

# 財團法人台灣網路資訊中心因公出國人員報告書

99年7月20日

報告人 姓名	呂愛琴 顧靜恆	服務單位及職稱	副執行長 IP組組長
出國期間	99年7月9日 至99年7月12日	出國地點	中國大陸
出國事由	報告書內容應包含： 一、出國目的 二、考察、訪問過程 三、考察、訪問心得 四、建議意見 五、其他相關事項或資料  （內容超出一頁時，可由下頁寫起）		
授權 聲明欄	本出國報告書同意貴中心有權重製發行供相關研發目的之 公開利用。  授權人： <span style="float: right;">（簽章）</span>		

附一、請以「A4」大小紙張，橫式編排。出國人員有數人者，依會議類別或考察項目，彙整提出報告。  
 註二、請於授權聲明欄簽章，授權本中心重製發行公開利用。

## 一、出國目的

由海峽兩岸資訊與電腦領域的專家學者共同舉辦的 2010 年第四屆海峽兩岸資訊科學與資訊技術學術交流研討會(2010 Cross-Strait Conference on Information Science and Technology, CSCIST 2010) 於 2010 年 7 月 09 ~11 日在中國大陸秦皇島燕山大學舉行。會議延續前三屆會議的良好傳統，秉承攜手共同研究與發展的原則，聯絡海峽兩岸資訊與電腦領域的專家學者聚首一堂，共同對資訊與電腦領域的理論與技術的最新發展進行探討及交流。會議期間除進行學術交流外，還邀請產學研各界的知名人士，以及著名專家學者作專題報告。

## 二、參與議程與議題

此次會議由北京交通大學、燕山大學及淡江大學共同主辦，大會共同主席為北京交通大學陳峰副校長、燕山大學孔令富副校長、淡江大學陳幹男副校長及亞洲大學曾憲雄副校長。

本屆會議的主題是“泛在網路與智能計算(Ubiquitous Network and Intelligence Computing)”，共收到稿件 252 篇，論文範圍涉及資訊科學領域的各個方面，最終共錄用 176 篇論文並收錄至 “Proceedings of 2010 Cross-Strait Conference on Information Science and Technology”，所有的文章均送檢 ISTP (Index to Scientific & Technical Proceedings, 科學技術會議錄索引)。

此次會議徵文範圍主要包括：

1. 移動（行動）計算：第三/四代移動通信、全 IP 核心網路、IP 多媒體子系統、移動應用服務、移動通信測試與認證。
2. 下一代網路技術：下一代網路通信技術、下一代網路應用、下一代網路的健康護理應用、下一代互聯網數位學習應用、軌道交通無線與移動通信、其他與互聯網服務和應用相關的議題。
3. 資訊網路安全：可信計算、網路安全技術、系統安全及應用、資訊安全技術。
4. 網路通信技術：無線通信、無線感測器網路、無線區域網路、車載通信、光通信與光網路、光通信器件、WiMAX 網路。
5. 信號與資訊處理：數位媒體內容與處理、人機自然交互、多媒體資訊處理、計算感知，小波及多抽樣率信號處理，壓縮感知。
6. 資料與知識工程：計算智慧、資料倉庫、機器學習、多媒體資料庫、資料挖掘、資料庫

技術及應用、資料模型與架構。

7. 計算與軟體技術：嵌入式系統、網格計算、雲計算、分散式系統、平行計算、軟體工程。
8. 其他與電腦及資訊相關領域。

7月10日專題演講及論文發表之議程如下：

<b>08:00 - 8:50</b>	<p><b>開幕式及合影</b></p> <p>主持人：北京交通大學計算機與信息技術學院 韓臻 教授</p> <p>來賓致詞：</p> <p>北京交通大學 陳峰 副校長</p> <p>燕山大學 孔令富 副校長</p> <p>淡江大學 趙榮耀 前校長</p>
<b>08:50 - 10:40</b>	<p><b>第一部份 專題演講</b></p> <p>主持人：燕山大學信息科學與工程學院 申利民 教授</p> <p>講題：從台灣學術與研究網路看 IPv6 的成功發展經驗</p> <p>講者：亞洲大學副校長 曾憲雄 教授</p> <hr/> <p>講題：陸地高速交通專用移動通信系統</p> <p>講者：北京交通大學電子資訊工程學院現代通信研究所 所長 鐘章隊 教授</p> <hr/> <p>講題：並聯與家庭服務機器人應用中兩種智能信息技術的 研究</p> <p>講者：燕山大學副校長 孔令富 教授</p>
<b>10:40 - 12:10</b>	<p><b>第二部份 專題演講</b></p> <p>主持人：淡江大學資訊工程學系 郭經華 教授</p> <p>講題：向量網：一種新的網路體系</p> <p>講者：北京交通大學計算機與信息技術學院副院長 梁滿貴 教授</p>

	<p>講題：無線傳感網路在人文科藝休閒創意空間之應用</p> <p>講者：淡江大學資訊工程學系 張志勇 教授</p>
	<p>講題：社會計算與社會推荐</p> <p>講者：中國人民大學資訊學院經濟信息管理系主任 楊小平 教授</p>
14:00 - 17:30	<p><b>分組討論</b></p> <p>第一組 信息與信號處理</p> <p>主席：北京交通大學計算機學院 趙耀 教授</p>
	<p>第二組 網路通信與安全</p> <p>主席：燕山大學信息科學與工程學院 任家東 教授</p>
	<p>第三組 計算機與軟件技術</p> <p>主席：北京交通大學電子學院 劉云 教授</p>
	<p>第四組 移動計算</p> <p>主席：龍華科技大學 陳彥達 教授</p>
	<p>第五組 網路教育與智能計算</p> <p>主席：亞洲大學信息多媒體應用學系 廖岳祥 教授</p>

本次會議專題演講內容摘要如下：

講題一：從台灣學術與研究網路看 IPv6 的成功發展經驗

講者：曾憲雄 教授, 亞洲大學副校長 (見圖一)

摘要：台灣於 2003-2008 年啟動第一期六年 IPv6 發展計畫，接著於 2009-2012 年繼續推動第二期四年新一代網際網路計畫，台灣高品質學術研究網路(TWAREN)與台灣學術網路(TANet)在兩期計畫推動下，已成功導入 IPv6 網路，而在 IPv6 殺手級應用服務的研究以及 IPv6 國際認證產品開發方面，也在計畫推動下締造漂亮的成績。台灣將持續推動 IPv6 網路的發展以因應 IPv6 位址枯竭的衝擊，並冀望在未來網際網路的發展上，再創更高峰。

講題二：陸地高速交通專用移動通信系統

講者：鐘章隊 教授, 北京交通大學電子資訊工程學院現代通信研究所所長

摘要：主要介紹陸地高速鐵路發展背景，對無線移動通信的技術需求，高速鐵路無線移動通

信發展現狀，需要研究的科學問題與關鍵技術。



圖一：曾憲雄副校長專題演講

講題三：並聯與家庭服務機器人應用中兩種智能信息技術的研究

講者：孔令富 教授, 燕山大學副校長

摘要：並聯機器人和家庭服務機器人是具有廣泛應用前景的兩種新型機器人。並聯機器人由於具有剛度大、精度高和承載能力強等諸多與串聯機器人形成互補的機構特點，所以在一些特殊的場合具有其獨特的作用，特別是並聯機器人被稱為“並聯機床”的應用將會對未來的機床工業產生根本性的變革，產生新一代具有多自由度和精密加工精度的虛擬軸機床。隨著社會高齡化問題的日趨嚴重，可以為獨自在家的老年人、殘疾人提供幫助與護理的家庭服務機器人將成為人類的伙伴，目前該機器人已經引起機器人研究領域的高度關注並成為新的研究熱點。

針對並聯機器人工作過程往往處於“盲”工作狀態，也就是其末端執行器的實際位置和操作對象的狀態，工作環境中其他對象的存在和變化缺乏認知能力，報告中提出了擬解決並聯機器人“盲”工作狀態的並聯機器人雙目主動視覺監測平台，並對其工作原理進行的研究。鑑於家庭服務機器人對未知環境的深度感知和理解是機器人實現服務目標和達到智能服務的基礎，報告中還提出了“服務機器人家庭全息地圖”的概念，並對其構圖方法、地圖表示以及更新等技術問題進行了系統的研究。報告中所研究的兩項機器人智能信息技術為目前兩種機器人走向實際應用的關鍵技術瓶頸。因此，所發展的研究工作具有重要的意義。

#### 講題四：向量網：一種新的網路體系

講者：梁滿貴 教授, 北京交通大學計算機與信息技術學院副院長

摘要：介紹一種新的通信網路體系結構，稱為向量網。從 ” 向量地址”、” 向量連接” 和 ” 向量交換” 的概念出發，介紹新網路的傳送面原理和主要特點，以及在當前網路中的應用方法和可能產生的效果。介紹的內容還包括，為適應新的傳送面功能，對當前的網路控制面功能進行的改進方法。在理論上，介紹以上新特徵的新網路體系，在實現上，將介紹研究現狀，包括設計和實現的向量交換機原型機，和建立的實驗網。作為下一代網路的體系結構的新思路，在技術上可能是一個突破，有可能平息關於通信網 ” 有連接” 和 ” 無連接” 抉擇的爭論，大大簡化交換設備的複雜性，將使通信網的成本、能耗有效降低。另一方面，由於向量地址的固有特性，為提高通信網的可信性，奠定了有力基礎。

#### 講題五：無線傳感網路在人文科藝休閒創意空間之應用

講者：張志勇 教授, 淡江大學資訊工程學系

摘要：無線感測網路技術近年來在環境監控、智慧生活、動植物監控與追蹤、健康醫療等領域已有廣大之應用，但在人文藝術之應用仍相對的闕如。此演講介紹無線感測網路應用於人文科藝方面的近期成果。其以無線感測網路技術，建構一個「人文科藝休閒創意空間感測網」，其整合了無線通訊技術、無線傳感器技術、互動科技、互動藝術、空間造型設計等領域，建置一個以『真菌菇』為主的『真菌人文樹道』。透過環境的溫、濕、亮度、風力、以及行人行走與互動行為，控制『真菌菇』同步播放交響樂或是 Twitter 的社會話語。

我們期望透過此互動藝術的設計，能使環境空間具智慧性、互動性、藝術性、創意性、以及當代未來性，讓民眾透過互動感知行為進行互動創意賞析，隨時享受科技藝術結合之美妙與愉悅。

#### 講題六：社會計算與社會推荐

講者：楊小平 教授, 中國人民大學資訊學院經濟信息管理系主任

摘要：隨著 Internet 的發展，特別是 WEB2.0 的迅猛發展，今天的我們不但生活在一個物理社會，還更生活在虛擬的網路社會，並對現實物理社會產生重要影響。在這樣一種形式下，社會計算已成為許多學者、政府、企業非常關注的一個研究領域，但到底什麼是社會計算，社會計算應該包含什麼內容。在本報告，報告人首先給出社會計算的總體框架模型，並在此基礎上，介紹人民大學在社會計算方面的研究工作，其中重要介紹社會推荐的一些研究進展。

### 三、參加心得

#### 1. 體驗海峽兩岸良好的學術互動交流機會

本次會議是涵蓋了資訊科學與資訊工程各專業領域的綜合性學術會議，也是海峽兩岸資訊科學界的一次盛會，參加會議的與會者，涵蓋了台灣 25 所大學院校、大陸 11 所高校及相關企業在資訊科學、資訊工程等方面的專家學者和技術人員，共計有 150 餘人出席(見圖二)。此次大會充分發揮海峽兩岸跨行業、跨部門、跨地區橫向聯繫和人才薈萃的優勢，邀請到兩岸著名專家進行學術報告，為海峽兩岸交流提供了一次難得的學習與互動提升的機會。

2010年海峽兩岸信息科学与技术交流会合影留念 2010年7月10日 太原·燕山大学



圖二：大會與會者合影

#### 2. 專題演講增加海峽兩岸對於當前重要資訊科學議題的認識與瞭解

此次大會安排了六場專題演講，內容都是目前海峽兩岸最新的研究課題與進展，對於與會者來說獲益良多。專題演講中，特別安排亞洲大學副校長暨 TWNIC 董事長曾憲雄教授從台灣推動 IPv6 計畫的成功經驗，分享給與會者，也喚起大家對於目前 IPv4 位址枯竭的重視，進而提供大陸積極佈建物聯網及感測網路一個思考的方向。此外，大陸積極在機器人應用及高速移動通訊系統上的努力也是非常值得重視的，因為機器人應用的市場是全球性的，台灣也非常重視與投入這一部分的發展，資訊科學與工程的投入與技術提升，對於機器人的應用勢必有積極正面的加分作用。另外高速移動通訊系統為配合中國大陸高速鐵路技術的提升，在現階段的各系統解決方案都不足以應付的情形下，大陸的高速移動通訊技術勢必要有突破性的發展來配合高速鐵路營運上的應用需求，這對於未來無線通訊技術的發展將是重要的研究指標。

### 3. 論文發表闡述現階段研究的成果與經驗分享

此次會議由 TWNIC 曾憲雄董事長帶領投稿發表了一篇學術論文，題目為“IPv6 準備度量測模型之研究”(見附件一)，作者為曾憲雄，呂愛琴，顧靜恆，及蔡更達。此篇論文於安排於7月10日下午第五組網路教育與智能計算的場次中由顧靜恆代表進行報告(見圖三)。在此研究中，我們提出了一套 IPv6 準備度的量測架構與項目，經由此系統化的檢視，可掌握 IPv6 網路實際布建及使用上的準備程度。此論文引起與會者熱烈的討論，也讓與會者更了解目前 IPv6 網路於實際環境中使用的狀況，達到實質交流與推廣的目的。



圖三：“IPv6 準備度量測模型之研究”論文作者與會合影，  
TWNIC 呂愛琴副執行長、曾憲雄董事長、顧靜恆組長(由左至右)

#### 四、建議事項

- (一) 目前因應 IPv4 位址枯竭與平穩順暢過渡至 IPv4/IPv6 網路環境是全球性的議題，大陸正值經濟發展與世界接軌的階段，對於上網人口與網路應用的普及都快速發展，建議可與大陸共同推動新一代網路 IPv6 與物聯網的發展，以平穩過度 IPv4 位址枯竭與兼顧網路的持續發展。
- (二) 大陸在物聯網及無線感知網路的相關應用上非常積極的投入與持續發展，台灣在無線傳感設備與應用也已有多年的建置與試驗經驗，建議台灣可以利用在無線網路上的經驗與優勢，結合相關的感測元件與設備，把握下一代物聯網的相關關鍵技術與應用，擴大對於下一代網路生活的產業奠定更好的基礎。



- (三) 大陸在機器人應用上已經注意到資訊科學與資訊工程技術在智慧型機器人上的發展，由於機器人產業是一個新興應用的產業，也是跨領域、跨應用的整合性產業，台灣在精密機械上的能力與實力如何結合資訊科技的發展將是重要的關鍵議題，建議台灣可以參考發展中國家的作法，把資訊科學與資訊工程中相關的智慧感測與分析技術列為智慧型機器人發展中的關鍵技術。
- (四) 中國大陸在高速鐵路上的發展已經引領全球，有目共睹，伴隨著高速鐵路的發展所帶動的相關應用科技也成為必要的需求，如何在高速鐵路行進間上網或通訊是大陸研究無線移動通訊專家學者及技術人員希望突破的關鍵應用，目前大陸三大通訊業者，中國移動、中國聯通、中國電信亦積極尋求解決方案，建議台灣可以試著在高速移動通訊系統的發展上與大陸合作，奠定立足台灣，放眼全球市場的利基點。

附件： TWNIC 於研討會發表之論文

# A Study on Measurement Model of IPv6 Readiness

Shian-Shyong Tseng<sup>1,2,3</sup>, Ai-Chin Lu<sup>2,4</sup>, Ching-Heng Ku<sup>2,5</sup>, Geng-Da Tsai<sup>2,6</sup>

1. Dept. of Information Science and Application, Asia University

2. Taiwan Network Information Center

3. stseng@twnic.net.tw, 4. aclu@twnic.net.tw, 5. chku@twnic.net.tw, 6. dar@twnic.net.tw

**Abstract:** While confronting the global IPv4 address exhaustion, it is important and crucial for the entire Internet environment to smoothly migrate to the next generation Internet Protocol, IPv6. In this study, a model is proposed to measure the IPv6 readiness by monitoring the status of the progress in IPv6 development and deployment based on three views, such as the penetration rate, the usage, and IPv6 ready logo product numbers. Differing from some current IPv6 measurements, which select certain items to examine the readiness, this proposed framework has more advantages of practicability and extensibility for the future readiness prediction. Based on these three views, five dimensions including seven measurement criteria are proposed in this framework as objective reference for the future deployment of next generation Internet Protocol. According to the IPv6 readiness model, the actual Internet environment of Taiwan have been examined by Taiwan IPv6 promotion program.

**Keywords:** IPv6 Readiness; BGP(Border Gateway Protocol); DNS(Domain Name Server); IPv6 Tunnel Broker; IPv6 Ready Logo

## IPv6 準備度量測模型之研究

曾憲雄<sup>1,2,3</sup>, 呂愛琴<sup>2,4</sup>, 顧靜恆<sup>2,5</sup>, 蔡更達<sup>2,6</sup>

1. 亞洲大學資訊管理暨應用學系

2. 台灣網路資訊中心

3. stseng@twnic.net.tw, 4. aclu@twnic.net.tw, 5. chku@twnic.net.tw, 6. dar@twnic.net.tw

**【摘要】**目前全球面對 IPv4 位址枯竭之際，在整個網路環境上如何從 IPv4 網路平穩順暢過渡到新一代網際網路通訊協定之 IPv6 網路環境是很重要的議題。在此研究中，我們提出了一套 IPv6 準備度的量測架構與項目，經由此系統化的檢視，可掌握 IPv6 網路實際布建及使用上的準備程度，再經由 IPv6 準備度量測項目上獲得之數據進行分析，可以進行 IPv6 網路布建推動及使用程度上的檢視，進而找出整體推動上的瓶頸，作為後續擬定策略與行動方案上的重要依據。此架構與目前國際上選取特定項目進行 IPv6 量測的差異性在於此量測架構具有從端面對未來準備預測上具有可行性與擴充性之優點，此架構包含一般網路運作上思考的三個方向，分別為網路使用量，網路滲透率，以及認證網路產品數量等，並從網路基礎建設環境，網路服務提供到實際使用狀況等五個面向，及其中的七個量測項目，做為逐步建置與準備邁入新一代網際網路通訊協定 IPv6 網路環境時，有個客觀的衡量依據。本篇論文中，我們除了提出 IPv6 準備度量測模型外，並已將此七個項目實際在台灣網路環境中進行量測，以作為檢視推動 IPv6 網路發展瓶頸之依據。

**【關鍵詞】** IPv6 準備度；BGP；網域名稱伺服器 DNS；IPv6 網道代理人；IPv6 認證標章

## 1 引言

### 1.1 背景及動機

網路量測 (Network Measurement)[1]是一種測量網路各種特性的活動。其所測量的網路特性，包括網路拓撲(network topology)、網路路由(routing)的行為、

網路傳輸的各種品質指標、網路的異常現象、及網路效能的瓶頸等等。一般我們可以透過網路量測所收集的資料，瞭解網路現況，進而可針對網路運行與管理提出改善之建議。

為了量測網路的各種特性，現已有所謂網路量測架構 (Network Measurement Infrastructure) [2]的提

出，其內容含多個量測用的量測點，每個量測點則是分散在網路上不同地點的工作站，專門負責對網路的性質進行各種不同的量測，並利用各個量測點的量測結果，萃以推論所欲量測的網路性質。

目前已經有許多的分散式量測架構被提出[3]，這些架構的共同特性為依靠少數幾個(例如數十個)分散式的量測節點，去測量大規模的網路，也有基於點對點型式的分散式量測架構[4]，是構大規模的量測系統，在大規模的網路量測上，數據的取得可分為直接獲得之實際數據以及間接估算之數據，為增加測量的精確度與代表性，將會依據不同的量測目的，有不同類型的量測架構設計。

目前全球面對 IPv4 位址枯竭之際，在轉轉網路環境上如何做好從 IPv4 網路平穩順暢過渡到 IPv6 網路環境是大家所關切地議題。故透過網路量測架構，掌握 IPv6 網路實際布建及使用上的準備程度，再經由 IPv6 準備度量測項目上獲得之數據進行分析，可進行 IPv6 網路布建推動及使用程度上的檢視，進而找出整體推動上的瓶頸，作為後續擬定策略與行動方案上的重要依據，是我們現階段所必需進行之工作。

本論文的重點就在於提出一套 IPv6 準備度的量測架構與項目之量測模型，並以實際取得的網路數據做為量測的依據。此架構與目前國際上選取特定項目進行 IPv6 量測的差異性在於此量測架構具有從需求面對未來準備預測上有可行性與補充性之優點。

## 1.2 相關工作

2010 年 1 月，國際網路號碼資源組織(Number Resource Organization, NRO) 發布全球新聞稿表示：「目前全球僅剩不到 10% 的 IPv4 位址可核發」[5]，強調「部署下一代網路—IPv6，對於國際網路的持續發展是非常重要的」。全球網際網路工程小組(Internet Engineering Task Force, IETF) 之 Network Working Group，於 2008 年 7 月通過 RFC 5211: An Internet Transition Plan [6]，提出 IPv4 網路平穩過渡至 IPv6 網路的工作階段與時程規劃，作為全球網路布建人員之參考依據。

在上述之 IETF 及 NRO 組織報告全球 IPv6 時代即將到來之際，全球許多國家早在 2002 年就已開始積極進行 IPv6 網路的規劃布建和推動。2006 年全球 IPv6 Forum 也提出 IPv6 Forum Roadmap & Vision 2010 [7]，協助各國瞭解及推動 IPv6 的發展。

至 2010 年 3 月底止，全球已有 152 個國家取得 IPv6 位址網段 [8]，表示已有許多國家開始注意 IPv6 網路的發展，但這並不代表全球已經充份作好 IPv4 移

轉至 IPv6 網路之準備，因此具客觀的量測模型，以作為評量 IPv6 準備度的指標將是本論文的的研究重點。

目前日本 Internet Association Japan [9] 及歐洲 European Commission [10] 已陸續進行 IPv6 普及度調查以了解 IPv6 發展狀況，此外，國際 IPv6 玩法調查 [11] 亦從 Web server accessible, Email deliverable, DNS name servers accessible, An NTP service accessible, 及 A Jabber service accessible 等 5 個量測項目做為推估 IPv6 準備狀況的指標。

今年 4 月國際經濟合作與發展組織 OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 發表 Measuring Deployment of IPv6 [12]，針對全球 OECD 會員國之 IPv6 布建狀況進行量測，其中以基礎建設準備度以及使用者 IPv6 活動為主要重點。顯示 IPv6 準備度的量測在全球已有其必要性。

為客觀了解 IPv6 網路布建及使用狀況，我們在 2009 年 9 月已著手進行「台灣 ISP 現況與未來需求調查」(Taiwan ISP IPv6 Current Status and Perspective) [13]，希望透過問卷了解 ISP 對於 IPv4 枯竭、IPv6 需求、相關因應措施之現況以及未來發展趨勢的看法，除參考國際間進行之現況調查外，掌握 ISP 運作策略、收費營運上之意見回饋也是調查重點之一。此次問卷內容包括 IP 位址需求、復用及布建等問題。在位址需求方面的問題，包括

- 預計在 2012 年前，貴公司尚須要再申請多少個 IPv4 位址？並預估 2012 年使用 IPv6 之承接服務分佈？
  - ISP 所提供之上網(Access)及 Co-location 服務之客戶數，2012 年與 2009 年 IPv4 使用量之差異數？
  - 預估 2012 年有 IPv6 之需求 ISP 家數比例？
  - 面對 IPv4 位址枯竭，貴公司將會採取的方式為何？
- 在 IPv6 布建方面的問題，包括
- 貴公司認為 IPv4 位址枯竭是否會對營運造成衝擊？貴公司是否有 IPv6 相關的策略規劃？
  - 目前貴公司是否有建置 IPv6？其 IPv6 建置多用於何種方面？

依問卷結果得知，ISP 在面對 IPv4 枯竭時有準備規劃進行 IPv6 布建之比例，此比例僅為參考數據，因為在實際網路運作規劃準備上，必須都投入人力、硬體、應用服務，以及教育訓練等等，才能真正落實提供給客戶的服務。

## 2 IPv6 準備度量測模型架構

本節將介紹所提出的 IPv6 準備度量測模型，我們將從網路服務、使用者以及產品三個方向來檢視

IPv6 的準備度。此二方向對應準備度的數值可分別由基礎環境建置滲透率(penetration rate)，實際使用狀況使用率，及通過認證標準產品發行數量來代表。

為量測三個方向的準備度，我們依網路實際運作中不同層面的角色，將量測的對象依屬性分成核心網路、接取網路、應用服務、使用者、及設備廠商五個面向。其中核心網路、接取網路以及設備廠商三個面向與網路基礎環境建設之上網環境相關，應用服務、使用者兩個面向則和實際的使用內容與需求有關。

若以服務的角度來看，核心網路、接取網路及應用服務為網路服務供應廠商所須包含的三個面向。使用者面向則可由使用者行為進行觀察，以瞭解其實際操作準備的狀況。前四個面向所需使用的設備，則從第五個設備廠商面向進行觀察瞭解。

我們提出核心網路、接取網路、應用服務、使用者、設備廠商等五個面向的量測模型，並由其中具體之七個項目進行 IPv6 準備度之量測。可作為觀察整體 IPv6 發展之準備狀況趨勢，如圖 1 所示。

使用者 User	● 使用 IPv6 連線之比例-網站 ● 使用 IPv6 連線之比例-DNS	設備廠商 ● 通過
應用服務 Application	● IPv6 Web, E-mail, DNS 伺服器建置比例	IPv6 Ready
接取網路 Access Network	● IPv6 Tunnel Broker 使用流量	Logo Phase I & Phase II 認證數量
核心網路 Core Network	● 取得 IPv6 位址與宣告 IPv6 BGP 之 ISP 數量 ● IPv6 連外網路進出之總流量	

Figure 1. Measurement Model of IPv6 Readiness in five dimensions and seven measurement criteria  
圖 1. IPv6 準備度量測模型架構

以下分別敘述從五個量測面向中，提出的七個量測項目，如圖 1，以作為觀察此五個面向的準備情況的發展趨勢。我們利用資料彙整方法針對五個不同面向的特性，並考量網路環境的可量測性，選取特定具代表性的項目及節點來進行相關的統計，以取得 IPv6 準備度項目之數據。

首先在核心網路支援 IPv6 之過程，規劃期須取得 IPv6 位址進行位址分配及規劃；建置期包括 IPv6 對外連線規劃及準備、網際設備啟動 IPv6 功能、IPv6 將上表交換以及網路管理系統之 IPv6 網際功能等。因此，我們以取得 IPv6 位址與宣告 IPv6 BGP 之 ISP 數量，以及 IPv6 連外網路進出之總流量等兩項，作為此面向之量測項目。前者代表在核心網路方面的滲透率，後項表示核心網路的使用量。

在接取網路支援 IPv6 之過程中，規劃期包括分配 IPv6 位址以及 IPv6 的動態或 DHCPv6 與認證等準備；建置期包含網路端、用戶端及管理伺服器等設備啟動 IPv6 功能及 IPv6 路由，另外網路管理系統亦需啟動管理 IPv6 網路功能。由於目前的接取 IPv6 網路方式是以 IPv6 隧道代理人(IPv6 Tunnel Broker)為主，因此我們以 IPv6 Tunnel Broker 使用流量作為接取網路面向之量測項目。表示接取網路方面的使用量。

導入 IPv6 應用服務之過程包含現有 IPv4 服務升級至 IPv6 網路環境以及新開發應用服務具備 IPv4/IPv6 dual stack 功能。這些服務項目與是否具有 IPv6 網路基礎連線環境息息相關，我們以網際網路基礎服務之 IPv6 Web, E-mail, DNS 伺服器等之建置比例作為此面向之量測項目。也表示基礎服務的滲透率。

要全面針對各別的一般用戶或企業用戶進行量測不實際也不可行，但為瞭解使用者在連網時是否已逐步使用 IPv6 則可利用使用者真正在使用 IPv6 連線網站之比例以及使用 IPv6 連線 DNS 之比例等兩個項目，作為使用者面向之量測項目。此亦可表示使用者面向的使用率。

我們以通過 IPv6 Ready Logo Phase I & Phase II 國際認證標準之數量，作為設備廠商面向之量測項目。

我們所提出的三個面向與七個量測項目之關係(如同 2) 整理說明如下：方向一為網路服務準備度之滲透率，項目包括 (A) 取得 IPv6 位址與宣告 IPv6 BGP 之 ISP 數量，(B) IPv6 Web, E-mail, DNS 伺服器建置比例；方向二為使用者準備度之使用比例，項目包括(C) IPv6 Tunnel Broker 使用流量，(D) IPv6 連外網路進出之總流量，(E) 使用 IPv6 連線之比例-網站，(F) 使用 IPv6 連線之比例-DNS；方向三為產品準備度之認證數量，項目包括 (G) 通過 IPv6 Ready Logo Phase I & Phase II 認證數量。

量測方向	量測項目	使用者	應用服務	接取服務	核心網路	設備廠商
一	(A)				√	
	(B)		√			
	(C)			√		
二	(D)				√	
	(E)	√				
三	(F)	√				
	(G)					√

Figure 2. Relationship between IPv6 Readiness measurement directions and criteria in the proposed model  
圖 2. IPv6 準備度量測方向與項目關係圖

### 3 IPv6 準備度量測結果與分析

本論文我們以台灣作為 IPv6 準備度量測之實驗環境，套用提出之 IPv6 準備度量測上，以原台灣網路環境作為範疇，每個月進行一次統計，以取得 IPv6 準備度量測之相關數據。我們在 2010 年 2 月針對提出之七項量測項目進行資料蒐集整理，以獲得各面向之量測結果，可作為準備度資料分析及後續行動區體上的依據。以下為相關之數據統計：

#### 3.1 核心網路

##### 3.1.1 台灣取得 IPv6 位址與宣告 BGP 之 ISP 數量比例

- 已申請 IPv6 之會員數/全部會員數:15/84 = 15.48%
- 已宣告 IPv6 BGP 會員數/全部會員數:11/84 = 13%
- 已宣告 IPv6 BGP 會員數/已申請 IPv6 會員數:11/15=73%

##### 3.1.2 台灣 IPv6 連外網路進出之總流量：以中研院 ASIX 交換中心為量測點

中研院交換中心(ASIX)是目前台灣連外區域 IPv6 網路最主要的交接點，因此，此項目中選取中研院交換中心進行統計，最能代表台灣連外網路的 IPv6 總流量。2010 年 2 月由 ASIX 統計台灣連外網路進出流量約為 5.04 Mbps，此流量與 IPv4 網路比較起來相差甚多，預期未來國際 IPv6 網路漸漸普及後，流量應會逐漸增加。

#### 3.2 接收網路

台灣目前主要布建提供用戶 IPv6 Tunnel Broker 服務的有 5 家 ISP(中華電信、台灣固網、台灣煩網、亞太線上、新世紀資通)。2010 年 2 月統計建置於此 5 家 ISP 之十部 IPv6 Tunnel Broker 送出總流量，為 2,258,697.4Mb /0.93Mb/s。由 IPv6 的流量方面可觀察到目前 IPv6 網路的使用上相當於網路發展的起步階段。

#### 3.3 應用服務

量測台灣 IPv6 Web, E-mail, DNS 伺服器建置比例，量測對象方法與數據如下：

- 在所有.tw 網域名稱中，DNS server 設定 IPv4/IPv6 之數量與比例
- 在所有.tw 網域名稱中，Mail server 設定 IPv4/IPv6 之數量與比例 (僅包含 [domain name] 及 mail.[domain name] 之數量)
- 在所有.tw 網域名稱中，Web server 設定 IPv4/IPv6 之數量與比例 (僅包含 [domain name] 及

www.[domain name]之數量)

Server	IPv4/IPv6	2010 年 2 月	IPv6/IPv4 比例
DNS Server	IPv6(Native)	0 個	0.39%
	Dual Stack	1,985 個	
	IPv4(Native)	514,432 個	
Mail Server	IPv6(Native)	0 個	0.02%
	Dual Stack	38 個	
	IPv4(Native)	187,683 個	
Web Server	IPv6(Native)	3 個	0.01%
	Dual Stack	27 個	
	IPv4(Native)	215,440 個	

由上面資料顯示 IPv6 DNS 設定的比例目前比 IPv6 Email 以及 IPv6 Web 高，但整體比例都尚低。

#### 3.4 使用者

##### 3.4.1 使用 IPv6 連線之比例-網站 以下列 9 個網站為量測點統計 IPv4/IPv6 連線網站之次數

網站	IPv4/IPv6	2010 年 2 月	IPv6/IPv4 比例
www.ipv6.org.tw	IPv6 連線	115 次	16.01%
	IPv4 連線	718 次	
www.twnic.net.tw	IPv6 連線	60 次	0.51%
	IPv4 連線	11,712 次	
reg.tisnet.net.tw			
rs.apol.com.tw	IPv6 連線	27 次	0.10%
nweb.hinet.net			
www.net-chinese.com.tw			
myname.pchome.com.tw	IPv4 連線	26,726 次	
rs.seed.net.tw			
domains.tfn.net.tw			
-七家 .tw DN Registrar 網站			

##### 3.4.2 使用 IPv6 連線之比例-查詢 DNS：

由 TWNIC 之 11 部 .tw catld DNS server 進行 DNS 查詢數量統計，並分別計算透過 IPv4 或 IPv6 進行查詢之數量與比例。

2010/02	A	AAAA	NS	MX	Total(次)
台灣 IPv6	48,130	79,421	335	390	133,543
全球 IPv6	587,280	586,562	2,453	29,603	1,235,871
比例	7.57%	11.92%	12.01%	1.30%	9.75%

台灣查詢 .tw DNS	A	AAAA	NS	MX	Total
IPv6(次)	48,130	79,421	335	390	133,543
IPv4(次)	135,883	71,695	15,937	21,528	266,233
比例	0.035%	0.110%	0.002%	0.001%	0.050%

全球查詢 .tw DNS	A	AAAA	NS	MX	Total
IPv6(次)	587,280	586,562	2,453	29,603	1,235,871
IPv4(次)	550,403	270,732	27,827	185,678	1,064,050
比例	0.106%	0.216%	0.008%	0.015%	0.116%

### 3.5 設備廠商

2010年2月統計台灣通過 IPv6 Ready Logo Phase I & Phase II 認證數量，台灣通過 IPv6 Ready Logo Phase I 認證之產品數量為 66 件，台灣通過 IPv6 Ready Logo Phase II 認證之產品數量為 49 件，此認證數量為全球第三位，僅次於美國及日本。

## 4 結論

本篇論文中，我們成功地提出了一套 IPv6 準備度的量測架構與項目之量測模型。從滲透率，使用率，及產品數量等方向進行評量，再從核心網路、接取網路、應用服務提供到實際使用者狀況以及設備廠商支援等五個面向，及其代表的七個量測項目，做為逐步建置與準備邁入新一代網際網路通訊協定 IPv6 網路環境時之客觀衡量依據。我們另將此七個項目從 2010 年 2 月以台灣網路環境為例成功地進行實際數據的量測，以作為檢視推動 IPv6 網路發展瓶頸之依據。

此架構可以做為各國推動 IPv6 網路環境時，從需求面進行對未來準備預測上進行不同面向的量測與回饋。由我們經驗中，網路準備度上可以選取具代表性的網路交換點或主要 ISP 做為量測對象。在使用準備度上，可以透過 DNS 伺服器做為量測對象，在產品準備度上可以用通過認證的產品數量做為量測對象。

在量測的數據方面，我們可以看出台灣 於電子製造產業較發達，設備廠商獲得認證的產品數量也是目前較高的數據。但由於 IPv6 網路環境仍在起步階段，故現階段有關 IPv6 DNS 設定的比例、IPv6 Email 以及 IPv6 Web 之量測數據相對地低，IPv6 的流量方面也相當於網路發展的起步階段。

隨著 IPv4 位址耗竭的時間到來，我們將持續進行量測，以隨時瞭解及掌握 IPv6 網路環境及使用者之準備狀況與整體發展趨勢。

## 致謝

此文經費部份由交通部「新一代網際網路協定互連認證計畫」(計畫編號：MOTC-DPT-(098-03)贊助。

## References (參考文獻)

- [1] Caccos, R.; Duffield, N.; Feldman, A.; Friedmann, J.D.; Greenberg, A.; Greer, R.; Johnson, T.; Kalmanek, C.R.; Krishnamurthy, B.; Lavelle, J.; Mishra, P.P.; Rexford, J.; Ramakrishnan, K.K.; Tru, F.D.; vanderMeulen, J.E., "Measurement and Analysis of IP Network Usage and Behavior", Communications Magazine, IEEE, Volume:38, Issue:5, Pages:144-151, May 2000
- [2] Wijata, Y.L.; Niehaus, D.; Fruel, V.S., "A scalable agent-based network measurement infrastructure", Communications Magazine, IEEE, Volume:38, Issue:9, Pages:174-183, Sept. 2000
- [3] Internet Measurement Infrastructure, Available at: <http://www.caida.org/analysis/performance/measinfra>
- [4] Ching-Feng Li, "P2P-Based Programmable Network Measurement Infrastructure", Thesis, National Tsing Hua University, 2004.
- [5] NRO, "Less than 10% of IPv4 Addresses Remain unallocated", <http://www.nro.net/media/less-than-10-percent-ipv4-addresses-remain-unallocated.html>
- [6] IETF RFC 5211: An Internet Transition Plan. <http://64.170.98.42/html/rfc5211>
- [7] Latif Ladid, IPv6 Forum Roadmap & Vision 2010, [http://www.csie.niu.edu.tw/download/WWC\\_IPv6\\_Forum\\_Roadmap\\_Vision\\_2010\\_v34.pdf](http://www.csie.niu.edu.tw/download/WWC_IPv6_Forum_Roadmap_Vision_2010_v34.pdf)
- [8] Global IPv6 address statistics, <http://nace.twnic.net.tw/qjstats/statsip6.php>
- [9] Measurement of IPv6 readiness, Internet Association Japan, <http://v6metric.jp/en/index.html>
- [10] IPv6 Deployment Monitoring, European Commission, <http://www.ipv6monitoring.eu/>
- [11] IPv6 status survey, [http://www.nrp.net/IPv6\\_Survey.html](http://www.nrp.net/IPv6_Survey.html)
- [12] "Internet addressing: measuring deployment of IPv6", OECD report, <http://www.oecd.org/dataoecd/18/51/41953210.pdf>, April, 2010
- [13] Final Report of Interoperability and certification of next generation internet project, Taiwan Network Information Center, Oct. 2009