

满足消费类显示产品快速增长的功能需求

引言

消费类显示产品（例如，高清晰电视（HDTV）、监视器和投影仪等）开发人员面临巨大的设计挑战。这些产品以前采用了专用标准产品（ASSP），定制 ASIC 开发周期很长，一般在 3 年到 5 年之间。而消费类市场对新产品和功能需求的变化周期仅在一年左右。结果，消费类产品开发人员不能仅仅依靠功能固定不变的 ASSP 来满足客户对创新的需求。越来越多的开发人员转向 FPGA，大量采用标准芯片组，在很短的时间（通常在 6 到 9 个月）内为产品增加高级功能和特性。图像增强特性，例如帧速率转换、拉伸和降噪等，都可以在 FPGA 中实现，并应用在消费类显示产品中。

本文介绍设计人员怎样利用 Altera® Cyclone® III FPGA，发挥其优势，满足这一应用领域对性能、I/O、信号处理、存储器和性价比的需求。

HDTV 相对于 HD 内容的迅速发展

HDTV 的数量在迅猛增长，今后几年中，预计其增长百分比将达到两位数。相应的，世界上 HD 广播网络的增长也推动了 HD 节目内容的发展。尽管如此，电视上的大部分节目内容仍然大大低于 HD 分辨率，包括通过标准清晰度（SD）电缆、广播和卫星传输的内容，以及 DVD 等存储介质存放的内容等。

这已经成为广播行业存在的一个主要问题。业内必须能够对 SD 内容进行去隔行处理，从 480 线拉伸至 1080 线，而不会产生边纹、噪声或者假影等。广播行业在设备上大量投入，将 SD 内容转换为适合 HD 传输的内容。同样，随着 HD 服务在世界上的推广，需要转换美国、日本和韩国等国家采用的 60Hz 刷新率，以及世界上其他国家采用的 50Hz 刷新率。这在 SD 上已经很难转换，在 HD 上也不容易实现，大屏幕会把假影显示得非常清楚。60Hz SD 到 50Hz HD 的转换更加困难，广播行业不得不再次大量投入来转换帧速率，以解决这些问题。

从消费者的角度看，消费类显示和家庭影院外设生产商有机会利用拉伸和帧速率转换技术来突出产品图像质量。通过提高大部分内容的显示质量，这些特性能够发挥高清晰 HDTV 的潜在优势。然而，这些改进措施不仅效果要显著，而且成本要低，这样才能得到消费者的青睐。

过去 10 多年中，存在的问题是拉伸和帧速率转换等算法开发一直落后于 HDTV 的发展。HD 采用双线性和双三次插值以及象素滤波算法有一定的难度，而下一代移动自适应插值算法需要很强的处理能力以及大量昂贵的定制芯片。图 1 中，目前基于移动自适应算法的移动自适应拉伸算法会产生锯齿边缘，如左图所示，而采用视频全 3D 分析高级算法（右侧）的图像质量要好得多。

图 1. 目前的拉伸技术（左侧）和高级拉伸技术（右侧）结果对比



测量和预测空间移动技术的效果也只能做到这一步。这种方法难以解决的一个问题是两个封闭块向不同方向移动的情况。在这种情况下，计算平均移动就会产生假影。对结果进行模糊处理等替代方案并不理想，需要更强的处理能力进行探测才能实现。

在解决这一问题上已经进行了大量投入，部分用于提高显示内容的质量——特别是图像和视频覆盖等，在这方面，很难处理好移动补偿，当然还有文字显示的问题。采用这些方法后，屏幕上移动的文字看起来非常模糊，在 HD 屏幕上不断跳动。图 2 显示了这种现象，左图是传统的拉伸算法产生质量较差的图像结果，而右图则是对同一幅图像拉伸采用高级算法的结果。

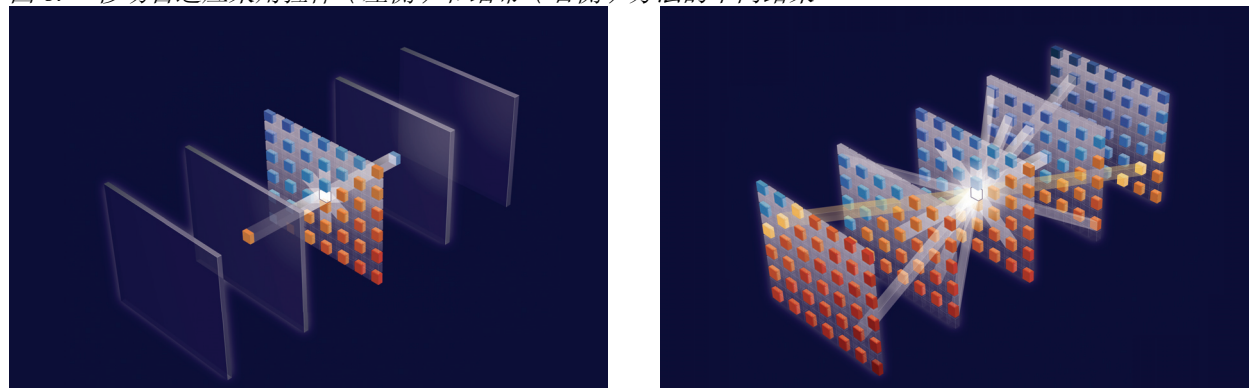
图 2. 传统拉伸算法（左侧）以及高级拉伸算法（右侧）在移动文字上产生不同的视觉质量结果



实现缩放和帧速率转换的创新方法

传统的移动自适应算法采用空间或者时间插值，从前一个和后一个像素中计算该位置丢失的像素。Let It Wave 公司在细带 (bandlet) 的基础上开发了一种新方法。细带方法并不以图像中的移动部分为中心，而是在前一帧基础上同时处理空间和背景像素，提取出没有闪烁（时间上的抖动）和锯齿（空间上的抖动）的最佳像素。通过对邻近像素进行全面的空间和时间搜索，进行方向插值，细带方法减小了结果偏差，如图 3 所示。

图3. 移动自适应采用拉伸(左侧)和细带(右侧)方法的不同结果



细带方法完全不同于现在的拉伸方法，其结果更优于现在的前沿高端系统。因此，细带方法非常适合在相对较小的高性价比芯片中实现，能够在任何尺寸的显示屏上将图像拉伸至 1080p。细带方法还可以实现广播设备 50Hz 至 60Hz 的帧速率转换，以及大屏幕显示的 120Hz 刷新率，较小的尺寸还使得这一技术能够实现大批量应用。

实现消费类产品的视频 / 图像增强算法

消费类显示产品开发人员在图像增强技术上取得的进步，例如 Let It Wave 公司的细带方法，突出产品功能，同时采取合适的措施来降低成本，满足对价格敏感的消费类市场的需求。

在许多消费类产品中，拉伸等视频和图像增强功能通常由功能固定的 ASSP 完成。然而，如前所述，ASSP 开发人员面临的难题是怎样满足消费类市场的需求，在这类市场上，对新特性和新功能的需求变化非常快，而定制 ASIC 产品的开发周期跟不上这种变化。消费类产品生产商如果仅仅依靠功能固定的元件来进行所有的开发，很难突出自己的产品优势。

在某些消费类应用以及其他很多最终应用中，定制视频和图像处理功能一般采用数字信号处理器实现。这些算法需要进行大量的计算，在数字信号处理器中实现这些功能需要丰富的经验以及多种支持。而对于 HDTV 应用，处理需求非常高，因此，在对成本敏感的消费类产品中，具有足够处理能力的数字信号处理器成本会非常高，很难被采用。

这类应用中无法采用数字信号处理器主要有两重原因。首先，数字信号处理器实质上是串行机制，一次处理信号链中的一个单元。在某些高端数字信号处理器中，可以并行处理少量的指令，有一定的并行处理能力。然而，其成本要比不具有并行能力的处理器高出好几倍。在其他应用中，采用多个数字信号处理器来实现真正的并行处理，但是硬件成本以及功耗都会相应增加。

这些问题促使设计人员使用 Altera FPGA 将级联运算转换为并行结构，和数字信号处理器相比，以相同的成本实现更高的吞吐量。这就是可编程逻辑技术的关键优势——真正的并行能力加速算法实现。

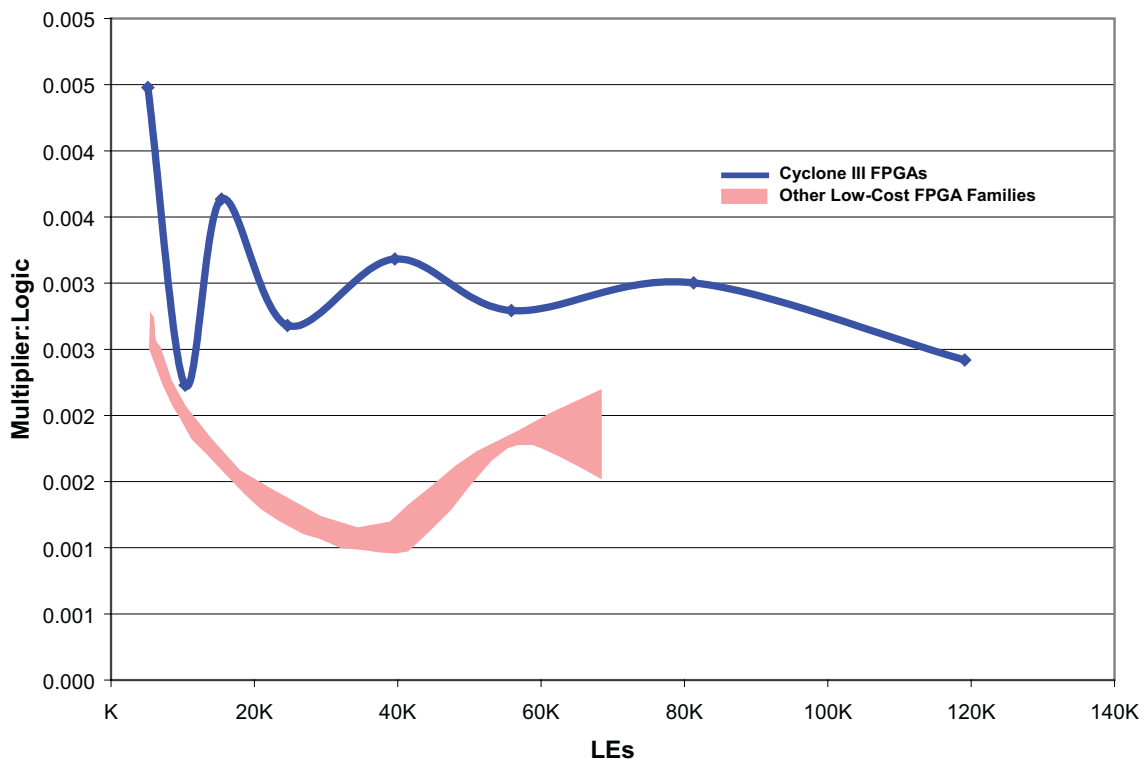
在普通数字信号处理 (DSP) 应用中，工程师在提高性能上的选择余地不大，只能编写流水线汇编程序（需要数字信号处理器的支持），或者以频率更高的型号替代现有的数字信号处理器。而采用 Altera 的方法，能够同时优化硬件和软件。现在，设计人员可以从三方面进行优化：程序、性能更好的器件以及硬件。

很多硬件处理器的价格和性能几乎呈指数关系，设计人员一般只有一种选择：程序优化。而进行过这方面工作的人都知道这种方法非常累人。Altera 的可编程逻辑方案非常灵活，能够帮助建立以前无法实现的系统，这些系统由于成本和时间因素，或者传统的数字信号处理器不能胜任计算任务而难以设计。采用 Altera FPGA 之后，工程师在设计中会更加自由，利用硬件加速器，以很高的性价比实现定制 DSP 运算。

除了很强的并行处理能力以外，现代的 FPGA 还提供嵌入式乘法器来高效实现 DSP 功能。如果没有足够的嵌入式乘法器，相对于器件中的其他资源，缩放控制器和滤波器等算法会占用大量的通用逻辑，导致器件资源使用效率下降，成本增加。因此，具有较高乘法器至逻辑比的 FPGA 更适合实现图像和视频增强功能。

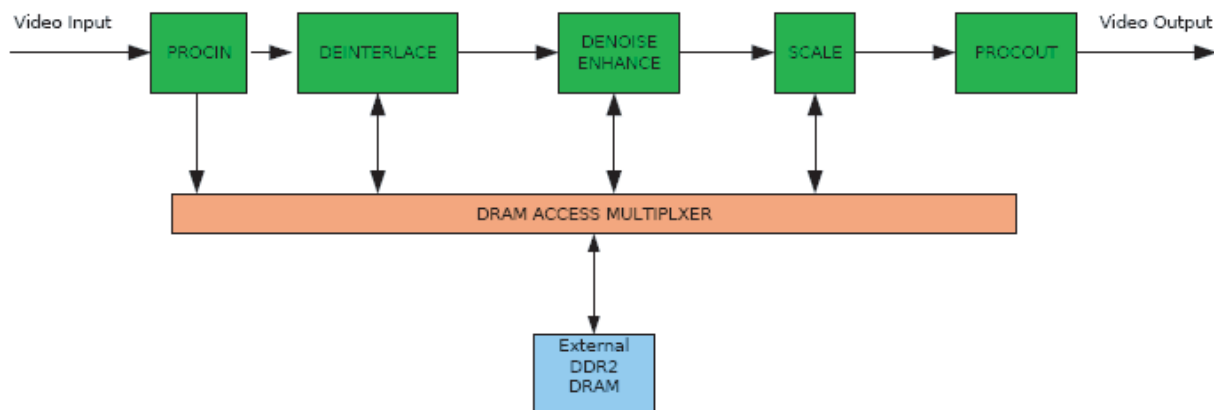
为了更好地支持图像和视频增强功能，Altera Cyclone III FPGA 提供最大的乘法器至逻辑比，如图 4 所示，与其他低成本可编程逻辑系列相比，在所有逻辑密度范围内，Cyclone III FPGA 的乘法器至逻辑比最大。

图 4. 和其他低成本 FPGA 相比，Cyclone III 器件具有更大的乘法器至逻辑比。



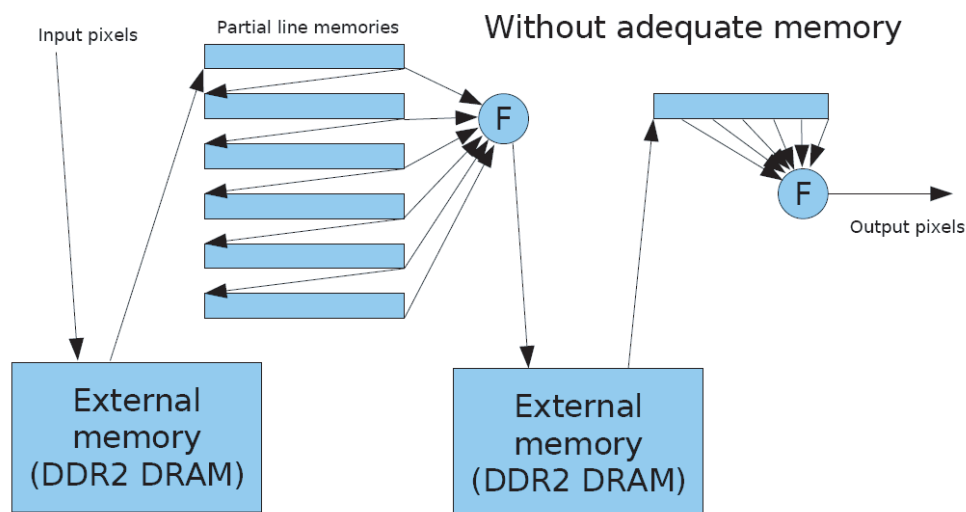
要实现这类功能，除了大量的嵌入式乘法器以外，理想的 FPGA 体系结构还需要足够的嵌入式存储器资源。图像和视频处理需要很高的存储器带宽，1080p HDTV 处理会超过每秒 200Mbytes。利用 Let It Wave 公司技术的一个例子可以说明嵌入式存储器的优势：图 5 中的结构图说明了视频数据流怎样通过采用 Let It Wave 图像增强算法的系统，实现去隔行、降噪以及缩放功能。绿色框图以及 DRAM 接入复用器都是在 FPGA 中实现的。

图 5. 数据流通过 Let It Wave 的子系统，实现去隔行、降噪和缩放功能。



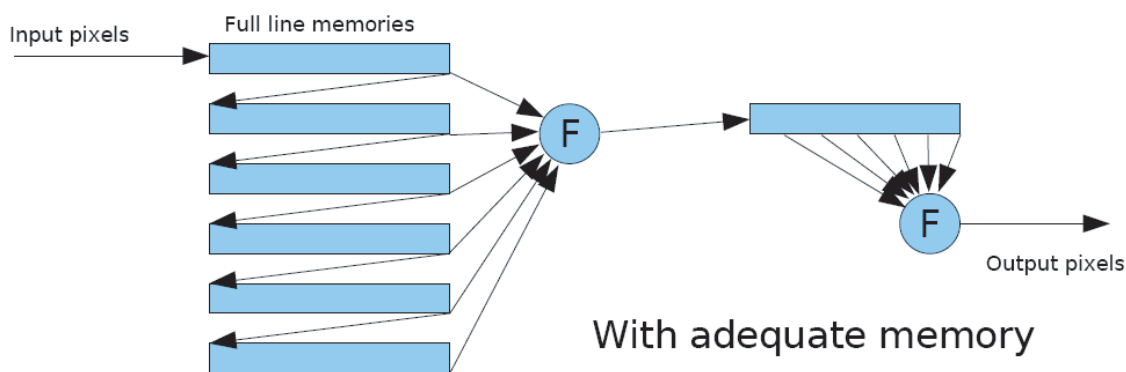
在缩放阶段，输入像素以光栅顺序达到，如果没有足够的内部存储器资源，必须通过外部存储器对像素重新排序，以部分扫描线的形式再次读入，然后传送给垂直缩放控制器。在送入水平缩放控制器之前再次对像素重新排序，恢复光栅顺序（参见图 6）。

图 6. FPGA 如果没有足够的嵌入式存储器，需要多个外部存储器才能实现高级缩放等视频增强功能。



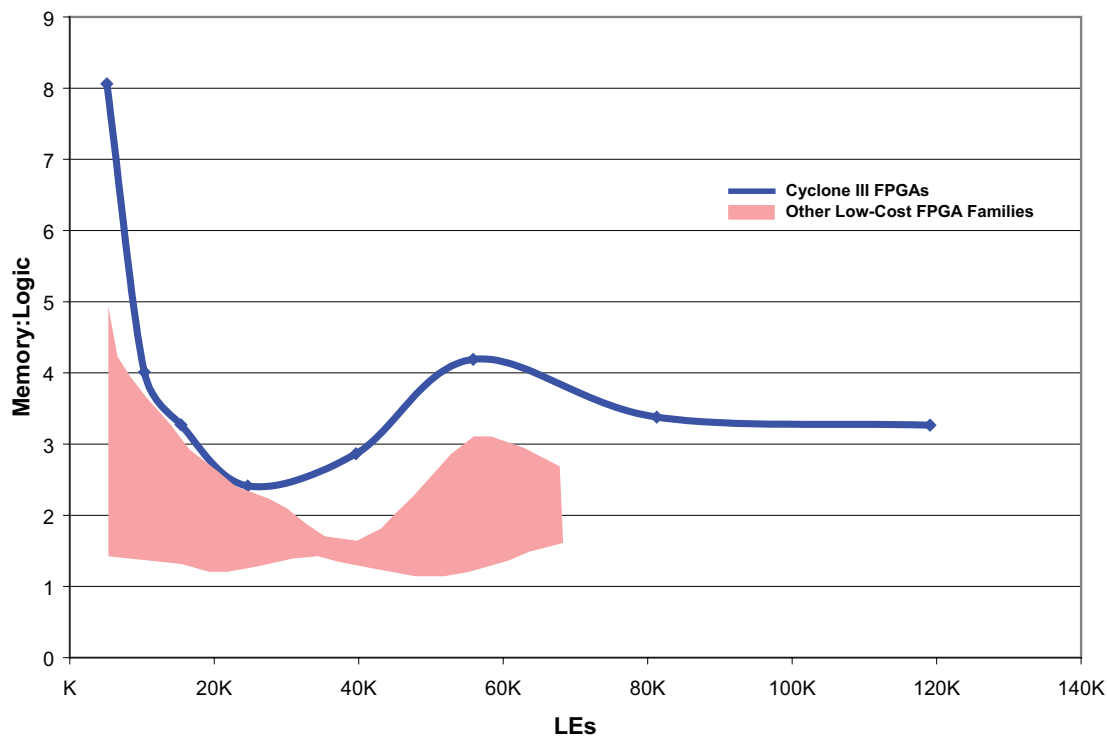
FPGA 提供足够的嵌入式存储器，缓冲所有的视频线，不需要通过外部存储器对像素重新排序。由于不需要外部存储器，不但降低了延迟，而且减小了实施成本。图 7 显示了像素流怎样通过 Let It Wave 公司的缩放控制器，该控制器在 Cyclone III FPGA 中实现，它提供了足够的嵌入式存储器，不需要外部存储器通路。在 Cyclone III FPGA 中实现 Let It Wave 缩放控制器后，和其他提供较少嵌入式存储器的 FPGA 体系结构相比，外部存储器 DDR2 DRAM 数量从四个减少到了三个。

图 7. FPGA 提供足够的嵌入式存储器，降低了对外部存储器的需求，甚至不需要采用外部存储器。



为了更好地支持图像和视频增强功能，与其他低成本可编程逻辑系列相比，在所有逻辑密度范围内，Altera Cyclone III FPGA 提供最大的乘法器至逻辑比，如图 8 所示。

图 8. 和其他低成本 FPGA 相比, Cyclone III 器件具有更大的存储器至逻辑比。

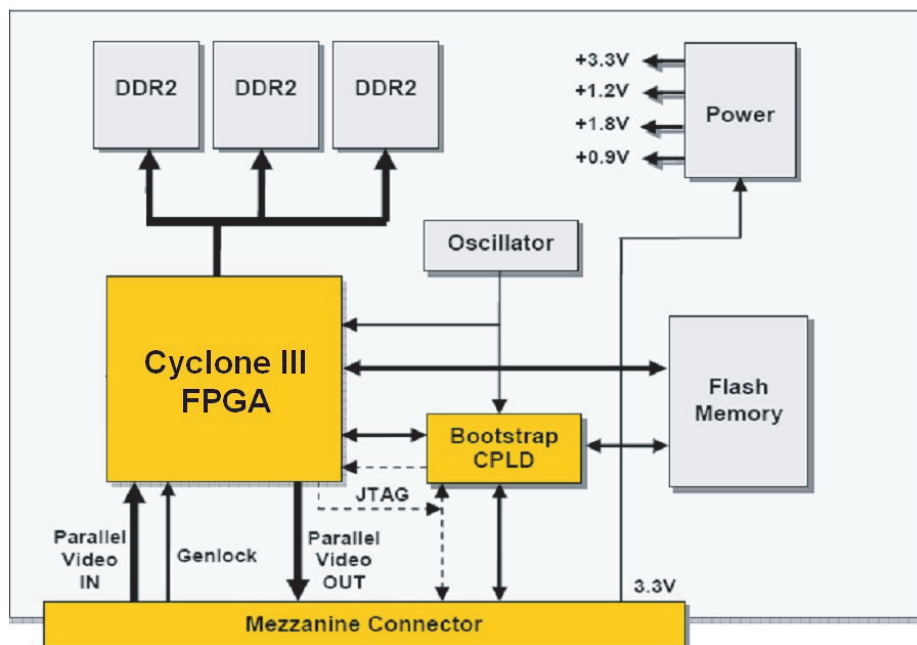


以最好的性价比实现创新的图像 / 视频增强功能

在消费类市场上, Cyclone III FPGA 的体系结构含有丰富的存储器和乘法器资源, 非常适合实现图像增强算法。而且, 作为世界上首款在 65nm 工艺上开发的低成本 FPGA, Cyclone III 器件为这一技术的电视和 LCD 显示器市场应用打开了空间。消费类显示生产商已经使用 Cyclone FPGA 来进行时序控制, 并且有可能在细带拉伸和帧速率转换中集成这一功能。这样, 平面显示器生产商可以实现 HD 消费类显示今后将采用的 120Hz 刷新率。

图 9 中所示的模块采用了 Cyclone III 器件, 利用 Let It Wave 的技术实现视频增强功能。模块经过设计, 利用中间连接器, 很容易集成到用户的最终产品中, 它提供足够的外部 DDR2 DRAM 用于 HDTV 运算, 闪存用于保存 FPGA 配置数据, CPLD 进行配置管理, 板上振荡器产生时钟, 电压稳压器提供所有的电源供电。

图 9. 基于 Cyclone III FPGA 的模块实现 Let It Wave 的细带视频增强算法



这类技术还可以用于“prosumer”（高像素大变焦非单反相机）市场，以及家庭影院投影仪和 DVD 播放器，增加屏显 (OSD) 拉伸功能，这些都可以在 FPGA 中轻松实现。对于这类产品，由于 FPGA 具有可重新配置能力，不增加硬件成本就能够加入定制组件，因此，开发人员利用基于 FPGA 的设计，在一个设计中可以实现多种产品。

结论

随着图像和视频增强技术的创新和突破，例如 Let It Wave 公司的细带方法以及低成本 Cyclone III FPGA 系列的功能优化措施，消费类显示产品开发人员以及供应商有了更多的发展机会。平面显示器和家庭影院投影仪生产商能够以很高的性价比迅速推出产品，突出产品优势。ASSP 开发人员同样可以利用 Cyclone III FPGA 伴随器件实现自己的芯片组，进行帧速率转换以及高质量的拉伸，满足市场需求。ASSP 开发人员利用这种方法，在保持最初投入不变的情况下，能够在开发周期内迅速实现新功能，而这是定制 ASIC 无法实现的。

致谢

- Stephane Mallat, Let it Wave 公司总裁
- Herve Mer, Altera 公司广播和消费类欧洲营销经理
- Martin S. Won, Altera 公司资深技术组员



ALTERA®

101 Innovation Drive
San Jose, CA 95134
(408) 544-7000
<http://www.altera.com>

Copyright © 2007 Altera Corporation. All rights reserved. Altera, The Programmable Solutions Company, the stylized Altera logo, specific device designations, and all other words and logos that are identified as trademarks and/or service marks are, unless noted otherwise, the trademarks and service marks of Altera Corporation in the U.S. and other countries. All other product or service names are the property of their respective holders. Altera products are protected under numerous U.S. and foreign patents and pending applications, maskwork rights, and copyrights. Altera warrants performance of its semiconductor products to current specifications in accordance with Altera's standard warranty, but reserves the right to make changes to any products and services at any time without notice. Altera assumes no responsibility or liability arising out of the application or use of any information, product, or service described herein except as expressly agreed to in writing by Altera Corporation. Altera customers are advised to obtain the latest version of device specifications before relying on any published information and before placing orders for products or services.