技術豫測은 왜 빗나가는가?

院長 홍 순 기(經營博),

연구원 김 형 수

(예측 조사 연구실)

태양 전지와 핵융합으로 생산되는 수백만 와트의 무공해 전력, 로보트로 가동되는 무인 공장 시설, TV대신 비디오텍스가 안방을 차지한 대부분의 가정, 배터리로 움직이는 자동차, 전자 pulse가 아닌 빛에 의해 정보가 처리되는 컴퓨터

이런 꿈의 세계가 바로 불과 십수년 전에 기술 예측가들이 예측하였던 오늘날의 모습이다. 그러나 오늘의 세계를 살펴보면 생산 공장에는 소수의 로봇만이 이용되고 있고 비디오텍스 산업은 정체 상태에 있으며, 태양 에너지는 오직 제한된 응용분야에 사용되는 값비싼 방식일 뿐 아니라, 전기 자동차는 5년, 핵융합은 여전히 십여년은 기다려야 실용화가 될 것으로 보인다. 오히려 예측가들이 전혀 예상 못했던 다른 기술들이 오늘날 새로이 부상되고 있다. 한 마디로 말해 기술 예측이 예측하지 못한 세계인 것이다.

미래를 핀으로 찍듯이 정확하게 예측하지 못한 것을 누구의 책임으로 돌릴 수는 없다. 최초의 증기 기선이 플톤의 어리석음(Fulton's folly)으로 조롱받게 된 이래로 전문가들의 기술 예측은 실패와 시간 낭비의 연속이었다. 반도체가 진공관을 예상치 못할 정도로 급격히 대체한 사건은 심지어 관련 분야의 전문가들조차도 경악스러운 일이었다. 한편 수년 간의 꾸준한 선전(과대)에도 불구하고, 음성 인식 시스템 개발 분야는 아직도 수십 단어의 대화를 처리할 수 있는 시스템부터 개발해야 하는 과제를 안고 있다.

이와 같은 기술 예측에서의 오류는 연구개발 자원의 우선 순위 배분을 왜곡시킬 수 있는 일시적 기술 유행(technological fads)의 결과로 나타난다. 소위 과대 선전된 기술(hyped technology)은 한동안 주목을 받으면서 수많은 사람들을 그 분야로 끌어들인다. 심지어 관심을 모으던 기술개발의 어려움이 분명해진 후에도 많은 과학자들은 그 분야 연구를 고집하고 있다는 것이다. 그 결과 연구 목적의 의미가 사라진 일련의 과학자들만 생겨나는 것이다.

그러면 기술 예측의 오류는 피할 수 없는 것인가? 어느 정도까지는 그럴 것이다. 그렇지만 어떤 종류의 실수는 되풀이 되는 경향이 있음을 알 수 있다. 따라서 이런 경향을 살펴봄으로써 기업과 정책 수립자들은 오늘날의 발전 가능성이 있는 기술을 더욱 현명하게 판단하고, 가용 자원을 보다 효율적으로 배분할 수도 있는 것이다.

誤導하는 先知者들

주로 새로운 기술에 막대한 투자를 한 사람들에 의해서 낙관적인 예측은 시작된다. 기술의 잠재력에 대한 그들의 완고한 견해는 종종 신빙성 있는 시장 자료로 잘못 포장되면서 맹목적인 기업가와 투자가들에게 피해를 입힌다.

새로운 것을 개발하기 위해서 개발자는 물론 그 기술에 대한 전적인 신뢰를 갖지 않으면 안된다. 또한 개발자는 그 기술의 밝은 전망에 대해 다른 사람들을 확신시켜야만 한다. 기업가는 자본가를 필요로 하고 기업에 속한 과학자는 자금을 배분받기 위해 최고 경영층의 지지를 필요로 한다. 대학이나 정부 기관의 연구소들은 연구 업적을 과장하고 예상되는 문제

점을 축소 보고하게 되는 유혹을 받는다. 즉 성공 가능성이 높아 보일수록 재원 조달이 용이해질 것이기 때문이다. 결과적으로 과장되고 비현실적인 기대감만 부추기게 되는 경우가 생기는 것이다.

특히 획기적인 기술 개발은 심지어 분별있는 계획 수립가들의 판단을 흐리게 할 수 있다. 초기에는 낙관적인 전망과 추축만 무성하게 된다. 그런 후에야 기술상의 복잡한 문제점이 드러나게 된다. 예를 들어 최근 고온 초전도체의 개발 사례에서 볼 수 있듯이, 곧 실현될 듯 했던 자기 부상 열차, 대륙 간 전력 송전, 초고속 전자 스위치 등에 대한 언론의 집중적인 보도와 관심 후에야 새로운 초전도체가 아직 상업화의 실용 가능성이 부족하다는 문제점이 드러났음을 알고 있다.

既存 技術의 過少 評價

기술 예측은 한편 기존 기술의 진보 가능성을 과소 평가함으로써 오히려 빗나가는 경우도 있다.

반도체칩 제조업계는 이런 관점에서 중요한 예이다. 오늘날 모든 집적 회로를 생산하기 위해서는 광리소그래피(optical lithography) 기술이 필요하다. 광리소그래피는 트랜지스터와 연결선의 복잡한 구조를 만들기 위해 마스크를 통해 실리콘 웨이퍼에 빛을 조사하는 방식을 말한다. 한 개의 칩안에 더 많은 트랜지스터를 장치하여 컴퓨터의 성능과 기억 용량을 높이기 위해서는 처리 과정에 고도의 기술이 필요하다.

70년대에 광리소그래피는 곧 자취를 감출 것으로 예상했었다. 사람들은 가공선폭이 1마이크론보다 작은 칩을 생산할 수 없으리라 믿었기 때문이다.

다시 말해 광리소그래피 방식은 빛보다 파장이 훨씬 짧고 초점이 훨씬 선명한 X-ray 리소그래피 방식에 밀려날 것으로 믿어졌다. 그러나 광리소그래피 방식은 발전을 계속하였고, 칩이 점점 컴팩트화되면서 반도체 제조업자들은 그들의 시도와 기술을 포기하지 않고 있다. 광방식은 마이크로칩 가공선폭이 1/3 혹은 1/4마이크론이 될 때까지 이용될 것으로 기대된다는 것이다.

Josephson 접합 소자는 일단 잠식된 기술이 나중에 나타난 도전 기술을 다시 앞지른 대표적 사례이다. 70년대의 실리콘 트랜지스터보다 더욱 신속한 개폐 기능을 위해 IBM에서는 초박막(ultra-thin layer)의 초전도체 재료를 이용한 접합 소자 방식을 15년 간 연구해 왔다. 그러나 실리콘칩의 기술이 급격하게 진보하면서 접합 소자 방식의 이점이 점차로 사라져버렸다. 아무도 실리콘의 기술 개발이 계속되리라고 생각하지 못했다. IBM 연구자들이 조셉슨 접합 방식의 문제점을 극복하는 동안, 실리콘 방식의 기술 진보로 새로운 기술의 필요성이 사라져버린 것이다.

개발이 지연된 또다른 전자 혁명으로 GaAs(gallium-arsenide)칩의 출현이다. 이 초고속 소자는 내방사능, 내열성이 뛰어나 이러한 기능이 필요한 우주 개발과 군사적 용도뿐만 아니라 마이크로웨이브나 광전자기기 등에 이미 광범위하게 이용되고 있다. 80년대에는 GaAs칩에 대한 밝은 전망이 새로운 분야를 개착함으로써 높은 성과를 얻으려는 벤처 자본을 위주로한 정밀 전자 산업의 형성을 촉진했다. 그러나 GaAs 산업의 참여 기업은 실리콘 기술의 빠른 진보를 따라잡는데 실패했다.

技術 革新의 過少 評價

소비재 기술은 예측하기가 가장 어렵지만 한 가지 분명한 사실은 소비자들은 기존에 가지고

있던 것보다 조금 나은 것을 구입하기 위해 돈을 쓰지는 않는다는 점이다. 예를 들어 녹음 재생이 가능한 4채널 음향 방식이 소개되면서 음악 애호가들이 그 새로운 방식의 음향을 듣기위해 - 기존의 것보다 조금 좋은 음질을 위해 - 거실을 개조하라고 예상했었다. 그러나 어쩌면 당연하게도 그 기술은 곧 버림받고 말았다.

소비자의 기호를 잘못 예측한 또다른 사례는 80년대 초반 가정 정보 서비스(home information services) 산업의 붐을 들 수 있다. 80년 한 예측 자료는 전체 미국 가정의 5 퍼센트 이상이 85년까지 비디오텍스를 설치하리라고 전망했었다. 소비자들은 집안에서 컴퓨터에 온라인을 설치하여 쇼핑을 하고 백과 사전을 찾아 보고, 최근 뉴스와 날씨 그리고 주식 시세등을 알아 볼 수 있는 기회를 가질 것으로 예상하였다. 예로써, Knight-Ridder社는 이윤을 전혀 창출하지 못한 비디오텍스 서비스 시스템을 설치하기 위해 6천만 달러라는 자금을 허비했고 결국은 포기하고 말았다. 모든 컴퓨터 시스템이나 정보 통신 시설 등의 기술 그 자체에는 아무 문제가 없었지만 비디오 시장 개척 기업은 소비자들이 가정용 컴퓨터를 어떻게 이용하리라는 것에 대해 잘못 예측한 것이다. 비디오텍스가 제공하는 모든 정보보다 더 효율적으로 제공할 수 있는 방법들이 있었던 것이다. 다시 말해 신문이나 책자로 된 백과 사전, 쇼핑 안내서 등이 대부분의 소비자들에게 더욱 선호된 것이다. 자본 시장 정보나 핫뉴스가 중요한 역할을 하는 비즈니스 세계와는 달리, 가정의 일반 소비자들은 일분 일초를 다투는 정보를 필요로 하지 않았던 것이다.

이와 같은 문제점들은 신기술에 대한 상업화의 성공 여부가 기술 개발자들이 통제 할 수 없는 다른 요인들에 달려 있을 때가 많기 때문이다. 예를 들면 비디오 디스크 플레이어는 70년대 후반의 낙관적인 예측과는 달리 가정용품으로 자리잡는 데에 실패했다. RCA 회사가 녹화 기능이 있는 비디오 시스템 개발에 막대한 자금을 투입했지만, 판매고는 회사가 예측한 만큼에 접근한 적이 없었다. 89년 RCA회사는 결국 상품 생산을 중단하고 1억 7천만 달러라는 금액을 손비로 처리할 수밖에 없었다.

그럼 VCR 산업의 놀라운 성공에 반해 비디오 디스크의 실패 원인은 무엇인가? 물론 VCR의 녹화 기능은 뛰어난 장점을 갖고 있다. 그러나 VCR을 구입하는 대다수의 소비자들은 프로그램 녹화보다 단순히 영화 테이프를 빌려보는 데 사용한다. 또한 VCR 산업의 성공은 비디오 상점의 증가에도 원인이 있다고 할 것이다. Lotus 1-2-3 프로그램의 개발이 비즈니스맨들이 PC를 구입하게 된 계기를 준 것처럼, 값싸게 빌릴 수 있는 수많은 영화 테이프들이 VCR의 구입을 촉진시켰다. 반대로 대부분의 사람들은 영화를 단 한번 보고마는 경향이 있는데도 RCA는 소비자들이 반복해서 영화를 볼 수 있도록 수많은 비디오 디스크를 구입하여 자기 집의 장식 진열대에 도서관처럼 꾸며 놓으리라고 생각했던 것이었다.

未來의 不確實性을 克服하기 위해서

기술 예측이 신중을 요하는 기술이라면 몇몇 전문가들은 향후 전망에 너무 과민하지 않는 것이 바람직하다고 충고한다. 기업의 경영자나 의사 결정권자는 그들의 미래에 관한 전략을 잘못된 미래 전망에 근거를 두고 시행하기 보다는 항시 발생하는 기술 변화에 신속하게 대응할 수 있도록 조직을 꾸러나가야 한다는 것이다.

그러나 미래의 기술 예측 분야의 종사자들까지 기술 예측 활동을 포기할 필요는 없다. 예측가는 단 한 가지 미래의 결과를 예측하기 보다는 각각 다른 시나리오를 가진 여러 미래상을 그려야 한다. 즉 불확실성까지 포괄하는 기술의 포트폴리오를 의미한다. 의사 결정권자들은 조직의 목표와 그 목표를 달성하는 데 필요한 기술에 대한 각각의 시나리오에 있어서의 잠재적인 효과를 예상할 수 있어야 한다.

예를 들어 많은 에너지 기술의 운명은 국제 환경 운동 특히 온실 효과 가스의 발산을 억제하기 위한 노력에 달려 있다. 만일 온실 효과에 대한 경고가 심화될수록 태양 에너지나 원자력 등의 무한 에너지들이 더욱 주목을 받고 정부의 재정 지원이 이어질 것이다. 조직의 의사 결정자들은 현재의 상황을 다소간 미래의 가능성 있는 시나리오에 맞게 그들의 사업계획을 끊임없이 변화시켜 나가야 한다.

과거의 부정확했던 경험들로부터 실패와 시행 착오를 피할 수 있는 몇 가지 교훈을 찾을 수 있다.

▶ 관련 분야의 기술 개발 동향에 유의해야 한다. 예를 들면, 십년전에 레이저프린터는 1만 달러 정도의 가격이었다. 보다 저렴한 프린터의 기술은 프린터 산업에서가 아니라 복사기를 위해 레이저를 이용했던 Canon회사에서 만들어졌다.

▶ 이해 당사자의 정보에 근거한 예측들을 무시해야 한다. 투자자, 경영자 그리고 언론매체는 이러한 분명한 교훈을 무시하는 경향이 있다. 이해 당사자들은 개발 기술로 이윤을 얻으려는 기업뿐 아니라, 대중의 관심과 함께 연구비 지원이 증감하고 상품 시장과는 거리가 먼 과학자들까지도 포함된다.

▶ 기존의 기술이 끊임없이 진보한다는 것과 사람들이 약 10% 정도 더 좋은 새로운 것을 위해 현재 가진 것을 포기하지는 않을 것이라는 것을 예상해야 한다.

▶ 간단한 경향외삽에 근거한 예측에 주의해야 한다. 과거를 되돌아 봄으로써 미래를 예측한다는 것은 제반 조건이 앞으로도 일정할 것이라는 것을 가장한다. 이것은 자동차의 백미러만을 보면서 운전하는 것과 같은 이치이다.

▶ 기술 예측과 시장 예측을 구분해야 한다. 새로운 갈륨아세나이드칩이 실리콘칩보다 빨리 작동한다는 것, 그것은 물리학과 엔지니어링적 측면일 뿐이다. 그러나 갈륨 아세나이드 시장이 주어진 시간에 목표한 만큼의 수요가 있을지를 예상하는 것은 여러 가지 예측하기 어려운 요소들에 달려 있다. 즉 대량 생산에서의 소재 가공의 어려움, 컴퓨터의 수요, 다른 경쟁 기술의 발전 상황 등과 같은 요소에 달려 있다. 사람들은 종종 다른 요소들을 외면한 채 기술 예측만 가지고 시장 전망을 추정한다.

▶ 기술 혁신으로부터 확산에 이르기까지에는 시간이 걸린다. 실제로 혁신 기술들은 광범위한 실용화를 위해 10년에서 25년의 기간이 필요하다. 이 경우에는 어느 곳에도 나타날 것 같지 않던 컴퓨터와 정보 통신 분야를 예로 들 수있다. 또 팩스는 40년대에, 광섬유는 60년대에 처음 나타났었다.

▶ 기술의 성공 여부가 달린 하부 구조에 주의를 기울여야 한다. Lee De Forest는 진공관 기술을 1906년에 발명했지만, 라디오 방송은 1921년에야 시작되었다. 즉 진공관의 대량 생산에 필요한 기술을 개발하는데 15년이 걸린다. 벽에 거는 TV의 실용화 시기를 예측하기 위해서는 평면 화면 기술--현재의 TV와 컴퓨터 터미널에 이용되는 음극선(cathode-ray tube)보다 가볍고 전력을 덜 소모하는 화상 방식-에 대한 분석이 필요하다.

확실히 잠재적인 혁신 기술을 찾는 사람들이 시도할 수 있는 많은 분야들이 있다. 신경망(neural network)컴퓨터, 초경량 휴대용 전화기, 하이퍼메디아(hyper-media). 지능 고속 도로 시스템 등 이 모든 것들의 혁명 시대가 도래하고 있다고 이야기되고 있다. 그러면 어떤 것이 성공하고 실패할 것인가?

앞에서 제시된 기본적인 주의 사항들을 참고함으로써 기술 예측에서의 혼선을 푸는데 어느

정도 기여할 수 있을 것이다. 그러나 기본적으로 미래에 대한 예측은 여전히 도박성에 가깝다. ˝모두가 거기에 손을 얹고 있지만, 다른 누군가가 모르게 판을 움직이고 있는 듯한 느낌이 항상 든다.˝라는 말은 기술 예측자들이 명심해야 하는 금언인 것이다.

(이 글은 Brody. H., ˝Great Expectations˝ Technology Review. July 1991. pp. 39 44. 를 기초로 쓰여졌음)