

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2014.14.3.147>

IIBC 2014-3-21

안드로이드 플랫폼 기반의 스마트 감성조명 제어 시스템

Smart Emotion Lighting Control System Based on Android Platform

조은자*, 인치호**

Eun-Ja Jo*, Chi-Ho Lin**

요약 본 논문에서는 안드로이드 플랫폼 기반의 스마트 감성조명 제어 시스템을 제안한다. 제안된 스마트 감성조명 제어 시스템은 안드로이드 플랫폼, 감성조명 장치, 확장 디바이스와 지그비 모듈을 사용하였다. 안드로이드 플랫폼 기반의 스마트 감성조명 제어 시스템은 조도센서를 이용하여 자동제어와 수동제어 선택이 가능하며, 원하는 조명만을 선택하여 부분적인 제어도 가능하게 설계하였다. 제안된 스마트 감성조명 제어 시스템의 실험 결과 필요로 하는 부분의 조명기기 제어와 색온도 가변에 의한 제어가 가능하였고, 감성어휘에 의한 가변점등으로 효율적으로 기존 감성조명 제어 시스템보다 전력 소비를 감소시켰다. 그리고 상황에 적합한 색상과 밝기를 제어하여 사무실에서 행위를 함에 있어 집중력과 업무능력 향상에도 효과적인 제어가 가능하였다.

Abstract In this paper, we propose smart emotional lighting control system based on the android platform. The proposed smart emotional lighting control system be configure android platform and sensibility lighting equipment, expansion device, zigbee module. Smart emotional lighting control system based on the android platform is automatic control possible using the illumination sensor, and by selecting the desired lighting partial control can be designed. The experimental results of the proposed smart emotional lighting control sensitivity than conventional lighting control system decreased the power consumption and efficient lighting control was possible. Office acts will be suitable conditions to control the color and brightness, so they can be controlled from the improves concentration and ability to work.

Key Words : Emotion Lighting, Lighting Control, Android, Emotional Words, Image Matching

1. 서 론

현대사회는 도시화 및 산업구조의 변화로 인하여 실내공간의 생활시간이 증가하고 있고, 조명은 각 공간과 이용자의 행위에 따라서 다양한 변화가 요구되고 있다. 공간 이용자들은 빛의 질이나 양, 그리고 투사 방법에 따라서 환경과 사물을 다르게 지각하기 때문에 공간에서

임의의 행위를 할 때 조명은 직·간접적으로 영향을 미치게 된다. 특히 사무실은 문서의 읽기나 쓰기, 컴퓨터를 통한 작업, 회의, 휴식 등 여러 행위가 구현되는 공간이고, 행위에 따른 조명계획이 필요한 장소이다. 사무실의 업무 환경은 근로자들의 생산성에 영향을 미치는 중요한 요소로 업무환경을 근로자들을 고려하여 구성한다면 만족도나 생산성이 증대하기 때문에 업무환경의 개선은 쉽

*준회원, 세명대학교 컴퓨터학부

**정회원, 세명대학교 컴퓨터학부

접수일 : 2014년 4월 8일, 수정완료일 : 2014년 5월 9일

게재확정일 : 2014년 6월 13일

Received : 8 April, 2014 / Revised : 9 May, 2014

Accepted : 13 June, 2014

**Corresponding Author : ich410@semyung.ac.kr

School of Computer, Semyung University, Korea

게 간과 할 수 없는 사항이다. 다양한 업무환경계획 방법이 있지만 사무실에서 전체 에너지의 30%를 차지할 정도로 많은 비중을 차지하고 있는 것이 조명계획이다.[1-7]

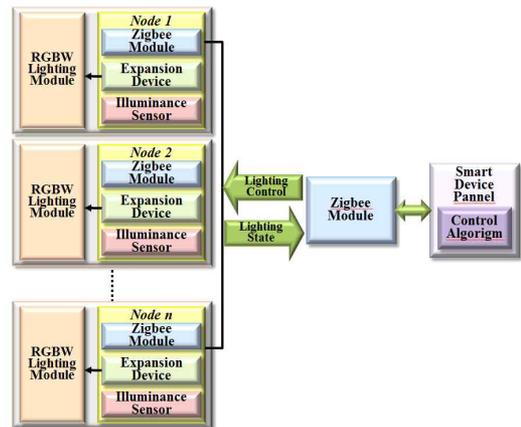
사무실의 조명은 아직까지 형광램프가 주를 이루고 있으나 LED 조명으로 대체되는 추세이고, 사용자의 경험을 고려한 감성제어가 필요하다. 그러나 기존 감성제어는 정해진 감성어휘를 사용하여 사용자의 감성에 크게 영향을 끼치지 못하고 있고, 눈부심으로 불쾌감과 눈의 피로 등을 유발시켜 의욕 저하, 집중력 및 시력의 감퇴를 가져오고 있다. 특히 기존의 조명시설은 일률적인 조명으로 업무 시간동안 동일한 빛을 발산하기 때문에 약간의 자극적인 눈부심으로도 불쾌감 및 피로가 누적되어 업무효율을 감소시킬 수 있다. 그렇기 때문에 감성조명의 간접조명을 통해 눈의 자극을 최소화하고 감성을 컨트롤하여 개인의 눈 건강을 유지함은 물론 감정조절로 업무의 효율도 높일 수 있어야 한다. 기존 제어 방법은 여러 조명기기를 제어할 경우, 조명기기별 반복적인 설정변경과 조명기기 수의 증가에 따라 제어에 대한 시간과 비용이 증가하고 효율성이 떨어지게 된다. 그리고 조명기기의 상태확인을 위해 감성조명기기가 설치된 장소로 이동하거나, PC제어의 경우는 연결 상태를 확인하여 제어하기 때문에 운영상의 복잡함을 초래하며, 비용 및 시간을 낭비하는 문제점이 있다. 또한, 전체 LED 모듈의 지속적인 점등으로 에너지 효율성도 감소되고, 불필요하게 점등되는 조명기기에 대한 전력낭비도 발생하게 된다. 멀티 센서를 사용하는 조명제어 시스템은 센서를 통해 주변의 정보를 수집하고, 주변 센서 노드와 통신을 통해 관리하며, 안정성을 제공하였다. 그러나 조명제어 시스템은 데이터 센싱 및 수신 데이터를 분석하고 평가하는 제어 명령을 효과적으로 전달하지 못하는 문제점이 있다. 또한 효과적인 제어 명령 전달을 위한 지능적 기술의 정착을 위해 효율적인 디바이스의 동작과 구현을 위한 유연한 시스템이 필요하다.[8-13]

본 논문에서는 문제점 해결을 위하여 안드로이드 플랫폼 기반의 스마트 감성조명제어 시스템을 제안한다. 제안하는 스마트 감성조명 제어 시스템은 안드로이드 어플리케이션을 이용한 조명제어 시스템으로 시간과 장소의 제약 없이 제어 가능하고, 비용 절감 및 설치시간 단축이 가능한 시스템이다. 사무실에서 사용되고 있는 조명을 대상으로 어휘를 도출하고, 색온도 별 문서의 읽기

나 쓰기, 복사와 컴퓨터를 통한 작업실, 회의, 휴식의 행위에 따른 감성을 비교 분석하여 감성어휘를 추출한다. 또한, 효율적인 점등제어 시스템의 관리를 위해 지그비(zigbee) 모듈을 사용하고, 조명기기를 제어하여 에너지를 절약하며, 업무 효율성을 높일 수 있는 사실 환경을 고려한 감성조명 제어 시스템을 설계한다.

II. 스마트 감성조명 제어 시스템

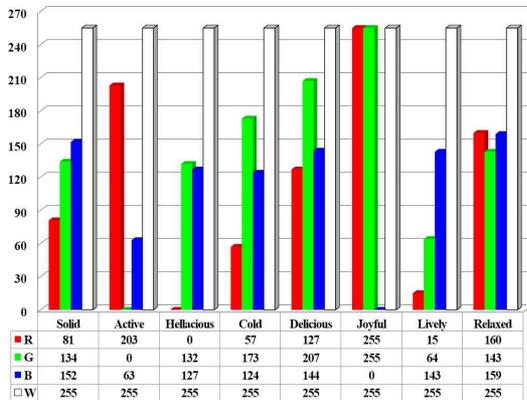
본 논문에서 제안하는 스마트 감성조명 제어 시스템은 안드로이드 플랫폼 기반의 쉽고 간편한 조작으로 조명 전체 및 일부분을 감성어휘를 이용해 제어하는 시스템이다. 시스템은 지그비 모듈을 통해 스마트 디바이스 패널(smart device panel)이 감성조명 제어 시스템과 연결이 되었을 경우, 제어 메시지를 송수신하고, 사용자의 요구대로 감성어휘를 선택해 조명을 제어하거나 탐색 바를 제어, 또는 RGBW 값을 직접 입력하여 제어할 수 있으며, 조도 센서를 이용하여 제어 가능하다. 또한, 제어 설정으로 원격제어와 감성어휘를 이용한 다양한 감성조명의 변환을 통해 상황에 적합한 색상과 밝기를 효율적으로 제어 한다. 각각 조명의 확장 디바이스에 지그비를 이용하여 스케줄링 제어를 위한 신호를 전송하고, 각각의 조명 모듈의 노드는 주변의 조도정보를 수집하여 확장 디바이스에 전송하도록 설계하였다. 감성조명 장치의 지그비는 스마트 디바이스의 지그비와 연결되어 데이터를 송·수신 하도록 설계하였다.



1. 스마트 감성조명 제어 시스템 구성

Fig. 1. Smart emotional lighting control system configuration

그림 4는 이미지 매칭 결과를 나타낸다. 개발된 여러 유형의 색조체계를 발전시켜, 한국인의 감각을 수용하면서 세계적 범용성을 고려하는 방향으로 개발되었다. 총 120색은 110개의 유채색과 10개의 무채색으로, 110개의 유채색은 10개의 색상과 11개의 색조로 구성된다. 형용사 이미지 스케일, 단색 이미지 스케일은 각각 세로방향으로 부드러운(soft), 딱딱한(hard), 가로방향으로 동적인(dynamic), 정적인(static)의 동일한 기준 축으로 이루어진 공간 내 고유 위치를 가지고 있어 추상적 이미지 전환 및 해석이 가능하다. 감성공학 분야에 연구된 자료 및 자유 연상 등을 통해 1차 감성어휘를 수집하였고, 조명 관련된 어휘를 중심으로 2차 감성어휘 56개를 선택하여 최종 감성어휘를 선별하였다.



5. 감성어휘별 조명의 RGBW

Fig. 5. The RGBW Lighting by emotional words

그림 5는 감성어휘별 조명의 RGBW값을 나타낸다. 형용사 이미지 스케일상 감성어휘에서 조명에 관련된 감성어휘를 추출 및 선별하고, 감성어휘에 대한 가까운 좌표 칼라 이미지 스케일상의 색상을 선택된 감성어휘에 적합한 색상으로 설정하여 RGBW값을 계산하였다.

그림 6은 스마트 감성조명 제어 시스템의 점등 제어 신호의 흐름을 나타낸다. 스마트 디바이스와 RGBW 점등 모듈은 지그비 모듈을 통해 연결 상태를 확인하고, 제어 신호를 송수신한다. 자동 조명 제어를 선택하였을 경우, 스마트 디바이스는 베이스 노드로 모든 센서ID의 데이터와 정보를 베이스 노드에 요청하고, 베이스 노드는 싱크 노드로 모든 센서ID와 세션ID의 데이터와 정보를 요청한다. 요청된 정보는 싱크노드에서 베이스 노드로, 베이스 노드에서 스마트 디바이스로 응답한다. 그리고 모든 센

서ID의 제어 신호를 스마트 디바이스에서 베이스 노드에 요청하고, 베이스 노드는 싱크 노드로 모든 센서ID와 세션ID의 제어 신호를 요청한다. 싱크 노드는 확장 디바이스에 모든 세션ID의 제어신호를 요청하고, 확장 디바이스가 RGBW 점등 모듈을 제어한다. 제어정보는 확장 디바이스에서 싱크노드로, 싱크노드에서 베이스 노드, 베이스 노드에서 스마트 디바이스로 응답한다. 수동 조명제어를 선택하였을 경우, 기본 설정 값으로 감성조명을 제어한다. 스마트 디바이스에서 센서ID의 기본 설정 값의 데이터와 정보를 베이스 노드에 요청하고, 베이스 노드는 싱크 노드로 센서ID와 세션ID의 기본 설정 값의 데이터와 정보를 요청한다. 싱크 노드는 확장 디바이스로 세션ID의 기본 설정 값의 데이터와 정보를 요청하고, RGBW 점등 모듈을 제어한다. 요청된 정보는 확장 디바이스에서 싱크노드로 전송되고, 베이스 노드를 통해 스마트 디바이스로 정보를 전송한다. 기본 설정 값으로 점등 후 원하는 위치의 감성조명이나 전체의 감성조명을 선택, 사용자의 요구에 따른 감성어휘와 RGBW의 온도 레벨을 보면 탐색 바를 제어하여 값을 선택하면 스마트 디바이스에서 선택된 센서ID의 데이터와 정보를 베이스 노드에 전송하고, 베이스 노드는 싱크 노드로 선택된 센서ID와 세션ID의 데이터와 정보를 전송한다. 싱크 노드에서는 확장 디바이스에 선택된 세션ID의 제어 신호를 전송하여 RGBW 점등 모듈을 제어한다. 요청받은 데이터와 정보는 확장 디바이스에서 싱크노드로 전송되고, 베이스 노드를 통해 스마트 디바이스로 정보를 전송한다.

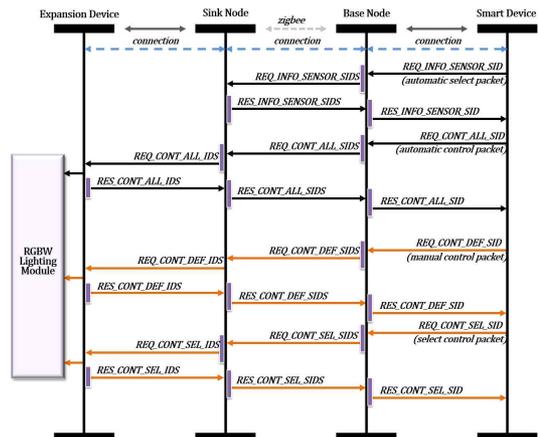
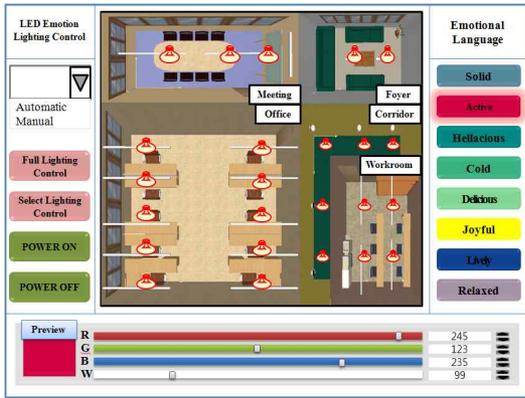


그림 6. 점등제어 신호의 흐름

Fig. 6. Lighting Control Signal Flow



7. RGBW LED 감성조명 제어 프로그램

Fig. 7. Program of RGBW LED emotion illumination control

그림 7은 감성 조명제어 및 모니터링을 위해 구현된 RGBW LED 감성조명 제어 프로그램을 나타낸다. 감성 조명 제어 프로그램은 사무실 구조로 된 화면구성을 통해 사용자가 편리하게 조명제어를 가능하게 하였다. 또한, 행위에 따른 감성어휘의 매핑으로 행위변화에 대한 감성조명 제어와 원하는 감성어휘를 RGBW바의 조절로 다양한 색상제어를 가능하게 하였다. 조명제어 프로그램은 자동제어와 수동제어로 선택할 수 있고, 자동제어를 선택하였을 할 경우, 조도 센서에서 측정된 평균 조도 값을 이용하여 기본 설정 값으로 자동 점등제어가 되도록 구현하였다. 수동제어를 선택하였을 할 경우 감성조명의 위치에 따른 조명의 전체를 점등제어 하거나, 원하는 위치의 감성조명을 선택하여 점등제어가 되도록 구현하였다. 또한, 사용자 요구 상황에 맞는 감성어휘를 선택하면 감성조명의 온도레벨을 디스플레이 하고, 사용자는 RGBW 바와 수치데이터를 이용하여 직접 점등제어를 할 수 있게 구현하였다.

III. 실험 및 결과

본 논문에서 제안하는 안드로이드 플랫폼 기반의 스마트 감성조명 제어 시스템은 감성어휘에 따른 감성조명의 효과 및 감성조명 제어 효율성 검증을 위해 시뮬레이터는 Dialux를 이용하였다.

그림 8은 Dialux를 이용한 실험 환경의 전체 공간을 나타낸다. 전체 공간은 너비 7m, 길이 6m, 높이 2.8m, 작

업면의 높이 0.85m로 구성하였다. 사무실 공간은 너비 3m, 길이 4m, 회의실은 너비 3m, 길이 2m, 휴게실은 너비 4m, 길이 2m, 작업실은 너비 3m, 길이 3m, 복도는 1m 폭으로 너비와 길이를 4m로 구성하였다. 반사율은 천정 70%, 벽50%, 바닥 20%로 하였다. 조명은 INSTA의 light 4010 라이트라인 시스템(소비전력 16.8W)을 사용하여 사무실, 회의실 및 작업실에 적용하였고, 휴게실에는 GHIDINI의 confine 15(소비 전력 15W)를 적용하였다. 그리고 복도는 LG의 LGE-4RDL(소비전력 8W) 다운라이트를 적용하였다. 그림8에서 빨간색 표시된 부분이 시뮬레이터에서 적용한 조명의 위치를 나타낸다.

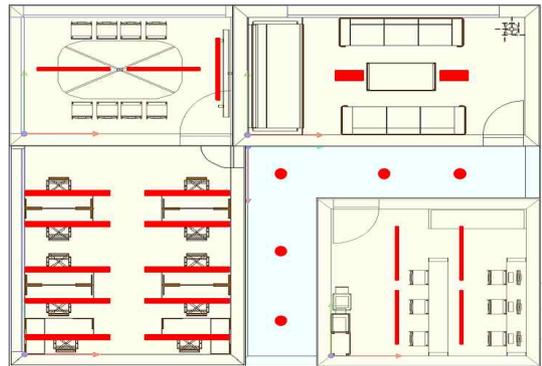


그림 8. Dialux 전체 공간

Fig. 8. Dialux total space

표 1. 실험결과

Table 1. Experiment result

Division	Illumination Standards (lm)	Number of lights (ea)	Power Consumption (W)	Before (lm)	After (lm)
Office	400	10	168	401	285.25
Meeting	200	3	50.4	200	136.88
Foyer	100	2	33.6	120	76.13
Workroom	200	4	67.2	198	140.50

표 1은 스마트 감성조명 제어 시스템의 시뮬레이션 결과를 나타낸다. KS 권장 평균조도^[14]를 기준으로 사무실의 광속은 400 lm, 회의실은 200 lm, 휴게실은 100 lm, 작업실은 200 lm으로 설정하였다. 공간별 조명의 사용 개수는 최소 2개에서 최대 10개로 나타났으며, 소비전력은 33.6W에서 168W까지 측정되었다. 본 논문에서 제안한 알고리즘의 적용 전에는 광속이 최소 120 lm에서 최대 401 lm까지 측정되었고, 적용 후에는 최소 76.13 lm에서 285.23 lm까지 측정되었다.

2. 기존 시스템과 제안된 시스템 비교

Table 2. Existing systems compared with proposed system

Division	[11]	[12]	Proposed
Temperature [K]	2800~7000	2800~7800	3000~6000
Chromaticity Diagram	CIE 1931	CIE 1931	CIE 1976
RGBW LED Circuit	RGBW	Pure white LED Warm white LED	RGBW
Power consumption [W]	19.2	19.68	16.8
Lightning current [mA]	0~1600	0~656	0~600
Voltage [V]	12	30	28

표 2는 기존 시스템과 제안된 시스템의 비교 결과를 나타낸다. 색온도의 표현 범위와 적용한 색도도는 차이가 없었다. 기존 시스템은 LED 회로를 2개 또는 4개를 사용하였지만 제안된 시스템은 4개의 회로를 사용하여 LED 조명을 제어하였다. 본 논문에서 제안된 스마트 감성조명 제어 시스템은 그림 5에서 나타난 감성어휘를 기준으로 가변점등을 통해 소비전력을 12.5%~14.6% 감소시켰고, 전격전류는 0.6%~62.5%를 절감할 수 있었다.

IV. 결론

본 논문에서는 사무공간의 업무효율을 높이기 위한 안드로이드 플랫폼 기반의 스마트 감성조명 제어 시스템을 제안하였다. 제안된 스마트 감성조명 제어 시스템은 안드로이드 플랫폼, 지그비 모듈, 확장 디바이스, 조도센서, RGBW 점등 모듈로 구성하였다. 그리고 조도센서를 이용하여 자동제어 및 원하는 조명에 대하여 선택적으로 수동제어가 가능하도록 설계하였다.

제안된 점등제어 시스템의 검증결과, 필요로 하는 부분의 조명기기 감성조명 제어와 색온도 가변에 의한 제어가 가능하였고, 감성어휘에 의한 가변점등으로 효율적으로 소비전력을 절감시켰다. 또한 상황에 적합한 색상과 밝기를 제어하여 사무실 행위를 함에 있어 집중력과 업무능력 향상에 효과적인 결과를 얻었다. 향후, 스마트 감성조명은 인테리어의 질적인 차별화를 선도하며 감성공학적 디자인 실현을 주도할 뿐 아니라 감성자극과 연계된 새로운 비즈니스의 실현화 가능성도 기대한다. 또한, 사무공간에서 여러 가지 행위에 따라 다양한 감성이 유발되기 때문에 공간과 사용자의 행위에 따라 감성을

고려한 공간 설계가 이루어져야 한다.

References

- [1] Takahashi, S, "Effects of color lighting on emotional-expression judgment and personal impression", Fuzzy sets and Systems, v31, pp.14-15, 2007
- [2] Jin Choo, Bohyeon Yoo "Study on Application of Emotional Lighting based on the theory of physiological function by light" KSBDA, Vol.12, No.3, 2011
- [3] J. H. Baek, "LED lighting guideline according to Space and user type in indoor", Design Studio Lighn, 2011.
- [4] C. K. In, S. I. Hong and J. U. Jang, C. H. LIN. "A New LED Light Device Lighting Control Algorithm for Optimal Energy Savin", The journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication. v.12 no.6, 2012, pp.17-23
- [5] Tahidul Islam, Insoo Koo "Autonomous Indoor Lighting Device Control System Based on Wireless Sensor Network", The Journal of The Institute of Internet, VOL. 11 No. 4, August 2011, pp.31-38
- [6] S. H. Shin, S. H. Ji, G. M. Jeong, Y. D. Lee and S. H. Bae, "Automated Brightness Control Using Distance Measuring Sensor for Reducing the Power Consumption of Emotional Lighting", The Journal of The Institute of Internet, VOL. 11 No. 6, December 2011, pp.247-253
- [7] D. H. Jung, S. J. Lim and S. K. Oh, "Design of RGBW LED System Based on Intelligent Algorithm", KIEE, 2012
- [8] D. S. Kim, B. O. Kim and S. O. Kim, "Emotional lighting systems for applying LED fluorescent performance analysis", KIIEE, 2012
- [9] H. S. Hwang, "Extracting Consumer Emotional Experience Requirements for LED Lighting Design Using Generative Tools", HCI, 2011
- [10] ANSES (2010). "Effets sanitaires des systèmes d'

'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED)". Comité d'Experts Spécialisés (CES): Agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements.

- [11] Min Jin Lee, "A Study on the Comparison of the Emotional Experiment from Fluorescent Lamp and LED Lighting" Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers 2012
- [12] B. J. Huang, M. S. Wu, P. C. Hsu, J. W. Chen, K.Y. Chen, "Development of high-performance solar LED lighting system", GCREEDER 2009, vol.51, no.8, pp.1669-1675, 2010.
- [13] Eunmo Yeo, Daechun Lee, Ki-doo Kim, YoungilPark, "A color visible light communication based on emotional lighting", KICS, 11-07 Vol.36 No.7
- [14] KILT, "The KS recommendations average illuminance", <http://www.kilt.re.kr/>

인 치 호(정회원)



- 1985년 : 한양대학교 공과대학 공학사
- 1987년 : 한양대학교 대학원 공학석사
- 1996년 : 한양대학교 대학원 공학박사
- 1992년~현재 : 세명대학교 컴퓨터학부 교수
- 관심분야 : SOC CAD, ASIC 설계, CAD 알고리즘, SOC 설계, RTOS 및 내장형 시스템

소개

은 자(준회원)



- 2010년 : 평생교육진흥원 미용학 학사
- 2013년~현재 : 세명대학교 대학원 석사과정
- 관심분야 : SOC CAD, ASIC 설계, CAD 알고리즘, SOC 설계, RTOS 및 내장형 시스템

※ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 시스템반도체 설계인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.(NIPA-2014-H0601-14-1001)