

一個改良式Donoho去方塊效應的技術與硬體的實現

學生：黃建發

指導教授：董蘭榮 博士

黃俊達 博士

國立交通大學 電機學院 電子與光電學程碩士班

摘 要

隨著網路的發展和資料量的增加,如何在有限的頻寬中得到使用者滿意的品質,一直是視訊和圖像的發展目的,一方面發展出新的編碼方式,一方面藉由適當的壓縮係數,希望在視訊和圖像的品質和使用者的滿意度之間求得一個平衡. 區塊為基礎的離散餘弦轉換(BDCT)方法廣泛地應用在靜態影像及動態視訊的壓縮上。然而,當影像過度壓縮後,其重建影像卻會產生嚴重的區(方)塊效應(Blocking Effect),為了有更好的視覺品質與影像資訊,將壓縮後的影像經由後處理(Post processing),就能以更低的位元率達到相同的視覺品質. 由於小波分析具有多尺度(multi-scale)、多解析(multi-resolution)的能力,對多尺度的功能而言,可經由增加解析的階數,可進行局部多個細節與平滑子影像之分析。多解析技術能夠將影像分解成平滑子影像及細節子影像,它可分離影像中較高頻域的訊號. 在本論文中,使用過完備小波(overcomplete wavelet)變換來引入冗餘,藉由過完備小波的特性來判斷不同的方塊效應,並應用適當的處理來降低方塊效應. 最後,將所有的方塊用硬體方式實現,並利用FPGA來實驗驗證.

A Modified Donoho Deblocking technique and its VLSI implementation

student : Chen-Fa Huang

Advisors : Dr. Lan-Rong Dung
Dr. Juinn-Dar Huang

Degree Program of Electrical and Computer Engineering
National Chiao Tung University

ABSTRACT

Because of development of the network and increment of the information, it is the target how to use the limited bandwidth to get satisfied quality in multimedia content. By develop new coding method and use proper quantization factor, we can meet the trade off between quality of multimedia content and the capacity of bandwidth. For JPEG and MPEG, we always compress image by block based discrete cosine transform (BDCT). However, when we reconstruct a low bit rate image, we will see the noticeable blocking artifacts. Therefore if we do post-processing in reconstructed image, we will improve the quality of human visual. The capability of multi-scale and multi-resolution of wavelet ensures that we can use the forward wavelet transform to decompose an original image into smooth and detailed subimages in different multi-resolution levels, and restore specific subimages by using the backward wavelet transform to separate defects from regular noise model. In this research we use over-complete wavelet to separate the blocking noise and the origin image. By the character of over-complete wavelet, we can judge the blocking area, and use de-noise algorithm to eliminate the blocking effect. We also implement the hardware design by FPGA, and test the real image.

誌 謝

首先要感謝的是在這三年多的日子以來，董蘭榮老師不厭其煩的指導和糾正，讓我能完成這篇論文，也從董老師學到了做學問和研究的方法和技能。每當我有困難或疑問時，總會抽空和我詳談，以鼓勵的態度支持我的想法，感激之情，非短短文句可以表達。

再來也要感謝黃俊達老師在百忙之餘，仍是努力的幫助我，而對這篇論文的建議也讓我受益良多，沒有黃老師的幫忙，這篇論文也就沒有完成的一天。也要謝謝我的口試委員們，交大電控吳炳飛教授和圓剛科技的鄭顯文博士感謝你們百忙中抽空來指導我，因為你們寶貴的意見讓我的論文更加完備。



再來要感謝實驗室的博士班學長林盟淳，他的建議和指點，讓我很快進入影像處理上的領域，還有實驗室的學長士人、俊賢，還有順閔、名宏，有你們的鼓勵才有這一篇論文的出現。

特別要感謝的是這三年來陪在我身邊默默支持我的家人們我的老婆桂瑩、我可愛的小女兒雅瑜、爸媽、姐姐、哥哥，你們的溫暖是我努力最大的支柱，沒有他們給我的加油和支持，我不可能完成這次的挑戰。

在此把這篇獻給我愛的人和愛我的人。謝謝。

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌 謝	iii
目 錄	iv
表目錄	v
圖目錄	vi

第一章、緒 論 1

1.1. 研究動機	1
1.2. 研究目的	2
1.3. 現有方法	3
1.4. 論文貢獻	4
1.5. 章節介紹	4



第二章、方塊效應與小波去噪 6

2.1. 方塊效應簡介	6
2.2. 一般時域去方塊效應演算法	8
2.3. 小波去噪和 DONOHO 演算法	15
2.3.1 通用閾值(Universal threshold, VisuShrink):	20
2.3.2 MSE 最低估測法則(Minimax-performance threshold selection Rule)	21
2.3.3 史汀無偏差 Risk 估測臨界值(SURE):	22
2.4 過完備小波(OVERCOMPLETE WAVELET)	24
2.4.1 小波循環旋轉	25
2.4.2 過完備小波的分解和重構	26

第三章、方塊效應的偵測、消除和改良 30

3.1. 方塊效應的偵測技術	30
3.2. 方塊效應的消除	35
3.3. 進一步的改進 MODIFY THE ALGORITHM.	38

3.3.1 改進 Donoho 去噪演算法.....	40
3.3.2 改進 Donoho 去噪演算法的硬體複雜度.....	42
3.3.3 對平滑區域的處理	51
第四章、去方塊效應效能分析與比較.....	53
4.1、參考比較資料.....	54
4.2. 比較結果	59
第五章、硬體實現	73
5.1. 第一級的處理	75
5.2. 第二級的硬體功能	81
5.3. 第三級的硬體功能	83
5.4. 結論和比較	86
第六章、結論和未來改進	94
參考文獻.....	96
附錄 A、小波轉換理論與架構.....	101
A.1. 連續小波轉換(CONTINUOUS WAVELET TRANSFORM)	103
A.2. 離散小波轉換(DISCRETE WAVELET TRANSFORM)	107
A.3. MALLAT 的快速小波演算法.....	109



表目錄

表格 1:過完備小波係數	28
表格 2:Donoho閾值修正後的比較	50
表格 3:各種去方塊效應的 PSNR 的比較	70
表格 4:各演算法的 Matlab 執行時間	71
表格 5:過完備小波係數的改進 I	75
表格 6:過完備小波係數的改進 II	77
表格 7:AHB BURST LENGTH VS BUFFER SIZE	85
表格 8:硬體複雜度比較表	89
表格 9:硬體規格大小	90
表格 10:SRAM 統計表	91
表格 11:MPEG4 和本文deblocking演算法的比較	91



圖目錄

圖 1:方塊效果範例-----	7
圖 2:[1]的重疊法例子-----	8
圖 3:[1]所用的濾波器係數-----	9
圖 4:[2]所用到的ATF示意圖-----	10
圖 5:凸集合 vs 非凸集合-----	12
圖 6:POSC 遞迴投影-----	13
圖 7:硬閾值演算法-----	19
圖 8:軟閾值演算法-----	20
圖 9:donoho de-noise flow-----	21
圖 10:3 種去噪處理的結果-----	24
圖 11:小波循環旋轉-----	26
圖 12:過完備小波的分解-----	29
圖 13:過完備小波的合成-----	29
圖 14:過完備小波分析-----	32
圖 15:[7] 的流程圖和方塊圖-----	37
圖 16:[7] 的實驗結果-----	38
圖 17:[7]在方塊效應上的判斷-----	39
圖 18:本文去方塊效應和[7]的比較-----	42
圖 19:Donoho 閾值求法示意圖-----	43
圖 20:Donoho 閾值求法流程圖-----	44
圖 21:比較不同 S 所得之平均誤差率-----	48
圖 22:改良式 Donoho 閾值演算法示意圖-----	48
圖 23:改良式 Donoho 閾值演算法流程圖-----	49
圖 24:過完備小波特性分析-----	52
圖 25:各種原來影像的原圖 I-----	55
圖 26:各種原來影像的原圖 II-----	56
圖 27: MPEG4 deblocking Method-----	57
圖 28:各種去方塊演算法的比較(LENA)-----	60
圖 29:各種去方塊演算法的比較(baboon)-----	61
圖 30:各種去方塊演算法的比較(peppers)-----	62
圖 31:各種去方塊演算法的比較(boat)-----	63
圖 32:各種去方塊演算法的比較(frog)-----	64
圖 33:各種去方塊演算法的比較(barb)-----	65
圖 34:各種去方塊演算法的比較(elain)-----	66
圖 35:各種去方塊演算法的比較(Tank)-----	67
圖 36:各種去方塊演算法的比較(zelda)-----	68
圖 37:各種去方塊演算法的比較(Airplane)-----	69
圖 38:HW Function Block-----	74
圖 39:第一級功能示意圖-----	75

圖 40: 整數過完備小波分解	-----	77
圖 41: 第二級整數過完備小波合成	-----	78
圖 42: 第一級整數過小波合成	-----	79
圖 43: 第二級功能示意圖	-----	81
圖 44: ROF 硬體求值的例子	-----	82
圖 45: 中位數求值之硬體	-----	83
圖 46: 第三級硬體方塊圖	-----	84
圖 47: 本文資料流程圖	-----	84
圖 48: 暫存器和 Burst Length 大小的關係圖	-----	86
圖 49: MPEG4 deblocking Method	-----	87
圖 50: DC 的 cell area report	-----	90
圖 51: DC 的 max path report	-----	90
圖 52: FPGA board圖	-----	92
圖 53: 硬體處理速度	-----	93
圖 A 1: 小波轉換在時頻域的解析度	-----	102
圖 A 2: 一些小波的尺度函數和其小波函數	-----	106
圖 A 3: DWT 的快速分解	-----	112
圖 A 4: DWT 的快速重構	-----	112

