

Chapter 7

GPRS 系統簡介

GPRS System Overview

課程目標

- 本章節簡單介紹 GPRS 的通訊協定，內容包括 GPRS 所要提供的功能、系統架構、各個網路元件以及各元件間定義的介面、高層的通訊程序和計費系統等部分。

章節目錄

- GPRS的介紹
- GPRS無線電介面
- GPRS高層通訊程序
- 結語
- 作業

GPRS 的緣由

- GSM 網路以提供語音通話服務為主，雖然能提供簡訊、傳真與撥接服務，但仍不適用於提供像觀看網頁等需要傳輸大量數據資料的服務。
 - 資料傳輸速率太低。
 - 以通訊時間做為計費的標準。
- 想法：利用現有 GSM 通訊網路，再加入一些新的設備，提供高速的分封數據資料傳輸。
- 1999 年完成整個 GPRS 的制訂。
- 請 3GPP 網站（<http://www.3gpp.org>）。

Section 7.1

GPRS 的介紹

Introduction to GPRS

GPRS 的特性 (1/2)

- GPRS 與 GSM 系統共享基地台與無線電頻段，但修定了無線電介面以符合封包傳送的精神，增加通道的使用效率與系統容量。
 - 可將相同編號的時槽，分配給多個手機共享。
 - 可將同一載波的8個時槽都分配給同一個手機。
 - 上行與下行無線電通道的配置各自獨立。
 - 提供四種通道編碼方法（Channel Coding Schemes），稱為CS1、CS2、CS3和CS4，提供9.05kbps到171.2kbps的傳遞速率。

GPRS 的特性 (2/2)

- 提供快速保留（fast reservation）的設計，讓手機在 0.5 到 1 秒內便快速地啟動資料的傳輸。
- 使用與GSM相同的安全機制，但編碼的演算法經過調整，適合數據封包的傳送。

Section 7.1.1

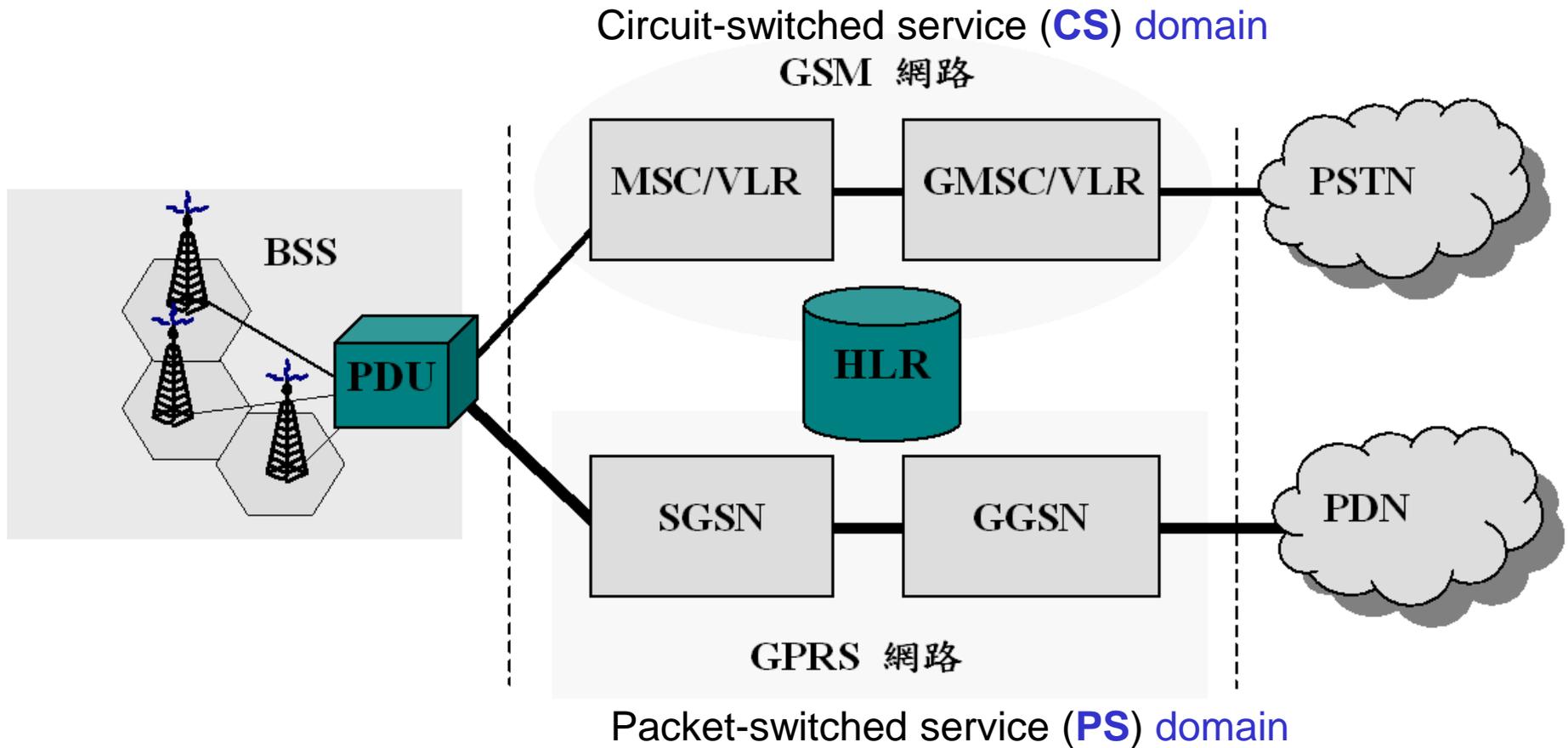
GPRS 架構

GPRS Architecture

GPRS 架構

- 保有原先 GSM 網路的 BSS、MSC/VLR 和 HLR 元件，僅需略加修改。
- 加入 Serving GPRS Support Node (SGSN) 和 Gateway GPRS Support Node (GGSN) 兩個元件。
 - SGSN 相當於 GSM 網路中的 MSC，負責 GPRS 手機的移動管理、安全與存取控制等功能。
 - GGSN 是與外界網路相連的介面，功能類似路由器。使用者的數據資料均需透過 GGSN 才能傳到網際網路。

圖 7-1 GPRS 與 GSM 共存之系統架構



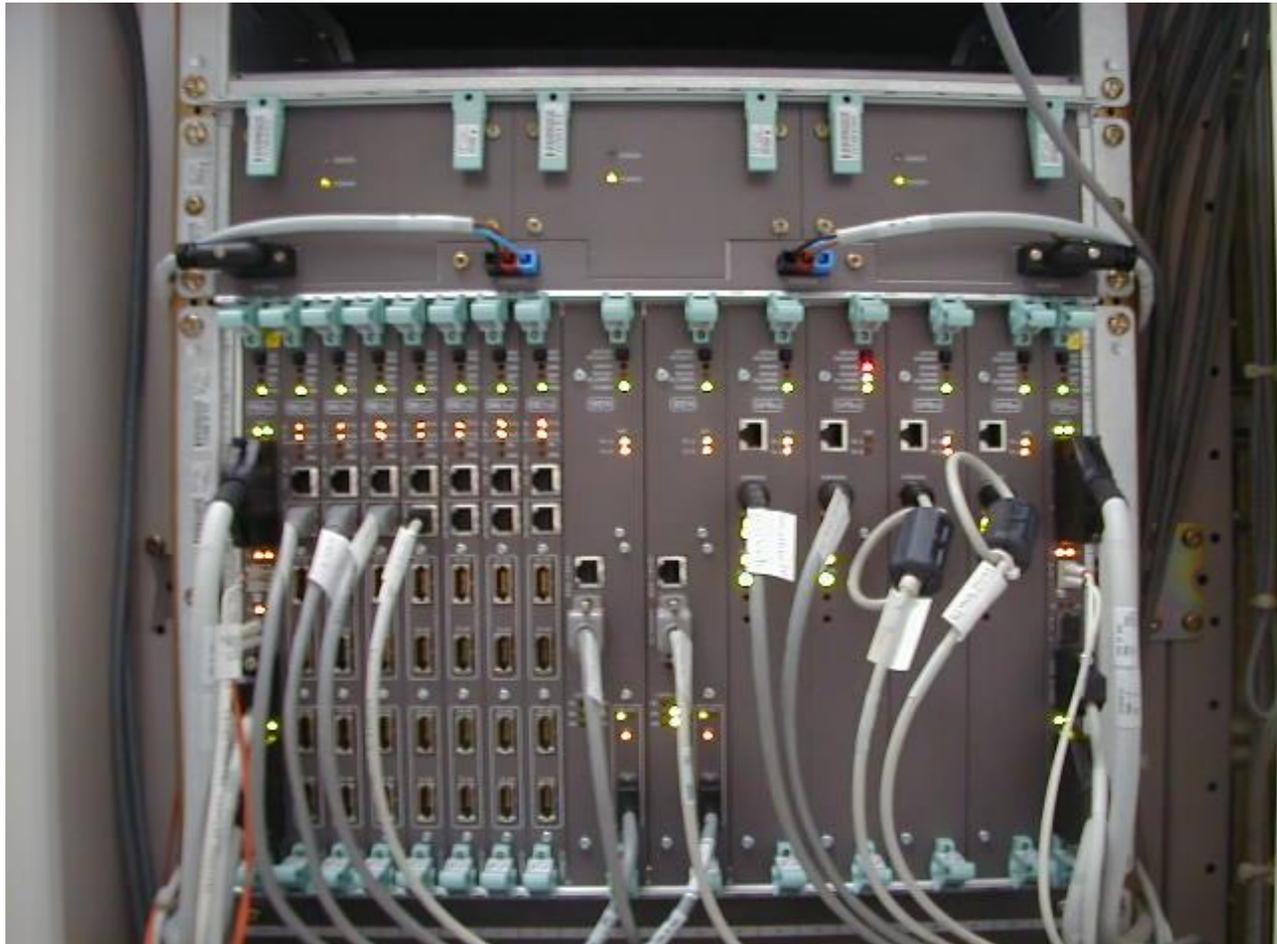
GPRS 架構中的介面 (1/2)

- 手機和BSS 間溝通是透過 Um 介面，BSS 和 SGSN 間則是透過 Gb 介面溝通。
- 一個GPRS 網路中的SGSN 和 GGSN 間溝通是透過 Gn 介面，但若 SGSN 和 GGSN 是分屬不同的 GPRS 網路，則SGSN 和 GGSN是透過 Gp 介面溝通。

GPRS 架構中的介面 (2/2)

- GGSN 與外界網路是透過 Gi 介面相連。
- MSC/VLR 與 GPRS 的 BSS 還是用 GSM 的 A 介面，但與 SGSN 連接則用 Gs 介面。
- HLR 分別用 Gr 和 Gc 介面與 SGSN 和 GGSN 溝通，而 Gr 和 Gc 均遵循 GSM MAP 規範。

SGSN (Ericsson)



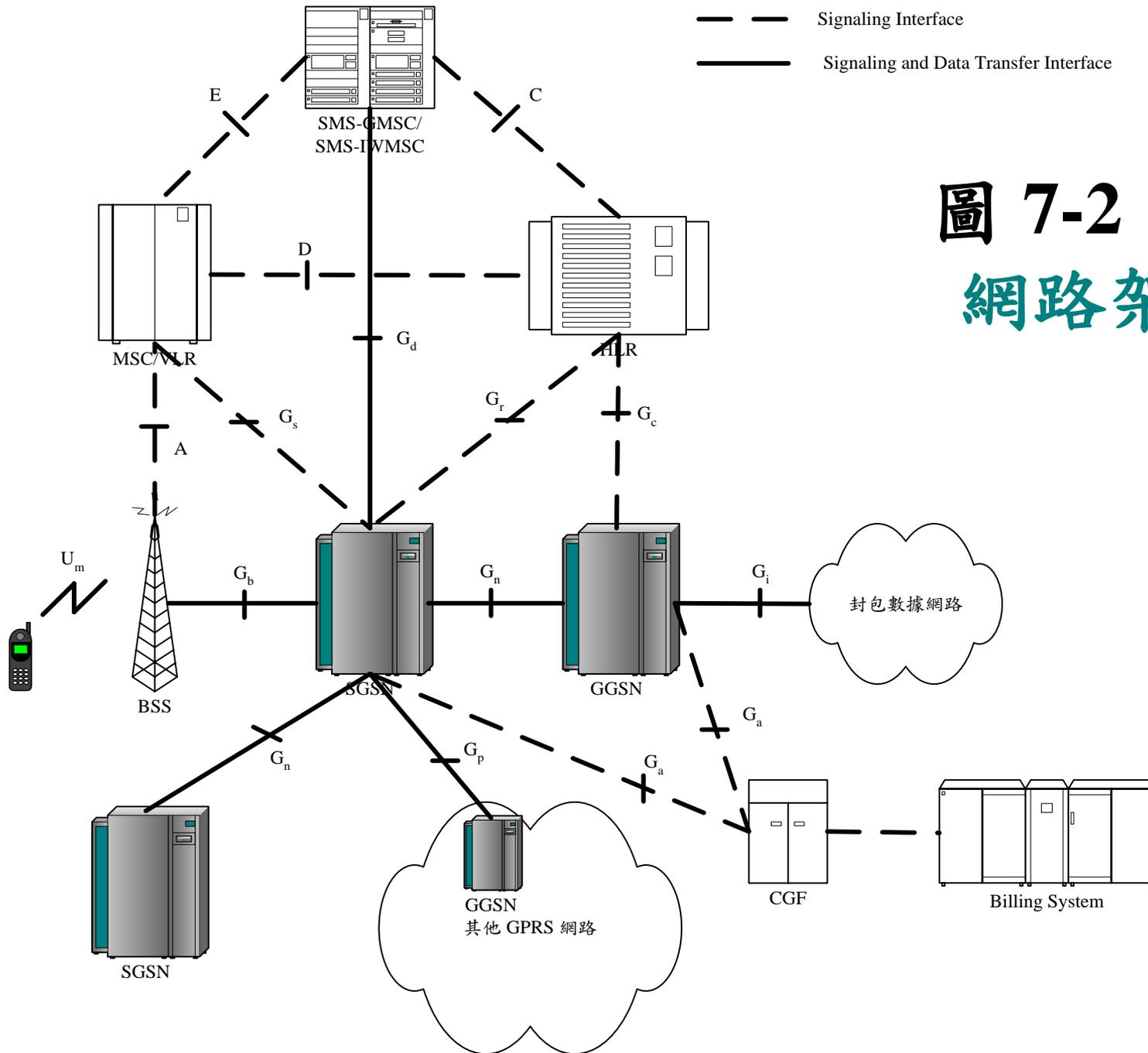


圖 7-2 GPRS
網路架構圖

傳輸與信令平面

➤ GPRS 網路元件間的通訊協定都採用層級架構，而所使用的規範堆疊（protocol stack）分為兩類：

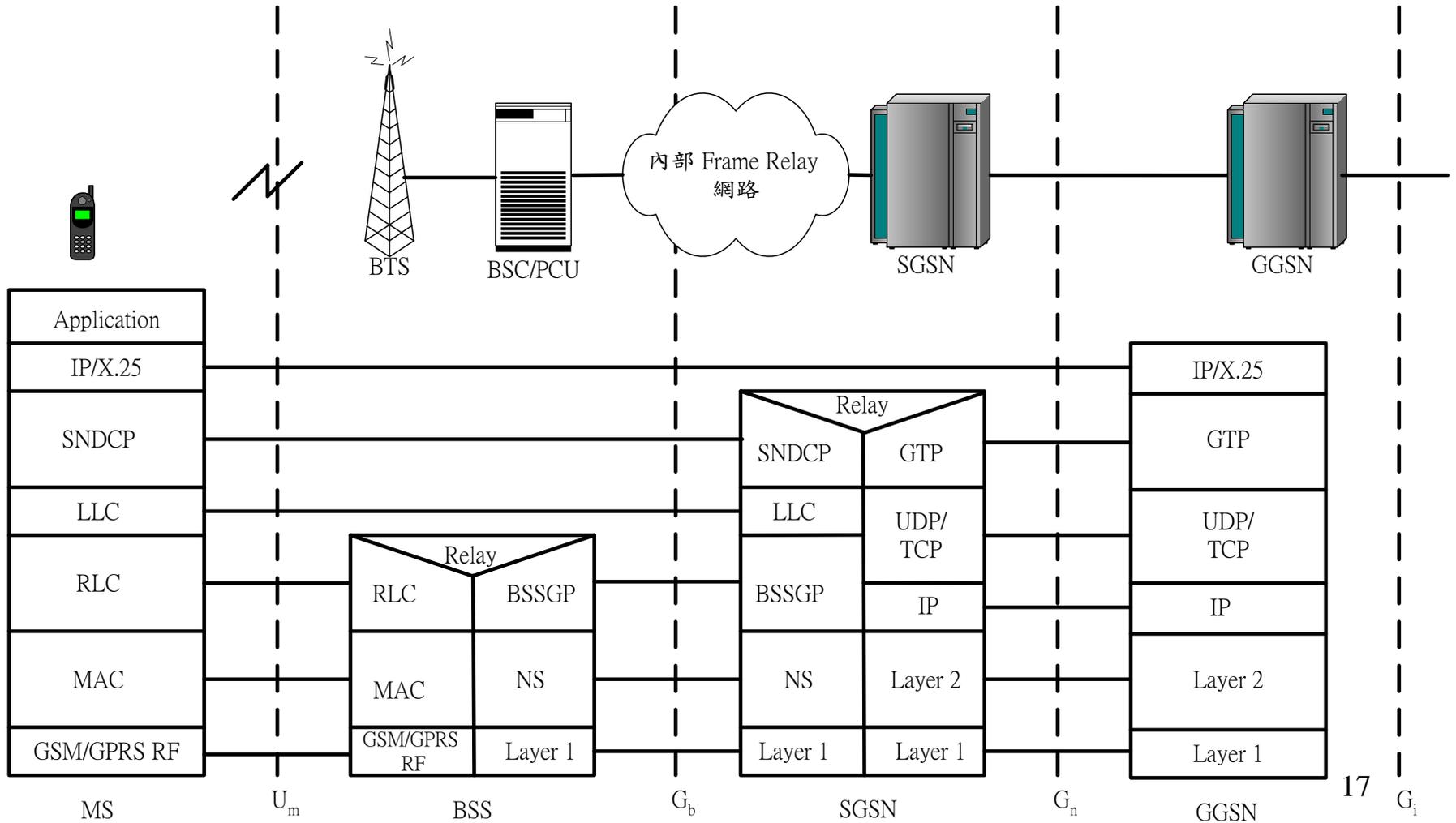
- 傳送使用者資料與資料傳送相關的控制程序之規範架構，稱之為**傳輸平面**（**transmission plane**）。包含數據資料傳輸的流量控制、錯誤資料的偵測、更正與回復等功能。
- 為控制“傳輸平面”的控制訊號之規範架構，稱為**信令平面**（**signaling plane**）。包含控制 GPRS 網路服務的存取（如登錄或取消登錄）、分配網路資源以符合用戶需求、控制數據資料的路由以支援手機的移動等功能。

Section 7.1.2

GPRS 傳輸平面

GPRS Transmission Plane

圖 7-3 GPRS 傳輸平面



MAC、RLC、LLC

- 媒體存取控制層（**Medium Access Control Layer**，**MAC**層）控制無線電頻道的分配與許可，並且將上層的框架（frame）對應至下面的無線電實體層格式。
- 無線電鏈結控制層（**Radio Link Control Layer**，**RLC**層）根據無線頻道特性，提供上層一個可靠的鏈結。
- 邏輯鏈結控制層（**Logic Link Control Layer**，**LLC**層）提供高可靠加密的邏輯連結給上層的協定，讓手機與SGSN的上層協定溝通能獨立於下層的無線電介面，並盡量減少GPRS網路端的修改。

SNDCP

- 子 網路依存收斂 協定 (SubNetwork Dependence Convergence Protocol, **SNDCP**)
 - 支援各種網路層協定，讓GPRS網路元件的上層在傳遞資料時，可以忽略下層的存在。
 - 將來自不同網路的封包，多工對應至一邏輯鏈結。
 - 具有資料分割與重組 (Segmentation and Reassembly, SAR) 功能，能將網路層的資料傳輸單位-- N-PDU，切割成數個 SN-PDU，加上表頭傳至 LLC 層，成為 LLC 框架；或是SNDCP接收下層 LLC框架資料，反向重組回網路層的 N-PDU。
 - 可選擇執行資料壓縮的功能 (如：TCP/IP 表頭壓縮₁、V.42bis 資料壓縮)，提高頻道的使用效率。

BSSGP

- Base Station Subsystem GPRS Protocol
- 在下行（downlink）方向
 - SGSN 提供 BSS 關於 RLC/MAC 層會用到的相關的無線電服務品質參數。
 - ✓ 內含手機的無線電存取能力（MS radio access capability）、服務品質設定檔（QoS profile）和 PDU 生存時間（PDU lifetime）。
- 在上行（uplink）方向：BSS 提供 SGSN 由 RLC/MAC 層得到的相關無線電服務品質參數。

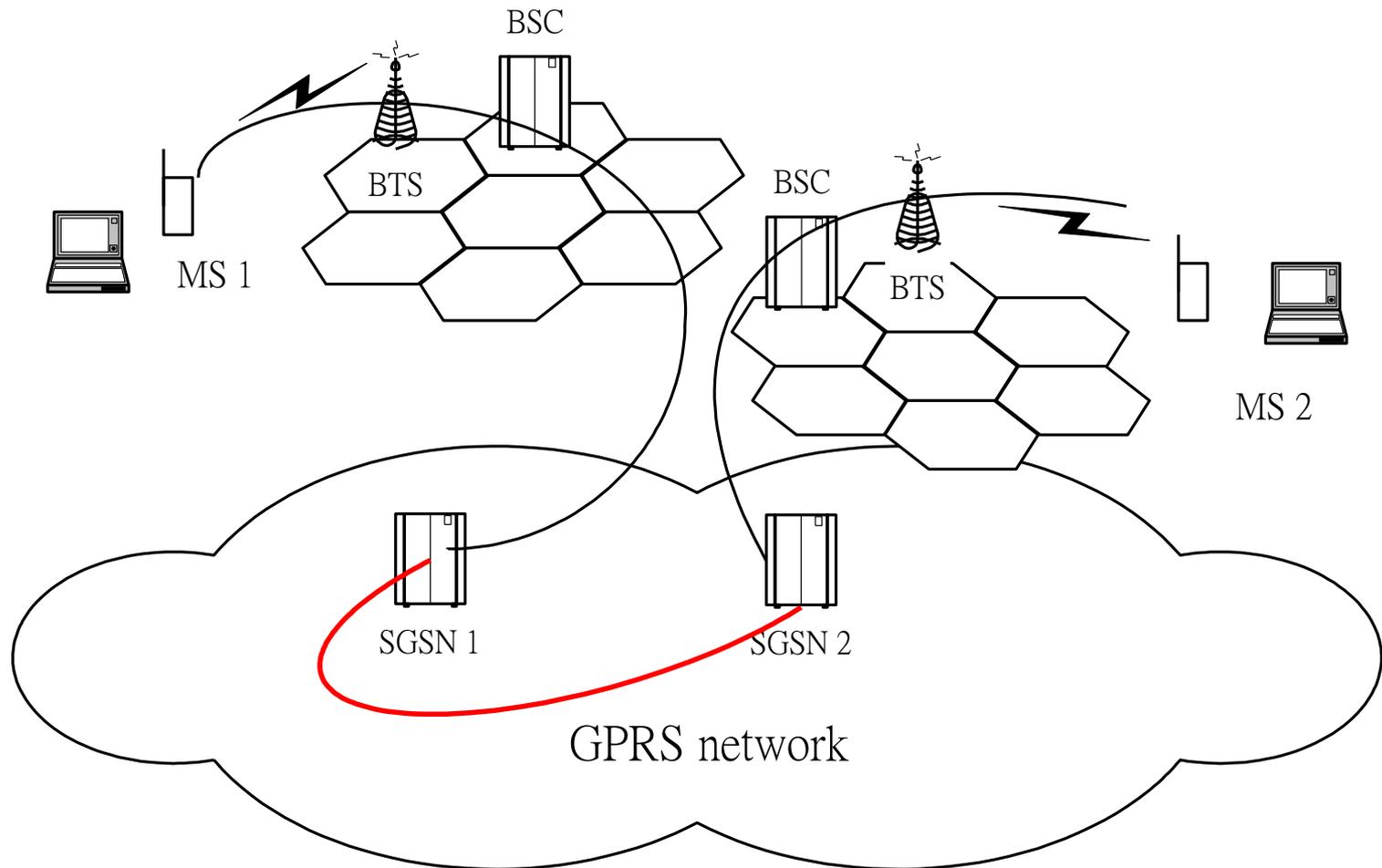
傳輸平面的 GTP (1/2)

- GPRS 隧道協定 (GPRS Tunneling Protocol, GTP) 的功能是在 GPRS 網路的 GSN 元件間，傳遞使用者資料和信令。
- 當 GGSN 收到由外部網路送給手機的 PDU 時，GTP 把它包裝起來成為 GTP PDU，然後透過隧道 (tunnel) 傳給 SGSN。
 - 所謂的隧道是一個雙向、點對點的路徑，以區隔保護所傳送的資料。
 - GSN 間的每個隧道都有一個辨識碼 -- Tunnel ID (TID) 以資辨別。
 - 兩個 GSN 間可能有一條或多條路徑 (path)，而一條路徑則可包含一條或多條隧道。

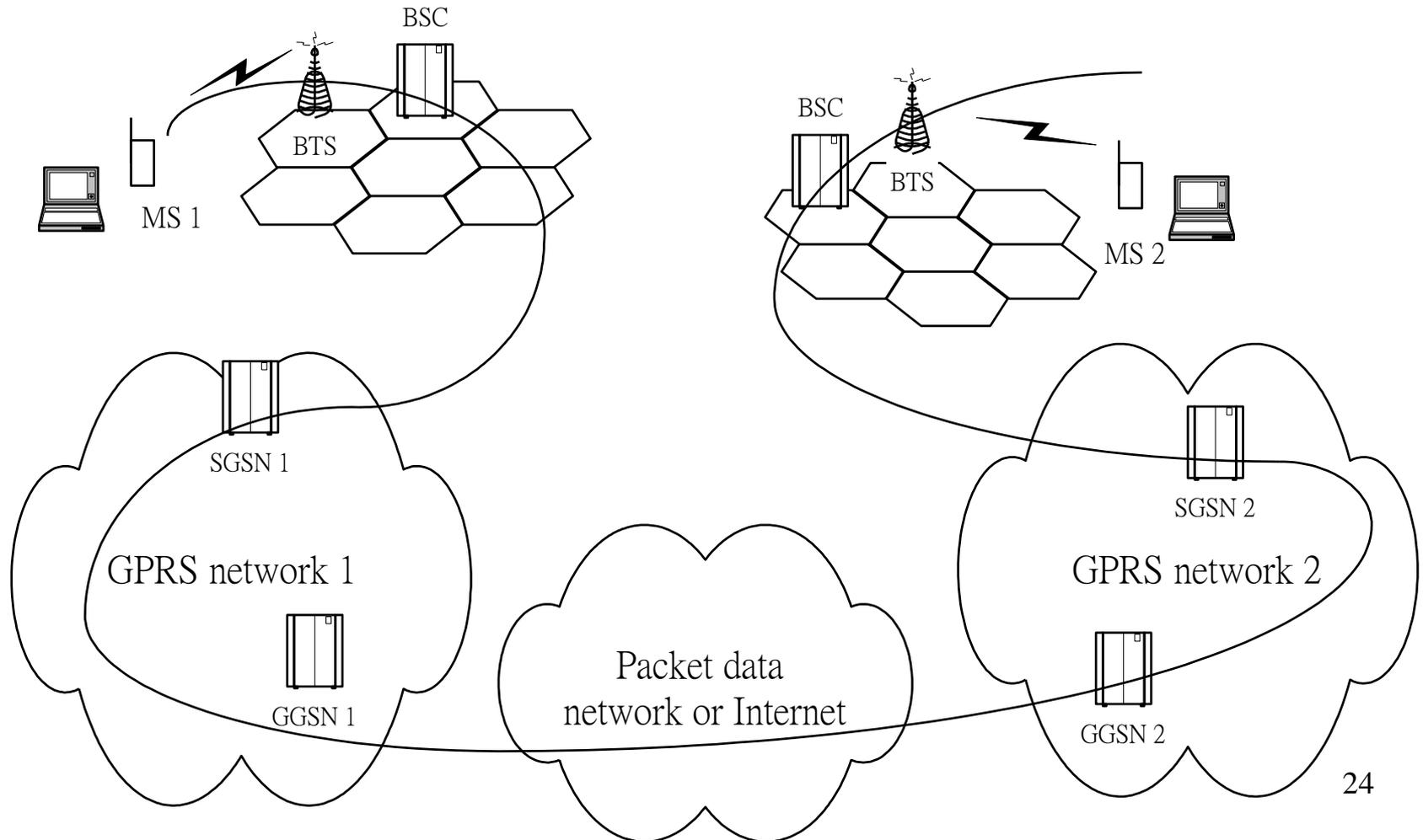
傳輸平面的 GTP (1/2)

- 當 GGSN 收到送給手機的封包後，會查一個 IP 和 TID 對應表，把封包內的目的地手機的 IP 位址轉成對應的 TID。
 - 由 TID 辨識碼，GGSN 便可知道要透過哪一個隧道傳給對應的 SGSN。當 SGSN 收到 GTP PDU 後，便可解開還原成原來的 PDU。

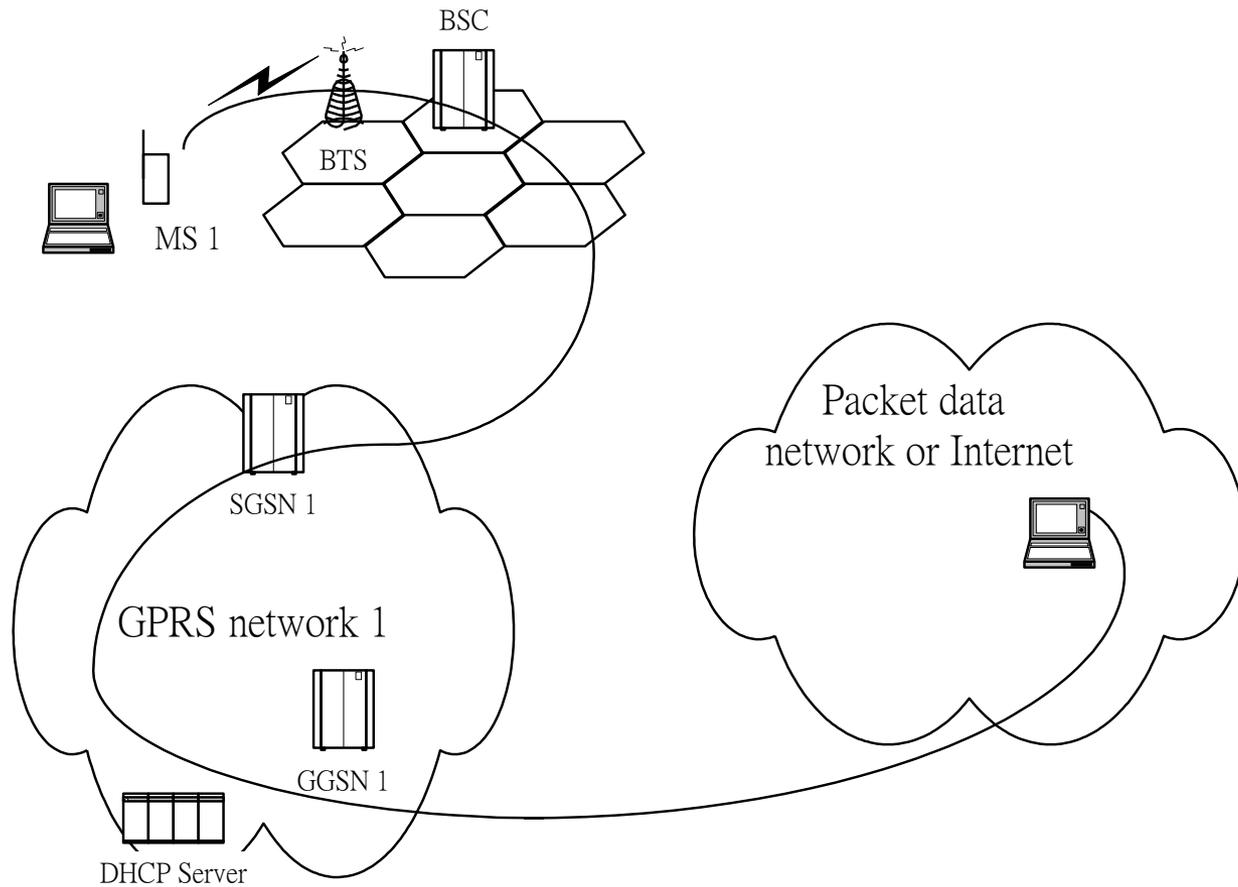
GPRS Example 1



GPRS Example 2



GPRS Example 3



Section 7.1.3

GPRS 信令平面

GPRS Signaling Plane

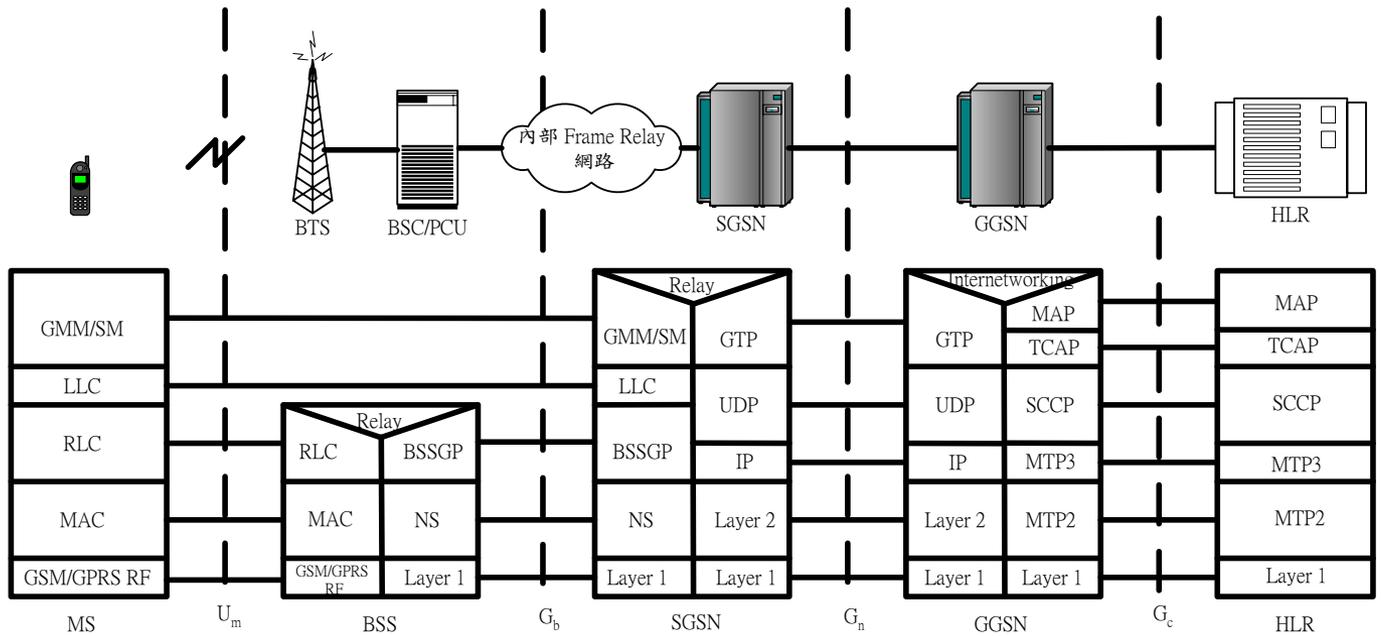
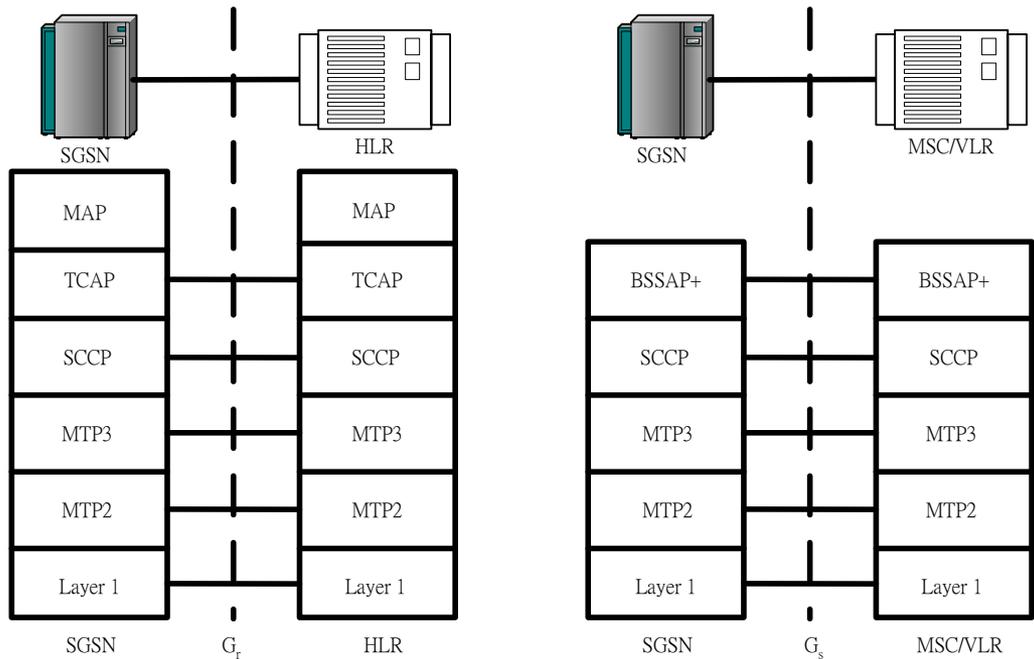


圖 7-4 GPRS
信令平面



GMM / SM (1/2)

- 為了能在 PS domain 上傳送數據資料，有以下兩件重要的工作：
 - 行動管理 (**Mobility Management**)
 - 議程管理 (**Session Management**)
- 行動管理 (**Mobility Management**)
 - 由 GPRS 行動管理 (GPRS Mobility Management , **GMM**) 協定負責手機的行動管理。
 - Mobility Management context , **MM context**
 - Attach 、 Detach 、 Routing Area Update 、 Security

GMM / SM (2/2)

➤ 議程管理 (**Session Management**)

- 議程管理 (Session Management , **SM**) 協定負責手機的通話管理。
- Packet Data Protocol context , **PDP Context**
- PDP Context Activation 、 Deactivation 、 PDP Context Modification
- Quality-of-service (**QoS**) **profile**

Gs / Gr / Gf 和 BSSAP+

- SGSN 和 VLR/HLR/EIR 間則各為Gs/Gr/Gf 介面，使用擴充功能的 MAP 協定做訊息的交換，底層仍使用與 GSM 系統底層相同的 TCAP、SCCP與 MTP。
- BSSAP+ 層負責同時具有 IMSI 和 GPRS 登錄服務的手機之位置資訊整合。另外一些 GSM 網路的信令也可透過 MSC/VLR 與 SGSN 相互溝通。
 - 例如：GSM 網路可能透過 GPRS 網路傳呼手機、更新手機位置區域（location area）資訊以及協助 VLR/HLR/SGSN 等元件之故障還原等。

信令平面的 GTP

- GPRS GSN 間的資料和訊令都是利用 GTP 協定來傳遞。
- GTP 功能主要
 - 路徑管理 (path management)
 - 隧道管理 (tunnel management)
 - 手機位置管理 (location management)
 - 行動管理 (mobility management)

Section 7.1.3

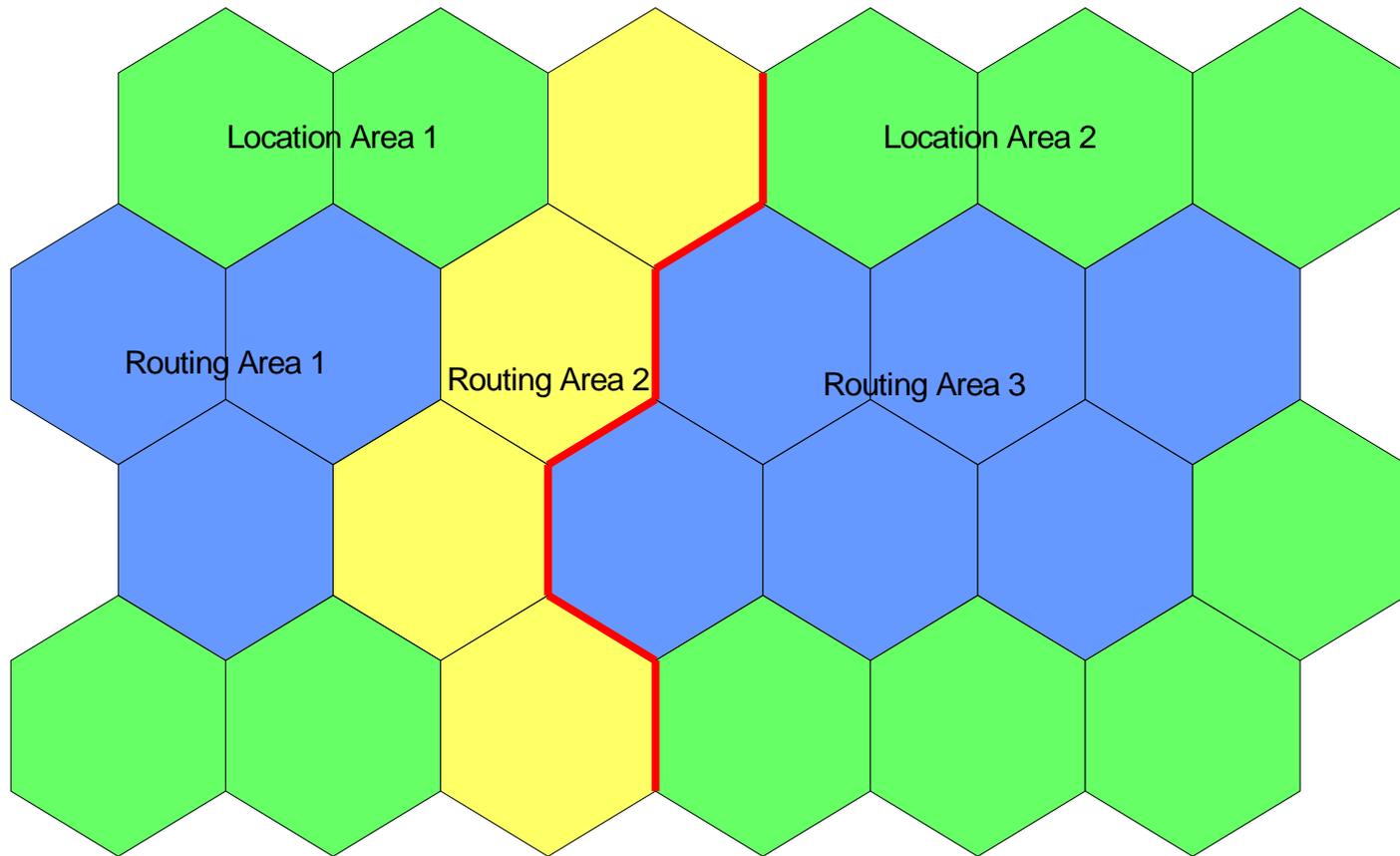
GPRS 通信區域劃分

GPRS Area Planning

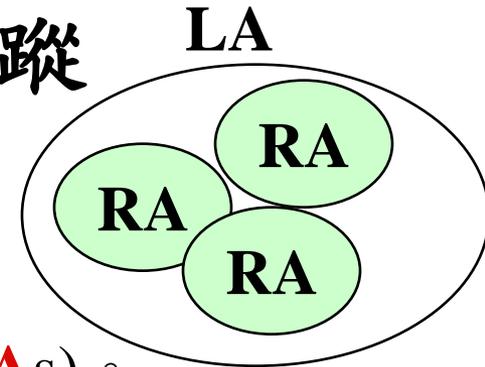
GPRS 通信區域劃分

- GPRS 的數據傳輸通信區域分為細胞和路由區域（Routing Area，RA）兩個層級。
- 一個路由區域包含一個或多個細胞，每一個路由區域有一個路由區域辨識碼（Routing Area Identity，RAI）辨識。
 - RAI 由系統業者自訂，並且透過廣播的方式讓手機知道此系統資訊。
 - 當GPRS 手機跨越細胞時，手機比較基地台廣播的RAI和手機現存的RAI，便可知道是否跨越了不同的RA。

GPRS 通信區域劃分的圖例



比較 CS 與 PS 的位置追蹤



➤ 在 CS domain 上

- 將服務的區域切割成為 location areas (**LAs**)。
- 手機所在的 LA 記錄於 **VLR** 之中。

➤ 在 PS domain 上

- 將服務的區域切割成為 routing areas (**RAs**)。
- 通常 RA 是 LA 的子集。
- 手機所在的 RA 記錄於 **SGSN** 之中。
- 如果目前 MS 與 SGSN 間正在傳送數據資料，SGSN 也會記錄目前 MS 所在的 cell。

Section 7.1.4

MM Context 和 PDP Context

GPRS 的運作

- 控制數據資料的路由以支援手機的移動：
 - 由於手機具有移動性，因此如何追蹤手機位置，並且在手機移動中仍能提供不間斷的數據傳輸服務，是 GPRS 系統面臨的最重要課題之一。
- 分配網路資源以符合用戶需求：
 - 包含分配與回收 GPRS 通訊頻道的實體資源（如：時槽）、監督 GPRS 頻道的使用效率，以瞭解哪一個頻道擁塞或是使用效率太低、起始擁塞控制程序、將 GPRS 頻道的組態資訊廣播給手機等功能。
- GMM / SM

行動管理 (1/2)

- 當手機想要登錄 GPRS 網路使用數據傳輸服務前，MS 會向系統發出“連網”的請求（即啟動所謂 **GPRS-attach** 的機制）。
- 一旦手機登錄了 GPRS 網路，即便手機沒有收送任何數據資料，它仍將一直維持在連網的狀態，直到手機或網路端執行“取消 **GPRS 連網服務**”（即 **GPRS-detach**）的程序為止，這個便是所謂 GPRS “**always on**”的特性。

行動管理 (2/2)

- 在 always on 的這段期間，GPRS必須對手機進行**行動管理**（Mobility Management，MM），追蹤手機的位置。
 - 即 MS 所在之 RA。
- 此時系統並未保留無線電的資源給手機，手機與網路端並未真正建立連線。

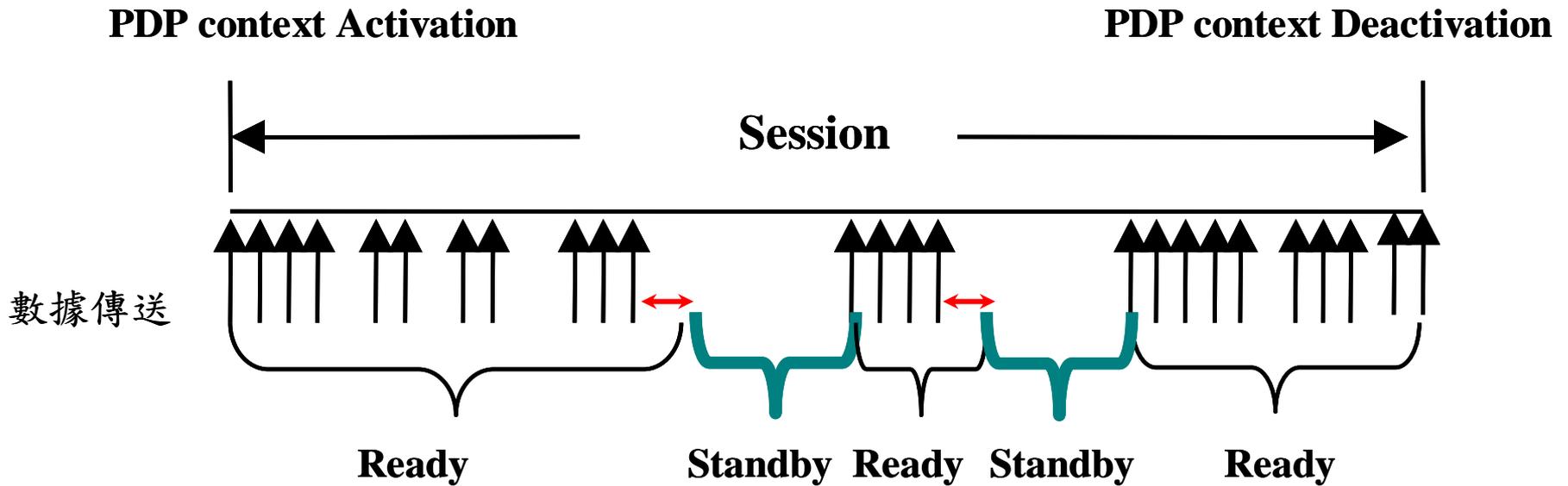
議程管理 (1/2)

- 當手機真正要透過某一 GGSN 與外部數據網路收送資料時，此時手機就必需取得一個邏輯位址（logic address）做為網路層的定址。
 - 例如外界數據網路是一個IP網路，則手機取得的便是一個IP位址。
 - 目前的GPRS網路，被設計成連往不同的封包數據網路，所以有不同的邏輯位址。這個位址便被稱為PDP位址（Packet Data Protocol address，PDP address）。

議程管理 (2/2)

- 除了 PDP 位址外，還得要描述手機與封包數據網路連接時所需要的各項參數設定，包括網路型態、服務等級、無線電優先權（radio priority）。這些參數合稱為議程管理記錄（PDP context）。
- 手機或網路端須執行所謂“**啟動PDP context程序**”（即 **PDP context activation**），建立起彼此的PDP context。
- 手機、SGSN 與 GGSN 都會有 PDP context，利用 PDP context 描述整個資料傳輸的過程。

圖 7-6 手機的 MM state 範例

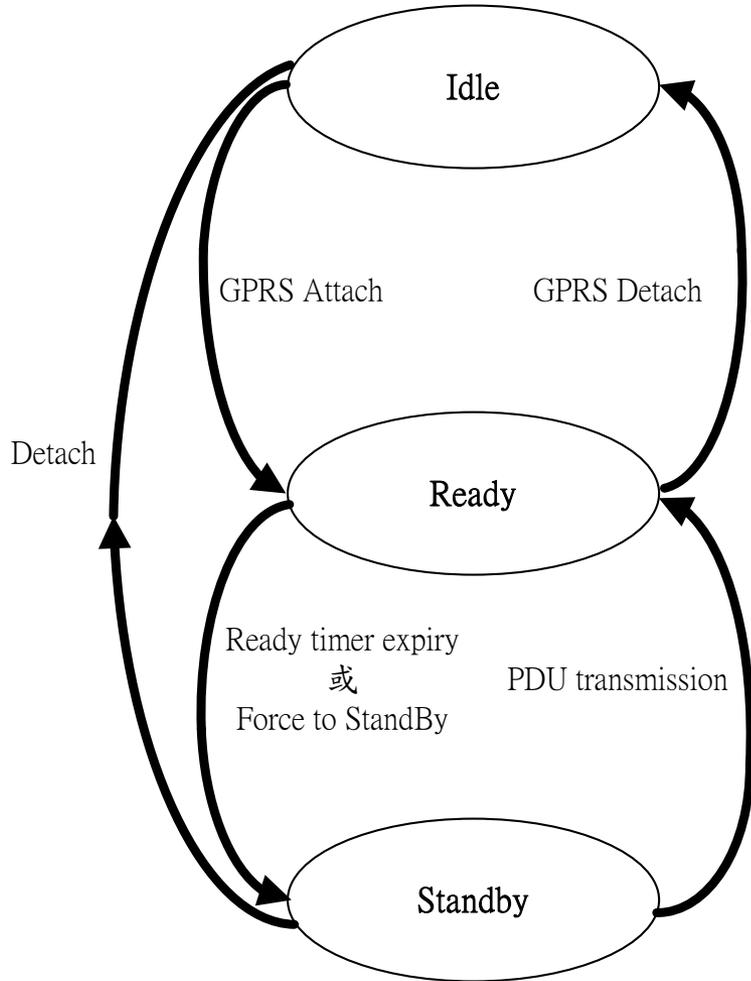


↔ 表示一段時間沒有傳送資料所以回到等待狀態

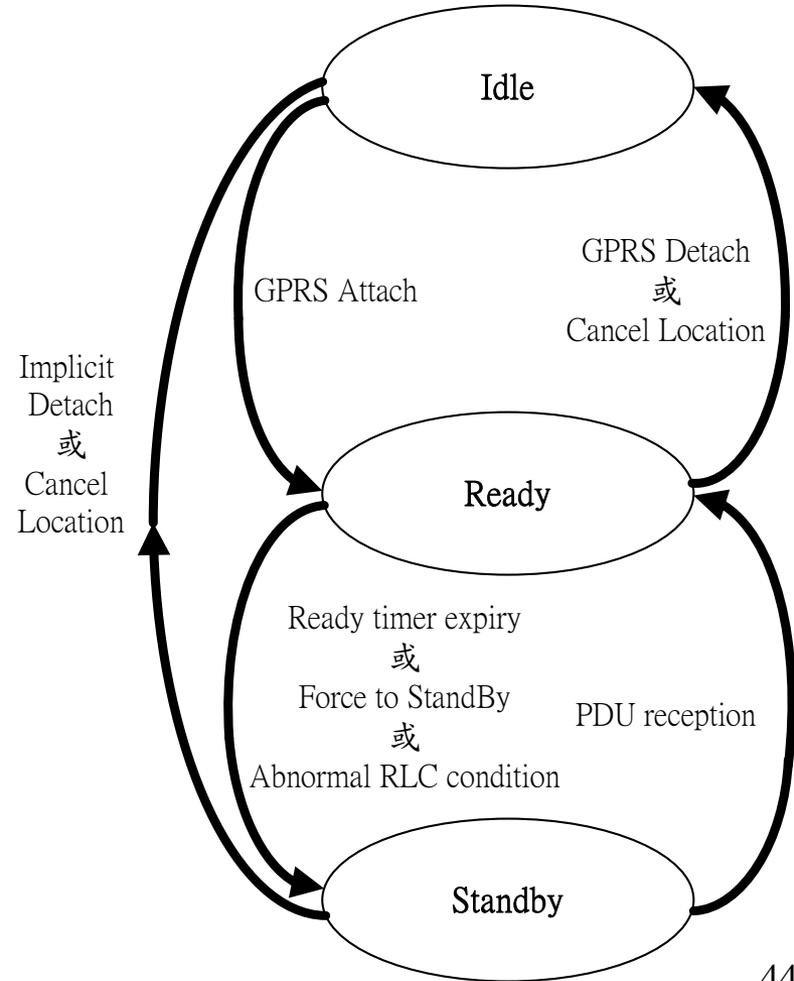
MM Context

- 當手機登錄 GPRS 服務時，手機和 SGSN 會各自建立行動管理紀錄（**MM Context**），記錄關於手機位置或安全相關的資訊。
- 行動管理狀態（MM state）共有三種：閒置狀態（**idle state**）、等待狀態（**standby state**）和準備狀態（**ready state**）。
- 根據不同的行動管理狀態，手機位置追蹤的精確度也有不同。

圖 7-5 行動管理狀態模型



手機的行動管理狀態模型



SGSN的行動管理狀態模型

閒置狀態

- 手機完成 PLMN 選擇與 GPRS 網路選擇程序。
- 用戶尚未登錄 GPRS 網路服務，手機和 SGSN 都沒有儲存手機的位置資訊或路由資訊。
 - 手機只能收到 PTM-M (Point to Multipoint - Multicast) 資料前的告知訊息。
 - 不能進行點對點資料接收或發送。
 - 不能進行 PTM-G (Point to Multipoint Group Call) 資料的傳輸。
 - SGSN 不能傳呼手機。
- 此時，若手機要收送資料，手機/網路必須先執行登錄服務 (attach) 的程序。

就緒狀態 (1/2)

- 手機一旦開始收送資料，便進入就緒狀態。
- SGSN 會記錄手機所在的 RA 及 cell 資訊。
 - 網路可以啟動對手機的 GPRS 傳呼。
 - 其他服務的傳呼也可透過 SGSN 來完成。
 - 在就緒狀態下，手機也能收到 PTM-M 和 PTM-G 資料。
- 進入就緒狀態後，不管手機是不是正在收送資料，會有一段時間暫時維持在就緒狀態。
 - 啟動就緒狀態計時器。

就緒狀態 (2/2)

- 若就緒狀態計時器超時，手機和 SGSN 中的 MM Context 均返回到等待狀態。
- 手機執行 GPRS 脫離服務程序時，手機和 SGSN 會回到閒置狀態。
- 當 RLC 條件異常時，SGSN 的 MM Context 也會返回到等待狀態。
- SGSN 收到 HLR 的定位取消（Cancel Location）訊息，SGSN 也會回到閒置狀態，對應的 MM Context 和 PDP Context 將被刪除。

等待狀態 (1/2)

- 手機已登錄 GPRS 網路。
- 手機和 SGSN 都建立了手機的 MM Context。
 - 在等待狀態時，GPRS 系統僅知道手機在哪一個 RA。
 - 可以接收 PTM-M/PTM-G 的數據資料。
 - 可以接收 GSM 網路經由 SGSN 發送的傳呼。
 - 不能進行點對點資料收送。
 - 不能進行 PTM-G 資料的發送。
- 若手機或網路啓動脫離服務 (detach) 的程序，則行動管理狀態將回到閒置狀態。

等待狀態 (2/2)

- 如果在一段時間（mobile reachable timer）內，手機與 SGSN 無法聯絡上，則 SGSN 也會啟動脫離服務程序。
- 一旦回到閒置狀態，則 GGSN 內的 PDP Context 將被刪除，SGSN 手內的 MM Context 和 PDP Context 也可能被刪除。

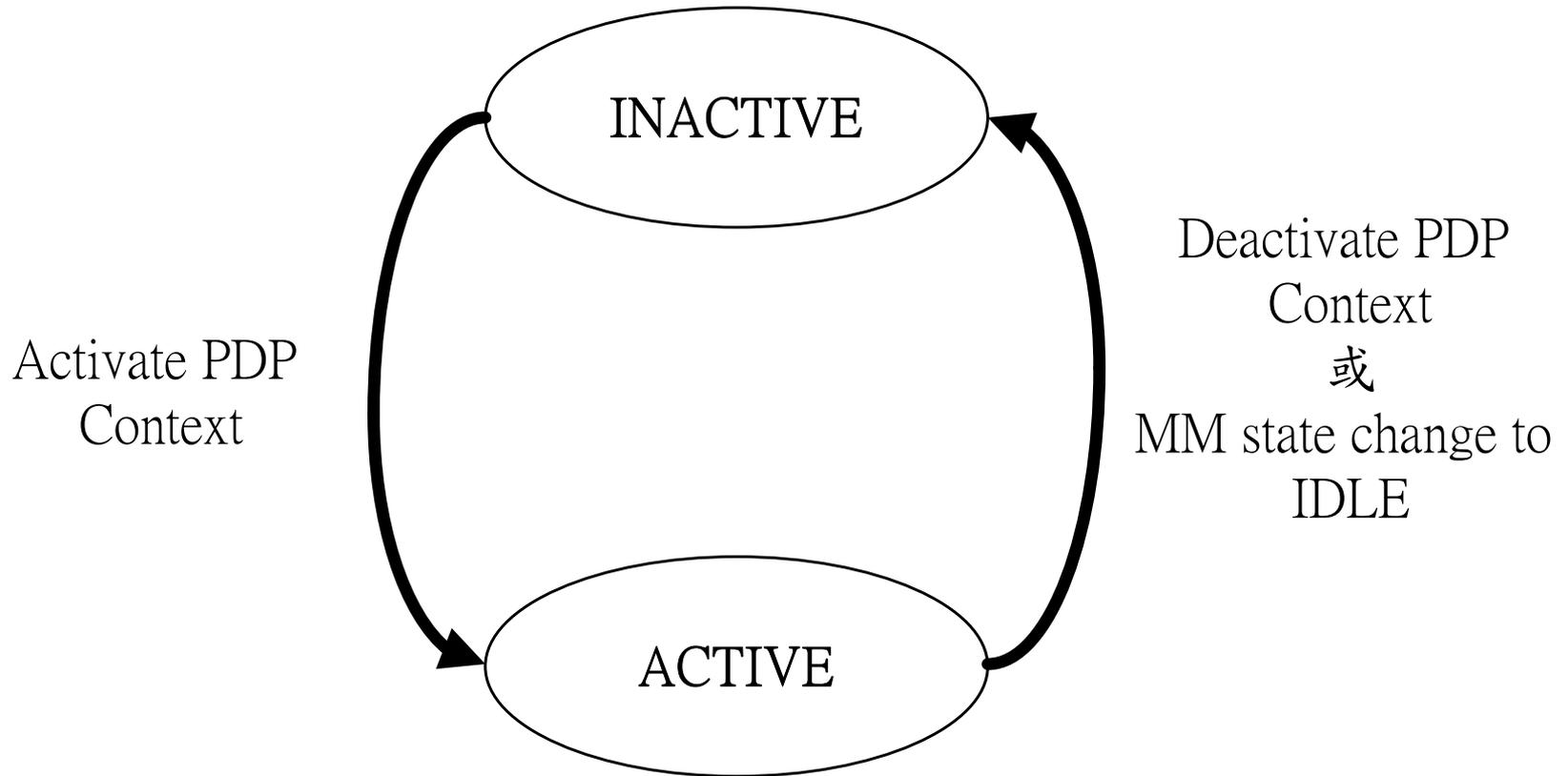
PDP Context (1/2)

- 手機欲使用訂購的GPRS 服務時，必須先執行登錄服務程序和建立 PDP Context 程序，GPRS 系統會在手機、SGSN 和 GGSN 各建立一個 PDP Context，儲存關於手機及該收送服務特性相關的資訊。
 - GPRS 用戶可能訂購使用不同的服務，因此GPRS 系統可能同時會有用戶許多的 PDP Context。
 - 但只有一個 MM Context。

PDP Context (2/2)

- GPRS 會分配 **PDP 位址** (PDP address) 給手機以收送數據資料。
 - 即是網路層位址 (如：IPv4、IPv6、X.25)。
 - PDP 位址可以是固定位址或是由 GPRS 系統動態分配給手機的位址。
- 參數 **PDP 狀態** (PDP state) 用來描述 PDP 位址是否已經啟用作為資料的傳輸。
- PDP 狀態有兩種：
 - 不活動 (INACTIVE)
 - 活動 (ACTIVE)

圖 7-7 PDP 狀態模式



不活動狀態

- PDP 位址沒有被啟用，MS 不能收送資料。
- PDP Context 內沒有路由資訊。
 - 當手機移動改變位置時，並不需要更新 PDP Context 內容。
- 如果 GGSN 收到外部網路送來的資料，GGSN 可以啟動“網路要求啟動 PDP Context”（**Network-Initiated PDP Context Activation**）的程序，以取得 PDP 位址，進入活動狀態。
- 當手機欲收送數據資料時，手機可主動啟動“手機要求啟動 PDP Context”（**MS-Initiated PDP Context Activation**）的程序，取得 PDP 位址，進入活動狀態。

活動狀態

- PDP Context 內的 PDP 位址可為手機、SGSN 和GGSN 使用。
- 若手機的行動管理狀態為準備狀態，則手機的 MM Context 會記錄手機所在的細胞，手機可透過 SGSN 收送數據資料。
- 若手機的行動管理狀態為等待狀態，SGSN 必須先要求 BSS 傳呼手機，在手機的RA範圍內傳呼手機。手機收到傳呼訊息後會回應SGSN，同時手機將行動管理狀態由等待狀態改為準備狀態。

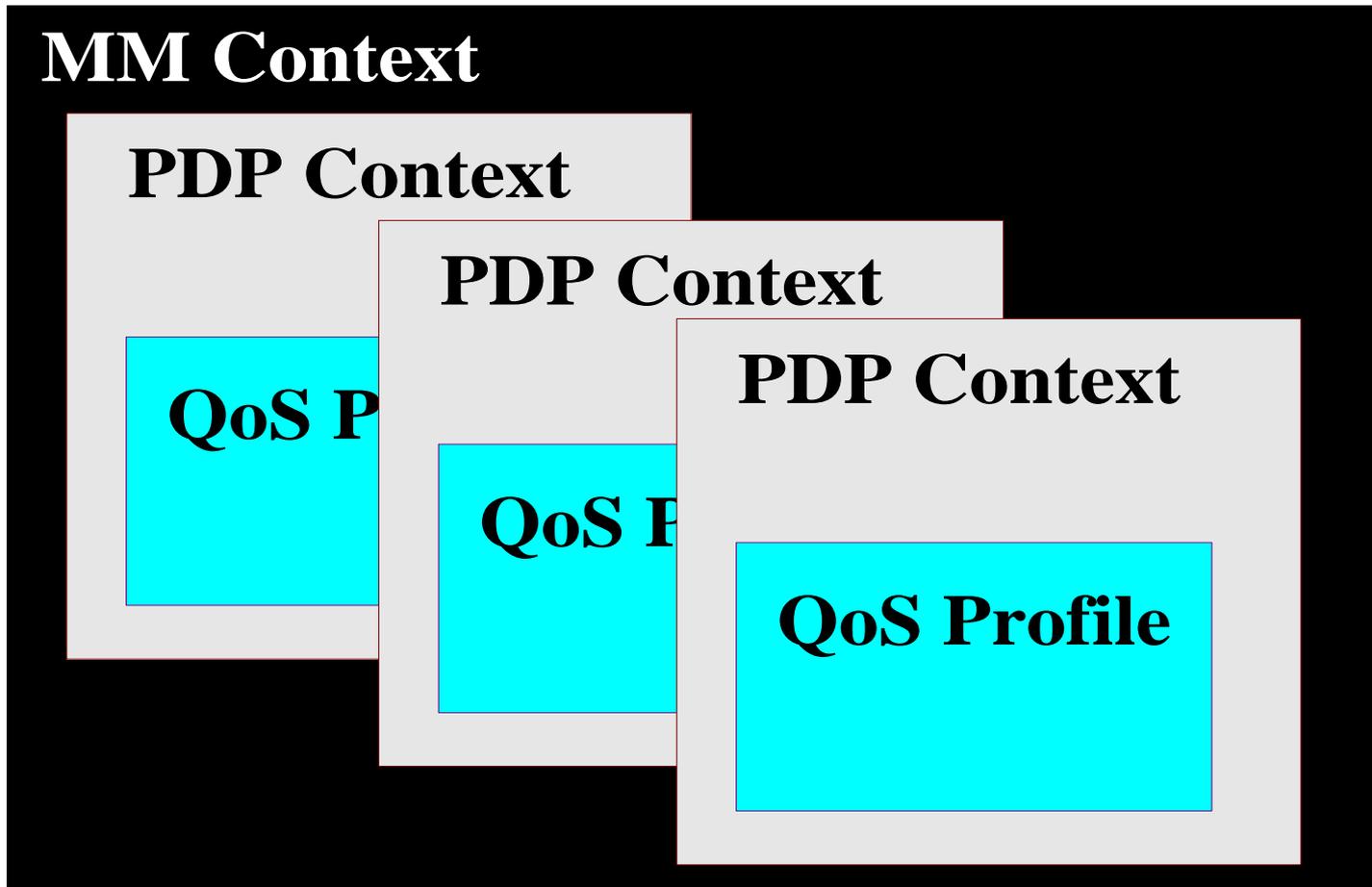
撤銷 PDP Context

- 當手機或網路欲停止某項GPRS網路服務時，會執行撤銷 PDP Context 程序時（PDP Context Deactivation Procedure），PDP 狀態由活動狀態轉換不活動狀態。
 - 只有當手機的 MM State 是等待或準備狀態時，PDP 狀態才可能是活動狀態。
 - 當手機的 MM State 回到閒置狀態時，手機所有的 PDP 狀態也都會回到不活動狀態。

其他 PDP Context 內重要欄位

- APN (**Access Point Name**) 表示手機傳送資料是要使用哪一個 GGSN，也就是表示手機要連到外部的哪一個網路。
- 服務品質設定檔 (**QoS profile**) 是客戶需求的設定檔。當手機送出啟動 PDP Context 的要求時，SGSN 和 GGSN 會根據自己的能力與網路負擔等條件，決定所能提供的服務品質，並與手機達成協調後，寫入 PDP Context 內。
- PDP 型式 (**PDP Type**) ：例如 IP、PPP 或 IPv6 等。
- QoS Requested 是手機要求的網路服務品質。

MM Context、PDP Context 和 QoS Profile 的關係



GPRS MS MM and PDP Contexts

Field	SIM	Description
IMSI	✓	International Mobile Subscriber Identity.
MM State		Mobility management state, IDLE, STANDBY, or READY.
P-TMSI	✓	Packet Temporary Mobile Subscriber Identity.
P-TMSI Signature	✓	A signature used for identification checking purposes.
Routeing Area	✓	Current routeing area.
Cell Identity		Current cell.
Kc	✓	Currently used ciphering key.
CKSN	✓	Ciphering key sequence number of Kc.
Ciphering algorithm		Selected ciphering algorithm.
Classmark		MS classmark.
DRX Parameters		Discontinuous reception parameters.
Radio Priority SMS		The RLC/MAC radio priority level for uplink SMS transmission.
Each MM context contains zero or more of the following PDP contexts:		
PDP Type		PDP type, e.g., X.25, PPP or IP.
PDP Address		PDP address, e.g., an X.121 address.
PDP State		Packet data protocol state, INACTIVE or ACTIVE.
Dynamic Address Allowed		Specifies whether the MS is allowed to use a dynamic address.
NSAPI		Network layer Service Access Point Identifier.
TI		Transaction Identifier.
QoS Profile Requested		The quality of service profile requested.
QoS Profile Negotiated		The quality of service profile negotiated.
Radio Priority		The RLC/MAC radio priority level for uplink user data transmission.

Section 7.2

GPRS 無線電介面

GPRS Radio Interface

GPRS 無線電介面

- GPRS 的無線電介面和 GSM 的介面一樣都是在相同的基礎上發展的。
 - 這樣的設計讓兩個系統可以共享無線電資源。
- GPRS 引進新的邏輯通道型態與新的邏輯通道編碼方式。
- 負責如何合理分配無線電通道給手機的工作稱為 GPRS 無線電資源管理。

Section 7.2.1

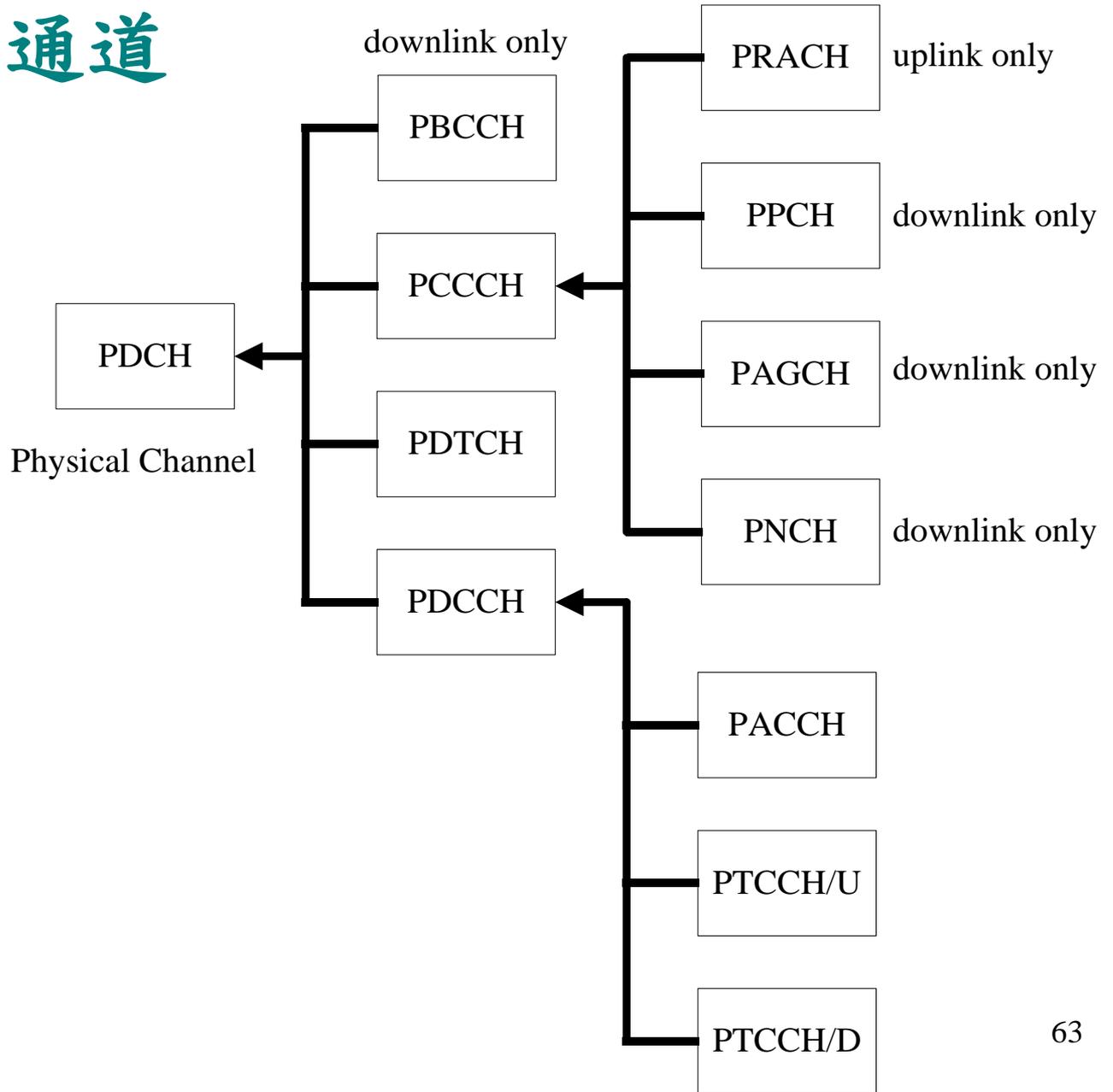
GPRS 邏輯通道

GPRS Logic Channels

GPRS 上的邏輯通道

- GPRS 將每一個時槽作為載送數據資料或控制訊號的**實體通道**，稱為封包數據資料通道（Packet Data Channel，**PDCH**）。
- 依據傳輸的功能和方式的不同，GPRS 定義各種**邏輯通道**（logic channel），以方便理解與記憶。
 - 實際上如何分配 PDCH 給各個邏輯通道，是件很複雜的工作。
 - 邏輯通道可分為兩大類：
 - ✓ **資料傳輸通道**（traffic channels）
 - ✓ **控制通道**（control channels）

圖 7-8 GPRS 封包數據資料通道 包含的邏輯通道



資料傳輸通道 (Traffic Channel)

- **PDTCH** (Packet Data Traffic Channel) 用來傳輸用戶數據資料。
 - 可以多個手機共享一個PDTCH。
 - 一個用戶可以同時擁有多個PDTCH。
- PDTCH 是單一方向傳輸。
- 為配合數據資料的非對稱傳輸特性，手機傳送到基地台和基地台傳送到手機兩個方向用到的PDTCH 個數也可以不同。

控制通道 (Control Channels)

➤ 控制通道包括三大類：

- 封包廣播控制通道 (Packet Broadcast Control Channel, **PBCCH**)
 - ✓ 單向點到多點的傳輸，用來廣播 GPRS 數據封包的系統資訊。
- 封包共同控制通道 (Packet Common Control Channel, **PCCCH**)
- 封包專屬控制通道 (Packet Dedicated Control Channel, **PDCCH**)
 - ✓ 雙向、點對點的訊令通道

PCCCH

- **PRACH** 是手機希望上傳數據資料時，透過隨機的方式爭取無線電通道的通道，是PCCCH中唯一上行的通道。
- **PPCH** 是GPRS系統想傳遞封包給手機前，用於傳呼手機之用。
- **PAGCH**是GPRS網路用於回應手機，系統已保留資源給手機的通道。
- **PNCH** 是 GPRS 系統傳遞 PTM-M 封包給一群手機前，告知這群手機有新的 PTM-M 訊息時使用。

PDCCH (1/2)

- **PACCH** (Packet Associated Control Channel) 是在手機收送數據封包時，傳遞關於手機的訊令資訊。
- 這些資訊包括回應訊息 (acknowledge)、功率控制資訊、資源分配與再分配資訊等。
 - PACCH 與 PDTCH 共享資源，它通常與一個或多個 PDTCH 動態地分配給手機。
 - 當手機未收送數據資料時，PACCH 可以用來傳遞電路交換式的傳呼訊息。

PDCCH (2/2)

➤ **PTCCH** 用於傳遞控制手機的**提前時序** (Timing Advance, **TA**)，讓手機與 BTS 同步。

- **PTCCH/U** (Packet Timing advance Control Channel/Uplink)

✓ PTCCH/U 是手機用來上傳 BTS 隨機存取資訊。從這些接收資訊的延遲時間，BTS 可以決定手機提前時序的大小。

- **PTCCH/D** (Packet Timing advance Control Channel/Downlink)

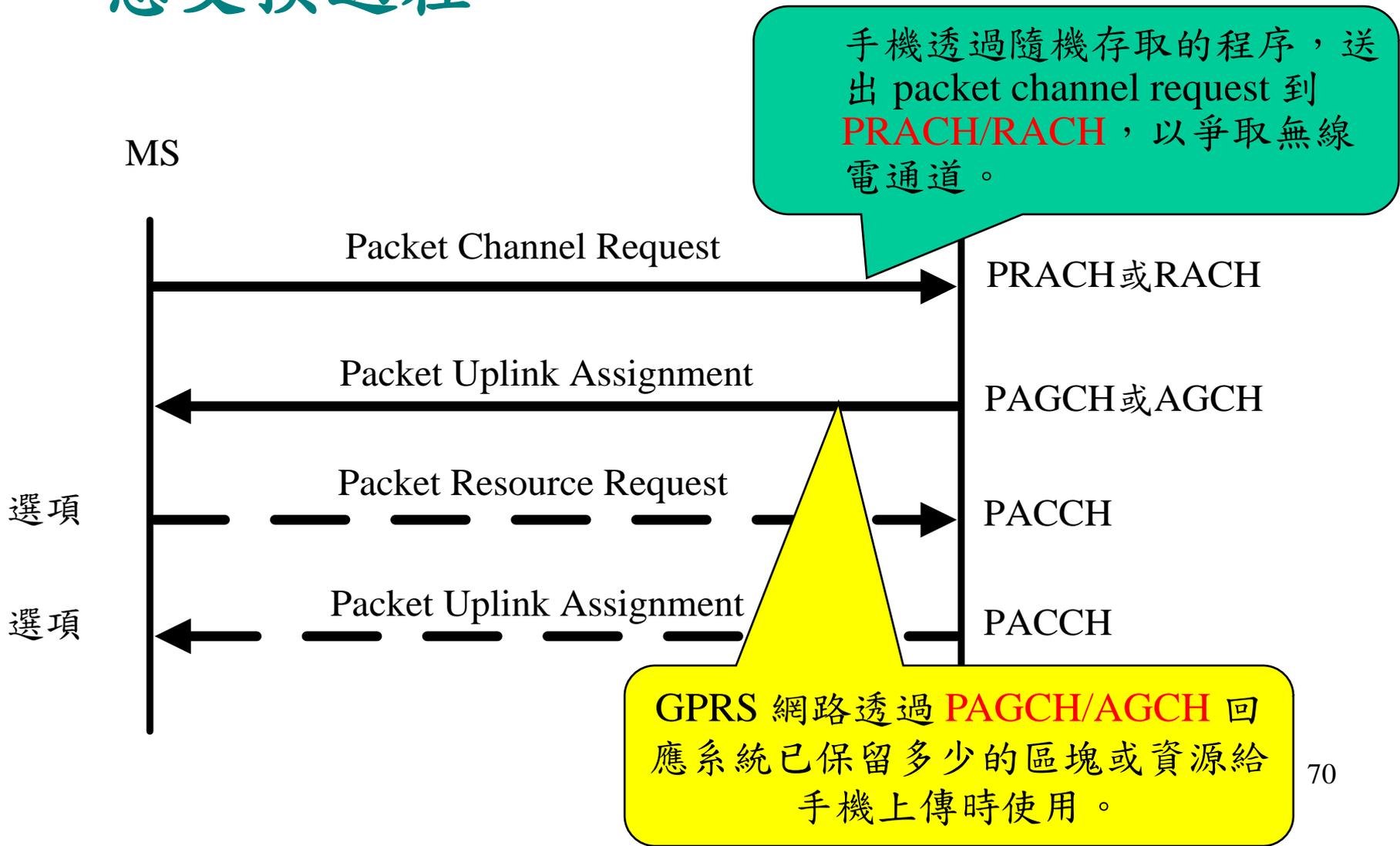
✓ BTS 將 TA 送給 MS 的通道。

Section 7.2.3

GPRS 手機數據資料上傳與傳呼手機

**GPRS Uplink Data Transfer and
Paging**

圖 7-9 GPRS 手機資料上傳的接收訊息交換過程



MS 要求資料上傳的程序 (1/2)

- 手機可以使用一個階段（實線部分）存取或是以兩個階段（實線及虛線部分）存取方式。
- 在一個階段（one phase）存取方式中，手機利用 PRACH 或 RACH 傳送封包通道要求（Packet Channel Request）訊息給GPRS網路。
- 網路端回應 MS 表達網路已保留幾個 PDCH 通道給手機上傳區塊資料。

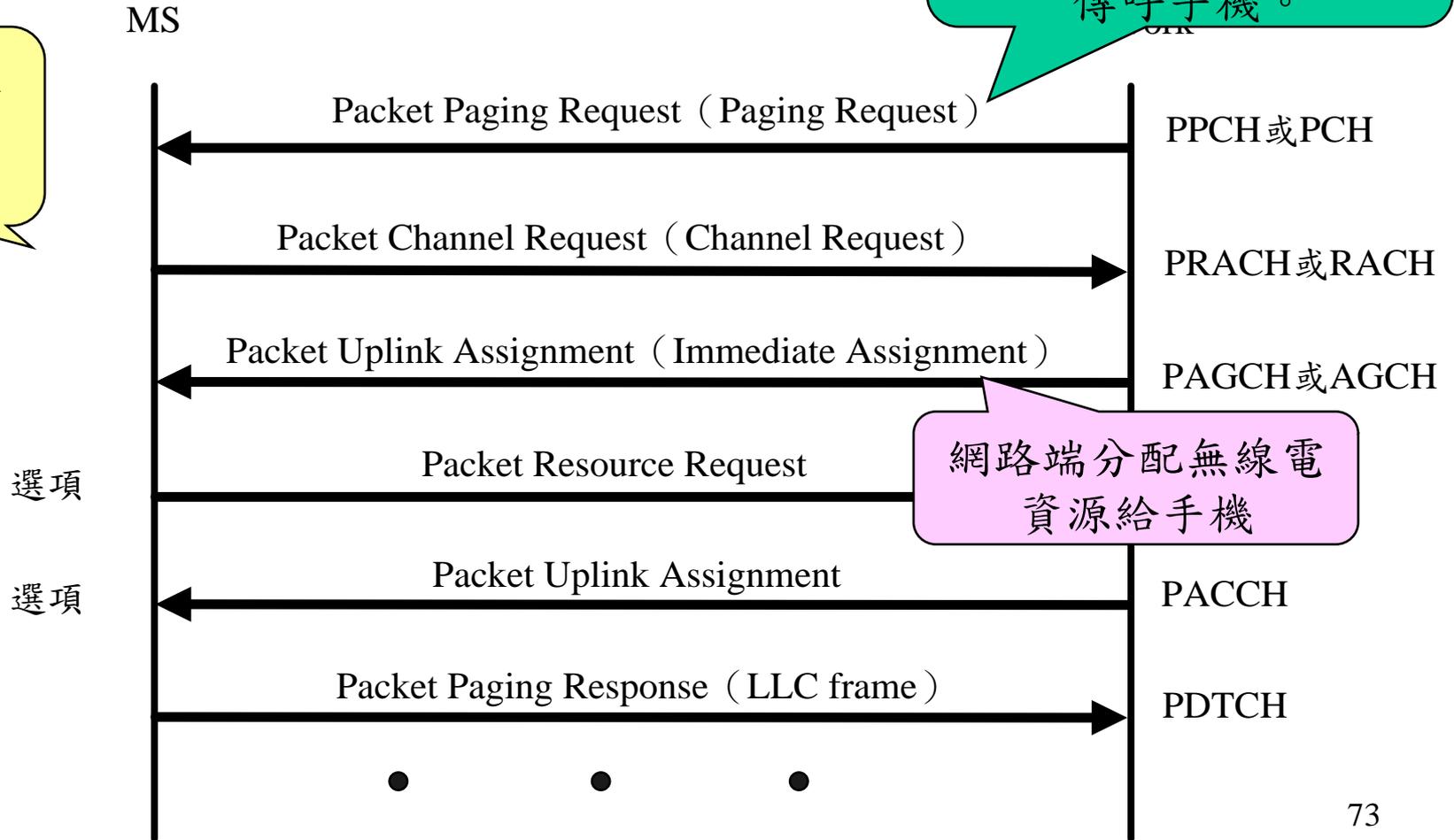
MS 要求資料上傳的程序 (2/2)

- 如果網路端需要手機提供更多的資訊以作為保留資源的參考，則網路端在一個階段存取方式的 Packet Uplink Assignment 中設定參數，要求手機使用兩個階段的存取方式。
 - RACH 能帶的訊息很少，所以 MS 能要求的資源會受到限制。
- MS 在網路端分配的 PACCH 上送出 Packet Resource Request 訊息給 GPRS 網路。

圖 7-10 GPRS 傳呼手機的接取訊息交換過程

網路端要求RA下的所有的基地台透過PPCH傳呼手機。

手機進入備妥狀態。



網路端分配無線電資源給手機

網路端傳呼手機的過程

- 若系統沒有配置 **PPCH**、**PRACH** 與 **PAGCH** 等邏輯通道，手機便需要使用 **PCH**、**RACH** 與 **AGCH** 邏輯通道做為要求資源的無線電介面，並且使用兩個階段的接取方式。
 - 同圖 7-9 中第二階段 Packet Resource Request 和 Packet Uplink Assignment。

Section 7.3

GPRS 高層通訊程序

GPRS High Level Communication Procedure

GPRS 高階通訊程序

- 手機使用GPRS網路必須要進行的幾個動作：
 - GPRS 手機位置更新程序（**location update procedure**）
 - ✓ 讓 SGSN 獲得手機位置資料。
 - GPRS 手機連網與取消 GPRS 連網服務程序（**GPRS attach and detach procedure**）
 - ✓ 手機從閒置狀態進入 GPRS 網路。
 - GPRS數據資料協定相關程序（**GPRS PDP context procedure**）
 - ✓ 與GGSN間建立連線可傳送數據資料到外部網路。

Section 7.3.1

GPRS 手機位置更新程序

GPRS Location Update

PS domain 的位置追蹤

- 當 MS 移動到不同 RA 時，要進行註冊程序，修改 SGSN 內的位置資料。
- 三種 RA 位置改變的情況：
 - 同一-SGSN的RA位置更新（**Intra-SGSN Routing Area Update**）：手機在同一個 SGSN 下的細胞間移動，只要修改 SGSN 內的位置資料即可。
 - 跨SGSN的RA位置更新（**Inter-SGSN Routing Area Update**）：手機跨越 2 個 SGSN，需向GGSN、HLR 註冊，修改手機的位置資料。
 - **Periodically Routing Area Update**：系統要求 MS 定期執行更新RA位置的程序。

圖 7-11 跨 SGSN 位置區域更新程序 (1/2)

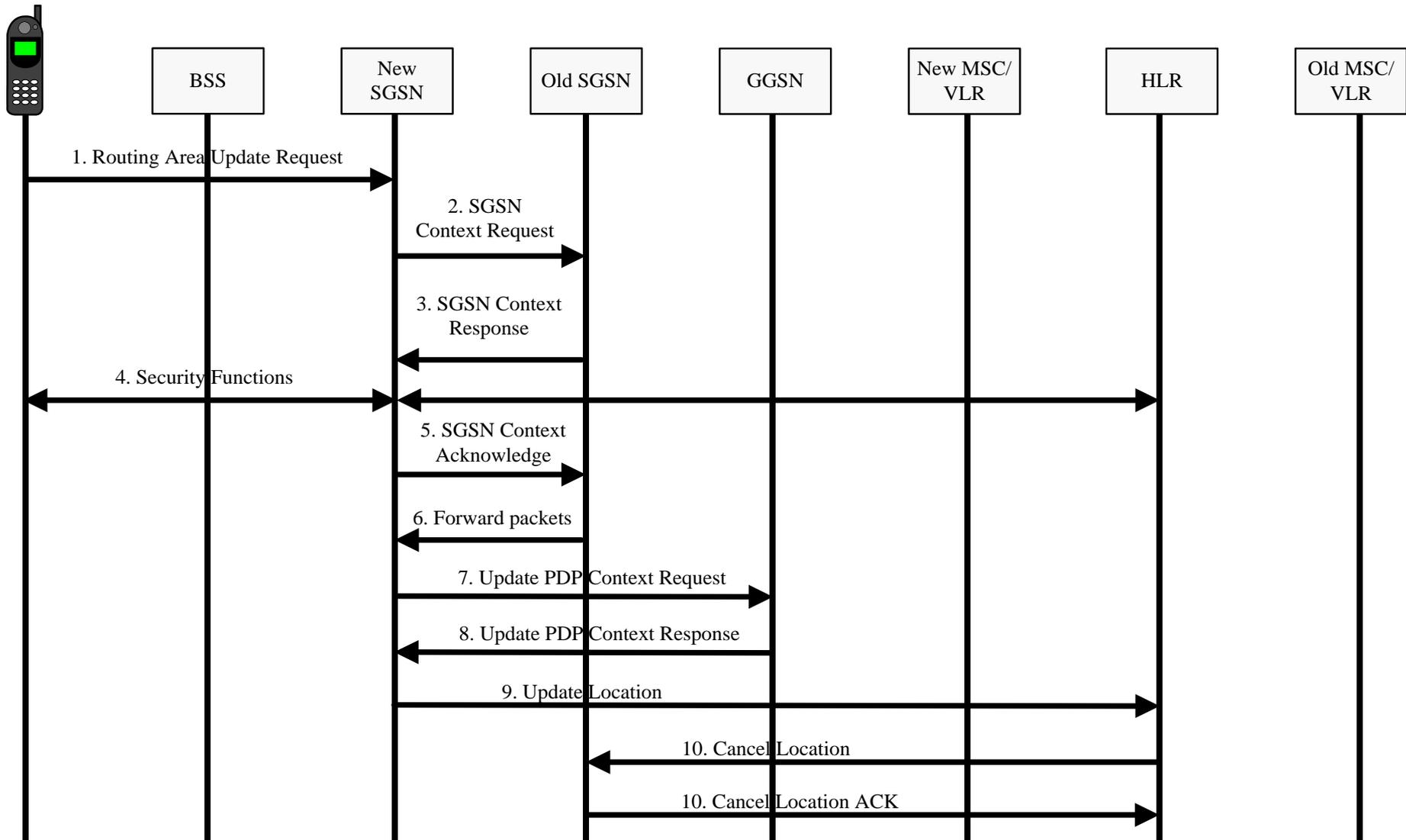
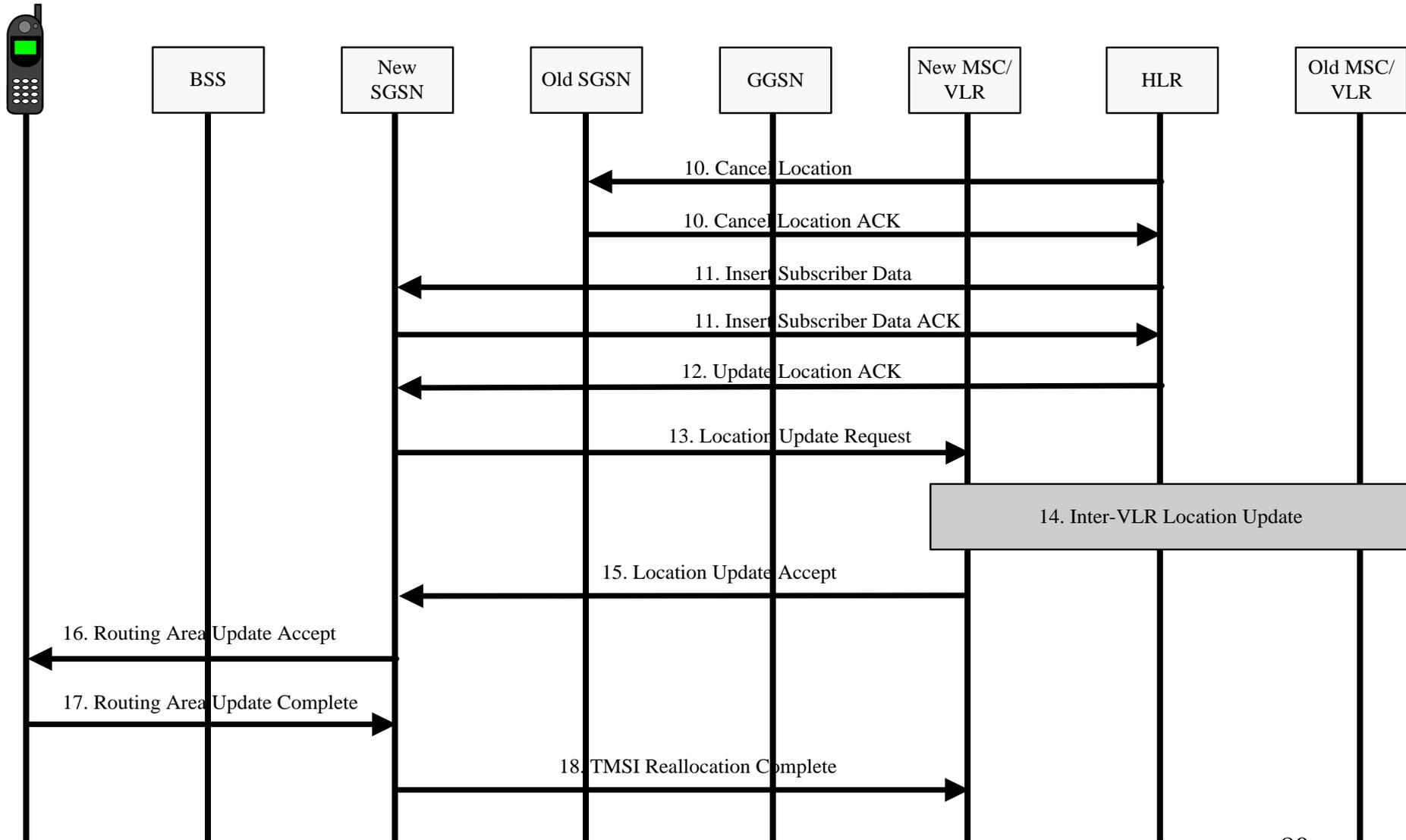


圖 7-11 跨 SGSN 位置區域更新程序 (2/2)



跨 SGSN 位置區域更新程序 (1/7)

- **步驟 1.** 手機送出 **Routing Area Update Request** 訊息給 new SGSN。
 - 內含old RAI (Routing Area Identity)、在原先 SGSN 的 P-TMSI 和更新型式 (Update Type, 在此為RA/LA Update)。
- **步驟 2.** 由 old RAI, new SGSN 可以知道 old SGSN 位址。New SGSN 送出 **SGSN Context Request** 訊息給 new SGSN, 這是一個 IP 網路層上的 GTP 訊息,
 - 內含手機先前的 P-TMSI。

跨 SGSN 位置區域更新程序 (2/7)

➤ 步驟 3. Old SGSN

- 檢查 P-TMSI 找出手機的資料傳送給 new SGSN (**SGSN Context Response**) 。
 - ✓ 內含 PDP context、MM context 和 IMSI，將手機相關資訊
 - ✓ PDP Context 內含 GTP 序號（下一個 PDU 序號）、APN、GGSN 位址和服務品質資訊。
 - ✓ MM Context 內容可能包含驗證碼組（Authentication Triplets）。
- 停止傳送 PDU 至手機，把 new SGSN 位址儲存起來，並啟動一個計時器。

➤ 步驟 4. 如果 old SGSN 沒有驗證碼組，便向 HLR 取得。

跨 SGSN 位置區域更新程序 (3/7)

- **步驟 5.** 當 new SGSN 已準備好接收封包時，便回應 old SGSN 一個 **SGSN Context Acknowledge** 訊息，表示從此手機的 PDP Context 由新的 SGSN 掌管。
- **步驟 6.** Old SGSN 將位置更新期間暫存在緩衝區的封包轉送給 new SGSN。
- **步驟 7.** New SGSN 送出 **Update PDP Context Request** 訊息給 GGSN，告訴 GGSN 新的 SGSN 位址和提供的服務品質。GGSN 也更新對應手機的 PDP Context 內容。

跨 SGSN 位置區域更新程序 (4/7)

- **步驟 8.** GGSN 回傳 **Update PDP Context Response** 訊息給 new SGSN，從此 GGSN 收到的封包便經由 new SGSN 傳送給手機。
- **步驟 9.** New SGSN 送出 **Update Location** 訊息給 HLR，告訴 HLR 手機已移至 new SGSN 服務範圍。
- **步驟 10.** HLR 送出 **MAP Cancel Location** 訊息給 old SGSN，old SGSN 收到後停止計時器運作，並刪除關於手機的任何資訊和 PDP Context。先前的 SGSN 回應 **Cancel Location ACK** 訊息給 HLR。

跨 SGSN 位置區域更新程序 (5/7)

- **步驟 11.** HLR 送出 **Insert Subscriber Data** 訊息給新的 SGSN，內含手機用戶的註冊資料。新的 SGSN 檢查手機的註冊資料，看看手機是否可以在此路由區域（Routing Area，RA）使用服務。如果一切都沒問題，新的 SGSN 建立手機的 MM Context，並且回傳一個 **Insert Subscriber Data ACK** 訊息給 HLR。
- **步驟 12.** HLR 回送一 **Update Location ACK** 訊息（對應步驟九的訊息）給新的 SGSN

跨 SGSN 位置區域更新程序 (6/7)

- **步驟 13**：New SGSN 送出 **Location Update Request** 訊息給 new VLR。
 - 內含 new SGSN 號碼、更新型式等參數。
- **步驟 14**：新的 VLR 執行 GSM 位置更新，將 HLR 內關於手機的 VLR 資訊更新，並將 old VLR 內關於手機的資料註銷。
- **步驟 15**：New VLR 分配一個新的 TMSI 給手機，並回應 **Location Update Accept** 給 new SGSN，將 TMSI 傳給 new SGSN。

跨 SGSN 位置區域更新程序 (7/7)

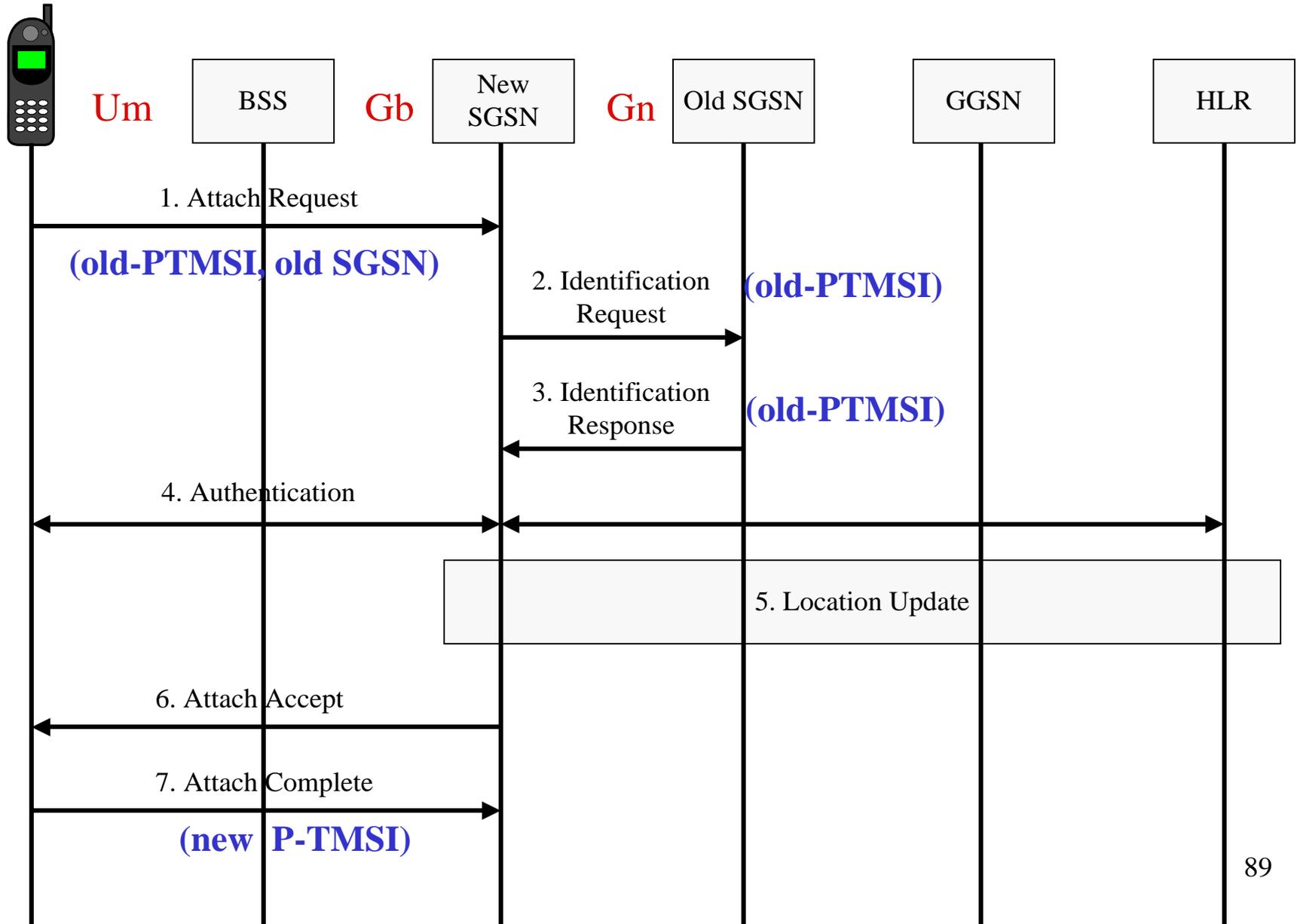
- **步驟 16**：SGSN 建立手機的 PDP Context 和 MM Context，並傳送一個 **Routing Area Update Accept** 訊息給手機，並把新的 TMSI 傳給手機。
- **步驟 17**：手機回應 **Routing Area Update Complete** 給 new SGSN，
 - 包含 N-PDU 號碼，表示手機目前收到的 N-PDU。
- **步驟 18**：New SGSN 送出 **TMSI Reallocation Complete** 訊息給新的 VLR，確認手機已收到新的 TMSI。

Section 7.3.2

GPRS 手機連網與取消 GPRS 連網服務 程序

Procedures of GPRS Attach and Detach)

圖 7-12 GPRS 連網服務的流程



GPRS 連網服務的流程 (1/2)

- 假設手機從上次脫離服務後到現在，已經移動到新的 SGSN 範圍。
- **步驟 1.** 手機送出 **Attach Request** 訊息到 SGSN。
 - 包含 IMSI 或 P-TMSI、登錄服務的方式。
- **步驟 2.** New SGSN 不認得 P-TMSI。因此 new SGSN 送出 **Identification Request** 給 old SGSN，詢問手機的 IMSI。
- **步驟 3.** Old SGSN 透過 **Identification Response** 訊息將 IMSI 回傳給新的 SGSN。

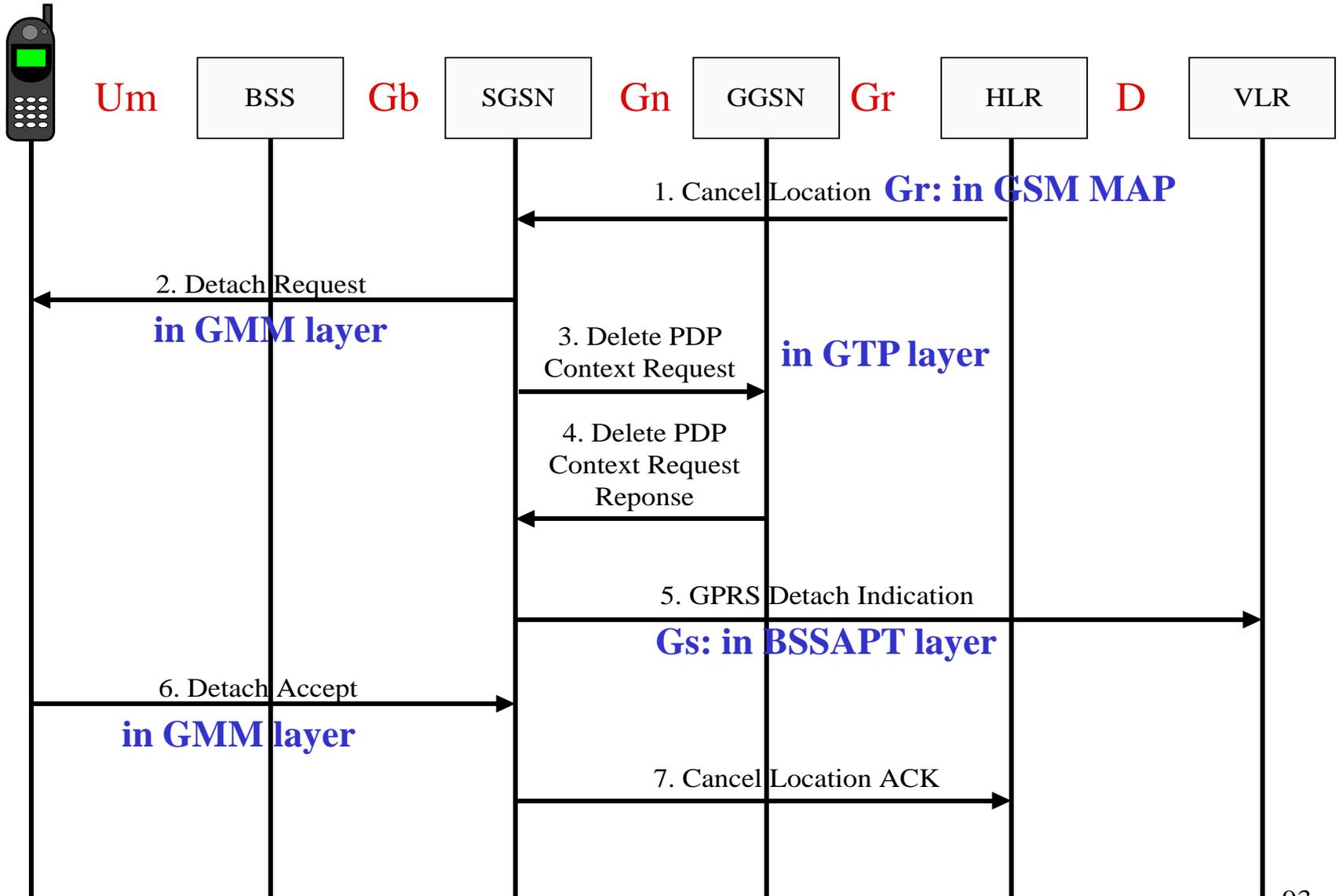
GPRS 連網服務的流程 (2/2)

- **步驟 4.** 如果網路內沒有關於手機的 MM Context，便必須進行手機與網路之間的驗證。
- **步驟 5.** 手機進行位置的更新（RA 或 LA Update）。New SGSN 記錄目前手機所在的位置，並且送出 **Update Location Request** 訊息給 HLR，告知目前手機所在的位置。
- **步驟 6.** New SGSN 送出 **Attach Accept** 訊息通知手機已成功登錄網路。
 - 如果 SGSN 重新指定新的 P-TMSI 給手機的話，在此一併傳給手機。
- **步驟 7.** 手機回應 new SGSN **Attach Complete** 訊息。

三種取消連網服務的流程的時機

- 手機啟動取消服務（MS-Initiated Detach）
 - 當用戶主動登出GPRS網路，或是手機在一定的時間內無法連接上網路時，便會 GPRS detach。
- 網路啟動取消服務（Network-Initiated Detach）
 - 如果GPRS網路一段時間內無法與手機聯繫，或是在無線電介面上遇到無法回復的錯誤時，網路主動啟動 GPRS detach。
- HLR啟動取消服務（HLR-Initiated Detach）
 - 如果電信業者如果有一些措施或策略，限制使用者連上GPRS網路，系統可以由 HLR 下令 SGSN 主動要求手機登出。

圖 7-13 取消 GPRS 連網服務的流程



GPRS 取消連網服務的流程 (2/2)

- HLR 啟動取消 GPRS 連網服務為範例
- **步驟 1.** HLR送出 **Cancel Location** 訊息給SGSN 要求刪除手機相關資料。
- **步驟 2.** SGSN 通知手機取消 GPRS 連網的服務 (**Detach Request**)。
- **步驟 3.及4.** SGSN送出 **Delete PDP Context Request** 訊息要求 GGSN 將關於該手機的PDP context刪除。GGSN刪除手機資料後，回送 **Delete PDP Context Response**成功的訊息。

GPRS 取消連網服務的流程 (2/2)

- **步驟 5.** SGSN 送出 **GPRS Detach Indication** 訊息給VLR。以後網路端要對該手機傳呼或是做位置更新動作時，將不會透過此SGSN。
- **步驟 6.** SGSN告訴手機，接受了取消GPRS連網服務 (**Detach Accept**) 的訊息。
- **步驟 7.** SGSN 刪除手機的 MM context 與 PDP context，送出 **Cancel Location Ack** 訊息給HLR。

Section 7.3.3

GPRS數據資料協定

GPRS PDP Context Procedures

PDP Context 相關的程序

➤ PDP Context Activation

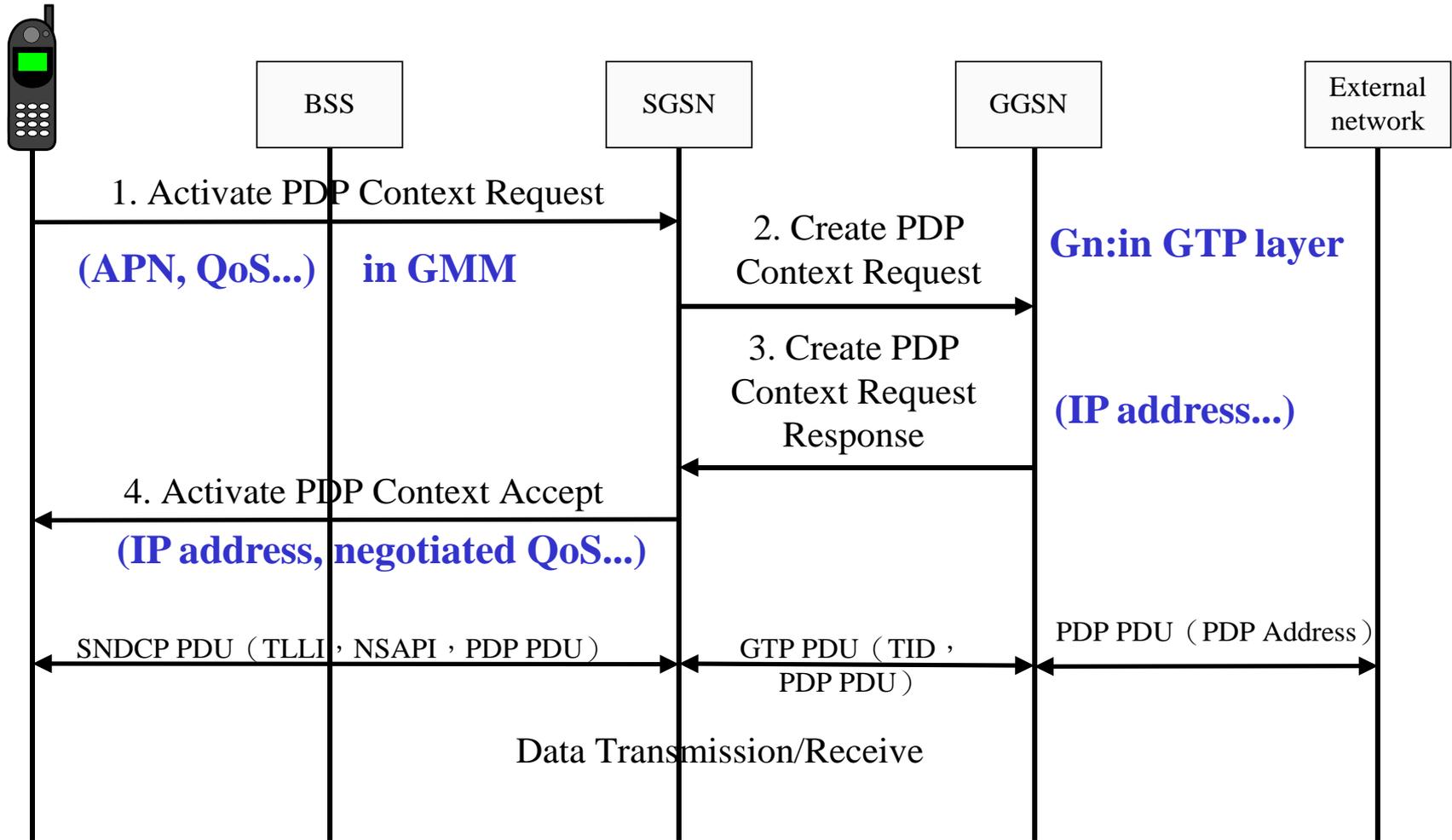
- 手機啟動 (MS-Initiated)
- 網路端啟動 (Network-Initiated)
 - ✓ 當 GGSN 收到一個 PDP PDU 時，GGSN 會檢查封包內的 PDP 位址對應之 PDP Context 是否已建立，如果尚未建立 PDP Context，GGSN 會啟動建立 PDP Context 程序，然後再把封包傳給手機。

➤ PDP Context Modification

➤ PDP Context Deactivation

- SGSN-initiated
- MS-initiated
- GGSN-initiated

圖 7-14 GPRS 手機啟動 PDP context 程序



GPRS 手機啟動 PDP Context 程序 (1/3)

- **步驟1.** 手機送出一個**Activate PDP Context Request** 訊息給 SGSN
 - 內含 PDP type, PDP address, APN, QoS profile
- **步驟 2.** SGSN 依據手機要求與網路的能力，調整手機提出的服務品質要求，並決定手機的數據資料應該繞送至哪一個 GGSN。

GPRS 手機啟動 PDP Context 程序 (2/3)

- **步驟 3.** GGSN 根據 SGSN 傳過來的服務品質參數、目前網路負載、電信業者的政策和 GGSN 本身的能力，決定是否提供服務及服務品質與使用者權限。
 - 如果 GGSN 經過評估，通過手機提出的請求，則 GGSN 也建立一個關於手機的 PDP Context。
 - 若手機要求一個動態的 IP 位址，GGSN 也動態分配給手機一個 IP 位址。
 - GGSN 回傳給 SGSN 一個 **Create PDP Context Response** 的訊息，訊息內容包括手機分配到的 IP 位址、GGSN 同意的服務品質等。

GPRS 手機啟動 PDP Context 程序 (3/3)

- **步驟 4.** SGSN 將 GGSN 位址和手機的動態 IP 位址儲存在自己的 PDP Context 中。SGSN 送出 **Activate PDP Context Accept** 訊息給手機，告知 PDP Context 已開啟。
- 若手機能接受網路提供的服務品質，便可以開始收送數據資料。
- 如果手機對網路所提供的服務品質不滿意，則手機可以啟動 Deactivate PDP Context 程序，然後手機可以嘗試透過其他的 APN 與外部網路相連。

啟始修改 PDP Context 程序

- 手機、GGSN 或 SGSN 都能主動啟始修改程序，修改 PDP context 的內容。
- 主要會被修改的 PDP context 參數有：手機與 GPRS 網路協調後的服務品質（negotiated QoS）、無線電優先次序（radio priority）、PDP 位址、訊務流量樣版（Traffic Flow Template, TFT）等。
- 圖 7-15 是 SGSN 啟始的 PDP context 修改的程序（SGSN-Initiated PDP Context Modification Procedure）的範例。

圖 7-15 SGSN 啟始修改 PDP Context 程序

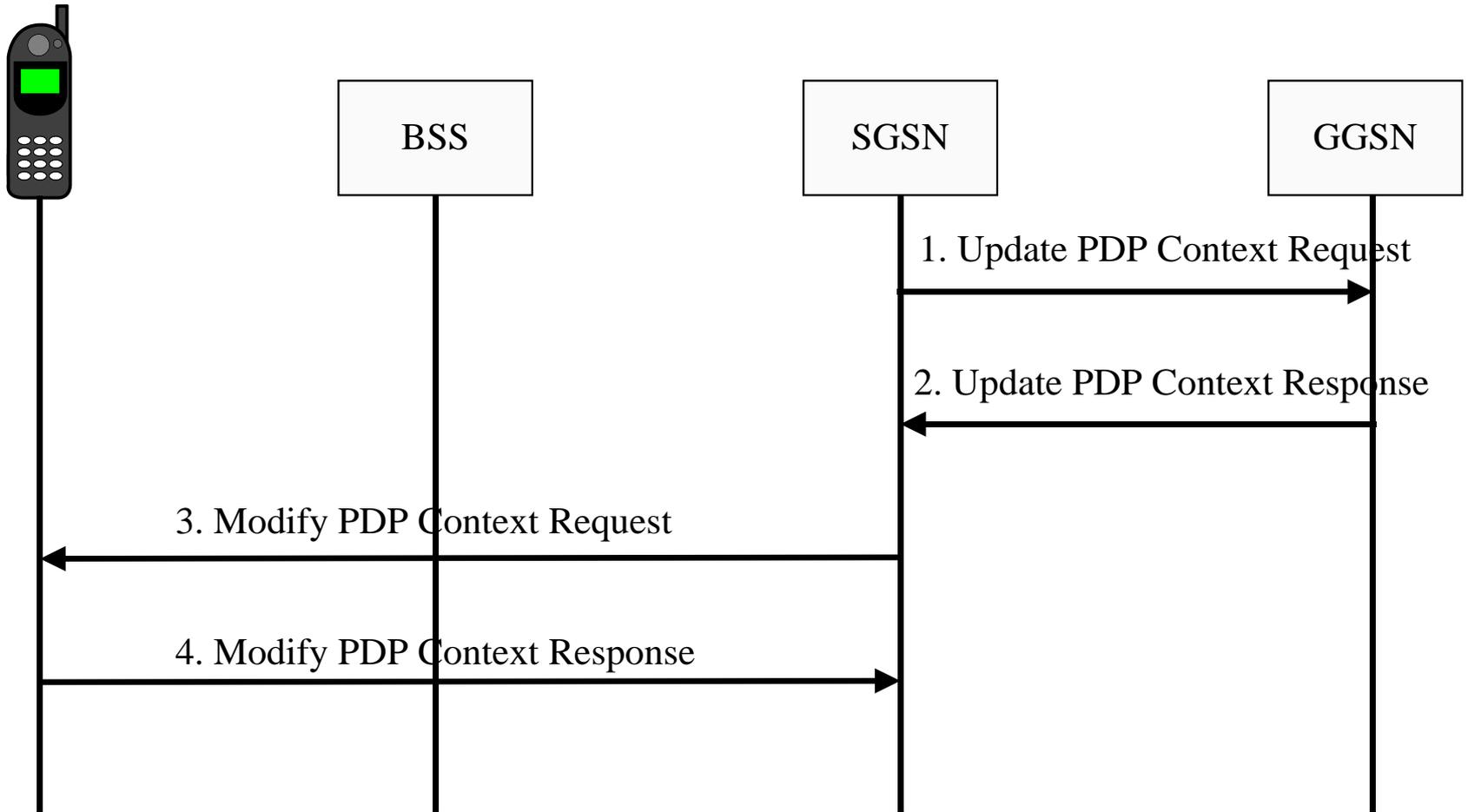
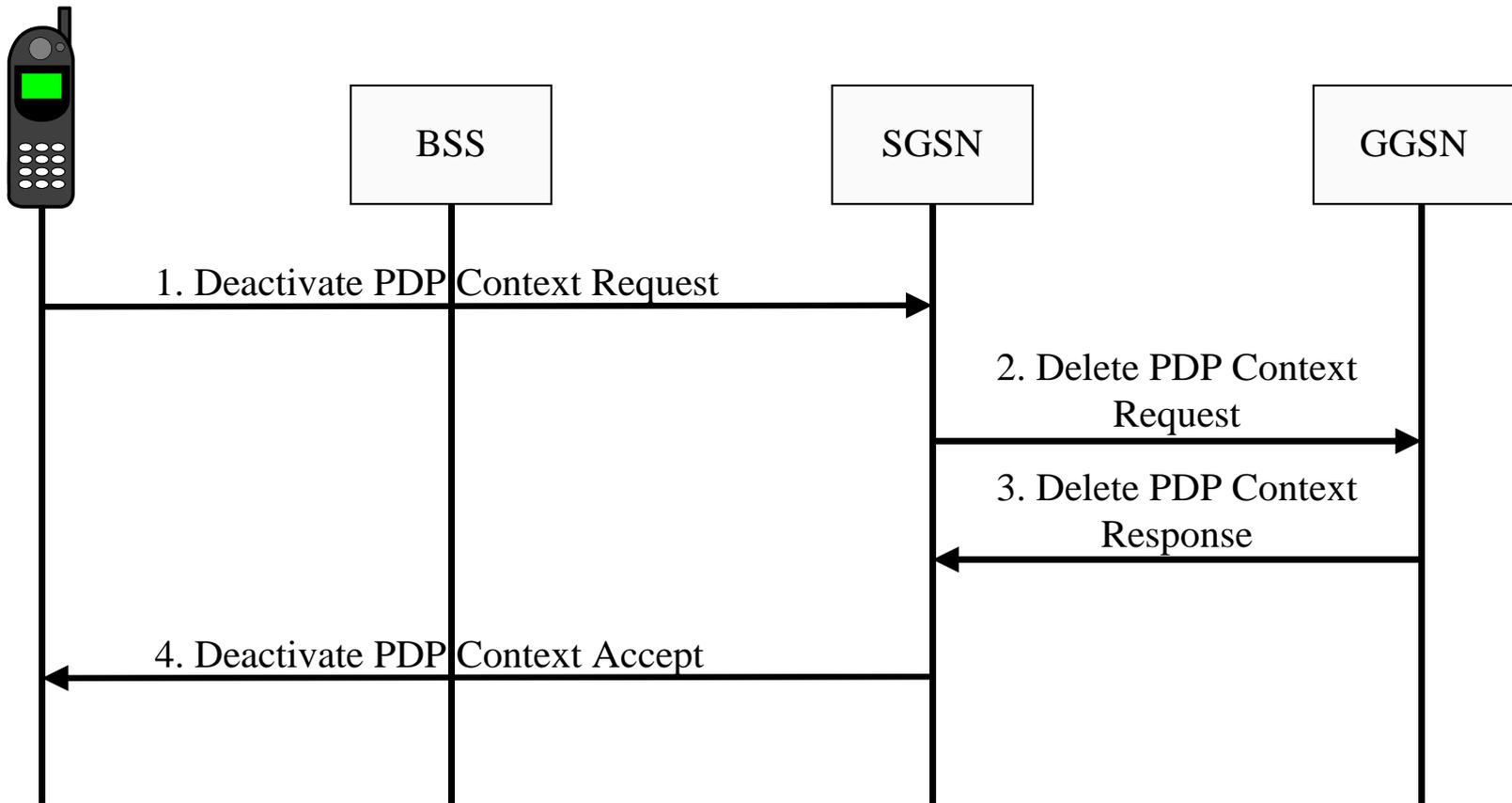


圖 7-16 手機啟始撤銷 PDP Context 程序



Section 7.3.4

GPRS計費

GPRS Billing

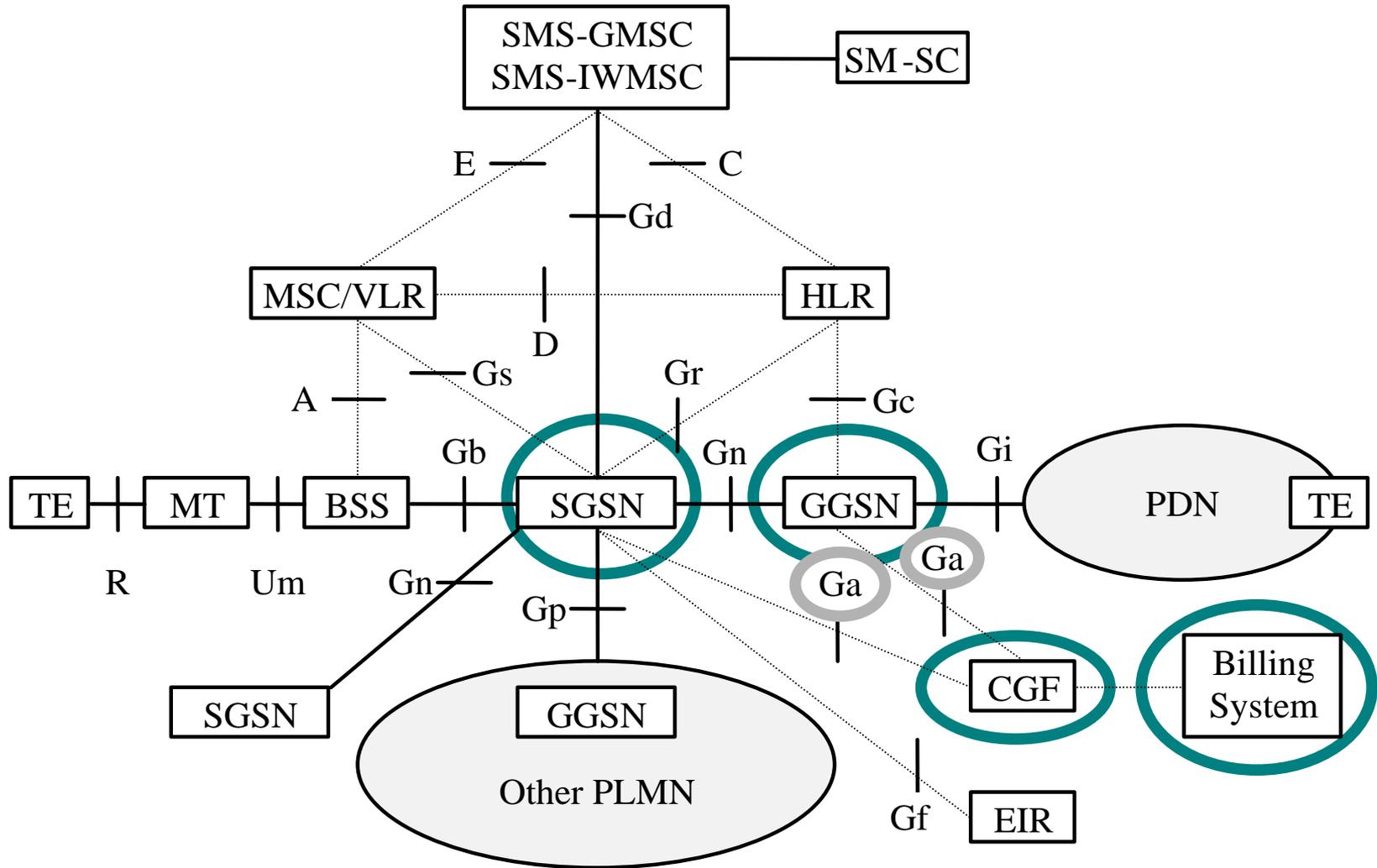
GPRS 計費架構 (1/2)

- 在 GPRS 系統中
 - SGSN 收集每一個手機使用無線電資源的收費資訊。
 - GGSN 則收集手機收送外界網路封包使用的網路資源計費資訊。
- SGSN 與 GGSN 收集到的計費資料會轉成通話記錄（Call Detailed Record，CDR）。
- 計費閘道功能（Charging Gateway Function，CGF）將由 SGSN 和 GGSN 送來的計費資訊加以收集整理後，傳到業者的計費系統（Billing System，BS）。

GPRS 計費架構 (2/2)

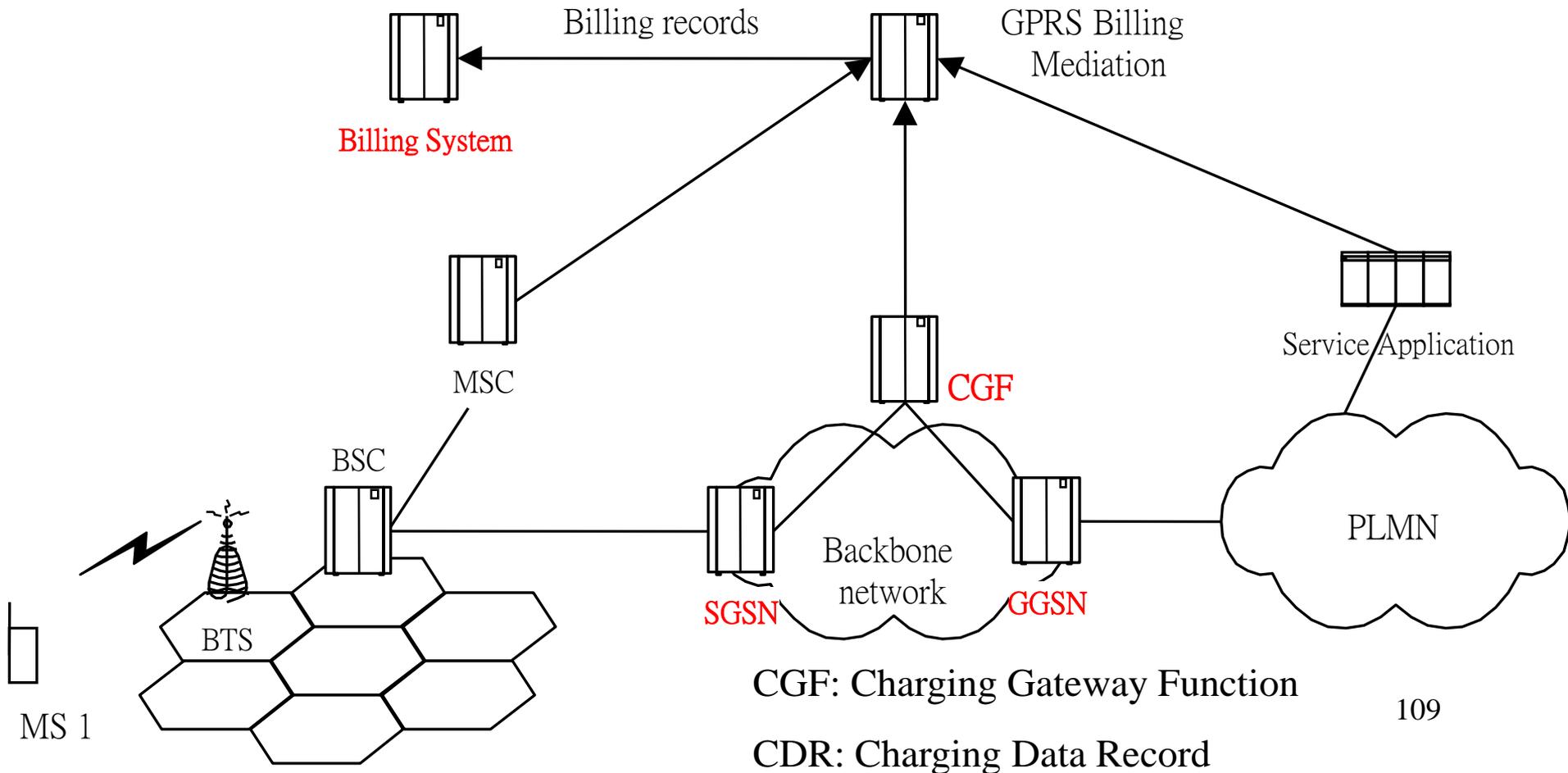
- 在下列三種時機，會產生相對的CDR：
 - 定時在一天中的某時刻產生 CDR
 - 通話結束時產生 CDR
 - 手機跨 SGSN 移動時產生的 CDR（Inter-SGSN Routing Area Update）。
- 計費系統累積整理記錄，最後在每個月的固定時間產生用戶的電話服務帳單，作為業者向客戶收費的依據。

圖 7-17 GPRS 計費架構



..... Signalling Interface
 ——— Signalling and Data Transfer Interface

GPRS 計費



SGSN 計費資訊

➤ SGSN 至少應記錄下列計費資訊

- 無線電資源使用
- 手機使用該PDP位址的時間
- 其他關於GPRS系統的資源使用量及網路活動情形
(例如：行動管理資訊)
- 手機的位置
- 所使用的外界網路
- 由外界網路收送數據資料量

GGSN 計費資訊

- GGSN 至少應記錄下列計費資訊
 - 數據資料傳送的來源和終點位址
 - SGSN位址
 - 由外界網路收送數據資料量
 - 手機使用該PDP 位址的時間
 - 手機的位置。

通話記錄 (1/2)

- 在GPRS中有下列的CDR：**S-CDR**、**G-CDR**、**M-CDR**、**S-SMO-CDR** 和 **S-SMT-CDR**。
- **S-CDR** 由 SGSN 產生
 - 內容包括手機的IMSI、SGSN位址、計費辨識碼（charge identifier）、使用的GGSN位址、APN的網路辨識碼、APN的業者辨識碼、PDP型式、PDP位址、手機上傳或下載的數據資料量、服務品質、記錄在SGSN內已存在的時間。
- **G-CDR** 由 GGSN 產生
 - 內容包括手機的IMSI、計費辨識碼、使用的GGSN位址、SGSN位址、APN的網路辨識碼、PDP型式、PDP位址、手機上傳或下載的數據資料量、服務品質、記錄在GGSN內已存在的時間。

通話記錄 (2/2)

- **M-CDR** 由 SGSN 產生
 - 用來記錄手機的行動管理活動情形。
 - 包含手機的 IMSI、SGSN 位址、記錄開始時間以及像 RA、LA 和細胞辨識碼等行動管理資訊。
- **S-SMO-CDR** 是 SGSN 在手機送出簡訊時產生。
 - 包含手機的 IMSI、手機的網路能力、SGSN E.164號碼、SGSN 收到手機發出簡訊的時間、訊息參考號碼（手機提供代碼以辨識簡訊）。
- **S-SMT-CDR** 是手機簡訊送到該手機前，經過 SGSN 時，由 SGSN 產生。
 - 只是 S-SMO-CDR 內的 SGSN 收到手機發出簡訊的時間，改為 SGSN 將簡訊送到手機的時間。

GPRS 計費的困難點

- 在封包式服務中以封包數計費遠較在電路式服務中為困難，其原因有：
 - 不敷成本：量測封包數量所花的成本，可能比業者因傳送封包服務賺到的金額還高。在GSM系統，用戶通話中使用專屬的資源，計費較易。GPRS中會有數個使用者共用資源的情形，特別是當一個PDP context已被啟動一段長時間，卻只偶有零星的封包需要傳輸時。
 - 原有的GSM計費系統無法處理GPRS即時CDR資訊。因此，GPRS系統中通常會有CGF，專門根據SGSNs/GGSNs所提供的資訊載送給計費系統之前，執行整理帳務記錄。

Section 7.4

結語

Summary

Summary

- 雖然GPRS無法提供像第三代行動通訊服務那麼高的頻寬和傳輸速度，但在由第二代以電路交換式服務為主的系統，跨入以分封交換數據資料服務為主的3G服務的過程中，提供短暫且大量（bursty and bulky）的數據封包傳送服務、導入彈性無線電資源分配（radio resource on demand）、手機可隨時可連上網路（always on），以及依據實際傳輸封包量計費（volume-dependent charging）等概念，均是3G乃至B3G（beyond 3G）系統設計時重要的參考依據。

Homework

➤ 習題 1 (1)-1(10),1,3,5,7,9

APN (Access Point Name)

- **Access Point Name** is a label according to DNS naming conventions describing the access point to the external packet data network.
- An APN is the logic way to name a **GPRS service**.
- Domain Name Service (DNS) server translates APN to GGSN's IP address.

Access a GPRS Service with an APN

- Mobile user activates a service.
- MS sends request to SGSN (including APN).
- SGSN check whether the service has be authorized for this user.
- SGSN acquires the IP address of this specific GGSN (for the APN) from DNS server.
- A tunnel is created between SGSN and GGSN.

IP Address Allocation

➤ Fixed Addressing

- IP address is stored in HLR.
- It is sent to MS when MS wants to send data.

➤ Dynamic Addressing

- GGSN gets an IP address.
- GGSN assigns an address to MS.

Mechanism to Get IP Address

- From a local address pool on the GGSN
- Via DHCP
- Via RADIUS from an external RADIUS server
- From the customer network via an L2TP tunnel from the GGSN