

# FPGA在遙測系統之應用

游春波、陳盛基

E-mail: 9806492@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本文的研究在於設計一套基於可程式化邏輯閘陣列(FPGA)架構的遙測通訊平台，運用遠端遙測系統之遙感探測及資料傳輸媒介將輸出資料傳送到電腦系統作信號處理及多工後轉為PCM並列式信號，再透過FPGA平台將這些感測器PCM並列信號以訊框的方式轉為位元流(bit stream)，此位元流再經低通濾波器圓化此位元流方波，目的是為了降低傳送頻寬集中功率於基頻信號上，以提高傳輸效率，最後此類弦波位元流用以調制射頻傳送至近端，遠端遙測系統是以一計算機平台及FPGA平台所構成。在近端遙測接收到資料後，經傳輸媒介再度造成失真之信號必需重建，此重建的工作就交給位元同步器來擔任，其輸出再以FPGA平台進行訊框同步解出各別量測參數，再經資料分配器傳送到後端電腦進行資料處理及顯示應用；因此，本系統為一結合前端硬體資料擷取與後端軟體資料處理與顯示的通訊平台。雖然現今電腦主機的計算能力龐大，但基於減輕電腦端複雜運算所耗費的時間以及排除多工處理所致的延遲效應，我們將大部份的運算處理單元移植至FPGA平台，利用FPGA的共時性、硬體即時處理能力及單一工作的優點來有效率地進行資料同步及解碼運算；並且利用PCI介面的直接記憶體存取(Direct Memory Access, DMA)傳輸模式來做為FPGA與電腦之間的高速IO通道。

關鍵詞：可程式化邏輯閘陣列；遙感探測；位元流；基頻信號；位元同步；訊框同步；直接記憶體存取

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv
ABSTRACT.....	v	誌謝.....	vii
目錄.....	viii	圖目錄.....	xii
第一章 緒論.....	1	1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	1	1.3 文獻回顧.....	1
2.1 研究流程.....	3	1.5 論文章架.....	3
第二章 遙測系統基本架構及多工方式.....	5	2.1 前言.....	5
2.2 遙測基本原理.....	5	2.3 遙測系統基本架構概述.....	7
2.3.1 飛行載具資料傳輸系統.....	7	2.3.2 遙測接收系統.....	11
2.4 遙測發送端信號處理方式.....	12	2.4.1 資料之獲取.....	12
2.4.2 信號調節器之功能.....	13	2.4.3 時間分割多工.....	13
2.4.4 調制.....	14	2.5 遙測接收端信號處理方式.....	16
2.5.1 設定及控制.....	16	2.5.2 波碼調變位元流重建.....	17
2.5.3 訊框同步器.....	18	2.6 換向.....	19
2.6.1 訊框同步.....	19	2.6.2 超-換向(Super-Commutation).....	21
2.6.3 次換向(Subcommutation).....	23	2.7 字元的分類.....	29
2.7.1 資料字元 (Data Word).....	29	2.7.2 一般字元 (Common Word).....	30
2.7.3 同步字元.....	30	第三章 FPGA簡介.....	33
3.1 前言.....	33	3.2 FPGA應用原理及基本架構.....	33
3.2.1 應用原理.....	34	3.2.2 FPGA基本架構.....	39
3.3 FPGA設計流程.....	44	3.4 SRAM Base FPGA與Anti-Fuse FPGA.....	45
3.5 DK4發展板功能介紹.....	46	3.5.1 DK4發展板硬體功能.....	46
3.5.2 DK4之監控軟體.....	48	3.6 Virtex-5 LX 發展平台硬體架構.....	48
第四章 VHDL在ISE環境下之操作原理.....	52	4.1 前言.....	52
4.2 ISE作業環境.....	52	4.2.1 ISE 9.2i Project Navigator視窗簡介.....	53
4.2.2 在ISE作業環境之操作方式.....	57	4.3 VHDL簡介.....	60
4.3.1 VHDL名稱的由來.....	61	4.3.2 VHDL標準.....	61
4.3.3 VHDL硬體描述語言的程式結構.....	62	4.3.4 VHDL保留字或關鍵字.....	77
第五章 遙測解調系統實驗方法與性能分析.....	79	5.1 前言.....	79
5.2 相關資訊.....	79	5.2.1 縮寫字意義.....	80
5.2.2 訊框.....	80	5.3 利用電腦及FPGA平台處理遙測信號之流.....	80

程.....	81	5.4 實驗方法.....	82	5.5 實驗架構方塊圖、電性及物性說明.....	82
5.5.1 系統架構方塊圖.....	84	5.5.2 電性說明.....	85	5.5.3 介面接腳佈	
線.....	85	5.6 通信協定.....	86	5.6.1 連線控制層次.....	86
5.6.2 通信格式.....	87	5.6.3 信號流程.....	91	5.7 實驗步驟及成	
果.....	96	5.7.1 位元同步器模擬裝置實驗步驟.....	97	5.7.2 電腦與DK-4系統連線操作步	
驟.....	105	5.7.3 遙測解調系統開發環境.....	115	5.7.4 研究成果.....	116
第六章 結論與未來展望.....	118	參考文獻.....	119		

## 參考文獻

- [1]鄭群星, "FPGA/CPLD數位晶片設計入門", 全華圖書股份有限公司, 2007年2月二版。
- [2]林灶生、劉紹漢, "VHDL晶片設計", 全華圖書股份有限公司, 2007年3月初版。
- [3]胡振華, "VHDL與FPGA設計" 修訂版, 全華圖書股份有限公司, 2008年1月二版。
- [4]唐佩忠, "VHDL與數位邏輯設計", 高立圖書公司, 1999年 [5]何政鴻, "FPGAs和CPLDs設計實務", 全華圖書股份有限公司, 2003年6月。
- [6]林銘波, "數位邏輯設計", 全華圖書股份有限公司, 2005年8月修訂版。
- [7]張仲樑博士, ' ' DK4介面協定文件 ' ', 2008年3月。
- [8]林明權、王瑞祿、蔡國瑞、黃俊岳、陳朝烈, "數位控制系統設計 使用VHDL", 全華圖書股份有限公司, 2004年2月修正版。
- [9]盧明智、盧鵬任, "感測器應用與線路分析", 全華圖書股份有限公司, 2008年5月修訂二版。
- [10]林益鴻、莊朝麟, "VHDL設計與應用", 逢甲大學, 2002年5月。
- [11]廖裕評、陸瑞強, "CPLD數位電路設計", 全華圖書股份有限公司, 2001年6月, 初版一刷。
- [12]吳中浩, "VHDL概論:由模擬到合成", 全華圖書股份有限公司, 2002年8月。
- [13]黃慶璋, "數位邏輯設計", 全華圖書股份有限公司, 2008年7月修訂版。
- [14]吳究, "21世紀的千里眼—遙測科技", 行政院國家科學委員會, 2008年2月。
- [15]陳良健, "遙測衛星, 國土監測的好幫手", 科學發展專題報導, 2003年5月, 365期。
- [16]林孟龍, "地景動態變遷與衛星監測", 行政院國家科學委員會, 2009年7月。
- [17]S-L3 communications Telemetry-West, "Telemetry Tutorial", ML188 Rev.A.
- [18]Xilinx, "Virtex-4 User Guide", UG070(v2.3)August 10,2007 [19]Xilinx, "Virtex-5 LX Prototype Platform User Guide", UG222(v1.0)June 8,2006 [20]Xilinx, "Designing for Performance, Volume1", 為希科技有限公司, fpga23000-9-wkbp-rev1,2007.
- [21]Xilinx, "Designing for Performance Volume 2", 為希科技有限公司, fpga23000-9-wkbp-rev1,2007.
- [22]NALLATECH "FUSE System Software User Guide", NT107-0068V2-Issue 3 ,23-09-2002.
- [23]NALLATECH, "FUSE C/C++ API Developers Guide", NT107-0068-Issue 4 ,19-05-2003.
- [24]Xilinx, "Constraints Guide", , 9.1i.
- [25]Xilinx, "Platform Cable USB", , 9.1i.
- [26]Xilinx, "Platform Flash In-System Programmable Configuration PROMs", DS123(v2.11.1), March 30,2007.
- [27]Xilinx, "Introduction to VHDL", 為希科技有限公司, lang11000-9-wkpb-rev1,2007.
- [28]Volnei A.Pedroni, "Circuit Design with VHDL", TK7885.7.P43 2004.
- [29]Frank Carden,Russell Jedlicka,Robert Henry, "Telemetry Sydtems Engineering", TK5101.C29824 2002.