

센서 데이터 및 시간 정보를 융합한 횡단보도 내 보행자 안전 보행 보조 시스템 연구

임신탉¹, 박종호², 정길도^{1*}

¹전북대학교 전자공학부, ²서남대학교 전기전자공학과

Pedestrian crosswalk fused sensor data and time information in the Safety Assistive systems research

Shin-Teak Lim¹, Jong-Ho Park² and Kil-To Chong^{1*}

¹Division of electronic engineering, Chonbuk University

²Department of Electrical & Electronic Engineering, SeonamUniversity

요 약 본 연구에서는 다종의 센서 데이터 및 시간 정보를 융합 활용하여 횡단보도 내에서 보행자의 안전 보행을 보조하는 시스템에 대한 설계와 시스템 성능 검증을 통한 안전 보행 보조를 지원하고자 한다. 따라서 설계한 보행자 안전 보조 시스템의 기본 동작 시나리오에 대한 연구 수행 및 시스템 동작을 위한 퍼지 제어를 수행하였고 더불어 환경 인식 및 시간 정보를 적극 활용하기 위하여 각 센서 데이터 처리를 위하여 미디언 필터링을 포함한 필터 처리를 적극 활용하였고, 이를 바탕으로 시간 정보를 첨부하여 최종적인 시스템 동작 알고리즘을 완성하였다. 추가적으로 활용하고 있는 센서들의 측정값은 기본적으로 불확실성을 내포하고 있기에 센서 결과 데이터를 융합하여 최소한의 신뢰성을 부여하고자 하였으며, 이를 간단한 실험 장비를 이용하여 검증하였다.

Abstract In this study, by utilizing the information fusion of multi sensor data and time within the crosswalk safety Assistive gait secondary to the safety of pedestrians on the system design and system performance verification through support to. Environmental awareness, and time information in addition to leveraging the default behavior for pedestrian safety design of the secondary system performed a study on the scenario and the behavior of a system for fuzzy control was performed for each sensor data processing, median filtering, including filters processing leveraging, and was attached by the time we complete the final algorithm, the system behavior. In addition, taking advantage of the sensor measurements, so basically uncertainties and sensor results, and you want to give at least the reliability of the data fusion experiment equipment using this simple verification.

Key Words : Data Fusion, Traffic Safety, Assistive pedestrian safety systems

1. 서론

현재 유럽이나 일본 등에서는 대도시 중심의 교통체계를 자동차 소통 위주에서 보행자 위주로 바꾸기 시작하였으며, 횡단보도 주변의 교통 체계 및 안전시설을 개선하여 교통사고를 줄이는데 심혈을 기울이고 있는 실정이다.

더욱이 국내의 경우 전체 교통사고 중 보행자의 횡단보도 횡단 보행 중 일어나는 사고가 매우 큰 비중을 차지하고 있다.

이를 2009년 도로교통공단의 교통사고 분석 자료를 보면 전체 49,665건의 교통사고 중에서 22,828건의 사고가 보행자의 횡단 보행 중 발생한 사고이며 사망사고에

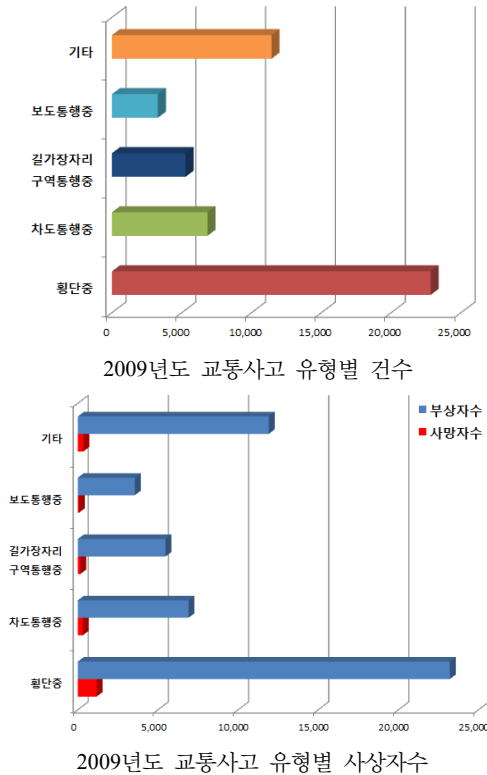
본 논문은 전북대학교 연구과제로 수행되었음. R000188101_00198765 (광역경제권 선도산업 육성사업)

*Corresponding Author : Kil-To Chong (Chonbuk University)

Tel: +82-63-270-2478 email: kitchong@jbnu.ac.kr

Received November 14, 2012 Revised December 3, 2012 Accepted December 6, 2012

서도 전체 사망 사고의 약 53%정도로 매우 큰 비중을 차지하고 있다. 아래의 [Fig. 1]은 2009년 도로교통공단의 교통사고 분석 자료이다[1].



[Fig. 1] Traffic Accidents Ratio

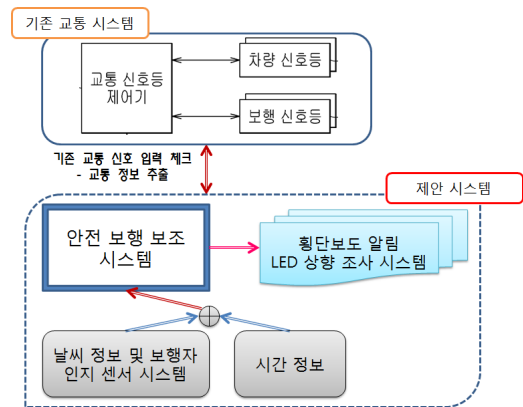
더불어 우리나라의 경우 급속한 고령화가 진행되고 있으며, 자동차 수요의 증가로 인해 횡단보도 및 학교 부근, 아파트 등의 주거 지역 등에서 보행자의 안전 문제가 중요하게 대두되고 있으며, 야간이나 악천후 시 운전자의 시각에서 횡단보도 내 보행자가 인식되지 않을 때가 발생하여 교통사고의 위험이 높아지고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 횡단보도 내 교통사고를 줄이고자 활용될 수 있는 횡단보도 내 보행자 안전 보조 시스템의 구성 및 기본 동작 시나리오 연구 그리고 시스템의 동작을 최적화 할 수 있는 퍼지 제어 알고리즘 활용하여 연구를 수행하고자 한다[2,3,4,5,6].

그리고 외부 환경 정보 보다 정확하게 파악하기 위하여 각 센서 데이터를 활용하고 데이터에 가중치를 부여하였고, 이 결과와 시간 정보를 첨부하여 최종적인 시스템 동작 제어를 하고자 한다[2,7,8]. 또한, 활용하고 있는 센서들의 측정값은 기본적으로 불확실성을 내포하고 있

고 이를 융합하는 과정에서도 어느 정도의 오차를 가지고 있다고 할 수 있기에 습득한 센서 데이터들을 융합하여 결과 정보를 활용하고자 할 때 최소한의 신뢰성을 부여하고자 각 센서 데이터 및 융합 데이터에 필터 기반의 정보 융합 기법을 활용하였고, 이를 간단한 실험 장비를 이용하여 검증하였다.

2. 본론

2.1 횡단보도 내 안전 보행 보조 시스템 구성



[Fig. 2] Assistive proposed pedestrian safety system configuration

위의 [Fig. 2]는 본 논문에서 제안된 시스템의 기본 구성도이다. 횡단보도 내 보행자 안전 보조 시스템을 구성하기 위해서는 먼저 횡단보도에 설치된 기존 교통 신호등의 신호를 파악해야 한다. 왜냐하면 보행신호에는 보행자들이 횡단보도를 보행하고, 차량 신호에 차량이 진행해야 하기 때문이다. 그런데 기존에 설치된 교통신호등제어기의 종류가 많고 보행신호 및 차량신호에 대한 정보 출력이 일정하지 않기에 기존 교통 신호의 아날로그 입력을 분석하여 보행 신호 및 차량 신호 정보를 직접 추출하여 활용해야 한다.

더불어 이렇게 추출된 교통 정보와 시간 데이터 및 각 센서 정보를 활용하여 보행자 안전 보행 보조 시스템을 제어하게 되고 또한 결과적으로 보행자의 횡단보도 안전 보행 및 운전자의 횡단보도 인식을 위해 활용되는 횡단보도 알림 LED 상황 조사 시스템을 제어하게 되는 것이다.

이렇듯 통합 보행자 안전 보행 보조 시스템에 대한 실제 시스템 구현에 관하여 [Fig. 3]과 같이 표현할 수 있다. 특히, LED 상황 조사 시스템의 경우 지상에서 공중으로

조명을 비춰주는 지등등을 사용하는 시스템이다[10,11,12].



[Fig. 3] Assistive pedestrian safety measures the actual configuration of the system

더불어 안전 보행 보조 시스템의 최적 동작을 위해서는 주변 환경 인지 센서 특히, 주변 날씨 정보를 확인하기 위해 조도 센서와 온·습도 센서를 함께 활용하고 있으며, 보행자 인식하기 위한 모션 센서를 이용하고 있으며 각 센서 데이터의 신뢰성 향상을 위해 데이터들에 대한 미디언 필터링 처리를 활용하고 있으며 이를 바탕으로 각 센서들의 데이터를 융합하고 이와 함께 시간 정보를 적극 활용하고자 있다.

2.2 안전 보행 보조 시스템의 동작 모드 분석

횡단보도 내 보행자 안전 보행 보조 시스템은 기존 교통 신호와 각 센서 데이터 그리고 시간 정보를 입력을 받고 출력으로는 LED 상황 조사 시스템의 동작 신호를 활용하고 있으며 다음 내용은 보행자 안전 보행 보조 시스템의 기본 동작 모드에 대한 사항을 간략하게 정리한 것이다. 보다 자세한 상태 분석 및 퍼지 제어 알고리즘을 활용하기 위하여 [Fig. 4], [Fig. 5]의 정보를 활용하였다.

- ① 보행자 안전 보행 보조 시스템의 입력 정보를 확인한다. 이때 시스템 입력 정보는 다중 센서를 활용한 주변 환경 정보 및 시간 정보, 기존 교통 신호 등이다.
- ② 주간의 경우 날씨가 어둡다고 판단되거나 비가 내린다고 판단되는 경우 그리고 추가적으로 보행자를 인식하는 경우 보행자 안전 및 운전자의 횡단보도 유무 인지를 강화하기 위하여 보행 신호 상황 조사 LED 시스템의 조명을 점등한다.
- ③ 야간의 경우 보행자 인식 여부를 떠나 보행자 안전 및 운전자의 횡단보도 유무 인지 강화 등에 따라 보행 신호 혹은 일정 시간 동안 상황 조사 LED 시스템의 조명을 점등하게 된다.

이를 통해 횡단보도 내 보행자의 무단 횡단 등을 방지하고 운전자에게는 횡단보도 내에 보행자 존재 정보를 제공함으로써 횡단보도 내 사고 위험을 크게 줄일 수 있다. 다음 [Fig. 4]은 시간 및 신호 정보 그리고 센서 중에서 조도 센서와 보행자 인식을 위한 모션 센서 정보를 바탕으로 보행자 안전 보행 보조 시스템의 동작 모드를 정리한 것으로 통합 보행자 안전 보행 보조 시스템의 최종적 결과는 상황 조사 LED 시스템의 ON/OFF 제어 동작 결과이다.

동작 모드에 대한 세부적인 내용 중 일부를 좀 더 자세히 살펴보면 야간에도 외부날씨가 밝음으로 처리되는 경우는 보름 근처에 구름이 없는 경우를 고려하는 것으로 이런 경우에는 가시거리 및 외부 정보 인지에 용이하며 다음으로 낮에 외부날씨가 어둡으로 처리되는 경우에는 구름이 많이 끼고 전반적으로 날씨가 매우 흐려 가시거리가 짧고 시야 확보에 문제가 있는 것을 고려하고 있는 것이다.

더불어 맑은 날 밤에 보행자가 없음에도 LED ON하는 이유는 보행자 중에서 급히 길을 건너가고자 하는 경우를 고려하고 있는 것이다. 그리고 새벽의 경우에는 신호등에 점멸로 동작하는 경우가 있어 신호 정보 보다는 시간 및 센서 정보를 중심으로 상황 조사 LED 시스템을 제어하고 있다.

외부 환경 시간 및 신호	흐림 & 보행자 O	흐림 & 보행자 X	보름 & 보행자 O	보름 & 보행자 X	맑음 & 보행자 O	맑음 & 보행자 X
일출 전후/황간발	LED OFF	LED OFF	LED OFF	LED OFF	LED OFF	LED OFF
일출 전후/파란발	LED ON	LED OFF	LED ON	LED OFF	LED OFF	LED OFF
낮/황간발	LED OFF	LED OFF	LED OFF	LED OFF	LED OFF	LED OFF
낮/파란발	LED ON	LED OFF	LED ON	LED OFF	LED OFF	LED OFF
일출 전후/황간발	LED ON	LED OFF	LED OFF	LED OFF	LED OFF	LED OFF
일출 전후/파란발	LED ON	LED ON	LED ON	LED OFF	LED ON	LED OFF
밤/황간발	LED ON	LED OFF	LED OFF	LED OFF	LED OFF	LED OFF
밤/파란발	LED ON	LED ON	LED ON	LED ON	LED ON	LED ON
새벽	LED ON	LED ON	LED ON	LED OFF	LED ON	LED OFF

[Fig. 4] Time, illumination and motion sensor data using Assistive pedestrian safety system operation mode

다음 [Fig. 5]는 시간 및 신호 정보 그리고 온, 습도 센서 및 보행자 인식을 위한 모션 센서 정보를 바탕으로 추가적인 보행자 안전 보행 보조 시스템의 동작 모드를 정리한 것으로 비가 오는 경우에는 보다 안전한 횡단보도 내 보행자 안전 보행이 필요하며, 운전자에게도 횡단보도 인식을 위한 정보를 제공하는 것이 더 필요하고 따라서 비가 오거나 올 가능성이 매우 높은 경우를 따로 동작 모드 제어 규칙을 정리한 것이다. 최종적으로는 위에서 제시한 동작 모드에 [Fig. 5]의 결과를 합쳐 상황 조사 LED

시스템의 ON/OFF 제어 동작을 하게 된다.

외부 환경 시간 및 신호	비 & 보행자 O	비 & 보행자 X
일출 전후/빨간불	LED OFF	LED OFF
일출 전후/파란불	LED ON	LED ON
낮/빨간불	LED OFF	LED OFF
낮/파란불	LED ON	LED ON
일몰 전후/빨간불	LED OFF	LED OFF
일몰 전후/파란불	LED ON	LED ON
밤/빨간불	LED ON	LED OFF
밤/파란불	LED ON	LED ON
새벽	LED ON	LED ON

[Fig. 5] Secondary system mode of operation, humidity sensor using gait pedestrian safety

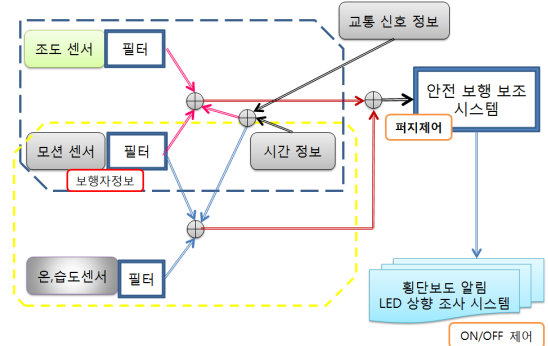
2.3 센서 데이터 융합 및 보행자 안전 보행 보조 시스템의 제어 관련

제안된 보행자 안전 보행 보조 시스템을 제어하는 경우 입력 데이터 처리 부분과 출력 제어 부분을 나누어 설명할 수 있다. 입력 부분의 경우 날씨 정보를 제공하는 조도 센서와 온·습도 센서 그리고 보행자 인식을 위한 모션 센서 정보의 경우 데이터 처리를 위해 필터 기법을 활용하여 데이터 신뢰성 강화를 하였으며, 이 결과 데이터에 시간 정보와 기존 교통 신호 정보를 위의 동작 모드에 맞추어 LED 상향 조사 시스템을 ON/OFF 제어를 실시하고 있으며, 다음 그림 [Fig. 6]은 시스템 제어 블록도를 나타내고 있다.

더불어 각 센서들의 데이터 처리 기준 및 데이터 처리 방법에 대하여 좀 더 구체적으로 기술을 하면 다음과 같다. 먼저 조도 센서의 경우 일정시간(약 2분)의 데이터 값을 받아 관련 데이터 값에 대한 Low-Pass 필터를 1차로 진행하고 이렇게 필터링 된 후의 센서 데이터의 값에 대한 미디언 필터링을 수행하여 최종적인 센서 데이터 결과 값을 얻게 된다. 이때 1차 Low-Pass 필터링을 수행하는 이유는 센서 데이터 값의 너무 갑작스러운 변화를 노이즈 혹은 가비지 데이터로 보고 무시하고자 하기 때문이다. 이렇게 처리되어 나온 센서 데이터 결과값을 기준에 조도 센서 기준값을 바탕으로 흐림, 밝음, 보통으로 구분하게 된다.

그리고 모션 센서의 경우에도 일정시간의 데이터 값을 받아 관련 데이터를 Low-Pass 필터를 통한 1차 필터링 처리를 하고 이후에 그 결과 데이터를 미디언 필터링을 수행하게 되며 관련 동작 결과를 출력하게 된다. 이때 데이터를 일정 시간 이상으로 받아 처리하는 이유는 보행자의 경우 횡단보도를 건너는 것이 아닌 그냥 경유하여

움직이는 사람도 있기에 데이터의 평균값을 활용하여 보행자 인지 결과에 대한 성능 결과를 높이도록 하는 것이다.



[Fig. 6] Assistive pedestrian safety system control block

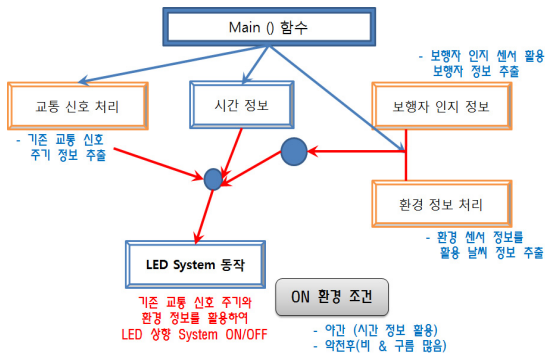
2.4 실험 장비를 활용한 실 Test 결과 및 시뮬레이션 결과

다음의 [Fig. 7]은 제안한 횡단보도 내 보행자 안전 보행 보조 시스템 Test를 위해 실제 구현된 장비이다. 구체적으로 설명을 하면 시간 인식 및 환경 정보 인지 그리고 보행자 확인을 위한 센서 시스템과 LED 상향 조사 시스템을 제어하기 위한 출력 신호 발생 등을 통합 제어 할 수 있는 보행자 안전 보행 보조 시스템과 시스템 시험을 위한 Test 입력 장비 그리고 기존 교통 신호 제어기와 LED 상향 조사 샘플 등으로 구성되었다.



[Fig. 7] Assistive chamber system of pedestrian safety Test Equipment

횡단보도 내 보행자 안전 보행 보조 시스템의 원활한 동작 수행을 위한 소프트웨어에 대한 동작 설명을 다음의 [Fig. 8]을 통해 정리하였다.



[Fig. 8] Secondary system of pedestrian safety tread program configuration

[Fig. 8]에서와 같이 보행자 안전 보행 보조 시스템에 대한 통합 소프트웨어는 센서별 데이터 처리에 대한 블록과 시간 정보 인지 블록, 기존 교통 신호 정보 획득 블록 그리고 각 데이터들에 대한 통합 처리 블록과 LED 상향 시스템 제어 블록 및 시스템의 퍼지 제어 블록 등으로 소프트웨어 모듈로 나누어 프로그램을 수행하였다.



[Fig. 10] Gait signal of upward investigation LED OFF Case results



[Fig. 9] Gait signal of LED upstream survey results ON Case

[Fig. 9]와 [Fig. 10]은 횡단보도 내 보행자 안전 보행 보조 시스템의 동작 결과를 보여 주고 있다. [Fig. 9]는 동작 모드 중에서 보행 신호가 들어오고 LED 상향 조사등이 ON되는 경우를 강제로 만들어 준 경우 이고, [Fig. 10]은 동작 모드 중에서 보행 신호가 들어오고 LED 상향 조사등이 OFF 되는 경우를 강제 입력을 주어 만든 결과이다.

3. 결론

본 논문에서 제안한 보행자 안전 행 보조 시스템은 보행자가 횡단보도를 건너감에 있어 보다 안전하게 보행할 수 있고 더불어 운전자가 운전 중에 횡단보도를 보다 확실하게 인식하게 하여 안전운행을 도와줄 수 있는 시스템을 제안한 것으로서, 기본적인 장비를 가지고 실시한 실험 결과를 바탕으로 연구 결과를 검증하여 가능성을 보였다.

그러나 향후 지속적인 연구를 통하여 보다 효율적인 각 센서 데이터의 고급 필터 처리 방안과 확률 기반의 센서 데이터 융합 그리고 LED 시스템의 조명 밝기 제어 등의 기능을 추가로 개발하고 시스템의 현장성을 보완할 경우 향후 교통 시스템 시장의 블루오션인 횡단보도 내 안전 보조 시스템 시장에서 시장성이 있을 것으로 사료된다.

References

[1] Koroad Traffic Accident Analysis 2009.
 [2] Lee Joo Young, Han Yong Soo, Kim You Dan, "State Estimation for UAV using Multi-sensor Data Fusion

- Filter”, The Korea Society for Aeronautical & Space Sciences, no 2, pp 1052-1055, 2008.11.
- [3] Hong You Sik, Kim Seung Hun, Kim Chong Soo, Park Chong Kug “Fuzzy Traffic Signal Light”, Korea Institute of Intelligent System, vol 11, no 1, 2011.
- [4] Han Won Sub, Gho Gwang Yong, Heo Nak Won, Lee Chul Kee, Ha Dong Ik, Lee Byung Cheol “Development of a Traffic Signal Control for the Tri-light Traffic Signal”, Intelligent Transport System, vol 9, no 5, 2010.
- [5] Choi Chung Seog, Kim Hyang Kon, “Structure and Properties Analysis of LED Lamp(Green) for Traffic Control Signal”, The Korea Institute of Electrical Engineers, vol 2010, no 7, 2010.
- [6] Hong You Sik, “Optimal Traffic Signal Light”, Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea , vol 40, no 41, 2003.
- [7] Lim Shin Teak, Jong-Ho Park, Baek Seung Jun, Kil-To Chong, “Studies of safety assistive improvement system for pedestrian in crosswalk utilizing multi-sensor data fusion” Conference on Information and Control Systems, 2012
- [8] Suh Dong Hyok, Ryu Chang Keun “Multi-sensor Data Fusion Using Weighting Method based on Event Frequency” The Korea Institute of Electronics Communication Sciences, vol 6, no 4, 2011
- [9] Lee Yong Jae, Ko Sun Joon, Song Jong Wha, Lee Ja Sung “Design of a Multi-Sensor Data Simulator and Development of Data Fusion Algorithm” Journal of the Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, vol 34, no 5, pp 93-100, 2006, [Article\(CrossRefLink\)](#)
- [10] Jin Hyun Soo “A Method of Conclusion of Traffic Control Signal Proposal using Fuzzy Analytic Hierachy Process” The Korea Academia-Industrial Cooperation Society, vol 9, no 6, pp 1592-1598, 2008, [Article\(CrossRefLink\)](#)
- [11] Jin Hyun Soo, Chae Kyoo Soo “Pedestrian Traffic Lights Control Technique using USN” The Korea Academia-Industrial Cooperation Society Autumnal Conference, pp 649-651, 2009
- [12] Lee Byoung Kil, Jun Moon Seog “Key distribution using the Multi-Select Quorum System in Wireless Sensor Networks Environment” The Korea Academia-Industrial Cooperation Society Spring Conference 2010

임 신 택(Shin-Teak Lim)

[정회원]



- 2007년 2월 : 군산대학교 기계공학부 (공학사)
- 2009년 2월 : 전북대학교 대학원 전자공학부 (공학석사)
- 2009년 2월 ~ 현재 : 전북대학교 대학원 전자공학부 박사과정

<관심분야>

센서 융합, 로봇 제어, 쿼드콥터 제어 등

박 종 호(Jong-Ho Park)

[정회원]



- 1999년 2월 : 전북대학교 전기공학과 (공학석사)
- 2001년 8월 : 전북대학교 전자공학과 (공학박사 수료)
- 2009년 3월 ~ 2010년 12월 : 전북대학교 공과대학 시간강사
- 2011년 2월 ~ 현재 : 서남대학교 전기전자공학과 교수

<관심분야>

로봇 제어, 임베디드 시스템, 비선형 제어 이론 등

정 길 도(Kil-To Chong)

[정회원]



- 1984년 Oregon State University 기계공학(공학사)
- 1986년 Georgia Institute of Technology 기계공학(공학석사)
- 1992년 Texas A&M University 기계공학 (공학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 전자공학부 교수 및 학부장, 전북대 전자정보기술연구소 소장

<관심분야>

Time-Delay, Robotics, 인공지능, 센서네트워크.