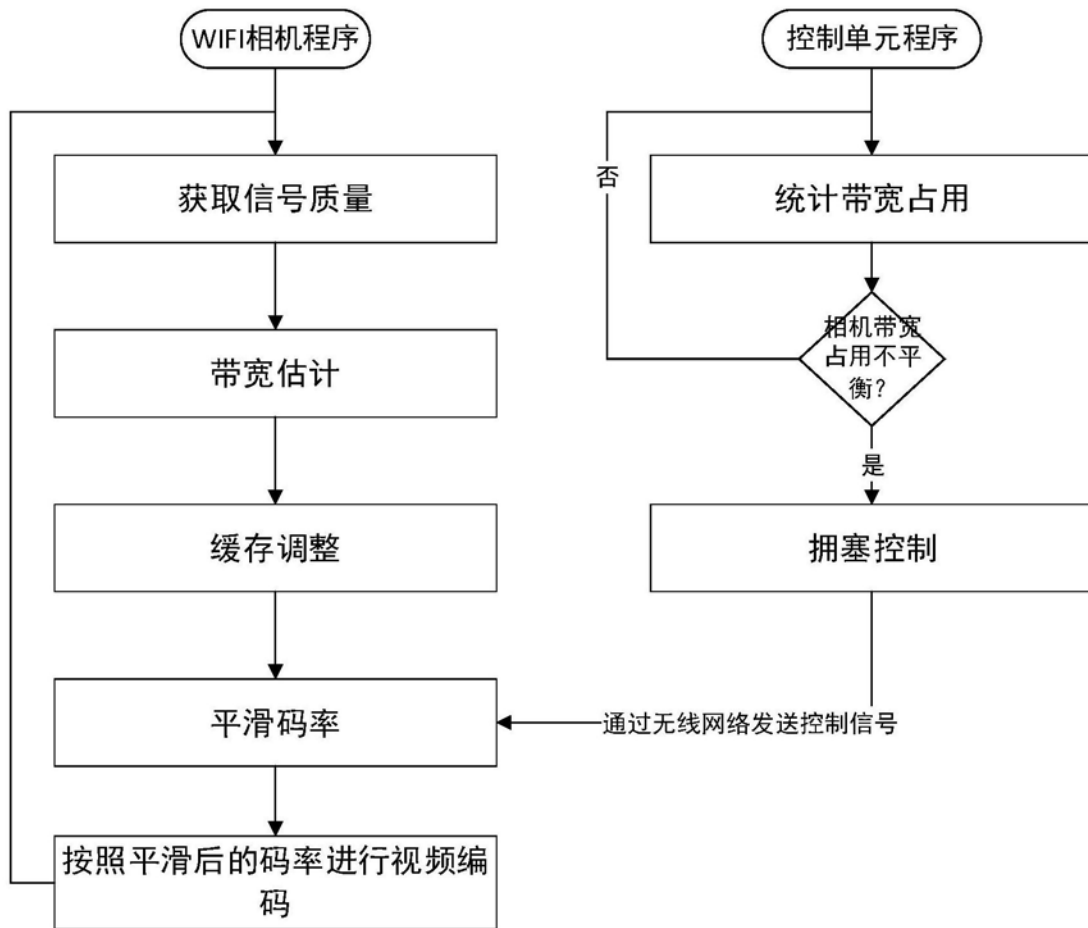


图10