



# 當雲原生碰上通訊系統

Ian / 陳毅

# 關於我

- 任職於國立陽明交通大學
- 開源專案參與
  - Project Coordinator [at] free5GC
  - ONF Aether project
  - 多場研討會講者
- 著有兩本資訊書籍
  - EN 帶你寫個作業系統
  - EN 帶你入門 5G 核心網路



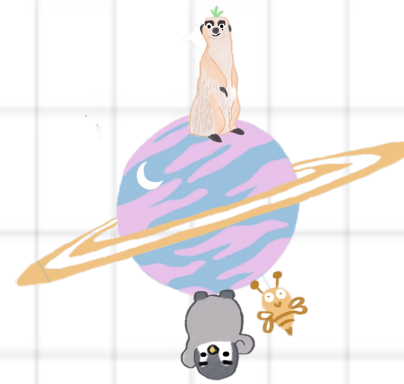
@ianchen0119

# 大綱

- Network Function Evolution
- Networking
- Availability
- Scalability
- Observability
- Case Study



# Network Function Evolution



- 網路元件 (Network Function) 以虛擬化或實體的方式在網路中提供特定功能
  - 傳統網路：防火牆、附載平衡、NAT
  - ORAN：O-CU、O-DU、O-RU...
  - 5GC：AMF、SMF、UPF...
  - EPC：MME、P-GW、PCRF...



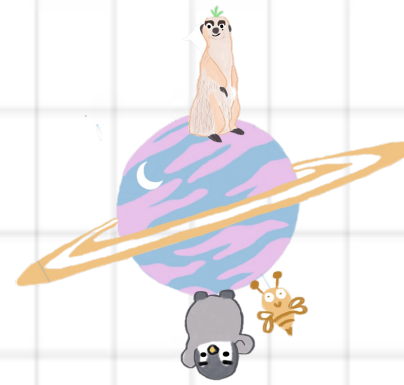
# Network Function Evolution



- 從 4G 世代開始，我們可以看到開始有廠商提倡開放硬體：
  - 從特定軟體 + 特定硬體轉變為特定軟體 + 開放硬體
  - 4G 世代就可以看見一些開源軟體（NextEPC、SRS EnB）
- 到了 5G 世代，5G 專網（Private Network）等概念開始被提出：
  - 5G Technologies on Container(s)
  - 5G Technologies on Kubernetes
  - 5G Technologies on Public Cloud (AWS, Azure, Google)



# Network Function Evolution



- 科技大廠的勢力版圖：
  - Meta 發展 **Magma** 專案（已捐贈到 Linux Foundation）
  - Open Networking Foundation 使用 free5GC 發展 **ONF Aether Project**，隨後 spinoff 出 Anaki 公司，後者被 Intel 收購
  - Amazon 在 2021 年 re:Invent 活動中公布提供 **Private 5G** 服務
  - Microsoft 於 2020 年收購 Affirmed Networks，現已將其整合為 **Azure Private 5G Core**
  - Google 贊助 **ONF Aether Project**，並且主導 **LF Nephio** 專案開發

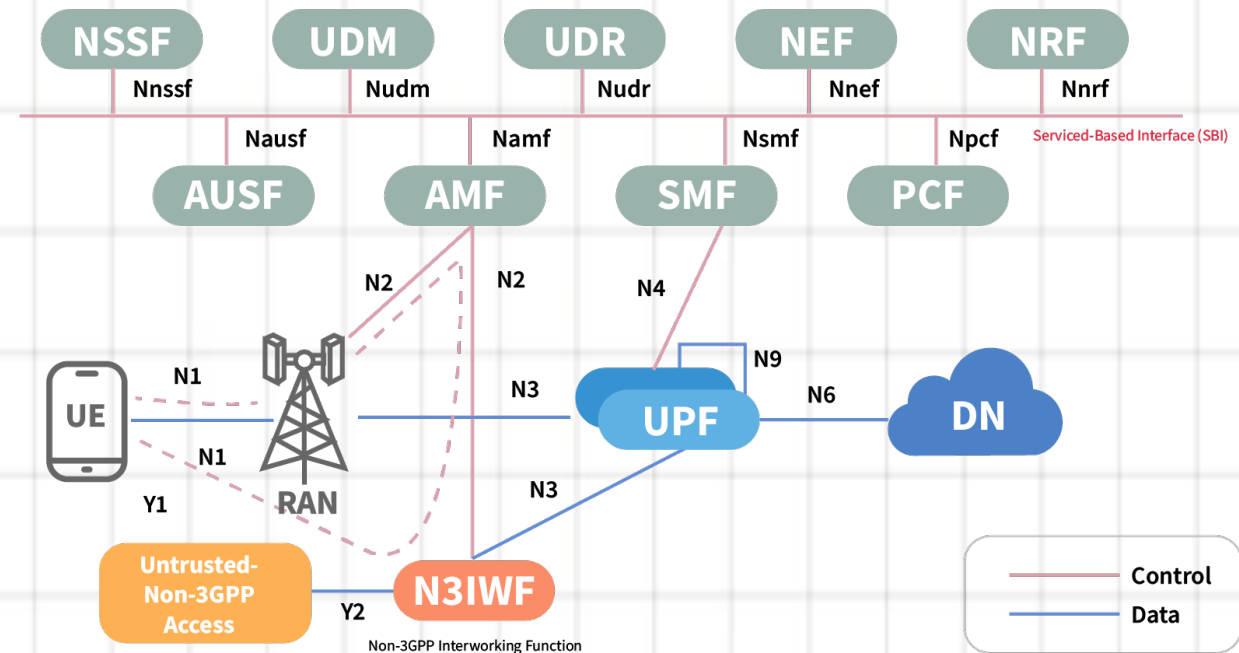


# Networking

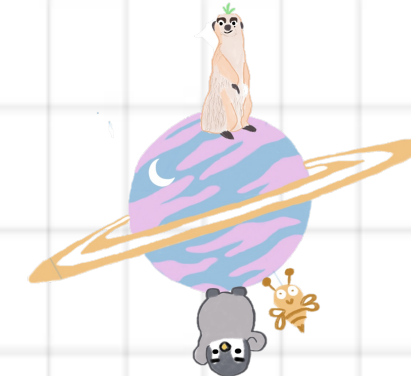


• 以 5G 核心網路架構來看，有幾個網路介面可能會需要分隔開來：

- N2: 連接基地台 (CP)
- N3: 連接基地台 (DP)
- N4: CUPS
- N6: 連接 DN，或是私有服務
- N9: ULCL



# Networking

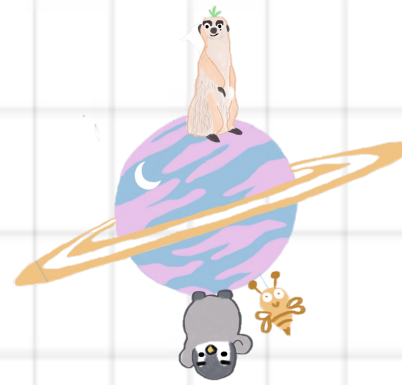


- 若採用 CNF (Container Network Function) 的方式部署，我們會需要讓 Container 具備多個網路的介面：
  - Container Network Interface
  - Multus CNI





# Networking – CNI



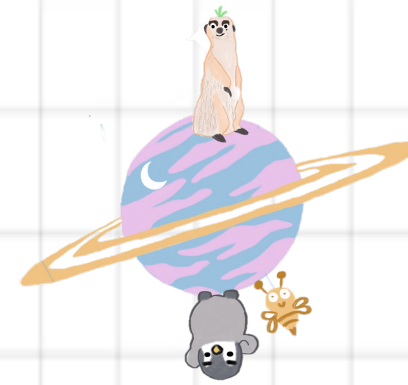
Container Network Interface (CNI) 是 CNCF 旗下的專案，專注於 Container 的網路能力：

- Plugin 須滿足 CNI 定義的操作，使指定的 Container 具備網路能力
- CNI 提供了許多基本的 plugin:
  - Macvlan
  - Vlan
  - Bridge
  - Host device
  - ...

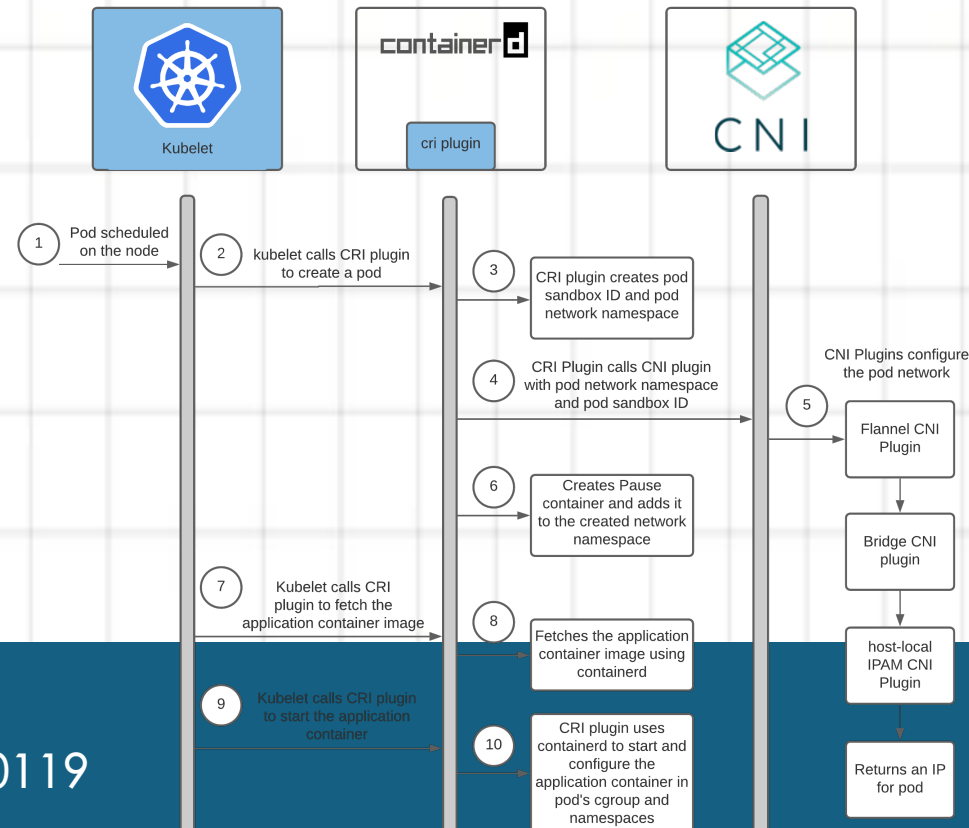


@ianchen0119

# Networking – CNI



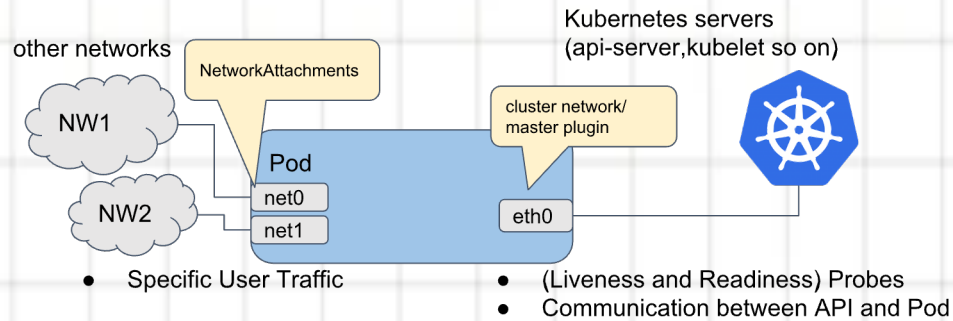
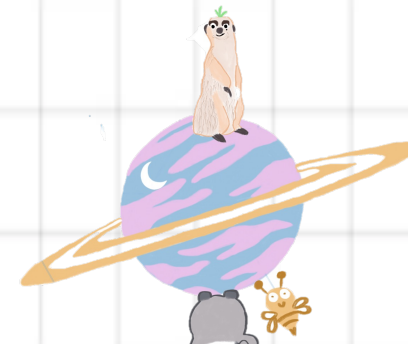
Kubernetes 是採用 CNI 的其中一個 Container Orchestration 解決方案，它與 CNI 的協作方式如下圖：



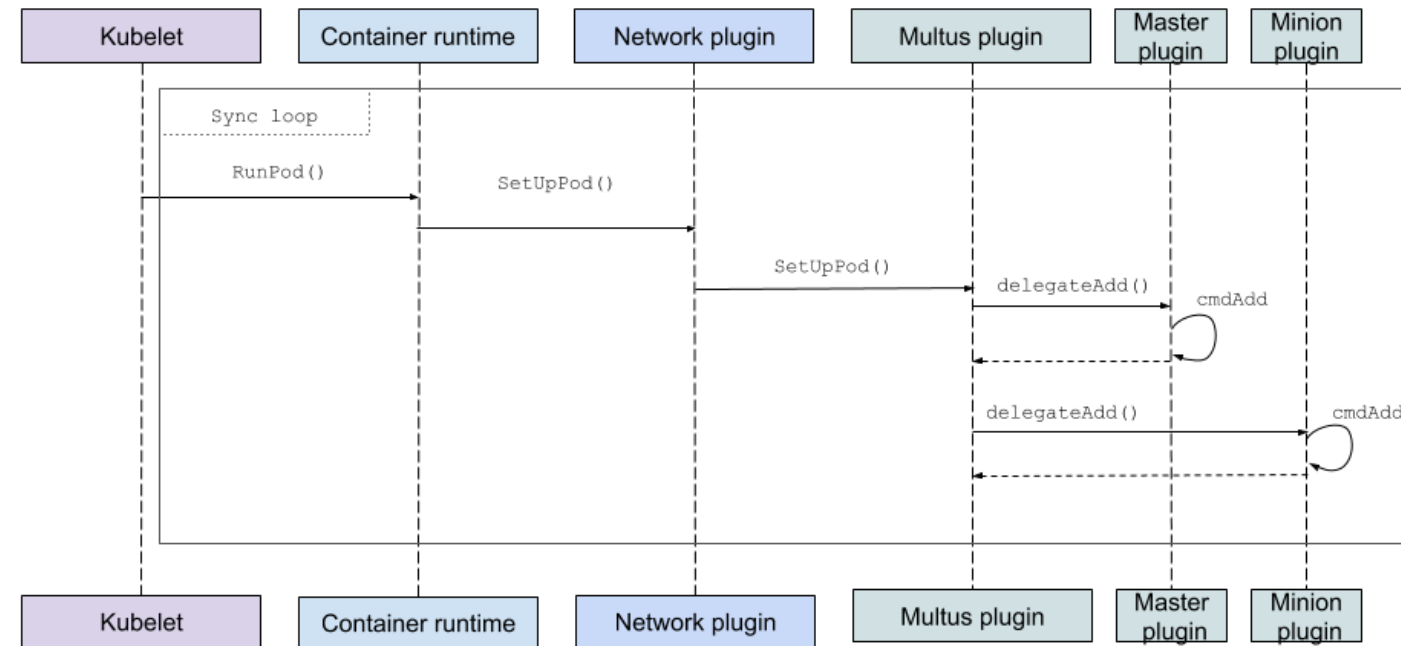
@ianchen0119

Ref: <https://ronaknathani.com/blog/2020/08/how-a-kubernetes-pod-gets-an-ip-address/>

# Networking – Multus CNI



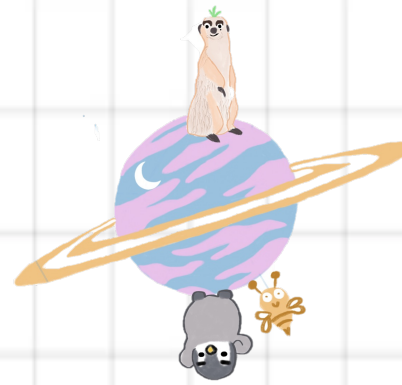
## Multus Network Workflow in kubernetes



@ianchen0119

Ref: <https://github.com/k8snetworkplumbingwg/multus-cni/tree/master>

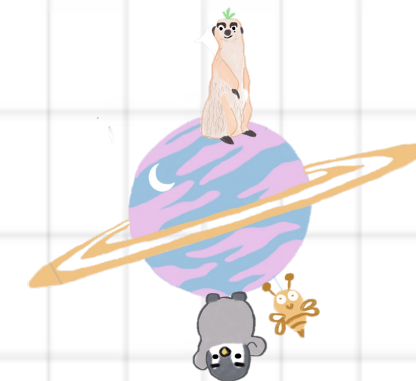
# Availability



- 高可用性是商用化服務最在意的一部分（尤其是通訊、軍用服務）
- SD-CORE fork free5GC 後就持續的針對穩定性做加強
- 如果以一個 5GC on K8s 的部署來說，我們需要關注：
  - Hardware: Power、Networking、Storage...
  - K8s: Cluster、Node、ETCD
  - 5GC: NF、Data Consistency



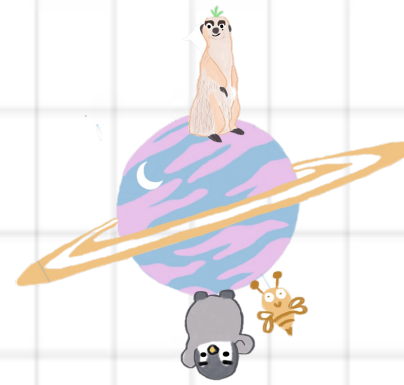
# Scalability



- 使服務擴展的挑戰
  - Data Consistency
  - State mismatch
  - Service Discovery
- 對於 5GC 來說更是複雜
  - 因為除了上述幾點，我們還需要考慮 Networking 的問題

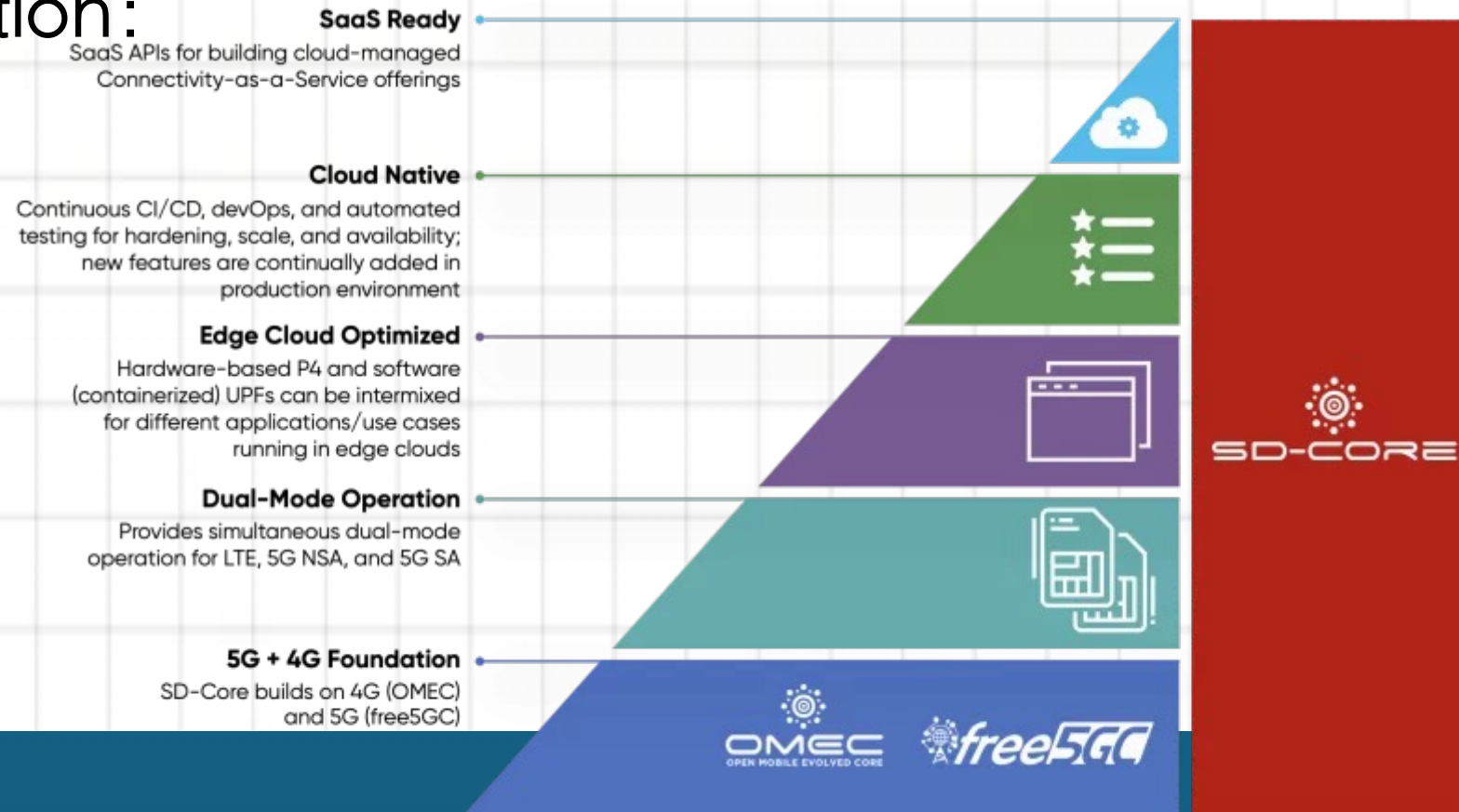


# Case Study – SD-CORE



- Challenge and Solution:

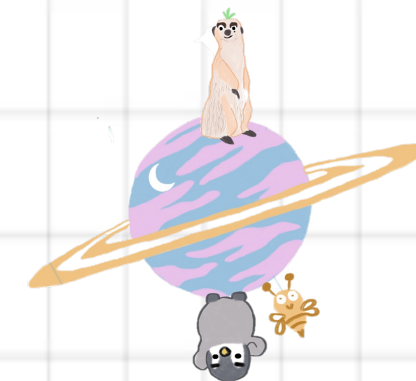
- Horizontal Scaling
- Networking
- State mismatch



@ianchen0119

Ref: <https://docs.sd-core.opennetworking.org/master/overview/introduction.html>

# Horizontal Scaling



SD-CORE 使用 KEDA 令特定的網路元件能夠動態的調整其 replica 的數量：

- KEDA works with prom scaler
- 自定義 metrics exporter
- 定義 Scaled Object

```
---
apiVersion: keda.sh/v1alpha1
kind: ScaledObject
metadata:
  name: smf-scale
  namespace: omec
spec:
  scaleTargetRef:
    kind: Deployment
    name: smf
  minReplicaCount: 1
  maxReplicaCount: 5
  cooldownPeriod: 30
  pollingInterval: 1
  triggers:
  - type: prometheus
    metadata:
      serverAddress:
        http://rancher-monitoring-
        prometheus.cattle-monitoring-
        system.svc:9090
      metricName:
        n4_messages_total
      query: |

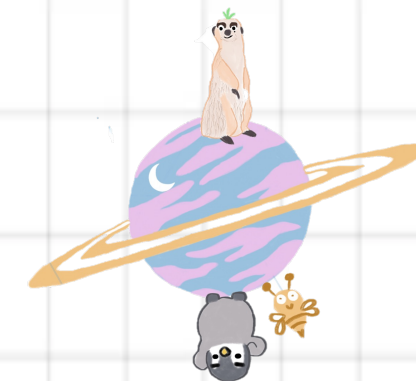
        sum(n4_messages_total{job="smf"
        })

        threshold: "50"
```



@ianchen0119

# Networking



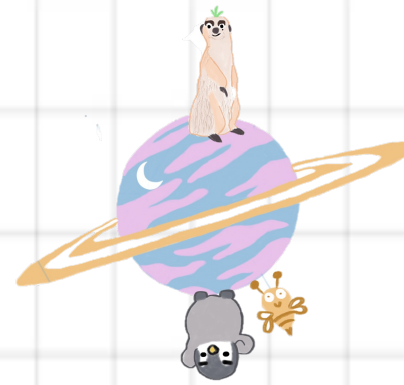
前面有提到，像是 AMF、SMF、UPF 這類的網路元件可能有多個網路介面，然而：

- K8s 預設不支援多介面，因此我們仰賴 Multus CNI
- 我們無法預先為每個 Replica(s) 定義好網路介面的資訊
- SD-CORE 提出的解法就是將這些網路介面抽離原本的網路元件

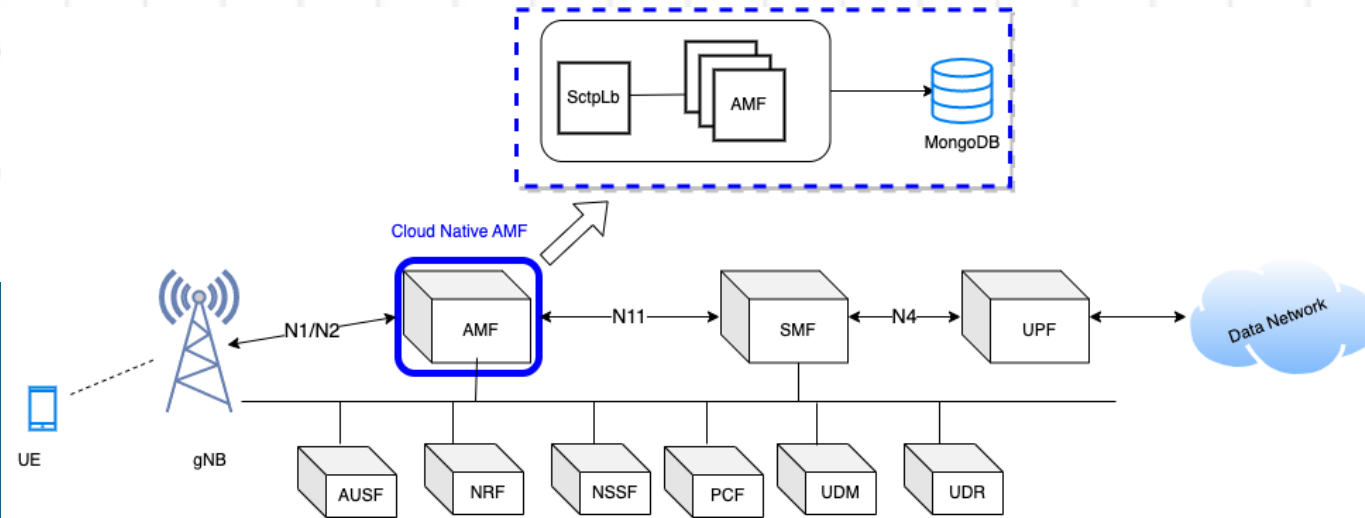




# Networking – AMF



- Accept and manage gnb or sctp connections
- GRPC communication between SctpLb and Amf Service
- Handles Amf Instance Down/Up Notifications
- Backend NF manages AMF instances
- Round-Robin Distribution of Sctp Messages over grpc channel to Backend NF
- Redirect Support for forwarding Sctp Messages to a particular Amf Instance
  - Why it needs the redirection? 🤔

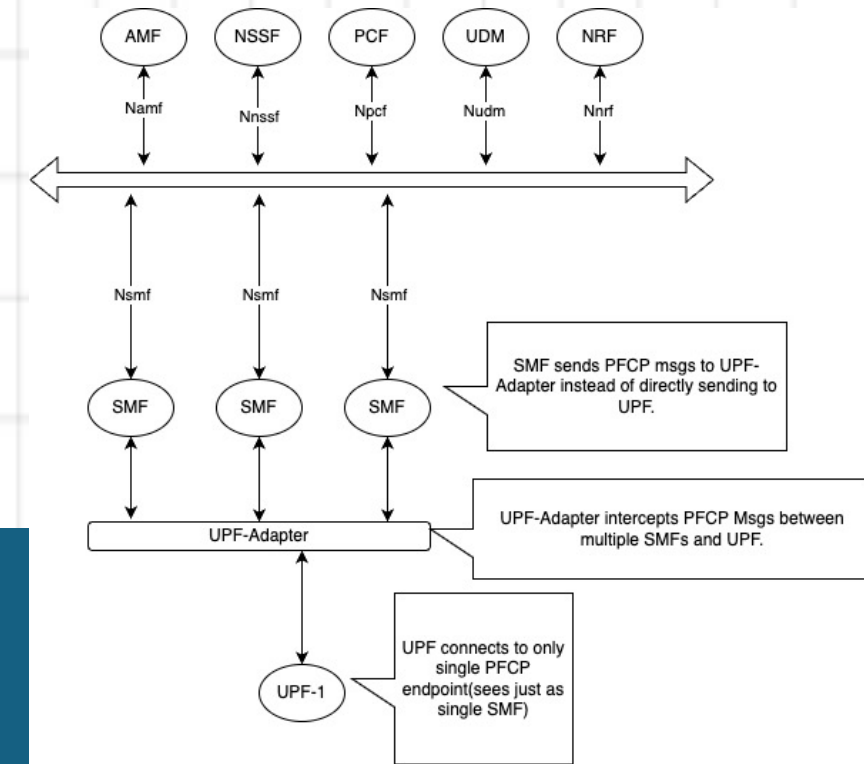


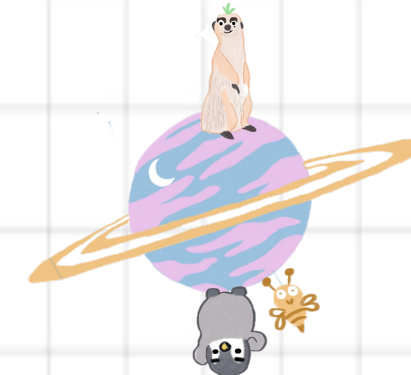
@ianchen0119

# Networking – SMF



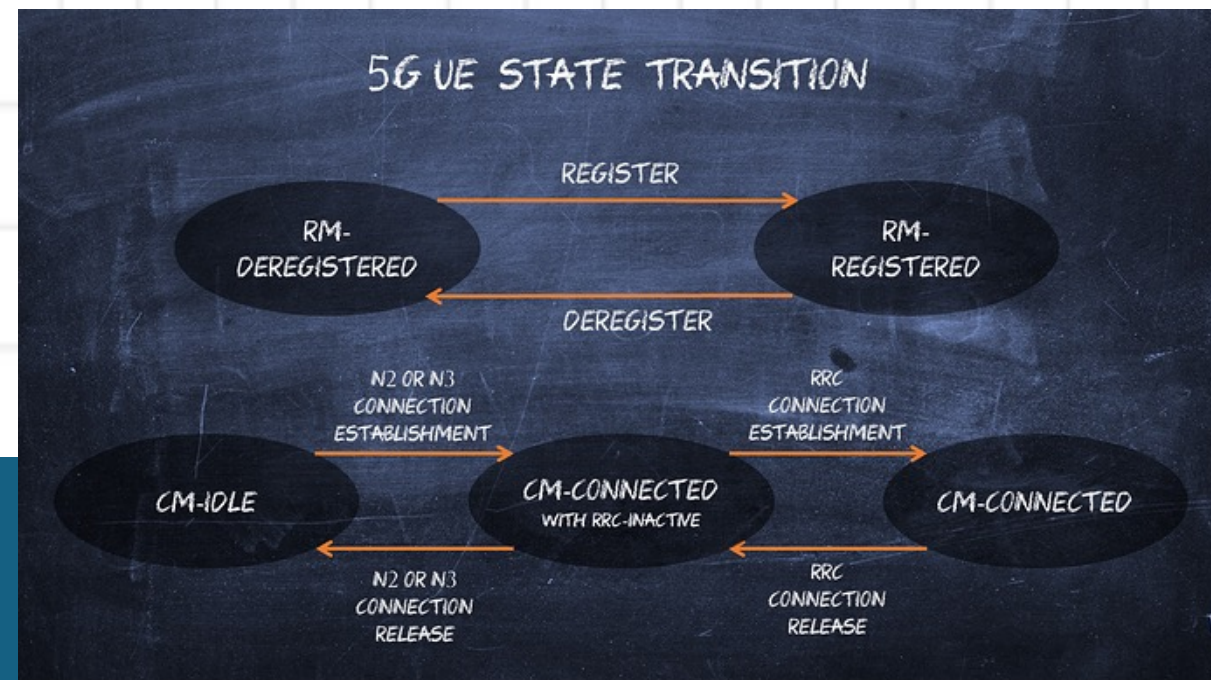
- UPF-Adapter acts like Mux-Demux for PFCP messages between multiple SMF instances and UPF.
- SMF sends custom PFCP msg to UPF-Adapter if UPF-Adapter is deployed.
- The UPF-Adapter intercepts and modifies certain fields before sending PFCP msg to actual UPF.
- Similar handling is done for the response from UPF towards SMF.





# State Mismatch

- UE 的狀態皆會由 AMF 管理與紀錄
- AMF Replicas 之間對於每個 UE 的狀態紀錄不盡相同
- SCTPLB 解決了 Networking 的問題，卻衍伸了 state mismatch 的問題
  - 原因是 SCTPLB 沒辦法識別 NGAP，所以不同 connection 的訊息會被 Scheduler 隨機分發





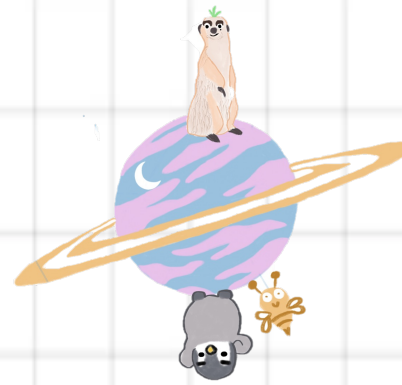
# State Mismatch

為此，SD-CORE 提出 Distributed Resource Sharing Module (DRSM):

- 讓 replica(s) 之間取得 resource 的狀態
- 利用 message id 搜尋 id owner:
  - ID 尚未被分配，則獲得該 ID 的分配權與所有權
  - 如果找得到 ID 且 ID 屬於自己，則處理該訊息
  - 如果找得到 ID 但 ID 屬於他人，則交還 SCTPLB 重新派發



# Resource(s)

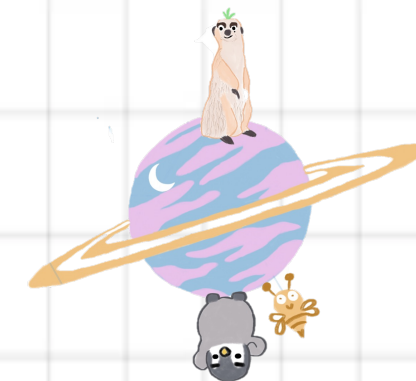


- <https://github.com/ianchen0119/free5GLab/blob/master/README.md>
- <https://trainingportal.linuxfoundation.org/courses/scaling-cloud-native-applications-with-keda-lfel1014>



@ianchen0119

# 問與答





## EN 帶你寫個 作業系統

RISC-V 開發輕旅行



「計算機結構X作業系統實務X開...」具...  
一本全方位的作業系統開發入門指南

書籍特色

- 1. 第一本繁體中文的 RISC-V 相關書籍
- 2. 探討數個開放原始碼專案的設計細節！
- 3. 實務與理論兼具的技術書籍沒有碰過作業系統沒...

**Ian Chen** [立即驗證](#)

Book(s) Author / Software Developer / free5GC

台灣 Taiwan Hsinchu City · [聯絡資料](#)

Medium [↗](#)

752 人關注 · 500+ 位聯絡人

[願意接收](#) [新增區塊](#) [更多內容](#)

 free5GC

 國立交通大學



@ianchen0119