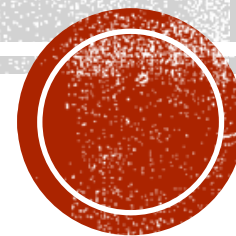


無線接取網路二

cory@gms.tku.edu.tw



Recall

- 無線電波
- 調變方式
- 多工處理
- 基站的架構

➤ RAN 管理



Outlines

- RAN管理
- O-RAN O1介面
- O-RAN E2介面



基站的基本識別資訊(3GPP)

- PLMN: bit string, 24 bits
- gNB ID: bit string, 22-32 bits
- Global gNB ID: PLMN + gNB ID
- Cell ID (CI): bit string, 4-14 bits
- NR Cell ID (NCI): gNB ID + CI
- NR Cell Global ID (NCGI): PLMN + NCI



陸域行動網路

- PLMN (Public Land Mobile Network)
 - MCC (Mobile Country Code)
 - MNC (Mobile Network Code)
 - PLMN識別碼由MCC與MNC組成，每個營運商皆有自己的PLMN識別碼
 - 台灣的MCC: 466
 - 遠傳電信 466 01 / 466 03
 - 亞太電信 466 05
 - 中華電信 466 11 / 466 92
 - 台灣之星 466 89
 - 台灣大哥大 466 97
 - 中國大陸的MCC: 460
 - 裝置在搜尋網路時會根據SIM卡記載的喜好PLMN識別碼與頻段資訊尋找基站並嘗試發出註冊資訊



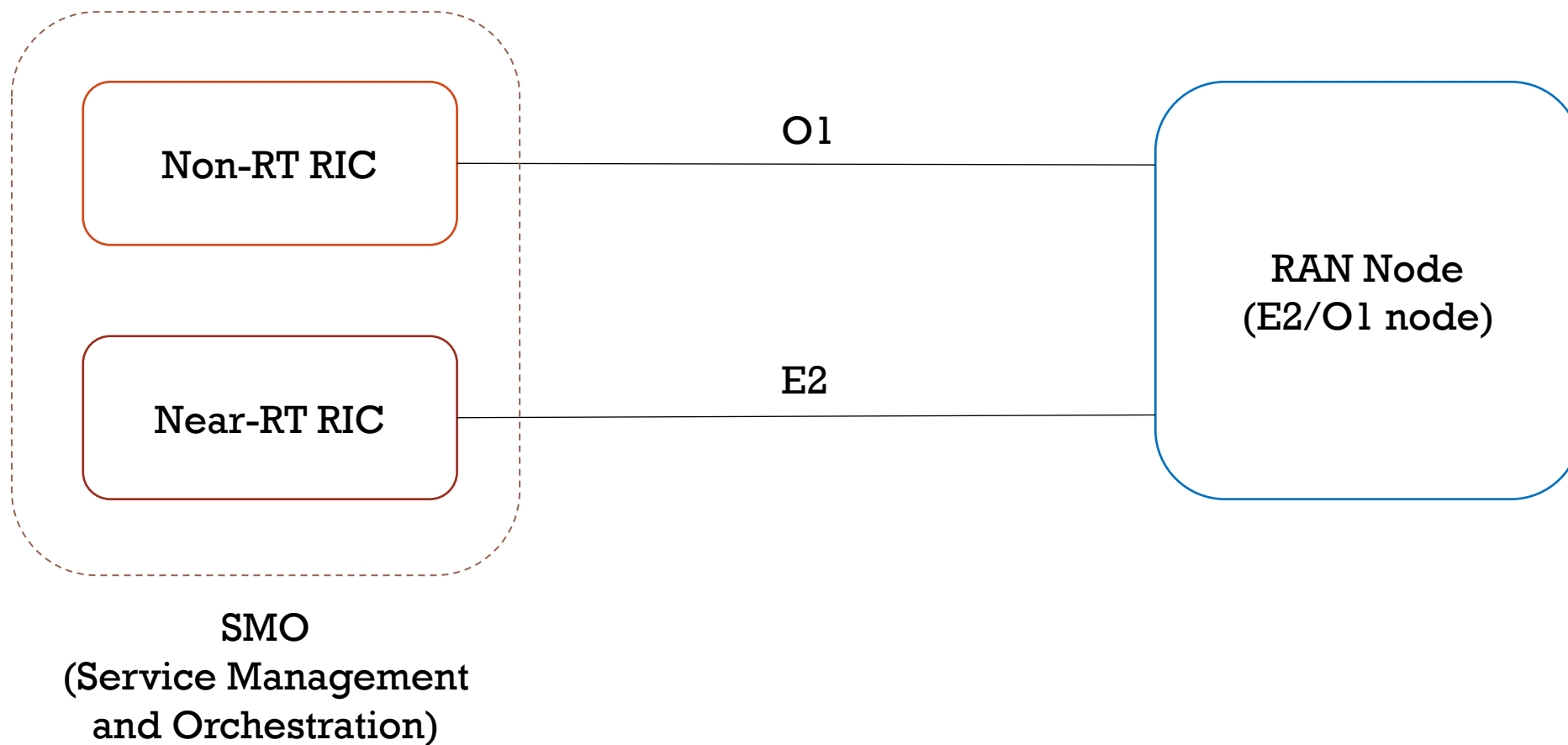
陸域行動網路

■ PLMN識別碼的編碼方式

bit	7	6	5	4	3	2	1	0
buf[0]	mcc[1]				mcc[0]			
buf[1]	mnc[2]				mcc[2]			
buf[2]	mnc[1]				mnc[0]			



O-RAN管理架構



RAN Node

- 功能定義
- 運作參數
- 識別資訊
- **Embedded system**
 - 處理器
 - 網路介面



Outlines

- RAN管理
- O-RAN O1介面
- O-RAN E2介面



01 介面

- 主要協定/標準
 - **NETCONF (over SSH/TLS)**
 - 主要傳輸內容為以**YANG**表示的各項參數
 - 部分自定義實作使用**SFTP**、**HTTP**等輔助
 - 傳輸檔案、事件觸發



YANG Model

- Yet-Another Next Generation
 - RFC 6020/7950
- 著重物件導向的資料結構描述
 - Leaf node: 基本的資料(樹狀結構的末端)
 - Leaf-list node: 類似leaf，但允許重複
 - Container node: 物件，裡面可以有多个leaf/leaf-list/container
 - List node: 類似陣列，可重複的leaf/leaf-list/container
 - Module: 上述四種的組合
- 可以使用XML交換資料
 - 搭配Xpath作為資料索引
- LibYANG



Sysrepo

- 儲存YANG Model與資料的開源軟體套件
 - 資料儲存於共享記憶體 (/dev/shm)
 - 若要長時間儲存需要搭配匯入/匯出機制
 - 以XML匯入/匯出
- 早期有獨立的daemon，目前已經整合為library only
- NMDA
 - Network Management Datastore Architecture (RFC 8342)
 - Startup: 開機時載入的預設資料
 - Running: 目前系統執行使用中的資料
 - Candidate: 不影響系統運作，僅作為候選設定值的資料
 - Operational: 可用的設定值與系統狀態組合



NETCONF

- 基於SSH (secure shell)的網管協定
- 使用XML RPC的概念
 - Remote Procedure Call
- Libnetconf

```
<rpc message-id="1" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">  
  <get/>  
</rpc>
```

```
<rpc-reply message-id="1" xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0">  
  <data>  
    <!-- ... entire set of data returned ... -->  
  </data>  
</rpc-reply>
```



Netopeer

- NETCONF的開放原始碼實作
- 須搭配libyang、libnetconf與sysrepo使用
- 透過NETCONF存取系統上sysrepo儲存的資料



01介面管理實作方案

- RAN Node
 - Sysrepo
 - Netopeer2-server
 - SFTP server
 - RESTful API (HTTP) agent
- Non-RT RIC
 - 資料庫
 - NETCONF agent
 - SFTP agent
 - RESTful API (HTTP) server



Outlines

- RAN管理
- O-RAN O1介面
- O-RAN E2介面



E2介面

- 相較於O1，E2介面使用O-RAN制定的E2AP (E2 Application Protocol)以符合near-real-time RIC需要快速且頻繁地交換資料的特性
- 基於SCTP (Stream Control Transmission Protocol)
- 以ASN.1 (Abstract Syntax Notation 1描述)

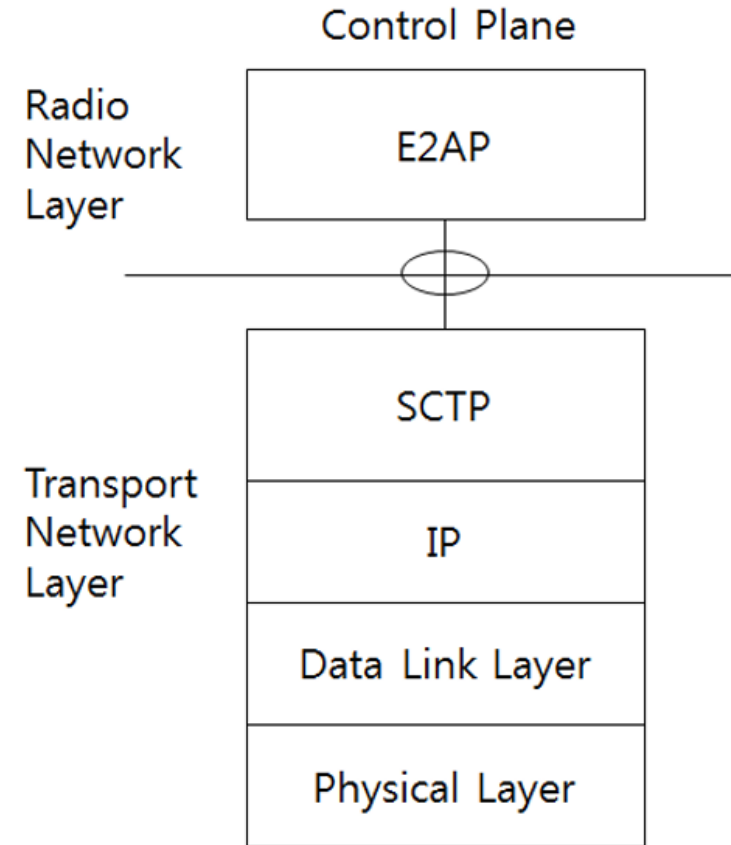


Figure 6.1-1: E2AP protocol stack



E2 RAN Function

A specific Function in a E2 Node; examples include termination of network interfaces (i.e. X2, F1, S1, Xn, NGc) and RAN internal functions handling UEs, Cells, etc.

- E2 node上可以接受管理的基本功能模組
 - RAN運作參數
 - UE連接狀況
 - 通訊界面



E2管理架構

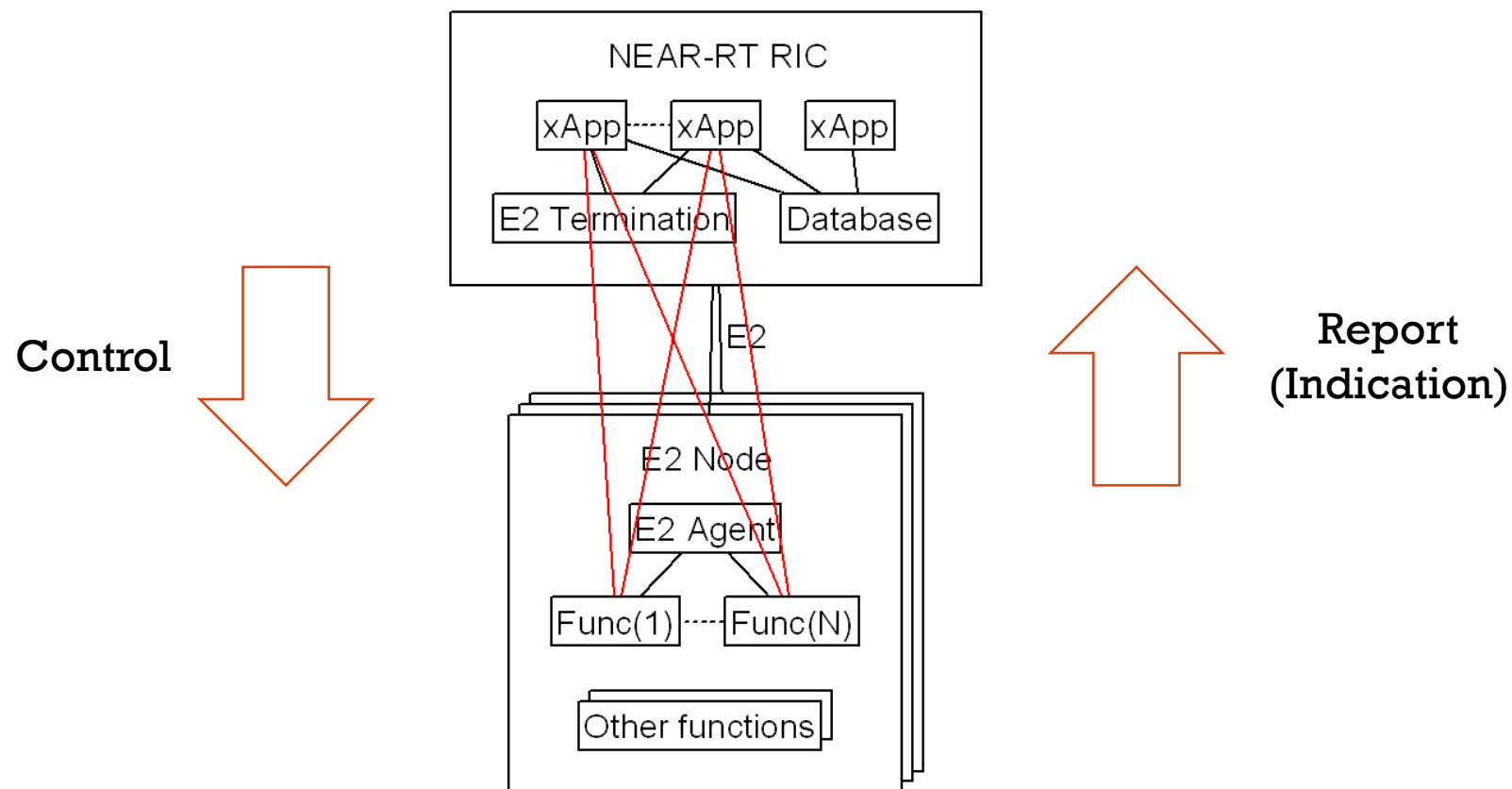
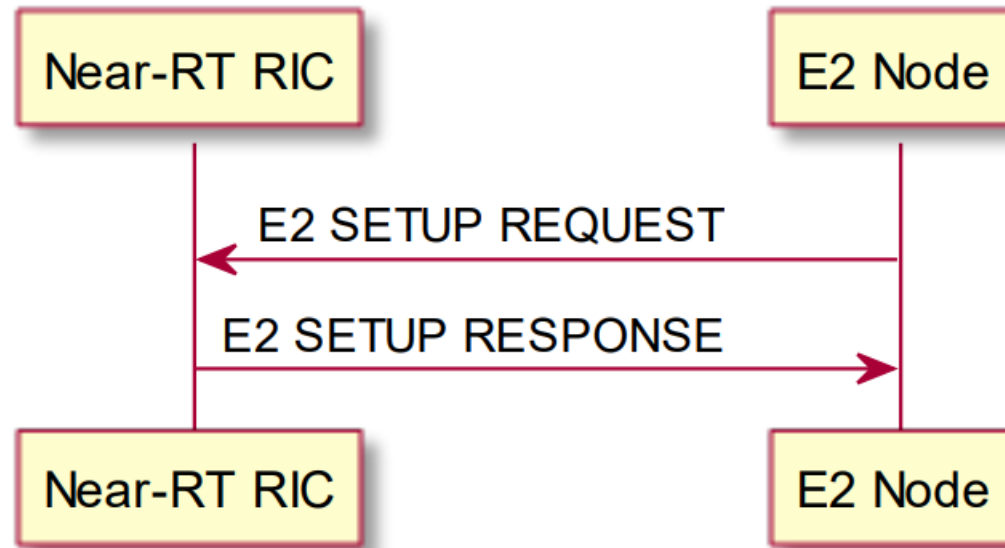


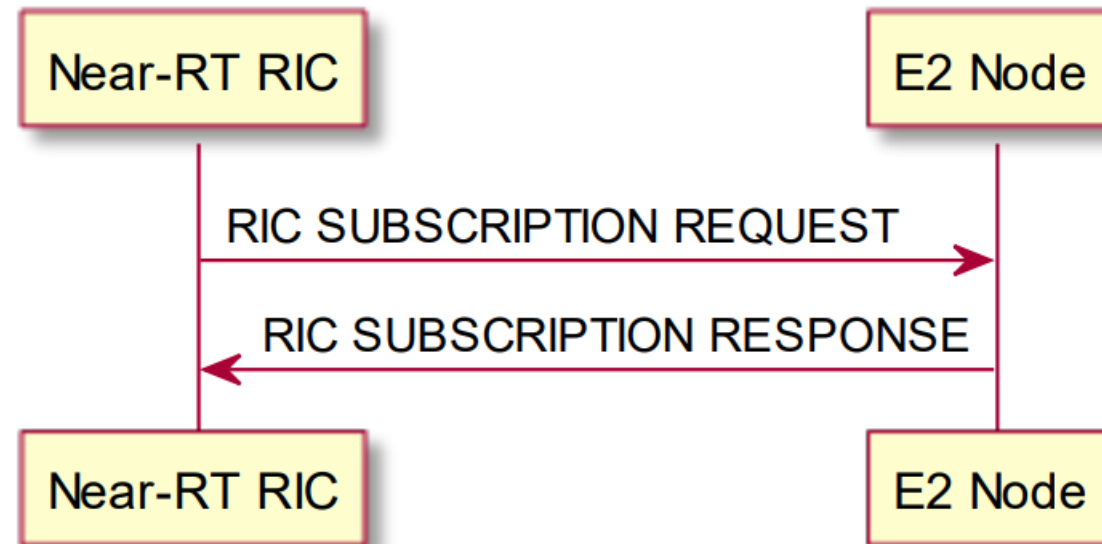
Figure 5.1-1: Relationship between Near-RT RIC and E2 Node



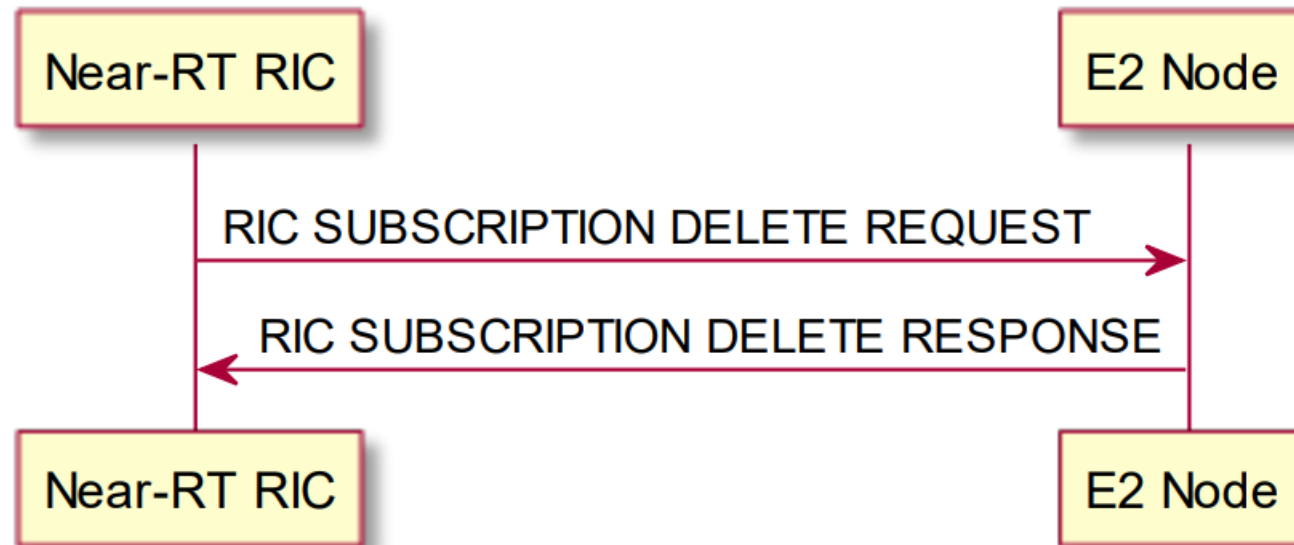
E2 Setup



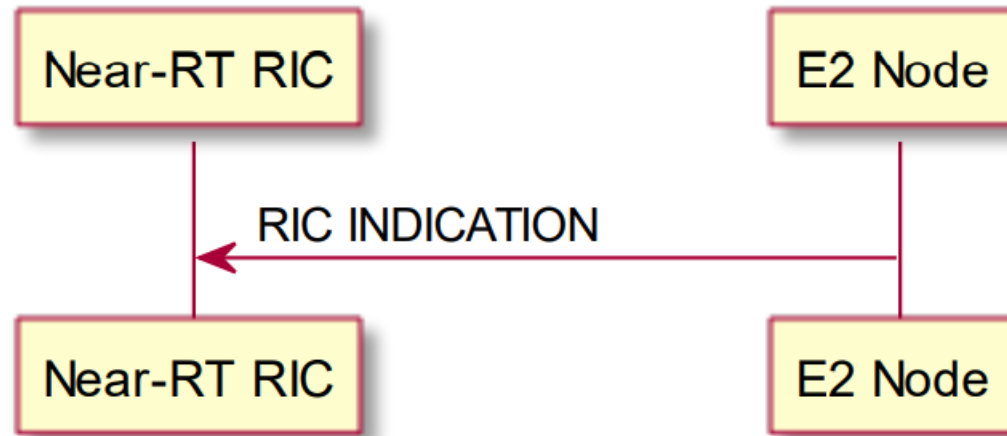
RIC Subscription



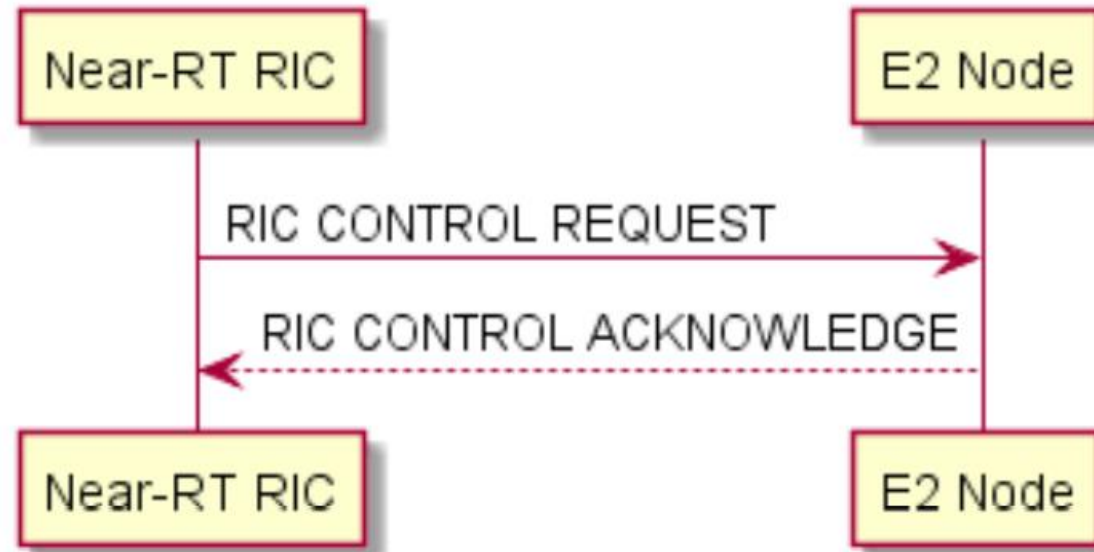
RIC Subscription Delete



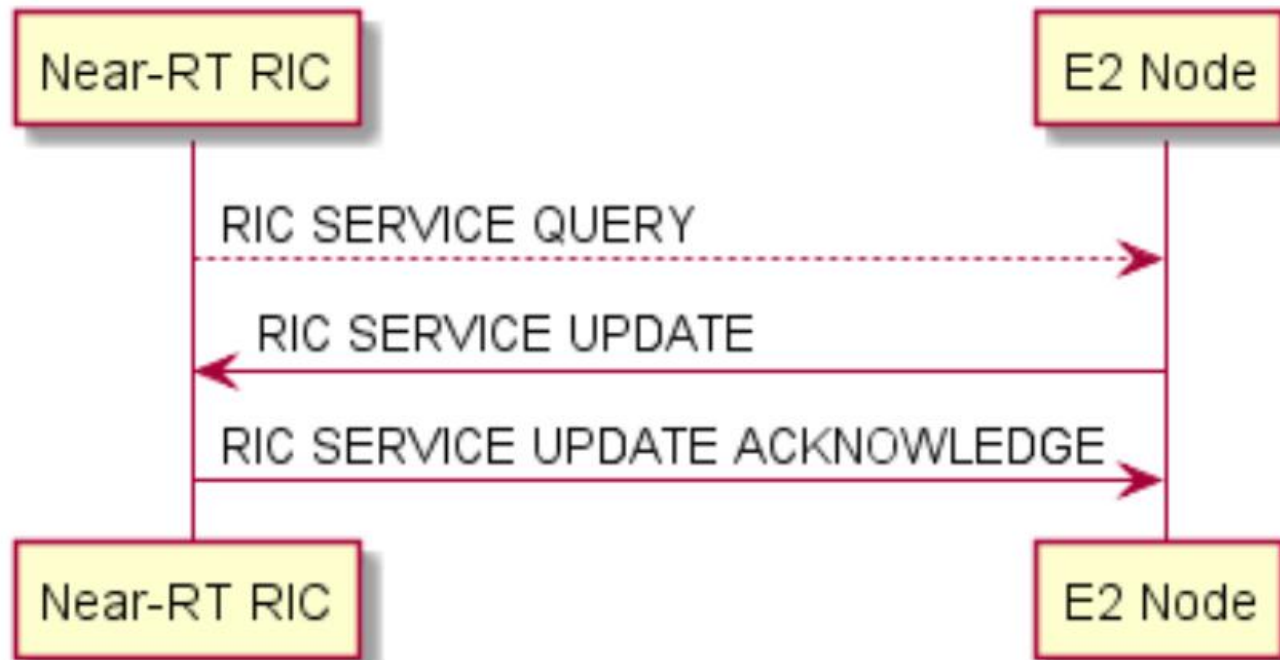
RIC Indication



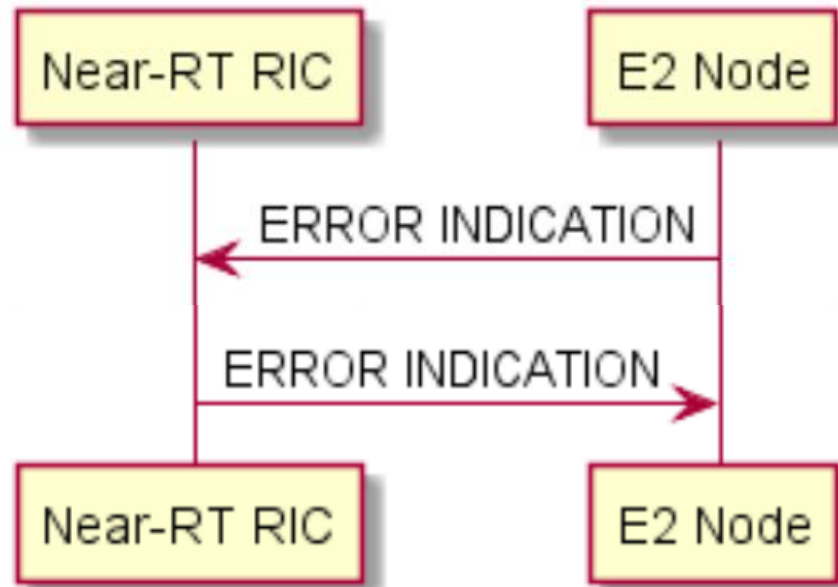
RIC Control



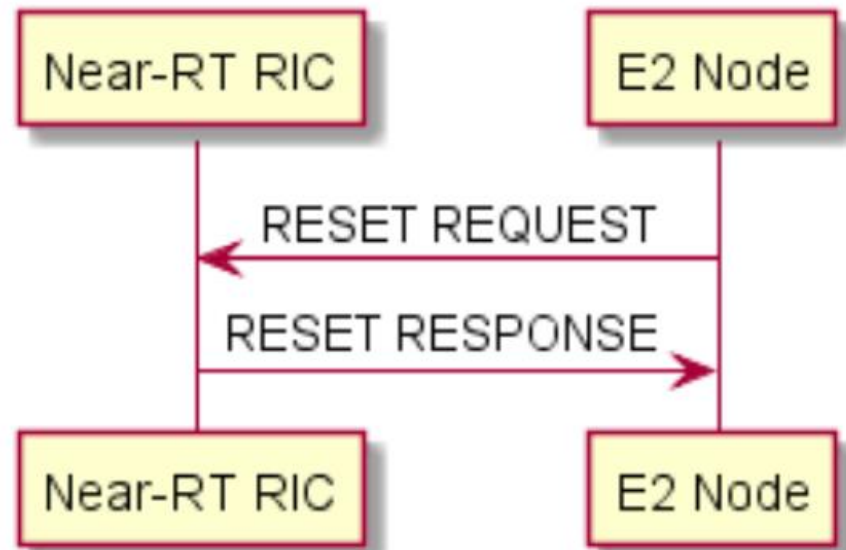
RIC Service Update



Error Indication



Reset



E2應用範例

- RRM (Radio Resource Management)
 - 即時觀測BLER (Block Error Rate)與延遲時間(latency)，調整功率、MCS (Modulation and Coding Scheme)設定，改善通訊品質
 - 導入AI/ML分析頻道狀況變化
- 波束角度
 - 根據使用者需求分佈、頻道狀況調整指向天線角度
 - 其他beam-forming技術
- 最佳化hand-over機制
 - 用於快速移動的UE

