

## 家庭网络的服务质量

### 引言

家庭网络正在成为视频、语音和数据快速传送的“中心大站”。视频由标准清晰提升至高清晰，因此需要越来越高的数据速率，这表明家庭网络系统必须随着新兴视频标准的发展而发展。目前，多媒体家庭网络技术采用了各种有线和无线网络接口标准，但是这些标准现在还无法保证家庭内部现场多媒体传输的服务质量 (QoS)。

### 挑战

首先面临的挑战是设计可靠的多媒体家庭网络平台，以足够的 QoS 传送互联网协议 (IP) 包，并且没有明显的失真。另一挑战是设计人员怎样以较高的性价比实现这一切，使消费者能够用得起。

专业广播行业已经采用了多项技术来解决第一个挑战。在消费类低成本 FPGA 中采用这些技术后，设计人员也能够解决第二个挑战。

### 实时传送协议

实时传送协议 (RTP) 主要用于在互联网上传输和分配音频以及视频，例如视频会议和视频流等应用。然而，该协议具有时间戳和数据包丢失探测或者重排等功能，因此，也可以用于在条件有限的环境中通过以太网进行视频分配，例如家庭多媒体网络等。

互联网工程任务组 (IETF) 的音频 / 视频传送 (AVT) 工作组定义了 IP 音频和视频实时传输的 RTP。它最初由注释 (RFC) 文档 RFC3350 进行定义，被 IETF 互联网工程指导组 (IESG) 在 2004 年 5 月批准为全面的标准。AVT 工作组也在负载格式、误码纠正以及安全方面开发了大量的支持标准。

### MPEG/MPEG-2 视频的 RTP 负载格式

RTP 是一种适合多种传送应用的通用协议。经过其他规范的扩展，它还可以用于更专业的应用。RFC2250 定义了 MPEG 和 MPEG-2 视频的 RTP 负载格式，详细规定了 MPEG-2 传送流 (TS) 数据的封装，并成为 Practice #3 (CoP3) Pro-MPEG 码和数字视频广播 (DVB)-IP 手册的参考。

### UDP/IP

RTP 是传送协议。它一般在主机至主机层采用用户数据报协议 (UDP, 由 IETF RFC768 定义), 互联网层采用 IP (由 IETF RFC791 定义)。与传输控制协议 (TCP) 不同, UDP 不面向连接, 不采取措施对数据进行排序, 不保证可靠的数据包交付。这一特性使其比 TCP 更快更简单, 效率更高, 因此, 同 RTP 结合后, 更适合宽带视频分配。

### Practice #3 FEC 的 Pro-MPEG 码

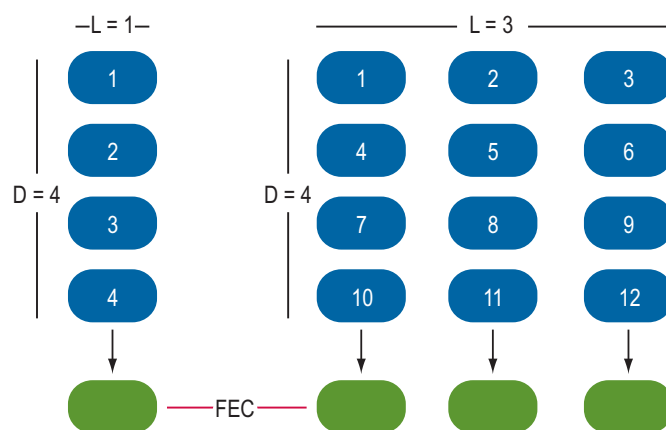
数据不论是通过有线还是无线网络进行传送, 在噪声、时钟抖动以及网络链路饱和的影响下, 都会出现劣化, 表现为数据包丢失或者视频像素丢失。在这方面, 压缩视频流要比未经压缩的视频流表现更明显。

Pro-MPEG 论坛是广播公司、节目制作方、设备生产商以及元件供应商组成的协会, 旨在根据广播公司和最终用户的要求来实现专业电视设备的通用性。Pro-MPEG 广域网 (WAN) 工作组重点研究怎样在 WAN 上利用 IP 交换高质量节目内容的系统之间建立通用性。该工作组制定了在 IP 网络上传输专业 MPEG-2 TS 数据的实用码, 建议了传输协议 (例如, RTP/UDP/IP 映射) 和前向纠错 (FEC) 方案, 还讨论了时序恢复、抖动容限和延时等问题。尽管可以选择使用 RTP 来支持基于 UDP/IP 的已有标准, IP 承载视频参考设计遵从传输协议建议。

在 IP 网络环境中保证最低数据完整性的一个方法是采用负载预知处理技术。负载预知处理技术涉及到 IP 封装、时序纠正以及应用层 FEC。现场视频传输不能使用数据包重发机制。因此，利用 FEC，接收器迅速重新构建丢失或者错误的数数据，而不需要申请重新传输。电缆、卫星和地面数字视频传输采用了各种类型的 FEC 方案。对于 IP 视频网络，Pro-MPEG 论坛建议了 FEC 算法，它使用异或 (XOR) 方法来产生冗余数据，进行误码纠正。该标准被称为 Pro-MPEG COP3 第 2 版 (CoP3r2)。FEC 主要用于 MPEG-2 和 H.264 等压缩视频流。

Pro-MPEG FEC 是二维 XOR 算法，通过几种概率来确定数据矩阵的大小。FEC 要求矩阵列数至少有一列，但不超过 20 列，行数至少有四行，但不超过 20 行。而且，一个矩阵中的数据包总数不能超过 100 个。为理解这一简单的 FEC 概念，假设  $A$  和  $B$  是 RTP 数据包，那么， $F = A \oplus B$  是和  $\{A, B\}$  保护集相关的 FEC 数据包。 $F$  是 FEC 数据包逐字节 XOR 运算的结果。XOR 运算符的特点是如果  $F = A \oplus B$ ，那么  $A = B \oplus F$ ， $B = A \oplus F$ 。如果  $A$  或者  $B$  丢失，那么可以利用  $F$  FEC 数据包来恢复  $A$  或者  $B$ 。图 1 所示为 Pro-MPEG 矩阵排列，得到的 FEC 开销数据以绿色表示。

图 1. 矩阵排列实例



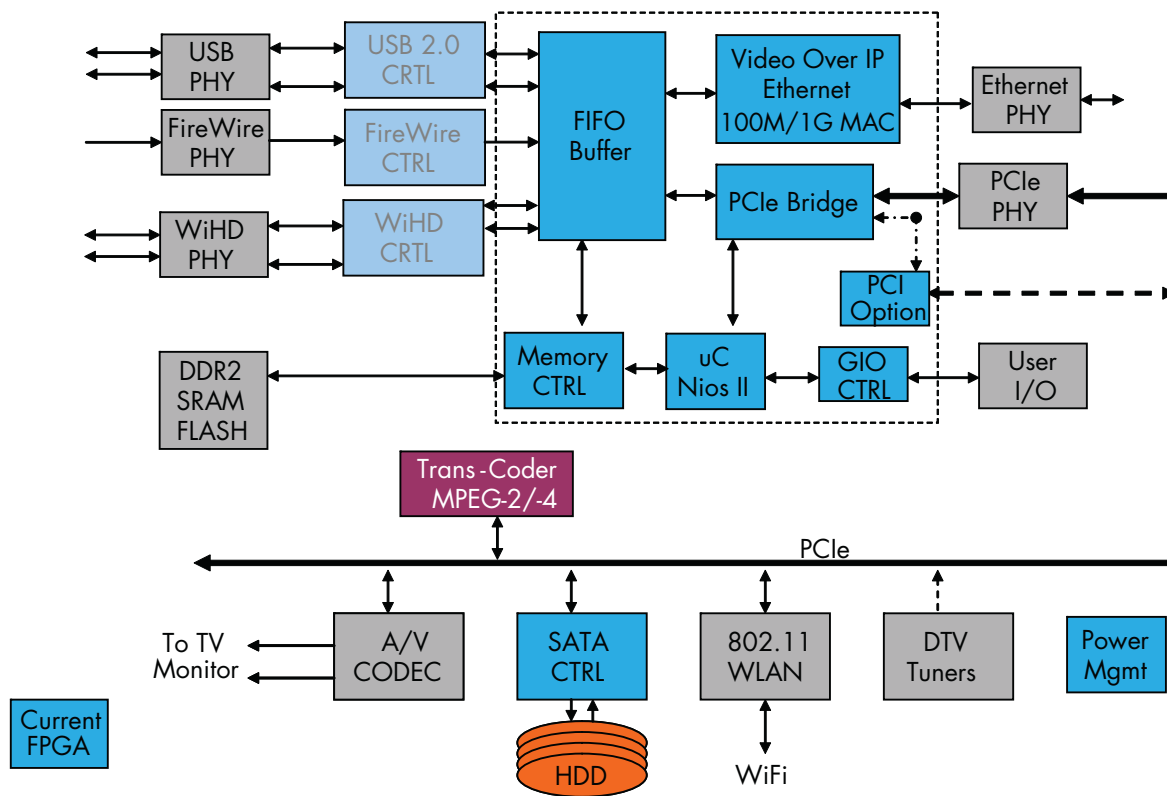
## Altera 解决方案

Altera® IP 承载视频参考设计从几个输入中接收 MPEG TS 数据，对其进行封装，在基于以太网的 IP 网络上进行传输。设计使用业界标准 UDP/IP 网络封装，也可以选用 RTP 封装和 Pro-MPEG CoP3 FEC。设计支持 100-Mbps (全双工) 和 1-Gbps 以太网连接，能够处理 256 个独立数据流。通过硬件封装，设计可以达到千兆以太网 (GbE) 线路速率，并且传输延迟很小。

设计还可以从以太网中接收 256 个独立数据流，恢复为 TS 数据。对于 RTP 封装的数据，设计含有接收器缓冲，来消除网络抖动，对数据包重新排序和重复进行纠正。也可以使用可选的 CoP3 FEC 丢失数据包恢复功能。

可以提供大部分关键构建模块，下载至 FPGA 系统设计中使用。也可以使用 FPGA 设计工具中的现有构建模块来进行设计。大部分设计工具含有 FIFO、内部存储器、外部存储控制器、计数器、锁相环 (PLL) 以及其他简单逻辑等模块。图 2 是一个典型的多媒体家庭网络设计，它使用 FPGA 作为接口桥接，例如 USB 2.0 和 FireWire，还支持今后的视频接口协议。利用 Altera 的 IP 承载视频参考设计能够将输入视频映射至 IP 网络。Cyclone® 系列等低成本 FPGA 可用于实现完整的设计，系统非常灵活，具有更新能力，可满足今后的需求。

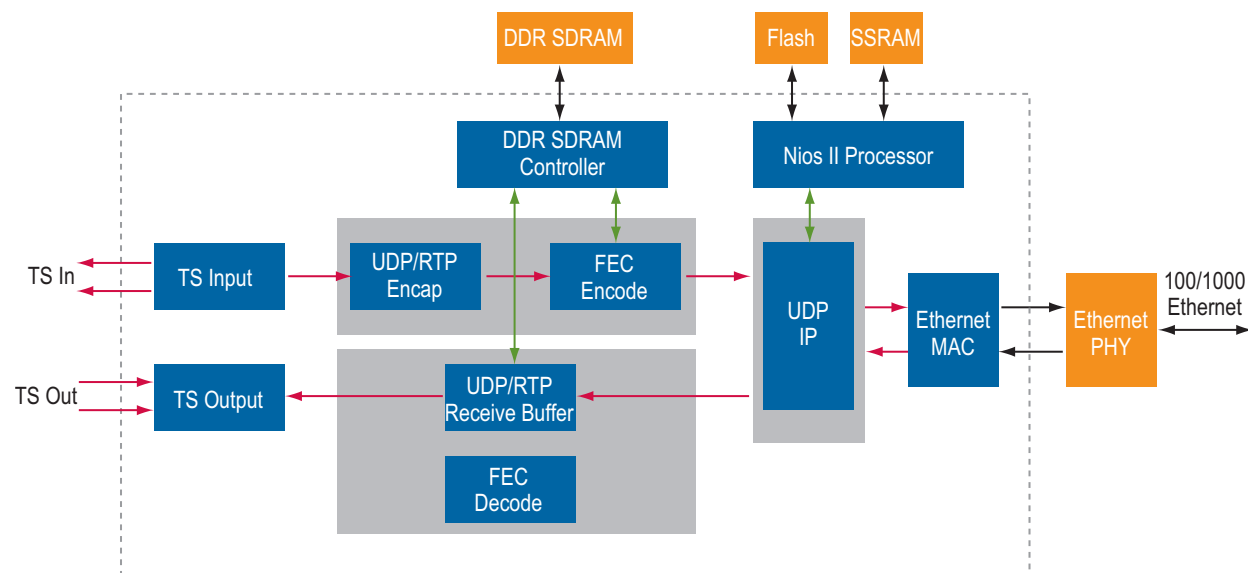
图 2. 典型的多媒体家庭网络



IP 承载视频参考设计（图 3 所示）基于 SOPC Builder 系统，提供以下关键构建模块：

- RTP 发射器
- RTP 接收器
- UDP/IP 功能
- PHY 接口
- Nios® II 嵌入式处理器，用于设计控制。
- FEC 生成器和接收器缓冲外部 RAM 的仲裁逻辑以及存储控制器

图 3. IP 承载视频参考设计



## 结论

利用广播业的现有技术，简化了多媒体家庭网络的服务质量问题。采用 Altera 的低成本 Cyclone 系列 FPGA，通过 IP 承载视频参考设计，可以轻松实现这些技术。在新兴的家庭多媒体网络市场上，存在着各种不同的标准，因此，可编程逻辑将扮演越来越重要的角色。

## 详细信息

- IP 承载视频参考设计：  
[www.altera.com/support/refdesigns/sys-sol/broadcast/ref-video.html](http://www.altera.com/support/refdesigns/sys-sol/broadcast/ref-video.html)
- 专业 MPEG 论坛的讨论版：  
[www.pro-mpeg.org/forum](http://www.pro-mpeg.org/forum)

## 致谢

- Tam Do, 高级技术营销经理, 广播 / 汽车 / 消费类业务部, Altera 公司。

**ALTERA**

101 Innovation Drive  
San Jose, CA 95134  
[www.altera.com](http://www.altera.com)

版权 © 2010 Altera 公司。保留所有版权。Altera、可编程解决方案公司、程式化 Altera 标识、专用器件名称和所有其他专有商标或者服务标记，除非特别声明，均为 Altera 公司在美国和其他国家的商标和服务标记。所有其他产品或者服务名称的所有权属于其各自持有人。Altera 产品受美国和其他国家多种专利、未决应用、模板著作权和版权的保护。Altera 保证当前规范下的半导体产品性能与 Altera 标准质保一致，但是保留对产品和服务在没有事先通知时的升级变更权利。除非与 Altera 公司的书面条款完全一致，否则 Altera 不承担由此处所述信息、产品或者服务导致的责任。Altera 建议客户在决定购买产品或者服务，以及确信任何公开信息之前，阅读 Altera 最新版的器件规范说明。