

21세기 전기산업의 전망

The Prospect of Electrical Engineering for 21th Century

이수길, 이준용
S.K. Lee, J.W. Lee

1. 서론

오늘날 유기체와 같이 변화하고 있는 산업환경에서 생존하기 위해서는 끊임없는 혁신이 필요하다는 것이 20세기를 살아가는 공학인들의 지배적인 생각이다. 또한, 역사적으로 우리는 항상 끊임없는 혁신에 의존해 왔으며 특히 최근의 20여년간은 성장과 팽창의 무드에 젖어서 국제간의 경쟁이 어느때 보다는 격렬했던 것으로 생각된다.

연구개발에 대한 투자규모나, 노동력의 기술수준, 그리고 산업의 기술집약도와 같은 경쟁력 지표를 살펴봄으로써 어느정도 미래에 대한 전망을 할 수 있는데, 이러한 지표들을 살펴보면 우리는 어쩌면 역동적인 경쟁관계에서 잠을 자고있지 않았나 하는 생각도 든다.

1990년을 기준으로 우리나라의 연구개발 인력은 약 7만명 수준에 머물러서 미국의 13분의 1, 일본의 7분의 1에 머무르고 있으며, 과학기술에 대한 투자비용도 미국의 3분의 1, 일본의 17분의 1에 머무르고 있다는 사실이나, 1990년대에 이르도록 조립산업 위주의 산업구조를 탈피하지 못한것이 그 대표적인 예라고 할 수 있다.

저자는 이 글을 통하여 2000년대의 전기공학이 가지는 위상을 여러 각도에서 전망해보고, 경쟁적 사회구조에서 살아남기 위해서 가져야할 전기공학적인 자세와 발전방향을 제시하고자 한다.

2. 에너지수요와 전기공학의 미래

산업화된 산업사회에서 전기는 물과 같은 것이다. 가정, 직장, 병원 및 연구소등의 모든 제조업과 서비스 분야에서 전기가 차지하는 중요성 때문에 전기의 공급이 중단된다면, 재앙을 만난것과 같은 처지가 되는 것이다.

사회구조의 개선을 제공해왔던 경제성장은 에너지 공급의 증가를 필요로 하지만, 경제성장과 관련된 에너지의 사용이 균형을 유지해야 한다. 에너지와 전기사용의 증가가 역사적으로 경제와 인구성장과 함께했다는 것은 주지의 사실이다.

현재 예상하고 있는 연간 에너지와 전기 소비의 증가율은 각각 1.1% 와 1.75%인데, 이러한 성장률은 인구계획과 연계시켜 추산한 것이다.

1978년 미국의 EPRI(Electric Power Research Institute)에서는 자국에서의 전기사용과 전체 에너지 사용량에 관한 보고서를 발간했다.

그림 1에서는 1960년부터 2060년까지 미국과 세계인구의 성장을 나타내고 있으며, 그림 2에는 1950년대 이후의 경제성장과 전기에너지 용량과의 관계를 나타내고 있다.

1973년 첫번째 맞은 석유파동으로 일어난 자원절약운동은 여기서 보는 바와 같이 기대치 이하의 효과를 나타냈다. 그리고 현재 세계의 에너지 소비량중에 후진국들이 차지하는 비중은 24%이고, 전기 사용량은 19%를 쓰는 반면에, 2060년에는 44%의 에너지를 사용하고 41%의 전기를 소모하리라고 보여진다.

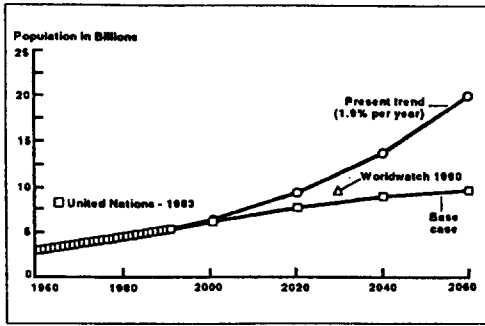


그림 1 1960~2060년도의 세계인구

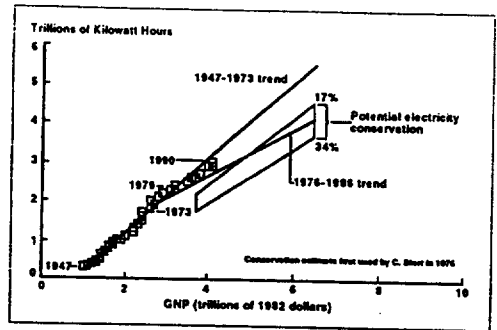


그림 2 미국내에서 GNP대 전기에너지 소비량의 절감효과

	<u>Actual 1986</u>	<u>Trend</u>	<u>Full Conservation</u>	<u>Zero per Capita Growth</u>
Electricity (kWh/capita)				
LDCs	500	3,590	2,390	500
DCs	6,850	24,730	16,480	6,850
World*	2,010	7,240	4,830	1,600
Total kWh (trillions)				
LDCs	2	29	19	4
DCs	8	41	28	12
World*	10	70	47	16

*Population weighted average of less developed countries (LDCs) and developed countries (DCs)

그림 3 2060년의 전력수요

이 때문에 후진국들이 수립하는 미래의 에너지 전략은 세계적인 관점에서 볼때 매우 중요한 문제이다. 물론 이러한 전망은 순탄한 경제, 인구성장과 에너지 보유량의 최적평가, 그리고 효과적인 태양에너지와 생화학적인 에너지원의 발굴을 전제로 한 것이다.

그렇다면 전기공학인들에게 닥쳐올 미래의 상황과 대처방안은 어떤것일까?

이 글에서는 다음과 같은 의견을 제시하고자 한다.

① 다가올 21세기에는 탄소 방출량이 최소한 2배로 증가하게되어 세계적으로 심각한 오염 수준을 나타낼 것으로 예상되므로, 태양에너지와 생화학적 에너지원의 효과적인 발굴에 박차를 가해야 한다.

② 오늘날 무한히 증가시킬 수 있는 에너지원은 원자력 에너지 밖에 없으나 핵 오염에 대한 여론의 우려가 높기 때문에 국제적으로 행해지는 핵 처리과정에 대한 계획과 전망 없이는 핵에너지 이용의 확장계획을 수립하기 어려운 실정이다. 이러한 여건을 극복하기 위해서는 세계적인 규모의 에너지 관리 프로그램을 개발하고 비화석 에너지의 개발을 추진해야 한다.

③ 탄소방출량의 감소를 위해서 경제성장을 멈출 수 없다는 사실을 인식해야 한다. 어쩌면 대기 오염보다 더 심각하게 볼 수도 있는 세계적인 기아와 빈곤등을 치유하려면 강력한 경제력이 주체가 되어야 하기 때문이다.

3. 하이테크 분야에 있어서 美, 日의 전망

미국에서 실시된 한 여론조사에 의하면 아직도 대다수의 미국의 기술자들은 미국이 다방면에 걸쳐서 일본을 앞지르는 기술력을 가지고 있다고 믿고 있고, 대다수의 일반인들은 미국이 다음세기에도 세계를 주도하는 기술력을 고수할 것이라고 믿고 있으며, 일본은 기초과학분야에서 혁신을 이룰 만한 뛰어난 인물을 배출하거나 지속적인 기술적 개혁을 이루지 못할 것이라는 생각을 가지고 있다.

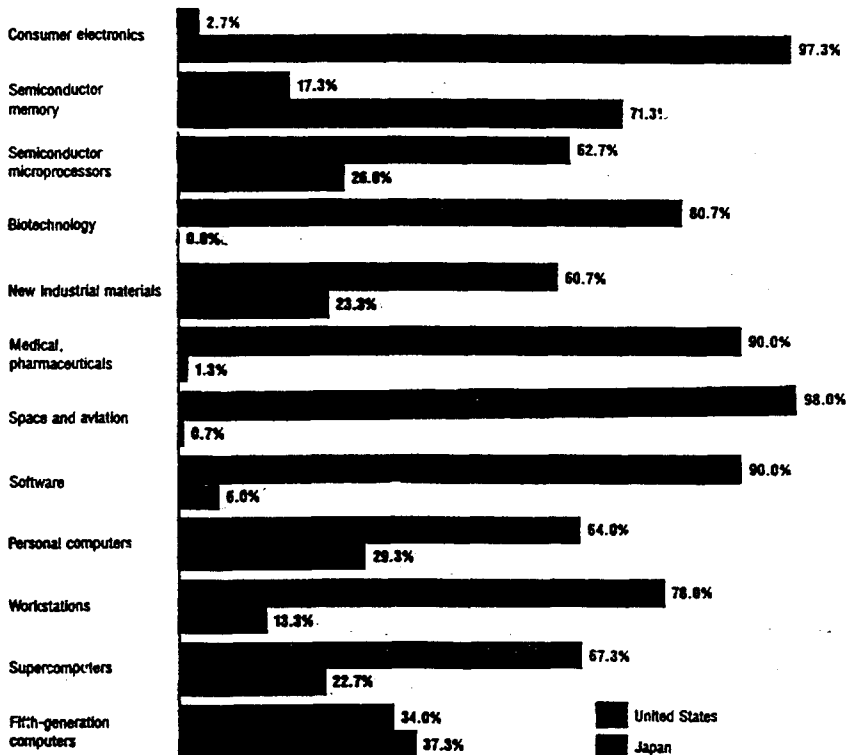
좀더 자세히 살펴보면, 12가지의 첨단핵심 기술분야, 즉 전자공학, 생물공학, 제 5세대 컴퓨터등의 분야에서 다음세기에 미국이 차지할 위치에 대해서 공학자들에게 질문을 던져본 결과, 그림 4에 나타난 바와같이 응답자중 93%가 일본이 전자공학분야에서 선두를 지킬 것이라는 대답을 했음에도 불구하고

고, 첨단기술의 전반적인 선두자리는 미국이 차지할 것이라는 의견이 지배적이었다.

그러나 미국의 선두를 점치는 사람들 중에도, 생물공학(88%), 제 5세대 컴퓨터 분야(46%)를 제외한 대부분의 분야에서 미국이 선두를 지키는데 고전할 것이라고 대답했다.

이상에서 언급한 사실들을 정리해보면, 대부분의 응답자들이 일본은 기초과학에서의 혁신이나 창조적인 사상가들을 길러내지 못할 것이라고 생각하면서도 기술적으로나 경제적으로 발전된 국가로서의 역할을 할 수 있을 것으로 기대했다고 볼 수 있다.

응답결과로 미루어 볼때, 미국의 기술자들과 일반인들의 대부분은 일본인들이 연구개발의 선두그룹에 참여하여 국제적인 연구개발활동을 수행하기를 원하고 있고(89.3%), 미국내에서의 연구개발에 좀더 많은 자본을 투자하기를 바란다고(62.7%) 볼 수 있다.



Note: Percentages of respondents who answered "don't know" or said that both countries are "equally advanced" are not shown.

그림 4 과학기술의 선두주자는?

4. 2000년의 전력 발전소

오래된 발전소의 재설비 및 개선을 통해서 유용한 수명을 상당한 수준으로 늘여야 하는 과제를 해결하기 위해서는, 로보틱스와 인공지능, 전문가 시스템등의 부가적인 기술들이 발달하여 플랜트의 가동, 유지시간을 줄이고 기본적으로 위험한 환경으로부터 작업자들을 분리해야하며 계통의 정지시간을 최대한 줄여야 한다. 그리고, 이렇게 단계적인 방법들은 향후 수십년동안 안정적인 전력수급을 이루는데 근간이 될 것이다.

그러나, 새로운 기술을 발전소에 도입하기에는 물리적, 경제적 제한이 뒤따른다. 몇몇의 노후된 발전소들은 개선된 기술을 도입하기 전에 수명을 다해서 문을 닫아야 할지도 모르고, 특히 핵 발전소를 새롭게 보수하는데는 중요하고도 지루한 안정성 시비까지도 사리고 있을지도 모른다.

그러므로, "2000년의 전력 발전소"에서 가장 핵심적으로 강조될 것은 운용방식과 유지보수에 관한 연구에 그칠 것이다.

발전소의 가동율과 용량이 전문적인 관점에서 점점 그 중요성을 더해가고 있으므로, 전력계통은 온라인 모니터, 분석장치로부터 제공된 정보를 바탕으로 가동되는 혁신적인 보호유지 프로그램에 의존할 수 밖에 없을 것이다. 그 결과, 관측과 관리(Observe & Maintenance)가 새로운 발전소의 설계와 건설에 매우 중요한 부분이 되었다.

또한, 모든 발전설비는 온라인화 되어 있어야 하고 경제적으로 운용할 수 있는 한 가동되어야 한다. 다시 말해서 발전소 운용 정보를 모으고 자료에 해당하는 가치를 부여하는 것이 점점 더 중요해지고 있다는 것이다. 이 때문에 컴퓨터화된 계기들을 더 많이 사용하게 되었고, 전문가 시스템 패키지와 로보틱스, 원격조정 시스템이 필수적으로 쓰여지게 되었다.

계통공학에서는 이미 이러한 방향으로 신뢰도 중심의 운용(Reliability-Centered Maintenance)과 신뢰도 중심의 감시체계(Reliability Centered System)가 운용되고 있다.

미래의 전력설비설계와 건설은 정보의 흐름과 공장의 입지확보라는 두가지 요인에 영향을 받을 것이다. 또한 전력설비에 있어서 정보의 흐름은 자동화된 공장의 것과 유사하게 사람이나 미리 프로그램된 컴퓨터의 자료분석에 의해서 지배되는 복잡하고도 유기적인 부 시스템의 도움으로 운용된다.

또한, 전력설비나 공장의 운용정보를 얻기 위해서는 관측과 경보기능을 수행하는 센서의 역할이 비약적으로 증가하게 된다. 센서로부터 들어오는 정보의 빈도가 높을수록 설비의 신뢰도가 높아지는 것이다.

그리고, 미래의 설비는 운용정보를 많이 모으는 것 뿐만 아니라 정보의 해석과 분석을 수행하는 관리센서에 잘 전달되도록 하는 중추적인 코드의 생성에도 관심을 기울여야 할 것이다.

그림 5에서는 기술의 발전에 따라 전력설비를 운용하기 위한 인간과 계기간의 상호작용이 변화하는 것을 보여주고 있다.

현대의 설비는 자동차 기술의 발달로 로보트로 사람의 기능을 일부 대체할 수 있게 되었고 사람의 지시에 따른 수동적인 임무 수행을 미리 프로그램된 절차에 따라서 자동적으로 수행 할 수 있게 되었다.

이렇게 향상된 근무환경과 근무자들의 욕구는 고용안정과 건강기구(Occupational Safety and Health Administration)의 규정을 좀 더 엄격하게 유도할지도 모른다.

로보틱스와 전문가 시스템에 의한 계통의 운용은 기존의 설비용량을 효과적으로 증설한 효과를 나타낼 것이다.

이러한 새로운 기술들은 단독 시스템간을 상호 연결하는 네트워크 구조를 가지고 실행되는 체제로 이루어진다.

이상에서 언급한 여러가지 발전상을 종합해 보면,

미래에는 완전히 독립적으로 인공지능화한 로봇 부품들이 계통으로부터 입수된 정보를 바탕으로 다양한 종류의 전력 설비들을 관찰하고 감시하며, 계기의 일부로서의 기능수행과 단계수준의 관리 의사결정을 내릴 수 있을 것으로 사료된다.

Plant Monitoring and Diagnostics	Time Period	Human Interaction Sequence
Gauges, dials, and meters	1900-1950s	Direct human information gathering, followed by direct human action
Sensors, hard-wired instrumentation, augmented with camera systems and alarms; data logging and analog control systems	1960s-1970s	Remote information gathering, followed by direct human action
Preprogramed/automated machines / systems to perform simple tasks	1980s	Remote information gathering, followed by preprogramed action with the emergence of mobile man-machine systems
Mobile robotic devices in predictable/structured environments Expert systems assist humans in making diagnostic decisions	1990s	Remote information gathering, followed by direct human action at a distance; real time man-machine interactions using mobile robotic devices
Artificially intelligent mobile robots in completely unstructured environments	2000 +	Autonomous integration of remote information followed by synthesized action through the use of AI/expert systems - with little or no direct human actions

그림 5 전력발전소에서 사람의 역할은?

5. 전력 케이블의 용량계산을 위한 컴퓨터 프로그램의 발달

전력케이블 공학에서 가장 중요한 과제로 떠오르는 것 중의 하나가 바로 전력케이블의 상태에 따라 견딜수 있는 최대 전류량과 용량에 관한 것이다.

이러한 케이블의 상태예측에 관한 전문가들의 식견은 전력케이블을 처음으로 사용한 시점에서부터 계속해서 이루어져, 특정한 사용상태에 따른 케이블의 두께나 재질등을 결정할 때 경험에 의한 계산으로 이루어진 테이블에 나타난 수치에 의존하고 있는 실정이다.

그러나, 전력계통에 종사하고 있는 전문가들이나 케이블 생산업체에서는 케이블 사용시에 나타나는 열의 발생이나 케이블의

노화에 적절히 대처하는 컴퓨터 프로그램의 개발을 기다리고 있으며, 이러한 프로그램이 개발되면 퍼스널 컴퓨터의 광범위한 보급으로 별도의 사용교육을 받지 않아도 손쉽게 이러한 프로그램을 사용할 수 있으리라고 본다.

전력케이블 주위의 열확산 작용등의 문제를 계산하기 위해서는 복잡한 편미분 방정식등을 풀어야 할 필요성이 있으나 이러한 필요성은 컴퓨터 프로그램화하면 쉽게 해결된다. 그러나, 이러한 프로그램을 사용하려면 축적된 경험을 가진 전문가가 적절한 파라미터를 제공해야하며 이러한 문제점에 때문에 광범위하고 일반적인 프로그램의 사용에 제한을 받고 있다.

더우기, 케이블의 설계시에는 각각의 용도에 맞는 파라미터가 필요하게 된다.

그러므로, 가능한 한 많은 파라미터를 일반적인 경우에 알맞게 대입시켜 놓고 사용자 하여금 경우에 따라서 필요한 파라미터들만 수정하도록 하는 프로그램의 개발이 필요하다.

6. 결 론

이상에서 살펴본 바와 같이 급변하는 산업환경에서 전력 에너지를 안정적으로 공급하는 문제는 현대 산업정책의 근간이 되는 매우 중요한 자리를 차지하고 있다고 여겨지며, 또한 전력 에너지의 안정적인 공급은 여러가지 공학의 집적화를 이루어야 가능하리라고 여겨진다.

그러므로, 팽창하는 인구에 따라서 적절히 성장하는 산업의 주된 에너지원이 될 전력 에너지의 효과적인 관리, 운용, 보수를 위해서 갖추어야 할 전기공학의 미래상은 로봇틱스, 인공지능을 통한 계통의 안정화, 자동화, 그리고 케이블 설계의 혁신과 케이블 소재의 개발을 통한 전력손실의 최소화에 있다고 생각된다.

7. 참 고 문 헌

1. Dr. Geraldine A. Kenney-Wallace, "Engineers for 2001 : A Global Challenge for Engineering and Research", IEEE power Engineering Review, October 1991.
2. Dr. Chauncey Starr, "Global Energy and Electricity Futures", IEEE Power Engineering Review, August 1991.
3. Harry T. Roman and Frank A. Marian, "The Year 2000 Power Plant", IEEE Computer Applications in Power, April 1989.
4. K.I. Geisler, S.A. Neumann, T.D. Nielsen, P.K. Bower and B.A. Hughes, "A Generalized Information Management System Applied to Electrical Distribution", IEEE Computer Applications in Power, Jan.1988.

著者紹介



이수길
1970년 2월 2일생. 1992년 2월 광운대 전기공학과 졸업. 1993년 현재 광운대 대학원 전기공학과 재학중.



이준웅
전기전자재료학회지 Vol. 6, No. 2. 1993 기술해설 참조.