

---

# 창의적 캡스톤 디자인 교육 방법 개발

윤석범<sup>1</sup>, 장은영<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 광공학과, <sup>2</sup>공주대학교 전기전자제어공학부

## A Development of Creative Capstone Design Education

Seok-Beom Yoon<sup>1</sup>, Eun-Young Jang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Optical Engineering, Kongju National University

<sup>2</sup>Division of Electrical-Electronics&Control Engineering, Kongju National University

---

**요약** 본 논문은 공주대학교에서 실시된 창의적 캡스톤 디자인 교육에 대해 알아보고 새로운 방법을 개발한다. 결과물은 수행 프로젝트의 진행 방법과 과정과 과정을 기반으로 자체평가와 수행평가로 평가하였다. 구성된 팀들은 각 전공 분야의 지식을 갖고 있는 2~3명 이내로 하였다. 프로젝트에 참여한 모든 팀은 자체 평가 기준을 만족시켰으며 전반적인 만족도는 항목별로 5점 만점에 3.88~4.44로 긍정적으로 평가되었다. 기존의 비 산업체 참여와는 다르게 캡스톤 디자인 및 개발 진행에 산업체의 참여가 있었다. 향후에는 캡스톤 디자인 프로젝트를 진행하면서 디자인, 제작 및 시제품 테스트 등에 기업체 지원을 받아 진행하여야 한다.

• **Key Words** : 창의 캡스톤 디자인, 캡스톤디자인, 산업체 협력

**Abstract** This paper discusses the creative capstone design education in Kongju National University and introduce a new operational capstone design education method. The result products are evaluated by self-evaluation and performance assessment that is based on the operational method and procedure of the project. The capstone design teams are comprised of 2~3 students with a individual major accomplishments. All teams are satisfied the criteria of evaluation. And their's self-satisfaction and questionaries are totally 3.88~4.44 point out of 5. Compared with the conduct of previous capstone design project that was not the industry affiliate, it provides students with industrial experience in design and development of industrial solution. And industrial partner must provide funds for student team to design, fabrication and test in next time.

• **Key Words** : Creative Capstone design; Capstone Design, Industrial partner

---

### 1. 서론

국내 대학의 초창기 공학설계 관련 교과목 또는 작품 제작은 학과별 또는 전공별 졸업작품전을 개최하는 형태로 진행되며 운영·발전 하였다. 학생들이 팀을 이루고 설계 및 발표 주제를 정한 후, 지도 교수의 지도를 받으며 학과 또는 개인 학생들이 재료 구입을 통해 캡스톤 디자인 관련 작품 제작을 수행하였다.

성균관대학교 기계공학부에서는 창의적 공학설계 교과목을 운영하기 위해 학부 1, 2학년 과정에서 기본소양 교육을 효과적으로 교육시키는 교육과정을 개발하였다. 시각적 사고(visual thinking) 기능 및 추론능력을 위해 Lego Block을 이용한 스케치 연습 및 원근법 스케치 연습을 수행한다. 설계방법론으로는 Brainstorming 및 Brain writing 방법 등의 교육내용을 개발하여 진행하였고 고 최종 3-4명의 팀 과제 수행 및 5-6명의 개념설계 프로

---

\*교신저자 : 장은영(ceyng@kongju.ac.kr)

접수일 2014년 9월 2일 수정일 2014년 11월 3일 게재확정일 2014년 12월 10일

젝트를 수행하였다[1]. 2010년에는 화학공학, 신소재공학 및 사회친환경시스템공학의 4학년 학생을 대상으로 다학제간 융합설계 교육을 목적으로 소비자 및 사용자에게 초점을 맞추어 스스로 문제를 도출하고 해결하는 Touch Screen 기반 인터페이스를 장착한 단말기로 정보를 제공받는 프로젝트를 수행하였다. 이러한 교육을 통해 공학설계 뿐만 아니라 소비자, 사회심리 및 경영 등의 다양한 관점을 융합하는 능력을 배양시켰다[2].

한양대학교 Erica 캠퍼스에서는 지난 2003년부터 혁신산 클러스터를 구축하여 친 산학적 개편을 꾀하고 있으며 캡스톤 디자인 지도교수도 교수업적평가에서 SCI 논문을 대체할 실력으로 인정할 방침을 갖고 있다. 또한 캡스톤 디자인을 공대뿐만 아니라 전 대학으로 확산하는 노력을 기울여 인문사회분야에서도 사회문제에 관한 과제를 내고 이를 해결하는 아이디어를 발표하게 하고 있다.

서울과학기술대학교 기계시스템 디자인공학과에서는 캡스톤 디자인 교과목 운영을 2008년부터 진행하였다. 교과 내용을 6가지 설계구성요소인 목표설정, 합성, 분석, 제작, 시험, 평가를 바탕으로 원가, 안정성, 신뢰성, 미학, 윤리성, 사회적 영향 등의 조건 등을 고려하여 정기특강 및 지도교수와 의 정기미팅을 통해 캡스톤 디자인을 1년간 진행하였다. 이러한 성과로 2008년 특허출원 4건 및 연구논문 6편 2011년 특허 출원 4건, 각종대회수상 14건을 수행하였으며 매년 산업체와 연계하여 10개 팀이 프로젝트에 참여하였다.

선문대학교 정보통신공학과에서는 C 언어 위주의 프로그래밍 교육에서 벗어나 로봇 동작을 프로그래밍하고 3차원 공간에서 바로 확인하는 방식의 C 언어 프로그램 습득 교육의 capstone 디자인 교육 모델을 제시하였다. 대상학생은 모두 1학년으로서 설계에서 제작까지 PBL 과정을 통해 설계 방법과 문제 해결 능력을 기르고 C 프로그래밍의 활용 능력을 높이는 프로젝트 활동을 수행하였다[3].

최근 들어와서는 지역 산업체와 대학이 협의체를 구성하여 상호간에 다양한 교육과정을 개발하고 학생들로 하여금 현장적응 능력을 배양하도록 유도하기 시작하고 있다. 이에 따라 캡스톤 디자인도 기존의 틀이 아닌 새로운 모델을 개발하고 육성하도록 되어있다. 이에 따라 사업 참여 대학들은 산업체와 직접적인 연관을 갖는 교육 내용들로 교과과정을 준비하거나 개발 중에 있으며 교육

과정은 초기 도입을 진행 중에 있다.

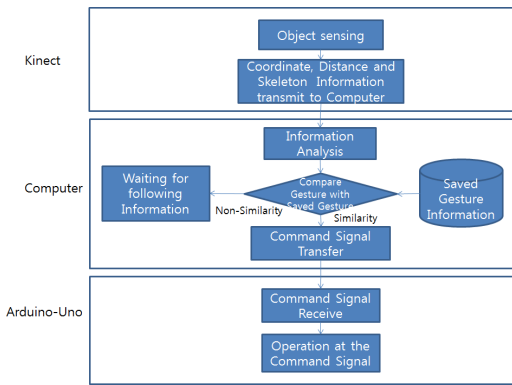
연세대학교 디자인 예술학부에서는 캡스톤 디자인 교육 프로그램을 디자인전공학생들을 대상으로 진행하였다. 수행결과 디자인 현장에서 요구하는 디자인 결과물(가치, 정의/사용자요구분석/디자인전략/컨셉 발굴/상세 디자인)을 얻었으며 팀 간의 화합에 의한 전체프로젝트 수행을 통한 유연한 조직 문화 운영방식 습득 및 어려운 문제 극복을 통한 성취감 및 자신감을 얻게 하였다[4].

본 논문에서는 공주대학교 학생들에게 다학제간 캡스톤 디자인 교과목을 운영하면서, 여러 전공 학생들이 팀을 이루어 진행할 때 산업체와의 협력으로 지도를 받으며 이루어진 산업체 결합형 캡스톤 디자인 수행 및 그에 따른 학생들의 평가에 대해 기술하고자 한다. 또한 이를 통하여 공주대학교의 산업체 참여형 캡스톤 디자인 모델의 개선 부분을 알아본다.

## 2. 본론

공주대학교에서 시행된 캡스톤 디자인의 유형으로는 첫 번째로 학생 창작형 과제이다. 학생 창작형 과제는 각 전공 또는 학과 내의 전공 교과목의 일환으로 교과목 지도교수의 지도아래 한학기 동안 진행되며 제작에 필요한 재료비는 학교에서 지원해 주었다. 이들 과제는 전공 학생들이 팀을 이루어 디자인 도출, 설계 및 제작을 하였으며 프로젝트 평가는 팀평가와 개인 평가를 병행하였다. 학생 창작형 캡스톤 디자인 교육은 매년 많은 학과와 학생들의 참여가 이루어 지고 있다. 두 번째는 산업체 연계형으로서 현장 실습과 연계한 캡스톤 디자인 과제발굴 및 제작이다. 이러한 캡스톤 디자인 교육을 지원하기 위해서는 학과 또는 전공과 연계한 우수한 산업체 Pool이 체계적으로 구축되어 지원되어야한다. 세 번째는 다학제간 융합형 캡스톤 디자인으로서 서로 다른 전공 학생들이 팀을 이루어 하나의 과제를 진행한다. 공주대학교에서는 다학제간 융합형 캡스톤 디자인에 범용 마이크로프로세서를 활용하여 실행하였다[5]. 다양한 전공 학생들에게 공통의 제작 틀을 단기간에 교육시켜 원하는 디자인 설계 및 제작을 해 봄으로서 다학제간 융합형 캡스톤 디자인 교육 모델을 구축하여 운영 중이다. 네 번째로는 산업체 참여형 디자인 모델로서 캡스톤 디자인 과제를 진행하면서 산업체 전문가 또는 관련 대학원생이 멘토의 역할을 수행한다. 전체 세부 계획은 과제의 개요, 과제의

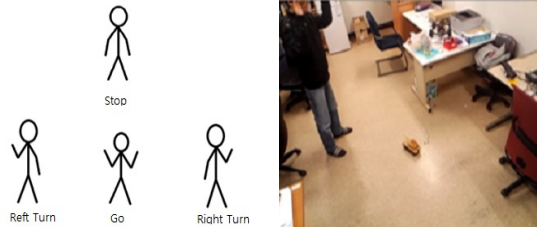
목표, 결과물에 대한 기대효과 및 활용 방안, 수행 방법으로 되어있다. 2013년 ~ 2014년 동계 계절학기 캡스톤 디자인 과제는 총 46개 중에서 학생 창작형 39%, 다학제간 15%, 산학 연계형 46%를 나타내었다. 또한 이들 캡스톤 디자인 작품 중에는 사업화가 가능한 스마트 자동차 콘트롤을 포함하여 3과제 이다. 위의 과제중 한 과제는 다학제간 융합형에 사용하는 마이크로 프로세서 툴을 기반으로 한 아두이노 우노 보드를 활용하여 산업체 융합형에 적용 시켰다. 키넥트 센서를 이용하여 물체의 영상에 대한 깊이를 인식하여 인체인식 및 depth 영상 추출한다. 2.45GHz의 ISM (Industrial Scientific and Medical) 대역을 이용한 블루투스 통신을 활용하여 무선으로 영상의 제스처를 인식하여 인체의 모션에 따른 시스템 제어를 구현하였다.



[Fig. 1] Flow Chart of the System Control.

그림 1은 사례의 장치 제어 플로우 차트를 보여준다. 그림 2는 이를 실제 구현하여 동작시키는 모습을 보여 준다. 제스처로 정지, 좌회전, 우회전, 전진에 따라 장치는 제스처에 따라 제어된다[6].

위의 사례 결과와 같이 산업체 융합형 캡스톤 디자인의 성취도 평가는 독창성, 발표, 완성도로 평가하였으며 과제 진행 시작부터 최종 작품 발표까지 매일 진행 상황을 다음시간에 PPT 형식으로 발표하였다. 또한 출석 체크를 통해 성실성을 평가하였다. 평가에 따른 학점 부여는 S/U제를 따랐다. 중간고사, 기말고사, 발표, 출석 등을 종합 평가하여 총점이 60점 이상일 경우 3학점의 S 학점을 부여하였다. U를 받은 학생은 3학점의 학점을 부여 받지 못한다. 이들 과제의 수행에 지원되는 재원은 전적으로 대학교에서 지원하였으며 산업체의 지원은 받지 못하였다.



[Fig. 2] The order and System Control for Gesture.

2000년대 이후 학과 위주의 캡스톤 디자인은 여러 학과 학생들이 팀을 구성하여 다학제간 캡스톤 디자인으로 운영으로 발전하였다. Howard 대학의 기계공학과는 기업체의 지원을 통해 기업체가 필요로 하는 제품들을 경영학과 및 미술학과 학생들과의 다학제 캡스톤 디자인으로 제품을 개발해 산업체와의 실질적 교류를 이끌어 내기도 하였다[7]. 또한 Colorado 대학에서는 릴리패드 아두이노의 마이크로프로세서를 의복에 접목시키는 창의적 공학교육을 실현시키기도 하였다[8]. Denver 대학에서는 2학년의 저학년 학생을 대상으로 전공에 관계없이 공학을 전공하는 학생들을 대상으로 기초회로 및 프로그래밍 등의 지식을 활용하는 실습 교과목을 습득함으로써 제한된 지식을 이용한 종합설계를 수행하고 있다[9].

과거에는 대학에서의 캡스톤 디자인 교육이 학과 중심에서 과제를 발굴하고 진행하였으나, 2000년 이후에는 산업체의 지원을 받아 산업체의 요구에 따른 프로젝트 기반의 창의적 공학설계로 발전하였다. 또한 이러한 요구의 바탕에는 다양한 전공 및 학과 학생들의 참여에 의한 다학제간의 융합에 따른 공학적 설계 및 개발로 교육과정의 발전이 이루어지고 있다[10]. 또한 2005년 미국의 캡스톤 디자인 교육에 산업체가 지원하는 비율은 전체 캡스톤 디자인 프로젝트의 71%에 달하고 있으며 한 학과 참여에 의한 프로젝트 보다는 다학제 및 해외 산업체로 캡스톤 디자인 교육의 범위를 넓히고 있다.

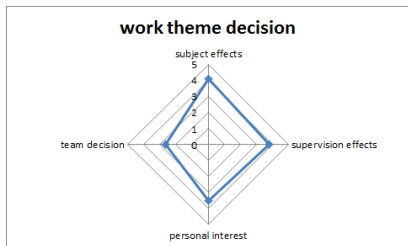
그림 3은 본 과제에 참여한 학생들의 만족도 평가를 나타낸다. 무엇보다도 캡스톤 설계 및 제작경험 기회에 따른 만족도가 5점 만점에 4.69 점으로 가장 높았으며 제작된 작품의 외관 만족도는 3.56으로서 중간과 긍정의 평가를 내리고 있다. 재정 지원의 적성정도 4.13으로 매우 높은 결과를 얻을 수 있었다. 이전의 재정지원 만족도 3.4와 비교하여 매우 만족함을 알 수 있다[11]. 또한 융합 및 산업체 참여를 통한 멘토의 지도에 따르는 전체 만족도는 4.44로서 매우 긍정에 근접하였다. 기능의 우수성도

4.13으로 긍정 이상의 만족도를 나타내었다. 작품의 제작 과정에서 수행되는 관련 데이터 수집 및 정리, 매일 발표 준비 및 보고서 작성, 제작 계획서, 독창적 구상 및 진행 등은 3.5 ~ 4점 이내로 나타났다. 이는 이전의 학생 창작 형에 따른 캡스톤 디자인 운영에서 얻은 결과보다 다소 높은 결과를 나타낸다[11].



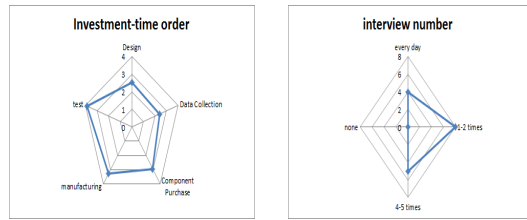
[Fig. 3] Self-Satisfaction rankings

그림 4는 캡스톤 디자인 프로젝트 선택에 관한질문 항목에 따른 결과이다. 캡스톤 디자인 작품 제작의 주제 선택에 관련 교과목 영향은 5점 만점에 4.12, 지도교수의 영향은 3.82, 개인적인 관심과 영향은 3.53 그리고 팀 결정은 2.65으로 나타났다. 이러한 결과는 산업체의 참여에 따른 멘토, 지도교수의 지도에 따른 것 보다는 전공 지식에 따른 주제 선택의 영향이 더 높음을 알 수 있다.

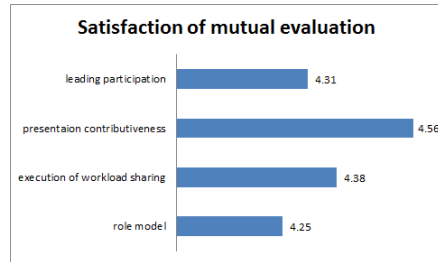


[Fig. 4] Reason of the project selection

그림 5는 캡스톤 디자인 제작에 따른 전체 투자 시간에 따른 우선순위 및 인터뷰 횟수를 나타낸다. 작품 제작을 위한 관련 데이터 수집 및 분석과 아이디어 도출에 가장 많은 시간을 사용하였으며 다음으로는 설계, 제작에 맞는 부품 구입, 제작 및 테스트의 순서로 나타났다. 또한 지도교수 및 멘토와의 면담 횟수는 1-2 번이 가장 많았으며 다음으로는 4-5번, 그리고 매일 면담의 순서를 보였다.

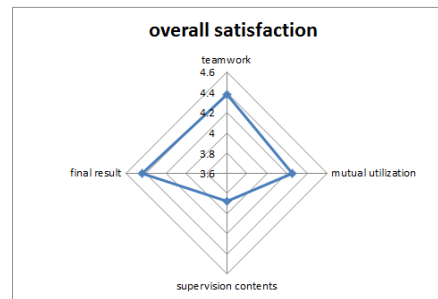


[Fig. 5] Investment time order and supervision interview number



[Fig. 6] Satisfaction of mutual evaluation

그림 6은 팀원 상호간의 평가에 따른 결과이다. 전체적으로 4.2 이상의 높은 만족도를 나타내며 캡스톤 디자인 설계 및 제작을 위한 매일의 발표 준비 및 발표에 대한 기여도를 가장 크게 평가 하였으며 팀의 조원간의 분담된 업무 실행정도, 작품 제작 완성을 위한 조원간의 주도적 참여 상태 그리고 조원들의 출선수범 순서로 상호 평가의 만족도를 나타내었다. 이러한 평가는 학생 창작형 과제에서는 볼 수 없는 높은 만족도로서 멘토 참여에 따른 지도 및 제작에 따른 재정적 지원이 일정부분 기여했음을 알 수 있다.



[Fig. 7] Overall satisfaction

그림 7은 캡스톤 디자인 수행에 따른 전체적인 만족도 평가의 결과를 나타내었다. 과제 수행시 팀원내의 구성

원 만족도는 4.38, 전반적인 공동 활용 결과에 대한 만족도는 4.25, 지도 내용에 대한 만족도는 3.88, 작품 제작 결과에 대한 만족도는 4.44를 보인다. 전체적으로는 4.2 이상의 결과를 나타내며 이는 이전에 진행된 학생 창작 과제에 비하여 상당히 우수한 결과를 보여준다. 다만 작품 지도 내용에 대한 만족도가 3.88로서 중간 이상의 평가를 하고 있으나 제작 과정에서 매일 면담 횟수보다는 1-2 번의 횟수 또는 4-5번의 횟수가 우선되는 결과에 의한 현상으로 판단된다. 산업체 참여 또는 융합 캡스톤의 경우에는 설계된 내용을 제작하는 과정에서 수정 보완 등에 많은 시간이 투입되며 이때 지도 내용 및 횟수가 더욱 중요시 된다고 사료된다.

### 3. 결론

본 연구는 공주대학교에서 실시된 산업체 참여형 캡스톤 디자인 교육에 대해 자체 만족도 평가 등을 활용하여 그 결과를 알아보았다. 결과는 수행 프로젝트의 진행 방법과 과정과 과정을 기반으로 자체평가와 수행평가로 평가하였다. 구성된 팀들은 각 전공 분야의 지식을 갖고 있는 2~3명 이내로 하였으며 전반적인 만족도는 항목별로 5점 만점에 3.56~4.44로 긍정적으로 평가되었다. 과제 수행시 팀원내의 구성원 만족도는 4.38, 전반적인 공동 활용 결과에 대한 만족도는 4.25, 지도 내용에 대한 만족도는 3.88, 작품 제작 결과에 대한 만족도는 4.44를 보인다. 현재 국내 대학들이 수행하는 캡스톤 디자인은 주로 팀별 개별 주제에 의한 교육과정 운영이 다수를 이루고 있으며, 아직까지는 산업체의 재정지원은 미약하며 산업체 인사가 프로젝트에 참여하는 부분도 아직 걸음마 단계에 있다. 또한 팀별 과제 수행 시에 사용되는 재료들의 비용부담 및 지원 등이 대학 및 산업체의 지속적인 지원하여 이루어진다면 양질의 교육 프로그램으로 발전할 수 있을 것이다. 이미 외국의 사례에서 본바와 같이 캡스톤 디자인의 교육의 70% 이상이 산업체와 연관되어 재정적, 인적 지원을 받고 있음은 시사하는 바가 크다. 또한 이를 더욱 발전시켜 해외 산업체와의 장기간에 걸친 캡스톤 디자인 협력도 향후 진행되어야 할 과제이다.

### References

- [1] Yong Se Kim, "Basic Designers Qualities Education in Creative Engineering Design Course", Proceedings of the KSME 2006 Conference, pp. 3209-3213, 2006.
- [2] Sang Won Lee, "Interdisciplinary Capstone Design Education", Proceedings of the KSME 2010 Autumn Annual Meeting, pp. 4524-4527, 2010.
- [3] S. K. Cho, K. W. Koh, K. C. Koh, "The Application of Educational Robot to Engineering Educations for Creativity and Design", Proceedings of KSPE Conference, pp. 311-312, 2009.
- [4] Chang Beom Shin, "The teaching method for design curriculumns using capstone-design", Korea HCI Society Proceeding, pp. 565-568, 2013.
- [5] Seok-Beom Yoon, Eun-Young Jang, "The Application of Micro Controller Board to Engineering Education for Multidisciplinary Capstone Design", J. of Digital Convergence, Vol. 12, No. 2, pp. 531-537, 2014.
- [6] Su-Ho Jang, Jun-Young Lee, Seung-Ryul Mareng, Eun-Young Jang, Seok-Beom Yoon, "Gesture Recognition Based on the Microprocessor Using Kinect", Proceeding of the KIPEE Conference 2014, No. 1, pp. 130-131, 2014.
- [7] L. Thigpen E. Glakpe, G. Gomes, and T. Mcsloud "A Mode for Teaching Multidisciplinary Capstone Design In Mechanical Engineering," 34<sup>th</sup> ASEE/IEEE frontiers in education Conference S2G-16, 2004.
- [8] L. Buchley, M. Eisenberg, J. Catchen, and A. Cockett, "The Lilypad Arduino : Using Computational Textile, to Investigate Engagement, Aesthetics, and Diversity in Computer Science Education, CHI 2008 proceedings, Aesthetics, Awareness, and Sketching, pp. 423-432, 2008.
- [9] R. R. DeLyser, R. W. Quine, P. J. Rullkoetter, D. F. Anmentrout, "A Sophomore Capstone Course In Measurement and Automated Data Acquisition", IEEE, Trans/ Educ, Vol. 47, No. 4 pp. 453-458, 2004.

- [10] J. Goldberg, V. Cariapa, G. Corliss, and K. Kaiser, "The Benefits of Industry Involvement in the Multidisciplinary Capstone Design Course at Marquette University", 2012 Capstone Design Conference, 2012.
- [11] Eun-Young Jang, "A Study on the operating Management Method of Creative Engineering Design and Project Based Capstone Design for the Purpose of Improvement in the Quality of Engineering Education", J. of Practical Engineering Education, Vol. 2, No. 2, pp. 266-271, 2010.

저자소개

윤 석 범(Seok-Beom Yoon) [정회원]



- 1985년 2월 : 건국대학교 전자공학과 (공학사)
- 1989년 2월 : 건국대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1993년 2월 : 건국대학교 전자공학과 (공학박사)

· 1994년 4월 ~ 현재 : 공주대학교 광공학과 교수  
<관심분야> : 광소자 재료, 광응용 소자, 신재생에너지 시스템

장 은 영(Eun-Young Jang) [정회원]



- 1982년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학사)
- 1986년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학석사)
- 1993년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학박사)

· 1991년 10월 ~ 현재 : 공주대학교 전기전자제어공학부 교수  
<관심분야> : OFDM/MIMO, RFID, HEMP/EMI/EMC, 신재생에너지 시스템