

NetFPGA 與 DE2-70 開發平臺比較

張尚揚 林盈達

國立交通大學資訊工程系

December 5, 2010

摘要

NetFPGA，由史丹佛大學(Stanford University)專為網路相關硬體裝置開發用所設計的一組 FPGA 開發平臺，其最大的訴求是希望教育及研究相關的使用者能夠更輕易且快速地進行硬體的開發。與當前最為廣泛使用的 FPGA 開發平臺——DE2-70 相比，NetFPGA 配有四組高達 1Gb/s 的 Ethernet 網路接口，相較之下，DE2-70 僅有一組 10/100 Mb/s Ethernet 接口，NetFPGA 能夠進行更強大網路功能硬體的開發。NetFPGA 有著開放性和模組化的特性，讓開發者能夠使用既有資源，省去重覆開發研究的時間。然而，專注於網路硬體開發的規格，使得其發展性不如 DE2-70 般多元。DE2-70 擁有顯示器、視訊輸出接口、音訊輸入／出、輸入按鈕、額外的存儲空間等配件，能夠從事更為廣泛的硬體設計；且其開發板可獨立運作的特性，也更適合嵌入式系統相關硬體的開發。開放性使得 NetFPGA 使得研究及開發快速且方便；DE2-70 則適合多元裝置開發及商業用途。

關鍵字：NetFPGA, DE2-70, 開發板, 開放性, 模組化

一、簡介

NetFPGA[1][5][7]是由史丹佛大學(Stanford University)所設計的一個 FPGA 開發平臺，以低成本、開發迅速簡便以及資源共享為特色。其對網路相關硬體開發的支援度，令其它 FPGA 開發板望其項背。此篇文章對此開發板與一般的 FPGA 開發板進行比較。比較對象為目前市場上無論在學界、研究界亦或商業界都廣為使用的 DE2-70[6]。DE2-70 是 Altera 公司推出的一組多媒體硬體裝置的開發板，由於其配備齊全，加上該公司大力的行銷，使之能見度相當高。本篇文章便以 NetFPGA 為主軸，輔以 DE2-70 與之相比較，討論其在各方面的所長。

二、NetFPGA 與 DE2-70 的外觀

NetFPGA 是一塊 PCI 介面的開發板(圖 1)，最大的特徵為擁有四組 1Gb/s 的 Ethernet 接口，其餘的配件相當簡潔，相較之下，DE2-70 開發板(圖 2)上配有相當豐富的原件，可看出 NetFPGA 是專為網路功能而設計的開發板，而 DE2-70 能夠支援各個領域的硬體設計。

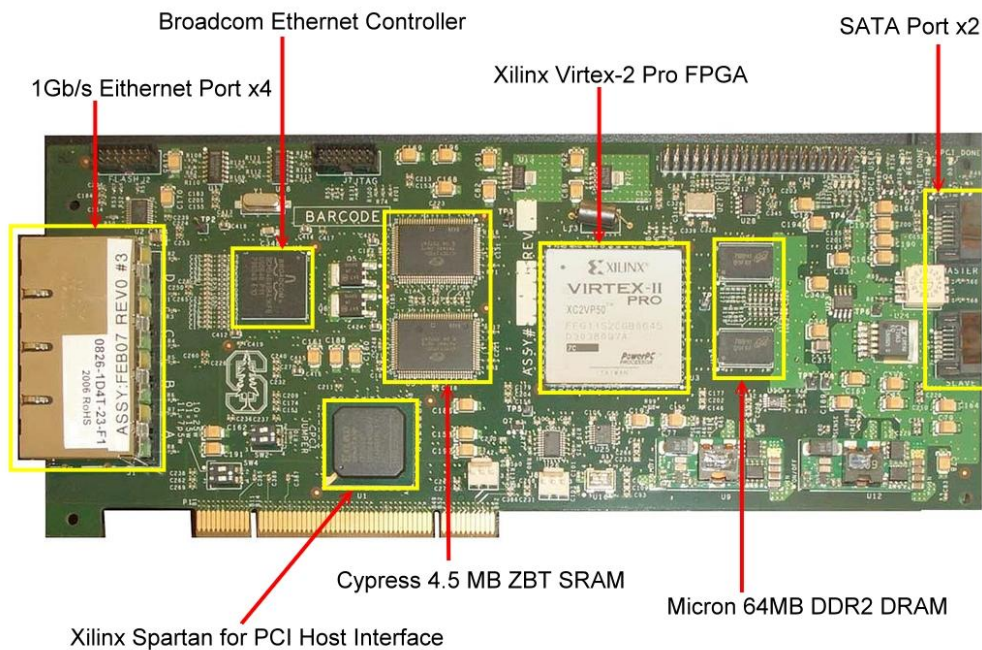


圖 1 NetFPGA 開發板

圖片來源 http://netfpga.org/images/new_images/NetFPGA_upright_scaled.jpg

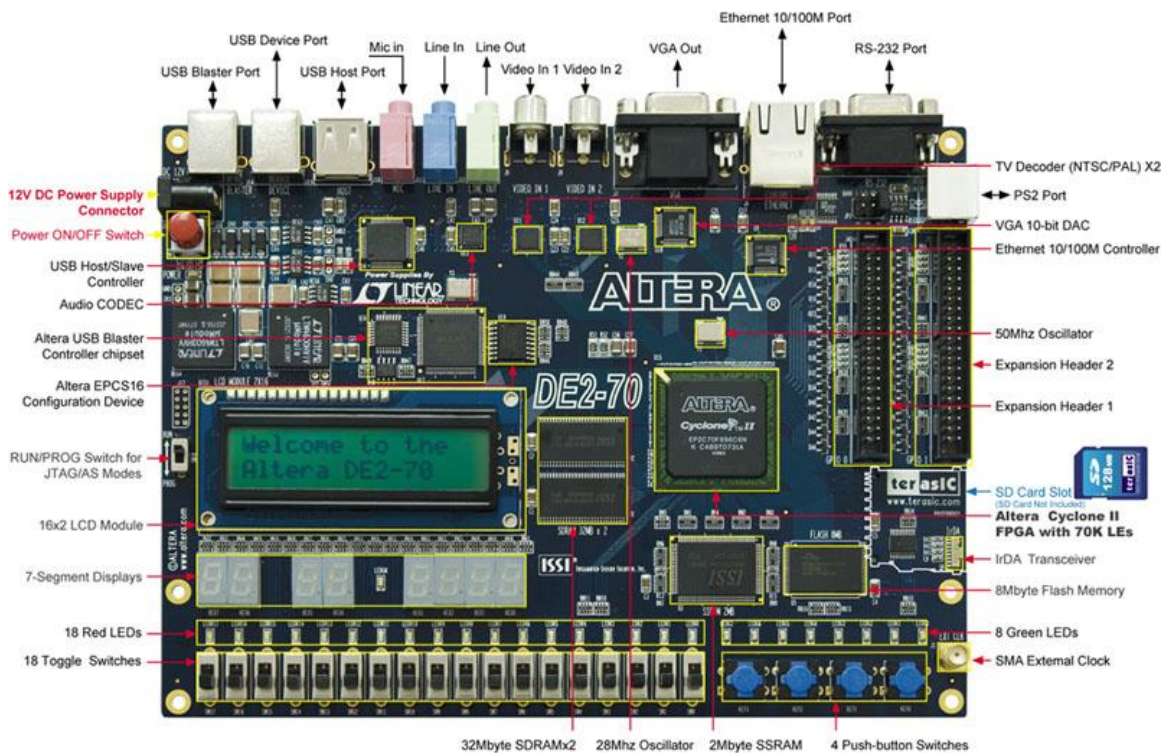


圖 2 DE2-70 開發板

圖片來源 <http://users.ece.gatech.edu/~hamblen/DE2/DE2.jpg>

三、 硬體架構的比較

表 1 NetFPGA 與 DE2-70 規格總覽

	NetFPGA	DE2-70
SRAM	4.5MB	2MB
DRAM	64MB DDR SDRAM	32MB SDRAM
網路	1Gb/s Ethernet x4	10/100Ethernet x1
與 PC 轉輸方式	PCI slot	USB、RS232
儲存裝置介面	SATA x2	USB、SD card
其它	N/A	液晶顯示器 七段顯示器 8MB flash memory USB interface VGA PS/2 connector TV decoder Pushbutton switch x4 Toggle switch x18 ...

表 1 為 NetFPGA 與 DE2-70 的規格總覽。表中可看出 NetFPGA 四個 1Gb/s 的 Ethernet 接口以及大容量的記憶裝置，為網路裝置開發而設的程度可見一斑。DE2-70 元件的多樣性(詳見圖 2)，使其在多媒體裝置開發市場占有一席之地

以下針對二者差異較大部份進行比較

記憶體

NetFPGA 擁有 4.5MB 的 SRAM 以及 64MB 的 DDR SDRAM，對於一個開發板來說，可謂相當大的記憶空間，可用來作為 packet buffer、forwarding table 等的儲存位置，相當利於網路相關裝置的開發。

網路規格

NetFPGA 擁有四組 1Gb/s 的 Ethernet 網路接口，可謂其最大的特色，也使其專為網路相關硬體開發有著鮮明的定位。配合上述若大的記憶體空間，NetFPGA 可輕易實作出一臺 router[2] 亦或 traffic generator 等；與之相比，只有一埠 10/100 Mb/s Ethernet 的 DE2-70，在網路這方面比較侷限於 client 端的應用。

與 PC 的傳輸

NetFPGA 透過 PCI 與 PC 傳輸，最大的好處是其提供了相當大的資料頻寬，在

PC 端的 design 或 control 可相當迅速地傳入 NetFPGA，透過 PCI 介面，NetFPGA 可直接使用 PC 上的資源[3][4]，相當適合 PC 裝置的開發，如在 AirFPGA[4]中，NetFPGA 便是透過 PCI 介面，取得連接於 PC USB 上天線的資料來作處理。不過，由於整塊 NetFPGA 板是插在 PC 上，攜帶性自然不佳；反觀 DE2-70，雖然與 PC 的溝通不如 NetFPGA 快速與便利，但其絕佳的移動性，更適合作為嵌入式硬體裝置的研發。

DE2-70 的其它配件

由圖 2 中可看出，DE2-70 上的原件是非常豐富的，雖然各原件可能並不是非常頂級，但應有盡有，可從事各個領域的硬體研發，也是其現今被學界及業界廣為使用的原因。

四、 NetFPGA 特有的開發資源

開放性

此特性為史丹佛大學當初提出 NetFPGA 時的最大的訴求，為 NetFPGA 一個很重要特色。觀察到從事學術研究的人員每次在實行一個開發計畫時，總是要費時地從最底層功能開始搭建起，而這些底層功能往往在不同計畫案中的功能都是一樣的，如果有開放的底層功能資源，能讓研究人員直接拿來使用，可省去不少不必要的時間。為達此功能，史丹佛大學將 NetFPGA 的工具系統開發在 CentOS Linux 上，並提出了”Open Source Hardware”的概念。

CentOS 是大家所熟知的 Linux 其中一個發行板，NetFPGA 的所有開發工具皆是在其上運行的，也就是說完整地支援 CentOS 的同時，也將在其上開發的計畫和工具像 CentOS 一樣把 source code 完整公開，方便其他研究人員取用。另外，相對於”Open Source Software”，史丹佛提出”Open Source Hardware”這個名詞，顧名思義，就是該 hardware design 的 source code 為公開的。為支持此特性，除了上述將開發工具建在 CentOS 上，NetFPGA 擁有專屬的 Project 資訊網頁[8]，任何人皆可在上面獲得已有 Project 的各項資源，如 source code 或操作說明。NetFPGA 更有其專屬的 WIKI[9]和論壇[10]，讓使用者們能更方便分享或討論 NetFPGA 的開發。

模組化

模組化的特性是承接著開放性而生的。史丹佛希望在 NetFPGA 上 project 的開發都能夠模組化，這樣其它使用者能用輕易地拿所需要的功能模組套到自己的 Project 上。例如，如果這個 project 需要用到一個 router，使用者可直接下載已寫好的 router 模組放入自己的 project 使用，省下 router 的開發時間。附錄所列的是目前 NetFPGA 網站上已分享出來的 project 及其相關資訊。

五、 結論

NetFPGA 擁有多組高速網路連接埠，以及大容量記憶裝置，相當適合用於網路相關裝置的開發，其模組化以及開放性，也有助於教學及研究的發展。DE2-70 雖然沒有像 NetFPGA 那樣專門的配件，無法從事特定領域的高階開發，但其元件的豐富性及機動性，相當適合多媒體裝置及嵌入式裝置的開發，也由於其不具開放性，於商業界也被廣為使用。無論是何種裝置，使用者要針對其用途來揀擇所需的開發工具，才能得到最大效益。

參考資料

- [1] Greg Watson, Nick McKeown and Martin Casado, “NetFPGA: A Tool for Network Research and Education,” Department of Electrical Engineering Stanford University
- [2] Jad Naous and Glen Gibb, “NetFPGA: Reusable Router Architecture for Experimental Research,” Stanford University
- [3] Yu-Kuen Lai, Nan-Cheng Wang, and Tze-Yu Chou, “Implementing On-line Sketch-Based Change Detection on a NetFPGA Platform,” Dept. of Electronic Engineering Chung-Yuan Christian University
- [4] Hongyi Zeng, John W. Lockwood, “AirFPGA: A Software Defined Radio platform based on NetFPGA,” Computer Systems Laboratory Stanford University
- [5] Helena Krupnova and Gabriele Saucier, “FPGA Technology Snapshot,” CSI/INPG, Grenoble, France
- [6] DE2 Manual,
http://csg.csail.mit.edu/6.375/6_375_2010/www/handouts/other/DE2Manual.pdf
- [7] NetFPGA official site, <http://netfpga.org/>
- [8] NetFPGA Projects,
<http://netfpga.org/foswiki/bin/view/NetFPGA/OneGig/ProjectTable>
- [9] NetFPGA WIKI,
<http://netfpga.org/foswiki/bin/view/NetFPGA/OneGig/WebHome>
- [10] NetFPGA Forum, <http://netfpga.org/forums/>

附錄 Published Projects of NetFPGA

(<http://netfpga.org/foswiki/bin/view/NetFPGA/OneGig/ProjectTable>)

<u>Project (Title & Summary)</u>	<u>Base Version</u>	<u>Status</u>	<u>Organization</u>	<u>Documenta tion</u>
IPv4 Reference Router	2.1.1	Functional	Stanford University	Guide
Quad-Port Gigabit NIC	2.1.1	Functional	Stanford University	Guide
Ethernet Switch	2.1.1	Functional	Stanford University	Wiki
Buffer Monitoring System	2.1.1	Functional	Stanford University	Guide
Hardware-Accelerated Linux Router	2.1.1	Functional	Stanford University	Guide
DRAM-Router	2.1.1	Functional	Stanford University	Wiki
DRAM-Queue Test	2.1.1	Functional	Stanford University	Wiki
Packet Generator	2.1.1	Functional	Stanford University	Wiki
OpenFlow Switch	2.1.1	Functional	Stanford University	Wiki
NetFlow Probe	1.2	Functional	Brno University	Wiki
AirFPGA	2.0	Functional	Stanford University	Wiki and Paper
Fast Reroute & Multipath Router	2.0	Functional	Stanford University	Wiki
NetThreads	1.2.5	Functional	University of Toronto	Wiki
Precise Traffic Generator	1.2.5	Functional	University of Toronto	Wiki
URL Extraction	2.0	Functional	Univ. of New South Wales	Wiki
zFilter Sprouter (Pub/Sub)	1.2	Functional	Ericsson	Wiki
Windows Driver	2.0	Functional	Microsoft Research	Wiki
RED	2.0	Functional	Stanford University	Wiki
Open Network Lab	2.0	Functional	Washington University	Wiki

<u>Project (Title & Summary)</u>	<u>Base Version</u>	<u>Status</u>	<u>Organization</u>	<u>Documentation</u>
DFA	2.0	Functional	UMass Lowell	Wiki
G/PaX	?.?	Functional	Xilinx	Wiki
RCP Router	2.0	Functional	Stanford University	Wiki
Deficit Round Robin (DRR)	2.0	Functional	Stanford University	Wiki
OpenFlow-MPLS Switch	2.0	Functional	Ericsson	Wiki
PTP-enabled Router	2.0	Functional	Stanford University	Wiki
Vlan Tag Handler	2.1.1	Functional	Stanford University	Wiki
Port Aggregator	2.0	Functional	Stanford University	Wiki
IP Lookup w/Blooming Tree	1.2.5	In Progress	University of Pisa	Wiki
KOREN Testbed	?.?	In Progress	Chungnam-Korea	Wiki
Virtual Data Plane	1.2	In Progress	Georgia Tech	Wiki
Deficit Round Robin (DRR) Input Arbiter	1.2	In Progress	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brazil)	Wiki
Counter Braids	2.0	Functional	Stanford (Lu, Jianying)	Wiki
Tunneling NIC	2.0	In Progress	Stanford	Wiki
Ethernet Switch with Real-time support	2.0	Functional	University of Waterloo and Universidad de Concepcion	Wiki
End-to-End Ethernet Authorization	2.0	In Progress	Euskal Herriko Unibertsitateko	Wiki
Ultra-high Speed Congestion-control	2.0	In Progress	University of North Carolina	Wiki
Promiscuous Reference Router	2.0	Functional	University of Catania	Wiki
BORPH (Operating System)	2.1.1	Functional	University of Hong Kong / University of Cape Town	Wiki
Traffic Monitor	2.0	Functional	University of Catania	Wiki

<u>Project (Title & Summary)</u>	<u>Base Version</u>	<u>Status</u>	<u>Organization</u>	<u>Documentation</u>
Latency Measurement Module	1.0	Functional	Algo-Logic Systems	Wiki
NetFPGA Logic Analyzer	2.0	Functional	USC/ISI	Wiki
Bounded Jitter Policy	2.0	Functional	University of Toronto	Wiki
NetThreads-RE	2.0	Functional	University of Toronto	Wiki
Traffic Classifier	2.0	Functional	University of Toronto	Wiki
Network IO Fairness	2.0	Functional	Georgia Tech	Wiki
Tunneling OpenFlow Switch with ICMP	1.0.0	Functional	Stanford University	Wiki