

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_密级\_\_\_\_

学号: 23120081153183

UDC\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 LEON2 的 AVS 视频解码器的设计研究

The AVS Video Decoder Design and Research

Based on LEON2

张双庆

指导教师姓名: 周剑扬 副教授

专 业 名 称: 电路与系统

论文提交日期: 2011 年 月

论文答辩时间: 2011 年 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2011 年 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。
2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘 要

AVS 是我国具备自主知识产权的第二代信源编码标准,其重点解决的问题是数字音视频海量数据的编码压缩问题。AVS 作为数字音视频产业“牵一发动全身”的基础性标准,为我国构建“技术→专利→标准→芯片与软件→整机与系统制造→数字媒体运营与文化产业”的产业链条提供了难得机遇。AVS 解码芯片的设计是 AVS 产业化的核心部分,因此,如何设计出低成本并具高性能的 AVS 解码芯片,具有重要的意义。

本文在此背景下,基于 32 位嵌入式微处理器 LEON2 进行了 AVS 解码器的设计研究。首先,对 AVS 视频标准进行了初步研究,并对其关键技术进行深入分析。其次,对 LEON2 处理器的原理做了简单的分析,介绍了 LEON2 处理器在 SOC 设计中的优势和国内外应用现状,并对 LEON2 处理器的 VHDL 代码进行了分析,并扩展了其内部 RAM。接着,结合开放源码阐述了 AVS 视频解码原理,对开源的 AVS 解码器代码进行了深入的分析;根据 LEON2 处理器的特点,对开源的 AVS 解码器代码进行编写,并在 LEON2 处理器的开发平台上进行了功能验证。最后,对 AVS 解码器进行了软硬件划分,设计了一种基于 LEON2 的 AVS 解码器架构,对部分软件流程控制进行了仿真,并采用 SystemC 对宏块解码单元做了行为级建模及验证。

本文完成了 AVS 解码器在 LEON2 开发平台上的移植,并正确地实现了视频解码功能;在 modelsim 下,设计的 AVS 解码器架构软件部分的仿真结果符合设计要求;采用 SystemC 对宏块解码单元进行了行为级建模并验证了该单元的正确性。

**关键词:** AVS; LEON2; 视频解码器

---

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## Abstract

AVS which our nation owns the Intellectual Property is the second generation coding standard of information. It comes out to solve the coding compression problem of the massive data of video and sound. AVS is now the basic standard of video and sound which offers us the greatest opportunity to build the industrial chain of “Technology-Patent-Standard-Chip&Software-System&System Manufacture- Digital Media Program and Literature Industry”. The AVS decoder chip is the core of AVS industrialization, therefore, how to design a low cost and high capability AVS decoder chip, is of great significance.

Under the condition above, this paper do research on AVS video decoder design based on 32-bit embedded microprocessor-LEON2. Firstly, this paper do a preliminary study of AVS video standard and depth analysis of its key technologies. Secondly, it give a simple analysis about the principle of LEON2 processor, Introduce the advantage of LEON2 processor in SOC development and the application of LEON2, and have an analysis of LEON2’s VHDL Code, and extend LEON2’s Local RAM. Again, after a brief introduction of AVS video decoder, this paper give a in-depth analysis on Open source code of the AVS decoder; According to the characteristics of the LEON2, this paper have rewritten the source code of AVS decoder, and achieve functional verification in the development platform of LEON2. Finally, this paper make an software and hardware divided of AVS decoder, give an design about the AVS Video decoder based on LEON2, and do behavioral modeling validation for Decoding unit of macroblocks used SystemC, and achieve partial control module software program .

Through this research, have an implementation of the AVS decoder in the LEON2 development of platform, and the correct implementation of video decoding; The design of the AVS decoder architecture’s simulation results meet the design requirements, do behavioral modeling validation for decoding unit of macroblocks used SystemC.

**Keywords:** AVS; LEON2; Video Decoder

厦门大学博硕士学位论文摘要库



## 目 录

<b>第 1 章</b>	<b>绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1	视频标准发展状况 .....	1
1.2	研究背景和意义 .....	3
1.3	本文主要贡献和论文结构 .....	4
<b>第 2 章</b>	<b>AVS 视频标准概述</b> .....	<b>6</b>
2.1	AVS 视频解码原理 .....	6
2.2	AVS 视频标准比特流结构 .....	6
2.3	AVS 关键技术特点 .....	9
2.4	本章小节 .....	12
<b>第 3 章</b>	<b>LEON2 处理器的原理及应用</b> .....	<b>14</b>
3.1	LEON2 处理器结构及主要功能模块 .....	14
3.1.1	整数单元 .....	15
3.1.2	AMBA 片上总线 .....	16
3.1.3	片上外设 .....	17
3.2	LEON2 处理器 VHDL 代码分析及改造 .....	18
3.2.1	LEON2 程序包介绍 .....	18
3.2.2	LEON2 的 VHDL 架构分析 .....	19
3.2.3	Local RAM 的扩展 .....	22
3.3	LEON2 处理器在 SOC 开发中的优势 .....	23
3.4	LEON2 处理器的应用 .....	25
3.5	本章小结 .....	25
<b>第 4 章</b>	<b>AVS 开放源码分析、移植及硬件验证</b> .....	<b>27</b>
4.1	开放源码程序包 .....	27
4.1.1	程序包的主要文件 .....	28
4.1.2	开放源码的函数调用过程 .....	31
4.1.3	开放源码的算法复杂度分析 .....	32
4.2	AVS 视频解码流程 .....	34

4.2.1	总的解码流程 .....	34
4.2.2	解码图像数据 .....	35
<b>4.3</b>	<b>AVS 代码向 LEON2 平台的移植.....</b>	<b>38</b>
<b>4.4</b>	<b>LEON2 开发平台上验证 AVS 解码器.....</b>	<b>42</b>
4.4.1	利用 BCC 编译 AVS 解码器代码.....	42
4.4.2	LEON2 验证环境介绍 .....	43
4.4.3	验证过程 .....	45
<b>4.5</b>	<b>本章小结 .....</b>	<b>48</b>
<b>第 5 章</b>	<b>基于 LEON2 的 AVS 视频解码器的设计研究 .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1</b>	<b>解码器软硬件划分 .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2</b>	<b>解码器架构设计 .....</b>	<b>50</b>
<b>5.3</b>	<b>软件部分设计 .....</b>	<b>52</b>
5.3.1	软件控制流程 .....	52
5.3.2	软件代码编写 .....	53
5.3.3	代码编译 .....	54
5.3.4	软件流程控制仿真 .....	54
<b>5.4</b>	<b>宏块解码模块设计 .....</b>	<b>56</b>
5.4.1	AHB 总线配置 .....	57
5.4.2	APB 总线配置 .....	58
5.4.3	宏块解码控制单元设计 .....	59
5.4.4	宏块解码单元 SystemC 验证.....	60
<b>5.5</b>	<b>本章小结 .....</b>	<b>67</b>
<b>第 6 章</b>	<b>总结与展望 .....</b>	<b>68</b>
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>70</b>
<b>致 谢</b>	<b>.....</b>	<b>73</b>
<b>攻读硕士学位期间发表的论文</b>	<b>.....</b>	<b>74</b>

## Contents

<b>Chapter 1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
1.1	The Development of Video Standard .....	1
1.2	Research Purposes and Meaning.....	3
1.3	Work and Organization of the Thesis .....	4
<b>Chapter 2</b>	<b>Synopsis of AVS Video Standard .....</b>	<b>6</b>
2.1	Principles of AVS Video Decoder .....	6
2.2	Structure of AVS Video Bitstream .....	6
2.3	Key Technology of AVS Video .....	9
2.4	Summary .....	12
<b>Chapter 3</b>	<b>Principles and Application of LEON2 Processor.....</b>	<b>14</b>
3.1	Architecture of LEON2 and Main Modules .....	14
3.1.1	Integer Unit.....	15
3.1.2	AMBA Bus .....	16
3.1.3	On-chip Peripherals.....	17
3.2	Analysis of LEON2's VHDL Code.....	18
3.2.1	Structure of LEON2's File.....	18
3.2.2	Structure of LEON2's VHDL Code .....	19
3.2.3	extend Local RAM .....	22
3.3	the Advantage of LEON2 Processor in SOC Development.....	23
3.4	the Application of LEON2.....	25
3.5	Summary .....	25
<b>Chapter 4</b>	<b>Open-source Analysis, Migration and Verification.....</b>	<b>27</b>
4.1	Open-source Package .....	27
4.1.1	Primary Documents of the Package Description.....	28
4.1.2	Function Call of the Open-source .....	31
4.1.3	Algorithm Complexity Analysis of the Open-source .....	32
4.2	AVS Video Decoding Process .....	34

4.2.1	The Overall Decoding Process .....	34
4.2.2	Decode Image Data .....	35
<b>4.3</b>	<b>Porting the AVS Code to LEON .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4</b>	<b>Verify the AVS Decoder in the LEON2 Development Platform ....</b>	<b>42</b>
4.4.1	Compile the AVS Decoder by BCC.....	42
4.4.2	Introduction to the LEON2 Verification Environment.....	43
4.4.3	Validation Process .....	45
<b>4.5</b>	<b>Summary .....</b>	<b>48</b>
<b>Chapter 5</b>	<b>AVS Video Decoder Research Based on LEON2.....</b>	<b>49</b>
<b>5.1</b>	<b>Software and Hardware Division of AVS Decoder.....</b>	<b>49</b>
<b>5.2</b>	<b>System Architecture Design of AVS Decoder.....</b>	<b>50</b>
<b>5.3</b>	<b>Design of Software .....</b>	<b>52</b>
5.3.1	Control of the Software Process.....	52
5.3.2	Code Rewrite.....	53
5.3.3	Code Compile.....	54
5.3.4	Functional Simulation .....	54
<b>5.4</b>	<b>Design of Macroblock Decode Module .....</b>	<b>56</b>
5.4.1	Interface Configuration of AHB Bus.....	57
5.4.2	Interface Configuration of APB Bus .....	58
5.4.3	Design of Macroblock Decode Unit.....	59
5.4.4	Modeling of Macroblock Decode Unit .....	60
<b>5.5</b>	<b>Summary.....</b>	<b>67</b>
<b>Chapter 6</b>	<b>Conclusions and Prospections.....</b>	<b>68</b>
	<b>Bibliography .....</b>	<b>70</b>
	<b>Acknowledgements .....</b>	<b>73</b>
	<b>Published Paper during Pursuing Master Degree.....</b>	<b>74</b>

## 第1章 绪论

### 1.1 视频标准发展状况

国际上音视频编解码标准主要有两大系列<sup>[1]</sup>：ISO/IEC JTC1 制定的 MPEG<sup>[2]</sup> 系列标准（主要为数字电视采用）和 ITU 针对多媒体通信制定的 H.26x 系列视频编码标准及 G.7 系列音频编码标准。

理论上讲，音视频产业可以选择的信源编码标准有四个：MPEG-2、MPEG-4、MPEG-4 AVC（简称 AVC，也称 JVT、H.264）、AVS。前三个标准是由 MPEG 专家组完成的，第四个是我国自主制定的。

#### 1) MPEG-2

MPEG-2 是由活动图像专家组和 ITU-T 的第 15 研究组于 1994 年共同制定的。MPEG-2 标准是一个通用的标准，它解决了 MPEG-1 不能满足多媒体技术、数字电视技术对分辨率和传输率等方面的技术要求上的缺陷，能在很宽范围内对不同分辨率和不同输出比特率的图像信号有效地进行编码。

MPEG-2 增加的新的技术特征有：支持隔行扫描视频的编码、支持对电视质量视频的有效编码、增加可扩展性(空间域可扩展性、SNR 可扩展性、数据分割)等。

MPEG-2 标准也是实现 DVD 的标准。除了作为 DVD 的指定标准外，MPEG-2 还可用于为广播、有线电视网、电缆网络以及卫星直播提供广播级的数字视频。

#### 2) MPEG-4

MPEG-4 是活动图像专家组于 1999 年 2 月公布的标准。MPEG-4 采用第二代编码方法，不同于 MPEG-1 等基于像素的第一代编码方法。另外，它不仅针对一定比特率下的视频、音频编码，而且更加注重多媒体系统的交互性和灵活性。

MPEG-4 编码的基本单元是视频对象(VO)，主要采用形状编码、纹理编码、运动信息编码和 Sprite 编码方法。

MPEG-4 在基于网络的视频应用领域取得了广泛的应用。但是，目前大量的应用还是限制在简单对象类型，标准中基于内容特点的编码受到了限制。

### 3) H.264

H.264 标准是由 ITU-T 的视频编码专家组 VCEG 和 ISO / IEC 的活动图像专家组 MPEG 共同成立的联合视频小组 JVT 于 2003 年 3 月公布的。H.264 的目标是为视频编码应用提供下一代的解决方案, 提供显著增强的编码效率, 同时减少 H.263 中一些混乱的可选模式。

H.264 把一些已经证明行之有效的可选模式作为基本模式固定下来, 如统一的熵编码、多种帧内预测模式、基于上下文的算术编码模式等; 另一方面, H.264 又加入了一些新的研究成果, 如可选的  $1/4(1/8)$  像素的运动估计、多模式的运动矢量估计、 $4 \times 4$  的整型 DCT 运算等, 从而使 H.264 在压缩率上具有更佳的性能。

虽然 H.264 有更高的压缩比、更好的 IP 和无线网络信道适应性, 在相同的重建图像质量下 H.264 能够比 H.263 节约 50% 左右的码率。但同时, H.264 计算复杂度高, 编码的计算复杂度大约相当于 H.263 的三倍, 解码复杂度大约相当于 H.263 的两倍<sup>[3]</sup>。

### 4) AVS

AVS 标准是数字音视频编解码技术标准工作组(AVS 工作组)制定的数字音视频编码标准, 包括系统、视频、音频、数字版权管理等四个主要技术标准和一致性测试等支撑标准。AVS 工作组成立于 2002 年, 成员包括国内外从事数字音视频编码技术和产品研究开发的机构和企业。在经过了几年的发展完善后, AVS 已经于 2006 年成为国家标准, 也是未来视频领域的发展方向之一。其任务是: 面向我国的信息产业需求, 联合国内企业和科研机构, 修订数字音视频的压缩、解压缩、处理和表示等共性技术标准, 为数字音视频设备与系统提供高效经济的编解码技术, 服务于高分辨率数字电视广播、高密度激光数字存储媒体、无线宽带多媒体通讯、互联网宽带流媒体等重大信息产业应用。

上述四种标准编码效率的比较<sup>[4]</sup>: MPEG-4 是 MPEG-2 的 1.4 倍。AVS 和 AVC 在技术水平和编码效率上相当, 都比 MPEG-2 高一倍以上, 即所占用的传输带宽、频谱资源、存储容量都不到 MPEG-2 的一半。

## 1.2 研究背景和意义

由于技术陈旧需要更新及收费较高等原因，MPEG-2 即将退出历史舞台。MPEG-4 出台的新专利许可政策被认为过于苛刻令人无法接受，导致被众多运营商围攻，陷入无法推广产业化的泥沼而无力自拔，前途未卜。而 AVS 是基于我国创新技术和部分公开技术的自主标准，其技术方案简洁，芯片实现复杂度低，达到了第二代标准的最高水平；而且，AVS 通过简洁的一站式许可政策，解决了 MPEG-4 专利许可问题死结，是开放式制订的国家、国际标准，易于推广；此外，AVS 是一套完整的标准体系，为数字音视频产业提供了更全面的解决方案。所以，AVS 可作为第二代信源标准的上佳选择。

AVS 的主要特点是应用目标明确，技术有针对性。与 H.264 的 baseline profile 相比，AVS 标准的视频部分增加了 B 帧、Interlace 等技术，因此其压缩效率明显提高，而与 H.264 的 main profile 相比，又减少了过于复杂的预测模式、CABAC 等效率不够高或实现难度大的技术，从而增强了可实现性。因此在高分辨率应用中，其压缩效率比 MPEG-2 提高了 2-3 倍。而在压缩效率相当的前提下，又相对于 H.264 的 main profile 的实现复杂度大为降低。实验表明，AVS 在编码端的运算复杂度约为 H.264 的 30%，而其在解码端的运算复杂度约为 H.264 的 70%<sup>[5]</sup>。

AVS 是一套适应面十分广阔的技术标准，优势表现在以下几个方面：(1) AVS 是基于我国自主创新技术和国际公开技术所构建的自主标准；(2) AVS 的编码效率比我国目前准备采用推广的 MPEG-2 国际标准高 2-3 倍(高清晰度电视可达到 3 倍或更多)；(3) AVS 可节省一半以上的无线频谱和有线信道资源，降低传输和存储系统的复杂程度，显著降低传输、存储设备与系统的经济投入，得到广播电视业的广泛认同。

AVS，这个具有我国自主知识产权的数字音视频编解码技术标准，伴随着 AVS 标准化工作组的成立（2002 年）而进入人们的视线，2006 年该标准系列中的《信息技术先进音视频编码第二部分视频》被作为国家标准正式实施，2007 年 AVS 视频编码标准被 ITU-T 确定为 IPTV 国际标准。人们一方面为 AVS 先进的性能、简洁的方案、合理的专利许可等突出优势所叹服，另一方面对其产业化推进却心生疑虑，AVS 的应用总给人不温不火的感觉。这种“平静”终于在 2010 年一系列进展及其被伴随的国内各大媒体频繁的 AVS 相关报道中打破：2010

年 7 月，AVS 3D 电视编解码标准完成定稿并上报主管部门，首套 AVS 3D 电视编解码系统研发成功；10 月，国家广电总局为 5 个城市采购 AVS 编码器，吹响了 AVS 大举挺进地面数字电视广播的号角，对 AVS 产业化、AVS 的应用起到了实质性的推动作用，意义非凡；11 月，基于 AVS 3D 电视编解码标准的 3D 电视技术试验系统搭建成功并成功应用于广州亚运会 3D 电视转播，填补了我国在 3D 电视标准上的空白<sup>[6]</sup>。

AVS 产业化已经达到一定的程度——目前市场上各种品牌的 AVS 编码器、转码器为数不少，比如上海国茂的 GMT CoderStar、UniAV 的 PowerCoder、SumaVision9210、Telairity 的 BE6000/7000/9000；提供 AVS 解码芯片的厂商达 20 多家，包括国芯、展讯、上海龙晶、Brodcom、ST、NXP 等等<sup>[6]</sup>。

解码芯片的设计是 AVS 产业化的核心部分，其国内厂家的产品有<sup>[7]</sup>：

- Spreadtrum SV6111 / SV6100 / SV6600V
- Penstar DS-1000 HD / DS-1000 SD
- NationalChip GX3203 / GX3101
- Celestial CSM1208
- Haier Hi2830(HD)/Hi1260(SD)

国外厂家的解码芯片产品有：

- Broadcom BCM7405B / BCM7466
- ST STi520x/710x
- NXP STB222
- SigmaDesign SMP8654

本课题针对 AVS 解码芯片设计的重要性，进行了基于开源 LEON2 微处理器的 AVS 解码器架构的设计研究。

### 1.3 本文主要贡献和论文结构

本文在此背景下，基于 32 位嵌入式微处理器 LEON2 进行 AVS 解码器的设计研究。首先，对 AVS 视频标准进行了初步研究，并对其关键技术进行深入分析。其次，对 LEON2 处理器的原理做了简单的分析，介绍了 LEON2 处理器在 SOC 设计中的优势和国内外应用现状，并对 LEON2 处理器的 VHDL 代码进行



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库