

# 低密度奇偶校驗碼的實現 = The implementation of low-density parity-check code decoder

賴偉誌、胡大湘

E-mail: 9707283@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

錯誤更正碼(Error control coding)有別於一般的資料壓縮編碼(Source coding)，資料在傳輸過程中可能因為傳輸媒介的可靠度不佳，或外在因素的干擾而遭到破壞，錯誤更正碼的作用即是盡可能還原這些遭受破壞的資料。低密度檢測碼(Low density parity check, LDPC)是一種改正功能強大的錯誤更正碼，資料以LDPC編碼後，以較低的功率發送信號仍在遠端正確接收到。本論文以VHDL語言模擬實現 LDPC碼Sum-Product Algorithm(SPA)演算法則，其間利用一些數學函數與浮點數計算的package。在模擬的雜訊傳輸過程，利用SPA演算法偵測受干擾的符元並作更正。比較C語言與VHDL的模擬結果，並下載到FPGA發展系統加以驗證。驗證方式係利用FPGA發展系統上演算法的硬體，進行更正符元錯誤，再將更正後的資料藉由RS-232回傳到電腦裡。

關鍵詞：LDPC碼;超越函數;錯誤更正碼

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	
. . . . .	iv	英文摘要 . . . . .	v
. . . . .	vi	誌謝 . . . . .	
. . . . .	vii	目錄 . . . . .	
. . . . .	viii	圖目錄 . . . . .	
. . . . .	ix	表目錄 . . . . .	
. . . . .	x	xi	第
第一章 緒論 1.1 前言 . . . . .	1	1.2 錯誤更正碼 . . . . .	1
1.3 研究動機 . . . . .	2	第二章 低密度奇偶校驗碼原理 2.1 低密度奇偶校驗碼簡介 . . . . .	3
. . . . .	3	2.2 有限場 . . . . .	3
. . . . .	4	2.3 低密度奇偶校驗碼之編碼 . . . . .	5
. . . . .	5	2.3.1 生成多項式 . . . . .	6
. . . . .	6	2.3.2 Parity-Check Matrix of LDPC Code . . . . .	6
編碼範例 . . . . .	11	第三章 低密度奇偶校驗碼之解碼 3.1 The Sum-Product	
Algorithm . . . . .	14	3.1.1 計算所有非本質 . . . . .	15
. . . . .	17	3.1.2 錯誤更正 . . . . .	
. . . . .	21	3.1.3 錯誤檢測與驗證 . . . . .	18
第四章 實現模擬與驗證 4.1 設計流程 . . . . .	29	3.2 解碼範例 . . . . .	
4.2 編碼器			
電路實現與模擬 . . . . .	31	4.3 解碼器電路實現與模擬 . . . . .	33
. . . . .	34	4.3.1 CORDIC 演	
算器 . . . . .	34	4.3.2 CORDIC演算器電路架構 . . . . .	40
. . . . .	48	4.3.3 指數函數的實現 . . . . .	
. . . . .	51	4.4 模擬結果驗證與比對 . . . . .	51
. . . . .	59	第五章 結論及未來展望 參考文獻 . . . . .	

## 參考文獻

[1] S. Lin and D. J. Costello, Jr, "Error Control Coding", 2nd edition Prentice Hall, 2004, pp.309-311 [2] 施忠賢, "A Novel Hybrid CORDIC Algorithm with A Variable Scalar Factor for Sine and Cosine Computation", 逢甲大學 資訊工程研究所碩士論文, 1999 [3] 黃朝全, "CORDIC-Based Signed-bit Predictable SIN-COS Generator And It's FPGA Implementation", 中山大學 資訊工程研究所碩士論文, 2000 [4] 柏堂宏, "CORDIC Algorithm and Architecture", 台灣大學 電機工程學系 VLSI Signal Processing Final Report, 2000 [5] 林凱立, "High-Throughput Low-Density Parity-Check Code Decoder Designs", 交通大學 電子工程學系 電子研究所碩士班碩士論文, 2005 [6] 林永哲, "A Study on LDPC Coding Technique and Its Application to Digital Video Broadcasting Systems", 交通大學 電信工程學系碩士班碩士論文, 2005 [7] 江佳陽, "Low Density Parity Check Code and Density Evolution", 中正大學 通訊工程研究所碩士論文, 2006 [8] 蔡坤均, "Message Passing Algorithms on Generator Matrices", 中正大學 通訊工程研究所碩士論文, 2006 [9] 鄭佳璋, "Design and Implementation of High-Throughput LDPC Decoder for IEEE 802.3an Applications", 交通大學 電子工程學系 電子研究所碩士論文, 2006 [10] 劉紹漢、林灶生, 最新VHDL晶片設計使用ISE、MODELSIM發展系統, 全華科技圖書, 2005 [11] <http://www.eda.org/vhdl-200x/vhdl-200x-ft/packages/files.html>, VHDL-2006 packages [12] 陳乃塘, "LDPC性能激發高度需求依應用領域選擇合適錯誤控制碼", 新通訊, 2005