



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107371029 B

(45)授权公告日 2020.10.30

(21)申请号 201710503913.9

H04N 21/234(2011.01)

(22)申请日 2017.06.28

H04L 29/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107371029 A

(56)对比文件

CN 103618900 A,2014.03.05

CN 101547356 A,2009.09.30

(43)申请公布日 2017.11.21

US 2017085892 A1,2017.03.23

(73)专利权人 上海大学
地址 200444 上海市宝山区上大路99号

CN 101299819 A,2008.11.05

CN 101312544 A,2008.11.26

(72)发明人 王永芳 朱芸 朱康华

周莺.基于内容感知的可分级视频码流排序方法.《信号处理》.2013,

(74)专利代理机构 上海上大专利事务所(普通合伙) 31205

审查员 陈巍

代理人 顾勇华

(51)Int.Cl.

H04N 19/167(2014.01)

H04N 19/17(2014.01)

H04N 19/37(2014.01)

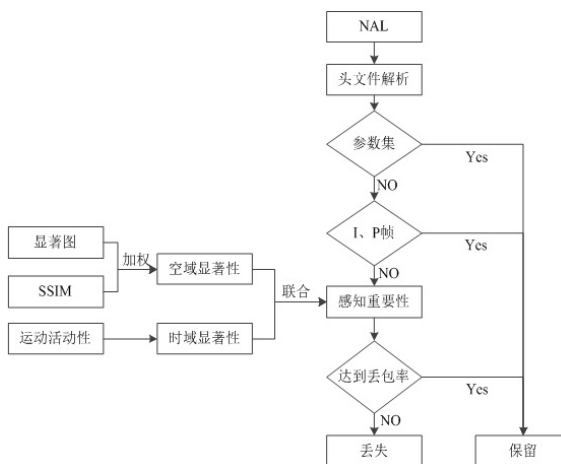
权利要求书3页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

基于内容的视频包优先级分配方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于内容的视频包优先级分配方法,首先,根据NAL类型得到初始的slice优先级顺序,参数集优先级最高,I帧、P帧的优先级次高。然后用显著性加权的结构相似性来表示空域感知重要性,用运动活动性表示时域感知重要性,并联合得到空时域感知优先级。将优先级信息写入到NAL头文件中避免了产生额外的码流开销。信道解析NAL头文件,获取NAL类型和时空域感知优先级指标,从而确定每个视频包的优先级顺序。在丢包网络环境中,从低优先级开始丢弃,对高优先级的视频包予以保护。在解码端采用拷贝前一帧的简单方法进行错误隐藏得到解码视频。本发明方法在相同丢包率的情况下,视频质量比随机丢包方法得到的视频质量高,提高了视频传输的鲁棒性。



1. 一种基于内容的视频包优先级分配方法,其特征在于:该方法的具体步骤为:

a. 对码流包优先级进行初级分配;

b. 空域感知重要性提取:每帧图像初级分配完,计算每一个slice的显著性和对应的SSIM,将显著性作为SSIM的加权因子用于表示空域感知质量,其值越大表示空域感知重要性越高;

c. 对步骤b所得的空域感知质量的值进行二值化处理,将视频图像分为显著区域,设为“1”和非显著区域,设为“0”;对于每个slice,将二值化结果进行归一化处理,若非零,则该slice判定为空域感知显著,否则为非感知显著;

d. 时域感知重要性提取:计算slice中所有最大编码单元(Largest Coding Units, LCU)的编码单元(Coding Units, CU)运动矢量的幅值作为运动活动性,若运动活动性大于0,判定当前slice时域显著,否则为时域不显著;

e. 时空域感知优先级分配:当slice中的区域既是空域感知重要性区域也是时域感知重要性区域时,它的空时域感知优先级等级最高;当slice中的区域是空域感知重要性区域或时域感知重要性区域时,优先级次高;而当slice中的区域既不是空域感知重要性区域也不是时域感知重要性区域时,分配最低感知优先级,即表示为:

$$P_{\text{priori}} = \begin{cases} 2, & P_{\text{temp}} = 1 \quad \text{and} \quad P_{\text{spat}} = 1 \\ 1, & P_{\text{temp}} = 1 \quad \text{or} \quad P_{\text{spat}} = 1 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

f. 感知重要性写入:将步骤e得到的感知重要性指标写入NAL头文件预留位中,通过解析该重要性指标,判断其优先级顺序;丢包环境下,从优先级最低的视频包开始丢弃,直到达到丢包率为止;

所述步骤a的具体步骤为:当有连续5个包丢失时,设定下一个包的优先级为高,优先级索引直接写入NAL头文件中;然后判断数据类型,如果是参数集,则具有最高优先级;如果是I、P帧,则赋予次高优先级;如果是B帧,则进入步骤b;视频编码后的码流以NAL为单位,码流在信道中传输过程中,首先解析每个数据包的NAL头文件,确定其基本数据类型;如果是参数集(PPS, SPS, VPS)信息,含有整个视频的编码信息,则具有最高优先级,保证在传输过程中不能丢失;如果是I帧或者P帧数据,作为后续帧的参考,具有次高优先级,而且视频中I帧和P帧的比例相对较少,在有限带宽的情况下,能保证其顺利传输;然后如果是B帧数据,则进入步骤b;

所述步骤b中的显著性指标由片(slice)的显著性和对应的结构相似性度量(Structure Similarity Index Metric, SSIM)来计算:

$$Sal_idx = \sum_{i=1}^N w_i \cdot SSIM$$

其中,Sal_idx是加权以后的显著性指标,用于表示空域感知质量,其数值越大表示空域感知重要性越高; w_i 是基于显著性模型的窗函数,用于对当前slice的显著性进行归一化处理,表达式如下:

$$w_i = \frac{sal_i}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N sal_j} \quad i, j \in \{1, \dots, N\}$$

其中, sal_i 是由Itti显著性模型计算得到的当前slice的显著性值, N 是一帧中片(slice)的数目, i 和 j 分别是slice的位置;

所述步骤c的具体步骤为:采用最大类间方差法,把图像的灰度按照灰度级分为两个部分,使得两个部分之间的灰度值差异最大,每个部分之间的灰度差异最小,通过方差的计算来寻找一个合适的门限值;门限值Threshold通过最大类间方差计算出,当加权后的显著性值 Sal_idx 大于该门限值Threshold时,判断该区域是显著区域,设为“1”;反之,属于非显著区域,设为“0”,即:

$$Sal_idx(i, j) = \begin{cases} 1, & Sal_idx(i, j) > Threshold \\ 0, & else \end{cases}$$

对于每个片(slice),将二值化结果进行归一化处理,其中,Threshold是通过最大类间方差计算出的门限值,若非零,则该slice判定为空域感知显著,否则为非感知显著;为了进一步衡量slice的空域感知质量,对整个slice中所有像素进行归一化处理:

$$Spat_{norm} = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M Sal_idx(i, j)$$

其中, $Spat_{norm}$ 为slice的归一化空域感知重要性系数,该值越大,表明空域感知重要性越大, N 和 M 分别为slice的宽和高, $Sal_idx(i, j)$ 为二值化处理以后的显著性图的像素值;由于在视频中背景占很大部分,显著性区域只占很小比重,因此 $Spat_{norm}$ 大部分为零,为了简单化,认为 $Spat_{norm}$ 非零的区域为空域感知重要性区域:

$$P_{spat} = \begin{cases} 1, & Spat_{norm} > 0 \\ 0, & else \end{cases}$$

其中, P_{spat} 为空域感知重要性,当 $P_{spat}=1$ 表示该slice为空域感知显著, $P_{spat}=0$ 为非感知显著;

所述步骤d中的具体步骤为:定义CU的运动矢量:

$$MV = (MV_x, MV_y)$$

MV_x 和 MV_y 分别为运动矢量的水平和垂直分量,然后计算slice中所有LCU的MV幅值,每个slice的运动活动性MA表示如下:

$$MA = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sqrt{MV_{i,j,x}^2 + MV_{i,j,y}^2}$$

其中 N 为slice中LCU的数目, M 为LCU中CU的数目, i 为当前LCU的编号, j 为当前CU在LCU中的位置编号,运动越剧烈,则运动活动性越大,时域显著性越强;

在所述步骤d中,根据MA大小确定时域感知重要性:

$$P_{temp} = \begin{cases} 1, & MA > 0 \\ 0, & MA = 0 \end{cases}$$

其中, P_{temp} 为时域感知重要性,根据 P_{temp} 的值来判断时域感知重要性, $P_{temp}=1$ 表示时域显著的slice, $P_{temp}=0$ 表示时域不显著的slice。

基于内容的视频包优先级分配方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种提高视频传输鲁棒性的方法,特别是涉及一种基于视频内容的对包进行 优先级分配的丢包方法,应用于视频传输技术利用。

背景技术

[0002] 当视频流在网络中传输时,有很多因素会导致视频丢包,比如网络阻塞、延时等。现有的视频编码方式HEVC等,采用帧内预测、帧间预测和量化等技术,某一帧的丢失可能会影 响其他帧的解码,从而导致误差传播,使视频质量严重下降。因此,不同包丢失造成的视觉 影响是不同的,通过研究不同丢包情况的容错性来建立视频包优先级传输模型,可以在相同 丢包率的情况下,减小丢包对视频质量的影响。

[0003] 当视频通过网络传输时,判断每个视频包的重要性并对重要性高的包给予优先保护的优 先级传输模型,对提高解码端质量至关重要。近年来,涌现了很多视频包优先级传输模型,并在视频传输中减小了丢包造成的端到端视频质量的损失。HEVC编码后的码流由一系列数 据单元即网络抽象层单元(network abstraction layer,NAL)组成。其最大编码单元是LCU (Largest Coding Units),每个LCU又可以划分为更小的编码单元(Coding Units,CU)。每一帧被分成一个或多个片(slice),并包含在NAL单元中,通过分析NAL头文件,可以判断 每个包的类型,从而确定初始的优先级顺序。其中,参数集(VPS,PPS,SPS)的优先级最 大,I帧的优先级大于P帧,B帧的优先级最低。通过研究包类型、视频内容等对网络传输视 频质量的影响,可以更准确地为视频包分配优先级。不同的打包策略和错误恢复机制也会影 响传输视频的感知质量。此外,为了在一定差错允许的情况下提高终端视频的感知质量,还 应该将人眼显著性感知等特性整合到优先级传输模型中。

发明内容

[0004] 本发明的目的是为了在一定的丢包情况下,通过包优先级传输提高终端的用户体 验质量,首次提出基于内容分析的感知优先级分配方法,通过不同的视频特征对丢包容错 性的影响建 立视频包优先级分配方法,在网络堵塞等情况下,对优先级低的包进行丢弃, 对优先级高的 包进行保护,从而在一定程度上减小丢包对视频质量的影响。本发明方法将 优先级信息写入 NAL头文件预留的位置中,避免了额外的码流开销。

[0005] 为达到上述目的,本发明的构思是:首先,根据NAL类型得到初始的slice优先级顺 序,参数集优先级最高,I帧、P帧的优先级次高。然后用显著性加权的结构相似性来表 示空 域感知重要性,用运动活动性表示时域感知重要性,并联合得到空时域感知优先级。为了避 免产生额外的码流开销,我们将优先级信息写入到NAL头文件中。信道解析NAL头文件, 获取NAL类型和时空域感知优先级指标,从而确定每个视频包的优先级顺序。在丢包网 络环 境中,从低优先级开始丢弃,对高优先级的视频包予以保护,在相同的丢包程度下提 高解码 端质量。

[0006] 一种基于内容的视频包优先级分配方法,其特征就在于该方法的具体步骤为:

[0007] a.对码流包优先级进行初级分配;

[0008] b.空域感知重要性提取:每帧图像初级分配完,计算每一个slice的显著性和对应的 SSIM,将显著性作为SSIM的加权因子用于表示空域感知质量,其值越大表示空域感知重要性越高;

[0009] c.对步骤b所得的空域感知质量的值进行二值化处理,将视频图像分为显著区域,设为“1”和非显著区域,设为“0”;对于每个slice,将二值化结果进行归一化处理,若非零,则该slice判定为空域感知显著,否则为非感知显著;

[0010] d.时域感知重要性提取:计算slice中所有最大编码单元(Largest Coding Units,LCU)的编码单元(Coding Units,CU)的运动矢量的幅值作为运动活动性,若运动活动性大于0,判定当前slice时域显著性,否则为时域不显著;

[0011] e.时空域感知优先级分配:当slice中的区域既是空域感知重要性区域也是时域感知重要性区域时,它的空时域感知优先级等级最高;当slice中的区域是空域感知重要性区域或时域感知重要性区域时,优先级次高;而当slice中的区域既不是空域感知重要性区域也不是时域感知重要性区域时,分配最低感知优先级,即表示为:

$$[0012] \quad P_{\text{priori}} = \begin{cases} 2, & P_{\text{temp}} = 1 \quad \text{and} \quad P_{\text{spat}} = 1 \\ 1, & P_{\text{temp}} = 1 \quad \text{or} \quad P_{\text{spat}} = 1 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

[0013] f.感知重要性写入:将步骤e得到的感知重要性指标写入NAL头文件预留位中,通过解析该重要性指标,判断其优先级顺序;丢包环境下,从优先级最低的视频包开始丢弃,直到达到丢包率为止。

[0014] 上述的步骤a的具体步骤为:当有连续5个包丢失时,设定下一个包的优先级为高,优先级直接写入NAL头文件中;然后,判断其数据类型,如果是参数集,则具有最高优先级;如果是I、P帧,则赋予次高优先级;如果是B帧,则进入步骤b。视频编码后的码流以NAL为单位,码流在信道中传输过程中,首先解析每个数据包的NAL头文件,确定其基本数据类型。如果是参数集(PPS,SPS,VPS)信息,含有整个视频的编码信息,则具有最高优先级,保证在传输过程中不能丢失;如果是I帧或者P帧数据,作为后续帧的参考,具有次高优先级,而且视频中I帧和P帧的比例相对较少,在有限带宽的情况下,能保证其顺利传输。然后如果是B帧数据,则进入步骤b。

[0015] 上述步骤b中的显著性指标由片(slice)的显著性和对应的结构相似性度量(Structure Similarity Index Metric,SSIM)来计算:

$$[0016] \quad Sal_idx = \sum_{i=1}^N w_i \cdot SSIM$$

[0017] 其中,Sal_idx是加权以后的显著性指标,用于表示空域感知质量,其数值越大表示空域感知重要性越高。 w_i 是基于显著性模型的窗函数,用于对当前slice的显著性进行归一化处理,表达式如下:

$$[0018] \quad w_i = \frac{sal_i}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N sal_j} \quad i, j \in \{1, \dots, N\}$$

[0019] 其中, sal_i 是通过Itti显著性模型得到的当前slice的显著性值, N 是一帧中slice的数目, i 和 j 分别是slice在每帧中的位置。

[0020] 上述步骤c的具体步骤为: 采用最大类间方差法, 把图像的灰度按照灰度级分为两个部分, 使得两个部分之间的灰度值差异最大, 每个部分之间的灰度差异最小, 通过方差的计算来寻找一个合适的门限值; 门限值Threshold通过最大类间方差计算出, 当加权后的显著性值 Sal_idx 大于该门限值Threshold时, 判断该区域是显著区域, 设为“1”; 反之, 属于非显著区域, 设为“0”, 即:

$$[0021] \quad Sal_idx(i, j) = \begin{cases} 1, & Sal_idx(i, j) > Threshold \\ 0, & else \end{cases}$$

[0022] 对于每个slice, 将二值化结果进行归一化处理, 其中, Threshold是通过最大类间方差计算出的门限值, 若非零, 则该slice判定为空域感知显著, 否则为非感知显著;

[0023] 为了进一步衡量slice的空域感知质量, 对整个slice中所有像素进行归一化处理:

$$[0024] \quad Spat_{norm} = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M Sal_idx(i, j)$$

[0025] 其中, $Spat_{norm}$ 为slice的归一化空域感知重要性系数, 该值越大, 表明空域感知重要性越大, N 和 M 分别为slice的宽和高, $Sal_idx(i, j)$ 为二值化处理以后的显著性图的像素值; 由于在视频中背景占很大部分, 显著性区域只占很小比重, 因此 $Spat_{norm}$ 大部分为零, 为了简单化, 认为 $Spat_{norm}$ 非零的区域为空域感知重要性区域:

$$[0026] \quad P_{spat} = \begin{cases} 1, & Spat_{norm} > 0 \\ 0, & else \end{cases}$$

[0027] 其中, P_{spat} 为空域感知重要性, 当 $P_{spat} = 1$ 表示该slice为空域感知显著, $P_{spat} = 0$ 为非感知显著。

[0028] 上述步骤d中的具体步骤为: 定义CU的运动矢量:

$$[0029] \quad MV = (MV_x, MV_y)$$

[0030] MV_x 和 MV_y 分别为运动矢量的水平和垂直分量, 然后计算slice中所有LCU的MV幅值, 每个slice的运动活动性MA表示如下:

$$[0031] \quad MA = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sqrt{MV_{i,j,x}^2 + MV_{i,j,y}^2}$$

[0032] 其中 N 为slice中LCU的数目, M 为LCU中CU的数目, i 为当前LCU的编号, j 为当前CU在LCU中的位置编号, 运动越剧烈, 则运动活动性越大, 时域显著性越强; 根据MA大小确定时域感知重要性:

$$[0033] \quad P_{temp} = \begin{cases} 1, & MA > 0 \\ 0, & MA = 0 \end{cases}$$

[0034] 其中, P_{temp} 为时域感知重要性, 根据 P_{temp} 的值来判断时域感知重要性, $P_{temp} = 1$ 表示时域显著的slice, $P_{temp} = 0$ 表示时域不显著的slice。

[0035] 上述公式中, P_{priori} 为时空域感知优先级指标, 当 slice 中的区域既是空域感知重要性也是 时域感知重要性区域时, 时空域感知优先级等级最高 $P_{\text{priori}}=2$; 当 slice 为空域感知重要性或 时域感知重要性区域时, 优先级等级 $P_{\text{priori}}=1$; 而 slice 既不是时域显著也不是空域显著, 则 感知优先级最低 $P_{\text{priori}}=0$ 。

[0036] 将这些指标写入到 NAL 头文件预留位中, 通过解析该重要性指标, 可以判断其优先级顺序。在模拟网络堵塞等造成的网络丢包环境时, 从优先级最低的视频包开始丢弃, 直到达到 丢包率为止。丢包后的视频经过解码端解码得到受损视频, 对视频进行质量评估得到视频客观质量。视频的参数集 (PPS, SPS, VPS) 是保证能够解码的关键, 必须保证参数集能够正确 完整传输, 否则视频将无法解码。而 I、P 帧作为后续帧的参考帧, 在有限带宽下应尽量保证 其正确传输, 否则将严重导致后续帧无法正确解码。

[0037] 高效视频编码技术, High Efficiency Video Coding, HEVC, 是当前视频编码的主要方式。它运用高效的帧内和帧间预测方式, 减小了空间和时间冗余, 将每个视频帧分成多个片 (slice), 每个 slice 之间可以独立解码。采用分层 B 帧结构, 即 IBBPBBP 的编码方式, 增加了帧与帧之间的依赖性, 使得某一帧的丢失会导致其他帧质量的连续恶化。因此, 不同帧丢失对视频整体质量的影响是不同的。对于视频某一帧内的 slice 的丢失对视频的影响也不同, 因此, 每个 slice 的重要性也不相同。本发明方法首次综合上述所有情况, 提出一种包优先级 分配方法, 给不同的包分配不同的优先级, 在网络堵塞等情况下需要进行丢包时, 根据包所 分配的优先级, 先丢弃优先级低的包, 对优先级高的包进行保护。本发明方法能在网络环境 一定的情况下提高视频整体质量, 增加视频传输的鲁棒性。

[0038] 本发明与现有技术相比较, 具有如下显而易见的突出实质性特点和显著优点:

[0039] 1、本发明方法充分考虑了时域和空域不同的视频特征对视频包优先级分配的影响, 视觉 显著性区域的运用, 使得视频传输在相同的丢包率情况下具有更高的容错性。

[0040] 2、我们定义的时域感知重要性仅与运动矢量有关, 从编码的信息中可以直接获取这些信息; 参数集 (PPS, SPS, VPS) 信息以及帧类型可以直接从 NAL 头文件中得到。因此本发明方法的感知重要性的计算复杂度非常低。

[0041] 3、本发明方法随着信道环境的恶化, 传输视频质量并不会像随机丢包方法剧烈下降, 因为在连续 5 个包丢失时, 我们设定下一个包的优先级为高, 防止了其继续丢失导致的爆发性 丢失, 这种方法大大提高了传输视频的鲁棒性。

附图说明

[0042] 图1为本发明优选实施基于内容的视频包分配方法的操作程序框图。

[0043] 图2为一帧分解为几个片 (slice) 的示意图。

[0044] 图3为foreman空域显著性加权 (a) 原始图像 (b) 显著性加权图 (c) 二值化图。

[0045] 图4为时域重要性和非重要性区域丢失的恢复质量比较, (a) 原始图像, (b) 时域非显著 位置丢包, (c) 时域显著位置丢包。

[0046] 图5为不同QP下时空域感知优先级分布。

[0047] 图6为信道传输丢包过程示意图。

具体实施方式

[0048] 本发明的优选实施例结合附图详述如下：

[0049] 实施例的具体步骤如图1流程图所示。在HM14.0编码平台, Visual Studio 2012环境下编程仿真实现本方法。每帧可分解成几个slice如图2, 首先对头文件进行解析判断其基本数据类型, 如果是参数集或者I、P帧, 则予以最高和次高的优先级。其次, 如果是B帧, 那么对其进行空时域的感知重要性提取, 并对其赋予相应的感知重要性指标。然后, 将这些指标写入NAL头文件中。最后, 在模拟丢包的过程中, 根据包的优先级对其进行丢包, 对丢包后的解码视频进行质量评估, 分析传输模型的性能。

[0050] 实施例一: 参见图1~6, 一种基于内容的视频包优先级分配方法, 包括如下步骤:

[0051] a. 对码流包优先级进行初级分配;

[0052] b. 空域感知重要性提取: 每帧图像初级分配完, 计算每一个slice的显著性和对应的SSIM, 将显著性作为SSIM的加权因子用于表示空域感知质量, 其值越大表示空域感知重要性越高;

[0053] c. 对步骤b所得的空域感知质量的值进行二值化处理, 将视频图像分为显著区域, 设为“1”和非显著区域, 设为“0”; 对于每个slice, 将二值化结果进行归一化处理, 若非零, 则该slice判定为空域感知显著, 否则为非感知显著;

[0054] d. 时域感知重要性提取: 计算slice中所有最大编码单元(Largest Coding Units, LCU) 的编码单元(Coding Units, CU) 运动矢量的幅值作为运动活动性, 若运动活动性大于0, 判定当前slice时域显著性, 否则为时域不显著;

[0055] e. 时空域感知优先级分配: 当slice中的区域既是空域感知重要性区域也是时域感知重要性区域时, 它的空时域感知优先级等级最高; 当slice中的区域是空域感知重要性区域或时域感知重要性区域时, 优先级次高; 而当slice中的区域既不是空域感知重要性区域也不是时域感知重要性区域时, 分配最低感知优先级, 即表示为:

$$[0056] \quad P_{\text{priori}} = \begin{cases} 2, & P_{\text{temp}} = 1 \quad \text{and} \quad P_{\text{spat}} = 1 \\ 1, & P_{\text{temp}} = 1 \quad \text{or} \quad P_{\text{spat}} = 1 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

[0057] 感知重要性写入: 将步骤e得到的感知重要性指标写入NAL头文件预留位中, 通过解析该重要性指标, 判断其优先级顺序; 丢包环境下, 从优先级最低的视频包开始丢弃, 直到达到丢包率为止。

[0058] 实施例二:

[0059] 步骤1. 码流包优先级初级分配: 当有连续5个包丢失时, 设定下一个包的优先级为高, 优先级索引直接写入NAL头文件中; 然后判断数据类型, 如果是参数集, 则具有最高优先级; 如果是I、P帧, 则赋予次高优先级; 如果是B帧, 则进入步骤b。视频编码后的码流以NAL为单位, 码流在信道中传输过程中, 首先解析每个数据包的NAL头文件, 确定其基本数据类型。如果是参数集(PPS, SPS, VPS)信息, 含有整个视频的编码信息, 则具有最高优先级, 保证在传输过程中不能丢失; 如果是I帧或者P帧数据, 作为后续帧的参考, 具有次高优先级, 而且视频中I帧和P帧的比例相对较少, 在有限带宽的情况下, 能保证其顺利传输。然后如果是B帧数据, 则进入步骤2。

[0060] 步骤2.空域感知重要性提取:一帧图像编码完,计算每一个slice的显著性和对应的 SSIM,将显著性作为SSIM的加权因子用于表示空域感知质量,其值越大表示空域感知重要性越高。在丢包网络环境中,显著性加权的SSIM指数可以很好地评估视频的客观质量。在视频质量评估过程中,显著性起到至关重要的作用。SSIM是用来评价视频质量的指标,通过显著性加权,使得显著区域更加突出,在传输过程中给予更高优先级保护。显著性加权的SSIM图像见图3(b)。

$$[0061] \quad Sal_idx = \sum_{i=1}^N w_i \cdot SSIM$$

[0062] 其中,Sal_idx是加权以后的显著性指标,用于表示空域感知质量,其数值越大表示空域感知重要性越高。 w_i 是基于显著性模型的窗函数,用于对当前slice的显著性进行归一化处理,表达式如下:

$$[0063] \quad w_i = \frac{sal_i}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N sal_j} \quad i, j \in \{1, \dots, N\}$$

[0064] 其中, sal_i 是当前slice的显著性值, N 是一帧中slice的数目, i 和 j 分别是slice的位置。

[0065] 然后,对这个空域感知质量的值进行二值化处理,这里采用最大类间方差法,把图像的灰度按照灰度级分为两个部分,使得两个部分之间的灰度值差异最大,每个部分之间的灰度差异最小,通过方差的计算来寻找一个合适的划分阈值。将视频图像分为显著区域(设为“1”)和非显著区域(设为“0”),二值化的视频图像参照图3(c)。

$$[0066] \quad Sal_idx_{(i,j)} = \begin{cases} 1, & Sal_idx_{(i,j)} > Threshold \\ 0, & else \end{cases}$$

[0067] 对于每个slice,将二值化结果进行归一化处理,其中,Threshold是通过最大类间方差计算出的门限值。若非零,则该slice判定为空域感知显著,否则为非感知显著。

[0068] 为了进一步衡量slice的空域感知质量,我们对整个slice中所有像素进行归一化处理。

$$[0069] \quad Spat_{norm} = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M Sal_idx(i, j)$$

[0070] 其中, $Spat_{norm}$ 为slice的归一化空域感知重要性系数,该值越大,表明空域感知重要性越大。 N 和 M 分别为slice的宽和高, $Sal_idx(i, j)$ 为二值化处理以后的显著性图的像素值。由于在视频中背景占很大部分,显著性区域只占很小比重,因此 $Spat_{norm}$ 大部分为零,为了简单化,我们认为 $Spat_{norm}$ 非零的区域为空域感知重要性区域。

$$[0071] \quad P_{spat} = \begin{cases} 1, & Spat_{norm} > 0 \\ 0, & else \end{cases}$$

[0072] 其中, P_{spat} 为空域感知重要性,当 $P_{spat}=1$ 表示该slice为空域感知显著, $P_{spat}=0$ 为非感知显著。

[0073] 步骤3.时域感知重要性提取:由于背景区域对于拷贝前帧的错误隐藏方式的容错

性比运动区域更高,由图4可见b图中拷贝前帧的方式隐藏背景橱窗的丢包具有良好的效果,c图中对运动的人的区域采用拷贝前帧的错误隐藏方式明显并不能正确隐藏丢包错误。所以应当将运动程度作为优先级分配的重要考虑因素。这里用slice中所有LCU的运动矢量(motion vector, MV)的幅值计算运动活动性,若运动活动性大于0,判定当前slice时域显著性,否则为时域不显著。我们定义CU的运动矢量:

$$[0074] \quad MV = (MV_x, MV_y)$$

[0075] MV_x 和 MV_y 分别为运动矢量的水平和垂直分量。然后计算slice中所有LCU的MV幅值,每个slice的运动活动性(motion activity, MA)可以表示如下:

$$[0076] \quad MA = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sqrt{MV_{i,j,x}^2 + MV_{i,j,y}^2}$$

[0077] 其中N为slice中LCU的数目,M为LCU中CU的数目,i为当前LCU的编号,j为当前CU在LCU中的位置编号。运动越剧烈,则运动活动性越大,时域显著性越强。

[0078] 和空域显著性处理方式一致,为了计算方便,我们根据MA大小确定时域感知重要性:

$$[0079] \quad P_{temp} = \begin{cases} 1, & MA > 0 \\ 0, & MA = 0 \end{cases}$$

[0080] 其中, P_{temp} 为时域感知重要性,根据 P_{temp} 的值来判断时域感知重要性, $P_{temp}=1$ 表示时域显著的slice, $P_{temp}=0$ 表示时域不显著的slice。

[0081] 时域感知重要性仅与运动矢量有关,从编码的信息中可以直接获取这些信息,因此时域感知重要性的计算复杂度比较低。

[0082] 步骤4.时空域感知优先级分配:结合步骤2和步骤3的空域和时域的感知重要性得到时空域感知优先级指标,作为给包分配优先级的依据。视频包优先级分配的规则是:当slice中的区域既是空域感知重要性区域也是时域感知重要性区域时,它的时空域感知优先级等级最高;当slice中的区域是空域感知重要性区域或时域感知重要性区域时,优先级次高;而当slice中的区域既不是空域感知重要性区域也不是时域感知重要性区域时,分配最低感知优先级。

$$[0083] \quad P_{priori} = \begin{cases} 2, & P_{temp} = 1 \quad \text{and} \quad P_{spat} = 1 \\ 1, & P_{temp} = 1 \quad \text{or} \quad P_{spat} = 1 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

[0084] 当网络丢包率较低的情况下,我们选择丢失 $P_{priori}=0$ 的slice,这些slice的丢失对于视频质量的影响最小,可以有效提高解码视频质量。

[0085] 步骤5.感知重要性写入:将步骤4得到的感知重要性指标写入NAL头文件预留位中,通过解析该重要性指标,可以判断其优先级顺序。从优先级最低的视频包开始丢弃,直到达到丢包率为止,可以保证在相同丢包率的情况下视频体验质量损失最小。图5是BQMall序列在不同QP下,时空域感知优先级分布图。可以看出,最低优先级均超过20%,且随着QP增大低优先级的比重增大。因为随着QP增大,更多的信息被丢失,原本处于时域显著性或者空域显著性的区域被量化后变为不显著区域。

[0086] 下面进行大量仿真实验来评估本文所提出的一种基于内容的视频包优先级分配方法在 视频传输中的鲁棒性。我们采用JCT-VC推荐的编码环境设置,QP分别设置为27,32,37,42,47。编码平台采用HM14.0,Profile设为随机接入(Random Access)。采用分层B帧结构,IBBBPBBBP,每个图像组(Group of Picture,GOP)大小为8。仿真平台为Window7 系统,主频3.3GHz,运行内存8GB。我们分别对BQMall,BasketballDrill,ChinaSpeed,FourPeople,Johnny,Vidyo进行编码,帧率为30fps,分别测试在丢包率为1%,5%,10%,15%情况下的解码效果。图6是信道传输丢包模拟过程,原始视频通过编码器编码以后变成二进制码流,码流在有损信道中传输,信道解析每个包的头文件,分析NAL的类型和感知重要性指标。然后分析其优先级顺序,在带宽允许的范围内,保留高优先级的数据,丢弃低优先级的数据。最后解码器将受损的码流进行解码得到视频,并采用拷贝前一帧的简单方法进行错误隐藏。

[0087] 表1是本算法和随机丢包算法的性能对比,可以看出,丢包率从1%到15%增加的过程中,我们提出的算法的视频恢复质量受到影响较小,所有序列的PSNR平均下降1.222dB,且随着丢包率的增加,我们提出的算法的PSNR的下降是缓慢,而随机丢包的PSNR大幅度

[0088] 表1为提出算法和随机丢包的PSNR对比。

[0089]

序列	量化参数	未丢包	丢包率	随机算法	提出算法
BQMall	27	37.04691	1%	28.24066	36.35878
			5%	26.65524	36.00921
			10%	25.40931	35.85067
			15%	23.49287	35.69791
	32	34.08410	1%	28.08318	34.02559
			5%	26.32354	33.76111
			10%	24.61066	33.67382
			15%	23.72894	33.12827
	37	31.13407	1%	27.00119	29.82171
			5%	25.61005	29.63908
			10%	24.20703	29.59734
			15%	23.27319	29.55334
	42	28.25068	1%	25.71932	27.8283
			5%	24.86961	26.97149
			10%	23.72588	26.96873
			15%	22.76652	26.97565
	47	25.55202	1%	24.14733	25.54542
			5%	23.40342	24.87031
			10%	22.94359	24.86882
			15%	22.11411	24.86245
27	37.42054	1%	28.01793	32.87408	
		5%	27.20169	32.41305	
		10%	25.00399	32.15056	

[0090]

Basketball Drill	32	34.56673	15%	24.27603	29.72161	
			1%	27.41768	31.35165	
			5%	26.95965	30.93972	
			10%	24.37233	30.82602	
	37	32.07461	15%	24.20456	28.79054	
			1%	26.19723	30.46522	
			5%	25.91755	30.24246	
			10%	23.98979	29.99481	
	42	29.65413	15%	23.92566	28.33464	
			1%	26.27392	28.14652	
			5%	25.57205	28.08197	
			10%	23.73687	27.86697	
	47	27.09299	15%	23.63578	27.3642	
			1%	25.0009	26.63395	
			5%	24.37138	26.18696	
			10%	23.45421	26.15788	
ChinaSpeed	27	38.99492	15%	23.03218	26.11274	
			1%	28.78685	35.04472	
			5%	30.61289	34.55256	
			10%	26.46868	30.25492	
	32	35.18726	15%	23.90846	30.11312	
			1%	28.41796	33.03359	
			5%	29.87392	30.74465	
			10%	26.49323	29.82783	
	37	31.72035	15%	23.64287	28.32443	
			1%	27.32301	29.97935	
			5%	28.54403	29.38329	
			10%	26.29896	28.8435	
	42	28.71590	15%	23.55592	27.74144	
			1%	26.19276	27.77854	
			5%	27.18135	27.41563	
			10%	25.33253	27.37065	
47	26.04577	15%	23.48116	26.33507		
		1%	25.1987	25.48727		
		5%	24.69427	25.33807		
		10%	24.09525	25.3317		
FourPeople	27	40.68548	15%	22.83239	24.81459	
			1%	33.35639	40.59153	
			5%	33.32165	40.28345	
			10%	32.64894	40.23454	
	32	38.23761	15%	31.35333	40.22982	
			1%	32.7269	36.68119	
			5%	32.69546	36.63044	
			10%	31.99002	36.62157	
	37	35.37232	15%	31.0375	36.61642	
			1%	31.24582	35.33159	
			5%	31.22714	35.26888	
			10%	30.82897	35.25011	
	42	32.25872	15%	29.99348	35.22673	
			1%	30.28976	32.24942	
				5%	30.28566	32.18635

[0091]			10%	30.17006	32.17945		
			15%	29.63431	32.17608		
			47	29.19957	1%	28.23628	29.19594
					5%	28.23397	28.30103
					10%	27.78869	28.30062
					15%	27.00755	28.28754
	Johnny	27	41.29340	1%	35.43682	41.28752	
				5%	34.84311	41.21952	
				10%	33.73483	40.88871	
				15%	32.27721	40.63388	
		32	39.45527	1%	34.94495	39.44395	
				5%	34.23007	39.33398	
				10%	33.04955	39.32782	
				15%	32.04569	39.31549	
		37	37.16842	1%	34.69893	37.16494	
				5%	34.51438	36.9064	
10%				33.36939	36.90451		
15%				31.45075	36.90028		
42	34.49417	1%	33.01476	34.48209			
		5%	32.80374	34.40978			
		10%	31.93625	34.40736			
		15%	31.00589	34.40315			
47	31.94836	1%	31.42862	31.94827			
		5%	31.30648	31.86413			
		10%	31.02983	31.86404			
		15%	30.93842	31.86405			
Vidyo	27	41.52764	1%	33.85249	39.59291		
			5%	32.7979	39.56553		
			10%	31.61808	39.53558		
			15%	29.72455	37.30864		
	32	39.33569	1%	33.68074	39.24447		
			5%	32.73081	39.18823		
			10%	31.67569	39.1878		
			15%	29.83485	39.17945		
	37	36.75278	1%	32.00017	36.74404		
			5%	31.05194	34.02285		
			10%	30.42389	34.02227		
			15%	29.77855	34.01888		
	42	33.87981	1%	31.09026	33.63258		
			5%	30.21903	32.21847		
			10%	29.70316	32.21804		
			15%	29.59621	32.21742		
	47	30.90863	1%	29.26007	30.90418		
			5%	28.53376	29.96321		
			10%	28.2568	29.96303		
			15%	27.9041	29.96276		

[0092] 由上述实验可见,本文所述的发明方法确实有效地提高了视频传输的鲁棒性,在一定的网络丢包情况下,有效地提高了视频质量。

[0093] 本文所描述的具体实施方式仅是对本发明精神作举例说明。本发明所属技术领域

的技术人 员可以对所描述的具体实施案例做修改、补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本发明的 精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

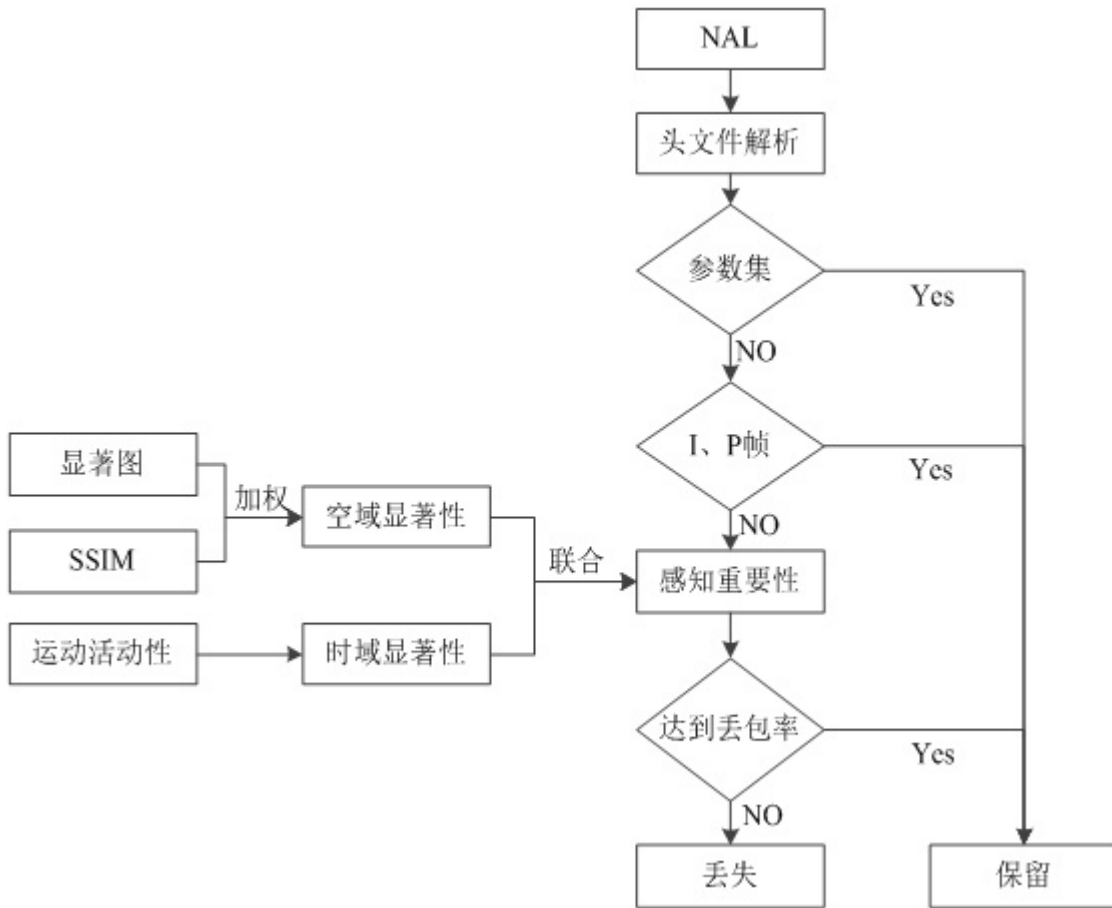


图 1

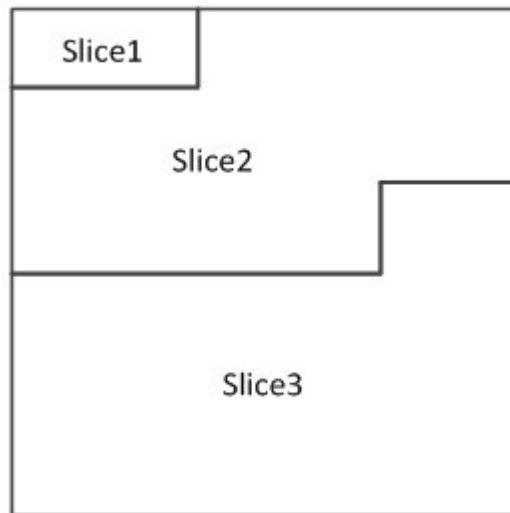


图 2

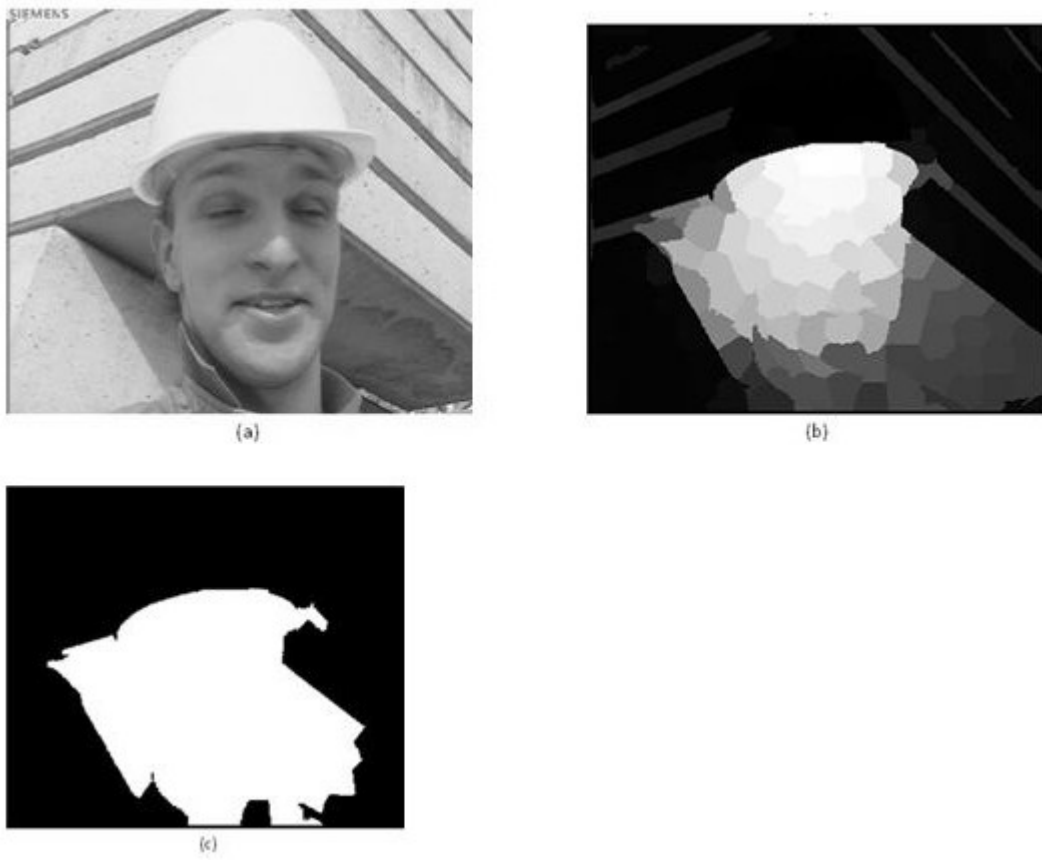


图 3

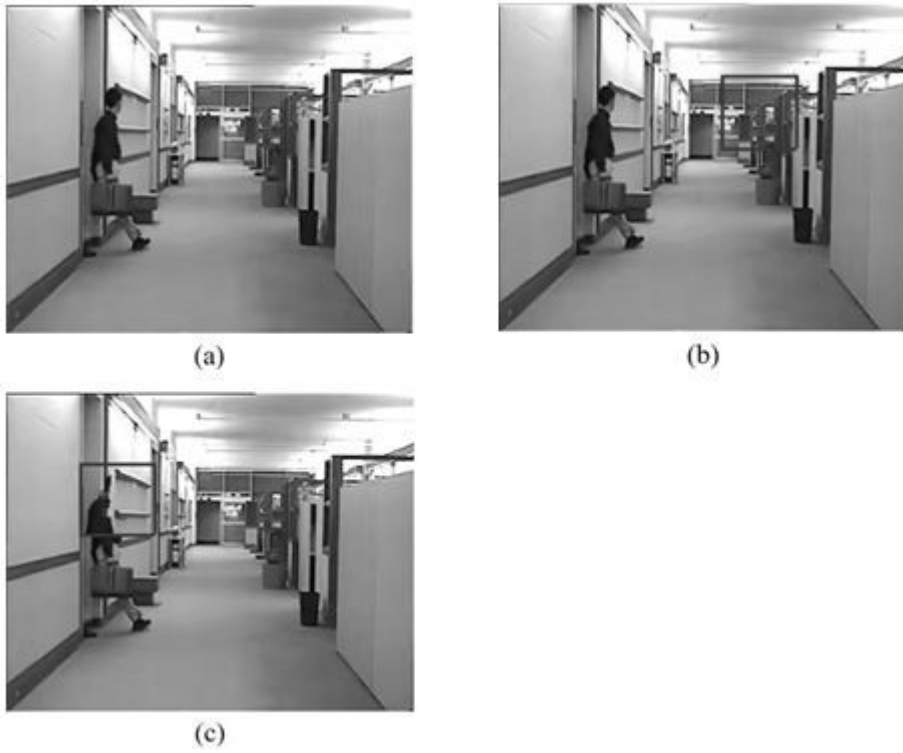


图 4

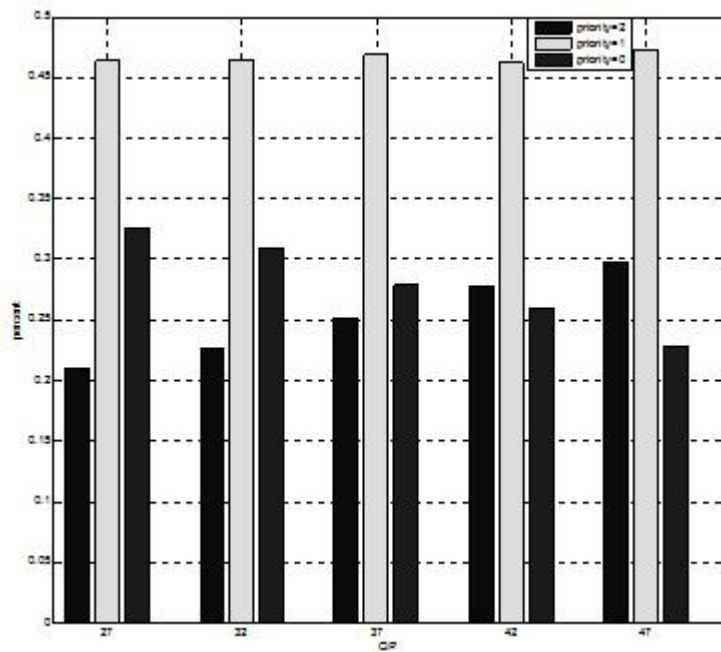


图 5

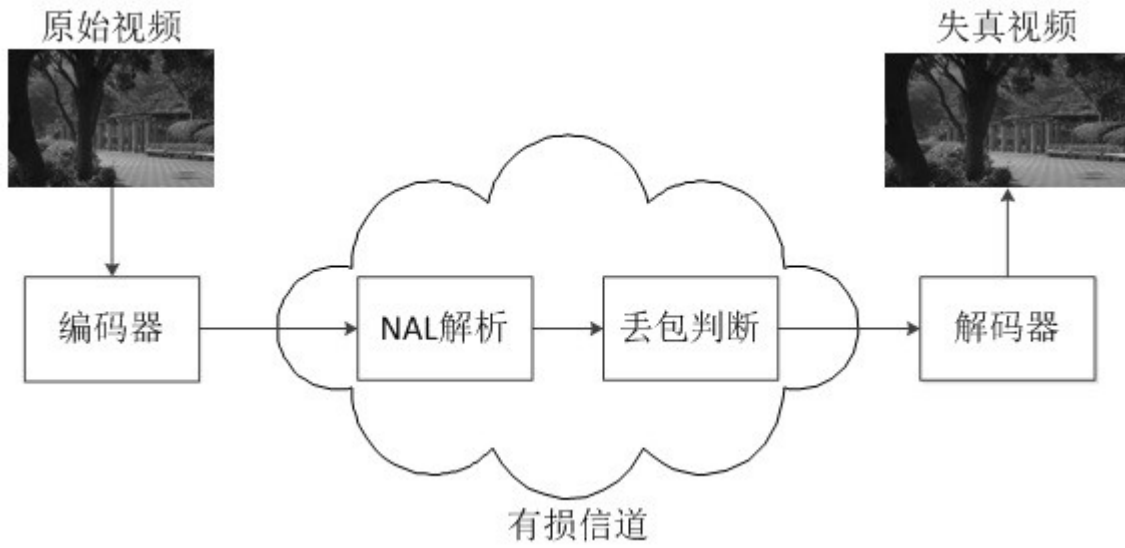


图 6