

无线视频质量的自动测量理论及方法

袁飞 王珊红 程恩

(厦门大学水声通信与海洋信息技术教育部重点实验室, 厦门 361005)

摘要: 无线视频质量的客观评价可应用在视频通信系统的方案设计、产品对比以及业务监控等诸多领域, 一直备受业界关注。论文总结了该领域中典型模型的情况, 从“离线”和“在线”这两大无线应用角度出发, 结合各模型的特点分门别类地详细展开。重点介绍无线视频评测技术的理论体系、典型方法, 并从无线应用的角度分析各模型的性能、优缺点及在无线视频质量评测应用的前景。

关键词: 视频质量; 客观评价; 图像质量

中图分类号: TN911.1 文献标识码: A 国家标准学科分类代码: 510.4050

Theories and methods for wireless video quality measurement

Yuan Fei Wang Shanhong Cheng En

(Key Laboratory of Underwater Acoustic Communication and Marine Information Technology,
Ministry of Education Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Wireless video quality assessment can be widely used in the designing, comparing and application of the communication systems. So it attracts great interest of researchers. This paper presented a survey on the development of wireless video quality assessment. Based on the two mainly used mode of wireless video application, which can be marked as “Off-Line” and “On-Line”, a detail introduction to the classification of the works as well as different kinds of methods were employed in the field. And more attentions were paid to the system of theories, representative methods, performance and foreground in wireless application.

Keywords: video quality; objective assessment; image quality

1 引言

视频质量的评测方法主要有主观评测和客观评测两种形式。主观评测通过人的观察, 给出对象的质量等级; 客观评测通过软件或仪器, 对视频图像的质量进行自动评测。目前, 主观评测是视频图像工程中视频评测的主要手段。随着多媒体技术的不断发展, 客观评测的需求正与日俱增, 特别是视频图像已日益成为新一代无线网络的主体业务形态, 大量的视频图像需要在系统设计、性能对比以及运营维护中得到准确、客观的测量。主观方式需一定人员按一定规则进行操作, 其流程十分繁琐费时, 不仅

造成人力资源的巨大浪费, 而且人力评测结果易受外界环境、主观动机及个人心情等因素的影响, 也不适合日益迫切的实时、随时的评测需求。

然而, 视频图像质量的客观评测是一个还没得到满意解果、富有挑战性的课题^[1]。从整体研究现状看, 目前的客观评价技术的研究呈现“两多两少”的特点, 即: 研究对象“多”针对静止图像, “少”针对运动序列; “多”针对信源压缩为劣化主要来源的背景, “少”针对信道传输为劣化主要来源的背景。总体技术离制定准确、客观、通用的标准化阶段还有一定距离, 尤其在面向无线应用的视频质量客观评测中, 使得传统评测技术更加捉襟见肘。

本文于 2009 年 6 月收到。

*基金项目: 福建省自然科学基金“青年科技人才创新资助项目”(编号: 2009J05154)资助项目。

2 离线模式的评测理论及方法

无线视频传输系统的开发及测试阶段, 会用视频文件在不同地形、时间、移动速度等条件下进行传输实验。每次传输实验现场主要以采集和录制数据为主, 而数据分析和处理工作则等回到实验室后再开展。本文将这样的非实时性需求, 且能提供完整参考的评测模式称为离线模式(off-line)。离线模式下的视频质量客观评测主要采用全参考(FR, Full Reference)的评测体系, 通过对采集的待测视频与参考视频的对比分析, 获得最终的检测结果。在过去的几十年内, 许多针对离线模式应用的视频质量客观评测理论被陆续提出^[2]。从评测理论的角度可将主流技术划分成 3 大类, 即: 全像素统计理论、HVS 特性仿生理论以及 HVS 特征参数检测理论, 划分关系如图 1 所示。

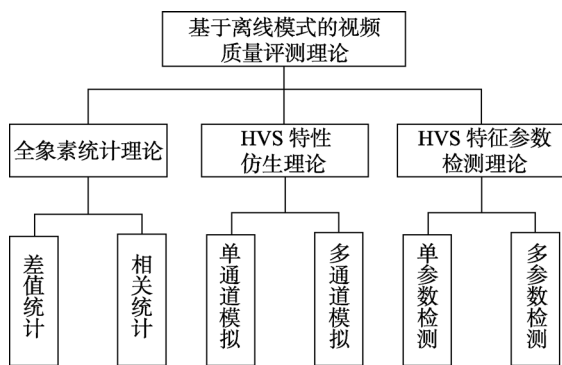


图 1 离线模式的视频质量评测理论分类
Fig. 1 Catalog about the theories of the Off-Line video quality measurement

2.1 全像素统计理论

离线模式下最常用的客观评测理论就是全像素统计理论。该理论的基础假设是将视频看成相互独立的 N 幅图像, 每幅图像又看成像素点的集合。通过计算参考素材和待测素材在对应像素层面上差异, 从而了解视频图像的整体质量好坏。其理论根据数据表达形式, 又可细化成差值统计方法和相关统计法^[3], 其中以峰值信噪比(PSNR)和均方误差(MSE)为代表的差值统计方法是目前应用最广的图像质量客观评价方法。

全像素统计理论通过直接对比参考素材和待测素材, 可敏感检测出两幅图像(或两端视频)在像素层

面上的失真。实际上, 像素层面上的差异与视觉感受效果却并不一致。如图 2(a)为参考图像, 图 2(b)为经 Gaussian 噪声污染后的图像, 图 2(c)为集中块丢失图像, 根据峰值信噪比方法的计算结果, 图 2(b)和图 2(c)的 PSNR 值是基本一致的(图 2(b)的 PSNR=24.971 db, 图 2(c)的 PSNR=24.968 db), 而从人的主观视觉上对这两图的评价结果却存在差异(可明显察觉图 2(c)的劣化)。



图 2 峰值信噪比检测示意图
Fig. 2 Detection using the PSNR method

本例说明了以峰值信噪比等方法为代表的全像素统计理论在视频检测方面存在如下缺陷: 1) 数字图像的像素不能完全代表进入人眼的亮度激励信号, 全像素统计理论(如 MSE, PSNR 等)将之等效, 是产生评测结果偏差的因素之一; 2) 构成图像或视频帧的各像素点虽然独立, 但却具有局部相关性。全像素统计理论将构成图像或视频的像素点看成是相互独立的孤立个体, 忽视像素点间的局部相关特性, 与实际不符; 3) 人眼具有一定视觉特性, 相同的像素点差异由于差异出现的位置、持续时间等因素, 其造成的视觉感受是不同的, 而全像素统计理论则忽略这些差异个性, 将差异的影响等价化、平等化; 4) 在针对无线视频的评测应用中, 劣化的形态不仅是静止画面, 还包括运动序列, 全像素统计理论在时域上的处理方法则显得无能为力。

2.2 HVS 特性仿生理论

从上述介绍可知, 全像素统计理论的最大缺陷在于忽略了人眼视觉系统(HVS)对视频及图像质量评测的重要性。将 HVS 特性融合到客观评测模型中, 以提升评测结果与主观感受之间的相关性已是业界共识^[4]。HVS 特性仿生理论的是基于如下假设, 即: 人眼可看成是不同截止频率的滤波器组, 通过对输入信号的有效滤波(滤去不引起感知响应的干扰信息)从而感知外在信息。因此, HVS 特性仿生理论的研究思路是采用“从底而上”的设计方法, 通过构造 HVS

的感知模型, 模拟人眼对外来信号的处理机制, 从而实现视频质量的评价。根据感知模型的构造特点, 可进一步细化成两类: HVS 特性的单通道仿生理理论和 HVS 特性的多通道仿生理理论^[5]。

HVS 特性的单通道仿生理理论是通过一系列串行的检测机制, 在同一通道内对图像的整体质量进行评测, 与多通道仿生理理论的主要差异在于对素材差异性的统计是否在单一通道内完整实现的。研究方法大多引入可反映视觉感知规律的对比度敏感性函数(CSF)滤波器, 克服全像素统计理论的评测局限。其中最具代表性的方法是 Miyahara 等^[6]构建的客观图像质量尺度(PQS, objective picture quality scale)。单通道仿生理理论由于考虑了 HVS 特性对质量感知的

影响, 因此其性能较全像素统计理论有较好的主观相似性; 此外, 仅需模拟单通道 HVS 特性, 相对而言实现较容易。但 HVS 特性实验证明了不同特征的光激励是在视觉系统的不同通路中进行的, 因此仅通过单通道模拟并不能很好地仿生 HVS 特性机制, 上述问题也成了制约其性能提升的理论瓶颈。

HVS 特性的多通道仿生理理论是模拟人眼神经系统的多通道分解和综合机制。把视频图像信息在多通道分解, 每个通道单独完成各自的数据信息处理, 最后再将不同通道内的差异按 HVS 通道间的掩盖机制进行整合。其理论方法由于更符合人眼的感知机制, 因此得到广泛的关注和研究。其通用的原理框图如图 3 所示。

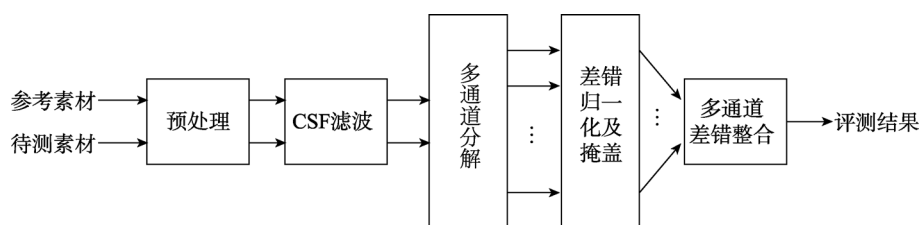


图 3 HVS 特性的多通道仿生理理论通用模型

Fig. 3 General model about the multi-channel model for HVS

从图 3 中可见, 多通道仿生理理论相对单通道仿生理理论增加了多通道分解及多通道合成两个模块, 而这两个模块也是多通道仿生理理论最核心和最复杂的部分。在该理论指导下的诸多方法都围绕着多通道分解和合成的方案开展相关的研究。早期的模型在多通道分解方面主要采用诸如 Context 变换^[7]、Gabor 变换^[8]、DCT 变换^[9]、DWT 变换^[10]等手段, 针对静止画面的空域信息进行多尺度、多方向角的多信道分解; 随着对运动序列评测需求的发展, 在多通道分解前引入了针对时域响应特性的滤波器^[11-13], 将评测方法扩展到运动序列的应用中。在多通道内的掩盖、通道间合成等仿生模拟中, 引入了多种 HVS 特性和主观心理测量, 使得评测结果尽可能逼近主观感受。

综上所述, 多通道 HVS 特性仿生理理论采用“自底而上”的构造结构, 较全面地模拟了 HVS 的差错感知特性, 因此方法具有较好的检测通用性, 是目前主流的视频及图像客观评测理论之一。但 HVS 特性仿生的设计相对复杂, 特别是多通道分解常是模型最复杂费时的部分, 有效简化设计模型是主要的

研究方向。此外, 由于对 HVS 的认识局限, 目前还很难准确构造出 HVS 的质量感知模型, 因此也成为制约该类理论进一步发展的重要因素之一。

2.3 HVS 特征参数检测理论

近年来 HVS 特征参数检测理论逐渐取代 HVS 特性仿生理理论, 成为新的研究热点。其设计理论采用“从上而下”的模式, 目的不是要仿生模拟 HVS 的感知机制, 而是利用 HVS 特性, 指导典型特征参数的提取, 从而体现视频及图像的质量。根据其特征参数的评价特点, 主要有两大类方法, 即: 单参数检测方法和多参数检测方法。二者区别在于视频质量评价综合时, 单参数检测方法仅仅依靠某一典型参数的评测结果; 多参数检测方法则需对各单参数评测结果进行合并处理。通常而言, 多参数的评测方法由于信息来源更全面、充分, 具有更好的评测性能; 但特征参数的增加会造成合并处理上的困难, 如果合并处理不当, 评测结果未必能优于单参数的检测。因此, 合理选择和配置特征参数, 设计科学的参数合并方案是 HVS 特征参数检测理论的主要难点之一。

HVS 特征参数检测理论的研究思想是通过某类典型特征参数的检测结果作为视频或图像的质量尺度。可作为 HVS 特征检测的参数主要可分成两类：“非期望特征”和“期望特征”。“非期望特征”主要指反映视频损伤程度的特征，常用的有：方块效应、图像模糊、色度失真、边缘忙乱、图像拖尾、蚊虫效应、图像停顿、图像抖动等，其主要从外来损伤角度度量视频图像的质量；“期望特征”是代表参考视频的本征信息抽象，而非期望特征是代表外来劣化形态的本征信息抽象。常用的期望特征有：频域特征、空域特征、时域特征、色域特征和结构特征等。

近年来，陆续出现一些较新颖的参数检测方法。其中较具影响力的是美国德州大学 Austin 分校“图像和视频工程实验室”的 Wang 等提出了 SSIM(structural similarity image metric)^[5]。其理论基础是自然图像信号具有高度的结构化特点，像素之间具有强烈的相关性，特别是当这些像素之间在空间位置相近。因此，SSIM 依据 HVS 高度适合于提取视觉场景中的结构信息的特点，重点针对图像结构信息进行检测，生成结构相似索引图 SSIM-Map(如图 4 所示，(a)为原始图像，(b)为劣化图像，(c)为结构相似索引图像，其中黑色区表示结构差异较大)，从而得到评测质量分。

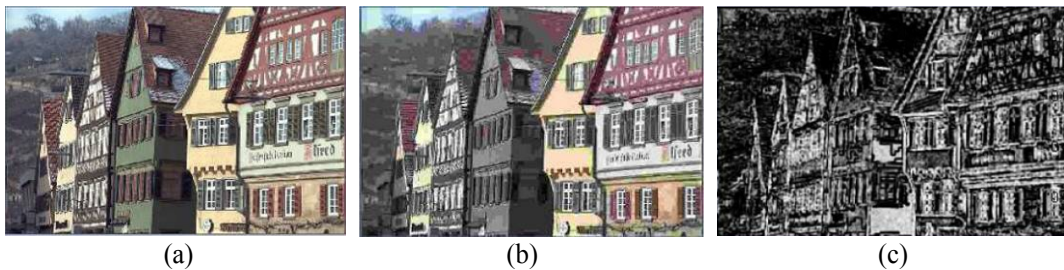


图 4 SSIM 方法的检测示意图
Fig. 4 Detection about the SSIM method for image quality assessment

此外，Shnayderman,A.等^[14]利用奇异值特性，设计的基于奇异值分解的视频图像质量度量方法亦具有较好的无线应用前景(可有效降低对参考素材的信息需求，节约带宽资源)。该方法将图像先进行奇异值分解，将得到的奇异值作为特征参数，鞣森等^[15]、叶佳^[16]等亦在此方法基础上提出了新的评价方法。多参数检测更多的是对“期望参数”进行设计，其中最具有代表性的方法是 NTIA(S.Wolf 和 M.Pinson)^[17]的视频空-时特征参数检测，该方法已被美国国家标准局接纳为美国国家标准，具有较好的评测性能和前景。

3 在线模式的评测理论及方法

无线视频通信中，信道带宽限制，远端的视频接收终端通常无法获得所需的参考素材信息，离线模式在上述应用中受到很大限制。研究在线模式下无线视频质量客观评测方法是实时视频通信的迫切需求。所谓的在线(ON-Line)测试是指不用完整的参考素材即可对待测素材进行测试。目前，在线模式下的视频质量评测研究主要采用部分参考(RR, reduced

reference)和无参考(NR, no reference)两种评测体系。在线模式的视频质量评价较离线模式滞后得多，目前仅有少数研究机构提出相当有限的评测模型。在线模式的检测理论和方法可划分成两类，即“盲参考评测理论”和“非盲参考评测理论”，关系如图 5 所示。

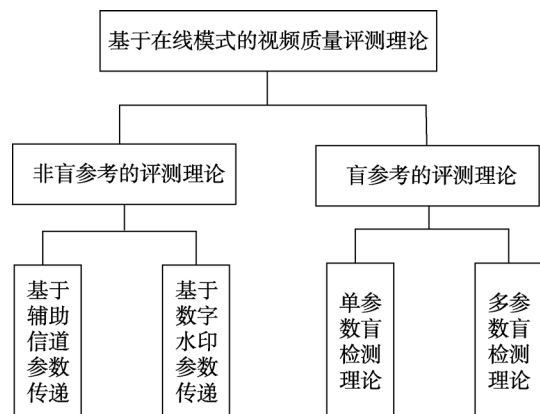


图 5 在线模式的视频质量评测理论分类
Fig. 5 Catalog about the on-line methods

3.1 非盲参考的评测理论

非盲参考评测理论即部分参考(RR, Reduced Reference)的检测体系。由于无法占有完整的参考素材, 2.3 方式是其方法。但核心难点在于特征参数的设计及其无线传递。目前根据特征传递方案, 主要有两种分类, 即: “基于辅助信道的参数传递”和“基于数字水印的参数传递”。

1) 基于辅助信道的参数传递

基于辅助信道的非盲参考的评测理论是 2.3 理论方法在无线应用中的延伸。其主要思想是将参考素材的特征参数通过辅助信道传递到接收端, 作为接收端待测素材的评测依据。

典型传输结构如图 6 所示, 辅助信道与信息传送信道是独立分离的, 可通过提高辅助信道的纠错保护能力以保障参考特征参数的传输。在参数选择上, 主要以 2.3 中介绍的方块效应、模糊度、结构度以及空、时域特征为主^[18-21]。基于该理论最具代表性的评测模型是由 Stephen Wolf 和 Margaret Pinson 提出的^[17]。上述评测模型由于采用空-时域多分量参数检测机制, 较好地体现了视频的空域和时域机制, 其检测结果具有较好的主观相似性; 同时基于辅助信道体系, 对原素材传输的影响不大, 具有较好的无线场景适应性。要在无线领域更好地应用, 其主要研究工作集中在如何解决下述两个关键问题, 即: 如何在保证检测性能的同时, 降低参考特征对辅助信道的带宽要求(即要求构造出能最典型反映视频质量的特征参数); 以及如何保证参考特征的可靠传输(即结合无线通信体制特点, 设计高可靠性的传输机制, 重点保护这些重要特征参数的无线传输)。

2) 基于数字水印的参数传递

数字水印技术按照水印信息的来源, 可将基于数字水印的检测理论划分成两类方法: “基于非原素材的水印添加”和“基于原素材的水印添加”。

基于非原素材的水印添加方案是通过向素材中添加外来信息(可以是随机码, 亦可是其他图像)实现评测目的。其理论基础是: 含有脆弱性或半脆弱性水印信息的图像或视频在遭到外在劣化损伤时, 其损伤亦将体现在水印信息上, 因此可根据添加信息的完整性侧面了解包含这些信息的待测素材质量。目前常见的基于水印检测的方案大多是基于文献^[22]的思路, 其通用评测模型如图 7 所示, 即: 在发送端嵌

入事先设计合理的水印图样(非原素材); 在接收端通过将提取的水印图样与参考水印图样对比, 从而侧面得到待测视频图的受损情况。

作者在仿真实践中总结认为: 基于非原素材的水印添加方案存在以下问题: 1) 首先, 检测性能的好坏常会受所设计的水印图样内容的影响。水印图像的选择必须要有一定的代表性和较好的敏感度, 能够合理有效地反映出信道条件对之的影响效果。此外, 嵌入信息的强度必须控制在视觉可觉察范围之内, 不能因为水印信号本身的引入而对素材造成明显的劣化。2) 其次, 水印图样的信息量对评测效果亦有影响。视频图像中嵌入的水印信息越多, 水印信息越能较好地覆盖整幅图像, 提取到的水印的完整性也越能体现图像的质量。但同时, 嵌入水印对视频的质量影响也越大。3) 最后, 恢复水印的质量与待测素材劣化并不完全具有一致性。水印图案的破坏程度只能间接反映素材的劣化, 并不一定就体现素材本身的破坏程度。

为此, 出现了“基于原素材的水印添加方案”^[23], 其方案是在 2.3 研究基础上, 将视频素材的特征参数以水印的形式嵌入在传输数据中。接收端则通过水印提取特征参数, 并将此作为评测参考。虽然“基于原素材的水印添加方案”可在一定程度上克服“基于非原素材的水印添加方案”的缺陷, 但其在无线视频质量评测应用中亦存弱点: 1) 一方面, 嵌入的水印信息是参考素材的特征参数, 一旦受到干扰将对检测结果造成致命影响; 2) 另一方面, 在“面向传输”的无线视频应用中, 外来干扰比传统“面向存储”的应用严重得多, 因此对水印信息的破坏也更容易发生; 3) 此外, 虽然数字水印利用视频中存在的冗余度和人的视觉特性在视频中隐藏水印信息, 但是水印的嵌入肯定会引起视频质量的下降。

3.2 盲参考的评测理论

盲参考评测理论的实质是无参考(NR)体系。其完全不用参考素材的任何信息, 直接通过对待测素材(视频或图像)的检测判定其质量。由于没有任何原素材信息参考, 盲检测仅能采用 2.3 的特征检测理论, 其检测需要事先了解所针对的应用场景(即某些特定、有预案的劣化形态评测)。目前盲参考理论主要思路是: 预先假设应用场景及主要劣化形态; 针对

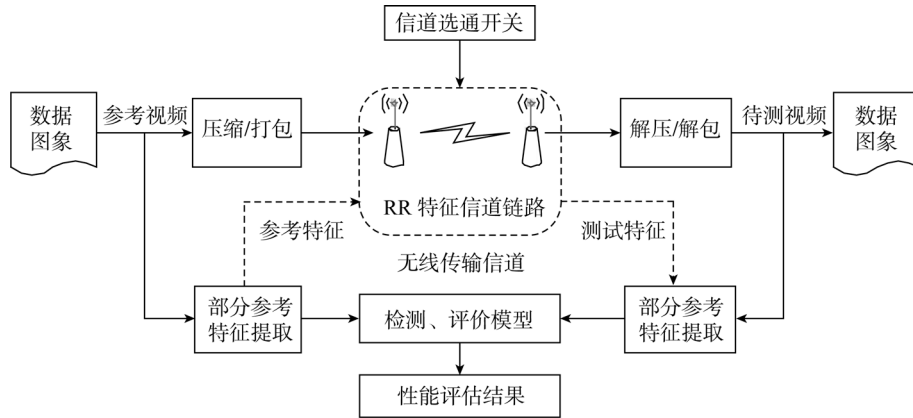


图 6 在线模式下辅助信道传递的通用模型
 Fig. 6 General model for the on-line mode using the assistant channel

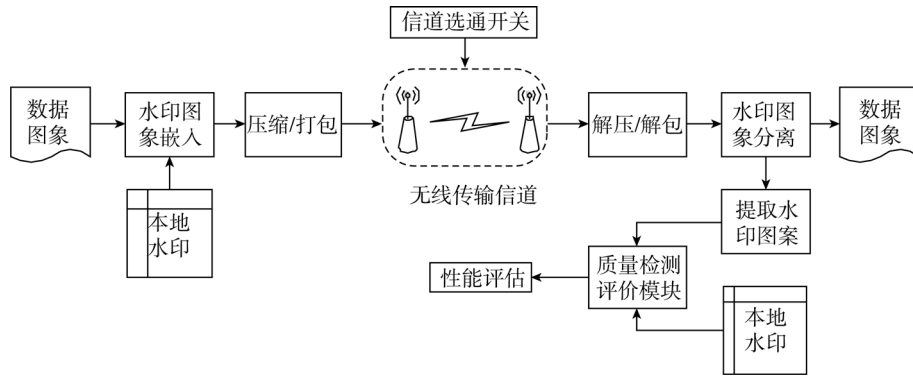


图 7 基于非原素材的水印添加方案通用评测模型
 Fig. 7 General model for watermarking method using the not original source

这些典型劣化特征设计反映劣化特点的特征参数; 根据具体应用, 设计针对上述特征参数的盲检测方案; 最后通过经验公式、拟合算法等将特征参数结果与主观视觉评价相映射, 从而反映视频图像的质量。根据特征参数的构成, 可分成两类, 即“单参数盲检测理论”和“多参数盲检测理论”, 但真正制约盲参考评测理论发展的核心难点在于以下两点, 即: 1) 盲参考特征参数的设计方法; 2) 盲参考特征参数的主观映射方法。

1) 盲参考特征参数的设计方法

相比非盲参考的方法, 盲参考特征参数的设计困难较大, 目前大多数的研究主要集中在方块、模糊以及时域失真这 3 类典型劣化形态的特征参数设计^[23-27]。

在方块检测方面, 主要的检测域是空域和频域。通过空域滤波法(如边缘提取)或频域提取法(如一维 FFT 变换), 基于 HVS 的亮度掩盖特性、背景复杂度、活动性掩盖等规律, 得到可察觉的方块效应, 再结

合拟合机制实现与主观分的映射。在模糊度检测方面, 常见的域也可分成空域和频域两种。空域方法基于以下假设, 即: 模糊常导致边缘展宽(钝化), 因此可通过边缘检测机制确定边缘, 并通过对边缘宽的测量了解其模糊程度。频域方法的理论基础是模糊体现在频域上高频分量的丢失, 因此可以通过检测频域上高频分量和低频分量的直方图分布以把握可能的高频分量损失情况(模糊)。在时域上, 常见的失真类型是抖动和帧凝固。这两种失真都可直接造成主观质量感受的劣化。基于这些时域现象而设计的盲检测方案, 可用以反映视频质量的等级。常用的特征检测基于视频的时域运动性, 通过检测是否出现时域运动为零、波动异常以及丢帧持续时间等指标, 反映无线视频的质量等级。

2) 盲参考特征参数的主观映射方法

盲参考特征参数的主观映射方法是决定其评测性能的重要因素之一。经作者文献调研及算法验证,

目前盲参考特征参数检测普遍存在普适性较差的问题。究其原因一方面在于盲参考特征参数的选择不能普遍体现非预案内的劣化特征；另一方面在于盲参考的主观映射方法不适合其应用场合。由于对人眼质量感知机制的研究还不成熟，无法通过数学建模的方式精确描述人对质量的感知规律，因此目前主观映射方法主要还是基于经验概率的映射方法，通过尽可能全面、普遍的主观测试样本，对检测参数进行训练，使得盲参考检测结果与主观感受相通近。常用神经网络技术^[28]和经验公式法^[29]实现评测结果与主观感受之间的映射。总体而言，基于盲参考的多参数检测技术还较不成熟，且评测结果的主观相似性较差。

4 评测理论的总结和展望

4.1 离线应用中的优劣势分析及讨论

作者在研究初期，测试过部分典型评测模型，

从实验结果及各文献报道可见：不少模型仅在特定场景条件下才能达到其论文中报道的较好性能；在非特定场景中，其方案往往与主观效果差距甚远，甚至一些模型的鲁棒性还不如 PSNR 等传统方法。离线模式视频质量评测理论存在各自优势及缺陷，归纳总结如表 1 所示。从近年来的研究趋势上看，视频质量评测的主流技术形态已从 HVS 特性仿生理论向 HVS 特征参数检测理论转换。作者认为基于 HVS 特征参数检测的理论更适合无线视频离线模式的自动评测应用。

4.2 在线应用中的优劣势分析及讨论

从无线视频质量评测的角度来分析，在线模式的视频质量评测理论亦存在各自优势及缺陷，归纳总结如表 2 所示。

根据作者的文献调研及算法验证，虽然“盲参考评测理论”在无线应用中具有不受原素材信息制约、

表 1 离线模式下评测理论的优劣势分析
Table 1 Contrast about the theories for Off-Line mode

理论方法	优势	缺陷
全像素统计理论	容易实现、已经广泛应用	未考虑 HVS, 主观相似性较低
HVS 特性仿生理论	单通道 融入 HVS 特性, 计算量适中; 主观相似性相对全像素理论好	HVS 机制模拟不够全面、易出现检测盲区
	多通道 全面模拟 HVS 机制, 具有较好的劣化适应性, 主观相似性好	计算量太大, 实时性差, 检测结果笼统; 单一, 无法定位劣化, 无线集成不方便
HVS 特征参数检测理论	单参数 融合 HVS 特性, 计算量较小, 设计得当时主观相似性较好, 易于扩展应用	单参数难全面评价无线视频质量
	多参数 计算量合适, 主观相似性好, 参数配置灵活, 易于系统集成, 多分量数值	对不同劣化的适应性较差, 参数选择和配置对评测结果影响较大

表 2 在线模式下评测理论的优劣势分析
Table 2 Contrast about the theories for On-Line mode

理论方法	优势	缺陷
非盲参考评测理论	辅助信道检测理论 可灵活配置参数素材的检测参数; 并较容易实现参数传递	对检测中参数之间的同步要求较高; 对参考特征参数依赖较大
	数字水印检测理论 非原素材 不受原素材内容及参数选择的限制, 对原素材依赖性低	添加水印会造成质量损伤; 难确定水印损伤和目标损伤间关系
盲参考的评测理论	原素材 上述二者折中, 即可利用原素材信息, 又放宽对同步性要求	水印亦会造成劣化; 难保护好水印中的重要信息是其最大弱点
	单参数盲检测理论 完全不受原素材制约, 亦不需增加额外信息, 便于系统应用	检测精度不高, 对不同劣化形态的检测不具普适性, 需预先知道劣化形态
多参数盲检测理论	除具单参数盲检测优点外, 通过多参数可较好纠正片面性	除上述单参数盲检测的缺陷外, 多参数与主观质量映射是难点

不占用额外带宽、应用方便、集成灵活等诸多优势，但其技术现状还很不成熟，检测性能的稳定性较差。因此，“非盲参考的评测理论”是更适合当前在线模式的评测应用。其研究重点将围绕“特征参数设计”

及“特征参数传递”两点开展，即前者研究如何以尽可能少的参数客观反映视频的质量；后者研究如何以尽可能少的资源开销，尽可能高地保证特征参数的准确传输。

参考文献:

- [1] 佟雨兵,胡薇薇.视频质量评价方法综述.计算机辅助设计与图形学学报, 2006,18(5):735-741.
TONG Y B, HU W W. A review on video quality assessment methods [J].Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2006, 18(5):735-741 (in Chinese).
- [2] ITU-T. Objective perceptual multimedia video quality measurement in the presence of a full reference [S].ITU-T Recommendation J.247, 2008.
- [3] DE ANGELIS, RUSSO M. Image quality assessment: an overview and some metrological considerations [C]. Sardegna:IEEE International Workshop on Advanced Methods for Uncertainty Estimation in Measurement, 2007: 47-52.
- [4] WANG Z. Structural approach to image quality assessment [M]. Handbook of Image and Video Processing, New York: CRC Press,2003:1041-1087.
- [5] MIYAHARA M, KOTANI K, ALGAZI V R. Objective picture quality scale (PQS) for image coding [J]. IEEE Trans. Communications, 1998, 46(9):1215-1225.
- [6] DALY S. The visible difference predictor: An algorithm for the assessment of image fidelity[C]. Proc.SPIE, 1992,1666(2):2-15.
- [7] LUBIN J. A visual discrimination mode for image system design and evaluation [C]. Visual Models for Target Detection and Recognition, Singapore,1995,207-220.
- [8] WATSON A B. DCTune: A technique for visual optimization of DCT quantization matrices for individual images [J]. Society for Information Display Digest of Technical Papers, 1993, XXIV: 946-949.
- [9] LAI Y K, KUO C C J. A Haar wavelet approach to compressed image quality measurement [J]. Journal of Visual Communication and Image Representation, 2000, 11:17-40.
- [10] TAN K T, GHANBARI M. A multi-metric objective picture-quality measurement model for MPEG video [J]. IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Tech., 2000,10:1208-1213
- [11] WINKLER S. A perceptual distortion metric for digital color video [C]. Proceedings of the SPIE - Human Vision and Electronic Imaging, San Jose, CA, 1999, 3644: 175-184.
- [12] VAN C J, LAMBRECHT D. Perceptual models and architectures for video coding applications [D]. Switzerland: Dessertation, EPFL, , 1996.
- [13] SHNAYDERMAN A, GUSEV A.An SVD-based grayscale image quality measure for local and global assessment [J].IEEE Transactions on image processing,2006,15(2):422-429.
- [14] 骞森,朱剑英. 基于奇异值分解的图像质量评价[J].东南大学学报:自然科学版, 2006,35(4):643-646.
QIAN S, ZHU J Y. Image quality measure using singular value decomposition [J].Journal of Southeast University :Natural science edition, 2006,35(4):643-646.
- [15] YE J, ZHANG J Q, HU B. Hypercomplex singular value decomposition approach to objectively assessing color image quality[J]. Acta Electronica Sinica, 2007, 35(1): 28-34.
- [16] M.H.Pinson and S.Wolf. A new standardized method for objectively measuring video quality [J]. IEEE trans.on broadcasting. Vol.50(3), 2004:312-322.
- [17] KUSUMA T M, ZEPERNICK H J. A reduced-reference perceptual quality metric for in-service image quality assessment [C]. IEEE Symposium on Trends in Communications, 2003,71-74;
- [18] ENGELKE U, ZEPERNICK H J.Quality evaluation in wireless imaging using feature based objective metric [C]. Proc. Of IEEE Int.Symp. On wireless pervasive Computing, 2007,367-372.
- [19] LOTFALLAH O A, REISSLEIN M, PANCHANATHAN S. A framework for advanced video traces:Evaluating visual quality for video transmission over lossy network [J]. EURASIP Journal on Applied Signal Processing. 2006,vol2006: 42083-42104.
- [20] WANG Z, SIMONCELI E P. Reduced-reference image quality assessment using a wavelet-domain natural image statistic model [C]. Proc. Of SPIE Human vision and electronic imaging. 2005, 5666:149-159.
- [21] MYLENE C Q.Farias,objective video quality metric based on data hiding[C]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2005,51(3):983-992..
- [22] .HOLLIMAN M, YOUNG M. Watermarking for automatic quality monitoring [C]. San Jose :Proc.SPIE, Security and Watermarking of Multimedia Contents,2002,4675:458-469.
- [23] WU H R, YUEN M. A generalized block-edge impairment metric for video coding [J]. IEEE signal processing letters. 1997, 4(11):317-320.
- [24] WANG ZH, WU G X, Sheikh H R, et al. Quality-Aware Images [J].IEEE transactions on image processing. 2006, 15(6):1680-1689.
- [25] CAVIEDES J, OBERTI F. No-reference quality metric for degraded and enhanced video [C]. Proc.SPIE.Lugano,Switzerland,2003,5150:621-632.
- [26] SHEIKH H R, A. C. Bovik, G. de Veciana. An information fidelity criterion for image quality

- assessment using natural scene statistics [J]. IEEE Trans. on Image Processing. 2005, 14(12):2117-2128.
- [27] PASTRANA R RV, GICQUEL J C. Automatic quality assessment of video fluidity impairments using a no-reference metric[J]. Proc. of Int. Workshop on Video Processing and Quality Metrics for Consumer Electronics, Jan. 2006.
- [28] MOHAMED S A. Automatic evaluation of real-time multimedia quality [D]. A Neural network Approach. Ph.D. Thesis. 2003.
- [29] KOUMARAS H, KOURTIS A. Quantified PQoS assessment based on fast estimation of the spatial and temporal activity level [J]. Multimedia Tools and Applications. 2007, 34(3): 355-374.

作者简介:

袁 飞: 男, 1979 年生, 分别于 2002、2005 年在厦门大学电子工程系获通信工程专业学士学位和通信与信息系统专业硕士学位, 于 2008 年在厦门大学通信工程系获通信与信息系统专业博士学位。主要研究方向: 水下通信, 多媒体水下信号传输及处理。

E-mail: yuanfei@xmu.edu.cn

Yuan Fei, born in 1979, he received his Bachelor's degree and Master's degree in Electronic Engineering Department of Xiamen University in 2002 and 2005. After that, he received his Doctor's degree in the Communication Engineering Department of Xiamen University in 2008. His research interest lies in underwater acoustic communication and multimedia signal processing and transmission over underwater acoustic channel.

安捷伦科技推出先进的射频 GPS 仿真器

安捷伦科技公司推出用于 PXB 基带发生器和通道仿真器平台的 GPS 接收机验证软件。这款全新的用于全球卫星导航系统的 Agilent N7609B Signal 软件以高性能通用信号发生器为基础进行设计, 能够仿真 12 颗卫星、24 个通道的信号仿真软件。

在验证和校验 GPS 接收机从而构建可靠和可重复的测试解决方案方面, Agilent N7609B Signal Studio 软件可以发挥极其重要的作用。使用该软件, 工程师可以轻松创建实时多卫星 GPS 信号, 执行全面验证 GPS 接收机所需的测试, 例如首次定位时间 (TTFF)、位置精度和灵敏度。实时 GPS 信号功能可以在播放信号的同时控制卫星功率和单个卫星可见度。该软件还提供了包含校准 AWGN 的 GPS 信号。情景生成和编辑功能可以创建使用静止或移动 GPS 接收机的定制情景, 情景中可以包含多达 24 个视线通道和多路径卫星信号。在情景生成过程中还可以加入其他损耗, 例如电离层和对流层衰减。

Agilent N7609B 软件在 N5106A PXB 基带生成器和通道仿真平台上运行, 该平台包含一个用于射频上变频的 E4438C ESG 或 N5182A MXG 矢量信号发生器。PXB/MXG 硬件平台提供的测试解决方案可以创建符合当今绝大多数无线标准的信号 (例如 WLAN、蓝牙®、LTE 和 WiMAX™), 还能灵活地满足未来的信号生成要求。该软件支持多种关键功能, 包括通过另一台 PC 对 PXB 进行远程

控制、标记和基带 IQ 输出、SCPI 命令以及千兆 LAN 和 GPIB 连通性。

N7609B 软件和 PXB/MXG 的另一个优势是, 它们能够与 GS-9000 A-GPS 设计验证测试系统中的 Agilent 8960 无线通信测试仪结合使用, 提供全面的 A-GPS 预先一致性测试。该解决方案支持 3GPP TS51.010/TS34.171、3GPP、GSM 和 CDM A2000 测试, 以及 CTIA 空中 (OTA) GPS 测试。

安捷伦副总裁兼微波与通信事业部总经理 Guy Séné 表示: “随着 GPS 导航技术逐渐进入人们的日常生活, 研发工程师必须拥有一款性能和灵活性都非常出色的解决方案, 以便快速、可靠和经济高效地进行 GPS 接收机验证测试。我们最新的 GPS 软件能够进行基本的和高级 GPS 验证, 将会最好地满足工程师的当前需求。同时, 该软件以 PXB 平台为基础进行设计, 不仅非常可靠, 而且可以扩展至 A-GPS, 确保工程师拥有一款强大的解决方案, 能够生成符合未来无线标准的信号。”

Agilent N5106A PXB 基带发生器和通道仿真器是一款多功能解决方案。它除了能够生成实时 GPS 信号外, 还能够进行多通道基带生成、实时衰落和信号捕获。它具有高达 4×2 MIMO 的 20 多种配置, 并可在几秒钟内完成重新配置。PXB 专门为工程师设计、集成和验证无线接收机提供了全套诊断工具, 可以简化整个测试过程, 同时降低测试成本。