

Mobility Management

1

在探討手機在移動狀態中，甚至移動到國外不同的系統業者平台，系統應如何追蹤手機的位置，以便當有來電時可以找到手機所在的基地台，此一部份稱為漫遊管理（Roaming Management）。此外，手機在通話過程中，若是跨越不同的基地台，系統必須把電話由舊的基地台在連接至新的基地台，這樣的過程稱為交遞（Handoff）。有關交遞的部份，獨立成另一檔案 Handoff_management.ppt。另外關於電信核心網路的訊號系統，亦獨立成另一檔案 SS7.ppt。不論是 Mobility_management.ppt 或是 Handoff_management.ppt，都是一般性的概述，綜合整理得到的規則，並非針對特定系統來描述。Mobility_management.ppt 的後半段，是屬於較深入的選讀課程，探討如何以各種方式簡少系統做行動管理的成本，有助於進一步的深入系統效能評估上的研究。

Reference

- [1] *Wireless and Mobile Network Architectures* , Y-Bing Lin and Imrich Chlamtac , Wiley Computer Publishing.

Outlines

- Introduction
- Roaming Management
- Roaming Management under SS7
- Registration
- Call Delivery
- Summary

3

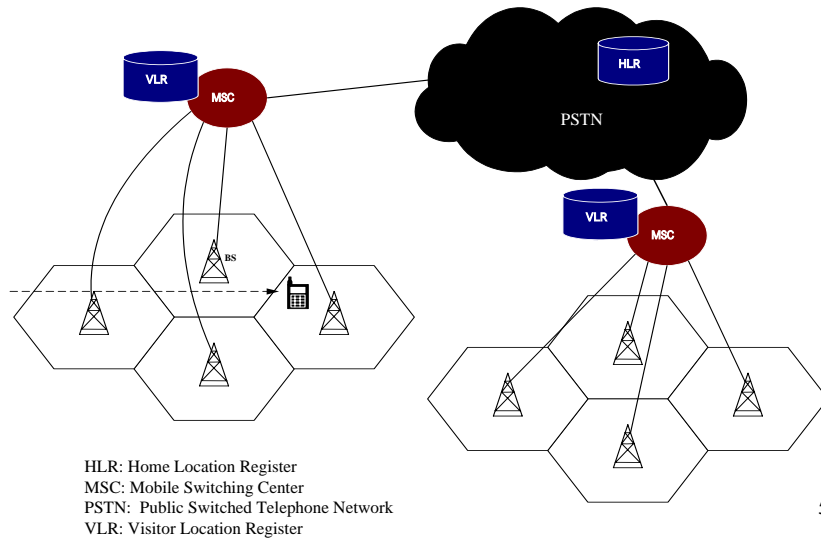
- 首先簡單說明 PCS 的架構, 與為了提供使用者自由移動而產生的 Handoff 與 Roaming 兩個概念. 這一份投影片將專注於 Roaming Management.
 - Handoff 獨立出來自成一個 power-point 檔案: Handoff.ppt.
- 在 Roaming management 這個部份將說明系統必須追蹤 MS, 以資料庫記錄 MS 的位置, 並以打電話來說明 roaming management 發揮的功用.
- 傳送 Roaming management 所需的訊息, 需有一套訊號系統來達成, 在行動通訊網路最常使用的訊號系統為 SS7 或其變形. 因此有必要了解 SS7 的基本概念.
- 相同的, 我們把 SS7 獨立出來自成一個 power-point 檔案: SS7.ppt.
- 其實傳送控制訊號, 需要極大的成本. 因此, 最後用傳送控制訊號成本的角度, 進一步說明註冊與打電話的程序, 尋找可以減少傳送控制訊號成本的演算法.

Introduction

4

- 簡單說明 PCS 的架構與 Handoff 與 Roaming 兩個概念.

A Common PCS Network Architecture



5

•這是一個典型的 PCS 網路的架構:

- 每個六角形代表 BS 所能涵蓋的範圍 (coverage area), MS 只要在此範圍內, 就由此 BS 負責建立電話的工作.
- MSC (mobile switching center) 就像一般公眾電話網路的交換機一樣, 處理話務.
- PCS 系統最大的特徵, 就是電話會移動. 另一方面, 由於手機並不是透過電話線與系統交談 (公眾電話網路認電話線計費), 所以在手機要打電話時, 系統做認證以確定手機的身份就變得很重要.
- 手機在這個 PCS 系統內自由移動, 系統必需知道 MS 移動到何處, 才能在別人打電話給手機時, 通知 MS 接電話. 若是 MS 在講電話時, 從一個 BS 移動到另一個 BS 的 coverage area, 系統也必需把電話接到新的 BS, 讓手機可以繼續通話.
- 在 PCS 系統中, 這樣處理手機移動造成的問題, 稱為行動管理 mobility management (MM).
 - 為了處理 mobility management, 有兩種資料庫很重要, 儲存 MS 所有相關得資訊, 包括 MS 目前所在的位置, 電話號碼等記錄, 將會在後面詳細解說:
 - Home Location Register (HLR)
 - Visitor Location Register (VLR)

•MS 會任意的行走

Two Aspects of Mobility in a PCS network

➤ Handoff

- Link transfer, or Handover
- A mobile user moves from one coverage area of an old BS to the coverage area of a new BS during the conversation.
- The radio link to the old BS is disconnected and a radio link to the new BS should be established to continue the conversation.

➤ Roaming

- When a mobile user moves from one system to another, the location of the user should tell the PCS system.

6

•Handoff (又稱為 link transfer 或 handover) 交遞

- 當 MS 正在通話時, MS 是透過無線電與 BS 相連結.
- 如果 MS 由一個 BS 移動到另一個 BS 的涵蓋範圍, 與 old BS 的連結會因為訊號太弱不能用而被終止, 必須趕緊與 new BS 建立起無線電的連結, 才能繼續通話.
- 處理 MS 講電話時, 跨到不同 BS 而必須進行的處理, 稱為 Handoff.

•Roaming 漫遊

- 如果 MS 並未在電話線上.
- 當 MS 由一個系統移動到另一個系統, 就要通知資料庫, 修改 MS 的位置.
- Roaming 便是在取得 MS 現在的位置.

•最簡單的 Handoff 與 Roaming 分別的方式: 同樣跨越到不同的 BS, Handoff 指的是在通話中, 要把電話轉接到新的 BS, 既然已經在通話中, 所以不需做 location update. Roaming 是 MS 在待機中, 所以必須做 location update, 特別是指 MS 跨越到不同 system, 必須進行複雜的資料交換的工程.

Handoff

➤ Please see the “Handoff_management.ppt” 😊

7

- 關於 Handoff 這一部份請參考 Handoff_management.ppt 中的說明. 在這一份投影片中便略過不提 Handoff, 而著重於 roaming management.
- 建議先上完此投影片 roaming management 的部分, 再去閱讀 handoff-managment.ppt.

Roaming Management

8

- 這個章節說明 roaming management 的概念, 如何追蹤到 MS, 以資料庫記錄 MS 的位置.
- 並以打電話來說明 roaming management 的功用.

Roaming Management

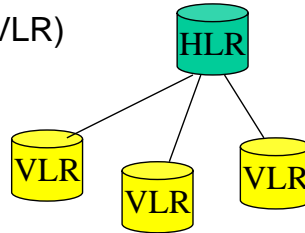
- When a mobile user moves from one PCS system to another, the current location of the user should be updated.
- How to get the current location of the user ?
- Where to store the current location of the user ?

9

- 當 MS 由一個系統移動到另一個系統, 就要通知資料庫, 修改 MS 的位置.
- Roaming 的工作, 便是讓系統可以取得 MS 目前所在的位置, 修改系統資料.

Roaming Management Scheme

- In IS-41 and GSM MAP, the **two-level** strategies are proposed.
- A two-tier system of **home** and **visited databases**
 - Home Location Register (HLR)
 - Visited Location Register (VLR)

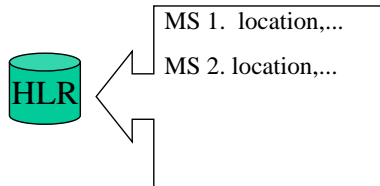


10

- 在IS-41 與 GSM MAP, 都是使用所謂兩層式 (two-level) 的策略來做 mobility management.
- 上層是 HLR, 做為 Mobile user 的 home, 儲存使用者的基本資料, 電話號碼, 目前(大概)的位置. 特點是
 - 這些資料並不會經常改變.
 - 凡是想要找 MS 的資訊, 只要要 HLR, 一定找得到.
- 第二層是 VLR. 我們將整個 PCS 網路切成很多大區域, 每個區域若看成一個系統, 來到這個系統的 MS, 都要被記錄下來, 以提供服務. 所以就要有一個資料庫負責記錄所有拜訪此系統的使用者, 這便是 VLR.
 - VLR 會有使用者部分的資料, 但會有比較精確的使用者位置資訊.
 - VLR 並不是 HLR 的附屬.

Home Location Register (HLR)

- HLR is a network database that stores and manages all subscriptions of a specific operator.
- The information in HLR:
 - *MS Identity, directory number, profile information, current location, validation period.*

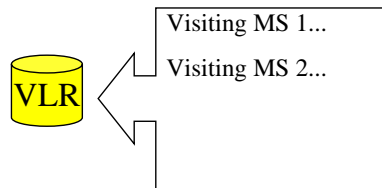


11

- 當 Mobile user 訂下一個行動電話的服務, 得到一個門號, PCS 系統便要為此 user 在資料庫建立起相對的記錄. 這個資料庫就是 HLR. 這個記錄是永久存在的 (除非使用者不要這個門號了).
- HLR 是一個資料庫, 儲存及管理此 PLMN 業者下所有 subscribers 的資料.
 - In fact, one PLMN 可以有一至數個 HLR.
- HLR 中的資料, 包含用戶的身分編號 (MS identity), 電話號碼 (directory number), 用戶所選擇的服務 (user profile) 如指定轉接號碼或限制呼叫, 手機所在的位置記錄 (location), 有效期限.

Visitor Location Register (VLR)

- The VLR has temporary information for the visiting mobile users.
- The information in VLR:
 - *MS Identity, directory number, current location.*



12

- VLR 也是一個資料庫, 儲存與管理來到其管轄範圍內的 MS 的資料.
- 當 MS 離開 VLR 管轄範圍後, 其資料便可作廢.

Basic Operations

- Two basic operations in roaming management for call origination and delivery:
 - **Registration**: an MS informs the system of its current location
 - **Location Tracking**: the system locates the MS

13

•在 Roam management 中, 有兩個基本的操作, 可以讓系統可以取得 MS 目前所在的位置, 進一步可以建立電話連線:

•(從 MS 的角度看) Registration 註冊:

- 當手機開機時, MS 要通知系統它已經可以正常工作, 接電話. 此時系統便透過這樣的註冊程序, 得到手機目前所在的位置.
- 當手機移動到一個新的區域, 也要做註冊.
- 當手機講完電話, 也會進行註冊的動作.

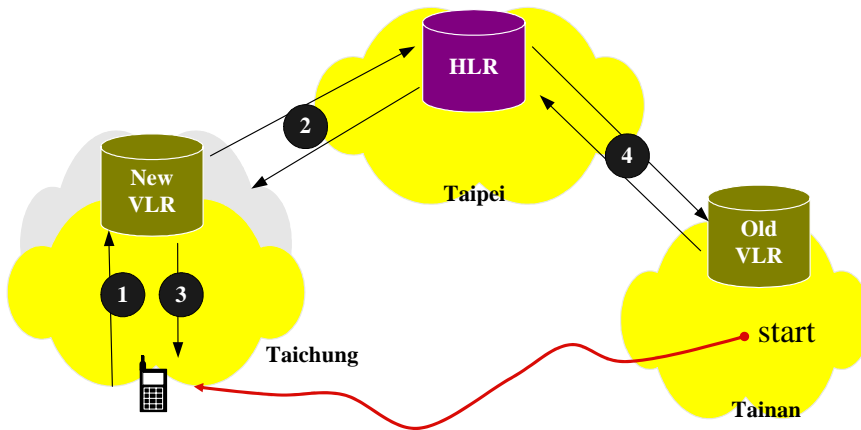
•(從系統的角度看) Location Tracking 位置追蹤

- 當 MS 由一個 BS 移動到另一個 BS, BS 就要通知系統修改資料庫中 MS 的位置, 這樣的程序稱為 Location tracking.

•Call origination: MS 打電話出去.

•Call delivery 或 Call termination 是別人打電話給 MS.

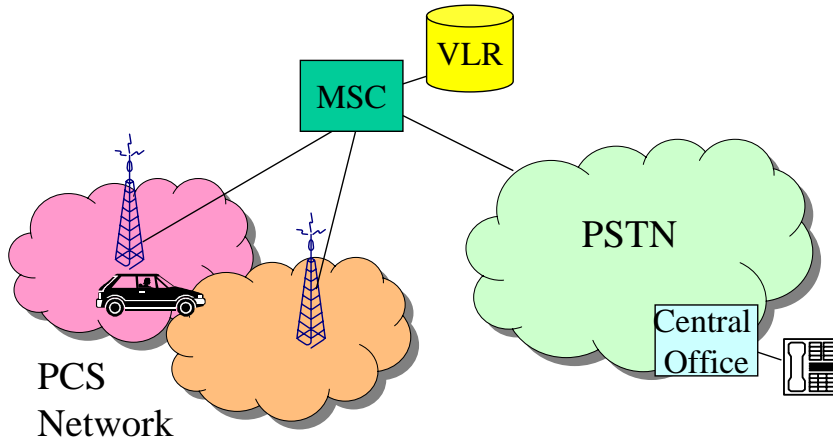
MS Registration Process



14

- 這張圖說明 MS 由 old VLR 移到 new VLR 的管轄範圍內, 進行註冊的動作:
- Step 1.** 當 MS 由 old VLR 移到 new VLR, MS 必須向 new VLR 註冊.
- Step 2.** New VLR 向 MS 的 HLR 查詢 MS 的資料, 同時通知 HLR 目前手機的最新位置. HLR 送回包含 MS's 資料的 acknowledgement.
- Step 3.** New VLR 回覆 MS 已經註冊成功.
- Step 4.** 在 Step 2 之後, HLR 便通知 old VLR 做取消註冊 (deregistration) 的動作, 將 MS 在資料庫中的記錄作廢. 完全後, old VLR 會回覆成功給 HLR.

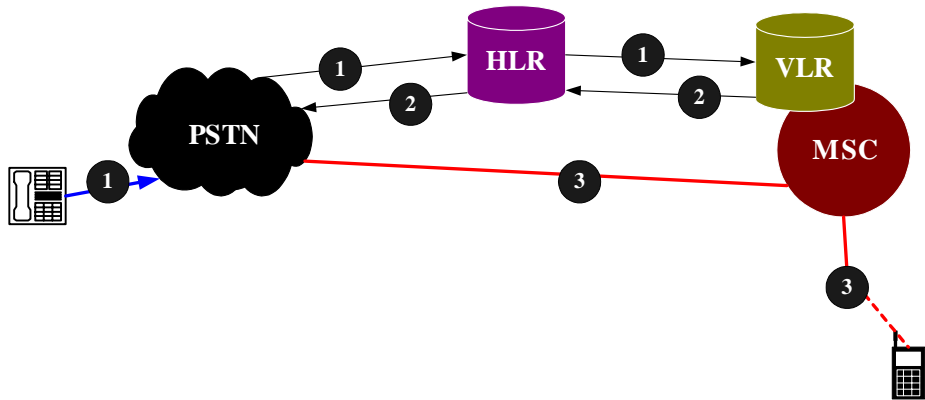
Call Origination Procedure



15

- MS 想要打電話給某一 PSTN 使用者.
- 步驟 1: MS 與目前所在 PCS network 的 MSC 連絡, 要求打電話.
- 步驟 2: MSC 把此訊息傳給 VLR. VLR 會查詢 MS 的資料,
- 步驟 3: 如果這通電話被接受, MSC 開始依據標準程序將電話接到 PSTN 使用者.

Call Delivery



16

•當公眾電話網路有人打電話給手機時, 稱為 call delivery, 系統會進行下面的動作:

•**Step 1.** 有線電話撥出手機號碼, 這通電話便送到公眾電話網路上的交換機處理. 這個交換機稱為 **originating switch**.

•交換機首先詢問 HLR, 如何將電話繞送到手機所在的交換機 MSC.

•HLR 查詢自己的資料庫, 找到手機目前所在的 VLR, 並詢問 VLR 如何繞送電話到手機正確的位置.

•VLR 會傳回 routable address, 透過 routable address, 就可將電話接到手機所在的 MSC.

•**如果** originating switch 並沒有查詢 HLR 的能力, 這通電話就必須透過 PSTN 送到手機行動電話系統的 **Gateway MSC**, 由 GMSC 來查詢 HLR.

•**Step 2.** 一個 routable address 由 VLR 送給 HLR, 再轉送到 originating switch.

•**Step 3.** 依據 routable address, 一條 trunk (voice circuit) 會從 originating switch 到 MSC, 再到 MS 就會被建起來.

Roaming Management under SS7

17

- 傳送 Roaming management 所需的訊息, 需有一套訊號系統來達成, 在行動通訊網路最常使用的訊號系統為 SS7 或其變形. 因此有必要了解 SS7 的基本概念.
- 由於我們把 SS7 獨立出來自成一個 power-point 檔案: SS7.ppt, 最好先參考 SS7.ppt, 以了解 STP, SCP, STP 的概念.

Signaling of in Core Network

- How is the mobile roaming managed by the signaling?
- **Signaling System No. 7 (SS7)** is used for core network of the cellular systems.
- Protocols to support mobility management:
 - EIA/TIA Interim Standard 41 (IS-41 or ANSI-41)
 - GSM Mobile Application Part (MAP)
 - IS-41 and GSM MAP are based on SS7.

18

- 上面提到的這些打電話流程中的訊息, 要如何傳送到對方? 當然行動通訊網路和一般公眾電話網路一樣, 需要一套訊號系統, 傳遞訊號到適當的元件, 以完成 roaming management 的需求.
- 在行動通訊核心網路使用的訊號系統為 SS7.
- PCS 的 Mobility management 需要一套準則, 做為大家依循的標準. 其中比較常聽到的, 包括下面兩種:
 - IS-41: 是美國為 AMPS 與其後二代系統 DAMPS, IS-95 等所制定的協定.
 - GSM MAP: 是歐洲為 GSM 所使用的訊號協定.
 - 不管是 IS-41 或是 GSM MAP 都是建構在 SS7 之上.
- 只要後端 core network 使用相同的通訊協定, 則前端的 interface 使用何種技術, 就都可以整合在一起.

Roaming Management under SS7

- Signaling between a PCS network and the PSTN are typically achieved by the SS7 network.
- Please see the “SS7.ppt” for more SS7.

19

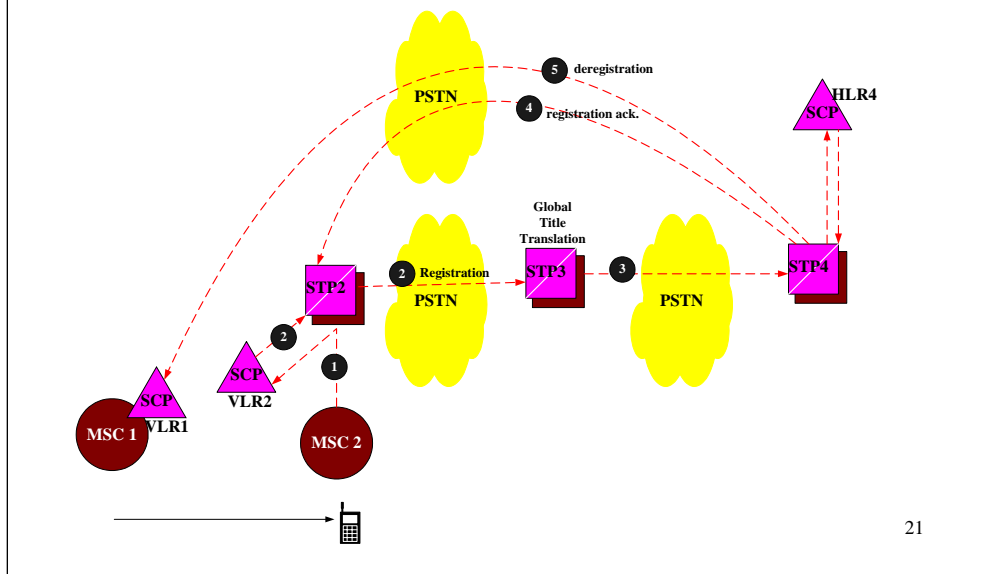
- 至於 PSTN 與 PCN 之間的溝通, 也要使用 SS7.
- 更多關於 SS7 的內容請參考 SS7.ppt.

Registration

20

- 在這個部份我們會探討 registration 程序中所耗費的網路上傳送訊息成本.
- 由於訊息的成本很高, 所以有許多的研究在討論如何降低訊息傳送成本. 在這裡列出一些論文上建議的方法, 減少成本.
- 如果只是想了解大概的 roaming management 的過程, 這個部份可以略過不教.

Registration through SS7



21

•以下我們將註冊的程序做更詳細的說明, 注意每個訊息可能都是經過千山萬水才能送到.

•**Step 1.** MS 由 MSC1 進入 MSC2 所控制的區域, 向 MSC2 進行註冊的動作. MSC2 透過 STP2 向 VLR2 送出註冊 (registration) 的訊息.

•**Step 2.** VLR2 再向 MS 的 HLR (HLR4) 送出註冊的要求. 如果 VLR2 和 HLR4 不是同一系統廠商, VLR2 不知道 HLR 真正的位置, VLR2 則會用手機的 ID: **Mobile Identification Number (MIN)**, 要求 STP3 做 GTT (**Global Title Translation**) 的動作, 找出 HLR 真正的位址.

•MIN 是由手機的 10-digit 電話號碼所產生出來的 34-bit number, 代表手機 ID.

•MIN 34 bits 包含 MIN1 (24 bits 或 7-digital directory number), MIN2 (10 bits 或 3-digital area code).

•**Step 3.** 利用查表的方式 (table-lookup technique), STP3 轉換 MIN 成 HLR 位址. STP3 並轉送註冊的訊息給 HLR.

•**Step 4.** 在完成註冊後, HLR 送 acknowledgement 給 VLR2. 這時因為 HLR 已經知道 VLR2 的位置, 所以不需經過 STP3, 直接送到 STP3 再轉給 VLR2.

•**Step 5.** 在 Step 3 後, HLR 送給 VLR1 一個 deregistration 訊息將 VLR1 上手機的紀錄作廢, VLR1 也會送 acknowledges 給 HLR.

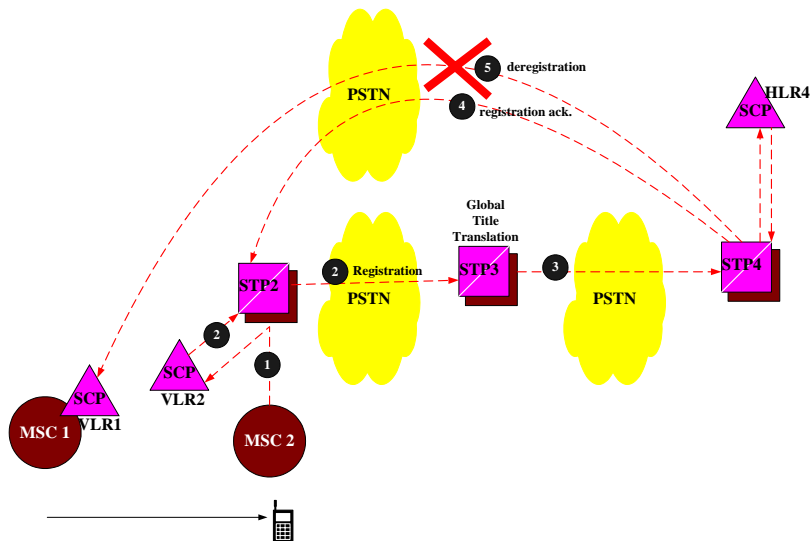
Traffic Cost

- The traffic in the SS7 network is heavy.
- Approach to reduce the *deregistration* traffic :
 - Implicit deregistration + Periodic re-registration
- Approach to reduce the *registration* traffic :
 - Point forwarding scheme

22

- 從上面註冊的程序可知道, 每一次動作都會花掉許多核心網路上 traffic 的成本.
- 所以有兩種方式可以減少 deregistration 的成本: Implicit deregistration 與 periodic re-registration.
- 有一種方式可以減少 registration 的成本: point forwarding scheme

Implicit deregistration

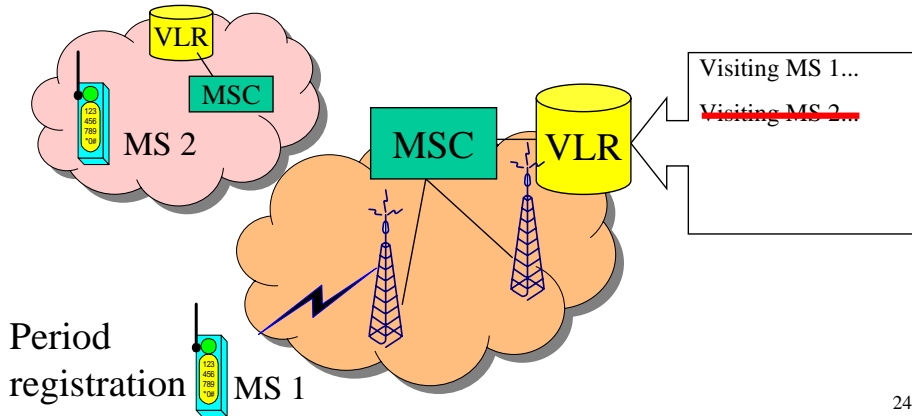


23

- 在 registration 的過程中, 省略 Step 5 HLR 向 old VLR 做 deregistration 的動作, 就可以節省很多的 traffic. 然而會產生一些狀況:
- Part I. VLR 中會有許多過時錯誤的記錄. 所以 VLR 可能很快就會 full.
- Part II. 當有手機進入 VLR, 則可用任何 replacement policy 選出一筆記錄將之刪除, 用來存放 MS 的資料.
 - 當然, 被犧牲的記錄可能是正確正在使用的手機資訊.

Periodic re-registration

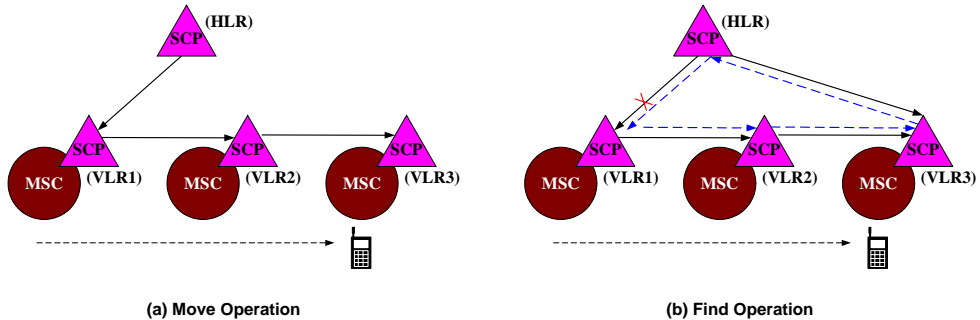
- The MS periodically re-registers to the VLR.



24

- Implicit deregistration 加上 periodic re-registration (定期再註冊), 可以減少一些因為沒有 deregistration 所造成的負作用.
- Periodic re-registration: MS 定期 (periodically) 向 VLR 註冊. 如果 VLR 經過一段時間 (timeout period) 沒有收到 MS re-registration 的訊息, 就當做 MS 已經離開管轄範圍, 把此 MS 的資料刪除.
 - 定期再註冊只會增加 MSC 與 VLR 間區域性的 traffic. 甚至如果 VLR 就架構於 MSC 上, 就不會有 SS7 訊息產生.

Pointer Forwarding Scheme



25

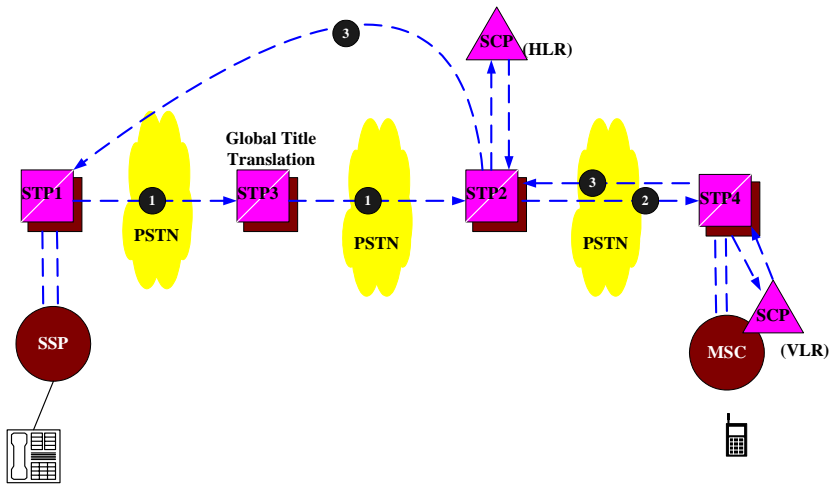
- 這個方法可以減少 registration 的 traffic. 其概念是當 MS 跨越 VLR 時, new VLR 並不向遙遠的 HLR 做註冊的動作. 但是 new VLR 會通知 old VLR, MS 已經移動到其管轄範圍內, old VLR 必需記錄下 MS 目前在 new VLR.
- 可以減少向遙遠的 HLR 做註冊的 traffic cost, 但會增加向 old VLR 登記的步驟. 但是由於這只是區域性的 traffic, 成本比較小.
- 整體說來, 會有兩個動作:
 - Move Operation (registration): 當 MS 由 VLR 1 移動到 VLR 2 時, 必須在 VLR1 建立一個 pointer 指向 VLR2. (VLR2 又指向 VLR3).
 - Find Operation (call delivery): 當有人要打電話給 MS 時, HLR 會連到 MS 最早有向 HLR 做註冊的 VLR1 詢問 routable address. VLR1 會利用 pointer 一層一層找到手機的位置. 之後, HLR 就會修改自己的資料庫, 指向最新的 VLR3.

Call Delivery

26

- Call delivery 與 call termination 均是指對方打電話給手機時, 如何找到手機的位置, 接通電話的過程
- 這部份在描述完如何處理受話的流程.
- 由於整個受話過程繁瑣, 浪費許多系統通訊信號的資源, 因此有一些方式可以降低通訊成本, 其中使用 cache 便可以減少通訊信號的數量. 這屬於進階的課程, 並不是標準, 所以可以列為選讀.

Call Delivery through SS7



27

- 手機接電話與註冊的過程一樣會經過許多的 STPs, 也可能會需要做 GTT 以找到 HLR. 所以 call delivery 的 signaling 成本也很高.
- 這些 STP 是因為 PSTN 要向 VLR 要到手機的所在 MSC 的 routable address, 必須經過的路徑.
- 為了減少 traffic cost, 因此提出 cache scheme 這樣的建議.

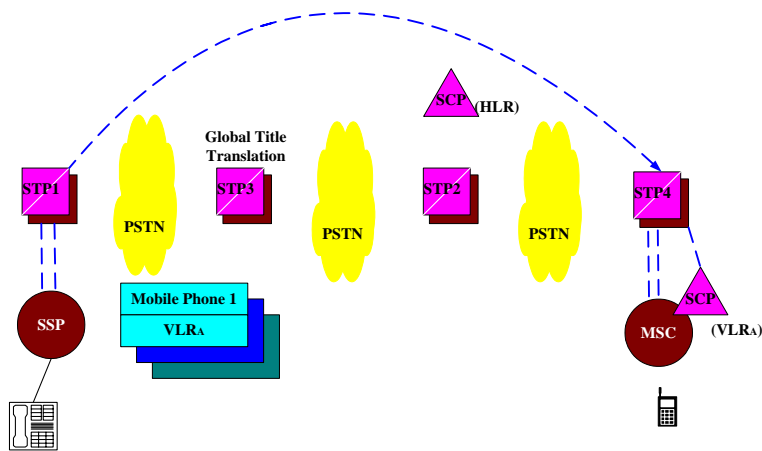
Traffic Cost for Call Delivery through SS7

- *Cache scheme* was proposed to reduce the call delivery traffic.
- Two possible positions for the cache:
 - *Method 1*. In the originating SSPs
 - *Method 2*. In the STP that performs GTTs
- Two two fields in cache:
 - MIN of an MS
 - Current visited VLR of the MS
- The cache contains entries for MSs recently accessed from the SSP.

28

- 通常我們會打電話大概都是那一些電話號碼。
- 為了減少 call delivery 的 traffic cost, 因此提出 cache scheme 這樣的建議. 利用 cache 儲存最近曾經有打過電話給這些手機的手機資料. 有了 cache, 就不需要每次都要向 HLR 查詢手機的 routable address, 而直接查詢 cache, 就可以問到手機可能的位置 (VLR).
- Cache 可以放在兩個地方:
 - Method 1*. cache 可以放在 originating SSPs.
 - Method 2*. cache 可以放在執行 GTT 的 STP.
- Cache 中要有兩個欄位: MIN 與 VLR

Cache Scheme



29

•當 calling party 打電話給 MS, the original SSP 首先會檢查 cache 中是否有這個手機的資料. 這會有三種狀況:

- Case 1: cache 中沒有手機的資料. 則依據正規 call delivery 的程序重新建立電話連線.
- Case 2: cache 中有手機的資料, 而且手機仍舊在上次通話所在的 VLR A 管轄範圍內. 所以直接向 VLR A 就可得到 routable address.
- Case 3: cache 中有手機的資料, 但是手機已經離開上次通話所在的 VLR A 管轄範圍, 到新的 VLR. 向 VLR A 查詢 routable address 會得到失敗的回應. 則必須依據正規 call delivery 的程序重新建立電話連線.

•除了 Cache 的成本, 在 Case 1 與 Case 3, 反而會增加 traffic cost. 所以是否能真正減少 traffic cost, 則看是 Case 2 的機率大小.

Summary

- Roaming Management
- Roaming Management through SS7
 - Reducing the traffic cost of deregistration
 - ✓ Implicit Deregistration
 - ✓ Periodic Re-registration
 - Reducing the traffic cost of registration
 - ✓ Pointer Forwarding Scheme
 - Reducing the traffic cost of call delivery
 - ✓ Cache Scheme