

網路虛擬化架構之研究

Network Virtualization: Architecture and Initial Prototype

Professor Chu-Sing Yang

Electrical Engineering Department of National Cheng Kung University

Outline

- 為何需要網路虛擬化?
- 何謂網路虛擬化?
- 建置於 TANet / TWAREN 上的虛擬化網路實例
 - L3 Tunnel: Capsulator
 - Testbed@TWISC Cross-Site Experiment Network
- 目前已建置之虛擬化網路測試平台
 - Taiwan Integrated Research Network
 - IGENI Network Testbed (TW-USA)
- Q&A

為何需要網路虛擬化 1/2

- 對於網路的研究學者在從事網路相關議題的研究或是新功能的研發上，普遍遭遇的困難在於測試環境的建立，以及如何模擬真實世界中的流量特性來測試所發展的系統或演算法。
- 現今網路研究大多是採系統模擬或是以Benchmark的方式來評估其效能，以現今網路的複雜度與應用的多元化來看，這些模擬結果有多少能反應真實狀況，一直是備受質疑的問題。

為何需要網路虛擬化 2/2

- NCHC 在 2003 年規劃 TWAREN 研究網路時，曾經利用建置的光網路規劃出獨立的實驗網路，提供教師、研究生、與研究人員進行新的網路協定測試
- 獨立的網路不會影響或干擾正常網路的流量；但是相對的無法提供此協定與真實網路的互動及影響。
- 因此對於研究學者而言如何在工作網路(Production network)中提供實驗網路環境，以驗證新的網路協定或是新的應用程式/服務是亟需的需求。

何謂網路虛擬化

- 網路虛擬化能將研究中的系統，實際導入真實網路運作，並於此同時直接收集相關的資料，這樣的數據與結果除了實用性外還兼有極高的學術價值。
- 虛擬化的實驗網路是建置在現有之工作網路上，除能節省額外建置線路的成本，還具備可調整性和即時性，能建置專屬實驗環境和驗證新的想法。

網路處理設備三要素

- 虛擬化網路仍與實體網路一樣，須具備組成基本網路的三個要素：
- 處理資料傳輸部分的 Data Plane
- 處理控制信號與機制的 Control Plane
- 負責網路管理與政策性指導的 Management Plane

建置虛擬化網路可能遇到的問題

- 須在不增加實體線路的前提下切割出虛擬網路
- 虛擬化的網路不能影響到一般網路的使用
- 位於各校實驗室內部的網路為 L2 環境，校園網路為 L3 環境，隨著要連接的單位越多，不同 Layer 的網路會增加建置的困難度

Outline

- 為何需要網路虛擬化?
- 何謂網路虛擬化?
- 建置於 TANet / TWAREN 上的虛擬化網路實例
 - L3 Tunnel: Capsulator
 - Testbed@TWISC Cross-Site Experiment Network
- 目前已建置之虛擬化網路測試平台
 - Taiwan Integrated Research Network
 - IGENI Network Testbed (TW-USA)
- Q&A

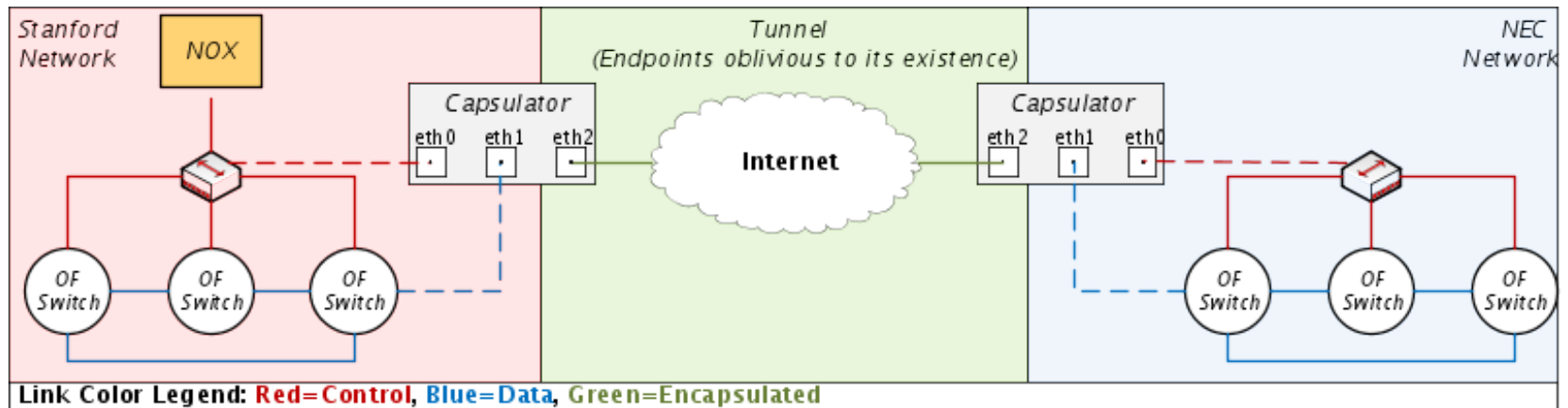
使用 Capsulator

建立 TANet 上的 L3 Tunnel

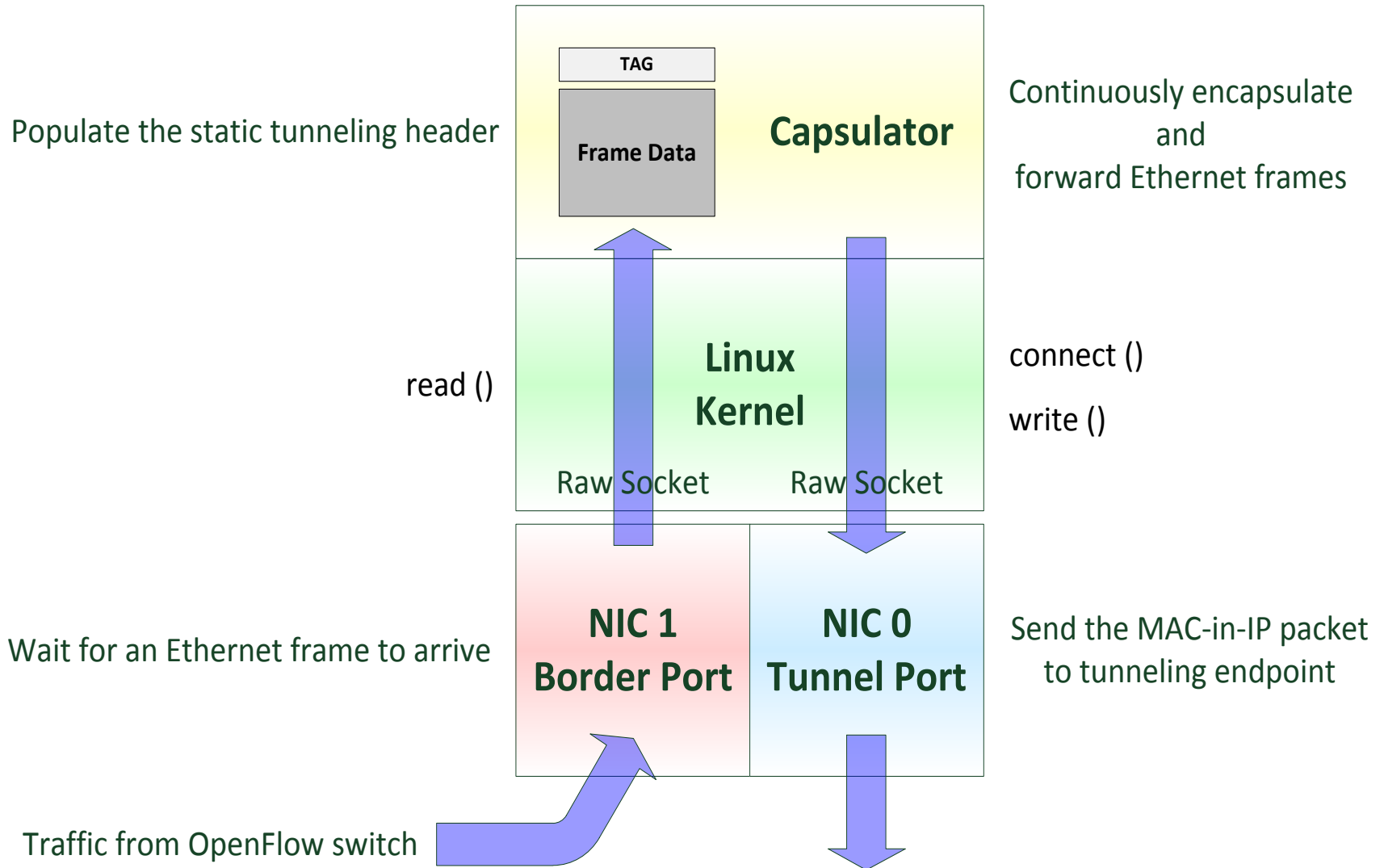
- Capsulator 可建立 LAN 與 LAN 之間的聯繫，讓封包能以 MAC-in-IP tunnel 的方式傳送
- 對於不同學校間的實驗室，可藉此將實驗室內部的區域網路跨越 L3 環境的限制形成一個 Big LAN 環境
- Capsulator 具有兩種 PORT，分別接到 WAN 和 LAN 端將收到 / 欲送出封包進行封裝和解封裝：
 - **Border Port:** connect to the local network
 - **Tunnel Port:** communicate with other Capsulators

How it Works

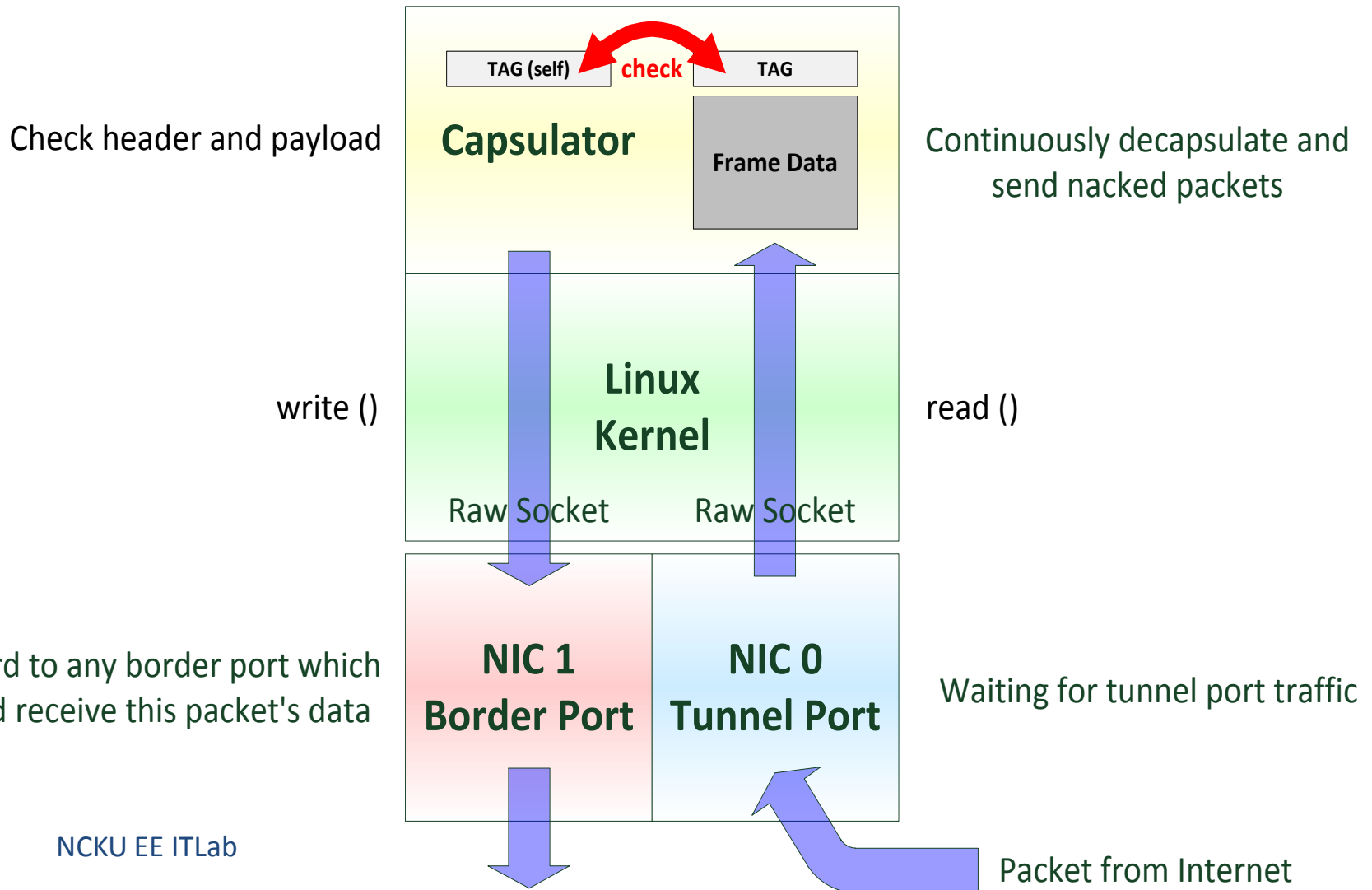
- Typically, the capsulator can be used to interconnecting two local area networks cross Internet.



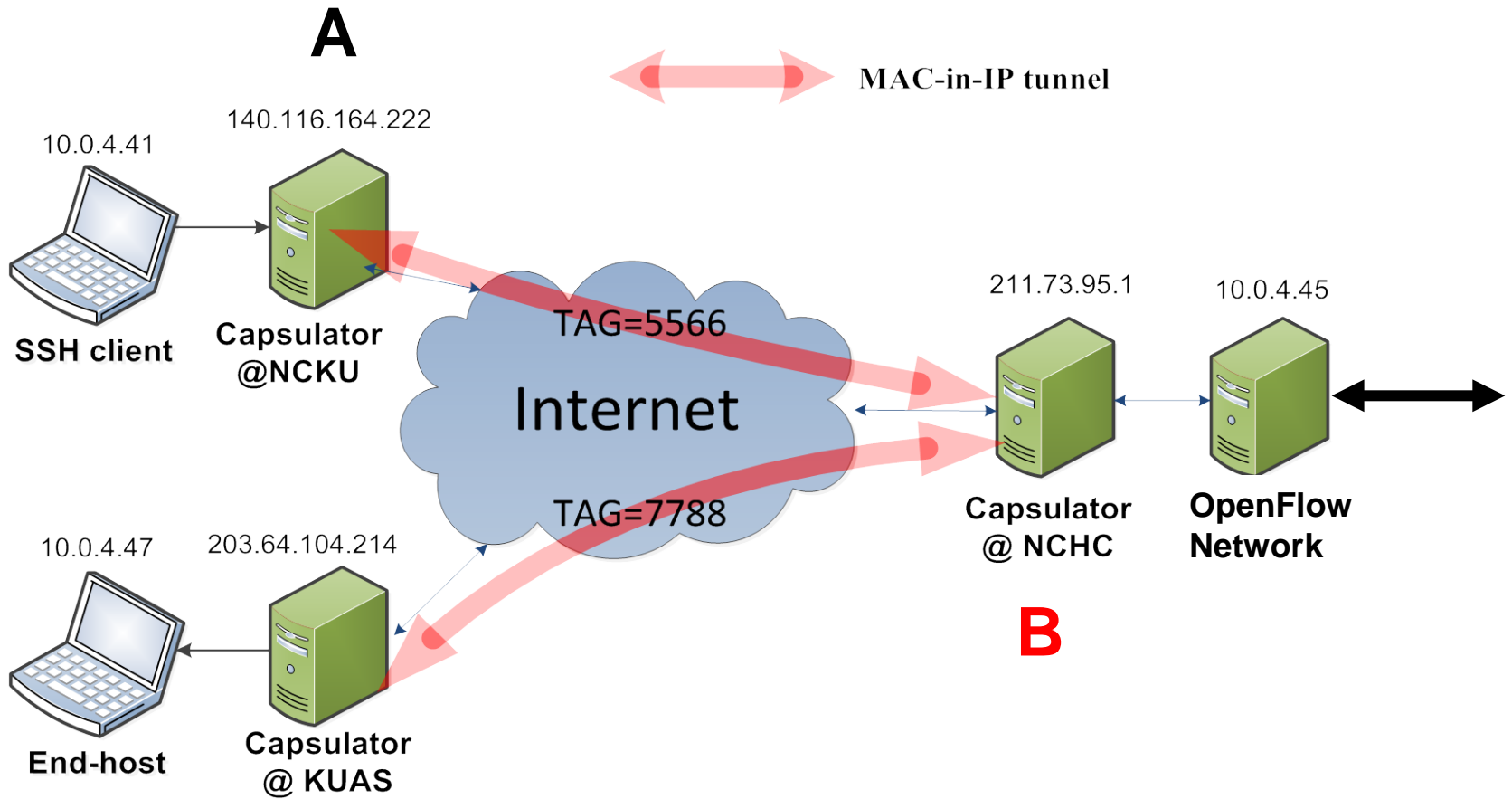
Encapsulation



Decapsulation



實作情境



Problem: Forwarding??!!

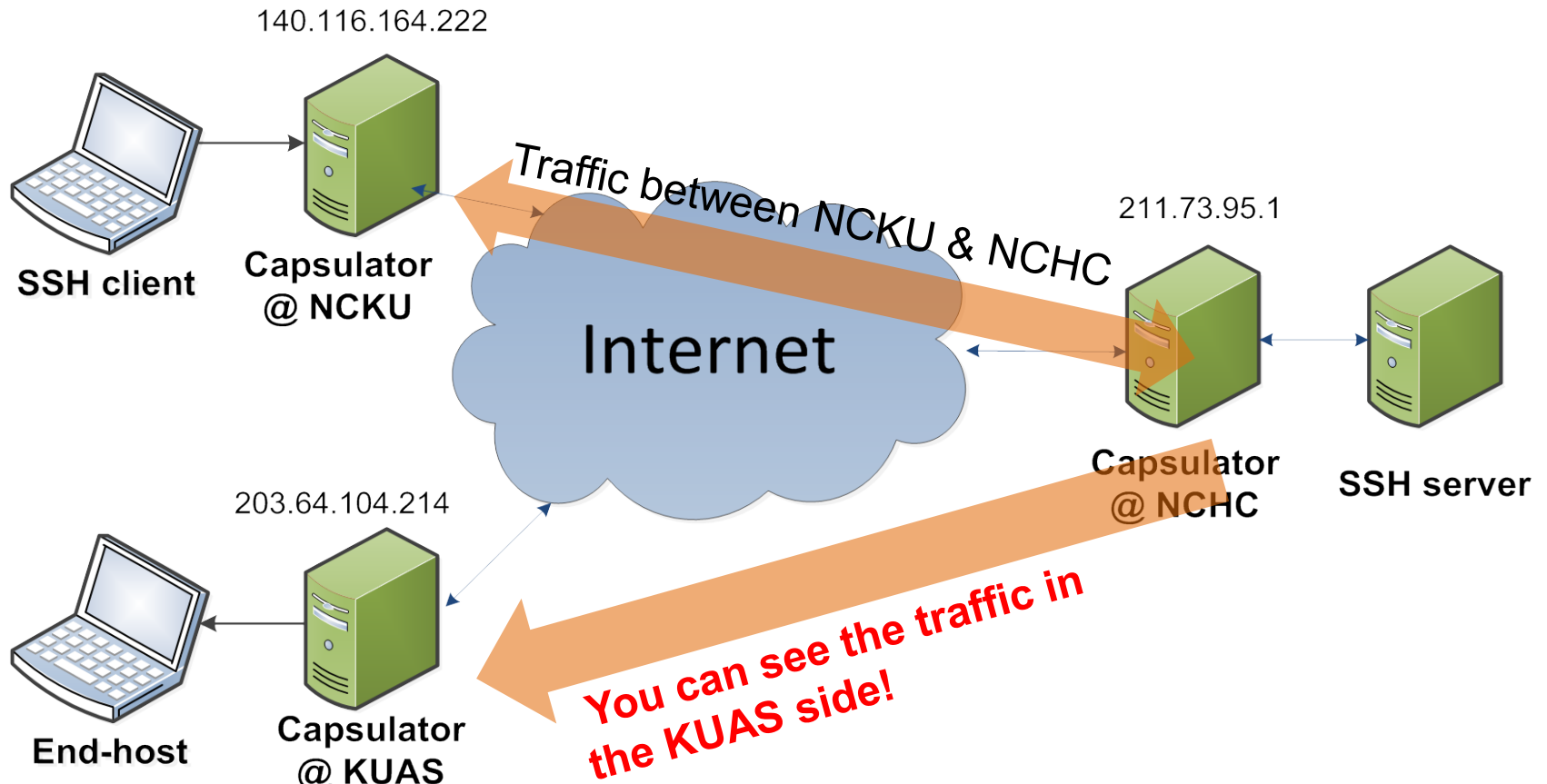
- We can ping a host at C from a host at A! Why?
- Capsulator B changes the tag and forwards it to another Capsulator.

Capsulator	Time	Source	Destination	Protocol	Info
A→B	68 8.913412	140.116.164.245	140.116.177.222	IP	Unknown (0xf5) Data: 000000F5001F1623CB765CFF350C5FB108004500003C250B...
B→C	69 8.913605	140.116.177.222	140.116.164.246	IP	Unknown (0xf5) Data: 000000F6001F1623CB765CFF350C5FB108004500003C250B...
C→B	70 8.914212	140.116.164.246	140.116.177.222	IP	Unknown (0xf5) Data: 000000F65CFF350C5FB1001F1623CB7608004500003C2F3D...
B→A	71 8.915509	140.116.177.222	140.116.164.245	IP	Unknown (0xf5) Data: 000000F55CFF350C5FB1001F1623CB7608004500003C2F3D...

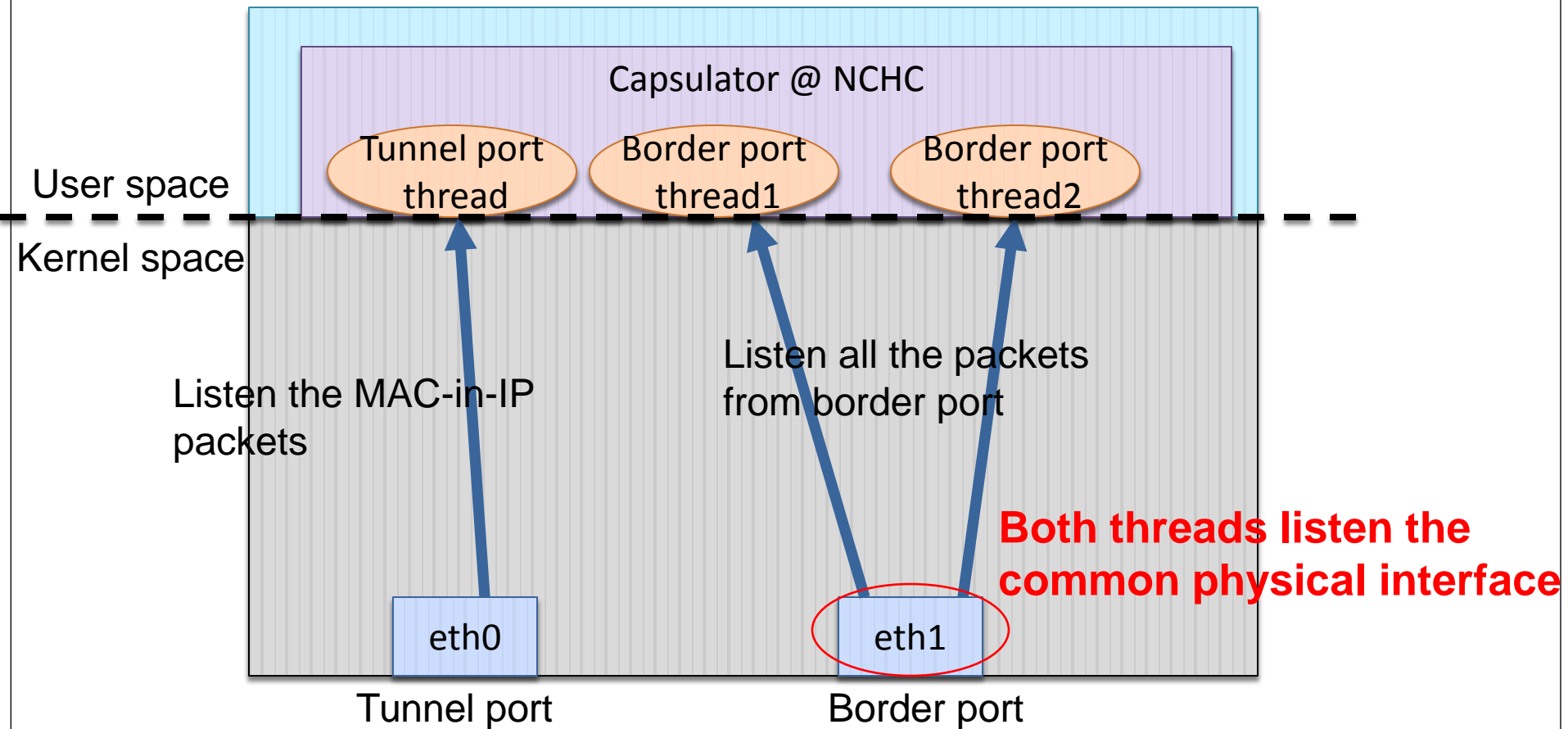
Packet Format:

[MAC][IP][tag][MAC-in-IP payload]

Traffic Isolation Problem

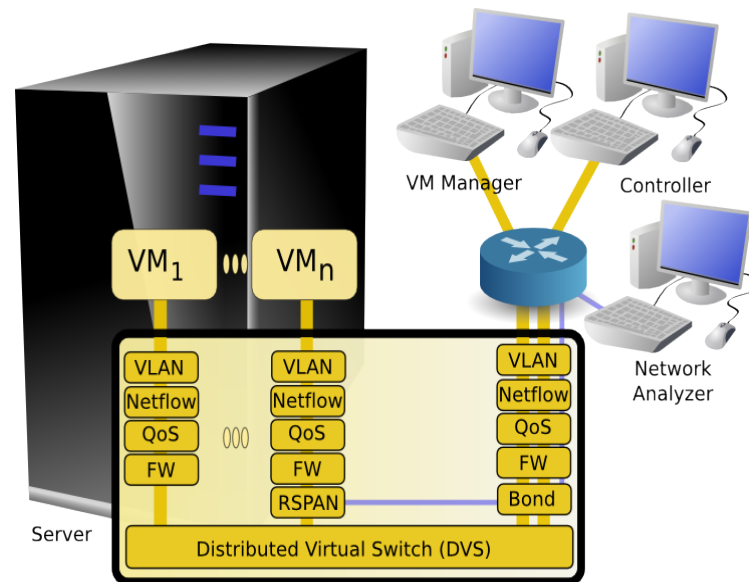


The Problem comes from..

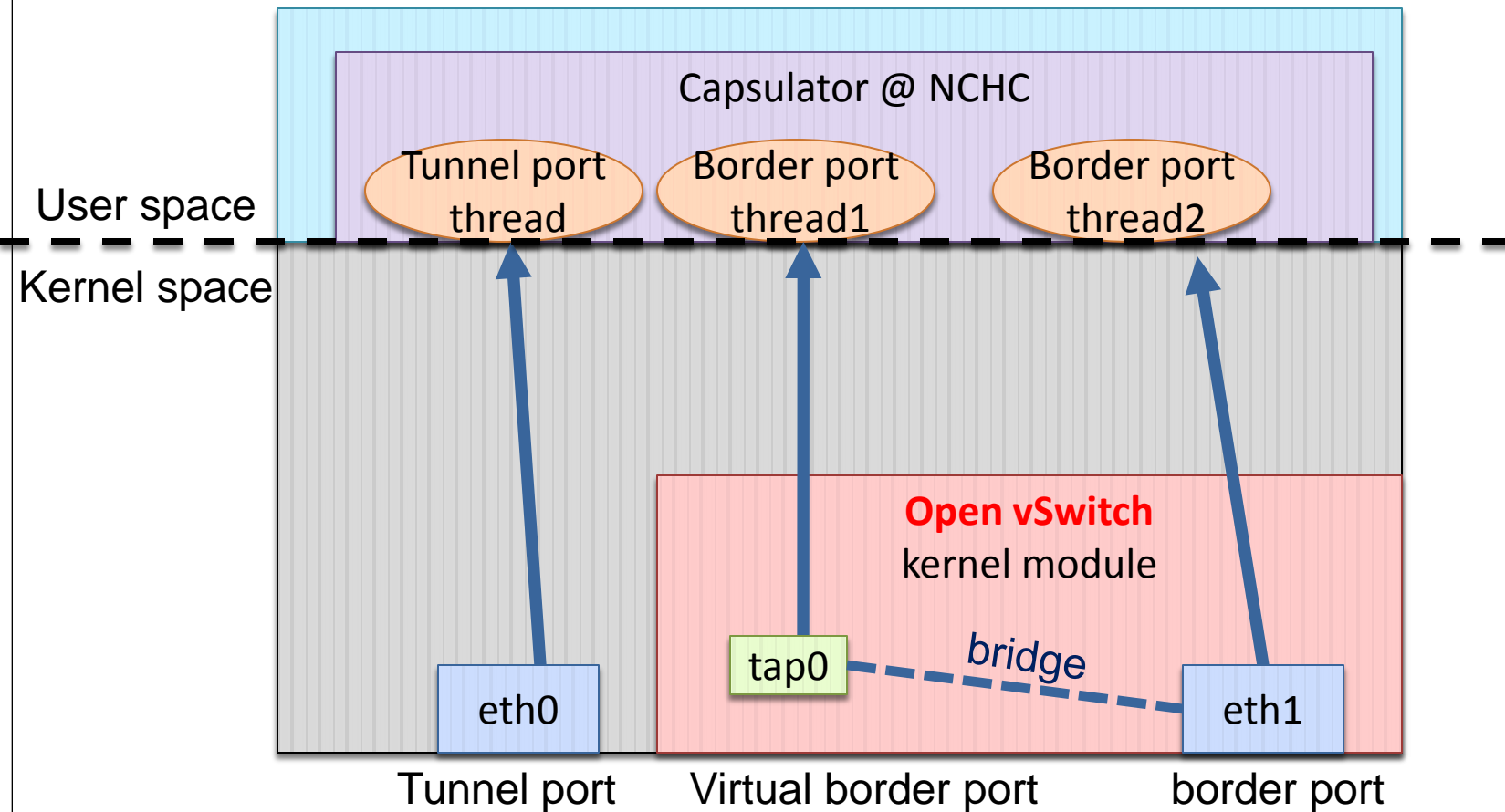


Possible Solution: Using Open vSwitch

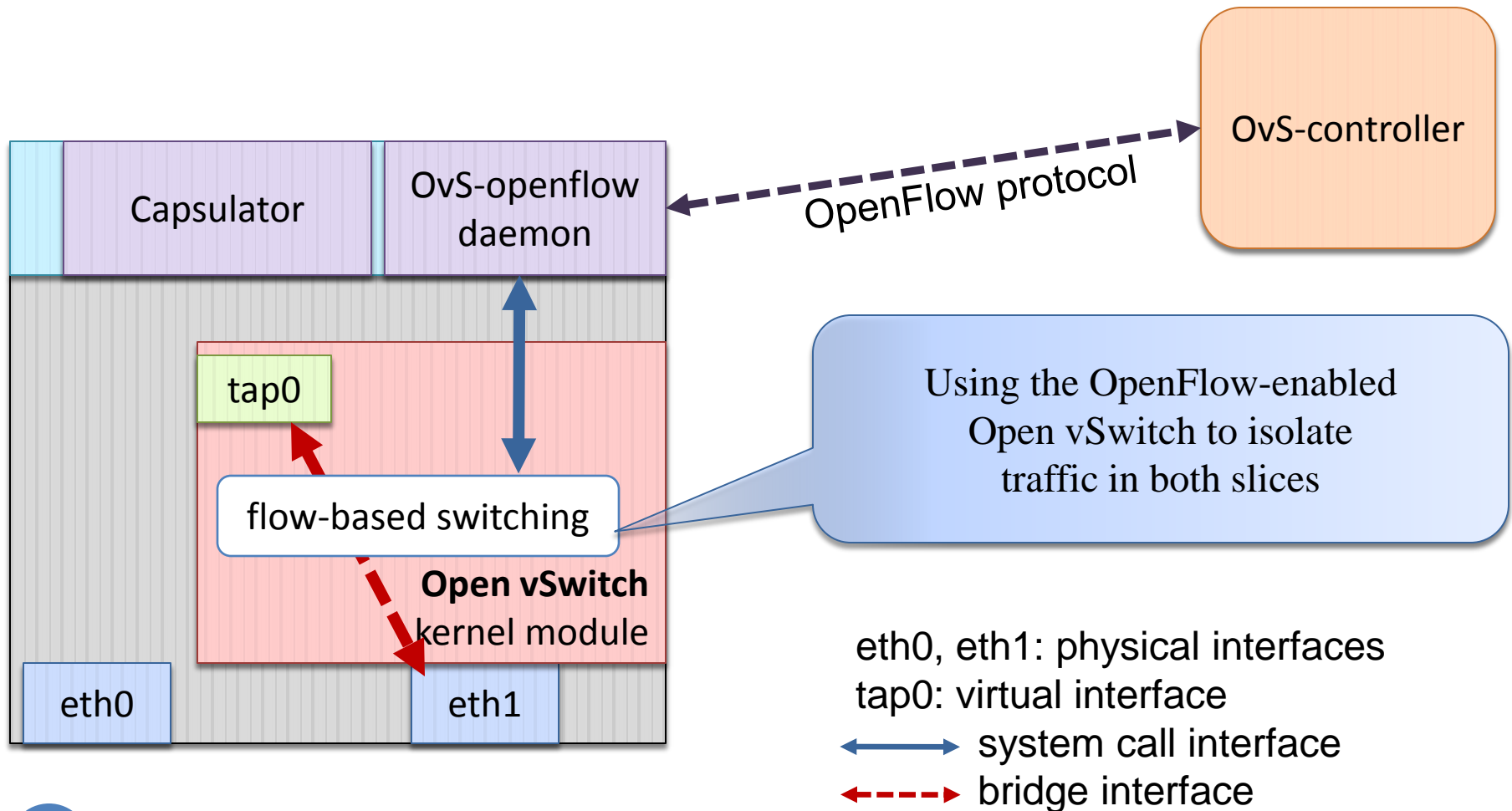
- Open vSwitch 是一個支援 OpenFlow 的 multilayer virtual switch，藉由 Open vSwitch 提供的虛擬化功能可以在多個 Capsulator 的環境下達到 Traffic Isolation



Possible Solution: Capsulator + OpenvSwitch ^{1/2}



Possible Solution: Capsulator + OpenvSwitch _{2/2}

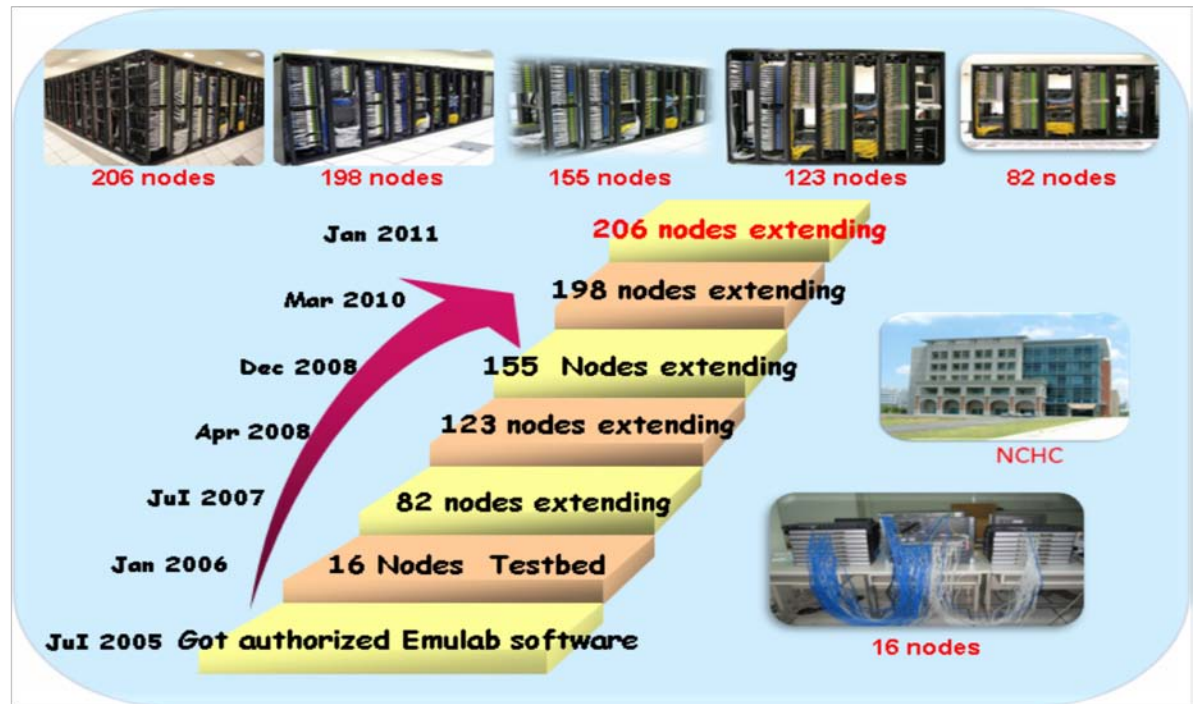


Outline

- 為何需要網路虛擬化?
- 何謂網路虛擬化?
- 建置於 TANet / TWAREN 上的虛擬化網路實例
 - L3 Tunnel: Capsulator
 - **Testbed@TWISC Cross-Site Experiment Network**
- 目前已建置之虛擬化網路測試平台
 - Taiwan Integrated Research Network
 - IGENI Network Testbed (TW-USA)
- Q&A

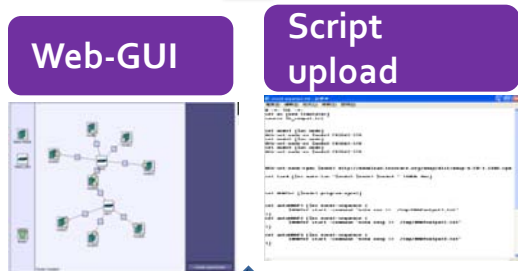
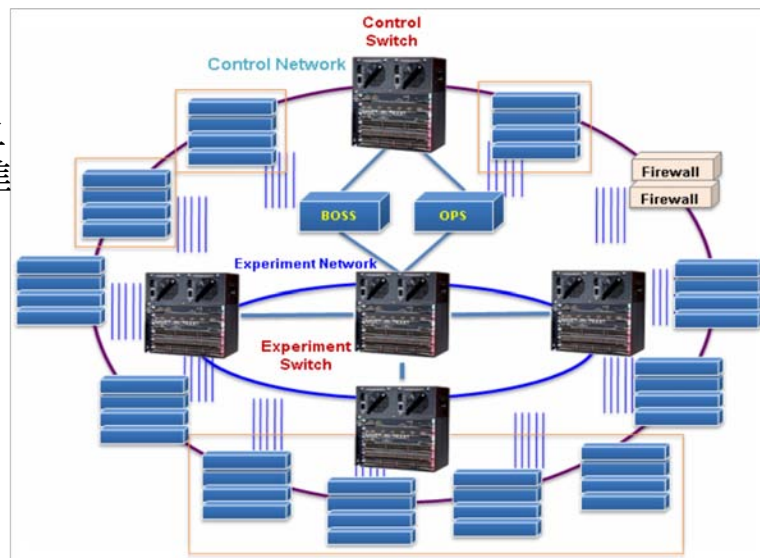
Testbed@TWISC

- Testbed@TWISC是基於Utah Emulab 的仿真網路測試平台，目前已有超過 5000 個實驗及將近1000個註冊使用者在測試平台上進行網路及資安實驗



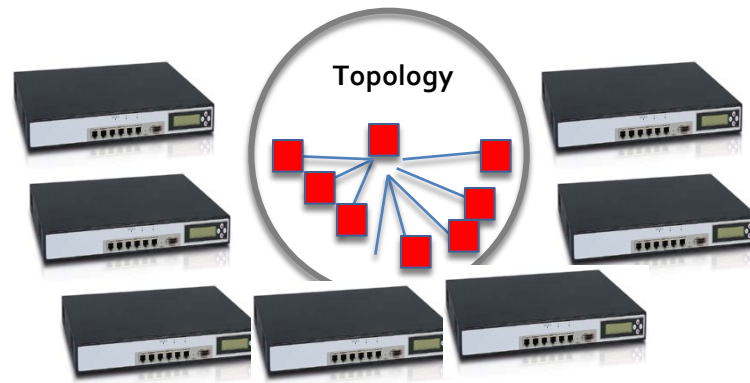
Testbed@TWISC 實驗環境建置

Testbed 後端平台依使用者上傳之設定分配 Node 資源和準備使用者設計之網路環境

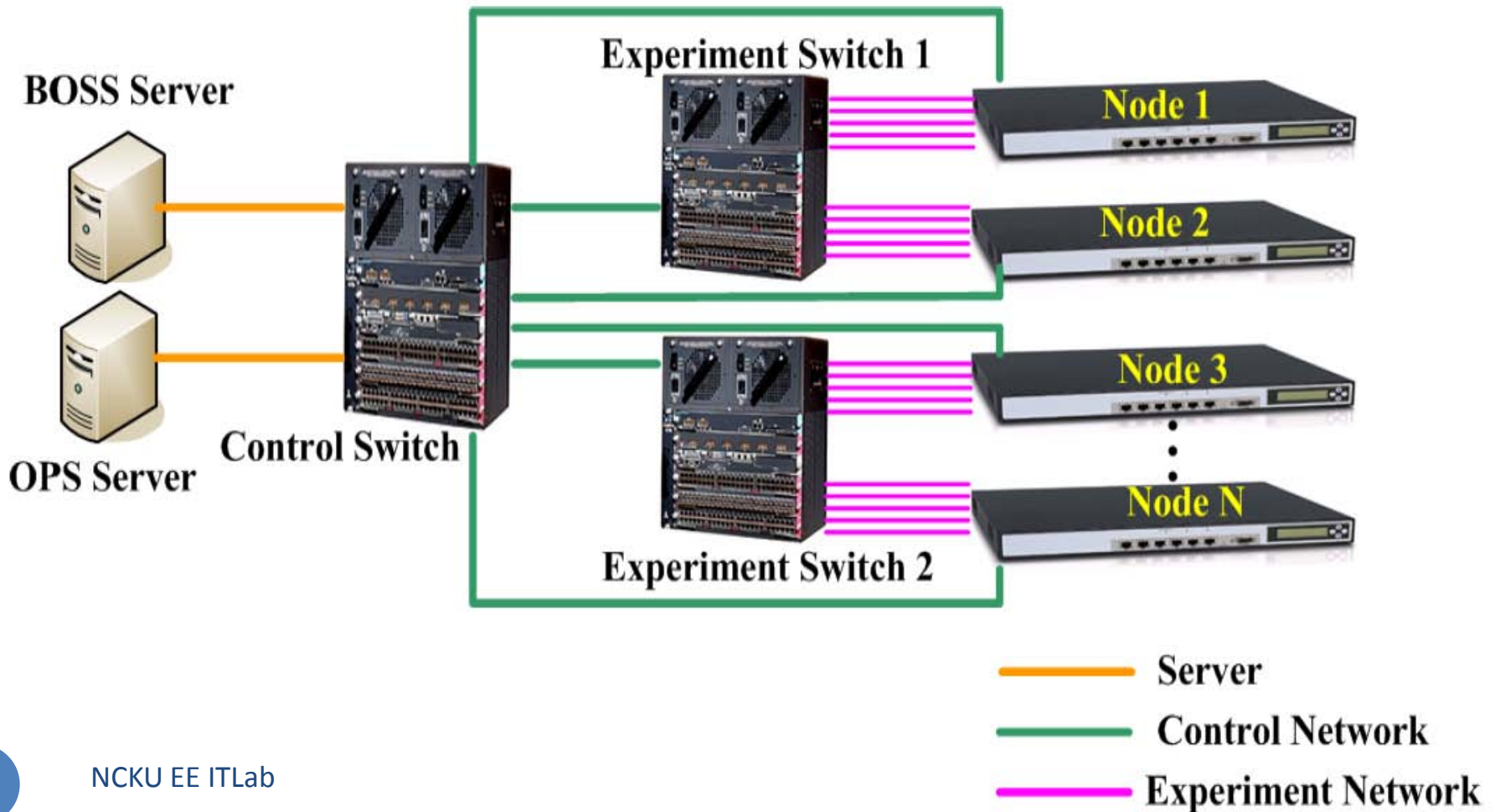


使用者依實驗需求設計網路拓樸及進行環境設定

使用者即可存取測試平台中仿真網路環境下之實驗節點 (PC) 進行相關實驗



Testbed@TWISC System Concept



Testbed@TWISC

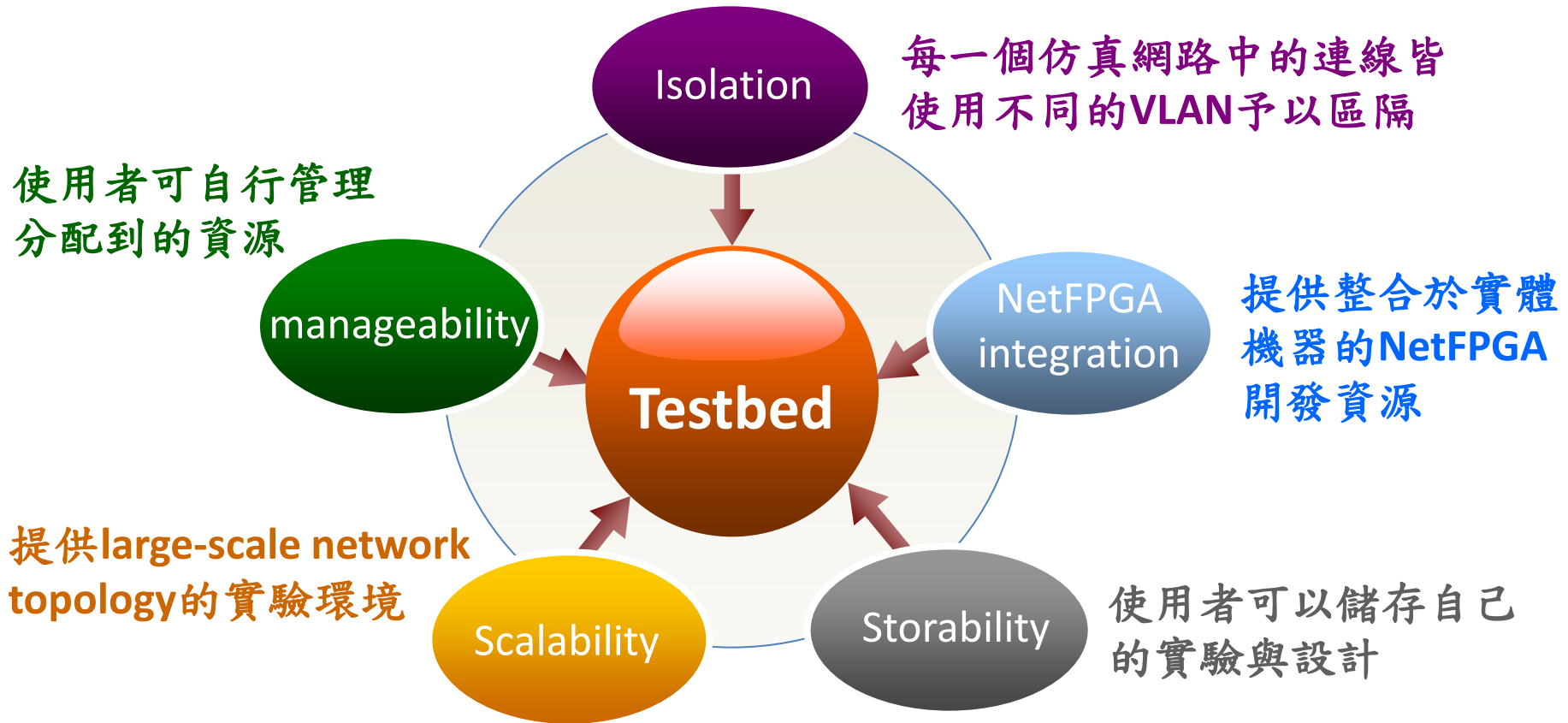


Testbed@NCKU.EE _{1/2}

- Testbed@NCKU.EE是在成功大學建立的第二個仿真網路測試平台，目標是整合 NetFPGA板卡及高速網路環境，提供使用者開發及測試虛擬化網路
- 藉由建立在 TANet/TWAREN 上的虛擬化網路，可將 Testbed@NCKU.EE的實驗網路與目前Testbed@TWISC連結，實現實驗網路的LAN-Extension



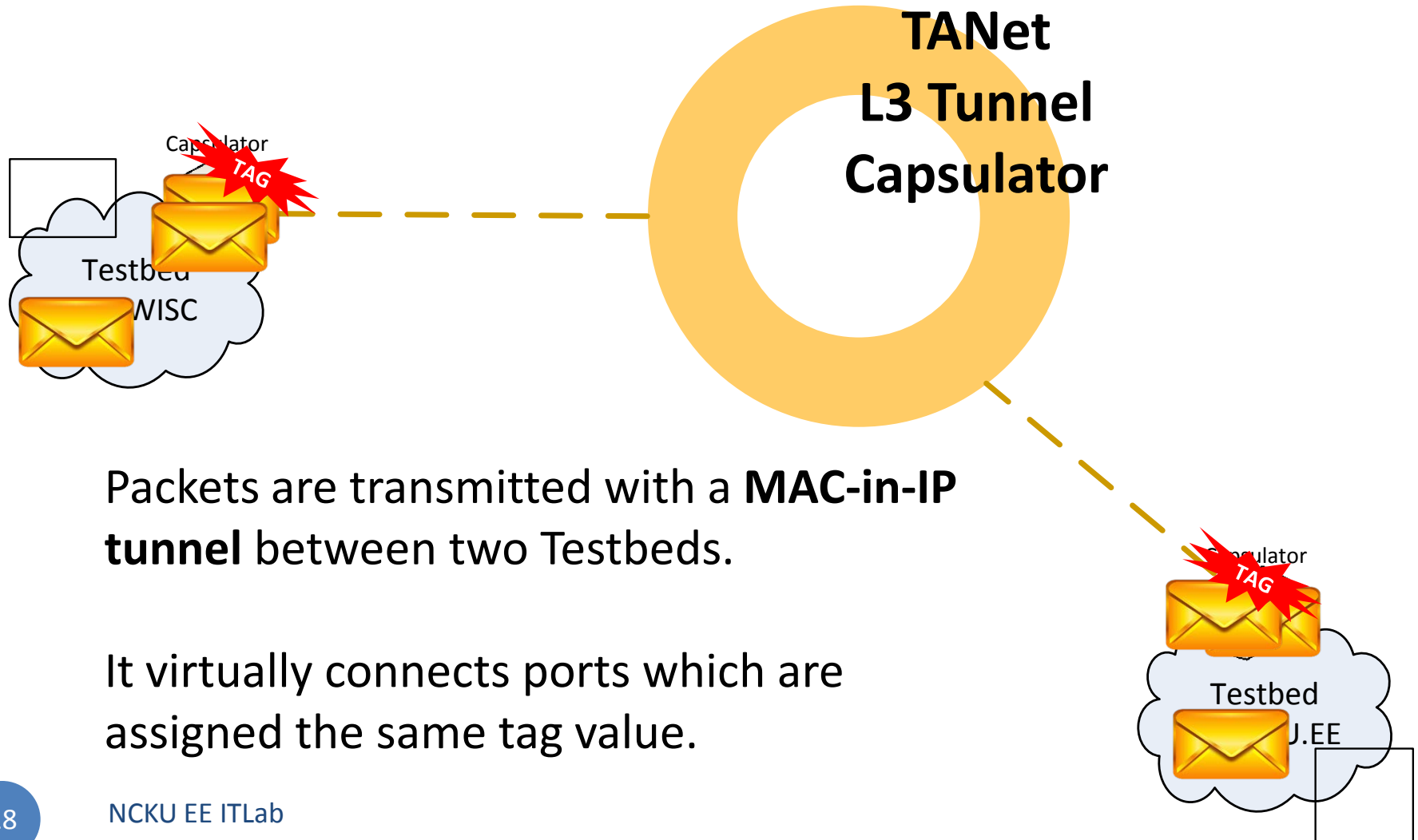
Testbed@NCKU.EE 2/2



建置虛擬網路須考量的因素

- 由於測試平台的設備是分散在國網中心南群、成功大學電機系及奇美樓機房，需要在能夠不影響目前 Production Network 的情況下建置專屬實驗網路
- OpenFlow Protocol 仍在實驗開發階段，IP Sec 則須考慮各連線單位的網路政策及設定後才能使用。
- 最後決定建置的方式是透過 TANet 建立 L3 Tunnel 或使用 TWAREN VPLS VPN 服務

L3 Tunnel – Capsulator_{1/2}



Packets are transmitted with a **MAC-in-IP tunnel** between two Testbeds.

It virtually connects ports which are assigned the same tag value.

L3 Tunnel – Capsulator_{2/2}

- En-capsulate / de-capsulate 的效能取決於 Capsulator 主機的硬體，在封包數量多的時候會影響效能

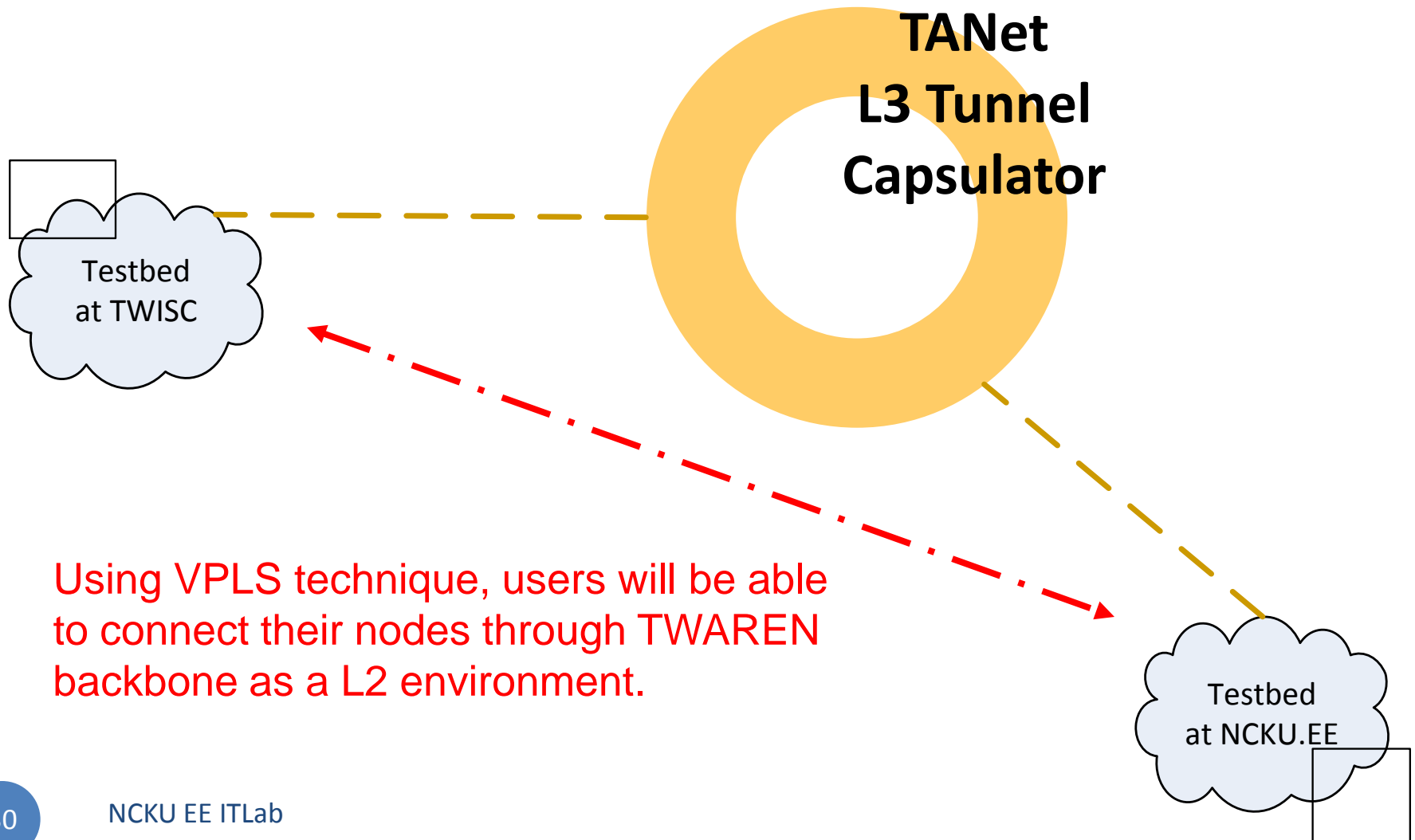
SRC Node	DST Node	Throughput Avg.
NCKU Point-to-Point@Lab		13.596 Mbps
NCKU	NCHC	11.754 Mbps

Using general PC as Capsulator
CPU: Pentium 4 - 3.0G
RAM: 512MB

Test Packet size: 64 bytes
Total test volume: 1 Gigabytes

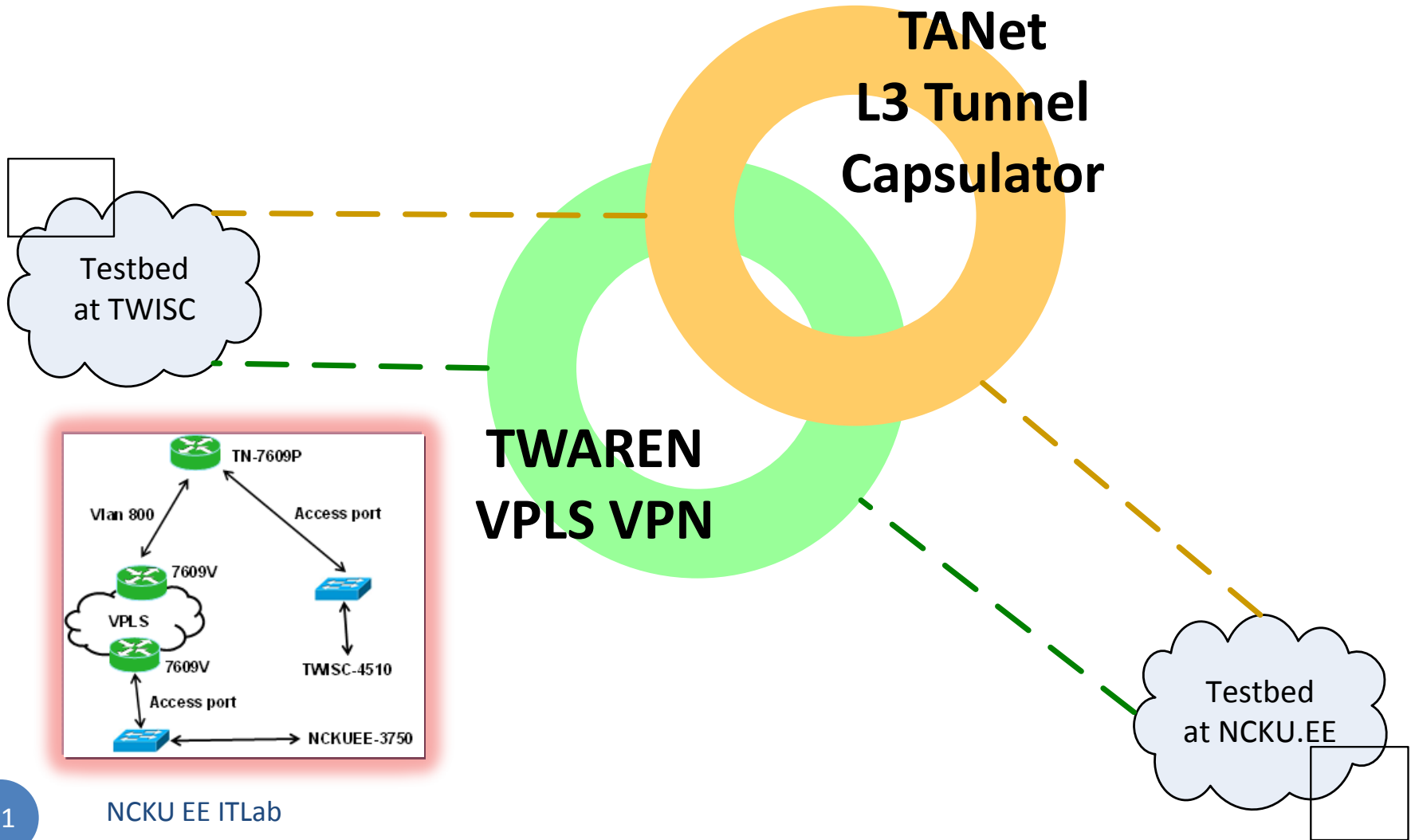
```
bwping -b <speed> -s 46 -v 10737341824 -r 5 <DST IP> (single thread)
```

TWAREN VPLS VPN ^{1/2}



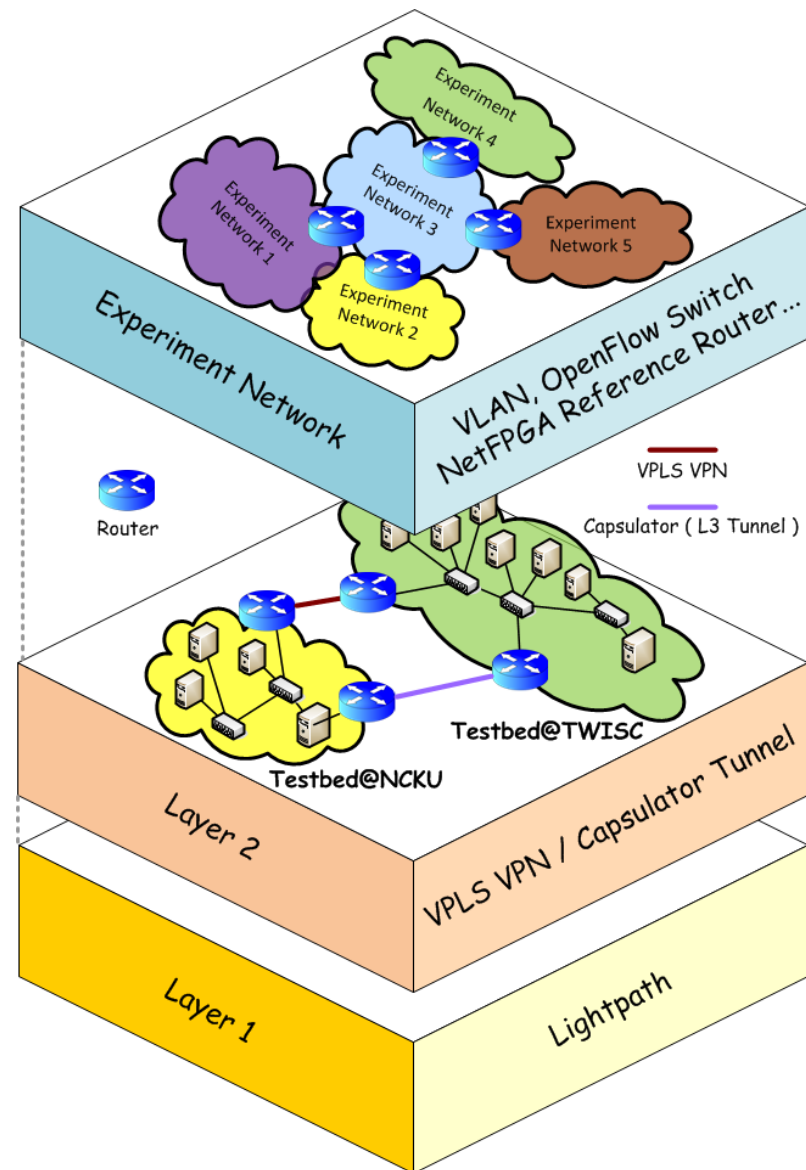
Using VPLS technique, users will be able to connect their nodes through TWAREN backbone as a L2 environment.

TWAREN VPLS VPN _{2/2}



Network Virtualization on Testbed@TWISC

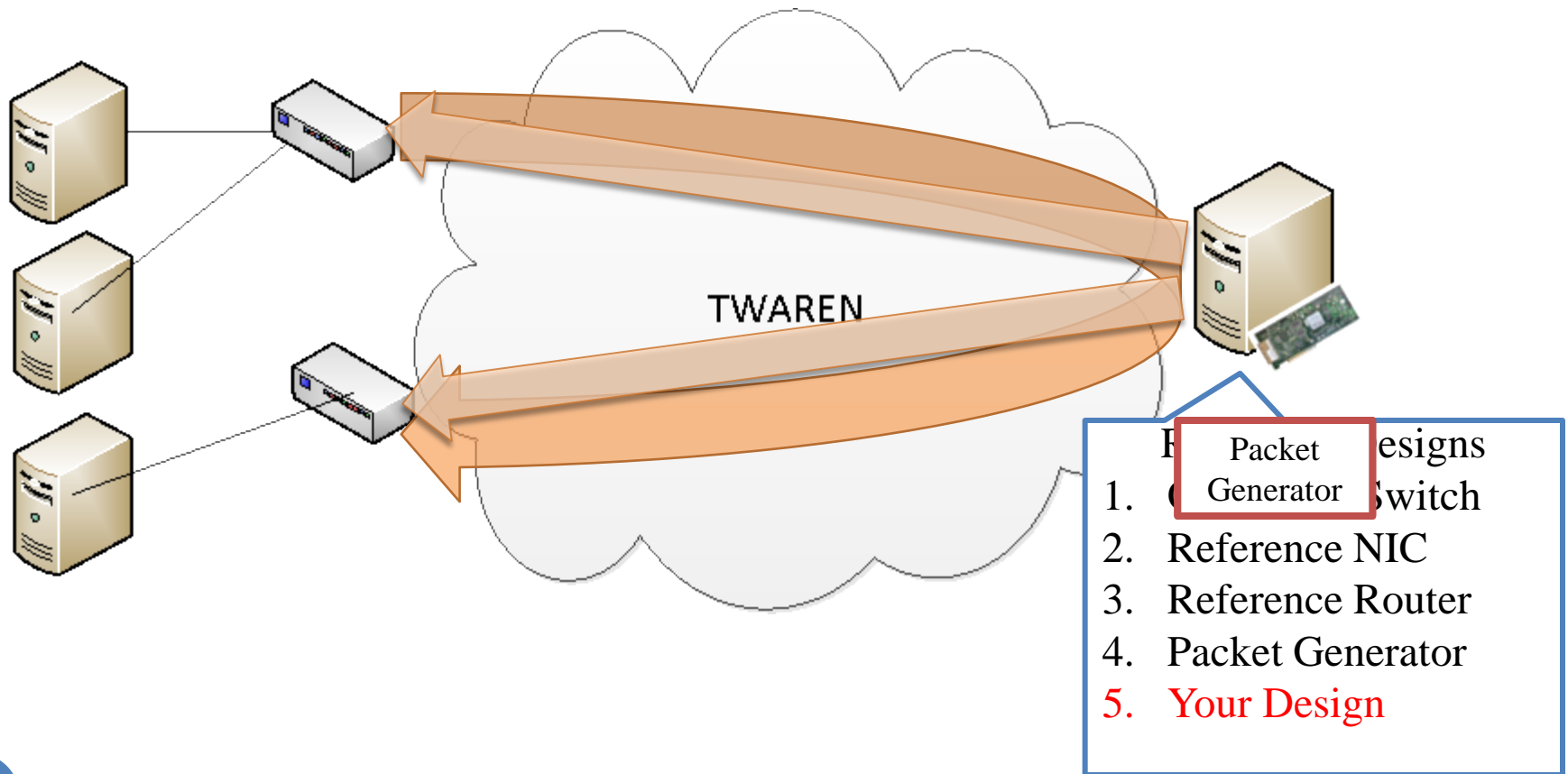
- Testbed 的虛擬網路能基於真實網路環境所建立之虛擬網路
- 能在不影響 Production Network 的情況下進行網路實驗
- 藉由此一虛擬網路建立之Cross-Site的連線可提供使用者建立intra- and inter-network的實驗
- 未來將朝向提供使用者可調整真實距離/延遲的仿真網路為目標進行研究與開發



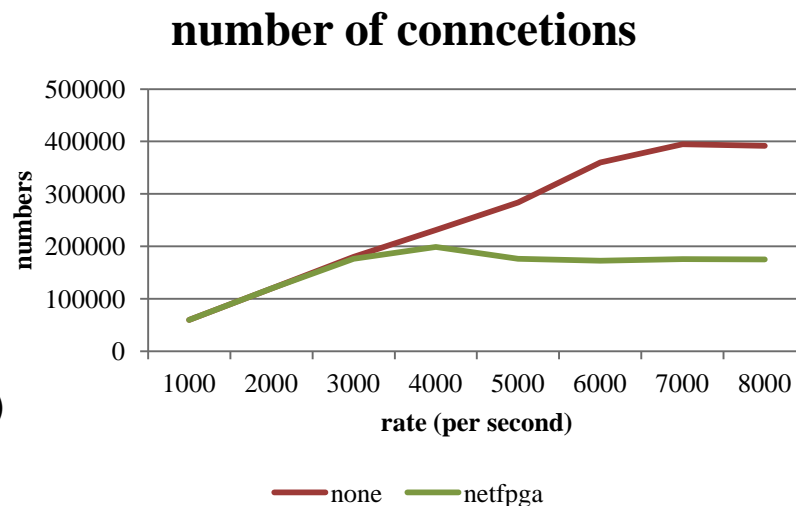
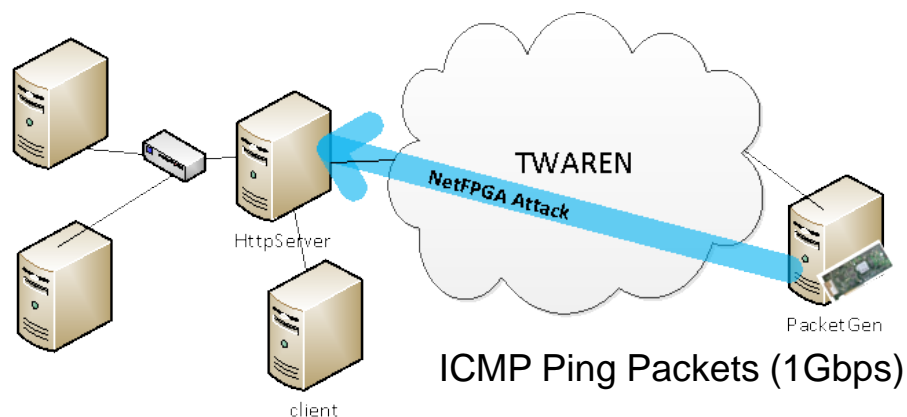
Cross-Site 實驗情境

Topology@TWISC

Topology@NCKU.EE

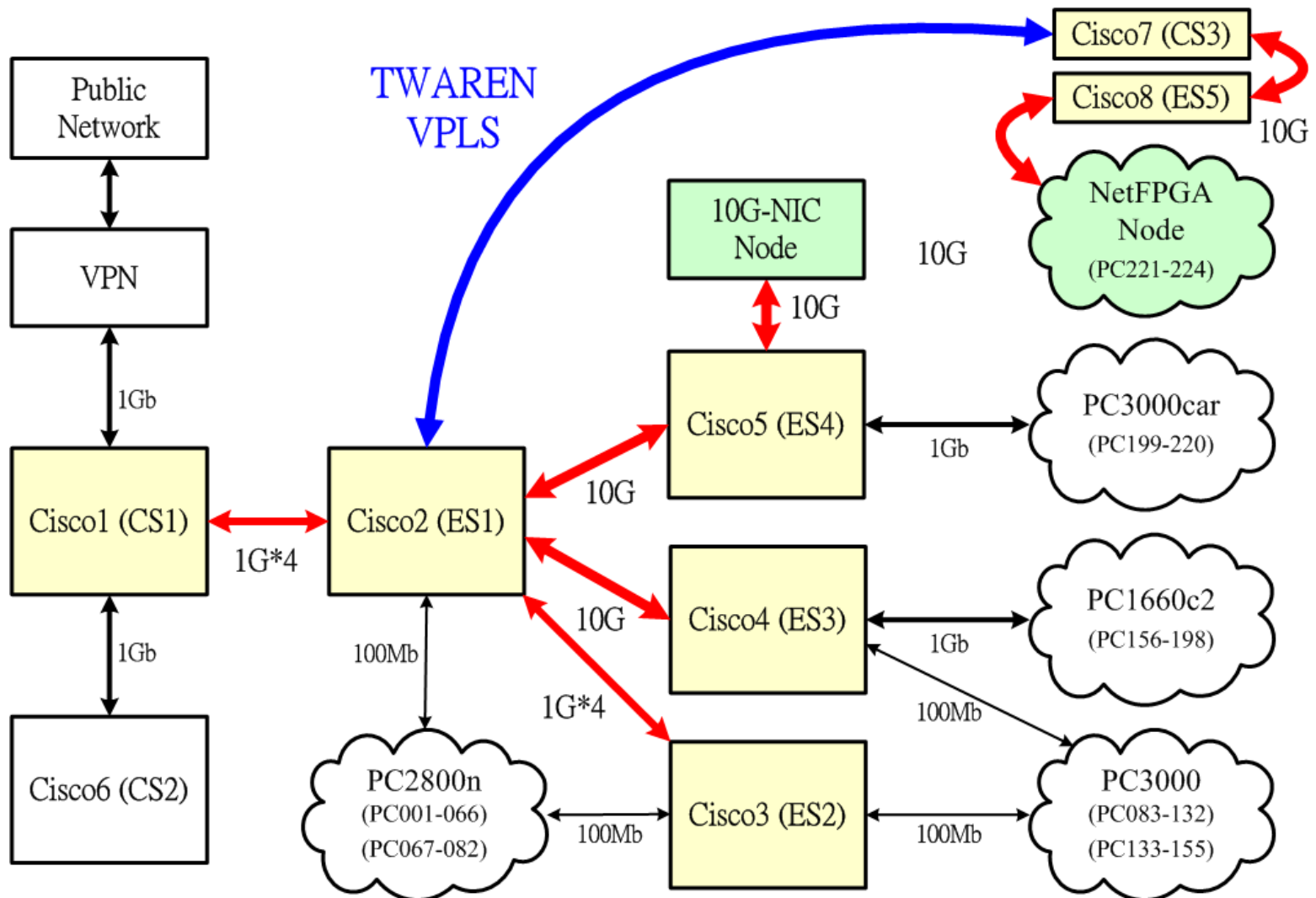


Cross-Site 實驗範例



- Hardware Attacker: NetFPGA packet generator
- This is an example experiment with Testbed@NCKU.EE's attack traffic across TAWREN to Testbed@TWISC.

Future Work: To Support 10G Environment for Network Emulation (in schedule)

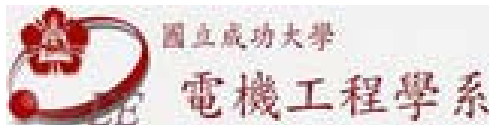


Outline

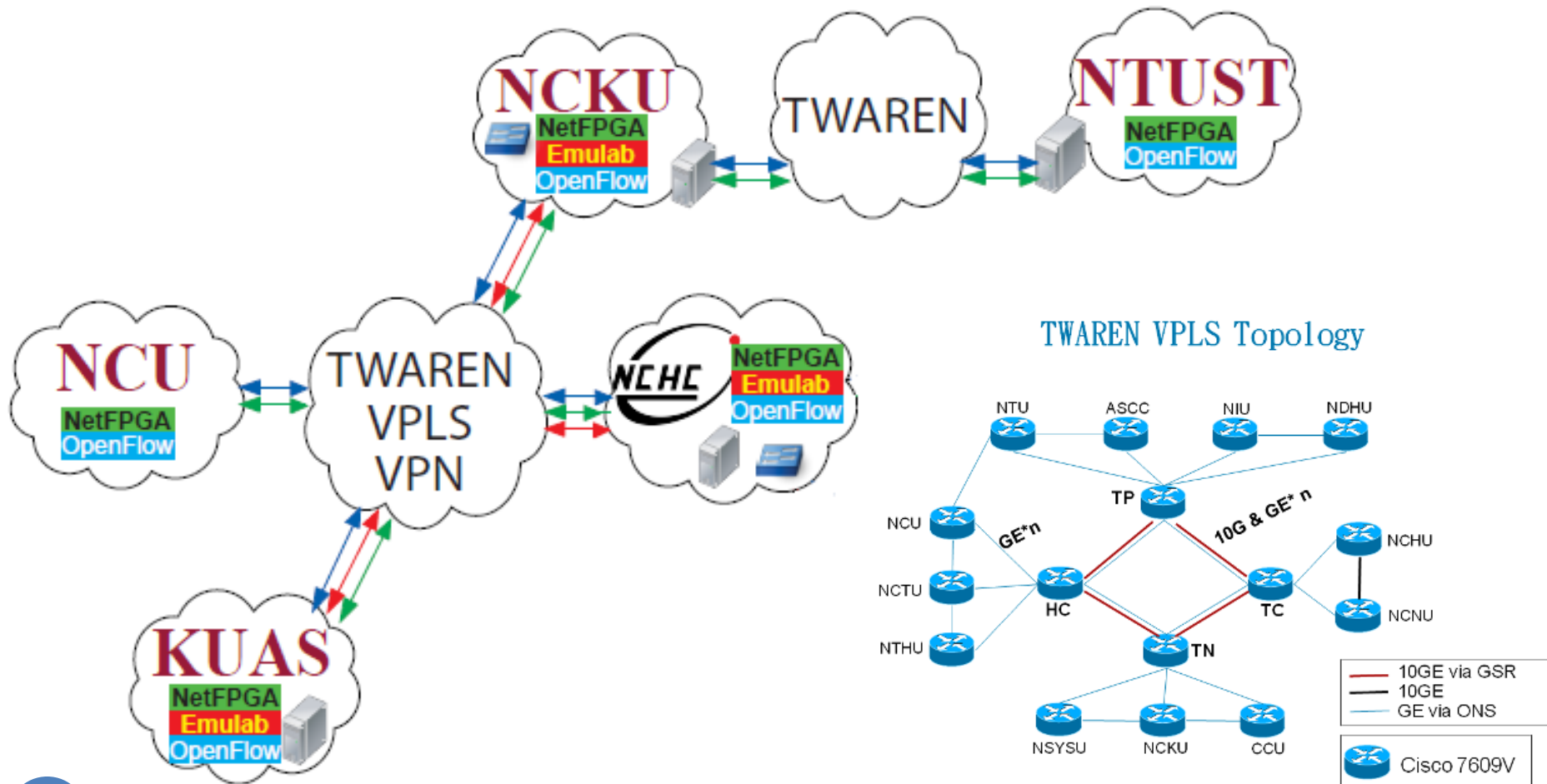
- 為何需要網路虛擬化?
- 何謂網路虛擬化?
- 建置於 TANet / TWAREN 上的虛擬化網路實例
 - L3 Tunnel: Capsulator
 - Testbed@TWISC Cross-Site Experiment Network
- 目前已建置之虛擬化網路測試平台
 - Taiwan Integrated Research Network
 - IGENI Network Testbed (TW-USA)
- Q&A

Taiwan Integrated Research Network

- 目前在國網中心、台灣科技大學、中央大學、成功大學、高雄應用科技大學各單位分別有 OpenFlow、NetFPGA 及 Emulab 的研究團隊和各自的實驗網路
- 研究團隊可藉由建置在 TANet 及 TWAREN 上的虛擬化實驗網路共享研究資源及進行研究上的合作



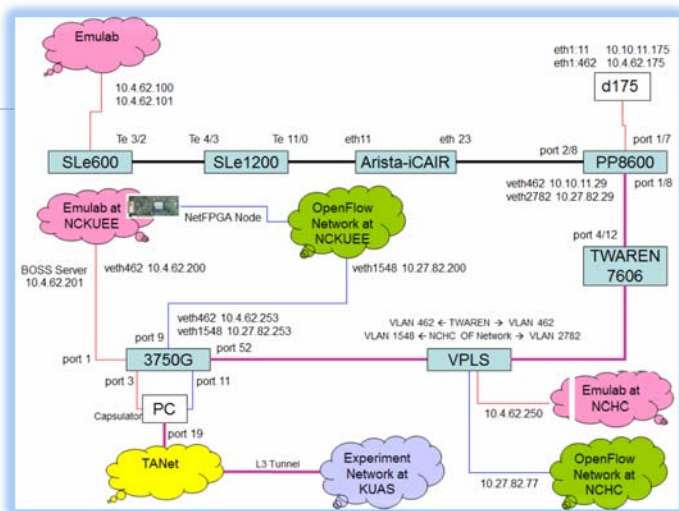
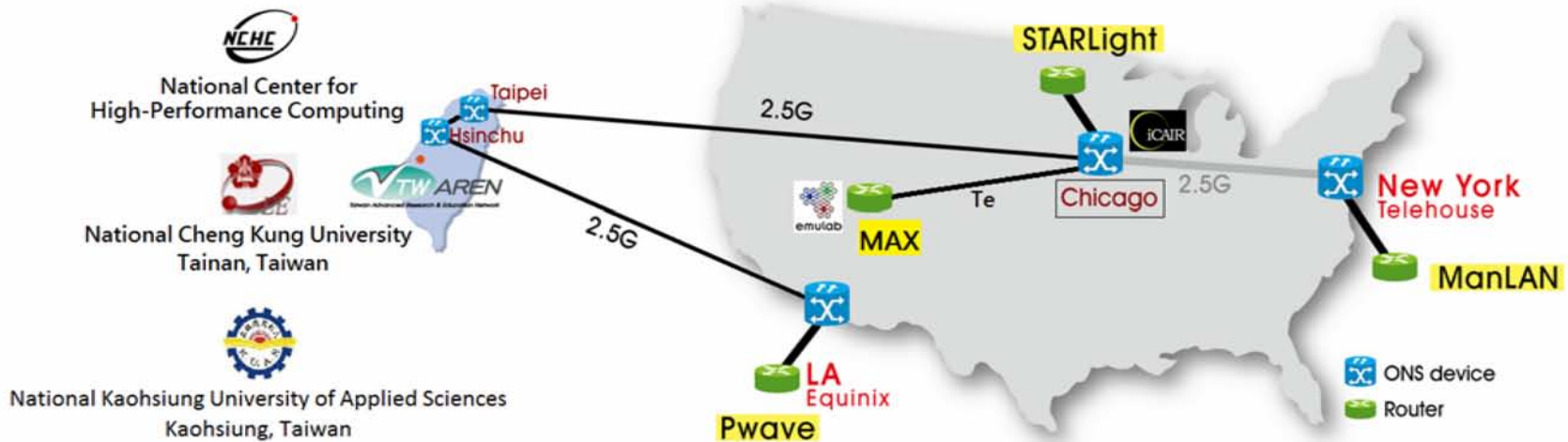
Taiwan Integrated Research Network



IGENI Network Testbed (TW-USA)

- GENI 為美國國科會 (NSF) 所贊助之研究計畫，主要為 Next-Generation Internet 之發展。iGENI 為美國西北大學 iCAIR 研究中心推動之國際合作計畫，目的為讓更多單位加入 GENI 連線共同進行研究
- 我國針對下一代網際網路之相關研究及測試平台，相較於世界其它網路先進國家目前還在起步階段。期望能藉由與各單位的合作，共同為下一代網際網路之發展進行準備，以迎接未來的挑戰。

IGENI Network Testbed (TW-USA)



(Cooperate Partner/Unit)

iGENI VLAN 2782,462 Connections:

iCAIR - STARLIGHT

NCHC - STARLIGHT

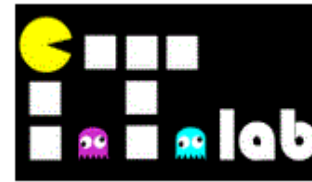
U of Utah @ MAX - STARLIGHT

NCKU - TWAREN

KUAS - TWAREN



Testbed@TWISC
based on Emulab



Testbed@NCKUEE
Based on Emulab

Thank you!

Appendix