



1. 一种用于在组播网络中提供信道条件反馈的方法,所述方法包括:
  - 估计信道条件指示;
  - 基于所述估计的信道条件指示来确定接收器类别;
  - 基于所述估计的信道条件指示来计算时间延迟;
  - 针对所述计算的时间延迟,来延迟发送所述估计的信道条件指示;
  - 接收来自所述确定的接收器类别中另一接收器的报告,所述报告包括信道条件指示;
  - 基于所述接收到的信道条件指示和所述估计的信道条件指示之间的比较,来取消所述延迟的发送;以及如果没有接收到来自另一接收器的报告,则发送包括所述估计的信道条件指示在内的报告。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:如果所述接收到的信道条件指示小于所述估计的信道条件指示,则发送包括所述估计的信道条件指示在内的报告。
3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
  - 确定所述估计的信道条件指示是否低于阈值;以及
  - 如果所述估计的信道条件指示低于所述阈值,则不发送包括所述估计的信道条件指示在内的报告。
4. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
  - 确定所述估计的信道条件指示是否高于阈值;以及
  - 如果所述估计的信道条件指示高于所述阈值,则不发送包括所述估计的信道条件指示在内的报告。
5. 根据权利要求1所述的方法,还包括:周期性地接收来自服务器的报告。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述估计的信道条件指示是估计的分组丢失率。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述接收到的信道条件指示是接收到的分组丢失率。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述估计的信道条件指示是周期性进行估计的。
9. 一种用于在组播网络中提供信道条件反馈的设备,包括:
  - 用于估计信道条件指示的装置;
  - 用于基于所述估计的信道条件指示来确定接收器类别的装置;
  - 用于基于所述估计的信道条件指示来计算时间延迟的装置;
  - 用于针对所述计算的时间延迟来延长发送所述估计的信道条件指示的装置;
  - 用于接收来自所述确定的接收器类别中另一接收器的报告的装置,所述报告包括信道条件指示;
  - 用于基于所述接收到的信道条件指示和所述估计的信道条件指示之间的比较来取消所述延迟的发送的装置;
  - 用于如果没有接收到来自另一接收器的报告则发送包括所述估计的信道条件指示在内的报告的装置。
10. 根据权利要求9所述的设备,还包括:用于如果所述接收到的信道条件指示小于所述估计的分组丢失率则发送包括所述估计的信道条件指示在内的报告的装置。
11. 根据权利要求9所述的设备,还包括:

用于确定所述估计的信道条件指示是否低于阈值的装置 ;以及  
用于如果所述估计的信道条件指示低于所述阈值,则不发送包括所述估计的信道条件指示在内的报告的装置。

12. 根据权利要求 9 所述的设备,还包括 :

用于确定所述估计的信道条件指示是否高于阈值的装置 ;以及  
用于如果估计的所述信道条件指示高于所述阈值则不发送包括所述估计的信道条件指示在内的报告的装置。

13. 根据权利要求 9 所述的设备,还包括 :用于周期性地接收来自服务器的报告的装置。

14. 根据权利要求 9 所述的设备,其中,所述估计的信道条件指示是估计的分组丢失率。

15. 根据权利要求 9 所述的设备,其中,所述接收到的信道条件指示是接收到的分组丢失率。

16. 根据权利要求 9 所述的设备,其中,所述估计的信道条件指示是周期性进行估计的。

## 自适应视频组播和广播系统中接收信道条件的高效反馈的方法

### 技术领域

[0001] 本发明总体上涉及视频组播和广播系统,具体地,涉及自适应视频组播和广播系统针对服务器的接收信道条件的高效反馈。

### 背景技术

[0002] 在视频组播 / 广播应用中,通过有线和 / 或无线网络从视频服务器向多个接收器发送视频数据。这里,使用“/”来指示用于相同或者类似组件的备选名称。这里使用的组播系统是服务器同时向多个接收器发送相同数据的系统,其中接收器形成所有接收器的子集,直到并且包括所有接收器。广播系统是服务器同时向所有接收器发送相同数据的系统。即,根据定义的组播系统可以包括广播系统。

[0003] 媒体服务器包括产生视频分组流的视频编码器 / 封装器、以及将交叉分组 FEC 编码应用至视频分组以进行可靠发送的应用层前向纠错 (FEC) 编码器。组播或广播视频的接收器可以经由各种有线或无线接入链路连接至服务器。相同视频的不同接收器在同一时刻可能经历不同的分组丢失率,这是由于对于给定接收器来说不同信道条件和分组丢失率随着时间而变化。不同接收器或相同接收器处的接收质量随着时间而变化。此外,接收机可以离开或加入组播组,使得网络拓扑发生变化。为了实现可靠和高效的广播和组播操作,并且满足多个视频接收器的服务质量 (QoS) 要求,视频服务器需要根据变化的接收器拓扑以及多个接收器的接收信道条件来调整视频编码参数 (例如,比特率、帧内速率、块内速率、分组大小、等等) 和应用层 FEC 开销。这意味着接收器经常向视频服务器反馈它们的信道条件。

[0004] 本发明要解决的问题是如何有效率地从多个接收器向视频服务器提供信道条件反馈。有效率的信道反馈方法对于优化自适应组播 / 广播系统的设计和操作是重要的,在该系统中视频服务器根据多个视频接收器的接收信道条件来动态地调整视频编码参数以及待添加的 FEC 开销以保护视频分组流。

[0005] 在一些报导的系统中,对于接收器来说使用标准的实时传输控制协议 (RTCP) 来将它们的接收信道条件反馈给视频服务器。然而,在标准的 RTCP 协议中,每一个参与者 (发送器或者接收器) 独立地将 RTCP 发送器报告或者接收器报告 (包含接收信道条件) 周期性地发送给该会话中的所有参与者。该方法存在若干问题。首先当接收器的数量增加时,该方法可以引入导致可缩放性问题的的高开销。其次,快速信道反馈需要小的 RTCP 报告间隔。该方法对于一对多通信 (如视频组播 / 广播) 是没有效率的,这是由于服务器将受到反馈内爆 (feedback implosion)。保持 RTCP 控制带宽是很重要的,特别是在无线网络中,使得发送器 / 传输器 / 服务器有效率地获得用于视频编码参数和 FEC 开销的高效调整的必要信息。

[0006] 本发明通过提供一种用于自适应视频组播 / 广播系统中多个接收器的接收信道条件高效反馈的方法来解决上述问题。

## 发明内容

[0007] 在视频组播 / 广播应用中,通过有线和 / 或无线网络从视频服务器向多个接收器发送视频数据。媒体服务器包括产生视频分组流的视频编码器 / 封装器、以及将交叉分组 FEC 编码应用至视频分组以进行可靠发送的应用层前向纠错 (FEC) 编码器。组播或广播视频的接收器可以经由各种有线或无线接入链路连接至服务器。相同视频的不同接收器在同一时刻可能经历不同的分组丢失率,这是由于对于给定接收器来说不同信道条件和分组丢失率随着时间而变化。不同接收器或相同接收器处的接收质量随着时间而变化。此外,接收器可以离开或加入组播组,使得网络的拓扑发生变化。为了实现可靠和高效的广播和组播操作,并且满足多个视频接收器的服务质量 (QoS) 要求,视频服务器需要根据变化的接收器拓扑以及多个接收器的接收信道条件来调整视频编码参数 (例如,比特率、帧内速率、块内速率、分组大小、等等) 和应用层 FEC 开销。这意味着接收器需要经常向视频服务器提供反馈它们的信道条件。

[0008] 本发明描述了一种用于在组播网络中提供信道条件反馈的方法和设备,包括:估计信道条件指示;基于所估计的信道条件指示来确定接收器类别;计算延迟;针对计算的延迟来延迟发送估计的信道条件指示;从接收来自确定的接收器类别中另一接收器的报告,所述报告包括信道条件指示;以及基于所述接收到的信道条件指示和所述估计的信道条件指示之间的比较,取消所述延迟的发送。所述方法和设备还包括:向服务器发送针对计算的接收器类别的单个报告,所述报告包括针对确定的接收器类别的最差信道条件指示。

[0009] 附图说明

[0010] 当结合附图阅读时,根据以下详细描述可以更好地理解本发明。附图包括以下简要描述的图:

[0011] 图 1 是根据本发明原理的网络的示意图。

[0012] 图 2 是示出了具有自适应前向纠错的服务器的框图。

[0013] 图 3 是示出了接收器处的组件的框图。

[0014] 图 4 是从接收器角度出发本发明的反馈方法的流程图。

[0015] 图 5 是从 (视频) 服务器角度出发本发明的反馈方法的流程图。

## 具体实施方式

[0016] 现在参照图 1,图 1 示出了根据本发明原理的示例组播 / 广播视频系统。尽管图 1 仅示出了无线设备,但本发明可以使用在有线或无线配置中、或同时包括有线和无线设备在内的配置中。注意到,无线环境中的 RTCP 控制带宽是更关键的。无线设备 105a、105b、105c、105d、105e 和 105f 通过无线接入点 / 基站 120a、120b 和 120c 以及高速有线接入网络 125 (例如,以太网) 连接至视频组播服务器 110 和互联网 115。视频服务器 110 通过高速有线网络 125 向无线接入点 / 基站 120a、120b 和 120c 组播一个或更多视频节目。接入点 / 基站 120a、120b 和 120c 以组播 / 广播的方式通过无线接入点 / 基站 120a 至 120c 和无线设备 105a 至 105f 之间的无线链路将该视频分发至无线设备 105a 至 105f。无线设备 105a 至 105f 的用户可以观看一个或更多视频节目并且同时接入互联网 115。为了实现可靠并且高效的广播和组播操作,并满足多个视频接收器的服务质量 (QoS) 的要求,视频服

务器 110 根据多个视频接收器的接收信道条件来动态地调整视频编码参数和添加的 FEC 开销以保护视频分组流。本发明提供了一种方法,该方法高效地提供与多个视频接收器的接收信道条件 / 分组丢失率相关的反馈,使得服务器可以调整视频编码参数和 FEC 开销。高效的信道反馈方法对于优化自适应视频组播 / 广播系统的设计和操作是重要的。注意到,尽管在视频分组流的方面描述了本发明,但包括音频流在内的任何数字流可以使用本发明的方法。

[0017] 尽管使用无线网络用作描述本发明的示例,但是可以在无线 (3G 或者无线局域网) 或有线网络、或者混合无线 / 有线网络上的自适应视频组播或广播应用中使用本发明。

[0018] 注意到,本发明提供了发送 RTCP 消息的规则。不必改变 RTCP 控制消息格式 (即,发送器报告和接收器报告)。

[0019] 在本发明中,基于视频分组流的接收器的分组丢失率将它们分为不同的类别。设  $0 \leq P_1 \leq P_2 \leq \dots \leq P_{n-1} \leq P_n \leq \dots \leq P_N \leq 1$  表示不同接收器类别的分组丢失率阈值。如果接收器  $i$  在时间间隔  $t$  处的分组丢失率在范围  $P_{n-1} < P_i(t) \leq P_n$  中,则该接收器属于类别  $n$ 。当接收器加入视频会话时,接收器可以例如通过下载会话描述文件或其它可用工具,来获得与每一个类别的分组丢失率阈值相关的信息。基于分组丢失率,接收器知道其属于哪个类别。

[0020] 本发明的反馈算法如下。

[0021] ● 视频服务器以时间间隔  $t$  周期性地向所有接收器组播 RTCP 发送器报告。

[0022] ● 对于每个时间间隔  $t$ ,每个接收器在任何应用层 FEC 恢复之前估计其原始分组丢失率,

[0023] 1、如果接收器的原始分组丢失率小于  $P_1$ ,即  $P_i(t) < P_1$ ,则接收器当前是类别 1 用户。由于接收器的分组丢失率对于良好的 QoS 来说已经足够低,则针对时间间隔接收器不发送接收器报告。注意到  $P_1 = 0$  是特定情况。因此,服务器对于类别 1 中的接收器不做任何调整。

[0024] 2、如果接收器的原始分组丢失率在类别  $n$  的阈值之间,即  $P_{n-1} < P_i(t) \leq P_n$ , ( $N \geq n > 1$ ),对于该时间间隔,该接收器当前是类别  $n$  接收器。该类别  $n$  接收器向视频服务器发送接收器报告用于视频编码参数和 FEC 开销的调整。为了减少反馈控制业务,根据类别  $n$  接收器的已计算分组丢失率,类别  $n$  接收器在短时间段内可以延迟发送其自己的接收器报告,即分组丢失率越高,延迟越小。具体地,分组丢失率在范围  $P_{n-1} < P_i(t) \leq P_n$  中的接收器将在延迟周期  $d = D \times \frac{P_n - P_i(t)}{P_n - P_{n-1}}$  内延迟发送其自己的接收器报告,其中  $D \leq t$  是具有默认

值  $t/2$  的常量延迟。该延迟高效地使时间延迟随机化,使得具有大分组丢失率的接收器先发送它的报告。以组播形式从接收器向会话中的全部参与者 (视频服务器和其它接收器) 发送该接收器报告。在延迟周期内,类别  $n$  接收器可以接收来自另一个类别  $n$  接收器的报告。如果在该延迟周期期间接收到的接收器报告承载有大于其所报告的分组丢失率的分组丢失率,则该接收器将取消其延迟定时器并且将不发送其针对该报告时间间隔  $t$  的接收器报告。

[0025] 3、如果接收器的原始分组丢失率大于类别  $N$  的阈值,即  $P_i(t) > P_N$ ,则该接收器当前是类别  $N+1$  接收器。由于类别  $N+1$  接收器的分组丢失率太高,并且在该时间间隔中视频

服务器不能满足它们的 QoS 要求,因此类别 N+1 接收器不发送 RTCP 接收器报告。这并不意味着接收器永远不发送接收器报告。它仅意味着只要它还是 N+1 类别接收器,它就不发送接收器报告,这是由于不能满足它的 QoS 要求。因此,对于 N+1 类别中的接收器来说服务器不做任何调整。注意特定情况是  $P_N = 1$ 。

[0026] 上述步骤 2 中的延迟可以具有其它形式。作为示例,在备选实施例中,可以将该延迟用公式表达为

[0027]

$$d = \left[ D \times \frac{P_n - P_i(t)}{(P_n - P_{n-1})T_0} \right] \times T_0 + T_1$$

[0028] 其中  $T_0$  是常量并且  $T_1$  是 0 和  $T_0$  之间的随机数。

[0029] 尽管接收器使用报告间隔  $t$  来更新接收信道条件并且服务器使用该报告间隔  $t$  来调整视频编码参数和 FEC 开销,算法本身不要求服务器和接收器之间的严格时间同步。如果接收器没有正确地接收到发送器报告,它可以使用之前接收到的发送器报告来计算报告时间间隔  $t$ 。

[0030] 在特殊情况中,只存在一个类别,即  $0 < P(t) \leq 1$ 。所有接收器属于该单一类别。则所有接收器使用如上所述的步骤 2。即所有接收器根据上述步骤 2 发送它们的信道条件反馈。

[0031] 现在参照图 2,图 2 示出了根据本发明的具有自适应 FEC 的服务器的框图。视频服务器包括视频 / 源编码器 205、封装单元 210、FEC 处理 / 编码单元 215、自适应 FEC 控制单元 220、以及 UDP/IP 协议栈通信单元和接口 (例如,无线) 225。自适应 FEC 控制单元 220 产生发送器报告,并且接收和处理来自多个接收器的接收信道条件反馈 (接收器报告)。确定视频编码参数和 FEC 编码开销。该自适应 FEC 控制单元 220 指示视频 / 源编码器 205、分组单元 210 和 FEC 处理 / 编码单元 215 来执行视频编码、分组以及 FEC 编码。为了发送视频源分组以及奇偶校验分组,自适应 FEC 控制单元还与 UDP/IP 通信单元 225 进行通信并且控制该 UDP/IP 通信单元 225。

[0032] 现在参照图 3,图 3 示出了根据本发明的接收器组件的框图。接收器包括视频 / 源解码器 305、去封装单元 310、FEC 处理 / 解码单元 315、信道估计和反馈单元 320、以及 UDP/IP 协议栈通信单元和接口 (例如,无线) 325。信道估计和反馈单元 320 对原始分组丢失率进行估计,并且使用上述方法向视频服务器发送回接收器报告。

[0033] 可以在单一物理机器或在通过网络连接的多个机器上实现视频服务器组件。还可以在单一物理机器或在通过网络连接的多个机器上实现接收器组件。

[0034] 图 4 是从接收器角度出发的本发明的反馈方法的流程图。在 405,接收器接收来自 (视频) 服务器的发送器报告。在 410,接收器对时间间隔  $t$  内其分组丢失率进行估计。即,该接收器周期性地估计其分组丢失率。在 415,执行测试以确定估计分组丢失率是否小于阈值  $P_1$ ,这将接收器放入类别 1 中。在估计分组丢失率小于阈值  $P_1$  的情况下,由于该分组丢失率已经足够低,以致于满足所有 QoS 要求并且 (视频) 服务器不需要进行调整,因此不报告估计分组丢失率。调整包括对视频编码参数和应用层 FEC 编码和开销的调整。如果接收器在类别 1 中,则在 405,接收器等待接收下个发送器报告。此处应当注意到,接收器不需要等待发送器报告来估计它的分组丢失率,但是在任何方便的时候它可以这么做。如

果接收器不在类别 1 中,则在 420 执行测试,以确定接收器的估计分组丢失率是否大于阈值  $P_N$ ,这将该接收器放入类别  $N+1$ 。具有大于阈值  $P_N$  的估计分组丢失率的接收器将不报告它们的估计分组丢失率,这是由于该速率过高使得服务器做出的任何调整都不能满足它们的 QoS 要求。基于接收器的大于阈值  $P_N$  的估计分组丢失率,如果接收器在类别中,则接收器返回 405 以等待下个发送器报告。

[0035] 基于接收器的低于阈值  $P_N$  并且大于阈值  $P_1$  的估计分组丢失率,如果接收器在类别中,则在 425,接收器确定其类别、计算用于发送其接收器报告的延迟并且设置其延迟定时器。在 430,递减该延迟计时器。然后在 435 执行测试,以确定该接收器是否已经接收到来自其类别中其它接收器的任何报告。如果该接收器已经接收到来自其类别中其它接收器的报告,则在 440 执行测试,以确定接收自其它接收器的报告是否报告了比该接收器的估计分组丢失率更高的估计分组丢失率。如果接收自其它接收器的报告报告了,估计分组丢失率大于或等于该接收器的估计分组丢失率,则在 445 取消用于该接收器的延迟定时器并且该接收器返回 405 以等待下个发送器报告。这是由于对于该接收器类别来说,只有具有最高的估计分组丢失率的接收器需要报告它的估计分组丢失率。具有最高估计分组丢失率的接收器将向(视频)服务器发送它的估计分组丢失率。然后服务器将根据报告给它的针对类别的最差估计分组丢失率进行调整,从而该类别中的所有接收器应当满足它们的 QoS 要求。这极大地减少了(视频)服务器需要接收并且处理的接收器报告的数量,并且相应地减少了用于接收器报告发送的带宽要求。如果接收自其它接收器的报告报告了比该接收器的估计分组丢失率更低的估计分组丢失率,则在 450,执行测试,以确定延迟定时器是否终止。如果延迟定时器还没有终止,则接收器前进至 430,以递减延迟定时器。如果延迟定时器已终止(并且没有接收到大于或等于估计分组丢失率的其它报告),则在 455,该接收器在它的接收器报告中向(视频)服务器发送它的估计分组丢失率,然后该接收器前进至 405 以等待下个发送器报告。

[0036] 图 5 是从(视频)服务器角度出发的本发明的反馈方法的流程图。在 505,(视频)服务器向正向其发送(视频)数据的所有接收器发送发送器报告。在 510,(视频)服务器接收到来自除了类别 1 和类别  $N+1$  之外的每个接收器类别的一个接收器报告。

[0037] 应理解,本发明可以以各种形式的硬件、软件、固件、专用处理器、或其组合来实施。首选地,本发明可以实现为硬件和软件的组合。此外,软件优选地以有形地体现在程序存储设备上的应用程序来实现。该应用程序可以上载到包括任何适合架构的机器,并由该机器执行。优选地,该机器在具有诸如一个或多个中央处理单元(“CPU”)、随机存取存储器(“RAM”)、以及输入/输出(“I/O”)接口的硬件的计算机平台上实现。该计算机平台还包括操作系统和微指令代码。这里描述的各个过程和功能可以是微指令代码的一部分,或是应用程序的一部分(或是其任何组合),其可以由 CPU 来执行。另外,可以把各种其他外围单元与计算机平台相连,例如附加的数据存储设备和打印设备。

[0038] 还应理解的是,由于附图中描述的某些构成系统的组件和方法步骤优选地以软件来实现,所以系统组件(或过程步骤)之间的实际连接可以取决于编排本发明的方式而有所不同。在这里给出的教导的前提下,本领域的普通技术人员将能够设想本发明的这些和类似的实现方式或配置。

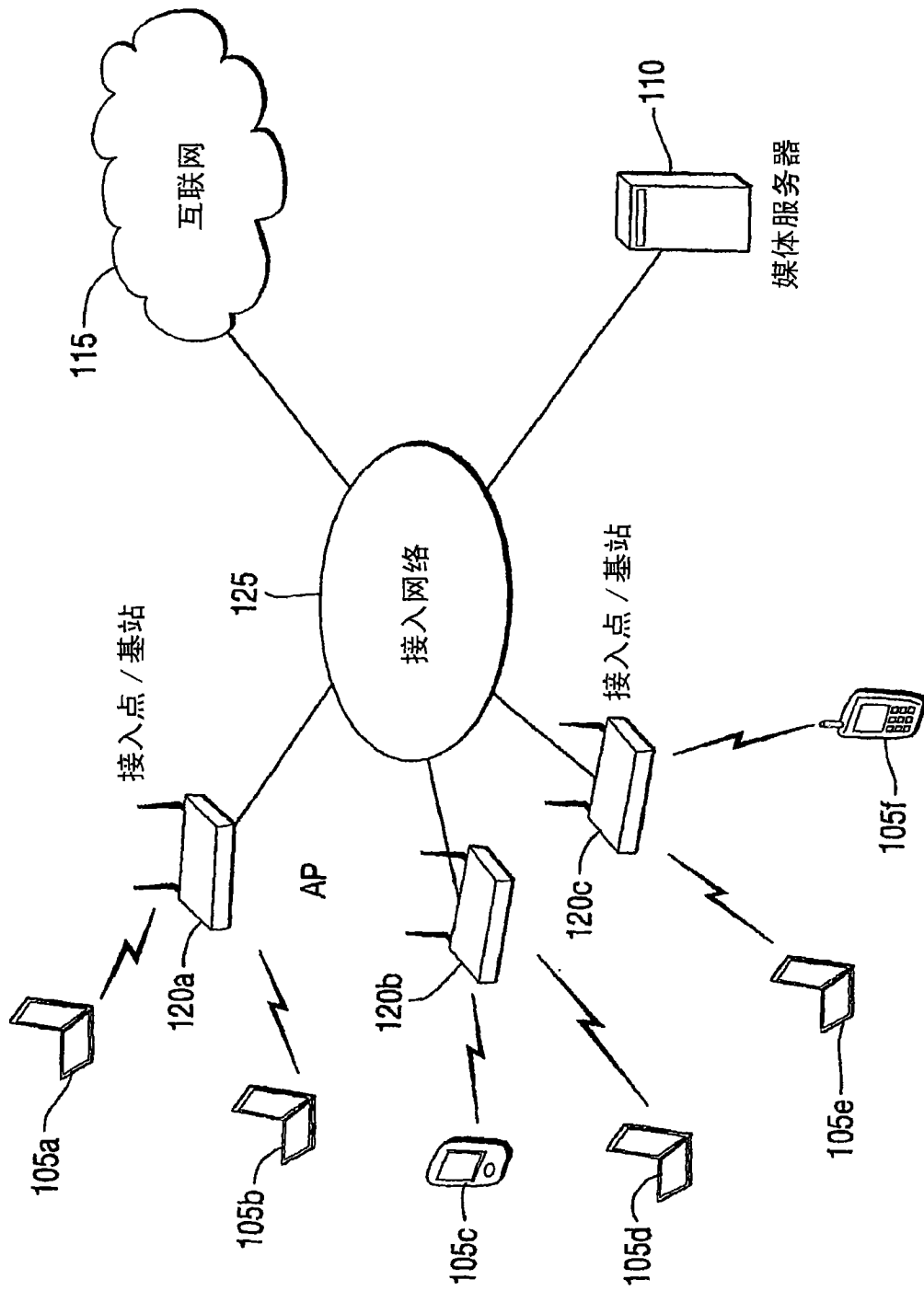


图 1

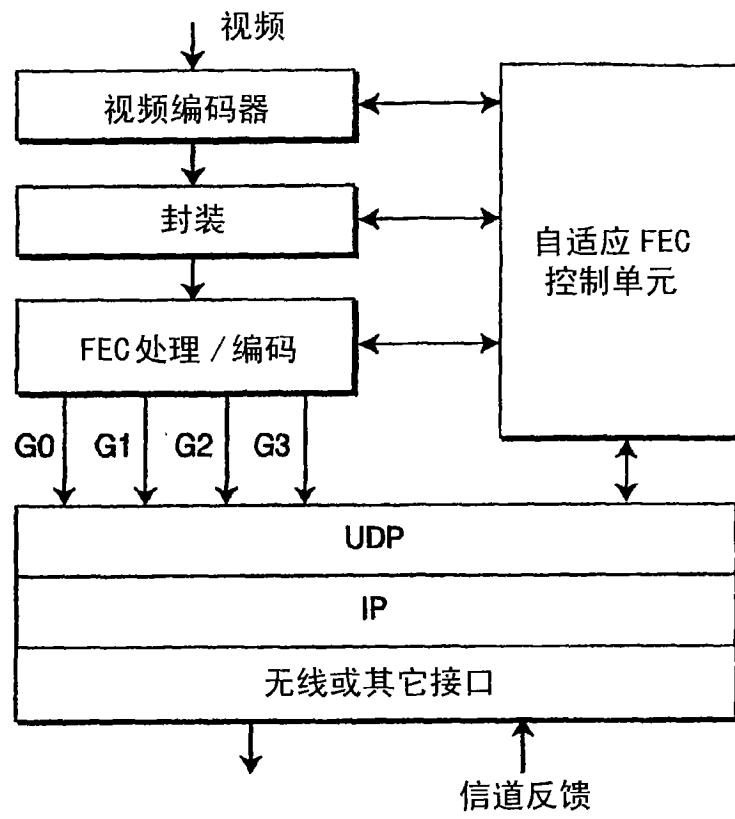


图 2

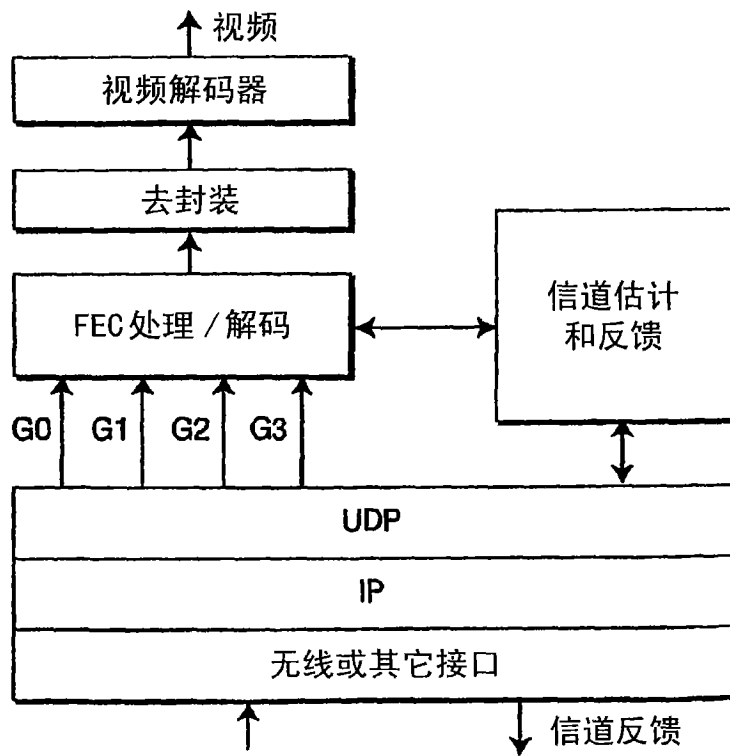


图 3



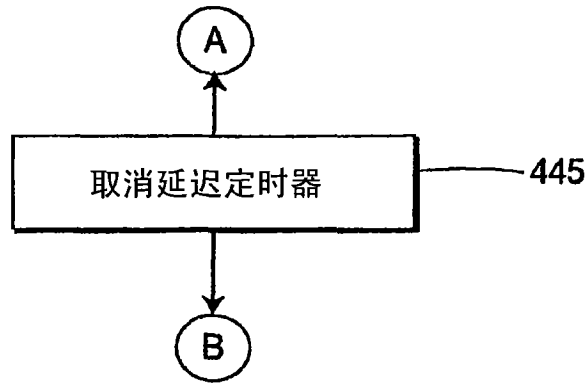


图 4B

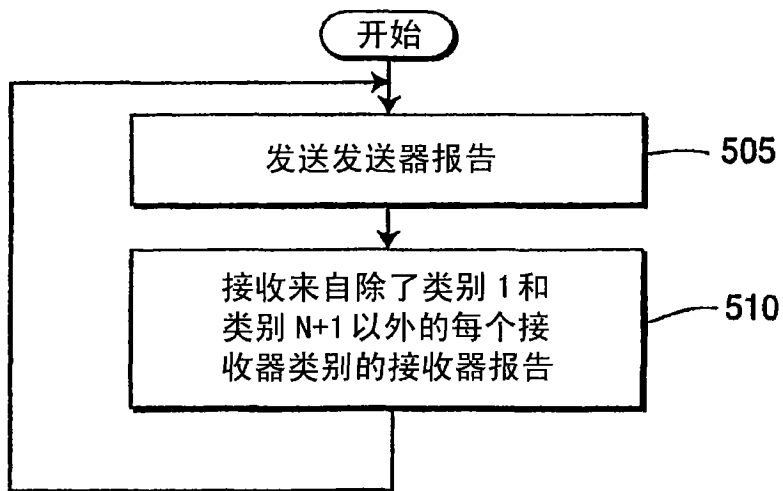


图 5