

# 광대역망 구축 평가지표에 기반한 학교 인터넷망 고도화 투자효과 분석

진재훈<sup>a</sup>, 이상철<sup>b</sup>, 박상찬<sup>c</sup>

<sup>a</sup> 한국과학기술원 산업공학, <sup>b</sup> 그리스도대학교 경영학부, <sup>c</sup> 경희대학교 경영대학

## 초록

본 연구는 전국 각급 학교의 정보통신 이용환경을 고도화하여 고품질 멀티미디어 서비스 기반의 교육컨텐츠를 교수학습에 활용할 수 있도록 하는 학교 인터넷망 고도화 사업의 투자효과를 공급자, 수요자, 공공적 측면 등 다양한 광대역망 구축 평가지표에 기반하여 분석하고, 그 결과에 대해 해석하였다.

## 1. 서론

정보통신기술의 발달로 현대 사회가 지식정보사회로 빠르게 발전함에 따라 통신망을 통해 교환되는 데이터도 다양화, 대용량화 되고 있다. 이러한 상황 하에서 학교에서도 대용량 멀티미디어 서비스를 이용한 교수학습이 가능하도록 통신망 개선이 절실히 요구되고 있다.

현재 학교 등 교육기관은 서울, 경기 등 10개 시도를 중심으로 전국 1만여 학교의 구매력을 이용하여 통신사업자의 서비스를 공동구매하는 방식의 공공정보통신서비스(NIS: National Info-comm Service)를 이용하고 있다.

아래의 <표 1>은 전국 11,229개 학교의 속도별 회선 이용현황으로, 표에서 보면 알 수 있듯이, 대부분의 학교가 10M 이하의 회선을 사용하고 있다. 전체 학교의 94.5%인 11,059회선이 10Mbps 이하의 회선을 사

용하고 있으며, 이 중 3,310회선(전체의 약 30%)이 2M 이하의 저속회선을 이용하고 있다. (한국정보화진흥원, 2009)

<표 1> 전국 학교 속도별 이용현황 (08년 기준, NIA)

속도	512K 이하	1M	2M	4M~10M	15M 이상	합계
학교 (개)	322	74	2,914	7,749	170	11,229

특히 강원, 전북, 전남 등 수도권이나 광역시가 아닌 지역의 경우 대부분의 학교가 5M 이하의 저속회선을 사용하는 것으로 나타나고 있다.

이는 재정이 부족한 학교들이 많아 정부의 보조를 받아야 하나, 예산 부족으로 인하여 교육기관임에도 불구하고 가정보다 훨씬 낮은 수준의 속도를 이용하고 있음을 보여준다. 이에 방송통신위원회와 교육과학기술부는 450억의 예산을 투입하여 현재의 열악한 학교망을 고도화하는 사업을 추진 중에 있다. (허정희 외, 2009)

학교 인터넷망 고도화 사업은 전국 11,200여 학교에 대하여 HD-MMS (High Definition-MultiMedia Service : 고품질 동영상 멀티미디어 서비스)를 활용한 맞춤형 교육서비스 제공 및 교육기회 확대를 위해 HD급 서비스가 가능하도록 학교망 환경을 50Mbps급으로 고도화하고, 그에 필요한 직접 투자비는 정부예산에서 선투자 지원하여 사업자의 투자부담을 경감하고, 지원된 투자비를 이용요금으로 상계, 환수하여 학교의 증속에 의한 이용요금 부담을 최소화하

는 사업이다. (한국정보화진흥원, 2009)

본 연구는 이러한 학교 인터넷망 고도화 사업의 투자효과를 분석하되, 기존의 ICT 투자의 효과 분석이 주로 공급자 측면에서 경제적 효과에 치우친 것과는 달리 수요자, 공급자, 공공적 측면의 지표를 이용하여 다양한 관점에서 효과를 측정하고자 하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 정보화 투자효과 분석 Framework

IT투자에 대한 가치평가는 다른 경우와 비교하여 많은 어려움을 가지고 있다.

첫째, IT투자의 형태가 다양하여 효과를 추정할 수 있는 단일의 프레임워크를 정의하는 것이 어렵다. 둘째, IT투자를 통해 얻는 편익의 형태도 다양하다. 셋째, IT투자는 시간의 감소, 생산량의 증가 등과 같이 정량적 효과를 발생시키는 경우도 많지만 또 많은 경우에는 효과가 만족도 등 정성적인 형태로 나타난다. 넷째, IT투자는 직접 성과를 창출하는 수단으로 이용되는 경우보다는 다른 활동에 대한 보조적인 통제 수단으로 효율성을 높이는 목적의 투자가 이루어지는 등 투자자체가 독립적으로 성과를 창출하지 못하는 경우가 많다. (한국전산원, 2004)

따라서 학교 인터넷망 고도화 사업의 투자효과 분석에 사용할 수 있는 적절한 프레임워크가 요구된다. 그에 대한 Reference를 조사해본 결과 OECD의 보고서에서 유용한 평가지표를 발견할 수 있었다.

<표 2> OECD 광대역망 구축에 대한 평가지표

Demand side	Speed to come online
	Spending composition
Supply Side	Connectivity
	Competition
	Innovation/growth
	Social benefit
Long-term viability	Private sector viability

OECD 브로드밴드 개발 위원회는 정보통신기술 투자를 목표로 이루어지는 광대역망 구축에 대한 평가지표를 추천하였는데, 이 지표의 특이점인 동시의 장점은 기존의 공급뿐 아니라 수요와 장기적 능력까지 고려하였다는 점이다. 또한 공급에서 연결성과 경쟁뿐 아니라 혁신/성장과 사회적 혜택을 고려하고 있어 투자를 평가하는 지표로서 가치가 있다.

### 3. 연구모형 및 자료수집 방법

#### 3.1 연구모형

본 연구에 OECD의 지표를 그대로 사용하기에는 일반적인 국가 단위의 광대역망 구축과 학교 인터넷망 고도화의 일대일 대응에 무리한 측면이 있어, 기본적인 수요자 측면, 공급자 측면의 중분류 지표에 대해 학교 인터넷망에 맞춘 재해석을 수행하여 최종적으로 지표를 <표 3>과 같이 변환하였다.

원래의 지표에 비교하면 정부 투자에 관련된 부분이 삭제되었고, 수요자가 일반 국민에서 학교 관계자로 수정되었다. 그리고 혁신/성장, 사회적 혜택을 공공적 측면으로 새롭게 분류하였다. 그리고 세부적인 지표도 데이터 입수 가능성을 고려하여 원래의 취지를 살리는 수준에서 재정의하였다.

이후 지표들을 활용하여 시뮬레이션 모델을 구축하고, 시뮬레이션을 수행하였으며, 그 결과는 4장에 설명하도록 하겠다.

#### 3.2 자료수집방법

다양한 관련 자료를 통하여 2006년에서 2008년까지의 지표들의 값을 구하였다. 사용된 자료에는 학교 인터넷망 속도별 회선 현황, 인터넷 백서'06~08, 교육 정보화 백서'06~08, 학교 인터넷망 고도화 사업 수행 계획서, IPTV 교육적 활용 방안 연구, 에듀

<표 3> 학교 인터넷망 평가를 위한 지표

수요자 측면	네트워크 속도	평균 체감 다운로드 속도	
		회선용량 대비 다운로드 속도	
		회선품질 만족도	
	네트워크 사용 패턴	ICT 활용 수업 중 동영상 자료 활용율 평균 사용시간	
공급자 측면	접속성	사용자수 회선, 속도당 평균 이용요금 평균 회선속도	
		경쟁	경쟁지수 네트워크 안정성 네트워크 업그레이드성
			혁신/성장
	사회적 혜택		

넷 효과성 조사분석'08, 사이버가정학습 효과성 조사분석'08, NIS 만족도 조사'06~08 등이 있다.

○ **평균 체감 다운로드 속도** : 2003 초·중등학교 통신망 고도화 방안 연구의 회선속도와 실제 다운로드 속도의 비율을 근거로 '06~'08의 회선속도 자료에서 회선속도에 비율을 적용, 실제 다운로드 속도를 구함

○ **회선용량 대비 다운로드 속도** : 전체 회선이 이론적으로 제공하는 회선용량 대비 평균 체감 다운로드 속도

○ **회선품질 만족도** : NIS 고객만족도 '06~'08에서 회선품질 만족도 자료를 발취

○ **ICT 활용 수업 중 동영상 자료 활용율** : IPTV 교육적 활용 방안 연구에서 ICT 활용 수업 중 동영상 자료 사용 비율 설문조사 결과와 에듀넷활용실태 보고서에서 콘텐츠별 조회수를 종합하여 계산

○ **평균 사용시간** : 2008 에듀넷활용실태 보고서의 활용빈도와 활용시간의 평균값을 이용하여 사용자 평균 이용시간을 산출

○ **사용자수** : 2008 에듀넷활용실태 보고서 자료의 통계자료에 따른 에듀넷 가입자 현황의 자료를 이용 산출

○ **회선, 속도당 평균 이용요금** : 회선속도당 이용요금 자료와 회선 현황을 근거로 회선속도 별 요금 x 각 회선수의 합산을 전체 회선수와 평균 회선속도로 나누어 회선, 속도당 평균 이용요금을 산출

○ **평균 회선속도** : 전체 회선수의 비율을 가중치로 주어 평균 속도를 계산

○ **경쟁지수** : 엔트로피 개념을 도입하여 4개의 경쟁사의 시장 점유율을 토대로 경쟁지수를 결정

○ **네트워크 안정성** : NIS 만족도조사 2006, 2007, 2008년 자료의 장애복구 만족도 지수를 이용

○ **네트워크 업그레이드성** : NIS 만족도조사 2006, 2007년 자료의 사업자 교체강도 조사 결과를 발취, 2008년의 경우 학교 인터넷망 개선계획 자료를 통해 유추

○ **학교에서의 컴퓨터 활용율** : OECD PISA 자료에 근거, 만 15세 이하의 학생 중 학교에서 매일 컴퓨터를 활용한다고 대답한 학생의 비율

○ **교육용 콘텐츠수** : 에듀넷의 교수용, 학습용 자료 이용 현황 자료에 근거, 각 항목의 총합으로 계산

○ 사교육비 경감효과 : KERIS에서 조사한 '06~'08 사교육비 경감효과 자료 이용

○ 저소득층 일반국민 대비 정보화 수준 : '06~'08 교육정보화 백서의 저소득층 일반국민 대비 정보화 수준 자료에서 추출

#### 4. 결과분석

##### 4.1 시뮬레이션 모델 구축

모델을 구축하기 위한 입력변수와 출력변수는 다음과 같이 설정하였다. 공급자 측면에 해당하는 접속성, 경쟁의 지표가 기초적인 입력변수이며, 수요자 측면의 속도와 사용 패턴, 공공적 측면의 혁신/성장과 사회적 혜택 지표가 결과변수이다. 또한, 수요자 측면의 지표는 중간단계로, 공공적 측면의 입력변수로 작용할 가능성도 있다고 가정하였다.

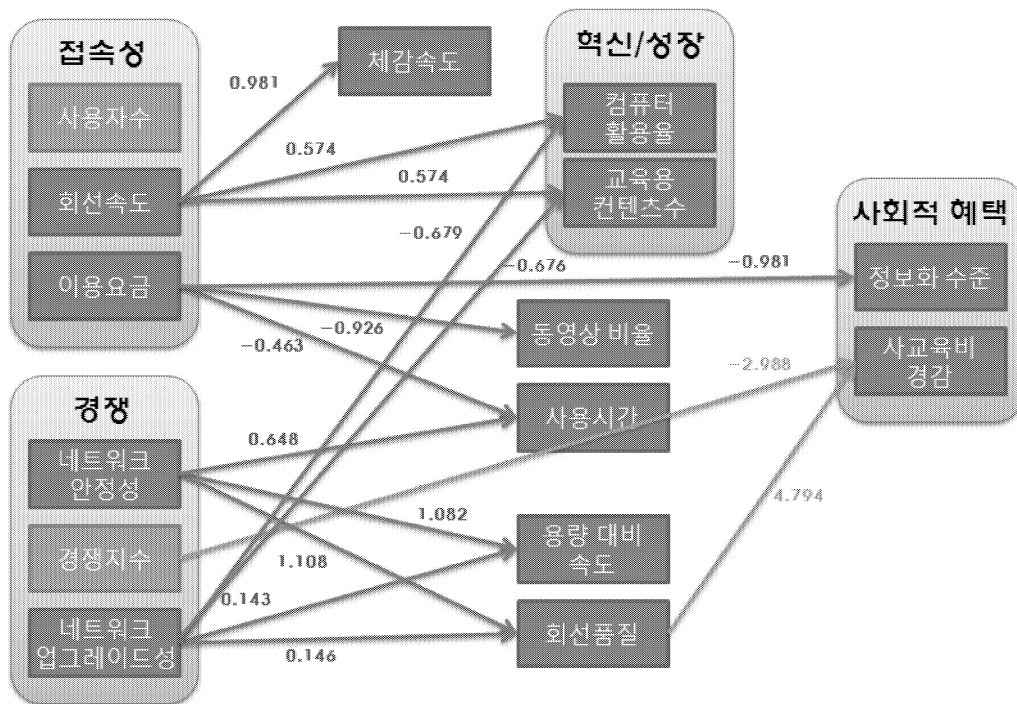
모델을 구축하기에 앞서 먼저 그 한계를 논할 필요가 있다. 모델에 사용되는 지표들은 그 기본속성 상 년 1회 측정된다는 한계가 있다. 또한 지표를 산출하기 위한 자료

가 수집이 된 것도 2000년 이후가 대부분이며, NIS 체계가 도입된 2006년 이후부터 의미가 있는 자료들도 많다. 그런 이유로 '06년부터 '08년까지 3년에 걸친 값을 구할 수밖에 없었는데, 15개의 변수에서 각 변수당 3개의 Instance밖에 없는 상황에서 통계적으로 유의한 결과를 얻어내는 것은 근본적으로 무리가 있다.

하지만 이러한 인터넷망 고도화 관련된 연구에 있어 다양한 지표를 활용한 기존 연구가 없었기 때문에, 거칠게나마 이러한 관련성을 살펴보는 것은 의미가 있다 하겠다. 그리고 그에 따라 회귀분석 결과 경로계수 값이 낮은 지표들은 아예 제외하고 상대적으로 높은 지표들 위주로 해석하였다. 유의수준은  $p < 0.05$ 로 적용하였다.

##### 4.2 모델 분석

결과적으로 구축된 모델은 <그림 1>과 같다. 가정과는 달리 수요자 측면의 지표는 중간단계의 역할을 거의 하지 못 하는 것으로 나타났다. 유일하게 사교육비 경감효과



<그림 1> 시뮬레이션 모델

에 회선품질 만족도가 영향을 주었으나 전체 모델 중에서 가장 신뢰할 수 없는 결과였다. 그리고 입력변수 중 사용자수, 경쟁지수의 경우 결과변수를 설명함에 있어 그다지 영향력이 없었다. 그 이유로는 사용자수의 경우, 이미 충분히 증가하여 '06~'08 동안 거의 변동이 없이 때문일 것으로 추측된다. 경쟁지수의 경우도 어느 정도 결정되어 있는 사업자들의 시장점유율로 인해 큰 역할을 하지 못한 것으로 보인다.

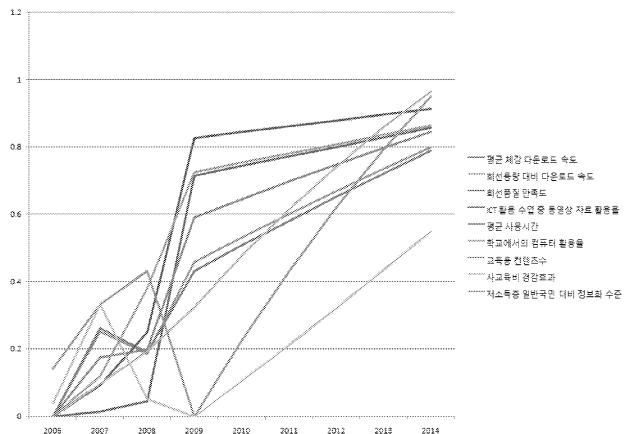
추가적으로 네트워크 업그레이드성의 경우, 두 가지 방향으로의 해석이 필요하다. 높을 경우, 경쟁이 심하여 교체 가능성이 높은 상황에서 교체를 통해 속도, 품질의 향상이 가능하다고 볼 수 있으며, 낮을 경우 교체의 필요 없이 안정적으로 네트워크가 운영되고 있다고 해석할 수 있다.

평균 체감 다운로드 속도는 평균 회선속도에 가장 큰 영향을 받으며(0.981) 회선속도 증가에 따라 체감속도도 증가하였다. 회선용량 대비 다운로드 속도와 회선품질 만족도는 네트워크 안정성(1.082, 1.108)과 네트워크 업그레이드성(0.143, 0.146)의 영향을 받으며, 네트워크가 안정적이고 불만족스러운 사업자의 교체가 가능하면 회선용량 대비 다운로드 속도와 회선품질 만족도가 향상되었다. ICT 활용 수업 중 동영상 자료 활용율은 회선, 속도 당 평균 이용요금의 영향을 받으며(-0.926), 같은 요금에 더 빠른 회선이 가능하면, 배정된 예산 하에서 동영상 자료를 더 많이 사용할 수 있었다. 평균 사용시간은 회선, 속도 당 평균 이용요금(-0.463)과 네트워크 안정성(0.648)의 영향을 받으며, 요금이 싸고 네트워크가 안정적이면 사용시간이 늘어났다. 학교에서의 컴퓨터 활용율과 교육용 콘텐츠수는 평균 회선속도(0.574, 0.574)와 네트워크 업그레이드성(-0.679, -0.676)의 영향을 받았으며, 회선속도가 빨라지고 회선의 교체가 필요 없이 안정적이면 학교에서의 컴퓨터 활용율이 올라갔다. 사교육비 경감효과는 경쟁지수와 회

선품질 만족도의 영향을 받았으나 현재의 입력변수만으로는 충분한 설명이 어려웠다. 회선품질이 만족스럽고, 시장을 선도하는 뛰어난 망, 교육 콘텐츠 사업자가 있으면 개인화된 교육을 통해 공교육의 품질, 효과가 상승하여 사교육비 경감이 생길 수 있다고 해석된다. 저소득층 일반국민 대비 정보화 수준은 회선, 속도 당 평균 이용요금의 영향을 받으며(-0.981), 이용요금이 저렴해져 학교가 회선을 고도화하면 학교망을 통해서 가능해지는 서비스가 증가하므로 저소득층이 학교에서의 활동을 통해 정보화 수준이 높아질 수 있었다.

### 4.3 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 모델에 학교 인터넷망 고도화 사업 이후 적용될 실제 회선속도와 요금, 나머지 입력변수에 대한 예측값을 입력하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션상의 최상의 경우와 최악의 경우의 평균치를 취한 후 지표값들을 표준화하여 비교해본 결과는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 표준화된 지표들의 변화

지표들의 전반적인 움직임을 보면 세 가지 경우로 구분이 된다. 시간이 지남에 따라 급격하게 증가하는 지표들과 선형적으로 증가하는 지표과 천천히 증가하는 지표가 있었다.

급격하게 증가하는 지표에는 평균 체감 다운로드 속도, ICT 활용 수업 중 동영상 자료 활용율, 평균 사용시간, 저소득층 일반 국민 대비 정보화 수준이 있었다. 선형적으로 증가하는 지표에는 회선용량 대비 다운로드 속도, 회선품질 만족도, 학교에서의 컴퓨터 활용율, 교육용 콘텐츠수가 있었다. 천천히 증가하는 지표에는 사교육비 경감효과가 있었다.

이러한 지표의 특성에 따라 투자가 이루어진 후 효과가 나타나는 시점이 차이가 있을 수 있다. 따라서 이에 대해 인식하고, 선부르게 평가하기보다 특성을 고려한 평가가 필요할 것으로 생각된다.

## 5. 결론

본 연구에서는 학교 인터넷망 고도화 사업의 효과에 대해서 OECD의 광대역망 구축에 대한 평가지표를 참고하여 수요자 측면, 공급자 측면, 공공적 측면의 15개 지표를 정의하고, 입력변수와 결과변수로 모델을 가정하여 회귀분석을 통해 시뮬레이션 모델을 구축하고 시뮬레이션을 수행하여 각 지표들의 변화값과 특성에 대해서 알아보았다. 자료수의 부족으로 인해 완벽한 통계적 유의성을 획득할 수는 없었으나, 기존의 공급자, 경제성에만 치우친 IT투자 효과에 대한 분석에 다양한 지표를 도입해보았다는 점에서 가치가 있다고 할 수 있다.

중요 입력변수였던 회선, 속도당 평균 이용요금, 평균 회선속도, 네트워크 안정성, 네트워크 업그레이드성은 결과변수 중 평균 체감 다운로드 속도, 회선용량 대비 다운로드 속도, 회선품질 만족도, ICT 활용 수업 중 동영상 자료 활용율, 평균 사용시간, 학교에서의 컴퓨터 활용율, 교육용 콘텐츠수, 저소득층 일반국민 대비 정보화 수준에 대해 어느 정도 설명할 수 있었다.

그중 1차적으로 영향력이 높았던 변수는 회선, 속도당 평균 이용요금, 평균 회선속도

였다. 이는 학교 인터넷망 고도화를 통해 향상될 수 있는 지표들로 이 사업이 긍정적인 효과를 거둘 수 있음을 예상하게 한다. 요금이 저렴해지고 속도가 빨라지면, 활용 가능한 서비스와 콘텐츠가 많아져 컴퓨터 활용율과 정보화 수준을 향상시킬 수 있었다. 그리고 또 하나 알 수 있었던 사실은 단순한 속도의 향상 외에도 편차가 적은 안정성이 수요자들이 사용하기 쉽게 만들어주어 사용시간을 늘리고 만족도를 높여준다는 점이었다.

## 6. 참고문헌

- [1] 한국정보화진흥원, 학교 인터넷망 고도화 사업 추진 기본계획, 2009.
- [2] 한국정보화진흥원, 『학교 인터넷망 고도화』 사업자 선정 제안요청서, 2009.
- [3] 허정희, 김진일, 박명수, 임재남, "고품질 멀티미디어 교육콘텐츠 활용을 위한 학교 인터넷망 고도화(School-Net)", 한국통신학회, 2009년도 추계종합학술발표회, 2009.
- [4] 한국정보화진흥원, 공공정보서비스 만족도 및 수요조사 결과보고서, '06~'08.
- [5] 한국교육학술정보원, 교육정보화백서, '06~'08.
- [6] 한국교육학술정보원, 2008년도 에듀넷 활용실태·효과 분석, 2008.
- [7] 한국전산원, 정보화투자 효과분석 방법론 연구, 2004.
- [8] 변세일, 경로분석 방법론, 국토 2008년 4월호 (통권318호), 2008.
- [9] Working Party on Communication Infrastructures and Services Policy, The Role Of Communication Infrastructure Investment In Economic Recovery, 2009, pp.35.
- [10] OECD, PISA 2006 Technical Report, 2006.