

台灣地區總體通訊需求之分析與預測

蕭銘雄

樹德科技大學資訊管理系

msshaw@mail.stu.edu.tw

摘要

本研究以引申需求的角色探討台灣地區通訊科技的總體需求，強調研究者於分析通訊科技需求時，除須注意通訊科技本身的因素（如價格）之外，亦需考慮一些社經發展變數（如所得、年齡結構等）的影響，才不至於誤判了通訊科技的發展情勢。本研究嘗試以擴散概念所推導出的羅吉斯特模式來預測通訊持有率需求，並以線性迴歸模式來解釋其使用量需求；結果發現羅吉斯特模式在預測家用電話的持有率上較為理想，但在預測行動電話門號與網際網路帳號的持有率上則並不甚理想。此外，使用量需求迴歸模式的估計結果顯示，除了以家用電話撥打市內電話的使用量需求是傾向於劣等品之外，其它通訊種類（國際電話、行動電話、數據通信等使用量需求）都是傾向於奢侈品。

關鍵詞：通訊科技、引申需求、行動電話、羅吉斯特(logistic)模式。

1. 前言

近十幾年來，通訊（含資訊）科技的發展對人類生活造成前所未有的重大影響，特別是網際網路與行動通訊的應用，普遍深入一般家庭與個人，大幅地改變人們的生活型態，而這與過去高科技大多侷限在組織與企業間的應用情況極不相同；而且，這股風潮預計將持續下去，未來十年間極可能再帶動另一波的通訊革命。

民眾對通訊科技的需求可視為是一種引申需求(derived demand)(Fildes and Kumar, 2002)；換言之，民眾原非對通訊科技本身有所需求，而是想利用通訊科技去獲取遠端資訊、或是從事虛擬活動（如網路購物），如圖 1 所示。

因此，若要探討通訊科技需求，除需了解通訊科技本身的因素之外，亦需深入了解民眾本身的特性、以及他所需要的資訊特性、或所要從事的活動特性，才能有效地掌握通訊科技需求。例如，一般而言，需要傳送文件（如文字檔）的資訊、或需要視覺效果的虛擬活動（如線上遊戲）絕不會用一般家用電話來完成，而須以網際網路來輔助完成，這就是資訊與活動特性所造成的結果。

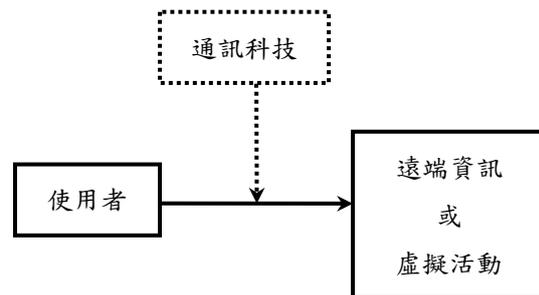


圖 1 通訊科技的引申需求角色

又例如，一般常認為民眾對行動電話的高度需求可歸因於行動電話通訊設備（俗稱的手機）與通話價格的大幅降低、以及手機內建功能的提升，但常忽略了現代的人們是有外出活動的需求，才會引發他們對手機的需求；試想一個極端的例子，對一個從不外出活動的人而言，傳統家用電話便已足夠，何需行動電話¹？

不了解通訊科技這種引申需求的特性，常使資訊業者嚴重誤判，以為他們只要在資訊科技產品

¹ 當然現今行動電話已非單純的具備「通話」功能而已，但其它的擴充功能其實都遠不及家用電腦，因此對一個從不外出活動的人而言，也許一台家用電話與一台連上網路的家用電腦便已足夠。

本身著力，便可掌握住消費者的需求。幾年前、電子商務泡沫化的危機、以及 WAP(wireless application protocol)的失敗，再提醒業者必須拋棄通訊的本位主義，重新探索人們的真正需求；而這種需求是來自人類天生對資訊與活動的渴望。

事實上，在學術界並不乏關心通訊需求的相關文獻；根據 Fildes and Kumar (2002)的彙整，探討通訊需求的方法有所謂的總體觀點或總體模式(aggregate model)、以及個體觀點或個體市場分析(micro-market analysis)，且兩種觀點各自有他們的優勢與限制。但不論是那一種觀點，都必須區分通訊設備的持有(ownership 或 access)與使用(usage)間的差異，畢竟「持有」某一通訊設備，並不表示一定會高度「使用」該通訊設備。

本研究的主要目的是在建立國內通訊產品的總體需求模式，由模式結果來分析這些通訊產品的特性，並預估它們未來的需求趨勢。然受限於總體資料蒐集上的困難，本研究所鎖定的通訊產品僅有三類：家用電話、行動電話、以及網際網路；但每一類都各自區分為持有與使用需求。

2. 通訊的總體需求

2.1 通訊需求的特性

通訊需求事實上有其獨特性，除了它是一種引申需求之外，它所謂的「需求量」概念也與一般商品頗為不同。一般商品所謂的需求量是很明確的數量觀念，例如一本書的需求量大約就是它的銷售量（只要供給無缺的話）；而銷售量就是指廠商總共賣出了幾本書，這大體上是一個很明確的數量概念，較無模稜兩可之處。

但通訊的需求量指的是什麼樣的需求，卻有很大的模糊空間。以行動電話為例，所謂行動電話的需求量指的是手機的需求量、門號的需求量、抑或通話的需求量？如果是通話的需求，那麼是指通話次數、抑或通話量？這些都是有待釐清之處。

事實上，總體通訊需求量可約略區分為兩種：持有量（或持有率）與使用量。以行動電話為例，持有量可區分為門號、或手機的持有量；由門號、或手機的持有量再除以總人口數，可換算出持

有率。另外，使用量則可區分為通話次數、以及通話分鐘數兩種，然何者較能代表行動電話的真正需求，則尚未有較為一致的看法。

較為特別的是，網際網路的持有量與使用量需求並非十分明確，即使一般認為「家中有一台可以連上網路的電腦、或者是工作場所或就學學校可以自由連上網路」，便可認定是網際網路的持有，但這種定義仍相當模糊；且從總體的觀點來看，這種總體數據也幾乎是無法獲得的。此外，網際網路的使用量也有其認定上的困難，我們無法確認到底是上網次數、上網時間、或者是存取資訊量才能真正代表使用量；而且，即便是我們認定「上網時間」才能真正代表使用量，這種總體數據也難以獲得。

從另一個角度來看，持有量（或持有率）是一種累積的概念，例如某一年(t)的持有量(Y_t)是上一年度累積的持有量(Y_{t-1})、加上該年度的新增量(ΔY_t)累積而成，即 $Y_t = Y_{t-1} + \Delta Y_t$ ；如此一來， Y_t 即代表經過時間的遞移，持有該種通訊工具的累計人數。但反觀使用量，它是每一期分開獨立計算，是「增量」、而非「累積」的概念。

正因持有量（或持有率）是一種累積的概念，前一期累積的數量(Y_{t-1})與下一期累積的數量(Y_t)不至於有太大的落差，因此它的時間成長（或衰退）趨勢通常會較為平順；而使用量是「增量」的概念，因此容易有所起伏，特別是季資料或月資料所隱藏的季節性因素影響最巨。這種趨勢上的差異也提醒研究者在預測總體通訊需求時，必須認真考量適用的預測模式（見 2.3 小節）。

2.2 通訊與運輸的共通性

通訊需求的這種獨特性與運輸需求頗為相似，傳統運輸需求理論也視運輸需求為一種引申需求，是民眾對外出活動有所需求而引申而來；而運輸需求中的小汽車需求也同樣有「持有量」與「使用量」上的區分。

早期運輸界曾認為通訊的發展勢必可以減少民眾外出的需求，因此曾高度期待通訊與運輸之間能產生明顯的替代關係(Mokhtarian, 1990)；但此一期待已隨著時間的經過而落空，而運輸界也逐漸發

現運輸與通訊之間的關聯性遠比想像中複雜。也因此，近十幾年來，運輸學界對這方面課題的研究有較多的投入，如 Salomon (1985)、Salomon (1986)、Mokhtarian (1990)、Selvanathan (1994)、以及 Mokhtarian and Meenakshisundaram (1999)等，雖然這些研究並未獲得十分一致的結論（有些認為通訊與運輸之間是呈競爭與替代關係，有些則認為是互補關係），但運輸需求分析的許多概念與方法確實可以應用於通訊需求分析上。

正如運輸有很多的運輸工具（火車、巴士等）可以選擇，通訊也有很多的通訊工具可供選擇，如家用電話、行動電話、網際網路（電子郵件）等，這些工具之間彼此有某種程度的競爭（替代）關係，也有某種程度的相互輔助（互補）關係。例如，前者（替代）指的是行動電話的高度成長有可能抑制家用電話的需求；而後者（互補）指的是行動電話擴展了人際關係與視野，可能也因此刺激了網際網路的應用需求。

誠如 Mokhtarian and Meenakshisundaram (1999)所言，不同的溝通工具(communication mode)（包括通訊、通信、以及運輸）之間可能夾雜著四種關係：(1)替代(substitution)，(2)發生(generation)或互補(complementarity)，(3)變更(modification)，(4)中立(neutrality)。對通訊本身而言，替代與互補兩者尤其重要，以家用電話與行動電話為例，當民眾有了行動電話的新選擇之後：

- (1) 他可藉由行動電話來溝通資訊，而無須使用家用電話，因而與家用電話產生了替代關係。
- (2) 他可能利用家用電話與朋友約定見面，之後攜帶行動電話外出，以便隨時與朋友聯繫，此時家用電話刺激了行動電話需求，兩者因而產生了互補關係。

正因存在著如此複雜的關係，使得要探討不同通訊工具之間的相互影響變得相當不容易。Fildes and Kumar (2002)就曾指出，大多數文獻所構建的需求模式都未考慮到不同通訊工具之間彼此的替代或互補關係。於是，我們發現到的事實是，分析家用電話需求的文獻只專注於探討家用電話，如

Constantinos et al. (2006)²；分析行動電話需求的只專注於探討行動電話，如 Iimi (2005)；分析寬頻(bandwidth)線路需求的只專注於探討寬頻，如 Eisner and Waldon (2001)；分析網際網路需求的只專注於探討網際網路，如 Modis (2005)；這些研究都未曾考慮其它通訊工具可能的衝擊。

2.3 總體通訊需求預測模式

如前所述，總體通訊需求的預測可約略區分為持有量（或持有率）預測、以及使用量預測兩種，且兩者所應用的模式也常有不同。但大體而言，最常被應用的總體需求預測模式可約略歸納為四種：(1)線性迴歸(linear regression)模式；(2)羅吉斯特(logistic)模式；(3)創新擴散(innovation diffusion)模式；(4)時間序列(time-series)模式。茲分述如下：

(i) 線性迴歸模式

總體通訊需求預測中的線性迴歸模式大多是指有適當解釋變數來解釋通訊需求變化的線性模式；因此，與其說是「預測」，還不如說是「解釋」來得適切。迴歸模式的特性（或限制）之一是其依變數必須為量化性質的變數；而對總體通訊需求而言，大多數的持有量與使用量數據也都偏向於量化性質，因此應用迴歸模式來解釋通訊需求變化是可被接受的適當方式，且相關研究也頗為常見，如紀翔之(1999)。

對一個解釋性的迴歸模式而言，解釋變數的選擇是極具關鍵性。在前言中曾提及，預測（或解釋）通訊需求必須考慮三大因素：(1)使用者特性；(2)使用者所需的資訊、或虛擬活動特性；(3)通訊本身的特性。其中，使用者特性主要是指性別、年齡、所得等基本特性，通訊的特性是指通訊的價格、功能、品質等產品（或服務）特性；但資訊與活動特性則顯得較為抽象，而難以明確定義。

在運輸需求分析的領域中，活動特性常是以「旅次目的(trip purpose)」來劃分，如購物旅次、上學旅次、上班旅次等，並依這些不同的活動特性來建構不同的運輸需求模式。在通訊需求分析的領

² Constantinos et al. (2006)同時也探討行動電話需求，但與家用電話是完全獨立的模式。

域中，並沒有如此刻意區分活動類別的觀念，但現實的情況是，探討網路購物者不會觸及網路學習(e-learning)的課題，而探討網路學習者也不會觸及通訊上班(telecommuting)的課題，顯然這種以區分活動目的來個別探討不同的通訊應用方式似乎在不知不覺當中進行。

此外，對總體通訊需求、特別是有時間過程(time-dependent)的總體通訊需求而言，即便是我們已確知該選用何種解釋變數較為適當，但受限於次級資料的不完整，常使得實證工作無法順利進行。撇開通訊的功能、品質等難以量化的變數不談，最明顯的例子是通訊的價格，面對如此重要的解釋變數，我們卻幾乎無法蒐集到可堪信賴的次級資料；例如，我們無法認定那一種價格才能真正代表手機的價格、或那一種價格才能真正代表行動通訊的電話價格；即使國內主計處有定期在發表各種商品的物價指數，但卻沒有詳盡到可以讓我們隨心所欲的地步。

因此，對線性迴歸模式而言，模式本身較無特殊之處，反而是變數（特別是解釋變數）的處理才是關鍵所在。

(ii) 羅吉斯特模式

羅吉斯特模式最重要的特性是它可以反映出類似產品生命週期的 S 型曲線成長趨勢；而此一 S 型曲線的特色是它有一個飽和值(saturation level)在控制它的成長上限，代表該產品不論如何快速的成長，最終都不會超過此一銷售上限。

較具一般化的羅吉斯特模式可表達如下：

$$Y_t = \frac{S}{1 + e^{-f(t)}} \quad (1)$$

其中， Y_t 為某商品之需求量（或銷售量）， S 為飽和值；而 $f(t)$ 則是某一函數型態，研究者可用它來決定適當的模式型態、或改變 S 型曲線的走勢。

羅吉斯特模式最常被用來預測耐久性商品的「持有量」或「持有率」，此乃因許多耐久性商品（如小汽車、通訊設備或帳號）的「持有量（或持有率）」通常都不會超過它的潛在市場量（或總人口數）所致。例如，若假設每個人最多只擁有一個行動電話門號，則全國行動電話門號「持有量」的

飽和值便是總人口數，而「持有率」的飽和值便是 100%。正因羅吉斯特模式有這種特性，我們便可瞭解何以 Modis (2005) 要利用它來預測全球的網際網路使用人口數。

但相對的，「使用量」的成長便較無一定的飽和值限制，畢竟我們很難預知未來行動電話的通話總時間的上限在那裡。

事實上，羅吉斯特模式的主要用途可以是「預測」，也可以是「解釋」；若是用在「預測」，那麼它最大的困難便是估計，特別是飽和值的估計。一般而言，羅吉斯特模式可以用非線性估計方法，一併估計出飽和值與其它參數，但如此卻失去飽和值所隱涵的社經意義。另一個估計方法是先把羅吉斯特模式轉成線性模式：

$$\ln\left(\frac{S}{Y_t} - 1\right) = f(t) \quad (2)$$

再用其它社經變數去預估飽和值；再把預估出的飽和值代入(2)式，最後估計 $f(t)$ 中的其它參數。此一方式雖較為繁瑣，但優點是可以讓飽和值反應出社經意義。

另外，羅吉斯特模式若是用在「解釋」，則 $f(t)$ 可定義為某些社經變數的函數，使得線性化後的羅吉斯特模式與線性迴歸模式極為相似，差別只在還原後的羅吉斯特成長曲線（(1)式）是呈 S 型，而迴歸模式則是呈直線型³。

(iii) 創新擴散模式

擴散模式的起源雖早，但將擴散模式應用於新產品擴散的首推 Bass(1969)，且之後的應用便不計其數(Mahajan et al., 2000)，而 Bass 的模式也一再被修正。

由於通訊科技不斷地革新，因此應用擴散模式來描述通訊科技產品成長的相關研究也十分常見(McBurney et al., 2002)，包括家用電話、傳真、行動電話的採用行為研究，都曾應用過類似 Bass 的擴散模式（見 Fildes and Kumar (2002) 的彙整）。

依據 Fildes and Kumar (2002)，較具一般化的

³ 是 S 型或直線型還是得視解釋變數的變化而定，若解釋變數的成長是直線型，則迴歸模式中依變數(Y_t)的成長便是直線型，而羅吉斯特模式便是 S 型。

創新擴散模式可表達如下：

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = g(t)(m - N(t)) \quad (3)$$

其中， $n(t)$ 是指某一新產品於時間 t 時所新增的採用者， $N(t)$ 則是累積到 t 時的採用者（類似(1)式中的 Y_t ）， m 是潛在市場量（類似(1)式中的飽和值 S ）；而 $g(t)$ 則是某一函數型態，研究者可用它來決定適當的擴散形式（類似(1)式中的 $f(t)$ ）。

最簡單的情況是假設 $g(t)$ 為常數 k ，即 $g(t)=k$ ；但最容易解釋擴散精神的則是假設 $g(t)=k \cdot N(t)$ ，使得(3)式的擴散模式成為：

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = k \cdot N(t)(m - N(t)) \quad (4)$$

(4)式描述了新增的採用者($n(t)$)是受到累積採用者($N(t)$)的影響；因為愈多人採用該產品，藉著這些人的口耳相傳，將會進一步帶動新的採用者加入，此即所謂的擴散效果(diffusion effect)；當 k 值愈大時，累積採用者($N(t)$)的影響力也愈大，代表擴散效果愈強(Sonis, 1986)。

根據 Sonis (1986)，由(4)式的擴散模式可推導出類似(1)式的羅吉斯特模式：

$$N(t) = \frac{m}{1 + e^{-kmt+c}} \quad (5)$$

其中， c 為積分常數；這使得擴散模式與羅吉斯特模式息息相關。

此外，Bass(1969)則是假設 $g(t) = k_1 + k_2 \cdot N(t)$ / m ，使得擴散模式成為：

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = \left(k_1 + k_2 \cdot \frac{N(t)}{m} \right) (m - N(t)) \quad (6)$$

微分方程式(6)的解為：

$$N(t) = m \left(\frac{1 - e^{-(k_1+k_2)t}}{1 + \frac{k_2}{k_1} e^{-(k_1+k_2)t}} \right) \quad (7)$$

而這使得多數與 Bass(1969)模式有關的擴散模式都產生了參數校估上的難題(Fildes and Kumar, 2002)。

(vi) 時間序列模式

時間序列模式是純以時間的變動來預測依變數的走勢，主要目的是在預測，而非解釋。時間序

列預測的經典模式自然是首推 Box and Jenkins (1976)所提出的 ARIMA (auto-regression integrated moving average)。ARIMA 是以差分(difference)的方式來穩定時間序列趨勢（使之成為 'stationary' 狀態），之後再視穩定後的序列型態來決定如何整合自我迴歸 (auto-regression) 與移動平均 (moving average) 模式。

一般而言，ARIMA 較適用於有波動起伏的時間序列資料。例如對於通訊使用量等有波動起伏、甚至有季節性的時間序列資料而言，複雜的 ARIMA 確實是一個可以考慮的方式。但對走勢較平滑的序列資料，如持有量、持有率等時間累積的序列，使用類似長期趨勢迴歸、或羅吉斯特等模式通常都可獲致頗佳的預測效果；使用 ARIMA 反有牛刀小用之感。若果如此，則 Hilas et al. (2006) 應用 ARIMA 來預測每月的電話撥打量 (monthly outgoing telephone calls) 似較國內黃信源(2002)以 ARIMA 來預測行動電話的累積持有數與持有率來得適切一些。

整體而言，每一種模式都有它獨特之處，就看研究者如何應用。本研究的主要目的是在探討國內通訊產品的總體需求，著重在「預測」通訊產品的「持有」狀況，並「解釋」其「使用」需求。且因考慮到通訊產品的「持有」通常有一定的飽和值上限，因此決定以羅吉斯特模式來預測通訊產品的「持有」需求趨勢；而以線性迴歸模式來解釋「使用」需求變動的原因。

3. 資料蒐集與描述

3.1 資料蒐集

通訊的總體需求分析常受限於次級資料取得上的困難，而必須在變數的定義上有所妥協。例如我們知道行動電話「門號數」無法代表行動電話的真正需求，但在無更好的資料可以取代之之前，我們只好妥協地予以採用。此外，對有解釋目的的迴歸模式而言，解釋變數的選用相當重要；但總體資料的侷限性也使得我們無法隨心所欲，僅能就所蒐集到的變數資料儘量採用。

本研究關心的是台灣地區通訊產品的總體需

求成長趨勢，所需蒐集的資料屬於總體的時間數列資料。本研究所考慮的通訊產品僅有三類：家用電話、行動電話、以及網際網路；其中，家用電話是以「用戶數」來代表它的持有需求，而以「市內電話通話指數」、「長途電話通話指數」、以及「國際電話通話指數」來代表它的使用需求；行動電話是以「門號數」來代表它的持有需求，而以「通話指數」與「去話分鐘數」來代表它的使用需求；網際網路則以「網際網路帳號數」來代表它的持有需求，而以「數據通訊指數」來代表它的使用需求。

除此之外，交通部所彙整的歷年「電信部門綜合指數」也可用來約略表達台灣地區整體通訊需求的變化。

表 1 需求模式建立與校估所需之資料

變數	可使用資料	資料來源	資料期間 (民國)
整體通訊需求	電信部門綜合指數	交通部電信總局	78-94
家用電話持有	用戶數	交通部電信總局	78-94
家用電話使用	•市內通話指數 •長途通話指數 •國際通話指數	交通部電信總局	79-94
行動電話持有	門號數	交通部電信總局	78-94
行動電話使用	•通話指數 •去話分鐘數	交通部電信總局	85-94
網際網路持有	帳號數	交通部電信總局	84-94
網際網路使用	•數據通訊指數	交通部電信總局	85-94
使用者特性	•人口數 •性別比率 •年齡層比率 •所得(GDP)	內政部主計處	78-93
通訊特性	通訊物價指數	主計處	78-94

資料來源：本研究整理

在解釋變數方面，本研究以「人口數」、「性別比率」、「年齡層比率」、以及「所得(GDP)」來代表「使用者特性」；以「通訊物價指數」來代表通訊本身的特性；至於使用者的資訊與活動特性則難以找到適切的變數資料來表達。

上述所有資料之相關說明與來源皆彙整於表 1。

3.2 資料描述

在通訊持有方面，圖 2 顯示三種通訊工具：家用電話、行動電話、以及網際網路的持有率（持有量/總人口數）大體上都是呈成長之趨勢；其中尤以行動電話門號的成長最為快速，在民國 91 與 92 兩年，門號持有率一度超過 100%。

在通訊使用方面，圖 3 顯示行動電話與數據通訊指數都是呈現高度成長的趨勢，頗符合一般預期；家用電話指數則是先微幅衰退後再回升，但大體上是呈持平的狀態。

然而，若將家用電話中的市內、長途、以及國際電話分開來看，則可發現市內與長途電話是呈現衰退的現象，而國際電話則是大幅成長的趨勢，顯示在通訊科技的快速進步之下，以傳統家用電話撥打市內與長途電話似乎有受到抑制的現象。

在解釋變數方面，雖有性別、年齡、所得、物價等不同的變數資料，但彼此之間全部呈現高度相關的現象。本研究所蒐集到的資料顯示，國內隨著所得的不斷提高，人口也逐漸呈現高齡化，且男性比率逐年降低；而另一方面，所得不斷增加的同時，通訊物價也不斷地大幅降低。這些現象雖然可以充分理解，但解釋變數之間的高度相關，將使得需求模式的估計變得困難重重。

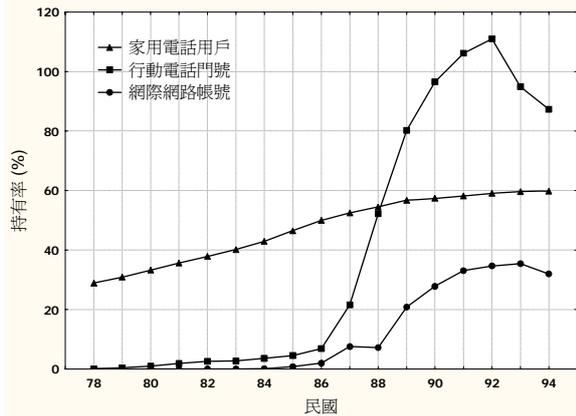


圖 2 家用電話、行動電話、以及網際網路持有率之實際成長趨勢

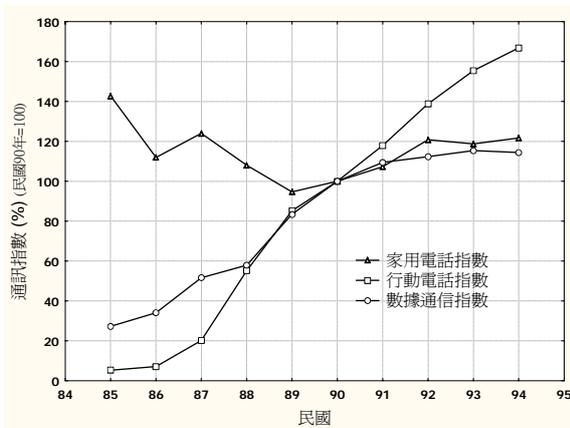


圖 3 家用電話、行動電話、以及網際網路（數據通信）使用量指數之實際成長趨勢

4. 需求模式之建立與估計

4.1 持有率模式

本研究是以擴散概念推導出的羅吉斯特模式來預測通訊持有率需求，模式型態可約略表達如下：

$$Y_t = \frac{S}{1 + e^{-kt+c}} \quad (8)$$

其中， Y_t 為通訊持有率， S 為飽和值， t 為時間（民國 78 年設定為 $t=1$ ）， k 與 c 為待估計之參數。

在參數估計方法上，(8)式可轉換成線性模式：

$$\ln\left(\frac{S}{Y_t} - 1\right) = -kt + c \quad (9)$$

再由(9)式估計出 k 與 c 值。所估計出的 k 值符號應為正數，代表 Y_t 是呈成長的狀態； k 值愈大，代表擴散的效果愈強， Y_t 成長的速度愈快。

但(9)式於估計之前必須先設定適當的 S 值。對於此，本研究並無投入太多心力，只簡單將家用電話與網際網路帳號持有率設定為 100%（多數研究所採用的飽和值），而行動電話門號持有率則設定為 120%（此乃因國內行動電話門號持有率曾超過 110%）。

據此，家用電話(Y^1)、行動電話(Y^2)、以及網際網路持有率(Y^3)模式的估計結果可表達如下：

$$Y_t^1 = \frac{100}{1 + e^{-0.088t+0.912}} \quad (10)$$

$$Y_t^2 = \frac{120}{1 + e^{-0.565t+6.939}} \quad (11)$$

$$Y_t^3 = \frac{100}{1 + e^{-0.571t+9.195}} \quad (12)$$

三個模式的 R^2 值分別是 0.960、0.926、以及 0.819，且三個模式的 k 估計值都極為顯著，顯示估計結果具有一定的可信度。

行動電話與網際網路模式中的 k 值(0.565 與 0.571)明顯高出家用電話(0.088)甚多，顯示這兩種通訊方式的高度成長情況；家用電話模式中的 k 值雖低，但符號仍為正，顯示家用電話的「持有」並未受到行動電話與網際網路的太大衝擊。

由(10)、(11)、(12)的模式結果預測三種通訊持有率（至民國 100 年）的趨勢圖如圖 4 所示。行動電話與網際網路的預測趨勢顯示出它們高度成長的 S 型曲線，態勢極為明顯，但似乎與目前的實際值有一段落差；相對的，家用電話卻是呈緩步成長的態勢，且與目前的實際值配適情況極佳。

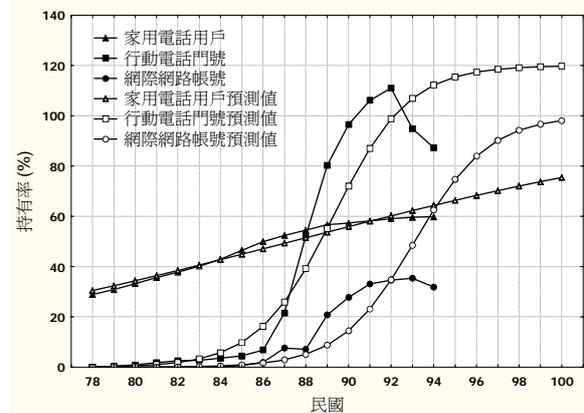


圖 4 持有率模式之預測趨勢與實際值之比較

4.2 使用量模式

本研究以線性迴歸模式來解釋通訊使用量之變化；所考慮之解釋變數雖多，但因彼此的高度線性重合，使得最終只縮減到所得與價格兩項。所有使用量模式之估計結果彙整於表 2。

表 2 的結果顯示出一些有趣的現象。首先，雖然所得對整體家用電話總指數的影響並不顯著，但若將市內、長途、以及國際電話分開來看，則所得對市內電話使用量是呈現顯著的負向影響，顯示以傳統家用電話撥打市內電話似是一種劣等品，而這可能與近年來民眾高度使用行動電話的因素有關。此外，所得對國際電話使用量是呈現顯著的正向影響，且所得彈性高達 5.90，意味著以傳統家用電話撥打國際電話傾向是一種奢侈品。

表 2 使用量之迴歸模式估計結果*

依變數	解釋變數		R ²
	常數	所得 通訊物 (GDP) 價指數	
• 家用電話			
◦ 市內通話指數	278.54 (4.006)	-0.552 (-2.418)	0.42
◦ 長途通話指數	591.75 (1.806)	-1.535 (-1.427)	0.20
◦ 國際通話指數	-569.92 (-1.892)	2.258 (2.283)	0.40
◦ 家用電話總指數	146.53 (2.025)	-0.104 (-0.437)	0.02
• 行動電話			
◦ 通話指數	-531.08 (-2.210)	2.027 (2.570)	0.45
◦ 去話分鐘數	-79.145 (-2.975)	0.306 (3.433)	0.54
• 網際網路			
◦ 數據通訊指數	-196.93 (-1.249)	0.913 (1.764)	0.28
• 整體電信部門			
◦ 電信綜合指數	498.97	-3.906	0.95

(14.81)

(-12.06)

*：表格內之數字為參數估計值，而括弧內則為 t 值。

其次，不管從通話指數或去話分鐘數來看，所得對行動電話使用量都是呈顯著的正向影響，且所得彈性高達 7.23（對通話指數）與 7.64（對去話分鐘數），意味著行動電話的使用亦傾向是一種奢侈品。

此外，所得對網際網路使用（數據通訊指數）是呈顯著的正向影響，且所得彈性為 3.44，雖及不上行動電話，但亦意味著網際網路的使用是一種奢侈品。

最後，對整體電信部門綜合指數而言，通訊物價指數的影響卻勝過所得，顯示近年來通訊類商品物價的降低，對通訊使用量的成長有極為重要的貢獻；高達-4.30 的價格彈性，顯示通訊產品的使用是極富於價格彈性。

然而，由於本研究模式未能同時考慮價格與所得的影響，且未能考慮不同通訊方式之間的競爭性（例如行動電話的價格影響家用電話的使用），使得上述結果的意涵受到了很大的限制。

5. 結論

近幾年來，通訊科技進步的速度與深入一般民眾的程度，使我們必須重新看待它的角色，並正視它的發展趨勢。通訊科技的引申需求角色提醒我們在探討它的需求時，除須了解通訊科技本身的影響因素（如通訊價格）之外，亦須深入了解一些社經發展因素（如所得、年齡結構等），才不至於誤判了通訊科技的發展情勢。

對一般民眾而言，通訊科技需求可分為持有與使用兩個層面；其中，持有是一種長期性的決策行為，而使用則是一種短期性的決策行為，兩者有很強的關連性，但背後的決策因素卻有所差異，實證上在處理這兩種需求行為所使用的模式也不盡相同。

本研究嘗試以擴散概念所推導出的羅吉斯特模式來預測通訊持有率需求，並以線性迴歸模式來

解釋使用量需求；但因次級資料上的諸多限制，使得實證結果並不如預期理想。羅吉斯特模式的最大限制是難以決定適當的飽和值，雖然本研究並未投入太多心力在飽和值的推估上，但觀諸過去文獻的研究經驗，要決定適當的飽和值確實有一定的困難。

此外，線性迴歸模式最大的限制是解釋變數之間的高度線性重合現象，使得估計工作難以持續，最後只能忍痛放棄一些具解釋力的解釋變數。例如，隨著國民所得的不斷提高，國內人口也逐漸呈現高齡化現象，且男性比率逐年降低；在所得不斷增加的同時，通訊物價也不斷地降低，這些現象都造成變數之間呈現高度相關，也使得需求模式的估計遭遇無比困難。更令人擔憂的是，這些現象似將持續存在，至少在短期之內都難以改善。

如果有的話，本研究最大的貢獻應在通訊需求角色的認知上有所剖析，並在通訊需求模式的應用上作了詳盡的彙整，這使得後續研究者在探討通訊需求上有了一定的脈絡可以遵循。此外，從實證分析結果來看，我們發現除了以家用電話撥打市內電話的使用量需求是傾向於劣等品之外，其它類型（國際電話、行動電話、數據通信等使用量需求）的通訊使用量都是傾向於奢侈品。因此，如果國民所得不斷地攀升，則國內整體通訊使用量亦將有持續成長的傾向，值得業者關注。

誌謝：作者感謝行政院國家科學委員會對此篇論文發表的財務資助，補助編號：TMS-094-2-B-022。

參考文獻

- [1] 內政部，內政統計年報，
<http://www.moi.gov.tw/stat/>
- [2] 主計處，中華民國統計月報，
<http://www.dgbas.gov.tw/mp.asp?mp=1>
- [3] 交通部，交通統計月報，
<http://www.motc.gov.tw/hypage.cgi?HYPAGE=stat06.asp>。
- [4] 交通部，交通統計要覽，
<http://www.motc.gov.tw/hypage.cgi?HYPAGE=stat07.asp>。
- [5] 交通部，行動電話業務概況，
<http://www.motc.gov.tw/hypage.cgi?HYPAGE=stat07.asp>。
- [6] 紀翔之，1999，台灣地區行動電話需求預測及普及率之研究，成功大學企業管理研究所碩士論文。
- [7] 黃信源，2002，台灣地區行動電話需求預測模式之建構與評估--時間序列之應用，台北大學企業管理研究所碩士論文。
- [8] F. M. Bass, "A new-product growth model for consumer durables," *Management Science*, Vol. 15, pp. 215-227, 1969.
- [9] G. Box and G. Jenkins, *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, San Francisco: Holden Day, 1976.
- [10] J. Eisner and T. Waldon, "The demand for bandwidth: second telephone lines and on-line services," *Information Economics and Policy*, Vol. 13, pp. 301-309, 2001.
- [11] R. Fildes and V. Kumar, "Telecommunications demand forecasting: a review," *International Journal of Forecasting*, Vol. 18, pp. 489-522, 2002.
- [12] C.S. Hilar, S.K. Goudos and J.N. Sahalos, "Seasonal decomposition and forecasting of telecommunication data: a comparative case study," *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 73, pp. 495-509, 2006.
- [13] A. Iimi, "Estimating demand for cellular phone services in Japan," *Telecommunications Policy*, Vol. 29, pp. 3-23, 2005.
- [14] V. Mahajan, E. Muller and Y. Wind (Eds.), *New-product Diffusion Models*, Norwell, MA: Kluwer, 2000.
- [15] P. McBurney, S. Parsons and J. Green, "Forecasting market demand for new telecommunications services: an introduction," *Telematics and Informatics*, Vol. 19, pp. 225-249, 2002.

- [16] T. Modis, "The end of the internet rush," *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 72, pp. 938-943, 2005.
- [17] P.L. Mokhtarian, "A typology of relationships between telecommunications and transportation," *Transportation Research A*, Vol. 24, No. 3, pp. 231-242, 1990.
- [18] P.L. Mokhtarian and R. Meenakshisundaram, "Beyond tele-substitution: disaggregate longitudinal structural equations modeling of communication impacts," *Transportation Research C*, Vol. 7, pp. 33-52, 1999.
- [19] I. Salomon, "Telecommunications and travel: Substitutability or modified mobility?" *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 19, No. 3, pp. 219-235, 1985.
- [20] I. Salomon, "Telecommunications and travel relationships: A review," *Transportation Research A*, Vol. 20, No. 3, pp. 223-238, 1986.
- [21] M. Sonis, "A unified theory of innovation diffusion, dynamic choice of alternatives, ecological dynamics, and urban/regional growth and decline," *Ricerche Economiche*, Vol. XL, pp. 696-723, 1986.