

CCTV통신용 합체내의 항온항습 자동제어 장치 개발

김희철*

Internal communication as CCTV Automatic Climate Control System Development

Hee-Chul Kim *

요 약

CCTV용 합체 내부는 일정한 습도와 온도를 유지시켜 습윤에 의한 단락방지, 온도차에 의한 결로방지, 고온방지 등의 항온항습장치가 요구되며 이를 대응한 합체에 최적화된 형태와 구조, 에너지활용 정도의 항온항습 자동제어장치개발이 필요하다. 합체내부에 있는 고가의 영상장비를 온도 변환에 따른 해저드로부터 장치 보호, 단락사고를 예방할 수 있는 항온항습 제어장치가 필요하다. 이는 영상기록 및 현장상황에 신뢰성 있는 영상의 저장 및 전송을 위한 부속장치가 절대적으로 요구되는 시스템이다.

ABSTRACT

Enclosures for CCTV internal short circuit are prevented due to wetting to maintain a constant humidity and temperature, to avoid condensation due to temperature difference, a constant temperature and humidity requirements of the equipment, such as high-temperature resistant and a constant temperature of the structure, degree of energy utilization is optimized for developing this corresponding housing automatic control system and humidity is required. Device being an expensive imaging equipment in side of the enclosure according to the temperature conversion from a hazard protection, there is a need for a constant temperature and humidity control apparatus that can prevent a short-circuit failure. This is a system in which the accessory device is absolutely required for the storage and transmission of an image in recording reliability and field conditions.

키워드

Control Circuit Design, Monitoring, Thermostatic, Humidity, Constant Temperature and Humidity Chamber
제어 회로 설계, 모니터링, 항온, 항습, 항온 항습기

1. 서 론

배전반, 분전반, 전기제어장치함체, CCTV용 합체 등의 내부는 일정한 습도와 온도를 유지시켜 습윤에 의한 단락방지, 온도차에 의한 결로 방지, 고온방지 등의 항온항습장치가 요구되며 이를 대응한 합체에 최적화된 형태와 구조, 에너지활용 정도의 항온항습 자동제어 장치개발이 필요하다[1-2]. 최근 급격한 증

가세를 보이고 있는 CCTV용 합체내부는 여름철이나 겨울철 외부온도 변화에 따라 항상 일정온도 및 습도를 유지시킬 수 있는 항온항습장치를 개발하고 현재 합체의 상태를 모니터링 하고 이상 시 중앙관제소 또는 관리기관에서 경보·알람기능을 확보하고 합체 내부의 상태 모니터링을 통한 감시제어를 통해 모니터링 모듈 및 정보 처리 어플리케이션을 개발함으로써 사용자 조건에 따른 조건상태유지 기능을 갖는 온습

* 교신저자(corresponding author) : 광주대학교 컴퓨터공학과(jaziri@daum.net)

접수일자 : 2015. 02. 10

심사(수정)일자 : 2015. 04. 13

게재확정일자 : 2015. 04. 23

도 컨트롤러가 요구되고 있는 실정이다[3].

함체내부에 있는 고가의 영상장비를 온도 변환에 따른 해저드로부터 장치보호, 단락사고를 예방할 수 있는 항온항습 제어장치가 필요하다[4-5]. 펠티에소자를 이용한 제품은 다양하게 출시되어 있으나 통신기술을 활용하여 모니터링하고 제어할 수 있는 시스템 기술이 필요한 분야이다[6-7].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 제시하며, 3장에서는 항온항습 자동제어 장치를 설계한다. 4장에서는 제안된 시스템의 성능평가를 제시하며, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구방향으로 마무리한다.

II. 관련연구

2.1 열전효과를 이용한 항온장치의 설계

항온항습이란 Room이나 일정공간의 내부를 일정한 온도와 습도로 유지하는 것으로 온도와 습도에는 허용차가 정해져 있지만, 그 자체는 고정되어 있다[8].

펠티에 효과는 높은 전기 전도율과 낮은 열전도를 가진 전자 냉각 소자의 공급이 가능하면서 상용화되기 시작하였다. 그림 1과 같이 A, B 두 종류의 도선으로 만든 폐회로(閉回路)에 전류를 흐르게 하면, 한쪽 접합부 a에서 발열이, 다른쪽 접합부 b에서 흡열이 일어난다.

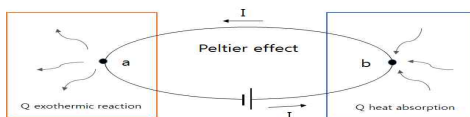


그림 1. 펠티에 효과의 기본원리
Fig. 1 The basic principle of the peltier effect

즉, b에서 흡수한 열을 a에서 방출한다. 전류의 방향을 반대로 하면 발열·흡열은 반대가 된다. 발열량을 Q, 전류를 I라 하면 Q는 I에 비례하여, 식 (1)과 같이 표현된다.

$$Q = \pi I \tag{1}$$

이때, 비례상수 π 를 펠티에 계수라고 하며, π 는 두 물질 A, B에 관계하는 물질상수로, 온도에 따라서도

다르다. 펠티에 효과는 절대열전능(絶對熱電能)을 ϵ 으로 표현하면 식(2)와 같은 관계식이 성립된다.

$$\pi_{AB} = T(\epsilon_A - \epsilon_B) \tag{2}$$

여기서, T는 절대온도, 첨자 A와 B는 A와 B도체에 관한 양임을 나타낸다.

2.2 펠티에효과를 이용한 냉각원리

냉동기의 원리는 금속이나 반도체의 열전 (Thermoelectric) 현상을 이용하는 것으로 이러한 방법을 열전 냉동(Thermoelectric refrigeration) 혹은 전자냉동법이라 한다[9], [13]. 그림 2에서 전자 냉동 방법은 서로 다른 종류의 금속이나 반도체를 연결하여 직류 전류를 흐르게 하면 한 쪽의 접점은 고온이 되고 다른 한 쪽의 접점은 저온이 되며, 이 저온 쪽 접점에 의하여 냉동을 얻게 되는 펠티어 효과(Peltier Effect)를 활용한다.

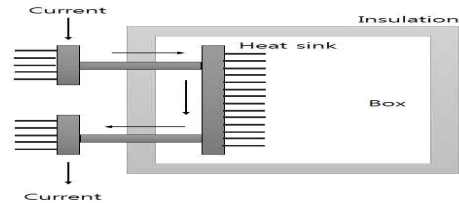


그림 2. 펠티어를 이용한 전자냉동의 원리
Fig. 2 Principles ofe-frozenusinga peltier

전자 냉각의 특징으로 압축기와 냉매(CFC 등)를 가진 일반적인 냉동 사이클을 채용한 방식과 비교해서 전자 냉각방식은 CFC를 냉매로 사용하지 않아 환경에 악영향을 주지 않고, 소형, 경량구조로 모양을 자유롭게 선택할 수 있으며 전류의 방향을 바꾸기만 하면 냉각뿐만 아니라 가열도 가능하다. 이러한 기계적인 특성은 피로, 파손되는 기계 부분이 없으므로 냉각 수단들 중에서 가장 수명이 길고 높은 신뢰성을 가지며 전기 배선뿐이므로 취급이 간단하고 냉매 가스나 부식성 액체 등이 샐 걱정이 없고 보수 관리가 용이하다.

2.3 펠티에 소자 어셈블리

온도 최적제어를 위해 제어대상의 특성을 분석하고

그에 따른 파라미터를 결정함으로써 최적의 온도제어를 수행한다. 강제대류 열전달 환경은 그림 3과 같이 어떤 시스템 내 Heat Sink가 장착되어 있고 Heat Sink 주위는 자유 공간이 아니고 Duct 형태와 같은 제한된 공간으로 이루어져 있다.

직류전압을 양단에 인가하면 N타입에서는 전자(Electron)의 흐름에 따라, P타입에서는 정공(Hole)의 흐름에 따라 열이 이동하여 흡열부의 온도가 낮아진다. 이러한 흡열(냉각)은 전류의 흐름과 thermo-electric couple(N, P타입 1쌍)의 수에 비례하게 된다 [10-13].

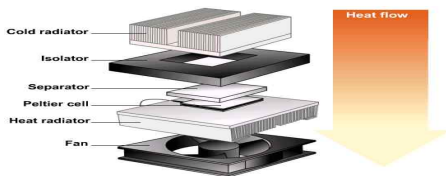


그림 3. 흡착식 제습장치의 어셈블리
Fig. 3 Assembly of the desiccant dehumidifier

가열 냉각 면을 넓게 하여 열전달을 용이하게 해야 하며 이를 위해 열전도율이 높은 구리나 알루미늄 종류의 금속을 활용하여야 한다. 표면적을 넓게 하기 위해 핀 구조를 갖는 형상을 적용한다[14-16].

III. 항온항습 장치 개발

3.1 가열용 시즈히터

시즈히터의 작동원리는 전원이 공급되면 저항체가 발열하여 물을 가열하고 온도제어부가 미리 정해놓은 일정온도를 감지하여 수온을 유지시키며 온도제어기는 발열체 사이에 수온을 감지하는 수열부, 열전달 wire, 감열소자 온도조절레인지, 접점, 전원S/W로 구성된다. 감열소자는 금속간 열팽창계수의 차를 이용한 바이메탈식과 액체의 팽창을 이용한 벨로우즈형이 있다.

시즈히터(sheath heater)는 PIPE 중심에 열선을 넣고 절연분말인 산화마그네슘이 충전되어 물리적인 충격에 견고, 높은 안전성을 갖으며 발열선이 공기과 차단, 산화작용이 일어나지 않는다.

시즈히터 구조는 그림 4와 같다. 보호관은 스테인

레스, 철(Fe), 동(Cu), 니켈합금으로 구성되고 절연선은 니크롬선(NCH-1, NCH-2), 철크롬선(FCH-1, FCH-2)을 사용한다.

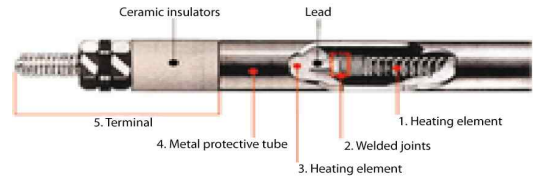


그림 4. 시즈히터의 구조
Fig. 4 The structure of the sheath heater

3.2 항습장치 설계

항온항습 장치는 실내의 온습도를 일정하게 유지하는 장치이지만, 그 중에는 온도만을 일정하게 하고, 습도를 저습 또는 고습으로 유지하는 항온저습, 항온고습의 형태와 넓은 범위의 온습도 조건을 만들어 내는 기능을 가지고 있는 가변 항온항습 장치도 있다. 공기의 온도와 습도의 양 요소를 동시에 만족시켜야 비로소 달성되는 것으로 냉각, 가열, 제습, 가습의 4가지 조작이 기본이다.

흡열부 방열기와 발열부 방열기 사이에는 물 이송부가 위치한다. 물 이송부는 스펀지나 다공질의 세라믹 등의 재질을 사용하여, 물은 통과하면서 공기는 통과하지 못하는 역할을 한다. 또한 발열부 방열기의 물을 증발시키는 과정이 발열부의 열 발산을 촉진시키므로 제습기의 효율이 증대된다. 그림 5는 제습기의 구조를 보여주고 있다.

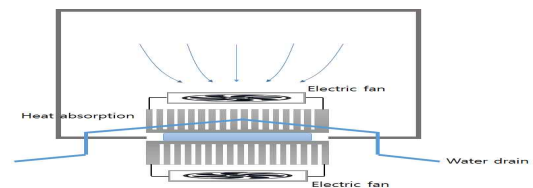


그림 5. 기술개발에 따른 제습기 기본구조
Fig. 5 Dehumidifier basic structure according to the technology development

펠트에 소자부를 관통하는 구조를 사용하여 흡열부용 방열기에서 제습된 물이 아래의 발열부용 방열기로 흘러내려올 수 있도록 설계하였다.

흡착식 제습기의 특징은 펠트에소자와 같은 저노점을 얻을 수 있으며 흡착제는 물방울의 비산에 강하고,

기계적 강도도 크기 때문에, 교환이 불필요하며 3~60m³/min의 소풍량에 적합하지만 압력 손실이 큰 약점이 있다. 가동부분이 적기 때문에 보수가 용이한 형태를 갖추고, 펠티에 소자를 이용한 제습에 적합하다.

3.3 온도센서 및 온도검출회로 설계

RTD(Resistance temperature detector, 측온저항체)의 원리는 금속의 전기저항은 온도에 따라 변한다. PT100 ohm 측온저항체 센서의 설치상 주의점은 100Ω저항의 백금선에 온도 1도 강약 0.4Ω의 비율로 저항이 변하는 원리를 이용하여 전자회로와 조합하여 온도를 측정하므로 센서선로 주변환경에 따른 저항값이 변화되는 것을 억제시켜야 한다.

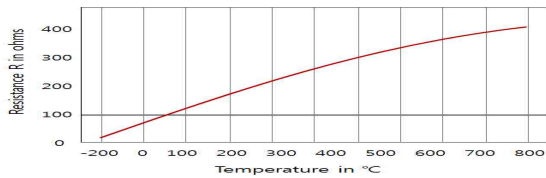


그림 6. Pt100 측온저항 온도센서의 표준특성
Fig. 6 Standard nature of the Pt100 RTD resistance temperature detectors

Pt100 온도센서는 그림 6의 측온저항 온도센서의 표준 특성은 리드 선에서 발생하는 저항이 온도측정 저항 값에 영향을 미치며 전송거리가 길어지면 리드 선의 저항을 계산하여 온도측정 저항 값에 반영한다.

3.4 모니터링 시스템 설계

Binary-CDMA 기술은 디지털 기기들을 무선으로 연결하여 음성, 영상, 데이터 등을 자유롭게 주고받을 수 있는 기술로서 기존의 CDMA와 TDMA 기술의 장점을 특화시킨 기술이다. 그림 7은 Binary-CDMA 전송방식을 나타낸다.

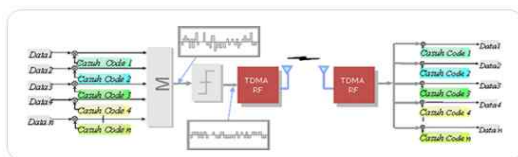


그림 7. Binary-CDMA 전송방식
Fig. 7 Binary-CDMA transmission system

RTU(Remote Terminal Unit)의 기능은 현장 계기

및 센서로 부터 데이터를 수집하여 처리하는 장치를 말하며, RTU 모듈은 검지기 함체 내 상태정보(DOOR, FAN, HEATER 등), 계측정보(온도, 전압 등)의 수집 및 처리·제어 기능(FAN동작, HEATER동작 등)을 수행하는 기능모듈로 제어기 상태를 원격 감시하는 기능을 수행한다. 표 1은 통신규격을 나타낸다.

표 1. 통신규격
Table. 1 Communication standard

Communication Method	RS232 Level ASYNC	Parity bit	No Parity
		Stop bit	1 Stop bit
Data bit	8bit	Flow control	None

IV. 구현 및 성능평가

4.1 향온·향습 장치 개발

4.1.1 향온향습장치

모듈화 된 제품 개발을 위해 센서입력과 출력신호를 마이크로프로세서를 통해 생성하고 제어함으로서 효율적인 제어가 이루어지도록 설계하였다. 그림 8은 시스템 블록 다이어그램을 나타낸다.

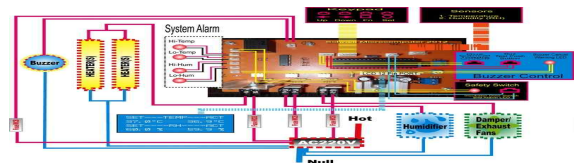


그림 8. 시스템 블록 다이어그램
Fig. 8 System block diagram

향온향습장치는 디스플레이부, 제어부, 펠티에모듈로 그림 9는 제어부 PCB Art-Work을 나타낸다.

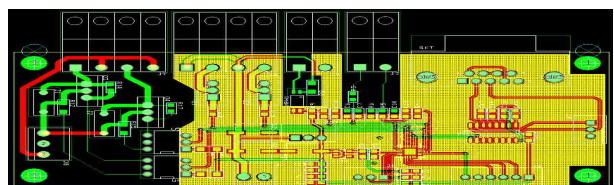


그림 9. 제어부 PCB 아트웍
Fig. 9 Control PCB artwork

4.1.2 모듈화 된 항온항습 펠티에 모듈

그림 10은 펠티에 모듈의 열전달 매체로 알루미늄 소재를 사용하고 있으며 양쪽 방향에 팬을 설치하여 대류방식에 의한 온도흐름을 확보하였다.

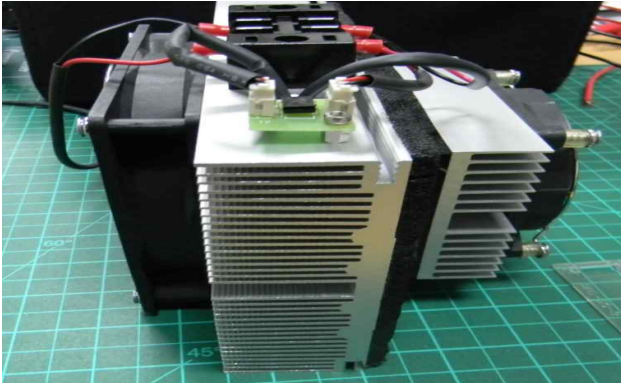
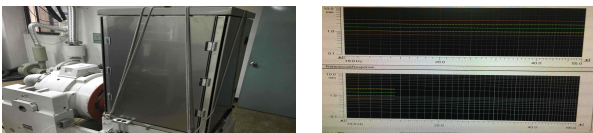


그림 10. 펠티에 모듈(시제품)
Fig. 10 Peltier module

4.2 기술개발에 따른 성능시험

4.2.1 방진방수시험

진동시험의 조건은 주파수 : (10~55) Hz, 진폭 : 1.5 mm/스위프 : 1 octave, Z축 진동시험은 3h로 판정기준은 육안확인 시 파손이 없어야 한다. Z축 방향으로 진동을 인가하여 파손상태를 파악하고 그림 11의(b)는 진동시험에 따른 프로파일을 나타낸다.



(a) Z-test (b) Vibration Test Profile

그림 11. 진동시험 전경
Fig. 11 Vibration test views

4.2.2 염수분무 시험

염수분무 시험조건은 (35 ± 2) °C, 5 % 염수 / 72 시간이고 판정기준은 육안 확인 시 부식이나 변색이 없을 것이며 결과는 판정기준에 적합하였다.

그림 12는 염수 분무시험에 따른 프로파일을 나타낸다. 이는 챔버내에서 염수를 분무하며 IPX5 시험과는 별도로 진행된다.



(a) Salt Spray Test Results (b) Salt spray testProfile

그림 12. 염수분무 시험
Fig. 12 Salt spray test

4.2.3 시험결과

입력전력에 대한 턴 온 및 턴 오프의 출력 특성은 그림 13, 그림 14와 같다. 입력전압은 15Vdc, 전류는 정상상태에서 0.6A의 전류가 투입된다. 따라서 정상상태에서 소비전력은 약 10W이다.

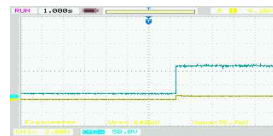


그림 13. 전원 턴 온 시의 출력 특성
Fig. 13 Output characteristic when the power is turned on

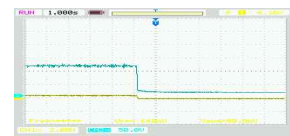
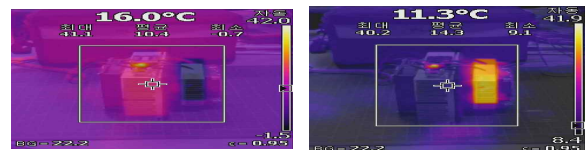


그림 14. 전원 턴 오프시의 출력특성
Fig. 14 Output characteristic when the power is turned off

그림 15는 열화상카메라를 통한 펠티에 모듈의 이미지 측정사진이다. 그림 15의 (a)는 순방향 동작시에 열화상이미지이고 (b)는 역방향동작에서 이미지로 육안으로 가열과 냉각이 구분되어 나타난다.



(a) Forward motion (b) Reverse motion

그림 15. 열화상카메라를 통한 이미지측정
Fig. 15 Image measurement with the thermal imager

V. 결론

본 연구를 통해 합체 내부의 온도, 습도 이상 상태 모니터링 및 감시제어, 상태감시 기능을 갖는 온도제어기 설계 및 항온항습장치의 개발을 통해 수배전반을 비롯한 CCTV등 산업용 합체의 시스템 안정화를

위한 항온항습장치의 채택으로 단락사고예방을 통한 화재예방에 도움이 될 수 있는 구조의 시스템을 개발하였다. 향후 본 논문을 바탕으로 국내는 물론 전 세계적으로 합체 내부의 ICT 및 사물인터넷환경에 선제적 대응투자가 기대된다.

감사의 글

본 논문은 광주대학교 학술연구비에 의하여 연구된 논문임.

References

- [1] Korean Register of Shipping, "Ownership of data logged by VDR and recovery obligations.(Legal Office)," NAV46/J/6, United Kingdom London IMO Headquarters, July 2007, pp. 18-23.
- [2] Korean Register of Shipping, "Revision of SOLAS Chapter V - Comments and proposals on the draft text orevised SOLAS ChapterV," NAV45/5/11, United Kingdom London IMO Headquarters, Sept. 1999, pp. 12-21.
- [3] Medium-Small Size VDR Apparatus with Camera and Data Control Method ensures the Efficiency of a Ship Navigation System, 2013.
- [4] Korean Register of Shipping, "Revision of SOLAS Chapter V (VDRs) (ICS, BIMCO, INTERCARGO, INTERTANKO, OCIMF, SIG-TTO)," NAV45/5/1, United Kingdom London IMO Headquarters, Sept. 1999, pp. 10-18.
- [5] Korean Register of Shipping, "Revision of SOLAS Chapter V-Report of the chairman of the Working Group," NAV45/5, United Kingdom London IMO Headquarters Sept. 1999, pp. 6-14.
- [6] D.B,Parker, "The Strategic values of Information Security in Business," *Computer & Security, Information Security*, vol. 16, 1997, pp. 572-582.
- [7] J. Kim, Y. Koo, and Y. Bae, "Nonlinear Phenomena in MEMS Device," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 5, 2012, pp. 1073-1078.
- [8] C. B. Jacobina, E. R. C. da Silva, A. M. N. Lima, and R. L. A. Ribeiro, "Vector and Scalar Control of a Four Switch Three Phase Inverter," *Proc. IEEE-IAS Annual Meeting*, 1995.
- [9] F. blaabjerg, S. Freysson, H. H. Hansen, and S. Hansen, "A new optimized space vector modulation strategy for a component minimized voltage source inverter," *IEEE Trans. power electronics*, vol. 12, no. 4, July 1997, pp. 704-714.
- [10] Y. Jeon and M. Cho, "A Speed Control of BLDC Motor using Adaptive Back stepping Technique," *J. of the Korea Institute of Electronic Communications Sciences*, vol. 9, no. 8, Aug. 2014, pp. 899-905.
- [11] H. Lee, W. Cho, and K. Lee, "Improved switching method for sensorless BLDC motor drive," *J. of the Korea Institute of Electronic Communications Sciences*, vol. 5, no. 2, Mar. 2010, pp. 164-170.
- [12] S. Jung, I. Choy, and Y. Jeon, "Speed Control of IPMSM Using Nonlinear and Adaptive Back-Stepping Controller Including Integral Gain," *J. of the Korea Institute of Electronic Communications Sciences*, vol. 8, no. 6, June. 2013, pp. 881-889.
- [13] G. L. Peters, G. A. Covic, and J. T. Boys, "Eliminating output distortion in four-switch inverters with three-phase loads," *IEE Proc. Electronic Power Application*, vol. 145, no. 4, July 1998, pp. 326-332.
- [14] M. B. R. Correa, C. B. Jacobina, E. R. C. Silva, and A. M. N. Lima, "A General PWM Strategy for Four-Switch three phase inverter," *IEEE Trans. Power Electronics*, vol. 21, no. 6, Nov. 2006, pp. 1618-1627.
- [15] F. Blaabjerg, D. Neacsu, and J. K. Pedersen, "Adaptive SVM to Compensate DC-link Voltage Ripple for Four-Switch Three-Phase Volt-

age-Source inverters," *IEEE Trans. Power Electronics*, vol. 14, no. 4, July 1999, pp. 743-752.

- [16] S. Ye, S. Yang, and H. Ceong, "The Development on Component-based Environment Information Monitoring System," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 1, 2012, pp. 195-201.

저자 소개



김희철(Hee-Chul Kim)

1990년 조선대학교 대학원 컴퓨터 공학과 공학석사

2003년 조선대학교 대학원 컴퓨터 공학과 공학박사

1982년~1985년 육군통신장교 중위 전역

현재 광주대학교 컴퓨터공학과 교수

2012년~현재 광주광역시 사회적기업 네트워크 운영 위원

2012년~현재 광주광역시 지방건설기술심의위원회 평가위원

2013년~현재 전라남도 지방건설기술심의위원회 평가위원

※ 관심분야 : 임베디드시스템, 로보틱스, 태양광, IoT/사물인터넷, 네트워크 설계 및 분석