

Mobile traffic forecasting with the VAR

장재혁

한국전자통신연구원

sapaha555@gmail.com

요약

이동통신 시스템 내에 있는 각 변수의 현 수준이 자신 또는 다른 변수의 과거 움직임에 좌우되는 관점의 동적인 연립방정식을 통해 상호 영향이 있을 경우 다변량 시계열 모형이 사용되며, 이를 이동통신 세대별 트래픽 단기 예측기법에 활용하여 살펴보고자 하였다.

I. 서론

우리나라는 5G 상용화 이후 5년이 경과하면서 5G 트래픽은 4G 대비 5배에 이르고 있다. 한편 이동통신은 용도에 따라 휴대폰, 가입자기반 단말장치, 사물지능통신 등으로 구분되는데, 대부분의 모바일 트래픽은 휴대폰 기반의 스마트폰에서 발생하고 있다. 이에 다른 변수의 변동에 의해서도 상호 영향을 미치는 관계를 표현한 다변량 시계열 모형을 이용하여 세대별 트래픽의 단기변화를 추정하고자 하였다.

II. 본론

벡터자기회귀모형은 동적인 연립방정식 시스템으로 모형 내의 모든 변수들에 대한 시차변수들을 동시에 설명변수로 이용하여 결과를 분석할 수 있다. 일변량 자기회귀모형과 마찬가지로 차수가 p 인 VAR(p) 모형을 나타내면 식 (1)과 같다.

$$y_t = C + A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \dots + A_p y_{t-p} + \epsilon_t \quad (1)$$
$$= C + \sum_{i=1}^p A_i y_{t-i} + \epsilon_t$$

여기서 y_t 는 $(k \times 1)$ 변수벡터, A_i 는 현시점의 변수와 시차 변수들 간 시차회귀 계수인 $(k \times k)$ 계수행렬, C 는 $(n \times 1)$ 상수벡터, ϵ_t 은 $(k \times 1)$ 오차항벡터이다. 만일 y_t 에서 k 가 1이라면 VAR(p)은 AR(p) 모형이 된다. 즉 VAR은 몇 개의 AR 모형을 엮어 벡터 형태로 표시한 것으로, 다변량 시계열 모형에서 차수 결정은 행렬들의 패턴을 보고 결정하게 된다.

모형에 포함된 변수는 4G 스마트폰 트래픽, 4G 스마트폰 가입자당 트래픽, 5G 스마트폰 트래픽, 5G 스마트폰 가입자당 트래픽 등을 선정하였으며, 원시계열이 정상성을 만족하지 않는 것은 차분한 후의 자료를 이용하여 단위근이 존재하지 않는 것을 확인하였다.

(그림 1)에서 Johansen 공적분 검정은 Trace 통계량과 최대 고유값 통계량 결과에 근거하여 공적분 관계가 존재하지 않기 VAR 모형을 적용하였다. 인과관계는 그랜저 인과성 검정(Granger causality tests)을 통해 확인하였으며, '4G 스마트폰 가입자당 트래픽 이용량은 4G 트래픽에 영향을 주지 않는다', '5G 스마트폰 가입자당 트래픽 이용량은 5G 트래픽에 영향을 주지 않는다' 라는 귀무가설이 기각되어($p < .05$) 내생변수로 선택하였다.

차수 p 를 결정하기 위한 적정 시차는 (그림 2)의 정보기준에서 SC (Schwarz information criterion) 기준에 따라 1차로 결정하였다.

<표 1>은 세대별 단말 트래픽 단기예측의 결과를 나타내며, 향후 7시점 후의 세대별 추정치는 139.8PB 및 916.3PB 등이다.

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.233675	15.81606	15.49471	0.0447
At most 1	0.016149	0.911728	3.841465	0.3397

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
P4GSMART does not Granger Cause T4GSMART_DA	57	4.81653	0.0120
T4GSMART_DA does not Granger Cause P4GSMART		14.5216	1.E-05

(그림 1) 공적분 검정 및 인과성 검정

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-1136.262	NA	1.55e+15	40.65222	40.72455	40.68026
1	-994.8352	267.7009	1.14e+13	35.74411	35.96112*	35.82824
2	-987.4377	13.47398*	1.01e+13*	35.62278*	35.98444	35.76299*
3	-984.4122	5.294614	1.05e+13	35.65758	36.16392	35.85388

(그림 2) 적정 시차 선택하기

<표 1> 세대별 트래픽 단기예측 (단위: PB/월)

	4G LTE	5G NR
2024년 3월	167.9	872.9
2024년 4월	158.6	856.8
2024년 5월	159.9	897.7
2024년 6월	151.0	880.7
2024년 7월	152.1	922.4
2024년 8월	148.3	934.6
2024년 9월	139.8	916.3

III. 결론

본 논문에서는 세대별 트래픽 외의 변수들에 의해 영향을 받는 것을 고려하여 실제 자료에서 도출된 정보를 이용한 벡터자기회귀모형을 통해 단기변화를 추정하고자 하였다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the ICT R&D program of MSIT/ IITP (No. 2021-0-00092, Development of technology for securing and supplying radio resources)

참고 문헌

[1] 과학기술정보통신부, "무선데이터 트래픽 통계 현황," 통계정보, 2024.