

통신사업자의 가입자망 고도화 전략모형 A Dynamic Model for Local Access Network Evolution Planning

장석권*, 이호림**

*한양대학교 상경대학 경영학부 교수

**KISDI 정보사회연구실 연구원

hrlee25@shinbiro.com

Abstract

다수 사업체의 출현과 데이터 통신의 증가로 통신사업자의 사업환경은 급속한 변화를 겪고 있다. 이러한 사업환경 변화에 비추어 시내전화 사업자는 기존 동선 구조의 가입자망을 초고속 서비스에 적합하도록 고도화시켜야 하는 필요성을 가지고 있다. 본 연구는 기존 동선가입자망을 광가입자망으로 전환하는데 따른 시내전화 사업자의 의사결정문제에 대하여 전략적 의사결정 방법론을 제시하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 ADSL 비용 모형을 개발하여 도심지역을 대상으로 현재 동선구조의 가입자망을 고도화시키기 위한 기술적 대안에 대하여 경제성 분석을 실시하였다. 또한 2010년간의 가상의 시나리오를 설정하여 통신사업자의 이익을 극대화시킬 수 있는 진화방법을 도출하였다.

1. 서론

최근 통신시장의 변화는 크게 경쟁의 가속화와 데이터화로 나타나고 있다. 경쟁의 가속화란 독점 체제이던 통신시장의 진입 장벽이 점차 허물어지고 다수 사업체의 경쟁으로 전환되는 현상을 나타내는 것이다. 통신의 데이터화는 인터넷과 같은 데이터 어플리케이션 수요가 증가함에 따라 기존 음성 중심의 서비스가 점차 데이터 중심의 서비스로 전환되는 것을 말한다. 이러한 변화에 기초해 보면 통신사업자들은 시장 수요의 변화를 수용하지 못할 경우 경쟁에서 뒤처지게 되는 심각한 문제에 직면해 있다고 할 수 있다.

통신사업자에게 가입자망은 시장의 변화가 직접적으로 나타나게 된다는 점에서 매우 중요하게 평가된다. 특히 시내전화사업자의 경우 가입자망은 사업의 기반이 되는 것으로 그 중요성이 매우 크다고 할 수 있다. 현재 이러한 배경에서 HFC, ADSL, WLL 등의 기술적용이 다양한 관점에서 검토되고 있다.

가입자망에 대한 투자는 대략 20조에서 30조원의 비용을 필요로 하며 5-10년의 짧은 기술 순기를 가지기 때문에 현 시점에서 특정 기술에 대한 투자를 결정하는 것은 매우 어려운 의사결정이다(Melody, 1997). 따라서 새로운 가입자망을 구축하는데 있어서 의사결정을 지원할 수 있는 방법과 도구의 개발이 폭넓게 연구될 필요가 있다.

본 연구는 네트워크 투자에 있어서 전략적으로 활용 가능한 방법론을 제시하는 것을 목적으로 수

행되었다. 이를 위해 본 연구에서는 기존서비스 가입자가 신규서비스의 가입자로 전환되어 통신사업자의 수익구조에 미치는 영향을 모형화하였다. 연구모형은 FTTH구조를 목표망으로 하고 현재 가입자망 기술 대안으로 부각되고 있는 ADSL 서비스를 대상으로 개발되었다.

2. 기존 연구

통신망의 진화와 경제성에 관한 대표적인 연구로는 유럽에서 시행된 TITAN(Tool for Introduction Scenarios and Techno-Economical Evaluation of the Access Network)이 있다. TITAN에서는 텔파이 분석과 다양한 확률분포를 사용하여 대체 기술을 평가하였다(Storahl, 1995). 우선 경제성 평가 요인은 서비스침투율, 서비스별 가입자 요금 정책, 단말 장치의 가격 하락율, 기술대안의 운영유지 비용, 그리고 서비스별 시장 점유율로 이루어진다. 단말 장치의 가격 하락은 수요 증가에 따라 학습 곡선을 따르는 것으로 규정하였으며 다른 불확실 요인은 텔파이 분석을 적용하여 예측하였다.

Olsen et. al.(1996)은 TITAN 툴을 이용하여 유럽의 5개 PNO(Public Network Operator)에 새로운 협대역의 서비스를 제공하기 위한 경제성 분석 방법을 보여준다. 이 연구에서는 <표 1>과 같이 다른 특성을 가진 5개의 PNO를 대상으로 새로운 네트워크를 구축하는 방법과 기존대역을 확장하는

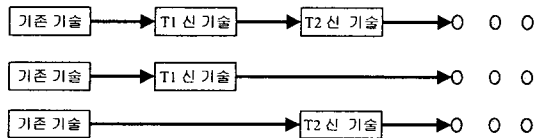
방법을 대상으로 경제성 분석을 시도하였다.

<표1> Olsen(1996)의 사례지역 및 특성

사례지역	POTs 침투율	경쟁수준
동유럽,도시	낮음	낮음
북부유럽,교외	성숙	낮음
북부유럽,교외	성숙	높음
서부유럽,도시	성숙	낮음
동부유럽,교외	증가	낮음

분석결과에 의하면, 5개 지역에서는 기존의 가입자망을 확장하는 비용이 새롭게 협대역 네트워크를 구축하는 것보다 더 높게 나타났다. 또한 가입자의 밀도, 네트워크의 구성장비 가격, 서비스 확산에 따른 장비가격의 변화 요인이 기술경제성에 큰 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

Cruz(1989)는 기술 노후화와 시장 노후화를 고려한 기술 대체 시나리오분석을 시도하였다. 새로운 기술, 구조, 그리고 서비스의 경제적 영향을 파악하여 기술 교체에 대한 수학적 모델링으로 GRDM(General Replacement Decision Model)을 제시하였다. <그림 1>은 GRDM 모형에서 적용된 기술 대체 형식을 보여주고 있다.



<그림 1>GRDM에서 고려된 기술대체 시나리오

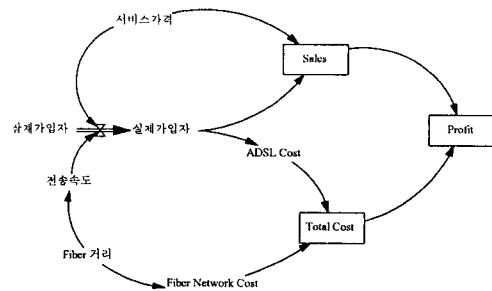
Cruz는 네트워크 교환기를 교체하는 문제에 대하여 GRDM 모델을 적용하여 경제성을 분석하였다. 기존 기술로는 아날로그 교환기술을, T1의 대체 기술로는 디지털 교환기술을, 그리고 T2의 대체 기술로는 광대역(Broadband) 교환기술을 사례로 적용하였다.

분석결과 T2 기술인 광대역 교환기술의 도입 가능한 시기가 15년 이하일 경우 T1 기술인 디지털 교환기술을 도입하지 않고 T2의 기술로 대체하는 세번째 기술 진화 시나리오가 가장 경제성있게 나타났다. 반면 15년 이상의 기간이 필요할 경우, 아날로그 교환 기술에서 디지털 교환기술로 대체하고, 다시 광대역 교환기술을 대체하는 첫번째 시나리오를 적용하는 것이 유리하게 나타났다.

3. 연구 모형

통신사업자의 이익은 일반적으로 서비스 매출과 비용의 차로 나타날 수 있다. 서비스 매출은 사용자가 일정 기간동안 사용료로 지불하는 비용과 다른 통신사업자에게 교환, 접속 서비스를 제공하여 발생하는 수익으로 이루어진다. 반면 비용은 서비스 제공을 위해 투자되는 네트워크와 장비 비용,

그리고 서비스 지원을 위해 소요되는 운영유지비등으로 이루어진다. ADSL서비스를 대상으로 본 연구에서 개발된 통신사업자의 이익은 <그림 2>와 같다.



<그림 2>ADSL서비스의 이익 모형

<그림 2>에서 제시된 이익모형은 크게 매출 부분과 비용부분으로 나눌 수 있다. 매출 부분은 통신사업자가 제공하는 속도와 가격에 따라 잠재가입자가 실제가입자로 전환되어 매출로 발생하는 것을 나타낸다. 비용부분은 서비스 제공을 위해 투입되는 장비, 케이블 비용 등으로 이루어진다.

3.1 매출 결정 모형

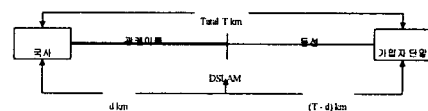
본 연구에서는 기존 음성서비스 사용자들을 잠재가입자로 규정하고 이들이 신규 서비스인 ADSL 서비스에 대하여 지불 의사를 가지는 것으로 가정하였다. 또한 잠재가입자들은 신규서비스가 제공될 때 기존의 서비스에 대한 비용 효익의 차로 인하여 신규 서비스의 가입자로 전환되는 것으로 가정하였다. 모형에 적용된 변수들은 <표 2>와 같다.

<표 2> 매출결정모형의 변수

변수	정 의
N	잠재가입자 수
n	실제 가입자 수
b	통신사업자가 제공할 수 있는 속도
p_i	통신사업자가 해당 속도에 대해 설정한 가격
d	ADSL을 제공하기 위한 광케이블의 거리

1) 거리(d)와 전송속도(b)

<그림 3>은 전화국에서 가입자까지의 전체거리는 T km로 설정하고 ADSL서비스를 제공하기 위해 일정지점에 DSLAM이 설치된 것을 보여준다.



<그림 3>광케이블 설치에 따른 동선거리
ADSL 서비스는 DSLAM장비가 위치하는 거리에 따라 서비스 품질과 전송속도가 결정된다

(Goralski, 1998). 따라서 ADSL로 제공 가능한 전송속도(b)는 (식 3)과 같이 나타나며, $f(d)$ 는 d 에 대하여 비감소함수(nondecreasing function)가 된다.

$$b = f(d) \quad (식 1)$$

2) 실제 가입자수와 매출의 도출

인터넷 접속을 사용하고 있는 전화 가입자는 자신이 지불하고 있는 비용과 사용하는 전송속도를 신규서비스의 가격과 속도에 비교하여 서비스 구매를 결정하게 된다. 즉 잠재가입자는 서비스 속도(b)에 지불의도(W)를 가지고 있으며 기존 서비스에 비해 신규서비스가 제공하는 w_i 가 더 낮게 설정될 때 신규서비스를 구매하게 된다. 따라서 실제 가입자 전환으로 인한 서비스 매출(S)는 실제 가입자와 가격의 곱으로 나타난다. 본 모형에서는 잠재가입자의 W 를 정규분포로 가정하였다.

$$w_i = \frac{p_i}{b} \quad (식 2)$$

$$n = N \times P(W > w_i) \quad (식 3)$$

$$S = p_i \times n \quad (식 4)$$

여기서

- W: 잠재가입자의 인터넷 접속을 위한 평균 지불의도
- w_i: 신규서비스의 가격과 속도에 의해 결정되는 지불의도

3.3 ADSL서비스의 비용 산출 모형

비용요소는 ADSL 서비스를 제공하기 위한 장비비용과 광케이블 설치비용으로 이루어진다. 본 연구에서는 이를 공학적 비용 추정방법을 사용하여 모형화하였다.

<표 3> ADSL 비용추정을 위한 변수

변수	정의
k	광케이블 종단의 수
u	LAN 효율, utilization rate
C_f	m 당 광케이블 설치 비용
C_{ADSL-R}	가입자 부분의 ADSL Modem의 비용
C_{ADSL-C}	단국에 설치되는 ADSL Modem의 비용
C_{DSLAM}	단국, 광케이블종단의 DSLAM 장비 비용
C_{ADSL-P}	DSLAM 장비에 설치되는 포트 비용
C_{T3}	인터넷백본과 연결되는 T3 라인의 비용
C_{RT}	광케이블 종단 장치
C_{MSW}	인터넷 Server 설치비
C_{CS}	가입자당 제공 SW
C_R	Router 설치비

1) 광케이블 설치 비용

광케이블 설치 비용은 거리당 광케이블의 비용과 광케이블 종단에 원격 터미널(Remote Terminal)을 설치하는 비용으로 이루어진다.

$$CS_f = C_f \times d + C_{RR} \times k \quad (식 5)$$

2) ADSL 가입자 비용

가입자 비용은 ADSL 모뎀의 가격과 실제 가입자의 곱으로 나타난다.

$$CS_s = C_{ADSL-R} \times n \quad (식 6)$$

3) ADSL 단국 비용

단국 비용은 DSLAM 장비 비용과 ADSL 포트 비용, 그리고 ADSL 모뎀 비용으로 구성된다.

$$CS_c = (C_{ADSL-C} + C_{ADSL-P}) \times n + C_{DSLAM} \times k \quad (식 7)$$

4) 인터넷 서비스 설치 비용

가입자에게 인터넷 서비스를 제공하기 위해서는 인터넷 서버 등의 소프트웨어 설치 비용과 전용회선 설치비용이 발생하게 된다. 본 연구에서는 인터넷 전용회선을 45Mbps의 T3라인을 고려하였다.

$$CS_i = (b \times n \times u) / 45,000 \times C_{T3} + C_{CS} \times n + C_{MSW} + C_R \quad (식 8)$$

4. 사례 및 시나리오 분석

개발된 모형을 이용하여 서울의 S구를 대상으로 ADSL 서비스를 제공하기 위한 가입자망 기술대안을 평가하였다. 또한 시나리오 분석을 통하여 시장환경요인의 변화가 각 기술대안의 경제성에 어떠한 영향을 끼치는지 살펴보았다. 분석에 적용된 기본 변수는 <표 4>와 같다.

<표 4>분석에 적용된 변수

변수	초기값
u	10%
C_f	16,240 원/m
C_{ADSL-R}	500,000원/개
C_{ADSL-C}	500,000원/개
C_{DSLAM}	1,000,000원/개
C_{ADSL-P}	12,500원/개
C_{T3}	450,000원/월
C_{RT}	40,000,000원/개
C_{MSW}	20,000,000원/개
C_{CS}	7,500 원/개
C_R	3,000,000원/개

4.1 사례 분석

적용된 사례지역은 서울의 S구로 37.29 km²의 면적과 총 671,491 명의 인구, 그리고 311,233의 전화 가입자를 가지고 있다(ETRI, 1999).

본 연구에서 가입자망 기술 대안으로 설정한 ADSL 가입자망은 <표 5>와 같다.

<표 5> 가입자망 기술 대안

가입자망 대안	1	2	3	4
잠재가입자수(만명)	31	31	31	31
RT수	1	2	3	6
누적광케이블 거리	0	1.18	3.08	9.92
최대동선거리	6.18	5.0	4.5	3.0
보장속도	256K	512K	1M	5M

<표 6>은 사례분석결과로 나타난 각 가입자망 대안에서 통신사업자의 최적이익을 보여주고 있다.

<표 6> 가입자망 대안별 결과

가입자망 대안	1	2	3	4
연간매출(십억원)	72	147	296	1,449
연간비용(십억원)	23	26	28	40
이익(십억원)	49	121	268	1,409
침투율(%)	64	70	72	74
실제가입자수(천명)	200	219	226	230

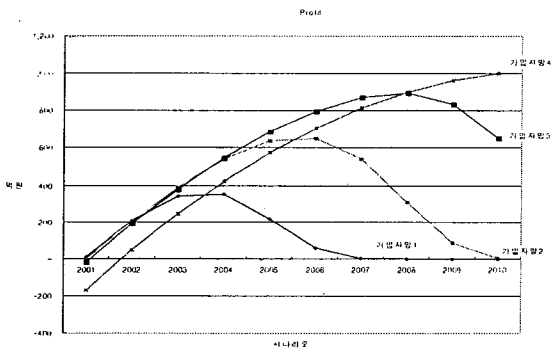
4.2 시나리오 분석

시나리오 분석에서는 시장상황이 변화함에 따라 각 가입자망 대안의 경제성이 어떻게 변하는지 살펴보았다. 10년간의 가상 시나리오상에서 기술가격은 연간 10%의 하락을 가정하였으며, 가입자 전환 비율은 매년 5%씩 경쟁 시장 및 경쟁자에게 잠식당하는 것으로 설정하였다. 또한 인터넷 접속을 위한 지불 비용의 평균은 매년 100원 감소하는 것으로 설정하였다.

<표 7>과 <그림 4>는 시나리오 분석의 결과로 나타난 가입자망 대안과 연도별 통신사업자의 이익을 보여주고 있다. 가입자망 대안의 경제성이 시장 변화에 따라 다르게 나타나는 것을 알 수 있다.

<표 7> 시나리오 분석결과

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
가입자망1	1,117	20,947	34,421	35,573	21,947	5,991	417	-3	-6	-6
가입자망2	171	21,031	39,198	53,952	63,596	64,907	53,825	30,914	8,887	656
가입자망3	-1,767	19,331	38,136	54,568	68,468	79,501	86,951	89,269	83,425	65,046
가입자망4	-16,974	4,951	24,652	42,128	57,383	70,402	81,189	89,728	96,005	99,977



<그림 4> 시나리오 분석결과

이상의 시나리오 결과에서 통신사업자의 이익을 극대화하는 최적의사결정을 찾을 수 있다. 예를

들어 사례지역인 서울 S구에서는 <표 8>과 같은 가입자망 진화가 이루어질 때 통신사업자의 이익은 극대화 될 수 있다.

<표 8> 사례지역의 가입자망 최적 진화

가입자망대안	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4

5. 결론

본 연구에서는 통신사업자의 가치 모형을 통하여 통신사업자의 의사결정을 지원하며 네트워크 진화에 대한 평가방법론을 제시하였다. 본 연구에서 제시된 방법론은 후속연구를 통하여 다양한 시나리오 분석이 가능한 틀로 발전할 수 있을 것이다. 또한 네트워크 진화와 기술 대체에 대한 실증적인 분석틀로서 활용가능할 것이다.

<참고문헌>

- [1] Melody, W. H. "Network Cost Analysis: Concepts and Methods," *Telecom Reform* (W. H. Melody, editor), pp. 215-246, 1997.
- [2] Olsen, B. T., et. al., "Techno-Economic Evaluation of Narrowband and Broadband Access Network Alternatives and Evolution Scenario Assessment," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 14, No. 6, Aug. 1996, pp. 1184-1203.
- [3] Goralski, W. *ADSL and DSL Technologies*, McGraw-Hill, 1998.
- [4] Stordahl, K. and Eddie Murphy, "Forecasting Long-Term Demand for Services in the Residential Market," *IEEE Communication Magazine*, Feb. 1995.
- [5] Cruz, G. C., Robert S. Hisiger, and Richard S. Wolf, "Strategic Telecommunications Network Planning in the Context of Emerging Technologies Architectures, and Services," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. Vol. 7, No. 8, October 1989.
- [6] Goralski, W. *ADSL and DSL Technologies*, McGraw-Hill, 1998.
- [7] ETRI, "가입자망 재설계와 투자비 산정모형 개발," ETRI 연구보고서, 1999