

NFV市場趨勢與未來展望

The Market Trends and Future Prospects of Network Functions Virtualization

蘇明勇
Alex Su

1 · 前言

由於雲端服務、物聯網與大數據等應用需求，大型雲端資料中心傳統網路架構面臨挑戰與瓶頸，使得虛擬化（Virtualization）成為近幾年IT產業最熱門的話題，用以提高資料傳輸效率、簡化管理、降低能源消耗。而除了已廣受關注的新興網路架構軟體定義網路（Software-Defined Networking，SDN）外，另一個熱門話題，就是網路功能虛擬化（Network Functions Virtualization，NFV）。在歐洲電信標準協會（ETSI）積極主導NFV概念驗證（Proof of Concepts，PoCs），以及OPNFV平台（Open Platform for NFV，OPNFV）等大力推動下，NFV廣受全球眾多通訊服務供應商以及設備業者的支持。

NFV提供開發、部署以及管理網路新的方式，其特點在於透過NFV建立的軟體抽象層和標準化硬體架構，形成一個開源的NFV共通架構，顛覆傳統以硬體驅動的封閉式通訊網路環境，取而代之的是更低成本、更具彈性、更符合業務需求的開放式網路通訊架構。預期2016年起全球通訊網路的軟硬體規格、產品價格、業務模式等都將受影響，促使網路通訊產業轉型至軟硬體整合與增值，並帶動網路創新應用服務的新契機。

2 · NFV發展與技術概述

2.1 NFV發展背景

隨著近年來x86系統普及以及硬體效能不斷提升，使得設備成本不斷降低，高階網路與資安設備，如路由器、防火牆、負載平衡器、入侵偵測防禦系統等，幾乎也都是建立在x86的硬體之上。因此，透過設備虛擬化，有機會將這些設備從專用的硬體中分離，節省硬體設

備與維護成本，且在佈署時更具靈活性。

NFV主要的功能即是將現有專用的網路設備虛擬化，在佈署網路環境時，可以大量降低建置與營運成本，並且更快速、更有彈性，因此獲得眾多營運商的青睞，全球已有83%的主流營運商在2015年展開NFV規劃部署（如圖1所示）。

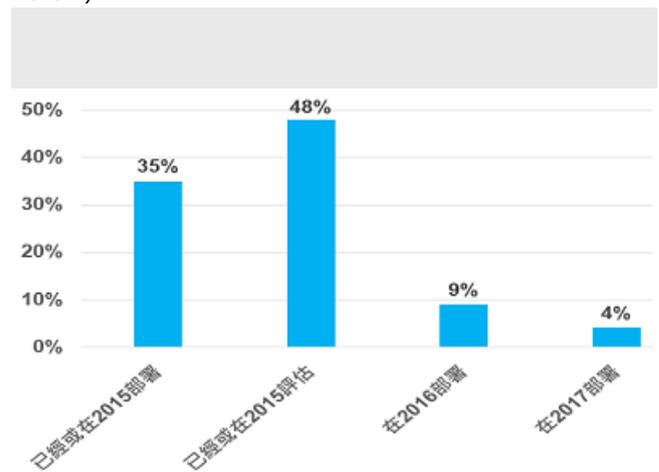


圖 1 營運商NFV部署調查

2.2 NFV的概念與發展現況

NFV的目標是透過產業標準化伺服器、儲存和網路設備，取代專用的網路元件設備。優點是使用成本低廉的標準化設備，能夠節省龐大的投資成本；其次是能透過開放API介面以及程式化，獲得更靈活的網路能力與功能。

觀察NFV的發展，廠商已經從最初觀望期過渡到場域驗證期，並進行小規模商業部署，未來NFV將對傳統網路通訊產業與市場帶來很大的影響。NFV發展始於2012年，在2016年起將有更快速的發展（如圖2所示）。預期2016年將是NFV由研究、計劃與試驗階段，轉向商業化發展的關鍵時期。

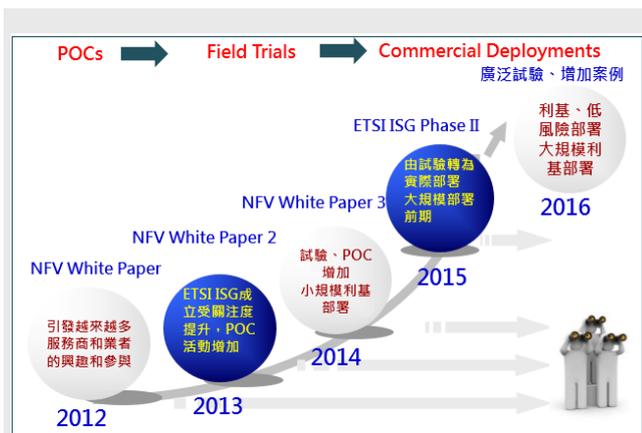


圖 2 NfV發展歷程

NfV相關標準制定，主要由歐洲電信標準協會（ETSI）所推動，因看好網路功能虛擬化和資訊設備所帶來的影響與效益，網路服務與電信營運商積極參與NfV標準發展活動。2012年12月，ETSI成立NfV產業規格小組（Industry Specification Group, ISG），由AT&T、CenturyLink、Colt、Telstra、Verizon、Orange、KDDI、NTT、BT、中國移動、Deutsche Telekom、Telefonica等十幾家具指標性的大型營運商所主導，目前全球已有為數眾多的單位加入相關標準工作的推動。ETSI NfV ISG除了公布NfV標準規劃時程和目標外，亦發表白皮書說明標準發展進度，包括NfV技術發展之願景、優勢與技術挑戰等。

於2013年，一些營運商與設備商共同建立了ETSI的NfV ISG工作組，以加速NfV的發展，其主要推展工作是網路功能虛擬化在電信網路中的需求和架構等方面的應用。該小組目前已公開數篇GS(ETSI Group Specification)標準文件。而在2014年起，部分營運商便開始進行小規模的技術概念驗證和立基型網路部署試驗，目標是使NfV相關新產品和新服務能夠盡快商用。

2.3 NfV和SDN的差異

NfV主要是將網路功能軟體與硬體平台進行分離，這種方式使電信營運商可使用一般通用標準硬體設備，而不需仰賴昂貴的專用硬體。NfV的概念源自SDN，在ETSI第一版白皮書中

顯示兩者存在重疊性，但是在第二版白皮書則移除重疊部分，意味兩者沒有相互依賴性，並且可以單獨採用。兩者目標都是將網路虛擬化，但是在採用的方法上不盡相同；SDN需要新的介面、控制模組以及應用，因此需要逐步汰換既有的設備。而NfV則可以在商用硬體上，將既有硬體的網路功能轉換到虛擬設備，而且虛擬化本身可提供許多功能，因此市場上對於NfV的發展問題較少爭議。

2.4 NfV架構與組成

根據ETSI組織所釋出的標準文件，NfV的技術架構如圖3所示，共可概分為五個功能區塊，包括：網路功能虛擬化基礎建設（NfV Infrastructure, NFVI）、虛擬化網路功能（Virtualized Network Functions, VNFs）、服務/虛擬化網路功能及基礎建設描述（Service/VNF and Infrastructure Description）、營運及業務支援系統（Operation Support System/Business Support Systems, OSS/BSS）以及網路功能虛擬化管理與協調流程（NfV Management and Orchestration, NFV MANO），以下就各功能區塊分別加以說明。

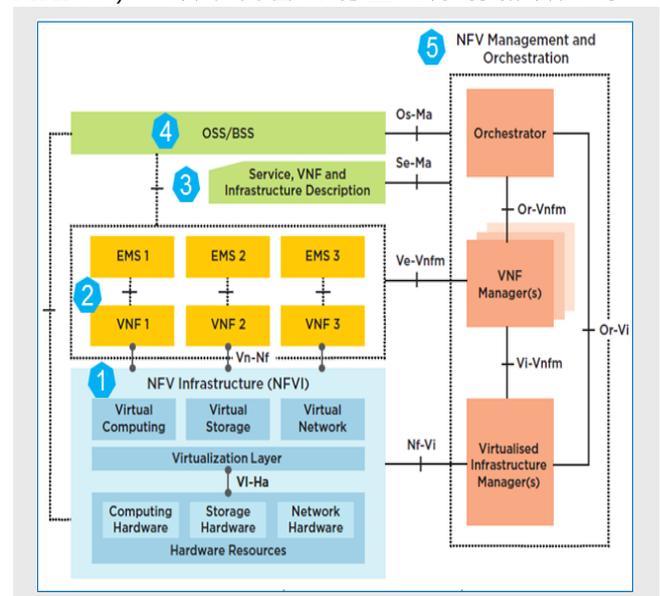


圖 3 NfV標準架構

2.4.1 網路功能虛擬化基礎建設（NfV Infrastructure, NFVI）

NFVI是NfV架構中最基本的基礎建設，主要包含虛擬資源（Virtualized Resources）、虛

擬層 (Virtualization Layer)、實體資源 (Hardware Resources) 三個功能區塊。其中，實體資源包括計算、儲存與網路(例如路由器、有線或無線連結等) 的硬體資源，虛擬層則介於實體與虛擬資源之間，將硬體資源虛擬化之後，便成為可動態請求使用的虛擬資源。所有虛擬化網路功能皆架構在NFVI之上，NFVI中無論是虛擬層或硬體資源皆被視為一體，用以提供VNF所需的虛擬化資源。

2.4.2 虛擬化網路功能(Virtualized Network Functions, VNFs)

此功能區塊由各種不同的虛擬網路功能 (VNF) 與網路元件管理系統 (Element Management System, EMS) 組成，VNF是由軟體形式，實現傳統非虛擬化網路中各種網路硬體具備的功能，例如家庭網路中的家庭閘道器功能，或者傳統網路功能中的動態主機配置協定 (DHCP)、防火牆等功能。另外還包括行動通訊網路中的行動管理實體 (Mobility Management Entity, MME)、服務閘道器 (Serving Gateway, SGW)等功能，一個VNF可被配置在一個或多個的虛擬機器上，由EMS負責VNF的操作與管理。EMS與VNF的配合操作，取代傳統網路的運作模式，不再須要設置額外的網路專用硬體。

2.4.3 服務/虛擬網路功能及基礎建設描述 (Service/VNF and Infrastructure Description)

由於NFV系統將朝向跨廠商或跨業務發展，其相關服務與整體運作過程中牽涉許多資料的處理運算。NFV MANO進行流程協調管理時，必須辨識及參考相關資料，這些資訊定義在服務、虛擬化網路功能及基礎建設描述資料檔中，內容含有VNF部署範本、VNF轉送、NFVI資訊模型與各種服務相關資訊。

2.4.4 營運支援系統 / 業務支援系統 (Operation Support System/Business Support Systems, OSS/BSS)

此功能代表營運商各自的運作支援系統 (OSS) 和營運支援系統 (BSS)。對於網路服

務或電信營運商而言，採用NFV技術架構快速、靈活的進行網路部署業務，必須考量自身的營運業務模式與計費原則。因此，NFV MANO執行資源調配任務時，將參考既有營運支援系統與業務支援系統，來進行資源協調和配置。

2.5.5 網路功能虛擬化管理與協調流程 (NFV Management and Orchestration, NFV MANO)

NFV MANO功能扮演NFV技術架構整體控管與協調的重要角色，如同NFV架構的中樞，主要負責流程協調 (Orchestrator)、VNF管理 (VNF Manager) 與虛擬化基礎建設管理 (Virtualized Infrastructure Manager) 三個部分。當有軟體及硬體資源需求時，NFV MANO將協調、驗證與授權相關資源的請求，同時負責管理VNF的生命週期。此外，NFV MANO亦負責網路服務的政策管理 (Policy Management)、效能量測與關聯事件的收集與轉送，例如為虛擬機器增加資源、提升能源效率等工作。

3 · NFV應用與市場發展趨勢

3.1 潛在應用領域

透過NFV建立標準化硬體架構，將形成一個開源的NFV共通架構，顛覆傳統以硬體驅動的封閉式通訊網路環境，取而代之的是低成本、更具彈性及符合業務需求的開放式網路通訊架構。

NFV的應用場域非常廣泛，主要涵蓋資料中心及雲端應用、行動網路以及家庭接取網路等三大面向，分別包括虛擬內容傳遞網路 (vCDN)、虛擬核心網路 (vEPC) 以及虛擬用戶端設備 (vCPE) 等多樣化的網路應用，牽涉各種跨領域的寬頻網路功能。

3.2 國際組織及領導廠商佈局

3.2.1 OPNFV

Linux基金會於2014年9月30日宣佈成立NFV開放平台專案 (Open Platform for NFV)，

OPNFV)。OPNFV是一個電信級的整合開源參考平台，計劃通過對電信核心網路和網路功能進行虛擬化，並提供完整的架構生態系統，包括服務器、儲存和網路、虛擬化、軟體定義網路控制器、資源管理、設計、分析、電信應用以及完整的經營支撐系統等各個領域。其旨在利用NFV加快推出新產品和新服務。OPNFV已發佈Arno和Brahmaputra兩個版本的開源NFV平台，使得開發試驗與部署NFV更加便利，提供NFV基礎架構(NFVI)和ETSI NFV架構的虛擬架構管理(VIM)。

OPNFV還嘗試透過實現OpenStack和OpenDaylight等關鍵開源軟體的功能，來滿足ETSI的標準NFV架構。然而，OPNFV本身不開發標準，它將與ETSI的NFV ISG等機構密切合作，推動NFV開放參考平台標準化，並促進OPNFV成為業界第一個NFV開放參考平台。

3.2.2 華為

華為於2015年1月20日正式成立NFV開放實驗室(NFV Open Lab)，致力於建構多廠商的整合測試，同時積極與ETSI、OpenStack、OpenDaylight、OPNFV等開源組織開展合作，在全球範圍已與超過20家營運商展開NFV聯合創新和專案驗證。華為提供基於OpenStack的FusionSphere雲端運作系統、MANO系統及vEPC、虛擬化業務等解決方案，並與中國移動、中國電信等國內主要營運商進行PoC驗證合作。

2015年8月，華為宣佈與Red Hat在NFV開放實驗室，完成第一階段基於NFV的MBB網路架構和LTE大流量場域測試。基於Red Hat OSP6.0平台與華為FusionServer E9000伺服器及CloudEdge解決方案，進行多廠家環境下的VNF、MANO、負載均衡能力等測試驗證。2015年11月，華為進一步與Wind River合作，在NFV開放實驗室完成了基於多廠家環境的NFV網路架構集成測試。透過Wind River Titanium Server虛擬化基本能力，結合華為CloudEdge功能，進一步強化NFV整合服務能力。

3.2.3 Alcatel-Lucent

Alcatel-Lucent在NFV技術發展上亦非常積極，已經發布針對NFV的雲端平台產品

CloudBand。該平台包含硬體節點和管理系統兩個部分，其節點整合伺服器及網路設備，可以進行分散式部署和實體資源虛擬化。Alcatel-Lucent還與Red Hat建立CloudBand Innovation Center實驗室(CIC)，提供各種工具、虛擬化資源和成功案例，來協助應用向雲端遷移。目前已經有Telefonica、NTT、Radware、Vyatta等多家廠商參與CloudBand NFV生態體系。

3.3 NFV潛在市場規模

在眾多業者投入下，預期2016年將有更大規模NFV利基型部署，如圖4所示，預估全球NFV硬體、軟體和服務的市場於2020年可達174.6億美元，已接近全球網路設備Ethernet Switch產值的六成；且與2016年相較，未來NFV產值將成長超過5倍，年複合成長率約為50%，其中軟體產值比重將超過80%，蘊含許多新形態的解決方案和商機。

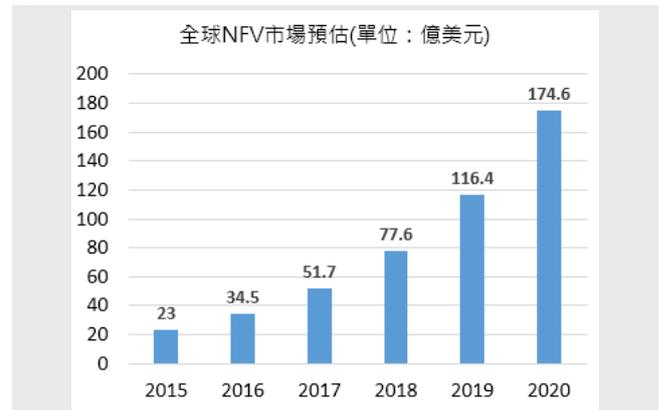


圖 4 全球NFV市場預估

4 · NFV未來發展展望

4.1 NFV生態系生態體系逐漸擴大，業者搶佔市場先機

NFV產業新生態系組成非常多元，牽涉許多不同領域，預期未來產業競爭與合作將日益明顯。其中包含晶片業者、Hypervisor業者、網路管理與監控業者、Orchestration業者、網路系統與設備業者、虛擬網路與雲端服務業者、SDN控制器軟體業者、NFVI供應商、測試設備與服務業者、電信服務供應商以及標準組織和相關社群(如圖5所示)。



圖 5 NFV產業生態系

4.2 NFV研究活動蓬勃發展，相關組織爭取主導權

目前已著手推動NFV研究的組織，包括NFV ISG、TMF、3GPP、BBF、ATIS、IETF、OP-NFV、OpenStack等，未來相關組織將積極爭取NFV產業標準的主導權。而NFV研究類型以使用案例與概念驗證（Use Cases & PoCs）最多，其他則包含管理與協作（Management / Orchestration）、架構（Architecture）以及電信等級（Telco Grade）等，後續相關研究值得持續關注。

表 1 國際NFV相關研究活動

分類	研究活動內容	推動組織
管理與協作 (Management / Orchestration)	Intra-Operator/Domain	NFV ISG, TMF
使用案例與概念驗證 (Use Cases & PoCs)	NFV Infrastructure / Cloud	NFV ISG
	Network Applications (EPC, vCPE, ...)	NFV ISG, 3GPP, BBF
	Interoperability	NFV ISG
	Inter-provider (inter-domain)	ATIS
	SDN (in NFV)	NFV ISG, IETF, BBF
	Service Chaining/ Forwarding Graphs	NFV ISG, IETF, BBF
	Combined virtual & physical	NFV ISG
架構 (Architecture)	VNFM <-> NFVO	NFV ISG
	VIM / NFVI	NFV ISG, OP-NFV, OpenStack
電信等級 (Telco Grade)	Performance/Capacity	NFV ISG
	Reliability/Availability	NFV ISG
	Security	NFV ISG

4.3 未來NFV發展的驅動力與阻力

4.3.1 發展驅動力

因應未來網路環境變化以及客戶的不同需求，營運商面臨網路部署成本上升的壓力。因此，滿足營運商發展彈性網路、簡化維運以及加速創新等三項主要需求，將是促進NFV發展的最重要驅動力。根據科技媒體公司SDxCentral的調查，約有50%的業者認為彈性（Flexibility）與靈活性（Agility）是NFV最主要的驅動力，其次則為降低維運成本（23%）、加速產品上市時程（14%）以及降低成本（13%）。

由於市場上物聯網終端以及行動網路應用快速成長，營運商對於網路未來的擴充性存在不確定性因素。而透過NFV將能協助營運商解決流量規劃與預測、網路負載不足等問題，並且動態擴展新服務，使產品更快上市，降低一次性資本支出成本（CAPEX）與日常維運管理成本（OPEX），還有能減少能源損耗、改善運作效率與效能，以及更快導入新的服務與虛擬化網路。

4.3.2 發展阻力

首先，技術與整體生態系未成熟，是NFV發展初期最大的阻力與挑戰。網路營運商對於NFV充滿期待，但是NFV技術的成熟度仍存在不確定性，特別是未能達到電信等級的高標準要求。目前市場上缺少立即可用的整合性統包（turn-key）系統解決方案，MANO解決方案也未成熟，NFV產業生態還有很大的發展空間。而且跨設備商產品互通也會是一大挑戰，客戶在資源有限情況下，測試與認證將花費很大心力。此外，既有主導業者透過在開源軟體上加值，並與專用解決方案整合的策略，可提高客戶對於公司技術的使用黏著度。對於新的業者而言，則必須面對既有業者的嚴厲挑戰。

其次，與非NFV解決方案相較性能下降，且不易整合既有OSS/BSS和NFV解決方案。因為NFV使用產業標準硬體，可能降低性能的問題浮現，如何透過適當的Hypervisors和網路軟體技術，盡量減少網路性能下降的問題，例如延遲性與效能等，將

是一大挑戰。而未來進行實際大規模部署，導入NFV必須能與既有網路設備共存，尤其必須與既有管理系統，如運作支援系統和營運支援系統，以及IT協作（orchestration）系統等，兩者在整合上困難度高。

再者，初期效益不明顯，且企業對於NFV架構和最佳案例的認知不足。NFV在服務供應商網路虛擬化的效益還不明顯，目前還是使用專用硬體設備結合軟體的方式，去擴展規模和性能。而且現階段如何應用NFV技術擴展網路，其可靠度如何，也存在一些疑慮。由於處於市場發展初期，企業對於NFV的架構以及實際的應用領域不清楚，因此需要進行一般性的教育及推廣，提高企業的瞭解及採用意願。

5 · 結論

NFV與SDN已成為下一代網路發展方向，而NFV受電信商青睞的主因，在於其控管內部營運成本的迫切需求。NFV的目的在透過虛擬設備執行網路功能，藉由自動化以及擴充性，最終降低資本支出與維運管理成本。市場上眾多大型營運商已展示一些虛擬化功能及小規模部署，顯示NFV具備潛在商機。而NFV與SDN彼此獨立且具互補性，結合兩者將能發揮更大的綜效。除了Orchestration與Controller軟體扮演重要角色外，NFV的關鍵價值將會是VNF的應用軟體（application software），而安全的連線、標準化的介面以及處理效能（throughput）的提升等功能與問題，都是值得國內相關業者投入的方向。

未來NFV將影響全球網路生態、ICT產品發展及商業營運模式，透過開源軟體的形式以及由虛擬設備執行網路功能，將加速網路創新發展。網路環境也將持續朝向開放網路與軟硬體分散化（disaggregate）發展，營運商將由原本關注硬體轉為朝向軟體化發展。預期2016年起全球網路通訊的軟硬體產品規格、價格與業務模式等，都將因此受到影響，範圍包含網路通訊、伺服器以及軟體開發等領域，涵蓋網路晶片、品牌、ODM以及電信商等產業。建議國內網通廠商，可積極與電信業者和第三方軟體業者合作，發展NFV軟體與硬體整合方案，建立

在地的NFV示範驗證場域，帶動網路通訊產業轉型，創造新的商業契機。

尤其在開放網路生態聲勢持續擴大下，如何提供差異化的服務給既有客戶，是營運商最關注的議題。因此，透過擴展、深化SDN與NFV的網路試驗，藉由不斷與客戶討論與溝通，找出更明確、更易被市場接受的商業模式，並整合到既有基礎設施，將可提升產品的接受度、安全性和穩定性。

作者簡介

蘇明勇



現任職於工研院產經中心（IEK）電子與系統組通訊研究部研究員。曾於國內網路通訊公司服務多年。研究領域包含新一代寬頻通訊以及軟體定義網路、網路功能虛擬化、物聯網、智慧城市等產業研究。

[E-mail: alex.su@itri.org.tw](mailto:alex.su@itri.org.tw)