

ATM 교환기의 가치평가

2000. 5.

오완근* · 박정민**

논문초록:

본 논문은 초고속 통신망 구축의 핵심 ATM 교환기가 1998-2010년 동안에 국가에 미치는 효과를 경제적 가치와 비경제적 가치로 나누어 평가한 것이다. 경제적 가치는 낙관, 비관 및 중간의 3가지 시나리오에 입각하여 측정된 결과, 명시적 생산유발효과가 약 4조원~약 5조원, 타산업 생산성 증대 효과 등의 묵시적 경제효과는 약 4조원~약 6조원에 달할 것으로 예상된다. 이에 따라 총 경제적 효과는 약 8조원~약 11조원으로 추정되었다.

한편 비경제적 가치는 약 18조원~약 31조원에 이를 것으로 나타났다. 따라서 비경제적 효과가 경제적 효과보다 2배 이상 큰 것으로 나타난다. 이유는 ATM 교환기가 중간재 성격을 띄고 있는 기술이기 때문으로 평가된다. 이 결과는 소비재의 경우 경제적 가치가 비경제적 가치보다 크다는 민완기 외(2000)와 설성수 외(2000b)와 대비되는 것이다.

또한 1999년말 경제적 가치는 매우 작은 것으로 나타났는데 이는 시장상황변화에 따라 기술개발효과가 줄었기 때문이다. 이것은 기술이측의 중요성을 말해주고 있다.

핵심주제어: ATM, 경제적 가치, 비경제적 가치

JEL Code: C67 Input-Output Models

O33 Technological Change: Choices and Consequences

* 한남대학교 경제학과 조교수

Tel: 042-629-8052, Fax: 042-672-7602, Email: wanoh@cye.hannam.ac.kr

** 한남대학교 경제학과 석사과정

Tel: 011-348-8743, Fax: 042-672-7602, Email: duemin@nownuri.net

I. 들어가는 말

경제가 디지털화 됨에 따라 경제시스템이 지식기반사회로 이행하고 있다. 즉 사회가 정보통신 인프라의 고도화를 기반으로 국가 조직 전반의 활동들이 정보통신 네트워크를 통하여 전자적으로 이루어지고 있다. 이에 따라 정보통신기술, 특히 초고속 통신망 구축의 중요성이 더해가고 있다.

본 논문에서는 ATM 교환기라는 개별기술이 갖는 가치를 평가하고자 한다.¹⁾ 연구대상으로 ATM 교환기를 선택한 이유는 ATM 교환기가 기술적으로는 초고속망 구축의 요소기술인 동시에 경제적으로는 중간재라는 특성을 가지고 있기 때문이다. Solow(1956)에서부터 최근의 내생적 성장이론에 이르기까지 많은 경제학자들이 거시경제적 관점에서 기술의 경제성장 기여도를 분석하였지만 개별기술의 가치 평가가 주목을 받기 시작한 것은 최근의 일이라 아직 미시적 차원의 평가방법론은 아직 정립되어 있지 못한 실정이다.

특정 정보통신기술이 국가 전체에 미치는 효과를 평가함에 있어 우리는 크게 경제적인 효과와 비경제적인 효과로 구분할 수 있다. 경제적 효과란 생산액, 부가가치유발액, 고용량 등과 같은 명시적 효과와 기술료 절감효과, 타 기술개발비 절감효과, 수입가격 하락효과 및 타산업 생산성효과와 같은 묵시적인 경제적 효과로 다시 나눌 수 있다.

ATM 교환기의 명시적인 경제 가치는 산업연관분석을 통해 도출된다. 산업연관분석(Input-Output analysis)은 실제 데이터를 통해 경제 전체의 구조와 구조적 관계를 일목요연하게 보여줄 수 있기 때문에 시장을 통해 실현되는 기술의 경제적 가치를 측정하는데 유용하다고 판단된다. 산업연관분석을 이용한 정보통신부문과 관련된 국내연구로는 임명환(1994), 홍동표(1999), 홍동표 외(1999), 전영서(1999), 오완근 외(2000) 등이 있다. 그리고 묵시적인 경제효과 측정은 그 자체가 별도 연구과제로서 여기서는 3차례에 걸친 전문가 집단토의와 델파이 기법을 응용하여 계산하였다.

비경제적 효과는 기술적인 효과나 사회·정책적 효과와 같은 경제외적인 효과를 말한다. 예를 들면 기술자립도 제고, 차세대 기술기반 확보, 정보화촉진 등 어떠한 기술이 해당산업 및 관련시장의 시장을 통하지 않고 실현되는 여타 중요한 가치를 의미한다.

비경제적 가치를 측정하는데 있어서는 다속성효용이론(Multi-Attribute Utility Theory, 이하 MAUT)을 적용하였다. 전통적으로 MAUT는 의사결정론에서 많이 이용되어 왔지만 Gregory et al.(1993)이 환경제의 가치평가에의 적용을 제안하고 Dale et al.(1996)이 이를 이용하여 산림가치를 측정함에 따라 활용범위가 확대되어왔다. 국내에서도 박승준 외(1997) 및 유승훈 외(1998, 1999), 민완기 외(2000), 설성수 외(2000b) 등이 환경 및 기술가치평가에 적용하고 있다. 본 논문에서 MAUT를 이용한 것은 비경제적 가

1) 개별 기술가치평가에 관한 여러 가지 방법론과 사례분석은 기술가치평가 특집인 *기술혁신학회지*, 2000. 3, 제3권 제1호를 참조 바람.

치를 구성하는 다양한 내용들을 종합 분석하고 상호 비교하는데 가장 유용하다고 판단했기 때문이다.

한편 특정기술의 화폐가치는 분석방법론 뿐만 아니라 측정시점에 의해서도 영향받는다. 이는 잘 알려진 사실이다.²⁾ 따라서 본 논문에서는 1999년말 현재 예측한 1998-2010년 기간동안 ATM 교환기의 경제적 가치와 비경제적 가치를 평가하고자 한다. 같은 ATM이라 하더라도 속도 차이에 따라 완전히 다른 상품으로 간주할 수 있다. 국내 개발 ATM 교환기는 크게 1997년 개발된 10G급과 1999년 개발된 40G급이 있는데 40G 시스템은 1999년말 현재 시장에 출하되고 있지 않아 10G급만을 분석대상으로 한다.

본 논문은 설성수 외(2000a)에 기반한 것으로, ATM 교환기라는 특정기술산업의 가치를 경제적 효과와 비경제적 효과를 통합적으로 평가하고자 하는 연구이다. 그리고 방법론적으로는 경제적 가치 측정에 IO분석 등을, 비경제적 가치측정에 MAUT분석을 응용한 연구이다.

II. ATM 교환기 개요

1. 기술개요

교환기술은 처리방식의 변화에 따라 발전해 왔다. 교환방식은 기계식, 아날로그, 디지털, ATM을 거치고 있고 이후 광 교환기로 이어질 것이라 예상된다. 국산인 TDX 교환기는 전형적인 동기방식이다. 그런데 전달되는 데이터는 비동기 방식이라 비동기 데이터를 동기화 바꾸어 처리하다보니 비효율적이었다.

반면에 ATM은 음성, 데이터, 화상 및 동영상 등 멀티미디어의 전송능력을 지닌 비동기식(Asynchronous) 전송방식이다. 전송은 라우팅 및 혼잡제어 정보를 포함하는 5byte의 Header와 48byte의 정보영역으로 구성된 셀(cell)형태로 이루어진다. 기존통신과의 차이는 <표 1>에 나타나 있다.

<표 1> 기존통신과의 비교

구분	Datacom	Telecom	ATM
트래픽 형태	데이터	음성	데이터, 음성, 화상
전송단위 및 특성	가변 패킷	고정 프레임	고정 셀
교환방식	패킷교환	회선교환	셀교환
트래픽 특성	돌발성(bursty)	주기성	돌발성, 주기성
시간성	시간민감, 비민감	시간민감	시간민감, 비민감
통신형태	비연결형	연결형	연결형
Qos보증	best effort	보증	보증, best effort
통신속도	protocol로 정의	CH로 정의	응용서비스에 따라 확장 가능
미디어 접속	공유	전용	전용

자료 : 장석운, "ATM 서비스의 요금전략", 한국전자통신연구원 기술경제부, 1998. 6.

2) 설성수(2000a, b)

ATM 교환기는 전화, 데이터통신, 무선멀티미디어통신이 동시에 가능하므로 별도의 망구축비용이 필요 없다. 또한 별도 교환기가 불필요하므로 교환기 중복투자를 방지하고, 별도 교환기 운용에 따른 건물, 인력, 운용, 유지보수 비용의 절감을 기할 수 있다.

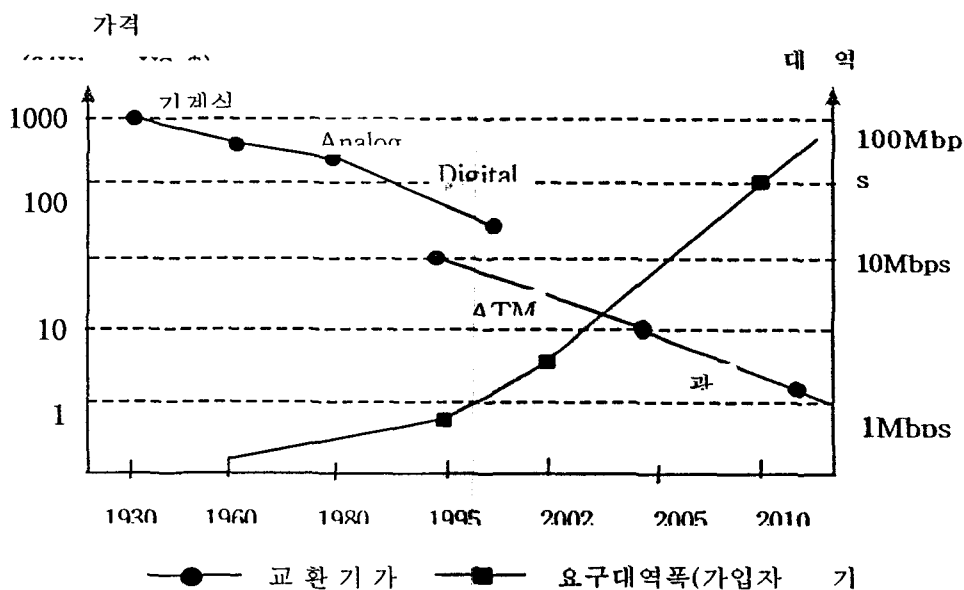
한편 ATM망은 대용량 ATM 교환기를 근간으로 하는 초고속 백본 네트워크, 저속 멀티서비스 네트워크 및 액세스 네트워크로 구성된다.

2. 국내외 동향

ATM은 1985년에 세계적으로 제안되어 고속전송에 적합한 기술로 인정되었으며, 1988년부터 연구개발이 시작되어 1993년 ATM 서비스가 등장했다. ITU-T 및 ATM Forum 등에서 표준화 작업이 진행되고 있다.

세계적으로 원거리 통신망(WAN)은 ATM, 근거리 통신망(LAN)은 기가비트 이더넷 백본장비의 시장 분할구도가 있다. 그런데 1999년에는 ATM 시장에서 변화가 있다. ATM의 1/4분기 성장률이 3%인데 2/4분기 시장은 24%의 높은 상승률을 기록하고 있는 것이다. 한편 판매장비의 78%가 인터넷 서비스제공자들이 구매한 것이라는 특징이 있다. 최근 정보제공자(ISP)들이 ATM기반 데이터, 음성 통합서비스 제공에 적극 나서고 있는 것이다.

<그림 1> 교환기술의 발전 및 가격 추이



자료 : 전자통신연구원 교환전송연구소

이러한 추세에 맞추어 국내에서도 1987년 제안되어, 1992년부터 광대역종합정보통신

망(B-ISDN) 사업의 일환으로 전자통신연구원, 한국통신, 국내 교환기 4사의 공동연구개발이 진행되었다. 1998년 12월 10Gbps 처리용량을 가진 ATM 교환기인 「한빛 ACE64」가 상용화되었다.

본 연구의 분석대상은 10Gbps급 한빛 ACE64 ATM 교환기이다. 40G시스템은 1999년말 현재 시장에 출하되고 있지 않아 분석대상에서 제외했다. 또한 2000년도부터 '한빛 2000' 사업이 시작될 예정인데 이는 성능향상보다 상업성 확보에 초점을 맞출 것으로 예상된다.

몇 년 전까지만 해도 ATM은 차세대 통신의 유일한 해결안이었다. 그러나 ATM보다 IP 프로토콜을 사용하는 인터넷 통신이 급증하여 라우터가 1998-1999년중 크게 확대되었다. 그러나 최근 라우터의 전송품질이 급격히 낮아져 라우터 확산이 둔화되고 있다. IP와 ATM은 나름대로의 장단점을 갖고 있다. 이로 인해 IP와 ATM 기반의 처리방식이 합쳐진 새로운 형태의 교환방식이 곧 등장하리라 예상된다. 두 방식이 결합된 새로운 방식은 MPLS형보다 더 융합된 형태가 되리라 예상되며, 융합형 교환기는 2005년경 상용화되리라 예상된다.

사설부문에서는 ATM보다 기가비트 이더넷에 더 관심이 크다. 그러나 이 부분 역시 인터넷 트래픽 증가와 그에 따른 문제점으로 ATM 방식이 대안으로 고려될 것으로 예상된다.

III. ATM 교환기의 경제적 가치

1. 수요예측

본 연구에서는 분석대상인 ATM 교환기의 시장효과가 2010년까지 지속되리라 전제한다. 2005년경 ATM과 라우터가 융합된 교환기의 등장이 예상되지만 기존 제품의 판매는 상당부분 존속되리라 예상하기 때문이다.

ATM 교환기의 시장규모에 대한 예측자료는 수년 전부터 이루어져 왔다. 그러나 참고 가능한 자료는 <표 2>과 <표 3>에서 보는 바와 같이 소수에 불과하다.³⁾ 그런데 2000년 1월 3일 대통령 신년사에서 초고속망 구축계획이 2005년으로 단축됨에 따라 그간의 모든 예측치의 가정이 달라졌다.

3) 델파이 방법에 의한 기기별 예측은 김범환 김기영, "델파이방법 적용 사례연구-초고속망 장비 관련 시장예측과 관련하여", 1999 추계 학술대회 발표논문집, 한국기술혁신학회, 1999. 11. 26. 참조.

<표 2> ATM 교환기 매출예상 (1998년 7월 추정)

	1998	1999	2000	2001	2002
내수(억원)	701	466	561	697	886
수출(억원)		246	355	507	710
계	701	712	916	1204	1596

주 : 정보통신부, 초고속망 구축계획, 1997. 수치와 동일.

자료 : 강병용 외, "ATM 가격 전망 분석", 전자통신연구원, 1998. 07.

<표 3> ATM 교환기 매출예상 (1998년 11월 추정)

구분	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	계
내수(억원)	718	839	1,007	1,243	1,562	7,362
수출(억원)	949	2,028	3,770	5,920	8,450	32,665
계	1,667	2,867	4,777	3,689	4,932	40,027

주: 국내시장 70%, 해외시장 2000년 1%, 2001년 1.5%, 2002년 2%, 2003년 2.3%, 2004년 2.5% 점유 가정

자료: 변재호, 미국 장거리통신사업자의 ATM 서비스 동향, 전자통신연구원, 1998. 11.

이에 따라 우리는 상기 자료들을 바탕으로 <표 4>와 같이 생산규모를 예측하였다. 낙관적인 안과 비관적인 안 모두 변재호 예측의 2000년 수치를 출발점으로 한다. 참고로 변재호의 예측은 국내이 국내시장을 70% 장악한다는 것을 가정하고 있다. 낙관안은 이후 2005년까지 매년 30%의 성장, 2006-2007년 기간 성장률 정지, 2008-2010년 기간 10%의 성장둔화를 가정하였다. 한편 비관안은 마찬가지로 2005년까지 30% 성장, 이후 2005년 성장정지, 2006-2008년 매년 15% 감소, 2009-2010년 기간 30% 감소를 가정하였다. 2005년 경부터 성장률이 정지하거나 감소하는 것은 라우터와 ATM의 융합형의 등장을 가정하였기 때문이다. 분석대상 교환기가 새로운 교환기로 대체되리라 가정한 것이다. 만약 새로운 교환기의 수요를 감안한다면 생산예측치는 커질 것이다.

수출은 2002년부터 발생할 것을 예상함과 동시에, 수출통계에서 1999년 상반기 자료를 추출한 후 이에 기반하여 추계하였다. 2002-2006년 기간은 증가율이 30%부터 매년 5% 증가하다 새로운 교환기가 예상되는 2006년부터는 다시 감소하는 것으로 가정하였다. 내수는 절대수치 자체가 증가하다 감소하지만 수출은 개도국으로 나가는 그간의 경험을 바탕으로 이 기간에 절대수치는 증가하는 것으로 가정하였다. 그리고 달러당 환율은 1999년 1200원, 2000년 1100원, 이후는 1000원으로 가정하였다.

<표 4> ATM 교환기 생산예측 결과

(단위: 억원)

		1998-99	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	합계
내수	낙관	731	718	933	1213	1577	2050	2665	2665	2665	2399	2159	1943	21,718
	비관	731	718	933	1213	1577	2050	2050	1742	1481	1259	881	617	15,252
수출		-	-	-	417	560	736	954	1220	1318	1408	1477	1518	9,608
합계	낙관	731	718	933	1630	2137	2786	3619	3885	3983	3807	3636	3461	31,326
	비관	731	718	933	1630	2137	2786	3004	2962	2799	2667	2358	2135	24,860

주: ATM과 라우터의 융합형 교환기의 시장창출은 고려하지 않았음.

2. 명시적 경제효과: 산업연관분석⁴⁾

산업연관분석은 국민경제를 산업별로 세분하여 산업간 재화와 서비스의 거래로 이루어지는 상호의존관계를 파악하는 산업연관표를 이용한 분석이다. 구체적으로는 이 표를 통해 소비, 투자, 수출 등 최종지출이 각 산업의 생산활동에 미치는 파급효과를 수량적으로 분석하려는 것이다. 산업연관표에서 특정 내생부문이 국내 각 산업부문의 산출, 부가가치, 수입 및 고용 등에 미치는 직·간접 파급효과를 계측하기 위해 조정된 산업연관표는 <표 5>와 같이 나타낼 수 있다.

<표 5> 특정부문을 외생화한 산업연관표

	중간수요 (n-1개 내생부문, 부문h 제외)	외생부문		수입	총산출
		특정부문(h) 중간수요	최종수요		
국산 중간투입 (n-1개 내생부문, 부문h 제외)	$X_{11}^d \ X_{12}^d \ \cdot \ X_{1n}^d$ \cdot $X_{n1}^d \ X_{n2}^d \ \cdot \ X_{nn}^d$	X_{1h}^d \cdot X_{nh}^d	F_1^d \cdot F_n^d		X_1 \cdot X_n
수입	$X_{11}^m \ X_{12}^m \ \cdot \ X_{1n}^m$ \cdot $X_{n1}^m \ X_{n2}^m \ \cdot \ X_{nn}^m$	X_{1h}^m \cdot X_{nh}^m	F_1^m \cdot F_n^m	M_1 \cdot M_n	
국산 특정부문(h) 중간투입	$X_{h1} \ X_{h2} \ \cdot \ X_{hn}$	X_{hh}	F_h^d		X_h
부가가치	$X_1^v \ X_2^v \ \cdot \ X_n^v$	X_h^v	X_h^v		V
총 투입	$X_1 \ X_2 \ \cdot \ X_n$	X_h	X_h		

주: X^d : 국산품 산업간 중간거래액, X^m : 수입품 중간투입액

한편 특정부문의 산출변화가 가져오는 각종 효과를 계산하는 식은 <표 6>과 같이 계산된다.

<표 6> 특정부문의 산출변화 효과 모형

생산유발효과 (n-1)×1	$X = (I - A_{-h}^d)^{-1} A_h^d \Delta X_h$
부가가치유발효과 (n-1)×1	$V = A_{-h}^v (I - A_{-h}^d)^{-1} A_h^d \Delta X_h + A_h^v \Delta X_h$
고용유발효과 (n-1)×1	$L = l_{-h} (I - A_{-h}^d)^{-1} A_h^d \Delta X_h + l_h \Delta X_h$
수입유발효과 (n-1)×1	$M = A_{-h}^m (I - A_{-h}^d)^{-1} A_h^d \Delta X_h + A_h^m \Delta X_h$

여기서는 명시적 경제효과인 생산유발효과, 부가가치유발효과, 수입유발효과 및 고

4) 산업연관분석에 대한 보다 자세한 설명은 한국은행의 「산업연관분석 해설」을 참조 바람.

용유발효과를 구하였다. 결과는 <표 7>에 있다. 먼저 생산유발효과를 보면 1998-2010년 간 시장창출은 낙관적인 경우 3조 1,326억원, 다른 산업의 생산유발은 2조 82억원, 계 5조 1,408억원의 생산유발효과를 갖는다. 그런데 비관적인 예측치를 사용할 경우 이 값은 2조 4,860억원, 1조 5,937억원, 계 4조 797억원이 된다.

<표 7> ATM 교환기의 경제적 파급효과 (1998-2010)

	생산 유발계수	생산유발액		
		낙관	비관	중간값
해당산업 생산유발	1	3조 1326억원	2조 4860억원	2조 8093억원
타산업 생산유발	0.641091	2조 82억원	1조 5937억원	1조 8009억원
총 합계	1.641091	5조 1408억원	4조 797억원	4조 6102억원
부가가치				
	부가가치 유발계수	부가가치유발액		
		낙관	비관	중간값
해당산업 부가가치 유발	0.309747	9703억원	7700억원	8701억원
타산업 부가가치 유발	0.297286	9313억원	7390억원	8351억원
총 합계	0.607033	1조 9016억원	1조 5090억원	1조 7052억원
수입				
	수입 유발계수	수입유발액		
		낙관	비관	중간값
해당산업 수입유발	0.180927	5668억원	4498억원	5083억원
타산업 수입유발	0.076246	2388억원	1895억원	2142억원
총 합계	0.257173	8056억원	6393억원	7225억원
고용				
	고용유발계수 (억원당)	고용유발인원		
		낙관	비관	중간값
해당산업 고용유발	0.8950	28,036명	22,249명	25,142명
타산업 고용유발	1.2034	37,698명	29,916명	33,807명
총 합계	2.0984	65,734명	52,165명	58,949명

두 번째로 위와 같은 생산에 따른 부가가치 유발효과를 보면 ATM 교환기산업의 경우는 30%의 부가가치율에 9,703억원의 부가가치가 창출되고, 다른 산업에서는 9,313억원, 계 1조 9,016억원의 부가가치가 창출된다. 비관적인 값은 각각 7,700억원, 7,390억원, 계 1조 5,090억원이다.

세 번째로 수입유발효과는 낙관적인 경우는 해당산업에서 5,668억원, 타산업에서 2,388억원, 계 8,056억원이 예상된다. 이 역시 비관적인 경우는 더 작아진다.

마지막으로 고용유발효과는 13년간 총 6.5만명에 달한다. 이는 약 5,056명이 매년 고용된다는 의미이다. 비관적인 경우는 총 5.2만명이다. 고용유발계수는 1억원당 총 2.0명이다. 이 수치는 1995년 경제 전체에서 나타나는 3.4명에 비해 작은 수치이다. 이 산업은 다른 산업에 비해 고용효과가 상당히 낮은 산업이라는 것을 알 수 있다.

4. 목시적 경제효과

ATM 교환기와 관련된 외부전문가들과의 면담을 통해 기존의 분석 틀로 분석되지 않으나 반드시 계산에 포함되어야 할 경제적 효과로 기술료 절감효과, 타 기술개발비 절감효과, 수입가격 하락효과 및 타산업 생산성효과가 있음이 나타났다.

먼저 기술료 절감 효과를 살펴보면, 우리 나라의 과거 몇 차례에 걸친 교환기 도입에서 기술료는 초기 기술도입비, 판매실적에 따른 경상기술료, 기능 업그레이드에 따른 추가 비용 등으로 판매가의 10% 수준이 소요되었다.⁵⁾ 향후 매출에 대해 이러한 비율을 그대로 인정한다면 비관적인 생산예측에서는 대략 2,500억원, 낙관적인 예측에서는 3,100억원 정도의 절감효과를 갖는다.

두 번째로 타 기술개발비 절감 효과는 인력 및 기반기술의 확보 등으로 인해 다른 기술을 개발하는 비용을 절감할 수 있는 효과이다. ATM 교환기가 없으면 일단 IMT-2000 개발은 불가능하다. ATM 교환기는 IMT 2000의 개발에 약 1/3 정도 공헌하는 것으로 평가되고 있다. 이 밖에도 다른 기술에 반영된다고 크게 인식되는 효과만 대략 3,500억원으로 계산된다.⁶⁾ 다른 효과에 비하면 그리 크지는 않으나 기술의 파급효과 측면에서 핵심적인 효과이다.

세 번째는 수입가격 하락효과로서 실제 기술이 없는데도 개발하려 한다는 사실 하나만으로 수입가격이 크게 하락하는 효과이다. 일례로 전자교환기를 개발하겠다는 계획이 발표된 1981년, 농어촌이나 중소도시형 교환기 구매에서 전전자교환기인 Ericsson의 AXE 10이 그 이전의 반전자교환기 구매보다 가격이 절반 이하로 하락하였다. 당시 교환기 개발계획은 개발비 240억원이었는데 가격하락 효과만으로도 개발비를 상쇄할 수 있었다는 것이다.

그러나 수입가격 하락을 정확히 계산하기는 어렵다. 외국제품은 사양에 따라, 구입량에 따라 또는 시장상황에 따라 대단히 다양하게 가격이 결정되기 때문이다. 전문가들은 통신기기에 있어서 국산품의 존재로 인한 수입가격 하락은 대체로 40-60%라 한다. 평균값 50%를 적용한다면 가격하락효과는 수입액과 동일한 규모가 된다. 우리는 분석기간 동안 국내시장의 30% 정도를 외국산이 점유한다고 가정하였다. 그러할 경우 최소치는 약 6,537억원, 최대치는 9,308억원으로 추정된다.

마지막으로 타산업 생산성 효과는 타산업 생산유발효과와는 다른 개념이다. 예를 들어 ATM 교환기의 존재로 인해 멀티미디어 통신의 수요가 폭발하였고, 이를 통해 많은 기업이나 사람들의 생산성이 향상되었다. 그런데 이러한 효과는 산업연관분석에서는 파악되지 않는다. 그렇지만 고속통신망에서 이러한 효과가 존재한다는 것은 미국을 대상으로 한 DRI(1991), 유럽 12개국을 분석한 ESI(1992) 등의 연구에서 증명되고 있다.⁷⁾ 그러나

5) 정보통신부, 정보통신 유망품목 육성전략 연구, 1999. 3. 31.

6) 한국전자통신연구원 교환연구부 계산.

7) 한국전자통신연구원 기술경제연구부, 고도통신의 경제적 영향, 1994. 참조.

이 효과의 계산은 본 논문의 연구영역을 넘는 것이다.

이에 따라 본 연구에서는 약간의 자료를 제공하고 전문가들이 직관적으로 판단하도록 하였다. 제공된 자료는 상기한 미국과 유럽의 연구를 바탕으로 우리 나라에 적용한다면 가능하게 나타날 가상의 시뮬레이션 자료이다. 한국의 산업을 정보통신기술의 적극적인 도입을 바탕으로 일단 4개 군으로 나눈다. 그리고 이들 산업은 각기 다른 도입속도를 가지며, 도입하였다 할지라도 도입의 정도가 달라 생산성 효과가 다르다고 가정한다. 한편 정보통신기술은 대략 3년의 주기로 새롭게 형성되어 3년마다 투자주기가 형성된다고 가정한다. 유럽에서의 연구는 1990년대 초에 4년 주기가 있다고 가정하였다.

그리고 초고속 통신망 전체의 효과에서 어느 정도의 비율을 ATM 교환기에 부여할 수 있는지를 전문가 집단에게 설문하였다. 이는 비시장가치 측정과 동시에 이루어졌다. 집단토의와 델파이 3단계를 거친 수치는 13년간의 효과가 2.6조원에서 5조원 정도라고 응답되었다.

<표 8>은 위에서 언급한 목시적 경제효과를 보여주고 있다. 목시적인 경제효과는 총 3.9조원에서 6.6조원으로 나타났다.

<표 8> ATM 교환기의 목시적 경제효과(1998-2010)

속 성	화폐가치 (조원)
기술료 절감	0.3
타 기술개발비 절감	0.4
수입가격 하락	0.6 - 0.9
타산업 생산성 효과	2.6 - 5.0
합 계	3.9 - 6.6

주: 개개인의 총가치의 범위는 생략함

IV. ATM 교환기의 비경제적 가치

1. 분석방법론: MAUT

ATM 교환기의 기술적 혹은 사회정책적 효과는 시장에서 측정될 수 없다. 따라서 우리는 비시장재 분석에 의거하여 ATM 교환기가 지닌 비경제적 가치를 계산하고자 하였다. 비시장재 분석은 여러 종류가 있지만⁸⁾ 본 논문에서는 MAUT를 택했다. Gregory et al.(1993) 이후의 많은 연구는 MAUT가 비시장재 측정에 사용될 수 있음을 보이고는 있으나 이 방법은 개개인의 가치가 아니라 사회적으로 바람직한 가치에 입각하여 가치를 평가한다는 한계를 가지고 있다. 그렇기 때문에 Hanemann and Kaninnen(1996)은 MAUT로부터 도출된 가치는 후생개념으로 사용할 수 없다고 주장하기도 한다. 그럼에도

8) 자세한 내용은 허은영(1998)을 참조 바람.

불구하고 개인적인 지불의사에 입각한 방법인 조건부가치평가법(CVM)이나 다속성효용평가법(MAUT/CVM 혹은 MAUA)을 사용하지 못한 이유는 분석대상이 중간재 성격의 ATM이라는 기술이라 이를 이해하는 사람들이 거의 없어 설문 자체가 불가능했기 때문이다.

MAUT는 기본적으로 어떤 평가대상에 관해서 여러 속성을 세분화 한 후, 각 속성에 가치판단을 할 수 있도록 숫자를 부여하고, 각 속성의 가치로부터 전체적인 의사결정이 가능하도록 해 주는 이론이다. 또한 MAUT의 적용절차는 (i) 속성 결정, (ii) 속성수준의 정량화, (iii) 가정의 적절성 확인, (iv) 단일속성 효용함수 도출, (v) 속성의 중요도 평가, (vi) 다속성 효용함수 도출, (vii) 화폐가치 평가의 순서로 진행된다.

2. 속성 결정 및 속성수준의 정량화

연구진이 각종 자료를 참고하여 내부적으로 속성 후보를 선정하고⁹⁾ 속성수준을 정량화한 후, 이의 적절성을 확인하기 위해 외부전문가들과의 심층 면담을 거치는 과정을 거쳤다. 먼저 자체 연구에서 언급되었던 효과들은 소비자 후생측면에서 초고속서비스, 다양한 서비스가 거론되었다. 기술적인 측면에서는 망간연동증진, 대역폭 확장성, 망자원 이용효율 향상이 언급되었다. 또한 정책적인 측면에서는 기술자립, 차세대 기술기반확보, 비상시 국가 통신망 보호, 통신산업 보호 등이었다. 경제적인 측면에서는 기술료 절감, 타기술 개발비용 절감, 망 구축비용 절감, 수입가격 하락, 유지보수 및 업그레이드 비용 절감, 시장창출, 수출효과, 타산업 생산유발, 타산업 생산성효과, 고용효과 등이었다.

외부전문가로는 연구자, 생산자, 사업자, 사용자, 학계, 정책담당자 등 6개 집단, 약 30여명이 동원되었는데¹⁰⁾ 외부전문가의 조언에 기초하여 최종적으로 결정된 속성, 평가단위, 정량화의 범위는 <표 9>와 같다.

<표 9> ATM 교환기의 속성과 측정단위

속 성	단 위	개발전 '94년이전	최선	'99년말
1. 기술적 효과				
1.1 시스템과 S/W 기술자립	보유율(%)	50%	100%	95%
1.2 H/W부품 국산화	부품국산화율(%), 금액기준	30%	90%	83%
1.3 차세대 기술기반확보	선진국과의 기술격차 년수	-4.5년	+0.5년	-4년
2. 사회/정책적 효과				
2.1 정보화 촉진	인터넷 이용자 율(%)	0.0%	80%	13.6%
2.2 국가 통신산업 보호	국내시장 국산 비율(%)	0%	100%	출하 시작

9) 바람직한 속성으로서 가져야 할 기초적인 사항으로는 필수성, 통제가능성, 완비성, 측정가능성, 운용성, 분해가능성, 중복배제성, 간결성, 이해가능성 9가지가 제시되고 있다. 속성들에 대한 보다 자세한 설명은 Keeney(1992) p. 82. 참조 바람.

10) 구체적으로는 전자통신연구원의 연구팀, 한국통신이나 하나로통신의 연구, 네트워크기획, 조달 및 운용 전문가, 사설용 교환기 설치사업자 및 인터넷 사업자, 정보통신부의 정책담당자, 정보통신산업 연구자 등이었다.

3. 단일속성 효용함수 및 속성 중요도 평가

단일속성 효용함수식은 단조증가형의 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다.

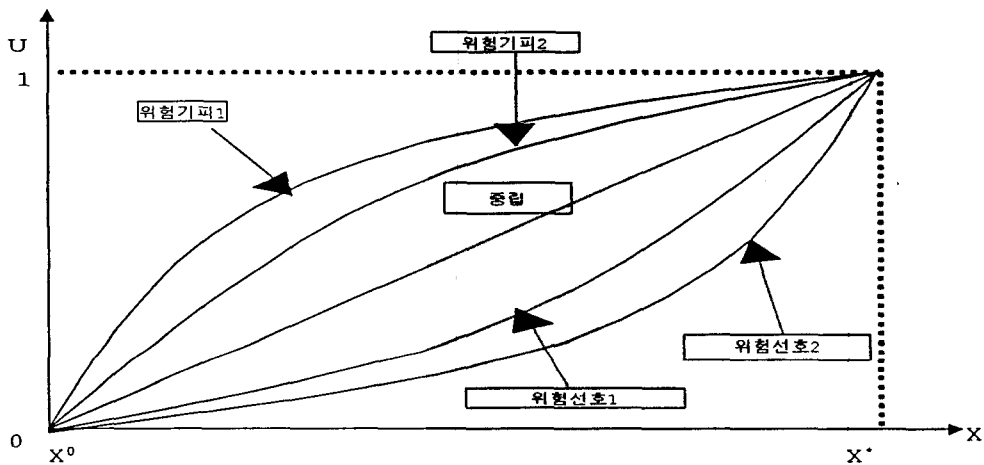
$$\text{위험선호} : u(x) = \alpha + \beta e^{\gamma x} \quad \beta > 0, \gamma > 0 \quad (1)$$

$$\text{위험기피} : u(x) = \alpha + \beta e^{\gamma x} \quad \beta < 0, \gamma < 0 \quad (2)$$

$$\text{위험중립} : u(x) = \alpha + \beta \gamma x \quad \beta \neq 0, \gamma = 1 \quad (3)$$

여기서 x 는 속성의 특정 수준, $u(x)$ 는 속성의 특정 수준에서 평가되는 효용이다. 이를 그림으로 표시한 것이 <그림 2>에 나타나 있다.¹¹⁾

<그림 2> 단일속성 효용함수의 형태



주: '위험기피1'은 가장 위험기피적인 경우, '위험선호2'는 가장 위험선호적인 경우

단일속성 효용함수를 결정한 다음에 이들을 결합하여 다속성 효용함수를 도출한다. n 개의 속성 $x=(x_1, \dots, x_n)$ 에 대한 다속성 효용함수를 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$U(x) = U(x_1, \dots, x_n) \quad (4)$$

여기서, x_i 는 각 속성의 수준을 의미한다. 다속성 효용함수는 한 속성의 가치가 다른 속성과 관련이 없다는 가치독립성을 전제로¹²⁾ 가법형(additive form)으로 표현된다.

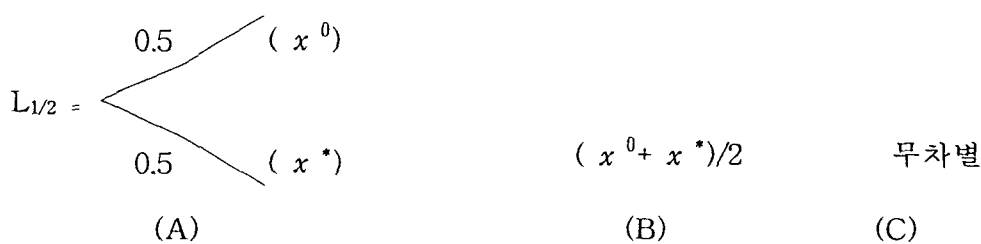
11) 달리 표현하면 위험선호, 위험기피, 위험중립을 위한 필요충분조건은 각각 오목(concave), 볼록(convex), 선형(linear) 형태이다.

$$U(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n k_i u_i(x_i) \quad (5)$$

단 k_i 는 비례상수로 가중치를 의미하며, $u_i(x_i)$ 는 개별속성에 대한 단일속성 효용함수이다.

단일속성 효용함수 도출, 다속성 효용함수 도출, 화폐가치 평가를 위해 본 논문은 전문가 토의(focus group) 방식과 델파이(Delphi) 방식을 혼합하였다. 전문가 토의 방식은 대부분의 기존 연구에서 많이 사용되는 방법이지만, 전문가의 선정 및 전문가들의 각 분야별 전문지식의 정도 차이에서 오류가 발생할 가능성이 크다. 따라서 본 논문에서는 델파이 방법을 원용하여 전문가 토의방식을 보완하였다. 여기에는 연구자, 생산자, 사업자, 사용자, 정책담당자 집단에서 각 1인, 총 5명의 전문가가 참석하였다. 참석한 전문가들은 3차례에 걸쳐 설문에 응답하였다. 이 과정에서 평균치를 크게 벗어나는 응답에 관해서는 그 이유를 설명하도록 하였으며, 이 과정에서 서로의 입장에 대한 자유로운 토론이 이루어졌다.

단일속성 효용함수를 도출하기 위해서는 먼저 각 속성에 대한 위험태도가 파악되어야 한다. 위험태도는 보통 2단계 과정을 거쳐 파악한다. 1단계는 속성 X의 범주($x^0 \leq x \leq x^*$)에서 각 속성의 1/2 수준, 1/4수준, 3/4 수준에서 위험태도를 파악한다. 예를 들어 (A)를 선택하면 위험선호적, (B)를 선택하면 위험기피적, (C)를 선택하면 위험중립적으로 판단한다.



2단계는 함수의 형태를 결정하는 것이다. <그림 1>에서 곡선의 형태를 결정하는 것은 위험모수이다. 위험모수를 도출하기 위해 먼저 속성 X의 범주 양끝 지점의 효용함수 값을 도출한다. 효용함수의 크기는 0보다 크고 1보다 작으므로 다음과 같이 표시된다.

$$U(x^0) = 0, \quad U(x^*) = 1$$

12) 속성간 독립성을 만족하지 못하면 보다 복잡한 승법적 효용함수를 이용해야 하는데, 승법적 효용함수를 구성하는 설문 문항은 지나치게 복잡하여 많은 시간이 소요되기 때문에 대부분의 연구에서는 가법적 효용함수를 사용하고 있다(유승훈 외, 1999).

또한 다른 한 점에서의 lottery 값을 설문을 통해 파악한다.

$$U(x') = 0.5U(x^0) + 0.5U(x^*)$$

이렇게 되면 3개의 식으로 식 (1), (2), (3)에서의 세 개의 미지수 α , β , γ 를 구할 수 있다.

예를 들어 시스템과 S/W 기술자립이라는 속성에 대한 전문가들의 응답은 <표 10>과 같다. 1명의 응답자가 위험선호, 3명의 응답자가 위험기피, 1명의 응답자가 위험중립이었다. 이는 기술자립을 적극적으로 수행해야 한다가 1명, 기술자립도 좋지만 수입해도 좋으니 확실하게 ATM 교환기를 확보해야 한다가 3명, 어떻게든 관심 없다가 1명이라는 의미이다.

<표 10> 시스템과 S/W 기술자립 함수

응답자	함 수 식
A	$u(x) = -0.039048 + 0.001467\text{EXP}(0.0656256)x$
B	$u(x) = 1.039047 - 27.64886\text{EXP}(-0.065626)x$
C	$u(x) = 1.784057 - 4.059474\text{EXP}(-0.016443)x$
D	$u(x) = -1.000000 + 0.020000x$
E	$u(x) = 1.039047 - 27.64886\text{EXP}(-0.065626)x$

한편 전문가 5명의 각 속성에 대한 위험태도만을 정리하면 <표 11>과 같다. 이를 보면 전문가들은 H/W 국산화에는 소극적인 반면, 특히 차세대 기술기반확보는 반드시 달성해야 한다고 여기고 있음을 알 수 있다. 여기서 우리는 전문가들에 따라 위험에 대한 태도가 서로 다르다는 것을 알 수 있는데 이는 전문가들이 속한 집단의 성격과 연관된 것으로 보인다.¹³⁾ 이러한 차이는 구체적인 가치평가에서도 상당부분 그대로 나타난다.

<표 11> 각 속성에 대한 5명 전문가들의 위험태도

속성 \ 위험태도	위험선호적	위험기피적	위험중립적
시스템과 S/W 기술자립	1	3	1
H/W부품 국산화	-	5	-
차세대 기술기반확보	5	-	-
정보화 촉진	2	1	2
국가 통신산업 보호	1	2	2

13) 이러한 점도 분야별 전문가의 가치평가의 평균값에 의미를 부여하지 않는 이유이다.

각 속성의 상대적 중요도를 평가하기 위해서 2단계 스윙기법이 사용되었다. 먼저 속성들을 기술적 효과와 사회/정책적 효과로 구분하여, 두 가지 효과에 대한 상대적 중요도를 평가하였다. 그런 다음 각 효과에 속한 속성들에 대해서 상대적 중요도를 평가하였다. 이때 각 응답자는 가장 중요한 속성에 100의 점수를 주고, 속성의 상대적인 중요도에 따라 감소하는 형태로 점수를 매긴다. 결과는 <표 12>에 나타나 있다.

<표 12> 속성별 중요성

	응답A	응답B	응답C	응답D	응답E
1. 기술적 효과	0.524	0.629	0.410	0.428	-
1.1 시스템과 S/W기술 자립	0.190	0.228	0.125	0.115	-
1.2 H/W부품 국산화	0.143	0.114	0.125	0.165	-
1.3 차세대 기술기반확보	0.190	0.287	0.160	0.148	-
2. 사회/정책적 효과	0.476	0.372	0.591	0.571	-
2.1 정보화 촉진	0.238	0.124	0.208	0.357	-
2.2 국가 통신산업 보호	0.238	0.248	0.383	0.214	-
합 계	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

주: 응답E는 심리적 중요도와 화폐가치 중요도 순서가 일치하지 않아 무효 처리함.

응답자 A, B는 기술적 효과를 크게 인식하였고, 응답자 C, D는 사회정책적 효과가 더 크다고 응답하였다. 세부적인 속성들을 보면 ATM 교환기는 국가 통신산업 보호라는 속성이 가장 중요한 것을 나타나고 있다. 다음으로는 정보화 촉진 속성이 중요하다고 지적되고 있다. 교환기가 가진 성격을 잘 보여주고 있다고 할 수 있다.

4. 화폐가치 평가

각 속성에 대해 최종적으로 각 응답자가 답한 화폐적 가치의 크기는 <표 13>와 같다. 국가 통신산업 보호의 가치가 약 4조원에서 12조원에 달하고, 정보화 촉진의 가치가

<표 13> 속성별 비경제적 가치

속 성	화폐가치 (조원)					평균
	응답A	응답B	응답C	응답D	응답E	
1. 기술적 효과	11.0	12.7	12.8	7.8	-	(11.08)
1.1 시스템과 S/W기술 자립	4.0	4.6	3.9	2.1	-	(3.65)
1.2 H/W부품 국산화	3.0	2.3	3.9	3.0	-	(3.05)
1.3 차세대 기술기반확보	4.0	5.8	5.0	2.7	-	(4.38)
2. 사회/정책적 효과	10.0	7.5	18.5	10.4	-	(11.60)
2.1 정보화 촉진	5.0	2.5	6.5	6.5	-	(5.13)
2.2 국가 통신산업 보호	5.0	5.0	12.0	3.9	-	(6.47)
합 계	21.0	20.3	41.3	18.2		(22.68)

주: 평균은 참조용 숫자임.

2.5조원에서 6조원에 달한다. 다음으로는 차세대 기술기반 확보가 그 뒤를 잇는다. 전체적인 비경제적 가치로는 18조에서 41조에 이르는 것으로 나타난다.

한편 ATM 교환기의 1999년말 현재가치는 <표 14>에 나타난 바와 같이 7.4조원에서 8.4조원에 이르는 것으로 나타났다. 그러나 이를 세부적으로 보면 아직 본격적으로 출하되지 않아 경제적 가치가 거의 무시될 정도이고, 비경제적 가치 중에서도 사회정책적 가치 역시 무시될 정도이다. 즉 경제적인 면에서는 1999년말 현재 비용편익분석을 해보면 효과는 매우 미미하다는 것을 알 수 있다.

다시 말하면 본 논문의 분석대상인 ATM 교환기 개발을 위해 1992-99년 기간에 ETRI가 1,392억원, 기업체가 1,855억원을 투입하였으나 1999년말 현재의 명시적인 경제효과는 1,000억원, 묵시적 경제효과는 6,000억원에서 8,000억원에 그치는 것으로 나타났다. 이러한 현상이 발행한 원인은 이러한 현상이 발행한 원인은 세계경기성장 둔화, ATM보다 IP 프로토콜을 사용하는 인터넷 통신이 급증하여 라우터가 확대되는 등 ATM 교환기 시장이 예상보다 늦게 창출된데서 찾을 수 있다. 따라서 개발초기에 예측한 국내 ATM 교환기 공중망 시장이 2015년까지 약 10조원 규모로 추정되었으나 시장상황변화에 따라 효과가 대폭 축소된 기술개발실패의 한 예라 할 수도 있다. 이점은 정책적인 관점에서 기술예측의 중요성을 시사해주는 것이다.

<표 14> ATM 교환기의 1999년말 가치

속 성	화폐가치 (조원)					
	A	B	C	D	E	평균
1. 기술적 효과	5.83	7.09	7.34	4.83	-	(6.27)
1.1 시스템과 S/W기술 자립	2.84	4.53	3.64	1.89	-	(3.22)
1.2 H/W부품 국산화	2.83	2.17	3.50	2.83	-	(2.83)
1.3 차세대 기술기반확보	0.16	0.39	0.20	0.11	-	(0.22)
2. 사회/정책적 효과	0.85	0.43	0.00	2.41	-	(0.92)
2.1 정보화 촉진	0.85	0.43	0.00	2.41	-	(0.92)
2.2 국가 통신산업 보호	0.00	0.00	0.00	0.00	-	(0.00)
I. 비경제적 효과	6.68	7.52	7.34	7.24	-	(7.20)
3. 명시적 경제효과						(0.1)
3.1 시장창출/수입대체						0.1
3.2 타산업 생산유발효과						0.0
4. 묵시적 경제효과						(0.6 - 0.8)
4.1 기술료 절감						0.4
4.2 타 기술개발비 절감						0.0
4.3 수입가격 하락						0.0
4.4 타산업 생산성 효과						0.2 - 0.4
II. 경제적 효과						0.7 - 0.9
계						7.4 - 8.4
						(8.0)

IV. 맺음말

ATM 교환기는 기술적으로는 초고속망 구축의 요소기술이자 경제적으로는 중간재라는 특성을 가지고 있다. 본 논문에서는 ATM 교환기의 효과를 3가지 시나리오에 입각하여 경제적 가치와 비경제적 가치로 구분하여 평가하였다. 경제적 가치는 다시 생산유발효과, 부가가치유발효과, 수입유발효과, 고용유발효과 등과 같은 명시적 효과와 기술료 절감효과, 타 기술개발비 절감효과, 수입가격 하락효과 및 타산업 생산성효과와 같은 묵시적인 경제적 효과로 구분하였다. 비경제적 효과는 기술적인 효과나 사회·정책적 효과와 같은 경제외적인 효과를 말한다. 예를 들면 기술자립도 제고, 차세대 기술기반 확보, 정보화촉진 등은 시장에서 효과가 직접 실현되지 않아 측정하기 어려운 효과이다.

산업연관분석을 이용한 생산유발효과는 1998-2010년 기간중 약 4조원~약 5조원, 부가가치유발액은 약 1조원~약 2조원에 이를 것으로 나타났다. 또한 타산업 생산성효과 등의 묵시적 경제효과는 약 4조원~약 6조원에 달할 것으로 예상된다. 이에 따라 생산유발효과와 묵시적 경제효과를 합한 총 경제적 효과는 약 8조원~약 11조원으로 추정되었다.

한편 비경제적 가치를 측정하기 위해 MAUT를 사용하였다. 비경제적 가치의 속성으로는 시스템과 S/W기술 자립, H/W부품 국산화, 차세대 기술기반확보, 정보화 촉진, 국가통신산업 보호 5가지가 제시되었다. 이 중에서 국가 통신산업 보호의 가치가 약 4조원에서 12조원에 달하고, 정보화 촉진의 가치가 2.5조원에서 6조원에 달한다. 다음으로는 차세대 기술기반 확보의 가치가 큰 것으로 나타났다. 전문가들이 응답한 ATM 교환기의 비경제적 가치의 크기는 18조원부터 31조원에 이를 것으로 나타났다. 경제적 효과와 비경제적 효과를 합하면 26조원에서 43조원에서 이를 것으로 예상된다.

경제적 효과와 비경제적 효과를 비교해 본다면 비경제적 효과가 경제적 효과보다 2배 이상 크다. 즉 ATM 교환기는 경제적인 측면보다 비경제적인 측면의 가치가 훨씬 큰 기술임을 말해주는 것이다. 이러한 현상이 나타나는 본질적인 이유는 ATM 교환기가 중간재 성격을 띄고 있는 기술이기 때문으로 평가된다. 이 결과는 소비재의 경우 경제적 가치가 비경제적 가치보다 크다는 CDMA 이동전화에 대한 민완기 외(2000)와 디지털TV에 대한 설성수 외(2000b)의 연구결과와 대비되는 것이다.

한편 ATM 교환기의 1999년말 현재가치를 계산해보면 분석대상 ATM 교환기가 아직 본격적으로 출하되지 않아 경제적 가치는 거의 무시될 정도이고, 비경제적 가치 중에서도 사회정책적 가치 극히 미미한 것으로 나타났다. 이러한 현상이 발행한 원인은 세계 경기성장 둔화, ATM보다 IP 프로토콜을 사용하는 인터넷 통신이 급증하여 라우터가 확대되는 등 ATM 교환기 시장이 예상보다 늦게 창출된 것을 찾을 수 있다. 즉 현재 시점에서 평가해봤을 때 ATM 교환기 개발은 시장상황이 변함에 따라 개발 효과가 대폭 축소된 기술개발실패의 한 예라 할 수 있을 것이다. 이점은 정책적인 관점에서 기술예측의 중요

성을 시사해주는 좋은 예라 할 것이다.

그렇지만 최근 라우터의 전송품질이 급격히 낮아져 라우터 확산이 둔화되고 있고, IP와 ATM이 각기 나름대로의 장단점을 갖고 있으며, 향후에는 IP와 ATM 기반의 처리 방식이 합쳐진 새로운 형태의 교환방식이 등장하리라 예상되므로 장기간에 걸쳐서는 ATM 교환기 개발이 실패하였다고 단정적으로 말하기는 어렵다.

參考文獻

- 강병용 외, “정보통신시장의 수요 예측을 위한 개념적 예측 모형의 구성”, 「한국경영과 학회/대한산업공학회 '95 춘계 공동 학술대회논문집(II)」, 1995.
- 곽승준·유승훈·김태유, “A Pilot Application of Multi-Attribute Utility Technique to Air Quality Valuation in Seoul: Constructive Approach,” 「한국계량경제학회 학술 발표대회논문집」, 제1권, 1997.
- 김범환, 김기영, “텔파이방법 적용 사례연구-초고속망 장비 관련 시장예측과 관련하여”, 1999 추계 학술대회 발표논문, 한국기술혁신학회, 1999. 11. 26.
- 민완기 외, “CDMA의 비경제적 가치 분석,” 「기술혁신학회지」, 3-1호, 2000. 3, pp. 127-138.
- 설성수(2000a), “기술가치평가의 분석 틀,” 「기술혁신학회지」, 3-1호, 2000. 3, pp. 1-15.
- _____ (2000b), “기술가치평가 개론,” 기술혁신학회 톨로퀴엄, 2000. 4. pp. 21-22.
- 설성수 외(2000a), 「ETRI 주요 연구개발사업의 파급효과 분석에 관한 연구」, 한국전자통신연구원, 2000. 1.
- 설성수 외(2000b), “디지털TV의 경제적 가치와 비경제적 가치의 비교분석,” 2000. 5, mimeo, 한남대학교 경제전공/하이테크비즈니스전공.
- 오완근 외, “디지털TV의 경제적 가치 평가-IO분석을 중심으로-,” 「기술혁신학회지」, 제3권 제1호, 2000. 3, pp. 100-112.
- 유승훈·곽승준·김태유, “서울시 대기질 속성의 가치측정-다속성 효용이론에 근거한 조건부 가치측정법,” 「환경경제연구」, 제7권 제2호, 1999.
- _____, “환경관련 의사결정을 위한 환경영향지수-전력산업을 중심으로,” 「자원경제학회지」, 제7권 제2호, 1998. 3, pp. 111-136.
- 임명환, “산업연관분석을 통한 정보통신산업의 위치와 파급효과 분석- 상, 하,” 「경영과 기술」, 1-2월호, 1994.
- 전영서, “광통신 핵심소자의 경제성 분석,” 기술경제성분석 워크샵 발표논문, 한남대 경제연구센터, 1999. 8.
- 전자신문사, 「전자신문」 각호.
- 정보통신부, 「정보통신 기술개발 5개년 계획(2000-2004)」, 1999.
- _____, 「정보통신 유망품목 육성전략 연구」, 1999.
- _____, 「초고속망 관련장비 수급전망 및 대책(98년~2002년)」, 1998.
- 허은녕, “환경오염 저감의 경제적 가치분석,” 「한국기술혁신학회 하계 콜로퀴엄 논문집」, 1998.

- 한국은행, 「산업연관표 CD ROM」, 1998. 8.
- _____, 「1995년 산업연관표 개요」, 1998. 9.
- 한국전자통신연구원, 「고도통신의 경제적 영향」, 1994. 11.
- _____ 기술경제연구부, 「정보통신부품 국산화율 효과」, 1999. 10. 6.
- 한국전자통신연구원, 「정보통신기기산업 산업품목별 제조 및 수출현황분석에 관한 연구」, 한국전자통신연구원, 1999. 10.
- 한국정보통신진흥협회, 「정보통신 주요품목 동향조사」, 각호
- 홍동표, “산업간 R&D투자 파급분석,” 「산업조직연구」, 제7집, 제2호, 1999. 9.
- 홍동표 · 김용규 · 정시연, “산업연관표를 이용한 정보통신산업의 경제효과분석,” 「정보통신정책연구」, 1999. 6, 제6권 제1호.
- Yoo, S. H., “Three Essays on Environmental Management and Valuation,” 서울대 기술정책대학원 박사학위논문, 1999.
- Arrow, K., R. Solow, P. R. Portney, E. E. Leamer, R. Radner, and H. Schuman, “Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation,” *Federal Register*, Vol. 58, 1993.
- Bishop, R. C. and T. A. Heberlein, “Measuring Values of Extramarket Goods: Are Indirect Measures Biased?,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol.61, 1979.
- Dale V., C. Russel, M. Headly, M. Kane and R. Gregory, “Applying Multi-Attribute Utility Techniques to Environmental Valuation: A Forest Ecosystem Study,” Paper Presented at the Southern Economic Association Meetings, Washington, D. C., 1996.
- Gregory, R., S. Lichtenstein and P. Slovic, “Valuing Environmental Resources: A Constructive Approach,” *Journal of Risk and Uncertainty*, Vol. 7, 1993.
- Kee, R. and E. Nichols, *Ovum Forecasts: Telecoms, the Internet and Digital TV*, Ovum, 1999.
- Keeney, R. L., *Value-Focused Thinking*, Harvard University Press, 1992.
- Keeney, R. L. and H. Raiffa, *Decisions with Multiple Objectives*, John Wiley & Sons, New York, 1976.
- Miller, R. and P. Blair, *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Prentice-Hall, 1985.
- Terleckyj, N. E., “Effects of R&D on the Productivity of Industries: An Exploratory Study,” *National Planning Association*, Washington, D. C., 1974.