

# 行動通訊網路中剩餘時間之數學模型的研究

學生：李佩君

指導教授：林一平博士

洪慧念博士

國立交通大學資訊工程學系

## 摘 要

在行動通訊網路中，剩餘時間（excess life）之數學模型的研究，與很多效能評估議題有重要的相關性。當手機停留在一個細胞，從使用者打出一通電話或是接到一通電話，直到這支手機離開這個細胞，這中間所經過的時間，稱之為手機停留的剩餘時間。在行動通訊網路的效能評估中，推導出手機停留之剩餘時間的機率分佈，是一件非常重要的功課。此機率分佈決定了一通電話會不會隨著手機的移動而從一個細胞被交遞（handover）到另外一個細胞，而顯著地影響了一個行動通訊網路之交遞強制斷話（force-termination）機率。行動通訊網路的模擬模型必須為非指數分佈產生其剩餘時間的隨機亂數（random number），而這並不是一件簡單而直截了當的事。本論文將呈現如何為剩餘時間之機率分佈產生隨機亂數，並且針對加瑪（gamma）分佈、帕雷多（Pareto）分佈、對數常態（lognormal）分佈、以及韋伯（Weibull）分佈，分別發展出其手機停留之剩餘時間的隨機亂數產生程序。接著我們以行動通訊網路中的兩個研究議題為例，呈現我們所發展出的剩餘時間隨機亂數產生程序，如何有效率地應用在效能評估。

第一個研究議題探討週期性位置區域更新機制。在行動通訊網路中，此機制被用於偵測一支手機是否仍與網路端保持正常聯結。第三代無線通訊的技術規格 3GPP 23.012 與 24.008 針對通用行動通訊系統 UMTS，提出固定式週期性位置區域更新機制；也就是說，在兩次週期性位置區域更新之間的時間長度，一律保持為固定值。根據我們的觀察，網路端若要持續偵測一支手機是否仍與其保持正常聯結，並不一定只有透過週期性位置區域更新才能辦到。其實透過來話（incoming call）發話（outgoing call）和一般性位置區域更新（normal location area update），

網路端照樣能持續偵測一支手機是否仍與其保持正常聯結。依此，我們提出了動態式位置區域更新機制。動態意味著兩次週期性位置區域更新之間的時間長度，會動態地隨著來話、發話和一般性位置區域更新的行為變化而有所調整。我們發展出一個數學模型來與模擬模型(使用了前面所提及的剩餘時間隨機亂數產生程序)互相驗證，並比較動態式與固定式兩種週期性位置區域更新機制的效能。另外，我們的研究也提供了如何為動態式位置區域更新機制選擇參數的方針。

第二個研究議題針對小規模行動通訊網路，探討三項重要的效能評估值：塞機率 (new call blocking probability)、交遞強制斷話機率 (handover force-termination probability) 以及通話失敗機率 (call incompleteness probability)。我們認為一個細胞的交遞交通量，是與其相鄰之細胞的既有通話量有相關聯的。根據這個觀察，我們針對指數分佈的手機停留時間，推導出了精確的交遞強制斷話機率之數學方程式；接著，我們針對任意一種分佈的手機停留時間，提出了其數學逼近模型。我們將新的數學模型與模擬模型(使用了前面所提及的剩餘時間隨機亂數產生程序)互相驗證，接著將模擬模型當成基準，來比較新、舊兩種數學模型(新數學模型即此篇論文的研究成果；舊數學模型則為過去所發展)。我們的比較結果顯示出：針對小規模的行動通訊網路，新數學模型會比舊數學模型更精準地捕捉到交遞行為。

關鍵字：行動通訊網路、行動管理、週期性位置區域更新、通用行動通訊系統 (UMTS)、通道給定、交遞、通話時間、手機停留時間、剩餘時間。