

박 석 지

한국전기통신연구소 통신정책연구실

A Method of Forecasting the Inter-exchange Traffic

PARK SEOK JI

KOREA ELECTROTECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE

Abstract

This paper provides a simple method of forecasting the inter-exchange traffic matrix in telephone network. Two models are discussed. First model is developed which predicts the trend of inter-exchange traffic of one subscriber from history data and forecasts the traffic matrix. Second model is developed which calculates the traffic matrix when the transit traffic to tandem is only provided.

1. 서론

근년 전자식 교환기의 대량설치에 따라 통신망에 관한 과학적인 계획이 추진되고 있다. 이러한 업무를 수행하기 위해서는 정확하고 타당성 있는 기초자료가 요구된다. 그중 국간중계통화량을 통신망 계획을 세우는 데 중요하다. 통신망계획에서 미래의 국간중계통화량을 예측하는데 다음 두가지 요소를 고려해야 한다.

1. 수요의 변화
2. 가입자 통화성향의 변화

그러나 과거의 연구에서는 수요의 변화만을 고려하여 통화량을 구하고 있다. (2) 따라서 가입자 통화성향을 고려하지 못하므로 1-2년이후의 단기계획에만 적용할 수 있을 뿐 3년이상의 중장기 계획에서는 오류를 범할 가능성이 많아진다. 본 연구의 모델은 과거에 개발된 방법의 이러한 문제점을 해결하기 위해 개발하였다. 또 미래의 국간중계통화량을 예측하기 위해서는 과거의 국간중계통화량을 필요로 한다. 그러나 연 전화망에서는 tandem (Tandem)에 대한 중계통화량만 측정되는 경우가 많다. 이와 같이 중계통화량만 주어질 경우 각 착신되는 전화국에 분배되는 통화량을 구해야 한다. 본 연구에서는 중계통화량을 간단히

분배할 수 있는 모델을 개발하였다. 본 연구에서는 중계통화량의 분배모델을 먼저 설명하고 다음에 국간중계통화량의 예측모델을 설명한다.

2. 중계통화량의 전화국별 배분
전화국의 위치결정, 전화국 국간 소모회선수의 계산등을 해야하는 통신망계획에서는 각 전화국간 통화량의 Matrix를 필요로 한다. 그러나 각 전화국에서 측정된 통화량이 Tandem으로 중계되는 중계통화량만 주어졌을 경우 이 중계통화량을 착신되는 전화국별로 배분해야 한다. 배분하는 방법은 과거부터 여러가지 방법이 사용되었다. 이 방법은 주로 전화국간의 거리, 가입자 등의 요소를 고려하여 계산하는 방법이었다. (4)
그러나 전화국간 통화량은 가입자들의 상호 관련성에 의해서 결정되며 이 값은 서로 통화된 양에 의해서만 알 수 있을 뿐이다. 본 연구에서는 각 전화국에서 Tandem으로 보내지는 중계통화량이 주어졌을 때 이 통화량만을 이용하여 간단히 계산하는 방법을 소개한다.

(1) 방법 결정을 위한 가정

편의상 두 tandem에 의해서 중계되는 지역을 각각 J, K이라고 하자. Tandem 지역내의 각 전화국을 j, k라고 하자. Tandem 지역 J, K 사이에는 양쪽 가입자의 관계에 의해서 통화가 이루어지고 있다. 따라서 J에서 발생하여 K로 가는 총통화량은 다음과 같이 표시된다.

$$\sum_{j=1}^m T_{jk} = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m T_{jk}$$

또 K에서 발생하여 J로 가는 총통화량은

$$\sum_{k=1}^m T_{jk} = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^m T_{kj}$$

여기에서 $T_{jk} = j$ 전화국에서 발생한 통화량의 K tandem에서 중계하는 중계통화량

T_{jk} : j 전화국에서 k 전화국으로 가는 통화량
 m ; J " " " " " " " "
 n ; K " " " " " " " "
여기에서 T_{jk}, T_{kj} 등은 알수 있는 값이나 T_{jk}, T_{kj} 등은 구해야 하는 값이다. T_{jk}, T_{kj} 로부터 T_{jk}, T_{kj} 를 구하기 위하여 다음과 같은 가정을 한다.

(가정)
전화국과 전화국 사이에서 통화가 이루어 지는 상호관련성은
전화국과 tandem. 전화국과 tandem의 관련성으로 표시된다.
(가정에 대한 설명)

전화국 가입자와 전화국 가입자 사이에서 통화가 이루어지는 것은 가입자 들 상호간의 관련에 의해서 나타난다. 그러나 이러한 관련성은 가입자의 직업, 생활수준, 인간관계, 사회현상등 많은 사항이 복잡되어 나타나므로 직접평가할수 있는 방법은 없다. 단지 두 전화국 사이에 나타난 통화량에 의해서 표시될뿐이다. 이 통화량 자체도 시간에 따라 각각 다르므로 장기간에 걸쳐 조사된 통화량을 평가함으로써 일반적인 관련성을 나타낼수 있다. 그러므로 tandem에서 중계되는 통화량만이 주어질때 두 전화국 간의 상호 관련성은 tandem으로 보내거나 tandem으로부터 받는 통화량의 관계로 표시될수 있으므로 앞의 가정을한다. 따라서 k 전화국에서 tandem으로 보낸 통화량중 j 전화국에서 받는 양은 j 전화국에서 k tandem으로 보내는 비율에 의해서 표시될수 있다.

(2) 분배방법
(1)에서 설명한 가정을 이용하여 다음과 같이 분배 방법을 정한다.
(방법)

J tandem의 j 전화국에서 발생하여 k tandem으로 가는 통화량 중 k 전화국에서 받는 통화량 (T_{jk})의 비율은 k tandem지역내의 모든 전화국에서 tandem으로 보내는 통화량 ($T_{kJ} = \sum_{k=1}^n T_{kj}$)중 전화국 J 에서 보내는 비율에 비례한다.

$$\frac{T_{jk}}{T_{jK}} = \frac{\alpha_k T_{kJ}}{\sum_{k=1}^n \alpha_k T_{kJ}}$$

여기에서 α_k 는 과거의 실적치로부터 알려진 비례상수의 방법을 이용하여 j 에서 k 전화국으로 보내는 통화량 T_{jk} 는 다음과 같이 계산할수 있다.

$$\frac{T_{jk}}{T_{jK}} = \frac{\alpha_k T_{kJ}}{\sum_{k=1}^n \alpha_k T_{kJ}}$$

$$T_{jk} = T_{jK} \cdot \frac{\alpha_k T_{kJ}}{\sum_{k=1}^n \alpha_k T_{kJ}}$$

만일 $\alpha_k = 1, \forall k$ 라면

$$T_{jk} = T_{jK} \cdot \frac{T_{kJ}}{\sum_{k=1}^n T_{kJ}}$$

α_k 을 알수 없는 경우에는 $\alpha_k = 1$ 를 사용한다.

(3) 계산 예
2번 tandem 지역과 3번 tandem 지역 사이의 통화량이 다음과 같을 때 두 tandem 지역 각 전화국 간의 통화량을 구한다. 여기에서 을지, 중앙은 2번 지역의 tandem이며 신촌은 3번지역의 tandem이다. 이때 $\alpha_k = 1, \forall k$ 로 한다.

- 을지 — 신촌 (I) : 344.71Ex1
 - 중앙 — 신촌 (I) : 176.97
 - 동대문 — 신촌 (I) : 131.76
 - 신촌 — 중앙 (I) : 255.18
 - 아연 — 을지 (I) : 74.9
 - 가좌 — 을지 (I) : 58.16
 - 불광 — 중앙 (I) : 205.16
- 여기에서 는 tandem을 표시한다

$$T_{2,3} = 344.71 + 176.97 + 131.76 = 653.44$$

$$T_{3,2} = 255.18 + 74.9 + 58.16 + 205.16 = 593.4$$

- 을지 — 신촌 (L) : $344.71 \times \frac{255.18}{593.4} = 148.24$
- 을지 — 아연 (L) : $344.71 \times \frac{74.9}{593.4} = 43.51$
- 을지 — 가좌 (L) : $344.71 \times \frac{58.16}{593.4} = 33.79$
- 을지 — 불광 (L) : $344.71 \times \frac{205.16}{593.4} = 119.17$

같은 방법으로 국간 통화량 행렬을 구하면 다음과 같다.

To \ From	신촌	아연	가좌	불광
을지	149.24	43.51	33.79	119.17
중앙	76.1	22.34	17.35	61.18
동대문	56.66	16.63	12.91	45.55

To \ From	을지	중앙	동대문
신촌	134.62	69.11	51.45
아연	39.51	27.29	15.1
가좌	37.68	15.75	11.73
불광	109.23	55.66	41.67

3. 국간통화량의 예측

미래의 국간통화량은 각 전화국의 수요 변화 수용된 가입자의 통화성향의 변화에 영향을 받는다. 그러므로 미래의 국간 통화량을 예측하기 위해서는 수요와 가입자의 통화성향의 변화를 예측할 수 있어야 한다. 그러나 과거의 방법에서는 수요의 예측에만 치중하고 가입자의 통화성향은 예측하지 않았다(1)

기존 방법으로는 Unitary Traffic Method, Interest Factor Method, Double Factor Method 등이 있으나 가입자의 통화성향은 불변인 것으로 가정하여 예측된 수요로부터 국간 통화량을 계산하고 있다. (2) 따라서 기존 방법으로 구한 통화량에 의해서 미래의 통신망계획을 세울 경우 많은 오차가 생긴다. 본 장에서는 과거에 변화없는 가입자 통화성향으로부터 미래의 가입자 통화성향의 추세를 예측하는 방법을 설명한다. 그리고 이 예측된 통화성향으로부터 미래의 국간통화량을 예측하는 방법을 소개한다.

(1) 가입자 통화 성향의 예측

e_{ij} 를 i 전화국의 한 가입자 j 전화국의 한 가입자에 게 통화하는 평균통화량이라하고 가입자 통화성향이라고 부르자. 본 절에서는 e_{ij} 의 시간에 따라변화하는 특성을 예측한다. 일반적으로 통화량의 변화특성은 증가추세와 계절적 변동 지수로서 대표된다.

다음에 과거의 자료로부터 e_{ij} 의 증가추세와 계절적 변동 지수를 고려하여 미래의 값을 예측하는데 가장 잘 적용되고 있는 지수 평활적 (Exponential Smoothing) 방법을 적용한다. (3)

(모 델)

$$\bar{e}(t) = p \frac{e(t)}{F(t-L)} + (1-p)(\bar{e}(t-1) + A(t-1))$$

$$A(t) = g(\bar{e}(t) - \bar{e}(t-1)) + (1-g)A(t-1)$$

$$F(t) = r \frac{e(t)}{\bar{e}(t)} + (1-r)F(t-L)$$

$$0 \leq p, g, r \leq 1$$

$$e(t, T) = (\bar{e}(t) + T \cdot A(t)) \cdot F(t-L+T)$$

여기에서

$e(t)$: 시간 t 의 가입자 통화 성향

$\bar{e}(t)$: t 에 추정된 평균 가입자통화성향

$e(t, T)$: t 에 만들어진 시간 T 이후의 예측된 가입자 통화성향

$F(t)$: t 에 추정된 계절 지수

$A(t)$: t 에 추정된 증가 추세

L : 계절의 수

모델의 식은 과거의 자료로부터 임의의 전화국간

의 증가추세와 계절지수를 추 정하여 T 이후의 가입자 통화성향 $e(t, T)$ 를 계산하는 식이다. 이식으로 부터 각 전화국간의 가입자 통화성향을 예측할 수 있다. 이 방법은 미래의 변화가 과거의 변화의 추세로 부터 큰 변동이 없을 경우에 잘 적용될 수 있다. 상수 p, g, r 은 시간 t 의 자료의 $t-1$ 의 자료에 대한 의존관계를 나타내는 상수로 일반적으로 0.3 이 많이 사용된다.

일반적으로 $e(t)$ 는 시간에 따라 급격히 변화하지 않고 계절과 시간에 따라 일정한 추세를 나타내므로 이 모델이 잘 적용될 수 있다.

(2) 국간 중계 통화량의 계산

(1)에서 구한 미래의 가입자 통화성향을 이용한다. 국간통화량은 미래의 각 전화국간의 수요에 의해서 영향을 받으므로 미래의 수요에 대한 예측이 필요하다. 수요의 예측방법은 일반적으로 사용되는 방법과 동일하므로 여기에서는 생략한다. 수요의 예측치가 주어졌을 때 국간 중계통화량을 계산하는 방법은 다음과 같다.

$$T_{ij}(t, T) = e_{ij}(t, T) \cdot S_i(t, T) \cdot S_j(t, T)$$

여기에서

$T_{ij}(t, T)$: t 에 예측된 T 이후의 i, j 전화국간의

국간 중계 통화량

$e_{ij}(t, T)$: t 에 예측된 T 이후의 i, j 전화국간의

가입자통화성향

$S_i(t, T)$: t 에 예측된 T 이후 i 전화국의 가입자수

4. 결론

탄담에 대한 중계통화량이 주어졌을 경우 간단히 국간 중계통화량을 계산할수 있는 통화량의 분배 모델과 가입자의 통화성향을 예측하여 미래의 통화량을 계산하는 모델을 소개하였다. 이 들 모델은 과거의 자료만 주어지면 손 쉽게 적용할 수 있어 실제 통신망계획에 잘 이용될 수 있다. 이 모델은 현 전화국간의 관계를 이용해서 예측하는 것이므로 미래에 전화국의 수가 늘어날 경우에는 이 방법의 결과를 이용하여 각 전화국으로 분 배할 수 있다.

참 고 문 헌

1. Rapp, Y., "Planning of junction network in a multiple exchange area. I. General principles." Eric. Tech., vol. 20. No.1, 1964
2. ITT, Telecommunication Planning, ITTLs, 1973, chap . 4.
3. Box, J.E.P., and Jenkins, G.M., Time Series Analysis, Holden Day, 1970
4. 한국전기통신연구소, 통신망계획수립에 관한연구, 1978. chap 2.