

市外通話量 豫測方法에 關한 研究

李 鎔 鶴

A Study on the Forecasting Methods of the Long Distance Traffic

Lee Yong-hak

Summary

The points to be duly considered as to construct the telecommunication networks are states of the telecommunication networks, that is, we are able to get hold of the exact states of the telephone traffic and make an accurate forecast.

In this paper, the forecasting methods of the long distance telephone traffic are suggested and the propriety on the forecasting models are described.

緒 言

通信網構成時 通信 서비스의 目的에 따라 考慮하여야 할 點은 通信의 交流狀態, 즉 通話量의 狀態를 명백히 把握하고 豫測하는 것이다. 이것이 通信網設計의 基本이 되는 資料가 되고, 이 資料의 不備는 後日 접속의 良否, 通話量과 設備의 적합 여하 등 經濟性의 問題가 發生된다.(Amos E. 等, 1977)

그러므로 本 研究에서는 通信網設計의 基本이 되는 市外通話量豫測方法을 提示하고 forecasting model들의 妥當性에 關하여 記述하였다.

豫 測 方 法

1. International Comparison Method

市內通話와 市外通話의 區別은 各國家마다 그 基準을 달리하므로 International Comparison Method에 의한 豫測은 價値가 없다고 CCITT(1980)에서 提示하고 있다.

그러므로 對象國家에 對한 充分한 情報가 없다면 이 方法은 利用할 수 없을 것이다.

2. Regression Equation에 의한 總通話量 豫測

CCITT Economic study(1968)에서 몇나라들에 對한 獨立變數를 GDP, Time, GDP와 time의 關係에 따라 regression 한 結果를 Table 1.에 나타내었다.

Table 1.에서 獨立變數가 GDP보다는 time을, Time보다는 GDP와 time을 同時에 考慮한 모델이 가장 높은 相關關係를 나타내고 있으며 그 모델은 다음과 같다.

Table 1. Regression equations of long-distance calls' with G.D.P. and time.

Country	G.D.P. ¹		Time ²		G.D.P. ¹ and time ³	
	Equation	Correlation coefficient	Equation	Correlation coefficient	Equation	Correlation coefficient
Argentina	$\log C = 1.56 + 1.05 \log X$	0.951	$\log C = 3.88 + 0.0137T$	0.960	$\log C = 2.98 + 0.008T + 0.40 \log X$	0.965
Canada	$\log C = -2.24 + 1.66 \log X$	0.984	$\log C = 3.57 + 0.029T$	0.994	$\log C = 2.36 + 0.024T + 0.34 \log X$	0.995
Switzerland ⁴	$\log C = -2.2 + 1.75 \log X$	0.988	$\log C = 3.71 + 0.034T$	0.983	$\log C = -1.29 + 0.005T + 1.48 \log X$	0.988

¹ C is thousands of long-distance calls.

² X is gross domestic product in millions of national currency at constant prices.

³ T is time, represented by the last two digits of the year only, e.g. 1955 is recorded as 55.

⁴ Switzerland's calls are measured in three-minute units.

$$\log C = \alpha + \beta T + \gamma \log X$$

$$\therefore C = \alpha \beta^T X^\gamma$$

여기서 T : time, X : GDP, C : long distance Calls 이다.

이 豫測方法의 短點은 GDP에 對한 長期豫測值가 不安하다면 豫測에 對한 危險性이 따른다는 것이다.

특히 英國에서는 GDP를 獨立變數로 利用하지 않고 다음과 같은 모델을 使用하고 있다.

$$Cp = \alpha_1 + \alpha_2 p + \alpha_3 t - \alpha_4 w$$

여기서

Cp : the estimated annual percentage increase in full-rate long distance calls.

p : the annual percentage increase in consumer expenditure.

t : the annual change in the percentage of calls made by subscriber trunk dialing(STD).

w : the annual percentage change in the long-distance calls price index.

이 方法은 여러개의 獨立變數(p, t, w)에 對한 資料 收集이 어려운 것이 短點이다.

3. Root Model 에 依한 通話量豫測

Root model 은 Long distance traffic(LTD)豫測

을 爲하여 넓은 意味로는 Gravity 모델의 變形된 形態이며 여기서 K - Factor method의 概念을 導入하여 距離와 加入者의 函數로 表現한 모델이다.

$$T_{ij} = \frac{S_i \sqrt{\frac{S_j}{S_i} \pm w} + \sqrt{S_i \times S_j}}{\sqrt{2D_{ij}}}$$

여기서 w = 0 라 놓으면

$$T_{ij} = K_{ij} \frac{2\sqrt{S_i \times S_j}}{\sqrt{2D_{ij}}}$$

$$T_{ij}' = K_{ij} \frac{2\sqrt{S_i' \times S_j'}}{\sqrt{2D_{ij}'}}$$

두 式으로 부터 K_{ij}가 어느 순간에 不變, 즉 $\frac{dk_{ij}}{dt} = 0$ 라는 前提下에서

$$T_{ij}' = T_{ij} \sqrt{\left(\frac{S_i'}{S_i}\right)\left(\frac{S_j'}{S_j}\right)}$$

와 같이 나타낼 수 있다.

여기서

T_{ij}(T_{ij}') : i-Zone 에서 j-Zone 으로 發信하는 現在(未來)의 通話量.

K_{ij} : i-Zone 에서 j-Zone 으로 發信하는 Interest factor.

S_i(S_i') : i-Zone 의 現在(未來)의 加入者數.

D_{ij} : i-Zone 과 j-Zone 間의 距離.

한편 距離의 概念을 導入할 때에는 새로운 地域이 形成되어 既存地域(이미 通話量分佈를 알고 있는 地域)과의 比較에 依하여 通話量分佈를 豫測할때 利用될 수 있는 獨立變數이다.

4. Rapp's Model 에 依한 通話量豫測

Rapp(1968)에 依하여 紹介된 이 모델의 形態는 K-Factor method와 거의 일치하나, K-Factor(method)는 獨立變數를 Traffic으로 利用하고 있는데 반하여 Rapp's 모델은 加入者를 使用하고 있다.

$$T_{ij} = K_{ij} \frac{S_i \times S_j}{S}$$

$$T_{ij}' = K_{ij} \frac{S_i' \times S_j'}{S'}$$

여기서 S(S') : 現在(未來)의 總加入者數.

Rapp's의 모델도 K-Factor method와 같이 K_{ij} 가 어느 순간 不變(즉 $\frac{dk_{ij}}{dt} = 0$)이라 假定하면

$$T_{ij}' = T_{ij} \left(\frac{S_i'}{S_i}\right) \left(\frac{S_j'}{S_j}\right) \left(\frac{S}{S'}\right)$$

의 形態로 變形시킬 수 있다.

5. Unitary Traffic Method 및 K-Factor Method

가. Unitary Traffic Method(UTM)

UTM은 加入者當 發信通話量이 變할때와 不變인 境遇에 對하여 豫測할 수 있도록 computer package "TRAFO"(1979)를 KETRI(1980)에서 開發하였다.

그러나 地域別로 加入者當 通話量의 變化를 考慮한다는 것은 過去 수십년간의 正確한 資料가 整理 및 分析되어 있어야하기 때문에 本 研究에서는 $LDT/sub = \frac{tij}{\sum_j tij}$ 가 不變이라하는 前提로부터 UTM은 誘導된다.(tij : i -Zone에서 j -Zone으로 發信하는 unitary traffic)

$$T_{ij}' = T_{ij} \frac{T_{ij} \times T_{ij}}{T_{..} \times \sum_k \left(\frac{T_{k.}'}{T_{k.}} \times T_{ik}\right)}$$

여기서 $T_{i.}(T_{i.}')$: i -Zone에서 發信하는 現在(未來)의 總通話量.

$T_{..}(T_{..}')$: $i \dots j$ -Zone 全体에서 發信하는 現在(未來)의 總通話量.

나. K-Factor method(KFM or Community of Interest factor method)

TRAFO에서 K-Factor가 不變인 境遇와 變하는 境遇에 對하여(K-Value를 임의로 指定할 수도 있다) 紹介하고 있으나 本 研究에서는 不變이라하는 前提에 豫測年度의 入力資料 $T_{i.}'$ 와 K-Factor method에 依하여 計算된 $\sum_j T_{ij}'$ 이 같도록 조절한다.

$$T_{ij} = K_{ij} \frac{T_{i.} \times T_{j.}}{T_{..}}$$

$$T_{ij}' = K_{ij} \frac{T_{i.}' \times T_{j.}'}{T_{..}'}$$

따라서 $T_{ij}' = T_{ij} \left(\frac{T_{i.}'}{T_{i.}}\right) \left(\frac{T_{j.}'}{T_{j.}}\right) \left(\frac{T_{..}}{T_{..}'}\right) \cdot \beta$ 로 表示된다.

$$\text{여기서 } T_{i.}' = \beta \sum_k T_{ik}'$$

다. Unitary traffic method와 K-Factor method와의 關係

Office數가 一定하고 Traffic/Sub, K-Value 및 offinity가 不變이라면 $UTM = K-FM$ 이 된다.

$$\text{즉, } T_{ij}' = T_{ij} \frac{T_{i.}' T_{j.}' T_{..}}{T_{i.} T_{j.} T_{..}'} \dots\dots\dots(1)$$

여기서 入力된 $T_{i.}'$ 와 豫測하여 計算된 $\sum_k T_{ik}'$ 는 一般的으로 틀리기 때문에 KFM모델을 補完하여야 한다. 즉

$$T_{i.}' = \beta \sum_k T_{ik}' \dots\dots\dots(2)$$

이라 놓고 補正係數 β 를 (1)에 代入한다.

$$T_{ij}' = T_{ij} \frac{T_{i.}' T_{j.}' T_{..}}{T_{i.} T_{j.} T_{..}'} \beta \dots\dots\dots(3)$$

이제 (2)式을 (3)式에 代入하면

$$T_{ij}' = T_{ij} \frac{T_{i.}' T_{j.}' T_{..}}{T_{i.} T_{j.} T_{..}'} \frac{T_{i.}'}{\sum_k T_{ik}'} \dots\dots\dots(4)$$

이 된다.

한편

$$T_{ik}' = T_{ik} \frac{T_{i.}'}{T_{i.}} \frac{T_{k.}'}{T_{k.}} \frac{T_{..}'}{T_{..}} \dots\dots\dots (5)$$

이므로 (5)식을 (4)식에代入하면

$$T_{ij}' = T_{ij} \frac{T_{i.}'}{T_{i.}} \frac{T_{j.}'}{T_{j.}} \frac{T_{..}'}{T_{..}} \times \frac{T_{i.}'}{\sum_k (T_{ik} \frac{T_{i.}'}{T_{i.}} \frac{T_{k.}'}{T_{k.}} \frac{T_{..}'}{T_{..}})}$$

\dots\dots\dots (6)

가 되며 Summation(Σ) 內에 있는 factor 들 中에서 T_{io}, T_{i.}', T_{..}, T_{..}'는 常數가 되므로 (6)식을 다시 정리할 수 있다.

$$T_{ij}' = T_{ij} \frac{T_{i.}'}{T_{i.}} \frac{T_{j.}'}{T_{j.}} \frac{T_{..}'}{T_{..}} \frac{T_{i.}'}{\sum_k (T_{ik} \times \frac{T_{k.}'}{T_{k.}})}$$

$$= T_{ij} \frac{T_{i.}' \times T_{j.}'}{T_{j.} \sum_k (\frac{T_{k.}'}{T_{k.}} \times T_{ik})}$$

∴ K-Factor method = Unitary traffic method, QED

6. Double Factor Method에 의한 通話量 豫測

Table 2. Total LDT Forecast by Models.

Model	Year		
	1986	1991	1996
① Regressive function LDT=(α+βS)×0.000387	39,651.1	70,912.9	91,868.6
② Root model	39,363.5	72,481.2	92,768.6
③ Rapp's model	39,509.6	71,574.7	92,148.3
④ $\frac{LDT}{Sub} \times S' = 0.005062 \times S'$	40,092.8	71,473.6	92,527.6
⑤ $(S' \times \frac{T}{Sub}) \times 0.0814 = S' \times (0.062) \times (0.0814)$	39,972.4	71,258.9	92,249.8

Table 2.의 豫測値는 現在 Toll Traffic으로取扱하고 있는 모든 市外通話量을 包含한 量이다. 그러나 앞으로 集中局內의 모든 通話量 (Intra Zone traffic)은 Local traffic으로取扱하여야 할 것이다.

摘 要

Double factor method의 重要한 假定은 現在의 電話局間 通話量分布가 未來에도 比例하여, i-Zone에서 j-Zone으로 發信되는 發信比例常數 P_i와 着信比例常數 Q_j를 導入하여 誘導된 方法이다.

$$T_{ij}' = P_i \times Q_j T_{ij}$$

P_i와 Q_j를 計算하는 式은 아래와 같다.

$$T_{i.}' = \sum_j T_{ij}' = P_i \sum_j (Q_j \times T_{ij})$$

$$T_{.j}' = \sum_i T_{ij}' = Q_j \sum_i (P_i \times T_{ij})$$

위의 두 式으로부터 2n個의 解를 解析的으로 얻기는 매우 어려우므로 Computer를 利用한 Iteration 方法으로 近似值에 接近하는 方法을 使用한다.

結果 및 考察

上記에서 열거한 豫測技法들중에서 일부 方法을 通用한 Model別 總市外發信通話量은 Table 2.에서와 같다.

Traffic 理論에서는 發生되는 呼와 그 保留時間을 測定하여 어느정도 以下의 呼損失과 待時時間을 主도록 서어비스등급을 考慮하면서 交換機器數를 算出한다. 이러한 것을 基本條件으로 하여 上記에서 열거한 여러가지 算出技法중에서 가장 妥當한 方法을 適用하여 市外 通話量豫測이 되어야 할 것이다.

引 用 文 獻

- 1) Amos E. Joel, JR. 1977. What is telecommunications Circuit Switching. IEEE Trans. Special Issue. Vol 65. No. 9: 1237-1240
- 2) CCITT. 1968. Economic Studies at the national level in the field of telecommunications (1964-1968). ITU. Geneva. 1 July: Chap. IV
- 3) CCITT. 1980. Study Group: Gas 6 Handbook: 11
- 4) Chemarn, A. 1979. The metamorphosis of histograms 'Subscribers' Telephone traffic. Telecommunication Journal. Vol. 46
- 5) Hestad. O.H. 1974. Seminar of the Planning, Operation and Maintenance of transmission systems. Panafitel. ITU: 13-27
- 6) KETRI. 1979. TRAFO (Computer Program for Traffic Distribution Matrics Forecasting) User's Manual.
- 7) Rapp. Y. 1968. Some Economic Aspects on the Long-Term Planning of Telephone Networks. Ericsson Review. Part I:3-27