

出國報告（出國類別：實習）

# 學習 PTN 相關領域相關技術 之發展趨勢與應用

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：電機工程師 陳紀愷

派赴國家：美國

出國期間：102.10.16~102.10.24

報告日期：102.12.16



# 摘 要

職奉派於民國 102 年 10 月 16 日至民國 102 年 10 月 24 日為期 9 天(其中 3 天飛行往返路程,2 天週末假日,4 天學習)至美國加州聖荷西 Juniper Networks 及美國加州洛杉磯 Alcatel Lucent 兩家公司學習封包傳輸網路 PTN (Packet Transport Network) 相關領域,蒐集、瞭解相關技術之發展趨勢與應用,作為本公司次世代光傳輸通信系統規劃、設計與應用之參考,本報告將概述實習的課程內容,共分四個部分:前言、目的、課程內容介紹(過程)及心得與建議。

報告將著重於在兩家公司所學的課程內容:PTN (Packet Transport Network) 及 AFN (Application Fluency Network),兩大技術的核心 SDN(Software Defined Network),儘量以淺顯的文字闡述原意,最後加上筆者實習期間內的心得感想,期盼能對日後因公出國學習類似領域技術的同仁有所幫助。

# 目 次

壹、前言	1
貳、目的	1
參、課程內容介紹(過程)	2
肆、心得與建議	16

## 附圖

圖 1、2016 年網路趨勢	3
圖 2、虛擬網路的演化 3 階段	3
圖 3、協調層	6
圖 4、路由轉換	6
圖 5、MPLS 傳送	6
圖 6、MPLS-TP 傳送	7
圖 7、CONTRAIL - SDN PLATFORM	8
圖 8、Contrail Controller	9
圖 9、AFN(Application Fluency Network)4 大焦點	10
圖 10、Converged Campus Network 三特色	11
圖 11、網路 OSI 標準方法	14
圖 12、DATA CENTER SWITCHING 方法	15

## 附表

表 1、2012 與 2013IT 產業優先考量度比較表	13
------------------------------	----

## 壹、前言

「在學校學的最新技術，通常畢業後都已經過時了」，這句話說明了科技的發展日新月異，根據今年 Google 統計指出，台灣人使用智慧型手機普及率已由 32% 提升為 51%，隨處上網不再是天方夜譚，人們對網路的依賴也日趨增加，以往網路的階層架構為 ISO 定義出的 OSI 模型七層，在此架構中網路層(Network Layer)及傳輸層 (Transport Layer)中的路由(Routing)找尋最佳路徑或是流量控制(Flow Control)點對點傳輸協調兩方的傳送速度反而往往限制住傳輸速度，以致造成 A 機房的資料要備份到 B 機房可能要花上幾天，曠日廢時，極不經濟；新的 SDN (Software-defined networking) 技術即是以全新的架構，提高頻寬使用率以加快傳輸速度，降低需用時間，節省成本，像是 Google 公司的使用後頻寬使用率從原本的 35% 大幅躍升到 95%，其中 SDN (Software-defined networking) 即是 PTN(Packet Transport Network) 與 AFN (Application Fluency Network) 主要核心概念，也即是本次赴美實習的主題。

## 貳、目的

現今網路仍以 SONET/SDH(同步光網路 Synchronous Optical Networking / 同步數位階層 Synchronous Digital Hierarchy)為主，前者應用於美國及加拿大，後者應用在前者之外的世界上其他國家，台灣亦以 SDH 為主，SDH 由分時多工 (Time-division multiplexing, TDM) 之服務技術，隨著技術的發展，SDH 從傳統的語音傳輸，擴展到視訊、數據等傳輸運用，進而慢慢演變為多業務傳送平臺 (Multi-Service Transport Platform, MSTP)，而這個進展也就稱為次世代同步數位階

層 (Next Generation Synchronous Digital Hierarchy, NGSDH) , 也是目前台電正在進行中的工程案, NGSDH 可應用分組的技術處理多重業務, 以及保有 OAM(Operations, Administration, and Maintenance, OAM) 及操作、管理與維護, 然而 NGSDH 優點很多, 但還是有進步改善的空間, 例如傳送速率, 所以封包傳輸網路 (Packet Transport Network, PTN) 就因此產生了, PTN 主要技術有兩個, 一個是 IETF/ITU-T 所定義出的多重通訊協定標籤交換-傳輸檔案(Multi-Protocol Label Switching-Transport Profile, MPLS-TP) , 另一個則是 IEEE 定義的(Provider Backbone Bridging Traffic Engineering, PBB-TE), 前者是我這次參訪兩間公司所選擇的方法, 故後者筆者不作解釋及翻譯, 以免混淆讀者。在未來幾年內可能將由 PTN 取代 NGSDH, 為此提早了解 PTN 的趨勢及應用, 即筆者本次赴美參訪實習的目的。

### 叁、課程內容介紹(過程)

Juniper Networks : 

第一家拜訪的為位於加州聖荷西 Juniper Networks 公司(往後簡寫為 JN 公司), JN 公司是一家網路通訊設備公司, 創立於 1996 年 2 月, 主要供應 IP 網路及資訊安全解決方案, 1999 年於 NASDAQ 上市, 員工近 1 萬人(去年截止為 9,400 人), 在台灣的分公司名為瞻博網路。

JN 公司由 CIO(資訊長, Chief Information Officer)介紹 IT 產業的未來趨勢及將面臨的挑戰, 即面對高速的最新產品帶來的高額成本如

何降低和迎合雲端網路設備之機靈性(agility)需求，雲端設備私有雲的成長幅度日益提升及雲端應用軟體營收年複合成長率大幅度的增長19%(預估約 545 億商機)，面對這塊大餅，眾家廠商無不磨刀霍霍、絞盡腦汁、無所不用其極想去佔有最大的一塊，預計於 2016 年(圖 1)，71%以上的網路將使用虛擬伺服器連線，我們辦公桌上的電腦將慢慢的被淘汰掉。

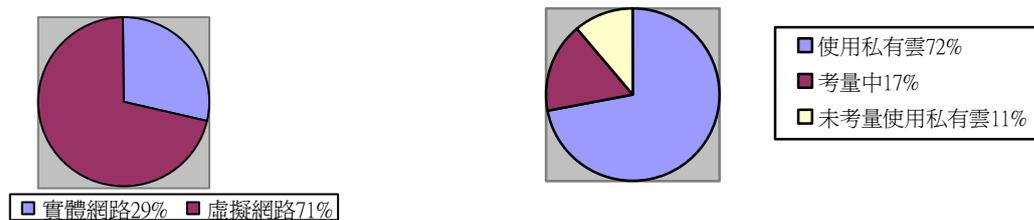


圖 1、2016 年網路趨勢

虛擬網路的演化(圖 2)可大略分作 VLAN APPROACH → OPEN FLOW REACTIVE APPROACH → PROACTIVE APPROACH 三個階段：

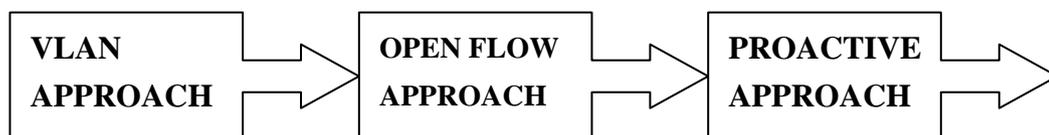


圖 2、虛擬網路的演化 3 階段

### 一、VLAN APPROACH(虛擬區域網路法):

特性為：

1. Static 靜態
2. Manual End-to-end 手動的點對點
3. Complex 複雜
4. Tenant states maintained in physical network 承租者仍須透過實體網路

## 二、OPEN FLOW APPROACH(開放流法):

特性為：

1. Limited scalability 有限制性的規模
2. Hard to manage 較難管理，畢竟開放源法還是新的，沒有完全統一的規範
3. Impact to performance 舊有的平台不見得相容
4. Still requires tenant states maintained in physical network 承租者仍須透過實體網路

## 三、PROACTIVE APPROACH(主動法):

特性為：

1. Cloud -ready agility 已有成熟的雲端便利性
2. Unlimited scalability 不受限的規模
3. Open, standard-based 基於一個訂定出來標準的開放源(open source)
4. No impact to physical network 不會受實體網路的限制

由上述可知未來將著重於：

1. 動態私有雲
2. 虛擬網路的進展
3. 如何打破硬體的架構框

要如何達到呢？亦即用 SDN 這個新的概念、新的解決方案，也導入本次出訪的主題 - PTN (Packet Transport Network)。JN 公司的 PTN 採 MPLS 技術，故對 MPLS 技術作了詳細的介紹，詳細如下：

## MPLS(Multi-Protocol Label Switching, 多重協定標籤轉換 ):

由 IETF 所發展出來的網路標準。其目的是要提供一個更具彈性、擴充性及效率更高的 IP 層交換技術，換句話說 MPLS 運用於舊有 ISO 定義的 OSI(Open Systems Interconnection)網路七層架構的網路層(Network Layer)及傳輸層 (Transport Layer)，對於這個特別的層現在學者也賦予一個新的名詞叫作協調層 (Orchestration Layer)(圖 3)，其作用為因應用戶的應用需求同時控制網絡。MPLS 是一種整合了標籤交換架構與網路層的路由機制的技術，最基本的概念是將進入 MPLS 網路的封包(Packet)配置一個固定長度的標籤(Label)，在 MPLS 網路中封包會根據標籤做轉送(Forwarding)，由標籤來決定封包在網路上的路徑，不會再看 Layer 3 的 IP Header(標頭)。這跟舊有的 IP 轉換有什麼不同呢？在由路由器轉換的 IP 觀念內，是以所謂的儲存且轉送(Store and Forward)的程序來做封包路由的選擇及轉送，所以當路由器收到一個封包時，會先儲存封包、分析路由、轉送封包到下一個適當的路由器，而當此路由器又收到下一個封包要傳送到相同的目的地時，它必須重覆執行相同的程序(儲存 storing、分析 analysis、轉送 forwarding)(圖 4)，這樣是很沒有效率的而且會耗用路由器大量的 CPU 處理能力及記憶體空間，此外，傳統的路由器是以軟體的處理方式轉送 IP 封包，而 MPLS 的技術則是引用與非同步傳輸模式(asynchronous transfer mode, ATM)類似的標籤交換(Label Switching)技術(圖 5)，簡化了路由器的轉送功能直接利用 Switching Fabric 以線上速度(Line Speed)來轉送封包(Packet)到達目的地。這樣一來節省下大量的時間。

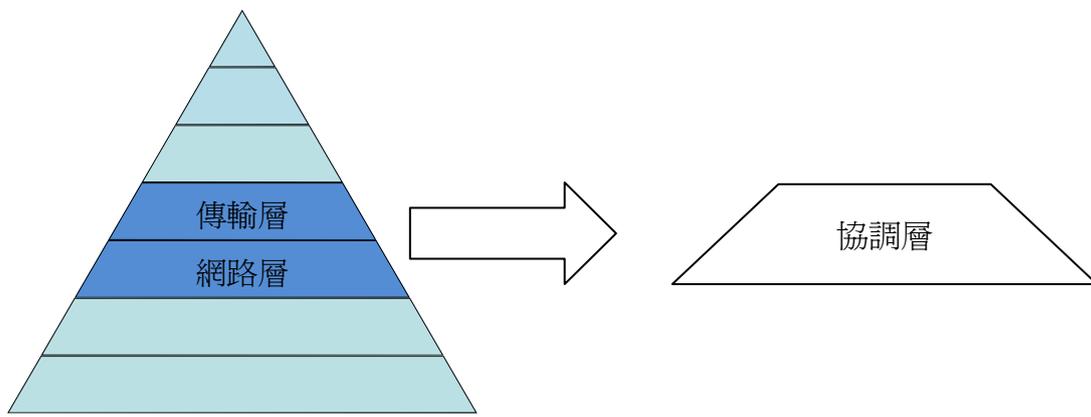


圖 3、協調層：MPLS 將舊有 ISO 定義的網路七層架構的 3、4 層，改成協調層的新架構

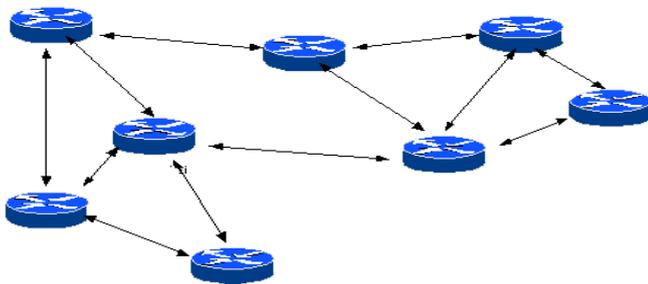


圖 4、路由轉換：是對照每個路由器內的 routing table 後，再儲存、分析、轉送決定傳送方向

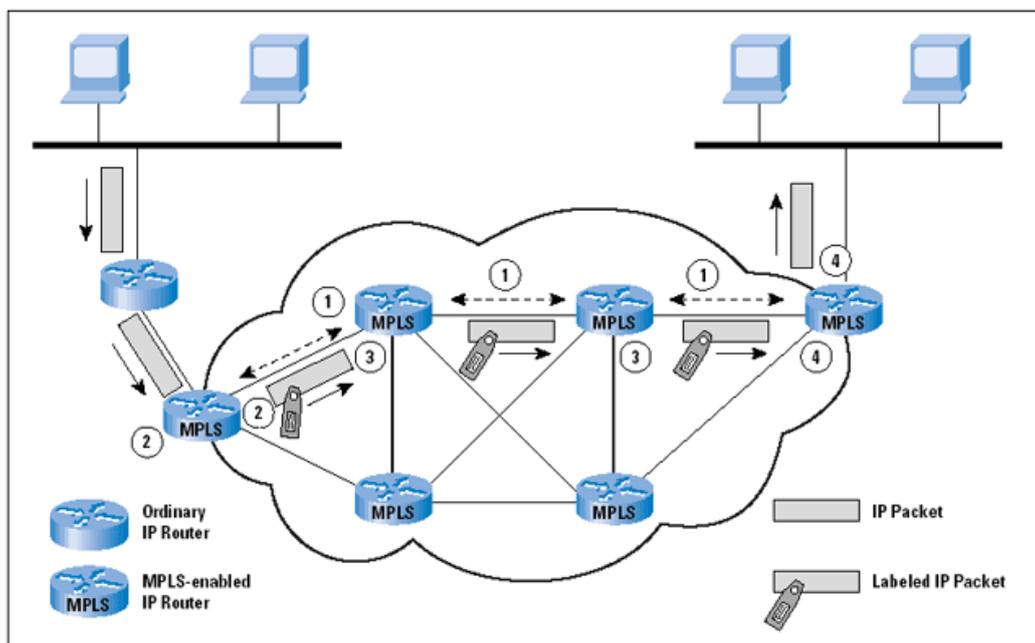


圖 5、MPLS 傳送：不用一個一個慢慢對照，直接對完標籤就找到最佳路徑去傳送

## MPLS-TP (Multi-Protocol Label Switching -Transport Profile) :

MPLS—TP 又是什麼？有人說是 MPLS 的改版，簡單說明如下：

一、他不支援 MPLS 支援的 Connectionless Network Protocol，也就是傳輸資料仍需有實體電路，但他改用假線模擬端對端(PWE3, Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge)技術提供了對原有電路型服務的後向兼容性，使得在滿足數據業務需求的同時，還可以支持傳統的電路型業務。

二、他的傳輸方法為用分組傳送網的另一個，基於傳送平面的保護技術有路徑保護、環網保護。故能夠實現與 SDH 相同的 <50 ms 的保護效果可靠性。

三、增加了如協議加密、用戶接入認證、數據庫加密、防病毒、防 DDoS 攻擊等多種提高安全性的功能。最大程度上保障了系統的安全性。

四、加入了 SDH 有的 OAM(Operations, administration and management) 特性，徹底強化操作、執行與管理功能。

下方的圖 6 顯示為 MPLS-TP 的概念架構：

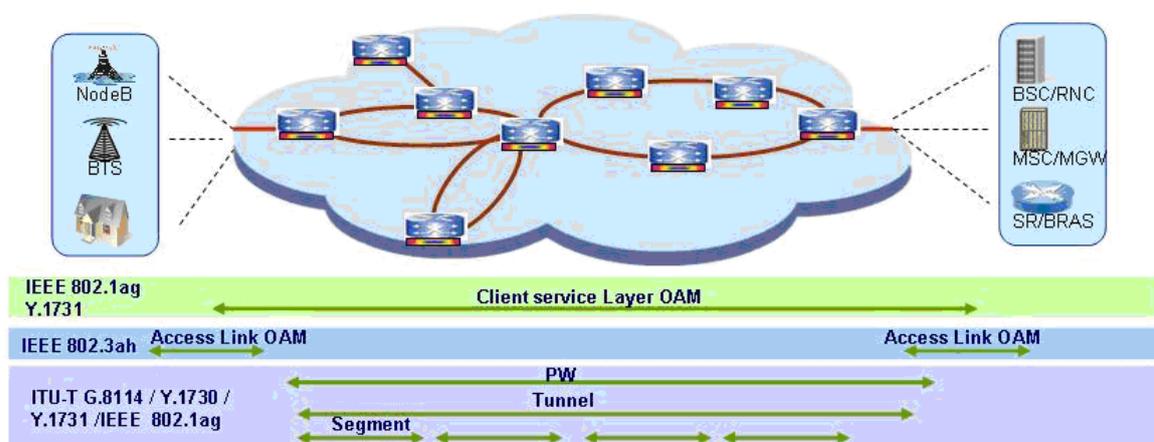


圖 6、MPLS-TP 傳送：MPLS-TP 導入了假線傳輸與 OAM 的概念，強化 MPLS。

所以，結論就是可列一個公式來解說：

$$\text{MPLS-TP} = \text{MPLS} + \text{PWE3} + \text{OAM}$$

對於 SDN，JN 公司做了一個模組的架構，稱之為 CONTRAIL(圖 6)：

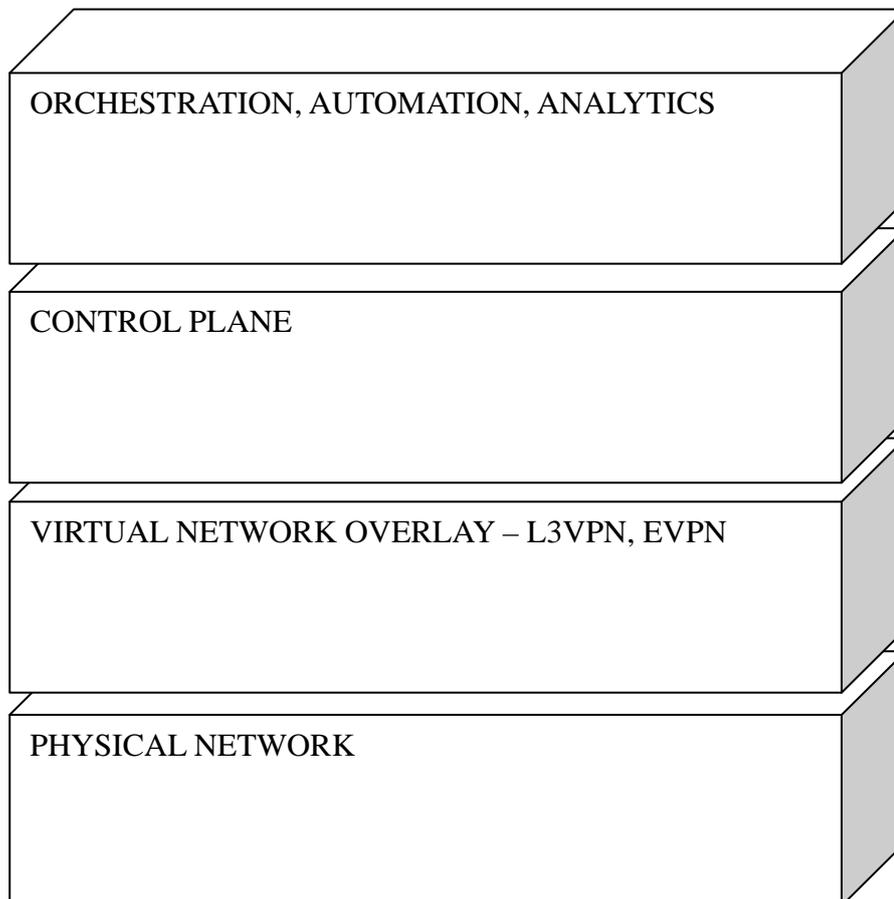


圖 7、CONTRAIL - SDN PLATFORM

### ORCHESTRATION, AUTOMATION, ANALYTICS

協調層，負責自動化與分析，包含開放式雲端平台，API and SDK 介面的運作，與較有名的 Puppet, Chef 等網管工具。

### CONTROL PLANE

架構上 CONTROL PLANE 即為這個架構的控制器(Contrail Controller)(圖 8)，他包含了指令(Configuration)、控制(Control)及分析(Analytics)。

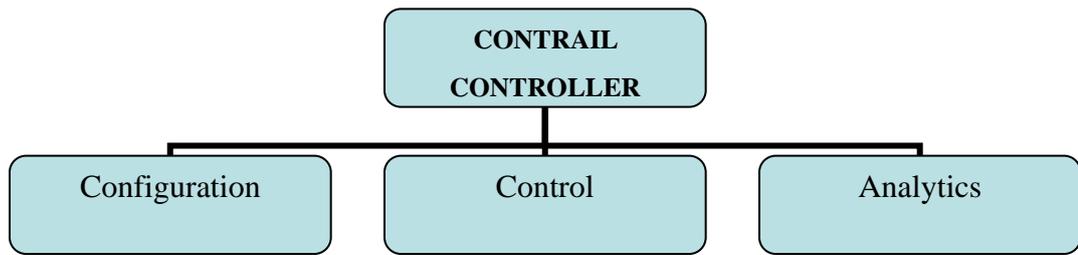


圖 8、Contrail Controller

指令(Configuration): 負責接收與整合協合層的請求，並把指令傳給下游的虛擬機器。

控制(Control): 負責與虛擬機器與網路元素間的配置與確實正常運行時間。

分析(Analytics): 即時(real-time)的分析引擎，負責收集與分析網路中各種元素。

#### VIRTUAL NETWORK OVERLAY - L3VPN, EVPN

例如在一家公司裡，藉由虛擬網路的，讓不同部門各自成立一個私有雲，並建構一個整個公司的私有公共雲達成不同部門在裡面的快速連接傳輸，此外即便其中一部門到達外部的公有雲，仍然可以私下跟公司私有公共雲內部的部門連繫。

#### PHYSICAL NETWORK

不分實體設備與虛擬設備 VM(Virtual Machine)都可以交互運作，另外供給不支援虛擬網路的設備介面使實體層仍持續的保持運作，。

使用 CONTRAIL 的好處：

1. 不受限於舊有 OSI 七層，改用協調層。
2. 即時分析，提供更快速的服務。
3. 運用 SDN，使得可編輯能力佳。
4. 透過雲端作業使交互運作性佳。
5. 使用虛擬網路，更加便利。

最後就是推銷 JN 公司的 PTN 相關產品(PTX 系列)在，以不同的買家需求作應用範例，及問答與複習。

## Alcatel Lucent :

第二家拜訪的為位於加州洛杉磯的 Alcatel Lucent 公司(往後簡寫為 AL 公司)，AL 公司是一家提供電信軟硬體設備及服務的跨國公司，總部設於法國巴黎。是由美國朗訊科技以及法國阿爾卡特於 2006 年 12 月 1 日起正式合併而成的，員工至去年截止為 72,344 人，在台灣的分公司名為台灣國際標準電子股份有限公司。

一開始由加州分部的總經理 Stephane Robineau 先生介紹 AL 公司未來的網路策略，各種比較的圖表來顯示他們的公司是頗具競爭能力及在 IT 界位於前段班的地位。

對於 AFN(Application Fluency Network)他提出了環環相扣的四大焦點(Focus)(圖 9):

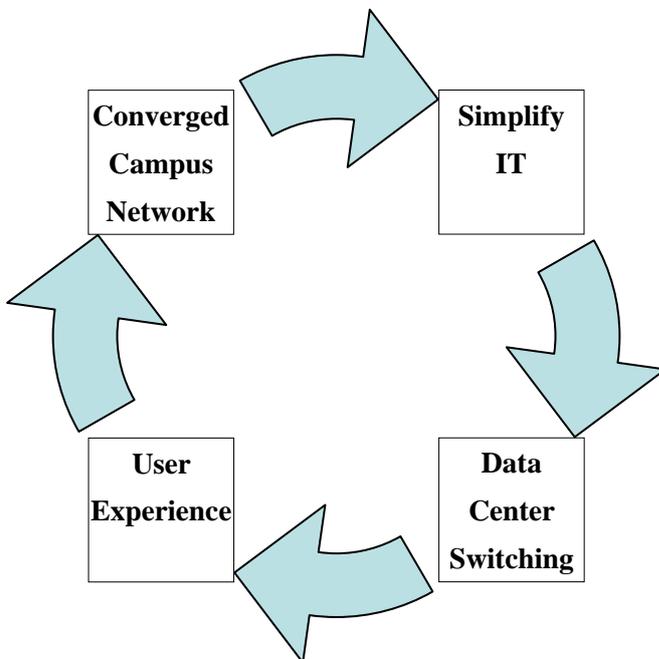


圖 9、AFN(Application Fluency Network)4 大焦點

1. Converged Campus Network 整合校園網路
2. Simplify IT 簡化資訊科技
3. Data Center Switching 資料中心轉換
4. User Experience 提升客戶體驗

接著以 AL 公司的產品作範例，如何實現這個環狀結構的大概念。由於資訊很多，總經理沒辦法很詳細的介紹，所以後面幾堂課就由法國籍業務經理 Jean-Luc Ronarch（主講 Converged Solution 等前半段課程）、印度籍業務經理 Khurram Khawaja（主講 Data Center Switching 等後半段課程）、拉丁美洲籍專業工程師 Don Yoon（介紹實體設備）的業務經理輪番上陣作更深一步介紹。

**Converged Campus Network:**

主要特色(圖 10)有三

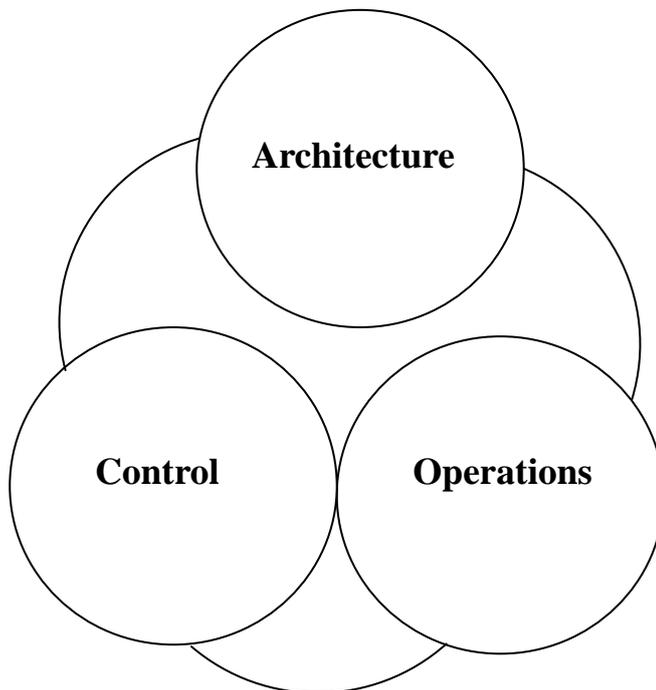


圖 10、Converged Campus Network 三特色

### 1. Architecture（靈活的架構）

以雲端的概念，簡化傳輸的複雜度，並且加入一些網路安全的措施。

## 2. Control (自動化控制)

以動態智能的平台去調整，達到高效能不斷訊的傳輸。

## 3. Operations (VM SLA 的自動化保證)

對於 VM 採用 SLA( Service Level Agreement，服務層級協議，係指服務供應商與客戶之間就服務品質、服務水準以及效能等訂定的協議或契約)，客製化的量身訂作。

### **Simplify IT:**

1. 統計並保留熱門的 APP，保持簡潔的操作環境界面。
2. 提供更好的操作環境介面去連接熱門平台如 Facebook, Youtube 等。

### **Data Center Switching:**

其特點為：

1. Programmable, Automated
2. Application fluency
3. Global control view
4. Lower TCO (總體擁有成本 Total Cost of Ownership)

後面將有專門較深入的課程作介紹，這邊暫不作解釋。

### **User Experience :**

亦即為量身訂製的客服並從客戶的意見中做改善與優化。

### **DATA CENTER SWITCHING SOLUTION:**

AL 公司對於 DATA CENTER SWITCHING 這一區塊又做了更深一層的教學，亦即 AFN 這技術核心，本課程的主講人是業務經理 Khurram Khawaja(簡稱 KK 先生)，濃厚的印度口音筆者聽的有些吃力，不過在投影機的幫忙下，用上下段去猜測還勉強跟得上。

首先, KK 先生對 2012 年與 2013 年的 IT 產業優先考量度做了個比較, 表如下所示 :

表 1、2012 與 2013IT 產業優先考量度比較表

優先度	2012 年排名	2013 年排名
降低 IT/業務成本	1	1
提升客戶體驗	2	5
提高員工工作效率	2	6
改善業務重組	3	2
增加網路/通訊投資	4	首次未入榜
提高業務持續性	5	3
實施雲端計算	6	4
增加虛擬化使用率	7	8

由上表可知 cost down 仍然是企業首選, 與其無限增加對網路和通信設備上的投資, 提高業務持續性應更加的重要, 所以 AL 公司開發了 DATA CENTER SWITCHING, 不能照表面翻譯是資料中心轉換, 這樣會如筆者一開始誤以為是資料庫之類的切換。

接著 KK 先生對 DATA CENTER SWITCHING 四大特點作再進一步的解釋 :

#### 1. Programmable, Automated

讓網路可因程式編輯, 自動運作, 舉例來說 A 機台做的是輸供電, B 機台是, 今天只要一個指令, 就可以讓 A 機台做售配電, B 機台做輸供電, 如用網路 OSI 標準方法(圖 11), 這樣可能讓程式跑數十小時, 直接像是換腦的作業但不是真的搬動設備, 並且由設備自動判定, 現在他要扮演的是什麼角色, 這樣節省極大量的時間。他們稱此方法為 VMM(Virtual Machine Manager), 採用的是 HYPERVISOR 的硬體法, HYPERVISOR 其實是雲端作業的一種方向概念, 意指用虛擬平台去操作虛擬機器(VM, Virtual Machine)

執行不同的指令動作，另外可分為運作在只硬體上的 Type1，優點是效能、可用性、安全性較高與只運作在軟體上較慢可是方便、相容性較高的 Type2。就這次參訪的兩間公司，皆用 Type1 的硬體法。

## 2. Application fluency

即為他們公司特有的命名 AFN (Application Fluency Network)，簡單來說也是 SDN (Software Defined Network)。

## 3. Global control view

即為使用行動式手機，不需要在機房透過雲端也可以操作。

## 4. Lower TCO (總體擁有成本 Total Cost of Ownership)

上述都達到了，即可以節省大量的成本。

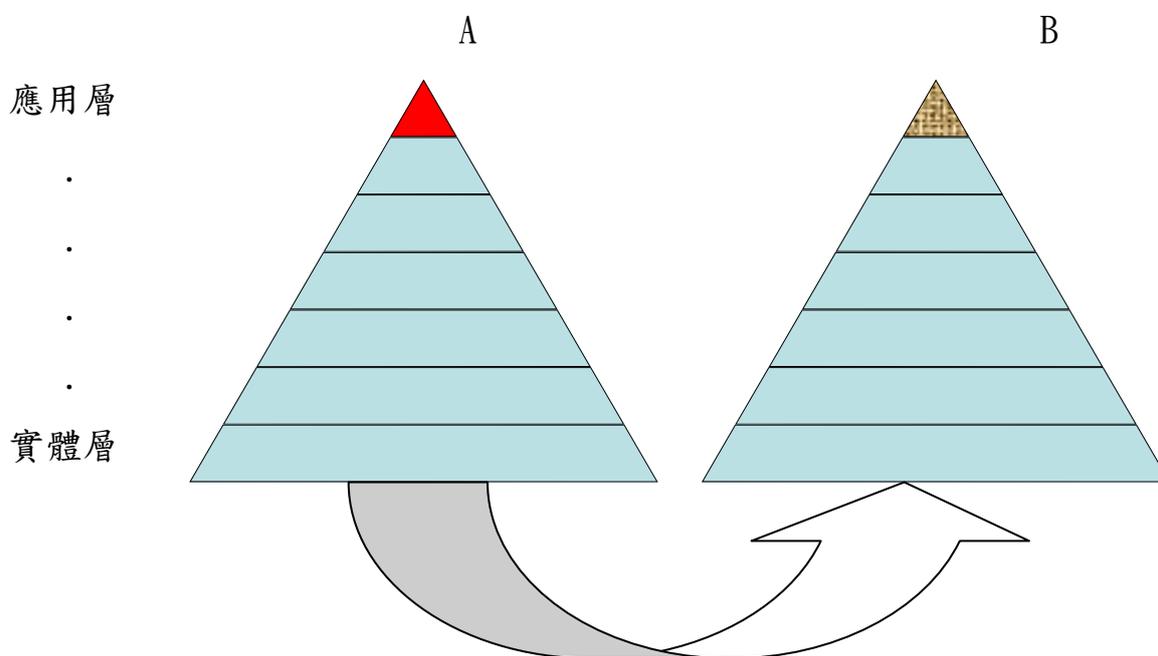


圖 11、網路 OSI 標準方法：A 端下令程序指令由上而下，再從 B 端接收由下而上，大資料進行轉換時，會耗費很長的時間。

有了 DATA CENTER SWITCHING 方法(圖 12)，只要點幾下滑鼠即可

1. 打開 VMM 作業系統
2. 選擇所要作業的應用程式安裝在其上
3. 自動套用，其下方的 VM 也隨之運作
4. 往後選擇記憶，可以使其自動化去分析運作

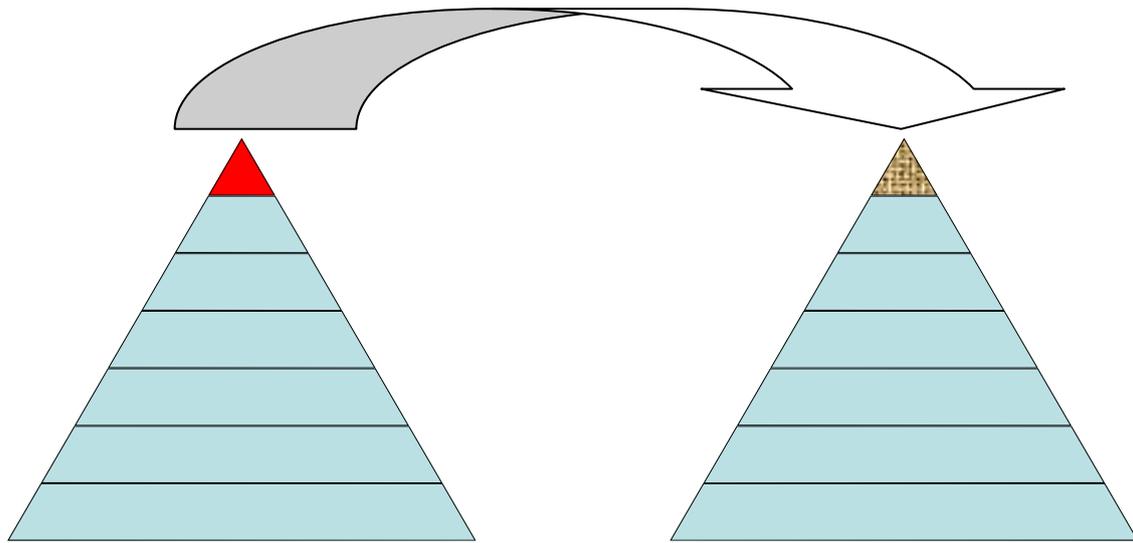


圖 12、DATA CENTER SWITCHING 方法：藉由 VMM 系統，B 可以從事 A 的工作，不用再搬移備份，甚至要加上 CDE 等功能也行

所以 Data Center Switching 這個概念換的不是資料庫，而是用應用程式換了 VM 的腦袋，省時省力，所以你可以將一個或多個不同的應用程式安裝到一個 VM 上，用簡單的方法和極少的時間達成目標。

最後參訪了幾間研究室，不得不說，越高速的設備越需要極大的冷卻功能，所以在風扇極高速的運轉下，沒有專門的隔音空間待在裡面沒多久聽力可能會受損，所以未來如有採購這類設備也應將隔音問題列入考慮。

## 肆、心得與建議

心得：

這次出訪的兩家公司皆以超越市占率逾70%之網通設備霸主Cisco為目標、以Cisco公司作基準進行彼此比較，SDN是個新的思維，震撼整個IT業界，打破ISO標準的OSI的網路七層概念，SDN是2008年末提出的概念，大約2010年才漸漸的有美國等大公司推出，使用的好處就是一切都變簡單了，不需專業網管人員監控，快速運作、切換與管理。高便利性相對的也需要通信設備較高的門檻，由於尚未推展普及，以致於新的SDN設備造價不菲，台灣正處於企業虛擬網路極未成熟的狀態，SDN需要成熟的高度虛擬化網路再以100Gbps乙太網速傳輸，現階段本公司以NGSDH 10Gbps構建，仍舊以實體網路運作為主，鑒於SDN仍處於發展階段，尚未普及，應待產業成熟後再考慮引入使用。

建議：

持續追蹤SDN的發展及不定期派員赴外國學習相關應用，SDN勢必是下個世紀網路趨勢之一，另外未來採購新設備可考量Line Rate的重要性，所謂Line Rate就是在因應不同的功率、頻寬需求下，資料的效率仍必須達到一直線的100%，即為實際傳輸率(data rate)保持在最大值，這是大多廠商「號稱」保證的，但在現有設備下，傳輸效率偏低(如先前所說，Google未使用SDN前頻寬使用率才達35%)，會不會無形下造成額外龐大的隱形開銷呢？把每年多的開銷省下來換更好傳輸效率的設備，長遠下來，說不定會更能節省花費，也大幅提升公司傳輸效率。舉例一個舊有的設備要3億，傳輸率25%，每年需消耗4單位年電費，一個新的設備要價5億，傳輸率50%，每年需消耗2單位年電費，跟前者相比每年可減少2單位年電費與更快的傳輸效率，長期下來，後者可能將對公司帶來更有利的效果。