

## 전기화재 조사 및 통계의 신뢰성 향상을 위한 원인분류 방법의 개발

전정채<sup>1\*</sup>, 전현재<sup>1</sup>, 이상익<sup>1</sup>, 유재근<sup>1</sup>

### Development of Cause Classification Method for Improving Reliability of Electrical Fire Statistics

Jeong-Chay Jeon<sup>1\*</sup>, Hyun-Jae Jeon<sup>1</sup>, Sang-Ick Lee<sup>1</sup> and Jae-Geun Yoo<sup>1</sup>

**요약** 전기화재는 전체 화재의 30% 이상을 차지하고 있지만 전기화재 통계의 신뢰성에 대한 검토가 제대로 이루어지지 못하였다. 전기화재는 원인분류 방법 또는 체계의 미흡으로 전기적 요인이 아닌 경우에도 전기화재로 분류되어 높은 점유율을 차지하게 되었고 그로 인한 전기화재 통계의 문제점이 제기되었다. 따라서 기존의 전기화재 원인분류 방법의 개선을 통해 전기화재 통계의 신뢰성 확보가 필요하다. 본 논문에서는 기존의 전기화재 원인분류에 따른 전기화재 조사 및 통계의 문제점을 분석하였고 새로운 전기화재 원인분류 방법을 제시하였다.

**Abstract** Electrical fires form over 30 percent of fires, but the study on the reliability of electrical fire statistics is not performed. Electrical fire occupancy was very high due to investigating and classifying fires, which is not directly continuous with electrical cause, as electrical fire because insufficiency of cause classification method or system, and the problems of the reliability of electrical fire statistics were presented. So, the reliability of electrical fire statistics must be guaranteed by improvement of the existing cause classification method of electrical fire. This paper analyzed the problems of electrical fire statistics by the existing cause classification method of electrical fire and presented the new method to classify causes of electrical fire.

**Key Words** : Electrical Fire, Cause Classification, Statistics

#### 1. 서론

국내에서 전기화재를 포함한 모든 화재는 “화재조사 및 보고규정”에 의해 소방방재청의 일선소방서에서 화재조사요원이 화재발생시 현장에 출동하여 조사하고 보고된 결과가 통계로 수립되고 있다. 이중 전기화재는 매년 전체 화재의 약 30% 내·외를 차지하고 있으며 이는 미국, 일본 등의 선진국에 비해 매우 높은 것으로 나타나고 있다[1].

국내의 전기화재 점유율이 높은 이유는 전기화재 자체

의 발생이 많은 것도 있지만 전기화재 조사방법, 화재원인분류 방법, 현장에서 특별한 화재원인을 찾기 힘들 경우 원인불명으로 처리하기보다 전기화재로 추정하거나 하려는 관습 등의 다양한 요인에 기인한다. 즉, 전기와 직접적 연관성이 없는 경우에도 전기화재로 분류되어 통계 수치로 집계되었고 그로 인해 전기화재 통계의 신뢰성은 매우 취약한 구조를 갖고 있다. 이러한 전기화재 조사 및 통계의 신뢰성을 향상시키기 위해서는 무엇보다도 화재조사 및 통계 방법상에서 전기화재 원인분류가 합리적으로 이루어져야 하며 이렇게 분류된 원인에 의해 발화가 이루어졌다는 것이 과학적으로 증명된 경우에 한하여 이를 전기화재로 인정하는 것이 선행되어야 한다.

[1]에서는 화재 통계자료를 분석하고 소방공무원을 대상으로 설문조사를 실시하여 화재조사의 문제점을 제시하였고 [2, 3]에서는 전기화재 원인분류 방법 및 체계와

본 연구는 산업자원부 전력산업기반기금 전력연구개발사업(R-2005-7-347)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

<sup>1</sup>한국전기안전공사 부설 전기안전연구원

\*교신저자 : 전정채(cameleon@shinbiro.com)

전기화재 조사 체크리스트를 제시하여 전기화재 조사 및 통계의 신뢰성 향상을 위해 노력해왔다. 그러나 원인간의 인과관계가 존재하거나 전기와 직접적인 연관성이 없는 항목이 존재하는 등 실질적인 전기화재 원인분류 체계로써 확립되거나 적용되는 데에는 한계가 있었다. 따라서 기존의 전기화재 원인분류 및 통계상의 문제점을 파악하고 원인간의 중복성을 배제하는 등의 원인분류 기준을 정립하여 전기화재의 원인을 분류하는 새로운 접근방법이 필요하다.

본 논문에서는 전기화재 조사 및 통계의 문제점에 대해 기존의 원인분류 방법에 의한 국가 전기화재 통계와 현장에서 전기화재로 조사된 사건에 대한 화재 정밀 감정을 실시한 결과를 분석하여 검토하고 전기화재 원인분류를 위한 기준을 정립함으로써 새로운 전기화재 원인분류 접근방법을 제시하였다. 즉, 전기화재의 원인을 원인간의 인과관계 등을 고려하고 가급적 중복성을 배제하도록 하고 자연적 요인을 배제하는 등의 기준을 수립하여 원인을 분류함으로써 전기화재 조사의 신뢰성을 높이고 그로 인한 통계의 신뢰성을 향상토록 하였다.

## 2. 전기화재 원인분류 및 통계의 문제점

### 2.1 전기화재 원인분류

화재 조사 및 통계 수립을 위해 그동안 소방방재청의 화재 원인분류는 표 1에서와 같이 전기, 가스, 유류, 성냥, 양초, 불티, 불량난, 기타 등 8가지로 분류하고 있으며, 전기와 가스의 원인을 세부적으로 나누고 있다. 전기화재의 경우에는 합선, 과부하, 누전, 접촉불량, 정전기, 제품결함, 취급부주의, 기타의 8가지 원인으로 분류하고 있지만 제품결함 및 취급부주의 등과 같이 전기적 요인과 직접적 연관이 없는 화재가 전기화재로 분류되어 있어 전기화재가 아닌경우에도 전기화재로 조사 및 통계로 수집되고 있다. 또한 화재 조사시간의 부족, 화재 조사 장비 및 인력 부족, 특별한 원인이 존재하지 않는 경우 전기로 추정하려는 관습 등의 다양한 원인에 의해 전기화재로 조사하고 그 원인을 합선으로 판정하려는 경향이 존재하여 전기화재의 점유율이 높아지게 되고 전기화재의 원인 중 합선의 비율이 매우 높게 나타나게 되었다. 이는 전기화재 원인 분류에 대한 체계적이고 표준적인 분류가 되어 있지 않기 때문에 원인조사자의 주관적 판단이 개입될 가능성이 높기 때문이다.

따라서 전기화재 원인분류에 대한 전반적인 재검토의 필요성이 그동안 지속적으로 제기되었으며, 신뢰성 있는

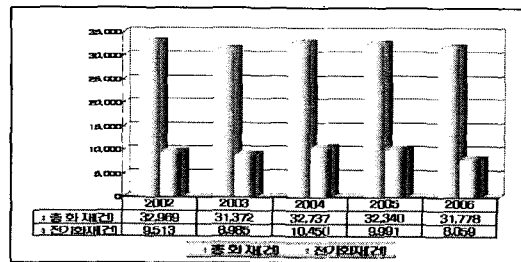
통계수립을 위해서는 구체적이고 통일된 원인분류가 가능한 규정이나 법규의 제정, 매뉴얼의 제작이 요구되었다.

표 1. 국내의 전체화재 분류체계 및 전기화재 분류

구분	종류
화재원인	전기, 유류, 가스, 화공약품, 난로, 아궁이, 담뱃불, 성냥양초, 불량난, 방화, 기타
발생처종	공연장, 유흥음식점, 음식점, 시장, 호텔, 여관, 아파트, 주택, 병원, 복지시설, 학교, 도서관등, 사찰, 교회, 공장, 작업장, 창고, 사업장, 공공건물, 문화재, 점포, 지하가, 건물기타, 선박, 차량, 항공기, 기타
전기화재 원인	합선, 과부하, 누전, 접촉불량, 정전기, 제품결함, 취급부주의, 기타

### 2.2 전기화재 통계

국내 화재통계상에서 전기화재는 지난 1973년부터 현재까지 매년 30% 이상의 높은 점유율을 차지하고 있으며 화재발생 원인별 1순위를 지켜오고 있다. 그동안의 전기화재 예방을 위해 많은 노력이 진행되었지만 그림 1에서와 같이 최근 5년간의 전기화재 통계를 살펴보면 여전히 30%가 조금 안되는 점유율을 차지하고 있다. 이러한 전기화재 비율을 미루어볼 때 원인조사 단계에서부터 조사자들의 혼동을 초래하는 분류체계의 오류에서 비롯된 것으로 판단할 수 있다. 또한 그림 2에서와 같이 전기화재를 원인별로 분류해보면 합선이 전체 전기화재의 65% 가량을 차지하고 있어 원인이 검증되지 않은 화재가 합선 전기화재로 집계되는 통계집계상의 문제가 발생하고 있다. 즉, 전기화재 원인조사는 통계집계상의 문제를 일으켜 전기화재 통계의 신뢰성에 문제를 발생시키고 결국 전기화재 예방대책 수립 및 시행에 문제가 된다.



구분	2002	2003	2004	2005	2006
전기화재 점유율 %	28.9	28.6	31.9	30.9	25.4

※ 소방방재청 화재통계연보

그림 1. 최근 5년간 전기화재 통계

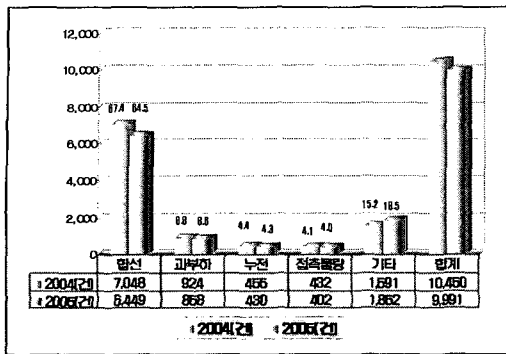


그림 2. 원인별 전기화재 점유율

그림 3에서와 같이 주변 국가와 전기화재 점유율을 비교해볼 때 국내의 전기화재 점유율이 2~3배 높게 나타나고 있어 전기화재로 추정하는 경향이 과다하다는 것을 알 수 있고 이는 전기화재 원인분류의 개선이 필요하다는 것을 알 수 있다. 전기화재 조사 및 통계의 문제점은 화재의 정밀감정 결과 더 자세히 나타나고 있다. 한국전기안전공사에서는 매년 현장에서 전기화재로 의심되는 화재사고의 정밀감정을 의뢰받고 있고 2006년까지 1,707건의 감정결과 393건(감정화재의 23%) 전기화재로 밝혀져 전기화재 점유율이 20% 수준임을 알 수 있다. 이는 현장에서 전기화재로 의심되었거나 추정된 사고를 재감정한 결과가 20% 가량 된다는 것을 의미하며 이를 통해 실제 전기화재는 20%를 넘지 못할 수 있다는 것으로 결론 내릴 수 있다. 따라서 그동안의 전기화재 조사 및 통계 결과가 신뢰성이 확보되지 못하였음을 알 수 있고 이러한 근본적인 원인은 전기화재 원인분류가 제대로 이루어지지 못하여 조사 및 통계 과정에서 오류가 발생하였기 때문이다.

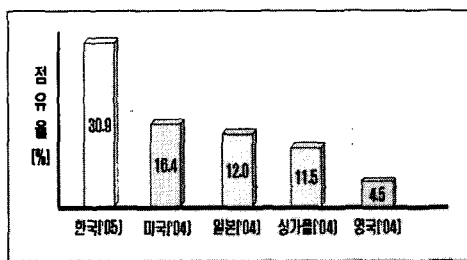


그림 3. 주변국가와의 전기화재 통계 비교

### 3. 소방방재청 화재원인분류 체계 개선 동향

소방방재청에는 그동안의 전기화재를 포함한 화재원

인분류 체계 및 그로 인한 화재조사, 통계 등의 문제점을 개선하기 위해 새로운 국가화재분류체계 및 매뉴얼을 2006년 11월에 개발하여 2007년부터 시행하고 있다[4]. 일선소방서에는 새로운 국가화재분류체계에 따라 화재조사를 실시하고 있고 그에 따라 화재통계가 수립되고 있다. 이러한 국가화재 분류체계에 있어 화재는 그림 4에서 보는 바와 같이 발화요인별로 전기적, 기계적, 가스, 화학적, 교통사고, 부주의, 자연적 요인으로 분류하고 있으며 전기화재는 누전·지락, 접촉불량에 의한 단락, 절연열화에 의한 단락, 과부하/과전류, 압착·손상에 의한 단락, 층간단락, 트래킹에 의한 단락, 반단선, 미확인 단락 등 9가지 원인으로 분류하고 있다. 이러한 분류에 따라 전기화재 통계를 수립한 결과 2007년 1월 20.2%, 2월 17%로 집계되고 있어 전기화재 점유율이 20% 내외가 되고 있다. 이러한 점유율이 그동안의 전기화재 점유율(약 30%)보다 매우 낮게 조사된 것은 전기화재 통계에 문제점이 있다는 것을 반증하고 있다.

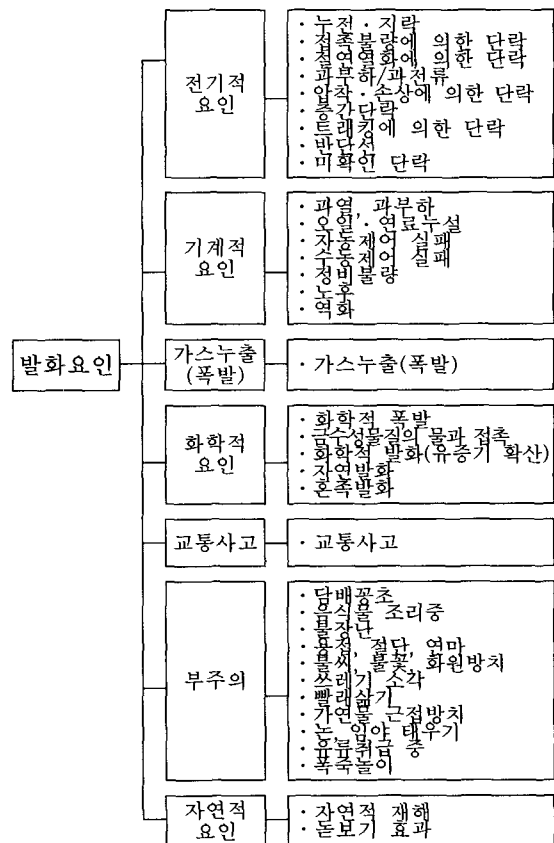


그림 4. 소방방재청의 국가화재분류체계

#### 4. 전기화재 원인분류 개선방안

전기화재의 원인을 분류하는 방법은 기존의 연구 또는 문헌들에서 분류하는 다양한 형태를 고려할 수 있으나 본 연구에서는 전기화재 원인분류 기준에 따라 발화열원이 나타나게 된 현상의 직접적 원인이 무엇인지에 중점을 두고 발화열원을 발생시킨 요인들을 발화원인(전기화재 원인)으로 분류하였다.

##### 4.1 전기화재 원인분류 기준

가. 전기화재 원인은 열원 발생의 전기적 요인으로 선정 합선의 경우 이를 발생시키는 요인은 매우 많다. 절연 열화, 과부하에 의한 과전류 후 합선, 접촉불량 발생 후 합선, 반단선 및 트래킹 등에 의한 합선 등 대부분의 전기적 요인들에 의해 합선이 발생하게 된다. 따라서 열원이 발생하게 되는 최종적인 요인인 합선을 그동안 전기화재의 원인으로 분류하였고 접촉불량, 반단선, 트래킹 등도 전기화재 원인으로 분류하는 경향이 있었다. 따라서 합선(단락) 등을 야기하는 절연열화, 접촉불량, 반단선, 트래킹 등을 전기화재 원인으로 분류하도록 한다.

##### 나. 원인과 원인간의 인과관계를 고려한 분류

전기화재의 원인이라 생각되는 현상들(합선, 접촉불량, 누전 등)은 대부분 독립적으로 발생하는 것이 아니라 서로의 어느 정도 인과관계를 가지고 있어 정확히 화재 원인을 어느 하나로 결정짓기란 매우 힘들다. 예를 들어 과전류(과부하)에 의한 절연손상이 일어나면 전기합선이나 누전이 발생할 수 있고 그로 인해 스파크 발생 또는 열이 발생하거나 연결부 부분에서 접촉불량에 의해 열이 발생하여 화재가 발생할 수 있기 때문이다. 따라서 그림 5에서와 같이 원인들의 인과관계를 충분히 고려하여 전기화재 원인을 전기화재의 열원으로 가장 직접적인 주 원인(Root cause)과 그 원인으로 진행된 직접적 원인(Proximate cause)으로 원인을 분류하도록 한다.

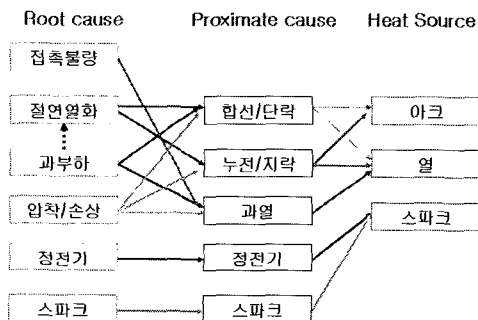


그림 5. 전기화재 원인들간의 상관성

##### 다. 대책을 고려한 원인 분류

전기화재를 발생시킨 설비별 및 원인별 사전 및 사후 대책 수립이 용이하도록 전기화재 원인을 분류하는 것을 원칙으로 한다. 특히 과거의 화재원인분류는 단락을 하나의 원인으로 분류함으로써 여러 가지 원인들(절연열화, 접촉불량, 반단선 등)에 의해 발생하는 단락에 대해 원인의 발생측면에 있어서 대책을 수립할 수 없게 되는 통계 결과를 초래하게 되는 문제점이 있으므로 본 연구에서는 전기화재의 대책의 수립이 용이하고 체계적으로 수립될 수 있도록 원인을 분류하도록 한다.

##### 라. 전기적 요인과 직접적 연관이 없는 항목 배제

화재원인을 분류할 때 자연적 요인과 연관되어 전기화재가 발생하였을 경우 전기화재로 분류하여 전기와 직접적 연관이 없음에도 불구하고 전기화재로 분류함으로써 전기화재 점유율이 높게 나타나는 원인이 된다. 따라서 낙뢰 등의 자연적 현상에 의한 화재와 취급부주의, 설계 및 공사불량 등의 전기적 원인이 직접적 원인이 아닌 경우에는 전기화재에서 배제하도록 한다.

##### 마. 현장조사시 추정에 의한 원인 판정 예방

기존의 전기화재 원인분류에서는 합선(단락)이라는 항목이 존재하였지만 이는 어떠한 원인에 의해 열원이 생기게 되는 중간과정이다. 또한 합선(단락)은 다양한 원인에 의해서 발생되고 현장 조사시 전기화재의 원인을 밝히기 곤란하거나 정확한 물증이 없을 경우 조사자의 개인적 판단에 의해 합선(단락)이라고 대부분 추정해버리게 되고 이로 인해 국내 전기화재 통계상의 주요원인 중 합선이 대부분을 차지하게 되는 결과를 초래하기 때문에 이러한 분류는 배제하도록 한다.

##### 4.2 전기화재 원인분류 방법

전기화재의 원인을 분류하는 방법은 기존의 연구 또는 문헌들에서 분류하는 다양한 형태를 고려할 수 있다. 전기화재 원인들의 관계는 과부하에 의한 절연열화가 진행된 합선, 압착·손상이 발생된 후 합선 등 대부분 전기적 요인들에 의해 발생할 수 있어 현재 국내 소방방재청에서 사용되는 원인들은 상호 연관되고 중복되는 경우가 상당히 많으며 이를 배제한 분류체계를 필요로 한다. 따라서 열원이 발생하게 되는 초기적 원인을 주원인으로 하고 이를 접촉불량, 절연열화, 과부하, 압착손상, 반단선, 트래킹, 정전기, 스파크 및 기타 등 9개로 분류하였다. 초기의 열적인 원인으로 전개되어 직접적인 전기화재로 진행된 단계를 직접적 원인(Proximate cause)로 합선, 누전, 과열, 정전기, 스파크 및 미확인과 같이 6개 항목으로 분

류하였다.

표 2. 전기화재 원인 분류 및 코드화

Proximate cause(Code)	Root cause(Code)
누전/지락(910)	절연열화 (911)
	과부하 (912)
	기타(913)
과열(920)	접촉불량 (921)
	압착 및 손상(922)
	기타(921)
합선/단락(930)	절연열화 (931)
	과부하 (932)
	압착 및 손상(933)
	반단선(934)
	트래킹(935)
	기타(936)
정전기(940)	...
스파크(950)	...
미확인 또는 추정(960)	...

## 6. 결론

전기화재 원인분류는 화재현장에서 원인을 조사하고 전기화재 통계의 신뢰성을 높이기 위해 매우 중요하다. 전기화재 통계는 단순히 통계 자체의 의미만 있는 것이 아니라 국가의 안전 신뢰성 등 눈에 보이지 않는 측면에서 매우 중요하다. 그동안의 전기화재는 전기화재의 조사 방법, 조사자의 전문성 및 입장, 원인분류 방법의 한계 등 다양한 요인이 작용하여 전체 화재 중에서 가장 많은 점유율을 차지하고 있었지만 그 신뢰성에 대한 검토가 제대로 이루어지지 못하였다.

이러한 이유로 소방방재청의 화재원인분류 기획단에서 2006년 11월에 새로운 국가 화재분류 체계를 개발하여 2007년부터 시행하고 있다. 시행결과 전기화재 점유율은 20% 내·외로 나타나고 있어 그동안의 전기화재 조사 및 통계의 신뢰성이 매우 낮다는 것을 반증하고 있다. 즉, 전기화재 점유율이 높은 이유는 전기화재로 인한 화재가 많은 것도 한 이유겠지만 전기화재가 아닌 화재에 있어서도 전기화재로 조사되고 그로 인해 전기화재로 분류되고 통계가 잡히는 것이다.

향후 전기화재의 통계의 신뢰성 확보를 위해 본 연구에서 제시된 원인분류 개선방법 뿐만 아니라 다양한 방법들을 검토하고 전기화재 원인분류체계 및 매뉴얼의 개선에 대한 지속적인 연구 및 보완이 필요할 것이다. 이를 위해서는 화재조사와 통계를 주관하고 있는 소방방재청의 화재분류체계 개선에 대한 의지와 지속적인 보완 작

업을 통한 문제점의 해결 노력이 중요할 것이다.

## 참고문헌

- [2] 김인범, 이용재, “통계자료 분석에 의한 화재조사의 문제점에 관한 연구”, 화재소방학회 추계학술대회, pp. 58-61, 2000
- [2] 김종훈, 김찬호, 최정현, “전기화재의 원인조사 및 분석방법에 관한 연구”, 한국화재소방학회 추계학술발표회, pp. 168-173, 2002
- [3] 이종호, 김두현, “전기화재 조사를 위한 분류체계 개발”, 한국안전학회지, 제20권 30호, pp. 53-57, 2005
- [4] 소방방재청, “국가화재분류체계 매뉴얼”, 2006

전 정 채(Jeong-Chay Jeon)

[정회원]



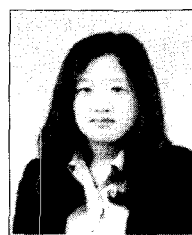
- 1997년 2월 : 원광대학교 전기공학(공학사).
- 1999년 2월 : 원광대학교 대학원 전기공학과(공학석사).
- 2000년 ~ 현재 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 IT 기술개발센터 연구대리

<관심분야>

전력품질, 전기안전, 홈네트워크

전 현 재(Hyun-Jae Jeon)

[정회원]



- 2001년 2월 : 경북대학교 전자공학(공학사)
- 2003년 8월 : 한국과학기술원 전자공학과(공학석사)
- 2006년 5월 ~ 현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 IT 기술개발센터 연구원

<관심분야>

텔레메틱스 시스템, 센서네트워크

이 상 익(Sang-Ick Lee)

[정회원]



- 1994년 2월 : 호서대학교 전기공학과(공학사)
- 1996년 호서대학교 대학원 전기공학과(공학석사)
- 1996년 ~ 현재 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 IT 기술개발센터 연구과장

<관심분야>

접지기술, 전력전자, 프로그래밍 기술

유 재 근(Jae-Geun Yoo)

[정회원]



- 1990년 2월 : 건국대학교 전기공학과(공학사)
- 1992년 2월 : 건국대학교 대학원 전기공학과(공학석사)
- 1992 ~ 1996 : 대우전자 연구소 근무.
- 1996 ~ 현재 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 IT 기술개발센터 연구부장

<관심분야>

전력품질, DSP 응용, 센서네트워크