

# 공존관계 다세대 Bass 확산 모형을 이용한 NGN 서비스 시장 수요 예측

## Forecasting Demands for NGN services Using Coexistiency Multi-generation Bass Diffusion Model

이병철, 김재범, 김윤배  
성균관대학교 시스템경영공학부

### Abstract

현재 국내 초고속 인터넷 인프라는 세계 최고 수준으로 xDSL 계열의 디지털 가입자 회선과 HFC (Hybrid Fiber Coaxial) 망을 활용한 케이블 모뎀이 시장을 거의 차지하고 치열한 경쟁을 보이고 있다. 하지만 서비스 가입자 수준은 거의 포화점에 다다른 것으로 보이며 앞으로 속도를 비롯한 품질 면에서 진보된 차세대 인터넷 접속 서비스 구축을 계획하고 있다. NGN은 유무선 통합을 통한 다양한 서비스를 제공을 목표로 정부나 기업에서 추진 중인 차세대 통합 정보통신 인프라이다. 이 NGN을 실현시킬 수 있는 가입자 망 기술로서는 FTTH가 유력하게 거론되고 있다. 본 연구에서는 초고속 인터넷 서비스 수요에 대한 체계적인 분석을 통하여 NGN 서비스 특성을 반영하는 적절한 예측 모형을 제시하였다. FTTH 가입자 수요를 예측하기 위해 본 논문에서는 Bass 모형의 변형인 변형된 공존 Bass 모형을 이용하였다.

### 1. Introduction

초고속 인터넷 서비스가 국내·외에서 널리 상용화 되어감에 따라 초고속 인터넷 서비스를 이용한 데이터 통신의 수요가 음성통신의 수요를 앞지르기 시작하였으며, 전체 통신에서 차지하게 될 향후 데이터 통신의 비중은 더욱 높아질 것으로 전망된다. 더욱이 앞으로 QoS(Quality of Service)가 보장되는 초고속 통신인프라 구축이 확대될 경우 데이터 서비스에 대한 수요는 가속화 될 것이다.

국내의 경우 2002년 이미 초고속인터넷 서비스의 가입자 수가 1000만 가구를 돌파하였다는 사실에 비추어 볼 때, 다양한 멀티미디어 서비스가 가능한 초고속 데이터 서비스에 대한 수요가 세계 어느 나라보

다 높다는 사실을 알 수 있다.[7]

이러한 초고속 통신에 대한 높은 수요 요구는 현재 통신시장에서 네트워크 서비스간의 융합 현상으로 나타나고 있다. 이러한 네트워크 융합의 대표적인 형태로서 유·무선 통신망의 차세대 진화 단계로 거론되고 있는 NGN을 들 수 있다.[4]

NGN은 차세대 네트워크(Next Generation Network)의 약자이며 따라서 현재에는 존재하지 않는 다음 세대의 통신네트워크를 의미한다. 2005년 혹은 2006년까지 기술개발이 이루어지고 국내 주요 통신사업자들의 FTTH(Fiber To The Home)를 대비한 기술검증이 끝나는 2007년 정도에 상용 서비스가 이루어 질 것이라 예상된다. 유무선 통합으로 나타나는 대용량 멀티미디어 서비스는 광케이블 기반의 FTTH로서 가능하기 때문이다. 하지만 광케이블 및 장비개발에 대한 막대한 예산소요가 문제점으로 남아있기 때문에 앞으로 NGN 서비스의 수요가 어느 정도 되는지에 대한 실증적 연구가 필요한 실정이다.

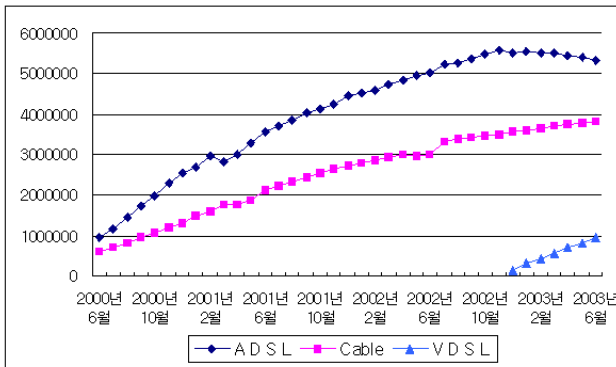
본 연구에서는 기존 통신 서비스 수요에 대한 체계적인 연구를 통하여 초고속 네트워크 서비스를 비롯하여 NGN 서비스 특성을 반영하는 적절한 예측모형을 제시하고자 한다. 이를 통해 본 연구는 NGN의 도입 이전과 도입 이후의 네트워크 가입자에 대한 수요예측을 파악해 봄으로써 급변하는 통신시장 환경에 대하여 적절히 대응할 수 있는 토대를 구축하는데 의의가 있다고 할 수 있다.

### 2. 예측 모형 연구

현재 국내 초고속 인터넷 시장의 경우 현재 ADSL과 케이블모뎀이 거의 90%에 가까운 시장점유율을 보이고 있다. 두 서비스는 현재 어느 한쪽이 우위를 점한다기 보다는 초고속 인터넷 시장에서 각자의 비중을 유지하며 공존경쟁관계에 있다고 보여진다. 그

이유는 두 서비스의 시장 점유율이 초기에 변화를 제외하고는 거의 일정한 수준을 유지해왔기 때문이다.

하지만 2002년 말부터 VDSL 서비스가 도입되고 난 이후에는 <그림 2-1>에서 처럼 다른 양상을 보이고 있다. 초고속 인터넷 서비스 시장이 이러한 시장형태를 갖는 이유는 VDSL이란 새로운 서비스의 진입으로 인한 기존 서비스 대체현상과 서비스 이용자의 특성에 기인한다. 초고속 인터넷 서비스 사용자의 설문조사 결과([8])에 따르면 이용자들은 서비스의 속도와 접속장애에 민감하게 반응하여 서비스간의 전환이 빈번하게 이루어지고 있다. 또한 현재 서비스간의 속도나 가격의 차이가 매우 크지 않기 때문에 사용자의 전환 선택에 있어 자유로울 수 있다.



[그림 2-1] VDSL 도입 이후 초고속 인터넷 서비스 가입자수

결국 현재 초고속 인터넷 서비스 시장은 서비스간의 대체현상과 상호전환 등이 동시에 이루어지는 복잡한 형태를 보이고 있다. 그러므로 이러한 상황에 적절한 모형으로 대체, 공존, 내부적 상호작용을 나타낼 수 있는 모형이 요구된다.

ADSL과 Cable 모뎀 가입자 두 세대가 공존하는 상황을 고려해보자. 우선 ADSL 가입자 증가분에 대해서 고려해 보면 어떤 서비스도 가입되어 있지 않은 순수한 비가입자 집단에서 넘어오는 증가 가입자와 Cable 모뎀 가입자 집단에서 ADSL로 전환하는 증가 가입자가 있다. 그리고 감소 가입자는 Cable 모뎀 집단으로 넘어가는 전환 감소분이 있으며 순수하게 가입을 해지하는 가입자가 있다. 따라서 ADSL 가입자 증가분은 아래와 같이 정리할 수 있다.

(ADSL가입자 증가분)

= (비가입자 중 ADSL 가입 증가분) + (Cable 가입자 중 ADSL 전환 가입 증가분) - (ADSL 가입자 중 Cable 전환 가입 증가분) - (ADSL 가입 해지 증가분)

따라서 ADSL집단인  $N_1(t)$  증가분에 대해서만 수식으로 표현해보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \frac{dN_1(t)}{dt} = & \left[ p_1 + q_1 \frac{N_1(t)}{m} \right] [m - N_1(t) - N_2(t)] \\ & + \left[ p_{21} + q_{21} \frac{N_1(t)}{m} \right] N_2(t) \\ & - \left[ p_{12} + q_{12} \frac{N_2(t)}{m} \right] N_1(t) - d_1 N_1(t) \end{aligned}$$

$N_1(t)$  : ADSL 누적 가입자

$N_2(t)$  : Cable 누적 가입자

$p_1$  : 혁신자의 ADSL 가입 확률,

$q_1$  : 모방자의 ADSL 가입 확률

$p_{21}$  : Cable 모뎀에서 ADSL로의 혁신자 전환 확률

$q_{21}$  : Cable 모뎀에서 ADSL로의 모방자 전환 확률

$d_1$  : ADSL 가입 해지율

다시 위의 상황을 더욱 구체적으로 표현해보면 다음과 같다.

(1) VDSL 도입 이전

$$\begin{aligned} \frac{dN_1(t)}{dt} = & \left[ p_1 + q_1 \frac{N_1(t)}{m} \right] [m - N_1(t)] \\ & - \left[ p_{12} + q_1^* \frac{N_2(t)}{m} \right] N_1(t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{dN_2(t)}{dt} = & \left[ p_2 + q_2 \frac{N_2(t)}{m} \right] [m - N_2(t)] \\ & - \left[ p_{21} + q_2^* \frac{N_1(t)}{m} \right] N_2(t) \end{aligned}$$

$N_1(t)$  : ADSL 누적 가입자,

$N_2(t)$  : Cable 누적 가입자

(2) VDSL 도입 이후

$$\begin{aligned} \frac{dN_1(t)}{dt} = & \left[ p_1 + q_1 \frac{N_1(t)}{m} \right] [m - N_1(t)] \\ & - \left[ \widehat{p}_{1\rightarrow} + q_{12} \frac{N_2(t)}{m} + q_{13} \frac{N_3(t)}{m} \right] N_1(t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{dN_2(t)}{dt} = & \left[ p_2 + q_2 \frac{N_2(t)}{m} \right] [m - N_2(t)] \\ & - \left[ \widehat{p}_{2\rightarrow} + q_{21} \frac{N_1(t)}{m} + q_{23} \frac{N_3(t)}{m} \right] N_2(t) \end{aligned}$$

$$\frac{dN_3(t)}{dt} = \left[ p_3 + q_3 \frac{N_3(t)}{m} \right] [m - N_3(t)]$$

$$\begin{aligned}
 &+ (q_{13} - q_3) \frac{N_3(t)}{m} N_1(t) \\
 &+ (q_{23} - q_3) \frac{N_2(t)}{m} N_1(t) \\
 &- \left[ \widehat{p}_{3 \rightarrow} + q_{31} \frac{N_1(t)}{m} + q_{32} \frac{N_2(t)}{m} \right] N_3(t)
 \end{aligned}$$

$N_1(t)$  : ADSL 누적 가입자  
 $N_2(t)$  : Cable 누적 가입자  
 $N_3(t)$  : VDSL 누적 가입자

위의 모형을 본 연구에서는 “공존 다세대 Bass 모형” 이라고 명하고 초고속 인터넷 서비스 수요예측에 적용하도록 한다. ‘공존 다세대 Bass 모형’은 일반적인 다항 회귀분석으로 모수를 추정할 수 있다. 하지만 각 변수들간의 다중공선성(multi-collinearity)이 발생하게 된다. 심한 다중공선성은 회귀분석 결과를 왜곡시켜 특정 독립변수의 종속변수에 대한 독자적인 효과를 측정하는 것이 불가능해진다. 또한 회귀변수는 자료의 미세한 변화나 회귀식에서 변수의 추가나 삭제에 민감하게 반응하여 매우 커다란 표준오차를 가지게 되고 통계적인 유의도를 감소시킨다.[6] 이러한 다중공선성을 피하기 위한 방법으로 S.H. Ngo et al.(2003)[3]을 비롯한 많은 연구 논문에서 능형회귀분석(ridge regression analysis)을 제안하고 있다.

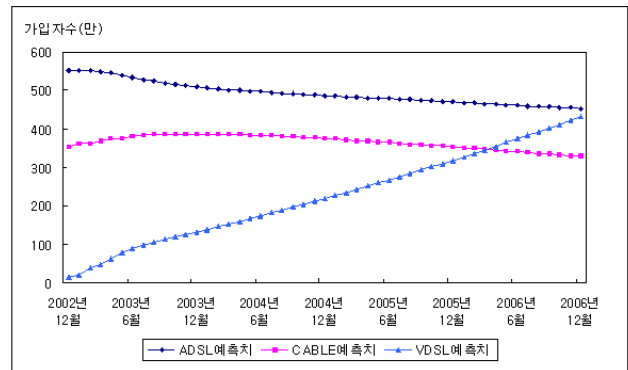
우선 VDSL 도입시점을  $\tau$  라고 정의한다면  $\tau$  이전에는 ADSL과 Cable모뎀 가입자와의 전환과 상호영향이 고려되지만  $\tau$  이후에는 3세대가 공존하게 된다. 따라서 본 연구에서는  $\tau$  시점을 기준으로 모형을 구분하고 각각의 결과를 구하도록 하겠다. 공통적으로 두 모형의 포화치( $m$ )은 초고속인터넷서비스 전체 가입자의 포화치 예측 결과를 사용하였으며 모수 추정은 능형회귀분석 방법을 이용한다.

### 3. 예측 적용 및 분석

현재 초고속 인터넷 시장의 각 서비스에 대한 예측 결과는 다음 그림에서처럼 나타났다.

구분	VDSL 도입 이전		VDSL 도입 이후	
	ADSL	Cable	Cable	VDSL
$R^2$	0.9966	0.9961	0.9447	0.9811
$MAD$	46,992.94	84,923.6	17,258.88	19,028.94
$MSE$	6.1561E+09	1.1208E+10	4.2886E+08	4.3605E+08
$MAP$	1.5054	3.2870	0.4661	1.5382
$TS$	0.0962	-25.8013	-0.4115	7.0000

[표 3-1] VDSL 도입 이전 모형 예측 결과



[그림 3-1] NGN 서비스 도입 이전 초고속 인터넷 서비스 가입자 예측

예측 결과를 살펴보면 각각의 예측능력의 모수값들이 상당히 양호함을 알 수 있다, 또한 위의 예측 결과는 시장의 동적인 상황을 잘 반영하고 있다는 점에서 의미가 있다. 기술적인 측면에서는 현재 VDSL은 기존의 ADSL기술에서 지적된 전송속도의 한계를 극복하고 양방향 동일속도의 제공이 가능함에 따라 ADSL에서 도출된 문제점을 보완하기 위한 대체 기술로 주목받고 있다. 하지만 2003년 들어 종합유선통신사업자(SO)들의 시장점유율도 급격히 증가하고 있다. 이는 보유하고 있는 Cable TV망을 이용한 결합상품을 내세워 지역별로 자체마케팅에 주력한 결과로 보인다. 케이블모뎀의 경우 DOCSIS(Data-over-Cable Service Interface Specifications) 2.0 표준을 통해 더욱 고속의 데이터 전송을 시도하고 있다.[5] 위의 결과를 바탕으로 NGN 도입 이후의 초고속 인터넷 서비스 가입자 수요예측 수행을 시도한다.

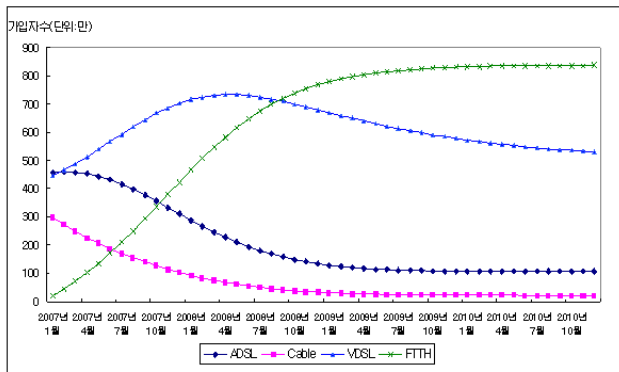
NGN 서비스 도입 이후 초고속 인터넷 서비스 수요예측을 위해서는 몇 가지 가정이 필요하다.

첫째, FTTH는 기존 ADSL, 케이블 모뎀, VDSL보다 가격을 제외한 전송 속도 이외의 모든 면에서는 비교할 수 없을 정도로 우수하다. 따라서 다른 서비스에서 FTTH의 전환은 가능하지만 FTTH에서 다른 서비스로의 전환은 거의 없다고 본다.

둘째, 우선 FTTH 서비스는 과거 데이터가 없기 때문에 모형에 필요한 모수는 기존 케이블 모뎀과 VDSL 서비스를 이용한다. 이때 ADSL 서비스의 모수를 고려하지 않는 이유는 이 서비스는 현재 VDSL 서비스로 대체되고 있으므로 모수값을 적용하기에 무리가 따른다.

셋째, FTTH 서비스의 가격이나 속도에 대한 이용자들의 만족도를 나타내는 모수로 서비스 해지율을 가정한다. 이때 해지율은 기존 조사자료([8])에 근거하

여 10~30% 범위로 한정한다. <그림 3-2>는 FTTH 서비스의 성장율이 VDSL 서비스 모수를 따르며 해지율은 10%로 하여 예측을 한 결과이다..



[그림 3-2] NGN 서비스 (해지율 10%) 수요예측

NGN 시대의 초고속인터넷 서비스는 FTTH(Fiber to The Home)가 궁극적인 목표이다. 왜냐하면 NGN 서비스는 유무선 통합, 통신과 방송간의 융합으로 나타나는 서비스는 이전 가입자망으로는 불가능한 전송 속도를 요구하기 때문이다. ADSL, VDSL, 케이블 모델 등 현재 국내에서 제공되고 있는 상품들은 일부 ADSL을 제외하고는 모두 집 인근 1Km이내 지역까지 광케이블로 연결된 FTTC(Fiber To The Curb)방식이다. 이러한 방식은 곧 각 가정의 세대 단자함까지 광케이블로 연결되는 FTTH로 발전하게 될 것이다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 초고속 인터넷 서비스 수요에 대한 체계적인 분석을 통하여 NGN 서비스 특성을 반영하는 적절한 예측 모형을 제시하였다. FTTH 가입자 수요를 예측하기 위해 본 논문에서는 다세대 Bass 모형 (2)의 변형인 변형된 공존 Bass 모형을 이용하였다. 기존의 Bass 모형을 비롯한 수요예측 모형들은 현재의 초고속 인터넷 가입자 시장을 정확하게 반영할 수 없었다. 하지만 변형된 공존 Bass모형은 서비스 사이의 전환과 상호 영향을 표현하는데 유리하다.

본 연구에서 가정한 NGN 서비스의 FTTH 시나리오는 기존 서비스인 케이블 모델과 VDSL 서비스의 성장 모수를 유사추론 방식으로 이용하여 구분하고 FTTH의 만족도 지수로서 해지율을 도입하여 설정하였다. 실험 결과에서 확인할 수 있듯이 각 모수 별로 해지율이 높아진다면 FTTH 서비스 가입자 수는 VDSL 가입자 보다 높지 않았다. 따라서 FTTH가 가격이나 성능 면에서 이용자들의 만족도가 어느 일정 수준을 유지해야만 차세대 인터넷 접속 망으로서의

가입율을 가져올 수 있다는 점을 확인 할 수 있다. 따라서 본 연구의 결과는 정부나 사업자 입장에서 앞으로 NGN 시대에 가입자망 전망을 하는 데 있어서 충분히 보조적인 역할을 할 것이라고 보여진다.

#### Reference

- [1] Duk B. Jun, Seon, K. Kim, Yoon S. Park, Myoung H. Park, Amy R. Wilson(2002), Forecasting telecommunication service subscribers in substitutive and competitive environments, International Journal of Forecasting
- [2] Mahajan Muller(1996), "Timing, Diffusion, and Substitution of Successive Generations of Technological Innovations : The IBM Mainframe Case, Technology Forecasting and Social Change.
- [3] S.H. Ngo et al(2003), Performance of the ridge regression method as applied to complex linear and nonlinear models, Chemometrics and intelligent laboratory systems.
- [4] 권오상(2003), NGN시대의 통신서비스 진화방향, 정보통신정책연구원
- [5] 김사혁(2003), 차세대네트워크(NGN) 기술 및 시장의 발전 방향, 정보통신정책연구원
- [6] 김재범(1999), 다세대 Lotka-Volterra의 변형 모형을 이용한 IMT-2000 가입자 수요예측, 성균관대학교 석사논문
- [7] 이상우 외(2003), 통신·방송융합 시대의 케이블 인프라 활용방안, 정보통신정책연구원
- [8] 전덕빈 외(2002), 국내 아날로그와 디지털 이동전화 서비스 가입자 수 예측을 위한 선택 관점의 대체 확산 모형, 경영과학
- [9] 지경용 외(2001), 국내 VDSL 시장 현황 및 전망, 한국전산원