

영상 이미지의 특정 영역 검출을 위한 정렬 보정 알고리즘 연구

진고환
우송대학교 IT융합학부 교수

A Study on Alignment Correction Algorithm for Detecting Specific Areas of Video Images

Go-Whan Jin
Professor, Division of IT Convergence, Woosong University

요 약 비전 시스템은 영상 이미지를 획득하여 대상 영역을 판별하고 분석하는 시스템이며, 자동화 공정에 사용하고자 하는 수요가 증가하면서 비전 기반의 검사 시스템 도입이 매우 중요한 이슈로 부상하고 있다. 이러한 비전 시스템은 일상생활과 생산 공정에서 검사 장비로 사용되고 있으며, 영상 처리 기술에 대한 연구가 매우 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 문자 인식이나 반도체 패키지 등의 검사 대상을 추출하기 위한 영역 정의에 대한 연구는 미미한 상황이다. 본 논문에서는 사용자가 관심영역을 정의하여 엣지 추출을 수행함에 있어 잡음까지도 엣지로 판단하는 경우를 방지하기 위하여, 영상 이미지 내에서 잡음이 존재하여도 특정한 영역의 엣지들의 분포를 이용하여 검사 대상 영역의 엣지를 추출할 수 있는 잡음에 강인한 정렬 보정 모델을 제안한다. 제안 모델을 통하여 타이어의 문자 인식이나 반도체 패키지 검사와 같은 생산 분야에 적용하면 제품의 생산 효율이 향상될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 융합, 비전시스템, 엣지 추출, 정렬, 관심영역

Abstract The vision system is a device for acquiring images and analyzing and discriminating inspection areas. Demand for use in the automation process has increased, and the introduction of a vision-based inspection system has emerged as a very important issue. These vision systems are used for everyday life and used as inspection equipment in production processes. Image processing technology is actively being studied. However, there is little research on the area definition for extracting objects such as character recognition or semiconductor packages. In this paper, define a region of interest and perform edge extraction to prevent the user from judging noise as an edge. We propose a noise-robust alignment correction model that can extract the edge of a region to be inspected using the distribution of edges in a specific region even if noise exists in the image. Through the proposed model, it is expected that the product production efficiency will be improved if it is applied to production field such as character recognition of tire or inspection of semiconductor packages.

Key Words : Convergence, Vision System, Edge Extraction, Alignment, ROI

1. 서론

머신비전 분야는 CMOS와 CCD와 같은 소자로 제작

된 센서로부터 디지털 이미지의 획득과 처리가 컴퓨터에서 가능해지면서 빠르게 발전하고 있는 기술 분야로서 [1], 비전 시스템의 검사 기술에 카메라를 융합하여 사용

*Corresponding Author : Go-Whan Jin(gwjjin@wsu.ac.kr)

Received September 27, 2018

Accepted November 20, 2018

Revised November 2, 2018

Published November 28, 2018

하고 있으며, 각종 영상 이미지의 인식 및 처리 기술이 급속하게 성장하고 있는 추세이다. 이러한 비전 시스템은 영상 이미지를 획득하여 분석 및 판별하는 시스템으로서 자동화 공정에 사용하고자 하는 시스템의 수요가 증가하면서 비전을 이용한 검사 시스템의 도입이 매우 중요한 이슈로 부상하고 있는 상황이다[2-5]. 비전 시스템의 사용분야는 크게 2가지로 분류할 수 있는데 첫째, 일상생활에 활용이 가능한 안면인식, 바코드 인식, 후방 카메라 등에서 사용하고 있고, 둘째, 인쇄회로기판의 납땜 검사, 디스플레이 장치의 휘도나 얼룩 검사에 사용된다[6]. 또한 BGA(Ball Grid Array)와 같은 반도체 패키지의 불량 검사와 같이 생산 분야에 사용되고 있고[7,8], 특히 스마트 팩토리 시스템 및 제품의 생산 공정 자동화 분야에서 활용하고 있다[9,10]. 영상처리 분야에 대한 연구는 영상 장면 탐색 기법에 관한 연구 및 영상 인식 객체 추출 연구[11,12], 자동차 번호판 인식 연구[13]와 같이 다양하게 이루어지고 있는 상황이다. 그러나 영상처리 분야에서 문자 인식이나 반도체 패키지 등의 대상을 추출하기 위한 영역 정의에 대한 연구는 미미한 상황이다.

비전을 이용한 검사 시스템은 생산 제품의 양품과 불량품을 판정하는 중요한 장치로서 대상 영역의 정확한 영상 이미지를 획득하기 위하여 일반적으로 관심영역을 설정하고, 엣지 추출을 진행하며, 잡음 제거를 위한 마스크 적용 및 이진화 과정을 통하여 대상 객체를 인식하고 있다. 그러나 획득한 영상 이미지의 전체를 대상으로 엣지를 추출할 경우 조명과 같은 주변 환경으로 인하여 검사 영역이 변화될 수 있어 마스크를 적용하기 어려운 경우가 발생하므로, 사용자가 대상 객체의 정확한 엣지 추출을 위한 검사 영역의 최적화에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 사용자가 관심영역(ROI : Region of Interest)을 정의하여 엣지 추출을 수행함에 있어 잡음까지도 엣지로 판단하는 경우를 방지하기 위하여, 영상 이미지 내에서 잡음이 존재하여도 특정한 영역의 엣지들의 분포를 이용하여 검사 대상 영역의 엣지를 추출할 수 있는 잡음에 강인한 정렬 보정 모델을 제안한다. 제안 모델은 검사 대상 이미지의 추출에 대하여 최적화된 영역을 정의하기 위한 정렬 보정 모델로서, 잡음과 같은 주변 환경으로 인하여 정렬이 정확하게 수행되지 않는 것을 방지하고, 제품의 검사 속도를 향상시킬 수 있어 반도체 패키지 검사 및 타이어의 문자 인식과 같은 생산 분야에 적용하면 제품 생산 효율의 향상을 기대할 수 있다.

2. 관련연구

2.1 이진화

카메라로부터 획득한 영상 이미지에서 검사 시스템에 필요한 정보를 획득하기 위하여, 대상 영상 이미지 내에 존재하고 있는 객체를 분리하기 위하여 영상 처리 기술인 이진화를 활용하고 있다. 다음의 (식 1)은 이진화 방법을 수학적으로 표현한 것이다.

$$I(x, y) = \begin{cases} 0 & (\text{if } i(x, y) \leq T) \\ 255 & (\text{if } i(x, y) > T) \end{cases} \quad (\text{식 1})$$

여기서 $I(x, y)$ 는 이진화된 영상의 화소값이고, $i(x, y)$ 는 원본 영상의 화소값, T 는 임계값이다. 영상 이미지 내의 임의의 픽셀에 대한 화소값이 임계값 보다 작을 경우 0으로, 임계값 보다 클 경우 255의 값으로 결정한다[14]. 이진화는 객체를 인식하는 인식률에 영향을 주는 핵심 요소로서 영상의 화소 단위로 임계값을 결정하는 지역적 이진화 또는 이진화 알고리즘과, 영상 이미지의 전체를 대상으로 1개의 임계값 만을 사용하는 전역적 이진화로 구분할 수 있다[15].

2.2 엣지 검출

엣지는 영상 이미지 내에서 대상 영역의 경계를 추출하기 위한 것으로 대상 객체와 배경영역을 나타내는 특징을 가지고 있으며, 이미지 픽셀의 밝기가 높은 부분에서 부터 낮은 부분으로 또는 반대의 경우 불연속점이 나타나는 특성을 가지고 있어 영상 내에서 이웃하는 픽셀 간의 경계를 파악할 수 있기에 영상 처리 영역에서 유용하게 사용되고 있다[16]. 이러한 엣지는 객체의 윤곽과 크기 위치, 모양 등의 정보를 획득할 수 있는 방향성을 가지고 있고, 엣지 검출을 위한 알고리즘으로 소벨(Sobel), 로버츠(Roberts)와 같은 마스크 기반의 엣지 연산자를 사용한다.

대상 영상 이미지의 엣지는 밝기나 색이 급격하게 변화하는 특성을 가지고 있어, 미분을 이용하여 소벨 마스크를 도출할 수 있다. 다음의 (식 2)는 소벨 마스크의 엣지 강도를 나타낸 것으로 소벨 연산자를 이용하여 기울기 값을 추출하는 것이다. 여기서 G_x , G_y 는 각각 수평과 수직방향의 소벨 마스크 연산자를 적용하고, 이를 통하여 추출한 기울기 값이다[17].

$$\nabla I = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \approx |x| + |y| \quad (\text{식 2})$$

엣지 추출 마스크의 기본인 로버츠 마스크는 매우 민감한 필터로서 이미지 공간 영역 내에서 고정된 대각선 방향 기울기 마스크를 적용하는 방법이며, 다음의 (식 3)은 기울기 가중치 마스크를 대상 영상 이미지에 적용한 것이다. G_x 는 수평방향의 기울기 값, I 는 영상 이미지 내에 (x, y) 위치의 밝기값이다[18].

$$G_x = I(x+1, y+1) - I(x, y) \quad (\text{식 3})$$

$$G_y = I(x+1, y) - I(x, y+1)$$

3. 제안 모델

3.1 시스템 구성도

다음의 Fig. 1은 제안 모델의 전체적인 구성도로서, 첫째, 영상을 획득하기 위한 CCD 카메라와 렌즈, 조명으로 구성된 Probe, 둘째, Probe 제어와 전처리 및 검사 영역에 대한 정렬을 수행하고, 검사 대상을 검사할 수 있는 비전 시스템으로 구성되어 있다.

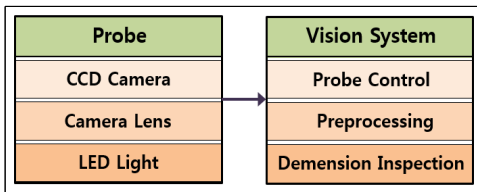


Fig. 1. System Configuration

3.2 시스템 프로세스

다음의 Fig. 2는 제안 모델의 프로세스 흐름도로서, 시스템 프로세스는 크게 3가지로 분류된다. 첫째, Probe 제어하고 영상을 획득한다. 둘째, 획득한 영상의 영역에서 검사 영역을 정의하는 정렬 단계이며, 검사 영역 정의에 성공하면 검사를 진행하지만, 정렬에 실패하면 검사 프로세스를 종료한다. 셋째, 검사를 진행한 후 추출된 결과에 대한 정보를 기록한다.

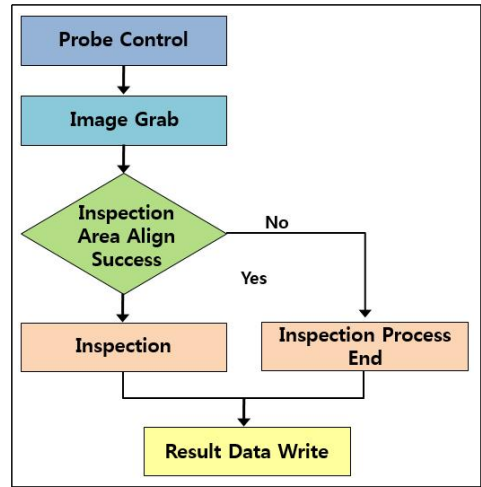


Fig. 2. System Process

3.2 검사 영역 정렬 프로세스

다음의 Fig. 3은 검사영역을 정의하기 위하여 수행하는 검사영역 정렬 프로세스이다.

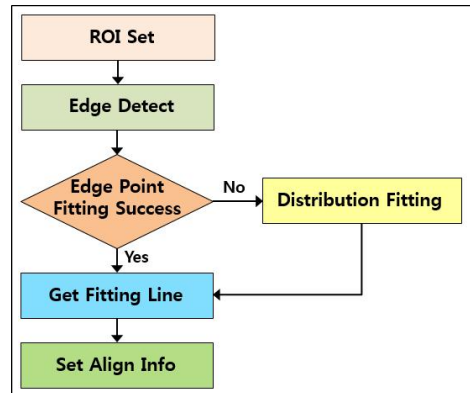


Fig. 3. Inspection Area Align Process

검사 영역 정렬 프로세스는 다음과 같이 크게 3단계로 분류되며 첫째, 영상 내에서 정렬하고자 하는 영역을 정의하기 위하여 사용자가 관심영역을 설정한다. 둘째, 정의된 영역내의 엣지 영역을 탐색하고 탐색된 영역의 정보를 이용하여 선분을 정의하지만, 탐색된 엣지 영역의 정보가 부족하다면 엣지 영역의 분포를 이용하여 다시 한번 선분 정의를 수행한다. 셋째, 선분 정의가 완료된 엣지 정보들을 이용하여 검사 영역을 정의하고, 정의된 영역을 할당한다. 다음의 Fig. 4는 관심영역을 이용하여 엣지 정보를 탐색하는 과정에서 이상적인 결과와, 잡음으

로 인하여 엣지 정보들이 분산되어 정렬을 실패한 경우를 나타낸 것이다.

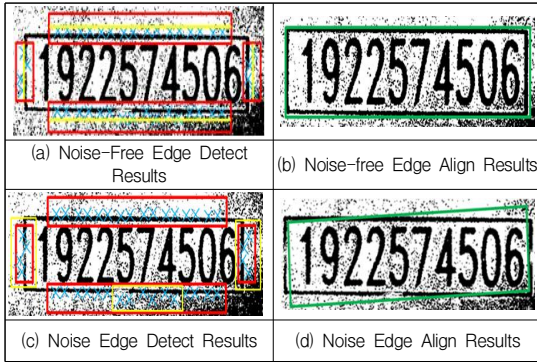


Fig. 4. Edge Detect & Align Result

앞의 Fig. 4에서 (a)와 (b)는 잡음이 없는 엣지 탐색 결과와 정렬 결과이고, (c)와 (d)는 잡음이 있는 엣지 탐색 결과와 정렬 결과이다. 잡음이 존재하지 않는 경우의 엣지 탐색 결과는 사용자가 설정한 관심영역으로 부터 양호하게 엣지 탐색이 되었으나, 잡음이 존재하는 경우의 엣지 탐색 결과는 잡음의 영향으로 인하여, 엣지 탐색 결과가 양호하지 않고 분산된다. 이와 같은 현상이 발생할 경우, 검사 영역에 대하여 정렬 결과가 도출되지만, (d)의 녹색 선과 같이 평행하지 않고 틀어짐에 따라 검사를 수행하지 않는 영역에도 검사를 진행해야 하기 때문에, 생산성 및 검출률이 저하될 수 있다. 다음의 Fig. 5는 엣지 탐색과 관심 영역 설정을 나타낸 것이다.

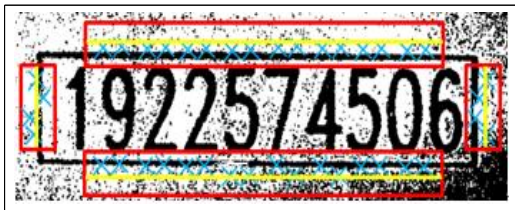


Fig. 5. Edge Detect & ROI Settings

잡음이 존재하는 영상에서 엣지 탐색을 수행한 후, 관심영역 이용하여 참조 선분을 정의하고, 정의한 선분을 이용하여 엣지 정보들의 거리를 탐색하여 정확한 정렬을 수행한다.

사용자가 정의한 관심영역의 크기를 이용하여 참조 선분을 정의하고, 탐색된 엣지 정보를 이용하여 참조 선분과의 거리 차이를 분류한다. 제안 모델에서 분류를 위

하여 거리 차이를 정의한 값은 다음의 Table 1과 같다.

Table 1. Distance Value

No.	Distance Value
1	0.5 ~ 1
2	1.5 ~ 2
3	2.5 ~ 3
4	3.5 ~ 4
5	4.5 ~ 5

가장 많이 분포된 영역의 엣지 정보들의 평균 좌표를 이용하여 직선 방정식을 사용해 선분을 추출하고, 추출된 각 선분들의 교점을 이용한 정렬을 수행하기 위하여, 다음의 (식 4)와 같은 방법으로 엣지 정보의 평균을 추출한다.

$$A_{pv} = \left(\sum_{R=1}^{D_n} P(x, y) \right) / D_n \quad (\text{식 4})$$

여기서, A_{pv} 는 엣지 정보들의 평균 (x, y) 좌표 값이며, D_n 은 분류된 거리의 좌표 개수이다. 또한 $P(x, y)$ 는 각각 엣지 정보들의 (x, y) 의 좌표 값이다.

4. 실험 및 고찰

제안 모델의 실험 및 결과 비교를 위하여 FOV (Field of View) 40x40, 분해능 30 μ m CCD 카메라와 A사의 원형 LED 조명을 이용하여 Probe를 구성하였고, 영상 획득 및 알고리즘 적용을 위하여 Visual Studio 2017 대화상자 기반의 MFC와 I사의 iPP 라이브러리를 이용하여 시스템을 구성하였다.

다음의 Fig. 6은 엣지 탐색 효율을 확인하기 위해, 200장의 영상을 획득한 후, 제안한 알고리즘 모델을 적용 및 미적용한 결과의 일부분을 나타낸 것이다.

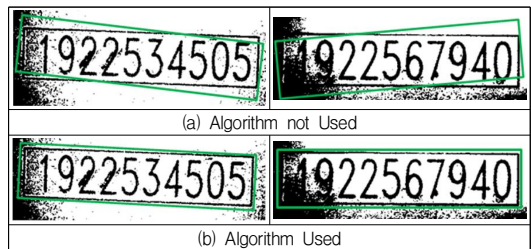


Fig. 6. Applying Edge Algorithm Align Result

잡음이 존재하는 영상에서 제안 알고리즘 모델을 미 적용 및 적용한 결과, 미적용한 (a)의 영상은 잡음까지도 옛지로 판단하여 정렬이 정상적으로 이루어지지 않아 정렬된 영역이 기울어진 결과가 도출되었으나, (b)와 같이 알고리즘 모델을 적용한 영상에서는 검사영역에 대하여 정렬 결과가 기울어지지 않고, 정상적인 결과로 도출되었다. 다음의 Table 2는 200장의 영상을 대상으로 검출율을 비교한 결과이다.

Table 2. Detection Rate

Division	Detection Rate (%)
Align Algorithm not Used	87.5
Align Algorithm Used	93.5

알고리즘 모델을 적용하지 않은 영상의 검출률은 87.5% 인 175개의 검출률을 보였으나, 알고리즘 모델을 적용한 영상은 93.5%의 검출률인 187개가 검출되어, 제안 모델의 효율이 좋은 것으로 확인되었다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 제안한 알고리즘은 Probe로부터 영상을 획득한 후, 검사를 수행하기 전까지의 전처리 과정의 일부로서 검사 영역을 정의하여 검출률을 향상시키고, 불필요한 연산을 감소시킬 수 있는 시스템으로서, 사용자가 검출 영역을 직접 설정하여 불필요한 연산을 최소화하였다. 또한 결과 검사 대상의 영상 이미지에 잡음이 존재하더라도 잡음의 영향이 감소되어 검사 영역에 대한 검출률이 향상되는 것을 실험 결과를 통하여 확인하였다. 제안 모델은 자동화 공정에서 실시간으로 운용되는 반도체 검사 분야, 자동차 타이어 마크 검사 분야 등 영상을 획득하여 검사하는 분야에 적용하면 불량 제품의 검출률이 높아짐에 따라 생산성이 향상될 것으로 기대된다. 관심영역의 옛지 정보들이 존재하지 않을 경우에 대한 연구가 미미한 상황으로, 향후 연구에서는 외부적인 환경에 따라 검사 대상 영상을 정상적으로 획득할 수 없는 경우에 대하여 보정이 가능한 보정 알고리즘에 대한 연구를 계속하여야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] Janóczki, M., Becker, Á., Jakab, L., Gróf, R., & Takács, T. (2013). Automatic Optical Inspection of Soldering. *Material Science-Advanced Topics*. DOI : 10.5772/51699
- [2] Seo, Y. R., Park, K., Kim, S. K., & Ra, S. W. (2011). Vibration Analysis for a Feeding Unit of Vision Inspection System of Precision Screws. *Journal of The Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*, 20(4), 446-451.
- [3] H. L. Song, T. W. Hur. (2011). Development of auto sorting system for T type welding nut using a vision inspector. *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, 48(1), 16-24.
- [4] J. J. Park, G. H. Kim, E. S. Lee. (2014). A study on the elliptical gear inspection system using machine vision. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers A*, 38(1), 59-63. DOI : 10.3795/KSME-A.2014.38.1.059
- [5] G. S. Kim, Y. H. Park, J. S. Park, J. S. Cho. (2015). Auto parts visual inspection in severe changes in the lighting environment. *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, 21(12), 1109-1114. DOI : 10.5302/JICROS.2015.15.0134
- [6] G. H. Kwon, H. G. Chu, J. Y. Kim, J. H. Kang. (2017). Development of the Vision System to Inspect the Inside of the Brake Calipers. *Journal of Sensor Science and Technology*, 26(1), 49-43. DOI : 10.5369/JSST.2017.26.1.39
- [7] G. W. Jin, (2017). A Study on the BGA Package Measurement using Noise Reduction Filters. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(11), 15-20. DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.11.015
- [8] T. H. Lee, K. R. Park, D. H. Kim. (2017). A Study on Scratch Detection of Semiconductor Package using Mask Image. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(11), 43-48. DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.11.043
- [9] J. H. Park, K. J. Lee. (2017). Realization of user-centered smart factory system using motion recognition. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(6), 153-158. DOI : 10.22156/CS4SMB.2017.7.6.153
- [10] C. S. Pyo, J. Lyou. (2013). Automation of Tire Tread Extruder Line Using Cameras. *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, 19(3), 262-267. DOI : 10.5302/JICROS.2013.12.179

- [11] M. K. Kwon, H. S. Yang. (2017). A scene search method based on principal character identification using convolutional neural network, *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(2), 31-36.
DOI : 10.22156/CS4SMB.2017.7.2.031
- [12] S. K. Lee, Y. S. Park, G. S. Lee, J. Y. Lee, S. H. Lee. (2013). An Automatic Object Extraction Method Using Color Features of Object and Background in Image. *Journal of Digital Convergence*, 11(12), 459-465.
DOI : 10.14400/JDPM.2013.11.12.459
- [13] M. K. Oh, J. C. Park. (2017). Long Distance Vehicle License Plate Region Detection Using Low Resolution Feature of License Plate Region in Road View Images. *Journal of Digital Convergence*, 15(1), 239-245.
DOI : 10.14400/JDC.2017.15.1.239
- [14] J. H. Lee, S. H. Byun, J. H. Nam, S. R. Cho. (2017). An Algorithm for Measurement of Pack Ice Concentration Using Localized Binarization of Quadtree-Subdivided Image. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 54(1), 49-56.
DOI : 10.3744/SNAK.2017.54.1.49
- [15] J. H. Ju, J. S. Oh. (2012). An adaptive binarization algorithm for degraded document images. *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 37(7A), 581-585.
DOI : 10.7840/KICS.2012.37.7A.581
- [16] C. S. Park, H. S. Kim. (2015). FPGA Implementation for Real Time Sobel Edge Detector Block Using 3-Line Buffers. *Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, 19(1), 10-17.
DOI : 10.7471/ikeee.2015.19.1.010
- [17] Zhai, X., Bensaali, F., & Ramalingam, S. (2011). Real-time license plate localisation on FPGA. *In Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2011 IEEE Computer Society Conference on*, 14-19.
- [18] Xiang, H., Yan, B., Cai, Q., & Zou, G. (2011, September). An edge detection algorithm based-on Sobel operator for images captured by binocular microscope. *In Electrical and Control Engineering (ICECE), 2011 International Conference on IEEE*, 980-982.
DOI: 10.1109/ICECENG.2011.6057846

진 고 환(Go-Whan Jin)

[정회원]



- 1990년 2월 : 한국과학기술원 산업공학과 (공학석사)
- 1999년 2월 : 한국과학기술원 테크노경영대학원 (공학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 우송대학교 IT융합학부 교수

• 관심분야 : 비전 시스템, 빅데이터, 이동통신, 기술경영, 통신최적화

• E-Mail : gwjin@wsu.ac.kr